UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Departamento de Ingeniería Estructural y Mecánica

TESIS DOCTORAL

LA INSTRUMENTACIÓN: UNA NUEVA FORMA DE COMPRENDER LOS PUENTES

UNA APORTACIÓN A UN FENÓMENO DESCONOCIDO: EL GRADIENTE TÉRMICO EN PILAS DE GRAN ALTURA

Autor: Patricia Olazábal Herrero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Director: Marcos J. Pantaleón Prieto
Prof. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Catedrático de Universidad

Santander, Febrero 2013

A mi familia

Una estructura sólo es transparente en la dirección de las preguntas que tú le haces al disponer los aparatos de medida en un punto u otro, en una dirección u otra.

Javier Manterola

¿Y cuándo piensas realizar tu sueño? - le preguntó el maestro a su discípulo.
Cuando tenga la oportunidad de hacerlo - respondió éste.
El Maestro le contestó: La oportunidad nunca llega. La oportunidad ya está aquí.

Anthony de Mello

When the history of our time is written,
posterity will know us not by a cathedral or temple,
but by a bridge

Montgomery Shuyler, 1877, writing about John Roebling's Brooklyn Bridge

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo tiene su origen en el año 2002 cuando Marcos J. Pantaleón Prieto, Presidente de la empresa Apia XXI[i] y director de este trabajo, me encargó[ii] la redacción del Proyecto del Viaducto de Montabliz. Durante el diseño, proyecto y construcción[iii] del Viaducto, tuvimos que realizar muchos estudios, así como labores de investigación. El 31 de enero de 2008 fue inaugurada y abierta al tráfico la estructura, dentro del tramo Molledo-Pesquera de la Autovía de acceso a la Meseta. Fue entonces cuando decidimos escribir parte de los estudios realizados, que durante la vorágine de la construcción nos había sido imposible. Muchas gracias, Marcos.

Quiero agradecer especialmente a Roberto Revilla Angulo, *mi maestro*, con quien he trabajado desde el año 2000, quien me introdujo en el mundo de los Puentes, me enseñó a diseñar, proyectar y calcular estructuras y con quien he podido superar momentos más y menos complicados en esta profesión.

También quiero mencionar a mi tutor, Arturo Santamaría Sallán, con quien realicé todos los pasos académicos previos a este trabajo, cursos de doctorado y quien co-dirigió[iv] mi trabajo de investigación, *Estudio de la flexión transversal en puentes de gran anchura*.

Quisiera también agradecer la ayuda del Director del Departamento de Ingeniería Estructural y Mecánica, Javier Torres Ruiz, quien desde sus primeras lecciones de cálculo de estructuras, me explicó la complejidad y a la vez sencillez de las mismas.

Como toda gran obra de ingeniería, el Viaducto de Montabliz, se ha realizado gracias al trabajo en equipo de muchas personas de distintas empresas u organismos. Dentro del Ministerio de Fomento, quiero agradecer especialmente a Roberto Villegas Gómez, Director de la Obra y a Vicente Revilla Durá, Jefe de Demarcación de Carreteras del Estado en Cantabria[v]; en primer lugar, por su paciencia y gran dirección, y en segundo lugar por la cesión de los datos registrados durante la construcción de la estructura, sin los que este trabajo no podría haberse realizado. También quiero mencionar a Fernando Hernández Alastuey, Subdirector de Proyectos[v] de la Dirección General de Carreteras, y a Jesús Gómez de Barreda Lavín, Director del Proyecto. Tampoco puedo dejar de agradecer a Juan Antonio Ruiz, encargado, entre otras muchas cosas, de la instrumentación del puente.

De Ferrovial-Agromán, empresa constructora de la estructura objeto de este trabajo, quiero mencionar a José Miguel San Millán San Martín, Jefe de obra, y a Alberto de Lucio López, Jefe de Estructuras, por su esfuerzo y dedicación. También quiero agradecer la colaboración y el asesoramiento de Rafael Cabrera Ceñal, Director de la Zona Norte, y a Luis Acebes Escudero, Delegado de Obra Civil de Cantabria y País Vasco.

[i] A cuyo departamento de Estructuras he pertenecido durante 11 años.
[ii] Junto a Roberto Revilla Angulo, en aquel momento, Jefe del Departamento de Estructuras.
[iii] Asesoría Técnica de Estructuras.
[iv] Junto con Marcos J. Pantaleón Prieto.
[v] Durante el proyecto y ejecución de la obra.

Gracias también a la Asistencia Técnica, constituida por la UTE Torroja-Urbaconsult, por su colaboración y asesoramiento, en especial a José María de Villar Luengo y a José M. Simón-Talero Muñoz.

El cálculo de la estructura lo he realizado con el Programa Vettones; quiero agradecer también a Francisco Cambronero Barrientos, su autor, su asistencia en la realización de módulos del programa específicos para estructuras de avance en voladizo como ésta.

Por otro lado, quiero agradecer también a Ana Mª Ruiz Terán su ayuda en la selección de revistas para la búsqueda bibliográfica y sus valiosos comentarios sobre el conjunto de la memoria.

Por último, quisiera agradecer la colaboración de David García Sánchez, antiguo compañero de Apia XXI, por su introducción en el mundo de las estructuras instrumentadas.

Santander, 1 de diciembre de 2012

Patricia Olazábal Herrero

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS ..... **ix**

ÍNDICE ..... **xi**

RESUMEN ..... **xii**

ABSTRACT ..... **xiv**

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN **1**

1.1 Razón de ser 5

1.2 Objetivos del estudio 6

1.3 Estructura de la memoria 7

CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE **11**

2.1 Deformaciones debidas a efectos térmicos. Análisis teórico 13

2.1.1 Sección rectangular 14

2.1.2 Tablero 15

2.1.3 Pilas 16

2.1.4 Deformaciones térmicas en avance en voladizo 16

2.2 Sistemas de Gestión de Estructuras 17

2.3 Origen de la instrumentación: Conservación de estructuras 21

2.4 Planificación de la instrumentación de una estructura 28

2.5 Instrumentación de Puentes de Avance en Voladizo 32

2.6 Instrumentación de otras tipologías de estructuras 37

2.7 Estructuras con sensores en pilas 39

2.8 Estructuras instrumentadas con clinómetros 44

2.9 Estructuras instrumentadas con termómetros 50

2.10 Instrumentación básica 56

2.11 Otros tipos de estructuras instrumentadas 57

2.11.1 Cimbras autolanzables 57

2.11.2 Tensión de adherencia en el terreno 57

2.11.3 Vías de ferrocarril en placa 58

2.11.4 Edificación 58

2.11.5 Centrales nucleares 58

2.11.6 Ingeniería naval 59

2.11.7 Ingeniería aeronáutica 59

2.11.8 Tuberías 59

2.12 Resumen de estructuras instrumentadas en el mundo 59

CAPÍTULO III. INSTRUMENTACIÓN 77

3.1 Origen de la fibra óptica 77

3.2 Tecnología de los sensores de fibra óptica 79

3.2.1 Redes de Bragg 79

3.2.2 Tipos de sensores de fibra óptica 81

3.2.2.1 Distribución espacial de la medición 81

3.2.2.2 Técnicas empleadas 82

3.3 Funcionamiento 82

3.4 Descripción de un Sistema de Monitorización 83

3.5 Tipos de sensores 84

CAPÍTULO IV. VIADUCTO DE MONTABLIZ 85

4.1 Descripción de la estructura 85

4.1.1 Localización 85

4.1.2 Diseño 87

4.1.3 Geometría 88

4.1.4 Geotecnia y Cimentaciones 91

4.1.5 Cálculo estructural 92

4.1.6 Construcción 93

4.1.6.1 Pilas. Autotrepa 93

4.1.6.2 Avance en voladizo 94

4.1.6.3 Cierre de vanos 95

4.1.6.4 Voladizos 96

4.1.7 Fechas clave 97

4.2 Instrumentación del Viaducto de Montabliz 98

4.2.1 Sensores 98

4.2.1.1 Instrumentación estática 99

4.2.1.1.1 Inclinación de pilas y tablero 100

4.2.1.1.2 Temperatura 101

4.2.1.1.3 Deformaciones 102

4.2.1.2 Instrumentación dinámica 104

4.2.1.2.1 Viento 105

4.2.1.3 Instrumentación permanente 105

4.2.1.4 Canales instalados 106

4.2.2 Sistema de adquisición de datos 109

4.2.3 Programa de control del sistema 111

4.2.4 Coste de la instrumentación 111

4.2.5 Seguimiento topográfico del tablero: Contraflechas 112

4.3 Conclusiones 113

CAPÍTULO V. INSTRUMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA: UN TRABAJO DE INVESTIGACIÓN A ESCALA REAL..... 117

5.1 Origen del estudio del gradiente térmico 117

5.2 Concepto de gradiente térmico 118

5.2.1 Tablero 118

5.2.2 Pila 119

5.2.3 Diferencias 119

5.3 Sección de estudio: sección de Pila 2. Trepa 12 120

5.4 Selección de los canales estudiados 120

5.5 Tratamiento de los datos 123

5.6 Análisis de los datos 127

5.6.1 Descripción del proceso 127

5.6.1.1 Estudio térmico. Temperaturas aisladas 128

5.6.1.2 Estudio térmico. Gradiente térmico horizontal 140

5.6.1.3 Estudio del gradiente térmico y del giro de la pila 144

CAPÍTULO VI. MODELO TEÓRICO 149

6.1 Revisión de normativas 149

6.2 Efectos térmicos en una sección 152

6.3 Descripción del modelo 152

6.3.1 Nudos y elementos 153

6.3.2 Materiales 154

6.3.2.1 Ensayos de caracterización de materiales 154

6.3.3 Acciones de cálculo 156

6.3.4 Condiciones de apoyo 158

6.3.5 Descripción del programa de cálculo empleado: VETTONES 162

6.3.6 Cálculo 163

6.3.6.1 Modelo evolutivo 163

6.3.6.2 Cálculo lineal 166

6.3.6.3 Cálculo no lineal 166

6.4 Reproducción numérica del trabajo de investigación a escala real. Resultados 171

CAPÍTULO VII. CONTRASTE DE RESULTADOS EXPERIMENTALES Y TEÓRICOS..... 173

7.1 Contraste de la temperatura ambiente con las normativas 173

7.1.1 IAP-98 173

7.1.2 IAP-11 173

7.1.3 Eurocódigo UNE-EN 1991-1-5 175

7.2 Obtención del gradiente térmico horizontal en una pila. Normativa 176

7.3 Contraste de la relación entre el giro de una pila y el gradiente térmico interior 179

7.4 Conclusiones 182

CAPÍTULO VIII. ANÁLISIS PARAMÉTRICO 185

8.1 La pila en una estructura construida mediante avance en voladizo 185

8.1.1 Condiciones de apoyo del tablero 186

8.1.2 Sección transversal 187

8.1.3 Estudio de la distorsión de pilas de gran altura 188

8.2 Análisis tipológico de pilas 192

8.2.1 Puente Europa 193

8.2.2 Viaducto Kochertal 193

8.2.3 Viaducto de Millau 194

8.2.4 Viaducto de Magnan 196

8.2.5 Análisis comparativo 197

8.3 Descripción del estudio 198

8.3.1 Estudio tipológico de la pila 198

8.3.2 Estudio térmico 199

8.4 Análisis de diferentes tipologías de pila 201

8.4.1 Geometría 201

8.4.2 Estudio longitudinal 203

8.4.3 Estudio transversal 204

8.5 Análisis de diferentes alturas de pila 204

8.5.1 Longitudinal 205

8.5.1.1 Pila constante -dimensiones medias- 205

8.5.1.2 Pila constante -dimensiones 2/3- 206

8.5.1.3 Pila prismática 207

8.5.1.4 Pila con variación circular 208

8.5.1.5 Análisis comparativo de tipologías y alturas 209

8.5.2 Transversal 211

8.5.2.1 Pila constante -dimensiones medias- 211

8.5.2.2 Pila constante -dimensiones 2/3- 212

8.5.2.3 Pila prismática 213

8.5.2.4 Pila con variación circular 214

8.5.2.5 Análisis comparativo de tipologías y alturas 215

8.5.3 Conclusiones 217

8.6 Estudio térmico 217

CAPÍTULO IX. CONCLUSIONES, PROPUESTAS Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN 223

9.1 Conclusiones ... 223

9.2 Propuestas ... 224

9.2.1 Propuesta Nº1: Altura mínima de pila ... 224

9.2.2 Propuesta Nº2: Número mínimo de sensores ... 225

9.2.3 Propuesta Nº3: Establecimiento del gradiente térmico en futuras normativas ... 226

9.2.4 Propuesta Nº4: Sistema de instrumentación ... 228

9.3 Futuras líneas de investigación ... 228

9.3.1 Dentro del marco de la instrumentación del Viaducto de Montabliz ... 229

9.3.1.1 Acciones térmicas ... 229

9.3.1.1.1 Gradiente horizontal de las pilas ... 229

9.3.1.1.2 Gradiente térmico vertical del tablero ... 230

9.3.1.1.3 Incremento térmico ... 230

9.3.1.1.4 Valores de las acciones térmicas ... 231

9.3.1.2 Otras acciones ... 231

9.3.1.2.1 Viento ... 231

9.3.1.2.2 Respuesta estructural ... 231

9.3.1.3 Cimentaciones ... 231

9.3.1.4 Control de flechas en puentes construidos mediante la técnica de avance en voladizo ... 232

9.3.2 Instrumentación de otras estructuras ... 232

BIBLIOGRAFÍA ... 233

ANEXO A. NOTACIÓN ... 255

ANEXO B. CONCEPTOS BÁSICOS ... 261

ANEXO C. RESULTADOS[vi] ... 269

C.1 Temperatura ambiente ... 271

C.2 Temperaturas Lado Norte ... 276

C.3 Temperaturas Lado Sur ... 281

C.4 Temperaturas Lado Este ... 286

C.5 Temperaturas Lado Oeste ... 290

C.6 Gradiente longitudinal ... 294

C.7 Gradiente transversal ... 301

C.8 Giro longitudinal ... 305

C.9 Giro transversal ... 309

ANEXO D. PROGRAMACIÓN[vi] ... 313

[vi] Sólo en cd.

ANEXO E. MODELO DE CÁLCULO. FICHEROS DE DATOS Y RESULTADOS[vi] 327

E.1 Gráficos del modelo 329

E.2 Gradiente longitudinal en dovelas "1" 331

E.3 Gradiente longitudinal en dovelas "15" 339

E.4 Gradiente transversal en dovelas "5" 350

E.5 Gradiente transversal en dovelas "10" 359

ANEXO F. ÁNALISIS NO LINEAL. FICHEROS DE DATOS Y RESULTADOS[vi] 369

F.1 Gráficos del modelo 371

F.2 Acciones de cálculo 371

F.3 Análisis lineal. Longitudinal 371

F.4 Análisis no lineal. Longitudinal 388

F.5 Análisis lineal. Transversal 393

F.6 Análisis no lineal. Transversal 398

ANEXO G. ÁNALISIS PARAMÉTRICO. FICHEROS DE DATOS Y RESULTADOS[vi] 403

G.1 Gráficos del modelo 405

G.2 Acciones de cálculo 405

G.3 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones medias. Geometría 405

G.4 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones medias. Análisis lineal. Longitudinal 405

G.5 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones medias. Análisis no lineal. Longitudinal 422

G.6 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones medias. Análisis lineal. Transversal 427

G.7 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones medias. Análisis no lineal. Transversal 432

G.8 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones 2/3. Geometría 437

G.9 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones 2/3. Análisis lineal. Longitudinal 437

G.10 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones 2/3. Análisis no lineal. Longitudinal 454

G.11 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones 2/3. Análisis lineal. Transversal 459

G.12 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones 2/3. Análisis no lineal. Transversal 464

G.13 Pila prismática. Geometría 469

G.14 Pila prismática. Análisis lineal. Longitudinal 469

G.15 Pila prismática. Análisis no lineal. Longitudinal 486

G.16 Pila prismática. Análisis lineal. Transversal 491

G.17 Pila prismática. Análisis no lineal. Transversal 496

RESUMEN

Hoy en día la instrumentación de puentes constituye una herramienta fundamental en el conocimiento de su comportamiento estructural, tanto durante su construcción como durante su vida útil; además el aprendizaje es aplicable en el proyecto de estructuras futuras. Surge en los años 70, durante las inspecciones dirigidas a la conservación y el mantenimiento de las mismas, en las que los efectos térmicos fueron el origen de muchos de los problemas detectados, fundamentalmente de la aparición de fisuras. Puesto que, ante un problema, tan importante es conocer la acción como el efecto que ésta provoca, los termómetros deben ir acompañados de otros sensores capaces de medir el problema. En este sentido, los clinómetros determinan la variación del giro de una pila de gran altura, como la pila 2 del Viaducto de Montabliz.

Previamente a la realización de este trabajo, se han encontrado en la bibliografía los antecedentes de esta técnica. En este sentido, las variaciones térmicas y sus efectos han estado siempre muy presentes en la historia de la monitorización de estructuras, aunque fundamentalmente dirigidas al estudio del comportamiento de los tableros, sin preocuparse excesivamente de las pilas, debido probablemente a su altura no elevada.

Los sensores de fibra óptica se comenzaron a utilizar en España a principios de este siglo. Los más utilizados son las *redes de Bragg* debido a que presentan las siguientes ventajas: sus medidas son absolutas, se pueden instalar varios sensores en una misma fibra y embeberse en el interior del material debido a su pequeño tamaño. Las deformaciones se obtienen a partir de las variaciones de la longitud de onda de Bragg.

El sistema de instrumentación de una estructura está formado por tres componentes: sensores, SAD y programa de control.

El Viaducto de Montabliz es una estructura singular, tanto por la altura de sus pilas -por encima de 140 m-, como por su luz máxima -175 m en el vano central-. En este sentido, se contempló en el proyecto un sistema de monitorización, instalado durante su ejecución, que constituyó un trabajo de investigación a escala real; pionero en España en estructuras de esta envergadura. De entre todos los sensores instalados -extensómetros, termómetros, clinómetros, acelerómetros y anemómetros-, este trabajo se centra en los clinómetros, dispuestos en la coronación de la pila 2, y en los termómetros, tanto los instalados en el interior del hormigón de la trepa 12 de dicha pila, como los que medían la temperatura ambiente tanto exterior como interior. De esta forma, se ha podido conocer en cada instante tanto las variaciones de las inclinaciones de la pila como de la temperatura, para posteriormente establecer un modelo de regresión lineal entre las distintas variables intervinientes: temperaturas internas del hormigón y ambiente interior con la temperatura ambiente exterior, gradiente térmico horizontal con la temperatura ambiente exterior, y giro en coronación de pila con el gradiente térmico horizontal en el interior del hormigón.

A pesar de tratarse de una gran estructura, se encuentra dentro del ámbito de aplicación de la normativa vigente[vii] [IAP] en lo que a acciones a considerar en su proyecto se refiere. La normativa IAP-11 [IAPN] comienza a establecer un valor para la consideración del gradiente horizontal en pilas; sin embargo no estaba regulado en la normativa vigente, ni durante la redacción del proyecto, ni durante el seguimiento de su construcción.

El desarrollo de un modelo de cálculo lineal con elementos tipo barra de tres dimensiones ha permitido obtener los giros en coronación de pila y, por tanto, los movimientos verticales en los extremos del tablero -en el caso de gradiente longitudinal-, ante la acción de un gradiente térmico horizontal en la pila, tanto longitudinal como transversal.

El rango de temperaturas y gradientes medido se encuentra dentro del normalizado en la IAP-11, 15ºC, no así en el del Eurocódigo, 5ºC, [EAT]. Además, el comportamiento de la estructura es lineal, es decir, el giro es directamente proporcional al gradiente térmico horizontal, tanto en dirección longitudinal como transversal, pasando por el origen de coordenadas las rectas -modelos de regresión lineal- obtenidas; además, el giro producido es mucho menor que el calculado teóricamente, lo que comprueba el comportamiento satisfactorio de la estructura.

Dicho comportamiento permite proponer la generalización del estudio a otras tipologías de pilas y en un amplio intervalo de alturas, de 20 a 180 m. Se establece la altura mínima de pila a partir de la cual es necesario instrumentar el gradiente horizontal en función de la climatología y el número mínimo de sensores. Se realiza una propuesta de normativa del gradiente horizontal térmico que lo relaciona con la temperatura ambiente. Se recomienda un sistema de instrumentación, en base a los puentes analizados.

Este trabajo constituye el comienzo de varias líneas de investigación, tanto dentro de esta misma estructura como en otras, relacionadas con la temperatura o con otras acciones.

[vii] Durante el proyecto y construcción de la estructura.

ABSTRACT

Nowadays bridge monitoring is one of the basic tools in structures behavior knowledge, during their construction and during their service life; it is also handy to future structures projects. It starts in the seventies as a complement of the maintenance inspections where the thermal effects were the origin of many of their problems, mainly concrete cracking. It is important to know not only the action but also the reaction of a problem. In this way thermometers must be considered with other sensors able to measure the problem; clinometers measure the tall pier rotation as the pier number 2 of Montabliz Viaduct.

First of all, the preceding in bibliography was found: thermal variations have always been taking into account in structure monitoring history; however they have been always studied in order to understand deck's behavior, without considering piers, probably owing to its short height.

Fiber optic sensors have been used in Spain since 2000. *Bragg gratings* are the most used because of their advantages: absolute measurements, several sensors can be placed in an only fiber, and their small size allows them to be embedded inside material. Deformations are obtained from Bragg wave length variations.

A structure monitoring system is formed by three elements: sensors, data acquisition system and control program.

Montabliz Viaduct is a singular structure because its piers height -over 140 m- and its maximum span length -175 m at the main and central span-. A monitoring system was considered in the project by its authors and was installed during its construction: it was a pioneer real scale research work in structures of these dimensions. Several types of sensors were installed such as FOS, thermometers, clinometers, accelerometers and anemometers. Among all of them this work is focused on thermometers -both installed inside and outside concrete- and clinometers. This way the pier rotation and the temperature at several points of the pier are known at any time. A linear model has been settled among all the variables considered: temperatures, thermal gradients and rotations.

In spite of being a great structure it is included in the structures range considered on the Spanish regulations related with actions of bridge projects [IAP]. The regulation called IAP-11 [IAPN], sets up a thermal gradient value on piers; however it was not considered on the current regulation at the project and construction time.

A linear model with 3D bar elements has been developed in order to obtain top pier rotations and, hence, deflections at both deck sides -longitudinal gradient- due to thermal pier gradients, both longitudinal and transversal.

Temperature and thermal gradients range measured fulfill the IAP-11, 15ºC, but not the Eurocode, 5ºC [EAT]. Besides, the structural behavior is linear in both directions being the theoretic rotation much lower than the real one.

This excellent behavior allows putting forward a study generalization to other type of piers and in a wide height range, from 20 to 180 m. The minimum pier´s height is established in order to consider horizontal thermal gradient directly related with the climate. The minimum number of sensors is also set. A regulation proposal of the relation between gradient and temperature is established. A monitoring system is suggested, based on the bridge monitoring research.

This work represents the beginning of several research works of this structure and others, related with the thermal effects or with other actions.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los puentes de avance en voladizo se produce gracias al descubrimiento del hormigón pretensado por Eugene Freyssinet, si bien el primer puente construido mediante esta técnica es de hormigón armado: Puente de Santa Catalina sobre el río Peixe en Brasil con 68 m de luz principal. Este proceso constructivo consiste en la ejecución de un tablero mediante dovelas, a ambos lados de una pila o desde un estribo, de tal forma que cada dovela ejecutada sirve de apoyo a la siguiente; por tanto, la ejecución de forma simétrica y equilibrada es fundamental. Para ello es necesario llevar un control riguroso de sus movimientos y de las acciones exteriores durante su construcción, en el que la monitorización constituye una pieza clave.

El Viaducto de Montabliz es una estructura singular: su proyecto y construcción son una referencia para puentes futuros. Su instrumentación ha permitido controlar los movimientos de la misma durante su ejecución. Además, ha constituido un trabajo de investigación a escala real, pionero en España en viaductos de esta envergadura.

El objetivo de este trabajo es estudiar la monitorización como una herramienta básica para el conocimiento de la respuesta estructural de los puentes, en concreto, para el análisis del comportamiento de una pila de gran altura ante un gradiente térmico.

El *Puente de Santa Catalina* sobre el río Peixe, próximo a Herval en Brasil, es el primer puente de hormigón construido mediante la técnica de avance en voladizo. Esta estructura continua de tres vanos realizada en hormigón armado y cuya luz principal mide 68 m, fue ejecutada en 1931 por el ingeniero **Baumgarten** [FMF][1]. No tuvo gran relevancia en su época debido a las limitaciones del hormigón armado; sin embargo constituye el comienzo de una

[1] Las referencias bibliográficas se indican con las iniciales de los apellidos de los autores entre []; si las iniciales se repiten se añade la inicial del nombre en el primero de ellos. En el caso de monografías editadas por organismos, las iniciales se corresponden con el título de la publicación, como si de un acrónimo se tratase. Todas las referencias se encuentran recogidas por orden alfabético en la Bibliografía.

nueva forma de construir puentes, es decir, la aplicación práctica de una teoría[2], y de ahí su importancia.

En 1928, **Eugene Freyssinet** [FT] descubrió el hormigón pretensado, una gran revolución en la esbeltez de las estructuras, ya que permite contrarrestar la fuerza de la gravedad mediante un tablero horizontal en vez de, por ejemplo, con la fuerza inclinada de un arco; todo ello gracias a la fuerza aplicada por el pretensado.

Tras la devastadora II Guerra Mundial se acometió la reconstrucción de muchos puentes; fue precisamente en Alemania donde más se desarrolló el hormigón pretensado, fundamentalmente gracias al trabajo de ingenieros como **Ulrich Finsterwalder**, o **Fritz Leonhardt** [LF]. Precisamente, veinte años después en 1951, **Ulrich Finsterwalder** aplicó con gran éxito la técnica de avance en voladizo en el *Puente de Balduinstein* sobre el río Lahn -Alemania- con una luz principal de 62 m [FMF]; dos años más tarde, en 1953, construyó el *Puente de los Nibelungos* sobre el río Rhin en Worms, con una luz máxima de 114 m [MA]. Sin embargo, la gran aportación del hormigón pretensado se produjo en 1965 con la ejecución del *Puente de Bendorf* sobre el río Rhin en Alemania, con una luz de 208 m [FC].

Desde el siglo XIX hasta nuestros días, la construcción por voladizos sucesivos ha sido una técnica muy empleada en la construcción de grandes estructuras: arcos, puentes tipo viga, celosías metálicas y puentes atirantados.

La construcción en voladizo se basa en un principio fundamental: la ejecución se realiza en tramos sucesivos -dovelas- de tal forma que, cada dovela construida, una vez que ha alcanzado la resistencia requerida, soporta el peso propio de la siguiente a ejecutar así como el de los medios auxiliares -carro de avance y encofrados- necesarios para su ejecución [MA].

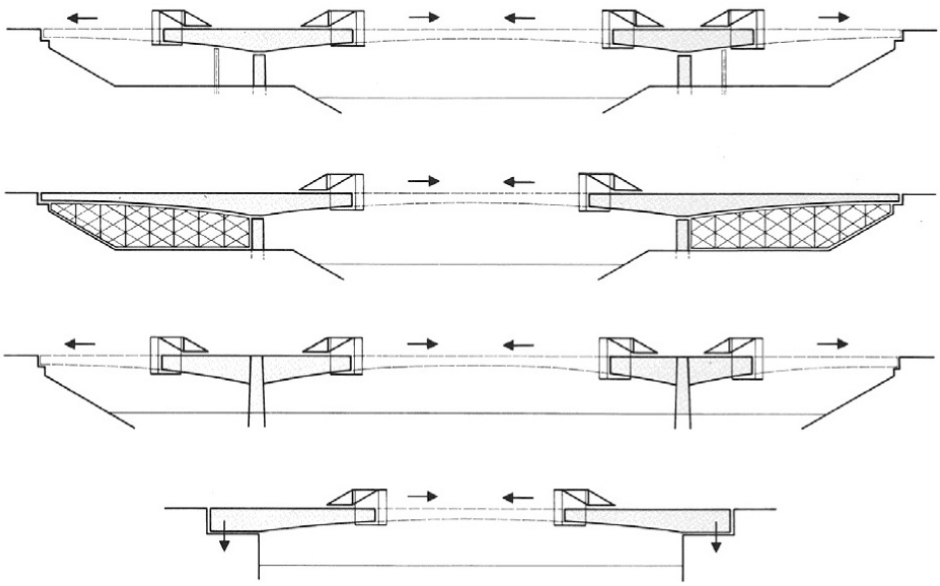


Figura I-1. Método de avance en voladizo. [RSC]

[2] *Obrar es fácil; pensar es muy difícil; y obrar de acuerdo con los pensamientos es lo más difícil del mundo.* **Goethe**.

La ejecución de forma simétrica y equilibrada es por tanto fundamental: se debe actuar de forma precisa tanto en la oficina como en la obra. En este caso concreto, los autores del Proyecto[3] -también Asesores durante su ejecución- han trabajado de la siguiente manera:

- Cálculo riguroso de los giros y de las flechas de la estructura en "T" en cada dovela, considerando hormigonado simultáneo y alternativo de dovelas simétricas.
- Establecimiento de las contraflechas teóricas sin tener en cuenta asimetrías debidas a cargas externas -equipos móviles de hormigonado- ni acciones climáticas.
- Control de los movimientos durante la ejecución y de las acciones exteriores: cargas gravitatorias y acciones climáticas.
- Determinación de las contraflechas reales mediante la corrección de las teóricas, con el fin de ejecutar el tablero de acuerdo a la rasante de proyecto, y poder conectarlo de forma adecuada con los voladizos adyacentes.

En general, -y en este caso así ha sido- en el cálculo[4] de una estructura de estas características, es suficiente emplear un modelo con elementos tipo barra, puesto que la rigidez de estas estructuras impide la aparición de fenómenos de distorsión de la sección transversal del tablero durante su ejecución.

La instrumentación de estructuras consiste en la medición automatizada de todo tipo de información relacionada con el comportamiento de la misma con el fin de analizar su evolución a lo largo del tiempo. El conocimiento previo de la respuesta estructural -desde un punto de vista teórico- ante un determinado estímulo, provoca una mejor planificación de la acción a realizar.

A nivel mundial existe una gran experiencia en la monitorización estructural. Aunque generalmente las estructuras que se instrumentan suelen ser estructuras singulares, su aplicación se extiende a cualquier tipología estructural, pues en cada caso, la solución se diseñará en función de sus necesidades. La sencillez de la instrumentación conlleva una mayor facilidad en la interpretación de los datos y un menor coste.

De la misma forma que es necesario un conocimiento previo del comportamiento estructural de un puente, el conocimiento real obtenido a partir de la monitorización, aporta una garantía a las hipótesis de diseño y de cálculo establecidas en el proyecto. Además, permite reconsiderar dichas hipótesis en estructuras futuras e incluso revisar las normativas vigentes.

[3] Marcos J. Pantaleón Prieto, Roberto Revilla Angulo y la autora de este trabajo.
[4] Flexión generalizada.

La instrumentación de estructuras tiene las siguientes ventajas:

- Muchos de los grandes puentes que se construyen constituyen diseños innovadores o aportan nuevas técnicas constructivas. El control de su geometría, de las propiedades de sus materiales y de su proceso constructivo, -especialmente en los ejecutados mediante avance en voladizo- se lleva a cabo mediante su monitorización.
- La instrumentación constituye una medida adicional de seguridad durante la construcción[5].
- La monitorización, tal y como se concibe hoy en día, es decir, diseñada e incluida ya en el proyecto de las estructuras, es una herramienta básica para la comprobación de las hipótesis establecidas en el mismo, así como para el contraste y la futura revisión de la normativa vigente.
- Permite realizar modificaciones en tiempo real durante las distintas fases de ejecución de la estructura ya que advierte de cualquier situación anómala.
- Una vez finalizada, es capaz de caracterizar las propiedades reales de los materiales y, por tanto, calibrar el modelo de cálculo inicial de proyecto.
- Previene de accidentes graves en la estructura ya que detecta cualquier deficiencia desde su aparición más leve. En este sentido, se trata de una medida económica en la gestión, inspección y mantenimiento de puentes de un país.

En un principio, puesto que la instrumentación está encaminada al conocimiento del comportamiento estructural, se podría pensar que el conocimiento de sus deformaciones y de sus tensiones sería suficiente, y por tanto, bastaría con instalar sensores que fueran capaces de registrar dichas medidas -sensores básicos-. Sin embargo, el problema radica en la interpretación de dichas deformaciones y tensiones: éstas son debidas a acciones muy diversas y no son fácilmente separables; de ahí que los sensores básicos vayan acompañados de otros sensores que aportan información relativa al origen de las acciones que provocan esfuerzos y desplazamientos en la estructura: cargas permanentes y variables, temperatura, viento…

Un aspecto muy importante de la tipología de puentes ejecutada mediante la técnica de avance en voladizo, es el conocimiento de sus movimientos y deformaciones; no sólo durante el servicio de la estructura, sino también y quizás con mayor importancia, durante su construcción, ya que éstos han de irse compensando mediante contraflechas, con el fin de alcanzar la rasante definida en proyecto. Dichos movimientos son debidos a dos tipos de acciones:

- Acciones directas: conocidas de antemano y definidas en proyecto, como el peso propio, el peso de los carros de avance, el pretensado…
- Acciones indirectas: variables en el tiempo y establecidas en el proyecto como valores máximos y mínimos, con el fin de estimar los esfuerzos y las deformaciones pésimas, como el incremento y el gradiente térmico.

[5] Por ejemplo, los clinómetros de las pilas del *Viaducto de Montabliz* controlaban en todo momento la verticalidad de las pilas y el adecuado comportamiento de su cimentación.

El desarrollo de la monitorización como herramienta para el conocimiento del comportamiento estructural comienza a principios de este siglo, por lo que el trabajo desarrollado en esta memoria se puede considerar dentro de uno de los campos de investigación de puentes más actuales. Este trabajo de investigación[6] comienza en el año 2002 con la planificación y el diseño del sistema de instrumentación. Desde el 21 de diciembre de 2005 hasta el 14 de febrero de 2008 se toman medidas cada 10 minutos. En el año 2007 se produce el avance en voladizo del tablero desde la pila 2; durante este periodo se realiza la interpretación de la instrumentación, mediante el análisis de las medidas realizadas, para la corrección de contraflechas fundamentalmente. A partir del año 2008, comienza el estudio paramétrico, consistente en la generalización a otras tipologías de pilas y a diferentes alturas, se propone un procedimiento de actuación ante el estudio de pilas de gran altura, estableciendo, en primer lugar, la altura mínima a partir de la cual es necesario instalar un sistema de instrumentación, y, en segundo lugar, el número de sensores mínimo que debe poseer dicho sistema.

1.1 Razón de ser

El Viaducto de Montabliz es una estructura singular[7], tanto por su altura máxima -por encima de 140 m sobre el valle- como por su luz máxima -175 m en el vano central-. En este sentido, está dentro del ámbito de aplicación de la normativa vigente[8] en lo que a acciones a considerar en su proyecto se refiere. Sin embargo, durante la redacción del Proyecto, sus autores, consideraron las acciones climáticas de una manera especial.

Uno de los aspectos que se plantearon desde el principio, fue la posibilidad de considerar un gradiente térmico entre las caras de las pilas debido a su gran altura. Este planteamiento estaba encaminado no sólo a la estructura en servicio, sino fundamentalmente al estado en construcción. A pesar de que, durante la ejecución del tablero, en la fase de avance en voladizo, la estructura formada -que se denominará a partir de ahora "T"- es isostática, por lo que el gradiente térmico no provoca esfuerzos[9], sí que hace que la pila gire y por tanto el tablero[10], produciendo movimientos en los extremos de la "T". Dichos movimientos, fueron controlados durante todo el proceso de ejecución de las dovelas con el fin de poder definir, en cada una de ellas, la contraflecha de construcción.

Además, es preciso tener en cuenta que no sólo es importante que los dos extremos de las dos "T" a unir estén a la misma cota, sino también que las pendientes de sus rasantes

[6] *La investigación a nivel oficial en puentes, hoy en día, que yo sepa es inexistente y además tiene sentido que sea así. Mirado en una determinada dirección, el puente varía por su proceso constructivo, y en este sentido son las empresas constructoras, con sus ingenieros, los principales innovadores.* Entrevista a Javier Manterola por Javier Rui-Wamba [AMOR].

[7] Premio Acueducto de Segovia en su IV edición, 2010. Nominación como Estructura Singular en el III Congreso de *fib* 2010.

[8] IAP-98 [IAP]: durante el proyecto y construcción de la estructura.

[9] Suponiendo una variación lineal de la temperatura dentro del canto del elemento.

[10] Las pilas se encuentran empotradas al tablero, tanto en fase de construcción como en servicio.

sean las mismas; de lo contrario, se produciría un quiebro en la unión, con los esfuerzos de desviación que llevaría consigo, debidos fundamentalmente al cambio brusco en el trazado de los cables de pretensado -empuje al vacío-. En el caso de no ser estos tenidos en cuenta en el cálculo, aparecerían fisuras en las almas de difícil reparación [AP].

En este sentido, lo más conveniente es nivelar el tablero a primera hora de la mañana cuando el gradiente térmico[11] es pequeño [MA]. Así se hizo, siempre que fue posible, excepto en aquellos días templados en los que el gradiente era escaso y la medición a otra hora del día -cuando se había posicionado el carro- agilizó el ritmo de ejecución -se evitaba el tiempo de espera hasta el día siguiente-.

Todo el proceso constructivo del tablero fue seguido muy de cerca por la autora de este trabajo puesto que, junto con Roberto Revilla Angulo, eran los encargados de establecer dichas contraflechas de construcción. El resultado fue muy satisfactorio: en la dovela de cierre del vano central la diferencia de cota entre los extremos a unir fue inferior a 1 cm[12]. Sin embargo, la falta de estudios bibliográficos previos, en relación a los movimientos de las pilas, hizo que el trabajo fuera muchas veces complejo. De ahí que al finalizar la construcción, a principios de 2008, la autora de este trabajo decidiera volver a analizar todas aquellas gráficas, tablas y medidas realizadas, con el fin de poder establecer una metodología de trabajo para puentes futuros y, sobretodo, una relación entre las deformaciones del tablero, es decir, el giro en coronación de la pila y el gradiente térmico; todo ello utilizando como herramienta básica de trabajo la monitorización de estructuras de cualquier tipología, fundamentalmente de viaductos de gran altura.

Desde el punto de vista del estudio propiamente dicho, esta estructura es un buen modelo para el análisis del gradiente térmico debido a su disposición longitudinal en planta en dirección Norte-Sur.

1.2 Objetivos del estudio

Este trabajo tiene dos objetivos fundamentales: uno general y otro particular. El objetivo general es profundizar en la técnica de la instrumentación como una herramienta básica para el estudio del comportamiento estructural de los puentes. El particular consiste en el conocimiento de la respuesta de una pila de gran altura ante un gradiente horizontal térmico. Para ello se ha realizado un trabajo de investigación a escala real en el Viaducto de Montabliz[13].

Este estudio se ha centrado en la construcción de la citada estructura, en la que la pila presenta un esquema isostático -ménsula empotrada en la cimentación-. En este sentido, el

[11] Gradiente térmico vertical del tablero.

[12] Tal y como se indica en el Capítulo de Conclusiones, la contraflecha de las dovelas 15 fue de 27 cm. Por tanto, la diferencia de cota obtenida es inferior al 4% de la contraflecha.

[13] Puente, hasta la fecha de redacción de este trabajo, más alto de España y sexto de Europa. Altura de la pila más alta: 130 m -sin tener en cuenta el canto de la cimentación, 6 m, ni el del tablero, 11 m-.

trabajo es aplicable tanto a los puentes construidos mediante la técnica de avance en voladizo, como a otras tipologías estructurales también singulares, como por ejemplo, los puentes atirantados y colgantes en los que los pilonos o torres también presentan un esquema isostático durante su ejecución.

El estudio tiene dos partes fundamentales, una teórica y una práctica. La primera parte -teórica- se ha realizado a partir del desarrollo de un modelo complejo calculado con el programa *vettones*. La segunda parte -práctica- consiste en la instrumentación de la pila con termómetros y clinómetros que permiten conocer en todo momento la acción -gradiente térmico- y la reacción -giro en coronación de la pila- de la estructura. Las conclusiones del trabajo consisten en el contraste de ambas partes.

Este doble objetivo fundamental se divide en objetivos parciales más concretos:

- Búsqueda de información de estructuras instrumentadas en el mundo, de ésta y de otras tipologías.
- Instrumentación de la pila 2 del *Viaducto de Montabliz*, con el fin de contrastar los valores medidos con los calculados.
- Programación paramétrica de ficheros de entrada (*.log), para el análisis estructural de la pila y de toda la estructura.
- Representación de la pila en un modelo de barras -pórtico 3D-, que permita obtener los giros y los movimientos de la pila ante un gradiente térmico horizontal, tanto transversal como longitudinal.
- Ajuste de la resistencia característica del hormigón y de su módulo de elasticidad, a partir de los ensayos realizados en el laboratorio y en la obra durante su ejecución, con el fin de caracterizarlo.
- Establecimiento de una metodología de control de los efectos térmicos durante la ejecución de un tablero por voladizos sucesivos, mediante la generalización de este estudio a otros tipos de pilas en un amplio rango de alturas y a otras climatologías.
- Planteamiento de futuras líneas de investigación que complementen este trabajo, y que ayuden a conocer la respuesta estructural de los puentes.

1.3 Estructura de la memoria

La memoria está dividida en 9 capítulos. En el primero de ellos, tras la introducción y el planteamiento, se establecen sus objetivos fundamentales.

En el segundo capítulo se describen los antecedentes de la misma. En este sentido, se hace un breve repaso a la técnica de la instrumentación y la monitorización de estructuras, describiendo algunos de los puentes más significativos instrumentados en el mundo. De entre ellos, se han querido destacar los ejecutados mediante avance en voladizo, los instrumentados con clinómetros y los que poseen sensores capaces de medir temperaturas, ya que éstas son

las tres características principales en las que se centra este trabajo. Se cierra el capítulo con un listado de puentes instrumentados en el mundo en el que se indica:

- Nombre de la estructura.
- Año de comienzo de la monitorización.
- Situación geográfica.
- Tipología estructural.
- Luz principal.
- Sensores empleados en la instrumentación.
- Duración de la instrumentación.

En el tercer capítulo se explica la técnica de la instrumentación, haciendo en primer lugar una breve reseña histórica al descubrimiento de la fibra óptica y a su aplicación a la medición de parámetros físicos en estructuras y, en segundo lugar, describiendo su tecnología y funcionamiento. A continuación se exponen los elementos básicos de un sistema de instrumentación.

El cuarto capítulo se centra en el *Viaducto de Montabliz.* Tras una breve descripción de la estructura, se describe su monitorización tanto estática como dinámica. Finalmente se enumeran una serie de conclusiones relativas a la instrumentación de estructuras.

El quinto capítulo constituye la parte práctica de este trabajo. En primer lugar, se define la sección de estudio de la pila y se indican los canales seleccionados:

- Clinómetros en la coronación y en la base de la pila 2, con el fin de obtener los giros de la misma.
- Termómetros, con objeto de medir la temperatura ambiente, tanto exterior como interior -hueco de pila- y la interna del hormigón en la trepa 12 de la pila.

Una vez descrita la labor de campo, en este mismo capítulo se explica el método empleado para el tratamiento de los datos[14]. Por último, se explica el modelo de regresión lineal obtenido en el análisis de los mismos, en tres líneas de trabajo:

- Relación entre los tres tipos de temperaturas medidas.
- Relación entre la temperatura ambiente exterior y el gradiente térmico horizontal -tanto longitudinal como transversal- en el interior del hormigón.
- Relación entre el gradiente térmico interior y el giro de la pila.

En el sexto capítulo, se explica la reproducción del trabajo experimental del capítulo anterior en el ordenador. Para ello, en primer lugar, se revisa el tratamiento de la acción térmica, y más concretamente el gradiente térmico horizontal en pilas, en la normativa vigente. En segundo lugar, se describe el modelo de cálculo empleado. Finalmente se reproduce numéricamente el trabajo de investigación a escala real en la tercera línea de trabajo comentada en el párrafo anterior.

[14] La instrumentación aporta un listado con un elevado número de registros.

El séptimo capítulo constituye el contraste de los resultados de la instrumentación con el modelo teórico.

El octavo capítulo es una generalización del cálculo realizado a otras tipologías de pilas, en lo que a variación de sus dimensiones en planta -canto y ancho- con la altura se refiere, así como a diferentes alturas de pilas -desde 20 hasta 180 m- y en distintas climatologías.

En el noveno capítulo se establecen las conclusiones y propuestas de este trabajo, así como las posibles futuras líneas de investigación.

Finalmente se incluyen las referencias bibliográficas consultadas para la realización de este trabajo, así como siete anexos[15] en los que se adjunta:

- Anexo A: Notación.
- Anexo B: Conceptos básicos.
- Anexo C: Resultados del análisis de los datos obtenidos en la monitorización. Contiene todas las gráficas intermedias realizadas, en cada intervalo de tiempo considerado, como paso previo a la obtención de las gráficas globales del Capítulo V.
- Anexo D: Programación. Principales ficheros de entrada de datos.
- Anexo E: Ficheros de datos y resultados del modelo de cálculo evolutivo empleado en el programa *vettones*.
- Anexo F: Ficheros de datos y resultados del análisis lineal y no lineal.
- Anexo G: Ficheros de datos y resultados del estudio paramétrico.

[15] Los Anexos C, D, E, F y G se adjuntan en el cd, no así en el documento escrito.

CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE

La instrumentación es una herramienta básica hoy en día durante la construcción y la vida útil de una estructura, además de servir de base al proyecto de otras. Tiene su origen en los años 70, fundamentalmente con el fin de complementar las inspecciones periódicas encaminadas a la conservación y el mantenimiento de las mismas. Las variaciones térmicas han sido siempre el mayor problema de las estructuras debido a las fisuraciones provocadas por éstas. Tan importante es conocer la temperatura como los efectos que ésta produce. En este sentido, los clinómetros son los principales indicadores de la respuesta deformacional de una pila de gran altura -como la pila 2 del Viaducto de Montabliz-, ante un gradiente térmico horizontal entre sus paredes. Previamente a la realización de este trabajo, se ha buscado en la bibliografía los antecedentes de esta técnica. Si bien, la preocupación por los efectos térmicos en los puentes ha estado muy presente en la historia de la ingeniería estructural, se ha centrado generalmente en el comportamiento de los tableros, dejando de lado las pilas, quizás porque la altura de las mismas no era muy elevada.

La búsqueda bibliográfica se ha realizado en dos grandes bloques. Por un lado, previo a la definición de la instrumentación de la estructura, los autores del Proyecto buscaron información relacionada con la monitorización de estructuras similares con el fin de optimizarla. Por otro lado, y una vez puesta en marcha ésta, se centró en particular en los posibles estudios ya realizados relacionados con la temperatura y, más concretamente, con el gradiente térmico.

Los artículos a partir de los que se ha comenzado este trabajo se han encontrado en la *Web of knowledge* a partir de las siguientes palabras clave.

- *Structural health monitoring.*
- *Bridge or viaduct.*
- *Temperature or cantilever construction.*

Además, se ha realizado una revisión de todas las comunicaciones de los Congresos, tanto a nivel nacional como internacional, a los que la autora de este trabajo ha asistido como ponente:

- II Congreso de ACHE celebrado en Madrid en noviembre de 2002.
- III Congreso de ACHE, *Las estructuras del siglo XXI: Sostenibilidad, innovación y retos del futuro*, celebrado en Zaragoza en noviembre de 2005.
- IV Congreso de ACHE celebrado en Valencia en noviembre de 2008.
- 3rd *fib* International Conference, *Think Globally, Build Locally*, celebrado en Washington en junio de 2010.
- 34th IABSE Symposium[16] on *Large Structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas* celebrado en Venecia en septiembre de 2010.
- V Congreso de ACHE celebrado en Barcelona en octubre de 2011.

También se han revisado los artículos de las revistas publicadas por los siguientes organismos en sus páginas web, tanto a nivel nacional como internacional.

- ACHE: Hormigón y acero[17].
- IABSE: SEI -Structural Engineering International[18]-.
- *fib*: Structural Concrete[19].

Se han revisado también las siguientes páginas web que contienen bases de datos de publicaciones:

- Tesis doctorales:
  - ACHE: http://e-ache.com.
  - TESEO: https://www.educacion.gob.es/teseo.
- Artículos:
  - SCISEARCH: http://library.dialog.com/bluesheets/html/bl0034.html.
  - ASCE: http://ascelibrary.org/.
  - ETH Bibliothek: http://www.library.ethz.ch/en/Search-help.

Por último, en relación directa con la instrumentación de estructuras se han revisado las páginas web de los siguientes organismos, así como sus revistas.

- ISHMII: http://www.ishmii.org. *The Monitor*.
- SHM: http://shm.sagepub.com. *Journal of Structural Health Monitoring.*

[16] Asistente, no ponente.
[17] http://e-ache.com/modules/smartsection/item.php?itemid=99.
[18] http://www.iabse.org/journalsei/index.php.
[19] http://www.fib-international.org/journal.

2.1 Deformaciones en estructuras debidas a efectos térmicos. Análisis teórico

La variación de la temperatura produce cada día y estación deformaciones en las estructuras. De hecho, las medidas en las estructuras se realizan generalmente al amanecer, cuando el efecto térmico es mínimo. Sin embargo, éste no llega a desaparecer del todo, por lo que es importante conocerlo. En este sentido, hay dos tipos de medidas térmicas: la temperatura ambiente y la temperatura interior en cada elemento de una estructura. En estructuras huecas existe una temperatura intermedia entre ambas que es la temperatura interior en los huecos.

En los últimos 30 años se han realizado muchos estudios relacionados con los efectos térmicos en estructuras de hormigón, debido al elevado número de puentes que han tenido problemas causados por las variaciones térmicas. Estos estudios se han llevado a cabo durante un corto espacio de tiempo, por lo que no han sido capaces de registrar las máximas variaciones térmicas en un punto geográfico determinado.

Larsson [L] presenta un estudio de los efectos térmicos realizado en distintos lugares de Suecia durante varios años. Los máximos valores del gradiente térmico registrados, tanto positivos como negativos, fueron comparados con los valores recogidos en el Eurocódigo para un periodo de retorno de 50 años, observando que estos valores están infraestimados en la citada normativa. Sin embargo le pareció más razonable a su autor, a partir de los años analizados, sacar conclusiones para un periodo de retorno de 5 años.

Existen cuatro fenómenos asociados con la temperatura de una estructura [BOPB]:

- Radiación solar: intercambio de calor entre el hormigón y el medio que lo rodea debido a la variación de temperatura exterior.
- Convección: Intercambio de calor entre el exterior y el interior[20] de un elemento.
- Pérdida de calor debida a la radiación entre la estructura y el medio que la rodea -Radiación-.
- Radiación mutua entre la superficie externa e interna de un elemento.

La climatología en nuestro planeta es muy variada; no sólo de un hemisferio a otro, sino dentro de cada país, cada región presenta unas características meteorológicas diferentes. Por tanto, es difícil establecer una normativa común para las acciones climáticas [LP]. Por otro lado, el clima es también variable de una estación a otra e incluso de un año a otro. Surge así el concepto de periodo de retorno. La mayoría de las normativas establecen las acciones climáticas para un periodo de retorno de 50 y 100 años[21]. Una normativa, en lo que a este tipo de acciones se refiere, debe establecer:

- Velocidad máxima de viento.
- Máxima precipitación de nieve.
- Máximas diferencias de temperatura media entre invierno y verano.
- Temperaturas máximas en verano.

[20] En el caso de secciones huecas de hormigón o de estructuras metálicas.
[21] Coinciden con los valores generalmente empleados para la vida útil de una estructura.

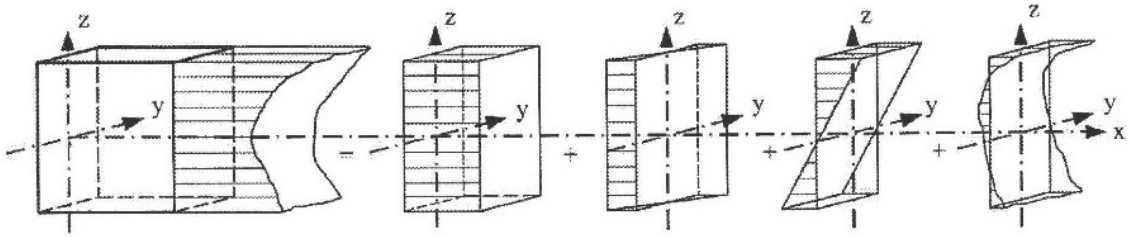
Por otro lado, las normativas existentes se basan en datos recogidos en el pasado. Debido al cambio climático, estos valores están infravalorando la situación actual. Los estudios realizados hasta ahora reflejan que en el año 2085 la climatología habrá variado de la siguiente forma:

- Aumento del 15% en la velocidad del viento.
- Aumento de 5ºC en la temperatura máxima.
- Aumento de 200 mm en las precipitaciones máximas de nieve.

2.1.1 Sección rectangular

La acción térmica (T) sobre una sección rectangular se descompone en cuatro partes, tal y como se muestra en la Figura II-1:

- Variación uniforme de temperatura (T_m).
- Variación horizontal lineal de temperatura -gradiente horizontal- (ΔT_h).
- Variación vertical lineal de temperatura -gradiente vertical- (ΔT_v).
- Variación irregular -no lineal- (T_0): esta componente da lugar a tensiones autoequilibradas en el interior del elemento y, por tanto, no produce ningún tipo de acción ni de esfuerzos.



Total (T) | Media (T_m) | Horizontal -lineal- (ΔT_h) | Vertical -lineal- (ΔT_v) | No lineal (T_0)

Figura II-1. Componentes de la distribución de la temperatura en una sección rectangular. [EAT] y [PS]

El gradiente térmico en una sección se produce cuando dos caras opuestas de la misma se encuentran a diferente temperatura [SG]. De esta forma el gradiente puede ser horizontal o vertical, tal y como se muestra en la Figura II-1. Un gradiente térmico ΔT, en análisis lineal, produce una curvatura que se expresa de la siguiente forma:

$$R = \frac{\Delta T \cdot \alpha \cdot E}{h}$$

siendo:
R: radio de curvatura.
h: canto de la sección.
α: coeficiente de dilatación térmica.
E: módulo de elasticidad.

2.1.2 Tablero

Antes de la aparición de la normativa vigente[22], **Serrano** [S] estudió los efectos térmicos en puentes, centrándose en el estudio de tableros. En la Figura II-2 se representan los efectos del gradiente térmico en una viga continua.

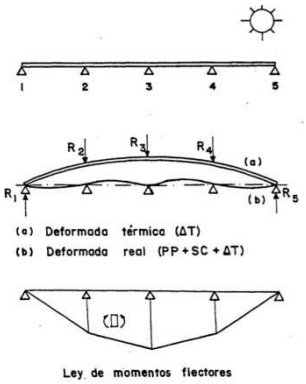


Figura II-2. Ley de momentos flectores de una viga sometida a Peso Propio, Sobrecarga y Gradiente térmico. [S]

En una viga biapoyada de sección constante, un gradiente vertical térmico (ΔT) de 5ºC, repartido uniformemente en toda su longitud, valor habitual en puentes, provoca una deformada cuyo valor máximo en centro de vano es inferior a la milésima parte de la luz -valor máximo permitido habitualmente en las normativas de cada país- [BO]. En la Tabla II-1 se indican estos valores.

	Luz/Canto				
	10	**15**	**20**	**25**	**30**
Flecha/Luz	16000	10667	8000	6400	5333

Tabla II-1. Relación flecha/luz en una viga biapoyada de hormigón sometida a un gradiente térmico de 5ºC

En estructuras hiperestáticas, los efectos térmicos provocan además esfuerzos, si bien las deformaciones y, por tanto, los movimientos disminuyen. En la Figura II-3 se muestra esta reducción para varios tipos de vigas -biempotrada, biapoyada y viga continua de 2, 3, 4 ó 5 vanos, todas ellas de sección constante-, siendo la unidad el valor indicado en la Tabla II-1.

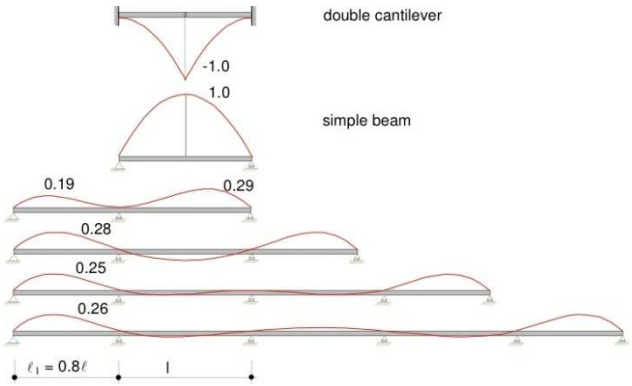


Figura II-3. Flechas verticales debidas a la temperatura en varios tipos de vigas. [BO]

[22] IAP-98 [IAP], durante el proyecto y construcción de la estructura, e IAP-11 [IAPN] en la actualidad.

Sin embargo, más allá de la funcionalidad de las estructuras, los movimientos son indicadores de diversos fenómenos que pueden estar sucediendo en un puente. En este sentido, es necesario conocer las deformaciones producidas por los efectos térmicos.

2.1.3 Pilas

La sección de una pila hueca puede tener, en ocasiones, unas dimensiones que se podrían asemejar a las de un tablero. Sin embargo, al igual que puede suceder en un arco de hormigón [PS], el tratamiento de los efectos térmicos es diferente por los siguientes motivos:

- Cada elemento de la pila está situado a una altura distinta, por lo que la temperatura es variable a lo largo de toda su longitud.
- El comportamiento estructural de una pila -ménsula- es diferente al de un tablero -viga-.
- La ausencia de voladizos en las pilas provoca la inexistencia de sombras propias, fenómeno que sí hay que tener en cuenta en un tablero.

En cualquier caso, la acción -gradiente térmico- se comporta de la misma forma en una sección hueca, independientemente de su posición en el puente. Desde un punto de vista estructural, la diferencia radica en las tensiones internas producidas.

2.1.4 Deformaciones térmicas en avance en voladizo

La deformación térmica es función de:

- La temperatura ambiente.
- La higrometría.
- El soleamiento.

La diferencia de temperatura entre las dos fibras extremas de una sección de hormigón -gradiente térmico- es debida al soleamiento.

Las medidas de temperatura realizadas en diferentes obras de hormigón han llevado a las siguientes conclusiones:

- La variación diaria de la temperatura del tablero no excede de 6ºC.
- Las temperaturas medias mínima y máxima se producen a las 8h y 18h, respectivamente.
- El gradiente máximo se produce alrededor de las 15h.
- El reparto de temperaturas en el interior de cada sección sigue una ley compleja, que se puede aproximar a una ley lineal.

2.2 Sistemas de Gestión de Estructuras

Un Sistema de Gestión de Estructuras es una metodología de trabajo para gestionar la conservación de un conjunto de estructuras. Para ello se han venido elaborando en las distintas administraciones españolas campañas de distinto tipo con un doble objetivo:

- Realizar un inventario de estructuras.
- Conocer el estado de las mismas a través de inspecciones ordinarias, principales y especiales.

En el año 1960, el Ministerio de Fomento[23] en España comenzó a realizar un inventario de sus estructuras, con el fin de iniciar un sistema de gestión de puentes.

En el año 1999 la Dirección General de Carreteras[24] implantó un Sistema de Gestión de las obras de paso de la Red de Carreteras del Estado [NMACR]. Este SGP se ha venido desarrollando desde entonces a partir de los siguientes elementos:

- Inventario de sus estructuras.
- Inspecciones: Básicas, Principales y Especiales.
- Catálogo de deterioros y sus causas.
- Catálogo de criterios de evaluación de la importancia de los daños.
- Estimación del estado de las obras de paso. Asignación de un índice de estado.
- Establecimiento de prioridades de reparación.
- Control y seguimiento de programas de actuación.

En el año 2000, existía una preocupación por la conservación de las infraestructuras[25] y en concreto de los puentes [ST], debido al gran crecimiento del parque español de estructuras en la década de los 90 y al esperado aumento en el comienzo del siglo XXI[26]. En este sentido, era necesario un sistema de gestión de puentes cuyos objetivos eran:

- Información del estado de puentes. Creación de una base de datos fiable con las características principales de todos ellos.
- Evaluación de la seguridad y de la conservación de las estructuras. Establecimiento de una serie de inspecciones ordinarias.
- Valoración de las actuaciones de mantenimiento necesarias.
- Optimización de la conservación.

Las inspecciones periódicas son útiles, pero también subjetivas, puesto que la valoración final puede variar en función de quién sea el operario que la realice, de ahí que surjan diversos programas:

- SoundPrint [PH]: *Sistema de monitorización continuo del estado de una estructura*. Se basa en la disposición de sensores acústicos en los puntos más

[23] Administración española que más estructuras gestiona.
[24] Mediante la asistencia de Torroja Oficina Técnica y de la UTE Geocisa-INES.
[25] En el II y III Congresos de ACHE, celebrados en Madrid y Zaragoza en los años 2002 y 2005 respectivamente, se presentaron varias comunicaciones relativas a la Conservación de Puentes, que se incluyen en las referencias bibliográficas de este trabajo.
[26] Y así ha sido.

significativos de una estructura, con el fin de detectar la energía liberada por una fractura. Los datos se transmiten vía móvil o internet. Este sistema es capaz de detectar roturas de alambre, fisuración en el hormigón, sismos, vibraciones, impactos… Una aplicación de este método fue el *Mossband Viaduct* [TBR].

- Programa de Gestión de Estructuras ScanPrint [PHJ]: se trata de un sistema de optimización del mantenimiento de estructuras que consta de software, bases de datos y herramientas gráficas y de análisis. Su primera aplicación fue en el *Puente Vasco de Gama*[27] en 1999.
- Sistema Crackview [V]: *sistema de análisis patológico de grandes estructuras mediante videogrametría*, que permite la observación y la catalogación de cualquier fenómeno patológico a distancias de hasta 300 m. En Florida se ha implementado este sistema en el *Seven Mile Bridge* [MASHN].
- Dentro del V Programa Marco de la Unión Europea y debido a la creciente inquietud por el mantenimiento y la conservación de las estructuras, nace el proyecto SGIM 2001 [MDH].

La preocupación de la gestión de puentes de comienzos de siglo empezó a tener sus frutos en el año 2005. Existía experiencia ya de inspecciones y catálogos de daños dentro de cada elemento de una estructura: cimentaciones, estribos, pilas, dinteles, arcos, apoyos, juntas… [LG].

En las Jornadas sobre la vida de los puentes celebradas en San Sebastián en abril de ese mismo año, diversos organismos presentaron varios sistemas de gestión de puentes que llevaban en funcionamiento varios años:

- ADIF [LR].
- Comunidad Autónoma de Galicia [PL].
- Diputación Foral de Guipúzcoa [ZZ].
- Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Comunidad de Madrid [LG].
- Ayuntamiento de Sevilla [ML].

En el año 2005, ADIF gestionaba 6371 puentes en una red de 11826 km de ferrocarril convencional [LR]. Dichas estructuras se habían construido desde los orígenes del ferrocarril, a mediados del s XIX, hasta entonces. Por tanto, sus materiales y su tipología eran muy variados. El incremento de la velocidad del ferrocarril y de las cargas de tráfico que dichos puentes tenían que soportar, provocó el diseño de un sistema de gestión del mantenimiento de los mismos.

En primer lugar se realizó una clasificación de estructuras según su material: 845 puentes metálicos[28], 2598 estructuras de hormigón y 2928 obras de fábrica de piedra.

[27] Puente sobre el río Tajo en Lisboa. Diseñado por *Armando Rito* y *Michel Virlogeux*, y construido por Kvaerner Technology Ltd., EEG-Europe Etudes Gecti, COBA y PROPONTE.

[28] A pesar del pequeño porcentaje de los puentes metálicos frente al resto (13.3%), la gestión de su conservación es muy importante ya que precisan de la realización de pruebas de carga periódicas de

Dentro de los puentes metálicos, existen diferentes tipologías:

- Alma llena.
- Celosía: San Andrés, Linville, Pratt y Warren.
- Ortótropo.
- Cajón.
- Celosía múltiple.

Por otro lado, los puentes de hormigón, son de:

- Hormigón en masa: 45%.
- Hormigón armado: 40%.
- Hormigón pretensado: 15%.

Por último, los puentes de fábrica se realizan en:

- Ladrillo: 27%.
- Mampostería: 5%.
- Sillería: 68%.

La capacidad estructural de los puentes puede presentar limitaciones de carga o de velocidad, lo que llevó a ADIF a clasificar las líneas en categorías -en función de las cargas admisibles por eje y por metro- desde la clase A[29] hasta la D4[30], de acuerdo con la UIC.

La gestión del mantenimiento de los puentes en aquel momento se tenía que realizar de acuerdo a la legislación vigente: Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril IPF-75 [IPF]. Fundamentalmente la conservación de los puentes de ferrocarril consistía en la inspección visual periódica y, en los metálicos, en pruebas de carga también periódicas.

La evaluación del estado de los puentes presentaba una doble problemática: el vacío legal y la antigüedad. En este sentido, la gestión comenzó con el desarrollo de una metodología[31] realizada a partir de un catálogo de daños existentes. Este programa de gestión es el origen del trabajo realizado, en el Departamento de Estructuras de la empresa Apia XXI durante los años 2006 a 2010, denominado *Contrato de Consultoría y Asistencia para la medida y el análisis del comportamiento de puentes de las líneas de alta velocidad encomendadas a ADIF*.

La finalidad del contrato fue realizar una revisión crítica de la normativa interna de ADIF en lo que se refiere a las Instrucciones y Recomendaciones para la Redacción de Proyectos de Plataforma en sus apartados de Geometría y Tipología de las Estructuras, Bases de Cálculo de las Estructuras y Recomendaciones Complementarias Relativas a las Estructuras.

---

acuerdo con la normativa vigente a partir de luces de 12 m. El porcentaje de estructuras metálicas de luces inferior a 12 m era inferior al 1%.

[29] Cargas admisibles: 16 t/eje y 4.8 t/m.

[30] Cargas admisibles: 22.5 t/eje y 8 t/m.

[31] Llevada a cabo por la Dirección Técnica de la Unidad de Mantenimiento de Líneas Convencionales de ADIF en colaboración con la Cátedra de Hormigón de la ETSICCP de Madrid, para los puentes de hormigón, y con las empresas TIFSA e INES, para las estructuras metálicas.

Los trabajos desarrollados consistieron en:

- Análisis del estado actual de 100 viaductos pertenecientes a las líneas de alta velocidad en funcionamiento; es decir, inspección de los viaductos, y toma y análisis de las medidas de los movimientos horizontales del tablero, acomodación de los movimientos en las juntas de dilatación, movimientos en los aparatos de apoyo deslizantes, medida del desplome longitudinal y transversal en cabeza de pila, estado de fisuración de las secciones de hormigón en base de pila y comportamiento de los distintos tipos de aparatos de dilatación de vía.
- Control e interpretación de los resultados obtenidos mediante la instrumentación integral de 4 viaductos. El objetivo fue el control de los movimientos en la cimentación y en la coronación de las pilas y su correlación con los efectos térmicos y el viento, así como el estudio del comportamiento dinámico de la estructura a través del análisis de las aceleraciones verticales, transversales y longitudinales máximas, de las frecuencias propias de vibración, del amortiguamiento y del coeficiente de amplificación dinámico real.

Por otro lado, el Ayuntamiento de Barcelona ha establecido, dentro de su sistema de gestión, una metodología de priorización de las inspecciones de sus estructuras cuyas características son [AHB]:

- Calificación de su estado de conservación.
- Evaluación de cada inspección en función de la necesidad o no de una actuación urgente.
- Priorización del orden de actuación.
- Análisis de los datos.
- Propuesta de actuación.
- Ejecución de reparaciones.

Por último, dentro de las iniciativas privadas Abertis gestiona directamente más de 1500 kilómetros de autopistas a través de las concesionarias Acesa, Aumar, Iberpistas, Aucat, Castellana, Aulesa y Avasa. En el año 2008 se consideró necesario homogeneizar el mantenimiento de las infraestructuras llevado a cabo por cada concesionaria. Torroja Ingeniería ha implantado un sistema de gestión global [SSM].

El Ministerio de Fomento en España tiene hoy en día catalogadas 25000 obras de paso[32] dentro de un sistema de gestión global [NMACR].

La instrumentación de puentes se está empezando a establecer como una herramienta básica del sistema de gestión, sobre todo de las estructuras singulares, siendo las inspecciones un complemento de la misma.

[32] Cuya luz es superior a 3 m. De menos de 3 m de luz existen 5000 estructuras.

2.3 Origen de la instrumentación: Conservación de estructuras

Haciendo un poco de historia, los comienzos de la monitorización de estructuras, se remontan a finales del siglo XIX con **George Shattuck Morison** [MW]; descendiente de ingenieros, comenzó su carrera profesional en el año 1867 y finalizó en el año 1903. En estos 36 años de práctica de la ingeniería, jugó un papel muy importante en la transición de un oficio a una disciplina, basada en principios científicos y en ensayos. Entre sus mayores innovaciones destacan:

- Introducción de las prácticas de ensayo e inspección de materiales con el fin de asegurar el cumplimiento de sus especificaciones.
- Desarrollo de unas instrucciones para el diseño y la construcción de puentes.
- Realización de informes de proyecto.

Un ejemplo de ello es el *Plattsmouth Bridge* en cuyo informe de proyecto se recogen los ensayos a escala a tracción y a compresión de elementos prototipo del puente.

Sus obras más significativas son:

- Varios *Puentes sobre el río Missouri.*
- *El gran Puente de ferrocarril en Memphis.*
- *Viaducto Iowa.*

Además, **Morison,** fue Presidente de la Asociación Americana de Ingenieros Civiles y fue un miembro muy influyente en la Comisión del Canal de Panamá.

En España, el padre de la instrumentación fue **Eduardo Torroja** [TM]. Su investigación en nuevas formas estructurales, como son las láminas, le llevó a realizar ensayos en modelo reducido y en algunos casos ensayos en obras reales [TPBSCL].

La monitorización, tal y como se conoce hoy, tiene su origen en el enorme auge de la construcción de infraestructuras de los años 80 y 90, y por tanto, en el gran número de estructuras construidas que tenían que ser conservadas con un nivel de seguridad adecuado durante su vida útil[33]. En los comienzos se utilizaban bandas extensométricas, ya empleadas en laboratorio, y sensores de fibra óptica[34].

Las ventajas de los sensores de fibra óptica frente a las bandas extensométricas convencionales son [CDRGA]:

- Medidas absolutas con salida codificada espectralmente sin EMI.
- Estabilidad a largo plazo.
- Capacidad de multiplexión: instalación de varios sensores sobre la misma fibra óptica.
- Tamaño pequeño.

[33] La vida útil de una estructura varía en función de su importancia de 50 a 100 años, pero como norma general se puede considerar 100 años.

[34] En el apartado correspondiente al origen de la fibra óptica, dentro del Capítulo de Instrumentación, se explica el funcionamiento de estos sensores.

- Posibilidad de embeberlos en el hormigón sin degradarse.

En los inicios, la instrumentación se realizaba sobre estructuras existentes en las que se detectaba un mal funcionamiento de las mismas [GIS]. En este sentido, se procedía de la misma forma que un médico actúa con un paciente, es decir, de acuerdo con el siguiente esquema:

- Detección de un mal comportamiento de la estructura -*Pain*-.
- Registro de la frecuencia en la que el problema sucede -*Pain*-.
- Localización física del daño -*Exams*-.
- Evaluación y cuantificación del deterioro -*Diagnosis*-.
- Reparación -*Cure*-.

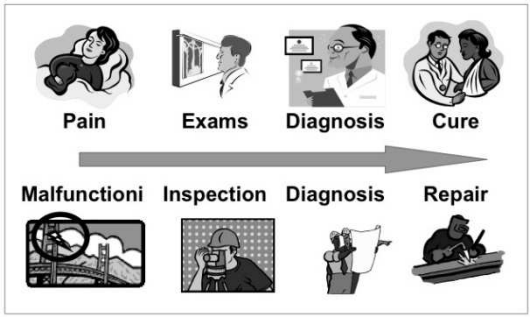


Figura II-4. La monitorización entendida como los sentidos de la estructura. [GIS]

La monitorización comprende los tres primeros pasos, posteriormente es necesaria la interpretación de las medidas realizadas -cuarto paso- y, en su caso, la reparación -quinto paso-.

El primer país que instrumentó puentes con sensores de fibra óptica FOSs fue Alemania [M] a finales de los años 80. Dichos sensores eran realmente primitivos en comparación con los que se usan hoy en día. Además, al principio, la instrumentación no estaba monitorizada por ordenador, sino que el ingeniero tenía que ir periódicamente al puente a recoger los datos. Posteriormente, se comenzó a diseñar el sistema de instrumentación sin cables que, como comentaré más adelante, tiene sus ventajas e inconvenientes. Algunas de las primeras estructuras que se instrumentaron en Canadá fueron:

- *Beddington Trail Bridge*, Calgary 1992: se emplearon sensores de fibra óptica tipo *Bragg*[35] *grating* durante la construcción y la puesta en servicio de la estructura. Previamente a la ejecución del puente, se realizó un ensayo en modelo reducido en laboratorio. En 1999 se realizó un ensayo estático y dinámico del puente en el que se comprobó que, después de siete años, los sensores estaban en correcto funcionamiento.
- *Crowchild Trail Bridge*, Calgary 1997: el aumento de las cargas de tráfico, hizo necesario comprobar el comportamiento estructural de los puentes existentes que fueron calculados para cargas inferiores. Algunos de ellos tuvieron que ser

[35] Deben su nombre a **William Henry Bragg** y a su hijo **William Lawrence Bragg**, quienes dedujeron la ley de Bragg, explicada en el Capítulo relativo a la Instrumentación.

reforzados, como es este caso, basándose en un ensayo de laboratorio de la Universidad de Manitoba. Con el fin de comprobar el comportamiento estructural de la estructura reforzada, el puente fue instrumentado.

En el año 1999, ya estaba implantado el sistema SOFO [ICV] de monitorización, que consistía y consiste en la instrumentación mediante sensores de fibra óptica [GI]. Dichos sensores pueden colocarse bien embebidos en el hormigón o bien sobre la superficie de estructuras metálicas. La longitud de los mismos es variable desde 20 cm hasta 30 m [GIBS], y son capaces de medir deformaciones de hasta un 1% en alargamientos y hasta un 0.5% en acortamientos [IPGMG]. Generalmente, es necesario combinar estos sensores con termómetros y con medidores de tensión. En las tablas, incluidas al final de este capítulo, se indican todos los puentes instrumentados con este sistema, y publicados, en el mundo[36]. Son aquéllos que tienen un número 10 y/o 28 en la columna de sensores empleados.

Hasta el año 2000 la instrumentación de las estructuras, excepto de las presas, se llevaba a cabo cuando se detectaba un daño puntual y se implementaba durante un corto espacio de tiempo, el necesario para detectar el problema estructural y repararlo. La preocupación por la vida real de las estructuras ha trascendido a los gobiernos europeos, americanos y japoneses en los siguientes proyectos de investigación [VP]:

- Financiados por la Comisión Europea:
  - SIMCES K.U. 1997-1999: *Identificación de sistemas para la instrumentación de estructuras de ingeniería civil*. Orientado al estudio de modelos y ensayos a escala real de puentes.
  - ACE Bouyges 1997-2000: *Control activo en ingeniería civil*. Orientado fundamentalmente a puentes atirantados.
  - MILLENNIUM 1998-2001: *Instrumentación de grandes estructuras de ingeniería civil*. Monitorización de puentes mediante la medida de la deformación con sensores de fibra óptica.
  - SMART STRUCTURES 1998-2002: *Sistemas de instrumentación para el estudio de la durabilidad de estructuras de hormigón*. Desarrollo de sensores de *bajo coste* para la medida de parámetros de durabilidad.
- Estados Unidos:
  - En 1999 la Sociedad Americana de Ingenieros civiles, ASCE, estableció un grupo de trabajo dedicado a la Monitorización de Estructuras que se dedica al estudio de diferentes métodos de instrumentación de estructuras[37].
- Japón:
  - Programa Smart material/structural system[38]: este programa de colaboración Universidad-Industria, de 5 años de duración, comenzó en 1998. Se trata de un proyecto dividido en cuatro grupos de

[36] Que ha encontrado la autora de este trabajo.
[37] En la siguiente página web se describen sus actividades más importantes: http:/wusceel.cive.wustl.edu/asce.shm/
[38] Patrocinado por el MITI -Ministerio de Comercio Internacional e Industria-. Japón.

investigación, uno de ellos de monitorización, dirigido por el Profesor **Takeda** [T] de la Universidad de Tokio.

Entre el 1 de enero de 2000 y el 31 de diciembre de 2002, **Casas y Gettu** [CG] realizaron un trabajo de investigación dentro del Programa Nacional de Tecnologías Avanzadas de la Producción financiado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología denominado *Estructuras Inteligentes. Desarrollo de un sistema integrado de monitorización y control: aplicación a los puentes*. El objetivo de este estudio fue triple:

- Detección de daños en una estructura mediante un sistema de sensores instalados al efecto.
- Supervisión experta de un puente.
- Control activo de una estructura.

En dicho trabajo se comprobó la fiabilidad de la utilización de sensores de fibra óptica del tipo *Bragg grating*[39], pudiendo embeberse éstos en el interior del hormigón o adherirse a la superficie de una estructura. En aquel momento se estaba en plena investigación de diferentes tipos de sensores. Así, se desarrolló en Japón un hormigón con fibras de vidrio y de carbono capaz de medir los cambios de tensión en el hormigón a partir de las variaciones de resistencia eléctrica en las mismas. En Estados Unidos, se desarrollaron sensores inteligentes capaces de verificar el adecuado comportamiento de materiales compuestos, mediante el empleo de partículas magnetorestrictivas de micras de tamaño. En cualquier caso, a día de hoy, se siguen utilizando el hormigón y el acero como materiales básicos de nuestras estructuras, los materiales compuestos aún no se han implantado.

A nivel internacional, se había empezado antes; de hecho, en el año 2001 se publicó en Japón un artículo que resumía el sistema de instrumentación de puentes [SMKOF]. Por otro lado, en el año 2007 había seis puentes de grandes luces en Corea cuya instrumentación llevaba en marcha 10 años [KKY].

En el año 2002 **Dewolf, Lauzon y Culmo** [DLC] publicaron un artículo en el que describieron la monitorización realizada en varios puentes de Estados Unidos, llegando a la conclusión de que ésta sustituía a la inspección visual que se hacía hasta entonces. Fundamentalmente realizaron dos tipos de instrumentación:

- Estudio de deformaciones: encaminado fundamentalmente al análisis de la fisuración y de sus problemas de fatiga asociados.
- Estudio de vibraciones: dirigido al análisis de la rigidez y de la funcionalidad de las estructuras.

En aquellos primeros años de este nuevo siglo surge una nueva aplicación de los sensores de fibra óptica y por tanto, de la instrumentación: la comprobación del comportamiento de los materiales compuestos [CDRGA]. Existen varias ventajas de los materiales compuestos frente a los tradicionales:

- Facilidad de instalación y manejo.

[39] En el año 2002, en Canadá, dichos sensores habían sustituido ya a sus predecesores FOS [M].

- Bajo peso.
- Altas resistencias a tracción combinadas con alta flexibilidad.
- Gran protección frente a la corrosión.

En este sentido son ampliamente empleados en la reparación de estructuras adheridos al hormigón de la estructura a reparar. También se utilizan como material nuevo prefabricado: matriz + fibras.

En el año 2003 se funda la *International Society for Structural Health Monitoring of Intelligent Infraestructure* [TPBSCL].

En ese mismo año (2003), **Chang, Flatau y Liu** [CFL] publicaron un artículo en el que hicieron un resumen de las técnicas de instrumentación de estructuras. Tal y como se ha comentado anteriormente, la monitorización hasta entonces iba dirigida a la detección de anomalías[40] en las estructuras y se disponía posteriormente a su puesta en servicio. La mayoría de los métodos consistían en:

- Búsqueda de variaciones en las frecuencias propias o en la forma de los modos de vibración.
- Determinación de la longitud y de la situación de las fisuras a partir del cambio de la frecuencia natural de la estructura.
- Análisis de la modificación de la matriz de rigidez.

En aquellos tiempos comenzaron a aparecer nuevos sensores:

- MEMS, sistemas micro-electromagnéticos: acelerómetros fundamentalmente.
- NMR, resonancia magnética nuclear: cápsulas que detectan la presencia de iones de cloro.
- LIDAR, tecnología de infrarrojos: capaz de detectar la posición en 3D de determinados objetos.

En cualquier caso, estos sensores dirigen la instrumentación hacia un problema estructural específico, es decir, en general no son capaces de determinar el estado global de la estructura.

Otras técnicas:

- Rayos X y Gamma: capaces de obtener imágenes del interior de la estructura siempre que sean accesibles tanto por el exterior como por el interior.
- Tecnología Radar.
- Sensores de fibra óptica: en su día tenían el triple inconveniente del cableado, de su necesaria instalación durante la construcción y del coste del manejo del gran número de datos.
- Sensores sin cables: requieren baterías que tienen una duración determinada, salvo que sean exteriores y puedan ser alimentados mediante energía solar.

[40] De ahí viene el nombre de *Health monitoring of civil infraestructure*.

Por tanto, sólo son aptos para estudios locales, no siendo válidos para la monitorización durante la construcción y la vida útil de una estructura.

En este mismo año (2003) **Keller y Ray** [KR] desarrollaron y comprobaron un método experimental para la predicción del tiempo de vida de las estructuras mecánicas, entre las que se incluyen los puentes. En concreto detectaron la resistencia residual a fatiga de una estructura. El estudio parte del modelo analítico de fatiga realizado por **Ray y Patankar** [RP] en 2001. Previamente al diseño del ensayo a escala real, realizaron un ensayo en laboratorio con dos tipos de sensores:

- Microscopio óptico de larga distancia.
- Detector de flujo ultrasónico.

Posteriormente realizaron el ensayo a escala real, cuyo objetivo fundamental fue conocer el tiempo residual de vida de una estructura en cualquier momento de la vida de ésta, y no sólo cuando ésta ya está prácticamente agotada.

En julio de 2003, **Aktan, Catbas, Grimmelsman y Pervizpour** publicaron una guía para la monitorización de grandes estructuras [ACGP]. Esta guía surgió por el elevado coste, desde el punto de vista económico y de tiempo, de las inspecciones periódicas necesarias en los puentes.

En el año 2005, **Farhey** [F] realizó un artículo relacionado con el diagnóstico estructural de los puentes. Este estudio tiene su origen en el mal estado de las estructuras estadounidenses al cabo de la primera y segunda décadas de su puesta en servicio. En primer lugar, describe el proceso preliminar de identificación y evaluación de una estructura. En segundo lugar, explica la forma en la que los puentes se mantienen en Estados Unidos, puesto que la conservación se dirige desde cada estado y prácticamente se trata de un inventario. Por último, describe los distintos ensayos no-destructivos que se realizan:

- Ensayos puntuales:
  - Cargas estáticas.
  - Cargas móviles.
- Monitorización continua.
- Ensayos preliminares: consisten en la realización de una prueba inicial en la estructura antes de su apertura al tráfico. Dicho ensayo se repetirá a lo largo de los años y se contrastarán sus resultados a lo largo del tiempo con el fin de poder evaluar los posibles daños estructurales. Su aplicación más directa es la obtención de los modos y las frecuencias de vibración.

Por otro lado, **Farhey** también hace un análisis de la distinta disposición de sensores en una estructura:

- Adheridos: tienen la ventaja de poder colocarse en cualquier momento y de poder ser sustituidos. Sin embargo, presentan el inconveniente de no estar situados generalmente en el punto exacto de la medición y de estar sometidos a los agentes atmosféricos.

- Embebidos: tienen como ventajas los inconvenientes de los adheridos y viceversa.

Por último, señala el frecuente mal funcionamiento y la posible recalibración de los sensores con el tiempo.

La instrumentación no tiene por qué ser compleja; tal es el caso del *Puente Largo de Aranjuez* [OF] en el que tras una serie de nivelaciones topográficas cada 4-6 meses se demostró que su asiento había llegado a estabilizarse.

Una de las grandes ventajas de la monitorización es su bajo coste -sensores, cableado y equipo de adquisición de datos- frente al equivalente en mano de obra especializada instalada permanentemente en la estructura.

Inaudi [I] realizó en el año 2009 una revisión de 40 puentes instrumentados en los últimos 15 años en 13 países distintos. **Inaudi** afirmaba que la vida útil de cada estructura estaba lejos de ser monótona y predecible. Mucho más que nuestra propia existencia, su evolución dependía de muchos acontecimientos inciertos, tanto internos como externos. En este sentido, mediante la instalación de una serie de sensores que medían los parámetros estructurales más relevantes, así como las características medioambientales más importantes, se podía obtener un esquema del estado y de la evolución de la estructura. De esta forma, la monitorización de estructuras es una nueva herramienta que complementa los métodos tradicionales de inspección y modelización.

El empleo de la monitorización de puentes para la mejor comprensión de su comportamiento estructural comienza a principios del siglo XXI; si bien, no deja de lado la instrumentación dedicada a la conservación de estructuras, ya que es un indicador de la misma.

El mal estado de una estructura puede producirse por diversos factores:

- Inspección insatisfactoria o medidas desfavorables en su monitorización.
- Corrosión del acero en el interior del hormigón, lo que conlleva a la producción de fisuras y, por tanto, a una pérdida de su rigidez y de su funcionalidad.
- Aumento de las cargas actuantes, bien sea estáticas -aumento del peso del tráfico- o dinámicas -aumento de la velocidad del ferrocarril-.
- La ausencia de reparaciones o refuerzos puntuales con el fin de garantizar la seguridad y la funcionalidad de la estructura, puede provocar su deterioro global.

Dos ejemplos muy conocidos del colapso repentino de una estructura, con el elevado coste que supusieron -incluso la pérdida de vidas humanas- son el *Viaducto de la línea de ferrocarril Belfast-Dublín* el 21 de agosto de 2009, y el *Puente I-35 en Minneapolis*[41] en el año 2007 [LRQC].

En definitiva, la instrumentación de estructuras existentes permite:

[41] Comentado más adelante.

- Detectar posibles daños en la misma al cabo del tiempo.
- Estimar los efectos que las cargas exteriores producen en las mismas.
- Conocer su vida útil.
- Proyectar estructuras más esbeltas, más fiables y más eficientes.

Todo ello sin comprometer su seguridad -ensayo no destructivo-. Es decir, una estructura moderna debe ser capaz de transmitir con fiabilidad los cambios en lo que a su seguridad y su funcionalidad se refiere. El sistema implantado en la misma debe ser capaz de detectar el daño, caracterizarlo -reconocerlo, localizarlo y cuantificarlo-, e informar del mismo. Esto es lo que se denomina *Structural Health Monitoring system* -SHM-, y es muy similar al diagnóstico de enfermedades en el cuerpo humano, tal y como indiqué anteriormente.

En este sentido, diversos países y organismos están empezando a publicar guías, recomendaciones o normativas para la conservación de puentes que incluyen la instrumentación de puentes como una herramienta necesaria. Algunas de ellas son:

- *fib* Model Code 2010. Capítulo 9: Conservación de Estructuras de Hormigón. [MUB]
- Nuevo Código suizo para la Conservación de Estructuras de Hormigón. [Z]

2.4 Planificación de la instrumentación de una estructura

La monitorización de estructuras en Europa tiene una larga historia: se instrumentan estructuras desde hace 40 años, si bien, en sus inicios, la escasez de herramientas provocó que no tuviera mucho éxito. Desde hace 15 años, la instrumentación de estructuras es una técnica fiable y muy utilizada, aunque todavía presenta dificultades [FV].

En el año 1990 se editó el primer número de la revista más antigua dedicada íntegramente a la monitorización de estructuras: *Journal of Intelligent Material Systems & Structures* [TPBSCL].

En el año 1991, **Roberts, Arrellaga y Breen** [RAB] comenzaron a estudiar la instrumentación global de una estructura, recopilando la información en la literatura mundial existente hasta entonces, y estableciendo el tipo de medidas que se querían realizar y, para cada una de ellas, los sensores más idóneos.

En julio del año 2000 se publicó una nota técnica internacional de Instrumentación de Puentes [IB]. En ella se hacía especial hincapié en la instrumentación de las cimentaciones y de las pilas; aparecen por primera vez en la bibliografía los clinómetros, capaces de medir en todo momento la inclinación de las pilas que, como comentaré más adelante, son fundamentales en cualquier estudio de un viaducto de gran altura, como el que es objeto de este trabajo. El objetivo de la instrumentación era entonces cuádruple:

- Comprobar las hipótesis de diseño y de cálculo de una estructura.
- Controlar el proceso constructivo.

- Mejorar la monitorización y la comprobación de estructuras.
- Comprobar periódicamente el estado estructural del puente.

Los parámetros físicos medidos generalmente eran:

- Deformación.
- Tensión.
- Carga.
- Flecha vertical.
- Inclinación o giro.
- Temperatura.

En las Figura II-5 y Figura II-6 se representa la instrumentación de una estructura tipo.

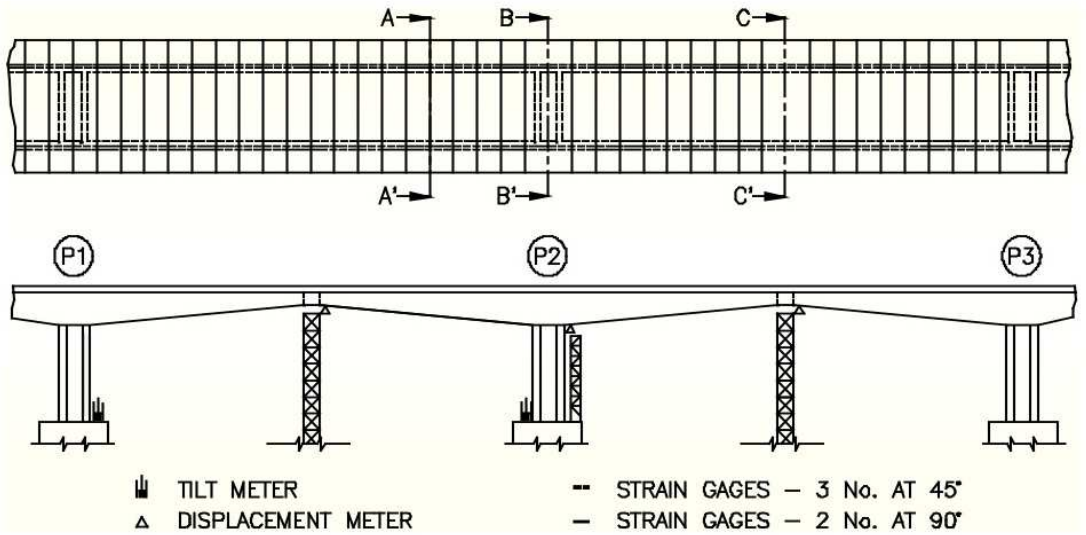


Figura II-5. Disposición longitudinal de sensores en una estructura tipo. [IB]

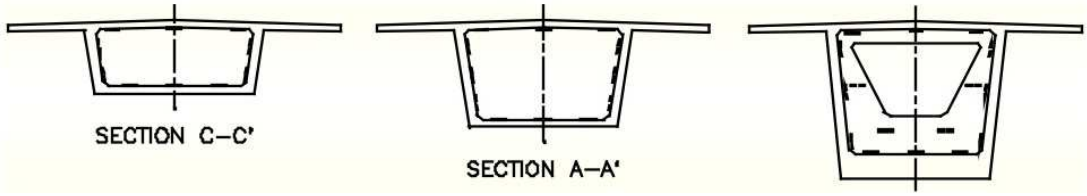


Figura II-6. Disposición seccional de sensores en un tablero tipo. [IB]

En ese mismo año (2001), el departamento de estructuras de Apia XXI -al que la autora de este trabajo pertenecía- realizó un proyecto de colaboración con el Grupo de Ingeniería Fotónica de la Universidad de Cantabria, denominado *I+D+I de un Sistema Sensor de Fibra Óptica para la Medida y Telemonitorizado Cuasidistribuido de Deformación y Temperatura en Estructuras de Ingeniería Civil* (SISFOCDETIC) cofinanciado con fondos FEDER, bajo la dirección de **López-Higuera**, que consistió en la instrumentación parcial del *Viaducto sobre el arroyo de Las Navas*[42] y de un paso superior tipo pórtico[43]. Dicho proyecto ha sido reconocido por la

[42] El *Viaducto sobre el Arroyo de Las Navas* se encuentra situado en el tramo Cabezón-Lamadrid de la Autovía del Cantábrico. Es un proyecto de Apia XXI; fue construido por la UTE OHL-Sacyr y es propiedad del Ministerio de Fomento.

Comunidad Científica y Técnica, con el premio Salvá y Campillo, al Proyecto de Investigación más original del año 2001.

El Viaducto de Las Navas es una estructura continua de hormigón pretensado construido mediante autocimbra, cuya longitud total, 380 m, está dividida en ocho vanos, siendo sus luces de 50 m y 38.5 m, en los vanos centrales y laterales, respectivamente [PROCN]. Su instrumentación consistió en la instalación de 42 sensores FBG de 60 cm de longitud, capaces de medir tanto la temperatura como la deformación del acero, en la sección de la pila 7 y en dos secciones intermedias del último vano. Dichos sensores se colocaron adheridos a la armadura vertical -cercos- transversal y longitudinal, es decir, embebidos en el hormigón. La correlación de las medidas realizadas con las estimadas en el cálculo se comprobó durante la prueba de carga [LRQC].

Figura II-7. Prueba de carga del Viaducto de Las Navas. Detalle de instrumentación. [LRQC]

El objetivo de la instrumentación ha sido variable con el paso del tiempo. Si bien en los comienzos (1995-1998) estaba encaminada fundamentalmente a fases concretas de su construcción o a proyectos piloto, desde el año 2003 hasta hoy, está también dirigida a la comprobación de las hipótesis de cálculo.

En el año 2005, había numerosos puentes monitorizados en todo el mundo, se había producido ya un gran desarrollo de la instrumentación. Los objetivos potenciales de la instrumentación eran [KN]:

- Comprobar las hipótesis de cálculo con el fin de mejorar las recomendaciones y las normativas existentes.
- Detectar anomalías y posibles deficiencias en las estructuras a edades tempranas, con objeto de poder repararlas antes de que los daños fuesen irreversibles, o que afectasen sustancialmente a la seguridad de las mismas.
- Aportar información en tiempo real después de catástrofes naturales (terremotos, huracanes…).
- Ayudar a la planificación de la inspección, el mantenimiento y la rehabilitación de puentes.

[43] Perteneciente al mismo tramo que el *Viaducto sobre el Arroyo de Las Navas*.

- Obtener una gran cantidad de datos para la investigación en Ingeniería de Puentes.

En aquel momento conseguir todos estos objetivos era todavía un reto, a pesar de que existían más de 40 puentes de grandes luces[44] en el mundo. Desde entonces y hasta hoy, el diseño de la instrumentación de una estructura de gran luz es necesario en el proyecto; además, ésta se instala generalmente durante la construcción de la misma, puesto que los sensores se disponen embebidos en ella; ésta es precisamente la gran ventaja de los sensores de fibra óptica. Una de sus grandes aplicaciones es la posibilidad de introducirse en el interior de los tirantes de los puentes, sustituyendo siete de sus cables por tubos de acero inoxidable en cuyo interior se alojan los sensores[45].

En definitiva, las dos aplicaciones fundamentales de la monitorización de estructuras son [OF]:

- Diagnóstico de patologías de estructuras existentes.
- Control de estructuras durante su construcción y puesta en servicio.

Distintos autores, todos ellos en una misma línea de investigación, han desarrollado la monitorización e instrumentación de estructuras. En el año 2007 **Wong** [W] estructuró el sistema de instrumentación de una estructura en base a los estudios realizados en diversos puentes en Hong Kong. Concretamente, realizó un inventario de los sensores empleados, indicando su naturaleza y funcionalidad, tal y como se recoge en la Tabla II-2.

Categoría	Tipología	Sensor
Medioambiente	Viento	Anemómetro
		Barómetro
	Temperatura	Termómetro
	Corrosión	Indicador de corrosión
		Higrómetro
	Sismo	Acelerómetro
Acciones de tráfico	Carretera	Peso de vehículos
		Galga dinámica
		Cámara de video
	Ferrocarril	Galga dinámica
		Cámara de video
Características del puente	Estático	Estación total
		GPS
	Dinámico	Acelerómetro
Respuesta estructural	Fuerza en cable	Acelerómetro
	Geometría	GPS
		Estación total
		Transductor de desplazamiento
		Clinómetro
		Termómetro
		Extensómetro
	Estado tensional	Extensómetro
		Célula de carga
		Galga tenso-magnética
	Fatiga	Galga dinámica

Tabla II-2. Tipología de sensores

[44] Se consideraba gran luz a aquélla que superaba los 100 m de longitud.
[45] Tal y como se hizo en el *Sutong Bridge*.

La monitorización de estructuras está en pleno desarrollo; sin embargo, la interpretación de los datos registrados con el fin de poder aplicar sus conclusiones a la redacción de nuevas normativas, y por tanto, al diseño de puentes futuros está en sus inicios.

En este trabajo se propone dar un paso más: se trata de prolongar el *control activo* de una estructura [CG], desde su construcción hasta el final de su vida útil; la instrumentación no sólo alerta de sus posibles daños, sino que también, en el caso de comportamiento satisfactorio, puede ser utilizada como un trabajo de investigación a escala real, ya que muestra en todo momento la respuesta estructural de un puente ante una determinada solicitación. De esta manera, la instrumentación mide tanto la acción -temperatura, viento...- como la reacción -deformaciones, giros…-.

De esta forma, en el *Viaducto de Montabliz*, la instrumentación fue una unidad de obra[46] fundamental, al igual que lo puede ser el m^3 de hormigón o el kg de acero pasivo o activo.

Algo similar se planteó en el año 2003 para el *Puente del estrecho de Messina* [LBS] [DF], que no ha llegado a construirse de momento.

2.5 Instrumentación de Puentes de Avance en Voladizo

El proceso constructivo de Avance en Voladizo[47] [TP], tiene una gran aplicación entre luces de 100 y 300 m, en las que resulta muy competitivo frente a los puentes atirantados y colgantes. Resultan así estructuras no sólo elegantes y esbeltas, sino muy eficientes desde el punto de vista estructural, y por tanto, también desde un punto de vista económico.

El único inconveniente que tiene su esbeltez es que va acompañada de grandes deformaciones, que son además dependientes del tiempo. La infra-estimación de la deformada podría dar lugar a descensos excesivos en los centros de vano, tal y como se muestra en la Figura II-8, que no sólo provocarían el alejamiento de la rasante de proyecto, sino un quiebro con sus consiguientes fuerzas de desviación -empuje al vacío-.

Figura II-8. Deformación excesiva en el centro de vano una vez cerrado en clave. [TP]

En este sentido, es absolutamente necesario llevar un control estricto de las deformaciones de un puente de esta tipología durante su proceso constructivo. Las medidas se

[46] Cada una de las partes elementales en las que se divide una obra y que se ejecutan de acuerdo al Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto.
[47] En puentes de hormigón pretensado.

realizan habitualmente antes[48] y después[49] del hormigonado de cada dovela. La diferencia de ambas da como resultado la flecha debida al peso propio de la misma. El contraste de este valor con el teórico[50] producirá o no un reajuste de la contraflecha a dar a la siguiente dovela.

El *New Benicia-Martinez Bridge* [ACGP] se encuentra en la Bahía de San Francisco. La inauguración del puente antiguo[51] en 1962, supuso el cierre del ferry de automóviles de dicha bahía. El antiguo puente, de hormigón pretensado y 1865 m de longitud, fue ampliado en 1991. La construcción del nuevo puente, de 2680 m de longitud y 25.5 m de anchura, se realizó desde 1998 hasta 2002. Para esta nueva estructura se diseñó un sistema de instrumentación que comprobó su comportamiento estructural durante la construcción. Los sensores pertenecientes a la monitorización estática permitieron conocer los siguientes parámetros:

- Flechas verticales.
- Tensiones.
- Giros.
- Temperatura ambiente e interior del hormigón.
- Humedad relativa.
- Fuerzas de pretensado.
- Corrosión.

El *Colle d'Isarco Viaduct* [GIBS], situado en la autopista Brenner Highway A22 en Italia, es un ejemplo de monitorización global de una estructura. Se trata de un viaducto de hormigón pretensado de 378 m de longitud ejecutado mediante la técnica de avance en voladizo. En la Figura II-9 se representan los sensores instalados para su instrumentación.

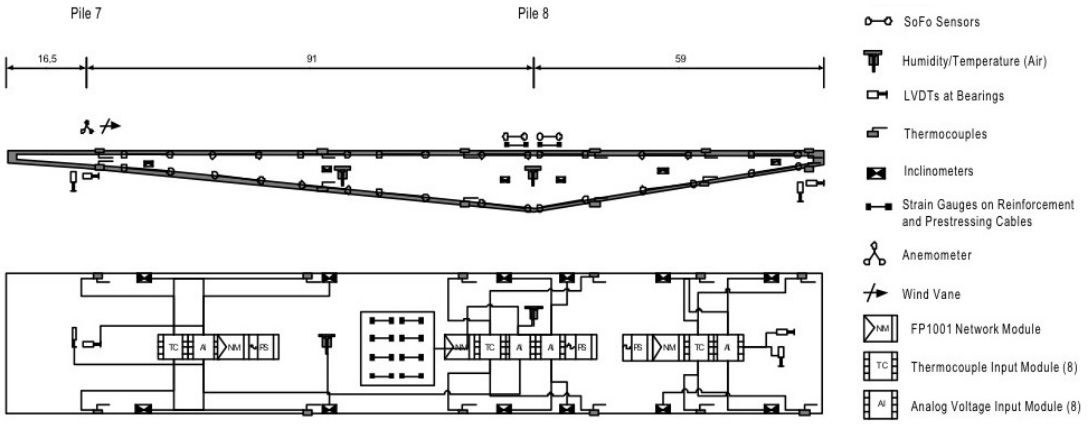


Figura II-9. Instrumentación parcial de un vano de un tablero con sección cajón. [GIBS]

En 1987, durante la construcción del *Norddalsfjord Bridge* [TP] se midieron las deformaciones del tablero. Se trata de una estructura de 398 m de longitud, repartidos en tres vanos -luz máxima: 230.5 m-, cuyo tablero se apoya en dos pares de pilas gemelas. En la Figura II-10 se representan los sensores instalados en la base de las pilas y en el tablero.

[48] Una vez colocado el carro de avance en su posición topográfica tanto en planta como en alzado.
[49] Previamente al tesado de la dovela.
[50] Teniendo en cuenta los efectos térmicos.
[51] También denominado *George Miller Jr. Memorial Bridge*.

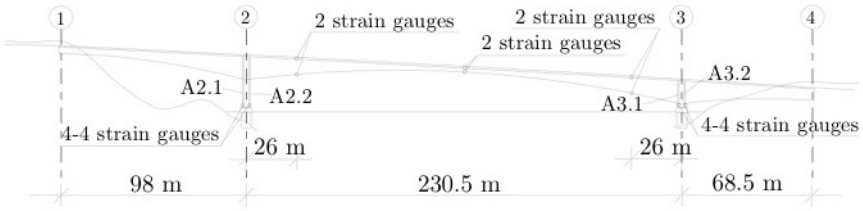


Figura II-10. Posición de los medidores de tensión. [TP]

El *Viaducto North Halawa Valley* [RJW] se encuentra situado en la carretera H-3 Freeway que conecta Leeward y Winward en la isla Oahu (Hawai). Se trata de una estructura de 1.5 km de longitud cuyos vanos miden más de 110 m, ejecutados mediante voladizos sucesivos. La construcción de este viaducto permitió al estado de Hawai estudiar el comportamiento a largo plazo de esta tipología de puentes. El objetivo de su instrumentación fue el estudio de la fluencia y la retracción del hormigón. Para ello se realizaron las siguientes medidas:

- Tensiones en el acero.
- Fuerzas en los tendones.
- Temperaturas ambiente e interior del hormigón.
- Flechas verticales en los vanos.
- Giros en los apoyos.
- Acortamiento de los vanos.
- Deformaciones debidas a la fluencia y a la retracción.

Se seleccionaron siete secciones (A-G) en el tablero, siendo éstas secciones de centro de vano o próximas a pilas, repartidas en 4 vanos de la estructura [R]. En la Figura II-11 se representa la disposición de las secciones del tablero estudiadas en el alzado longitudinal del puente.

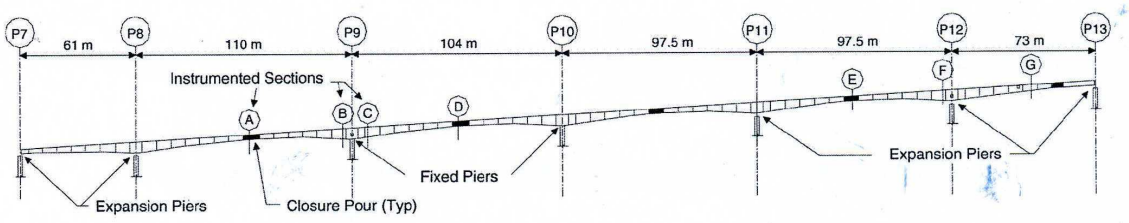


Figura II-11. Secciones estudiadas en el *Viaducto North Halawa Valley*. [R]

La instrumentación se empleó tanto a corto plazo, durante la prueba de carga de la estructura, como a largo plazo.

La ejecución de esta estructura terminó en 1994 y su monitorización se prolongó 10 años más, hasta 2004. Los modelos teóricos mejorados de fluencia y retracción fueron utilizados en el *Puente Kealakaha Sream*, situado en Big Island, también en Hawai. Además, en el *Puente Benizia-Martinez Bridge* se instaló una instrumentación muy similar, dados los excelentes resultados aportados por ésta.

El puente *Singapore-Malasya Second Link*, 1997, [OBM] conecta por carretera la isla de Singapur con la península de Malasia. Se trata de una estructura de 1.9 km de longitud repartida en 27 vanos, cuya luz principal mide 92 m. Fue ejecutada mediante voladizos sucesivos con el fin de permitir la navegación bajo el mismo durante su construcción. Se instalaron una serie de sensores -termómetros, acelerómetros y células de presión [BM]- embebidos en tres dovelas del vano central, con el fin de instrumentar el puente a corto y largo plazo, bajo las acciones medioambientales y de tráfico. La instrumentación fue dividida en dos partes: estática y dinámica. La instrumentación estática consistió en la adquisición de datos de deformaciones, tensiones y temperatura cada hora. En la Figura II-12 se representa la instrumentación de la estructura.

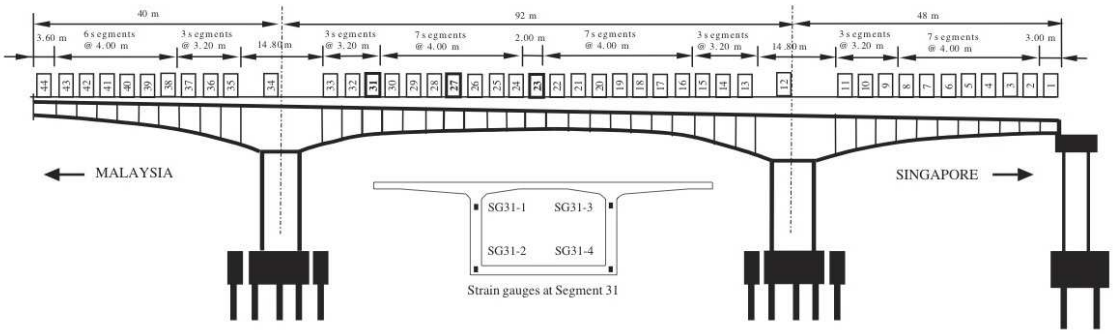


Figura II-12. Sensores instalados en *Singapore-Malasya Second Link*. [OBM]

Se tomaron como base del estudio los sensores SG31-1, SG31-2, SG31-3, SG31-4 de la dovela 31 -*segment 31*-. El intervalo de datos considerado comprende 1500 horas que comenzaron el 29 de abril de 1997 a las 0:00. En la Figura II-13 se aprecian las mediciones tomadas.

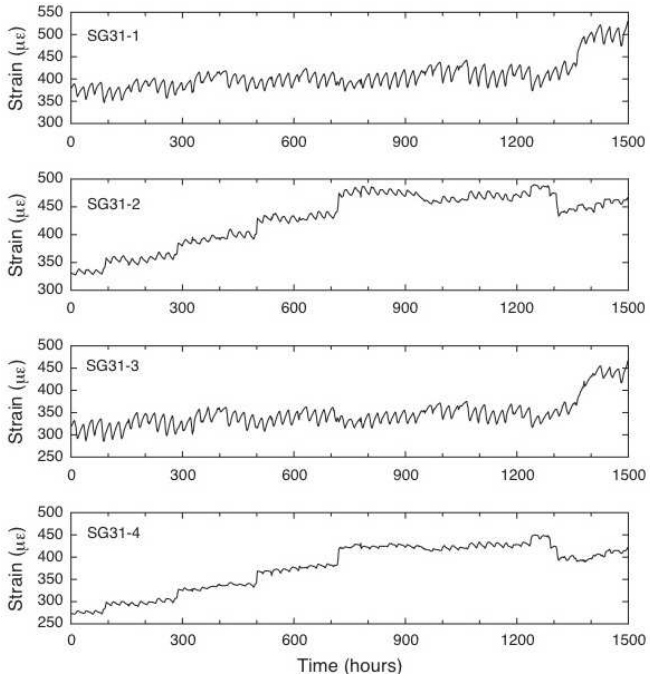


Figura II-13. Tensiones registradas durante la construcción en la dovela 31. [OBM]

El objetivo de la instrumentación fue la detección de eventos anormales en la estructura. En este sentido, durante la construcción, se pudo comprobar el correcto funcionamiento de la misma puesto que dichos eventos eran conocidos de antemano, como por ejemplo el movimiento de la maquinaria. Durante el servicio de la estructura los eventos extraordinarios también pudieron ser detectados; sin embargo, quedó pendiente la determinación de la causa de los mismos.

El *Confederation Bridge* [CTBDGL], 1997, cruza el estrecho de Northumberland, conectando de esta forma las provincias canadienses de Edward Island y New Brunswick. Tiene 12.9 km de longitud repartidos en 45 vanos cuya luz tipo es de 250 m; constituye de esta forma el puente más largo de hormigón pretensado construido sobre el agua en el mundo. La sección transversal está constituida por un cajón unicelular de hormigón pretensado de 11 m de anchura. Fue construido mediante dovelas prefabricadas. El objetivo de su instrumentación fue el estudio de las propiedades de los materiales a largo plazo en el agresivo entorno medioambiental en el que se encuentra la estructura. Para ello se instalaron 113 sensores de diferente naturaleza con el fin de determinar deformaciones, temperatura, aceleraciones debidas a sobrecargas de tráfico, vibraciones debidas al viento y a los terremotos, presiones de hielo e índices de corrosión.

La instrumentación encaminada a la medición de la temperatura se explica en el apartado 2.9 de este mismo capítulo denominado *Estructuras instrumentadas con termómetros*.

En este sentido, en un análisis preliminar, se tuvieron en cuenta todos aquéllos factores que influían en la deformación a lo largo del tiempo de la estructura: variación del módulo de elasticidad con la edad del hormigón, fluencia y retracción del hormigón, relajación del acero de pretensado, posibles movimientos de las cimentaciones… Sin embargo, en el diseño tuvieron que asumirse unos determinados valores, que tenían que ser posteriormente confirmados con la monitorización.

En relación con las cargas de tráfico, se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

- Configuración y valor de las cargas de tráfico: simulación de atascos.
- Efectos estáticos y dinámicos de la estructura.

Con respecto al estudio dinámico de la estructura, los puentes de gran luz constituyen estructuras muy flexibles en las que su seguridad está totalmente relacionada con el análisis de su comportamiento dinámico. En lo que al viento se refiere, previo a la instrumentación, se desarrolló un ensayo en túnel de viento en la Universidad de Ontario.

Por último, el ambiente agresivo de la estructura, debido a la presencia de cloruros y sulfatos, hizo necesaria la implementación de sensores -indicadores de corrosión- en el interior de los elementos de hormigón. Previamente, estudios de laboratorio relacionaron la corrosión de dichos sensores con la del acero y con el porcentaje de cloruros en el interior del hormigón.

El *2nd Narmada Bridge* [IB] en Bharuch -Gujarat, La India- presenta una longitud total de 1.4 km y está sustentado por 14 pilas. Fue construido por la técnica de avance en voladizo.

Este puente fue instrumentado mediante sensores geotécnicos, geofísicos y sumergibles con el fin de controlar la prueba de carga.

En el año 2007, el colapso del antiguo I35W Bridge[52] en Minneapolis, perdió la confianza de sus habitantes en la seguridad de las infraestructuras. La construcción del nuevo *I35W Bridge* [I] debía recuperar dicha confianza[53]. En este sentido, se diseñó un sistema de instrumentación global, siendo esta estructura uno de los primeros puentes de Estados Unidos monitorizados integralmente. El objetivo del mismo fue triple:

- Controlar el proceso constructivo.
- Registrar el comportamiento estructural del puente.
- Contribuir a la investigación de estructuras inteligentes, así como a su seguridad.

En este sentido las medidas realizadas fueron de muy diversa naturaleza [IBDFPSW]:

- Tensiones locales.
- Curvaturas debidas a fluencia y retracción.
- Temperatura ambiente e interna, gradiente térmico.
- Movimientos de las juntas.
- Vibraciones y aceleraciones.
- Frecuencias propias de vibración.
- Índices de corrosión.

2.6 Instrumentación de otras tipologías de estructuras

La tipología quizás más instrumentada es la de puentes atirantados y colgantes, no sólo desde un punto de vista estático sino también dinámico, con el fin de evaluar fundamentalmente las posibles vibraciones de la estructura ante la acción del viento.

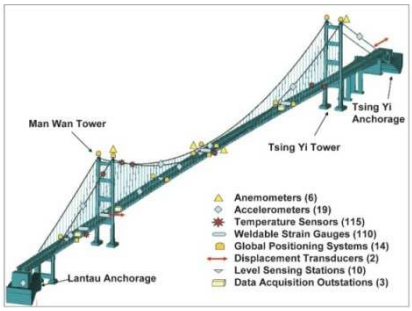


Figura II-14. Instrumentación dispuesta en *Tsing Ma Bridge*. Hong Kong 1997. [W]

[52] Hoy en día se desconocen las causas del incidente; si la estructura hubiera estado instrumentada, no sólo se hubieran detectado los problemas existentes, sino que se podrían haber reparado evitando así una catástrofe.

[53] Las infraestructuras han de ser funcionales ya que constituyen un servicio público. En este sentido, es importante garantizar su seguridad y, sobretodo, que sus usuarios entiendan y por tanto reconozcan dicha funcionalidad y seguridad.

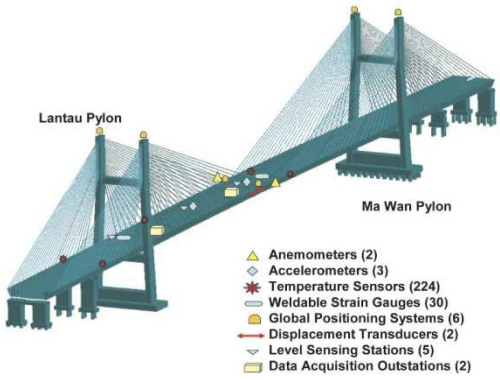


Figura II-15. Instrumentación dispuesta en *Kap Shui Min Bridge*. Hong Kong 1997. [W]

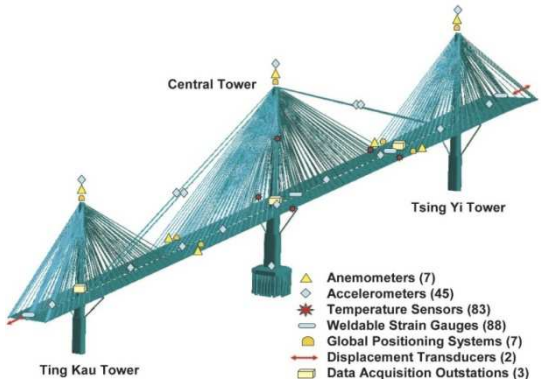


Figura II-16. Instrumentación dispuesta en *Ting Kau Bridge*. Hong Kong 1998. [W]

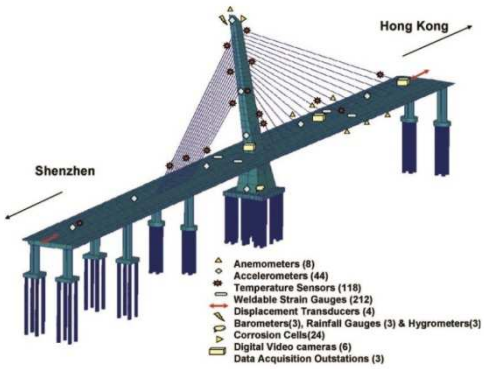


Figura II-17. Instrumentación dispuesta en *Hong Kong-Shenzen western corridor*. Hong Kong 2002. [W]

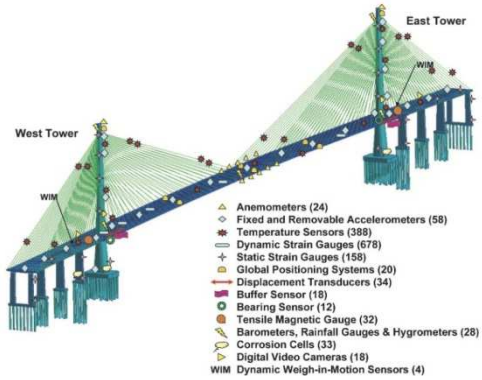


Figura II-18. Instrumentación instalada en *Stonecutters bridge*. Hong Kong 2001. [W]

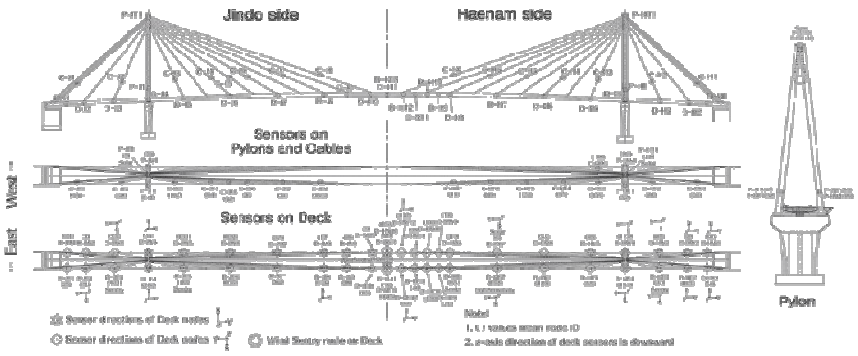


Figura II-19. Instrumentación instalada en *2nd Jindo Bridge*. Corea del Sur 2006. [YM]

2.7 Estructuras con sensores en pilas

En el año 2010, el gobierno de la India publicó unas recomendaciones para la monitorización de estructuras de ferrocarril, debido al aumento del peso de los trenes y a la antigüedad de la red ferroviaria y, por tanto, de sus estructuras [BD]. En este sentido, se decidió instrumentar los puentes del ferrocarril [RK]. Los objetivos fueron:

- Comprobación del cálculo de los puentes existentes, con el fin de garantizar su adecuado comportamiento estructural ante la acción de nuevas cargas[54] actuantes.
- Inspección de los puentes antes de la puesta en servicio de los nuevos trenes.
- Instrumentación, tanto estática como dinámica, de los puentes existentes con el fin de comprobar los modelos teóricos.

En primer lugar se hizo un inventario de los puentes existentes para, en segundo lugar, realizar una selección de las estructuras a instrumentar. En las Figura II-20, Figura II-21, Figura II-22, Figura II-23 y Figura II-24 se representa el sistema de monitorización de las tipologías analizadas.

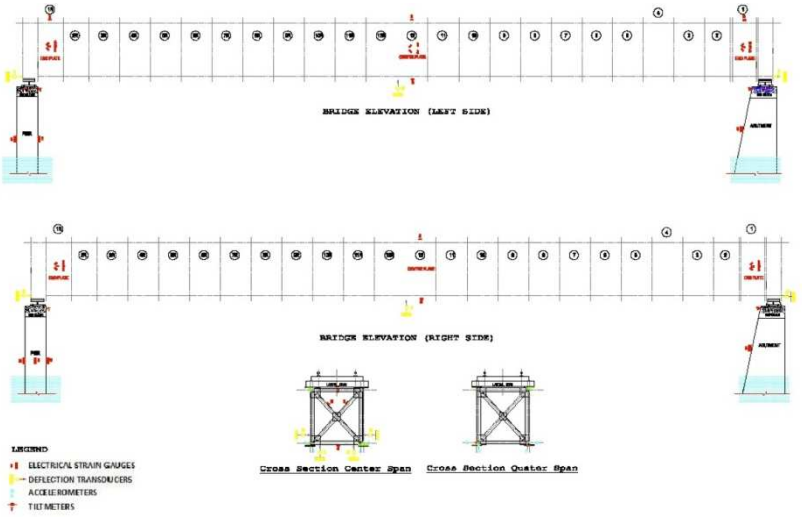


Figura II-20. Instrumentación típica de un puente metálico tipo viga. [BD]

[54] Aumento del peso de los trenes -carga estática- y de su velocidad -carga dinámica-.

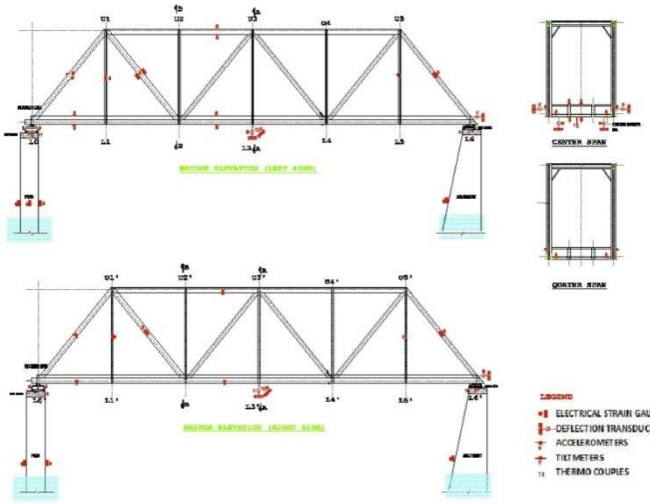


Figura II-21. Instrumentación típica de un puente celosía superior. [BD]

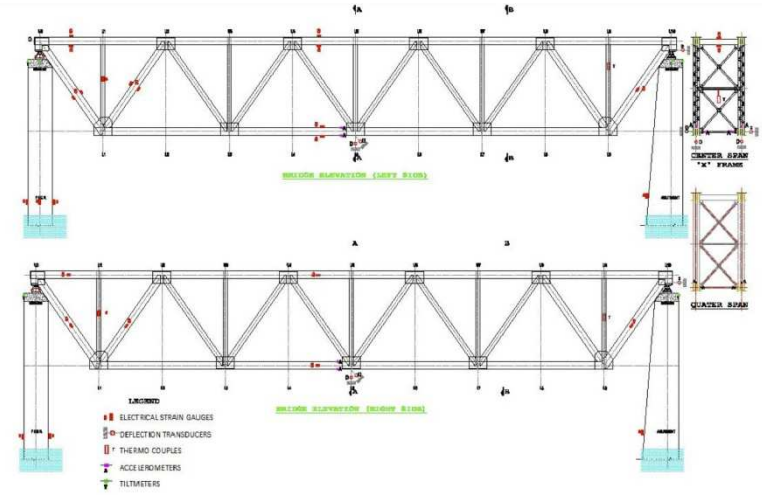


Figura II-22. Instrumentación típica de un puente celosía inferior. [BD]

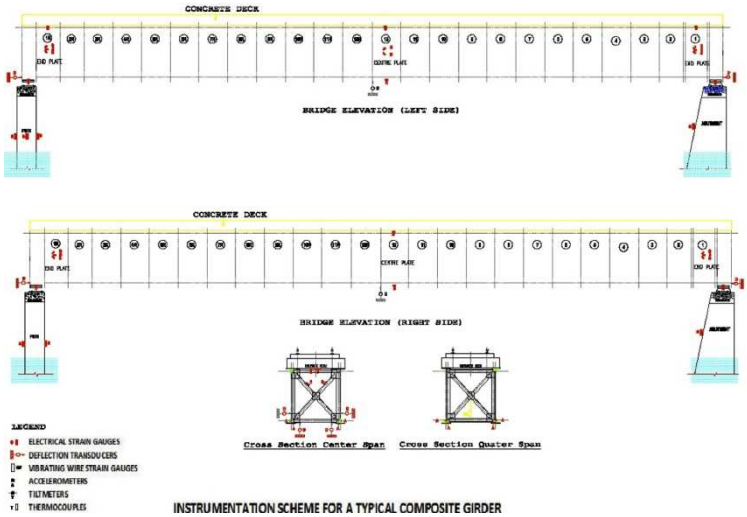


Figura II-23. Instrumentación típica de un puente mixto. [BD]

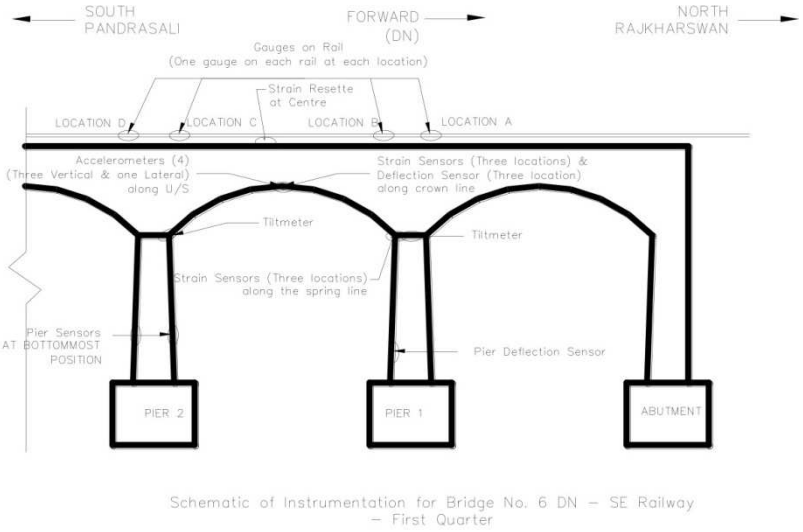


Figura II-24. Instrumentación típica de un puente arco. [BD]

El *Bridge Nº 105*, situado en la línea Durg-Dallirajhara, es un puente metálico de 7 vanos, siendo los 5 centrales de 30.5 m de longitud y los dos laterales de 12.2 m de luz. En la Figura II-25 se define la instrumentación de un vano central y de un vano lateral tipo.

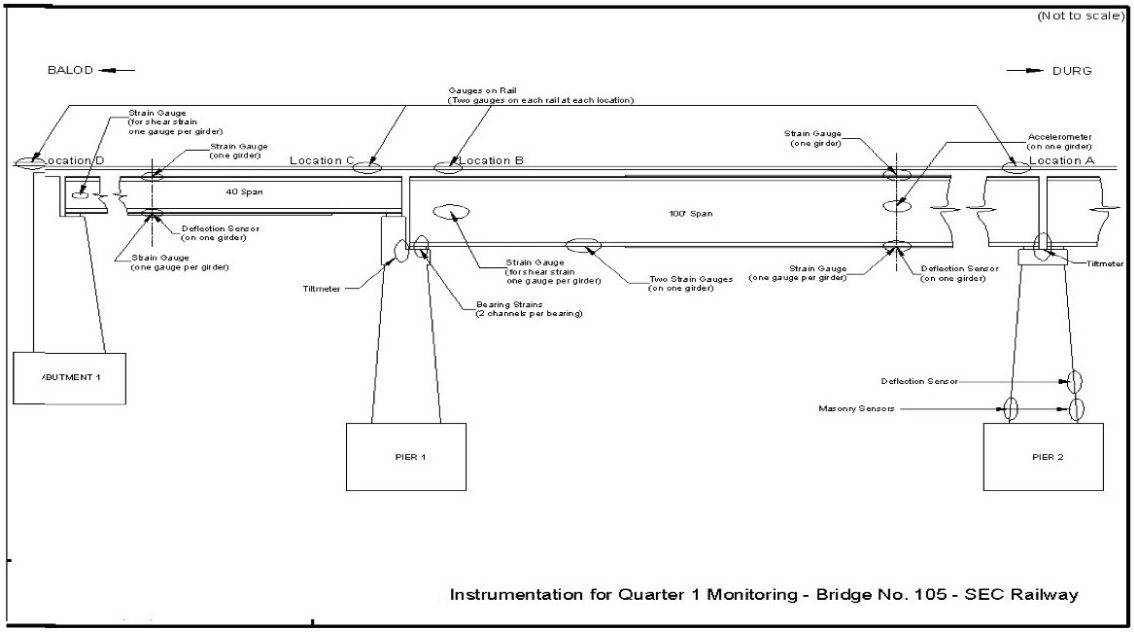


Figura II-25. Instrumentación instalada en *Bridge Nº105*. [RK]

Tal y como se aprecia en la Figura II-25, no sólo se dispusieron sensores en el tablero, sino también en las pilas, con el fin de medir sus movimientos, giros y deformaciones. Los resultados de la instrumentación con el paso de los trenes de prueba fueron satisfactorios[55].

También se instalaron sensores en las pilas del *Bridge Nº 248A*, perteneciente a la línea Vijayawada-Visakhapatnm. Se trata también de una estructura metálica de tipo viga de dos vanos de 91.4 m y 45.7 m de luz. En la Figura II-26 se representa la instrumentación del vano principal.

[55] Hay que tener en cuenta que se trataba de pilas de altura muy pequeña.

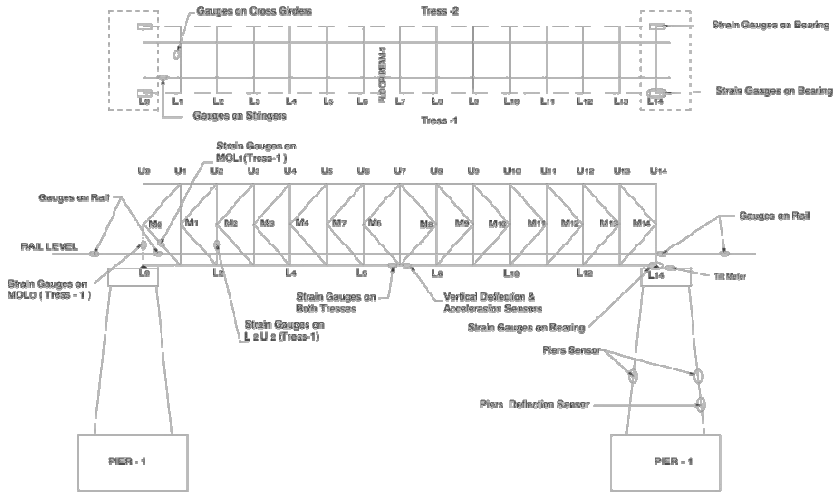


Figura II-26. Instrumentación instalada en *Bridge Nº248A*. [RK]

Dejando los puentes históricos atrás, y yendo hacia construcciones más recientes, en el año 2007, comenzó la ampliación del *Viaducto de San Pedro*[56] [TSH]. Se trata de una estructura curva de hormigón pretensado de 700 m de radio, 12 m de anchura y 750 m de longitud -luz del vano principal: 150 m- construida en 1993 mediante la técnica de avance en voladizo. En el año 2007 comenzó su ampliación a 23 m de anchura y se terminó en 2009. Este puente fue instrumentado con el fin de contrastar las hipótesis de cálculo realizadas en relación con el reparto de cargas entre las tres almas -durante la ampliación se añadió un alma central- y con la transmisión de esfuerzos al cajón metálico inferior -añadido también en el proyecto de ampliación-. En la Figura II-27 se muestra la sección ampliada.

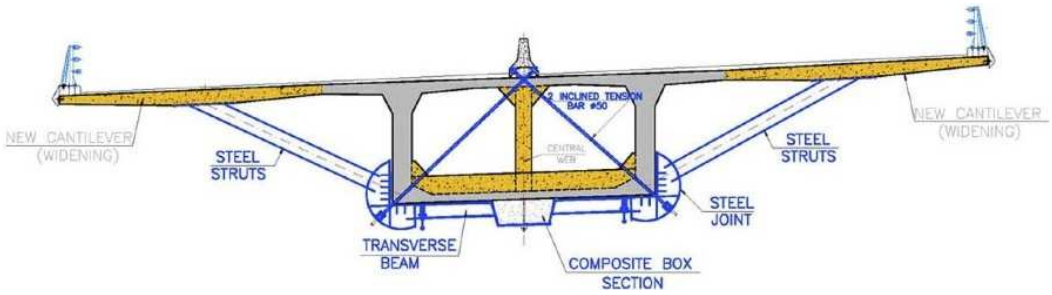


Figura II-27. Sección ampliada y reforzada. [TSH]

Entre otros sensores, se instaló un clinómetro en la coronación de una de sus pilas, con el fin de comprobar los giros de la misma. En la Figura II-28 se representa el contraste entre el giro medido y el calculado durante una fase de construcción.

[56] Proyecto de ampliación de Torroja Ingeniería S.L. Construido por el Grupo Puentes.

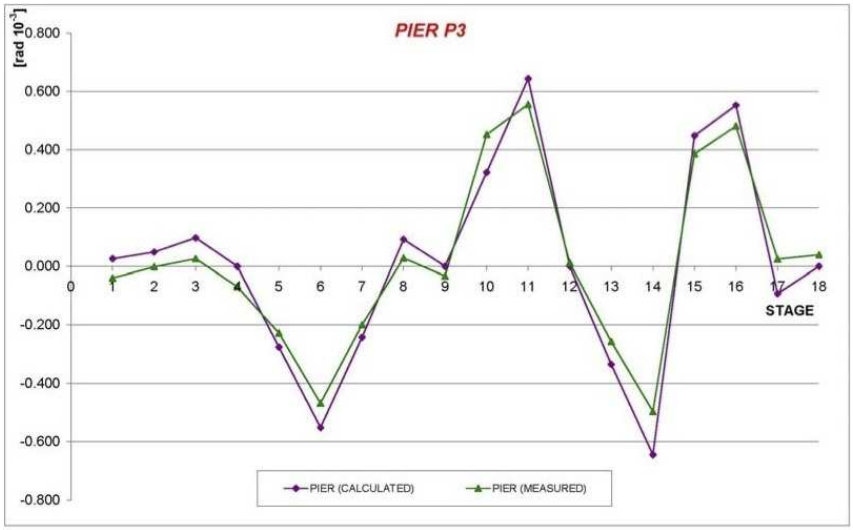


Figura II-28. Comparación entre el giro calculado y medido en la pila. [TSH]

El *Puente sobre la Bahía de Cádiz*[57], concentra la mayor parte de su instrumentación en sus pilonos [EMCCOJ]. Este ligero, esbelto y singular puente, tiene una longitud total de 3092 m -dividida en 37 vanos- y una anchura total de 33.2 m. Su parte central está constituida por una estructura atirantada cuyo vano principal mide 540 m y cuyos vanos adyacentes miden 200 m y 120 m. Sus pilonos son dos torres con forma de rombo de 185 m de altura. El tablero en esta zona atirantada es mixto y tiene un canto constante de 3 m, sobrevolando el mar a 69 m de altura. El viaducto de aproximación oeste está formado por 9 vanos de longitud variable entre 55 m y 150 m y está constituido por un tablero mixto empujado, teniendo un vano móvil de 150 m de longitud y canto variable entre 3 m y 8 m. En la orilla este, el viaducto tiene 1183 m de longitud y está formado por un puente continuo de hormigón pretensado.

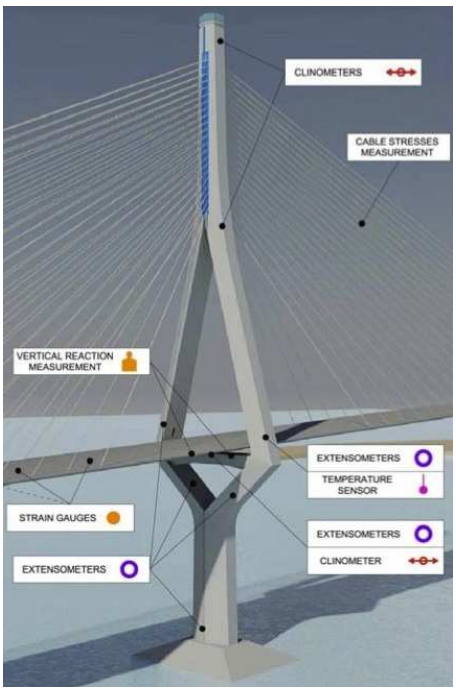


Figura II-29. Distribución de sensores en el *Puente sobre la Bahía de Cádiz*. [MCESVP]

[57] Proyecto de Javier Manterola, Carlos Fernández Casado S.L. Construido por Dragados S.A.

El sistema de monitorización de la estructura se encuentra situado en el interior de ambos pilonos a la altura del tablero. Las secciones instrumentadas son la base y las secciones medias de la segunda, tercera y cuarta fase de ejecución de cada torre, en las que se han dispuesto termómetros, extensómetros, clinómetros y células de presión en los apoyos, tal y como se muestra en la Figura II-29.

2.8 Estructuras instrumentadas con clinómetros

Una forma de calcular las deformaciones de una estructura, es a partir de la medición de sus giros mediante el uso de clinómetros, válidos tanto para la monitorización permanente como para la medición puntual durante, por ejemplo, la prueba de carga.

Hasta 1998, la prueba de carga preceptiva en puentes para su apertura al tráfico, precisaba de la medición directa de las flechas en todos y cada uno de los casos de carga planteados. La instrumentación interna de la estructura no permitía comprobar dichos movimientos. En dicho año, **Vurpillot, Krueger, Benouaich, Clement e Inaudi** [VKBCI], publicaron un método matemático que permitía obtener la deformada de un tablero a partir de la monitorización de la estructura mediante clinómetros. Dicho método había sido ya contrastado previamente en una viga en laboratorio en 1996 por **Vurpillot, Inaudi y Scano** [VIS].

Considerando la hipótesis de deformación plana de **Bernouilli**[58], la deformada de una viga continua de sección constante sometida a una carga repartida se puede expresar mediante un polinomio de cuarto grado; su segunda derivada representa la curvatura de la viga.

$$y'' = ax^2 + bx + c$$

Las constantes del polinomio derivada segunda (*a*, *b*, *c*), se pueden obtener a partir de los giros[59] medidos en tres puntos de la viga -puesto que hay tres incógnitas-.

La doble integral del polinomio permite calcular la deformada de la viga.

$$y' = a\frac{x^3}{3} + b\frac{x^2}{2} + cx + d$$

$$y = a\frac{x^4}{12} + b\frac{x^3}{6} + \frac{c^2}{2} + dx + e$$

Las constantes de integración (*d*, *e*) se calculan obligando a la deformada al cumplimiento de las condiciones externas de contorno de la viga.

[58] Las estructuras en ELS satisfacen las hipótesis de Navier-Bernouilli: *Las secciones planas de una viga, perpendiculares a su eje neutro antes de la deformación, permanecen planas y perpendiculares a dicho eje neutro, después de la deformación.*

[59] La curvatura (*y''*) es la inversa del giro.

Este método fue aplicado en los *Lutrive Bridges* [PVTIB] en Suiza. Se trata de dos estructuras gemelas de hormigón pretensado de planta curva -radio: 1000 m- ejecutadas mediante la técnica de avance en voladizo para el ferrocarril [BOL]. La longitud total es de 395 m repartida en 4 vanos cuya luz máxima es de 143.5 m. El tablero posee sección cajón unicelular de hormigón pretensado.

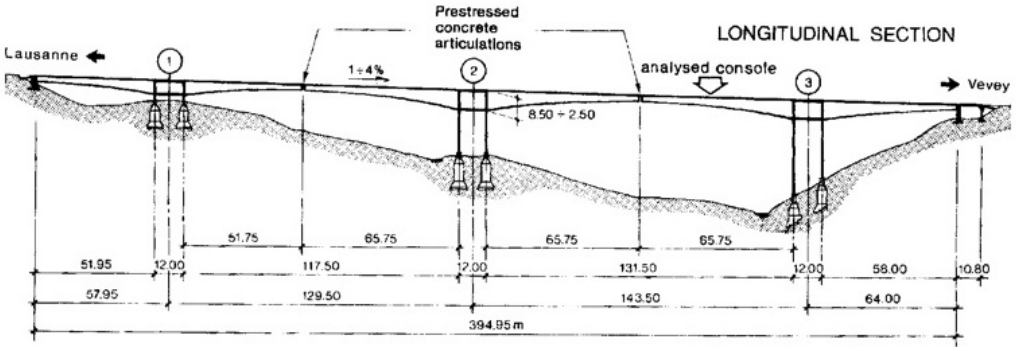


Figura II-30. *Lutrives Bridges*. Instrumentación global. [VKBCI]

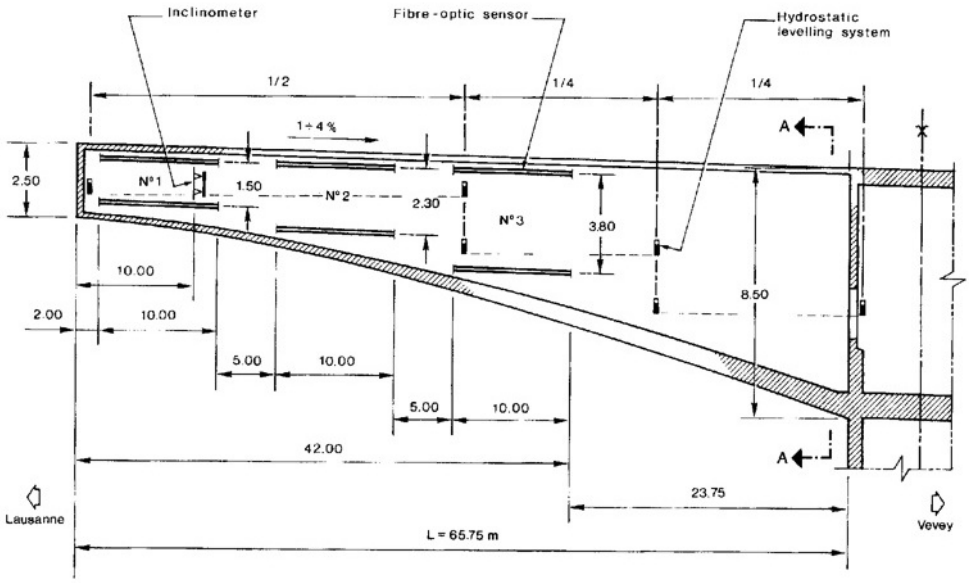


Figura II-31. *Lutrives Bridges*. Instrumentación del tablero. [VKBCI]

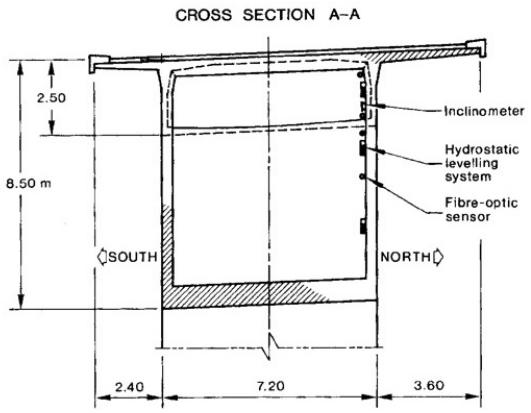


Figura II-32. *Lutrives Bridges*. Instrumentación sección transversal. [VKBCI]

En las Figura II-30, Figura II-31 y Figura II-32 se muestra la instrumentación del puente, que consistía básicamente en la instalación de niveles hidrostáticos en diferentes secciones del tablero [BL].

En el año 2000 **Burdet y Zanella** [BZ] propusieron un método similar para la instrumentación de viaductos de hormigón de sección cajón. El algoritmo se basa en la reproducción de la deformada a partir de los giros y es aplicable a cualquier tipología de puentes. Las características principales de las medidas realizadas son:

- Precisión de los clinómetros: 1 μrad.
- Los clinómetros toman medidas durante un breve espacio de tiempo, generalmente 10 segundos. El valor aportado es la media de todos ellos.
- Paralelamente se toman medidas de la temperatura en diversos puntos de la estructura.

Las ventajas de los clinómetros son [BU]:

- Los giros medidos son absolutos[60].
- Se conectan fácilmente al sistema de adquisición de datos.
- Son fácilmente instalables en cualquier posición de todo tipo de estructura. Además se pueden mover de una estructura a otra, una vez finalizada la monitorización, es decir, son reutilizables.
- Tienen una gran precisión, por lo que son capaces de determinar giros y, por tanto, movimientos muy pequeños.

El método preliminar consistía en la reconstrucción en el ordenador de la deformada a partir de los giros medidos [BZ]. En las Figura II-33 y Figura II-34 se muestra la obtención de una deformada polinómica de tercer y cuarto grado a partir de los giros medidos en tres puntos de un vano tipo: los dos extremos y uno intermedio.

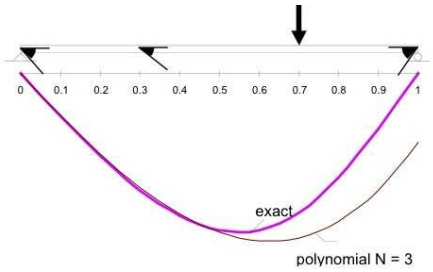


Figura II-33. Reconstrucción de la deformada. Condición de contorno y(0)=0. [BZ]

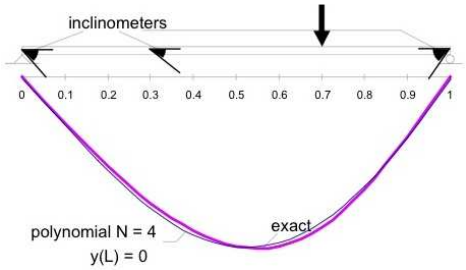


Figura II-34. Reconstrucción de la deformada. Condiciones de contorno y(0)=0 e y(L)=0. [BZ]

[60] Referidos evidentemente a la posición inicial.

La aplicación práctica de este método es difícil, puesto que obliga al cumplimiento exacto de los valores medidos, y muchas veces existen pequeñas desviaciones. En este sentido, este algoritmo fue refinado por sus autores de la siguiente forma: La deformada se obtiene como combinación lineal de deformadas previamente calculadas en la viga. Las estructuras presentan habitualmente deformadas suaves[61]. En la Figura II-35 se muestran los resultados de este método para la misma viga que en el primero.

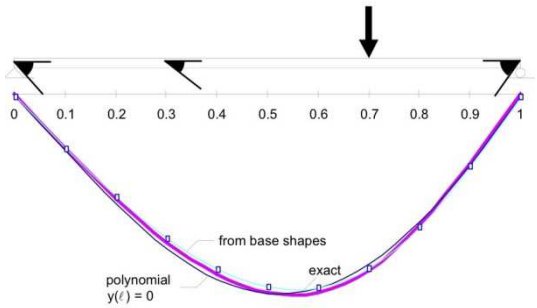


Figura II-35. Reconstrucción de la deformada a partir de deformadas precalculadas

The Mentue Bridge [BU], está formado por dos estructuras gemelas de hormigón de 565 m de longitud -luz máxima 149 m, y altura máxima de pilas 100 m-, construidas mediante la técnica de avance en voladizo para el tren de alta velocidad en el oeste de Suiza. En la Figura II-36 se muestran los sensores dispuestos:

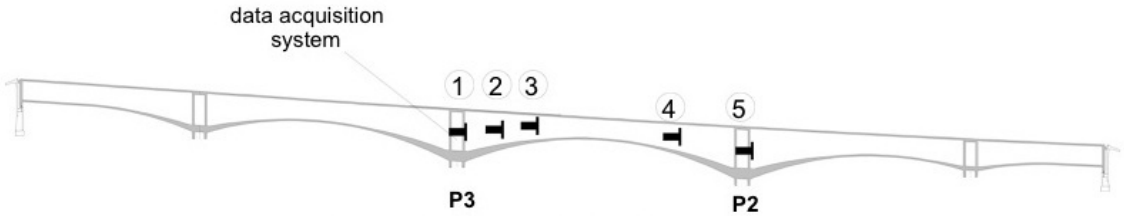


Figura II-36. Localización de clinómetros en el vano principal del puente norte. [BU]

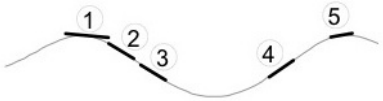


Figura II-37. Determinación de la deformada del tablero a partir de la medición de sus giros. [BU]

Además se realizó una instrumentación térmica permanente acompañada de los mencionados clinómetros y de mediciones realizadas con nivel topográfico, con el fin de corroborar el método.

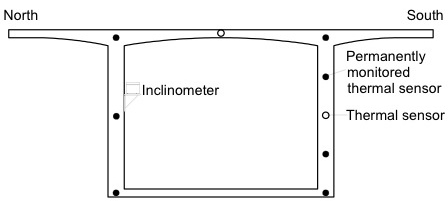


Figura II-38. Situación local de sensores del vano principal en la sección transversal de la estructura. [BU]

[61] En el primer método la deformada obtenida no era suave en muchas ocasiones.

En este puente se pudo comprobar este método [BZ] durante la prueba de carga, tal y como se muestra en la siguiente figura, contrastando la deformada medida directamente, con la obtenida a partir del giro de los clinómetros. El error obtenido fue inferior al 5%.

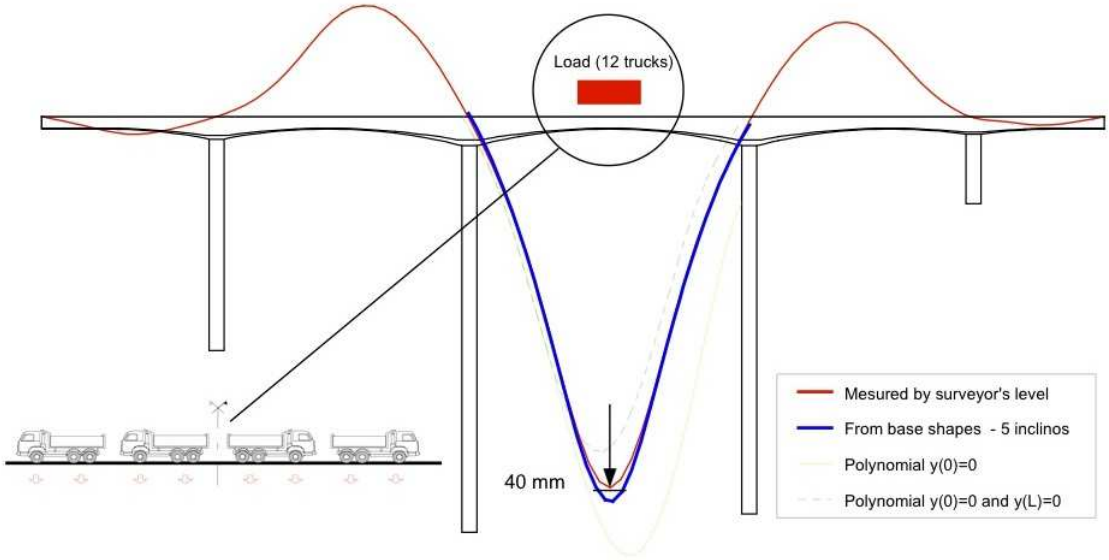


Figura II-39. Deformada para la hipótesis de carga en el vano principal. [BZ]

The Riddes Bridge [BZR], en el oeste de Suiza, está formado por dos estructuras gemelas extradosadas de hormigón cuya luz central principal mide 143 m; su tablero fue también instrumentado con clinómetros, tal y como se muestra en la Figura II-40.

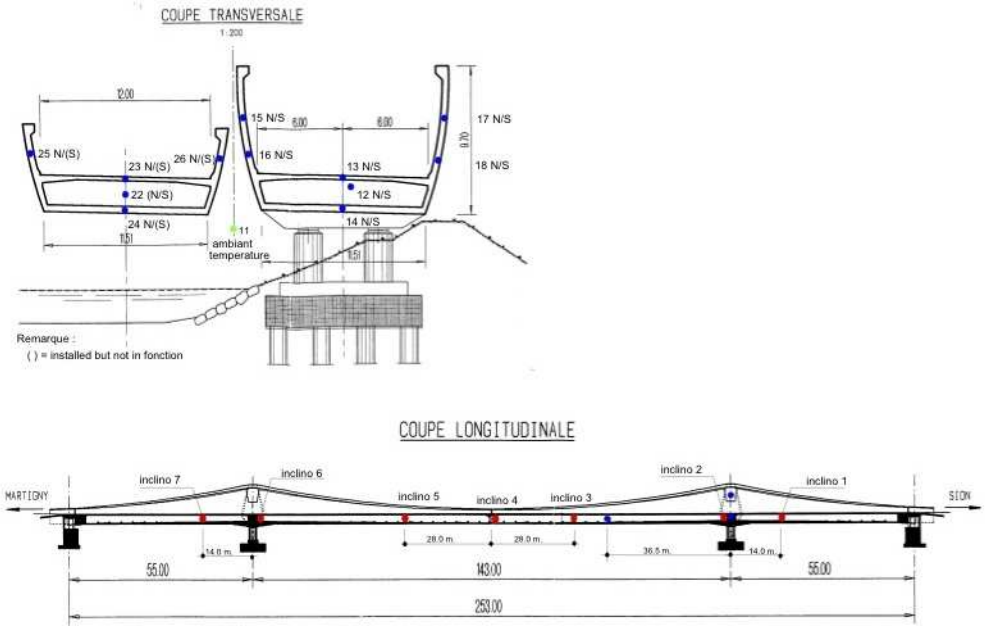


Figura II-40. Instrumentación dispuesta en *The Riddes Bridge*. Inclinómetros y sensores de temperatura. [BZR]

La Figura II-41 muestra cómo las mediciones realizadas son difíciles de interpretar.

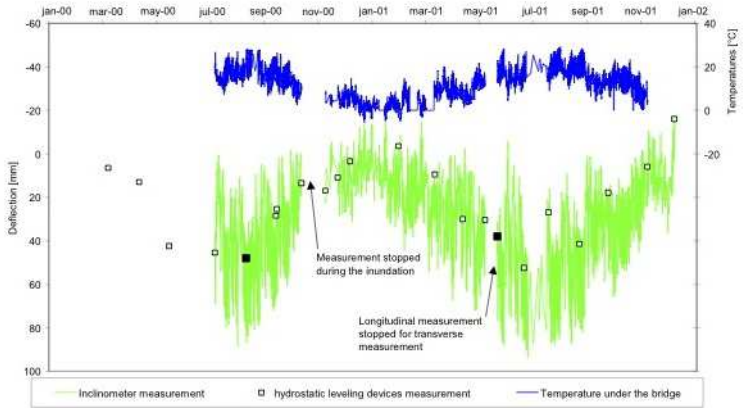


Figura II-41. Deformada esperada del puente sur en el periodo monitorizado. [BZR]

Al igual que han obtenido previamente otros autores, lo que sí quedó de manifiesto es que las deformaciones varían linealmente con la temperatura, tal y como se representa en la Figura II-42.

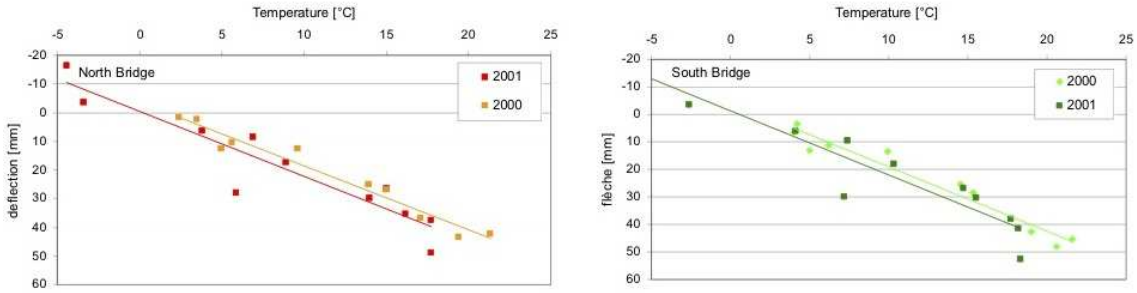


Figura II-42. Relación entre la temperatura y la deformada durante los años 2000 y 2001. [BZR]

El *Viaducto de Almonte*[62] [G], perteneciente al tramo Enlace de Hinojal-Cáceres de la Autovía de la Plata, es una estructura doble de hormigón armado constituida por dos arcos inferiores gemelos de 184 m de luz y 42 m de flecha. Su especial proceso constructivo fue controlado mediante un sistema de instrumentación formado por una cámara de televisión, extensómetros, células de carga, un clinómetro en la pila situada sobre la cimentación del arco, y una estación meteorológica consistente en un termómetro y un anemómetro, todo ello accesible vía internet. Un control topográfico contrastaba los resultados de los sensores con las deformaciones medidas a primera hora de la mañana.

En las tablas incluidas al final de este capítulo se indica una relación de puentes instrumentados con clinómetros -aquéllos que tienen un número 11 en la columna sensores-, clasificados en función de su tipología estructural y del objeto de su instrumentación.

[62] Proyecto de Siegrist y Moreno S.L. Construido por Necso.

2.9 Estructuras instrumentadas con termómetros

La preocupación del ingeniero por el conocimiento de las deformaciones de las estructuras ante las variaciones térmicas, ha provocado que se hayan realizado muchos estudios experimentales, sobre todo, en puentes de hormigón "in situ". En 1970 se comenzaron a instrumentar térmicamente en Nueva Zelanda cuatro puentes de hormigón[63], prolongando las medidas durante cuatro años en tres de ellos [ME]:

- *Bowen Street Overpass*.
- *Lower Shotover River Bridge*.
- *Grafton Gully Nº1 Bridge*.
- *Thorndon Bridge*: puente de vigas.

Los resultados del estudio realizado permitieron concluir que las temperaturas normalizadas eran adecuadas para la climatología del país.

En la década de los 80 se desarrolló en Inglaterra un programa de investigación sobre el comportamiento térmico de los puentes de hormigón [ME].

En aquella misma época, se estaban también midiendo temperaturas y sus deformaciones en puentes en Estados Unidos y Canadá [ME].

- **Hawkins y Clark** realizaron un estudio del *Denny Creek Viaduct* en Washington.
- **Hoffman, McClure y West** analizaron experimentalmente un puente de hormigón pretensado cuyo tablero era de sección cajón en Pennsylvania - *Puente Pennsylvania University Bridge*- (1978). En la Figura II-43 se muestra la instrumentación térmica de dicha sección cajón.

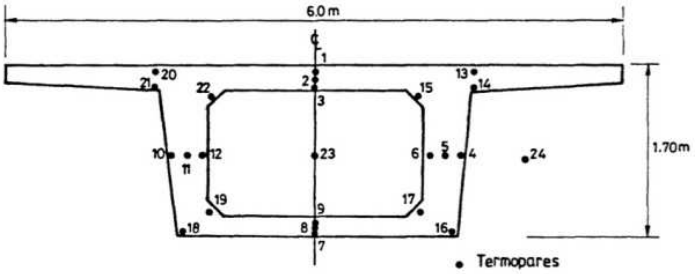


Figura II-43. Disposición de sensores térmicos en el *Puente de la Universidad de Pennsylvania*. [ME]

En Francia, los puentes objeto de estudio fueron el *Puente de Champigny-sur-Yoni* y el *Puente de Toruville-la-Rivière* [MA]. De las campañas realizadas, consistentes en la medición diaria de las reacciones de apoyo[64] y en la observación de las fisuras aparecidas, se dedujo la gran influencia del gradiente vertical del tablero en la flexión [ME].

En España, el Departamento de Estructuras de la ETSICCP de la Universidad Politécnica de Cataluña realizó una prueba de carga controlada del *Viaducto del lado sur de la plaza*

[63] Tres de ellos eran puentes continuos de sección cajón y uno de vigas prefabricadas; todos ellos de hormigón pretensado.
[64] En el *Viaducto de Montabliz*, al estar las pilas empotradas al tablero, y por tanto no existir aparatos de apoyo, no tienen sentido este tipo de mediciones.

Alfonso X El Sabio de Barcelona [AC], previamente a su demolición en 1984. Anteriormente se había realizado una campaña de información con el fin de poder establecer la influencia de la temperatura en el comportamiento tenso-deformacional de la misma.

El Departamento de Tecnología de las Estructuras[65] de la ETSICCP de la Universidad de Cantabria, instrumentó térmicamente una estructura de hormigón en la ampliación del muelle Victoria Eugenia del puerto de Bilbao [ME].

El *Puente Ingeniero Carlos Fernández Casado -Barrios de Luna-*[66] fue instrumentado térmicamente durante su proceso constructivo debido a que era muy sensible a las deformaciones provocadas por las variaciones de temperatura [ME]. De hecho, durante su construcción, y en concreto durante la fase de avance en voladizo, se llegaron a observar variaciones de flechas del orden de 25 cm en el tablero y del orden de 15 cm en las torres.

En los puentes atirantados, como es éste, la puesta en carga de los tirantes y la nivelación de los carros de avance depende directamente de la temperatura a la que esté la estructura. Por tanto, no sólo se instrumentaron las dovelas del tablero, sino también los tirantes y las torres. De esta forma, se obtuvieron gradientes térmicos en el tablero y alargamientos/acortamientos en el tablero y en los tirantes. Se referenciaron estas variaciones con respecto a la temperatura media anual. En la Figura II-44 se representa la disposición de las termorresistencias de una de las dovelas de esta estructura.

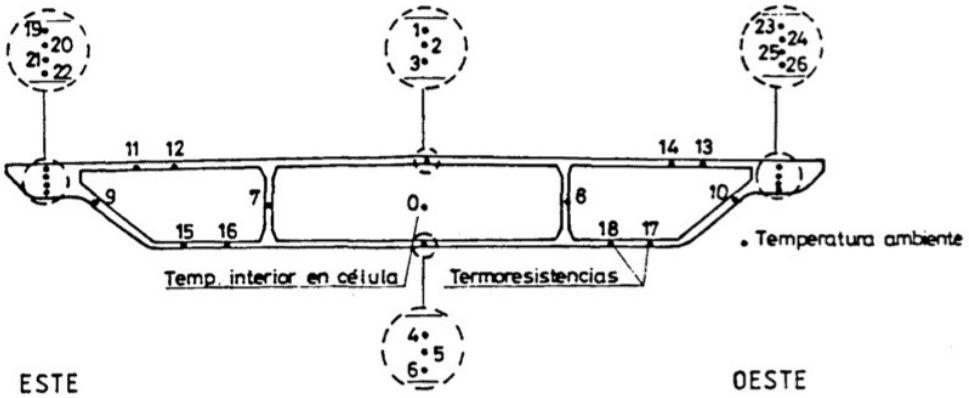


Figura II-44. Disposición de termorresistencias en una dovela del *Puente Barrios de Luna*. [ME]

Los efectos térmicos juegan un papel muy importante en el diseño de los puentes de hormigón, y en particular en aquéllos en los que las pilas se encuentran empotradas al tablero, como es el caso del *Confederation Bridge* y del *Viaducto de Montabliz*, estructura objeto de estudio de este trabajo.

El principal objetivo de la monitorización térmica del *Confederation Bridge* [CTBDGL] fue la predicción de los esfuerzos debidos a la temperatura y la potencial aparición de fisuras. Durante la fase de construcción la principal fuente térmica es el calor de hidratación provocado por la reacción química del cemento con el agua durante el proceso de fraguado del

[65] Hoy en día Departamento de Ingeniería Estructural y Mecánica.
[66] Proyecto de Carlos Fernández Casado S.L.

hormigón. Las temperaturas máximas y mínimas alcanzadas están directamente relacionadas con la futura rigidez del hormigón y con su potencial fisuración.

Para cualquier estudio térmico es necesaria una base de datos de campo de registro de temperaturas. Para ello se instalaron unos sensores térmicos indicados en la Figura II-45.

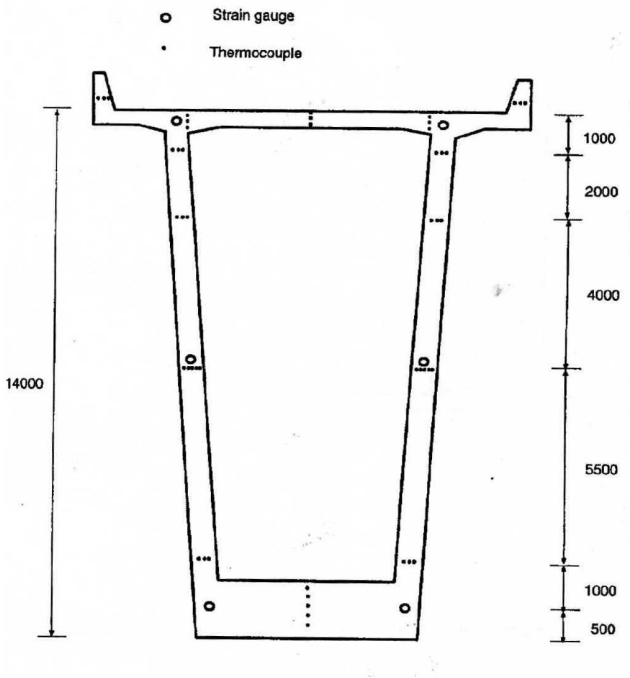


Figura II-45. Sensores térmicos instalados en una sección del tablero. [CTBDGL]

Además, son precisas otras medidas adicionales, como deformaciones en las tres direcciones y movimientos de las juntas de calzada. Con el fin de poder correlacionar las deformaciones del hormigón con la temperatura exterior, se ensayaron en laboratorio sus propiedades térmicas. La información obtenida en la monitorización pretendía:

- Establecer unos valores extremos de la temperatura y del gradiente térmico en varias secciones del tablero.
- Calibrar y mejorar el modelo teórico de la temperatura.
- Establecer unos valores pésimos de esfuerzos térmicos en la estructura.
- Correlacionar las medidas de la temperatura ambiente con las realizadas en el interior del hormigón del tablero.
- Establecer el número de ciclos de hielo-deshielo admisibles en algunos elementos de la estructura.

En 1999, dentro de la línea de investigación sobre las deformaciones diferidas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de Madrid, se realizó un ensayo en el *Viaducto sobre el río Manzanares y la Carretera del Pardo de la M-40* en Madrid [CRPCT], que consistió en la medición de temperaturas y deformaciones, con el fin de contrastar los datos obtenidos con un modelo teórico establecido previamente.

La instrumentación de la estructura [CPTPE] consistió en la instalación de sensores en las barras de acero y de termopares. La disposición de la instrumentación permitió además:

- Evaluar la deformación diferencial entre el núcleo de la sección y los voladizos, pudiendo determinar así la deformación por cortante del ala.
- Establecer la influencia del espesor del hormigón en su distribución interior de temperaturas.

La medición de las temperaturas se centró fundamentalmente durante el fraguado del hormigón en el que se llegaron a alcanzar 90ºC, donde el canto era de 1.8 m, y 55ºC, donde el canto era de 0.35 m, para una cantidad de cemento de 450 kg/cm^3. El hormigón recuperó la temperatura ambiente a los 15 días del hormigonado. Además, debido a la inercia térmica del hormigón se registraron diferencias de 5ºC entre la temperatura ambiente y el interior del hormigón.

El *Jiangyin Bridge* es un puente colgante cuya luz principal tiene 1385 m, situado en Jiangsu (China) [KN]. En las Figura II-46 y Figura II-47 se representa la instrumentación térmica del mismo.

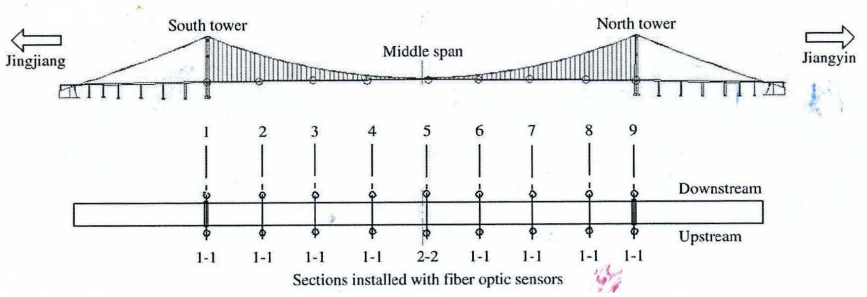


Figura II-46. Secciones instrumentadas en *Jiangyin Bridge*. [KN]

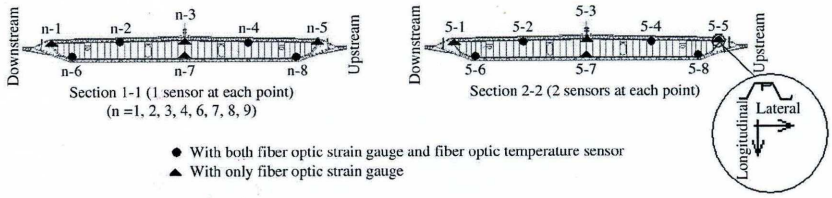


Figura II-47. Instrumentación a nivel seccional instalada en *Jiangyin Bridge*. [KN]

En julio del año 2000 finalizó la construcción del *Puente de Öresund*[67], situado en el estrecho del cual toma su nombre entre Dinamarca y Suecia. Constituye una doble vía de comunicación terrestre -carretera y ferrocarril- de 6.7 km de longitud, mediante un puente central atirantado de 490 m de luz y dos puentes de aproximación cuyo vano tipo mide 140 m. Durante su construcción [SORTHP], y con el fin de comprobar la correcta ejecución de los tableros, se instalaron en cada uno de ellos dos secciones de medida de temperaturas con 13 sensores, 3 sensores de temperatura ambiente bajo el encofrado, 3 en la nave y 2 sensores de velocidad de viento de hilo caliente debajo del encofrado, para modelizar mejor su coeficiente de transmisión superficial. La temperatura se relacionó con la madurez del hormigón mediante un cálculo especial, con el fin de poder automatizar las operaciones de desencofrado y de pretensado.

[67] La construcción de los tableros de los dos puentes de aproximación fue llevada a cabo por el Grupo Dragados S.A.

Desde mayo de 2001 hasta junio de 2005 se midieron temperaturas en distintos elementos del *Puente sobre el río Iregua* en Logroño [C]. Se trata de un puente atirantado de 120 m de luz con orientación este-oeste, cuya monitorización obtuvo registros térmicos cada hora.

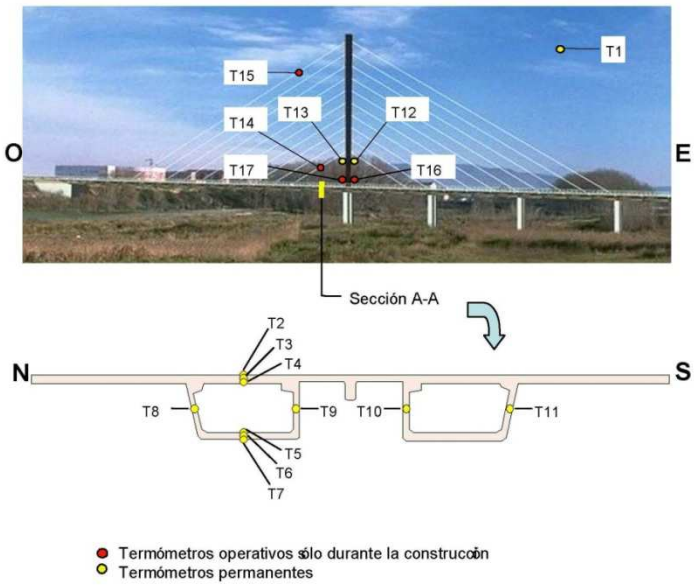


Figura II-48. Distribución de termómetros en el tablero del *Puente sobre el río Iregua*. [C]

Con la disposición de termómetros representada en la Figura II-48 se pretendía realizar un seguimiento de las siguientes características térmicas:

- Variación en el tablero de la componente uniforme de temperatura.
- Perfil vertical térmico en el tablero.
- Gradiente transversal térmico del tablero.
- Diferencia de temperaturas entre:
  - Tirantes y tablero.
  - Pilono y tablero.
  - Caras opuestas del pilono: los valores máximo y mínimo registrados fueron de 19.1ºC y -13.1ºC, respectivamente.

A partir de estos datos, la Dirección Técnica de Estudios Especiales del Ministerio de Fomento, analizó la acción térmica y la comparó con la establecida en la normativa vigente[68]. Del contraste de los valores máximos registrados con los recomendados en dichas normativas se concluyó:

- Incremento térmico: 97% con respecto a la IAP-98 [IAP] y 72% con respecto al Eurocódigo [EAT].
- Gradiente térmico: los valores registrados con y sin firme superan los recomendados por la IAP-98 y el Eurocódigo.
- El perfil vertical de temperaturas se asemeja al del Eurocódigo.

[68] IAP-98 [IAP] y Eurocódigo UNE-EN 1991-1-5 [EAT].

Además, se evaluó la inercia térmica del hormigón tras la colocación del firme: existe un desfase de 4 horas entre los valores máximos y mínimos de la temperatura ambiente y la temperatura media interior del tablero.

Esta instrumentación se encuadra dentro de un programa de toma de datos de la Dirección General de Carreteras que comenzó en el año 2001 y que actualmente sigue en marcha[69]. Al año siguiente del comienzo de la instrumentación de esta estructura, se añadió otra al programa citado anteriormente, el *Puente del Tablate*[70] [C]; se trata de un arco metálico de sección cajón de 1.8 m de canto y 1.2 m de anchura que salva una luz de 125 m sobre el río del que toma su nombre y cuyo tablero es mixto de canto variable desde 0.9 m hasta 1.6 m.

En el año 2002, **Tsiatas, McEwen y Chen**, publicaron un estudio sobre la monitorización del *Jamestown-Verrazzano Bridge* en Rhode Island -USA- [TMC]. Se trata de una estructura de hormigón pretensado cuyo tablero posee sección cajón bicelular construido mediante la técnica de avance en voladizo. Este puente se construyó a principios de los años 90 para sustituir al antiguo Jamestown Bridge. Desde el punto de vista térmico, se analizaron las variaciones tanto diarias como estacionales; en este sentido, los gradientes térmicos obtenidos se ajustan bastante bien a los recomendados por la AASHTO.

En las losas superior e inferior del tablero se instalaron varios termómetros con el fin de evaluar el gradiente vertical, así como la distribución interna de temperaturas, que resultó ser no lineal. Se registraron datos durante un año desde septiembre de 1997. La frecuencia de los registros fue variable, de 1 ó 2 horas cuando la toma de datos iba encaminada a la evaluación de la variación térmica estacional, y de 30 ó 15 minutos cuando se pretendían obtener variaciones diarias de temperatura.

Paralelamente se realizó un estudio de las deformaciones de fluencia y retracción.

El *Viaducto Arroyo Las Piedras*[71] [MPO] es el primer puente mixto construido en una línea de alta velocidad española. Este puente fue instrumentado térmicamente [OMME] durante casi 2 años, desde el otoño de 2007 hasta el verano de 2009 con medidas puntuales cada 10 minutos. Para ello se instalaron 4 termómetros en el vano central del vano 6 -uno en el centro de la losa superior de hormigón, otro en el centro de la losa inferior prefabricada de hormigón y los otros dos, uno en cada alma de acero- y un termómetro exterior a la estructura que medía la temperatura ambiente. En la Figura II-49 se muestra la posición relativa de los termómetros en la sección transversal del tablero.

En el artículo [OMM], se establece un análisis comparativo entre las acciones térmicas en puentes mixtos recomendadas en el Eurocódigo EN-1991-1-5 [EAT] con los resultados obtenidos en la instrumentación del *Viaducto Arroyo Las Piedras*. El estudio realizado muestra una muy buena correlación entre los valores máximos y mínimos de la temperatura ambiente y los medidos en la estructura. Por el contrario, demuestra la existencia de una componente

[69] De hecho se han ido añadiendo otras estructuras también instrumentadas, entre las cuales se encuentra el *Viaducto de Montabliz*, estructura base de este trabajo.
[70] Proyecto de José Antonio Torroja Oficina Técnica S.A. Construido por Dragados Construcción.
[71] Diseñado por IDEAM. Construido por Altec.

horizontal de la acción térmica superior a la propuesta por el citado Eurocódigo debido a la diferente exposición de las almas del tablero en un puente mixto al amanecer y al anochecer.

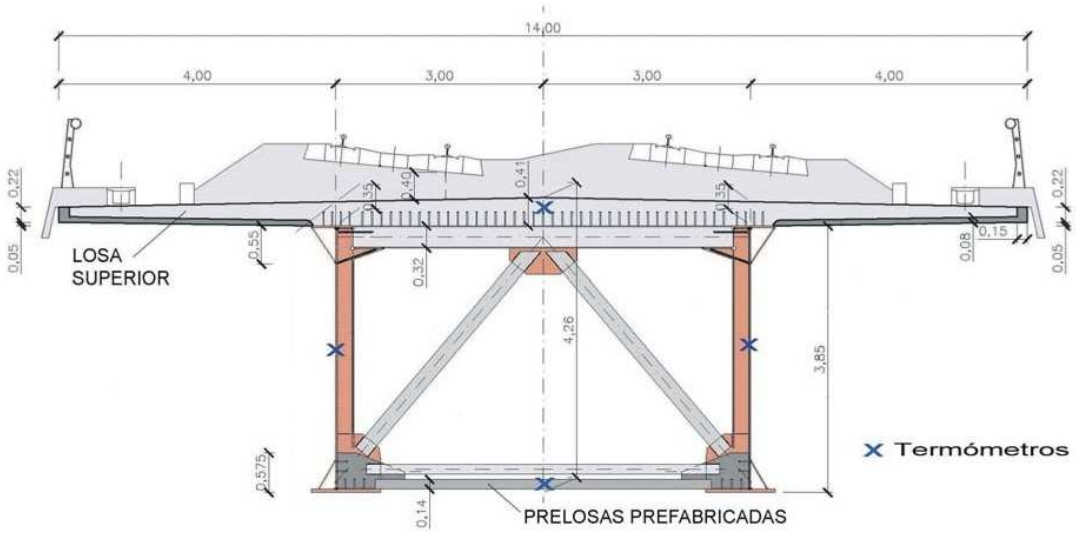


Figura II-49. Posición de termómetros en sección transversal del tablero. *Viaducto Arroyo las Piedras*. [OMME]

Durante varios años se han estado midiendo las temperaturas en varios puntos de la sección transversal del *Vilvoorde Viaduct*, uno de los puentes mixtos más importantes de la red de autopistas belgas [BOPB]. El análisis de los datos registrados indica que existen variaciones importantes de temperatura en un día -valores de 30ºC en 24 horas son frecuentes-. Con respecto al gradiente térmico, se han medido diferencias superiores a 20ºC.

Una aplicación curiosa y reciente de la instrumentación térmica, aunque se salga del ámbito de este trabajo, es la detección de la erosión en pilas cimentadas en cursos fluviales. La diferencia térmica entre la temperatura exterior de la pila, si está enterrada o en contacto con el agua, permite establecer el nivel de erosión [CMCBI].

En las tablas incluidas al final de este capítulo se indica una relación de puentes instrumentados con termómetros -aquéllos que tienen un número 2 en la columna sensores- clasificados en función de su tipología estructural y del objeto de su instrumentación.

2.10 Instrumentación básica

La instrumentación básica de una estructura se resume en 5 tipos de sensores. En la Tabla II-3 se indica un ejemplo de cada uno de ellos, así como el objetivo de los mismos.

Sensor	Objetivo	Ejemplo
Acelerómetro	Vibraciones ante fenómenos climatológicos adversos	Arcos de Alconétar (Cáceres)
Anemómetro-Veleta	Evaluación y caracterización de la acción eólica	Tsing Ma Bridge (Hong Kong)
Clinómetro	Control de inclinación de las pilas y de la rasante del tablero	Viaducto de San Pedro -Ampliación- (Asturias)
Extensómetro	Estado tensional de la estructura	Puente sobre la Bahía de Cádiz (Cádiz)
Termómetro	Evaluación y caracterización de la acción térmica	Confederation Bridge (Canadá)

Tabla II-3. Instrumentación básica de una estructura

2.11 Otros tipos de estructuras instrumentadas

Este trabajo se centra en la monitorización de puentes y viaductos, si bien, esta técnica es aplicable a otros campos.

2.11.1 Cimbras autolanzables

Las estructuras requieren de elementos auxiliares que los soporten durante su construcción. En este sentido, los medios auxiliares son también estructuras, generalmente metálicas, cuyo cálculo se basa en modelos teóricos y empíricos recogidos en la normativa vigente.

Con el fin de conocer el comportamiento real de la estructura, las cimbras autolanzables se han comenzado a instrumentar con extensómetros y células de carga que realizan lecturas en tiempo real de las acciones a las que está sometida la cimbra y de su respuesta estructural. Además se miden también las condiciones ambientales como son la temperatura, y la velocidad y la dirección del viento. El sistema informático es muy similar al de las estructuras convencionales, si bien la conexión se realiza vía wifi, ya que el cableado dificultaría las maniobras de movimiento de la cimbra [OL].

2.11.2 Tensión de adherencia en el terreno

La tensión de adherencia es el parámetro fundamental interviniente en el diseño de los anclajes al terreno, de los pilotes y de los micropilotes. El conocimiento de dicho parámetro tiene un cierto grado de incertidumbre debido a las formas en las que éste se obtenía hasta ahora:

- Ensayos de penetración.
- Tablas de tensiones de adherencia basadas en ensayos ya realizados.

La instrumentación de estos elementos sin embargo, permite conocer la transmisión de las cargas al terreno y, por tanto, las tensiones de adherencia [RGM]. Además, en el caso de los pilotes y los micropilotes se observa el comportamiento de los mismos en los estratos de baja capacidad adherente cuando ésta se agota [RT].

En los bulbos debe estudiarse la posición de los sensores teniendo en cuenta que el número de sensores no puede ser muy elevado debido al espacio limitado. Los sensores miden la deformación; para obtener la fuerza hay que multiplicar por la sección resistente del bulbo en la posición del sensor, que es un dato conocido previamente. De esta forma, para una determinada fuerza de tesado, se puede obtener la fuerza en el bulbo en cada sección instrumentada y, por tanto, las fuerzas que se van transmitiendo al terreno a las distintas profundidades. Con dichas fuerzas y la superficie en contacto con el terreno se obtiene la tensión de adherencia.

Además, la instrumentación de anclajes controla su correcta ejecución, ya que es capaz de detectar problemas en la inyección.

La monitorización de pilotes y micropilotes permite obtener:

- Longitud del elemento que entra en carga.
- Evolución de las tensiones en el elemento en función de la carga aplicada.
- Tensiones límites y remanentes en las capas del terreno que se agoten.

2.11.3 Vías de ferrocarril en placa

La vía en placa o vía sobre placa de hormigón tiene como objetivo obtener una alta calidad de vía disminuyendo los costes de mantenimiento. Su colocación se realiza sin balasto y consta de una placa de hormigón que transmite a la plataforma tensiones uniformemente distribuidas y de menor valor que con balasto. Está constituida a partir de losas de hormigón dispuestas una a continuación de otra. El movimiento relativo de las mismas puede convertir la vía en insegura.

En este sentido, en el año 2008 el consorcio formado por BAM, Flour y Siemens, responsable del mantenimiento de las líneas de alta velocidad de ferrocarril de Holanda, lanzó un proyecto a gran escala que consistía en la instrumentación de toda la vía, dentro del programa SMARTEC [SM]. Dicho proyecto fue muy complejo debido a las exigencias de funcionalidad de una línea de alta velocidad y al espacio reducido. A lo largo de los 80 km de línea de alta velocidad se han dispuesto 130 sensores con el fin de medir movimientos horizontales y verticales, así como la temperatura. Para este proyecto ingenieros de SMARTEC desarrollaron un nuevo sensor de fibra óptica capaz de medir en campos electromagnéticos de alta intensidad, ambiente típico en las líneas de alta velocidad.

2.11.4 Edificación

Los edificios singulares presentan movimientos y deformaciones a lo largo de su vida útil que no son despreciables y que generalmente son controlados mediante sistemas de monitorización. Un campo de trabajo reciente es la instrumentación de edificios en el entorno de una obra, así como de las pantallas perimetrales necesarias para su ejecución [RRV].

2.11.5 Centrales nucleares

En las centrales nucleares, la temperatura es controlada junto con otras magnitudes como la radiación, la humedad, las vibraciones… mediante un sistema de monitorización similar al de las estructuras [HH] [HHM].

2.11.6 Ingeniería naval

SMARTEC ha instrumentado una gran variedad de estructuras de diversa naturaleza. En el año 2008 monitorizó el barco *Four Island* con el fin de conocer su comportamiento estructural. En el proyecto ha colaborado con Pegaso Systems Srl [SMA].

2.11.7 Ingeniería aeronáutica

En el campo de las estructuras aeroespaciales, se publicó un estudio de la NASA para el *Reusable Launch Vehicle X-33*[72] en el año 2007 en el que se utilizaban sensores de fibra óptica.

2.11.8 Tuberías

Otra aplicación de la instrumentación llevada a cabo también por SMARTEC es la implantación de sensores de fibra óptica en tuberías como gaseoductos y oleoductos [ID]. Estas estructuras de gran longitud atraviesan generalmente áreas con ambientes agresivos desde un punto de vista medioambiental o zonas con actividad sísmica importante. Su monitorización permite la detección del daño y su posición y, por tanto, su reparación en tiempo real.

Se trata de estructuras tubulares de gran longitud, por lo que la implantación de sensores discretos de longitud pequeña es prácticamente inabordable. En este sentido se ha desarrollado una técnica capaz de instrumentar este tipo de tuberías mediante pocos sensores de varios kilómetros de longitud: *DITEST Monitoring System*. Se basa en un esquema de detección usando un efecto óptico no lineal denominado *Stimulated Brillouin Scattering*[73]. Este proceso de dispersión es una propiedad intrínseca de la propagación de la luz en materiales silíceos, material del que se compone la fibra óptica. Este efecto manifiesta una bien conocida y reproducible respuesta ante agentes externos como la temperatura y la tensión.

El sistema DITEST tiene dos componentes principales: la unidad de lectura y el sensor. El sensor es un cable de fibra óptica de gran longitud, hasta 5 km en medidas estándar y hasta 25 km en diseños específicos. La unidad de lectura se conecta prácticamente al final del sensor.

2.12 Resumen de estructuras instrumentadas en el mundo

En las siguientes tablas se recoge un resumen de los puentes más representativos instrumentados en el mundo. Los puentes se clasifican de la siguiente forma:

[72] Vehículo lanzador reutilizable.
[73] Dispersión Brillouin estimulada.

- Puentes ejecutados mediante la técnica de avance en voladizo.
- Puentes singulares: arcos, atirantados, colgantes…
- Puentes instrumentados en una fase constructiva específica de los mismos.
- Puentes instrumentados durante su conservación y mantenimiento, debido a la detección de daños durante una o varias inspecciones.
- Puentes medianos.
- Puentes sin clasificar.

Hoy en día, en el proyecto de un puente singular[74] existe una partida[75] para la instrumentación del mismo. Sin embargo, los puentes anteriores a 1990 no se instrumentaban ni parcial, ni totalmente. Algunos de ellos se han instrumentado a posteriori, con el fin de comprobar su comportamiento estructural y gestionar de una forma más eficaz su mantenimiento. Es probable que en los próximos años se instrumenten algunos de los no recogidos aquí.

En la columna *Sensores* -numerados del 1 al 31-, se indican los tipos de dispositivos empleados en la instrumentación.

	Sensor
1	Anemómetros
2	Sondas térmicas
3	Medidores de tensión
4	Acelerómetros
5	Desplazamientos
6	GPS
7	Sistemas de peso de cargas en movimiento
8	Indicadores de corrosión
9	Sensores elasto-magnéticos
10	Sensores de fibra óptica -extensómetros-
11	Clinómetros
12	Sensores de nivel
13	Estaciones totales
14	Sismómetros
15	Barómetros
16	Higrómetros
17	Pluviómetros
18	Cámaras de video
19	Medidor de presión de hielo
20	Acústicos -SoundPrint-
21	ScanPrint
22	Radar -microondas-
23	Velocímetros
24	Bandas extensométricas
25	Topes instrumentados en estribos
26	Fatiga
27	Sensor piezoeléctrico
28	FBG-FRP
29	Fuerza en cables
30	Erosión en Cimentaciones -Scour sensor-
31	Durabilidad

Tabla II-4. Tipo de sensores indicados en las siguientes tablas

[74] Puentes de grandes luces como los puentes colgantes, atirantados, algunos arcos, puentes de avance en voladizo…

[75] Parte en la que se divide el presupuesto.

ESTRUCTURAS INSTRUMENTADAS CONSTRUIDAS MEDIANTE LA TÉCNICA DE AVANCE EN VOLADIZO

Estructura	Año	Localización	Luz[1] (m)	Tipo de sensores	Tiempo
Chongqing Shibanpo Yangtze River Bridge[2] [LLGGO]	2006	Chongqing (China)	330	2, 3, 4, 5	Completo[8]
Stolmasundet Bridge[3] [TP]	1998	Hordaland (Noruega)	301	12	Completo[8]
Raftsundet Bridge	1998	Lofoten (Noruega)	298	1	Dinámico
Xiabaishi Bridge [ZSXX]	2003	Fujian (China)	260	2, 3, 4, 5	Completo[8]
Confederation Bridge [CTBDGL] [H] [KN] [LLS]	1997	Canada	250	1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 18, 19	Permanente
Sao Joao Bridge [SO]	1991	Oporto (Portugal)	250	*	Completo[8]
Xiasha Bridge [LLGGO]	2002	Hangzhou (China)	232	2, 3, 4, 5	Completo[6]
Norddalsfjord Bridge [TP]	1987	Sogn-Fjordane (Noruega)	230.5	3, 12	Completo[8]
Tangxihe Bridge	2009	Chongqing (China)	230	3	Construcción
Votonosi Bridge	2005	Epirus (Grecia)	230	*	Construcción
Støvset Bridge [TP]	1993	Nordland (Noruega)	220	12	Completo[8]
Parrots Ferry Bridge	1979	Columbia (USA)	195	11	Puntual
Jamestown-Verrazzano Bridge [TMC]	1997	Rhode Island (USA)	180	2, 3	1 año
Viaducto de Montabliz[4] [PRO] [PROC] [VPRO]	2005	Cantabria (España)	175	1, 2, 3, 4, 10, 11	Completo[8]
Colle d'Isarco Viaduct [ACGP] [BSS] [GIBS]	1969	Italia	163	1, 2, 3, 8, 10, 11, 16	*
New Benicia-Martinez Bridge[5] [ACGP]	2002	San Francisco (USA)	160	2, 3, 4, 5, 8, 11, 12, 14, 16, 18	Permanente
I35W St Anthony Falls Bridge [FSSHJ] [HFSSJ] [I] [IBDFPSW] [WP]	2007	Minneapolis (USA)	154	2, 3, 4, 5, 8, 10	Completo[8]
The Mentue Bridges [BO] [BU] [BZ]	1997	Suiza	149	2, 6, 10, 11, 12, 13	2 años
The Lutrive Bridges[6] [BL] [BO] [BOL] [DGIV] [ICV] [PVTIB] [VKBCI]	1988	Suiza	143.5	2, 5, 6, 10, 12	5 años
Puente de Guiniguada	2006	Canarias (España)	140	*	*
Meishan Bridge [LLGGO]	2010	Zhejiang (China)	130	4, 5, 7, 10, 14	Completo[8]
The branch 900 Bridge [BWS]	*	Sao Paulo (Brasil)	125	3, 12	Construcción
North Halawa Valley [RJW]	1994	Hawai	110	2, 3, 5, 10, 11	*
Viaducto de Pujayo[4] [PROP]	2005	Cantabria (España)	100	2, 3, 10, 11	Construcción
2nd Narmada Bridge [IB]	2000	Bharuch, Gujarat (India)	95	5, 7	*
Singapore-Malasya Second Link [BM] [OBM]	1997	Singapur	92	2, 3, 4	Completo[8]
Puente de Toruville-la-Rivière [MA] [ME]	1971	Francia	90	3	*
The branch 200 Bridge [BWS]	*	Sao Paulo (Brasil)	90	3, 12	Construcción
Turkey Run Bridge[7] [WWS]	1976	Inidiana	50	2, 3, 5	Completo[8]
Puentes de Champigny-sur-Yoni [MA] [ME]	*	Francia	*	3	*
Puente de Miño	*	Orense (España)	*	*	*
Puente de Riba-roja	*	Tarragona (España)	*	*	*

Tabla II-5. Puentes instrumentados. Avance en voladizo

Leyenda Avance en Voladizo. Tabla II-5.

[1] Luz del vano principal.

[2] Puente de avance en voladizo de mayor luz -Tramo central metálico-.

[3] Puente de avance en voladizo de mayor luz íntegramente de hormigón.

[4] Inicio de la Monitorización en 2005. Inauguración de la estructura en 2008.

[5] La estructura se construyó paralela al Benicia Martinez Bridge o también llamada George Miller Jr. Memorial Bridge (1962).

[6] La estructura se terminó en 1972. En el año 1988 comenzaron las campañas de instrumentación.

[7] La construcción del puente comenzó en 1976 y terminó en 1977.

[8] Construcción y permanente.

(*) No publicado.

ESTRUCTURAS SINGULARES INSTRUMENTADAS -ARCOS-

Estructura	Año Construcción	Año Instrumentación	Localización	Tipología	Luz[1] (m)	Tipo de sensores	Tiempo
Hangzhou 4th Qianjiang Bridge [KN]	*	*	Zhejiang (China)	Arco	580	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13	Completo[3]
Lupu Bridge [FM] [KN]	2003	2003	Shangai (China)	Arco metálico	550	2, 3, 4, 12	Completo[3]
Sydney Harbour Bridge	1932	2005	Sidney (Australia)	Arco metálico	503	1, 2, 15, 16, 17	Climatología
Jingang Bridge[2] [LLGGO]	1903	2009	Tianjin (China)	Arco superior metálico	467	3, 4, 5, 7, 10, 18, 24	Conservación
Wuxia Yangtze River Bridge [FM] [LSZYHW] [MFZZX]	2005	2005	Chong (China)	Arco tubular de acero	460	10, 31	Construcción
Xinguang Bridge [LLGGO] [LZHY]	2007	2007	Guangdong (China)	Arco superior acero	428	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 18	Completo[3]
Chong Caiyuanba Yangtze River Bridge [LLGO] [LLWY]	2007	2007	Chong (China)	Arco superior acero. Ferrocarril	420	2, 3, 4, 5	Completo[3]
Krk-1 Bridge (lado este) [MSW]	1980	2002	Krk island (Croacia)	Arco hormigón	390	10	Conservación
The Fremont Bridge	1973	2001	Portland (USA)	Arco superior metálico	383	1, 2, 3, 16	Conservación
Maocaojie Bridge [SPLYH]	2007	2007	Hunan (China)	Arco tubular de acero	368	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 18	Completo[3]
Laviolette Bridge	1967	2005	Trois Rivières (Canada)	Arco metálico. Cantilever	335	18	Formación de hielo
Guangxi Nanning Yonghe Bridge [ZLZYT]	2004	2004	Nanning (China)	Arco acero	335	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 16, 18	Completo[3]
Silver Jubilee Bridge	1961	2009	Runcorn (Reino Unido)	Arco superior acero	330	31	Conservación
Hoover Dam Arch Bridge Construction [TY]	2010	2010	Colorado (USA)	Arco inferior de hormigón	323	2, 6	Construcción
Indian River Inlet Bridge [CH]	2005	2005	New Jersey (USA)	Arco superior de hormigón	305	3, 4, 5, 6	Completo[3]
Puente Infante Don Enrique [AB] [CCMGFB] [MAMB]	2002	2007	Oporto (Portugal)	Arco laminar de hormigón	280	2, 3, 4, 11	Completo[3]
Qingchuan Bridge	2000	2000	Wuhan (China)	Arco tubular acero	280	28	Conservación
Hernando de Soto Bridge [PWS]	1973	2002	Arkansas (Túnez)	Arco acero	274	4, 14	Sísmico
Arrábida Bridge [RC]	1963	*	Oporto (Portugal)	Arco hormigón	270	4	Dinámico
Puente de Ferrocarril de alta velocidad sobre el embalse de Contreras [MMNFM]	2008	2008	LAV Madrid-Levante (España)	Arco inferior de hormigón	261	3, 11	Construcción
El Arco de los Tilos [PHJS]	2004	2004	Isla de la Palma (España)	Arco inferior de hormigón	255	10	Construcción
New Svinesund Bridge [E] [L] [PS]	2005	2005	Suecia-Noruega	Arco de hormigón. Ferrocarril	247	5, 13	Permanente
Krk-2 Bridge (lado oeste) [MSW]	1980	2002	Krk island (Croacia)	Arco hormigón	244	10	Conservación
Apollo Bridge [FJC]	2005	2005	Bratislava (Eslovaquia)	Arco acero	231	1, 2, 3, 4, 9, 11, 29	*
Arcos de Alconétar [LRC] [P]	2006	2006	Cáceres (España)	Arco metálico- Tablero mixto	220	1, 2, 4	Completo[3]
Puente del Tercer Milenio [OMLTA]	2008	2008	Zaragoza (España)	Arco superior de hormigón	216	3, 10, 13	Apertura arco
Jiujiang Changjiang Bridge -Jiujiang Yangtze River Bridge- [LLGGO]	1992	2009	Jiangxi (China)	Arco superior acero. Ferrocarril	216	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 15, 16, 18	Completo[3]
Skaradin Bridge [BR]	2005	2005	Croacia	Arco hormigón	204	2, 3, 5, 8, 16	Permanente
Maslenica Bridge [BR]	1997	1997	Maslenica (Croacia)	Arco hormigón	200	1, 2, 3, 8, 24	Permanente
Qiantang 4th River Bridge [LLGGO]	2005	2005	Zhejiang (China)	Arco superior acero	196	2, 3, 4, 5, 18	Completo[2]
Viaducto de Almonte [CP] [G]	2003	2003	Cáceres (España)	Arco inferior hormigón	184	1, 2, 3, 10, 11, 18, 24	Completo[3]
Puente arco de Ricobayo [PFH]	1995	1995	Zamora (España)	Arco inferior mixto	168	*	*

ESTRUCTURAS SINGULARES INSTRUMENTADAS -ARCOS-

Estructura	Año Construcción	Año Instrumentación	Localización	Tipología	Luz[1] (m)	Tipo de sensores	Tiempo
Viaducto de Ulla (ADIF) [VAPP] [VCSC]	2010	2010	LAV Orense-Santiago	Arco triangular. AVE	168	1, 2, 3, 10, 11, 13, 24, 25	Completo[3]
Zhengzhou Yellow River Bridge [LLGGO]	2006	2006	Henan (China)	Arco acero	168	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 18	Completo[3]
Puente sobre el embalse de El Burguillo [CRPRS]	1997	1997	Ávila (España)	Arco inferior de hormigón	165	2, 10	Construcción
Viaducto de Navia [GJA] [GJAN]	2006	2006	Asturias (España)	Arco superior	160	2, 10	Construcción
Viaduct on the Landslide of Boschi di Valoria [DMP]	2009	2009	Modena (Italia)	Arco tubular de acero	160	10	Completo[3]
Puente de Onteniente [TO]	1997	1997	Valencia (España)	Arco superior mixto	140	*	Completo[3]
Cetina Bridge [BR]	2006	2006	Croacia	Arco hormigón	140	1, 2, 3, 8, 24	Permanente
Ebian Daduhe River Bridge [LLGGO]	1995	2005	Sichuan (China)	Arco superior metálico	138	2, 3, 10, 28	Corrosión
Puente del Tablate [C] [GM]	2002	2002	Granada (España)	Arco inferior metálico	125	1, 2, 4	Completo[3]
Luoyang Yingzhou Bridge [LLGGO]	2009	2009	Henan (China)	Arco acero	120	5, 10	Completo[3]
Siggenthal Bridge [GIP] [IRAVNG] [LLS]	2002	2002	Suiza	Arco de hormigón	117	2, 5, 10, 11	Construcción
Pedro e Inés Footbridge [CCMGFB]	2007	2007	Coimbra (Portugal)	Arco inferior metálico	110	4	Dinámico
Gateshead Millenium Bridge	2001	2001	Inglaterra	Arco superior metálico móvil	105	11, 18	Permanente
Bolshoj Moskvoretsky Bridge [IM]	2003	2003	Moscú	Arco	92	2, 10	Conservación
Pont Adolphe	1899-1903	2006	Luxemburgo	Arco de piedra	84.6	10	Conservación. Fisuras
Viaducto sobre Rego das Lamas [RPR]	2010	2010	Lalín (España)	Arco superior acero. Ferrocarril	80	3	Construcción
Viaducto Arcos de Jalón	2000	2000	LAV Madrid-Barcelona	Hormigón pretensado. AVE	60	*	Empuje
Viaducto de Añorga	2011	2011	San Sebastián (España)	Arco superior acero. AVE	42.5	5, 10	Prueba de carga
James Joyce Bridge [MC]	2003	2003	Dublín (Irlanda)	Arco metálico superior	40	1, 5	Completo[3]
Coalport Bridge	1818	2004	Severn (Inglaterra)	Arco inferior metálico	32	*	Movimientos
Chaobaihe Bridge [LLGGO]	*	*	Beijing (China)	Arco	*	3, 4, 5, 10	Completo[3]
Guemmenen Viaduct	2009	2009	Suiza	Arco de piedra	*	10	Dinámico
Streicker Bridge	2009	2009	Princeton (USA)	Arco metálico	*	10	Completo[3]
Qiao Bridge [LLGGO]	*	*	Guangdong (China)	Arco superior acero	*	1, 3, 4, 6, 18, 26	Completo[2]

[1] Luz del vano principal.
[2] El puente original fue construido en 1903. Ha sido reconstruido en 1924 y 1996.
[3] Construcción y permanente.
(*) No publicado.

Tabla II-6. Puentes instrumentados. Arcos

ESTRUCTURAS SINGULARES INSTRUMENTADAS -PUENTES ATIRANTADOS-

Estructura	Año	Localización	Luz[1] (m)	Tipo de sensores	Tiempo
Shanghai Chongming Crossing [KN] [W]	2005	Shangai (China)	1200	1, 3, 4	2 años
Sutong Bridge [KN] [W]	2003	Jiangsu (China)	1088	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 16, 18	4 años
Stonecutters Bridge [KN] [W]	2001	Hong Kong	1018	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 18	Permanente
Tatara[2] [TK]	1999	Japón	890	*	*
Tampico[3] [GMSERM]	1988	Méjico	878	4	Dinámico
Puente de Normandía [PHJ] [VN]	1995	Le Havre (Francia)	856	21	*
Shanghai Yangtze River Bridge [LLGGO]	2009	Shangai (China)	750	1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 14	Completo[5]
Dovalí [GMSERM]	2000	Méjico	698	4	Dinámico
Xiangshan Harbour Bridge	2011	Ningbo (China)	688	*	Completo[8]
Nanjing 3rd Bridge [LLGGO]	2006	China	648	1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 15, 16, 18	Permanente
2nd Nanjing Yangtze River Bridge [FM] [KN]	2000	Jiangsu (China)	628	1, 2, 3, 4, 7, 9, 13, 16	*
Jintang Bridge [LLGGO]	2009	Zhejiang (China)	620	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 29	Completo[5]
Wuhan Third Yangtze Bridge	2000	Hubei (China)	618	10	*
Yang Pu Bridge	1993	Shanghai (China)	602	13	Movimientos
Xiazhang Bridge [LLGGO]	*	Fujian (China)	600	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 14, 16	Completo[5]
Xupu Bridge [KN]	1997	Shangai (China)	590	2, 3, 4, 7, 12	*
Meiko Chuo Bridge	1997	Aichi (Japón)	590	4, 14	Dinámico
Rion-Antirion Bridge -Harilaos Trikoupis Bridge- [IPS] [MVK] [PSV]	2004	Golfo de Corinto (Grecia)	560	1, 3, 4, 5, 18	Permanente
Puente de la Bahia[4] [CP] [EMCCOJ] [MCESVP]	2010	Cádiz (España)	540	1, 2, 3, 4, 10, 11	Construcción
Skarnsundet Bridge	1991	Trondheim (Noruega)	530	1, 2, 3, 4, 5, 11	Completo[8]
Queshi Bridge	1999	Guangdong (China)	518	4, 14	Dinámico
Tsurumi Tsubasa Bridge [FS] [TK]	1994	Hiroshima (Japón)	510	4	Completo[5]
Oresund Bridge [PCRKVR]	2000	Dinamarca-Suecia	490	1, 2, 3, 4, 16	4 años
Higashi-Kobe Bridge [TK]	1993	Japón	485	4, 5	Cimentación
Zhanjiang Bay Bridge[5] [KN]	2006	Guangdong (China)	480	1, 2, 3, 5, 6, 9, 11, 14, 16	*
Ting Kau Bridge [A] [KN] [KNZWZ] [W]	1998	Hong Kong	475	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 18	Permanente
Seohae Bridge [GPCJ] [KN]	2000	Corea del Sur	470	1, 3, 4	Permanente
Grand Yongjiang River Bridge	2010	Ningbo (China)	468	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 14, 16, 24	Completo[8]
Alex Fraser Bridge	1986	Vancouver (Canadá)	465	20	*
Ningbo Yongjiang Bridge [LLGGO]	2011	Zhejiang (China)	464	1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 16, 26	Completo[5]
Yokohama Bay Bridge [FS] [TK]	1989	Kanawa (Japón)	460	4, 5	Completo[5]
Second Severn Crossing Bridge	1996	Severn River (Inglaterra)	456	1, 2, 4, 18	Dinámico

ESTRUCTURAS SINGULARES INSTRUMENTADAS -PUENTES ATIRANTADOS-

Estructura	Año	Localización	Luz[1] (m)	Tipo de sensores	Tiempo
Dafosi Bridge [KN] [ZFCHB]	2001	Chongqing (China)	450	2, 3, 4, 5, 10, 12	*
Hangzhou Bay Bridge [KN] [LLGGO]	2007	Zhejiang (China)	448	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 29, 30	Completo[8]
Puente Barrios de Luna[6] [ME] [MJ]	1983	León (España)	440	2, 5	Construcción
Tongling Yangtze River Bridge [KN] [LLGGO]	1995	Anhui (China)	432	1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16	Completo[8]
Kap Shui Mun Bridge [ACGP] [KN] [W]	1997	Kowloon-Lantau (Hong Kong)	430	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 18	*
Helgeland Bridge	1991	Sandnessjoen (Noruega)	425	4, 14	Dinámico
Puente Vasco de Gama [PHJ]	1999	Lisboa (Portugal)	420	21	*
Donghai Bridge -East Sea Bridge- [KN]	2005	Shangai (China)	420	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8	Completo[8]
Runyang North Bridge [FM] [KN]	2005	Jiangsu (China)	406	1, 2, 3, 4	Construcción
Meiko-Nishi Bridge [TK]	1985	Nagoya (Japón)	405	4	*
Puente de Rande [ME]	1981	Vigo (España)	401	2	Construcción
Donghai Crossing [W]	2005	Hong Kong	400	*	*
Fred Hartman Bridge	1995	Texas (USA)	381	20	Dinámico
Hale Boggs Memorial Bridge	1983	Louisiana (USA)	373	20	Dinámico
Sunshine Skyway Bridge[7]	2003	Florida (USA)	366	6	Movimientos
The 1st Jindo Bridge [NJSJMCUYAF]	1984	Corea del Sur	344	1, 3, 4, 11	Completo[8]
The 2nd Jindo Bridge [NJSJMCUYAF] [YM]	2006	Corea del Sur	344	1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 16	Completo[8]
Viaducto de Millau [BSVCVF] [CCMGFB] [CDEGHLSVV]	2004	Millau (Francia)	342	4	Dinámico
Wuhu Yangtze River Bridge [FM] [KN]	2000	Anhui (China)	312	2, 3, 4, 5, 10, 12	*
Haihe Bridge [LLGGO]	2011	Tianjing (China)	310	3, 4, 5, 7, 10, 18	Completo[8]
Binzhou Yellow River Bridge [KN]	2004	Shandong (China)	300	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10	Completo[8]
Montodine cable-stayed bridge [GC]	*	Montodine (Italia)	252	4, 22	Dinámico
New River Suir Bridge [AMMSBF] [AS] [RLR]	2009	Waterford (Irlanda)	230	1, 2, 4, 5, 12, 13, 24	Completo[8]
Figueira da Foz Bridge [RC]	*	Oporto (Portugal)	225	4	Dinámico
Katsushika Harp Bridge [TK]	1987	Japón	220	4	Permanente
Onomichi Bridge [TK]	1968	Hiroshima (Japón)	215	*	*
Shenzen Bay Bridge -Shenzhen Western Corridor- [KN] [LFL] [LLGGO] [W]	2002	Hong Kong	210	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 15, 16, 17, 18, 28	Completo[5]
Puente atirantado de Arriaca [SB]	*	Guadalajara (España)	201	2, 3, 10, 11	Tesado tirante
Puente del Alamillo	1992	Sevilla (España)	200	2, 3, 24	Construcción
Shin-Inawaga [TK]	1998	Osaka (Japón)	200	*	*
Ashigara Bridge [TK]	1991	Shizuoka (Japón)	185	4	*
Qiantangjiang 3rd Bridge [LLGGO]	1996	Zhejiang (China)	168	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Completo[8]

ESTRUCTURAS SINGULARES INSTRUMENTADAS -PUENTES ATIRANTADOS-

Estructura	Año	Localización	Luz[1] (m)	Tipo de sensores	Tiempo
Marghera Bridge [IDV]	2003	Venecia (Italia)	126	10	Construcción
Viaduct in Povazska Bystrica [SMNT]	2010	Povazska Bystrica (Eslovaquia)	122	2, 3	Construcción
Puente sobre río Iregua [C]	2001	Logroño (España)	120	2	Completo[8]
Cesare Cantu over Adda River Bridge [GC] [GG]	2009	Lecco (Italia)	110	4, 22	Dinámico
Puente atirantado Puerta de las Rozas sobre la A-6 [AGCS]	2007	Madrid (España)	102	10	Tesado tirantes
Crussel Bridge	Construcción	Helsinki (Finlandia)	92	1, 2, 4	Dinámico
Puente atirantado de acceso al Parque Científico y Tecnológico de Cantabria [ACS]	2007	Santander (España)	72	3, 5, 10	Tesado tirantes
Minpu Bridge	2005	Shangai (China)	*	1, 3, 4	1 año
Puente de Elche	*	Valencia (España)	*	*	*
Hangzhou Wenhui Bridge [LLGGO]	*	Zhejiang (China)	*	3, 4, 5, 29	Completo[8]
Zhaobaoshan Bridge [LLGGO]	*	Zhejiang (China)	*	3, 4, 5, 10	Completo[8]
Chongqing Masangxi Yangtze River Bridge [LLGO]	2001	Chongqing (China)	*	2, 3, 4, 5, 29	Completo[8]
Songhuajiang River Bridge [LLGGO]	*	Heilongjiang (China)	*	2, 3, 4, 5, 7, 10, 18	Completo[8]
Qingdao Bay Bridge [LLGGO]	2011	Shandong (China)	*	2, 3, 4, 5, 29	Completo[5]
Jiashao Bridge [LLGGO]	Construcción	Zhejiang (China)	*	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 28, 29, 30, 31	Completo[5]

[1] Luz del vano principal.
[2] Puente atirantado de mayor luz en Japón.
[3] Se realizó otro ensayo en 1998.
[4] La ejecución de la estructura comenzó en 2007.
[5] Se construyó en 1998.
[6] Puente Ingeniero Carlos Fernández Casado.
[7] Se construyó en 1987.
[8] Construcción y permanente.
(*) No publicado.

Tabla II-7. Puentes instrumentados. Atirantados

ESTRUCTURAS SINGULARES INSTRUMENTADAS -PUENTES COLGANTES-

Estructura	Año Construcción	Año Instrumentación	Localización	Luz[1] (m)	Tipo de sensores	Tiempo
Akashi Kaikyo Bridge[2] [ACGP] [KN] [TK]		1998	Hyogo (Japón)	1991	1, 4, 5, 6, 8, 14, 16, 23	Completo[9]
Xihoumen Bridge[3] [LLGGO]		*	Zhejiang (China)	1650	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 29, 30	Permanente
Great Belt East Bridge [KN] [WA]		1998	Dinamarca	1624	8	*
Storebaelt Bridge		1998	Dinamarca	1624	1	Servicio
Runyang South Bridge [FM] [KN]		2005	Jiangsu (China)	1490	1, 2, 3, 4, 6	Construcción
Humber Bridge[4] [HFWM] [CCMGFB]	1981	2008	Humberside (Inglaterra)	1410	1 ,2, 4, 6, 16	*
Jiangyin Yangtze River Bridge [FM] [KN]		1999	Jiangsu (China)	1385	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 13	*
Tsing Ma Bridge [ACGP] [CKKCK] [KN] [W]		1997	Hong Kong	1377	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 18	*
Verrazano-Narrows Bridge	1964	2004	Nueva York (USA)	1298	4	Dinámico
Golden Gate[5] [KPCDFGT]	1937	*	San Francisco (USA)	1280	1, 2, 4, 11	Dinámico
Yangluo Yangtze River Bridge [LLGGO]		2007	Hubei (China)	1280	3, 4, 5, 6	Completo[9]
Höga Kusten (High Coast) Bridge		1997	Västernorrland, Sweden	1210	2, 16	Servicio
Mackinac Bridge	1957	*	Mackinac Straits, Mich.	1158	1, 2, 7, 15, 16, 17	
Seto Ohashi Bridge[6] [TK]		1978	Seto Inland Sea (Japón)	1100	4	*
Minami Bisan-Seto Bridge		1988	Japón	1100	1, 2, 4	Dinámico
Fatih Sultan Bridge [ACAA]		1988	Estambul (Turquía)	1090	6	Servicio
George Washington Bridge	1931	1998	Nueva York (USA)	1067	1, 20	Conservación
Third Kurushima Bridge		1999	Japan	1030	4	Servicio
Second Kurushima Bridge		1999	Japan	1020	4	Servicio
Forth Road Bridge	1964	2009	Queensferry (Escocia)	1006	20	Conservación
Kita Bisan-Seto Bridge		1988	Japón	990	1, 2, 4	Dinámico
Severn Bridge [RB]	1966	2010	Beachley (Inglaterra)	988	4, 6	Dinámico
Yichang Bridge		2001	Hubei (China)	960	*	*
Humen Pearl River Bridge [FM] [KN]		1997	Guangdong (China)	888	3, 6, 11, 12	*
The Humen Suspension Bridge [J]		1997	Guangdong (China)	888	1, 4	Dinámico
Ohnaruto Bridge [FYMY]		1988	Japón	876	24	Conservación
Tacoma Narrows II [IA]	1950	1971	Washington (USA)	853	1, 2, 4	Dinámico
The New Carquinez Bridge [UHBM]		2003	California (USA)	728	1	Viento
Hakucho Bridge [FS] [FSNS]		1998	Japón	720	1, 4	Dinámico
Kanmon Bridge [TK]		1973	Honshu-Kyushu Islands (Japón)	712	*	Aerodinámico
San Francisco-Oakland Bay Bridge	1936	2010	San Francisco Bay	704	20	Conservación
Bronx-Whitestone [PH]	1939	*	Nueva York (USA)	701	20	*

ESTRUCTURAS SINGULARES INSTRUMENTADAS -PUENTES COLGANTES-

Estructura	Año Construcción	Año Instrumentación	Localización	Luz[1] (m)	Tipo de sensores	Tiempo
Pierre Laporte Bridge [LSSL]	1970	1996	Quebec (Canada)	668	6	Dinámico
Delaware Memorial Bridge	1951	1968	Delaware (USA)	655	18	Tráfico
Rainbow Bridge [FS] [TK]		1993	Tokyo (Japón)	570	4, 5	Completo[7]
Throgs Neck Bridge	1961	2005	Nueva York (USA)	549	4	Servicio
Benjamin Franklin Bridge	1926	2010	Philadelphia (USA)	533	*	Servicio
Bear Mountain Bridge	1924	2006	Nueva York (USA)	497	1, 3	Servicio
Williamsburg Bridge	1903	*	Nueva York (USA)	488	3, 4	1 año
Jr Memorial Bay Bridge	1952	*	Chesapeake Bay (USA)	488	20	Servicio
Brooklyn Bridge[7]	1883	2009	Nueva York (USA)	486.3	2, 4, 10, 11	Servicio
Mid-Hudson Bridge	1930	2000	Nueva York (USA)	457	1, 18	Tráfico
Manhattan Bridge	1909	2005	Nueva York (USA)	448	2, 3, 10	Servicio
Triborough Bridge	1936	*	Nueva York (USA)	421	1	Servicio
Wakato Bridge[8] [TK]		1962	Kyushu (Japón)	367	*	Aerodinámico
Foshan Pingsheng Bridge [LLGGO]		2010	Guangdong (China)	350	1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 14, 15, 16	Completo[9]
Tamar Suspension Bridge [KCWBLCW]	1961	2001	Plymouth (Inglaterra)	335	1, 2, 3, 4, 5, 10, 12	Ampliación
Millenium Bridge [MX]		2000	Londres (Inglaterra)	144	1, 4, 6	Dinámico
Xihe Bridge [LLGGO]		2004	Tianjing (China)	115	3, 4, 5, 10, 18	Completo[9]
Qingdao Bay Bridge [LLGGO]		2011	Shandong (China)	*	2, 3, 4, 5, 29	Completo[5]

Tabla II-8. Puentes instrumentados. Colgantes

[1] Luz del vano principal.

[2] Puente colgante de mayor luz en Japón.

[3] Puente colgante de mayor luz en China.

[4] El puente se terminó en 1981. El primer ensayo dinámico se realizó en 1985, que fue escaso en medios. En 2008 se realizó un nuevo ensayo.

[5] Fue construido entre 1930 y 1937.

[6] Conjunto de puentes de grandes luces de 9.4 km de longitud en total.

[7] Fue construido entre 1870 y 1883.

[8] Primer puente instrumentado en Japón.

[9] Construcción y permanente.

(*) No publicado.

ESTRUCTURAS SINGULARES INSTRUMENTADAS -OTRAS TIPOLOGÍAS-

Estructura	Año	Localización	Tipología	Luz[1] (m)	Tipo de sensores	Tiempo
Minato Bridge [TK]	1974	Osaka (Japón)	Cantilever metálico	510	*	*
Commodore Barry Bridge [KN]	1974	Pennsylvania-New Jersey (USA)	Cantilever metálico	501	*	*
Commodore John Barry Bridge	1974	Chester (USA)	Cantilever metálico	501	4	Dinámico
Crescent City Connection Bridge	1958	Nueva Orleans (USA)	Cantilever metálico	480	18	Tráfico
Howrah Bridge	1943	Calcuta (India)	Cantilever	457	18	Tráfico
Tappan Zee Bridge	1955	Nueva York (USA)	Cantilever	369	1	Viento
Maurice Tobin Memorial Bridge[2] [B]	2008	Boston (USA)	Cantilever metálico	244	1, 2, 3, 4, 11	*
Kingston-Rhinecliff Bridge	1957	Nueva York (USA)	Cantilever	244	1	Viento
Huey Long Bridge[3] [LLGGO]	2011	Nueva Orleans (USA)	Cantilever metálico	241	1, 2, 3, 4, 11	Ampliación
Viaducto de Ulla (DGF) [MOMG]	Construcción	LAV Coruña-Pontevedra	Celosía mixta de canto variable. AVE	240	*	*
San Cristobal[4] [GMSERM]	2004	Méjico	Mixto	178	3, 4, 11	4 años
1st Nanjing Yangtze River Bridge [KN]	1968	Jiangsu (China)	Metálico	160	1, 2, 3, 4, 5, 7, 14	*
The Riddes Bridges [BO] [BZR]	1999	Suiza	Puente extradosado de hormigón	143	2, 12, 13	4 años
Infiernillo [GMSERM]	2002	Méjico	Cantilever metálico	102	4	Dinámico
Asa Bridge [FHKMOU]	*	Hiroshima (Japón)	Cantilever metálico	73.8	10	Dinámico
Puentes levadizos en la Mexico city [GMSERM]	2004	Méjico (Méjico)	Levadizo. Hormigón	43	3, 4, 5	Construcción
Götaälvbridge [E]	*	Suecia	Levadizo. Acero	*	10	Permanente

[1] Luz del vano principal.

[2] La estructura se terminó en 1950. En el año comenzó el proyecto de instrumentación. En 2009 se realizaron los ensayos.

[3] El puente fue construido en 1934.

[4] El puente se cayó durante su empuje y por eso fue instrumentado. Se inauguró en el año 2006.

(*) No publicado.

Tabla II-9. Puentes instrumentados. Estructuras singulares. Otras tipologías

ESTRUCTURAS INSTRUMENTADAS DURANTE OPERACIONES ESPECÍFICAS DE SU CONSTRUCCIÓN

Estructura	Año	Localización	Tipología	Luz[1] (m)	Tipo de sensores	Tiempo	
Chiapas [GMSERM]	2003	Méjico	Metálico	168	1, 2, 3, 4, 5	Lanzamiento	
Viaducto de San Pedro[2] [CP] [TSH] [TSHN]	2008	Asturias (España)	Ampliación	150	1, 2, 3, 10, 11	Ampliación	*
Viaducto de Guadalfeo [CP]	2005	Granada (España)	Celosía. Losa hormigón empujada	140	*		*
Puente Colgante de Amposta[3] [PACG] [PACGHV] [PACV] [VGH]	2007	Amposta (España)	Colgante	134	2, 3, 5, 10	Sustitución cables	
Viaducto de Nalón[4] [CP]	2006	Asturias (España)	Mixto. Empuje	124	10	Empuje	
Viaducto de Canero[5] [PC]	1998	Luarca (España)	Puente empujado mixto	110	3, 24	Empuje	
Viaducto del Estrecho de Paredes [ALML] [CP]	2009	Cuenca (España)	Mixto. Empuje	104	1, 3, 5	Empuje	
Pasarela sobre el río Pisuerga [GMR] [RG]	2011	Valladolid	Banda tesa pretensada	95	2, 24	Ensayo micropilotes/Tesado pletina	
Viaducto de Regueirón [CP]	2008	Asturias (España)	Mixto. Empuje	92	3, 11	Empuje	
Viaducto de San Timoteo[5]	2007	Asturias (España)	Mixto	90	*	Empuje	
Pasarela de Abandoibarra[6] [MPR]	2003	Bilbao (España)	Lámina Plegada	84	*	Descimbrado	
Viaducto del río Porcía [SMAV]	2010	Asturias (España)	Mixto. Empuje	80	6, 13	Empuje	
Viaducto de Cañizares [CP]	2008	Granada (España)	Mixto. Empuje	75	*		*
Viaducto sobre río Deza [PPROM]	2010	LAV Orense-Santiago (España)	Arco triangular. AVE	75	1, 11	Empuje	
Viaducto Anzo 2 [PPROM]	2010	LAV Orense-Santiago (España)	Arco triangular. AVE	70	1, 11	Empuje	
Viaducto de Huerva	2003	Zaragoza (España)	Mixto. AVE	66	*	Lanzamiento	
Viaducto de Vegarrozadas [CP]	2004	Asturias (España)	Hormigón pretensado. Empuje	48	*	Empuje	
Viaducto de Majalahita	2005	Madrid (España)	Empuje de dovelas de hormigón. AVE	45	*	Empuje	
Puente de Alonsotegui [TPBSCL]	*	Bilbao (España)	Mixto. Empuje	*	10	Empuje	

[1] Luz del vano principal.

[2] Fue construida en 1993. Durante los años 2007 a 2009 se amplió el tablero.

[3] Proyecto de Eugenio José Ribera de principios del s XX. Proyecto de rehabilitación de PROES Consultores, S.A. Las obras de rehabilitación comenzaron en 2007.

[4] Se instrumentó el empuje a raíz de un accidente el 28 de febrero de 2006. Instrumentado en 2006-2007.

[5] Ampliación en 2007.

[6] Se instrumentó durante el desapeo de la estructura metálica.

(*) No publicado.

Tabla II-10. Puentes instrumentados durante una operación específica

ESTRUCTURAS INSTRUMENTADAS DURANTE EL MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS MISMAS

Estructura	Año Construcción	Año Actuación[1]	Localización	Tipología	Luz[2] (m)	Daño	Tipo de sensores
Comodore Barry Bridge [ACGP]	*	1974	Pennsylvania (USA)	Cantilever metálico	500	*	1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 16, 18
The New Traneberg Bridge[3] [E]	1934	2002	Suecia	Arco	181	Tablero y pilas	2, 3, 10
García Sela [GMSERM]	1976	1996	Méjico	Metálico	140	Vibraciones y defectos en almas	3, 4
Grafton Gully Nº1 Bridge[4] [ME]	1910	2008	Auckland City (Nueva Zelanda)	Arco de hormigón	97.6	*	2
Bridge Nº 248A [RK]	*	*	Vijayawada-Visakhapatnm (India)	*	91.4	*	2, 3, 4, 5, 11
Erdberger Bridge [GR]	1971	2009	Austria	Hormigón pretensado	73	Fisuras	2
San Juan [GMSERM]	*	1997	Méjico	Hormigón pretensado	72	*	*
El Nuevo [GMSERM]	*	1991	Méjico	Celosía metálica	65	*	*
El Platanar[5] [GMSERM]	*	1991	Méjico	Celosía metálica	60	Vibraciones	3, 4, 5
El Salado -Palo Blanco- [GMSERM]	*	1996	Méjico	Celosía metálica	60	Vibraciones	3, 4, 5
Versoix Bridge [ICV] [IV] [GIBS] [LLS] [VKI]	*	1996	Suiza	Hormigón pretensado	56	*	10
Denny Creek Viaduct [HC] [ME]	*	*	Washington	Hormigón pretensado	56	*	2, 3
Baiersdorf Road bridge	1990	2006	Alemania	Viga biapoyada	56	Fisuras	2, 10
Tindall Bridge [ACGP]	1915	1990…	Ohio (USA)	Cantilever metálico	50	*	3, 5
Puente de la Isla de Arosa [ME]	1985	2007	Pontevedra (España)	Viga continua	50	Fisuras	2
Hollandse Bridge[6] [BGOK]	*	2008	Almere-Amsterdam (Holanda)	Vigas prefabricadas	50	*	2, 3, 4, 18
Xalostoc [GMSERM]	*	1996	Méjico	Celosía metálica	45.2	*	*
Viaducto M-40[7] [CPTPE]	*	1996	Madrid (España)	Hormigón pretensado	45	*	2, 3
Hammersmith Flyower [ME]	*	1961	Londres (Inglaterra)	Hormigón. Cajón tricelular	42.7	*	2
El Caracol [GMSERM]	*	1997	Méjico	Cantilever metálico	41	*	*
Papaloapan [GMSERM]	*	1997	Méjico	AASHTO Bridge	41	*	*
Puente Pennsylvania University Bridge [ME] [MEA]	*	1978	Pennsylvania (USA)	Hormigón. Cajón unicelular	37	*	2
Viaducto sobre el río Piedra [LGCRLRG]	1990	2010	A2 Zaragoza (España)	Vigas prefabricadas	37	Estudio de las juntas	2, 5, 16
Atenquique I [GMSERM]	*	1991	Méjico	Hormigón. Cajón	36	*	*
Camargo [GMSERM]	*	1997	Méjico	Metálico	36	*	*
1st Toledo Bridge [ACGP]	*	1994	Ohio (USA)	Mixto	34	*	3, 5, 11
Crowchild Trail Bridge [M]	*	1997	Calgary (Canada)	Mixto	33	*	2, 3, 4, 5, 10
Viaducto sobre la N-550 [LGCRLRG]	1990	2010	AG-56 Galicia (España)	Vigas prefabricadas	33	Estudio de las juntas	2, 5, 16
2nd Toledo Bridge [ACGP]	*	1968	Ohio (USA)	Hormigón pretensado	32	*	3, 5, 11
Pasos Superiores de acceso a Bertamirans norte [LGCRLRG]	1990	2010	AG-56 Galicia (España)	Losa aligerada de hormigón	32	Estudio de las juntas	2, 5, 16
Coatzacoalcos I [GMSERM]	*	1993	Méjico	Hormigón. Vigas y cajón	31.52	*	*
Bridge Nº 105 [RK]	*	2006	Durg- Dallirajhara (India)	Metálico. Ferrocarril	30.5	*	2, 3, 5, 11
La Unidad [GMSERM]	*	1997	Méjico	AASHTO Bridge	30	*	*

ESTRUCTURAS INSTRUMENTADAS DURANTE EL MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS MISMAS

Estructura	Año Construcción	Actuación[1]	Localización	Tipología	Luz[2] (m)	Daño	Tipo de sensores
El Bellote [GMSERM]	*	1997	Méjico	AASHTO Bridge	30	*	*
Bridge D [GMSERM]	1985	1998	Méjico	Vigas prefabricadas	30	Fisuras, corrosión	4
Voigt Drive/I-5 Bridge[8] [FEHC]	1964	2003	California	Hormigón pretensado	29	*	3, 4, 18
Marktwasser Bridge S33.24 [WSBF] [WSBR]	*	2009	Viena (Austria)	Puente integral	28	*	3, 5, 10, 11
Guanajuato [GMSERM]	*	1992	Méjico	Celosía metálica	27.5	*	*
Hamilton Aveune Bridge [ACGP]	*	1995	Cincinnati, Ohio (USA)	Hormigón pretensado	26	*	2, 3, 4, 5, 11
Viaducto de la carretera BP-1413 [VHC]	*	*	Barcelona (España)	Vigas prefabricadas	25	Conservación	10
3rd Toledo Bridge [ACGP]	*	1989	Ohio (USA)	Hormigón pretensado	24	*	3, 5, 11
Beddington Trail Bridge [LLS] [M] [MN]	*	1992	Calgary (Canada)	Hormigón. Vigas	23	*	2, 10
Reading Road Bridge [ACGP]	1986	1994	Ohio (USA)	Hormigón pretensado	23	*	1, 2, 3, 4, 7, 11, 16, 18
Vernum Avenue Bridge [SBB]	*	*	*	Mixto	23	*	2, 3, 4, 11
Haavistonjoki Bridge [KP] [LK]	*	2003	Tampere-Jyväskylä (Finlandia)	Puente integral	19.8	*	2, 3, 5
Jingang Bridge[9] [HSJX]	1963	2006	Hunan (China)	Hormigón pretensado	19.5	Fisuras	10
Ferriby Road Bridge[10] [HFHM]	1979	2008	East Yorkshire (Inglaterra)	Hormigón pretensado	16.7	Fisuras	2, 5, 11, 16
Puente sobre la riera de Can Estapé [ME]	*	1985	Barcelona (España)	Losa de hormigón	13	*	2
Adur bridge-slip road [ME]	*	1971	Inglaterra	Losa de hormigón	*	*	2
Thorndon Overbridge [BP] [ME]	*	1978	Wellington (Nueva Zelanda)	Hormigón. Vigas	*	*	2, 4
Venoge Bridge [CIV] [VID]	*	1995	Suiza	Mixto. Ampliación	*	*	10
Mossband Viaduct[11] [TBR]	1964	1999	Cumbia	Hormigón pretensado	*	Corrosión	20
Coldra Viaduct[12] [ME]	*	2006	Gales	Hormigón. Vigas	*	*	2
Varby Bridge[13] [NEJC]	*	2009	Estocolmo (Suecia)	Hormigón pretensado	*	Fisuras	3, 5, 11
The Ironton-Russel truss Bridge [LHH]	1922	*	Ohio-Kentacki (USA)	Cantilever metálico	*	Fisuras	1, 2, 3, 7
Götaälvbron – Gota Bridge[14] [GEMT]	1939	2005	Gothenburg, Suecia	Mixto	*	Fisuras	2, 3, 10
Mancunian Way [ME]	*	*	Inglaterra	Hormigón. Cajón unicelular	*	*	2
Bissone-Lugano Bridge [CIV]	*	*	Suiza	Hormigón. Hidrodemolición	*	*	10
Bridge Nº 154 [RK]	*	*	Jharsuguda- Kirodimal Nagar (India)	Arco. Ferrocarril	*	*	2, 3, 5, 11
Bridge Nº 91 [RK]	*	*	Bilaspur- Anuppur (India)	Mixto. Ferrocarril	*	*	2, 3, 5, 11
Bridge Nº 175 [RK]	*	*	Anuppur- Katni (India)	*	*	*	2, 3, 5, 11
Bridge Nº 34 [RK]	*	*	Kamptee- Kalumna (India)	Mixto. Ferrocarril	*	*	2, 3, 5, 11
Bridge Nº 3A [RK]	*	*	Gdur-Vijayawada (India)	*	*	*	2, 3, 5, 11
Weyermannshaus Viaduct [SMB] [SMBW]	*	*	Berna (Suiza)	Hormigón pretensado	*	Fisuras	2, 5
Grand Fenglingdu Bridge [LLGGO]	1994	2008	Shanxi (China)	Hormigón pretensado	*	Fisuras	2, 3, 4, 5

Tabla II-11. Puentes instrumentados. Conservación

Leyenda Conservación. Tabla II-11

[1] Rehabilitación o Ampliación e Instrumentación.

[2] Luz del vano principal.

[3] El nuevo puente conserva el arco del puente antiguo. Se reconstruyeron las pilas y el tablero y se terminó en 2002.

[4] Fue reforzado entre 2008 y 2009.

[5] Se realizó otro ensayo en 1996.

[6] El puente fue ampliado e inspeccionado en 2008.

[7] Estructura sobre el río Manzanares y la carretera de El Pardo en el nudo de la Zarzuela.

[8] Estructura piloto.

[9] Se amplió en 2006. Antes de su ampliación se inspeccionó y detectó su mal estado y tuvo que ser reforzada.

[10] Se instrumentó puesto que estaba situado en las proximidades del acceso norte a Humber Bridge. En el año 2002 se detectaron unas fisuras durante una inspección.

[11] En las inspecciones de 1990, 1995 y 1999 se detectaron fuertes signos de corrosión en las zonas del tablero próximas a las pilas. En 1999 se comenzó la planificación de la monitorización y en 2001 se instrumentó.

[12] En el año 2006 se terminó el refuerzo del puente.

[13] Instrumentado debido a la aparición de fisuras en una inspección en 2006.

[14] En el año 2000 se decidió sustituir por uno nuevo.

(*) No publicado.

ESTRUCTURAS MEDIANAS INSTRUMENTADAS

Estructura	Año	Localización	Tipología	Luz[1] (m)	Tipo de sensores	Tiempo
Vaux Viaduct	1997	Vaud (Suiza)	Mixto. Ferrocarril	130	10	Construcción
Woodrow Wilson Bridge [ACGP]	1961	Virginia-Maryland (USA)	Puente basculante	90	3, 4, 5, 8, 11	Construcción
Moesa Bridge [CIV]	1907	Suiza	Mixto. Empuje. Ferrocarril	89.3	10	Construcción
The New Arsta Railway Bridge [E]	2005	Estocolmo (Suecia)	Hormigón. Ferrocarril	78	2, 3, 4, 5, 10	Completo[2]
Viaducto Arroyo del Valle [OMMA]	2007	Madrid (España)	Arco triangular hormigón. AVE	66	2	*
Viaducto Arroyo Las Piedras [MPO] [OMME]	2007	LAV Córdoba-Málaga	Mixto AVE	63.5	2, 5, 11	Completo[2]
Viaducto de San Boi -mixto-	2008	LAV Madrid-Barcelona	Mixto	63	2, 3, 4, 5, 11	Permanente
Viaducto de Uriarte	2010	LAV Bilbao-San Sebastián	Viga continua hormigón pretensado	52	*	Empuje
Viaducto de San Boi -hormigón-	2008	LAV Madrid-Barcelona	Viga continua hormigón pretensado	50	2, 3, 4, 5, 11	Permanente
Viaducto de Archidona [TMHMMMM]	Construcción	Granada (España)	Mixto. AVE	50	*	*
Viaducto sobre el arroyo de las Navas [LRQC]	2002	Cantabria (España)	Viga continua hormigón pretensado	50	28	Prueba de carga
Viaducto de la calle comercio [SRRM]	Construcción	Madrid (España)	Celosía metálica. AVE	48.5	*	*
Viaducto de Francoli	2002	Tarragona (España)	Hormigón pretensado. AVE	40	*	Construcción
Viaducto de San Llobregat	*	LAV Madrid-Barcelona	*	*	*	*
Pont de Candí	*	LAV Madrid-Barcelona	*	*	*	*
Lully Bridge	1996	Suiza	Celosía metálica	*	10	Construcción
Malkia Bridge B	2008	Lappeeranta (Finlandia)	Mixto	*	10	Construcción
Langensandbrücke	2008	Lucerne (Suiza)	Mixto	*	10	Completo[2]

[1] Luz del vano principal.

[2] Construcción y permanente.

(*) No publicado.

Tabla II-12. Puentes instrumentados. Estructuras medianas

ESTRUCTURAS INSTRUMENTADAS -SIN CLASIFICAR-

Estructura	Año	Localización	Tipología	Luz[1] (m)	Tipo de sensores	Tiempo
Dongming Yellow River Bridge [LLGGO]	1993	Shandong (China)	Viga continua	120	2, 3, 4, 5	Completo[2]
Wuzhong Yellow River Bridge [CSWS] [LLGGO]	*	Ningxia (China)	Hormigón pretensado	90	2, 3, 4, 10, 12	Completo[2]
The Waterbury Birdge [LLS]	1998	Vermont (USA)	Mixto	67	10	*
Hulan River Bridge [LLGGO]	*	Heilongjiang (China)	Hormigón pretensado	42	1, 2, 3, 4, 7, 9, 10, 28	Completo[2]
Niutoushan Bridge [LLGGO]	*	Heilongjiang (China)	Hormigón pretensado	40	1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 16, 28	Completo[2]
Ke-Ya Bridge	2004	Hsin-Chu (Taiwan)	Viga continua	40	2, 10	Construcción
Zhee Yen Bridge	2004	Hua-Lian (Taiwan)	Vigas prefabricadas	40	10	Completo[2]
The Sart Pont Canal	2000	Houdeng (Bélgica)	Viga continua	36	2, 10	Conservación
Shu-Yu Bridge	2004	Hua-Lian (Taiwan)	Vigas prefabricadas	35	2, 10	Completo[2]
Salmon River Highway Bridge [LLS] [MN]	*	Nova Scotia (Canada)	Mixto	31	8, 10	Permanente
Rio Puerco Bridge [IG]	2000	New Mexico (Méjico)	Vigas prefabricadas de hormigón	30	2, 10	Completo[2]
Three bridges in Montana	2009	Montana (USA)	Hormigón pretensado	15	1, 2, 3, 16	Completo[2]
Viaducto de Candina	*	Cantabria (España)	*	*	*	*
Beaver Creek Bridge	2011	Utah (USA)	Vigas prefabricadas con polímeros	*	2, 3, 4, 5, 16	Completo[2]
Turcot Bridge	2008	Quebec (Canadá)	Metálico. Viga continua	*	2, 10	Conservación
Viaduct on the Sesia River	2007	Italia	Metálico. Viga continua	*	10	Dinámico
Bachimeng Bridge [LLGGO]	*	Fujian (China)	*	*	2, 3, 4, 5	Completo[2]
Pazhihua Guoguo Bridge [LLGGO]	*	Sichuan (China)	*	*	2, 3, 4, 5, 18	Completo[2]
Chongqing Gaojiahuayuan Jialing River Bridge [LLGGO]	*	Chongqing (China)	*	*	2, 3, 5, 10	Completo[2]
Dongying Yelow River Bridge [LLGGO]	*	Shandong (China)	Viga continua	*	3, 4, 5, 10	Completo[2]
Nancangbianzuzhang Bridge [LLGGO]	*	Tianjing (China)	*	*	3, 4, 5, 7, 10, 18	Completo[2]
Tuanpo Bridge [LLGGO]	*	Tianjing (China)	*	*	3, 4, 5, 7, 10, 18	Completo[2]
Taylor Bridge [LRQC]	*	*	Hormigón pretensado	*	28	*
Yesheng Yellow River Bridge [LLGGO]	*	Ningxia (China)	*	*	2, 3, 4, 12	Completo[2]
Lower Shotover River Bridge [ME]	1977	Nueva Zelanda	Hormigón. Cajón bicelular	*	2	Permanente
Bowen Street Overpass [ME]	1978	Nueva Zelanda	Hormigón. Sección cajón doble	*	2	Permanente
Portage Creek Bridge [MN]	1982	British Columbia (Canada)	Mixto	*	3, 4, 10	*
Naini Bridge	2006	India	*	*	*	*
Vilvoorde Viaduct [BOPB]	2008	Bélgica	Mixto	*	2	Permanente
Bill Emerson Memorial Bridge [YM]	*	USA	*	*	4	*
Old Hannam Grand Bridge [YM]	*	Seúl (Corea)	*	*	4	*
Han River Railroad Bridge [YM]	*	Corea	Cantilever metálico	*	2, 4, 10	*
Incoronata Viaduct [DCA]	*	*	Hormigón pretensado	*	*	Ampliación
Guangyangdao Bridge [LLGGO]	*	Chongqing (China)	*	*	2, 3, 4, 5	Completo[2]

[1] Luz del vano principal.

[2] Construcción y permanente.

(*) No publicado.

Tabla II-13. Puentes instrumentados. Estructuras sin clasificar

CAPÍTULO III. INSTRUMENTACIÓN

La fibra óptica es un medio de transmisión de redes de datos que tiene su origen en el año 1910 cuando Hondros y Debye consiguen introducir la luz en un cable de vidrio.

A principios de este siglo, se comenzaron a utilizar en España diversos tipos de sensores de fibra óptica, siendo los más empleados las redes de Bragg puesto que permiten: realizar medidas absolutas, instalar varios sensores en una misma fibra y disponerse embebidos en el material debido a su pequeño tamaño. Las variaciones de la longitud de onda de Bragg permiten obtener las deformaciones.

La planificación de la instrumentación es básica; un sistema de monitorización se compone de tres elementos: sensores, SAD y programa de control. La fase más delicada la constituye la instalación de los sensores; por tanto, todas las partes involucradas en la obra han de estar coordinadas con el programa de trabajos.

3.1 Origen de la fibra óptica

El origen del uso de la luz en la codificación de señales se remonta a la antigua Grecia; los griegos utilizaban la luz solar para transmitir información mediante el uso de espejos.

En 1792, **Chappe** diseñó un sistema, consistente en la disposición de un elevado número de espejos en torres, que permitía transmitir un mensaje una distancia de 200 km -distancia entre Lille y París- en 16 minutos.

En 1849 **Colladon** y **Babinet** demostraron el principio del *confinamiento de la luz por refracción* en París. En 1910, **Hondros** y **Debye** consiguieron no sólo dirigir en una línea recta un rayo de luz, sino introducirlo en lo que se conoció como *cables de vidrio*, es decir, lograron domar la luz, de manera que se propagase en el interior de un cable. Así surge la fibra óptica -luz guiada-, conducto de vidrio ultradelgado y protegido por un aislante capaz de transportar una señal de luz.

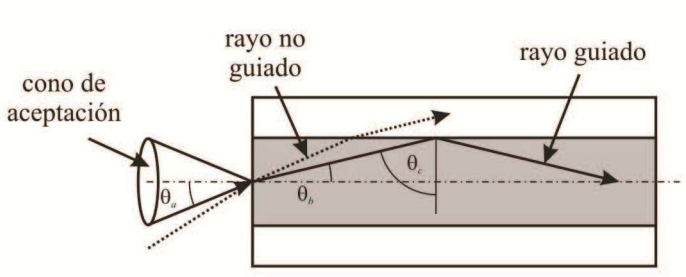


Figura III-1. Guiado de la luz en una fibra óptica

En la década de los 90 se produce un nuevo avance: se desarrolló un sensor capaz de medir deformaciones a partir de las variaciones que sufre la luz al travesar una fibra óptica [AF]. Estos sensores se empezaron a utilizar en 1992 en el laboratorio de materiales del Instituto Federal de Tecnología de Laussane (Suiza). Posteriormente se incorporaron Diamont S.A., Passera and Pedretu e IMM de Grancia. Finalmente, todos ellos englobados en SMARTEC, han dado lugar al desarrollo de este tipo de sensores.

La fibra óptica es un medio de transmisión de redes de datos. Consiste en un hilo muy fino cilíndrico, de vidrio o plástico transparente, a través del cual se envían datos mediante pulsos de luz. Está compuesto por un núcleo de radio "a" y una cubierta de radio "b" con ángulos de refracción n_1 y n_2, respectivamente; siendo muy pequeña la diferencia entre ambos valores.

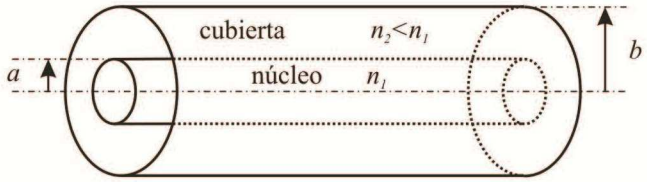


Figura III-2. Geometría fibra de vidrio

Un sensor de fibra óptica es un dispositivo que utiliza la luz para medir una magnitud física, y la fibra óptica como medio de transmisión desde la fuente hasta el detector. En función de cómo se realice la medición existen dos tipos de sensores:

- Extrínsecos: la fibra óptica se utiliza sólo como medio de transmisión.
- Intrínsecos: la luz permanece en todo momento en el interior de la fibra óptica, y sobre dicha fibra se produce la perturbación.

Un extensómetro [LB] consiste en dos fibras, tal y como se representa en la Figura III-3. La fibra de medida está conectada a la estructura[76] en dos puntos y, por tanto, se deforma igual que ésta; sin embargo, esta fibra también se alargará o acortará en función de la temperatura. La segunda fibra -fibra de referencia- sirve para compensar este efecto; esta fibra, aunque también está unida a la estructura en dos puntos, tiene una longitud mayor que la distancia entre los mismos, y por tanto, no está influenciada[77] por las deformaciones de la

[76] Generalmente a una barra de acero pasivo.
[77] No estará sometida a ningún tipo de esfuerzo adicional.

estructura. De esta forma, ambas fibras se deformarán la misma cantidad ante las variaciones térmicas. El sensor mide la diferencia de alargamiento-acortamiento entre ambas fibras, por lo que la deformación propia debida al efecto térmico desaparece.

Figura III-3. Sensor empleado en el sistema de instrumentación SOFO. [LB]

3.2 Tecnología de los sensores de fibra óptica

Los sensores de fibra óptica se comenzaron a usar en España a principios de este siglo en la monitorización de estructuras mediante la medición de campos de deformaciones [CDRGA]. Existen distintos tipos de dispositivos:

- Interferómetros: de Fabry-Perot, de Mach-Zehnder, Michelson, luz blanca…
- Redes de Bragg.

Las redes de Bragg son los más empleados debido a que presentan las siguientes ventajas:

- Permiten medidas absolutas con gran estabilidad a largo plazo gracias a su señal codificada espectralmente.
- Poseen un tamaño pequeño: 10 mm de longitud y 125 μm de diámetro; se pueden embeber en el material sin modificar sus propiedades mecánicas.
- El pequeño tamaño lleva consigo una masa también muy pequeña, que soporta muy bien las vibraciones.
- Utilizan una única fibra óptica como sensor y transmisor de la señal.
- Son insensibles a interferencias electromagnéticas.

3.2.1 Redes de Bragg

Las redes de Bragg [CDRGA] miden deformaciones absolutas con respuesta lineal. La precisión y el rango de medidas dependen del equipo de procesamiento de la señal. La medición se realiza mediante una señal de luz de banda ancha introducida en una fibra óptica que detecta los valores de longitud de onda reflejados. El pico de longitud de onda se puede medir mediante varios métodos, siendo el más utilizado el de Fabry-Perot, ya que permite la instalación de varios sensores en una misma fibra óptica -multiplexión-.

Estos dispositivos se fabrican inscribiendo una variación periódica de índice de refracción en el núcleo de una fibra óptica fotosensible mediante un láser ultravioleta; dicho láser pasa a través de una máscara de fase antes de alcanzar la fibra óptica, con el fin de

producir un patrón de interferencia que provoque la variación periódica del índice de refracción.

En definitiva, una red de Bragg es un interferómetro óptico que cuando se ilumina con una fuente de luz blanca refleja únicamente una señal de banda estrecha: de 0.1 a 0.2 mm. El pico de longitud de onda se obtiene a partir de la condición de Bragg:

$$\lambda_B = 2n_{eff}\Lambda$$

siendo:

n_{eff}: índice de refracción efectivo del núcleo de la fibra óptica.

Λ: periodo de modulación del índice de refracción.

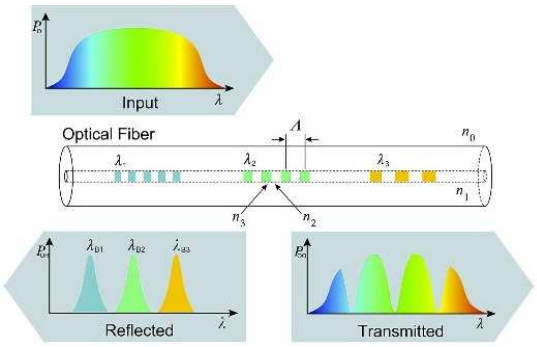


Figura III-4. Sensor cuasi-distribuido FBG. Función óptica. [LRQC]

De esta forma, cualquier deformación, bien sea térmica o dinámica, puede detectarse mediante el cambio de la longitud de onda de Bragg. En condiciones isotermas, el cambio de longitud de onda se obtiene:

$$\frac{\Delta\lambda_B}{\lambda_b} = (1 - p_e)\varepsilon$$

siendo:

$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$: deformación axial del sensor.

p_e: constante fotoelástica de la fibra, aproximadamente 0.22.

La conversión de la señal óptica de deformación -pico de longitud de onda- en información eléctrica se realiza a través de un filtro de Fabry Perot (FPF) anterior al fotodetector.

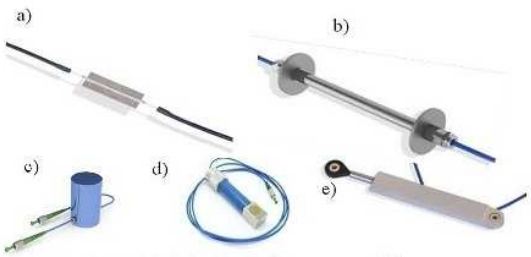


Figura III-5. Ejemplos de redes de Bragg. [LRQC]

En la Figura III-5 se representan distintos ejemplos de redes de Bragg que miden las siguientes magnitudes físicas:

a) Temperatura.
b) Deformación.
c) Aceleración.
d) Presión.
e) Desplazamiento.

3.2.2 Tipos de sensores de fibra óptica

3.2.2.1 Distribución espacial de la medición

Atendiendo a la disposición de los sensores de fibra óptica se clasifican en [LRQC]:

- Puntuales: la medición se realiza en determinados puntos significativos de la estructura, en diferentes canales. Cada sensor mide en un único punto.
- Integrados: la medición se realiza en varios puntos del elemento a estudiar y ésta se integra de tal forma que el resultado es un valor único.
- Cuasi-distribuidos: permiten realizar medidas en varios puntos de la estructura en un único canal de fibra óptica.
- Distribuidos: sensores cuasi-distribuidos que permiten además conocer la distribución espacial de la variable medida.

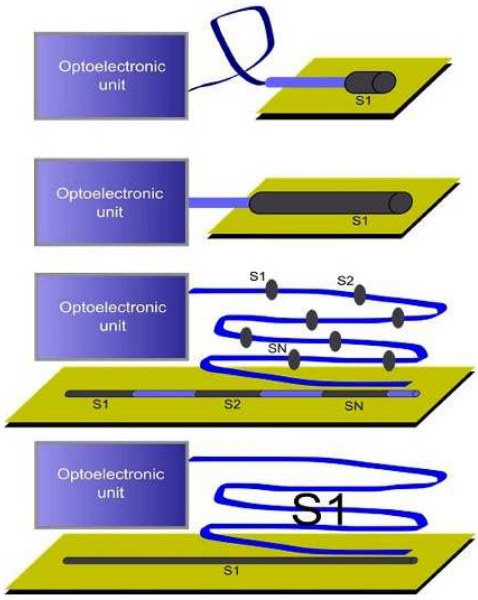


Figura III-6. Tipología de sensores en función de su distribución espacial. [LRQC]

En la Figura III-6 se representa de arriba hacia abajo un esquema de un sensor puntual, integrado, distribuido y cuasi-distribuido.

3.2.2.2 Técnicas empleadas

Las técnicas de fibra óptica utilizadas con mayor éxito son [LRQC]:

- Extensómetros SOFO: sensor de fibra óptica constituido por dos fibras, fibra de medida y fibra de referencia.
- Transductores FBG: permiten la medición simultánea de deformación y temperatura.
- Sensores distribuidos: la fibra óptica entendida como el sistema nervioso.

3.3 Funcionamiento

El sistema de medida se basa en el principio de interferometría de baja coherencia. La luz emitida es lanzada en una fibra que al llegar al sensor se divide en las dos fibras comentadas en el apartado 3.1. Dos espejos reflejan los dos haces de luz al final de ambas fibras; éstos son conducidos hacia el analizador, en donde un espejo móvil establece las diferencias de señal entre ambas fibras, comparándolas con las emitidas en la señal origen.

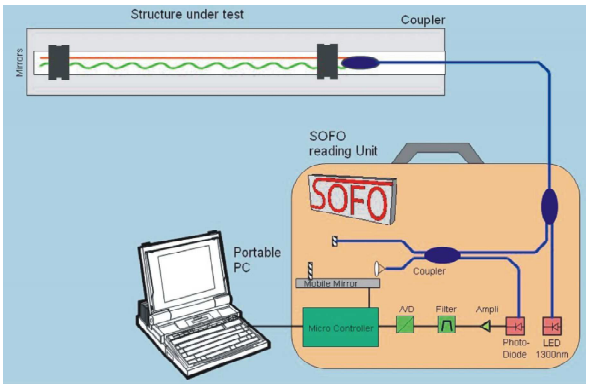


Figura III-7. Esquema de sensor y unidad de lectura. [AF]

Surge así un sensor que presenta muchas ventajas:

- Es capaz de independizar los efectos térmicos en el propio dispositivo de la deformación de la estructura.
- No es necesario calibrarlo.
- Su longitud puede ser muy variable: desde 0.2 m hasta 30 m.
- Es muy estable, por lo que puede realizar mediciones a muy largo plazo.
- No es alterable ni eléctrica ni magnéticamente.
- Es muy resistente a la corrosión o a cualquier otra posible alteración físico-química.

Sus características principales son:

- Resolución: 2 μ[78].
- Precisión: superior al 0.2% de la deformación medida.
- Rango de medida: superior al 1% de la longitud del sensor en tracción.
- Tiempo de lectura: inferior a 10 segundos.
- Longitud del sensor: variable entre 20 cm y 30 m en medidas estándar.
- Distancia de lectura: hasta 5 Km.

3.4 Descripción de un Sistema de Monitorización

Antes de comenzar cualquier proyecto de monitorización de una estructura, es necesario establecer los objetivos de la misma, con el fin de poder identificar los parámetros a medir -y que deben reflejar su comportamiento estructural-. La instrumentación puede ser estática y/o dinámica.

La instalación de los sensores de instrumentación es una fase delicada y por ello debe ser cuidadosamente planificada teniendo en cuenta los condicionantes del emplazamiento de la estructura, así como su proceso constructivo, ya que no debe retrasar ni paralizar ninguna de sus fases de ejecución. En este sentido, debe haber una perfecta coordinación entre proyectistas, empresa constructora, propiedad, y empresa encargada de la instrumentación, teniendo que ser esta última la que se adapte a la evolución de la obra.

El sistema de monitorización se compone de tres elementos:

- Sensores: Conjunto de dispositivos especializados e instalados en contacto directo con los diferentes elementos y/o materiales de la estructura cuya función es la medida directa de una característica determinada: temperatura, inclinación, deformación…; son capaces de convertir las variaciones de una magnitud física -lectura directa de una determinada variable o señal de entrada: deformación, inclinación, tensión, temperatura…- en variaciones de una magnitud eléctrica, a través de una señal de salida transducible que es función de la variable medida.
- Sistema de Adquisición de Datos -SAD-: elemento encargado de la recepción de las medidas realizadas por los sensores, a través de un software informático que lo procesa, almacena y transmite. Está formado básicamente por un ordenador y el cableado que conecta éste con los sensores. Además, este sistema debe poseer una fuente de alimentación continua: en este sentido, durante la ejecución de la estructura se utilizó un grupo electrógeno y un SAI para las paradas de éste.
- Programa de control del sistema: software diseñado específicamente para el procesado y presentación de los datos.

[78] Independientemente de la longitud del sensor.

3.5 Tipos de sensores

A partir del inventario de sensores[79] realizado por **Wong** en el año 2007, y el avance de los últimos años, la autora de este trabajo ha clasificado los distintos tipos de dispositivos empleados en la instrumentación de estructuras de la siguiente forma:

Categoría	Tipología	Sensor
Medioambiente	Viento	Anemómetro
		Veleta
		Barómetro
	Temperatura	Termómetro
	Lluvia	Pluviómetro
	Hielo	Medidor de presión de hielo
	Corrosión	Indicador de corrosión
		Higrómetro
	Sismo	Acelerómetro
		Sismómetro
Acciones de tráfico	Carretera	Peso de vehículos
		Galga dinámica
		Cámara de video
		Acústico -SounPrint-
		ScanPrint
		Radar –microondas-
		Velocímetros
	Ferrocarril	Fibra óptica
		Galga dinámica
		Cámara de video
Características del puente	Estático	Estación total
		GPS
	Dinámico	Acelerómetro
Respuesta estructural	Fuerza en cable	Acelerómetro
	Geometría	GPS
		Estación total
		Nivel
		Transductor de desplazamiento
		Clinómetro
		Termómetro
		Extensómetro
		Galga extensométrica
		Fibra óptica
		Tope instrumentado en estribo
	Estado tensional	Extensómetro
		Galga extensométrica
		Fibra óptica
		Célula de carga
		Galga tenso-magnética
	Fatiga	Galga dinámica

Tabla III-1. Clasificación de sensores en función de su naturaleza

[79] Indicado en el Estado del Arte de este trabajo.

CAPÍTULO IV. VIADUCTO DE MONTABLIZ

El Viaducto de Montabliz es una estructura singular, tanto por la altura máxima de sus pilas como por la luz de su vano central. Tanto su diseño -estructura de tablero y pila única-, como su proceso constructivo -carros de avance en el tablero y autotrepa en las pilas-, están caracterizados por la mínima afección al fondo del valle. Su ejecución mediante voladizos sucesivos requiere de un control sistemático de las flechas del tablero, en el que la topografía clásica se apoya en la instrumentación.

Durante su construcción se realizó un trabajo de investigación a escala real consistente en la monitorización de la estructura. Para ello se dispusieron un gran número de sensores de diversa naturaleza: extensómetros, termómetros, clinómetros, acelerómetros y anemómetros. Los clinómetros son los más importantes ya que controlan la verticalidad de las pilas.

4.1 Descripción de la estructura

4.1.1 Localización

El Viaducto de Montabliz pertenece al tramo Molledo-Pesquera de la CN-611 de la Autovía Cantabria-Meseta. Dicho tramo se encuentra situado al sur de Cantabria, próximo a la localidad de Reinosa y al Embalse del Ebro [PROC].

Esta estructura atraviesa un valle largo y profundo en el que se encuentra el bosque de Montabliz, del cual toma su nombre. Esta gran arboleda está constituida fundamentalmente por robles centenarios, y ocasionalmente hayas, acebos y una gran variedad de hongos y musgos, en la que habitan jabalíes, corzos, gavilanes, venados… El paisaje alcanza su esplendor en el otoño, cuando presenta colores anaranjados y ocres [BVRROC].

El valle fluvial en "V" en el que se encuentra presenta pendientes muy abruptas, muy típico de los valles cantábricos. Se trata de un entorno de gran valor medioambiental[80] y

[80] La DIA -Declaración de Impacto Ambiental- fue muy exigente. Sus condicionantes más importantes fueron el sistema de ejecución del tablero -*de manera que no afecte ni directa ni indirectamente a la*

paisajístico, con amplia visibilidad, por lo que su diseño ha supuesto un reto muy importante a sus autores, y en el que el respeto a la naturaleza ha sido un objetivo fundamental.

Figura IV-1. Vista general del valle de Montabliz

Con el fin de evitar en la medida de lo posible la afección en el fondo del valle, se proyectó una estructura con dos características fundamentales que minimizan el impacto medioambiental:

- Puente de tablero y pila única que da cabida a la totalidad de la plataforma de circulación: autovía de 2+3 carriles -anchura total de tablero: 26.1 m-.
- Proceso constructivo:
  - Pilas: autotrepa[81] -tan sólo la ejecución de los caminos de acceso y de las cimentaciones de las pilas afectan al valle-.
  - Tablero: avance en voladizo -tan sólo la ejecución de las fases laterales afecta al valle-.

zona del valle situado bajo la estructura- y la disposición en planta de las pilas *-en lo relativo a la situación de las pilas, debiéndose de colocar éstas en las zonas sin vegetación arbórea, en la parte norte del valle, y de forma que no afecten a las ruinas existentes en el despoblado de Casas del Río, zona central-.* [BVRROC]

[81] También llamado encofrado autotrepante.

4.1.2 Diseño

El Viaducto de Montabliz presenta la tipología de puente continuo de hormigón pretensado construido mediante la técnica de avance en voladizo. Se trata de una estructura singular tanto por la longitud de su vano central -175 m-, como por la altura máxima de sus pilas -146 m-. La pila 2, es la más alta de España[82], con 130 m de fuste y 146 m de longitud total -cimentación, fuste y dovela "0" del tablero-.

Figura IV-2. Vista general del Viaducto de Montabliz

El viaducto presenta 2 subestructuras durante su proceso constructivo: vanos construidos mediante avance en voladizo y fases laterales ejecutadas sobre cimbra aporticada. Ambas se unen al cerrar en clave para constituir la estructura final.

El tablero presenta una sección transversal de tipo cajón unicelular, sección ampliamente empleada en las estructuras de grandes luces, fundamentalmente por dos motivos:

- Es la más eficaz desde un punto de vista resistente -máxima resistencia a flexión[83] y a torsión[84]-.
- Constituye un tablero muy ligero y resistente, es decir, optimiza el peso y la distribución del material.

Las traviesas transversales, de 0.5 m de anchura, dispuestas cada 5 m en toda la longitud del tablero, garantizan el adecuado comportamiento estructural a nivel seccional.

Las pilas poseen directriz circular y se encuentran empotradas al tablero, tanto durante su fase de construcción como en servicio. Su geometría es variable en función de su altura, tanto en espesor, como en canto y ancho, con el fin de minimizar su exposición al viento, optimizando así su comportamiento estructural. Además, la aerodinamicidad de sus aristas redondeadas permitió reducir significativamente su coeficiente de arrastre -aerodinámico-.

[82] Refiriendo su altura a la arquitectura española, se encuentra entre la *Torre de Madrid* -142 m- y la *Torre Picasso* -157 m-.

[83] Las grandes dimensiones de las cabezas superior e inferior de la sección permiten soportar momentos flectores positivos y negativos elevados.

[84] Por tratarse de una sección cerrada es muy rígida a torsión, presentando pequeños alabeos y distorsión despreciable. Por tanto, es capaz de resistir grandes cargas descentradas.

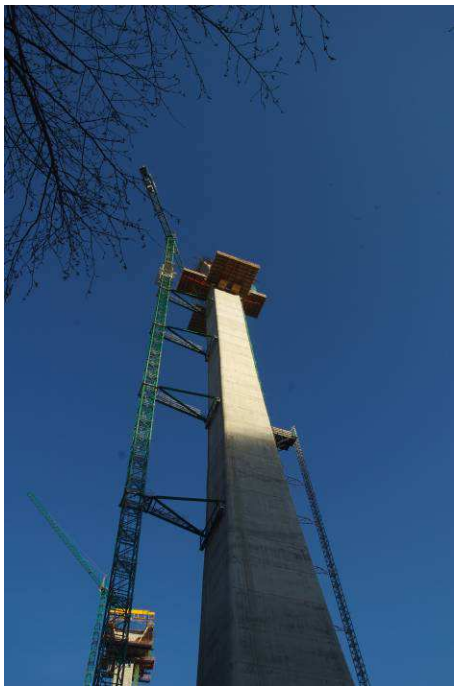


Figura IV-3. Vista inferior de Pila 2

Figura IV-4. Vista inferior de Pila 2

Su diseño no es sólo singular desde un punto de vista estético [VPR], sino también estructural, debido a la ausencia de diafragmas transversales en toda su altura -superior a 100 m en las pilas 2 y 3-. Las pilas se encuentran únicamente rigidizadas en su base y en su coronación -empotramientos en la cimentación y en el tablero, respectivamente-.

4.1.3 Geometría

Se trata de una estructura continua de hormigón pretensado de 721 m de longitud, dividida en cinco vanos, cuyas luces son 110 m, 155 m, 175 m, 155 m y 126 m. Su trazado presenta rasante ascendente con pendiente máxima del 5.57%, planta curva de 700 m de radio y peralte del 8%.

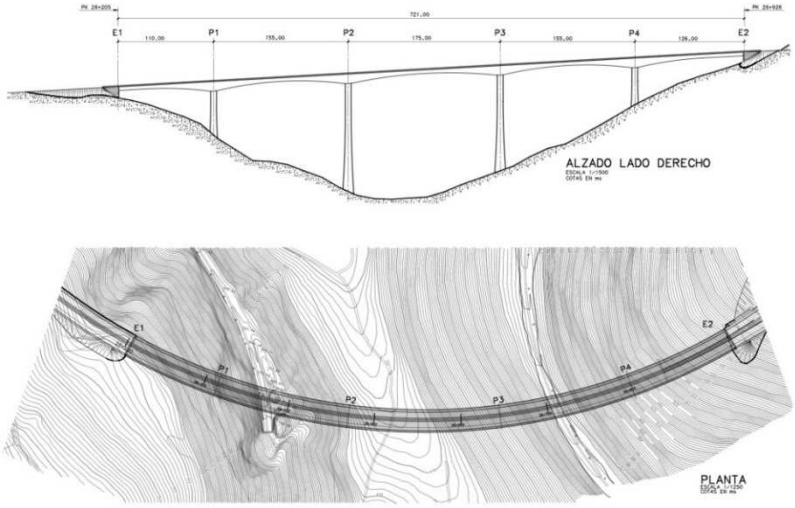


Figura IV-5. Plano de alzado y planta

La altura de las pilas es del orden de 50-60 m en las pilas 1 y 4, y del orden de 115-130 m en las pilas 2 y 3. Con el fin de facilitar el proceso de ejecución de las pilas con autotrepa, en la parte más alta -28 m en las pilas centrales y 16 m en las pilas laterales-, se mantuvieron las dimensiones constantes -anchura 7.1 m y canto 6.7 m-, respectivamente.

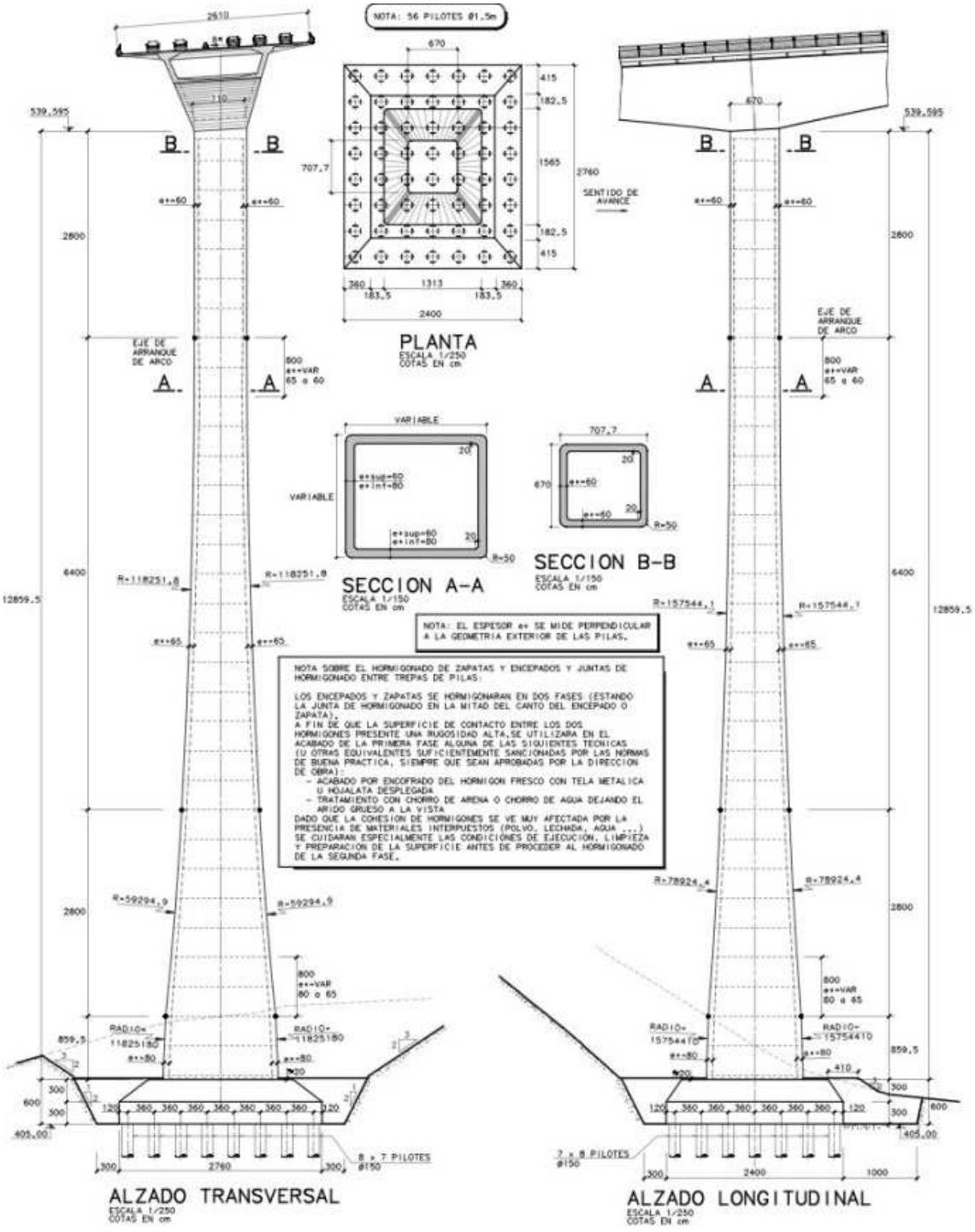


Figura IV-6. Plano de Pila 2

Las pilas poseen sección rectangular hueca de hormigón armado [LFHA], de canto y ancho variables, con aristas redondeadas de 0.5 m de radio. La variación tanto longitudinal

como transversal se produce según un arco de círculo, cuyo radio se establece de la siguiente forma:

- Longitudinal: la diferencia entre las dimensiones de coronación y base de una pila es igual a 1/50 de su altura en las pilas 1 y 4 y a 1/40 en las pilas 2 y 3.
- Transversal: la diferencia entre las dimensiones de coronación y base de una pila es igual a 1/40 de su altura en las pilas 1 y 4 y a 1/30 en las pilas 2 y 3.

El espesor de sus paredes es también variable desde 0.6 m hasta 0.8 m.

El tablero, de 26.1 m de anchura, se materializa mediante un cajón unicelular de almas inclinadas de hormigón pretensado [LFHP] -de 0.7 m de espesor-, cuyo canto varía de forma parabólica, desde 11 m en las secciones de pilas -dovela "0"- hasta 4.3 m en las secciones de centro de vano y en las fases laterales de canto constante. La inclinación de las almas hace que la anchura de la losa inferior sea también variable, siendo mínima en las pilas, 7.1 m, y máxima en los centros de vano y fases laterales, 11.9 m. El cajón propiamente dicho tiene 15.7 m de anchura superior.

La sección total se completa con dos voladizos de 5.2 m de longitud, construidos en segunda fase. Dichos voladizos están constituidos por una losa de 0.25 m de canto empotrada cada 5 m, en unos nervios transversales de 0.5 m de anchura y canto variable desde 0.25 m hasta 1.1 m. Dichos nervios se prolongan con canto constante, 1.1 m, hacia el interior del tablero, bajo la losa superior del cajón.

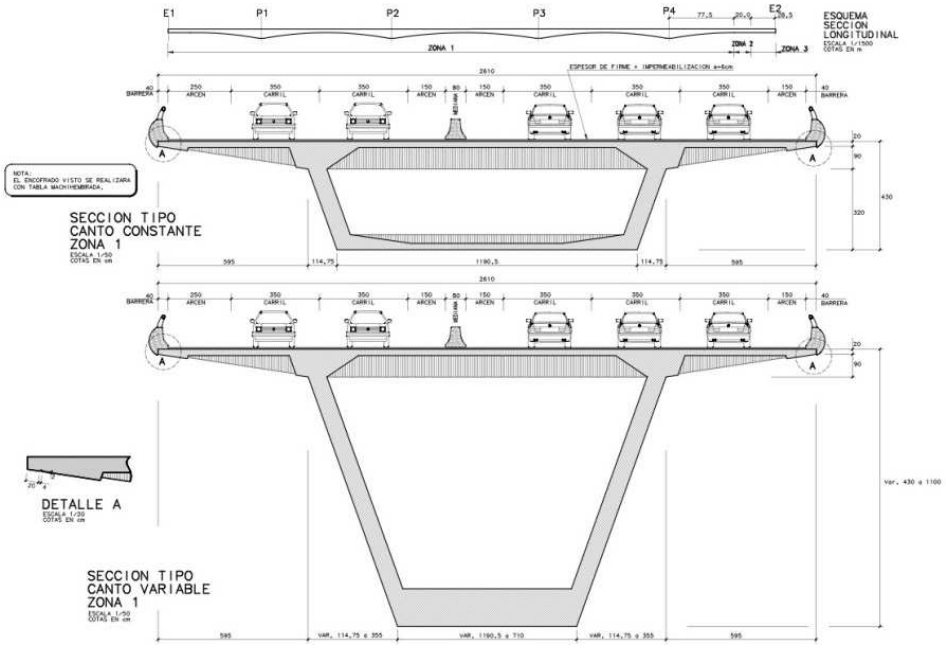


Figura IV-7. Plano de sección transversal del tablero

Por otro lado, en las zonas de la losa inferior en las que su canto es inferior a 0.6 m, se disponen unos nervios similares a los de la losa inferior de la misma anchura -0.5 m- y de 0.6 m de canto.

4.1.4 Geotecnia y Cimentaciones

Las pilas 1, 2 y 3 están cimentadas de forma profunda, mientras que la pila 4 posee cimentación superficial [VPROO].

La pila 1 se encuentra situada en la formación calcárea del jurásico J1, fuertemente karstificada. Las elevadas cargas a las que está sometida, la proximidad del ferrocarril y la posible inestabilidad de su ladera norte, debido a la gran excavación necesaria para su ejecución, llevaron a los autores del proyecto a descartar la cimentación superficial. En este sentido, esta pila se empotra en un encepado troncopiramidal de base cuadrada de 24 m de lado y 5.5 m de canto, en el que se encuentran embebidos 49 pilotes, de 1.5 m de diámetro y 30 m de profundidad máxima[85].

Figura IV-8. Vista aérea de pila 1

Figura IV-9. Vista de pilotes de pila 2

[85] La longitud de los pilotes es variable debido a la presencia del karst. Todos ellos se encuentran empotrados 2 diámetros (3 m) en caliza sana. Posteriormente, se realizaron unos sondeos bajo la punta de cada pilote que aseguraron la presencia de roca sana 5 diámetros por debajo de la misma -bulbo de tensiones del pilote-.

Las pilas 2 y 3 se cimentan sobre las arcillas sobreconsolidadas del Keuper. Sus cimentaciones las constituyen también encepados troncopiramidales de dimensiones 27.6x24x6 m, soportados por 56 pilotes, de 1.5 m de diámetro y 35 m de profundidad.

Por otro lado, la pila 4 se cimenta en la alternancia de areniscas y limolitas mediante una zapata de forma troncopiramidal de dimensiones 26.5x26.5x5.5 m.

4.1.5 Cálculo estructural

Dadas las dimensiones del viaducto, en lo que a la longitud de sus vanos y a la altura de sus pilas se refiere, el peso propio y la carga permanente constituyen las acciones fundamentales de la estructura [GP]. Éstas llevan asociadas efectos diferidos debidos a la fluencia y retracción del hormigón y a la relajación del acero activo[86].

Por otro lado, la sobrecarga de uso[87] produce esfuerzos mucho menores, mientras que el viento[88], dada la altura de las pilas centrales -superior a 100 m- y la ubicación -forma del valle en "V"-, si bien no es determinante en la configuración del puente una vez terminado, sí que es decisivo durante su construcción, y por tanto, ha sido necesario examinarlo en detalle, realizando estudios específicos en su análisis.

De todas las posibles vinculaciones de las pilas con el tablero, se eligió el empotramiento de las cuatro pilas al dintel, constituyendo una estructura monolítica, puesto que el comportamiento resultante era el más adecuado. De esta forma, las pilas más bajas y más alejadas del punto fijo del tablero -situado en el vano central- están sometidas a fuerzas horizontales -debidas a los esfuerzos reológicos- mayores que las pilas más altas, pero también, debido a su menor altura, presentan menores momentos flectores provocados por éstas [MJ].

Los nervios transversales no sólo permiten la flexión transversal del tablero, sino que rigidizan al mismo tiempo la sección impidiendo la distorsión. Dicha distorsión es también evitada por los diafragmas transversales de las pilas y los estribos.

El efecto Résal -producido por la variación del canto- se traduce en que una fracción importante del esfuerzo cortante sea soportada por la componente vertical de la compresión inclinada de la losa inferior, permitiendo así la reducción del espesor de las almas [SS].

El proceso constructivo del tablero, hace que se definan dos grupos de familias de pretensado:

- Pretensado de construcción: localizado en la losa superior del tablero -en las cabezas de compresión de las almas y en sus proximidades-, es el encargado de soportar los momentos negativos del avance en voladizo del tablero.

[86] Acero de pretensado.
[87] Sobrecarga de tráfico: uniforme de 400 kp/m^2 y dos vehículos excepcionales de 60 Mp cada uno, de acuerdo con la normativa vigente [IAP], durante el proyecto y construcción de la estructura.
[88] Se ha considerado una velocidad de cálculo del viento en el tablero de 52.92 m/s y de 65.52 m/s para los estados de construcción y de servicio, respectivamente.

- Pretensado de continuidad: dispuesto en la losa inferior -en las cabezas inferiores de las almas y en sus zonas más cercanas-, resiste los momentos positivos de servicio una vez cerrado en clave el tablero.

4.1.6 Construcción

4.1.6.1 Pilas. Autotrepa

El sistema de ejecución de las pilas, a base de una cimbra autotrepante, fue utilizado por primera vez en España -en la ejecución de pilas de puentes- en esta estructura.

Consiste en un sistema hidráulico en el que, mediante un pórtico colocado sobre las plataformas de trabajo, los encofrados -tanto interior como exterior- se mueven en dirección vertical de forma segura y rápida -velocidad de elevación de 0.5 m/minuto- permitiendo la ejecución de todas las trepas de las pilas, sin la ayuda de grúas externas y en cualquier condición meteorológica.

Figura IV-10. Vista general de la ejecución de las pilas

Las grúas torres -adosadas a cada pila- permitían la elevación de la armadura, prefabricada en 8 partes en las proximidades de la pila.

Cada pila se dividió en trepas de 4 m de longitud, resultando un total de 15, 32, 28 y 13 trepas en las pilas 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

El ciclo completo de ejecución de una trepa, de aproximadamente cinco días de duración, comprendía los siguientes trabajos:

- Avance en vertical de la cimbra autotrepante para ejecutar la nueva trepa.
- Nivelación topográfica de la nueva trepa.
- Elevación y colocación en su posición definitiva de la armadura pasiva de la nueva trepa.
- Hormigonado de la nueva trepa.
- Endurecimiento del hormigón.

4.1.6.2 Avance en voladizo

Las dovelas del Viaducto de Montabliz fueron las de mayores dimensiones, y por tanto, de mayor peso, ejecutadas en España en el momento de su construcción. [VPROI] [VPROII]. Los carros de avance requirieron un diseño específico, condicionado por los siguientes factores:

- Trazado:
  - Planta curva de 700 m de radio.
  - Peralte transversal del 8%.
  - Inclinación longitudinal del 5.57%.
- Plazo de ejecución: mínimo número de dovelas.
- Dovela:
  - Peso máximo: 420 Mp.
  - Longitud máxima: 5 m.

Los carros diseñados son grandes estructuras metálicas de 140 Mp de peso, capaces de aguantar 450 Mp.

Figura IV-11. Carros de avance

Como cualquier tablero realizado por avance en voladizo, la construcción del mismo comienza por las dovelas "0" situadas sobre la coronación de cada una de las pilas. En este caso concreto, el mismo encofrado autotrepante de las pilas se pudo adaptar para su ejecución. A partir de este punto, la construcción sucesiva de dovelas -de 4, 4.5 y 5 m de longitud- fue configurando una serie de estructuras parciales autoportantes.

El ciclo completo de ejecución de una dovela consistía en:

- Traslado del carro de avance hasta la posición de hormigonado de la dovela siguiente. Dicho carro se empotraba en la dovela anterior.
- Nivelación topográfica.
- Colocación de la armadura pasiva[89] y activa de la nueva dovela.

[89] La armadura pasiva se prefabricaba en obra y se izaba mediante la grúa torre de cada pila.

- Hormigonado por fases de la losa inferior, las almas y la losa superior de la nueva dovela.
- Tesado del pretensado de construcción de la nueva dovela, una vez que el hormigón hubiese endurecido.

En los voladizos de las pilas 1 y 4 se ejecutaron un total de 15 dovelas, mientras que en los de las pilas 2 y 3 se realizaron 15 dovelas en los vanos laterales y 17 dovelas en el vano central; las dos últimas, una vez cerrados en clave los vanos 2 y 4, respectivamente.

Figura IV-12. Proceso constructivo de las "Ts"

4.1.6.3 Cierre de vanos

La parte inferior de los carros de avance, definidos en el apartado anterior para la ejecución del avance en voladizo, se adaptó para la realización de las estructuras de cierre de los vanos, añadiendo además unas vigas metálicas sobre las losas superior e inferior del tablero, que constituían estructuras empotradas-articuladas en la fase inicial -hasta el hormigonado del 50% de la dovela de cierre-, y empotradas-empotradas en la fase final.

Figura IV-13. Cierre del vano 5

En primer lugar, se cerraron los vanos laterales 1 y 5; en segundo lugar, los vanos 2 y 4, y por último el vano central. Las diferencias de cota entre los extremos a unir, en todos los casos, fueron inferiores a 5 cm, siendo de 1 cm en el vano principal.

4.1.6.4 Voladizos

Desde un punto de vista seccional, el tablero se ejecutó en dos fases:

- La sección cajón de 15.7 m de anchura se construyó mediante avance en voladizo, tal y como se ha descrito anteriormente.
- Los voladizos laterales de 5.2 m de longitud se ejecutaron en dos subfases:
  - Construcción de nervios laterales mediante carros auxiliares.
  - Hormigonado de losa superior de voladizos, usando como encofrado perdido placas prefabricadas apoyadas sobre los nervios transversales.

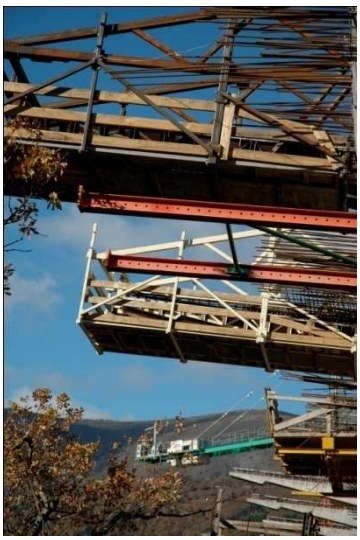


Figura IV-14. Ejecución de tabiques transversales

Figura IV-15. Ejecución de voladizos mediante placas prefabricadas

4.1.7 Fechas clave

La cronología del Viaducto de Montabliz se esquematiza en los siguientes hitos:

- 24 de diciembre de 2002: Entrega del Proyecto de Construcción.
- 20 de junio de 2003: Comienzo de la obra.
- 1 de octubre de 2004: Comienzo real de la estructura.
- 1 de octubre de 2004: Comienzo de la pila 2.
- 21 de diciembre de 2005: Inicio de la instrumentación.
- 31 de enero de 2006: Instalación de la antena parabólica en la pila 2.
- 4 de febrero de 2006: Hormigonado de la trepa 12 -sección de estudio térmico- de la pila 2.
- 11 de agosto de 2006: Comienzo del tablero en pila 4.
- Enero de 2007: Fin de la pila 2 y Comienzo de la instalación de los carros de avance.
- 2 de marzo de 2007: Comienzo del avance en voladizo de la pila 2. Hormigonado de la fase 1 de las dovelas 1 norte y sur de la pila 2.
- 9 de enero de 2008: Cierre en clave del vano central.
- 29 de enero de 2008: Prueba de carga estática de la estructura.
- 30 de enero de 2008: Prueba de carga dinámica de la estructura.
- 31 de enero de 2008: Inauguración y puesta en servicio del tramo Molledo-Pesquera de la Autovía de acceso de Cantabria a la Meseta y, por tanto, del Viaducto de Montabliz [VM].
- 14 de febrero de 2008: Fin de la instrumentación de construcción.
- 12 Marzo de 2008: Presentación en la Fundación del Pino en Madrid del libro *Un Camino de Horizonte. Molledo-Pesquera. Último eslabón en las Comunicaciones con la Meseta* [BVRROC] editado por Ferrovial y Apia XXI, empresas constructora y autora del Proyecto de la Estructura, respectivamente.
- 21 de mayo de 2009: Inicio de la instrumentación de servicio, dirigida por el Servicio de Estudios Especiales de la Dirección General de Carreteras.
- 17 de febrero de 2010: Entrega en Málaga del Premio Acueducto de Segovia en su IV Edición al Viaducto de Montabliz.
- 30 de junio de 2010: Entrega en Washington de la Nominación como estructura singular de los años 2006-2010 al Viaducto de Montabliz [PROW].

4.2 Instrumentación del Viaducto de Montabliz

Dadas las dimensiones del puente, se consideró necesario controlar su respuesta estructural, tanto durante su construcción como durante su vida útil, bajo las solicitaciones de viento y tráfico. En este sentido, durante la construcción del *Viaducto de Montabliz,* la empresa Kinesia instaló una instrumentación[90] estática y dinámica orientada a la caracterización de las acciones térmica y eólica.

La monitorización consiste en la medición de una serie de magnitudes físicas con el fin de controlar sus características estructurales más significativas:

- Movimientos: cimentaciones, coronación de las pilas, extremos de los brazos de las "Ts".
- Esfuerzos: secciones críticas de cimentaciones, pilas y tablero.
- Temperatura: gradientes térmicos longitudinales y transversales en pilas y verticales y horizontales en tablero.
- Viento: velocidad y dirección.
- Aceleraciones.

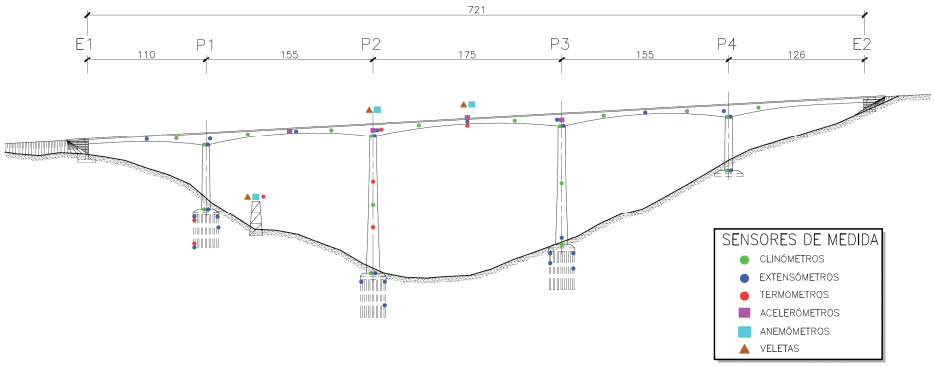


Figura IV-16. Instrumentación general de la estructura. Cotas en m. [VPRO]

4.2.1 Sensores

El número, la disposición y la tipología de los sensores empleados fueron definidos por los autores del Proyecto del Viaducto. De entre todos ellos, los más importantes, tanto durante su construcción como durante su puesta en servicio, son los clinómetros puesto que nos permiten conocer la inclinación de las pilas, o más propiamente dicho y tal y como se explica más adelante, la variación de la inclinación de las pilas ante un fenómeno determinado o en el transcurso del tiempo. En este sentido, cualquier estudio que se realice de esta estructura debe tener presente estos sensores.

La instrumentación de este viaducto constituye un trabajo de investigación a escala real, pionero en España en estructuras singulares como ésta.

[90] La instrumentación de la estructura ha sido fruto de un trabajo de investigación dirigido por el Profesor Catedrático Marcos J. Pantaleón Prieto, Director de esta memoria.

4.2.1.1 Instrumentación estática

Se colocaron una serie de sensores de diferente naturaleza -extensómetros[91], termómetros[92], clinómetros[93]…-, cada uno de los cuales medía de manera automática, en intervalos de 10 minutos, una determinada variable del puente: deformación de la armadura, temperatura, inclinación de la pila…. Además, se podía modificar manualmente la frecuencia de medición en determinadas fases de ejecución, siempre que fuera preciso. Dichos sensores se dispusieron en los distintos elementos del puente: cimentaciones, pilas y tablero, de manera que con ellos se pudiera conocer la respuesta estructural real del mismo. Cada sensor viene representado en un canal[94] en dicho programa. En el apartado 4.2.1.4 de este capítulo se incluyen los canales empleados.

La instalación de los sensores se realizó de dos formas diferentes, dependiendo de su tipología:

- Extensómetros y termómetros: atados con alambre a la ferralla y, por tanto, embebidos en el hormigón.

Figura IV-17. Extensómetro instalado en la armadura

- Clinómetros: clavados sobre el paramento interior del hormigón.

Figura IV-18. Clinómetros transversal y longitudinal instalados en la base de la pila 2

[91] Resolución: με.
[92] Resolución: 0.001ºC.
[93] Resolución: 0.002º -sexagesimales-.
[94] La capacidad total era de 190 canales.

4.2.1.1.1 Inclinación de pilas y tablero

Como ya se ha dicho anteriormente, los sensores más importantes son los clinómetros y, en concreto, los instalados en la coronación de las pilas. Los clinómetros longitudinales permiten controlar las fases de equilibrio y desequilibrio durante la ejecución simétrica y en desfase de las dovelas; mientras que los transversales registran el giro creciente de las pilas durante la ejecución de las "Ts", debido a la curvatura en planta del tablero.

Se instalaron un total de 28 clinómetros de la siguiente forma:

- 2 clinómetros -longitudinal y transversal- en la base de todas las pilas.
- 2 clinómetros -longitudinal y transversal- en la coronación de todas las pilas.
- 2 clinómetros -longitudinal y transversal- en una trepa intermedia de las pilas 2 y 3.
- 2 clinómetros longitudinales en los brazos de las "Ts" de cada pila.

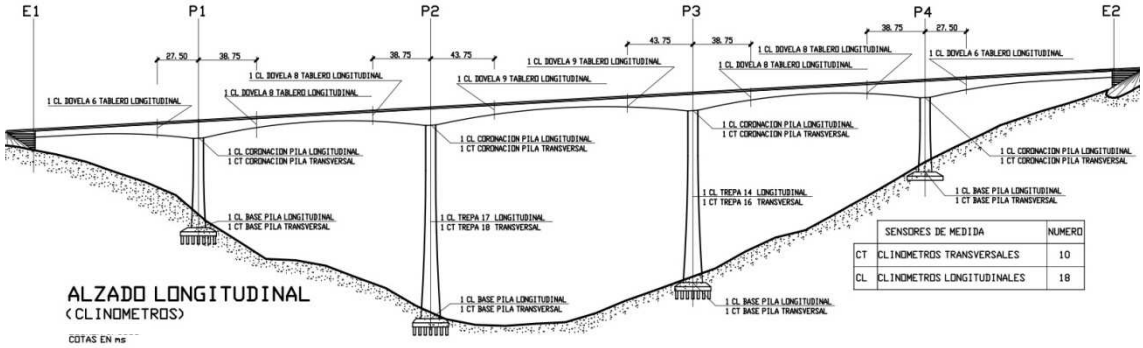


Figura IV-19. Disposición de clinómetros en la estructura

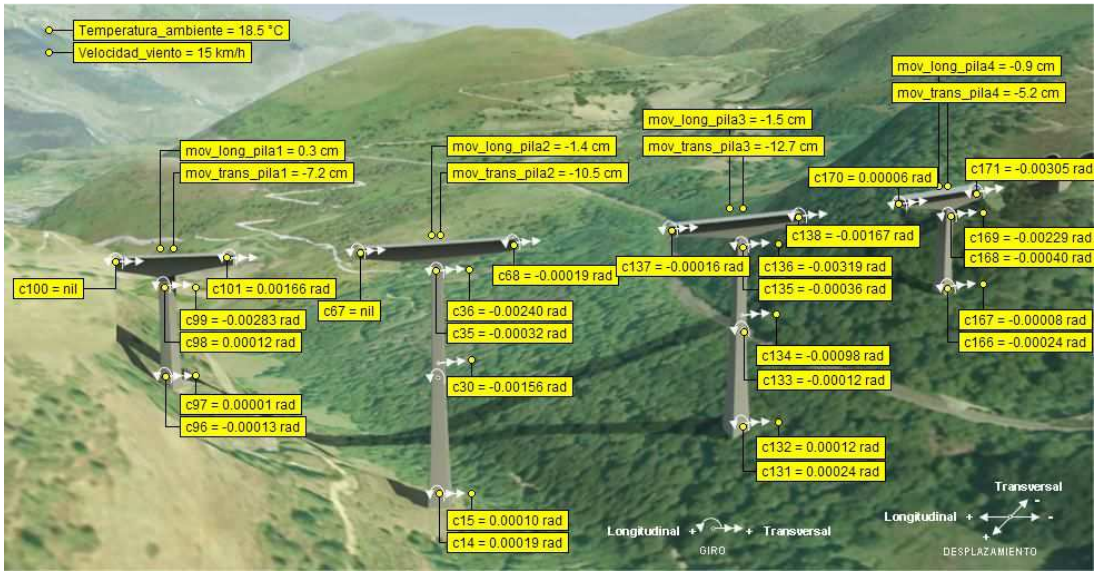


Figura IV-20. Registro de clinómetros. 28/10/2007 14:10[95]

[95] Imagen cedida por el Ministerio de Fomento. El índice de los canales se corresponde con la instrumentación de construcción. Los canales con registro *nil* tenían algún problema en el momento de la medición.

4.2.1.1.2 Temperatura

Se instalaron tres tipos de sondas de temperatura o termómetros, tal y como se refleja en la Figura IV-21, con el fin de medir tres tipos de temperatura:

- Temperatura ambiente exterior a la sombra.
- Temperatura ambiente en el interior de las pilas y del tablero.
- Temperatura interna del hormigón de las pilas y del tablero.

La disposición de los termómetros permite evaluar las siguientes magnitudes físicas:

- Temperatura ambiente exterior e interior.
- Incremento térmico en pilas y tablero.
- Gradiente longitudinal y transversal en pilas.
- Gradiente horizontal y vertical en tablero.

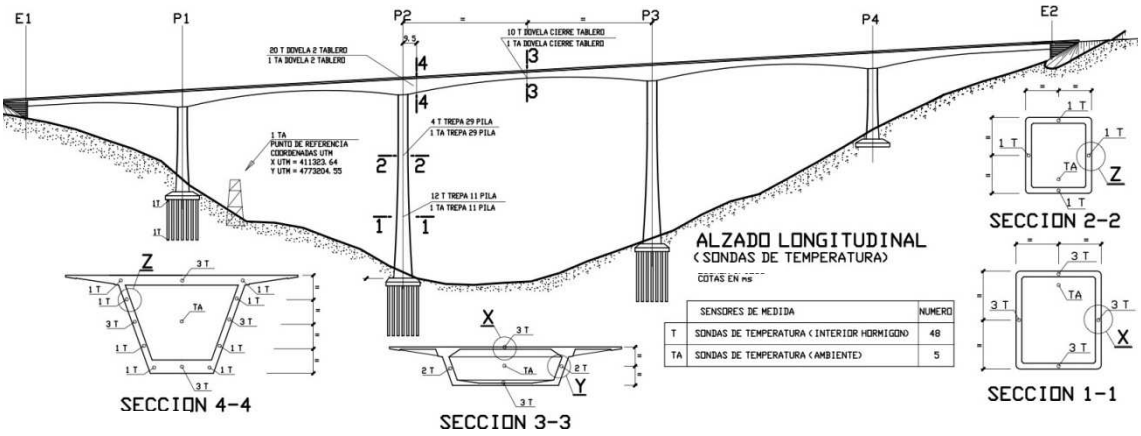


Figura IV-21. Disposición de termómetros en la estructura

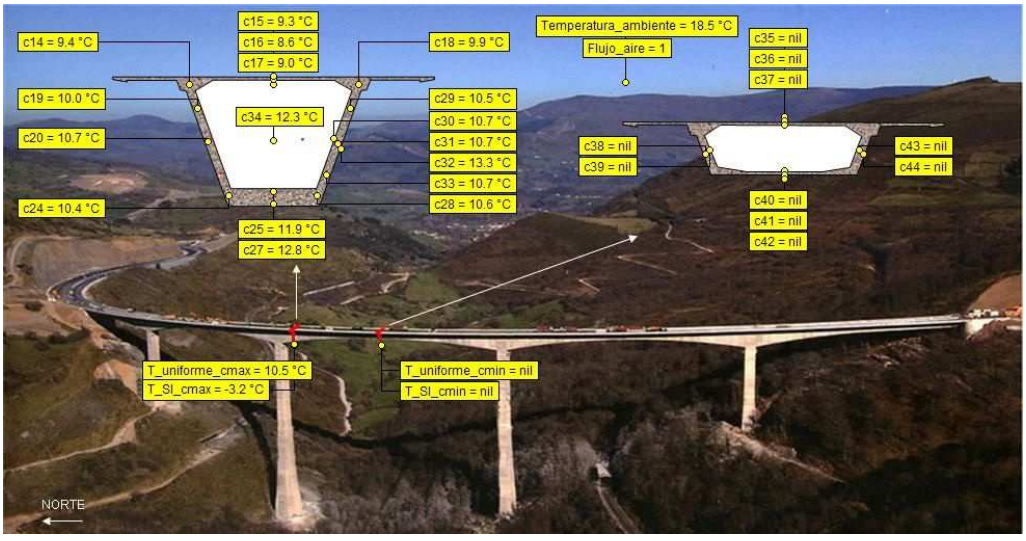


Figura IV-22. Registro de termómetros en el tablero. 06/07/2007 10:50[96]

[96] Imagen cedida por el Ministerio de Fomento. El índice de los canales se corresponde con la instrumentación permanente. Los canales con registro *nil* no estaban conectados al sistema de adquisición de datos en el momento de la medición.

El número y la disposición de sondas de temperatura fue la siguiente:

- 1 temperatura ambiente exterior.
- 12 temperatura interior hormigón en pilas.
- 1 temperatura ambiente interior en pilas.
- 14+5 temperatura interior hormigón en tablero[97].
- 1+1 temperatura ambiente interior tablero[97].
- 1 temperatura interior hormigón pilotes.
- 10 temperatura interior hormigón tablero[98] -clave del vano 3-.

4.2.1.1.3 Deformaciones

Las deformaciones de la armadura pasiva se midieron y se siguen midiendo mediante extensómetros atados con alambres a la misma. Se colocaron un elevado número de ellos en las diferentes secciones críticas de la estructura.

- Cimentación -pilotes[99]-: 6 en los pilotes de las pilas 1 y 3, y 5 en los de la pila 2.
- Pilas:
  - 4 en las bases de todas las pilas excepto en la de la pila 2 en la que se dispusieron 8.
  - 4 en la coronación de todas las pilas.
- Tablero:
  - 4 en el tablero de todas las pilas excepto, en el de la pila 2, en el que se colocaron 8.
  - 3 en la dovela de cierre del vano central[100].

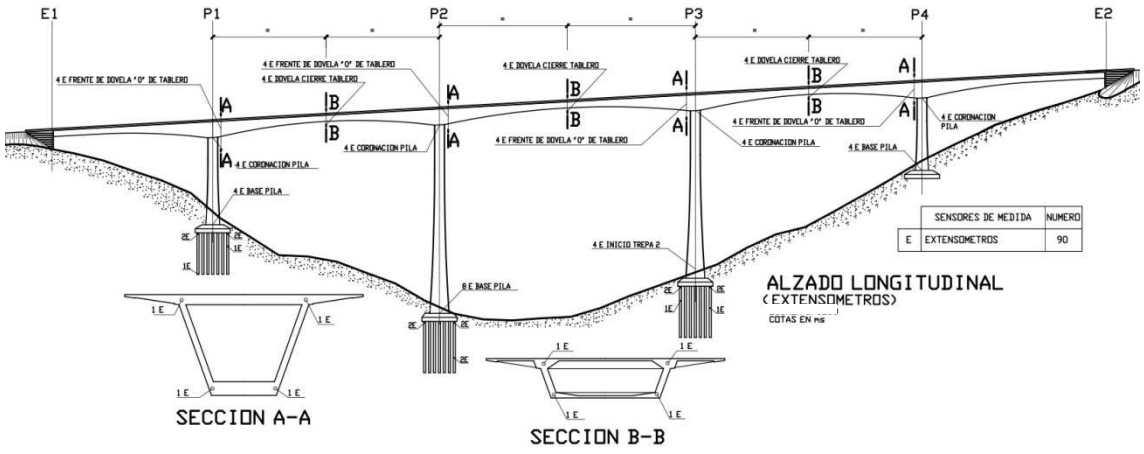


Figura IV-23. Disposición de extensómetros en la estructura

[97] Distribuidos en dos secciones transversales.
[98] Estas 10 sondas, por estar situadas en la clave del vano central, sólo estuvieron conectadas al SAD una vez finalizada la estructura, es decir, en la instrumentación permanente.
[99] La cimentación de la pila 4 no tiene extensómetros ya que es superficial.
[100] Estos 3 extensómetros, por estar situados en la clave del vano central, sólo estuvieron conectados al SAD una vez finalizada la estructura, es decir, en la instrumentación permanente.

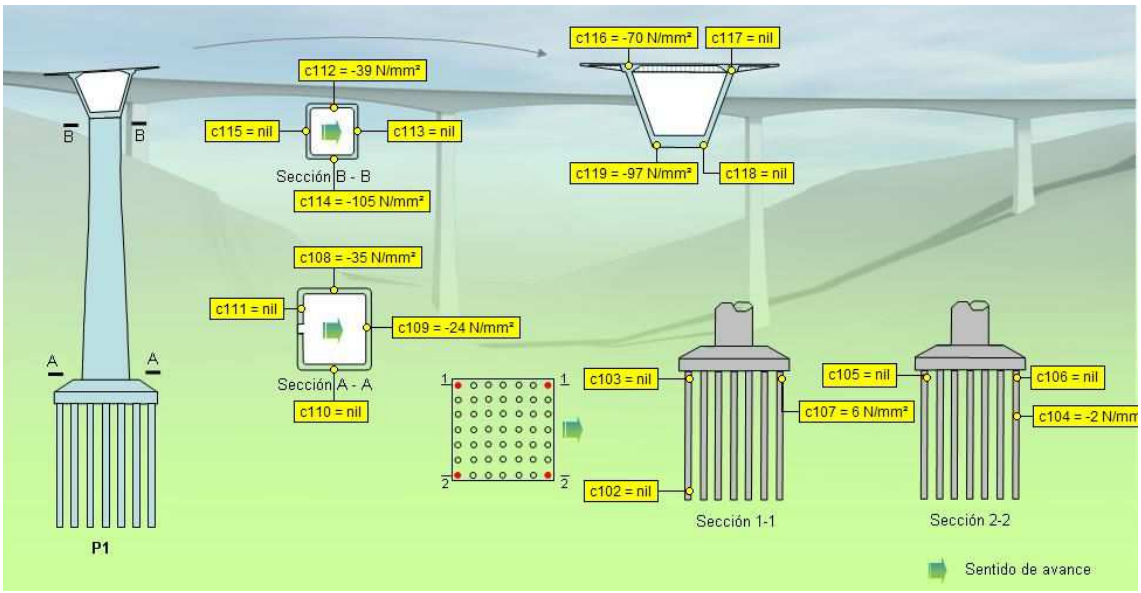


Figura IV-24. Registro de extensómetros en P1. 28/10/2007 14:10[101]

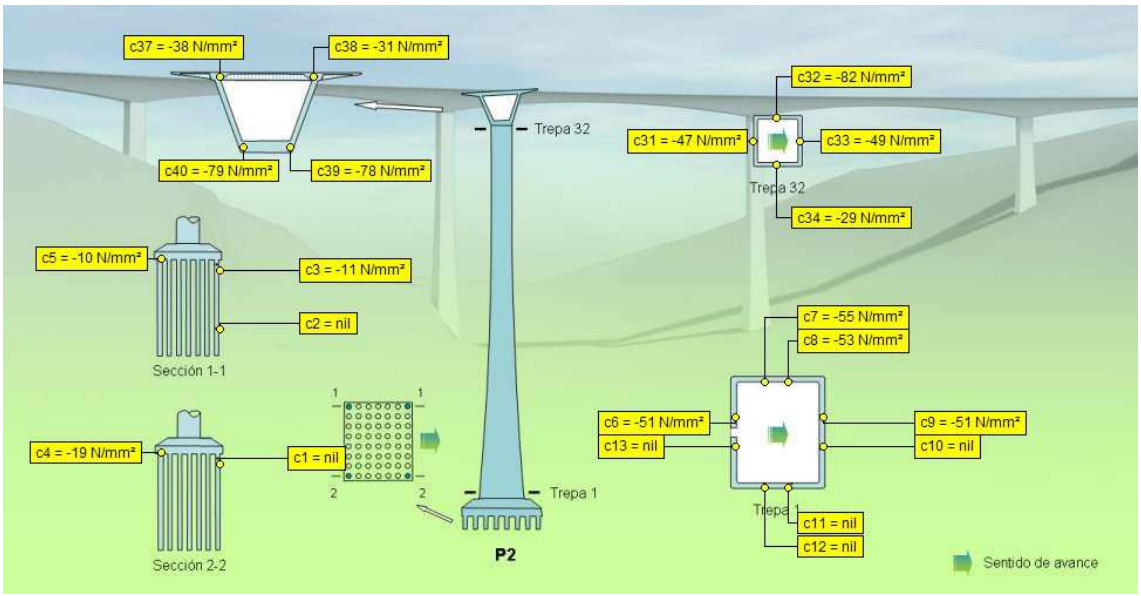


Figura IV-25. Registro de extensómetros en P2. 28/10/2007 14:10[101]

[101] Imagen cedida por el Ministerio de Fomento. El índice de los canales se corresponde con la instrumentación de construcción. Los canales con registro *nil* tenían algún problema en el momento de la medición.

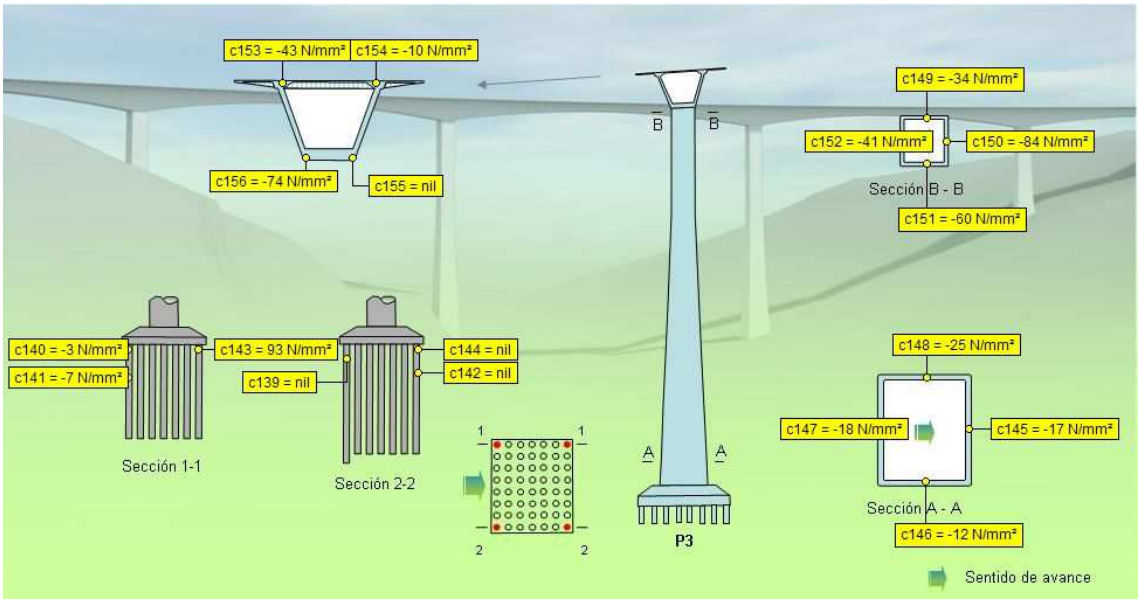


Figura IV-26. Registro de extensómetros en P3. 28/10/2007 14:10[101]

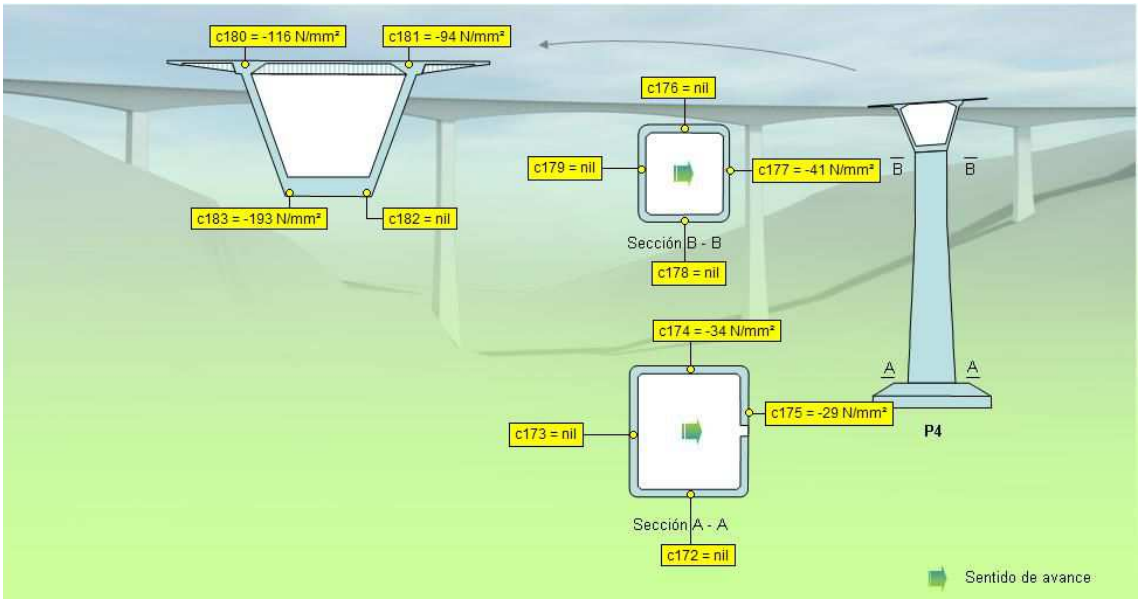
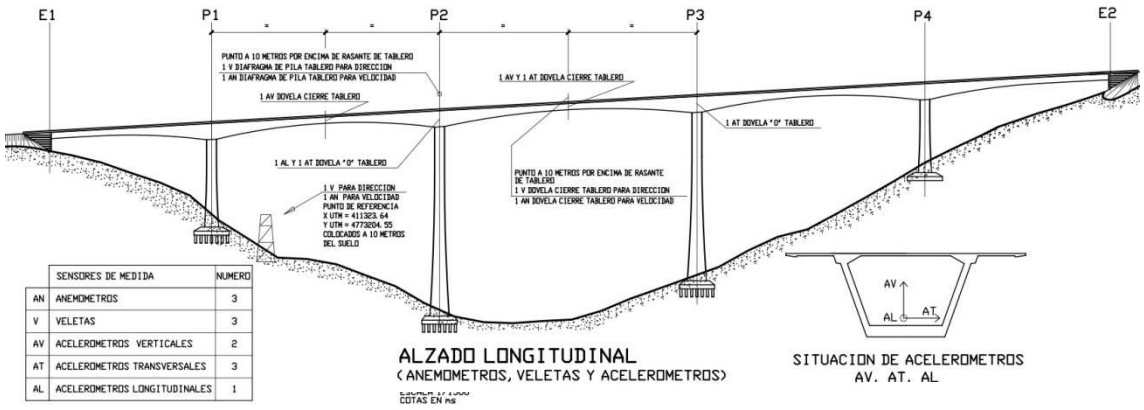


Figura IV-27. Registro de extensómetros en P4. 28/10/2007 14:10[101]

4.2.1.2 Instrumentación dinámica

Además de la parte estática, el viaducto posee una instrumentación dinámica que funciona de forma independiente mediante capturas automáticas ante eventos que superan ciertos umbrales prefijados. Dichos umbrales se pueden modificar durante la vida útil de la estructura en función de los rangos de viento que se pretendan estudiar. La velocidad de medida inicial fue de 100 lecturas por segundo -contenido espectral de 0 a 50 hz-, si bien ésta se puede cambiar también.

Consiste en la instalación de conjuntos veleta-anemómetro sobre torres dispuestas a tal efecto y de acelerómetros sobre la losa inferior del tablero.



	SENSORES DE MEDIDA	NUMERO
AN	ANEMOMETROS	3
V	VELETAS	3
AV	ACELEROMETROS VERTICALES	2
AT	ACELEROMETROS TRANSVERSALES	3
AL	ACELEROMETROS LONGITUDINALES	1

Figura IV-28. Disposición de los sensores dinámicos en la estructura

4.2.1.2.1 Viento

Los sensores registran el viento de referencia de acuerdo con la IAP-98; se colocaron en el lado de barlovento sobre los elementos de la estructura que se indican, con una separación tal que se evita la zona de turbulencia del viento por la presencia del obstáculo. Se instalaron anemómetros y veletas con el fin de conocer la velocidad y la dirección del viento. El número y la disposición de los conjuntos anemómetro-veleta es la siguiente: estación meteorológica, vano 2 y vano 3.

4.2.1.3 Instrumentación permanente

El Servicio de Estudios Especiales de la Dirección Técnica de la Dirección General de Carreteras está llevando a cabo un seguimiento de la Estructura:

- Registro de deformaciones-tensiones en el tablero y en la pila 2:
  - Centro de vano 3: 3 extensómetros. E75 a E77.
  - Base de la pila 2: 4 extensómetros. E19 a E22.
- Registro de temperaturas en el tablero y en la pila 2, con el fin de contrastar los valores previstos en la normativa vigente [IAP] y [EAT]. Para ello se han dejado conectados los siguientes sensores:
  - Temperatura ambiente exterior[102]. T21.
  - Temperaturas internas en el tablero:
    - Centro de vano 3: 10 termómetros. T43 a T52.
    - Sección a 7.5 m del eje de la pila 2 en el vano 3: 21 termómetros. T22 a T42.
    - Sección en la trepa 12 de la pila 2: 13 termómetros. T3 a T15.
- Registro de la velocidad y de la dirección del viento a diferentes alturas, con el fin de contrastar los valores previstos en la normativa vigente [IAP]. Para ello se han dejado conectados los siguientes sensores:
  - Viento en el entorno: anemómetro y veleta.
  - Viento en la estructura:
    - Centro de vano 2: anemómetro y veleta.
    - Centro de vano 3: anemómetro y veleta.

[102] En la sombra.

- Estudio de la respuesta estructural del viaducto, en términos de aceleraciones, bajo la acción del tráfico y del viento. Para ello se han dejado conectados los siguientes sensores:
  - Pila 2: 2 acelerómetros. A1 (T[103]) y A2 (L[104]).
  - Pila 3: acelerómetro transversal. A3 (T).
  - Centro de vano 3: 2 acelerómetros. A4 (V[105]) y A5 (T).
  - Centro de vano 2: acelerómetro vertical. A6 (V).

4.2.1.4 Canales instalados

Cada canal se corresponde con un sensor. El conjunto de dispositivos instalados se resume en:

- 28 Clinómetros.
- 46 Sondas de temperatura.
- 76 Extensómetros.
- 3 Conjuntos anemómetro-veleta.
- 6 Acelerómetros.

En la Tabla IV-1 se incluyen los sensores instalados; en cada una de sus columnas se indica:

- Sensor: tipo, localización y número de sensor.
- Construcción: canal en el que se registraron los datos durante la construcción.
- Permanente: canal en el que se están registrando los datos durante la vida útil.
- Empleados: número del canal, si éste ha sido empleado en este trabajo.

En el capítulo *Conclusiones, Propuestas y Futuras Líneas de Investigación* se propone un sistema de instrumentación, en lo que a número y tipología de sensores a utilizar se refiere, para el análisis del gradiente térmico horizontal y su correspondiente giro en la pila de una estructura futura, que simplifica el empleado en el *Viaducto de Montabliz*.

[103] Transversal.
[104] Longitudinal.
[105] Vertical.

Sensor	Construcción	Permanente	Empleados
Pila 2. Cimentación Extensómetro E4	1		
Pila 2. Cimentación Extensómetro E7	2		
Pila 2. Cimentación Extensómetro E8	3		
Pila 2. Cimentación Extensómetro E11	4		
Pila 2. Cimentación Extensómetro E12	5		
Pila 2. Base Extensómetro E19	6	55	
Pila 2. Base Extensómetro E20	7	53	
Pila 2. Base Extensómetro E21	8	54	
Pila 2. Base Extensómetro E22	9	56	
Pila 2. Base Extensómetro E23	10		
Pila 2. Base Extensómetro E24	11		
Pila 2. Base Extensómetro E25	12		
Pila 2. Base Extensómetro E26	13		
Pila 2. Base Clinómetro longitudinal K1	14		14
Pila 2. Base Clinómetro transversal K2	15		15
Pila 2. Trepa 12 Termómetro T3	16	1	16
Pila 2. Trepa 12 Termómetro T4	17	2	17
Pila 2. Trepa 12 Termómetro T5	18	3	18
Pila 2. Trepa 12 Termómetro T6	19	4	19
Pila 2. Trepa 12 Termómetro T7	20	5	20
Pila 2. Trepa 12 Termómetro T8	21	6	21
Pila 2. Trepa 12 Termómetro T9	22	7	22
Pila 2. Trepa 12 Termómetro T10	23	8	23
Pila 2. Trepa 12 Termómetro T11	24	9	24
Pila 2. Trepa 12 Termómetro T12	25	10	25
Pila 2. Trepa 12 Termómetro T13	26	11	26
Pila 2. Trepa 12 Termómetro T14	27	12	27
Pila 2. Trepa 12 Termómetro T15	28	13	28
Pila 2. Trepa 17 Clinómetro longitudinal K3	29		
Pila 2. Trepa 18 Clinómetro transversal K5	30		
Pila 2. Coronación Extensómetro E51	31		
Pila 2. Coronación Extensómetro E52	32		
Pila 2. Coronación Extensómetro E53	33		
Pila 2. Coronación Extensómetro E54	34		
Pila 2. Coronación Clinómetro longitudinal K15	35		35
Pila 2. Coronación Clinómetro transversal K16	36		36
Pila 2. Tablero Extensómetro E59	37		
Pila 2. Tablero Extensómetro E60	38		
Pila 2. Tablero Extensómetro E61	39		
Pila 2. Tablero Extensómetro E62	40		
Pila 2. Tablero Termómetro T22	41	14	
Pila 2. Tablero Termómetro T23	42	15	
Pila 2. Tablero Termómetro T24	43	16	
Pila 2. Tablero Termómetro T25	44	17	
Pila 2. Tablero Termómetro T26	45	18	
Pila 2. Tablero Termómetro T27	46	19	
Pila 2. Tablero Termómetro T28	47	20	
Pila 2. Tablero Termómetro T29	48	21	
Pila 2. Tablero Termómetro T30	49	22	
Pila 2. Tablero Termómetro T31	50	23	
Pila 2. Tablero Termómetro T32	51	24	
Pila 2. Tablero Termómetro T33	52	25	
Pila 2. Tablero Termómetro T34	53	26	
Pila 2. Tablero Termómetro T35	54	27	
Pila 2. Tablero Termómetro T36	55	28	
Ladera P1-P2 Anemómetro	56	47	
Ladera P1-P2 Veleta	57	48	
Ladera P1-P2 Temperatura ambiente T21	58	45	58
Flujo de aire en termómetro ambiente T21	59	46	
Pila 2. Tablero Termómetro T37	61	29	
Pila 2. Tablero Termómetro T38	62	30	
Pila 2. Tablero Termómetro T39	63	31	

Sensor	Construcción	Permanente	Empleados
Pila 2. Tablero Termómetro T40	64	32	
Pila 2. Tablero Termómetro T41	65	33	
Pila 2. Tablero Termómetro T42	66	34	
Pila 2. Tablero Norte Clinómetro K23	67		
Pila 2. Tablero Sur Clinómetro K24	68		
Pila 2. Tablero Extensómetro E71	69		
Pila 2. Tablero Extensómetro E72	70		
Pila 2. Tablero Extensómetro E73	71		
Pila 2. Tablero Extensómetro E74	72		
Pila 1. Base Clinómetro longitudinal K11	96		
Pila 1. Base Clinómetro transversal K12	97		
Pila 1. Coronación Clinómetro longitudinal K13	98		
Pila 1. Coronación Clinómetro transversal K14	99		
Pila 1. Tablero norte Clinómetro K21	100		
Pila 1. Tablero sur Clinómetro K22	101		
Pila 1. Cimentación extensómetro E13	102		
Pila 1. Cimentación extensómetro E14	103		
Pila 1. Cimentación extensómetro E15	104		
Pila 1. Cimentación extensómetro E16	105		
Pila 1. Cimentación extensómetro E17	106		
Pila 1. Cimentación extensómetro E18	107		
Pila 1. Base Extensómetro E35	108		
Pila 1. Base Extensómetro E36	109		
Pila 1. Base Extensómetro E37	110		
Pila 1. Base Extensómetro E38	111		
Pila 1. Coronación Extensómetro E43	112		
Pila 1. Coronación Extensómetro E44	113		
Pila 1. Coronación Extensómetro E45	114		
Pila 1. Coronación Extensómetro E46	115		
Pila 1. Tablero Extensómetro E55	116		
Pila 1. Tablero Extensómetro E56	117		
Pila 1. Tablero Extensómetro E57	118		
Pila 1. Tablero Extensómetro E58	119		
Pila 1. Cimentación Termómetro T1	124		
Pila 3. Base Clinómetro longitudinal K7	131		
Pila 3. Base Clinómetro transversal K8	132		
Pila 3. Trepa 14 Clinómetro longitudinal K4	133		
Pila 3. Trepa 16 Clinómetro transversal K6	134		
Pila 3. Coronación Clinómetro longitudinal K17	135		
Pila 3. Coronación Clinómetro transversal K18	136		
Pila 3. Tablero norte Clinómetro K25	137		
Pila 3. Tablero sur Clinómetro K26	138		
Pila 3. Cimentación Extensómetro E1	139		
Pila 3. Cimentación Extensómetro E2	140		
Pila 3. Cimentación Extensómetro E3	141		
Pila 3. Cimentación Extensómetro E6	142		
Pila 3. Cimentación Extensómetro E9	143		
Pila 3. Cimentación Extensómetro E10	144		
Pila 3. Base Extensómetro E27	145		
Pila 3. Base Extensómetro E28	146		
Pila 3. Base Extensómetro E29	147		
Pila 3. Base Extensómetro E30	148		
Pila 3. Coronación Extensómetro E47	149		
Pila 3. Coronación Extensómetro E48	150		
Pila 3. Coronación Extensómetro E49	151		
Pila 3. Coronación Extensómetro E50	152		
Pila 3. Tablero Extensómetro E63	153		
Pila 3. Tablero Extensómetro E64	154		
Pila 3. Tablero Extensómetro E65	155		
Pila 3. Tablero Extensómetro E66	156		
Pila 4. Base Clinómetro longitudinal K9	166		
Pila 4. Base Clinómetro transversal K10	167		

Sensor	Construcción	Permanente	Empleados
Pila 4. Coronación Clinómetro longitudinal K19	168		
Pila 4. Coronación Clinómetro transversal K20	169		
Pila 4. Tablero norte Clinómetro K27	170		
Pila 4. Tablero sur Clinómetro K28	171		
Pila 4. Base Extensómetro E31	172		
Pila 4. Base Extensómetro E32	173		
Pila 4. Base Extensómetro E33	174		
Pila 4. Base Extensómetro E34	175		
Pila 4. Coronación Extensómetro E39	176		
Pila 4. Coronación Extensómetro E40	177		
Pila 4. Coronación Extensómetro E41	178		
Pila 4. Coronación Extensómetro E42	179		
Pila 4. Tablero Extensómetro E67	180		
Pila 4. Tablero Extensómetro E68	181		
Pila 4. Tablero Extensómetro E69	182		
Pila 4. Tablero Extensómetro E70	183		
Vano 3. Dovela 18. Termómetro T43		35	
Vano 3. Dovela 18. Termómetro T44		36	
Vano 3. Dovela 18. Termómetro T45		37	
Vano 3. Dovela 18. Termómetro T46		38	
Vano 3. Dovela 18. Termómetro T47		39	
Vano 3. Dovela 18. Termómetro T48		40	
Vano 3. Dovela 18. Termómetro T49		41	
Vano 3. Dovela 18. Termómetro T50		42	
Vano 3. Dovela 18. Termómetro T51		43	
Vano 3. Dovela 18. Termómetro T52		44	
Vano 2. Anemómetro ANE2		49	
Vano 2. Veleta VEL2		50	
Vano 3. Anemómetro ANE3		51	
Vano 3. Veleta VEL3		52	
Vano 3. Clave. Extensómetro E75		57	
Vano 3. Clave. Extensómetro E76		58	
Vano 3. Clave. Extensómetro E77		59	
TOTAL	**140**	**59**	**18**

Tabla IV-1. Canales del Viaducto de Montabliz

4.2.2 Sistema de adquisición de datos

Los sensores instalados se conectaron a un ordenador ubicado en un caseta situada en el interior de la Pila 2 que almacenaba y almacena los registros medidos en una base de datos; éstos podían y pueden ser vistos en la oficina en tiempo real gracias a una conexión vía satélite por internet[106].

El ordenador debía y debe estar continuamente conectado a la corriente eléctrica para su funcionamiento.

[106] A tal efecto se instaló una antena parabólica en la Pila 2.

Figura IV-29. Antena parabólica instalada en la pila 2

La instalación eléctrica de la caseta durante la ejecución del Viaducto estaba formada por:

- Un grupo electrógeno[107] de 12.7 kva con su bomba de trasiego[108] y su depósito de almacenamiento de gasóleo de 500 litros.
- Un SAI[109] de 1500 kva.
- Una unidad de señalización acústica y luminosa[110] de 220 v.
- Un punto de luz de pantalla estanca de 2x58w con tubos fluorescentes[111].
- Seis tomas de corriente.

El consumo aproximado fue de 3.5 litros/hora.

Figura IV-30. Caseta ubicada en el interior de la pila 2

Los sensores instalados en el resto de las "Ts" se conectaron con unas maletas de adquisición de datos ubicadas en el interior de cada pila. Cada una de estas maletas se conectó con la pila 2 mediante un único cable de alimentación.

[107] Pramac-Ibérica, diesel de 220-380 v, estático, abierto, 1500 rpm.
[108] Modelo G220/40.
[109] Merlin-Gerin. Modelo Pulsar Extreme, Serie C. Mono-Mono 220 v.
[110] Modelo Syrex 5xN/AC-02 105 Db.
[111] 58w/8401.

Figura IV-31. Maleta de adquisición de datos de Pila 4

El coste total de la instalación eléctrica fue de 17108 € + IVA. Además, el mantenimiento de la misma, consistente fundamentalmente en el suministro de gasóleo al grupo, supuso un coste de 600 €/semana + IVA.

Actualmente el ordenador está conectado a la red eléctrica del túnel.

Todos los registros han quedado y siguen quedando almacenados en una base de datos del ordenador instalado en la estructura, que fue y sigue siendo accesible vía internet en tiempo real.

4.2.3 Programa de control del sistema

Tanto para la instrumentación estática como para la dinámica, el programa de adquisición de datos fue y sigue siendo Merlin[112]. Dicho programa genera de forma automática y en tiempo real, en el ordenador situado en la pila 2, una base de datos con los registros tanto estáticos como dinámicos. Dicha base de datos se puede consultar y descargar a través de internet[113].

4.2.4 Coste de la instrumentación

En la Tabla IV-2 se indica el coste de la instrumentación en relación al presupuesto total de la estructura:

- Viaducto de Montabliz: presupuesto de ejecución material calculado en el proyecto de liquidación.
- Instrumentación: el coste incluye el suministro y la colocación de los sensores, la puesta a punto y el mantenimiento de todo el sistema, la prestación de la asistencia técnica e interpretación de los datos, así como las ayudas necesarias en las casetas, alimentación eléctrica y sistemas de acceso remoto por internet durante la fase de construcción.

[112] Software o programa diseñado por la empresa Kinesia para el procesado y presentación de los datos registrados por un sistema de monitorización continuo.
[113] www.kinesia.net

- Suministro eléctrico: grupo electrógeno[114]. El mantenimiento se realizó durante 2 años y un mes y medio.

Por tanto, el coste total de la instrumentación durante la construcción del viaducto, incluido el suministro eléctrico, supuso un 1.1% del presupuesto total de la estructura.

Viaducto de Montabliz (PEM)	25369647	€	100%
Instrumentación	200000	€	0.8%
Suministro eléctrico	83108	€	0.3%
Total Instrumentación	283108	€	1.1%

Tabla IV-2. Coste de la Instrumentación del Viaducto de Montabliz

4.2.5 Seguimiento topográfico del tablero: Contraflechas

Durante la ejecución del tablero se efectuó un control topográfico de cada dovela. Éste consistió en la lectura de cotas en el frente de la dovela en ejecución en los siguientes tiempos:

- Una vez dispuestos los dos carros de avance en posición de hormigonado.
- Después de hormigonar ambas dovelas.
- Después de tesar.

En cada lectura de cotas, se anotaba además la fecha y la hora con el fin de poder relacionar las medidas tomadas con la instrumentación. En la medida de lo posible, las lecturas se realizaron a primera hora de la mañana, o a la hora en la que la instrumentación demostraba que el gradiente térmico era mínimo.

La topografía se utilizó, por tanto, como una comprobación o complemento de la monitorización.

Además la instrumentación controló los siguientes parámetros:

- Temperatura ambiente exterior.
- Temperatura interior de las pilas, tanto del hormigón como ambiente interior. La disposición de varios termómetros en el interior de su sección transversal, permitía conocer el gradiente horizontal tanto longitudinal como transversal.
- Temperatura interior del tablero: de forma análoga al gradiente de las pilas, se podía conocer el gradiente horizontal y el vertical.
- Inclinación, tanto longitudinal como transversal, de todas las pilas, en su coronación y en su base.
- Inclinación longitudinal del tablero en las secciones de cuartos de luz de todos los vanos.
- Deformaciones y, por tanto, tensiones, en las secciones críticas y en los puntos más representativos de la estructura: pilotes, base y coronación de las pilas y secciones de pila y de centro de vano del tablero.

[114] Tal y como se describe en el apartado 4.2.2.

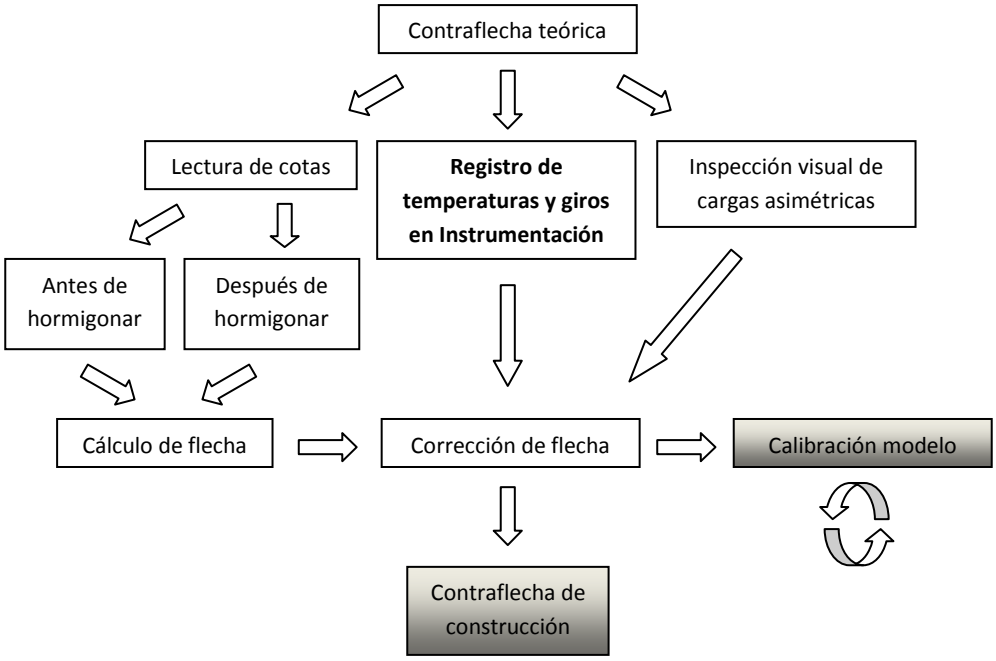


Figura IV-32. Esquema de control de los movimientos del tablero

En este sentido, la instrumentación ha sido fundamental en el control de las flechas del tablero durante su ejecución, y concretamente en el giro de las pilas, gracias a las lecturas realizadas en los clinómetros. La veracidad de los mismos se comprobó con la instalación de clinómetros manuales. De esta forma, se controlaron los equilibrios y desequilibrios producidos por el hormigonado de las dovelas, corrigiendo previamente los giros obtenidos mediante los gradientes térmicos resultantes de los valores de los termómetros.

4.3 Conclusiones

Las conclusiones de la primera parte de este trabajo son:

- El material básico de la instrumentación es la fibra óptica, empleada tanto en los cables, es decir, como medio de transmisión de los datos, como en los sensores de fibra óptica intrínsecos, como por ejemplo los extensómetros del Viaducto de Montabliz.
    - Otras estructuras en las que se han empleado este tipo de sensores son:
        - Colle d'Isarco Viaduct (1969). Italia. Avance en Voladizo. L= 163 m.
        - Krk-1 Bridge -lado este- (2002). Croacia. Arco de hormigón. L= 390 m.
        - Krk-2 Bridge -lado oeste- (2002). Croacia. Arco de hormigón. L= 244 m.
        - Siggenthal Bridge (2002). Suiza. Arco de hormigón. L= 117 m.
    - En la recopilación realizada existe una gran variedad de puentes cuyos cables son de fibra óptica. Algunos de ellos son:
        - Woodrow Wilson Bridge (1961). Virginia-Maryland. Basculante. L= 90 m.
        - Dafosi Bridge (2001). China. Atirantado. L= 450 m.

        - Marghera Bridge (2003). Venecia. Atirantado. L= 126 m.
- Los sensores extrínsecos sólo pueden ser puntuales, mientras que los intrínsecos pueden ser puntuales, integrados, cuasi distribuidos y distribuidos; siendo los últimos los que presentan mayores ventajas ya que simplifican el número de cables al reducir el número de dispositivos.
    - De las estructuras analizadas, dos ejemplos de utilización de sensores extrínsecos con doble función, es decir, que miden simultáneamente la deformación y la temperatura son:
        - Jiangying Yangtze River Bridge (1999). China. Colgante. L= 1385 m.
        - Viaducto sobre el Arroyo de las Navas (2002). Cantabria. Autocimbra. L= 50 m.
    - El resto de magnitudes físicas se miden mediante sensores extrínsecos. Algunos ejemplos de estos sensores se han empleado en:
        - Lupu Bridge (2005). China. Arco metálico. L= 550 m.
        - Chongqing Shibanpo Yangtze River Bridge (2006). China. Avance en voladizo. L= 330 m.
        - Xihoumen Bridge (2009). China. Colgante. L= 1650 m.
        - Jintang Bridge (2009). China. Atirantado. L= 620 m.
- El sistema de adquisición de datos se puede y se debe dividir en partes, como las cuatro "Ts" de la estructura base de este trabajo, y conectar cada una de ellas mediante un único cable al ordenador central. Otros ejemplos de ello son:
    - Tsing Ma Control Area. Hong Kong.
        - Tsing Ma Bridge (1997). Colgante. L=1337 m.
        - Kap Shui Mun Bridge (1997). Atirantado. L= 430 m.
        - Ting Kau Bridge (1998). Atirantado. L= 475 m.
    - Akashi Kaikyo Bridge (1998). Japón. Colgante. L= 1991 m.
    - Sutong Bridge (2003). China. Atirantado. L= 1088 m.
- El registro de datos debe ser continuo, siendo los intervalos mínimo y máximo recomendados:
    - 5 minutos: como el intervalo de tiempo elegido durante algunas fases de tesado del Viaducto de Montabliz, con el fin de registrar la evolución de esfuerzos axiles en el tablero mediante la medición de deformaciones en los extensómetros instalados en su interior.
    - 60 minutos: en el Puente sobre el río Iregua comentado anteriormente, los registros de temperatura fueron horarios.
- Hoy en día, la monitorización de estructuras está incluida tanto en su proyecto como en los sistemas de gestión de los diversos organismos encargados de su explotación. Además, sigue siendo una herramienta muy utilizada en la conservación y el mantenimiento de los puentes, así como, en el control de las estructuras durante su construcción. Algunos ejemplos de ello son:
    - Conservación y Mantenimiento de Puentes:
        - Versoix Bridge (1996). Suiza. Hormigón pretensado. L= 56 m.
        - Viaducto M-40 (1996). Madrid. Hormigón pretensado. L=45 m.
        - The New Traneberg Bridge (2002). Suecia. Arco. L= 181 m.

- Proyecto de Grandes Estructuras:
  - Avance en voladizo:
    - Confederation Bridge (1997). Canadá. L= 250 m.
    - New Benicia-Martinez Bridge (2002). San Francisco (USA). L= 160 m.
    - I35W St Anthony Falls Bridge (2007). Minneapolis (USA). L= 154 m.
  - Atirantados:
    - Stonecutters Bridge (2001). Hong Kong. L= 1018 m.
    - Hangzhou Bay Bridge (2007). China. L= 448 m.
  - Colgantes:
    - Akashi Kaikyo Bridge (1998). Japón. Colgante. L= 1991 m.
    - Xihoumen Bridge (2009). China. L= 1650 m.
- Construcción:
  - Puente del Alamillo (1992). Sevilla. Atirantado. L=200 m.
  - Votonosi Bridge (2005). Grecia. Avance en voladizo. L= 330 m.
  - Runyang South Bridge (2005). China. Colgante. L= 1490 m.
  - Puente de ferrocarril de alta velocidad sobre el Embalse de Contreras (2008). España. Arco inferior de hormigón. L= 261 m.
- Sistemas de Gestión de Puentes:
  - Commodore Barry Bridge (1974). Pennsylvania-New Jersey (USA). Cantilever metálico. L= 501 m.
  - Singapore-Malasya Second Link (1997). Singapur. Avance en voladizo. L= 92 m.
  - Rion-Antirion Bridge -Harilaos Trikoupis Bridge- (2004). Grecia. Atirantado. L= 560 m.
  - Ferriby Road Bridge (2008). Inglaterra. L= 10 m. Hormigón pretensado. Puente de acceso a: Humber Bridge (2008). Inglaterra. Colgante. L= 1410 m.
  - Ministerio de Fomento. España. Programa Celosía. (2005)
  - Tsing Ma Control Area. Hong Kong. (1997)

- La gran ventaja de estos sistemas de instrumentación es que se trata de una técnica fiable, accesible en tiempo real a través de internet, y económica.
  - En este sentido, sus resultados son aplicables a estructuras futuras, como por ejemplo los trabajos realizados en:
    - Lutrive Bridges (1988). Suiza. Avance en voladizo. L= 143.5 m. El grupo de investigación de Inaudi desarrolló un modelo matemático para la obtención de la deformada de un tablero a partir del giro de varios clinómetros instalados en el mismo, que se aplicó en varias pruebas de carga de diferentes puentes, desplazando al método topográfico tradicional de medición de flechas.
    - North Halawa Valley (1994). Hawai. Avance en Voladizo. L= 110 m. Se mejoró la formulación de la fluencia y la retracción del hormigón, y ésta fue posteriormente aplicada en el Bridge over the Kealakaha Stream, también en Hawai.

- Además sirven de base para la elaboración de futuras normativas como el contraste realizado en el Viaducto Arroyo Las Piedras comentado anteriormente, o las propuestas que realizadas en este trabajo, explicadas en el último apartado.
- También, y puesto que se trata de un sistema en muchos casos permanente, es capaz de mostrar la respuesta estructural de un puente ante fenómenos adversos, como el Nanjing 3rd Bridge, que registró el terremoto del año 2011 en Japón.
- Por último un claro ejemplo de la accesibilidad en tiempo real de estos sistemas, es el programa celosía del Ministerio de Fomento, en el cual, además de la estructura base de este trabajo, se incluyen otras como:
  - Viaducto de Almonte (2003). Cáceres. Arco inferior de hormigón. L= 184 m.
  - Viaducto del Nalón (2006). Asturias. Mixto empujado. L= 124 m.
  - Puente de la Bahía (Construcción). Cádiz. Atirantado. L= 540 m.

CAPÍTULO V. INSTRUMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA: UN TRABAJO DE INVESTIGACIÓN A ESCALA REAL

Este trabajo da respuesta a las preguntas ¿Qué, Cómo, Cuándo y Por qué hay que instrumentar-estudiar el gradiente horizontal térmico en pilas?

De todos los sensores descritos en el capítulo anterior, este trabajo se centra en los clinómetros dispuestos en la coronación y en la base de la pila 2, con el fin de obtener los giros de la misma, y en los termómetros, tanto los instalados en el interior de la trepa 12 de dicha pila, como el que medía la temperatura ambiente. Como paso previo es necesario tratar los datos para que puedan ser fácilmente manejables con hojas de cálculo. Finalmente, se han realizado varios modelos de regresión lineal que relacionan en primer lugar, la temperatura ambiente exterior con cada una de las temperaturas internas del hormigón y con la temperatura ambiente interior; en segundo lugar, la temperatura ambiente exterior y el gradiente térmico horizontal en el interior del hormigón, y por último, el gradiente térmico interior y el giro de la pila.

5.1 Origen del estudio del gradiente térmico

El proceso constructivo de Avance en Voladizo tiene una gran aplicación entre luces de 100 y 300 m, en las que resulta muy competitivo frente a los puentes atirantados y colgantes. El único inconveniente que tiene su esbeltez es que va acompañada de grandes deformaciones, que son además dependientes del tiempo. En este sentido, es absolutamente necesario llevar un control estricto de las deformaciones de un puente de esta tipología durante su proceso constructivo.

Gran parte de los movimientos de los extremos de una “T” son debidos al giro de la pila. Dicho giro puede ser provocado por un desequilibrio en peso o por una diferencia de temperatura a ambos lados de la misma. Por este motivo es por el que hay que conocer el gradiente horizontal térmico en pilas.

5.2 Concepto de gradiente térmico

5.2.1 Tablero

Desde un punto de vista teórico, los efectos térmicos de un tablero se pueden descomponer en:

- T_m: Incremento uniforme de temperatura.
- ΔT_v: Gradiente vertical de temperaturas.
- ΔT_h: Gradiente horizontal de temperaturas.
- T_0: Componente no lineal, que da lugar a estados de tensiones equilibradas.

En una sección transversal del mismo, dichas componentes se pueden analizar tanto en una sección vertical como horizontal. Se observa cómo el gradiente, que no es más que una diferencia de temperatura entre las fibras extremas de una sección, puede ser tanto horizontal como vertical.

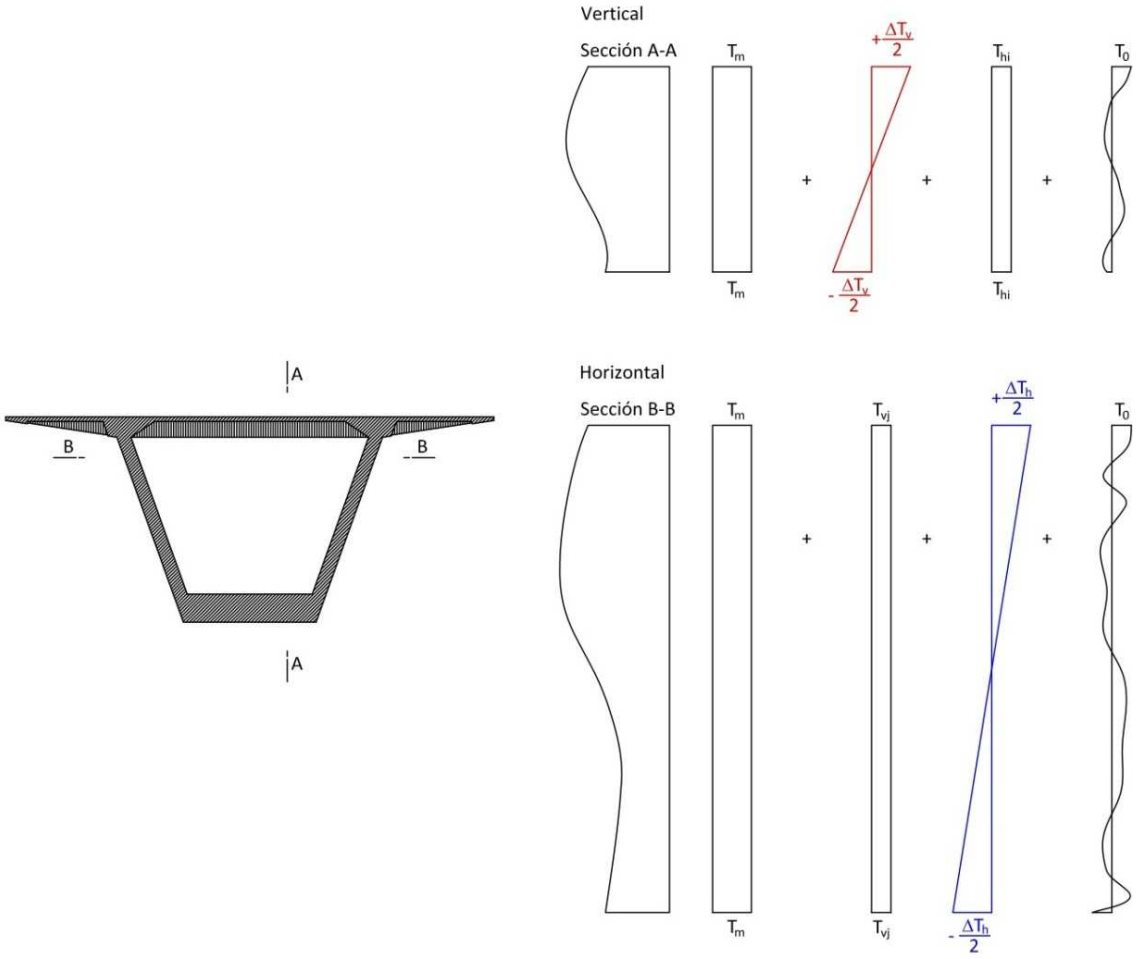


Figura V-1. Efectos térmicos en la sección transversal de un tablero

5.2.2 Pila

En una pila, el concepto es muy similar; en las secciones longitudinal y transversal se representan sus gradientes correspondientes, marcados en rojo y azul respectivamente.

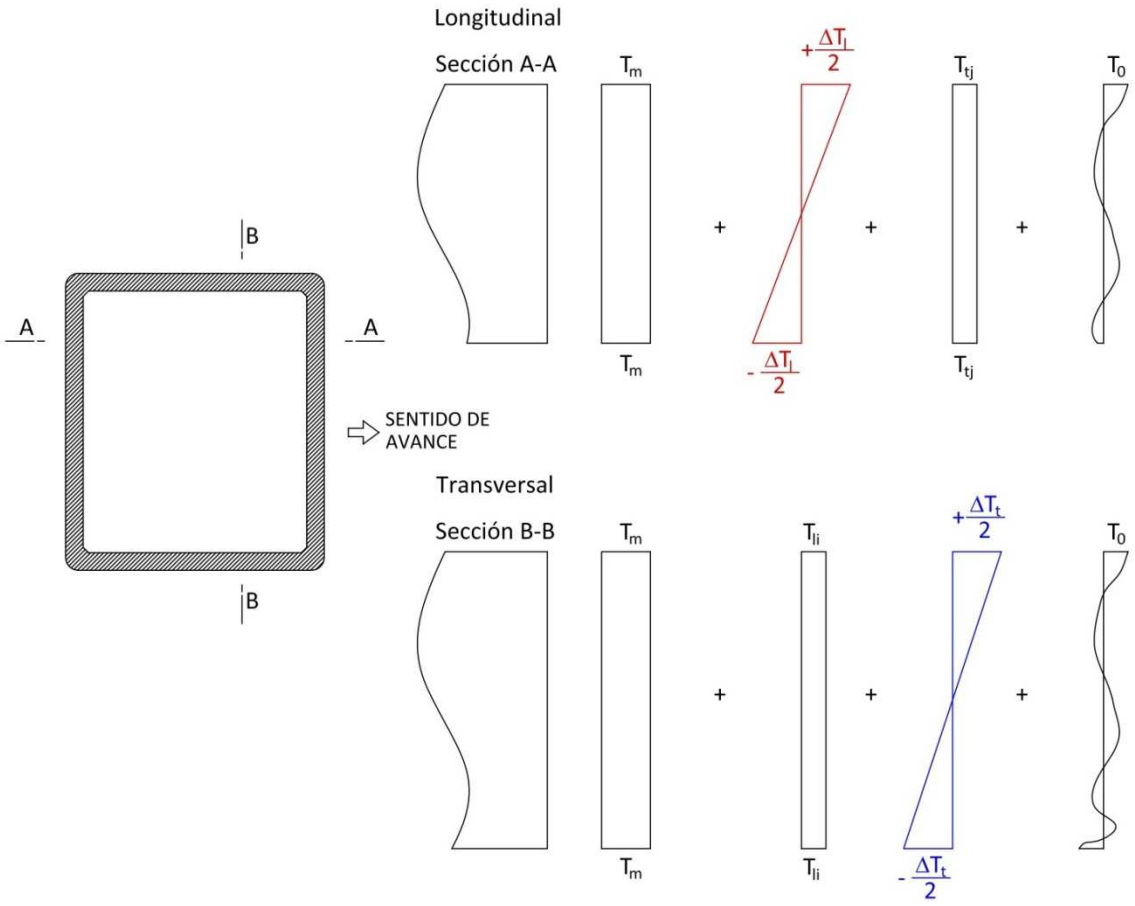


Figura V-2. Efectos térmicos en la sección transversal de una pila

5.2.3 Diferencias

Hasta ahora el tablero ha sido el elemento de la estructura más estudiado desde un punto de vista térmico. Una sección hueca de una pila se comporta de manera análoga a la de un tablero pero hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El tablero se encuentra a una altura prácticamente constante, mientras que cada sección de la pila está a una altura variable, por lo que la temperatura también lo será.
- El comportamiento estructural tipo viga del tablero difiere del tipo ménsula de la pila.
- Las pilas no poseen voladizos que puedan provocar sombras.

5.3 Sección de estudio: sección de Pila 2. Trepa 12

Las pilas del Viaducto de Montabliz poseen sección rectangular hueca con aristas redondeadas -arco de círculo de 0.5 m-. Sus dimensiones son variables, siendo sus valores en la trepa 12:

- Canto: variable desde 8.67 m hasta 8.40 m.
- Anchura: variable desde 9.73 m hasta 9.36 m.
- Espesor: 0.65 m.

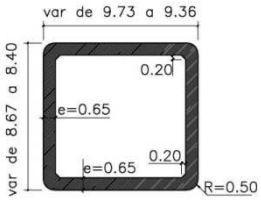


Figura V-3. Sección transversal de Pila 2. Trepa 12. Cotas en m

Desde un punto de vista estructural, este tipo de sección es la empleada habitualmente en las pilas de gran altura, porque se caracteriza por tener una gran rigidez a flexión y a torsión, y un buen radio de giro en ambas direcciones -longitudinal y transversal-.

Por otro lado, desde un punto de vista térmico, el flujo de calor en una sección maciza es transversal o longitudinal, y es función del gradiente térmico exterior existente. Sin embargo, en una sección aligerada, al ser sus espesores mucho menores, existe un flujo de calor externo y otro interno, entre las paredes internas de la sección con el exterior y con el interior.

La estructura presenta una orientación norte-sur en sentido longitudinal, por lo que es idónea[115] para el estudio del gradiente térmico horizontal en pilas.

5.4 Selección de los canales estudiados

Como ya se ha mencionado anteriormente, el objetivo de este trabajo ha sido conocer el comportamiento estructural de una pila de gran altura; más concretamente, el giro de la pila 2 del Viaducto de Montabliz ante un gradiente térmico, tanto longitudinal como transversal.

Desde un punto de vista térmico, se dispuso un termómetro en la ladera de la pila 2 que medía y mide la temperatura ambiente. Además, con el fin de poder analizar el gradiente térmico, se instalaron tres termómetros en el interior de cada una de las caras de la trepa 12 de dicha pila, uno en la fibra media de la pared, y los otros dos a 3 cm de separación del paramento exterior uno, y del paramento interior el otro. Asimismo se colocó un termómetro

[115] Debido al movimiento del sol a lo largo del día -de este a oeste- la pared de la pila soleada por la mañana está en sombra por la tarde y viceversa.

a dicha altura en el interior (hueco) de la pila con objeto de conocer la temperatura ambiente interior.

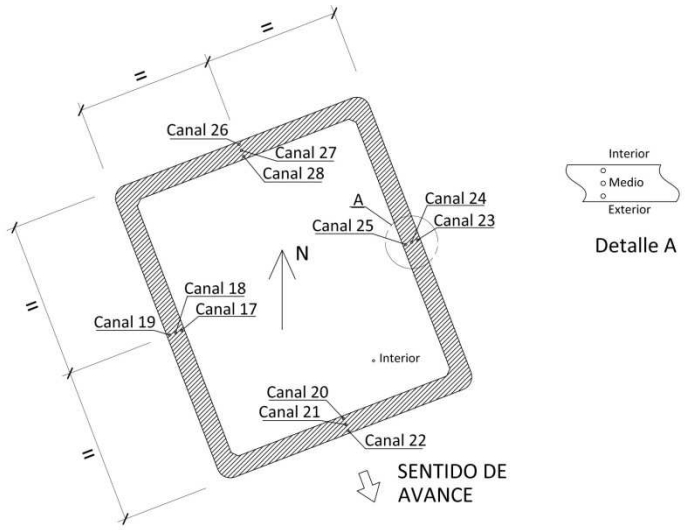


Figura V-4. Termómetros en sección de pila

Por tanto, los canales térmicos estudiados son los siguientes:

- Temperatura ambiente:
  - Exterior: canal 58.
  - Interior: canal 16.
- Temperaturas internas del hormigón en la trepa 12 de la pila:
  - Lado Norte:
    - Exterior: canal 26.
    - Medio: canal 27.
    - Interior: canal 28.
  - Lado Sur:
    - Exterior: canal 22.
    - Medio: canal 21.
    - Interior: canal 20.
  - Lado Este:
    - Exterior: canal 23.
    - Medio: canal 24.
    - Interior: canal 25.
  - Lado Oeste:
    - Exterior: canal 19.
    - Medio: canal 18.
    - Interior: canal 17.

La unidad de medida es el grado centígrado (ºC).

Por otro lado, con el fin de estudiar los giros de las pilas, se colocaron seis clinómetros, tres transversales y tres longitudinales, en tres alturas, base, altura media -trepa 15- y

coronación. Se pudo comprobar que el giro en la base es prácticamente nulo y por ello se analizó en todo momento el giro en coronación, puesto que es equivalente al giro de la pila.

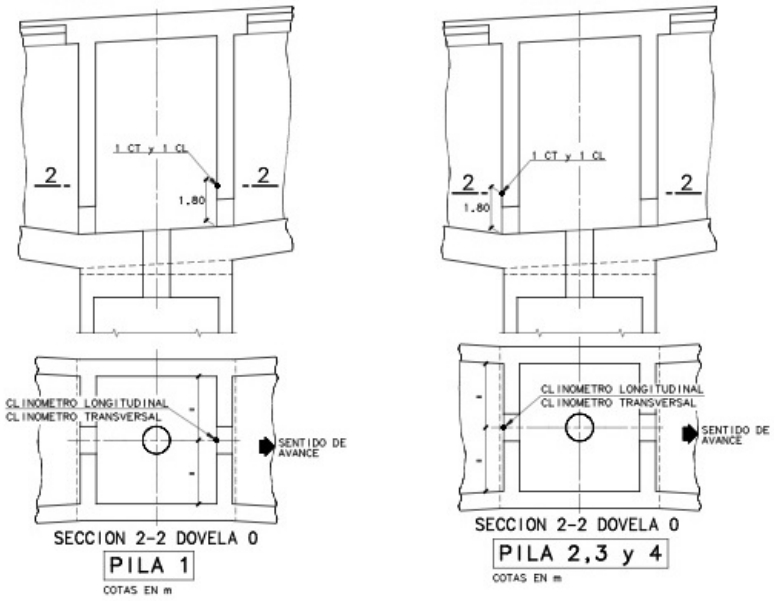


Figura V-5. Detalle de disposición de los clinómetros en la coronación de las pilas

Los clinómetros considerados son:

- Longitudinal:
  - Base: canal 14.
  - Coronación: canal 35.
- Transversal:
  - Base: canal 15.
  - Coronación: canal 36.

La unidad de medida es el radián.

El programa Merlin se ha empleado únicamente durante la construcción del Viaducto para la obtención de los datos de temperaturas y giros -recepción de los datos-. Dado el elevado número de mediciones realizadas[116] fue preciso encontrar un procedimiento que permitiera manejarlos con facilidad. Tanto el tratamiento como el análisis de los datos se han realizado mediante un algoritmo diseñado por la autora de este trabajo utilizando como herramientas el programa Famos y hojas de cálculo.

[116] El número total de registros fue de 106378.

5.5 Tratamiento de los datos

El punto de partida de este trabajo es un conjunto de listados de datos, que se pueden representar en una tabla para cada canal o sensor. En cada fila aparecen 5 datos:

- Índice: de 1 a número de mediciones realizadas.
- Fecha de la medición.
- Hora de la medición.
- Valor medido.
- Leyenda: Indica los momentos significativos de la construcción, por ejemplo, el inicio de una dovela.

Es decir, en términos algebraicos, una matriz 106378x5 por cada canal.

El comienzo de la monitorización de construcción fue el 21 de diciembre de 2005 y el final[117] de la misma fue el 14 de febrero de 2008, 14 días después de la inauguración y apertura al tráfico de la estructura.

En primer lugar, hay que tener en cuenta que el registro de resultados obtenidos en la monitorización, no es continuo[118] -cada 10 minutos-, ya que durante la construcción se producen incidentes varios, provocando cortes de cables o de luz que impiden la medición. En este sentido, existen intervalos de tiempo en los que no hay datos registrados.

El programa Famos permite importar datos medidos a intervalos constantes, si bien una vez importados, es capaz de trabajar con series de datos no continuas, obtenidas a partir de la suma de series continuas. Como paso previo, cada listado se importó en Excel y -mediante la programación de una macro específica- se convirtió en sublistados independientes aptos para trabajar en Famos.

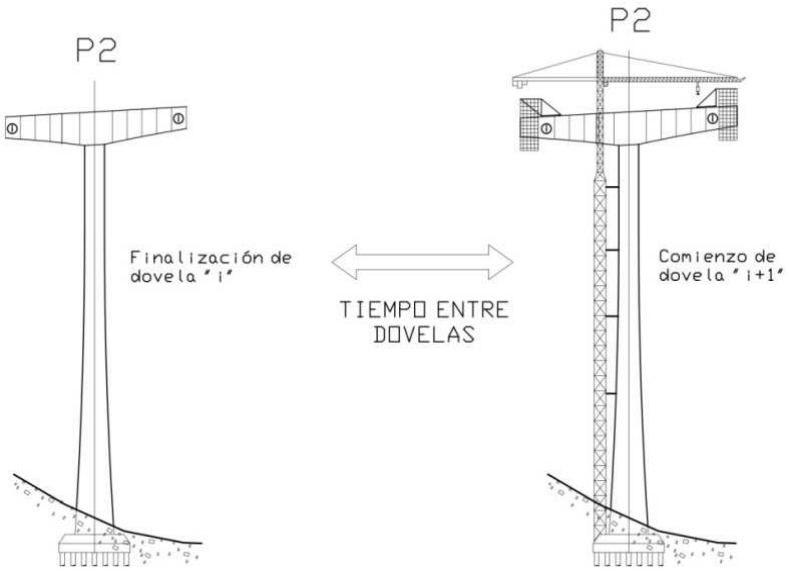


Figura V-6. Intervalos de tiempo analizados: Tiempo entre dovelas

[117] Parte de la instrumentación sigue en funcionamiento -Instrumentación de servicio-.
[118] Si bien debería serlo.

De todos los datos obtenidos, este trabajo se centra en el giro de la pila durante la construcción del tablero, y más concretamente en los intervalos de tiempo en los que el número de dovelas ejecutadas a un lado y a otro de la pila es el mismo. En este sentido se ha independizado el estudio de los posibles giros longitudinales de la pila debidos a hormigonados asimétricos de dovelas.

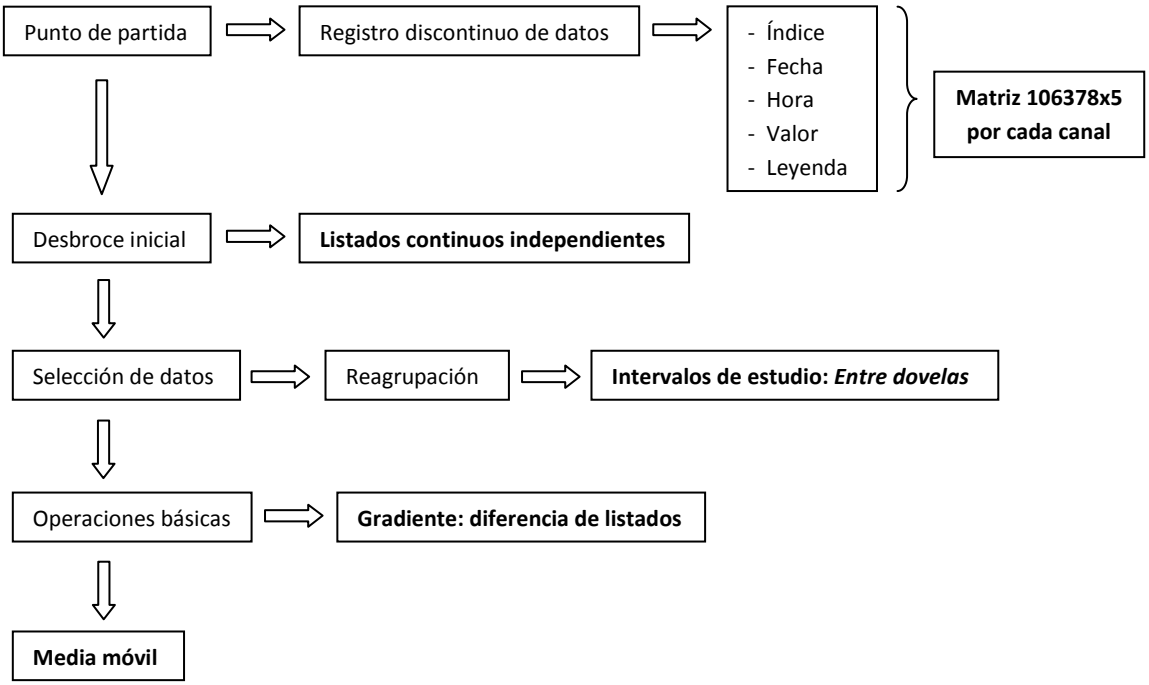


Figura V-7. Tratamiento de los datos.

Los apuntes tomados durante la construcción, en lo que a fechas de ejecución se refiere, han permitido identificar los números de registro de inicio y fin de cada intervalo a estudiar. En la Tabla V-1 se indican los intervalos de tiempo considerados.

En el programa Famos se importan todos los sublistados y se define una secuencia de programación que los reúne y que posteriormente los vuelve a dividir con los números de registro de inicio y fin de cada intervalo de tiempo a estudiar. Asimismo, Famos permite obtener el gradiente longitudinal y transversal mediante la diferencia de dos sublistados. A continuación se exporta cada intervalo con su nombre correspondiente y a partir de aquí se trabaja con hojas de cálculo.

Tal y como se indica anteriormente, el registro de los datos no es continuo pero dentro de cada intervalo existen tramos de datos continuos. Por otro lado, los valores instantáneos medidos pueden tener ligeros picos sin sentido físico y para poder estudiar el fenómeno mejor, se ha trabajado con la media móvil de parámetro 10, es decir, en cada instante el valor considerado es la media de los 5 anteriores y de los 5 posteriores. Es importante tener en cuenta que la media móvil sólo se puede realizar dentro de un mismo tramo, es decir, entre datos obtenidos en intervalos de tiempo continuos.

					Nº registro		
		Fecha	**Hora**	**Leyenda**	**c16**	**c17 a c28**	**c58**
Entre dovelas 1 y 2	**Inicio**	05/04/2007	16:00	Fin hormigonado Dovela 1	43655	43655	3476
	Fin	21/04/2007	9:00	Inicio hormigonado Dovela 2	45185	45185	5006
Entre dovelas 2 y 3	**Inicio**	04/05/2007	10:00	Fin hormigonado Dovela 2	46729	46729	6550
	Fin	14/05/2007	17:00	Inicio hormigonado Dovela 3	47872	47872	7693
Entre dovelas 3 y 4	**Inicio**	23/05/2007	2:00	Fin hormigonado Dovela 3	48702	48702	8523
	Fin	28/05/2007	16:30	Inicio hormigonado Dovela 4	48990	49026	8847
Entre dovelas 4 y 5	**Inicio**	07/06/2007	3:00	Fin hormigonado Dovela 4	49976	49976	9797
	Fin	13/06/2007	12:30	Inicio hormigonado Dovela 5	50646	50646	10467
Entre dovelas 5 y 6	**Inicio**	21/06/2007	17:00	Fin hormigonado Dovela 5	51644	51644	11465
	Fin	27/06/2007	20:30	Inicio hormigonado Dovela 6	52297	52297	12118
Entre dovelas 6 y 7	**Inicio**	05/07/2007	2:10	Fin hormigonado Dovela 6	53687	53687	13508
	Fin	17/07/2007	12:30	Inicio hormigonado Dovela 7	56592	56592	16413
Entre dovelas 7 y 8	**Inicio**	25/07/2007	1:30	Fin hormigonado Dovela 7	58501	58501	18322
	Fin	31/07/2007	10:45	Inicio hormigonado Dovela 8	60107	60107	19928
Entre dovelas 8 y 9	**Inicio**	07/08/2007	21:30	Fin hormigonado Dovela 8	62160	62160	21981
	Fin	14/08/2007	19:00	Inicio hormigonado Dovela 9	63896	63896	23717
Entre dovelas 9 y 10	**Inicio**	24/08/2007	3:30	Fin hormigonado Dovela 9	66345	66345	26166
	Fin	31/08/2007	17:25	Inicio hormigonado Dovela 10	67581	67581	27402
Entre dovelas 10 y 11	**Inicio**	12/09/2007	12:00	Fin hormigonado Dovela 10	70478	70478	30299
	Fin	18/09/2007	12:30	Inicio hormigonado Dovela 11	71924	71924	31745
Entre dovelas 11 y 12	**Inicio**	24/09/2007	11:40	Fin hormigonado Dovela 11	73550	73550	33371
	Fin	01/10/2007	10:30	Inicio hormigonado Dovela 12	75443	75443	35264
Entre dovelas 12 y 13	**Inicio**	08/10/2007	12:00	Fin hormigonado Dovela 12	77350	77350	37171
	Fin	11/10/2007	17:45	Inicio hormigonado Dovela 13	78196	78196	38017
Entre dovelas 13 y 14	**Inicio**	23/10/2007	18:00	Fin hormigonado Dovela 13	81129	81129	40950
	Fin	29/10/2007	11:15	Inicio hormigonado Dovela 14	82621	82621	42442
Entre dovelas 14 y 15	**Inicio**	05/11/2007	9:15	Fin hormigonado Dovela 14	84613	84613	44434
	Fin	07/11/2007	17:20	Inicio hormigonado Dovela 15	85286	85286	45107

Tabla V-1. Intervalos de tiempo considerados en este trabajo

Hasta ahora todo el trabajo descrito ha consistido en el tratamiento de datos para poder analizarlos. A partir de este punto comienza el análisis de los mismos. Con todo ello, los datos de partida, en cada intervalo de tiempo, son los siguientes:

- Media móvil de las temperaturas ambiente exterior e interior y de las temperaturas internas del hormigón.
- Media móvil de los gradientes térmicos longitudinal y transversal.
- Media móvil de los giros longitudinal y transversal de la pila.

La descripción del proceso del siguiente apartado se realiza tomando como ejemplo el análisis en dirección longitudinal del tramo intermedio del intervalo *Entre dovelas 8 y 9* comprendido entre el día 8 de agosto de 2007 a las 8:35 y el día 12 de agosto de 2007 a las 2:10 -*Tramo de estudio*-.

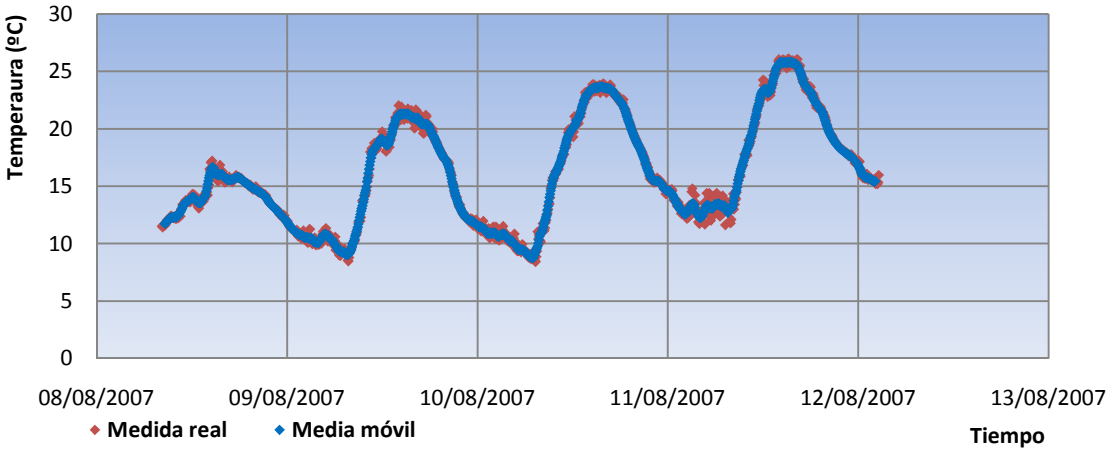


Figura V-8. Temperatura ambiente exterior. Tramo de estudio

El giro considerado es el giro en coronación, puesto que el giro en base es prácticamente nulo -empotramiento-, tal y como se muestra en las Figura V-9 y Figura V-10.

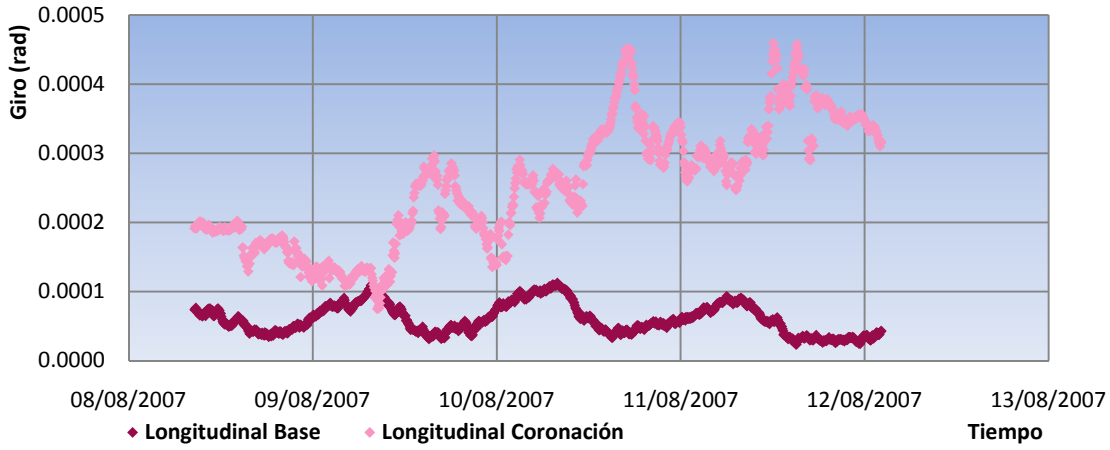


Figura V-9. Giro longitudinal en coronación y base. Tramo de estudio

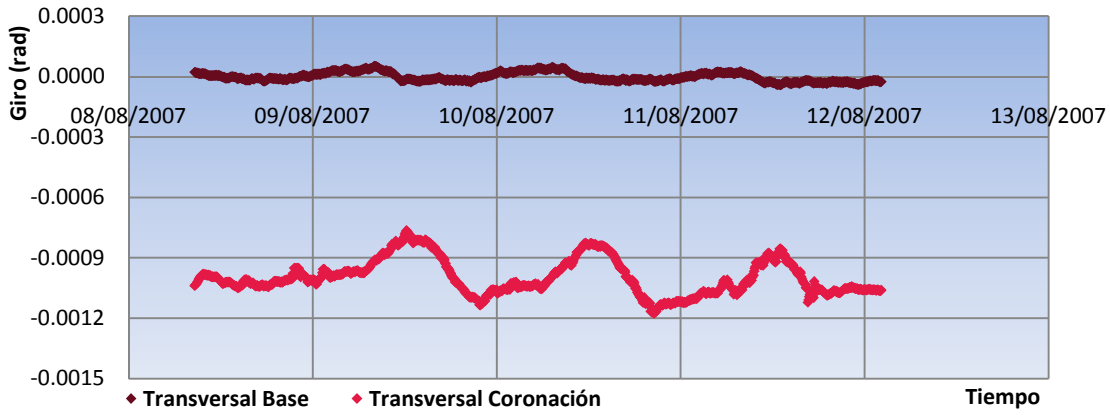


Figura V-10. Giro transversal en coronación y base. Tramo de estudio

En el siguiente diagrama se representa el esquema seguido.

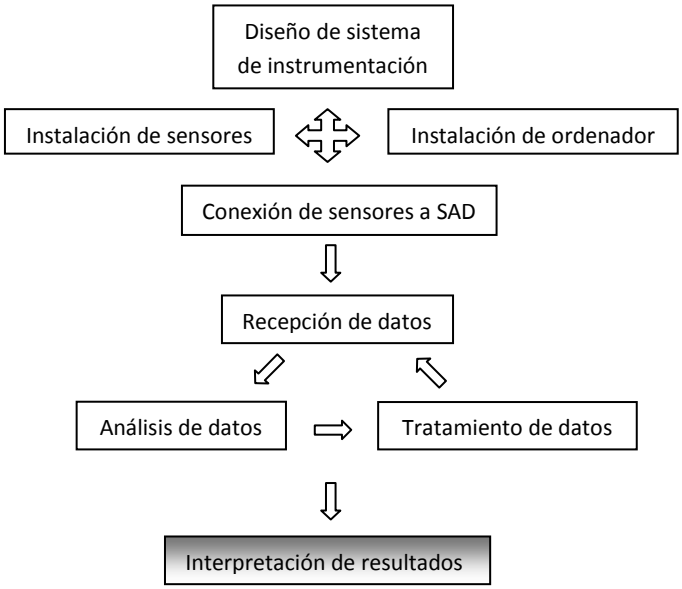


Figura V-11. Diagrama de flujo del proceso seguido

5.6 Análisis de los datos

5.6.1 Descripción del proceso

El análisis de los datos comprende las siguientes fases:

- Representación gráfica de las variables a estudiar en función del tiempo.
- Búsqueda de máximos y mínimos.
- Diferencia de puntos críticos de cada variable.
- Representación gráfica enfrentada de los puntos críticos de cada variable.

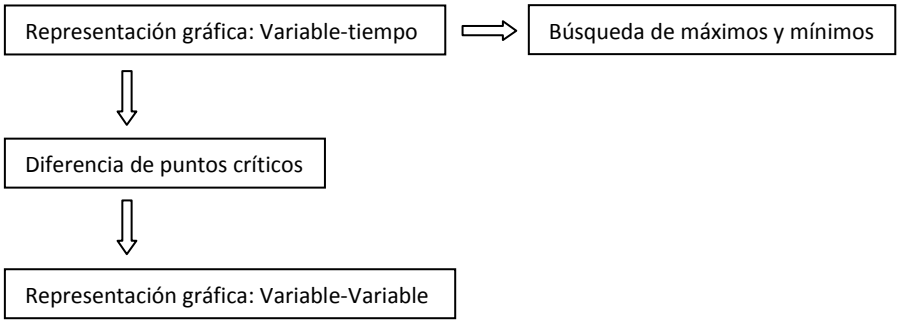


Figura V-12. Descripción del proceso

5.6.1.1 Estudio térmico. Temperaturas aisladas

En primer lugar se han analizado los registros de las 14 temperaturas intervinientes en este trabajo. Mediante la representación gráfica de los distintos canales a lo largo del tiempo, se han obtenido los valores máximos y mínimos alcanzados, así como sus variaciones -variable*[119]- también máximas y mínimas, tal y como se indica en las siguientes tablas.

		Temperatura ambiente (ºC)			
		Exterior		Interior	
Entre dovelas	Estación	Máxima	Mínima	Máximo	Mínimo
1 y 2	**Primavera**	24.1	6.6	16.0	**7.6**
2 y 3	**Primavera**	27.0	9.7	17.1	15.7
3 y 4	**Primavera**	-	-	-	-
4 y 5	**Primavera**	22.2	12.2	19.6	18.2
5 y 6	**Verano**	-	-	-	-
6 y 7	**Verano**	31.7	8.1	19.8	15.2
7 y 8	**Verano**	27.1	11.4	20.7	17.0
8 y 9	**Verano**	30.9	8.8	18.1	16.0
9 y 10	**Verano**	**32.7**	9.9	**22.4**	17.4
10 y 11	**Verano**	24.3	10.4	18.8	16.7
11 y 12	**Otoño**	20.9	**4.4**	15.4	11.5
12 y 13	**Otoño**	-	-	-	-
13 y 14	**Otoño**	18.9	6.2	10.7	9.8
14 y 15	**Otoño**	-	-	-	-
	Total	**32.7**	**4.4**	**22.4**	**7.6**

Tabla V-2. Valores pésimos de la temperatura ambiente

		Temperatura* ambiente (ºC)			
		Exterior		Interior	
Entre dovelas	Estación	Máxima	Mínima	Máximo	Mínimo
1 y 2	**Primavera**	14.9	-11.8	0.7	-1.5
2 y 3	**Primavera**	16.1	-13.2	1.4	-1.4
3 y 4	**Primavera**	-	-	-	-
4 y 5	**Primavera**	9.4	-10.0	1.4	-1.2
5 y 6	**Verano**	-	-	-	-
6 y 7	**Verano**	17.0	-16.1	0.5	**-1.9**
7 y 8	**Verano**	13.6	-14.5	0.9	-1.3
8 y 9	**Verano**	12.6	**-17.6**	1.5	-1.3
9 y 10	**Verano**	**22.8**	-8.0	5.0	-0.6
10 y 11	**Verano**	10.3	-11.2	1.0	-0.9
11 y 12	**Otoño**	20.9	4.4	**15.4**	11.5
12 y 13	**Otoño**	-	-	-	-
13 y 14	**Otoño**	8.0	-12.8	0.4	-0.9
14 y 15	**Otoño**	-	-	-	-
	Total	**22.8**	**-17.6**	**15.4**	**-1.9**

Tabla V-3. Valores pésimos de las variaciones de la temperatura ambiente

[119] A partir de ahora se denominará temperatura*, gradiente* y giro* a la variación de dichas variables.

		Temperaturas internas en el hormigón -Norte- (ºC)					
		Exterior -Canal 26-		Medio -Canal 27-		Interior -Canal 28-	
Entre dovelas	Estación	Máxima	Mínima	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
1 y 2	**Primavera**	19.1	**8.9**	16.1	**9.8**	16.7	**8.1**
2 y 3	**Primavera**	21.7	13.5	17.0	15.6	17.2	17.1
3 y 4	**Primavera**	-	-	-	-	-	-
4 y 5	**Primavera**	21.9	17.3	19.7	18.9	20.3	20.1
5 y 6	**Verano**	-	-	-	-	-	-
6 y 7	**Verano**	24.4	14.1	19.2	15.8	17.4	16.6
7 y 8	**Verano**	23.9	15.7	20.8	17.3	21.5	18.6
8 y 9	**Verano**	22.0	14.3	18.4	16.4	20.3	17.7
9 y 10	**Verano**	**28.1**	15.7	**22.6**	17.9	**23.1**	16.3
10 y 11	**Verano**	21.3	14.9	17.4	16.6	18.3	18.0
11 y 12	**Otoño**	18.7	9.1	15.2	11.7	17.0	13.0
12 y 13	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
13 y 14	**Otoño**	13.7	8.9	10.7	9.8	11.0	10.8
14 y 15	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
	Total	**28.1**	**8.9**	**22.6**	**9.8**	**23.1**	**8.1**

Tabla V-4. Valores pésimos de las temperaturas internas del hormigón en la cara Norte

		Temperaturas* internas en el hormigón -Norte- (ºC)					
		Exterior -Canal 26-		Medio -Canal 27-		Interior -Canal 28-	
Entre dovelas	Estación	Máxima	Mínima	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
1 y 2	**Primavera**	5.7	-5.5	0.6	-1.3	-	-
2 y 3	**Primavera**	6.6	-7.1	1.1	-1.4	0.2	0.2
3 y 4	**Primavera**	-	-	-	-	-	-
4 y 5	**Primavera**	4.3	-4.6	0.8	-0.7	0.2	0.2
5 y 6	**Verano**	-	-	-	-	-	-
6 y 7	**Verano**	7.0	**-8.2**	0.7	**-1.6**	-	-
7 y 8	**Verano**	5.6	-6.6	0.8	-1.4	-	-
8 y 9	**Verano**	5.9	-6.5	1.1	-1.2	-	-
9 y 10	**Verano**	10.8	-2.9	4.8	4.8	-	-
10 y 11	**Verano**	4.6	-4.5	0.9	-0.7	**0.3**	**-0.1**
11 y 12	**Otoño**	**18.7**	9.1	**15.2**	11.7	-	-
12 y 13	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
13 y 14	**Otoño**	3.2	-4.8	0.7	-0.9	0.1	0.0
14 y 15	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
	Total	**18.7**	**-8.2**	**15.2**	**-1.6**	**0.3**	**-0.1**

Tabla V-5. Valores pésimos de las variaciones de las temperaturas internas del hormigón en la cara Norte

		Temperaturas internas en el hormigón -Sur- (ºC)					
		Exterior -Canal 22-		Medio -Canal 21-		Interior -Canal 20-	
Entre dovelas	**Estación**	**Máxima**	**Mínima**	**Máximo**	**Mínimo**	**Máximo**	**Mínimo**
1 y 2	**Primavera**	27.3	10.5	19.1	11.6	17.6	**8.6**
2 y 3	**Primavera**	25.9	14.4	19.3	17.3	17.9	17.6
3 y 4	**Primavera**	-	-	-	-	-	-
4 y 5	**Primavera**	25.7	17.4	21.2	19.8	20.3	20.1
5 y 6	**Verano**	-	-	-	-	-	-
6 y 7	**Verano**	29.1	13.4	20.8	16.1	17.2	16.3
7 y 8	**Verano**	26.8	15.6	23.1	18.3	20.5	18.6
8 y 9	**Verano**	29.1	13.7	20.9	17.1	20.2	17.7
9 y 10	**Verano**	**32.3**	15.6	**25.1**	18.9	**23.4**	16.1
10 y 11	**Verano**	30.1	15.8	21.1	19.1	19.3	18.9
11 y 12	**Otoño**	23.5	8.9	17.3	12.5	17.9	13.1
12 y 13	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
13 y 14	**Otoño**	24.4	**8.8**	14.0	**10.5**	11.1	10.7
14 y 15	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
	Total	**32.3**	**8.8**	**25.1**	**10.5**	**23.4**	**8.6**

Tabla V-6. Valores pésimos de las temperaturas internas del hormigón en la cara Sur

		Temperaturas* internas en el hormigón -Sur- (ºC)					
		Exterior -Canal 22-		Medio -Canal 21-		Interior -Canal 20-	
Entre dovelas	**Estación**	**Máxima**	**Mínima**	**Máximo**	**Mínimo**	**Máximo**	**Mínimo**
1 y 2	**Primavera**	12.5	-10.9	1.6	-2.0	-	-
2 y 3	**Primavera**	11.5	-9.3	2.0	-1.7	**0.3**	0.3
3 y 4	**Primavera**	-	-	-	-	-	-
4 y 5	**Primavera**	7.4	-8.4	1.3	-1.4	0.2	-0.2
5 y 6	**Verano**	-	-	-	-	-	-
6 y 7	**Verano**	10.1	-10.9	1.2	-2.5	-	-
7 y 8	**Verano**	9.9	-11.2	1.5	-2.2	0.1	**-0.7**
8 y 9	**Verano**	10.8	-12.2	1.7	-2.4	-	-
9 y 10	**Verano**	14.7	-6.0	6.3	6.3	-	-
10 y 11	**Verano**	12.3	-12.2	2.1	-1.8	0.3	-0.4
11 y 12	**Otoño**	**23.5**	8.9	**17.3**	12.5	-	-
12 y 13	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
13 y 14	**Otoño**	9.0	**-15.1**	1.2	**-3.1**	0.1	-0.4
14 y 15	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
	Total	**23.5**	**-15.1**	**17.3**	**-3.1**	**0.3**	**-0.7**

Tabla V-7. Valores pésimos de las variaciones de las temperaturas internas del hormigón en la cara Sur

		Temperaturas internas en el hormigón -Este- (ºC)					
		Exterior -Canal 23-		Medio -Canal 24-		Interior -Canal 25-	
Entre dovelas	**Estación**	**Máxima**	**Mínima**	**Máximo**	**Mínimo**	**Máximo**	**Mínimo**
1 y 2	**Primavera**	19.4	10.8	17.0	11.6	16.6	**7.9**
2 y 3	**Primavera**	22.7	14.6	18.2	16.7	17.3	17.1
3 y 4	**Primavera**	-	-	-	-	-	-
4 y 5	**Primavera**	20.3	20.1	21.2	19.8	**25.7**	17.4
5 y 6	**Verano**	-	-	-	-	-	-
6 y 7	**Verano**	**25.7**	13.5	21.3	16.1	21.1	16.2
7 y 8	**Verano**	23.1	16.2	**21.5**	18.2	19.6	18.4
8 y 9	**Verano**	21.7	14.4	19.2	17.1	18.4	17.5
9 y 10	**Verano**	-	-	-	-	-	-
10 y 11	**Verano**	20.7	15.2	18.5	17.6	18.2	17.9
11 y 12	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
12 y 13	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
13 y 14	**Otoño**	13.8	**9.2**	11.4	**10.2**	10.5	10.5
14 y 15	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
	Total	**25.7**	**9.2**	**21.5**	**10.2**	**25.7**	**7.9**

Tabla V-8. Valores pésimos de las temperaturas internas del hormigón en la cara Este

		Temperaturas* internas en el hormigón -Este- (ºC)					
		Exterior -Canal 23-		Medio -Canal 24-		Interior -Canal 25-	
Entre dovelas	**Estación**	**Máxima**	**Mínima**	**Máximo**	**Mínimo**	**Máximo**	**Mínimo**
1 y 2	**Primavera**	5.1	-4.8	0.6	-1.3	-	-
2 y 3	**Primavera**	**8.1**	-6.4	1.2	-1.4	0.2	0.2
3 y 4	**Primavera**	-	-	-	-	-	-
4 y 5	**Primavera**	0.2	-0.2	**1.3**	-1.4	**7.4**	**-8.4**
5 y 6	**Verano**	-	-	-	-	-	-
6 y 7	**Verano**	6.6	**-7.3**	0.7	**-1.9**	-	-
7 y 8	**Verano**	5.1	-5.9	0.8	-1.5	0.0	0.0
8 y 9	**Verano**	4.7	-5.6	0.9	-1.3	0.2	-0.2
9 y 10	**Verano**	-	-	-	-	-	-
10 y 11	**Verano**	3.8	-3.9	0.9	-0.7	0.3	-0.1
11 y 12	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
12 y 13	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
13 y 14	**Otoño**	2.4	-4.6	0.6	-1.2	-	-
14 y 15	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
	Total	**8.1**	**-7.3**	**1.3**	**-1.9**	**7.4**	**-8.4**

Tabla V-9. Valores pésimos de las variaciones de las temperaturas internas del hormigón en la cara Este

		Temperaturas internas en el hormigón -Oeste- (ºC)					
		Exterior -Canal 19-		Medio -Canal 18-		Interior -Canal 17-	
Entre dovelas	Estación	Máxima	Mínima	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
1 y 2	**Primavera**	22.6	10.8	17.5	11.6	16.8	**8.0**
2 y 3	**Primavera**	24.8	14.4	18.3	16.8	17.5	17.2
3 y 4	**Primavera**	-	-	-	-	-	-
4 y 5	**Primavera**	20.3	20.1	19.7	18.9	**21.9**	17.3
5 y 6	**Verano**	-	-	-	-	-	-
6 y 7	**Verano**	26.9	13.9	21.7	16.0	21.3	16.2
7 y 8	**Verano**	25.8	15.8	**22.2**	17.8	19.6	18.3
8 y 9	**Verano**	**28.5**	13.9	18.8	16.9	18.4	17.4
9 y 10	**Verano**	-	-	-	-	-	-
10 y 11	**Verano**	23.7	15.0	18.2	17.2	19.9	17.7
11 y 12	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
12 y 13	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
13 y 14	**Otoño**	15.1	**9.3**	11.8	**10.4**	10.6	10.6
14 y 15	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
	Total	**28.5**	**9.3**	**22.2**	**10.4**	**21.9**	**8.0**

Tabla V-10. Valores pésimos de las temperaturas internas del hormigón en la cara Oeste

		Temperaturas* internas en el hormigón -Oeste- (ºC)					
		Exterior -Canal 19-		Medio -Canal 18-		Interior -Canal 17-	
Entre dovelas	Estación	Máxima	Mínima	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
1 y 2	**Primavera**	**8.2**	-7.3	0.9	-1.3	-	-
2 y 3	**Primavera**	7.4	-6.7	**1.5**	-1.2	0.3	0.3
3 y 4	**Primavera**	-	-	-	-	-	-
4 y 5	**Primavera**	0.2	0.2	0.8	-0.7	**4.3**	**-4.6**
5 y 6	**Verano**	-	-	-	-	-	-
6 y 7	**Verano**	7.5	-9.1	0.8	**-2.0**	-	-
7 y 8	**Verano**	7.9	-8.9	0.9	-1.8	0.0	0.0
8 y 9	**Verano**	8.1	**-9.7**	1.1	-1.7	0.1	-0.2
9 y 10	**Verano**	-	-	-	-	-	-
10 y 11	**Verano**	5.0	-6.7	1.0	-0.8	-	-
11 y 12	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
12 y 13	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
13 y 14	**Otoño**	3.3	-5.2	0.5	-1.1	-	-
14 y 15	**Otoño**	-	-	-	-	-	-
	Total	**8.2**	**-9.7**	**1.5**	**-2.0**	**4.3**	**-4.6**

Tabla V-11. Valores pésimos de las variaciones de las temperaturas internas del hormigón en la cara Oeste

En el anexo C se incluyen todas las gráficas realizadas, si bien aquí se describe el proceso tomando como ejemplo el análisis en dirección longitudinal del tramo intermedio del

intervalo *Entre dovelas 8 y 9* comprendido entre el día 8 de agosto de 2007 a las 8:35 y el día 12 de agosto de 2007 a las 2:10 -*Tramo de estudio*-.

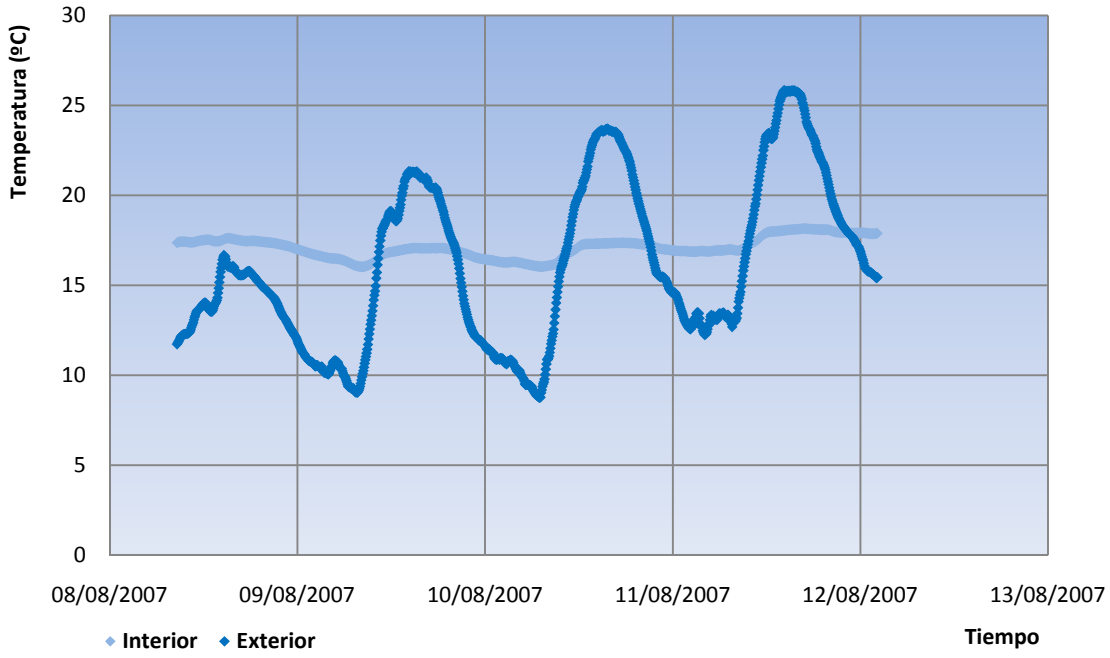


Figura V-13. Variación de la temperatura ambiente en el tramo de estudio

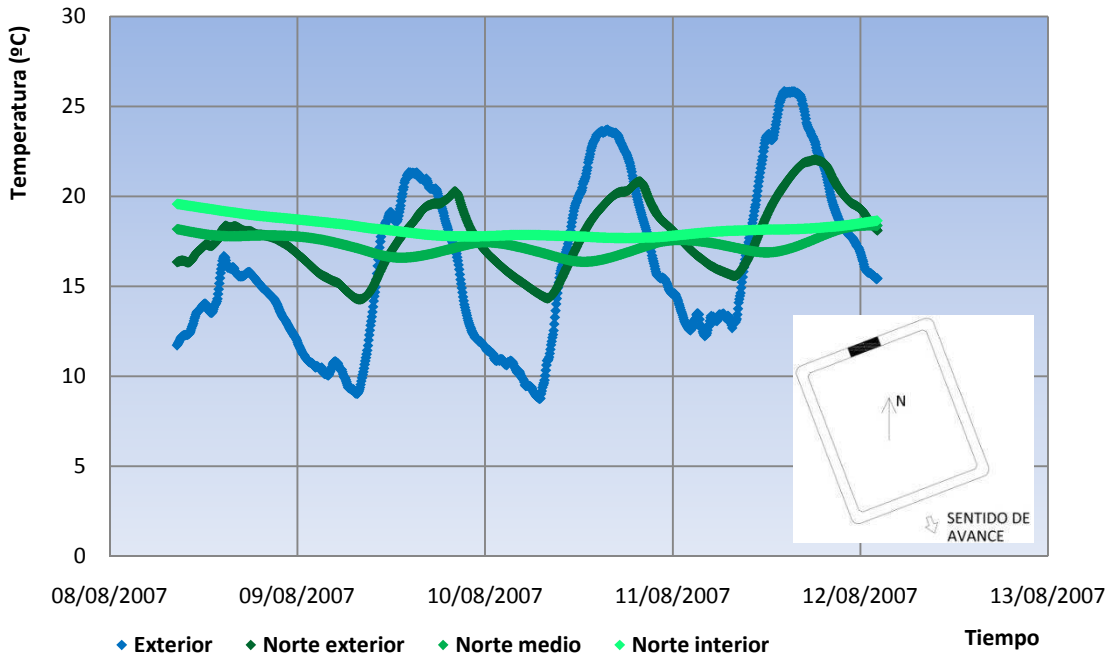


Figura V-14. Variación de la temperatura en la cara norte en el tramo de estudio

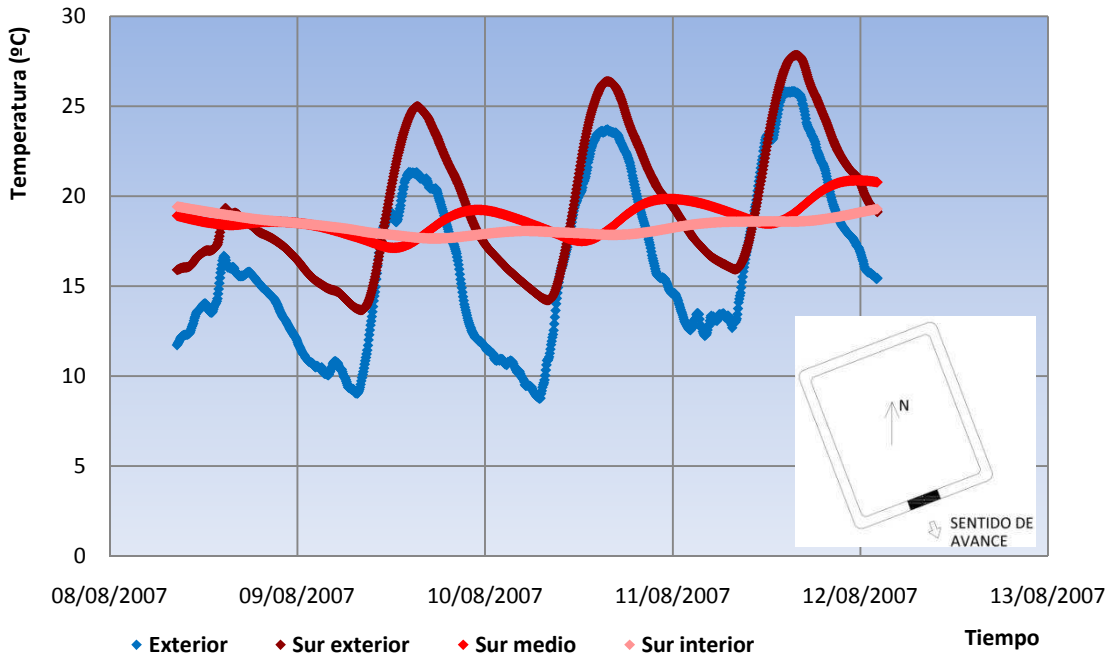


Figura V-15. Variación de la temperatura en la cara sur en el tramo de estudio

Tal y como se puede ver en las gráficas, existe una relación entre los máximos y mínimos de las diferentes curvas descritas por las lecturas realizadas; es decir, cuando la temperatura exterior aumenta, las demás temperaturas también lo hacen y al revés.

Existen 4 máximos y 3 mínimos[120] de temperatura en cada canal. Como cabía esperar, la mayor variación se produce en la temperatura ambiente exterior. De los tres termómetros colocados en cada pared, es el exterior el que mejor describe la variación térmica exterior, puesto que tanto el intermedio como el interior, apenas reflejan el gradiente térmico diario, sino las variaciones mensuales o estacionales[121] de temperatura. En las Tabla V-12, Tabla V-13 y Tabla V-14 se indican dichos máximos y mínimos, excepto los de los termómetros interiores.

Punto	Fecha	Exterior	Fecha	Interior
Máximo	08/08/2007 15:40	16.1	08/08/2007 15:40	17.6
Mínimo	09/08/2007 7:40	9.0	09/08/2007 8:20	16.0
Máximo	09/08/2007 14:25	21.3	09/08/2007 18:20	17.1
Mínimo	10/08/2007 6:55	8.8	10/08/2007 7:10	16.0
Máximo	10/08/2007 15:40	23.7	10/08/2007 17:40	17.4
Mínimo	11/08/2007 4:05	12.2	11/08/2007 4:30	16.9
Máximo	11/08/2007 15:15	25.8	11/08/2007 16:55	18.1

Tabla V-12. Puntos críticos en tramo de estudio. Temperatura ambiente (ºC)

[120] Sólo se pueden considerar los máximos y los mínimos consecutivos dentro de cada tramo. De esta forma, los extremos del mismo no se consideran, en términos topológicos tomo intervalos abiertos.
[121] No son tan importantes en las pilas como en el tablero, ya que en este último son las causantes, junto con los efectos reológicos, de los alargamientos-acortamientos del mismo, y por tanto de los movimientos de las juntas de calzada.

		Norte		
Punto	**Fecha**	**Exterior**	**Fecha**	**Medio**
Máximo	08/08/2007 15:55	18.3	08/08/2007 19:55	17.8
Mínimo	09/08/2007 7:55	14.3	09/08/2007 13:20	16.6
Máximo	09/08/2007 20:05	20.3	10/08/2007 0:05	17.4
Mínimo	10/08/2007 8:00	14.3	10/08/2007 12:40	16.4
Máximo	10/08/2007 19:45	20.8	11/08/2007 0:40	17.6
Mínimo	11/08/2007 7:50	15.6	11/08/2007 11:55	16.9
Máximo	11/08/2007 18:10	22.0	-	-

Tabla V-13. Puntos críticos en tramo de estudio. Temperatura en cara norte (ºC)

		Sur		
Punto	**Fecha**	**Medio**	**Fecha**	**Exterior**
Máximo	08/08/2007 20:50	18.6	08/08/2007 16:00	19.1
Mínimo	09/08/2007 12:20	17.1	09/08/2007 8:05	13.7
Máximo	09/08/2007 23:05	19.2	09/08/2007 15:20	25.0
Mínimo	10/08/2007 12:20	17.5	10/08/2007 8:00	14.2
Máximo	10/08/2007 23:25	19.9	10/08/2007 15:40	26.4
Mínimo	11/08/2007 12:10	18.5	11/08/2007 8:00	15.9
Máximo	11/08/2007 23:30	20.9	11/08/2007 15:45	27.8

Tabla V-14. Puntos críticos en tramo de estudio. Temperatura en cara sur (ºC)

La diferencia entre cada dos puntos críticos representa el gradiente térmico diario.

		Norte		Sur	
Exterior	**Interior**	**Exterior**	**Medio**	**Medio**	**Exterior**
7.0	1.5	4.1	1.2	1.4	5.4
-12.3	-1.0	-6.0	-0.9	-2.1	-11.3
12.6	1.0	5.9	1.1	1.7	10.8
-14.9	-1.3	-6.5	-1.2	-2.3	-12.2
11.5	0.5	5.2	0.7	1.4	10.4
-13.6	-1.3	-6.5	0.0	-2.4	-11.9

Tabla V-15. Gradiente longitudinal térmico diario (ºC)

En la Figura V-16 se representan las temperaturas de la Tabla V-15 situando la temperatura ambiente exterior en el eje de abscisas y el resto en el eje de ordenadas.

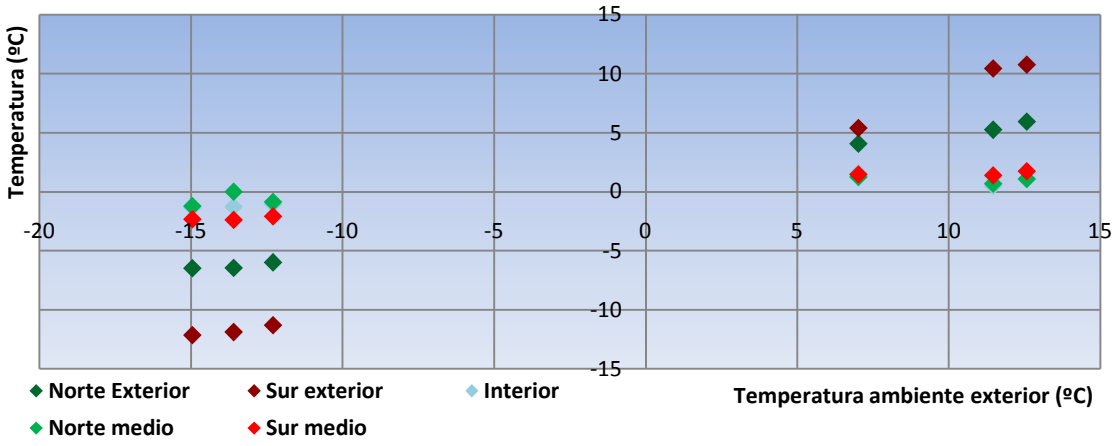


Figura V-16. Variación de temperaturas en el tramo en estudio

De esta forma, de cada intervalo de tiempo considerado[122], se ha obtenido una nube de puntos. La superposición de todas esas nubes de puntos da lugar a las siguientes 9 gráficas, en las que se ha realizado un modelo de regresión lineal. Los coeficientes de correlación obtenidos son adecuados[123], tal y como se indica en la Tabla V-16, en la que se indica: el número de datos, la ecuación de la recta modelizada, el nivel de confianza obtenido y el valor mínimo del coeficiente que hace que exista una relación lineal.

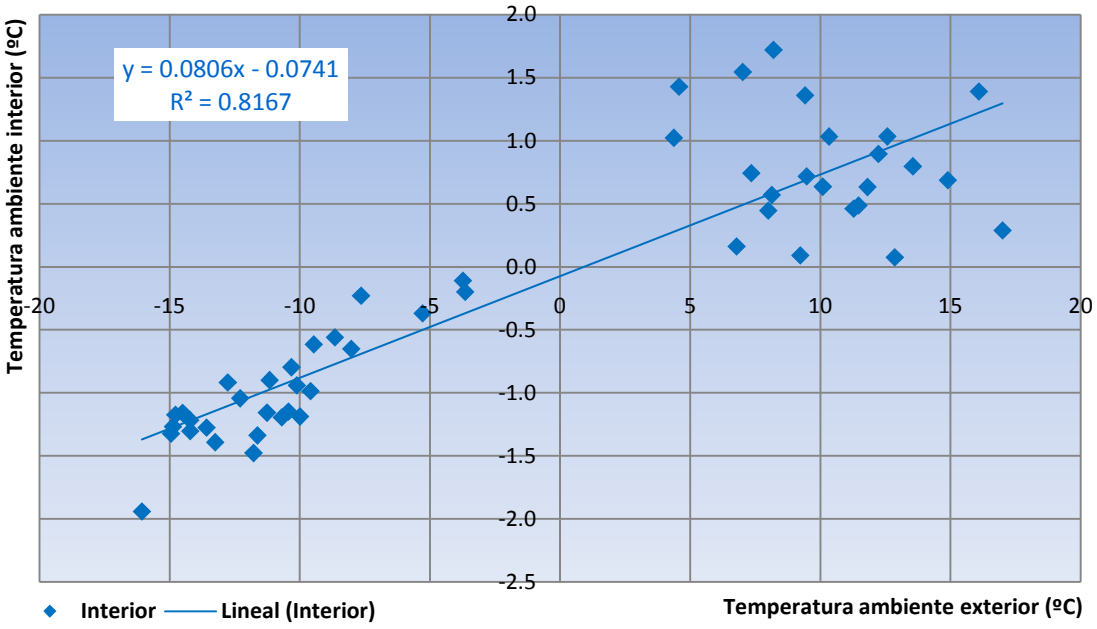


Figura V-17. Modelo de regresión lineal de la temperatura ambiente interior en función de la ambiente exterior

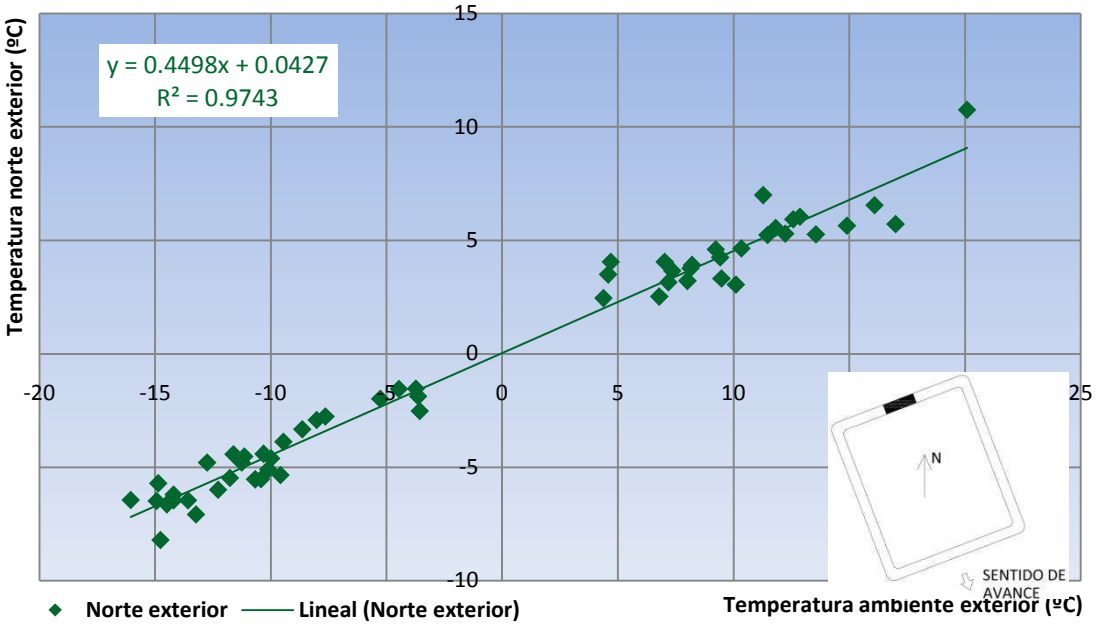


Figura V-18. Modelo de regresión lineal de la temperatura norte exterior en función de la ambiente exterior

[122] Definidos en la Tabla V-1.
[123] Próximos a la unidad.

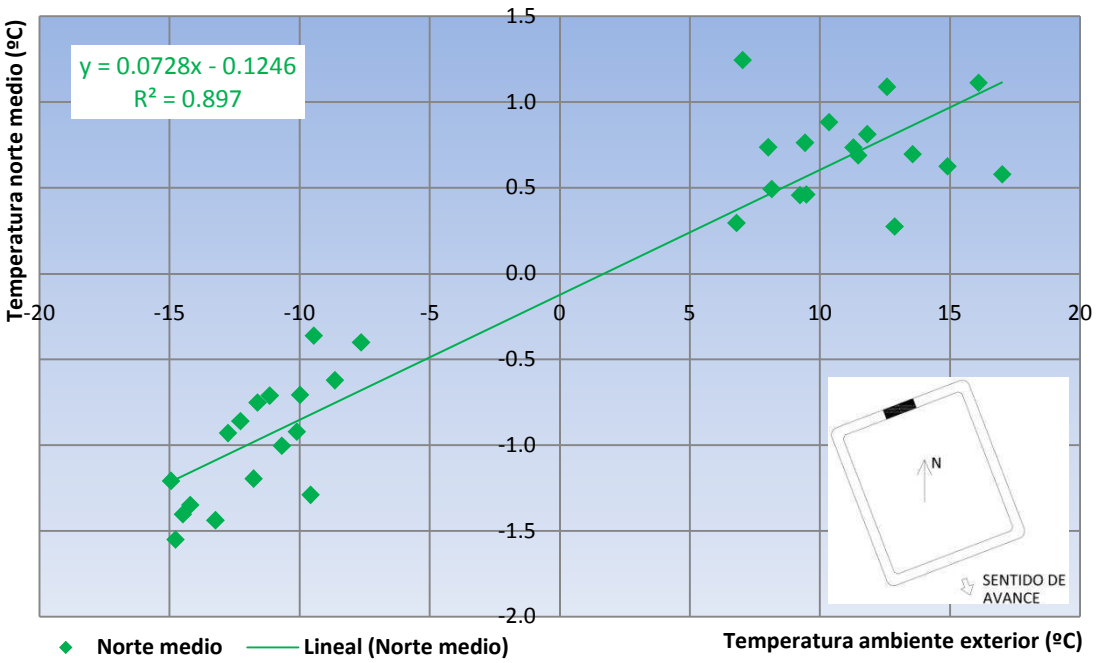


Figura V-19. Modelo de regresión lineal de la temperatura norte medio en función de la ambiente exterior

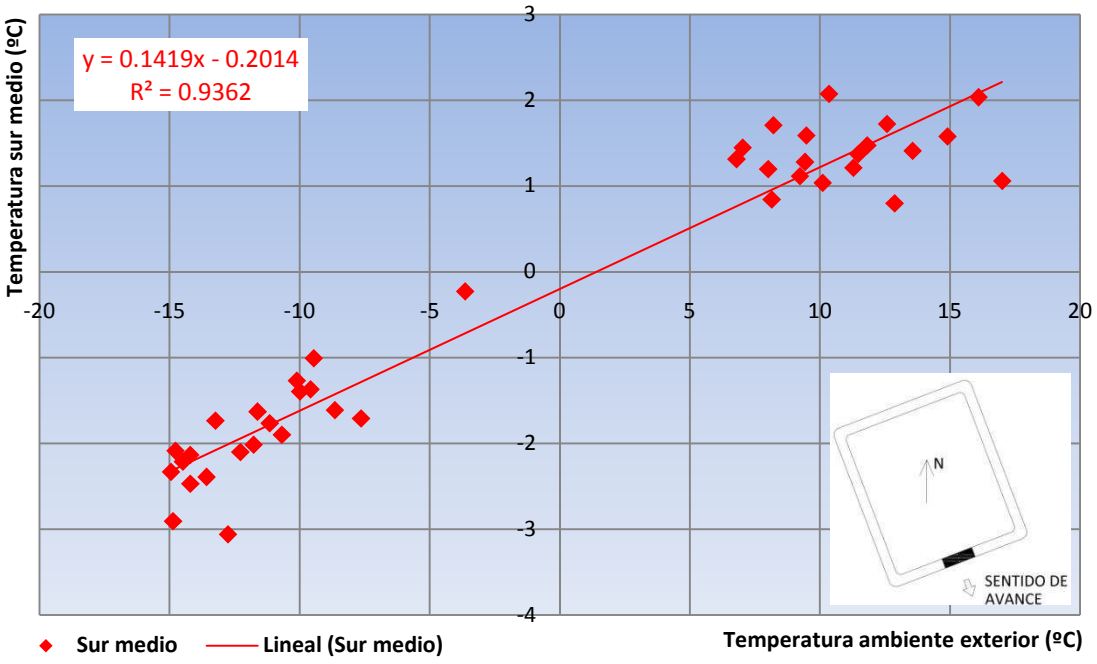


Figura V-20. Modelo de regresión lineal de la temperatura sur medio en función de la ambiente exterior

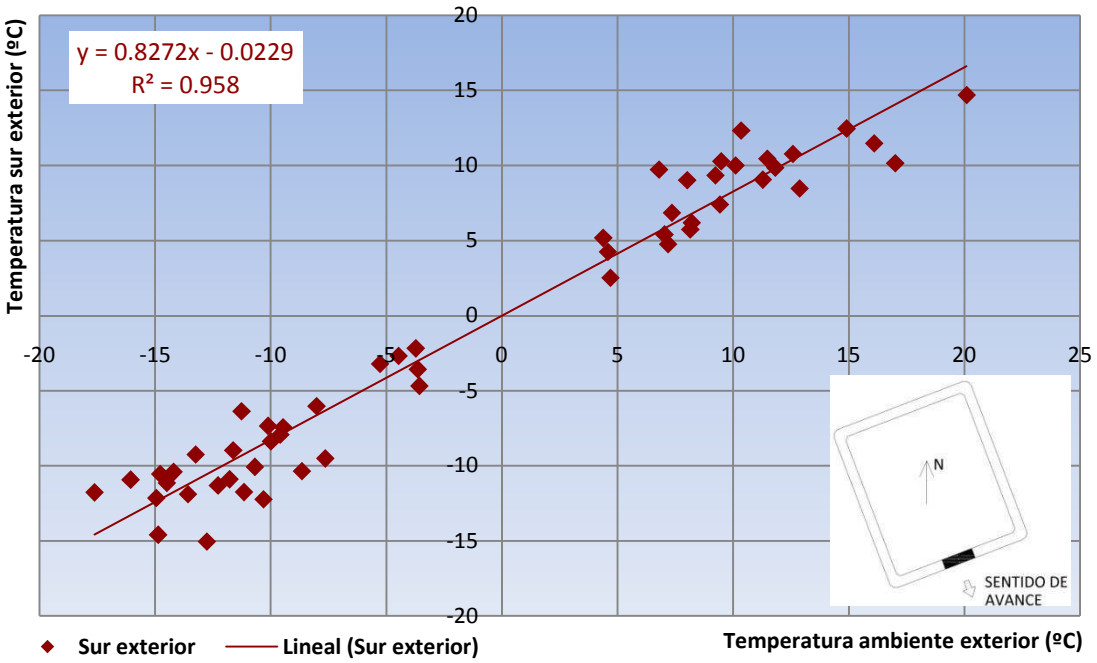


Figura V-21. Modelo de regresión lineal de la temperatura sur exterior en función de la ambiente exterior

Realizando el mismo procedimiento en la dirección transversal se obtienen los siguientes resultados.

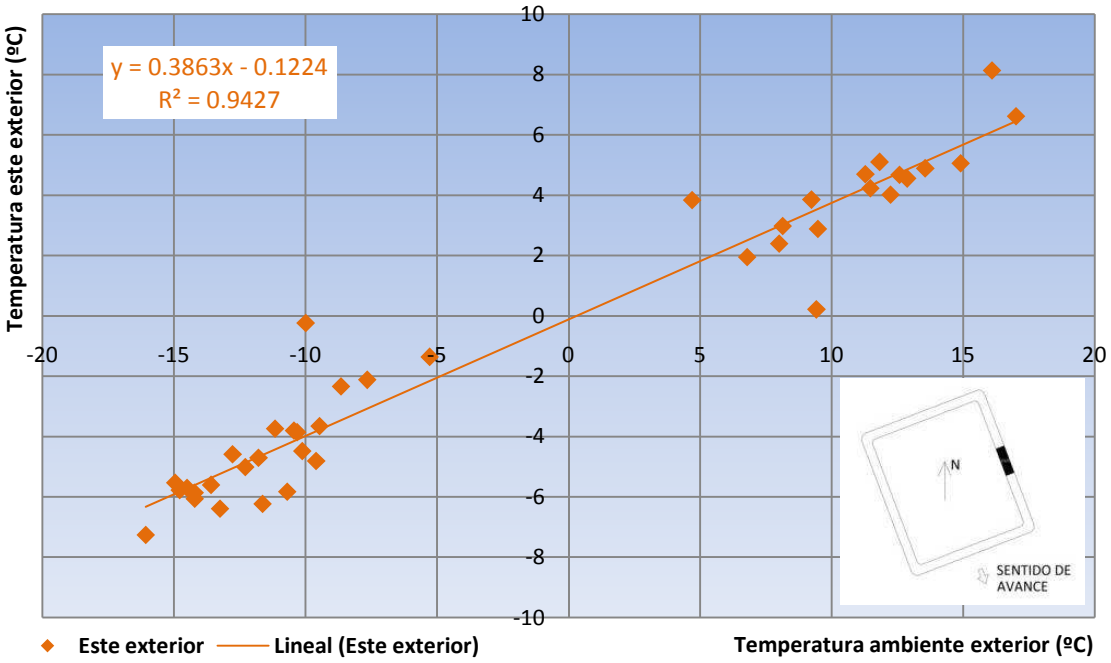


Figura V-22. Modelo de regresión lineal de la temperatura este exterior en función de la ambiente exterior

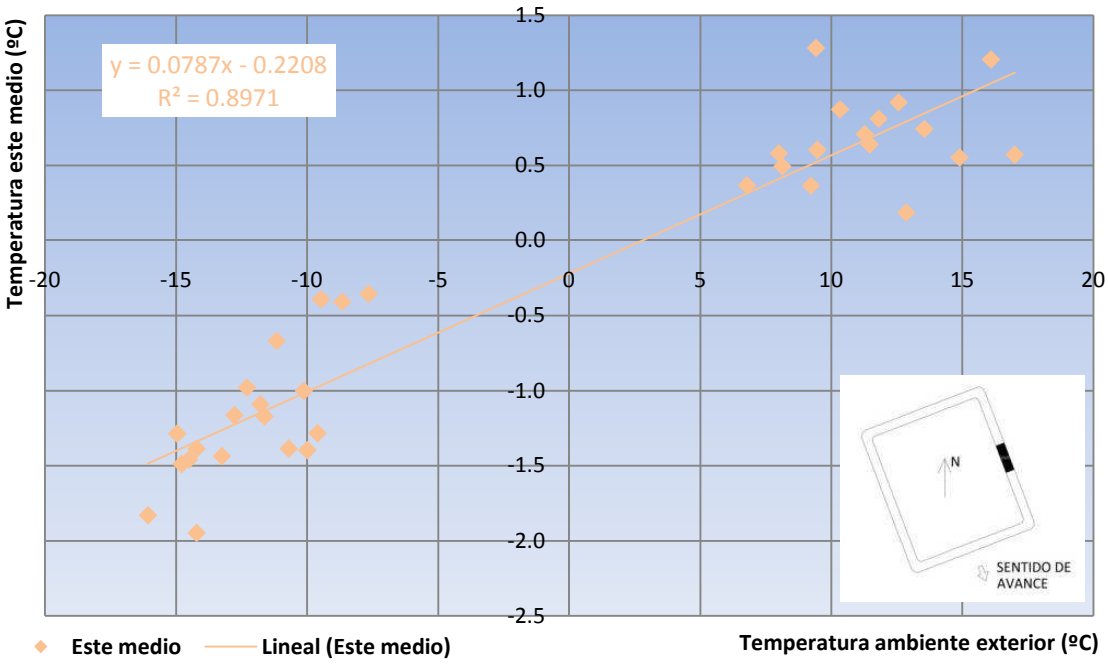


Figura V-23. Modelo de regresión lineal de la temperatura este medio en función de la ambiente exterior

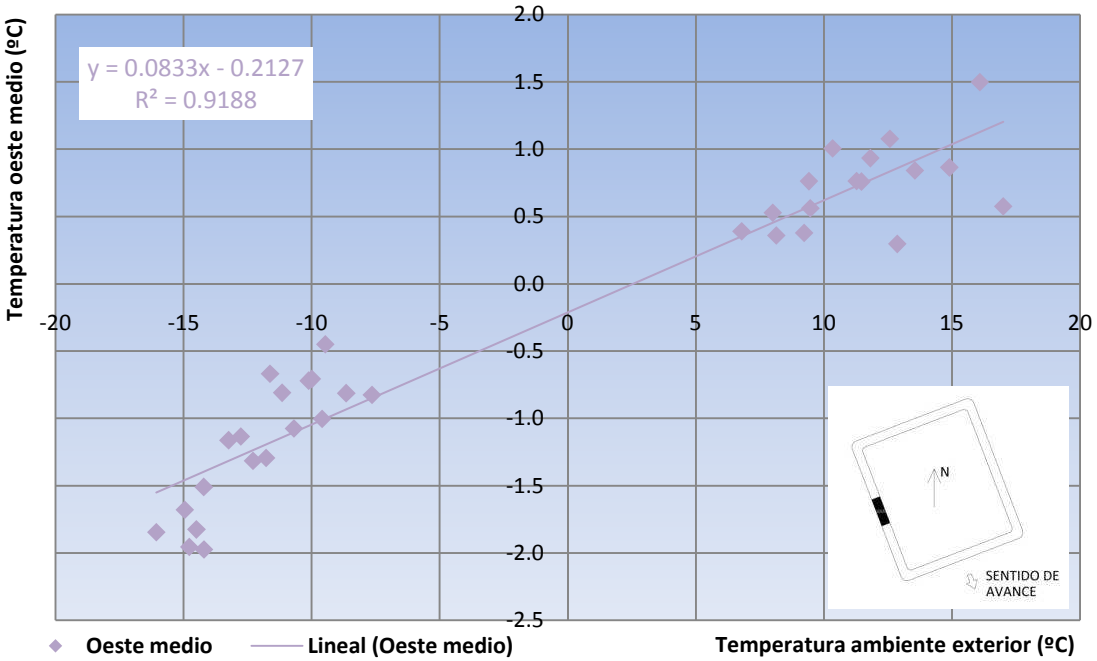


Figura V-24. Modelo de regresión lineal de la temperatura oeste medio en función de la ambiente exterior

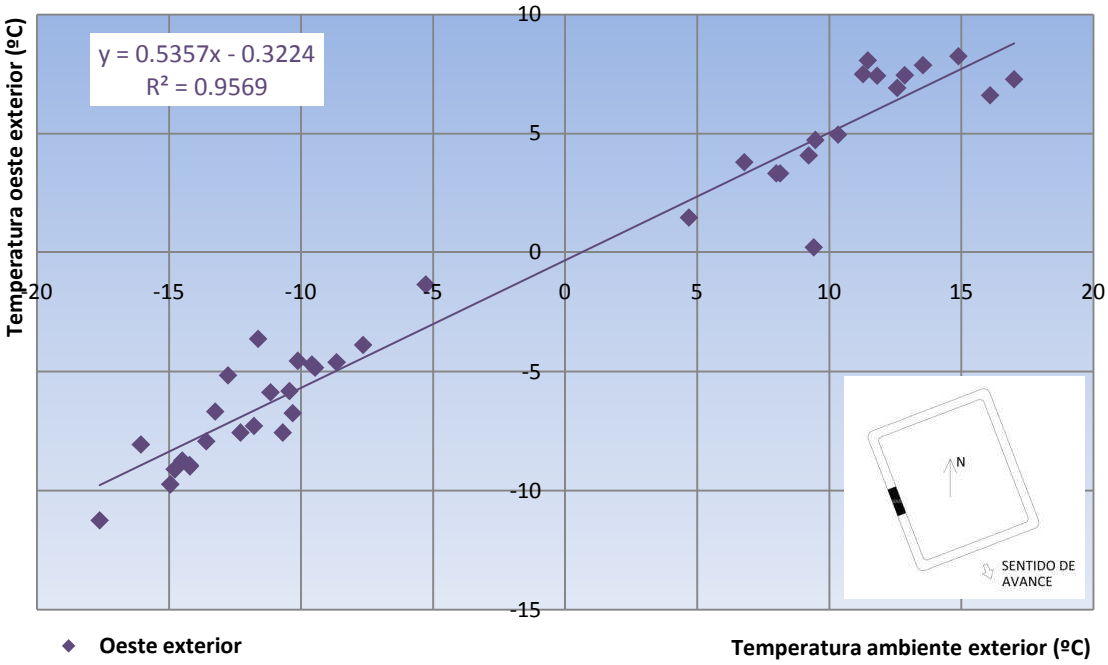


Figura V-25. Modelo de regresión lineal de la temperatura oeste exterior en función de la ambiente exterior

	Nº puntos	Ecuación	R^2	R^2_{min}
Interior	51	y= 0.08x - 0.07	0.82	0.36
Norte exterior	56	y= 0.45x + 0.04	0.97	0.36
Norte medio	35	y= 0.07x - 0.12	0.90	0.43
Sur exterior	53	y= 0.14x - 0.20	0.94	0.36
Sur medio	40	y= 0.83x - 0.02	0.96	0.40
Este exterior	40	y= 0.39x - 0.12	0.94	0.40
Este medio	35	y= 0.08x - 0.22	0.90	0.43
Oeste exterior	40	y= 0.54x - 0.32	0.96	0.40
Oeste medio	35	y= 0.08x - 0.21	0.92	0.40

Tabla V-16. Modelos de regresión lineal de temperaturas

5.6.1.2 Estudio térmico. Gradiente térmico horizontal

El análisis realizado es el mismo en dirección longitudinal que en transversal; por tanto, se expone todo el proceso con gradiente y giro sin hacer referencia a ninguno de ellos en concreto.

En primer lugar, el gradiente térmico obtenido es un gradiente de temperaturas internas en el hormigón y, por tanto, inferior al gradiente de temperatura ambiente, debido a la inercia térmica de dicho material.

En este sentido el análisis de los datos se divide en dos partes fundamentalmente:

- Estudio de la relación existente entre la temperatura exterior y el gradiente térmico interno del hormigón.
- Estudio de la relación existente entre el gradiente térmico y el giro de la pila.

Ambos estudios se han realizado de manera análoga. En primer lugar, en cada intervalo de tiempo se representan las dos variables a estudiar, temperatura y gradiente en el primer caso, y gradiente y giro en el segundo. En el anexo C se incluyen todas las gráficas realizadas, si bien aquí se describe el proceso tomando como ejemplo el mismo que en el apartado anterior[124]. Dicho proceso es muy similar al descrito en el punto 5.6.1.1. denominado *Estudio térmico*.

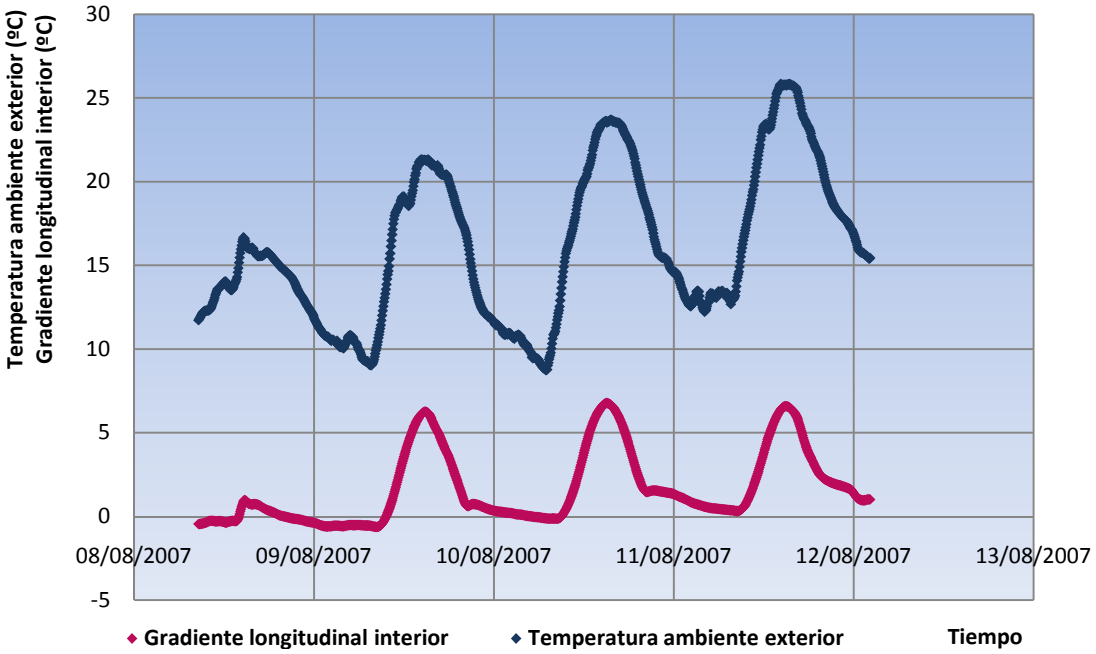


Figura V-26. Temperatura ambiente exterior y Gradiente longitudinal interior en el tramo de estudio

En este caso existen 3 máximos y 3 mínimos en cada gráfica.

Punto	Fecha	T exterior (ºC)	Fecha	Gradiente (ºC)
Mínimo	09/08/2007 7:40	9.0	09/08/2007 8:20	-0.6
Máximo	09/08/2007 14:25	21.3	09/08/2007 14:50	6.3
Mínimo	10/08/2007 6:55	8.8	10/08/2007 8:25	-0.1
Máximo	10/08/2007 15:40	23.7	10/08/2007 15:40	6.6
Mínimo	11/08/2007 4:05	12.2	11/08/2007 8:25	0.3
Máximo	11/08/2007 15:15	25.8	11/08/2007 15:15	6.5

Tabla V-17. Puntos críticos en tramo de estudio. Temperatura ambiente exterior y Gradiente longitudinal

La diferencia entre cada dos puntos críticos representa la variación de cada variable -variable*- en el tiempo.

T exterior (ºC)	Gradiente (ºC)
-12.3	-6.9
12.6	6.4
-14.9	-6.8
11.5	6.3
-13.6	-6.2

Tabla V-18. Temperatura ambiente exterior* y Gradiente longitudinal*

[124] Estudio longitudinal del tramo intermedio del intervalo *Entre dovelas 8 y 9* comprendido entre el día 8 de agosto de 2007 a las 8:35 y el día 12 de agosto de 2007 a las 2:10.

En la Figura V-27 se representan las temperaturas de la

Tabla V-18 situando la temperatura* ambiente exterior en el eje de abscisas y el Gradiente* térmico longitudinal en el eje de ordenadas.

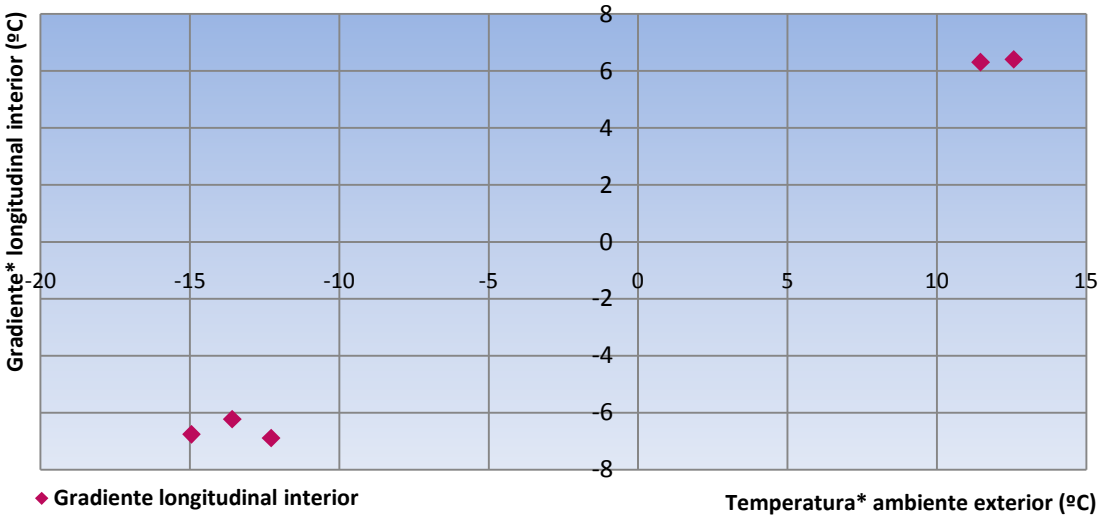


Figura V-27. Gradiente* longitudinal en función de Temperatura* ambiente exterior en tramo de estudio

De esta forma, de cada intervalo de tiempo considerado[125], se ha obtenido una nube de puntos. La superposición de todas esas nubes de puntos da lugar a las Figura V-28 y Figura V-29, en las que se ha realizado un modelo de regresión lineal. Los coeficientes de correlación obtenidos son adecuados, tal y como se indica en la Tabla V-19, en la que se indica: el número de datos, la ecuación de la recta modelizada, el nivel de confianza obtenido y el valor mínimo del coeficiente que hace que exista una relación lineal.

	Nº puntos	Ecuación	R^2	R^2_{min}
Longitudinal	65	y= 0.47x + 0.05	0.86	0.36
Transversal	22	y= 0.40x + 0.37	0.87	0.56

Tabla V-19. Modelos de regresión lineal de Gradientes* horizontales

Los coeficientes de correlación son evidentemente menores que en los modelos de regresión lineal de temperaturas representados en la Tabla V-16, puesto que involucran dos variables de distinta inercia térmica.

La inercia térmica es la capacidad que tiene la masa de conservar la energía térmica recibida e ir liberándola progresivamente. Es un fenómeno de histéresis: tendencia de un material a conservar una de sus propiedades, en ausencia del estímulo que la ha generado.

[125] Definidos en la Tabla V-1.

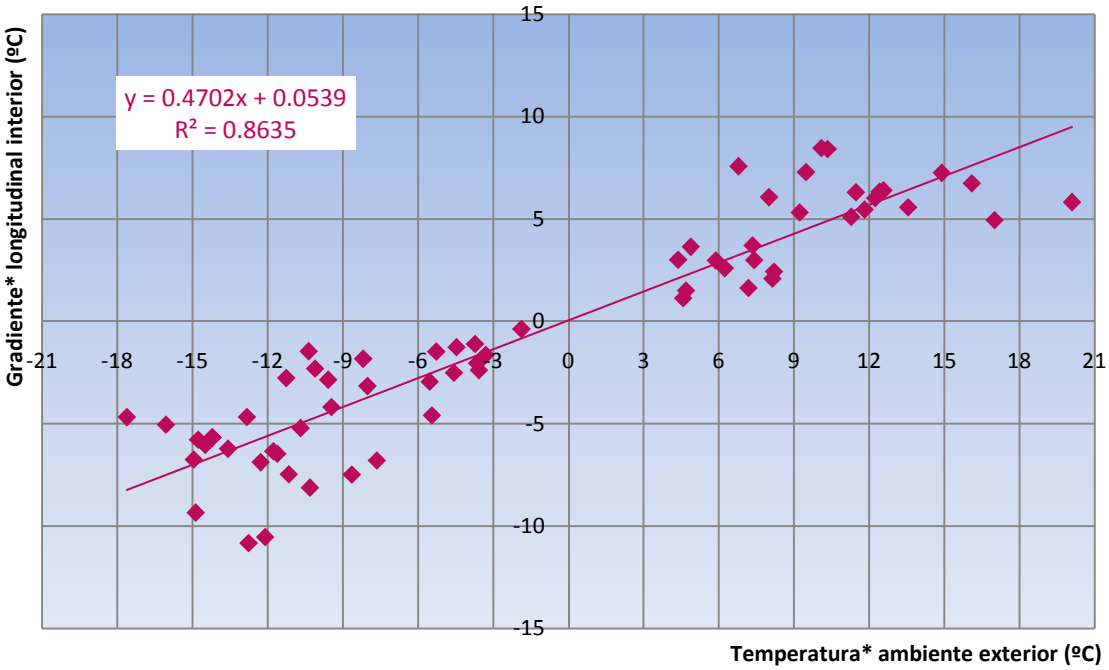


Figura V-28. Modelo de regresión lineal. Gradiente* longitudinal interior-Temperatura* ambiente exterior

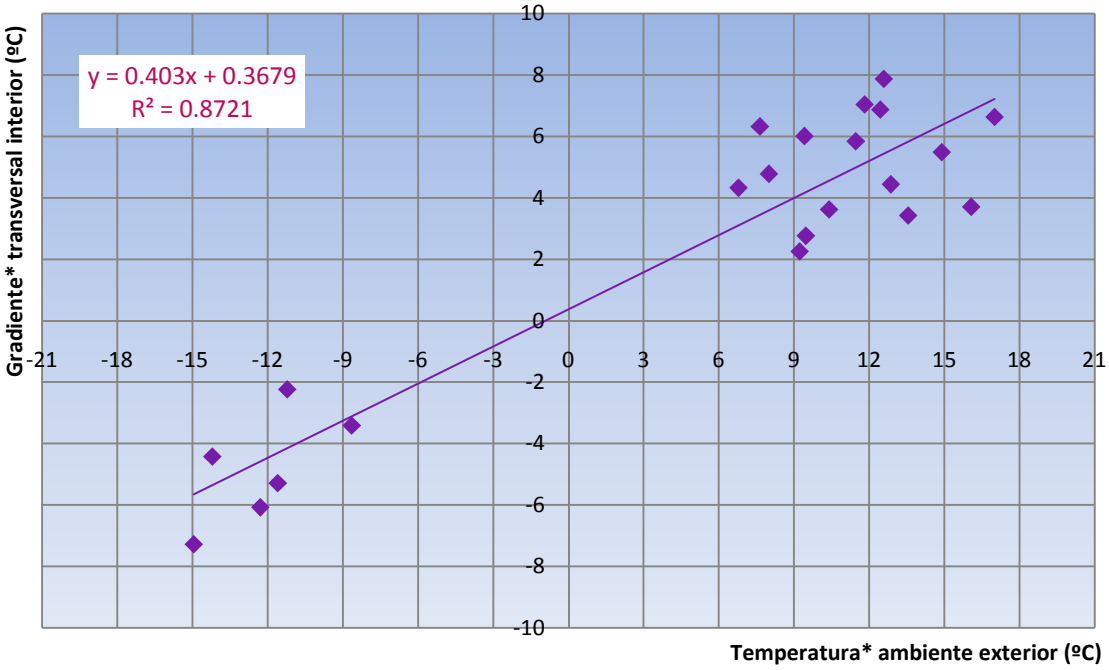


Figura V-29. Modelo de regresión lineal. Gradiente* transversal interior-Temperatura* ambiente exterior

5.6.1.3 Estudio del gradiente térmico y del giro de la pila

Se ha seguido un proceso análogo al descrito en los dos apartados anteriores para el tramo de estudio[126].

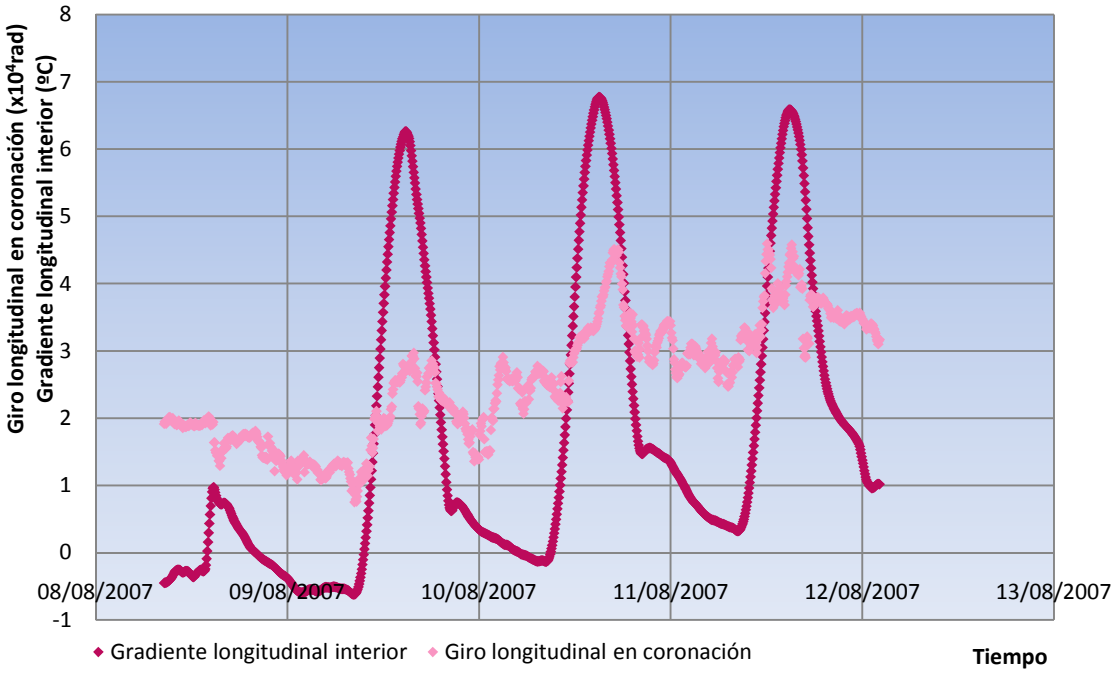


Figura V-30. Gradiente y giro longitudinales en el tramo de estudio

Existen 3 máximos y 4 mínimos en cada gráfica.

Punto	Fecha	Gradiente (ºC)	Fecha	Giro (x10^{-4} rad)
Mínimo	09/08/2007 8:20	-0.6	09/08/2007 8:25	0.8
Máximo	09/08/2007 14:50	6.3	09/08/2007 15:50	3.0
Mínimo	10/08/2007 8:25	-0.1	10/08/2007 10:30	2.1
Máximo	10/08/2007 15:05	6.8	10/08/2007 16:55	4.5
Mínimo	11/08/2007 8:25	0.3	11/08/2007 8:25	2.8
Máximo	11/08/2007 14:55	6.6	11/08/2007 15:10	4.6
Mínimo	12/08/2007 1:15	1.0	12/08/2007 2:00	3.1

Tabla V-20. Puntos críticos en tramo de estudio. Temperatura ambiente exterior y Gradiente longitudinal

[126] Estudio longitudinal del tramo intermedio del intervalo *Entre dovelas 8 y 9* comprendido entre el día 8 de agosto de 2007 a las 8:35 y el día 12 de agosto de 2007 a las 2:10.

La diferencia[127] entre cada dos puntos críticos representa la variación de cada variable -variable*- en el tiempo.

Gradiente* (ºC)	Giro* (x10^{-4} rad)
-6.9	-2.2
6.4	0.8
-6.9	-2.4
6.5	1.8
-6.3	-1.8
5.6	1.5

Tabla V-21. Gradiente* interior y Giro* en coronación de pila longitudinales

En la Figura V-31 se representan las variables de la Tabla V-21 situando el Gradiente* térmico longitudinal en el eje de abscisas y el Giro* longitudinal en coronación de pila en el eje de ordenadas.

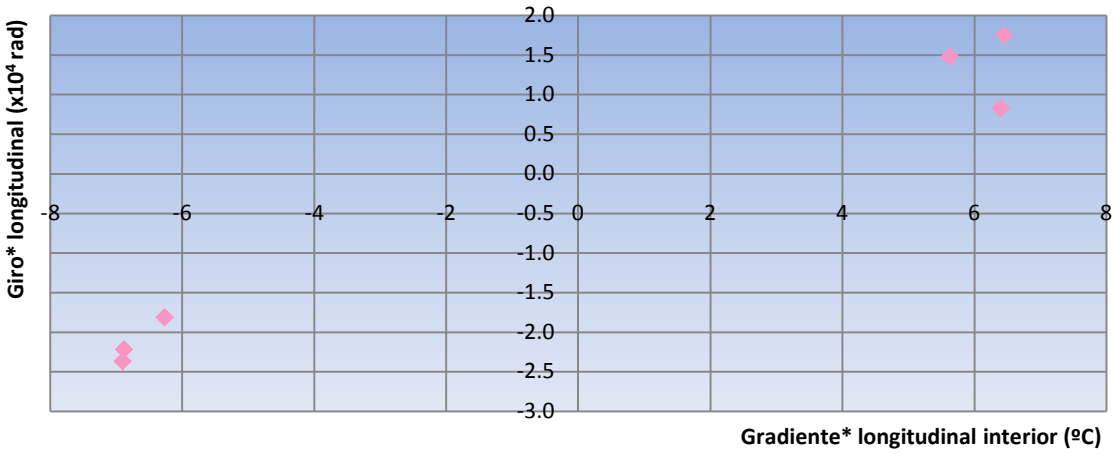


Figura V-31. Giro* longitudinal en coronación en función del Gradiente* longitudinal en tramo de estudio

De esta forma, de cada intervalo de tiempo considerado[128], se ha obtenido una nube de puntos. La superposición de todas esas nubes de puntos da lugar a las Figura V-32 y Figura V-33, en las que se ha realizado un modelo de regresión lineal. Los coeficientes de correlación obtenidos son adecuados, tal y como se indica en la Tabla V-22, en la que se indica: el número de datos, la ecuación de la recta modelizada, el nivel de confianza obtenido y el valor mínimo del coeficiente que hace que exista una relación lineal.

	Nº puntos	Ecuación	R^2	R^2_{min}
Longitudinal	35	y= 0.29x - 0.08	0.97	0.43
Transversal	63	y= 0.42x	0.94	0.36

Tabla V-22. Modelos de regresión lineal. Giros* en coronación de pila.

[127] El punto origen de las variables no tiene importancia, siendo además -en el caso del giro- difícil de establecer, ya que lleva consigo el posible error de construcción de la pila. En este sentido, se trata de establecer una relación entre la variación de la temperatura, la variación del gradiente y la variación del giro.

[128] Definidos en la Tabla V-1.

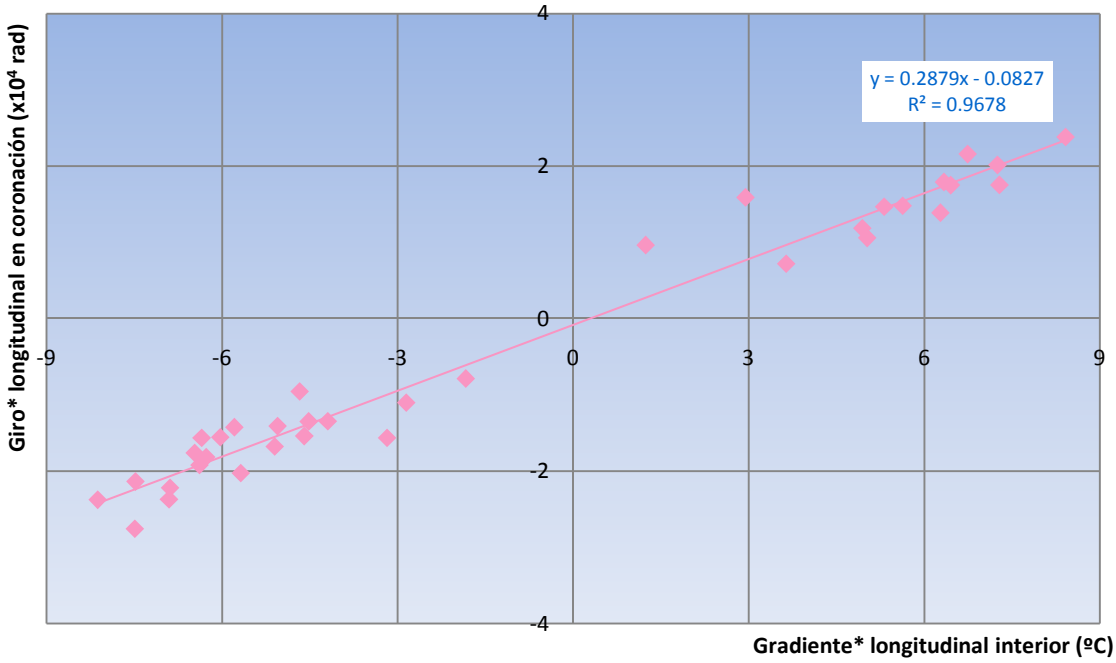


Figura V-32. Modelo de regresión lineal. Giro* longitudinal en coronación-Gradiente* longitudinal interior

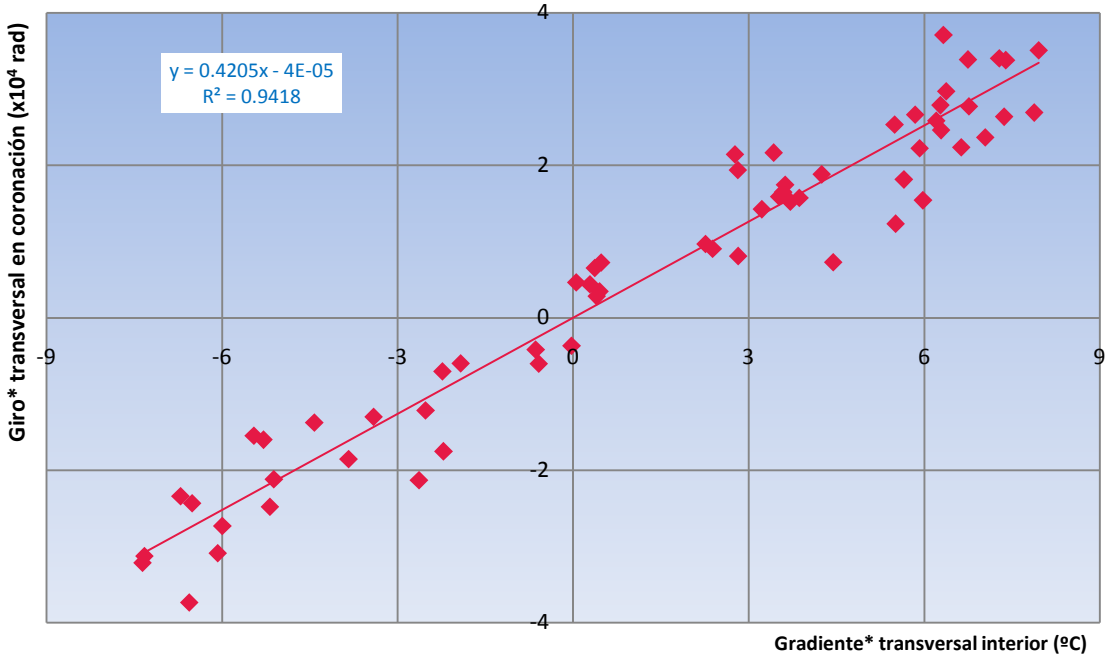


Figura V-33. Modelo de regresión lineal. Giro* transversal en coronación-Gradiente* transversal interior

En definitiva, en el estudio realizado se han obtenido:

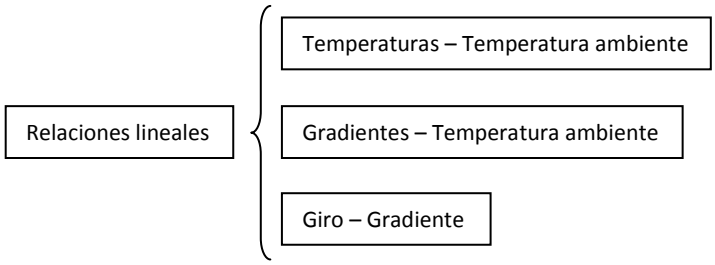


Figura V-34. Resultados

CAPÍTULO VI. MODELO TEÓRICO

El Viaducto de Montabliz, a pesar de tratarse de una gran estructura, se encuentra dentro del ámbito de aplicación de la normativa vigente en lo que a acciones a considerar en su proyecto se refiere. Sin embargo, el gradiente térmico horizontal en pilas no estaba muy bien regulado durante el proyecto y construcción de la estructura en la normativa española [IAP]. La IAP-11 [IAPN] sí que comienza a establecer un valor para la consideración del gradiente horizontal en pilas. Se ha realizado un modelo de cálculo lineal en tres dimensiones con elementos tipo barra, con el que se han obtenido los giros en coronación de pila y los movimientos en los extremos del tablero, ante la acción de un gradiente térmico horizontal en la pila, tanto longitudinal como transversal.

6.1 Revisión de normativas

El *Viaducto de Montabliz* es una estructura singular, tanto por su altura máxima -por encima de 140 m sobre el valle- como por su luz máxima -175 m en el vano central-. Aún así, se encuentra dentro del rango de estructuras españolas a las que les es aplicable la normativa vigente, durante su proyecto y construcción, IAP-98 [IAP], en lo que a acciones a considerar en su cálculo se refiere. En este sentido, en el apartado 1.2 *Ámbito de aplicación* de dicha Instrucción aparece lo siguiente:

La presente Instrucción determina las clases de acciones, los coeficientes de ponderación y las combinaciones de acciones que deberán tenerse en cuenta para el proyecto de puentes de carretera cuyas luces sean inferiores a doscientos metros (<200 m).

En un viaducto de estas características, las acciones climáticas son las que precisan un estudio más detallado, en particular el viento y las acciones térmicas.

En el primer párrafo del apartado 3.2.3.2.1. *Viento* de la citada normativa, se recoge lo siguiente:

A efectos de aplicación de la presente Instrucción, la acción del viento podrá asimilarse, en general, a una carga estática. En aquellos casos en los que la acción del viento pueda originar fenómenos vibratorios importantes (estructuras muy flexibles, tales como puentes o pasarelas con algún vano de luz superior a doscientos metros (200 m) o cien metros (100 m) respectivamente, puentes colgantes o atirantados, pilas esbeltas de altura superior a cien metros (100 m), etc.) el proyectista justificará los métodos de cálculo y estudios especiales que permitan prever la respuesta del puente ante este tipo de acción, y los someterá a la aprobación de la Dirección General de Carreteras.

En este sentido durante la redacción del Proyecto, sus autores realizaron un estudio específico de viento, sismo y fuego en colaboración con Principia Ingenieros Consultores, mediante la utilización del programa ABAQUS. Para el estudio del viento [PROS], dado que se trata de una carga ambiental que solicita de forma aleatoria la estructura, se realizó un estudio mediante análisis espectral teniendo en cuenta los efectos tanto de la no linealidad geométrica como del material. El estudio sísmico realizado incluye dos tipos de cálculos: un cálculo-modal-espectral en el dominio de la frecuencia para las fases de construcción y de servicio, y un segundo cálculo en el dominio del tiempo con integración directa de la respuesta del viaducto ante la actuación de una historia de aceleraciones, realizado sobre la estructura completa. En lo referente al estudio térmico, ante la posibilidad de un incendio, se realizó un cálculo de transferencia de calor, en el que se estudió la propagación del mismo en el hormigón de la pila y la posible degradación de la resistencia de las armaduras.

Además, en los inicios de la construcción de la estructura[129], la empresa danesa FORCE Technology, en colaboración con los autores del Proyecto, realizó dos ensayos en túnel de viento [WE] que permitieron la reducción del número de pilotes y la cuantía de armadura de las pilas. En el primero se realizó un ensayo en modelo reducido en el que se representó medio voladizo de una "T", con el fin de establecer los coeficientes aerodinámicos del viento relativos a empuje horizontal, fuerza vertical y momento torsor, además de estudiar la posibilidad de aparición de vórtices o remolinos en el tablero debido a su geometría. En el segundo se realizó un ensayo en modelo reducido en el que se representó un área de 65 km^2 en las proximidades del viaducto, analizando 5 direcciones de viento (45º, 70º, 160º, 250º y 340º con respecto al norte geográfico) que incluyen viento transversal y longitudinal al puente en ambos sentidos, y viento longitudinal al valle (45º). El estudio consistió en la visualización y en la medición del flujo del viento con respecto a una estación de referencia situada en las proximidades del estribo 1, 10 m por encima del suelo, estableciendo una relación entre el modelo y la realidad, a partir de las velocidades de viento medidas en la posición de referencia y en los puntos más significativos del viaducto.

En lo que a temperatura se refiere, en el apartado 3.2.3.2.3. *Acciones térmicas* de dicha Instrucción, aparecen las siguientes acciones:

- Variación uniforme de temperatura.
- Gradientes térmicos:
  - Gradiente térmico vertical positivo del tablero.
  - Gradiente térmico vertical inverso o negativo del tablero.

[129] Año 2004.

- Gradiente térmico transversal del tablero.

Por otro lado, en el apartado 6.2 del Eurocódigo relativo a las acciones térmicas [EAT], se regulan[130] las acciones térmicas a considerar en las pilas de los puentes. En este sentido, en el subapartado 6.2.1. *Consideración de las acciones térmicas*, se indica lo siguiente:

Las acciones de la temperatura entre las caras externas de las pilas de los puentes, huecas o macizas, deben considerarse en el proyecto.

Nota: El procedimiento de dimensionamiento utilizado en un país puede encontrarse en su anexo nacional. Si no se ofrece ningún procedimiento, puede adoptarse una diferencia de temperaturas lineal equivalente.

Además, en el subapartado 6.2.2. *Diferencias de temperatura* se establece:

Para pilas de hormigón (huecas o macizas), deberían considerarse las diferencias de temperatura lineales entre las caras externas opuestas.

Nota: El anexo nacional puede especificar los valores para las diferencias de temperatura. En ausencia de información, se recomienda adoptar el valor de 5ºC.

Para las paredes de las pilas de hormigón, deberían considerarse diferencias de temperatura lineales entre las caras interna y externa.

Nota 1: El anexo nacional puede especificar los valores para las diferencias de temperatura. En ausencia de información, se recomienda adoptar el valor de 5ºC.

Por último, en la IAP-11[131] [IAPN], en su apartado 4.3.2 *Acción térmica en pilas*, aparece lo siguiente:

Se deberán considerar los efectos de la acción térmica en las pilas, cuando puedan dar lugar a la aparición de reacciones o movimientos en los elementos adyacentes o en la propia pila.

Cuando las diferencias de temperatura puedan dar lugar a efectos significativos, se considerará, para pilas de hormigón tanto huecas como macizas, una diferencia lineal de temperatura de 5 ºC entre caras externas opuestas. Para los tabiques de las pilas de hormigón huecas, se considerará, además, una diferencia lineal de temperatura entre las caras interna y externa de 15 ºC.

[130] Si bien se remite al anexo nacional y, por tanto, en el caso de España, no está del todo normalizado.
[131] Normativa en relación con las acciones a considerar en los puentes de carretera que sustituye a la IAP-98 [IAP], empleada en el proyecto de la estructura. Durante la redacción del proyecto y la construcción del *Viaducto de Montabliz* esta normativa no existía.

6.2 Efectos térmicos en una sección

Como ya se ha explicado en el capítulo anterior, de la misma forma que, en el tablero de un puente, la temperatura afecta de manera diferente sobre la parte superior e inferior de la sección, en una pila, existe también una diferencia térmica entre sus caras. Se definen de esta forma dos gradientes térmicos horizontales: longitudinal y transversal.

El perfil de temperaturas en el interior de una sección -bien sea maciza o hueca- es complejo y existe escasa experiencia en la medición de temperaturas, tal y como se ha indicado en el Capítulo II. Sin embargo, desde un punto de vista teórico, se puede considerar una distribución lineal de temperaturas, tal y como se muestra en la siguiente figura.

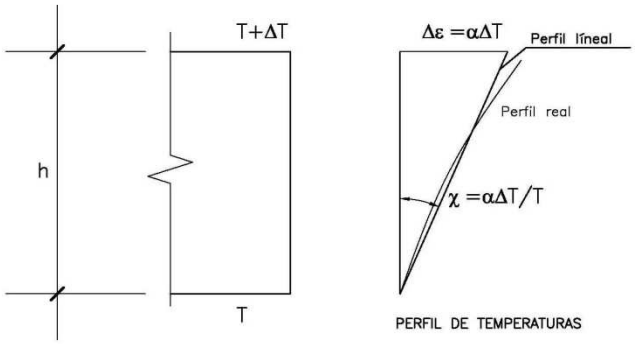


Figura VI-1. Perfil de temperaturas en una sección

Este trabajo se centra en el efecto estructural del gradiente térmico, no en su distribución interior.

6.3 Descripción del modelo

El proceso constructivo de esta estructura hace que tanto las trepas de las pilas como las dovelas del tablero tengan edades diferentes, y por tanto, sus hormigones posean también propiedades distintas. En la etapa de construcción, las "Ts" presentan un esquema estructural isostático por lo que las acciones debidas a deformaciones impuestas, como es el gradiente térmico, sólo provocan deformaciones[132]. El conocimiento del comportamiento deformacional de la estructura garantiza la nivelación futura del puente.

Con el fin de conocer las deformaciones producidas por un gradiente horizontal en la pila 2 de esta estructura, se ha realizado un modelo tipo pórtico 3D, en el que está representada tanto su geometría, como la acción objeto de este trabajo y como su condición de apoyo: empotramiento en su base. El modelo está formado por la unión de elementos discretos tipo viga, cuya longitud coincide con el tamaño de las trepas de las pilas y de las dovelas del tablero.

[132] En un análisis lineal.

El objetivo del cálculo es obtener el giro en coronación de la pila ante un gradiente térmico horizontal tanto longitudinal como transversal. Dicho giro es independiente del número de dovelas del tablero, tan sólo está condicionado por la altura de la pila. No así los movimientos en los extremos de los brazos de las "Ts".

En el Anexo E se incluyen los ficheros de datos de los modelos realizados, así como una serie de figuras en las que se representan sus nudos y elementos.

6.3.1 Nudos y elementos

El modelo se define geométricamente a partir de nudos y elementos en un sistema de referencia cartesiano -coordenadas x, y, z-. En los nudos se puede conocer el movimiento de la estructura, en todos sus grados de libertad, una vez calculada ésta.

Los elementos se definen a partir de tres nudos, representando de esta forma los tres ejes locales del elemento. Además, cada elemento se caracteriza por un material -módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson- y una característica mecánica -definición de áreas e inercias-.

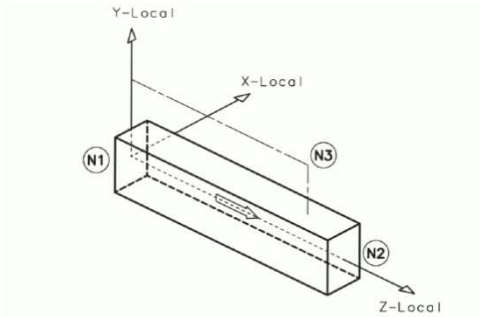


Figura VI-2. Definición de un elemento tipo barra 3D a partir de sus tres nudos[133]

Los elementos definidos presentan directriz recta y sección variable, pudiendo adoptar cualquier orientación espacial. La unión de dos elementos entre sí es rígida, pudiendo ser empotrada o articulada, existiendo en cada nodo seis grados de libertad -tres desplazamientos y tres giros en las tres direcciones de los tres ejes principales-.

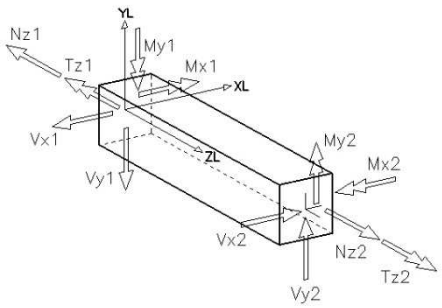


Figura VI-3. Criterio de signos de esfuerzos en un elemento tipo barra 3D[133]

[133] www.vettones.com. Autor: Francisco Cambronero Barrientos.

6.3.2 Materiales

Los materiales empleados son básicamente hormigón y acero:

- Hormigones:
  - Tablero: HP-50.
  - Alzados de Pilas: HA-45.
- Acero pasivo: B 500 S; $f_{yk} \geq 5100$ kp/cm^2.
- Acero activo: Y 1860 S7.
  - $f_{máx} \geq 186$ kp/mm^2.
  - $f_{pk} \geq 167$ kp/mm^2.
  - Relajación a 1000 horas a σ_{pi}= 0.70 f_{pk} y 20ºC: ρ_{1000}< 2% σ_{pi}.

El módulo de elasticidad empleado ha sido el definido en el *Eurocódigo 2: Proyecto de Estructuras de Hormigón. Parte I-I: Reglas generales y reglas para Edificación* [EH], valor intermedio[134] al definido en la EHE-08 [EHE] para acciones lentas e instantáneas:

$$E_{0j} = 9500\sqrt[3]{f_{cmj}}$$

Además el programa evalúa internamente los coeficientes de fluencia y retracción de acuerdo con la normativa vigente [EHE].

6.3.2.1 Ensayos de caracterización de materiales

Previamente a la ejecución de la estructura, la Asistencia Técnica a la Dirección de Obra[135] planteó una serie de ensayos con el fin de conocer la resistencia a compresión simple y el módulo elástico de deformación a edades tempranas. En este sentido, se analizó la fluencia del hormigón, ya que tiene una influencia directa sobre las deformaciones diferidas del tablero a lo largo del tiempo. De esta forma, las dos series de ensayos realizados pretendían obtener el coeficiente de fluencia del hormigón en función de la edad de su puesta en carga. Éstos son los siguientes:

- Ensayo de caracterización del módulo de elasticidad a compresión:
  UNE 83316:1996 *Ensayos del hormigón. Determinación del módulo de elasticidad en compresión.*
  Se realizó el ensayo a los 3, 7, 28, 90 y 120 días después del hormigonado.
- Medida de la flecha diferida:
  El ensayo consistió en la aplicación de una carga puntual de 30 kN en el centro del vano de una viga pretensada de 5 m de longitud, 30 cm de canto y 25 cm de ancho, con el fin de medir su deformada en el centro del vano a lo largo del tiempo. Dicha viga se fabricó en las inmediaciones del emplazamiento de la estructura con el fin de imitar las condiciones ambientales del viaducto.

[134] El carácter diario de las deformaciones hace pensar en la modelización de un módulo de elasticidad instantáneo. Sin embargo, el diferente tiempo de hormigonado de las trepas de las pilas y de las dovelas del tablero hace que se deba tener en cuenta la edad de las mismas.
[135] UTE Urbaconsult-Torroja.

La flecha en el centro de vano se midió con un flexímetro cada 24 horas durante 120 días, siempre a la misma hora[136].

Se ensayaron tres vigas con diferentes áridos:

- Viga 1: Áridos de la obra.
- Viga 2: Áridos de Candesa[137].
- Viga 3: Áridos de Candesa137 y arena de la obra.

A continuación se representa la gráfica obtenida en el ensayo de cada viga.

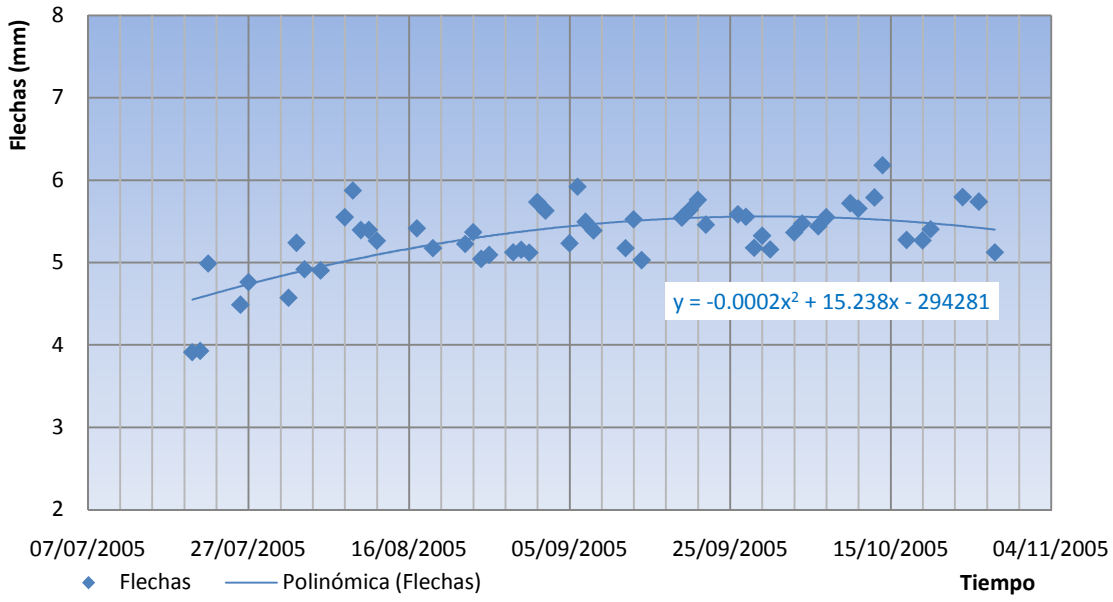


Figura VI-4. Deformación a lo largo del tiempo en viga 1

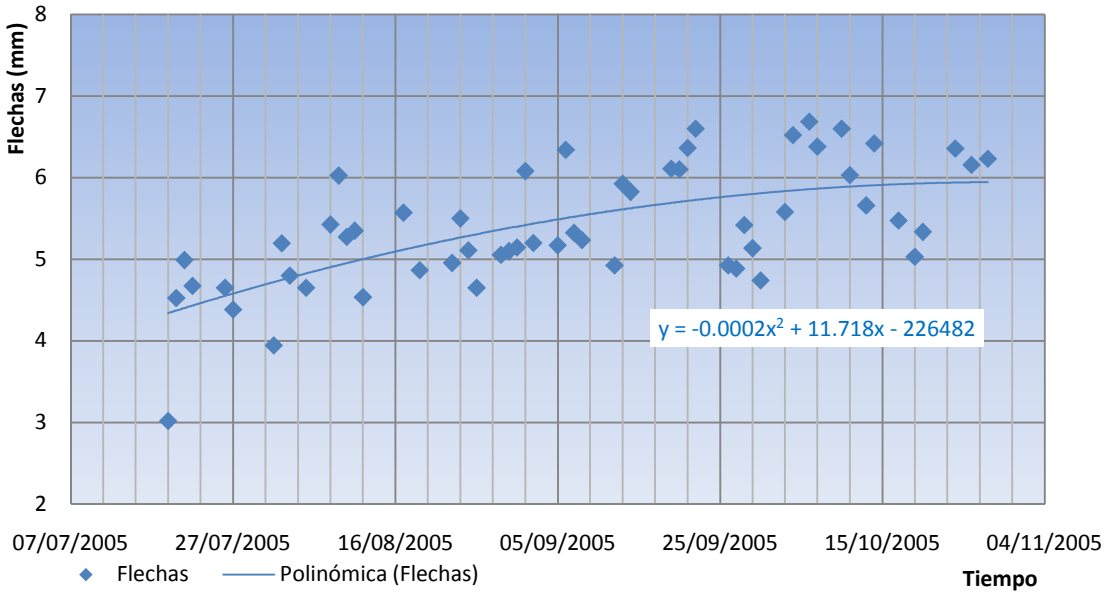


Figura VI-5. Deformación a lo largo del tiempo en viga 2

[136] Con el fin de evitar los efectos térmicos.

[137] Planta de suministro de hormigón a la obra.

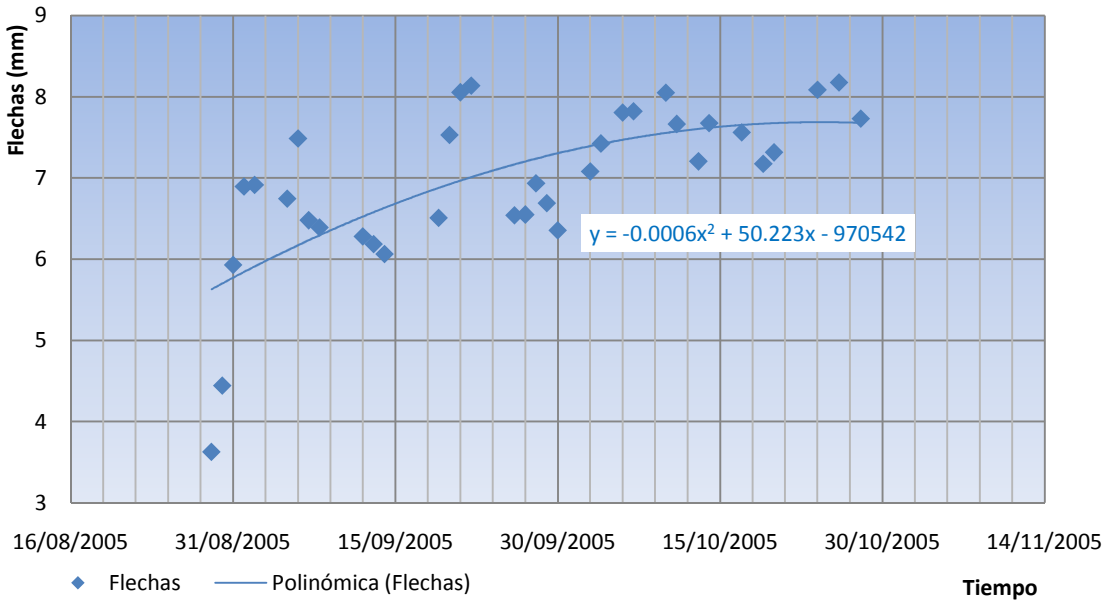


Figura VI-6. Deformación a lo largo del tiempo en viga 3

Finalmente, el hormigón empleado en la obra se corresponde con el de la viga 3, cuya dosificación por m^3 fue la siguiente:

- Áridos de la obra (0-3 mm): 840 kg.
- Áridos de Candesa (6-15 mm): 980 kg.
- Cemento I-52.5R: 435 kg.
- Agua: 165 kg.
- Aditivo: 10.5 kg.

Como en toda decisión de una obra, la solución adoptada fue la óptima desde un punto de vista tanto económico como estructural, es decir, aquélla que, garantizando una resistencia mínima y presentando un comportamiento diferido adecuado, tenía un coste mínimo.

6.3.3 Acciones de cálculo

Las acciones consideradas son:

- Peso propio.
- Peso de medios auxiliares: carros de avance.
- Gradiente térmico longitudinal y transversal[138].

Como ya se ha indicado anteriormente, el gradiente térmico horizontal en pilas no estaba regulado en la normativa vigente[139] [IAP], no así el incremento térmico.

[138] En el programa *Vettones* existe una acción predefinida que es el gradiente térmico de una barra 3D. Dicha acción consiste en un giro impuesto a la barra.
[139] En el momento de la redacción del proyecto y durante la construcción de la estructura.

Las acciones térmicas consideradas en el proyecto son:

- Incremento térmico:

  $$\Delta T = K\, z^{\,a}\; h^{\,b}\; s^{\,c}$$

  De acuerdo con la normativa indicada, los valores de las constantes *K*, *a*, *b* y *c*, correspondientes a la tipología de cajón de hormigón son:
  K= 29.13
  a= 0.301
  b= -0.148
  c= 0

  Además, para dicha tipología:
  h_{min}*= 1.7 m*
  h_{max}*= 4 m*

  La zona en la que se encuentra la estructura es la Zona II, Prelitoral norte del Cantábrico y de Galicia.
  z= 2

  El canto del tablero es superior al máximo indicado por lo que se considera el canto igual a éste.

  Por último, puesto que no se trata de un tablero de vigas:
  s= 1
  De esta forma, el incremento térmico es: ΔT= 29.23ºC.

- Gradiente térmico vertical positivo del tablero:

  $$\Delta T_{SI} = (K_1 \cdot K_2 \cdot K_3)\Delta T_{SI,ref}$$

  De acuerdo con la normativa indicada, los valores de los parámetros de la fórmula son:
  K_1*= 0.8*
  K_2*= 1.09*
  K_3*= 1.25*
  $\Delta T_{SI,ref}$*= 8.5 ºC/m*

  De esta forma, el gradiente térmico vertical positivo en el tablero es: ΔT_{SI}= 9.27 ºC/m.

- Gradiente horizontal en pilas: ΔT= 6.4 ºC/m.

  Extrapolando la sección de la pila a la de un tablero en el que la longitud de los voladizos es nula, de acuerdo con la normativa vigente debería haberse considerado un gradiente horizontal de 2.5 a 3ºC.

  Por otro lado, considerando el gradiente horizontal en una pila como una diferencia térmica entre dos fibras de una sección y extrapolando la

formulación del gradiente vertical del tablero, en el que el espesor de firme es nulo[140], resulta un valor aproximado de 6.4ºC, valor considerado en el cálculo de deformaciones y movimientos pésimos de proyecto.

6.3.4 Condiciones de apoyo

La pila 2 se cimienta sobre las arcillas del *keuper*. La baja capacidad portante de este terreno, las elevadas cargas a las que la pila está sometida y las pequeñas deformaciones admisibles en su cimentación, llevaron a sus autores a diseñar una cimentación profunda consistente en un encepado de 56 pilotes de 1.5 m de diámetro y 35 m de longitud.

La gran influencia de cualquier movimiento o giro de la cimentación de una pila de gran altura como ésta, ha llevado al estudio en detalle de la misma, en diferentes fases en función del estado de avance del proyecto y de la obra. De esta forma, dicha cimentación se ha calculado de acuerdo a diferentes métodos, teniendo en cuenta las siguientes hipótesis:

- Cálculo preliminar en fase de anteproyecto -Modelo rígido-: reparto lineal de axiles. El encepado no admite flexiones.
- Cálculo de proyecto base -Modelo de láminas en *vettones*-: se considera un encepado flexible en el que los pilotes más alejados no tienen por qué ser los más solicitados. Las deformaciones del encepado hacen que no todos los pilotes se carguen por igual ante un esfuerzo axil.
- Cálculo de proyecto modificado -Modelo de ABAQUS[141]-: obtención de esfuerzos y movimientos en los pilotes y en el encepado a partir de un modelo realizado con elementos sólidos.

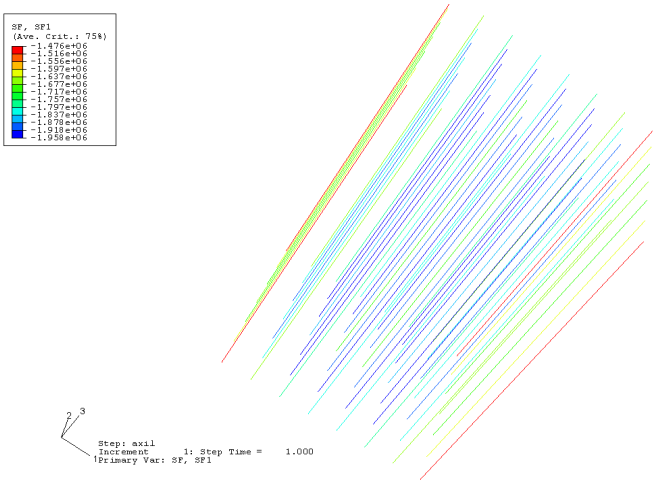


Figura VI-7. Reparto de axil en pilotes. N= 10000 Mp. Modelo de ABAQUS

[140] K_3= 1.

[141] El programa ABAQUS resuelve estructuras empleando elementos finitos, pudiendo utilizar tanto el método convencional de Elementos Finitos -construyendo la matriz de rigidez-, como el cálculo explícito. En ambos casos permite cualquier tipo de no linealidad del material, incluyendo endurecimiento plástico, fisuración del hormigón, y diversos criterios de plastificación -Mohr-Coulomb, Ducker Pragger....- e incluye la posibilidad de considerar también el equilibrio en la posición deformada y deformaciones arbitrariamente grandes -no linealidad geométrica-.

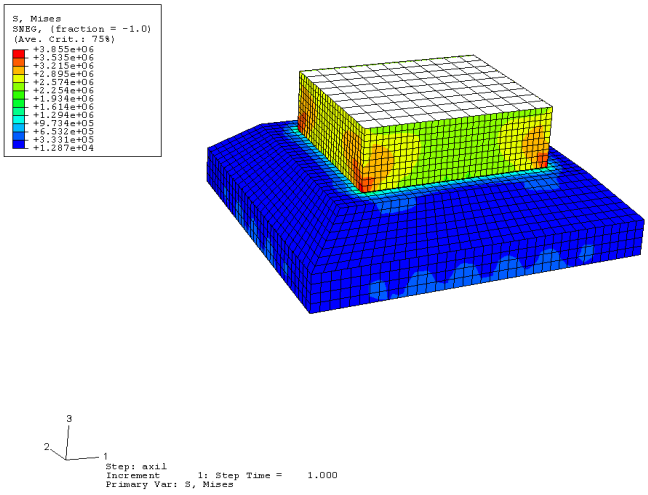


Figura VI-8. Tensión de Von Mises. N= 10000 Mp. Modelo de ABAQUS

- Cálculo de proyecto modificado -Modelo de FLAC[142]-: obtención de esfuerzos y movimientos en los pilotes y en el encepado a partir de un modelo de interacción terreno-estructura, en el que se representa tanto la cimentación -encepado y pilotes- como los primeros metros de la pila -le aportan rigidez al conjunto- y como el terreno de cimentación.

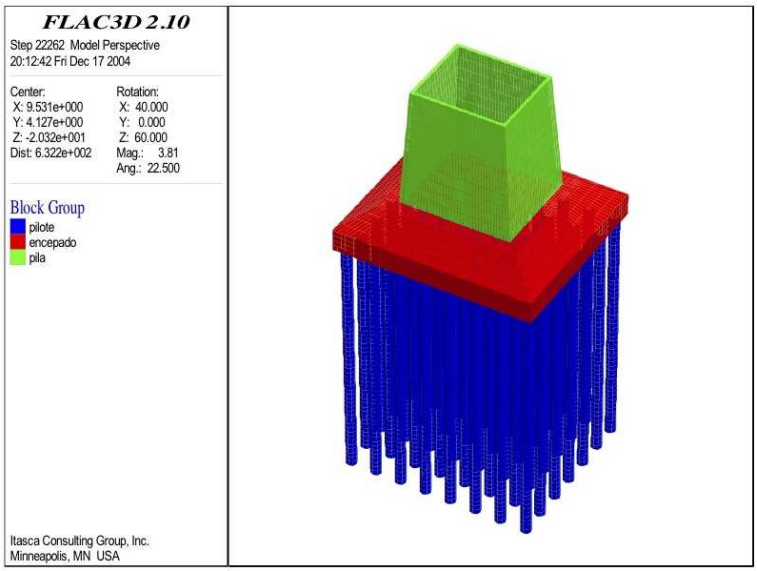


Figura VI-9. Modelo de FLAC

[142] FLAC3D (*Fast Lagrangian Analysis of Continua in 3-Dimensions*) extiende las capacidades del modelamiento en dos dimensiones de FLAC a tres dimensiones. Simula el comportamiento de estructuras que incluyan suelos, rocas u otros materiales que puedan presentar un comportamiento plástico cuando alcanzan sus límites de fluencia. El método de diferencia finitas explícito utilizado, es idóneo para modelar problemas geomecánicos que consisten en varias etapas, tales como excavaciones secuenciales, rellenos y cargas de diversa naturaleza. El método puede aceptar grandes desplazamientos, deformaciones y comportamiento no lineal del material, aún cuando el colapso abarque una gran área.

En el modelo de cálculo de flexión generalizada, la cimentación se representa como un apoyo, es decir, un nudo en el que algunos de sus movimientos están restringidos. En las primeras fases del cálculo, dicho apoyo se representó como un empotramiento en todas sus direcciones. Una vez realizado el modelo de interacción terreno-estructura, en colaboración con ITASCA[143], se obtuvieron los movimientos -desplazamientos y giros- del encepado en las hipótesis pésimas de construcción y servicio[144].

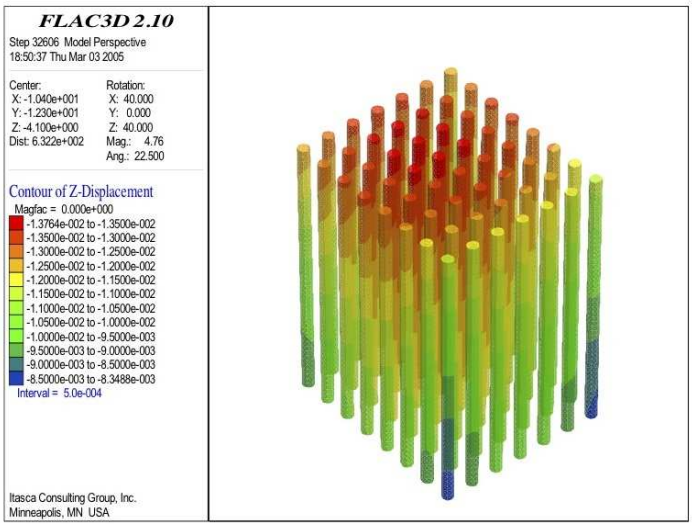


Figura VI-10. Movimientos verticales en construcción

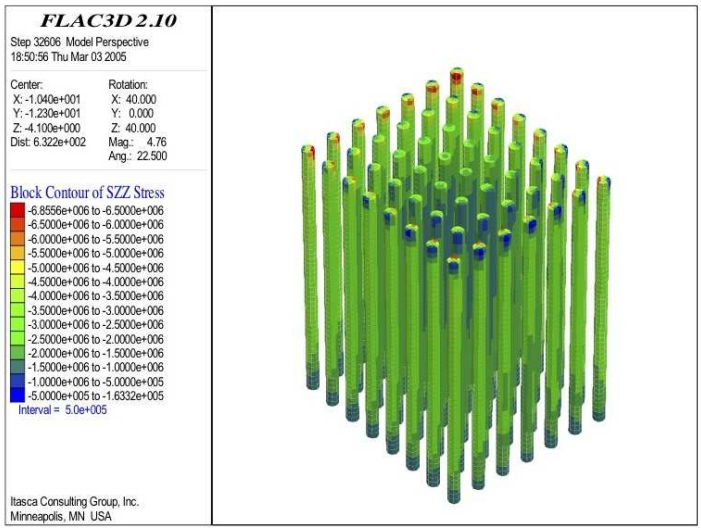


Figura VI-11. Tensiones verticales en construcción

Con dichos movimientos y con las acciones de partida -fuerzas y momentos- se obtuvieron las siguientes constantes de los muelles, que se introdujeron en el modelo.

$k_x = 1.3*10^5$ Mp/m $k_{Mx} = 9.6*10^8$ Mpm/rad
$k_y = 1.3*10^5$ Mp/m $k_{My} = 5.6*10^8$ Mpm/rad
$k_z = 1.3*10^6$ Mp/m $k_{Tz} = 5*10^9$ Mpm/rad

[143] ITASCA S.A.: www.itasca.cl
[144] Acciones reales, sin coeficientes de mayoración.

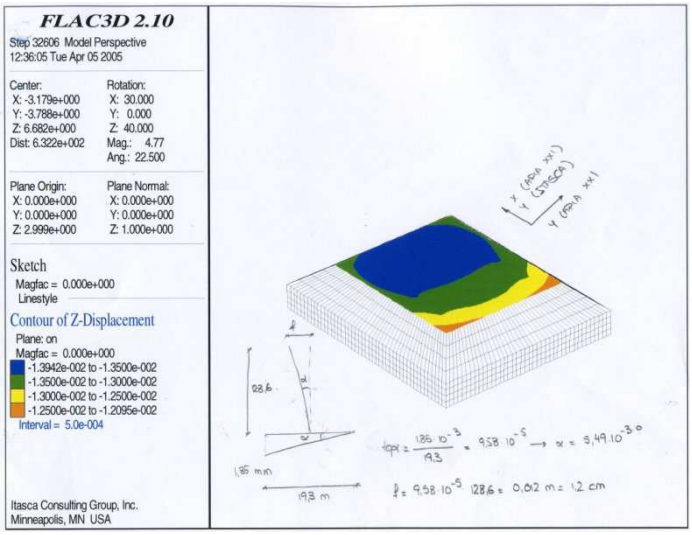


Figura VI-12. Movimientos en cara superior de encepado. Construcción

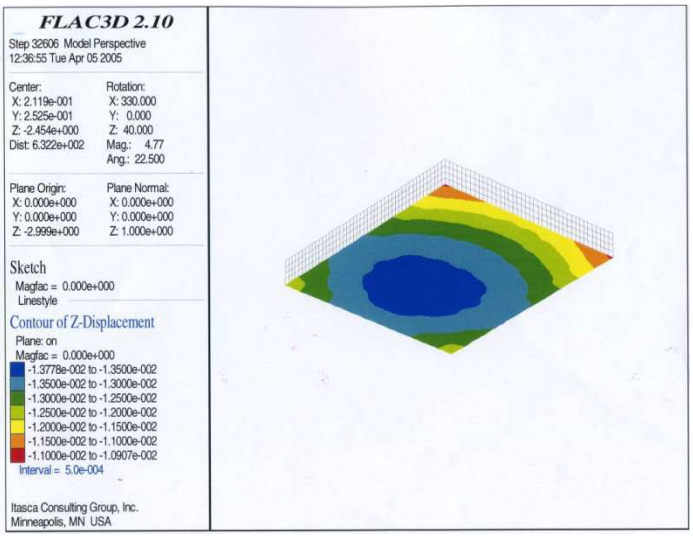


Figura VI-13. Movimientos en cara inferior de encepado. Construcción

En este trabajo la vinculación de la pila con el terreno -empotramiento o muelle- no influye apenas, dados los pequeños movimientos que se desarrollan. En las Tabla VI-1 y Tabla VI-2 se representa el estudio comparativo realizado para la "T" completa -15 dovelas- en dirección longitudinal y transversal, respectivamente.

	Longitudinal							
	$u_{x,\ coronación}$ (m)				$M_{x,\ base}$ (Mpm)			
Apoyo	**Lineal**	**No Lineal**	**Diferencia**	**% No Lineal**	**Lineal**	**No Lineal**	**Diferencia**	**% No Lineal**
Rígido	0.076	0.082	0.006	7.8%	-1933.4	-2977.5	-1044.0	54.0%
Muelle	0.075	0.081	0.005	7.1%	-1933.4	-2956.3	-1022.8	52.9%
	-0.001	-0.002			0.0	21.2		

Tabla VI-1. Estudio de la vinculación de la pila al terreno. Dirección Longitudinal

	Transversal							
	$u_{y,\ coronación}$ (m)				$M_{y,\ base}$ (Mpm)			
Apoyo	**Lineal**	**No Lineal**	**Diferencia**	**% No Lineal**	**Lineal**	**No Lineal**	**Diferencia**	**% No Lineal**
Rígido	0.146	0.151	0.005	3.7%	13231.7	15124.5	1892.8	14.3%
Muelle	0.148	0.154	0.006	3.9%	13231.7	15153.9	1922.2	14.5%
	0.002	0.002			0.0	29.4		

Tabla VI-2. Estudio de la vinculación de la pila al terreno. Dirección Transversal

6.3.5 Descripción del programa de cálculo empleado: VETTONES

VETTONES es un programa de cálculo general de estructuras con su propio lenguaje de programación diseñado para el sistema operativo Windows. Permite la introducción de ficheros de entrada paramétricos definidos en dicho lenguaje. Además, posee un entorno gráfico para la visualización del modelo y de sus resultados.

Utiliza el Método de Elementos Finitos para el cálculo general de estructuras, bien sea en dos o en tres dimensiones; en modelos de barras como el utilizado en este trabajo, establece la lógica identidad con el Método Directo de la Rigidez. A partir de las hipótesis que se definan, permite calcular envolventes de esfuerzos -máximos y mínimos-, pudiendo además establecer combinaciones de éstas con el fin de obtener los estados límites de servicio y últimos.

Su gran ventaja radica en su posibilidad de programar entradas de datos paramétricas, como la de este trabajo, indicada en el Anexo D. En este sentido permite:

- Recalcular una misma estructura con distintos datos de partida con el fin de encontrar su solución óptima.
- Establecer un fichero de datos para una tipología estructural y calcular con distintos valores cada parámetro, estructuras similares pero de distinta altura de pilas, luces…

Su lenguaje de programación se caracteriza por:

- Definición de variables.
- Uso de expresiones matemáticas en cualquier orden del programa.
- Empleo de una gran variedad de funciones matemáticas: seno, coseno, tangente...
- Utilización de matrices y funciones.
- Uso de bucles FOR-NEXT y de sentencias condicionales IF-ENDIF.
- Posee además una amplia gama de órdenes específicas para el manejo de datos y resultados.
- Introducción de archivos de órdenes dentro de otros mediante la orden INCLUDE.

Con el fin de facilitar la modelización de una estructura ofrece varias posibilidades:

- Es capaz de importar archivos de dibujo en formato *.dxf con el fin de definir los nudos, los elementos, la geometría de las secciones, la armadura pasiva y activa de una sección…
- Asimismo se puede exportar el modelo realizado a formato de dibujo *.dxf.
- Mallado automático de elementos estructurales -macro elementos formados por un número elevado elementos individuales-.

La tipología de elementos existentes incluye:

- Elementos barra para pórticos 2D, 3D y emparrillados.
- Elementos finitos para tensión y deformación plana.
- Elementos tipo placa.
- Elementos tipo lámina.
- Campos en régimen permanente 2D con elementos finitos.

El módulo HUEBRA empleado en este trabajo, permite el cálculo de estructuras en 2D y en 3D construidas por fases. Es capaz de evaluar internamente la función de fluencia y de retracción de cada elemento en cada fase de ejecución, teniendo en cuenta su historia tensional. Permite además la introducción de fuerzas de pretensado a partir de la definición geométrica de los cables, en base a unas familias tipo predefinidas. En cada fase de cálculo obtiene los esfuerzos y los movimientos tanto instantáneos como acumulados.

El módulo VALNERA analiza secciones de hormigón armado y pretensado a flexión compuesta, utilizando el diagrama momento curvatura de las mismas deducido del diagrama parábola-rectángulo. Así mismo, analiza el Estado de Fisuración de la sección con los esfuerzos en servicio.

Este software ha sido contrastado con su uso en una gran variedad de estructuras de diferentes tipologías -puentes continuos, arcos, atirantados…- en los últimos años.

6.3.6 Cálculo

6.3.6.1 Modelo evolutivo

El cálculo se ha realizado con el programa VETTONES, y en concreto con su módulo de cálculo HUEBRA. Se ha desarrollado un complejo modelo evolutivo que permite obtener las deformaciones en cada fase del avance en voladizo. Para ello, el propio software homogeniza las características mecánicas de cada elemento con el módulo de elasticidad del hormigón, teniendo en cuenta su edad; además evalúa internamente la función de fluencia y de retracción para cada elemento.

El programa permite ir modificando la estructura de acuerdo con sus fases de ejecución, indicando en cada una de ellas el instante de tiempo en el que se encuentra. Se tiene en cuenta la aparición o desaparición de elementos, apoyos, acciones, familias de pretensado…

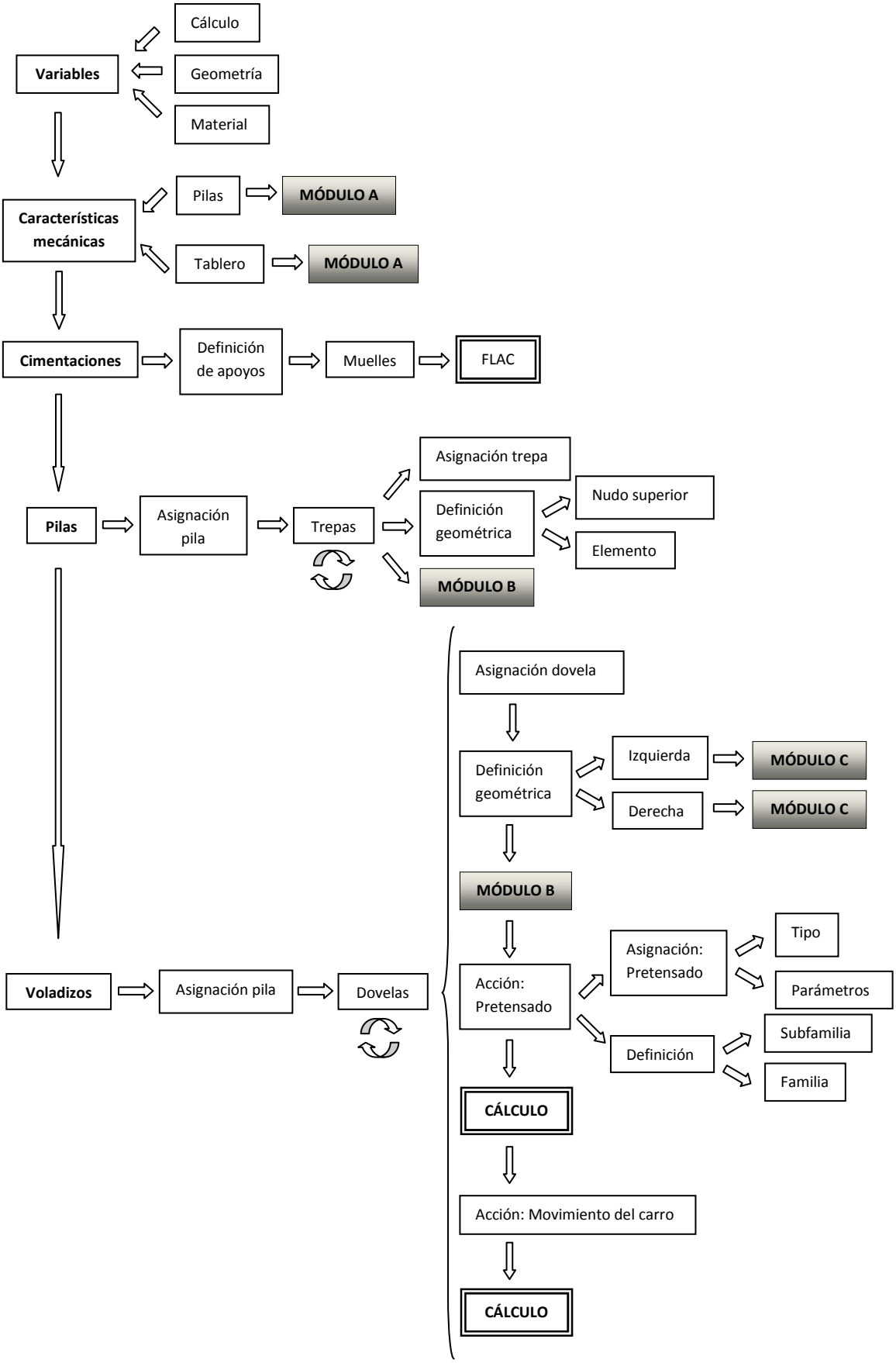


Figura VI-14. Diagrama de flujo del modelo realizado. Ejecución de una "T"

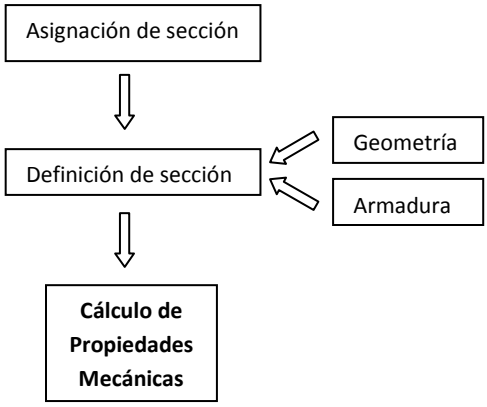


Figura VI-15. Módulo A. Modelo evolutivo

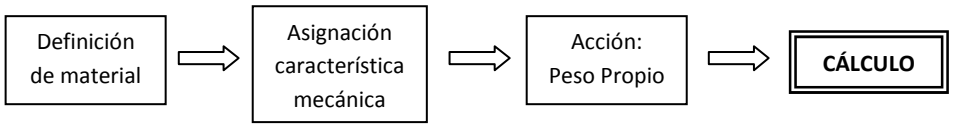


Figura VI-16. Módulo B. Modelo evolutivo

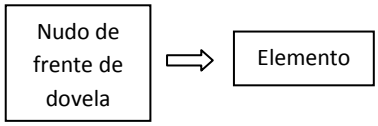


Figura VI-17. Módulo C. Modelo evolutivo

Se aplica el *método general paso a paso* considerando las siguientes hipótesis:

- La ley tensión-deformación del hormigón es la indicada en la EHE[145].
- El acero presenta un comportamiento lineal frente a acciones instantáneas.
- Existe una adherencia perfecta entre el hormigón y la armadura adherente y entre los diferentes hormigones que pueden existir en una misma sección.
- Hipótesis de deformación plana de Navier-Bernouilli.
- Condiciones de equilibrio a nivel seccional y global.

El método consiste en:

- Introducción de las fases de cálculo.
- Cálculo de los esfuerzos y tensiones incrementales de cada fase teniendo en cuenta la sección neta del hormigón. Para ello:
    - Cálculo de las pérdidas instantáneas de pretensado por rozamiento y penetración de cuñas.
    - Cálculo de las deformaciones impuestas del pretensado con pérdidas iniciales.
    - Redistribución a nivel de estructura. Obtención de los esfuerzos hiperestáticos de pretensado.
    - Cálculo de las tensiones en el hormigón.

[145] La EHE-08, normativa actual vigente, no estaba en vigor ni durante el proyecto ni durante la construcción de la estructura.

        - Cálculo de las pérdidas de pretensado por acortamiento elástico del hormigón a partir del estado tensional[146] obtenido en el paso anterior.
        - Inyección de las vainas. A partir de aquí se considera la sección homogénea.
    - Redistribución en el tiempo entre cada fase. Se tienen en cuenta:
        - Pérdidas por relajación del acero activo.
        - Pérdidas por fluencia y retracción del hormigón.

6.3.6.2 Cálculo lineal

Se ha realizado un cálculo lineal caracterizado por:

- Comportamiento elástico y lineal de los materiales.
- Admite superposición de hipótesis, por lo que permite aislar la acción del gradiente del resto de acciones.

El método de cálculo implantado en este software es el Método Matricial de las Rigideces -considerado como una particularización del Método de los Elementos Finitos a elementos tipo barra- en el que se establece una relación lineal entre las fuerzas aplicadas y los esfuerzos y desplazamientos producidos. Se considera además que los movimientos son pequeños en comparación con las dimensiones de la estructura. En este sentido se cumplen las tres ecuaciones básicas de cualquier problema de estructuras:

- De equilibrio.
- De compatibilidad.
- Constitutivas.

Al ser esta estructura isostática -"T"-, los esfuerzos se determinan mediante las ecuaciones de equilibrio, las deformaciones a partir de las leyes constitutivas de los materiales, y los desplazamientos a través del cumplimiento de las ecuaciones de compatibilidad.

6.3.6.3 Cálculo no lineal

Con el fin de comprobar que el comportamiento de la estructura -"T"- es lineal, ante un gradiente térmico, se ha realizado un análisis no lineal -tanto geométrico como del material- con el mismo programa de cálculo. En este caso no se admite superposición de hipótesis y, por tanto, se ha desarrollado un modelo más complejo en el que se ha sumado a la acción del gradiente horizontal el peso de la estructura y el de los carros de avance.

El proceso es el siguiente:

- Cálculo lineal en posición deformada[147]. Obtención de los esfuerzos, de las deformaciones, y de las leyes momento-curvatura.

[146] No se considera la influencia de estas pérdidas en la redistribución de esfuerzos a nivel de estructura, puesto que habría que realizar un cálculo iterativo.
[147] En el primer cálculo se parte de la posición inicial de la estructura.

- Comparación de los esfuerzos resultantes en el cálculo con los obtenidos de las leyes momento-curvatura a partir de las deformaciones; se comprueba si la diferencia es menor que un error prefijado.
  - En el caso de ser menor, la estructura ha convergido.
  - En caso contrario, se calculan las nuevas rigideces a partir de las leyes momento curvatura, considerando la contribución del hormigón traccionado entre fisuras[148], y se repite el proceso.

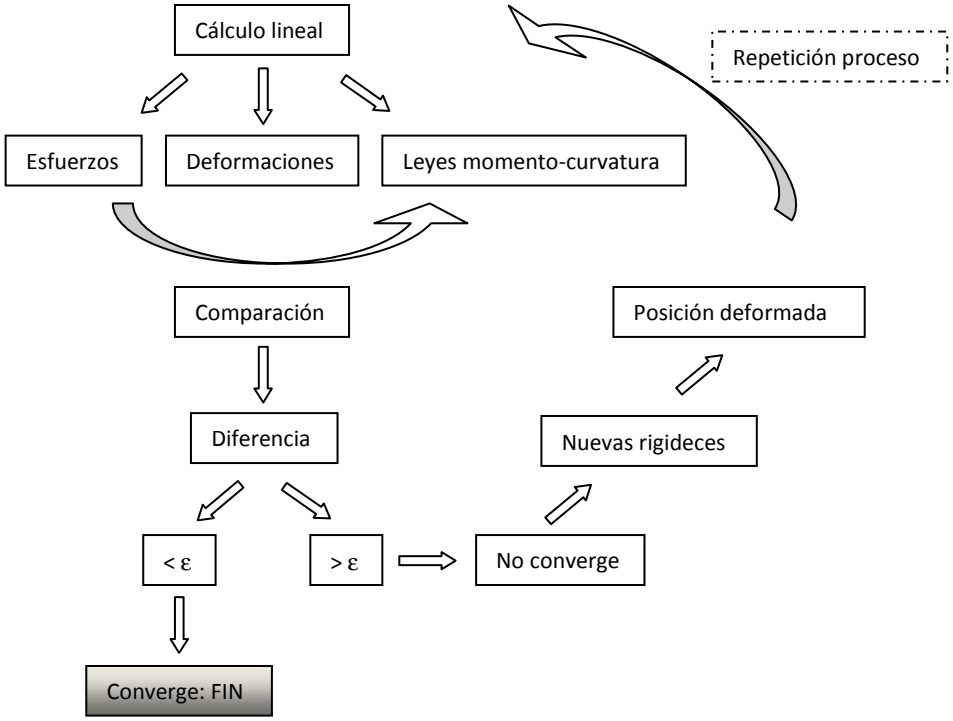


Figura VI-18. Esquema de cálculo no lineal

En las Tabla VI-3 y Tabla VI-4 se representan los movimientos en la coronación y los momentos flectores en la base de la pila objeto de estudio, para cada fase de ejecución de la "T", es decir, para cada par de dovelas ejecutadas. En dirección longitudinal se ha considerado en todas las dovelas el gradiente térmico en el mismo sentido que el pequeño desequilibrio debido a la diferente geometría de las dovelas a ambos lados de la pila[149].

[148] En el capítulo de análisis no lineal de la Instrucción EHE aparece lo siguiente: *Podrán considerarse, en el comportamiento del hormigón, los estados biaxiales de tensión, la fisuración en varias direcciones, la orientación de las armaduras y la contribución del hormigón traccionado entre fisuras cuyo efecto puede ser especialmente notable en Estados Límite de Servicio.*

[149] El lado norte del tablero de la pila 2 pertenece a un vano de 155 m de longitud, mientras que el lado sur pertenece al vano central: 175 m de longitud.

	$u_{x,\ coronacion}$ (m)			
Dovela	**Lineal**	**No Lineal**	**Diferencia**	**% No Lineal**
1	-0.059	-0.060	-0.001	2.2%
2	-0.059	-0.061	-0.002	2.7%
3	-0.059	-0.061	-0.002	3.2%
4	-0.059	-0.062	-0.002	3.7%
5	-0.060	-0.062	-0.003	4.2%
6	-0.062	-0.064	-0.003	4.6%
7	-0.066	-0.069	-0.003	4.8%
8	-0.070	-0.074	-0.004	5.1%
9	-0.073	-0.077	-0.004	5.4%
10	-0.073	-0.078	-0.004	5.9%
11	-0.068	-0.072	-0.004	6.5%
12	-0.063	-0.068	-0.005	7.2%
13	0.060	0.065	0.005	7.8%
14	0.068	0.073	0.005	7.7%
15	0.076	0.082	0.006	7.8%
Máximo			**0.006**	
Mínimo			**-0.005**	

Nota:
En las dovelas 1 a 12 el gradiente es norte-sur.
En las dovelas 13, 14 y 15 el gradiente es sur-norte.

Tabla VI-3. Relación de movimientos en dirección longitudinal. Análisis lineal y no lineal

	$M_{x,\ base}$ (Mpm)			
Dovela	**Lineal**	**No Lineal**	**Diferencia**	**% No Lineal**
1	0.7	227.4	226.7	32909.6%
2	4.2	274.0	269.8	6413.9%
3	14.5	331.6	317.1	2192.2%
4	38.6	407.2	368.6	955.7%
5	83.0	502.8	419.8	505.6%
6	287.8	768.2	480.4	166.9%
7	774.4	1336.7	562.4	72.6%
8	1224.8	1870.9	646.0	52.7%
9	1595.2	2321.5	726.3	45.5%
10	1596.1	2371.1	775.0	48.6%
11	976.7	1739.7	762.9	78.1%
12	437.5	1188.8	751.3	171.7%
13	-134.4	-892.6	-758.2	564.1%
14	-1008.1	-1901.5	-893.4	88.6%
15	-1933.4	-2977.5	-1044.0	54.0%
Máximo			**775.0**	
Mínimo			**-1044.0**	

Nota:
En las dovelas 1 a 12 el gradiente es norte-sur.
En las dovelas 13, 14 y 15 el gradiente es sur-norte.

Tabla VI-4. Relación de momentos flectores en dirección longitudinal. Análisis lineal y no lineal

En dirección transversal se ha considerado el gradiente térmico en el mismo sentido que el giro debido a la curvatura del tablero.

	$u_{y,\ coronacion}$ (m)			
Dovela	**Lineal**	**No Lineal**	**Diferencia**	**% No Lineal**
1	0.053	0.054	0.001	1.9%
2	0.053	0.055	0.001	2.2%
3	0.054	0.056	0.001	2.6%
4	0.056	0.058	0.002	3.0%
5	0.059	0.061	0.002	3.2%
6	0.063	0.065	0.002	3.5%
7	0.067	0.070	0.002	3.6%
8	0.073	0.076	0.003	3.8%
9	0.081	0.084	0.003	3.9%
10	0.089	0.093	0.004	4.0%
11	0.099	0.103	0.004	4.1%
12	0.111	0.115	0.005	4.3%
13	0.124	0.129	0.005	4.4%
14	0.139	0.145	0.006	4.5%
15	0.155	0.163	0.007	4.8%
Máximo			**0.007**	

Tabla VI-5. Relación de movimientos en dirección transversal. Análisis lineal y no lineal

	$M_{y,\ base}$ (Mpm)			
Dovela	**Lineal**	**No Lineal**	**Diferencia**	**% No Lineal**
1	24.1	225.5	201.4	834.1%
2	82.3	323.8	241.5	293.5%
3	205.2	493.4	288.2	140.5%
4	432.4	776.4	344.0	79.6%
5	777.8	1184.6	406.8	52.3%
6	1255.0	1734.5	479.4	38.2%
7	1877.6	2442.4	564.8	30.1%
8	2657.7	3323.5	665.8	25.1%
9	3596.8	4381.1	784.3	21.8%
10	4689.5	5610.7	921.2	19.6%
11	5964.2	7046.2	1082.0	18.1%
12	7440.4	8711.5	1271.1	17.1%
13	9122.4	10613.5	1491.2	16.3%
14	11044.4	12793.6	1749.2	15.8%
15	13231.7	15283.0	2051.3	15.5%
Máximo			**2051.3**	

Tabla VI-6. Relación de momentos flectores en dirección transversal. Análisis lineal y no lineal

Si bien el porcentaje, tanto en movimientos como en momentos flectores, llega a alcanzar el 15% en la "T" completa -15 dovelas-, la diferencia de movimientos -inferior al centímetro- es muy pequeña. Por tanto, se puede considerar el comportamiento de la "T" lineal en ambas direcciones.

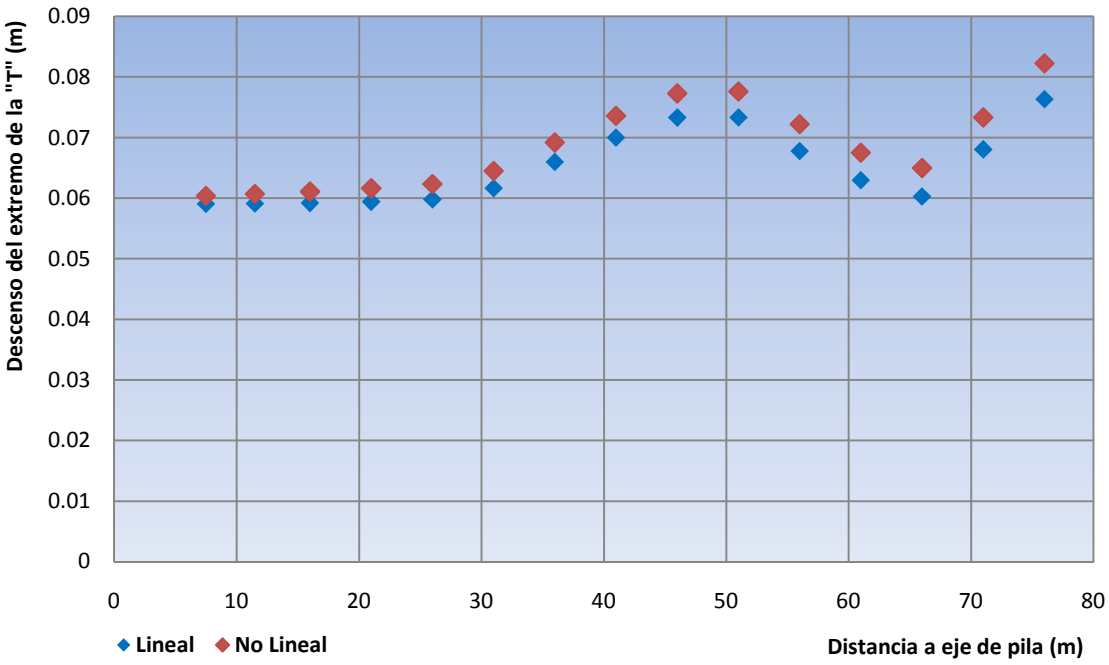


Figura VI-19. Movimientos en los extremos de la "T". Cálculo longitudinal. Análisis lineal y no lineal

En la Figura VI-19, se observa cómo el mayor desequilibrio se produce en la dovela 15. La curva descrita no es monótona creciente puesto que el desequilibrio debido al peso se fue contrarrestando en el proyecto con el espesor de la losa inferior siendo unas veces mayor el peso de la dovela norte y otras el de la dovela sur.

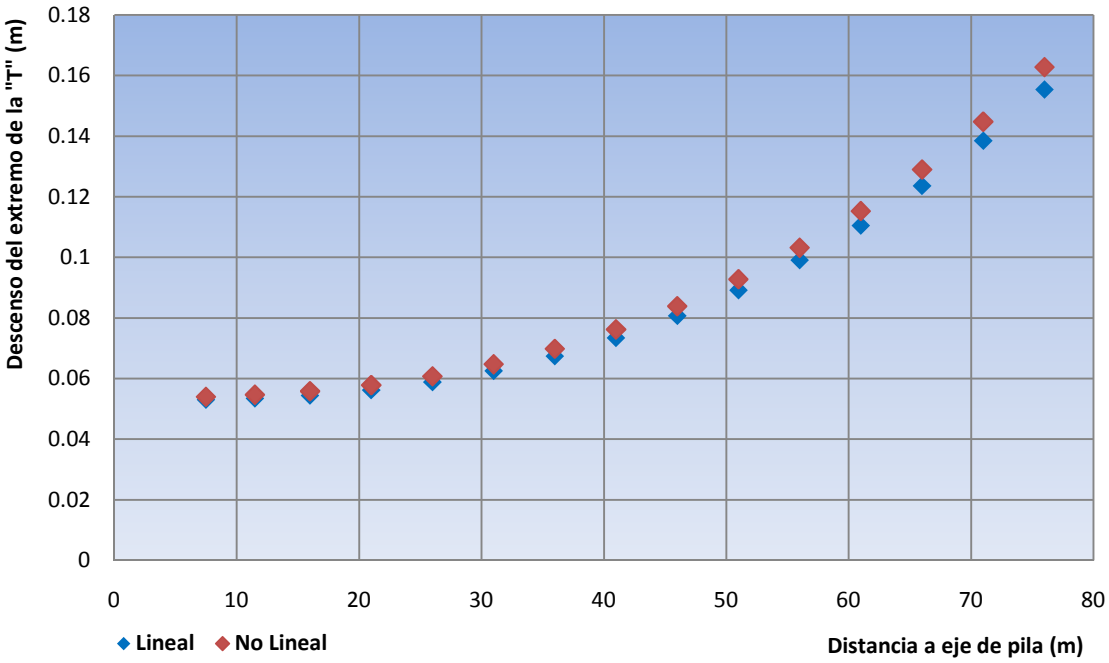


Figura VI-20. Movimientos en los extremos de la "T". Cálculo transversal. Análisis lineal y no lineal

6.4 Reproducción numérica del trabajo de investigación a escala real. Resultados

En un primer análisis se ha realizado un cálculo lineal, en el que se admite superposición de estados de carga, y por tanto, la acción del gradiente térmico se puede calcular de un modo aislado. Como se explicará en el Capítulo VII *Contraste de Resultados Experimentales y Teóricos*, el comportamiento de la pila ha sido lineal. En el caso de que esto no hubiera sucedido tendría que haberse realizado un cálculo no lineal en el que las hipótesis de carga no se hubieran podido superponer y, por tanto, teniendo en cuenta la situación de la pila en cada intervalo de tiempo considerado.

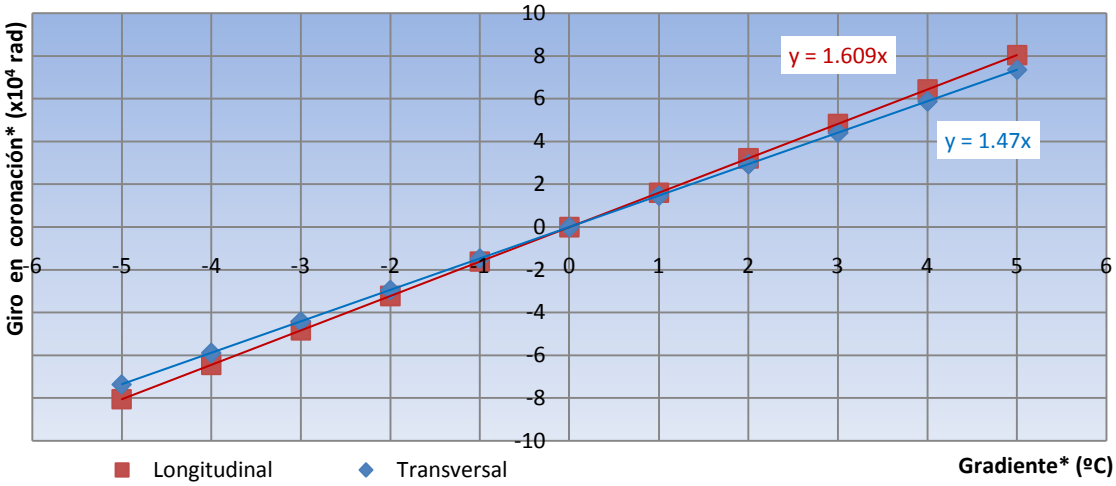


Figura VI-21. Giro* en función de gradiente*. Modelo teórico

El giro en coronación de una pila debido a un gradiente térmico entre sus caras, es independiente del número de dovelas ejecutadas. En la Figura VI-21 se representa el giro en coronación de la pila de estudio en función del gradiente térmico simulado. La mayor inercia transversal de la pila frente a la longitudinal, hace que el giro en esta dirección sea menor para un mismo gradiente.

CAPÍTULO VII. CONTRASTE DE RESULTADOS EXPERIMENTALES Y TEÓRICOS

El rango de temperaturas y gradientes medido se encuentra dentro del normalizado en la IAP-11 [IAPN], no así en el del Eurocódigo [EAT]. Además la respuesta deformacional de la pila -giro- ante un gradiente térmico es lineal, tanto en dirección longitudinal como transversal, pasando la recta obtenida por el origen de coordenadas.

7.1 Contraste de la temperatura ambiente con las normativas

7.1.1 IAP-98

Tal y como se ha indicado en el apartado de Acciones de Cálculo del Capítulo dedicado al Modelo Teórico, el incremento térmico obtenido de acuerdo con la normativa vigente, durante su proyecto y construcción, [IAP] para esta estructura es de 29.23ºC.

Durante el periodo de tiempo analizado, la temperatura ambiente a la sombra ha oscilado entre +3.8ºC -el día 7 de noviembre de 2007 a las 8:20- y 32.7ºC -el día 28 de agosto de 2007 a las 13:35-, lo que supone una variación térmica de 28.9ºC y, por tanto, dentro del límite establecido por dicha normativa.

7.1.2 IAP-11

En la IAP-11 [IAPN] se modifica la obtención del incremento térmico en una estructura con respecto a la IAP-98 [IAP]. Se establece el rango de variación de la componente uniforme de temperatura en el tablero como:

$$\Delta T_N = T_{e,max} - T_{e,min}$$

siendo:
$T_{e,max}$: temperatura máxima del aire a la sombra en el lugar en el que se encuentra el puente.

$T_{e,min}$: temperatura mínima del aire a la sombra en el lugar en el que se encuentra la estructura. Dichos valores máximos y mínimos dependen del clima y de la altitud.

En la Figura VII-1 se indica la temperatura máxima para un periodo de retorno de 50 años para cada zona geográfica en España.

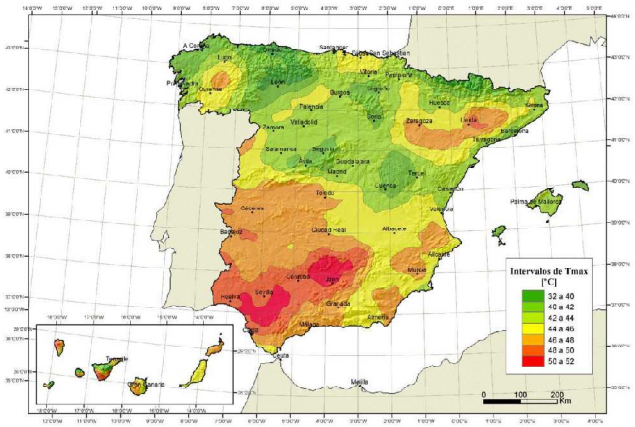


Figura VII-1. Isotermas de la temperatura máxima anual del aire (ºC)

Por otro lado, en función de la altitud y de la zona climática invernal se obtiene la temperatura mínima, a partir de la Tabla VII-1 y de la Figura VII-2, respectivamente.

	Zona invernal según Figura VII-2						
Altitud (m)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
0	-7	-11	-11	-6	-5	-6	6
200	-10	-13	-12	-8	-8	-8	5
400	-12	-15	-14	-10	-11	-9	3
600	-15	-16	-15	-12	-14	-11	2
800	-18	-18	-17	-14	-17	-13	0
1000	-20	-20	-19	-16	-20	-14	-2
1200	-23	-21	-20	-18	-23	-16	-3
1400	-26	-23	-22	-20	-26	-17	-5
1600	-28	-25	-23	-22	-29	-19	-7
1800	-31	-26	-25	-24	-32	-21	-8
2000	-33	-28	-27	-26	-35	-22	-10

Tabla VII-1. Temperatura mínima anual del aire (ºC)

Figura VII-2. Zonas climáticas de invierno

De esta forma, y a partir de los cálculos expresados en la Tabla VII-2, resulta una variación de temperatura bastante superior a la de la normativa vigente: 55.8ºC.

$T_{max,\ 50\ años}$	42	ºC			
k_1	0.781				
k_2	0.056				
ρ	0.01				
$T_{max,\ 100\ años}$	43.6	ºC	$T_{max,\ real}$	32.7	ºC
Altitud	800	m			
Zona	1				
$T_{min,\ 50\ años}$	-18	ºC			
k_3	0.393				
k_4	0.156				
$T_{min,\ 100\ años}$	-18.7	ºC	$T_{min,\ real}$	3.8	ºC
$\Delta T_{e,max}$	1.5	ºC			
$\Delta T_{e,min}$	8	ºC			
$T_{e,max}$	45.1	ºC			
$T_{e,min}$	-10.7	ºC			
ΔT_N	**55.8**	**ºC**	ΔT_{real}	**28.9**	**ºC**

Tabla VII-2. Contraste de la variación de la temperatura ambiente con IAP-11

7.1.3 Eurocódigo UNE-EN 1991-1-5

El Eurocódigo [EAT] establece una relación lineal entre las temperaturas máximas y mínimas del aire a la sombra y entre las temperaturas máximas y mínimas de los tableros de los puentes, tal y como se muestra en la Figura VII-3.

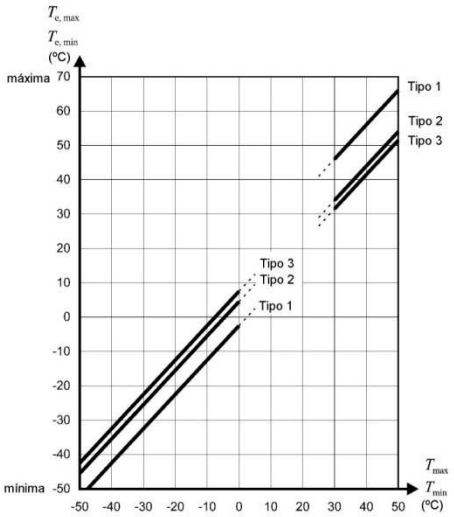


Figura VII-3. Correlación entre la temperatura mínima/máxima del aire a la sombra ($T_{mín}/T_{máx}$) y la componente uniforme mínima y máxima de la temperatura del puente ($T_{e.mín}/T_{e.máx}$). [EAT]

En relación a las temperaturas máximas y mínimas del aire a la sombra el Eurocódigo expone en su apartado 6.1.3.2:

Los valores de las temperaturas mínimas y máximas del aire a la sombra deben obtenerse para el lugar de emplazamiento, por ejemplo, a partir de mapas nacionales de isotermas.

Nota: La información (por ejemplo, mapas de isotermas) sobre las temperaturas mínima y máxima del aire a la sombra a emplear en un país puede encontrarse en su anexo nacional.

A partir de la temperatura inicial del puente, establece la máxima variación de contracción ($\Delta T_{N,con}$) y de dilatación ($\Delta T_{N,exp}$).

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min}$$
$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0$$

Por tanto, la variación total de la componente uniforme de la temperatura es:

$$\Delta T_N = T_{e,max} - T_{e,min}$$

7.2 Obtención del gradiente térmico horizontal en una pila. Normativa

Tal y como se ha comentado en capítulos anteriores los valores del gradiente térmico regulados en las normativas son:

- Eurocódigo [EAT]: 5ºC.
- IAP-11 [IAPN]: 15ºC en secciones huecas de hormigón.

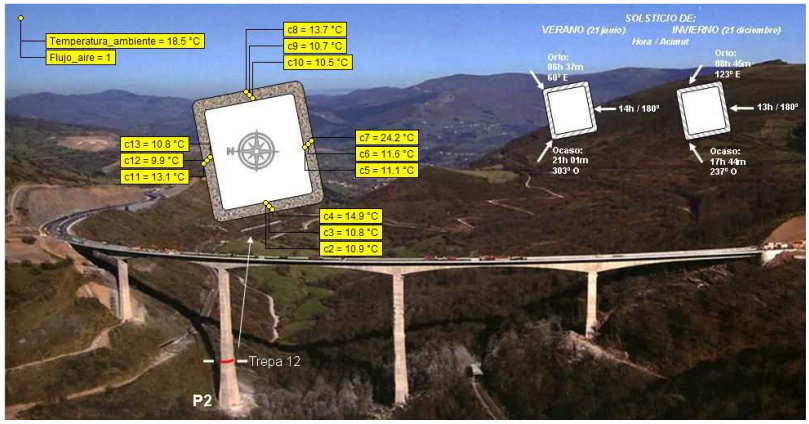


Figura VII-4. Registro de temperaturas: 28/10/2007 14:10[150]

Los valores máximos del gradiente térmico horizontal medidos en la trepa 12 de la pila 2 de la estructura objeto de este trabajo se corresponden con un día de otoño, +11.1ºC el día

[150] Imagen cedida por el Ministerio de Fomento. El índice de los canales se corresponde con la instrumentación permanente.

28 de octubre de 2007 a las 14:10, y otro de verano, +4.8ºC el día 6 de julio de 2007 a las 10:50, para los gradientes longitudinal[151] y transversal[152], respectivamente.

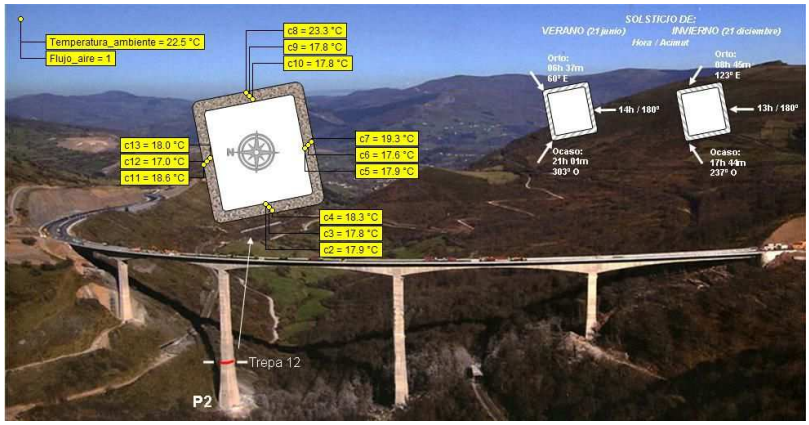


Figura VII-5. Registro de temperaturas: 06/07/2007 10:50[150]

Por otro lado, los valores mínimos del gradiente térmico horizontal en la sección de estudio se corresponden también con un día de otoño, -1.2ºC el día 5 de julio de 2007 a las 8:30, y otro de verano, -3.9ºC el día 10 de agosto a las 17:30, para los gradientes longitudinal y transversal, respectivamente.

En este sentido, se comprueba que la estructura se podría haber calculado de acuerdo con la IAP-11 [IAPN], no así con el Eurocódigo [EAT] ni con la normativa entonces vigente IAP-98 [IAP] que no considera siquiera esta acción. La extrapolación realizada del gradiente vertical del tablero en el proyecto -que dio como resultado 6.4ºC-, es inferior a la realmente medida.

Por otro lado, la distribución lineal de temperaturas en el interior de la sección indicada en el Eurocódigo no se cumple debido a la fuerte inercia térmica del hormigón.

La mayor variación del gradiente se produce en dirección longitudinal el día 28 de octubre, tal y como se representa en la Figura VII-6. Se aprecia como el gradiente mínimo se produce a las 9:05 y es máximo a las 14:10. En este sentido, la nivelación topográfica realizada a primera hora de la mañana para la corrección de contraflechas es adecuada.

La mayor variación de la temperatura, 20.1ºC, se produce entre el día 28 de agosto a las 13:35 y el día 30 de agosto a las 7:45. Las variaciones térmicas en otoño son diarias mientras que en verano pueden producirse a lo largo de varios días, puesto que en los días nublados las variaciones térmicas diarias son muy pequeñas. En este sentido en la Figura VII-7 se representa un día soleado de verano -28 de agosto-. El siguiente día -Figura VII-8-, 29 de agosto, fue nublado, y el tercer día -Figura VII-9-, 30 de agosto, con claros y nubes, y por tanto, con menor radiación solar que el primer día.

[151] Sur-Norte.
[152] Este-Oeste.

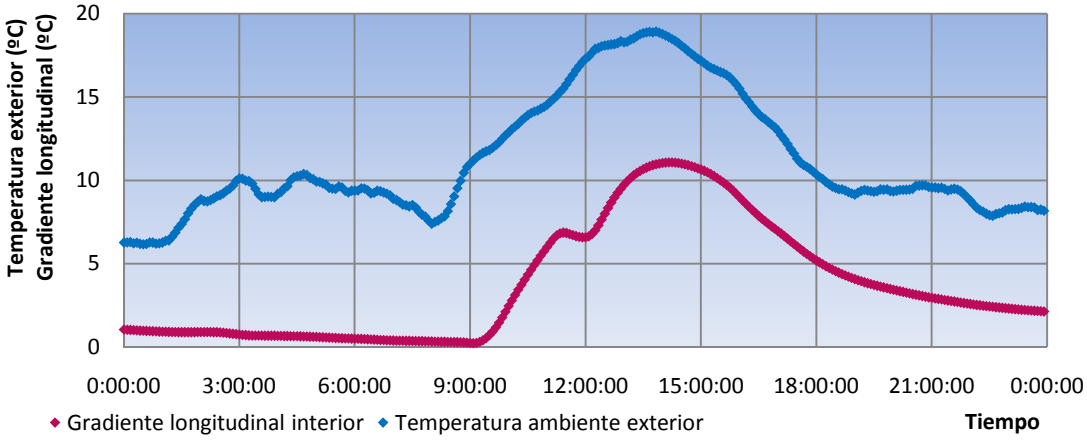


Figura VII-6. Registro de temperaturas el día 28 de octubre de 2007

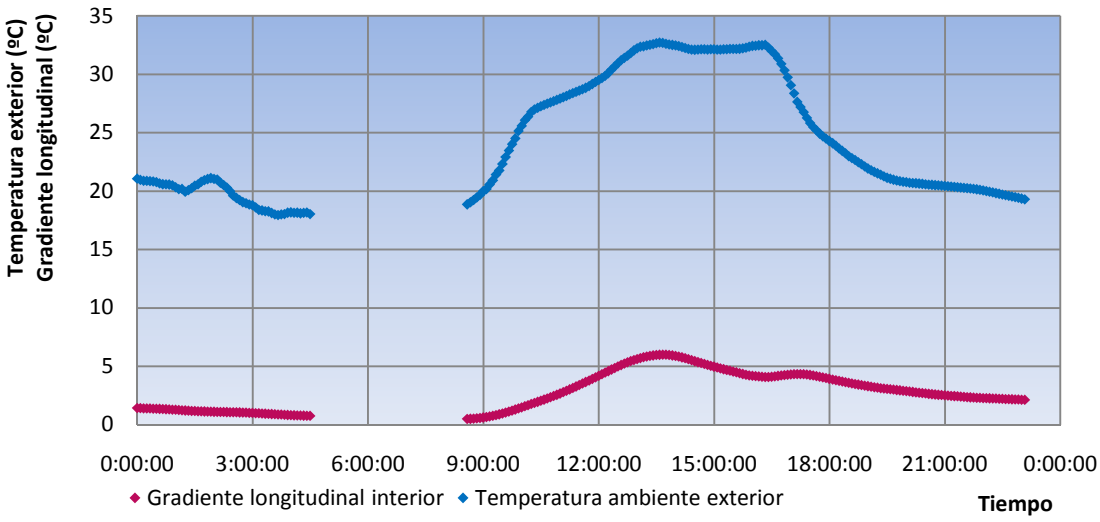


Figura VII-7. Registro de temperaturas el día 28 de agosto de 2007[153]

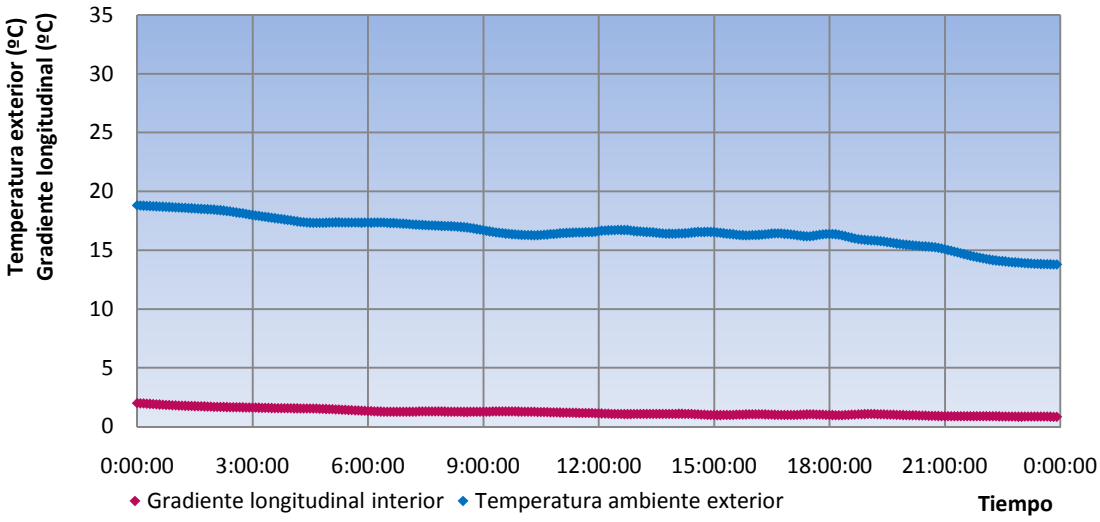


Figura VII-8. Registro de temperaturas el día 29 de agosto de 2007

[153] Se observa un pequeño corte en la instrumentación, de aproximadamente 4 horas de duración, entre las 4:30 y las 8:35.

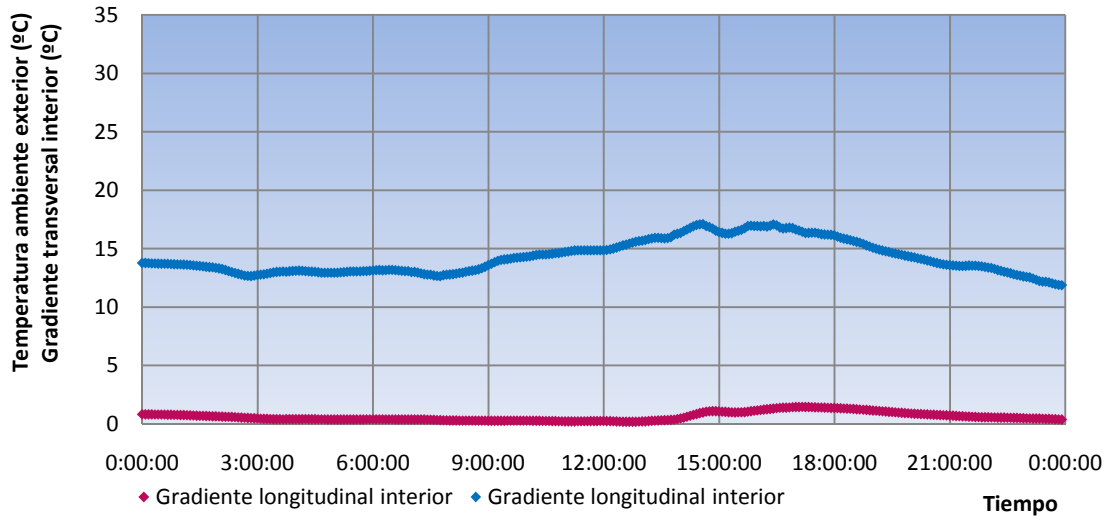


Figura VII-9. Registro de temperaturas el día 30 de agosto de 2007

7.3 Contraste de la relación entre el giro de una pila y el gradiente térmico interior

En las siguientes figuras se muestra la superposición de las gráficas obtenidas en el trabajo de investigación a escala real con las realizadas a partir de la modelización de la estructura en el programa vettones para el gradiente térmico* y el giro* en ambas direcciones.

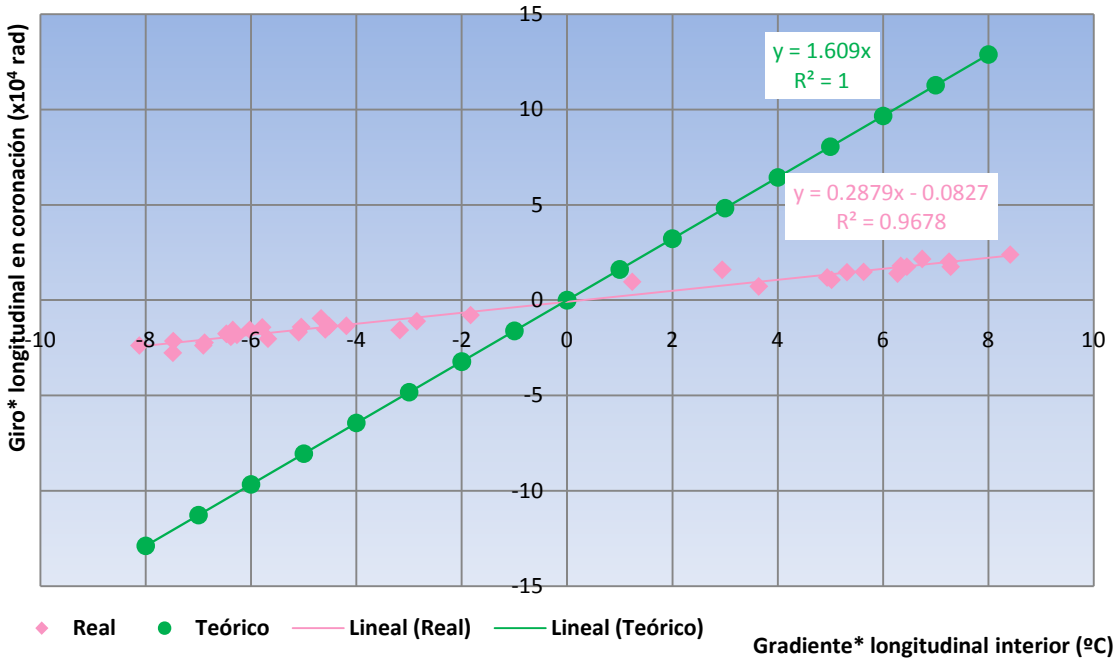


Figura VII-10. Gradiente* longitudinal exterior y Giro* longitudinal en coronación

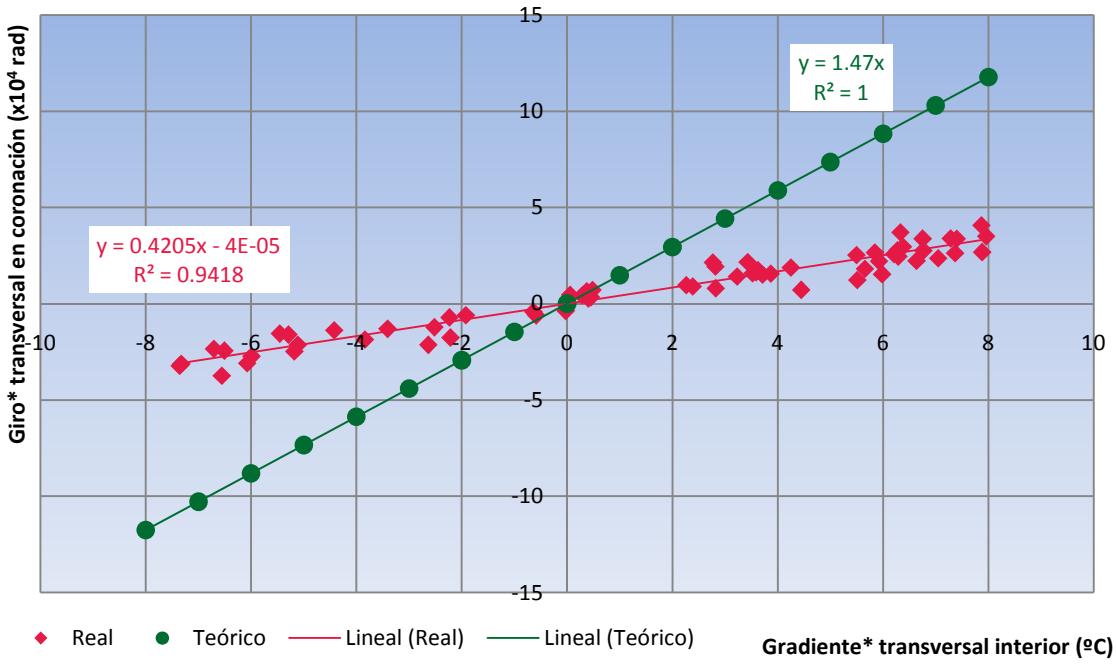


Figura VII-11. Gradiente* transversal exterior y Giro* transversal en coronación

Antes de analizar ambas gráficas, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El intervalo de tiempo considerado es de prácticamente 1 año, el 2007.
- Las temperaturas ambiente exterior máxima y mínima medidas han sido 32.7ºC el día 28 de agosto de 2007 a las 13:35 y 3.8ºC el día 7 de noviembre de 2007 a las 8:20, respectivamente.

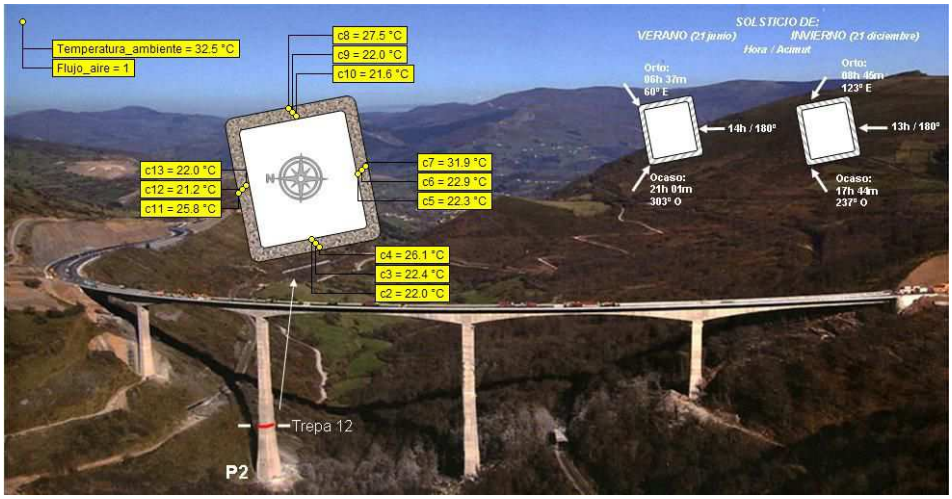


Figura VII-12. Registro de temperaturas: 28/08/2007 13:35[154]

[154] Imagen cedida por el Ministerio de Fomento. El índice de los canales se corresponde con la instrumentación permanente.

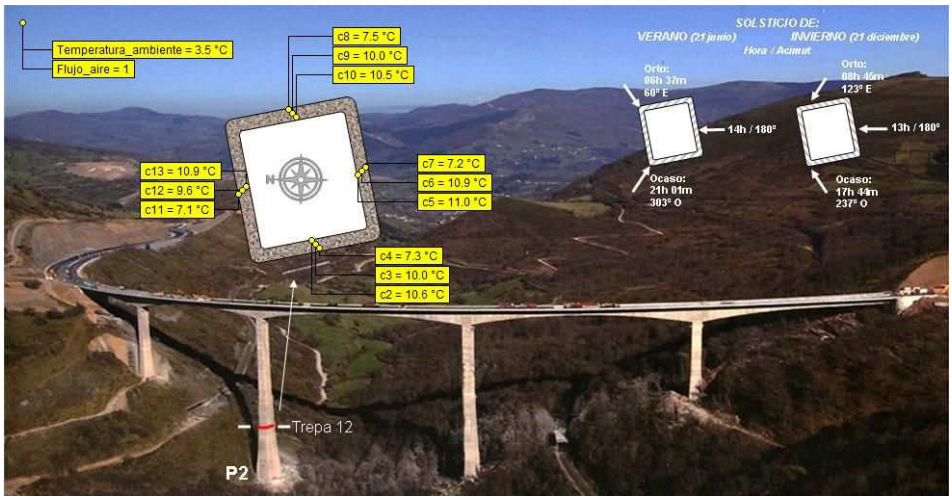


Figura VII-13. Registro de temperaturas: 07/11/2007 8:20[154]

- La variación térmica -temperatura* ambiente- máxima en valor absoluto medida es 20.1ºC entre el día 28 de agosto de 2007 a las 13:35 y el día 30 de agosto de 2007 a las 7:45.
- Los gradientes térmicos horizontales interiores máximo y mínimo, en las dos direcciones, son 11.1ºC -gradiente longitudinal el día 28 de octubre a las 14:10- y -3.8ºC -gradiente transversal el día 10 de agosto a las 17:30-, respectivamente.
- La variación del gradiente térmico horizontal interior -gradiente* interior- máximo en valor absoluto medido, en las dos direcciones, es 10.8 ºC el día 28 de octubre de 2007 entre las 9:05 y las 14:10.

Las gráficas obtenidas son muy similares en los dos casos:

- El giro* medido en ambas direcciones -longitudinal y transversal- es inferior al teórico, lo cual indica que la estructura se comporta de manera más rígida que la modelizada, es decir, que el módulo de elasticidad del hormigón es superior al calculado.
- La relación entre el gradiente* interior y el giro* es prácticamente lineal en los intervalos de medición indicados.
- Los modelos de regresión lineal obtenidos pasan prácticamente por el origen de coordenadas, para gradiente nulo, giro nulo.
- El giro longitudinal medido es del orden del 18% del giro teórico.
- El giro transversal medido es del orden del 29% del giro teórico.

Se observa por tanto, que el giro medido es bastante inferior al calculado. Esto es debido a los coeficientes de seguridad con los que se proyecta y se construye:

- La resistencia a compresión del hormigón de las pilas y del tablero de proyecto es de 45 y 50 N/mm^2, respectivamente. Sin embargo, la necesidad de elevadas resistencias a edades tempranas motivada por su proceso constructivo

autoportante[155]. De esta manera resultaron hormigones con resistencias de 60 N/mm^2, e incluso superiores.

- De acuerdo con la normativa entonces vigente [EHE] los módulos de elasticidad instantáneos para cada una de estas resistencias son:
  - HA-45: 37563 N/mm^2.
  - HA-50: 38709 N/mm^2.
  - HA-60: 40817 N/mm^2, un 8.6% superior al de un HA-45.
- Además, las formulaciones de la norma se basan en métodos empírico-estadísticos que poseen sus márgenes de seguridad adicionales.

Dichos coeficientes son adecuados para el diseño y el cálculo de una estructura desde el punto de vista de seguridad y funcionalidad; si bien, sería conveniente reconsiderarlos en el caso de cálculo de movimientos de una estructura, una vez obtenidas las resistencias y, por tanto, los módulos de elasticidad reales de cada uno de sus elementos en obra.

7.4 Conclusiones

Del análisis térmico aislado, sin correlacionarlo con las deformaciones producidas, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Temperaturas aisladas
  - Durante el periodo de tiempo analizado, la temperatura ambiente a la sombra ha oscilado entre +3.8ºC -el día 7 de noviembre de 2007 a las 8:20- y 32.7ºC -el día 28 de agosto de 2007 a las 13:35-, lo que supone una variación térmica razonable teniendo en cuenta la zona en la que se encuentra el viaducto.
  - Las relaciones entre las temperaturas analizadas y la temperatura ambiente son más claras en la dirección norte-sur que en la dirección este-oeste, puesto que están menos influenciadas por la radiación directa del sol. Además, la relación en la cara norte[156] es aún más clara que en la cara sur[157]. En cualquier caso, todas las relaciones son lineales y pasan por el origen de coordenadas.
  - La temperatura en el interior del hormigón -termómetro medio e interior- es muy estable. Existe una inercia térmica, más acusada en los termómetros interior y medio que en el exterior, que impide que los dos primeros reflejen las variaciones diarias de la temperatura; sin embargo, son fundamentales en el estudio de las variaciones estacionales, ya que permiten desacoplar ambos efectos.
- Gradiente horizontal térmico
  - La orientación en planta de la estructura en dirección norte-sur, permite el desacoplamiento del gradiente transversal y el longitudinal,

[155] Cada trepa de la pila, una vez endurecida, tiene que soportar el peso de la siguiente, de la misma forma que cada dovela del tablero, aguanta el peso de la que se hormigona a continuación.
[156] Coeficiente de correlación en la cara norte: 0.974.
[157] Coeficiente de correlación en la cara sur: 0.958.

algo similar a lo analizado en los ensayos en túnel de viento para esa acción.

- El gradiente mínimo se produce por la mañana y el máximo al mediodía; se comprueba la norma de buena práctica de nivelar topográficamente las dovelas a primera hora de la mañana.
- El gradiente máximo medido es inferior a 15ºC, valor recomendado en la IAP-11.
- La correlación temperatura-gradiente es más difícil de establecer, ya que depende de las inercias térmicas de dos temperaturas diferentes; si bien, se ha podido obtener.

Además de las conclusiones extraídas directamente del análisis visual de las Figura VII-10 y Figura **VII-11**, explicadas en el apartado 7.3, en relación con los valores del giro y de las flechas esperadas ante un gradiente térmico se concluye lo siguiente:

- Los giros máximos en valor absoluto obtenidos son del orden de $4x10^{-4}$ rad, es decir, del orden de 0.02º -grados sexagesimales-.
- Esto significa que para un voladizo de 76 m, máxima semi-longitud de la "T" sin unir, la flecha máxima en el extremo del tablero es del orden de 8 cm.
- La Tabla VII-3 incluye las contraflechas, las flechas[158] máximas[159] teóricas debido al proceso de ejecución de dovelas y las flechas reales producidas por el gradiente horizontal térmico. En la última columna se indica el porcentaje del efecto del gradiente con respecto al desfase de dovelas.

			Flecha (m)				
			Desfase			Gradiente	
Dovela	**Distancia (m)**	**Contraflecha (m)**	**1 dovela**	**Real: 1 fase**	**Giro máximo (rad)**	**Flecha**	**%**
1	7.5	0.089	-0.009	-0.006	0.0004	0.008	134.8%
2	11.5	0.102	-0.015	-0.009	0.0004	0.012	131.9%
3	16	0.117	-0.024	-0.015	0.0004	0.016	111.6%
4	21	0.135	-0.039	-0.024	0.0004	0.022	90.5%
5	26	0.154	-0.056	-0.034	0.0004	0.027	78.0%
6	31	0.173	-0.077	-0.047	0.0004	0.032	68.1%
7	36	0.197	-0.102	-0.063	0.0004	0.037	58.6%
8	41	0.205	-0.132	-0.083	0.0004	0.042	50.6%
9	46	0.228	-0.168	-0.111	0.0004	0.047	42.8%
10	51	0.248	-0.205	-0.138	0.0004	0.052	38.0%
11	56	0.262	-0.245	-0.170	0.0004	0.058	33.9%
12	61	0.269	-0.290	-0.207	0.0004	0.063	30.3%
13	66	0.278	-0.345	-0.172	0.0004	0.068	39.5%
14	71	0.281	-0.409	-0.214	0.0004	0.073	34.1%
15	76	0.270	-0.483	-0.260	0.0004	0.078	30.0%

Tabla VII-3. Contraflechas y Flechas debidas al avance en voladizo y al gradiente (6.4ºC)

[158] Criterio de signos: ascenso positivo.
[159] En valor absoluto.

CAPÍTULO VIII. ANÁLISIS PARAMÉTRICO

Una vez estudiado el efecto del gradiente térmico en la pila 2 del Viaducto de Montabliz, y contrastado el modelo teórico realizado con los resultados de la instrumentación, en este Capítulo se propone, en primer lugar, generalizar el estudio a otras tipologías -prismática con variación lineal en canto y ancho, y de canto constante, con un canto medio y con un canto equivalente a las 2/3 partes del canto medio-, y a un amplio rango de alturas: 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 y 180 m.

En segundo lugar, se propone una ampliación del estudio a otros climas con temperaturas superiores, dentro y fuera de España.

8.1 La pila en una estructura construida mediante avance en voladizo

La pila de una estructura ejecutada mediante voladizos sucesivos tiene que garantizar la estabilidad del conjunto tablero-pila -"T"- durante su ejecución, es decir, bajo la actuación de los esfuerzos de vuelco provocados por la posible no construcción simultánea de dovelas simétricas.

Además, las pilas están sometidas a cuatro tipos de cargas:

- El peso propio de la estructura y su carga permanente.
- El tráfico.
- Las variaciones térmicas en el tablero.
- El viento.

La gran altura de este tipo de pilas acentúa los siguientes fenómenos [MJ]:

- Los provocados por las acciones de viento, sismo, frenado, o cualquier otro tipo de carga horizontal.
- Inestabilidad -pandeo-.

Sin embargo, reduce la acción provocada por las deformaciones impuestas.

8.1.1 Condiciones de apoyo del tablero

Siempre que sea posible, la solución de tablero empotrado a la pila de forma permanente es la más adecuada, debido al principio de equilibrio en el que se basa este sistema constructivo, comentado en el primer párrafo de este capítulo.

En estructuras de gran longitud o en pilas cortas, el empotramiento permanente provocaría elevados esfuerzos de flexión debidos a las deformaciones impuestas -fluencia, retracción, temperatura- generalmente difícilmente resistibles por la cimentación. En estos casos el viaducto debe diseñarse como una viga continua apoyada sobre las pilas mediante aparatos de apoyo deslizantes, que independizan los movimientos longitudinales del tablero de las pilas. Durante la construcción se debe garantizar el empotramiento provisional pila-tablero.

Existen dos tipos de pilas que se comportan de manera similar:

- Pilas con pantallas flexibles: Constituidas por dos láminas delgadas, verticales o inclinadas, empotradas o articuladas. Siempre que sea posible, éstas se deben inclinar; en este caso una actuará como tirante -generalmente es necesario pretensar las pantallas- y otra como biela.

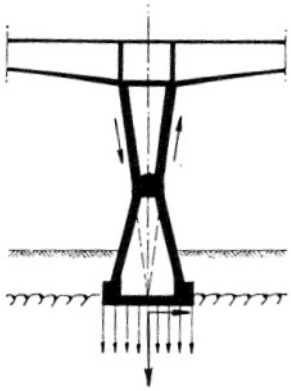


Figura VIII-1. Pila con pantallas flexibles. [MA]

- Pilas con apoyos de neopreno desdoblados.

Estas pilas poseen una gran rigidez transversal, proporcionada por el par producido entre los dos diafragmas, necesaria durante la construcción en avance en voladizo y una rigidez muy pequeña en dirección longitudinal, es decir, frente a las deformaciones impuestas.

Las ventajas de estos dos tipos de pilas son:

- Garantizan el empotramiento del tablero debido al desdoblamiento de los apoyos.
- Poseen una gran flexibilidad frente a los movimientos horizontales del tablero.
- Aseguran económicamente la estabilidad de la "T" mediante un arriostramiento provisional.

Las pilas de pantallas flexibles son muy esbeltas por lo que presentan dos inconvenientes:

- Han de ser arriostradas durante su ejecución.
- Poseen un fuerte comportamiento no lineal, por lo que son objeto de un análisis detallado de su inestabilidad.

En este sentido, en pilas de altura excesiva, como el *Viaducto de Millau*, el pandeo de las dos pantallas puede desembocar en el diseño de una pila de sección cajón en su parte inferior y de doble pantalla en su parte superior. De esta forma, la pila se comporta de manera flexible frente a las deformaciones impuestas, sin tener problemas de inestabilidad.

8.1.2 Sección transversal

En lo que a su sección transversal se refiere, la sección rectangular hueca es la óptima dado su buen comportamiento a flexión -gran radio de giro- y torsión -sección cerrada-, con un peso mínimo.

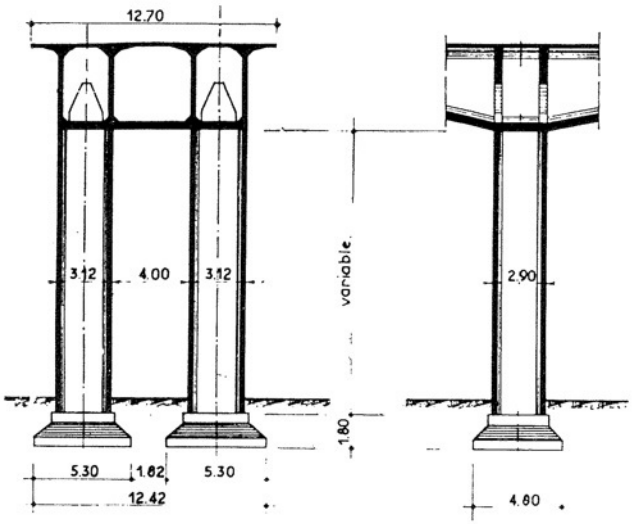


Figura VIII-2. Pila con sección rectangular hueca. [MA]

Las pilas circulares son raramente utilizadas debido a sus menores características resistentes frente a las de sección rectangular, a pesar de su reducido coeficiente de arrastre. El comportamiento aerodinámico de las pilas del *Viaducto de Montabliz* se mejoró gracias a las aristas redondeadas de sus pilas.

En ocasiones, ésta se sustituye por una sección abierta en *doble te*, con las consecuentes limitaciones en las deformaciones de los voladizos debido a su escasa rigidez a torsión. Este tipo de pila posee una rigidez menor en dirección longitudinal que en transversal, donde las solicitaciones de viento son menores. Generalmente los extremos precisan de un arriostramiento mediante cables, tal y como se realizó en el *Puente de la Pyle* [MA].

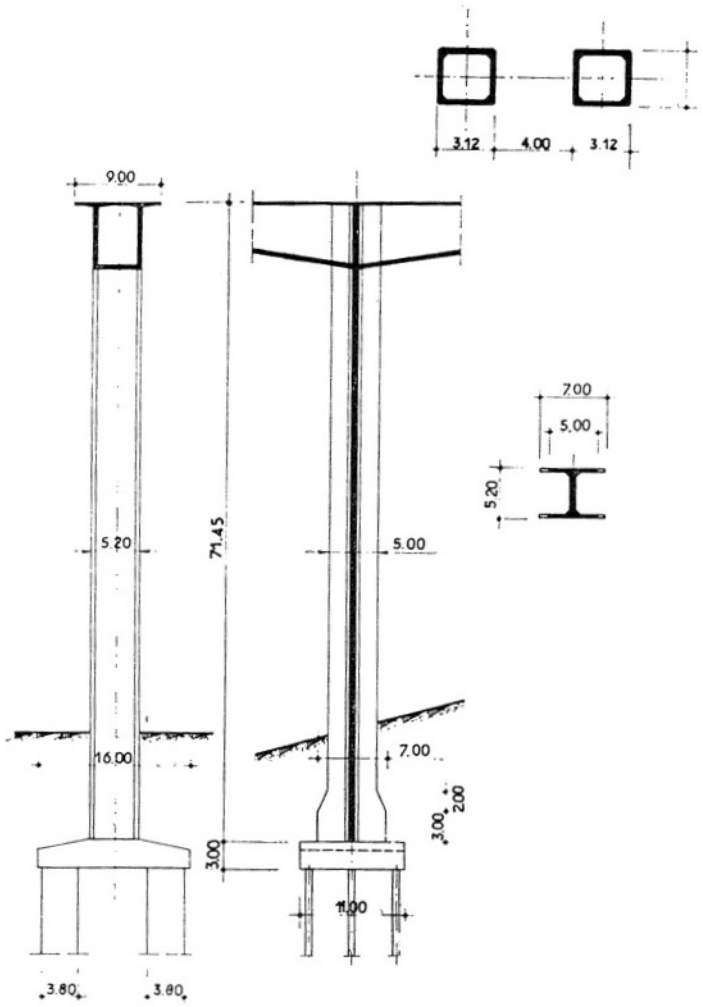


Figura VIII-3. Pila con sección en *doble te*. [MA]

8.1.3 Estudio de la distorsión de pilas de gran altura

Tal y como se indica en 8.2, las pilas de alturas similares a las del *Viaducto de Montabliz*, ejecutadas anteriormente a éste, poseen diafragmas o marcos transversales intermedios que evitan la distorsión de las mismas. Durante la redacción del proyecto de esta estructura, sus autores analizaron el fenómeno de la distorsión con el fin de suprimir dichos diafragmas.

Para ello se realizaron varios modelos en los programas *Vettones* y *ABAQUS*. Se estudió una pila de 130 m de altura con las siguientes disposiciones de diafragmas intermedios:

- Con dos diafragmas intermedios.
- Con un diafragma intermedio.
- Simplemente con un diafragma superior.

La pila modelizada, en cuanto a dimensiones exteriores, es la del proyecto; sin embargo, en lo que a espesores se refiere, se realizó un estudio paramétrico, dividiendo la pila

en dos partes con distinto espesor. Los espesores analizados fueron: 0.5-0.5 cm, 5-5 cm, 15-30 cm, 35-65 cm y 50-80 cm.

Aunque los espesores de las dos primeras pilas carecen de sentido físico, debido a su escaso valor, es interesante observar cómo, aunque el espesor sea muy pequeño, no se produce distorsión en la sección debido a ser ésta cerrada.

Los movimientos de las 4 esquinas de la sección de la coronación de la pila son iguales entre sí en cada uno de los cálculos realizados, por lo que la sección permanece rígida y plana, es decir, no es distorsionable.

En las Figura VIII-4, Figura VIII-5 y Figura VIII-6 se representan los movimientos en la cabeza de la pila ante una fuerza longitudinal, una fuerza transversal y un momento torsor.

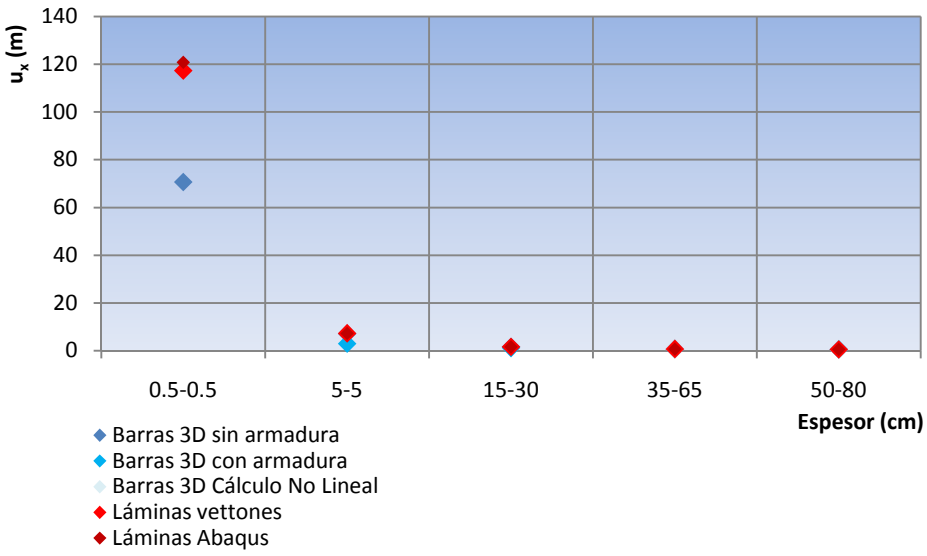


Figura VIII-4. Pila con diafragma superior. Fuerza longitudinal. F= 1000 Mp

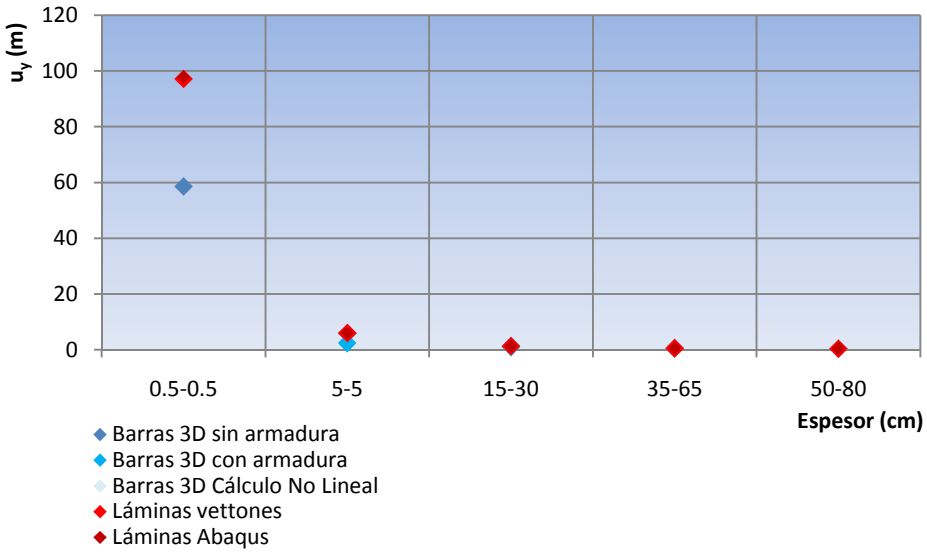


Figura VIII-5. Pila con diafragma superior. Fuerza transversal. F= 1000 Mp

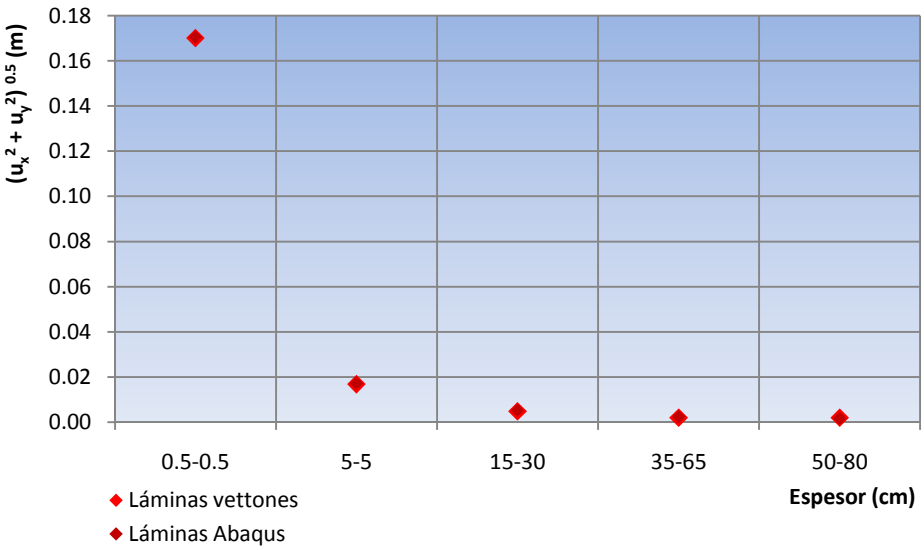


Figura VIII-6. Pila con diafragma superior. Momento torsor. M= 1000 Mpm

Se puede observar cómo para los espesores razonables, los resultados son muy similares en los 5 tipos de cálculos realizados. Si se comparan los movimientos de la coronación de las pilas en sus diferentes configuraciones, en lo que a número de diafragmas se refiere, se obtiene lo siguiente:

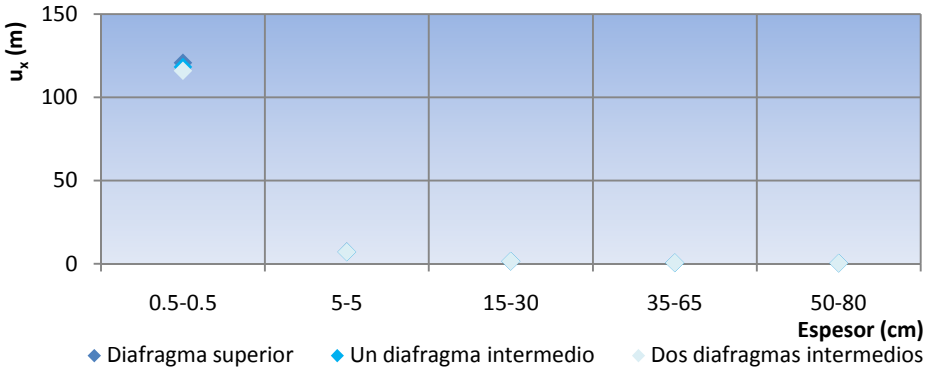


Figura VIII-7. Movimientos en cabeza debidos a una fuerza longitudinal. F=1000 Mp. Modelo de ABAQUS

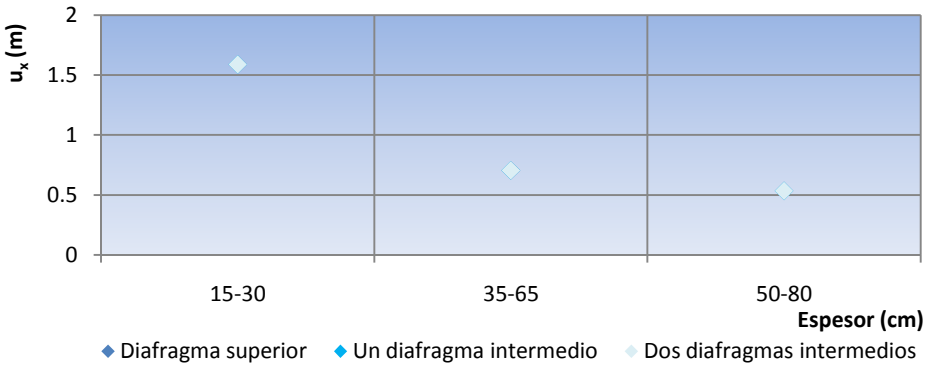


Figura VIII-8. Detalle de movimientos en cabeza debidos a una fuerza longitudinal. F= 1000 Mp. ABAQUS

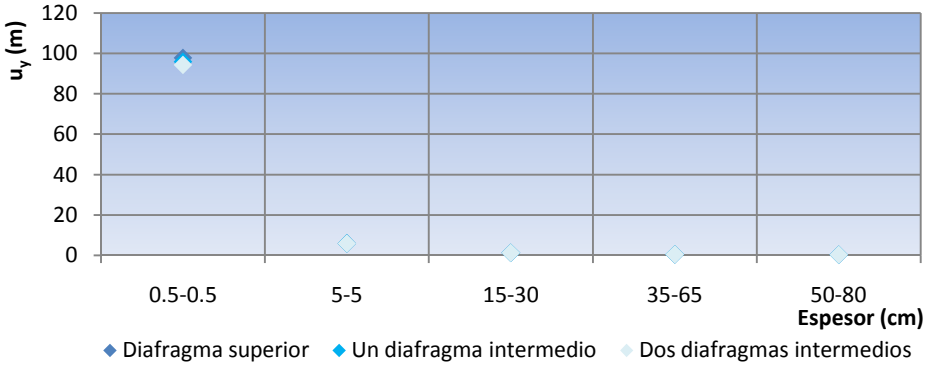


Figura VIII-9. Movimientos en cabeza debidos a una fuerza transversal. F= 1000 Mp. Modelo de ABAQUS

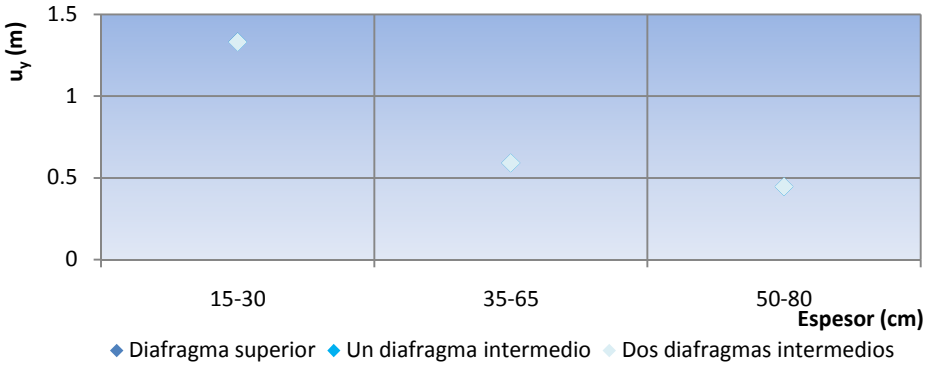


Figura VIII-10. Detalle de movimientos en cabeza debidos a una fuerza transversal. F= 1000 Mp. ABAQUS

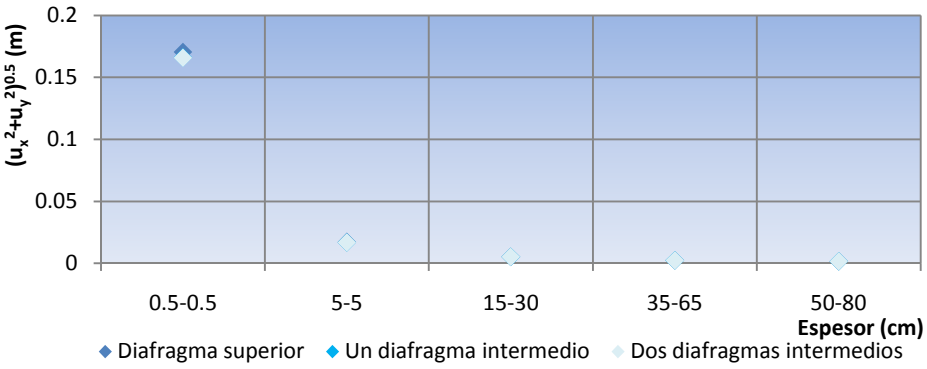


Figura VIII-11. Movimientos en cabeza debidos a un momento torsor. M= 1000 Mpm. Modelo de ABAQUS

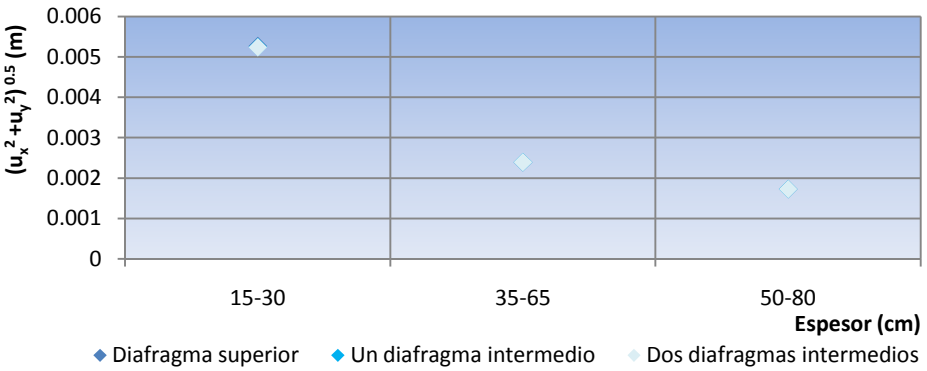


Figura VIII-12. Detalle de movimientos en cabeza debidos a un momento torsor. M= 1000 Mpm. ABAQUS

Los movimientos permanecen invariantes al disponer un mayor número de diafragmas; por tanto, la pila diseñada no posee fenómenos de distorsión.

Posteriormente se ha generalizado el estudio a diferentes alturas de pila, observando cómo a partir de 180 m de altura, la distorsión comienza a ser apreciable, si bien no es objeto de este trabajo.

8.2 Análisis tipológico de pilas

Antes de diseñar la pila del Viaducto de Montabliz, los autores del proyecto realizaron una revisión de la tipología de las pilas más altas ejecutadas hasta entonces [VC].

			Pila	Esbeltez en base (H/h)	
Estructura	**Año**	**Altura (m)**	**Tipología**	**Longitudinal**	**Transversal**
Puente Europa	1963	146	Prismática. Rectangular hueca	12.2	6.3
Viaducto de Eltzal	1965	100	Constante. Octogonal hueca	20.8	17.2
Viaducto de Ruitelán	1975	78	Constante. Rectangular hueca	26	13
Viaducto de Magnan	1976	92	Fustes dobles en forma de "H"		
Viaducto del Calabozo	1978	106	Prismática. Rectangular hueca	15.6	8.5
Viaducto Kochertal	1979	180	Parabólico. Rectangular hueca	19.0	12.0
Viaducto de Millau	2004	245	Parabólico. Octogonal hueca	14.4	10.0
Viaducto de Montabliz	2008	128.6	Variación circular. Rectangular hueca	9.8	8.2

Tabla VIII-1. Clasificación de viaductos de gran altura en función de la tipología de sus pilas

Con el fin de simplificar el proceso constructivo, no se consideraron aquellas tipologías de pilas que precisaran de arriostramientos durante su construcción, ni se han considerado en este estudio paramétrico.

En los siguientes apartados se describen las características principales de las pilas que en su día se tomaron como referencia para el diseño de las pilas de la estructura objeto de este trabajo. Además se describe también el Viaducto de Magnan, como ejemplo de pila de doble pantalla.

8.2.1 Puente Europa

El *Puente Europa* es una estructura metálica de cinco vanos de 576 m de longitud, cuya distribución de luces es: 81-108-198-108-81 m. La altura máxima de las pilas es de 146 m y poseen una sección rectangular hueca cuyas dimensiones varían con una pendiente de 1/40. Posee diafragmas transversales cada 20 m en toda su altura.

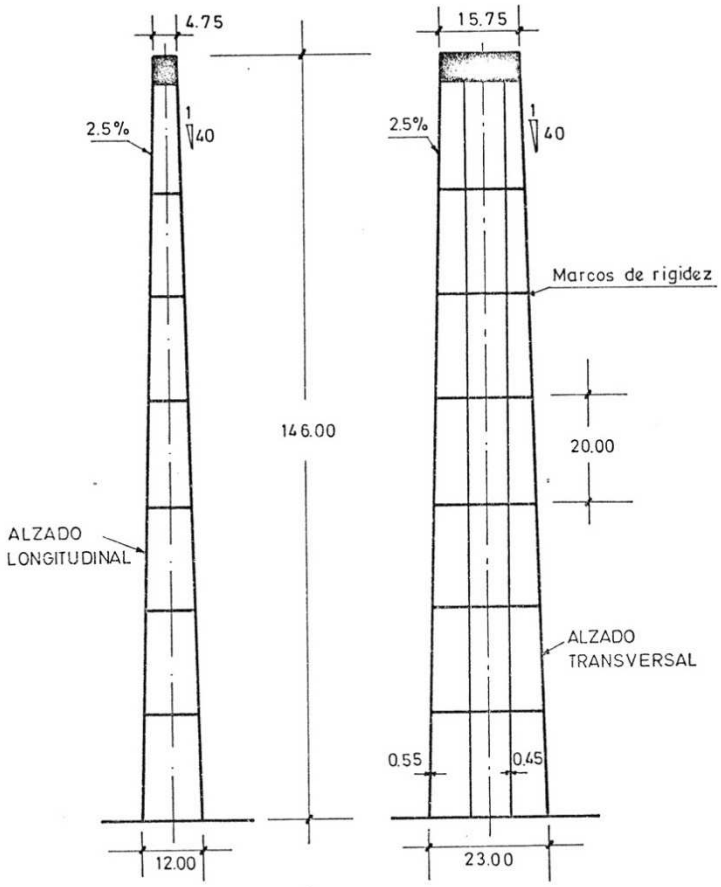


Figura VIII-13. Puente Europa. Alzado de las pilas. [VC]

8.2.2 Viaducto Kochertal

El Viaducto Kochertal es una estructura de 9 vanos cuya luz principal es de 138 m, de forma que la longitud total es de 1128 m. La altura máxima de sus pilas es de 180 m. Todas ellas poseen sección transversal rectangular hueca. En la coronación sus dimensiones son 5 m de canto, 8.6 m de ancho y 0.5 m de espesor. La pila más alta posee 9.5 m de canto, 15 m de ancho y 0.9 m de espesor en la base. La variación de las dimensiones de la pila con la altura es parabólica. Posee diafragmas transversales cada 22 m en toda su altura.

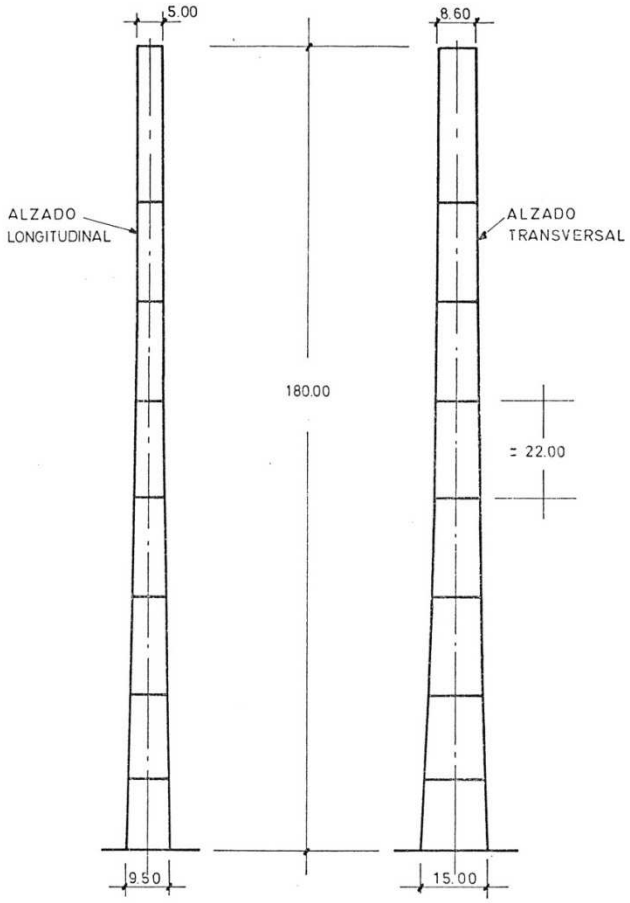


Figura VIII-14. Viaducto Kochertal. Alzado de las pilas. [VC]

8.2.3 Viaducto de Millau

El Viaducto de Millau es una estructura de 2460 m de longitud repartidos en 8 vanos atirantados, siendo los seis vanos principales de 342 m de longitud, y los dos laterales de 204 m de longitud. Es el puente más alto del mundo, teniendo su pila 2 una altura de 245 m [CDEGHLSVV].

Las pilas poseen una sección transversal cerrada hueca hasta 90 m por debajo del tablero, donde se separan en dos pantallas flexibles paralelas. Por encima del tablero, las pilas tienen 87 m más de altura y se diseñan como pilonos invertidos de acero con forma de Y.

En su unión con el tablero la pila se pretensa mediante 37 cables por apoyo.

En dirección transversal -donde el viento es más significativo- el ancho de la pila disminuye de forma parabólica desde 25 m en su base hasta 11 m en su coronación. Longitudinalmente, el canto aumenta desde 15.5 m en la coronación hasta 17 m en la base.

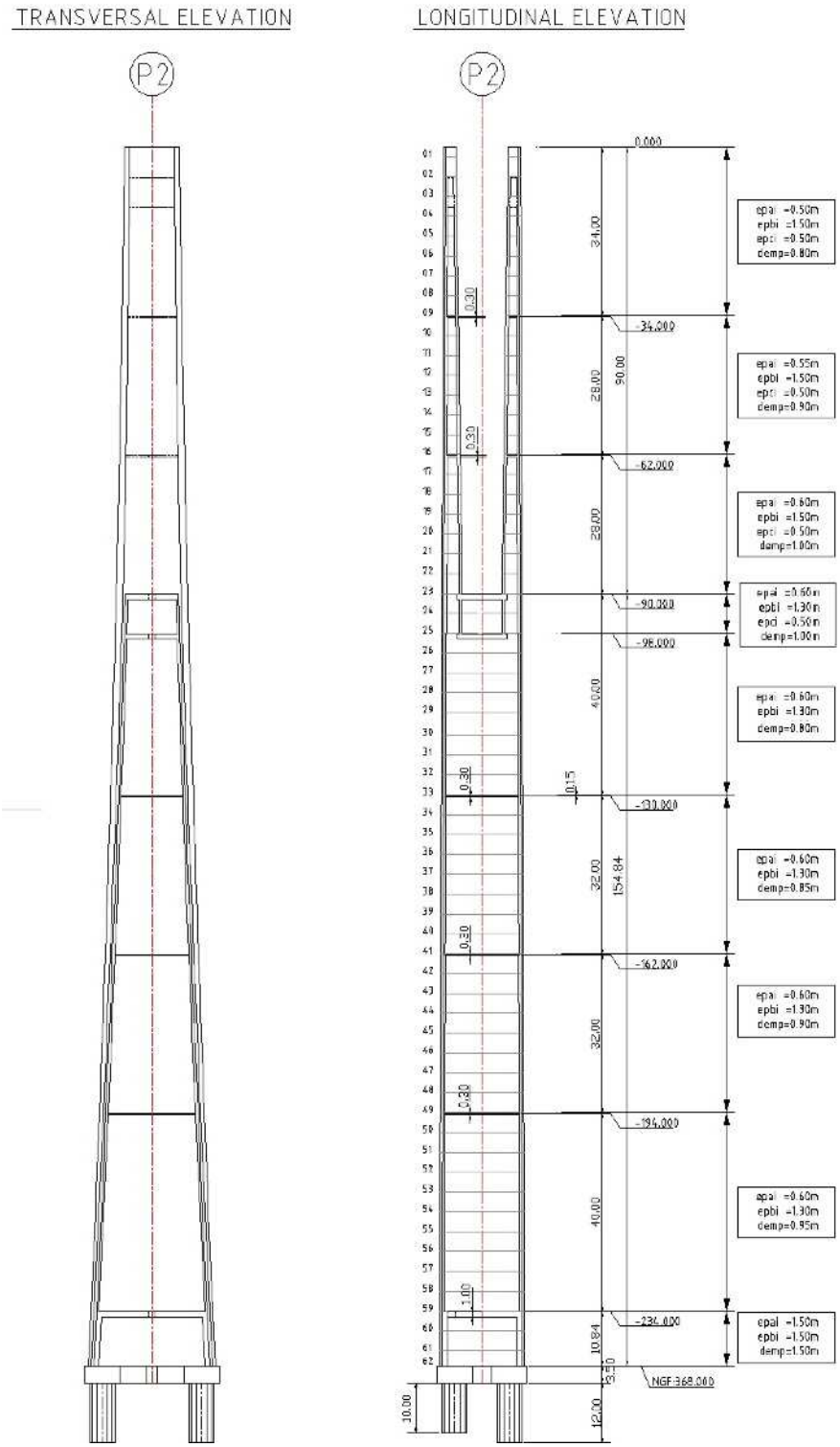


Figura VIII-15. Viaducto de Millau. Alzado de las pilas. [CDEGHLSVV]

La sección transversal es rigidizada mediante diafragmas horizontales, que además se utilizan como plataformas provisionales de trabajo durante su construcción. Dichos diafragmas consisten en losas de hormigón pretensado de 30 cm de espesor. De esta forma se evitan dos efectos:

- Distorsión en la pila.
- Pandeo local de las paredes.

Las pilas poseen una sección octogonal hueca cuyo espesor varía desde 1.5 m en su base hasta 0.5 m en su coronación.

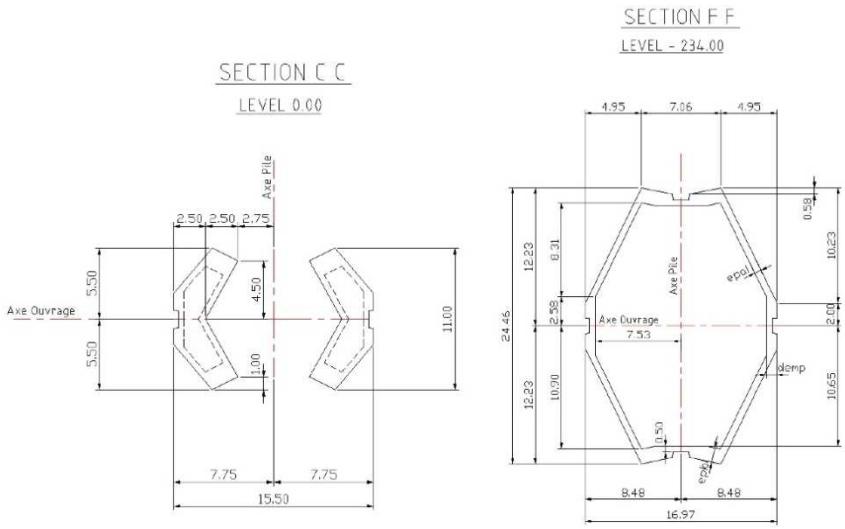


Figura VIII-16. Viaducto de Millau. Sección transversal de las pilas. [CDEGHLSVV]

8.2.4 Viaducto de Magnan

El Viaducto Magnan posee tres pilas de doble pantalla, cuya altura máxima es de 92 m, constituidas a partir de sendos fustes dobles en forma de H, con una distancia entre ejes de 12 m. Se trata de una estructura de 486 m de longitud repartida en 4 vanos, cuya luz principal es de 120 m.

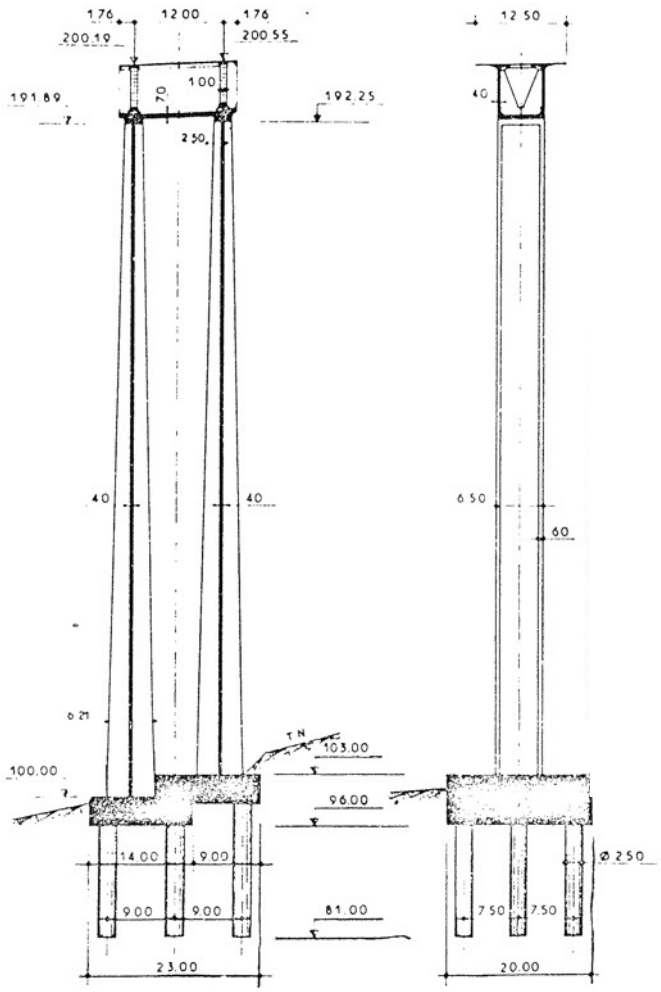


Figura VIII-17. Viaducto de Magnan. Alzado de las pilas. [VC]

8.2.5 Análisis comparativo

El progreso en la ingeniería estructural ya se demostró en el aumento de la esbeltez de las pilas del *Viaducto Kochertal* (1979) frente a las del *Puente Europa* (1963). Las del *Viaducto de Millau*, son más esbeltas que las del *Puente Europa* pero no tanto como las del *Viaducto Kochertal*; hay que tener en cuenta que las luces del tablero son mucho mayores y que la altura de las pilas es también muy superior.

Las pilas del *Viaducto de Montabliz* también se quedan en un punto intermedio entre las esbelteces del *Puente Europa* y las del *Viaducto Kochertal*, pero presentan un gran avance frente a todas ellas: la ausencia de diafragmas transversales intermedios. En 8.1.3 se describe cómo, hasta una altura de 180 m, la tipología de pila diseñada no precisa de marcos rigidizadores intermedios. Esto supone una gran simplificación de su proceso constructivo, ya que éste se realiza de forma continua.

8.3 Descripción del estudio

El estudio realizado presenta dos partes claramente diferenciadas. La primera constituye el estudio tipológico de la pila y la segunda la generalización del estudio a otras climatologías de gradientes térmicos más elevados.

8.3.1 Estudio tipológico de la pila

Se han estudiado tres tipos de pilas con el fin de contrastar la diferente rigidez de cada una de ellas y, por tanto, su comportamiento estructural, ante el gradiente térmico:

- Constante: Pila de canto y ancho constante: Canto medio y 2/3 Canto.
- Prismática: Pila de canto y ancho variable linealmente[160] con la altura -1/40 en sentido longitudinal y 1/30 en sentido transversal-.
- Variación circular[161]: Pila de proyecto.

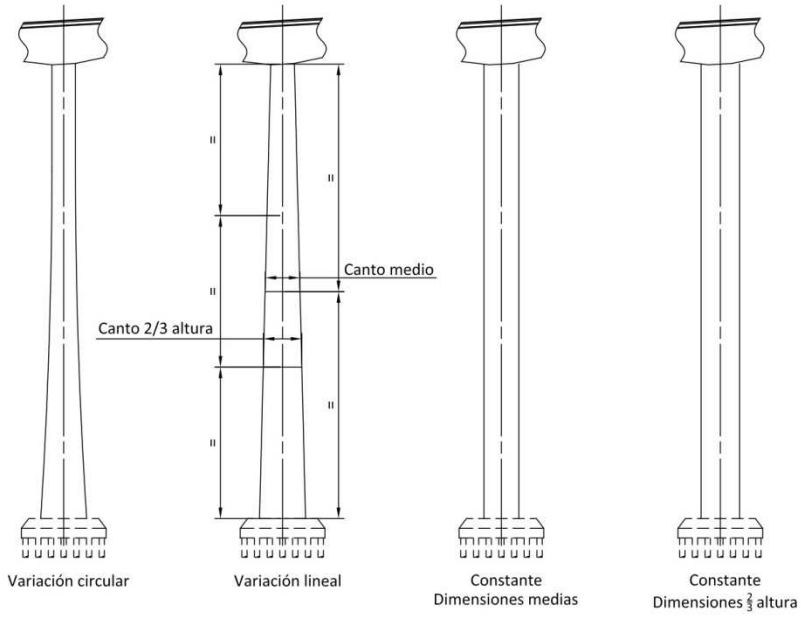


Figura VIII-18. Tipologías de pilas

El estudio paramétrico se ha realizado en dos fases:

- Estudio de la Pila 2 del Viaducto de Montabliz con diferentes tipologías.
- Generalización del estudio a pilas de diferentes alturas, con una altura máxima de 180 m de altura; que se corresponde con la altura de pila[162] a partir de la cual es necesario disponer rigidizadores transversales intermedios para evitar la distorsión.

[160] Las dimensiones en la coronación y en la base coinciden con las de la pila de variación circular, la diferencia radica en la forma de variación -lineal y circular-.
[161] También se podría haber realizado una variación parabólica consiguiendo un efecto muy similar; si bien, se ha elegido la variación circular ya que simplifica los encofrados debido a su curvatura constante.
[162] Con variación circular de sus dimensiones.

En el análisis del estudio realizado hay que tener en cuenta dos aspectos, en lo que a las dimensiones de su sección transversal se refiere:

- Las dimensiones en la coronación de una pila dependen fundamentalmente de dos factores[163]:
  - Luz máxima de sus vanos adyacentes[164].
  - Proceso constructivo[165].
- Las dimensiones en la base de una pila están directamente relacionadas con su altura.

8.3.2 Estudio térmico

De acuerdo con la normativa vigente en España [IAP], durante el proyecto y construcción de la estructura, el país se divide en cinco zonas climáticas, que se corresponden con las siguientes zonas geográficas:

- Zona I: Litoral del Cantábrico y de Galicia. Zona Pirenaica. Islas Canarias.
- Zona II: Prelitoral Norte del Cantábrico y de Galicia.
- Zona III: Litoral Mediterráneo y Atlántico Sur. Islas Baleares. Ceuta y Melilla.
- Zona IV: Centro Septentrional, Meseta Norte y Depresión del Ebro.
- Zona V: Centro Meridional y Sur.

Figura VIII-19. Zonas climáticas en España

En cada una de estas zonas se ha situado ficticiamente una estructura igual al Viaducto de Montabliz y se ha obtenido el incremento térmico indicado en la Tabla VIII-2.

[163] No siendo determinante en las mismas la altura de la pila.

[164] Las pilas del Viaducto de Millau no son tan esbeltas como las del Viaducto Kochertal debido a la mayor luz de sus vanos.

[165] Es necesario el empotramiento de pilas y tablero, lo que obliga a unas dimensiones mínimas que lo garanticen.

INCREMENTO TÉRMICO

						Cajón hormigón			
	Zona	**z**	**Canto: h (m)**	**s**	**K**	**a**	**b**	**c**	**ΔT (ºC)**
Santander	I	1	4.3	1	29.13	0.301	-0.148	0.000	**23.5**
Montabliz	II	2	4.3	1	29.13	0.301	-0.148	0.000	**28.9**
Barcelona	III	3	4.3	1	29.13	0.301	-0.148	0.000	**32.7**
Zaragoza	IV	4	4.3	1	29.13	0.301	-0.148	0.000	**35.6**
Madrid	V	5	4.3	1	29.13	0.301	-0.148	0.000	**38.1**

Tabla VIII-2. Incremento térmico en las diferentes regiones de España

Se ha elegido una localidad representativa de las mismas para identificarlas de una forma más sencilla.

Para obtener el gradiente térmico en cada una de las pilas de estas estructuras se han empleado las relaciones obtenidas en este trabajo e indicadas en el Capítulo V.

	Ecuación Gradiente-Temperatura
Longitudinal	y= 0.47x + 0.05
Transversal	y= 0.40x + 0.37

Tabla VIII-3. Gradiente térmico (y) en función de Incremento Térmico (x)

		Gradiente	
	ΔT (ºC)	**Longitudinal**	**Transversal**
Santander	23.5	**11.1**	**9.8**
Montabliz	28.9	**13.7**	**12.0**
Barcelona	32.7	**15.4**	**13.5**
Zaragoza	35.6	**16.8**	**14.7**
Madrid	38.1	**18.0**	**15.7**

Tabla VIII-4. Gradiente térmico en las diferentes regiones de España

Si bien, tal y como se propone en las futuras líneas de investigación del Capítulo IX, el trabajo realizado sería conveniente se complementase con estudios similares en otras estructuras situadas en diferentes climas, se han analizado los efectos de gradientes térmicos superiores al de esta estructura. De esta forma se ha realizado un estudio paramétrico para los siguientes gradientes térmicos: 10, 15, 20, 25 y 30ºC. Puesto que el comportamiento es similar en la dirección transversal que en la longitudinal, y tan sólo depende de su rigidez, se ha elegido la dirección longitudinal puesto que presenta la rigidez mínima; así, los efectos no lineales, en el caso de existir, aparecerán antes.

8.4 Análisis de diferentes tipologías de pila

8.4.1 Geometría

Se han estudiado tres tipos de pilas con una altura[166] de 128.6 m:

- Constante: Pila de canto y ancho constante:
  - Canto y ancho medio:
    - Canto: 9.915 m.
    - Ancho: 11.387 m.
  - 2/3 Canto y ancho:
    - Canto: 10.987 m.
    - Ancho: 12.816 m.
- Prismática: Pila de canto y ancho variable linealmente[167] con la altura -1/40 en sentido longitudinal y 1/30 en sentido transversal-.
- Variación circular: Pila de proyecto.
  - Canto variable: 6.7 a 13.13 m.
  - Ancho variable: 7.1 a 15.673 m.
- La variación del espesor y de la armadura, Tabla VIII-7, de la sección transversal es la misma en las tres pilas.

	Constante			
	Medio	**2/3 Canto**	**Prismática**	**Circular**
M^3 Hormigón	3272.5	3681.1	3292.4	2693.6
M^2 Encofrado				
Interior	4825.7	5468.9	4825.4	3891.2
Exterior	5479.1	6122.4	5478.9	4544.7
kg acero	663527.5	746338.8	623490.1	495021.8

Tabla VIII-5. Medición de las unidades principales. Estudio paramétrico

	Cte medio		**Cte 2/3 Canto**		**Prismática**	
	Unidad	**%**	**Unidad**	**%**	**Unidad**	**%**
M^3 Hormigón	578.8	21.5%	987.4	36.7%	598.8	22.2%
M^2 Encofrado						
Interior	934.4	24.0%	1577.7	40.5%	934.2	24.0%
Exterior	934.4	20.6%	1577.7	34.7%	934.2	20.6%
kg acero	168505.6	34.0%	251316.9	50.8%	128468.2	26.0%

Tabla VIII-6. Estudio comparativo de las mediciones de las unidades principales

[166] Altura del fuste.

[167] Las dimensiones en la coronación y en la base coinciden con las de la pila de variación circular, la diferencia radica en la forma de variación -lineal y circular-.

ele	Altura (m)	Espesor (m)	nº capas	ϕ	sep (m)	Cuantía (kg/m^3)
300	4.8	0.65	1	25	0.125	30.8
301	9.5	0.65	1	25	0.125	30.8
302	14.3	0.65	1	25	0.125	30.8
303	19.1	0.65	1	32	0.125	50.5
304	23.8	0.65	1	32	0.125	50.5
305	28.6	0.65	1	32	0.125	50.5
306	33.3	0.65	3	32	0.125	151.5
307	38.1	0.65	3	32	0.125	151.5
308	42.9	0.65	3	32	0.125	151.5
309	47.6	0.65	3	32	0.125	151.5
310	52.4	0.65	3	32	0.125	151.5
311	57.2	0.65	3	32	0.125	151.5
312	61.9	0.65	3	32	0.125	151.5
313	66.7	0.65	3	32	0.125	151.5
314	71.4	0.65	3	32	0.125	151.5
315	76.2	0.65	3	32	0.125	151.5
316	81.0	0.65	3	32	0.125	151.5
317	85.7	0.65	3	32	0.125	151.5
318	90.5	0.65	3	32	0.125	151.5
319	95.3	0.60	3	32	0.12	157.8
320	100.0	0.60	3	32	0.12	157.8
321	104.8	0.60	3	32	0.12	157.8
322	109.6	0.60	3	32	0.12	157.8
323	114.3	0.60	3	32	0.12	157.8
324	119.1	0.60	3	32	0.12	157.8
325	123.8	0.60	3	32	0.12	157.8
326	128.6	0.60	3	32	0.12	157.8

Tabla VIII-7. Variación del espesor y la armadura con la altura. Estudio paramétrico

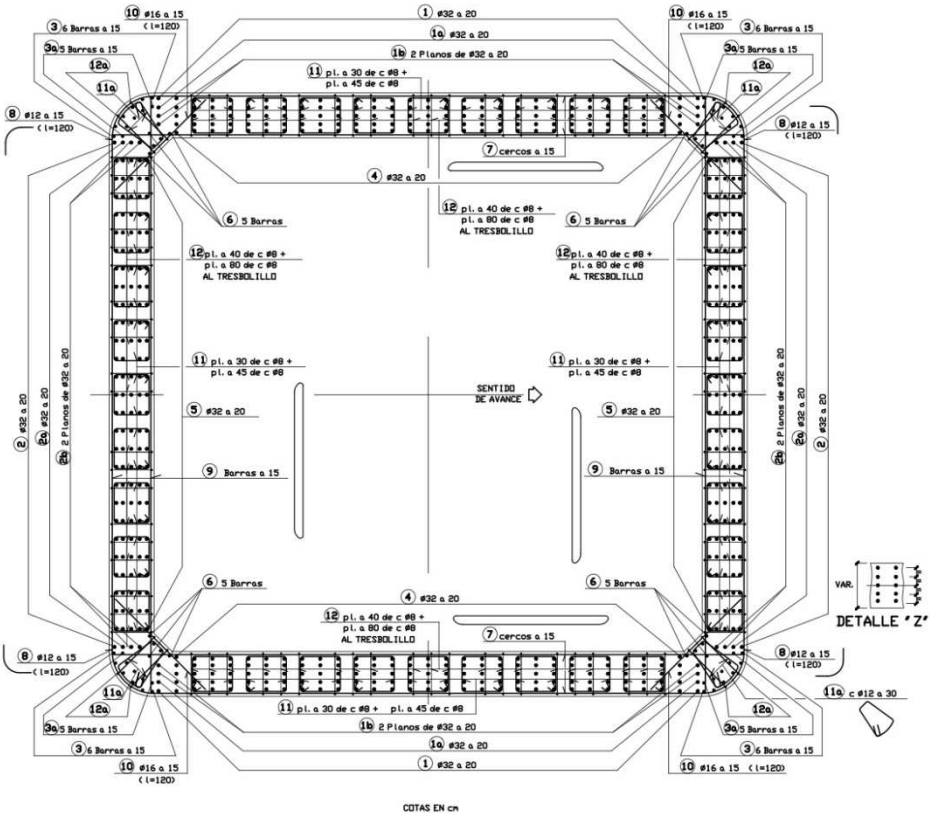


Figura VIII-20. Armadura de la sección tipo de la pila del Viaducto de Montabliz

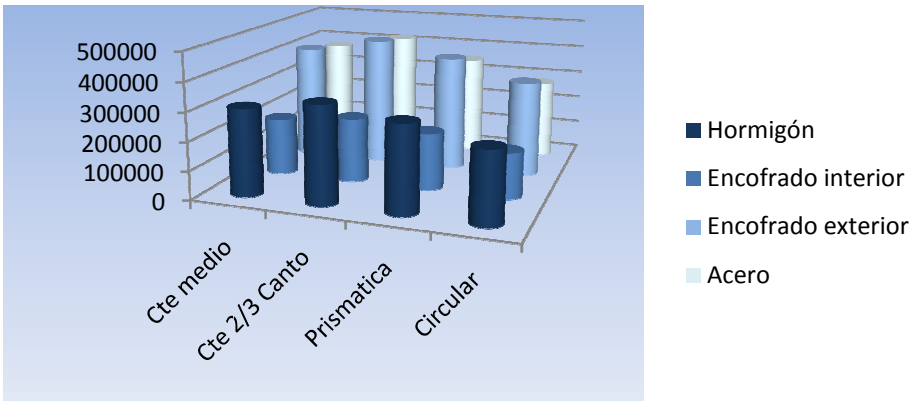


Figura VIII-21. Análisis comparativo de presupuestos en euros (€). Estudio paramétrico

La medición de las unidades principales de las pilas se indica en la Tabla VIII-5. La pila de menores materiales es la de variación circular.

Se ha realizado el mismo análisis lineal y no lineal explicado en el Capítulo VI.

8.4.2 Estudio longitudinal

En las siguientes gráficas se representan los movimientos en coronación de pila en función del número de dovelas ejecutadas -distancia a la pila-.

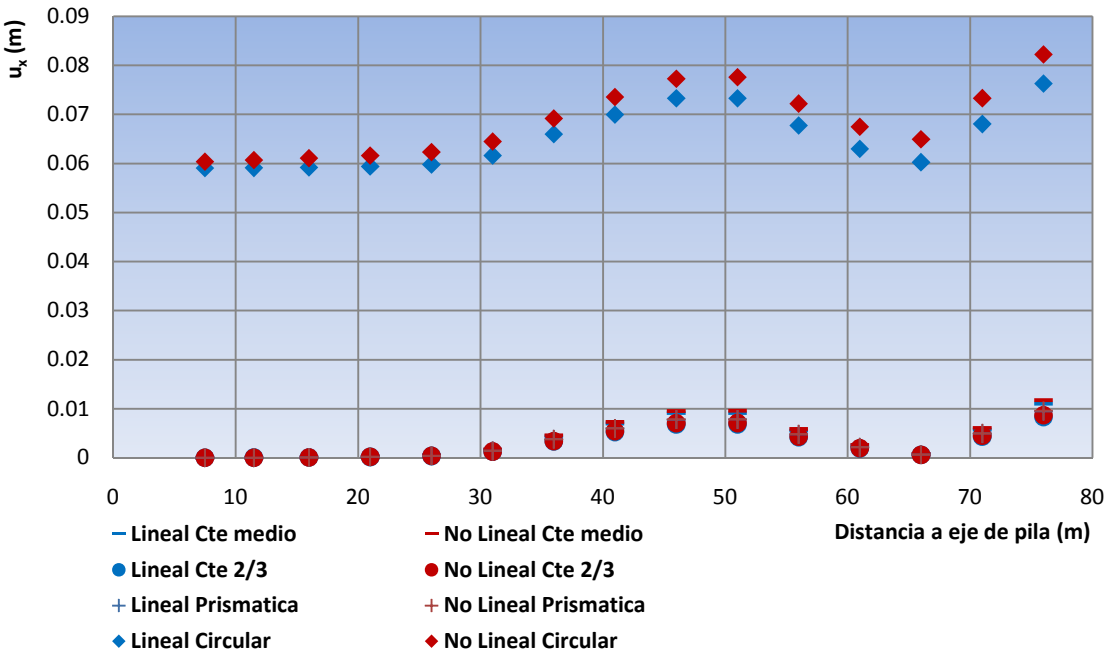


Figura VIII-22. Desplazamiento en coronación de pila. Análisis longitudinal

Se observa cómo cualquiera de los otros tipos de pilas es más rígido.

Las tres pilas no de proyecto analizadas presentan una rigidez parecida, si bien la más rígida es la de dimensiones 2/3, después la prismática y, por último, la de dimensiones medias.

8.4.3 Estudio transversal

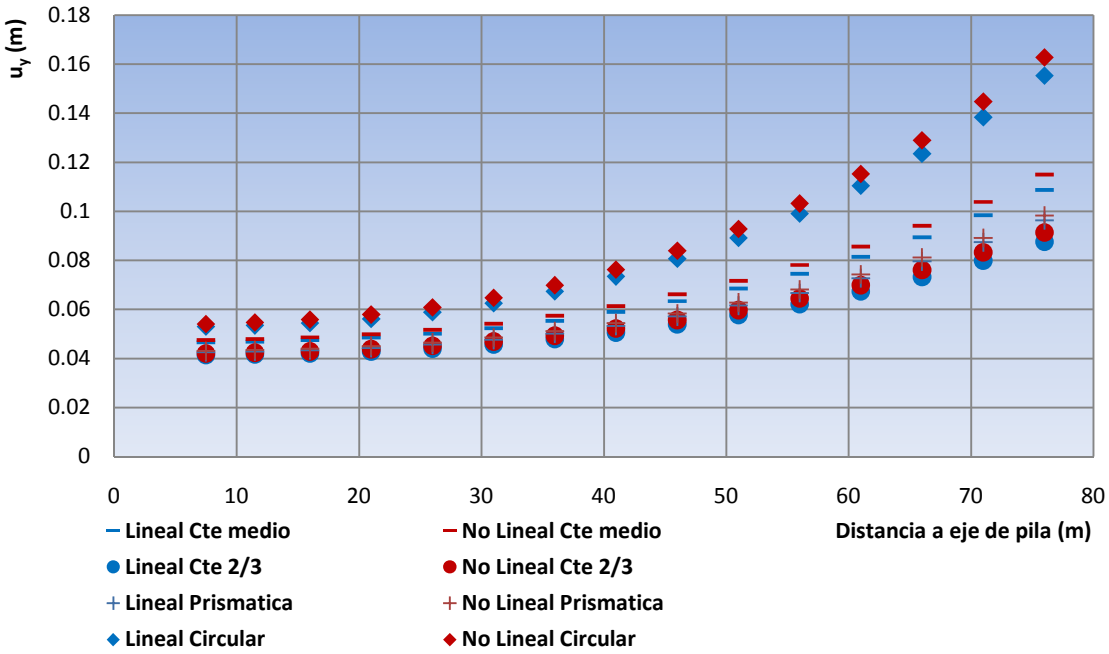


Figura VIII-23. Desplazamiento en coronación de pila. Análisis transversal

En la Figura VIII-23 se representan los movimientos en coronación de pila en función del número de dovelas ejecutadas -distancia a la pila-.

En sentido transversal la diferencia no es tan acusada como en sentido longitudinal, si bien se mantiene el orden de rigideces.

8.5 Análisis de diferentes alturas de pila

En este apartado se ha generalizado el estudio a diferentes alturas de pilas. Puesto que los mayores movimientos se presentan para 15 dovelas -distancia a la pila de 76 m- se ha realizado el estudio con la "T" completa[168].

[168] Como ya se ha comentado en capítulos anteriores, los movimientos en la coronación de la pila debidos a la acción del gradiente térmico horizontal en una pila considerada ésta de forma aislada, son independientes del número de dovelas ejecutadas. Sin embargo, para estudiar el comportamiento lineal-no lineal de la misma es necesario considerar el peso propio de la pila y de los medios auxiliares -carros de avance-.

8.5.1 Longitudinal

8.5.1.1 Pila constante -dimensiones medias-

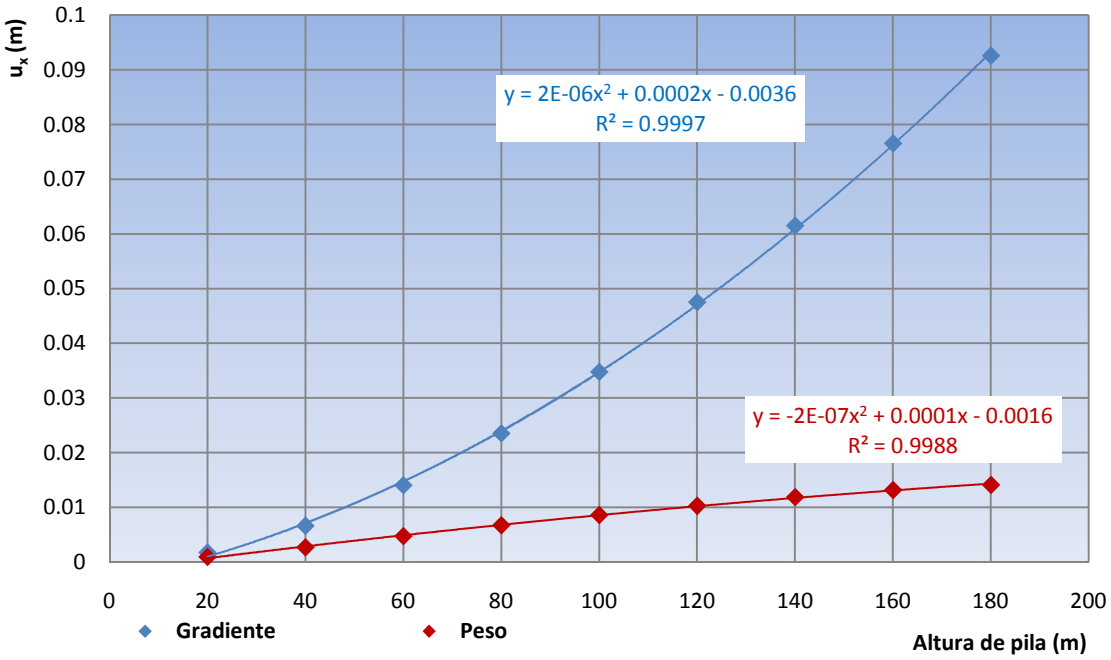


Figura VIII-24. Movimientos en coronación de pila debidos al gradiente térmico horizontal y al peso[169]

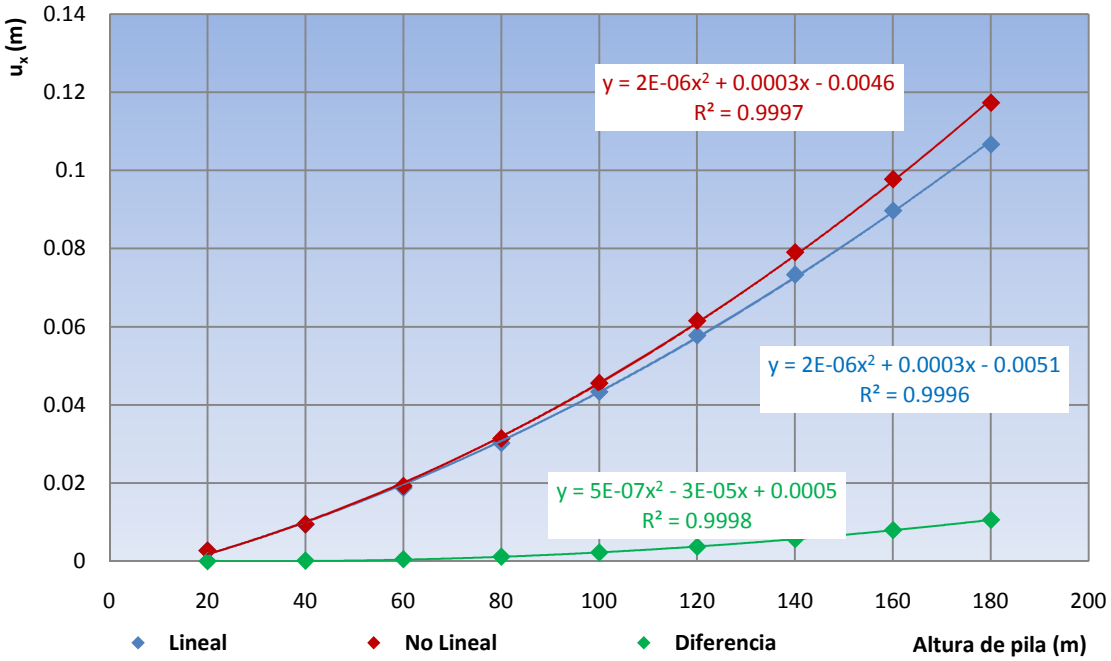


Figura VIII-25. Movimientos en coronación de pila. Análisis lineal y no lineal

[169] Pequeño desequilibrio existente entre dovelas simétricas debido a la diferente geometría; la dovela norte pertenece a un vano de 155 m y la dovela sur a un vano de 175 m.

8.5.1.2 Pila constante -dimensiones 2/3-

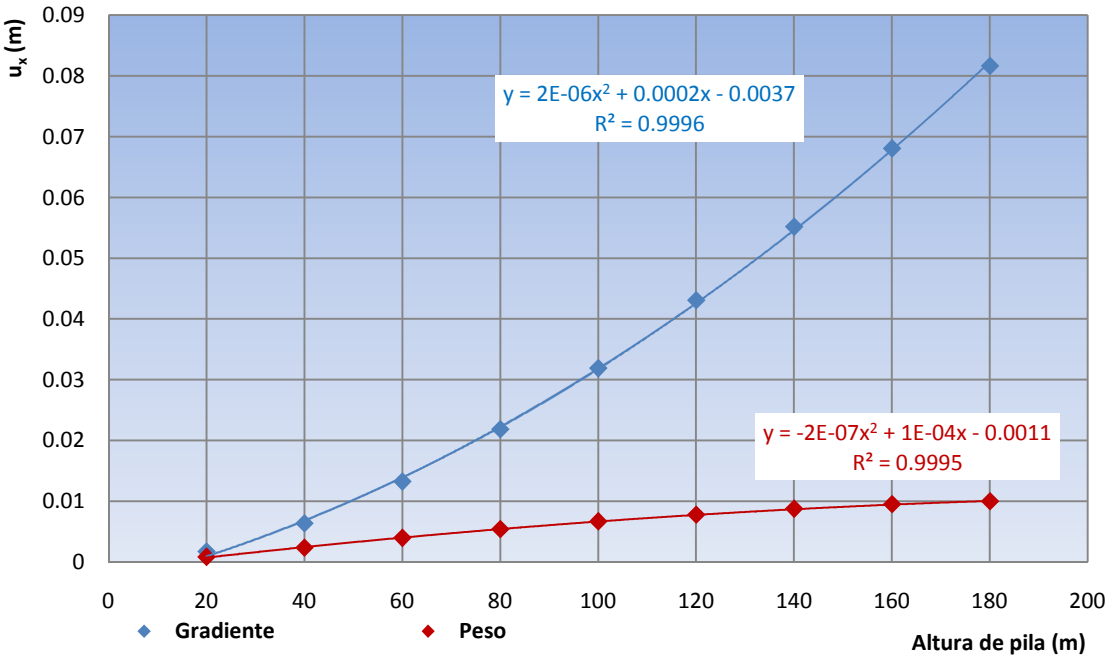


Figura VIII-26. Movimientos en coronación de pila debidos al gradiente térmico horizontal y al peso

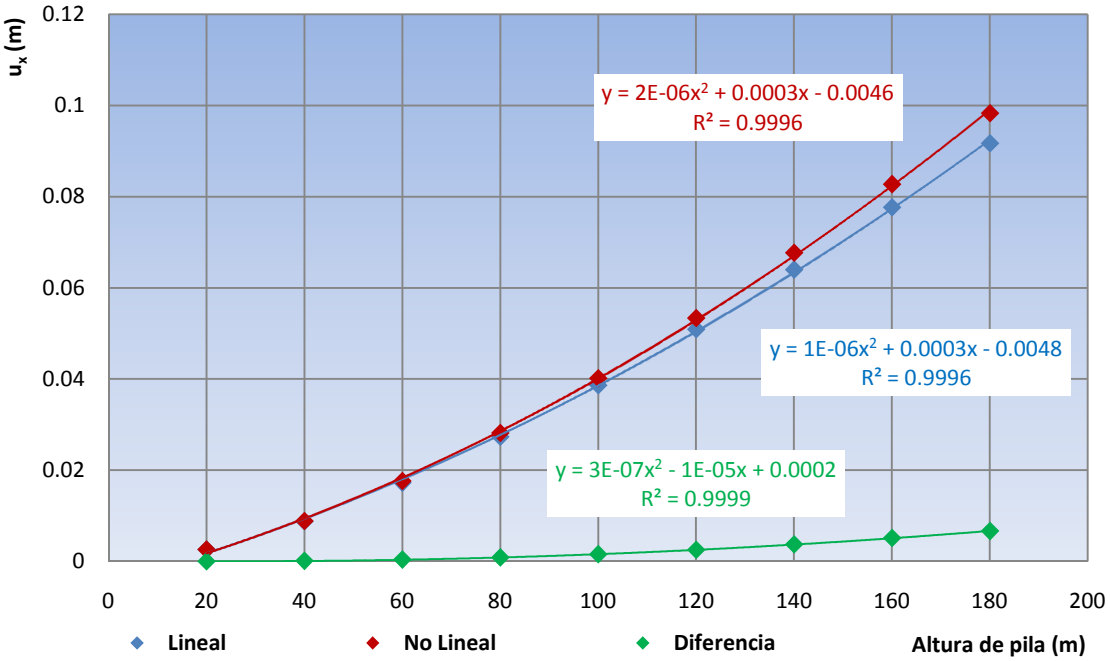


Figura VIII-27. Movimientos en coronación de pila. Análisis lineal y no lineal

8.5.1.3 Pila prismática

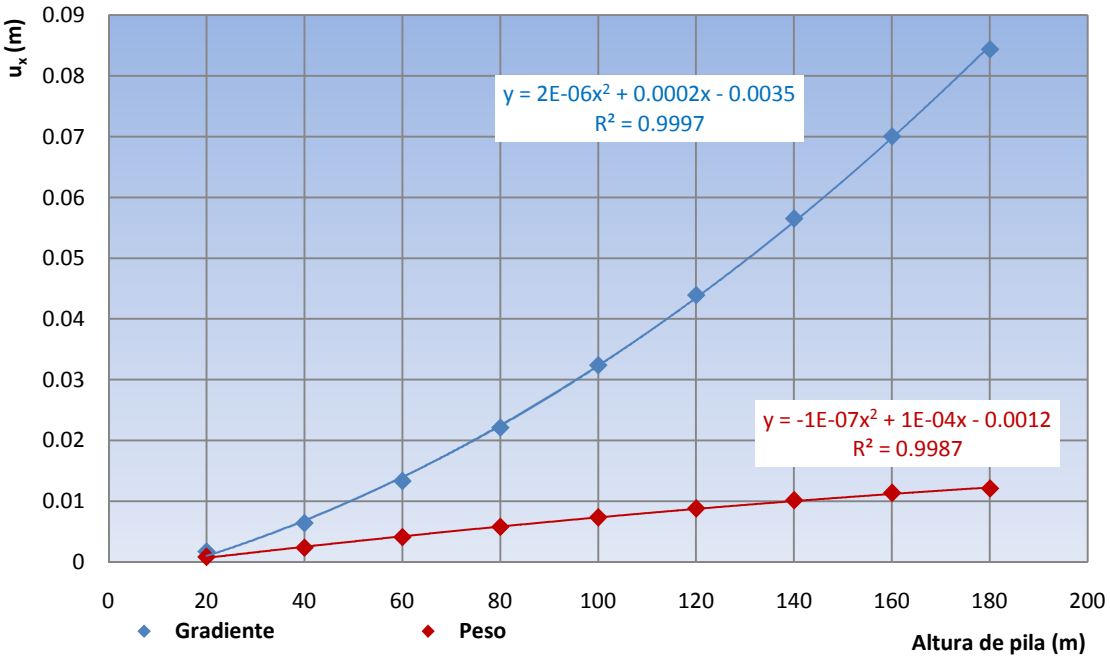


Figura VIII-28. Movimientos en coronación de pila debidos al gradiente térmico horizontal y al peso

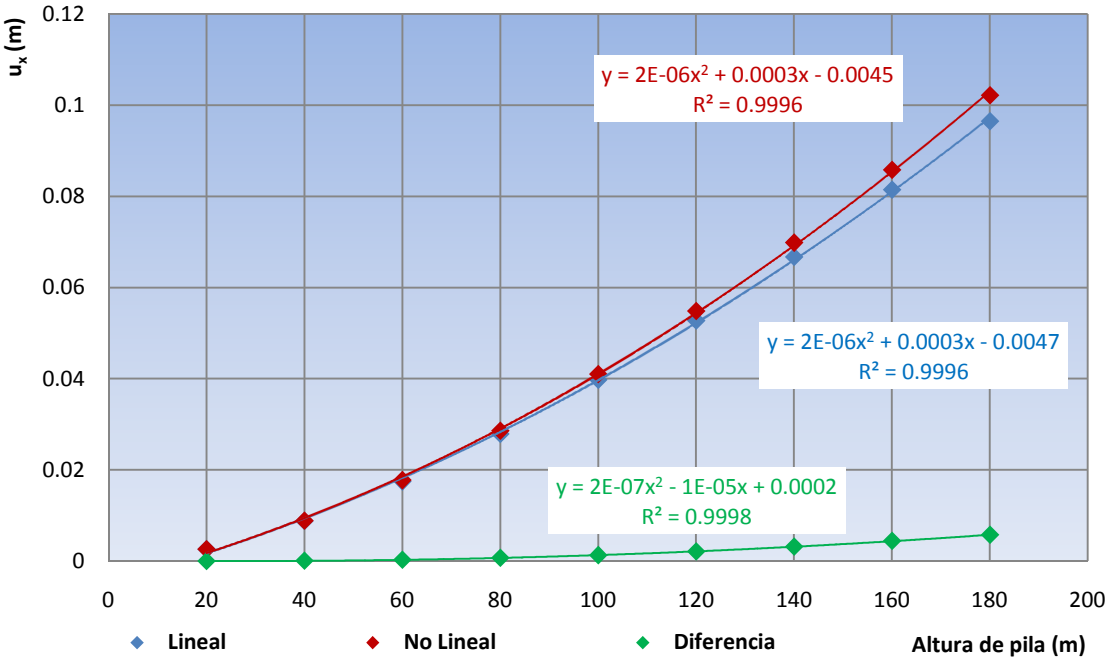


Figura VIII-29. Movimientos en coronación de pila. Análisis lineal y no lineal

8.5.1.4 Pila con variación circular

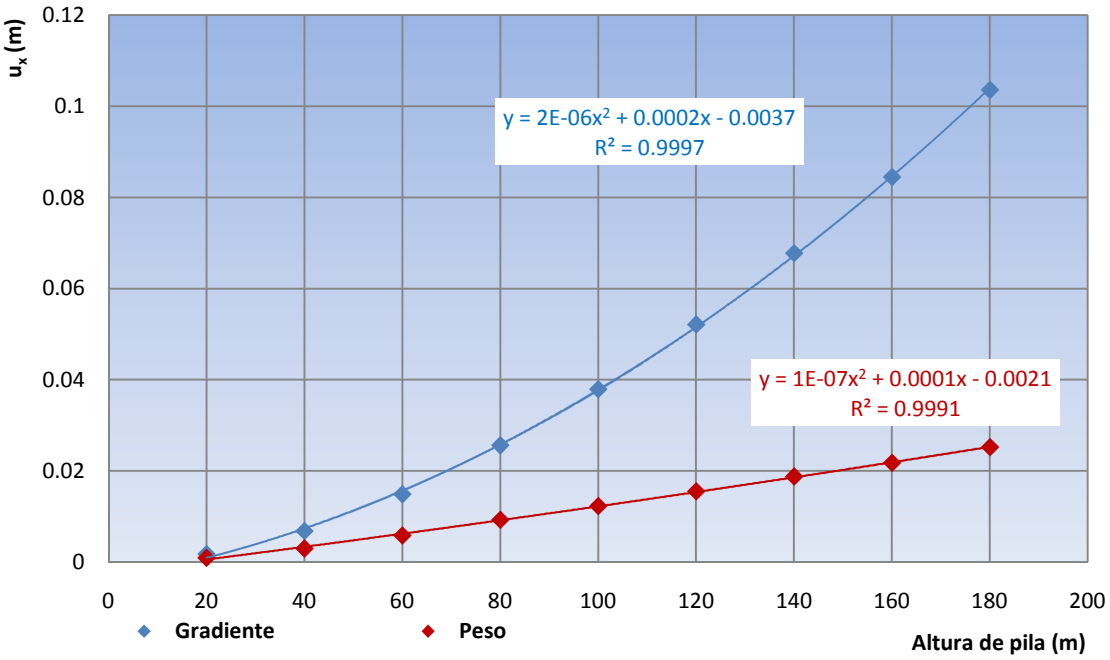


Figura VIII-30. Movimientos en coronación de pila debidos al gradiente térmico horizontal y al peso

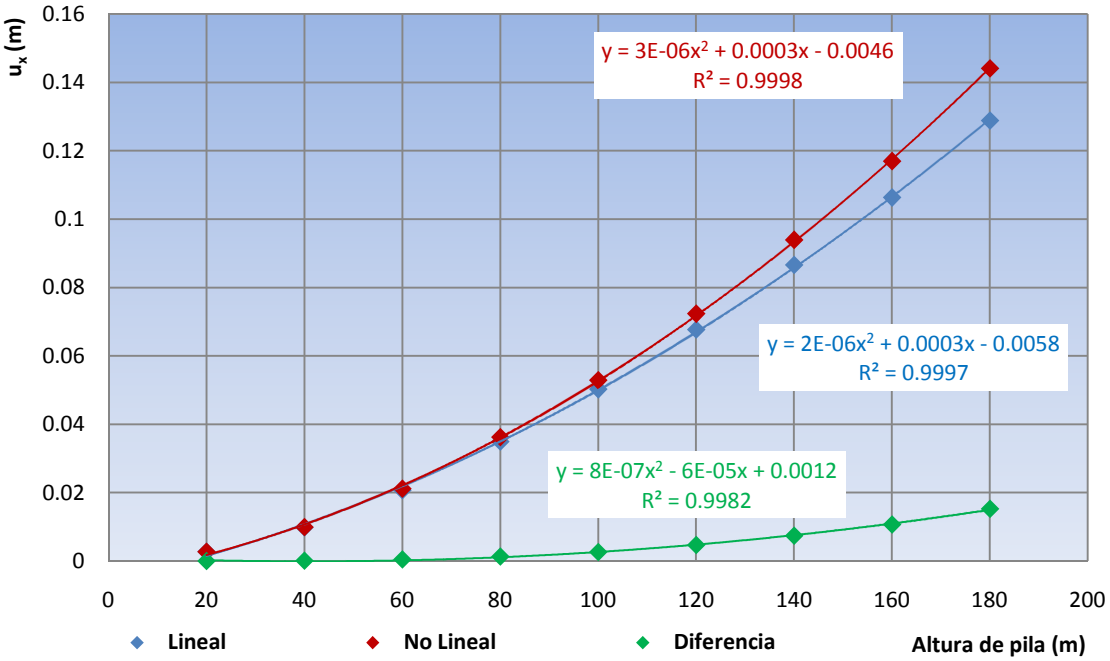


Figura VIII-31. Movimientos en coronación de pila. Análisis lineal y no lineal

8.5.1.5 Análisis comparativo de tipologías y alturas

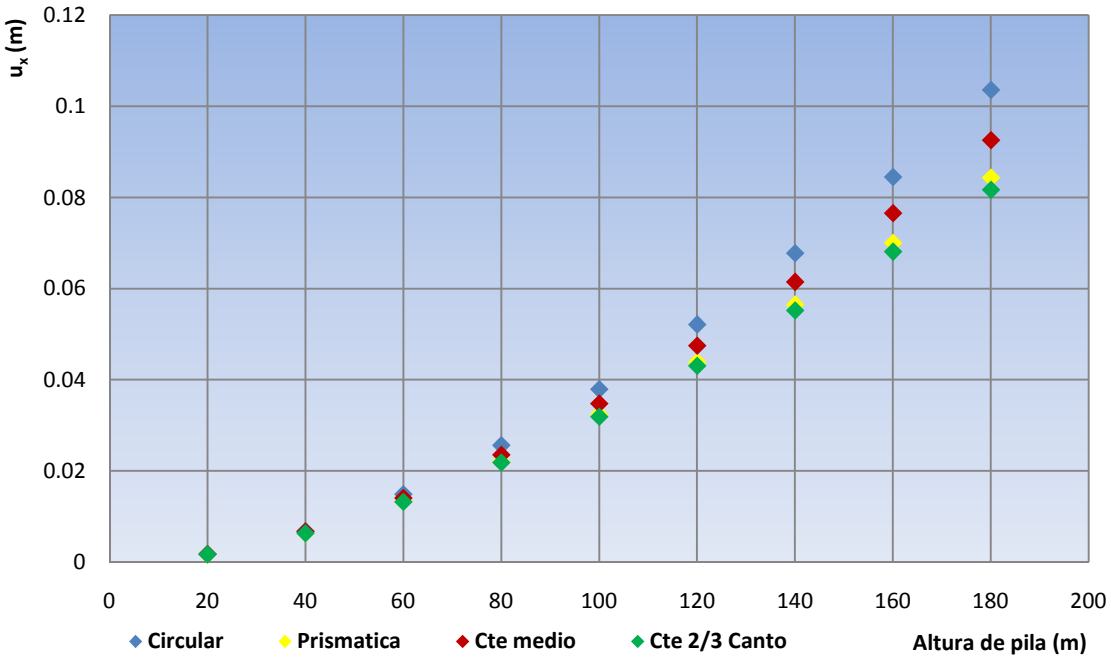


Figura VIII-32. Movimientos en coronación de pila debidos al gradiente térmico horizontal. Análisis paramétrico.

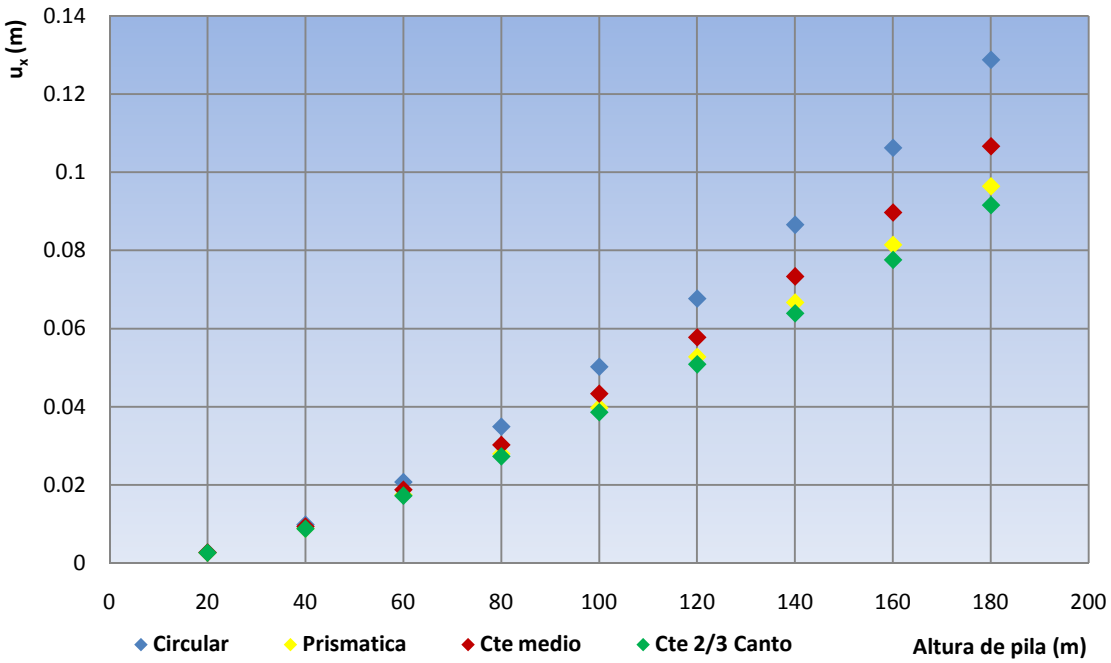


Figura VIII-33. Movimientos en coronación de pila. Cálculo lineal. Análisis paramétrico.

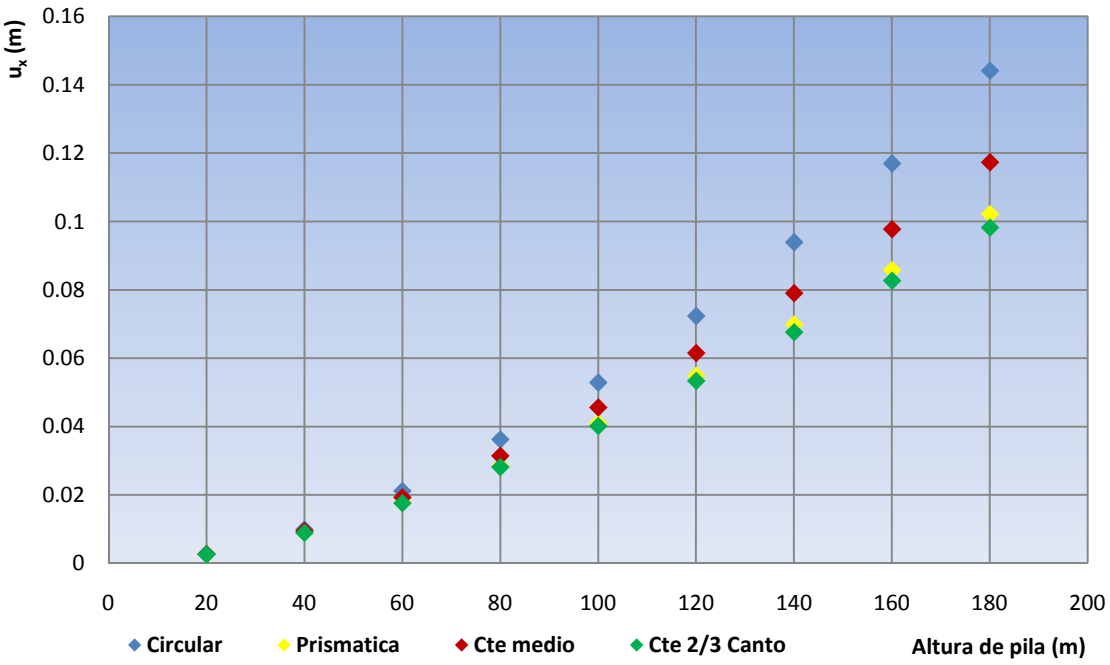


Figura VIII-34. Movimientos en coronación de pila. Cálculo no lineal. Análisis paramétrico.

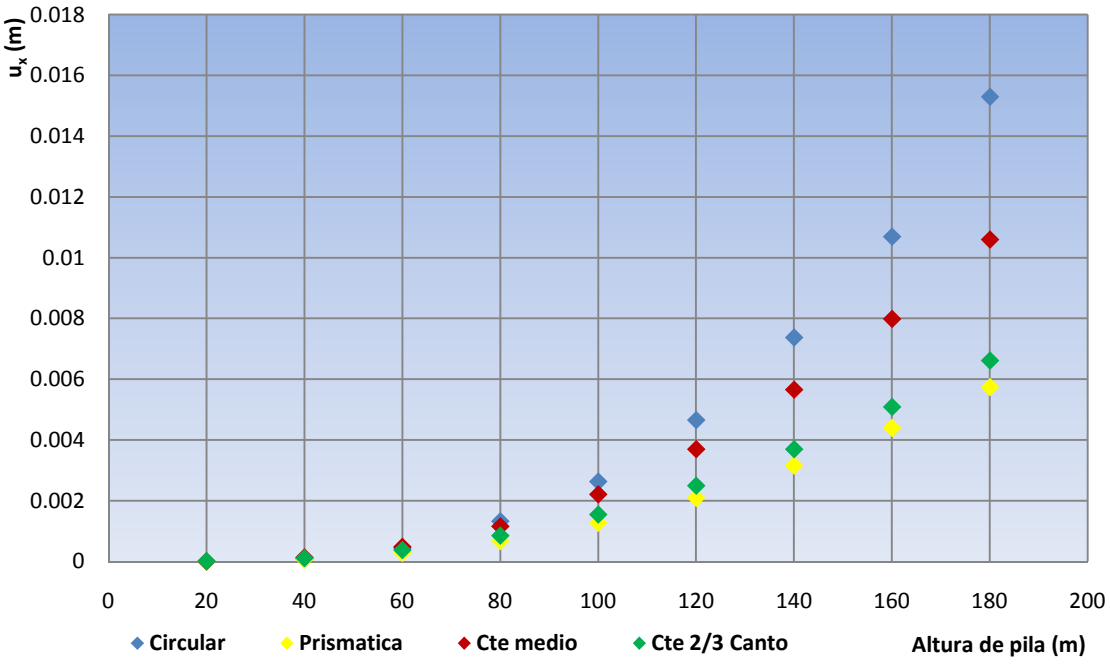


Figura VIII-35. Movimientos en coronación de pila. Diferencia entre Cálculo lineal y no lineal. Análisis paramétrico

En las gráficas representadas se observa cómo, en las tres tipologías de pilas analizadas, correspondientes con secciones cerradas, y para el rango de altura de pilas estudiadas -20 a 180 m-, el comportamiento estructural en dirección longitudinal se puede considerar lineal, puesto que para la estructura completa de la "T" -15 dovelas-, la diferencia entre los movimientos máximos -en análisis lineal y no lineal- en coronación de pila es inferior a 2 cm.

8.5.2 Transversal

8.5.2.1 Pila constante -dimensiones medias-

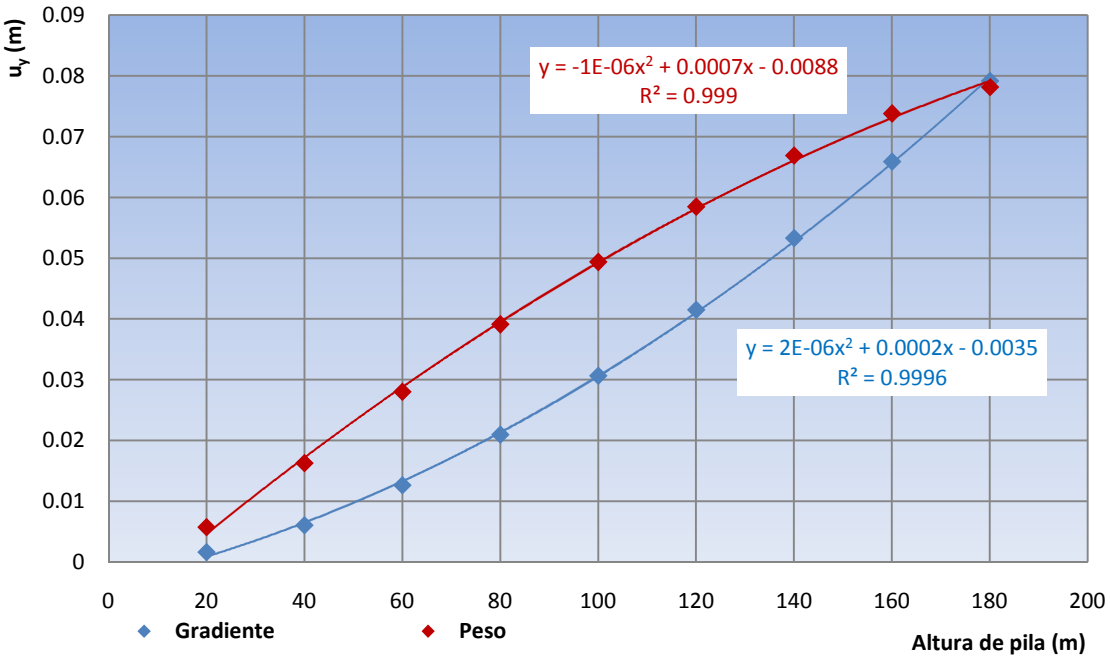


Figura VIII-36. Movimientos en coronación de pila debidos al gradiente térmico horizontal y al peso[170]

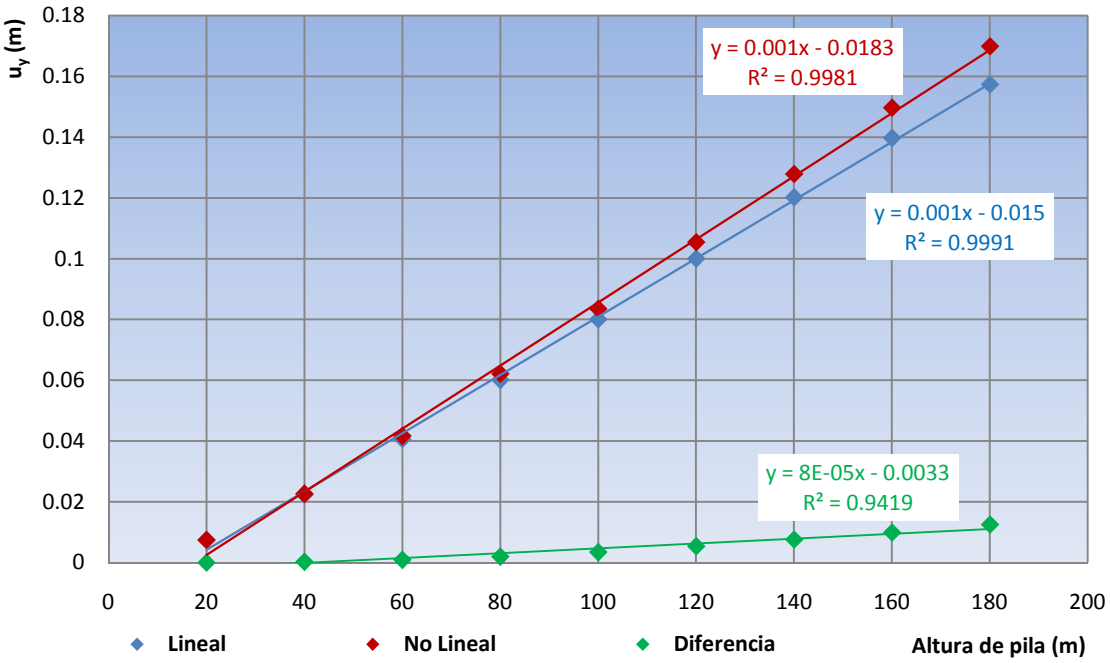


Figura VIII-37. Movimientos en coronación de pila. Análisis lineal y no lineal

[170] Pequeño desequilibrio existente entre dovelas simétricas debido a la diferente geometría; la dovela norte pertenece a un vano de 155 m y la dovela sur a un vano de 175 m.

8.5.2.2 Pila constante -dimensiones 2/3-

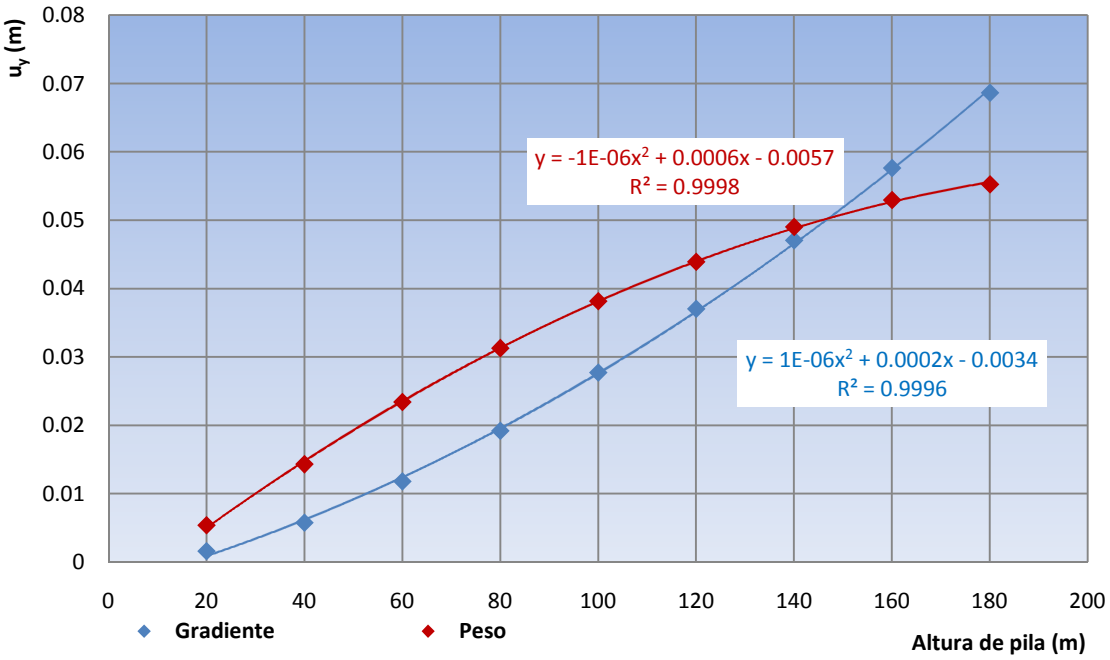


Figura VIII-38. Movimientos en coronación de pila debidos al gradiente térmico horizontal y al peso

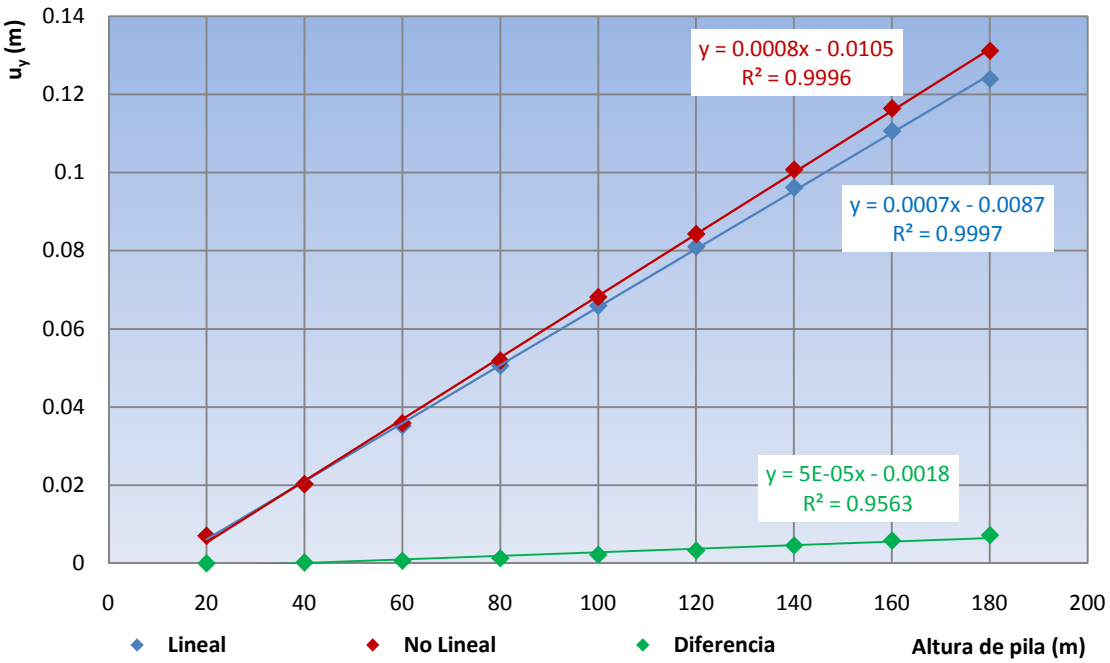


Figura VIII-39. Movimientos en coronación de pila. Análisis lineal y no lineal

8.5.2.3 Pila prismática

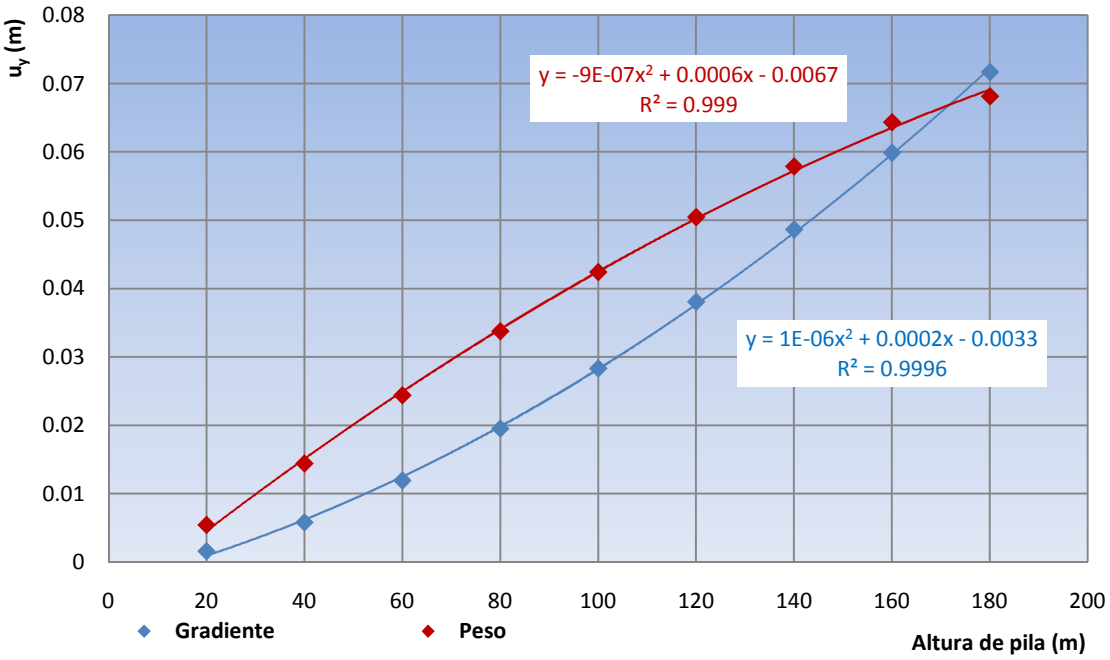


Figura VIII-40. Movimientos en coronación de pila debidos al gradiente térmico horizontal y al peso

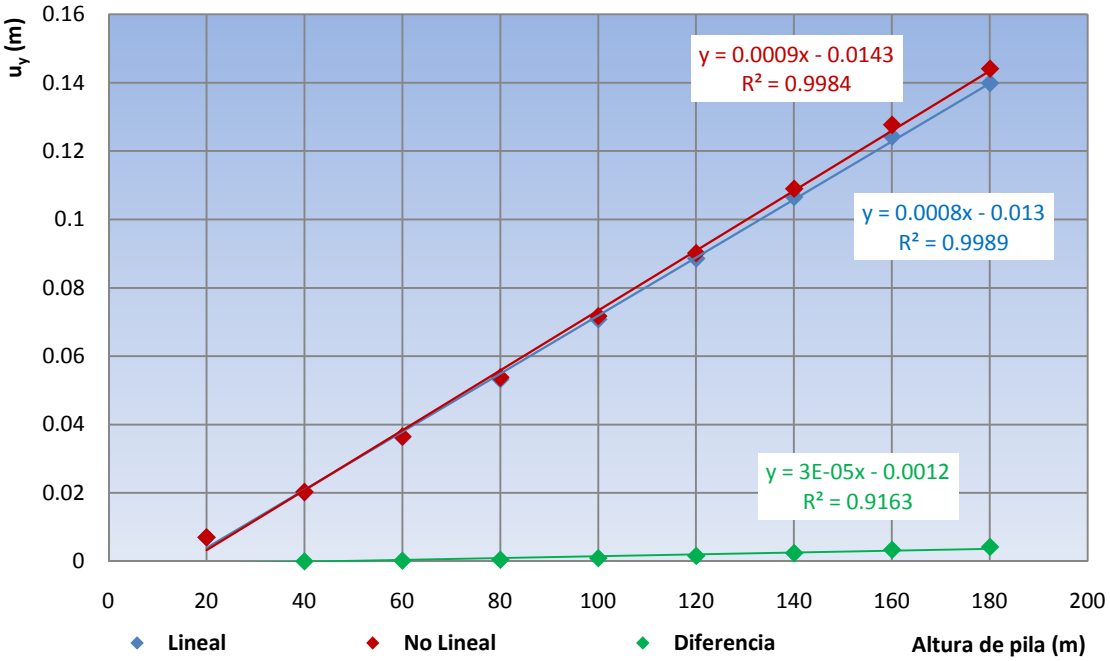


Figura VIII-41. Movimientos en coronación de pila. Análisis lineal y no lineal

8.5.2.4 Pila con variación circular

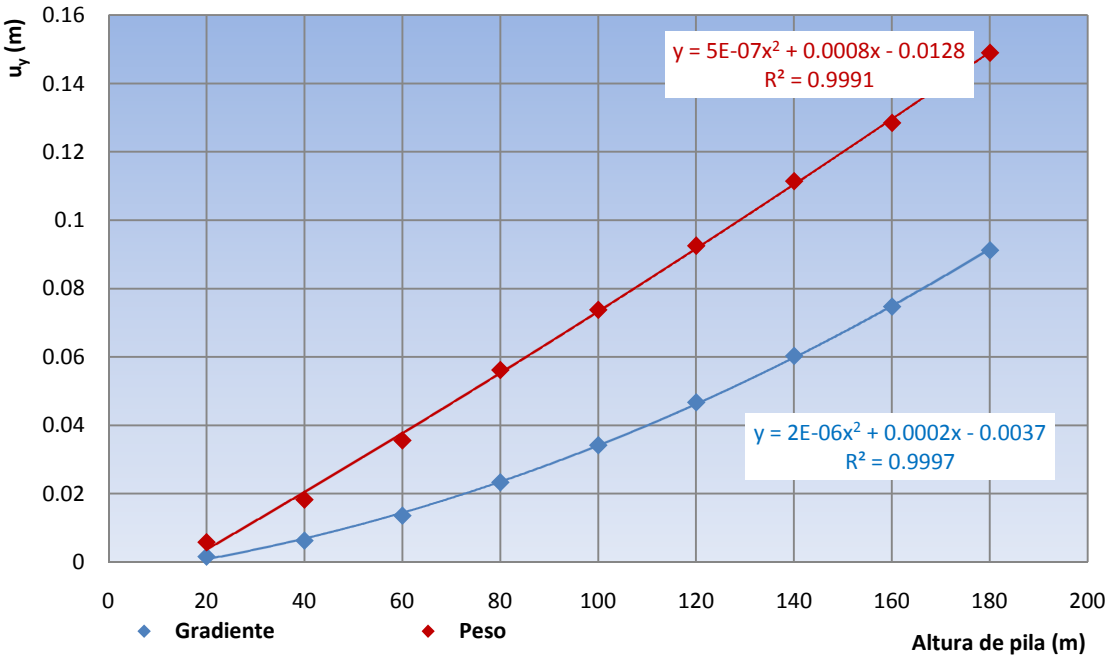


Figura VIII-42. Movimientos en coronación de pila debidos al gradiente térmico horizontal y al peso

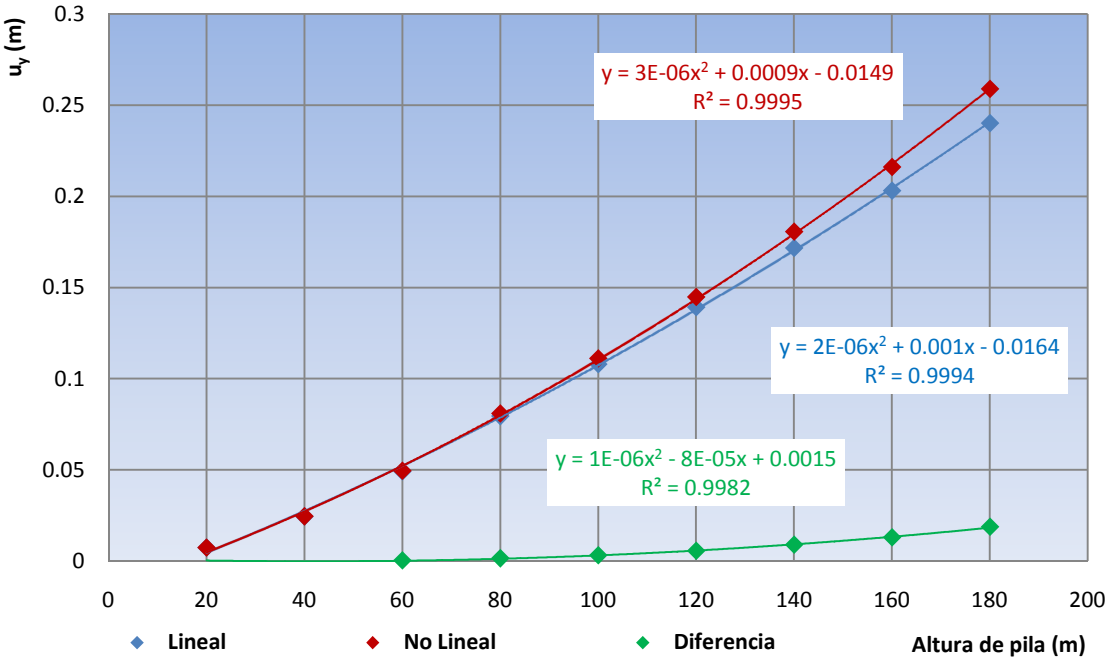


Figura VIII-43. Movimientos en coronación de pila. Análisis lineal y no lineal

8.5.2.5 Análisis comparativo de tipologías y alturas

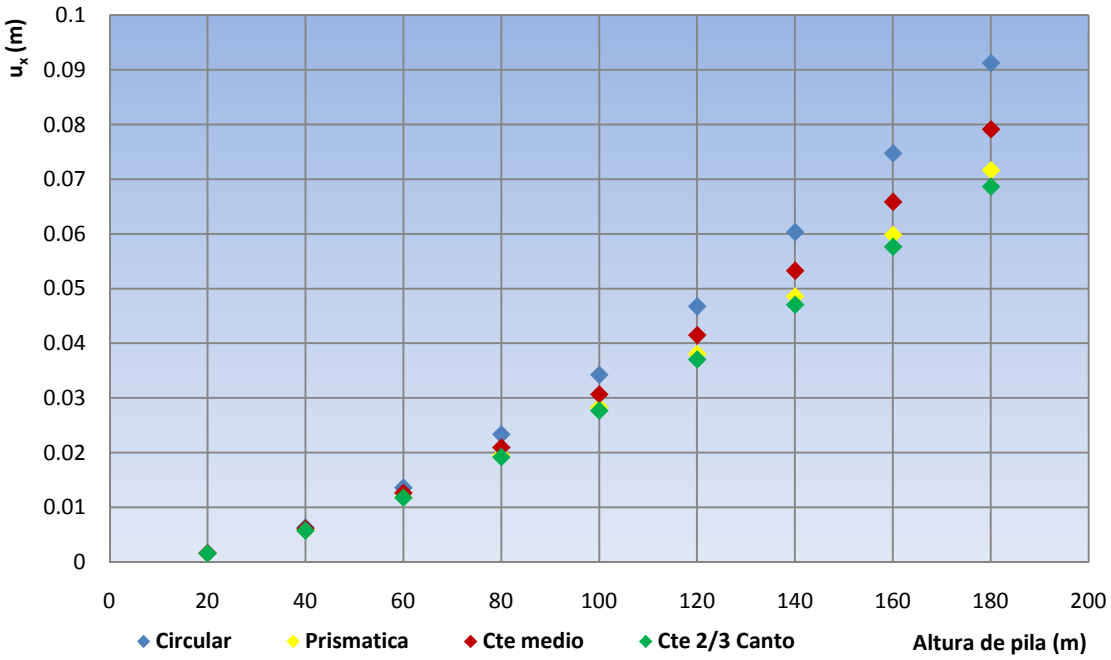


Figura VIII-44. Movimientos en coronación de pila debidos al gradiente térmico horizontal. Análisis paramétrico

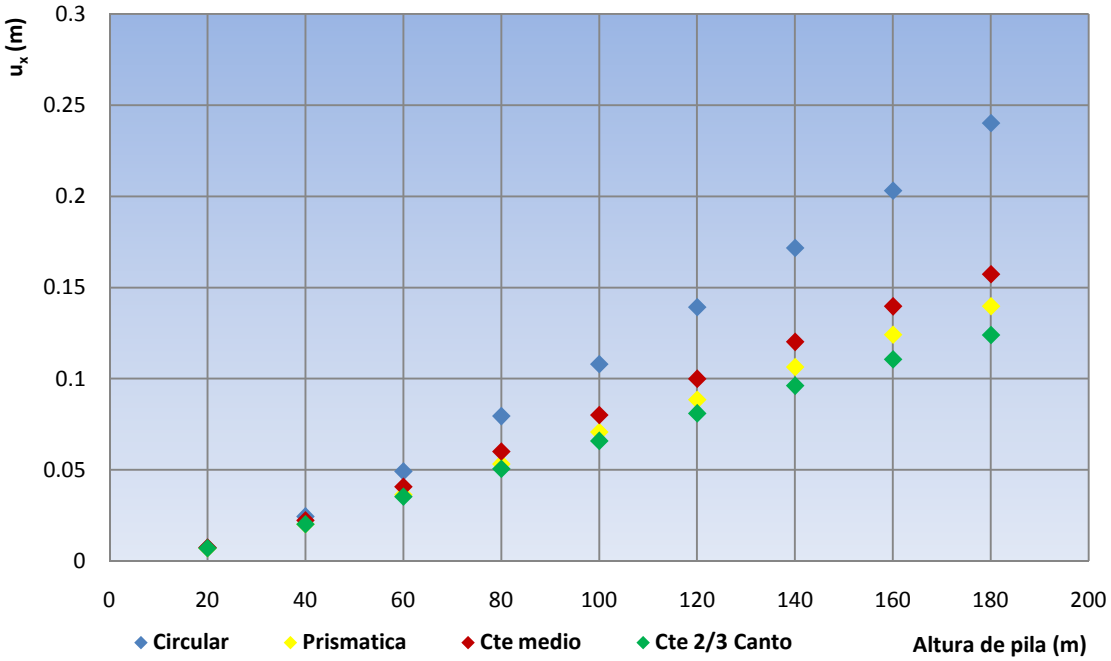


Figura VIII-45. Movimientos en coronación de pila. Cálculo lineal. Análisis paramétrico

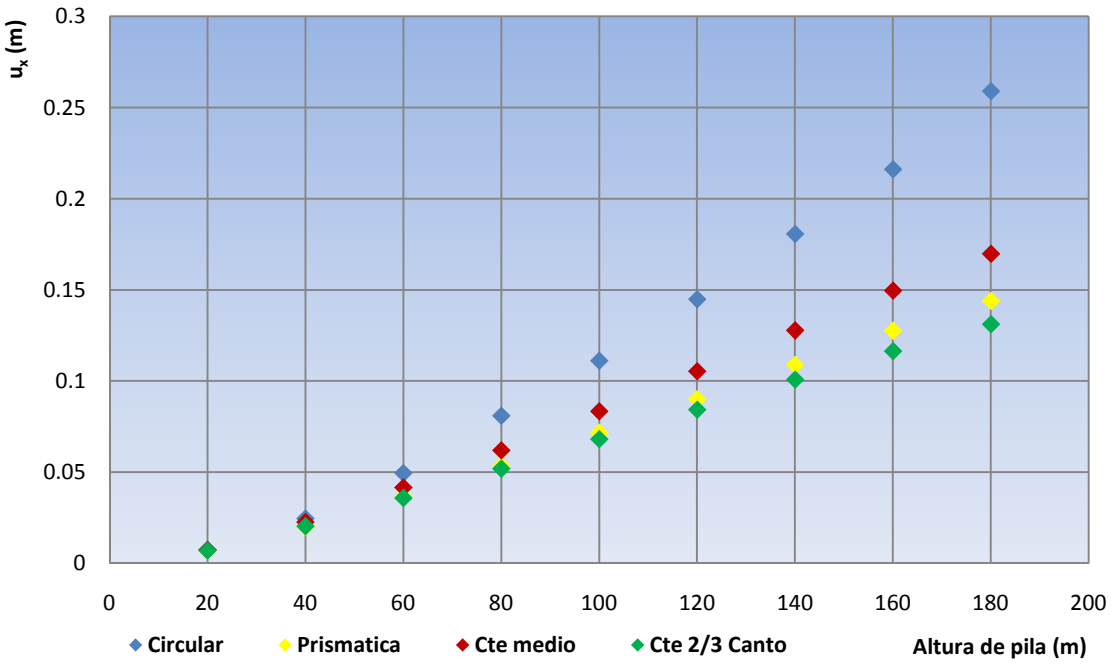


Figura VIII-46. Movimientos en coronación de pila. Cálculo no lineal. Análisis paramétrico

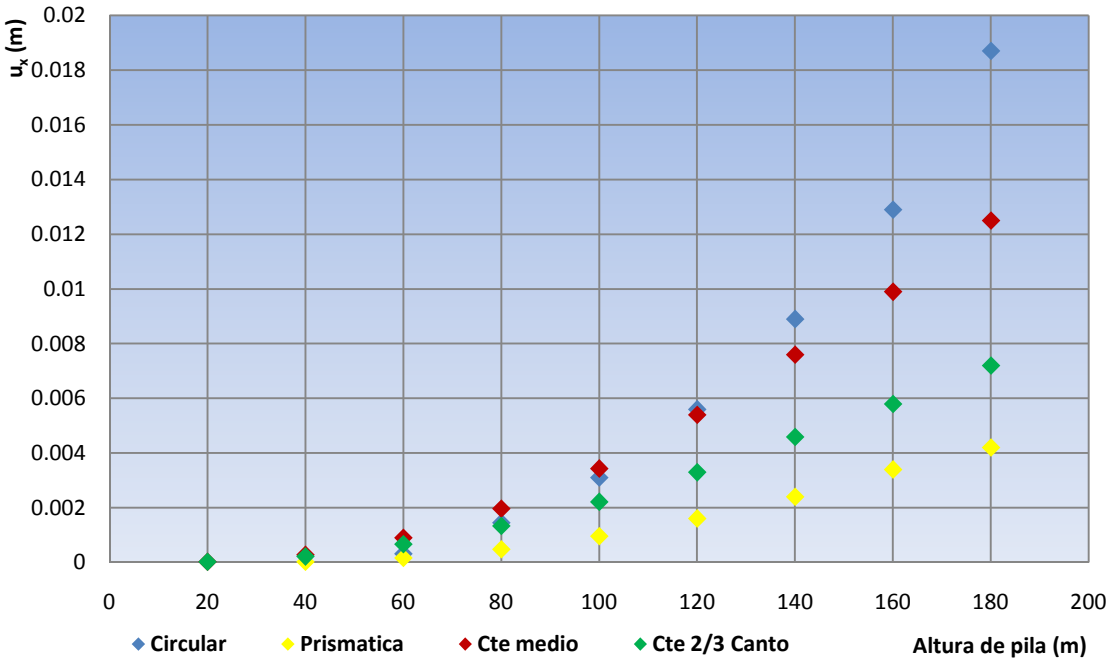


Figura VIII-47. Movimientos en coronación de pila. Diferencia entre Cálculo lineal y no lineal. Análisis paramétrico

En las gráficas representadas se observa cómo, en las tres tipologías de pilas analizadas y para el rango de altura de pilas estudiadas -20 a 180 m-, el comportamiento estructural en dirección transversal se puede considerar lineal, puesto que para la estructura completa de la "T" -15 dovelas-, la diferencia entre los movimientos máximos -en análisis lineal y no lineal- en coronación de pila es inferior a 2 cm.

8.5.3 Conclusiones

En el análisis paramétrico realizado se ha elegido la de variación circular por los siguientes **motivos**:

- Es la más económica.
- Es suficientemente rígida.
- Presenta un comportamiento lineal.
- Su exposición al viento es mínima.
- Se ha simplificado su proceso constructivo con la ejecución de trepas rectas que forman una poligonal y eliminando la variación de las dimensiones de la pila en su parte superior.
- Desde un punto de vista estético, y por tanto, subjetivo, es la más bonita.

8.6 Estudio térmico

En la primera parte del estudio paramétrico se ha considerado un gradiente[171] horizontal de 6.4ºC. En esta segunda parte se generaliza el estudio a un mayor intervalo de variación de temperaturas (10, 15, 20, 25 y 30ºC); se ha elegido como pila base del mismo, la pila de variación circular en el mismo rango de alturas que la primera parte, de 20 hasta 180 m, puesto que en la primera parte de este estudio se ha demostrado que es la más adecuada. Todo ello con el fin de obtener los movimientos en coronación de la pila y en los extremos de la "T", y poder definir así, en cada zona geográfica, la altura a partir de la cual es necesario instrumentar.

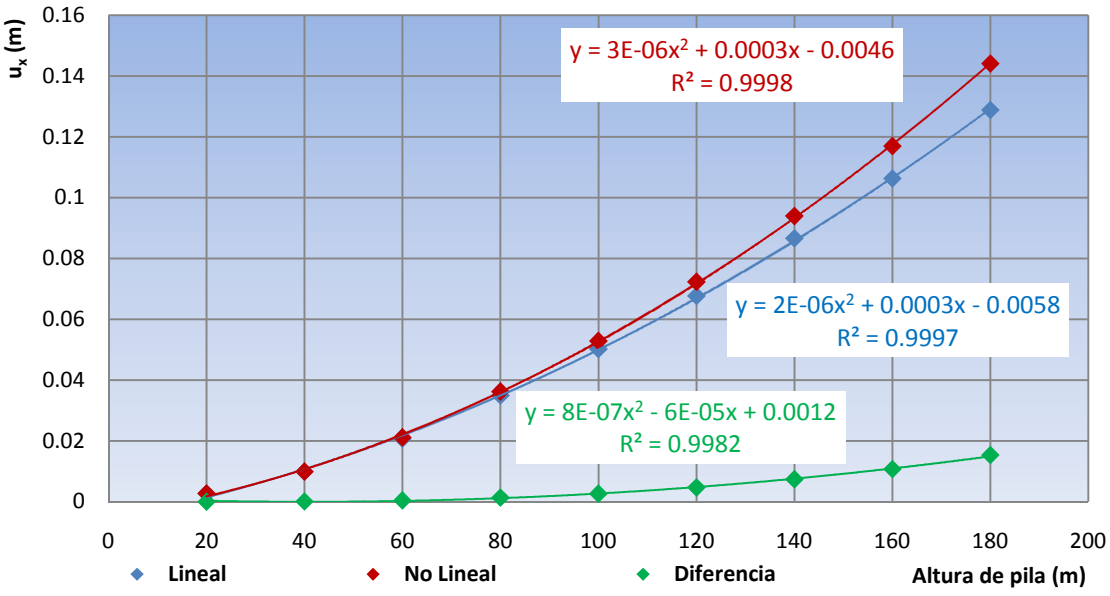


Figura VIII-48. Gradiente 6.4ºC. Movimientos en coronación de pila. Análisis lineal y no lineal

[171] Gradiente considerado en el proyecto de la estructura fruto de la extrapolación de la normativa, tal y como se comenta en el Capítulo VI.

En las gráficas se representan los movimientos en la coronación de la pila, en cálculo lineal y no lineal[172], para cada uno de los gradientes térmicos indicados en las diferentes alturas de pilas analizadas.

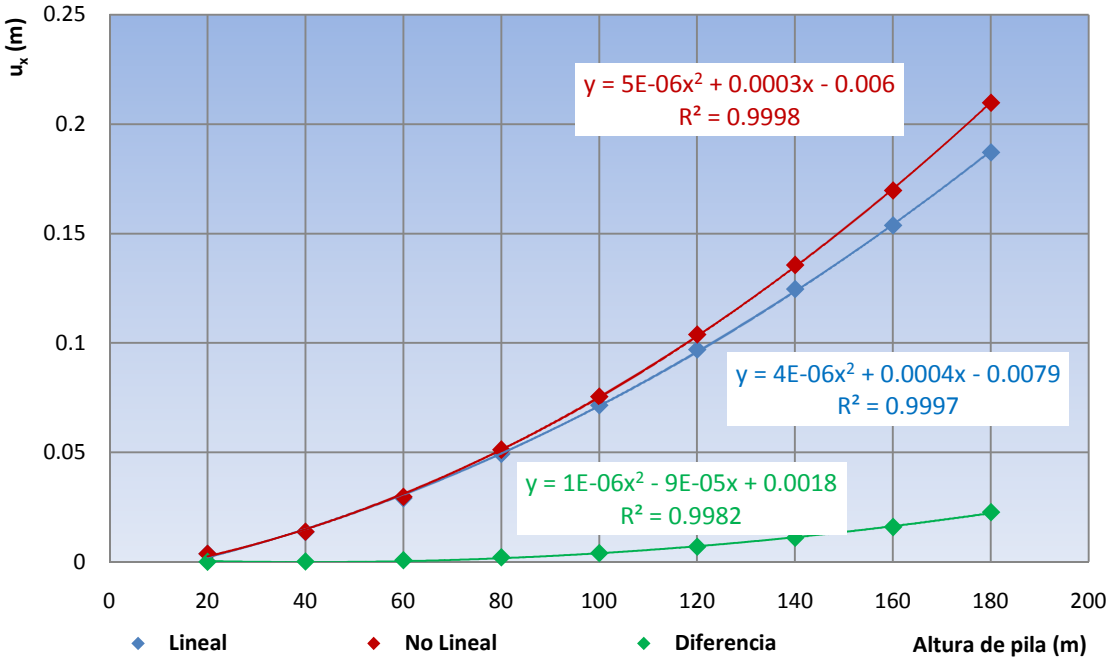


Figura VIII-49. Gradiente 10ºC. Movimientos en coronación de pila. Análisis lineal y no lineal

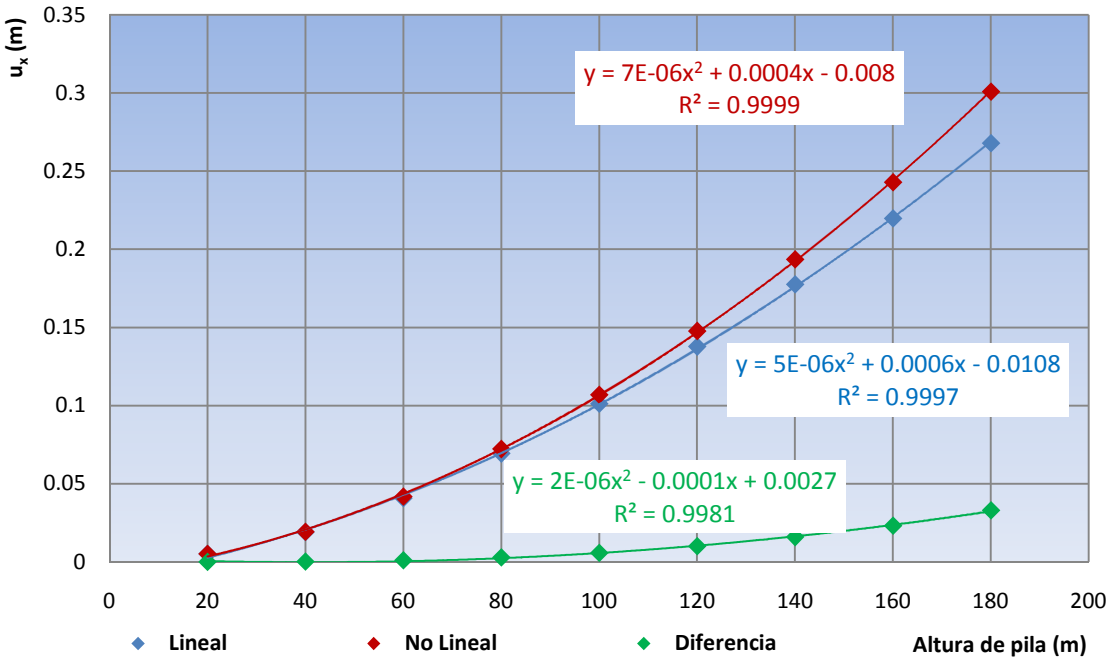


Figura VIII-50. Gradiente 15º. Movimientos en coronación de pila. Análisis lineal y no lineal

[172] Se ha realizado el mismo análisis lineal y no lineal explicado en el Capítulo VI.

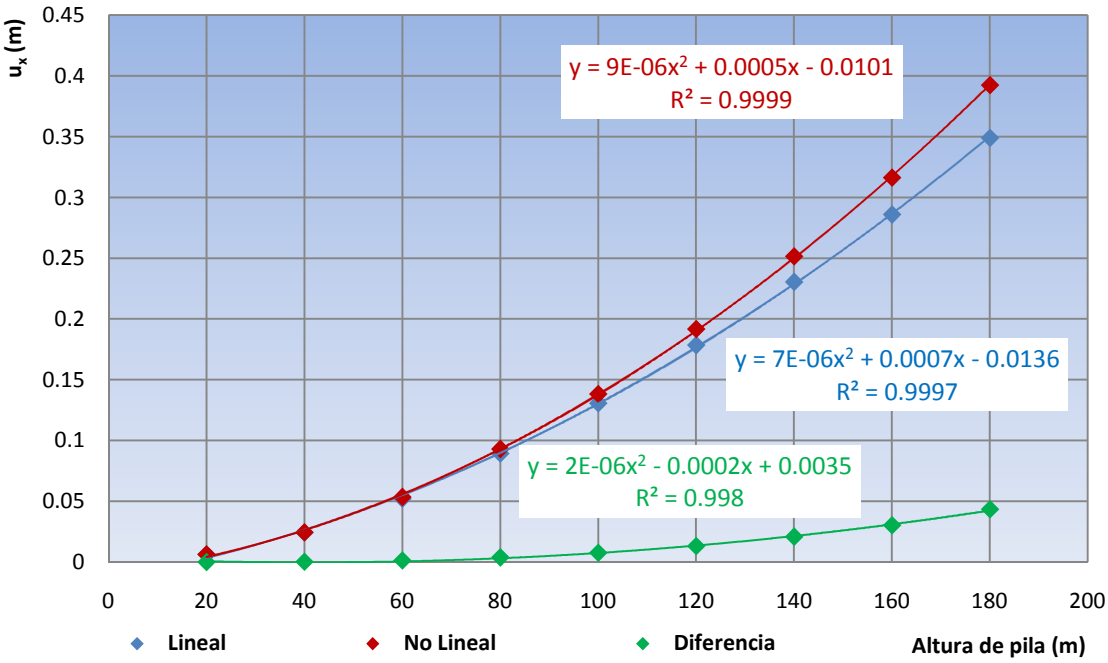


Figura VIII-51. Gradiente 20º. Movimientos en coronación de pila. Análisis lineal y no lineal

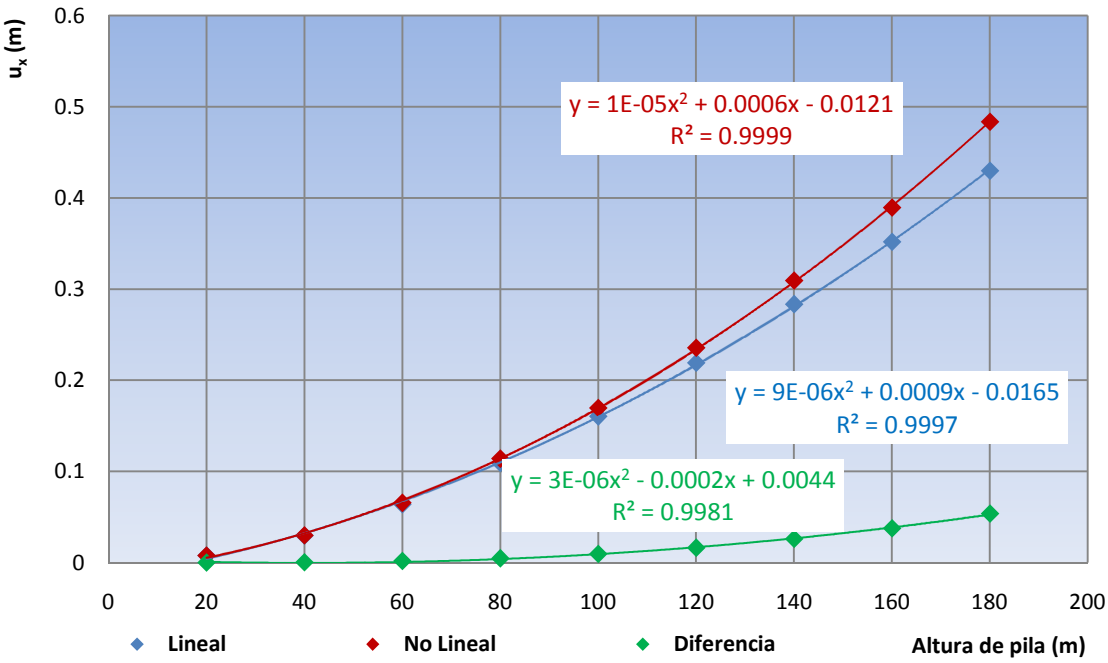


Figura VIII-52. Gradiente 25º. Movimientos en coronación de pila. Análisis lineal y no lineal

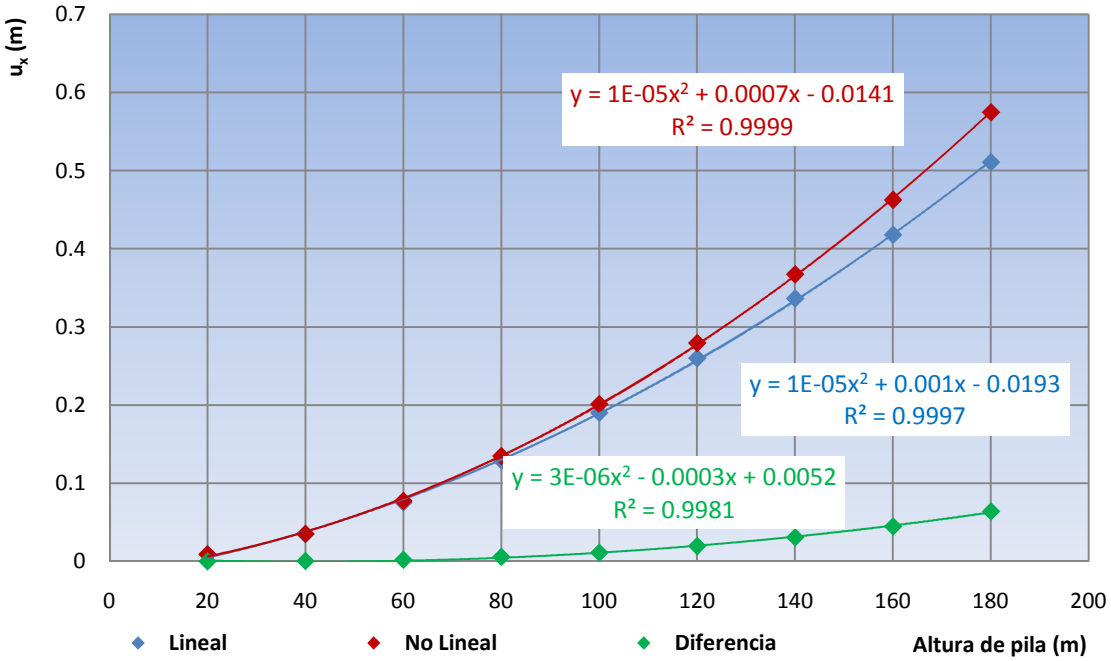


Figura VIII-53. Gradiente 30º. Movimientos en coronación de pila. Análisis lineal y no lineal

Para todas las alturas estudiadas y en el intervalo térmico estudiado, se observa un comportamiento lineal, con pequeñas diferencias en los movimientos en cálculo lineal y no lineal.

Por otro lado, los movimientos en los extremos de la "T" se representan en la Figura VIII-54.

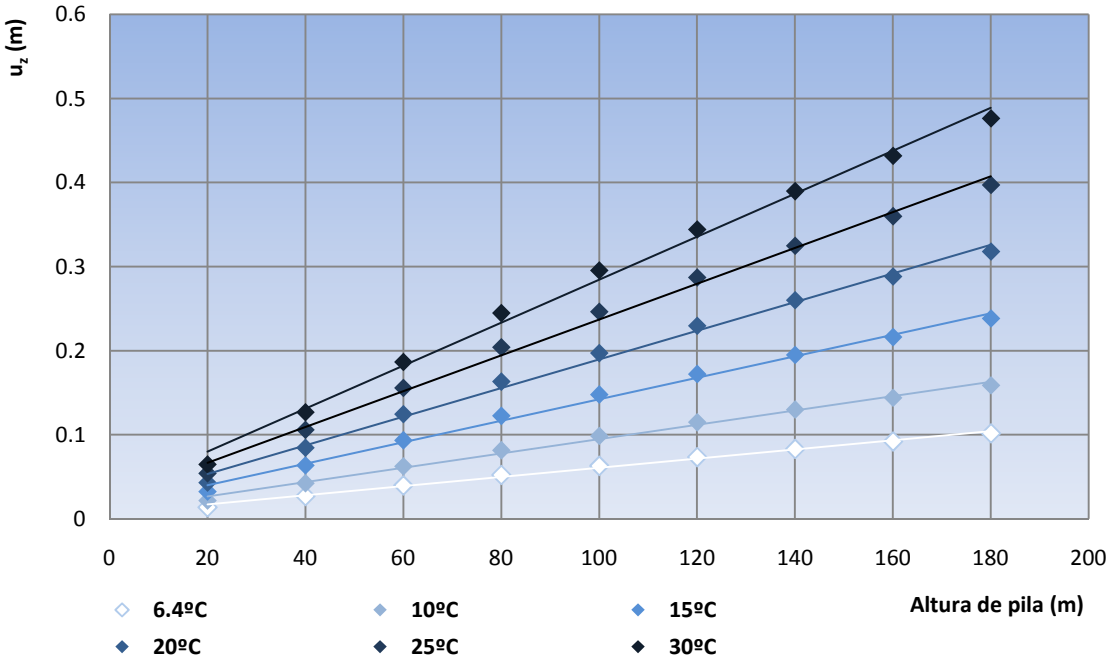


Figura VIII-54. Relación Movimiento-Altura para distintos gradientes térmicos

En la Tabla VIII-8 se indican los modelos de regresión lineal *Movimiento-Altura* obtenidos.

Gradiente (ºC)	Movimiento (y) - Altura (x)	R^2
6.4	y = 0.0005x + 0.0062	0.995
10	y = 0.0009x + 0.0097	0.995
15	y = 0.0013x + 0.0145	0.995
20	y = 0.0017x + 0.0193	0.995
25	y = 0.0021x + 0.0241	0.995
30	y = 0.0026x + 0.0289	0.995

Tabla VIII-8. Modelos de regresión lineal. Movimiento-Altura. Análisis paramétrico térmico

En la Tabla VIII-9 se indican los movimientos debidos al desfase de una dovela y de una fase (desfase real) y los provocados por los diferentes gradientes térmicos analizados, para cada altura de pila considerada.

	Movimientos (m)							
	Desfase		Gradiente (ºC)					
Altura (m)	**Dovela**	**Real: 1 fase**	**6.4**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**
20	0.593	0.319	0.014	0.022	0.032	0.043	0.054	0.065
40	0.570	0.307	0.027	0.042	0.063	0.085	0.106	0.127
60	0.554	0.298	0.040	0.062	0.093	0.125	0.156	0.187
80	0.537	0.289	0.052	0.082	0.122	0.163	0.204	0.245
100	0.508	0.274	0.063	0.099	0.148	0.197	0.246	0.296
120	0.487	0.263	0.073	0.115	0.172	0.230	0.287	0.344
140	0.471	0.254	0.083	0.130	0.195	0.260	0.325	0.390
160	0.455	0.245	0.092	0.144	0.216	0.288	0.360	0.432
180	0.445	0.240	0.102	0.159	0.238	0.318	0.397	0.477

Tabla VIII-9. Comparativa de Movimientos en los extremos de la "T": Desfase de dovelas 15 y Gradiente térmico

En dicha tabla se han sombreado aquéllos que son superiores a 5 cm.

En la última tabla se indica el porcentaje de la flecha debida al gradiente térmico considerado en relación con el desfase de dovela real.

	Gradiente (ºC)					
Altura (m)	**6.4**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**
20	4.3%	6.8%	10.2%	13.5%	16.9%	20.3%
40	8.8%	13.8%	20.7%	27.6%	34.4%	41.4%
60	13.4%	20.9%	31.3%	41.7%	52.2%	62.6%
80	18.1%	28.2%	42.3%	56.4%	70.6%	84.7%
100	23.0%	36.0%	54.0%	72.0%	90.0%	108.0%
120	28.0%	43.7%	65.6%	87.5%	109.3%	131.2%
140	32.8%	51.2%	76.8%	102.4%	128.0%	153.6%
160	37.6%	58.8%	88.2%	117.6%	147.0%	176.4%
180	42.4%	66.2%	99.4%	132.5%	165.6%	198.7%

Tabla VIII-10. Porcentaje de flechas de gradiente en relación con desfase de dovela real

En dicha tabla se han sombreado aquéllos que son superiores al 20%.

CAPÍTULO IX. CONCLUSIONES, PROPUESTAS Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo comienza con una búsqueda bibliográfica relacionada con la instrumentación y el gradiente horizontal térmico; está basado en la instrumentación de la pila 2 del Viaducto de Montabliz. Para el contraste de sus resultados se ha realizado un modelo teórico específico. Además se ha generalizado a un amplio rango de alturas y a diferentes climatologías.

La mayor aportación de este trabajo la constituyen cuatro propuestas relacionadas con la altura mínima de pila a partir de la cual es necesario instrumentar el gradiente horizontal térmico, el número mínimo de sensores que hay que instalar, el establecimiento del gradiente horizontal térmico en futuras normativas y una recomendación de un sistema de monitorización.

Por último, este trabajo puede ser el comienzo de varias líneas de investigación, tanto dentro de esta misma estructura como en otras, relacionadas con la temperatura o con otras acciones.

9.1 Conclusiones

En este trabajo de investigación se ha analizado la instrumentación como una nueva herramienta para conocer el comportamiento estructural de los puentes; en concreto, se ha estudiado la respuesta de una pila de gran altura ante la acción de un gradiente horizontal térmico, mediante el contraste de los resultados obtenidos en la instrumentación y los obtenidos a partir del cálculo numérico.

Para ello se ha procedido de la siguiente forma:

- Se ha realizado una profunda búsqueda bibliográfica de trabajos similares realizados, en la que se ha comprobado que:
  - La instrumentación es una técnica fiable, económica y accesible en tiempo real.
  - Los efectos térmicos han preocupado siempre a los ingenieros estructurales si bien han analizado otros fenómenos, dejando de lado el gradiente térmico.
- Se ha instrumentado convenientemente la pila con el fin de conocer las temperaturas y los giros a lo largo del tiempo, y se han analizado e interpretado los registros tomados. De esta forma, se han establecido unas relaciones entre las temperaturas en el interior del hormigón y la temperatura ambiente, y entre el gradiente horizontal y dicha temperatura. Además se han realizado dos propuestas de normativa.
- Se ha desarrollado un modelo específico para el cálculo y el control de los movimientos de la "T" de la pila 2 -pila más alta de la estructura- durante la ejecución de su tablero por avance en voladizo.
- Se han contrastado los resultados de la instrumentación con los del cálculo teórico.
- Se ha realizado un análisis paramétrico, en el que se ha comprobado que la pila de variación circular es la tipología de pila más adecuada.
- Por último, se han realizado 4 propuestas, relacionadas tanto con la instrumentación como con el gradiente horizontal térmico, y se han establecido las futuras líneas de investigación. La mayor aportación de este trabajo son precisamente estas 4 propuestas.

9.2 Propuestas

9.2.1 Propuesta Nº1: Altura mínima de pila

Se considera necesario controlar los giros y las temperaturas de una pila, es decir, las flechas de los extremos de una "T", siempre que se cumplan alguno de los siguientes condicionantes:

- Flecha debido al gradiente superior a 5 cm: en una longitud de dovela de 5 m supone una inclinación del 1%. Por debajo de dicho valor el error o diferencia en la rasante es asumible.
- Flecha debida al gradiente superior al 20% de la flecha debida al hormigonado asimétrico de las distintas fases de las dovelas.

De esta forma, y teniendo en cuenta el Análisis Paramétrico realizado en el Capítulo VIII, en las distintas zonas geográficas en las que se divide España, es necesario instrumentar a partir de las siguientes alturas:

	Zona	Gradiente (ºC)	Altura (m)
Santander	I	11.1	60
Montabliz	II	13.7	40
Barcelona	III	15.4	40
Zaragoza	IV	16.8	40
Madrid	V	18.0	40

Tabla IX-1. Altura mínima de pilas a instrumentar. España

Figura IX-1. Zonas climáticas. España

En la Tabla IX-2 se aporta una generalización a otros climas; de esta forma, se indica la altura mínima de pila que es necesario instrumentar en función del gradiente térmico.

Gradiente (ºC)	Altura (m)
6.4	80
10.0	60
15.0	40
20.0	40
25.0	20
30.0	20

Tabla IX-2. Altura mínima de pilas a instrumentar. Otros climas

9.2.2 Propuesta Nº2: Número mínimo de sensores

Tal y como se ha comentado en el Capítulo relativo al Contraste de Resultados, la temperatura en el interior del hormigón -termómetros medio e interior- es muy estable y, por tanto, sus mediciones no aportan información al gradiente horizontal de las pilas. De esta forma, dichos termómetros se podrían suprimir siempre que el único objetivo de la

instrumentación térmica sea obtener dicho gradiente. En este sentido, los canales empleados se podrían haber reducido al 40%, tal y como se muestra en las siguientes figuras.

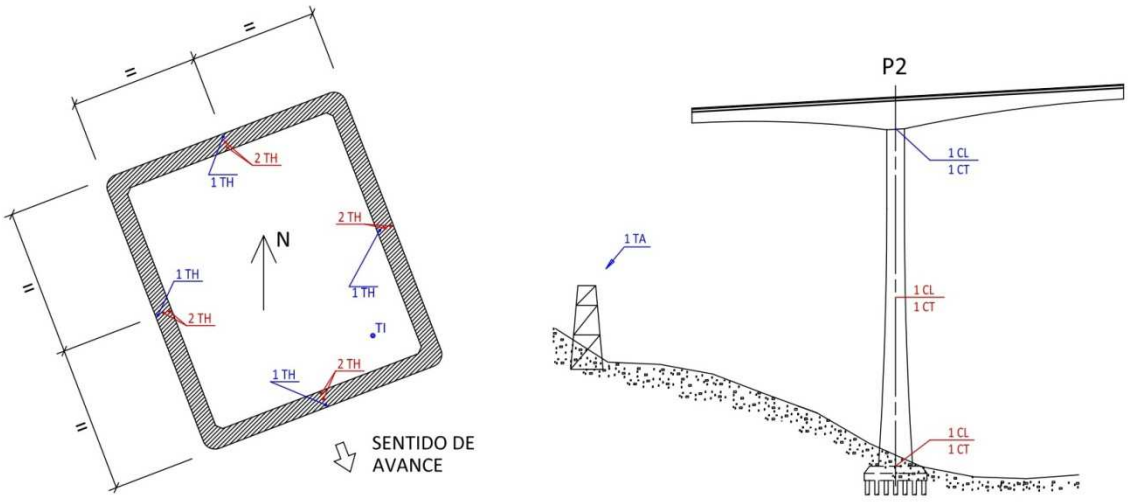


Figura IX-2. Instrumentación respuesta térmica. Viaducto de Montabliz

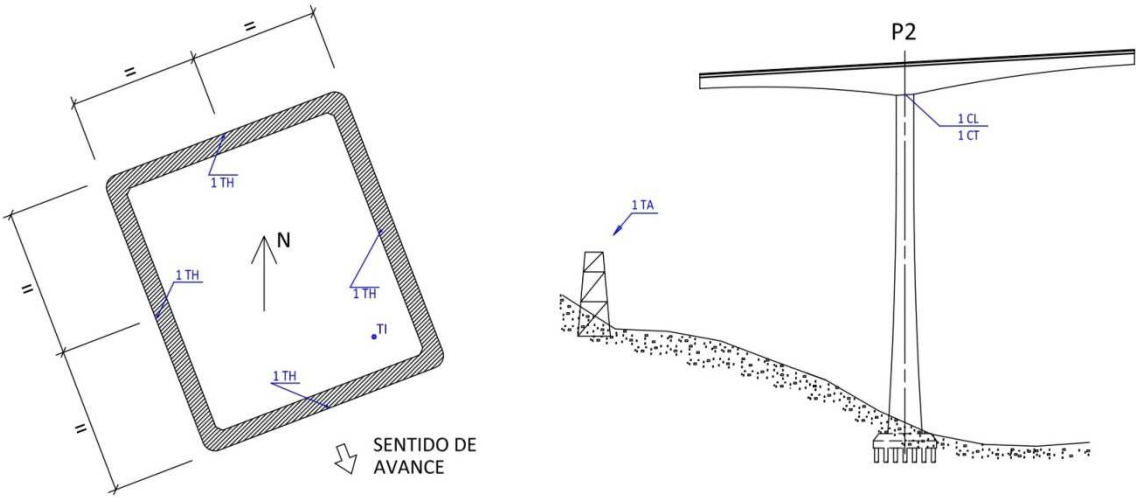


Figura IX-3. Instrumentación respuesta térmica. Propuesta

9.2.3 Propuesta Nº3: Establecimiento del gradiente térmico en futuras normativas

Una vez establecida la máxima variación anual de temperaturas, tras el análisis realizado en este trabajo, se establecen las siguientes relaciones del gradiente térmico horizontal, tanto longitudinal como transversal con la temperatura ambiente.

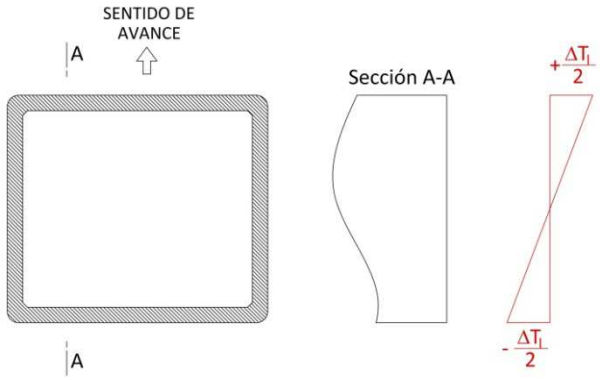


Figura IX-4. Gradiente longitudinal en una pila

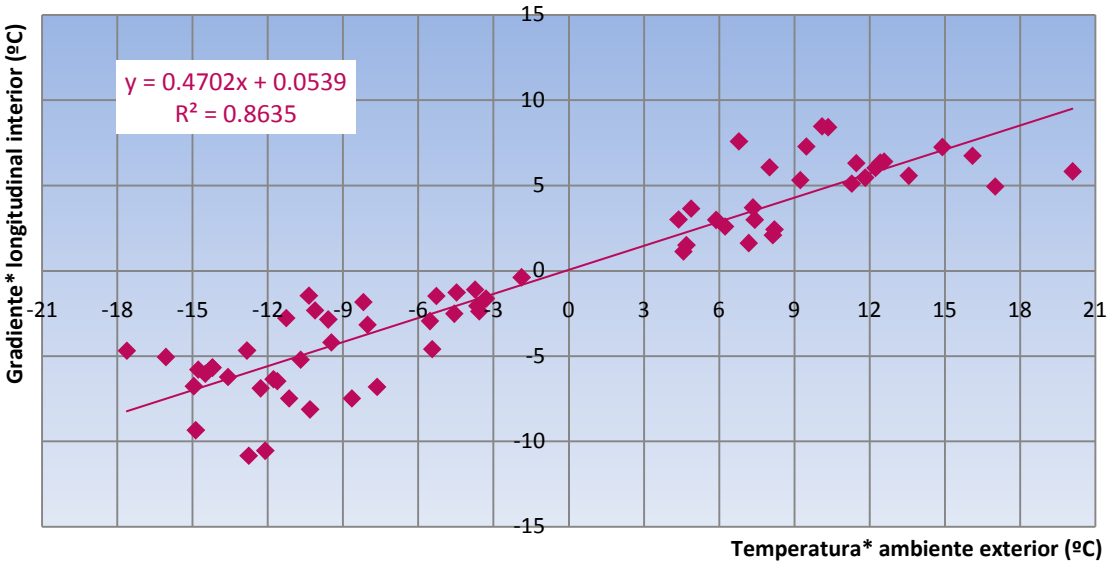


Figura IX-5. Relación entre el gradiente longitudinal y la variación de la temperatura

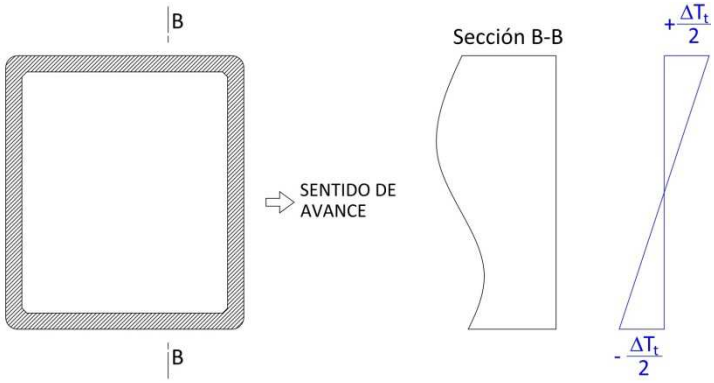


Figura IX-6. Gradiente transversal en una pila

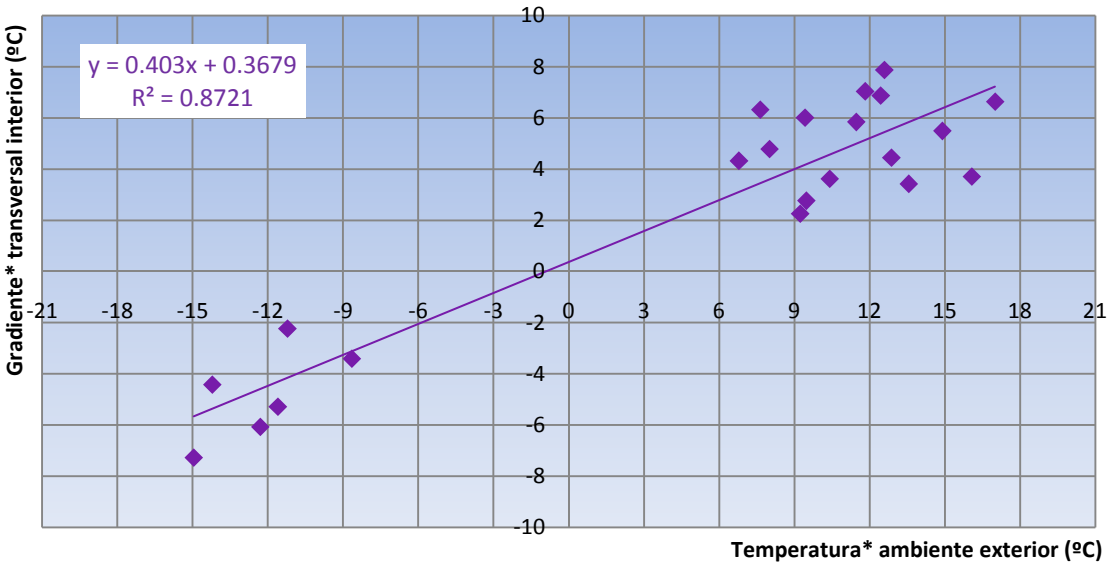


Figura IX-7. Relación entre el gradiente transversal y la variación de la temperatura

9.2.4 Propuesta Nº4: Sistema de instrumentación

La cuarta y última propuesta consiste en una recomendación de un sistema de instrumentación, es decir, de sus sensores, de su sistema de adquisición de datos y de su programa de control, basada en los 367 puentes estudiados:

- Los sensores más adecuados son los de fibra óptica, siendo éstos *intrínsecos* en el caso de los extensómetros y *extrínsecos* en el resto de dispositivos de medida. Se recomienda que los extensómetros sean *distribuidos* ya que simplifican el cableado y reducen la multiplicidad de sensores.
- El modo de transmisión más aconsejable es la fibra óptica.
- Existen varios programas más y menos comerciales que permiten procesar la información obtenida. Cualquiera de ellos es válido.
- Por último, es necesario que el sistema tenga alimentación eléctrica continua para evitar la pérdida de medidas. En este sentido, siempre que sea posible se conectará a la red eléctrica. En su defecto, un SAI conectado a un grupo electrógeno alimentará el sistema. En este caso se planificarán y preverán la duración de las paradas del grupo para dimensionar convenientemente el SAI.

9.3 Futuras líneas de investigación

A lo largo del desarrollo de este trabajo se han ido descubriendo otros campos de investigación, dentro de la estructura objeto de estudio, dentro de la instrumentación de estructuras, y/o relacionadas directamente con la temperatura. A continuación se describen brevemente las principales directrices de trabajo a desarrollar en cada uno de ellos.

9.3.1 Dentro del marco de la instrumentación del Viaducto de Montabliz

9.3.1.1 Acciones térmicas

9.3.1.1.1 Gradiente horizontal de las pilas

En este trabajo se ha obtenido la relación entre el gradiente térmico horizontal de las pilas y el giro de las mismas, particularizado en la instrumentación del Viaducto de Montabliz, que como ya se ha comentado anteriormente, posee una clara orientación en planta norte-sur. Es conveniente contrastar este estudio con otras estructuras con diferentes orientaciones en planta, este-oeste y oblicuas, y en diferentes climas, gradientes térmicos superiores.

Además, se ha empezado a estudiar la inercia térmica del hormigón ante las variaciones térmicas. En el tramo de estudio[173] indicado en el Capítulo V, se ha analizado lo siguiente:

- Diferencia en tiempo entre dos puntos críticos en función de la temperatura ambiente.

	Tiempo				
Ambiente		Norte		Sur	
Exterior	Interior	Exterior	Medio	Medio	Exterior
(ºC)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)
16.1	0.0	0.2	4.2	5.2	0.3
9.0	0.7	0.2	5.7	4.7	0.4
21.3	3.9	5.7	9.7	8.7	0.9
8.8	0.2	1.1	5.8	5.4	1.1
23.7	2.0	4.1	9.0	7.7	0.0
12.2	0.4	3.8	7.8	8.1	3.9
25.8	1.7	2.9	0.0	8.3	0.5

Tabla IX-3. Inercia térmica en función de la temperatura ambiente. Tramo de estudio[173]

A partir de los datos de la Figura IX-8 y de las demás realizadas, si bien es difícil establecer una correlación, se pueden ordenar las posiciones de las sondas de temperatura de menor a mayor inercia térmica de la siguiente forma: ambiente interior, sur exterior, norte exterior, sur medio y norte medio.

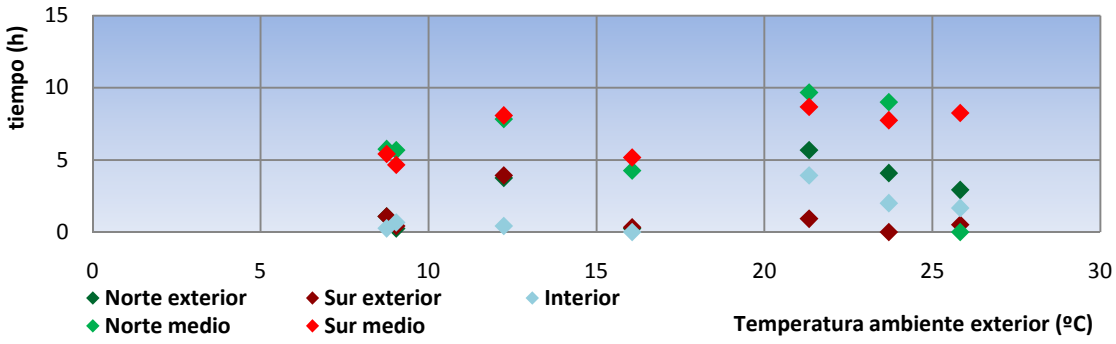


Figura IX-8. Inercia térmica en función de la temperatura ambiente. Tramo de estudio[173]

[173] Estudio longitudinal del tramo intermedio del intervalo *Entre dovelas 8 y 9* comprendido entre el día 8 de agosto de 2007 a las 8:35 y el día 12 de agosto de 2007 a las 2:10.

- Diferencia en tiempo entre dos puntos críticos en función de la diferencia de temperaturas.

Interior		Norte exterior		Norte medio		Sur medio		Sur exterior	
ΔT (ºC)	Δt (h)	ΔT (ºC)	Δt (h)	ΔT (ºC)	Δt (h)	ΔT (ºC)	Δt (h)	ΔT (ºC)	Δt (h)
1.5	0.0	2.3	0.2	1.8	4.2	2.5	5.2	3.0	0.3
7.0	0.7	5.2	0.2	7.6	5.7	8.1	4.7	4.6	0.4
-4.2	3.9	-1.1	5.7	-3.9	9.7	-2.1	8.7	3.7	0.9
7.3	0.2	5.6	1.1	7.6	5.8	8.8	5.4	5.5	1.1
-6.3	2.0	-2.9	4.1	-6.1	9.0	-3.8	7.7	2.7	0.0
4.6	0.4	3.3	3.8	4.6	7.8	6.2	8.1	3.7	3.9
-7.7	1.7	-3.8	2.9	0.0	0.0	-5.0	8.3	2.0	0.5

Tabla IX-4. Inercia térmica en función de la diferencia de temperatura. Tramo de estudio[173]

En la Figura IX-9 se representan los valores de la Tabla IX-4.

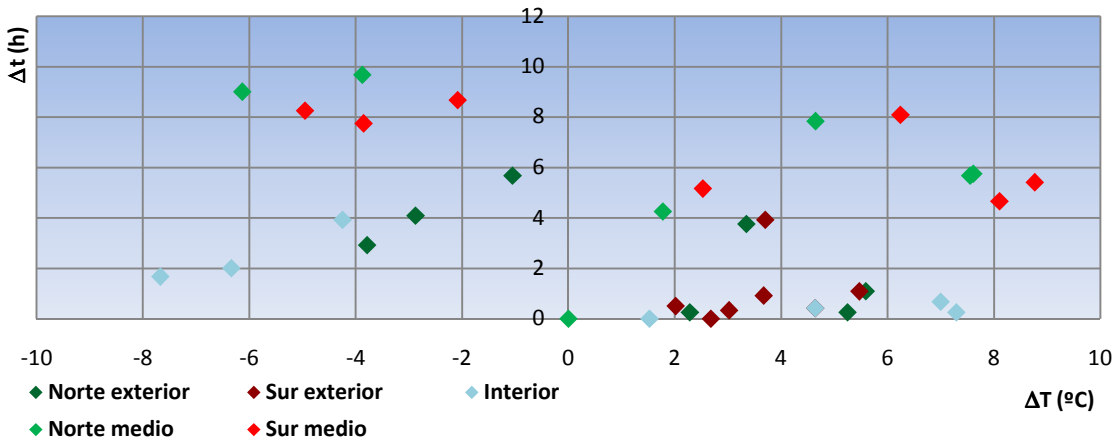


Figura IX-9. Inercia térmica en función de la diferencia de temperatura. Tramo de estudio[173]

9.3.1.1.2 Gradiente térmico vertical del tablero

Este trabajo se centra en el gradiente térmico horizontal de las pilas; de la misma forma que se instrumentó una sección de la pila 2, existe una sección del tablero con 21 termómetros repartidos entre las losas superior e inferior y las almas.

En este sentido, se puede realizar un estudio del giro del tablero en función del gradiente térmico vertical.

9.3.1.1.3 Incremento térmico

Este trabajo se centra en el gradiente térmico horizontal de las pilas; sin embargo, debido a la discontinuidad de los registros no ha sido posible evaluar las variaciones debido al incremento térmico, es decir, a las variaciones mensuales o estacionales de la temperatura. De la misma forma que el análisis del gradiente térmico es muy útil durante la ejecución de un viaducto por dovelas sucesivas, el incremento térmico lo es durante la vida útil de la estructura, máxime estando las pilas empotradas al tablero.

En este sentido, puesto que parte de la instrumentación del viaducto sigue en funcionamiento y está siendo guiada por el Servicio de Estudios Especiales de la Dirección General de Carreteras, si se ceden estos datos, se puede continuar el trabajo.

9.3.1.1.4 Valores de las acciones térmicas

En el futuro, una vez hayan transcurrido una serie de años con registros continuos, se podrán establecer los valores máximos y mínimos de la temperatura ambiente y del gradiente, revisando de esta forma los valores establecidos en la normativa vigente.

9.3.1.2 Otras acciones

Tal y como se ha indicado en la descripción del trabajo de investigación a escala real realizado, no sólo existen termómetros y clinómetros, sino que también se instalaron extensómetros, anemómetros, acelerómetros…

9.3.1.2.1 Viento

Por tanto, se puede estudiar también la acción climática del viento y contrastar con el ensayo en túnel de viento ya comentado anteriormente. Tanto los anemómetros como los acelerómetros miden la velocidad o la aceleración siempre que alguna de ellas supere un determinado umbral -valor prefijado- y hasta que sea inferior a dichos valores. En este sentido, se puede realizar un análisis dinámico de la respuesta estructural del puente ante la acción del viento.

9.3.1.2.2 Respuesta estructural

Para cualquier tipo de acción considerada, se puede conocer el valor de los esfuerzos reales a partir de las deformaciones medidas en los extensómetros. En este sentido, existen extensómetros en todas las secciones críticas de la estructura: base y coronación de pilas, centros de vano y secciones de pilas del tablero.

9.3.1.3 Cimentaciones

La gran altura de las pilas centrales del viaducto y la complicada orografía del valle, en particular la posible inestabilidad de la ladera de la pila 1, unido a la incertidumbre de la campaña geotécnica de proyecto, llevó a sus autores a realizar un estudio de la interacción terreno-estructura mediante el programa FLAC en colaboración con ITASCA. Además, en las proximidades de la pila 3, se realizó un ensayo de anclajes, con el fin de poder determinar la adherencia por fuste del Keuper en el que se cimientan las pilas 2 y 3.

Con todo ello, los extensómetros dispuestos a diferentes profundidades en los pilotes de las pilas, pueden servir para analizar lo siguiente:

- Proceso de entrada en carga de un pilote: evaluación del porcentaje de resistencia por fuste y por punta.
- Evaluación de los parámetros geotécnicos de resistencia por fuste y por punta.

- Estudio del comportamiento estructural de las cimentaciones: del análisis realizado en FLAC se dedujo que el reparto del axil en los pilotes no era lineal, sino que los pilotes centrales se llevaban algo más de carga que los extremos. En aquellas cimentaciones en las que haya más de un pilote instrumentado, se puede comprobar este fenómeno durante el proceso de ejecución de la pila, en la que tan sólo está sometida a su peso propio -esfuerzo axil-, exenta de momentos flectores, salvo los producidos por el posible error de verticalidad de construcción, que son despreciables.

9.3.1.4 Control de flechas en puentes construidos mediante la técnica de avance en voladizo

Dentro del mismo programa de doctorado en el que se presenta este trabajo, Roberto Revilla Angulo ha realizado, en paralelo, un estudio del control de los movimientos producidos durante el hormigonado asimétrico de dovelas, recogido en una tesis doctoral que se presenta a la vez que ésta.

Como compendio de ambos trabajos se puede establecer una metodología de seguimiento de flechas que separe los efectos térmicos de los producidos por el peso de las dovelas.

9.3.2 Instrumentación de otras estructuras

El mismo estudio realizado se puede hacer extensible a otras estructuras de la misma o de diferente tipología en otros climas, con el fin de poder cubrir un intervalo mayor de temperaturas, así como variaciones más extremas.

BIBLIOGRAFÍA

A continuación se indican todas las referencias bibliográficas por orden alfabético. La nomenclatura de las mismas se ha realizado con las iniciales de los apellidos de los autores entre []; si las iniciales se repiten se añade la inicial del nombre en el primero de ellos. En el caso de monografías editadas por organismos, las iniciales se corresponden con el título de la publicación, como si de un acrónimo se tratase.

[A] **Ayala J.:** *Instrumentación total del Puente Ting Kau (Hong Kong).* Obras Públicas OP Nº 44, pp 76-81. 1998.

[AB] **Adão-da-Fonseca A., Bastos R.:** *The Infante Dom Henrique Bridge over the river Douro: Construction method, monitoring equipment and structural control.* pp 25-60.

[ACAA] **Akyılmaz O., Çelik R.N., Apaydın N., Ayan T.:** *GPS monitoring of the Fatih Sultan Mehmet suspension bridge by using assessment methods of neural networks.* The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 34.

[ACGP] **Aktan A.E., Catbas F.N., Grimmelsman K.A., Pervizpour M.**: *Development of a health monitoring guide for major bridges*. Federal Highway Administration Research and Development. Drextel Intelligent Infraestructure and Transportation Safety Institute. July 2003.

[ACS] **Arenas J.J., Capellán G., Sacristán M.:** *Puente atirantado de acceso al Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, Santander.* IV Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Valencia 2008.

[AF] **Andreu F.J.:** *Los sensores de fibra óptica y la medida de deformaciones.* Operatividad de la instrumentación en aguas subterráneas, suelos contaminados y riesgos geológicos, pp 255-258. IGME. Madrid 2003

[AG] **Arenas G.F.:** *Desarrollo de sensores de fibra óptica: aplicación de un interferómetro Fizeau al estudio de polímeros.* Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Mar de Plata. Facultad de Ingeniería. Mar de Planta, Argentina 2009.

[AGCS] **Arenas J.J, García P., Capellán G., Sacristán M.:** *Puente atirantado Puerta de las Rozas sobre la A-6, Madrid.* IV Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Valencia 2008.

[AHB] **Arias G., de Balanzo F.:** *Consecuencias de la realización de inspecciones ordinarias en las estructuras del Ayuntamiento de Barcelona.* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[ALE] **Avendaño L.E.:** *Fundamentos de instrumentación.* Universidad Tecnológica de Pereira.

[ALML] **Álvarez J.J., Lorente G., Martínez J., Ladrón De Guevara G.:** *Empuje del Viaducto del Estrecho de Paredes*. V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[AMMSBF] **Astiz M.A., Manterola J., Muñoz-Rojas J., Santos A., Blanco L., Fernández S.:** *Cable-stayed bridge across the river Suir in Waterford (Ireland).* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[AMOR] **Aguiló M., Manterola J., Onzain M., Rui-Wamba J.:** *Javier Manterola Armisén Pensamiento y Obra*. Fundación ESTEYCO. I.S.B.N.: 84-921092-7-0. Diciembre 2004.

[AP] **Arrieta J.M., del Pozo F.J.***: Experiencias en reparación de tableros*. Curso de Conservación y gestión de puentes de hormigón. Intevía. Noviembre 2001.

[AS] **Astiz M.A.**: *El sistema de auscultación del Puente de Waterford en Irlanda.* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[B] **Brenner B.:** *Structural modeling, analysis and instrumentation of the Maurice Tobin Memorial Bridge.* Conference at Structural Congress. 2010.

[BD] *Broad Guidelines for Instrumentation of bridges for running higher axle loads.* Report Nº BS-106. Bridge & Structures directorate. Research designs and standards organization. Lucknow-226011. Government of India. Ministry of Railways. April 2010.

[BGOK] **Bosma C.F., Galenkamp H.F., Obladen B., Koenders E.A.B.:** *Bridge Management by Modelling, Monitoring and Experimental Research.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-736. Venice 2010.

[BL] **Burdet O.L.:** *Experience in the long-term monitoring of bridges.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[BM] **Brownjohn J.M.W., Moyo P.:** *Monitoring of Singapore-Malaysia Second Link during Construction.* Proceedings of SPIE 4317, 2nd International Conference on Experimental Mechanics, pp 528-533. 2000.

[BO] **Burdet O.L.:** *Thermal effects in the long-term monitoring bridges*. IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-755. Venice 2010.

[BOL] **Burdet O.L.:** *Load testing and monitoring of swiss bridges.* CEB Bulletin d'Information, Safety and Performance Concepts, 219, Lausanne, Switzerland, 1993.

[BOPB] **De Backer H., Outtier A., De Pauw B., Van Bogaert P.:** *Long-term monitoring of temperatures in steel box girders.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-530. Venice 2010.

[BP] **Billings I.J., Powel A.J.:** *Thorndon overbridge seismic retrofit.* Eleventh World Conference on Earthquake Engineering. Paper Nº 1477. 1996.

[BR] **Bleiziffer J., Radic J.:** *Monitoring performance of large Croatian bridges.* ARCH'10-6th International Conference on Arch Bridges, pp 875-882. 2010.

[BSS] **Bergmeister K., Santa U., Strauss A.:** *Structural monitoring and identification approaches.* Structural Health Monitoring & Intelligent Infrastructure. Vols 1 and 2, pp 1613-1619. 2006.

[BSVCVF] **Buonomo M., Servant C., Virlogeux M., Cremer J.M., Ville V., Forno J.Y.:** *The design and the construction of the Millau Viaduct.* Steel bridges extend structural limits: Millau. Steelbridge. 2004.

[BU] **Burdet O.L.:** *Automatic deflection and temperature monitoring of a balanced cantilever concrete bridge.* 5th International Conference of Short and Medium Span Bridges, Calgary, Canada, 1998.

[BVRROC] **Bárcena M., Villegas R., Revilla R., Ramos O.R., Olazábal P., Crespo M.:** *Un Camino de Horizonte. Molledo-Pesquera. Último eslabón en las Comunicaciones con la Meseta.* Ferrovial y Apia XXI. 2008.

[BWS] **Berger D., Waimberg M., Stucchi F. R.:** *Design and executive control of three curved box girder bridges in Sâo Paulo.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[BZ] **Burdet O.L., Zanella J.L.:** *Automatic monitoring of bridges using electronic inclinometers.* 16th Congress of IABSE. Lucerne 2000.

[BZR] **Burdet O.L., Zanella J.L.:** *Automatic monitoring of The Riddes Bridges using electronic inclinometers.* First International Conference in Bridge Maintenance, Safety and Management. IABMAS. Barcelona 2002.

[C] **Crespo P.:** *Contraste experimental de las variaciones térmicas en puentes.* III Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Las estructuras del siglo XXI: Sostenibilidad, innovación y retos del futuro. Vol I, pp 371-385. Zaragoza 2005.

[CCMGFB] **Cunha A., Caetano E., Magalhães F., Grillaud G., Flamand O., Brownjohn J.:** *Recent Advances in Dynamic Testing and Continuous Dynamic Monitoring of Large Bridges.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-611. Venice 2010.

[CDEGHLSVV] **Calamoneri C., Duclos T., Ello P., Gausset B., Hajar Z., LY P.K., Simon A., Vassord J., Virlogeoux M.**: *Millau Viaduct: Detailed design of Concrete Piers.* Concrete Structures: The Challenge of Creativity. *fib*/CEB-FIP. 2004.

[CDRGA] **Casas J.R., Díaz-Carrillo S., Ramos G., Güemes J.A., Aparicio A.C.:** *Monitorización avanzada de estructuras reparadas con materiales compuestos.* Hormigón y acero Nº 227, pp 27-37. 1er Trimestre 2003.

[CFL] **Chang P., Flatau A., Liu S.C.:** *Health monitoring of civil infraestructura*. Structural Health Monitoring Sage Publications. Vol 2 (3), pp 257-267. 2003.

[CG] **Casas J.R., Gettu R**.: *Estudio experimental sobre la monitorización continua y a largo plazo de estructuras*. Hormigón y acero. Nº 233, pp 37-45. 3er Trimestre 2004.

[CH] **Chajes M.:** *University of Delaware Bridge Center to Conduct Long-Term Monitoring Program on Signature Bridge.* The Monitor. November 2005.

[CIV] **Casanova N., Inaudi D., Vurpillot S.:** *Fiber optic deformation sensors for bridges monitoring.* International Conference on New Technologies in Structural Engineering. Lisboa 1997.

[CKKCK] **Chin W.J., Kim Y.J., Kang J.Y., Choi E.S., Kim B.S.:** *A Study on Integrated Geometry Management and Wireless Control System for the Construction of Concrete Pylon of Cable*

Stayed Bridges. IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-496. Venice 2010.

[CMCBI] **Crotti G., Manzoni S., Cigada A., Ballio F., Inzoli F.:** *An Application of Bragg grating array to measure real-time scour depth at river bridges.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-513. Venice 2010.

[CP] **Crespo P.:** *Red de puentes monitorizados de la Dirección General de Carreteras.* Ministerio de Fomento. 2010.

[CPTPE] **Corres H., Pérez A., Torrico J., Pérez J., Estévez R.:** *Medida experimental de las deformaciones y las temperaturas en el Viaducto sobre el río Manzanares y la carretera del Pardo de la M-40.* Hormigón y acero Nº 210, pp 51-59. 1er Trimestre 1999.

[CRPCT] **Corres H., Romo J., Pérez A., Calvo J., Torrico J.:** *El enlace de la Zarzuela de la M-40 en Madrid.* Hormigón y acero Nº 212, pp 25-30. 2º Trimestre 1999.

[CRPRS] **Corres H., Romo J., Pérez A., Ruiz A., Sánchez J.:** *Puente arco sobre el embalse de El Burguillo (Ávila). Diseño y control de la ejecución.* Hormigón y acero Nº 220, pp 3-17. 2º Trimestre 2001.

[CSWS] **Chen S., Su M., Wang X., Sun B.:** *Stress Safety Monitoring in Construction Stage of Wuzhong Yellow River Bridge.* pp 2251-2256.

[CTBDGL] **Cheung M.S., Tadros G.S., Brown T., Dilger W.H., Ghali A., Lau D.T.:** *Field monitoring and research on performance of the Confederation Bridge.* Canadian Journal of Civil Engineering, 24 (6), pp 951-962. December 2007.

[D] **Duan X.:** *Design of main bridge of Chaotianmen Yangtze River Bridge.* Chinese Croatian Joint Colloquium: Long Arch Bridges, pp 409-416. Brijuni Islands 2008.

[DCA] **Danna S., Ciccone T., Averardi F.:** *Incoronata Viaduct: Salerno-Reggio Calabria highway-lane north" strengthening of existing structures with external post-tensioning.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[DF] **Diana G., Fiammenghi G.:** *The Messina Strait Bridge: Major Problems Affecting the Design.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-1. Venice 2010.

[DGIV] **Del Grosso A., Inaudi D., Vurpillot S.:** *Load-displacement correlation from continuous monitoring systems.* First International Conference in Bridge Maintenance, Safety and Management. IABMAS. Barcelona 2002.

[DLC] **Dewolf J., Lauon R., Culmo M.:** *Monitoring bridge performance.* Structural Health Monitoring Sage Publications. Vol 1 (2), pp 129-138. 2002.

[DMP] **Dall'aglio F., Manni A., Piacentini L.:** *Fondovalle Dolo Road: Viaduct on the Landslide of Boschi di Valoria.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-340. Venice 2010.

[E] **Enckell M.:** *Structural Health Monitoring of bridges in Sweeden*. The 3rd International Conference on Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure. Vancouver, British Columbia, Canada. November 2007.

[EAT] *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-5: Acciones generales. Acciones térmicas. UNE-EN 1991-1-5.* AENOR. Noviembre 2003.

[EE] *Eurocódigo: Base de Cálculo de Estructuras. UNE-UNE-EN 1990. pp-67-82.* AENOR. Abril 2002.

[EH] *Eurocódigo 2: Proyecto de Estructuras de Hormigón. Parte I-I: Reglas generales y Reglas para Edificación. UNE-ENV 1992-I-I.* AENOR. Noviembre 1993.

[EHE] *Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.* Centro de Publicaciones. Secretaria General Técnica. Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras. Septiembre 2008.

[EMCCOJ] **Escamilla M., Martin M., Cayetano J., Castillo A., Osborne G., Jimenez V.:** *Second Bay of Cadiz Bridge-Latest Construction Challenges.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-446. Venice 2010.

[F] **Farhey D.N.:** *Bridge Instrumentation and monitoring for structural diagnostics.* Structural Health Monitoring Sage Publications. Vol 4 (4), pp 301-318. 2005.

[FC] **Fernández C.:** *Los puentes de fábrica durante el año 1962.* Revista de Obras Públicas Nº 2973. 1962.

[FEHC] **Fraser M., Elgamal A., He X., Conte J.P.:** *Sensor network for Structural health Monitoring of a Highway Bridge.* Journal of Computing in Civil Engineering, pp 11-24. January-February 2010.

[FHKMOU] **Fujino Y., Hara T., Kubota K., Miyamoto N., Okamoto T., Umemoto S.:** *Verification of a high-accuracy and noncontact measurement system FSF laser optical coordinates.* The Monitor. March 2008.

[FJC] **Fabo P., Jarosevic A., Chandoga M.:** *Measurement of Forces in the Cable Stays of the Apollo Bridge.* Proceedings of the 2nd *fib* International Congress. Naples, Italy 2006.

[FM] **Feng M.:** *China's major bridges.* IABSE Reports, Vol 95. 2009.

[FMF] **Fernández C., Manterola J., Fernández L.:** *Construcción de Puentes por voladizos sucesivos mediante dovelas prefabricadas.* Revista de Obras Públicas Nº 3063. 1970.

[FS] **Fujino Y., Siringoringo D.M.:** *Structural health monitoring of bridges in Japan: an overview of the current trend.* Fourth International Conference on FRP Composites in Civil Engineering (CICE2008). Zurich, Switzerland 2008.

[FSNS] **Fujino Y., Siringoringo D.M., Nagayama T., Su D.:** *Control, simulation and monitoring of bridge vibration-Japan's recent development and practice.* IABSE-JSCE Joint Conference on Advances in Bridge Engineering-II. Dhaka, Bangladesh. 2010.

[FSSHJ] **French C., Shield C., Stolarski H., Hedegaard B., Jilk B.:** *Instrumentation and monitoring of I35w St. Anthony falls bridge.* 3rd *fib* Congress. Washington 2010.

[FT] **Fernández L.:** *Tierra sobre el agua.* Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colección de Ciencias, Humanidades e Ingeniería Nº 55. 1999.

[FV] **Furtner P., Veit-Egerer R.:** *Approach for the life-cycle management of structures including durability analysis, shm and maintenance planning.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-415. Venice 2010.

[FYMY] **Fumoto K., Yamada I., Moriyama A., Yokoi Y.:** *Fatigue design, evaluation and inspection for orthotropic steel decks on long-span bridges.*

[G] **García N.:** *Construcción del Viaducto Almonte.* III Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Las estructuras del siglo XXI: Sostenibilidad, innovación y retos del futuro. Vol 5, pp 2795-2807. Zaragoza 2005.

[GC] **Gentile C.:** *Dynamic measurement on stay-cables using microwave interferometry.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-422. Venice 2010.

[GEMT] **Glisic B., Enckell M., Myrvoll F., Tuvert J.:** *Distributed sensors for damage detection and localization*. 4th International Conference on Structural Health Monitoring on Intelligent Infrastructure (SHMII-4). Zurich 2009.

[GG] **Gentile C., Gentile R.:** *Construction phases and reception tests of the new cable-stayed bridge over the Adda river (Northern Italy).* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-599. Venice 2010.

[GI] **Glisic B., Inaudi D.:** *Fiber optic methods for Structural Health Monitoring.* John Wiley & Sons Ltd. ISBN: 978-0-470-06142-8. October 2007.

[GIBS] **Del Grosso A., Inaudi D., Bergmeister K., Santa U.:** *Monitoring of Bridges and Concrete Structures with Fibre Optic Sensors in Europe.* IABSE Conference on Cable Supported Bridges. Seoul, June 2001.

[GIS] **Glisic B., Inaudi D., Casanova N.:** *SHM process-lessons learned in 250 SHM Projects.* 4th International Conference on Structural Health Monitoring on Intelligent Infraestructure (SHMII-4). Zurich 2009.

[GIP] **Del Grosso A., Inaudi D., Pardi L.:** *Overview of the European activities in the health monitoring of bridges.* First International Conference in Bridge Maintenance, Safety and Management. IABMAS. Barcelona 2002.

[GJA] **González J.I., Jiménez R., Arribas D.:** *Viaducto de Navia (1) Proyecto.* IV Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Valencia 2008.

[GJAN] **González J.I., Jiménez R., Arribas D.:** *Viaducto de Navia (2) Construcción.* IV Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Valencia 2008.

[GM] **García M.:** *Viaducto de Tablate II.* II Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Vol 3, pp 1927-1933. Madrid 2002.

[GMR] **García A., Ripoll J.:** *Proceso constructivo de la Pasarela peatonal tipo "spand band" Doctor Pedro Gómez Bosque (Valladolid). Lanzamiento y tesado de pletina de acero.* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[GP] **Grattesat G.:** *Concepción de Puentes. Tratado General.* Editores técnicos asociados S.A. Barcelona 1981.

[GPCJ] **Gil H., Park J., Cho J., Jung G.:** *Renovation of Structural Health Monitoring System for Seohae Bridge, Seoul, South Korea.* Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2201, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, pp. 131–138. 2010.

[GR] **Geier R.:** *Monitoring of the Vienna Erdberger Bridge.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-412. Venice 2010.

[GMSERM] **Gómez R., Murià-Vila D., Sánchez-Ramírez R., Escobar J.A., Rodríguez-Gutiérrez G., Mendoza-García M.A.:** *An account of Structural Health Monitoring and Related problems of bridge structures in Mexico: Case studies.* The Monitor. March 2008.

[H] **Huang J.:** *System engineering and data management for Structural Health Monitoring.* The Monitor. March 2008.

[HC] **Hawkins N.M., Clark J.H.:** *Investigation of thermal and live load stresses in Deny Creek Viaduct.* Department of Civil Engineering. University of Washington. 1983.

[HFHM] **Hoult N.A., Filder P.R.A., Hill P.G., Middleton C.R.:** *Long-Term wireless Structural Health Monitoring of the Ferriby Road Bridge.* Journal of Bridge Engineering pp 153-159. March-April 2010.

[HFSSJ] **Hedegaard B.D., French C.E.W., Shield C.K., Stolarski H.K., Jilk B.:** *Instrumentation and monitoring of I35W St. Anthony falls bridge.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[HFWM] **Hoult N.A., Filder P.R.A., Wassell I.J., Middleton C.R.:** *Wireless structural health monitoring at the Humber Bridge.* Proceedings ICE-Bridge Engineering, 161 (4), pp 189-195. 2008.

[HH] **Hashemian H.M.:** *Aging management of instrumentation & control sensors in nuclear power plants*. Nuclear Engineering and Design, Vol 240, pp 3781-3790. 2010.

[HHM] **Hashemian H.M.:** *On-line monitoring applications in nuclear power plants*. Progress in Nuclear Energy, Vol 53, pp 167-181. 2011.

[HSJX] **Hui P., Shouping S., Jianren Z., Xianfeng H.:** *40-Year-old Bridge strengthened with Prestressed CFRP Laminates and Monitored by FBG Gauge.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-332. Venice 2010.

[I] **Inaudi D.:** *Overview of 40 Bridge Structural Health Monitoring Projects.* International Bridge Conference, IBC 2010. Pittsburgh, USA 2010.

[IA] **Itani R., Al-Assaf A.:** *Frequency Analysis of the Existing Tacoma Narrows Bridge*. Research Report. Washington State University. June 2006.

[IAP] *Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera IAP-98.* Centro de Publicaciones. Secretaria General Técnica. Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras. 1998.

[IAPN] *Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera IAP-11.* Centro de Publicaciones. Secretaria General Técnica. Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras. 2012.

[IB] *Instrumentation of bridges. Application note.* Encardio Rite. July 2000.

[IBDFPSW] **Inaudi D., Bolster M., Deblois R., French C., Phipps A., Sebasky J., Western K.:** *Structural Health Monitoring System for the new I-35W St Anthony Falls Bridge.* 4th International Conference on Structural Health Monitoring on Intelligent Infraestructure (SHMII-4). Zurich 2009.

[ICV] **Inaudi D., Casanova N, Vurpillot S.:** *Bridge deformation monitoring with fiber optic sensors.* IABSE Symposium. Rio de Janeiro, 1999.

[ID] **Inaudi D.:** *Distributed fibre-optic sensing for long-range monitoring of pipelines.* The Monitor. March 2008.

[IDV] **Inaudi D.:** *SOFO System application in Venice lagoon area.* The Monitor. November 2005.

[IG] **Inaudi D., Glisic B.:** *Continuous monitoring of concrete bridges during construction and service as a tool for data-driven Bridge Health Monitoring.* IABMAS'06 The Third International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management. Porto, Portugal 2006.

[IM] **Inaudi D.:** *Application of SOFO System in the city of Moscow.* The Monitor. November 2004.

[IPF] *Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril.* MOPU. 1975.

[IPGMG] **Inaudi D., Posenato D., Glisic B., Miller J., Graver T.:** *Combined static and dynamic monitoring of civil structures with long-gauge fiber optic sensors.* 23rd International Modal Analysis Conference (IMAC XXIII). Orlando, Florida, USA, 2005.

[IPS] **Infanti S., Papanikolas P., Stathopoulos-Vlamis A.:** *The Behavior of Rion-Antirion Bridge Seismic Protection System during The Earthquake of "Achaia-Ilia" on June 8, 2008.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanised area. A-507. Venice 2010.

[IRAVNG] **Inaudi D., Rüfenacht A., von Arx B., Vurpillot S., Noher H. P., Glisic B.:** *Surveillance par capteurs à fibre optique d'un pont à arc enbéton pendant la construction. Monitoring a*

concrete arch bridge during construction using fiber optic sensors. 3rd International conference on arch bridges, Paris, France. 2001.

[IV] **Inaudi D.:** *Versoix Bridge-Switzerland.* F04 Case Studies. SAMCO Final Report 2006.

[J] **Jinquan H.Y.Z.:** *Dynamic Loading Test for Humen Suspension Bridge.* Journal of Highway and Transportation Research and Development. Vol 2. 1999.

[JL] **Jun L.:** *FBG application in bridge health monitoring system of Wuhan Tangtze River 2nd Bridge. 20th International Optical Fibre Sensors.* 2009.

[KCWBLCW] **Koo K.Y., Cross E.J., Worden K., Brownjohn J.M.W., List D.I., Cole R., Wood T.:** *Long-term Structural Health Monitoring for Tamar Suspension Bridge.*

[KKY] **Kim D., Kim J., Yoon J.G**.: *The Han-Online Bridge Safety monitoring system and an approach to better bridge maintenance*. Proceedings of the 3rd International Conference on Structural Health Monitoring & Intelligent Infraestructure: Structural Health Monitoring & Intelligent Infraestructure 2007.

[KN] **Ko J.M., Ni Y.Q.:** *Technology developments in structural health monitoring of large-scale bridges.* Engineering Structures 27, pp 1715-1725. 2005.

[KNZWZ] **Ko J.M., Ni Y.Q., Zhou H.F., Wang J.Y., Zhou X.T**.: *Instrumentation concerning structural health monitoring of an instrumented cable-stayed bridge*. Structure and Infraestructure Engineering, 5 (6), pp 497-513. 2009.

[KP] **Kerokoski O., Pétursson H.:** *Integral bridge abutment-approach embankment interaction.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-414. Venice 2010.

[KPCDFGT] **Kim S., Pakzad S., Culler D., Demmel J., Fenves G., Glaser S., Turon M.:** *Health Monitoring of Civil Infrastructures Using Wireless Sensor Networks.* IPSN'07. Cambridge, Massachusetts, USA. 2007.

[KR] **Keller E., Ray A**.: *Real time health monitoring of mechanical structures*. Structural Health Monitoring Sage Publications. Vol 2 (3), pp 191-203. 2003.

[L] **Larsson O.:** *Estimation of Extreme Climatic Thermal Actions in Concrete Structures.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-488. Venice 2010.

[LB] **Lienhart W., Brunner F.:** M*onitoring of bridge deformations using embedded fiber optical sensors*. 11th International Symposium on Deformation Measurements, pp 555-561. Santorini, Greece 2003.

[LBS] **Loreti S., Bontempi E., Senaud G.:** A conceptual framework for the design of the health *and behavior of the monitoring system for the Messina Strait Crossing Bridge*. Structural Health Monitoring & Intelligent Infraestructure. 2003.

[LF] **Leonhardt F**: *Puentes Estética y Diseño*. Presses Polytechniques Romandes. 1982.

[LFHA] **Leonhardt F**.: *Estructuras de Hormigón Armado. Tomos I, II, III, IV, V y VI*. Librería "El Ateneo". 1980.

[LFHP] **Leonhardt F.:** *Hormigón pretensado*. Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento. Madrid 1967.

[LFL] **Liang Z., Feng L., Li N.:** *Test of Wind Parameters and Cable Vibration of Shenzhen Bay Bridge.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-269. Venice 2010.

[LG] **León J.:** *Reflexiones en torno a la inspección de puentes.* Jornadas sobre la vida de los puentes. pp 679-708. San Sebastián 2005.

[LGCRLRG] **León J., García E., Corres H., Rodríguez F., Ley J., Rodríguez J., García F.J.:** *Resultados parciales del Proyecto de I+D+I para la supresión de juntas en puentes existentes.* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[LHH] **Lennet M.S., Hunt V.J., Helmicki A.J.:** *Health monitoring of Ironton-Russel bridge for rating purposes.* Design of Structures 2001: Bridges, other structures, and hydraulics and hydrology, Issue 1779, pp 67-75. 2001.

[LK] **Laaksonen A., Kerokoski O.:** *Long-term Monitoring of Haavistonjoki Bridge.* IABSE Symposium 2007. Vol 6, pp. 25-30. Weimar 2007.

[LLGGO] **Li H., Li N., Guo Z., Guo Z., Ou J.:** *Case Study: Application of SHM Technology in Civil Structures in Mainland China.* The Monitor. July 2011.

[LLS] **Li H., Li D., Song G.:** *Recent applications of fiber optic sensors to health monitoring in civil engineering.* Engineering Structures 26, pp 1647–1657. 2006.

[LLWY] **Liu X., Liu A., Wei S., Yang Z.:** *Construction of the main spans of the Chongqing Caiyuanba Yangtze River Bridge.* ARCH'10-6th International Conference on Arch Bridges, pp 782-787. 2010.

[LP] **Lenkei P:** *Could we have unified codes on future meteorologic actions for concrete structures?.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[LR] **López L.:** *La gestión del mantenimiento de puentes en la red convencional de ADIF.* Jornadas sobre la vida de los puentes. pp 619-646. San Sebastián 2005.

[LRC] **Llombart J.A., Revoltós J., Couto S.:** *Puente sobre el río Tajo, en el embalse de Alcántara ("Arcos de Alconétar")*. Hormigón y acero. Nº 242, pp 5-37. 4º Trimestre 2006.

[LRQC] **López-Higuera J.M., Rodríguez L., Quintela A., Cobo A.:** *Fiber Optic Sensors in Structural Health Monitoring.* Journal of Lightwave Technology, Vol 29, Nº 4, pp 587-611. February 2011.

[LSSL] **Larocca A.P.C., Schaal R.E., Santos M.C., Langley R.B.:** *Monitoring the Deflection of the Pierre-Laporte Suspension Bridge with the Phase Residual Method.* ION GNSS 18th International Technical Meeting of the Satellite Division. Long Beach 2005.

[LSZYHW] **Lu W., Sun Y., Zhang Z., Yu Z., He L., Wang M.:** *A key technique of construction for Wuxia Yangtze River Bridge.* ARCH'07-5th International Conference on Arch Bridges, pp 839-847. 2007.

[LZHY] **Li, Zhang, Huang, Yan:** *Design and construction of a rigid-frame steel truss arch bridge.* Chinese Croatian Joint Colloquium: Long Arch Bridges, pp 439-446. Brijuni Islands 2008.

[M] **Mufti A**.: *Structural health monitoring of innovative Canadian civil engineering structures*. Structural Health Monitoring Sage Publications. Vol 1 (1), pp 89-103. 2005.

[MA] **Mathivat, J:** *Construcción de puentes de hormigón pretensado por voladizos sucesivos.* Editores Técnicos Asociados, S.A. Barcelona 1980.

[MAMB] **Millanes F., Adao da Fonseca A., Matute L., Bastos R.:** *Nuevo Puente arco Infante D. Henrique sobre el río Duero en Oporto, de 280 m de luz.* II Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Vol 3, pp 1901-1915. Madrid 2002.

[MASHN] **Matsumoto M., Ahlstrom L., Sugimoto M., Hashimoto K., Nagao Y.:** *Introduction of Non-Destructive Highway Inspection Methods using High Definition Video and Infrared Imaging Technology.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-261. Venice 2010.

[MC] **Mulkeen C.:** *A critical analysis of Santiago Calatrava's James Joyce Bridge, Dublin, Ireland.* Proceedings of Bridge Engineering 2 Conference. Bath 2009.

[MCESVP] **Martin M., Cayetano J., Escamilla M., Sacaluga M., Vega V., Perez J.:** *Second Bay of Cadiz Bridge. Quality Control and Monitoring.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-447. Venice 2010.

[MDH] **Mieres J.M., Dalhuizen G., De las Heras J.J.:** *Desarrollo de dos nuevos equipos de medición e inspección para mejorar la calidad y el mantenimiento de estructuras grandes de hormigón - SGIM 2001.* III Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Las estructuras del siglo XXI: Sostenibilidad, innovación y retos del futuro. Vol 1, pp 347-358. Zaragoza 2005.

[ME] **Mirambell E.:** *Criterios de diseño en puentes de hormigón frente a la acción térmica ambiental.* Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. ETSICCP. Barcelona 1987.

[MEA] **Mirambell E., Aguado A.:** *Modelo de obtención de distribuciones de temperaturas y de tensiones longitudinales autoequilibradas en puentes de hormigón.* Revista internacional de métodos numéricos para cálculo y diseño en ingeniería. Vol. 3, 2, pp 205-230. 1987.

[MFZZX] **Mu T., Fan B., Zheng X., Zheng Y., Xie B.:** *Wuxia Yangtze River Bridge in Wushan, China.* ARCH'07-5th International Conference on Arch Bridges, pp 911-918. 2007.

[MJ] **Manterola J.:** *Curso de Puentes de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid. 2000.

[MOMG] **Millanes M., Ortega M., Matute L., Gordo C.:** *El Viaducto sobre el río Ulla en el eje atlántico de alta velocidad: Una celosía mixta de 240 m de luz.* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[ML] **Moreno V.:** *El sistema de gestión de puentes de Sevilla.* Jornadas sobre la vida de los puentes. pp 665-677. San Sebastián 2005.

[MMNFM] **Manterola J., Martínez A., Navarro J.A., Fuente S., Martín B.:** *Puente de ferrocarril de alta velocidad sobre el embalse de Contreras.* IV Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Valencia 2008.

[MN] **Mufti A.A., Neale K.W.:** *State-of-the-Art of FRP and SHM Applications in Bridge Structures in Canada.* Composites Research Journal. Volume 2, Issue 2, pp 60-69. Spring 2008.

[MPO] **Millanes F., Pascual J., Ortega M.:** *Arroyo Las Piedras Viaduct: The first composite steel-concrete high speed railway bridge in Spain.* Structural Engineering International, IABSE. Vol 17, Nº 4, pp 292-297. 2007.

[MPR] **Millanes F., Pascual J., Ripa T.:** *La Pasarela de Acero Inoxidable de Abandoibarra, frente al Museo Guggenheim en Bilbao.* II Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Vol 3, pp 1873-1884. Madrid 2002.

[MSW] **Mavar K., Sekulić D., Würth D.:** *Monitoring of Krk bridge columns with interferometric fibre optic sensors. fib* Symposium. Dubrovnik 2007.

[MUB] **Matthews S.L., Ueda T., Bigaj-van Vliet A.J.:** *fib Model Code 2010-Chapter 9: Conservation of Concrete Structures.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[MVK] **Morisseau V., Vlamis-Stathopulos A., Kroely B.:** E*xample of bridge maintenance program applied by toll bridges agencies in Europe.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[MW] **Marianos W.N.:** *George Shattuck Morison and the development of Bridge Engineering.* Journal of Bridge Engineering, pp 291-298. May-June 2008.

[MX] **Meng X.:** *Real-time Deformation Monitoring of Bridges Using GPS/Accelerometers.* The University of Nottingham. Doctoral Thesis. 2002.

[NEJC] **Nilsson M., Eriksson K., James G., Collin P.:** *The Instrumentation and monitoring of the Vårby Bridge.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-452. Venice 2010.

[NJSJMCUYAF] **Nagayama T., Jung H.J., Spencer B.F., Jang S., Mechitov K.A., Cho S., Ushita M., Yun C.B., Agha G.A., Fujino Y.:** *International collaboration to develop a structural health monitoring system utilizing wireless smart sensor network and its deployment on a cable stayed bridge.* 5th World Conference on Structural Control and Monitoring. Tokyo, July 2010.

[NMACR] **Navareño A., Menéndez A.B., Arias G., Criado E., Ramirez M.L.:** *Compendio de las actuaciones de la Gestión de estructuras en el Ministerio de Fomento (2006-2010).* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[NZK] **Ni Y.Q., Zhou H.F., Ko J.M.:** *Generalization capability of neural network model for temperature-frequency correlation using monitoring data.* Journal of Structural Engineering, pp 1290-1300. October 2009.

[OBM] **Omenzetter P., Brownjohn J.M.W., Moyo P**.: *Identification of unusual events in multichannel bridge monitoring data*. Mechanical systems and signal processing. pp 409-430. 2004.

[OF] **Ortega L.M., Floriano M.:** *Monitorizaciones estructurales: Un traje a medida.* III Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Las estructuras del siglo XXI: Sostenibilidad, innovación y retos del futuro. Vol II, pp 781-793. Zaragoza 2005.

[OL] **Otero F., Lozano J.:** *Alta tecnología en cimbras autolanzables. Instrumentación.* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[OMLTA] **Ortega A., Menéndez-Pidal G., López S., Tarquis F., Arenas J.J:** *Apertura en clave del arco. Puente tercer milenio. Zaragoza 2008*.

[OMM] **Ortega M., Millanes F., Mansilla J.L.:** *Thermal actions on composite concrete-steel bridges. Comparison between Eurocode and the results obtained on monitored bridges.* IABSE-*fib* Conference. Vol I, pp 465-472. Dubrovnik 2010.

[OMMA] **Ortega M., Millanes F., Mansilla J.L.:** *Contraste normativo y experimental de los efectos térmicos en puentes de hormigón, metálicos y mixtos.* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[OMME] **Ortega M., Millanes F., Mansilla J.L.:** *Análisis de la instrumentación de temperaturas del viaducto mixto de alta velocidad "Arroyo Las Piedras".* Hormigón y acero. Nº 258, pp 81-97. 4º Trimestre 2010.

[P] **Puchol V.:** *Análisis experimental de las vibraciones causadas por el viento en el puente sobre el río Tajo ("Arcos de Alconétar").* Hormigón y acero. Nº 243, pp 51-66. 1er Trimestre 2007.

[PACG] **Del Pozo F., Arrieta J.M., Cerezo J.A., Gómez M.:** *Rehabilitación del Puente colgante de Amposta. Sustitución del sistema de cables.* IV Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Valencia 2008.

[PACGHV] **Del Pozo F., Arrieta J.M., Cerezo J.A., Gómez M.:** *Obras de rehabilitación del puente colgante de Amposta.* Hormigón y acero Nº 253. pp 7-42. 3er Trimestre 2009.

[PACV] **Del Pozo F., Arrieta J.M., Cerezo J.A., Velando C.:** *Proyecto de rehabilitación del Puente de Amposta.* Hormigón y acero Nº 241, pp 5-41. 3er Trimestre 2006.

[PC] **Puchol V.:** *Monitorización de un Puente durante su lanzamiento.* Obras Públicas OP Nº 44, pp 62-67. 1998.

[PCRKVR] **Peeters B., Couvreur G., Razinkov O., Kuendig C., Van der Auweraer H., De Roeck G.:** *Continuous monitoring of the Oresund Bridge: system and data analysis*. Structure and Infraestructure Engineering 2009.

[PFH] **Pérez-Fadón S., Herrero J.E.:** *Proyecto y Construcción del Arco de Ricobayo.* Hormigón y acero Nº 212, pp 5-24. 2º Trimestre 1999.

[PH] **París J., Hovhanessian G.:** *Sistemas Acústicos de Monitorización Continua de Estructuras.* II Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Vol 2, pp 1101-1108. Madrid 2002.

[PHJ] **París J., Hovhanessian G.:** *Sistemas Inteligentes para la Gestión de Estructuras.* II Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Vol 2, pp 1109-1118. Madrid 2002.

[PHJS] **Pérez-Fadón S., Herrero J.E., Sánchez J.J., Sánchez M.:** *El Arco de los Tilos en la isla de la Palma (Canarias).* Hormigón y acero Nº 236, pp 5-34. 2º Trimestre 2005.

[PL] **Pardo J.E.:** *Ejemplos de intervención en puentes existentes en la red autonómica de Galicia.* Jornadas sobre la vida de los puentes. pp 709-728. San Sebastián 2005.

[PPROM] **Pardo I., Pantaleón M.J., Ramos O.R., Ortega G., Martínez J.M.:** *Viaductos sobre río Deza y Anzo 2.* Hormigón y Acero Nº 259, pp 61-74. 1er Trimestre 2011.

[PRO] **Pantaleón M.J., Revilla R., Olazábal P.:** *Montabliz Viaduct, Cantabria (Spain).* Structural Engineering International 3/2008, pp 222-226. Journal of the International Association for Bridge Engineering IABSE. 2008.

[PROA] **Pantaleón M.J., Revilla R., Olazábal P., Aguado C.:** *Viaducto de Montabliz.* III Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Las estructuras del siglo XXI: Sostenibilidad, innovación y retos del futuro. Vol 3, pp 1663-1674. Zaragoza 2005.

[PROC] **Pantaleón M.J., Revilla R., Olazábal P.:** *Viaducto de Montabliz.* CAUCE Nº 140, pp 42-47. 2008.

[PROCN] **Pantaleón M.J., Revilla R., Olazábal P., Cembrero P.:** *Viaducto de Las Navas.* II Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Vol 3, pp 1483-1491. Madrid 2002.

[PROS] **Pantaleón M.J., Revilla R., Olazábal P., San Vicente J.L.:** *Estudio de la acción del viento en el Viaducto de Montabliz.* IX Reunión de Usuarios de ABAQUS. Madrid, Noviembre de 2004.

[PROV] **Pantaleón M.J., Revilla R., Olazábal P.:** *Viaducto de Montabliz.* IV Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Valencia 2008.

[PROW] **Pantaleón M.J., Revilla R., Olazábal P.:** *Montabliz Viaduct.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[PROP] **Pantaleón M.J., Ramos O.R., Ortega G.:** *Viaducto de Pujayo.* Hormigón y acero Nº 252, pp 37-52. 2º Trimestre 2009.

[PS] **Palacios da Silva C.M.:** *Air influence on the temperatures inside a concrete bridge box section.* Dissertation to obtain the Master Degree in Civil Engineering. Instituto Superior Técnico. Universidad Técnica de Lisboa. 2010.

[PSV] **Papanikolas P., Stathopoulos-Vlamis A.:** *The Rion-Antirion bridge: design and construction.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[PVTIB] **Perregaux N., Vurpillot S., Tosco J.S., Inaudi D., Burdet O.:** *Vertical Displacement of Bridges using the SOFO System: a Fiber Optic Monitoring Method for Structures.* 12th Engineering Mechanical Conference "A Force for the 21st Century". California, USA 1998.

[PWS] **Pezeshk S., Withers M., Steiner G.:** *Seismic Instrumentation at the I-40 Hernando Desoto Bridge in Memphis, Tennessee.* Proceedings of the 2006 Structures Congress. ASCE Conference: Structural Engineering and Public Safety. 2006.

[R] **Robertson I.N.:** *Prediction of vertical deflections for a long-span prestressed concrete bridge structure.* Engineering Structures 27, pp 1820-1827. 2005.

[RAB] **Roberts C.L., Arrellaga J.A., Breen J.E.:** *Instrumentation of segmental box girder bridges and multipiece winged boxes. Preliminary instrumentation plan.* Center for transportation research bureau of engineering research. University of Texas. Austin. 1991.

[RB] **Roberts G.W., Brown C.J.:** *Monitoring the Severn Suspension Bridge by GNSS.* FIG Working Week 2011. Bridging the Gap between Cultures. Marrakech 2011.

[RC] **Rodríguez J., Campos-Costa A.:** *Experimental modal analysis of bridge structures: Case studies.* 11th European Conference on Earthquake Engineering. ISBN 90 5410 982 3. 1998 Rotterdam.

[RG] **Ripoll J.:** *Lanzamiento de una pasarela.* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[RGM] **Ripoll J.:** *Anclajes al terreno instrumentados.* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[RJW] **Robertson I.N., Johnson G.P., Wang S.J**.: *Instrumentation performance during long-term bridge monitoring*. Sensing Issues in Civil Structural Health Monitoring, pp 331-340. 2005.

[RK] **Reddy M.R., Kanwar B.R.:** *Instrumentation of plate girder & Open web girder bridges. Theory and case studies.*

[RLR] **Richart J., Ladysz A., Rucabado R.:** *New river Suir bridge, cable-stayed landmark along N25 Waterford byass (Ireland), stay system elaboration in terms of design, execution and dynamic behavior.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[RP] **Ray A., Patankar, R.**: *Fatigue crack growth under variable amplitude loading: parts I and II*. Applied Mathematical Modelling. pp 979-1013. 2001.

[RPR] **Rodríguez J., Pantaleón M.J., Ramos O.R.:** *Viaducto sobre rego das Lamas en la línea de alta velocidad Orense-Santiago de Compostela. Montaje singular.* Cauce Nº 153, pp 30-37. 2010.

[RRV] **Rey J., Ruiz J., Vegas P.:** *Edificio enterrado de usos múltiples en la Plaza Domingo Gascón de Teruel.* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[RSC] **Richli T., Sowa J., Chang C.C.:** *Balanced Cantilever Construction.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[RT] **Ripoll J., Tuá J.:** *Micropilotes y pilotes instrumentados en profundidad.* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[S] **Serrano P:** *Simulación del comportamiento térmico de tableros de puente y su influencia en el estado tensional.* Tesis Doctoral. Universidad de Cantabria. Santander. Junio 1985.

[SB] **Sánchez de León R., Bernal C.:** *Puente atirantado "Arriaca" en Guadalajara.* IV Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Valencia 2008.

[SBB] **Sanayei M., Bell E.S., Brenner B.:** *Bridge Instrumentation and Nondestructive Load Testing for Long Term Structural Health Monitoring NSF-PFI Grant: Whatever Happen to Long-Term Bridge Design? A case study: Vernon Avenue Bridge*. Conference at Northeastern University. October 2010.

[SG] **Sauvageot G.:** *Segmental Concrete Bridges. Bridge Engineering Handbook.* Wai-Fah Chen and Lian Duan. 2000.

[SO] **Santos, Oliveira L.:** *Upgrading of São João Bridge Structural Health Monitoring System.* IABSE Symposium Report. IABSE Symposium: Sustainable Infrastructure-Environment Friendly, Safe and Resource Efficient. pp. 105-112(8). Bangkok 2009.

[SORTHP] **Serrano G., Obregón J., Rodríguez J., Trigo P., Hué F., Peset L.:** *Fabricación de tableros para el puente de Öresund entre Dinamarca y Suecia.* Hormigón y acero Nº 230, pp 3-42. 4º Trimestre 2003.

[SPLYH] **Shao X., Peng J., Li L., Yan B., Hu J.:** *Time-Dependent Behavior of Concrete-Filled Steel Tubular Arch Bridge.* Journal of Bridge Engineering, pp 98-107. ASCE. January-February 2010.

[SM] *Dutch high-speed railway line track monitoring awarded to SMARTEC SA.* The Monitor. March 2008.

[SMA] *Tanker ship hull structural monitoring with SMARTEC'S fiber optic solution.* The Monitor. March 2008.

[SMAV] **Sopeña L., Merino R.M., Álvarez J.J., Del Valle J.A.:** *Viaducto sobre el río Porcía.* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[SMB] **Spuler T., Moor G., Berger R.:** *Structural health monitoring-saving disruptive works on urban bridges.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-703. Venice 2010.

[SMBW] **Spuler T., Moor G., Berger R.:** *Automated Structural Health Monitoring– filling a knowledge gap.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[SMKOF] **Sumitro S., Matsui Y., Kono M., Okamoto T., Fujii K**.: *Long span bridge health monitoring system in Japan*. Health monitoring and management of civil Infraestructure systems 2001.

[SMNT] **Strasky J., Matascik M., Novak R., Taborska K.:** *Multi-span extradosed Viaduct in Povazska Bystrica, Slovakia.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[SRRM] **Serrano A., Rodríguez D., Rupérez M., Martínez J.:** *Viaducto ferroviario en celosía sobre la Calle Comercio de Madrid.* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[SRT] **Semir A., Rucabado R., Torvinen J.:** *Crusell Bridge, cable-stayed in the West Harbor of Helsinki (Finland), stay system elaboration in terms of design, execution and dynamic behavior.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[SS] **Schlaich J., Scheef H.:** *Concrete Box-Girder Bridges*. International Association for Bridge and Structural Engineering. 1982.

[SSM] **Simón-Talero J.M., Sánchez P.P., Millán C.:** *Implantación de un sistema de gestión de puentes en la red de gestión directa de Abertis Autopistas España.* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[ST] **Simón-Talero J.M.:** *Los Sistemas de Gestión de Puentes ¿Una necesidad?, ¿Una ayuda? ó … ¿Una moda?.* II Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Vol 2, pp 1077-1090. Madrid 2002.

[T] **Takeda, N.**: *Structural health monitoring towards development of smart materials and structures*. Japan Society of Mechanical Engineering, 101 (959), pp 26-29. 1998.

[TBR] **Tozser O., Barker K.J., Rowcroft C.:** *Using Acoustic Monitoring to Extend the Life of Post-Tensioned Cable Supported Bridges.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-234. Venice 2010.

[TK] **Tamura K.:** *Instrument Systems of Major Bridges in Japan.* Instrumental Systems for Diagnostics of Seismic Response of Bridges and Dams. Available Instrumental Systems. pp 10-20.

[TM] **Torroja E.:** *Razón y ser de los tipos estructurales.* Textos Universitarios. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja”. Madrid 1998.

[TMC] **Tsiatas G., McEwen E.E., Chen H.:** *Monitoring of long-term creep and temperature behavior of the Jamestown-Verrazzano Bridge.* University of Rhode Island. June 2002.

[TMHMMMM] **Tarquis F., Martín de la Vega A., Hue P., Mansilla J.L., Millanes F., Martín J., Morejón J.M.:** *Construcción del Viaducto de Archidona L.A.V. Antequera-Granada.* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[TO] *Puente sobre el río Clariano-Onteniente (España)-.* Revista de Obras Públicas Nº 3387, pp 43-47. Mayo 1999.

[TPBSCL] **Torres B., Payá I., Bueno A., Sales S., Calderón P., López-Tola R.M.:** *Aplicaciones de sensores de fibra óptica desarrollados por la U.P.V. para la medida de deformaciones y temperaturas en estructuras.* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[TSH] **Torroja J.A., Simón-Talero J.M., Hernández A.:** *Doubling the width of the platform of the San Pedro bridge (Spain).* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[TSHN] **Torroja J.A., Simón-Talero J.M., Hernández A., Navarro A.:** *Ampliación del Viaducto de San Pedro de la Ribera.* Hormigón y acero Nº 260, pp 11-45. 2º Trimestre 2011.

[TP] **Takács P.:** *Deformations in concrete cantilever bridges. Observations and theoretical modeling.* Doctoral Thesis. Department of Structural Engineering. The Norwegian University of Science and Technology. Trondheim, Norway. March 2002.

[TY] **Takatoku Y.:** *Construction of the Hoover dam bypass arch bridge.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[UHBM] **Ubertini F., Hong A.L., Betti R., Materazzi A.L.:** *Identification of Wind-Excited Suspension Bridges for SHM: a Feasibility Study.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-406. Venice 2010.

[V] **Vázquez D.:** *Sistema "Crackview" de análisis de grandes estructuras a distancia. Aplicaciones prácticas.* II Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Vol 2, pp 1119-1127. Madrid 2002.

[VAPP] **del Valle J.A., Aja C., Puchol V., Peset L.:** *Instrumentación del Viaducto sobre el río Ulla.* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[VC] **Villegas L.M.:** *Análisis en teoría de segundo orden de pilas altas de viaductos. Aplicación al proyecto de pilas de puentes construidos por avance en voladizo.* Tesis doctoral. Universidad de Santander. 1981.

[VCSC] **del Valle J.A., Carriazo A., Simón-Talero J.M., Chico P.:** *Viaducto sobre el río Ulla.* Hormigón y acero Nº 258, pp 7-23. 4º trimestre 2010.

[VGH] **Vázquez A., González M., Hue A.:** *Rehabilitación del Puente colgante de Amposta: Ejecución de la instalación del nuevo sistema de cables.* IV Congreso de ACHE de Puentes y Estructuras. Valencia 2005.

[VHC] **Villalba V., Casas J.R.:** *Monitorización continua-Gestión estructural. Monitorización del Viaducto de la carretera BP-1413 (Cerdanyola del Vallés).* V Congreso de ACHE. Barcelona 2011.

[VID] **Vurpillot S., Inaudi D., Ducret J.M.:** *Bridge monitoring by fiber optic deformation sensors: design, emplacement and results.* SPIE, Smart Structures and Materials, San Diego, USA. 1996.

[VIS] **Vurpillot S., Inaudi D., Scano A.:** *Mathematical model for the determination of the vertical displacement from internal horizontal measurements of a bridge.* SPIE Smart Structures and Materials. San Diego, USA 1996.

[VKBCI] **Vurpillot S., Krueger G., Benouaich D., Clement D., Inaudi D.:** *Vertical deflection of a pre-stressed concrete bridge obtained using deformation sensors and inclinometer measurements.* ACI Structural Journal. Vol 95, Nº 5, pp 518-526. September-October 1998.

[VKI] **Vurpillot S., Kronenberg P., Inaudi D.:** *Bridge Spatial Displacement Monitoring with Fiber Optic Deformations Sensors.* ACI/KCI 2000 International Conference "Repair, Rehabilitation and Maintenance of Concrete". Seúl, Corea 2000.

[VN] **Virlogeux M.:** *The Normandie Bridge, France: A New Record for Cable-Stayed Bridges.* Structural Engineering International 4/1994, pp 208-213. Journal of the International Association for Bridge Engineering IABSE. 1994.

[VM] *Abierta al tráfico el tramo de Autovía Molledo-Pesquera (Cantabria). El Viaducto de Montabliz: El más alto de España.* CIMBRA Nº 380, pp 38-46. Abril 2008.

[VP] **Van der Auweaer H., Peeters B**.: *International research projects on structural health monitoring: an overview*. Structural Health Monitoring Sage Publications. Vol 2 (4), pp 341-358. 2003.

[VPR] **Villegas R., Pantaleón M.J., Revilla R.:** *Viaducto de Montabliz.* Seminarios Torroja. Informes de la Construcción, Vol. 58, 502, pp 83-84. Enero-marzo 2006.

[VPRO] **Villegas R., Pantaleón M.J., Revilla R., Olazábal P.:** *Viaducto de Montabliz.* Hormigón y acero Nº 258, pp 9-40. Abril-Junio 2008.

[VPROI] **Villegas R., Pantaleón M.J., Revilla R., Olazábal P.:** *El Viaducto de Montabliz (Parte I).* Cemento Hormigón Nº 918, pp 78-91. Septiembre 2008.

[VPROII] **Villegas R., Pantaleón M.J., Revilla R., Olazábal P.:** *El Viaducto de Montabliz (Parte II).* Cemento Hormigón Nº 919, pp 90-103. Octubre 2008.

[VPROO] **Pantaleón M.J., Revilla R., Olazábal P.:** *Viaducto de Montabliz.* Revista de Obras Públicas. Nº 3472. Año 153. pp 7-16. Diciembre 2006

[W] **Wong K**.: *Design of a structural health monitoring system for long span bridges*. Structure and Infrastructure Engineering, Taylor & Francis. Vol 3, Nº 2, pp 169-185. June 2007.

[WA] **Weight A.:** *Critical analysis of the Great Belt East Bridge, Denmark.* Proceedings of Bridge Engineering 2 Conference 2009. University of Bath, Bath, UK. April 2009.

[WE] *Wind Engineering.* Bridge Aerodinamics Services. Design & DTP: Force Technology. pp 14-15.

[WP] **Western K., Phipps A.R.:** *The New I-35W Bridge-a modern concrete bridge for the future.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[WSBF] **Wendner R., Strauss A., Bergmeister K., Frangopol D.M.:** *Monitoring Based Evaluation of Design Criteria for Concrete Frame Bridges.* IABSE Symposium on Large structures and Infrastructures for environmentally constrained and urbanized areas. A-636. Venice 2010.

[WSBR] **Wendner R., Strauss A., Bergmeister K., Reiterer M.:** *Sensor based assessment of soil-structure-interaction.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[WWS] **Wanders S.P., Windslow D., Sutton C.D.:** *Study of the Segmental Box Girder Bridge at Turkey Run: Construction, Instrumentation, and Data Collection: Interim Report.* Joint Transportation Research Program Civil Engineering. Purdue University. 1979.

[YM] **Yun C., Min Y.:** *Smart Sensing, Monitoring, and Damage Detection for Civil Infrastructures.* KSCE Journal of Civil Engineering. Vol. 15, Nº 1, pp 1-14. January 2011.

[Z] **Zwicky D.:** *SIA 269/2 – A new Swiss Code for the Conservation of Concrete Structures.* 3rd *fib* International Congress. Washington 2010.

[ZFCHB] **Zhua Y., Fua Y., Chena W., Huanga S., Bennettb K.D.:** *Health monitoring system for Dafosi cable-stayed bridge*. Smart Structures and Materials 2003: Smart Systems and Nondestructive Evaluation for Civil Infrastructures. Proceedings of SPIE Vol 5057. 2003.

[ZLZYT] **Zhao C., Li C., Zeng M., Yang W., Tan L.:** *Performance analysis of a cable-hoisting erection system in Nanning Yonghe Bridge.* ARCH'10-6th International Conference on Arch Bridges, pp 753-760. 2010.

[ZSXX] **Zong Z., Sun J., Xu L., Xia Z.:** *Design and Study of Structural Health Monitoring System of Xiabaishi Bridge*. Journal of the China Railway Society. Vol 5. 2009.

[ZZ] **Zufiria I.:** *La gestión de las obras de fábrica en la red foral de la Diputación foral de Guipúzcoa.* Jornadas sobre la vida de los puentes. pp 648-663. San Sebastián 2005.

ANEXO A. NOTACIÓN

ABREVIATURAS

Letras latinas

Minúsculas

h: canto.

t: tiempo.

Mayúsculas

2D: Dos dimensiones.

3D: Tres dimensiones.

ANEi: anemómetro "i" -nomenclatura de los canales-.

Ei: extensómetro "i" -nomenclatura de los canales-.

Ki: clinómetro "i" -nomenclatura de los canales-.

L: longitud del vano principal.

"T": estructura formada por una pila y sus dos semi-vanos adyacentes del tablero -voladizos- durante la construcción en avance en voladizo.

T: temperatura.

Ti: sonda de temperatura "i"-nomenclatura de los canales-.

VELi: veleta "i" -nomenclatura de los canales-.

Letras griegas

Minúsculas

μ: micro (millonésima parte: $1/10^6$).

Mayúsculas

ΔT: gradiente térmico.

ACRÓNIMOS

Minúsculas

fib: Federation Internationale du beton.

Mayúsculas

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials.

ACHE: Asociación Científico Técnica del Hormigón Estructural. España.

ADIF: Gestor de Infraestructuras Ferroviarias. España.

CEB: Comité Europeo del Hormigón.

DGC: Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento. España.

DGF: Dirección General de Ferrocarriles. Ministerio de Fomento. España.

DIRTE: Dirección Técnica. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento. España.

DITEST: Distributed Temperature and Strain monitoring system.

ELS: Estado Límite de Servicio.

ELU: Estado Límite Último.

EMI: Electromagnetic Interference. Interferencia electromagnética. Ruido generado cuando se desvían los campos electromagnéticos e inducen corrientes en conductores eléctricos.

ETSICCP: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

FBG: Fiber Bragg Grating. Sensor de fibra óptica.

FIP: Federación Internacional de Pretensado.

FOS: Sensor de fibra óptica.

GIF: Antiguo Gestor de Infraestructuras Ferroviarias en España. Hoy en día es ADIF.

GPS: Global Positioning System.

IABMAS: International Association for Bridge Maintenance and Safety.

IABSE: International Association for Bridge and Structural Engineering.

ISHMII: International Society for Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure.

KSCE: Korean Society of Civil Engineers.

MOPU: Antiguo Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Actualmente ha sido reemplazado por el Ministerio de Fomento.

OBR: Optical Backscatter Reflectometer. Sensor de fibra óptica.

PEM: Presupuesto de ejecución material.

PP: Peso Propio.

SAD: Sistema de adquisición de datos.

SAI: Sistema de alimentación ininterrumpido. Sistema que protege un aparato electrónico de un corte de la energía eléctrica.

SC: Sobrecarga de uso.

SGP: Sistema de Gestión de Puentes.

SHM: Structural Health Monitoring*.* Registro periódico, continuo y permanente de una serie de parámetros de una estructura que reflejan su comportamiento. Se trata de implementar un sistema de detección de daños en la misma.

SHMII: Structural Health Monitoring on Intelligent Infrastructure.

SMARTEC: Institución fundada en 1996 como un grupo inicial de trabajo para el desarrollo de los sensores de fibra óptica en el Instituto Tecnológico de Suiza en Lausanne, a la que se han ido añadiendo diversas compañías con el transcurso de los años.

SOFO: *Surveillance d'Ouvrages par Fibres Optiques.* Sistema de instrumentación a base de sensores de fibra óptica.

TESEO: Base de datos de Tesis Doctorales del Ministerio de Educación. Gobierno de España.

UIC: Unión Internacional de Ferrocarriles.

ANEXO B. CONCEPTOS BÁSICOS

Acciones Térmicas

Las acciones térmicas sobre una estructura o un elemento estructural son aquéllas que provienen de las variaciones de temperatura dentro de un intervalo específico de tiempo.

Ángulo crítico

Máximo ángulo de incidencia con el que un haz puede propagarse en el interior de una fibra óptica. Se mide con respecto a la normal a dicha fibra, tal y como se indica en la Figura B-1, y se expresa en función de los índices de refracción.

$$\sin\theta_c = \frac{n_1}{n_2}$$

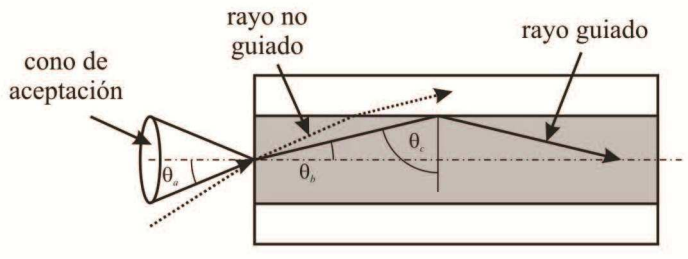


Figura B-1. Guiado de la luz en una fibra óptica. [AG]

Calor

Se define como la energía cinética total de todos los átomos o moléculas de una sustancia.

Transferencia de energía de una parte a otra de un cuerpo, o entre diferentes cuerpos, producida por una diferencia de temperatura, desde la parte de mayor temperatura a la de menor. La transferencia se realiza por tres mecanismos físicos diferentes:

- Conducción: contacto físico entre elementos.
- Convección: elementos en un medio en movimiento.
- Radiación: energía transmitida por la fuente.

Coeficiente de Correlación de un modelo de regresión lineal

Evalúa la existencia de una relación funcional entre dos variables. A partir de un conjunto de ***n*** pares de valores $(\boldsymbol{x_i}, \boldsymbol{y_i})$ se define el coeficiente de correlación $\boldsymbol{r_{xy}}$ como:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^{n}(x^i-\overline{x})^2 \sum_{i=1}^{n}(y^i-\overline{y})^2\right)}}$$

Su valor pertenece al intervalo (-1,+1). En el caso de que su valor sea:

- -1: relación lineal perfecta con pendiente negativa.
- 0: no existe ningún tipo de relación entre los datos.
- +1: relación lineal perfecta con pendiente positiva.

A efectos prácticos, en la Tabla B-1 se indican los valores mínimos del coeficiente de correlación para un determinado nivel de significancia α.

	α				
n	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
3	0.951	0.988	0.997	1.000	1.000
4	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990
5	0.687	0.805	0.878	0.934	0.959
6	0.608	0.729	0.811	0.882	0.917
7	0.551	0.669	0.754	0.833	0.875
8	0.507	0.621	0.707	0.789	0.834
9	0.472	0.582	0.666	0.750	0.798
10	0.443	0.549	0.632	0.715	0.765
11	0.419	0.521	0.602	0.685	0.735
12	0.398	0.497	0.576	0.658	0.708
13	0.380	0.476	0.553	0.634	0.684
14	0.365	0.458	0.532	0.612	0.661
15	0.351	0.441	0.514	0.592	0.641
16	0.338	0.426	0.497	0.574	0.623
17	0.327	0.412	0.482	0.558	0.606
18	0.317	0.400	0.468	0.543	0.590
19	0.308	0.389	0.456	0.529	0.575
20	0.299	0.378	0.444	0.516	0.561
25	0.265	0.337	0.396	0.462	0.505
30	0.241	0.306	0.361	0.423	0.463
35	0.222	0.283	0.334	0.392	0.430
40	0.207	0.264	0.312	0.367	0.403
45	0.195	0.248	0.294	0.346	0.380
50	0.184	0.235	0.279	0.328	0.361
100	0.129	0.166	0.197	0.233	0.257
200	0.091	0.116	0.138	0.163	0.180

Tabla B-1. Coeficiente de correlación en función de nivel de significancia. [ALE]

Componente diferencia de temperatura

La parte de la distribución de temperaturas en un elemento estructural que representa la diferencia de temperatura existente entre la cara externa del elemento y cualquier punto de su interior.

Conducción

Mecanismo de transferencia de calor a escala atómica, debido al choque de unas moléculas con otras; las partículas de las zonas de temperatura más alta -con más energía- transmiten su energía a las que están en zonas de temperatura más baja. De esta forma se produce un flujo de calor.

Convección

Mecanismo de transferencia de calor debido al movimiento de la masa o a la circulación dentro de una determinada sustancia. Por tanto, sólo se produce en líquidos y gases, donde los átomos y las moléculas se pueden mover libremente.

Cono de aceptación

Es otra forma de expresar el ángulo crítico.

$$NA = \sin\theta_a = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$$

Daño de una estructura

Se define como daño cualquier cambio en las características geométricas, propiedades de los materiales y/o en las condiciones de apoyo de una estructura.

Fibra óptica

Medio de transmisión de redes de datos. Consiste en un hilo muy fino cilíndrico de vidrio u otro material plástico -siempre transparente, y generalmente SiO_2-, a través del cual se envían los datos a transmitir mediante pulsos de luz. Está compuesto por un núcleo de radio *a* y una cubierta de radio *b*, con distinto ángulo de refracción n_1 y n_2, respectivamente -siendo $n_2<n_1$, aunque la diferencia es de unas centésimas-.

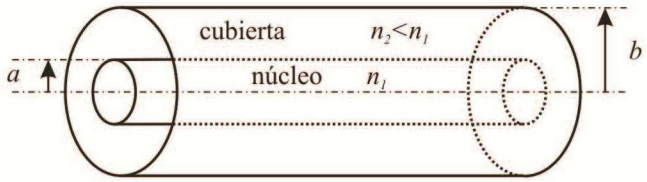


Figura B-2. Geometría fibra de vidrio. [AF]

De esta forma, el haz de luz está totalmente confinado en el interior de la fibra y se propaga con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, de acuerdo con la ley de Snell, tal y como se indica en la Figura B-1.

Gradiente horizontal de una pila

Diferencia de temperaturas entre las fibras extremas en dirección longitudinal o transversal de la sección transversal de una pila de una estructura en un instante determinado. De esta forma se definen dos gradientes: longitudinal y transversal.

Gradiente térmico diario

Variación térmica al cabo del día en un punto determinado de una estructura. Se obtiene a partir de la diferencia entre la temperatura máxima y la mínima.

Gradiente vertical de un tablero

Diferencia de temperaturas entre las fibras superior e inferior de la sección transversal de un tablero de una estructura en un instante determinado.

Inercia térmica

Propiedad que indica la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con que la cede o absorbe del entorno. Depende de la masa, del calor específico de sus materiales y del coeficiente de conductividad térmica de éstos. Conlleva dos fenómenos: la amortiguación en la variación de las temperaturas y el retardo de la temperatura interior respecto a la exterior.

Ley de Snell

El producto del índice de refracción por el seno del ángulo de incidencia es constante para cualquier rayo de luz incidente sobre la superficie separadora de dos medios.

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

Media

La media $\overline{x}$ de un conjunto de valores $\mathbf{x_i}$ se define como la suma de todos ellos dividida por el número de valores ***n***.

$$\bar{x} = \frac{x_i}{n}$$

Media móvil de parámetro "n"

En una serie de datos consecutivos en el tiempo, es el valor medio de los n/2 valores anteriores y los n/2 valores posteriores.

Modelo de regresión lineal

Un modelo de regresión lineal de un conjunto de ***n*** pares de valores $(\boldsymbol{x_i}, \boldsymbol{y_i})$ se representa a partir de la línea de mínimos cuadrados $y = Ax + B$, que es aquélla que minimiza la raíz cuadrática media $\boldsymbol{E_2(f)}$.

Nivel de confianza 1-α

Probabilidad de que la media $\overline{x}$ de un conjunto de valores $\boldsymbol{x_i}$ esté dentro de un intervalo determinado.

Nivel de significancia α

Radiación

La radiación térmica es la energía emitida por la materia que se encuentra a una temperatura dada; se produce en todas las direcciones, directamente desde la fuente hacia afuera. Esta energía es producida por los cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas constitutivos y es transportada por ondas electromagnéticas o fotones, por lo que recibe el nombre de radiación electromagnética.

A diferencia de la conducción y de la convección, no precisa de un medio material para propagarse, de hecho, la transferencia de energía por radiación es más efectiva en vacío. Sin embargo, la velocidad, la intensidad y la dirección de su flujo de energía se ven influenciados por la presencia de materia.

Radiación solar

Conjunto de radiaciones electromagnéticas producidas por el sol -cuerpo negro a 6000 ºC-. Los cuerpos situados en la Tierra reciben la energía del sol y la reirradian en forma de calor en todas las direcciones.

Tiene dos componentes:

- Irradiación Solar Directa: aquélla que llega al cuerpo desde la dirección del Sol.
- Irradiación Solar Difusa: aquélla que llega al cuerpo después de haber modificado su trayectoria debido a múltiples factores -densidad atmosférica, partículas u objetos con los que choca, reemisiones de cuerpos...-.

Raíz cuadrática media

Evalúa el error de un modelo de regresión lineal. A partir de un conjunto de ***n*** pares de valores $(\boldsymbol{x_i}, \boldsymbol{y_i})$ se define la raíz cuadrática media ***E₂(f)*** como:

$$E_2(f) = \sqrt{\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|f(x_k - y_k)|^2\right)}$$

Smart Structure: *Estructura inteligente*

Estructura que es capaz de transmitir su comportamiento estructural a partir de su instrumentación.

Temperatura

Magnitud física relacionada con la sensación de frío o caliente al tocar una sustancia. Es una medida de la energía cinética promedio de los átomos y moléculas individuales de una sustancia.

Temperatura del aire a la sombra

Temperatura medida por los termómetros instalados en una caja de madera con taladros pintada de color blanco -pantalla de Stevenson-.

Temperatura efectiva -Componente uniforme de temperatura-

Temperatura -constante en la sección transversal- que rige la contracción o dilatación de un elemento estructural.

Temperatura inicial

Temperatura de un elemento estructural en la etapa en la que se bloquean sus coacciones al movimiento -terminación-.

Temperatura máxima/mínima del aire a la sombra T_{max}, T_{min}

Valor de la temperatura máxima/mínima del aire a la sombra con una probabilidad de ser excedido de un 0.02 -equivalente a un periodo de retorno de 50 años-, basado en los valores máximos registrados en intervalos de una hora.

ANEXO C. RESULTADOS

C.1 Temperatura ambiente

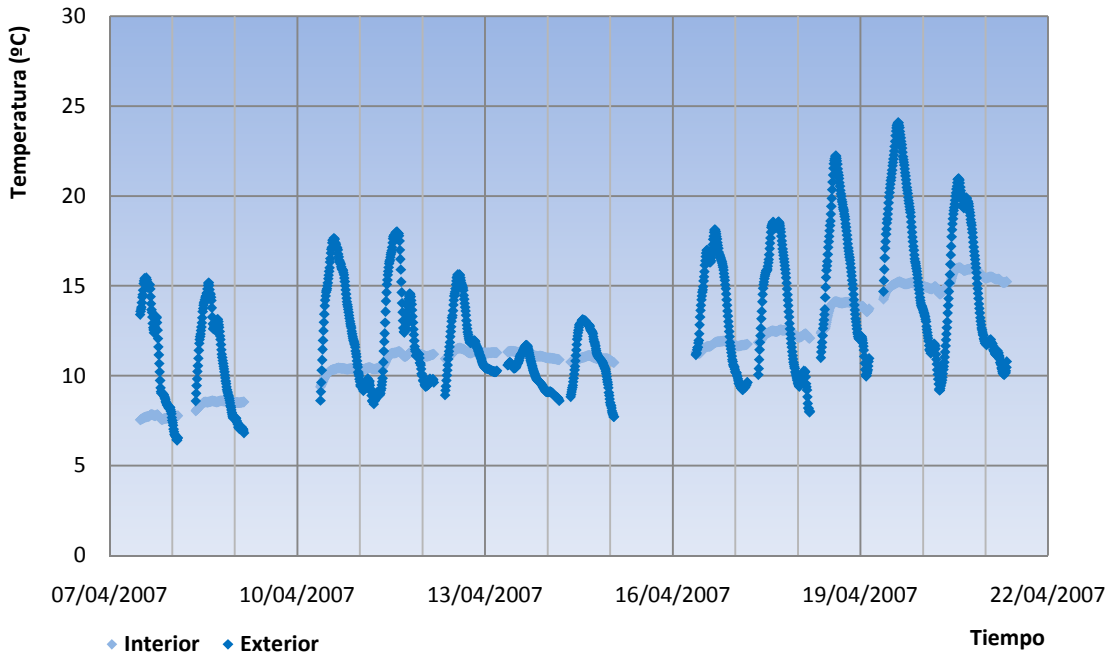


Figura C-1. Entre dovelas 1 y 2. Variación de la temperatura ambiente

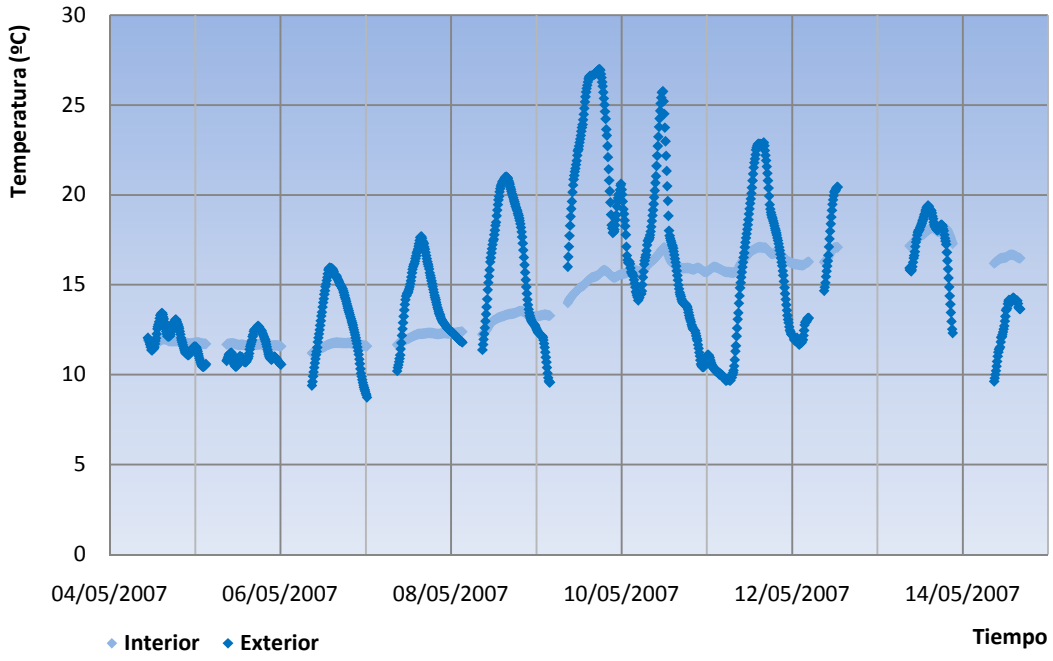


Figura C-2. Entre dovelas 2 y 3. Variación de la temperatura ambiente

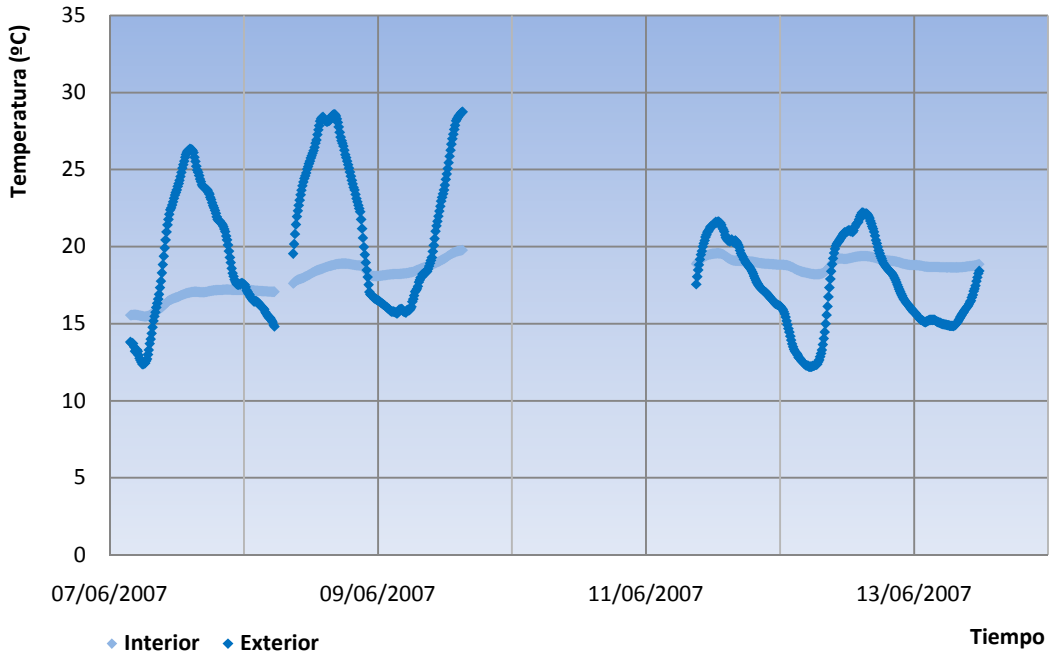


Figura C-3. Entre dovelas 4 y 5. Variación de la temperatura ambiente

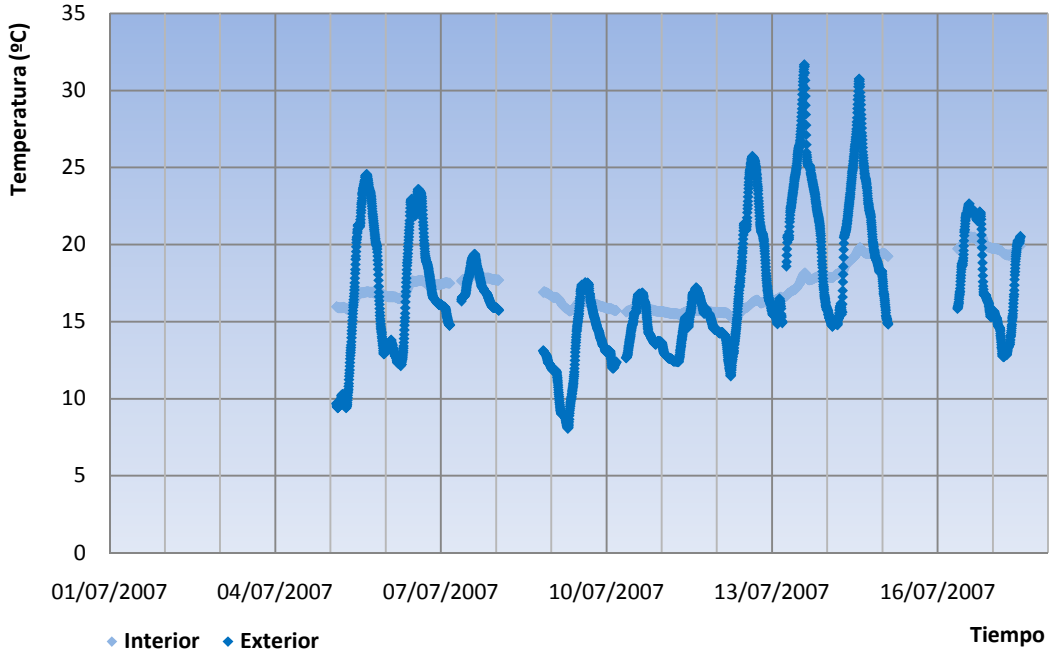


Figura C-4. Entre dovelas 6 y 7. Variación de la temperatura ambiente

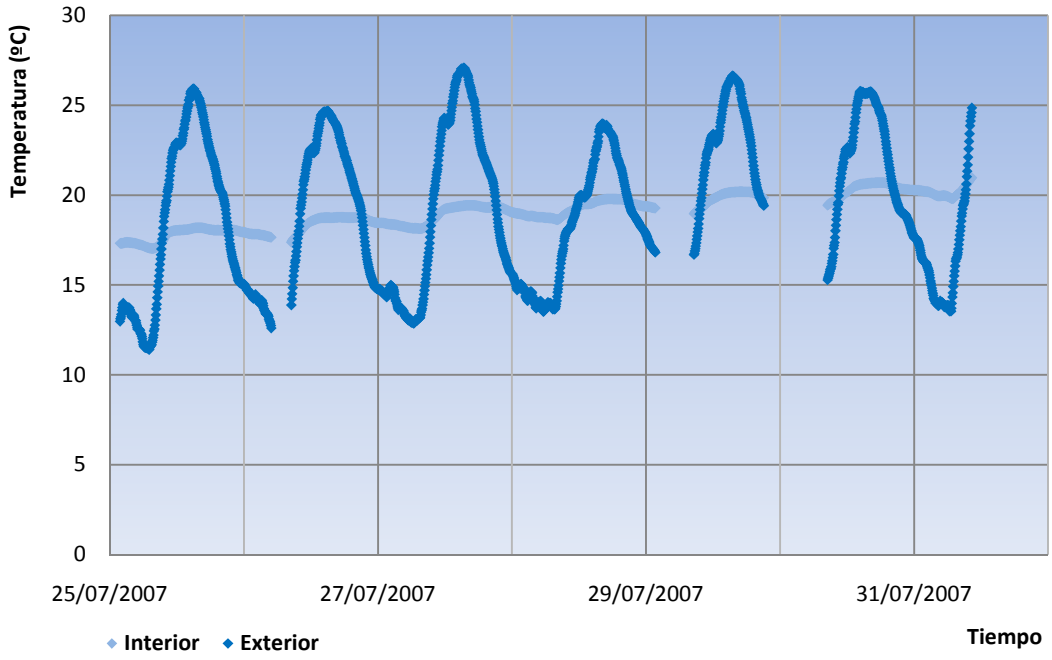


Figura C-5. Entre dovelas 7 y 8. Variación de la temperatura ambiente

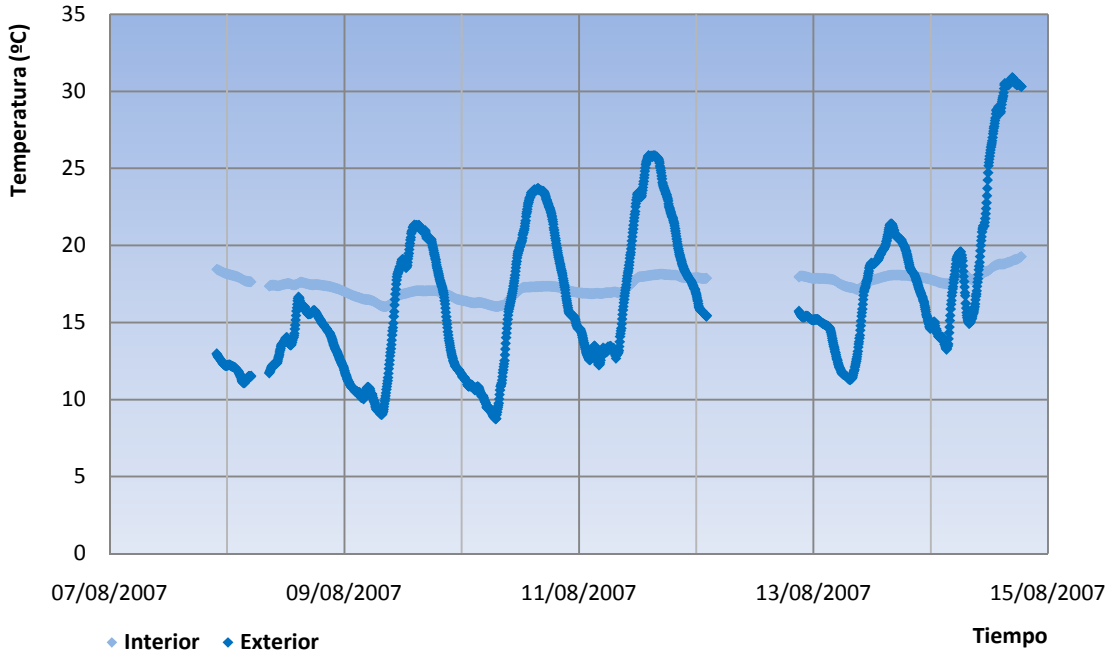


Figura C-6. Entre dovelas 8 y 9. Variación de la temperatura ambiente

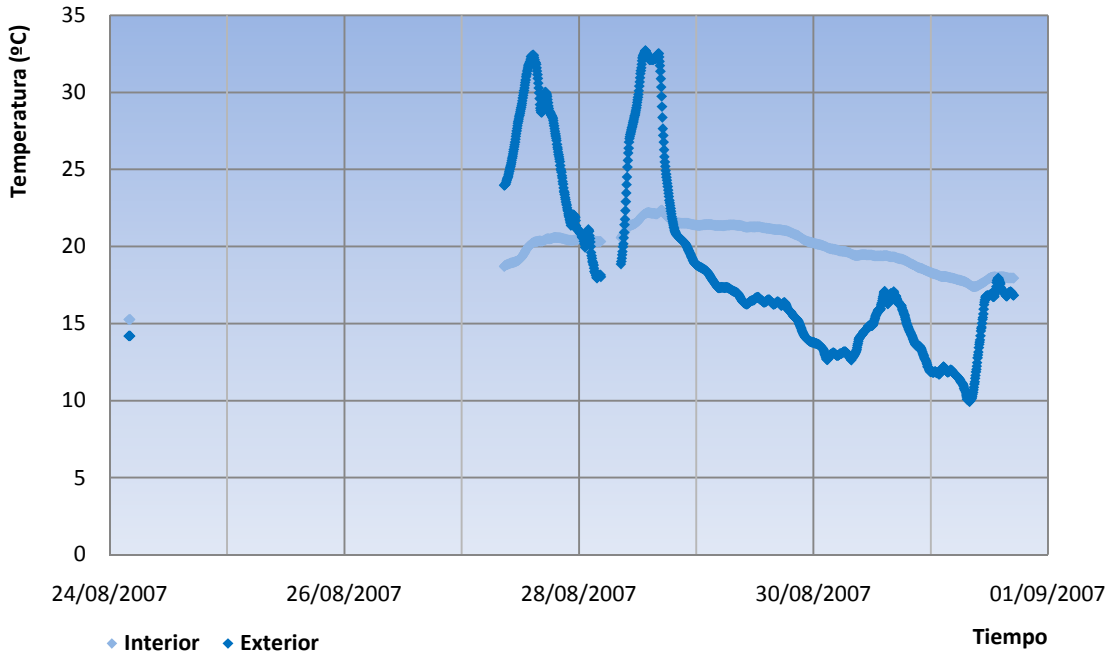


Figura C-7. Entre dovelas 9 y 10. Variación de la temperatura ambiente

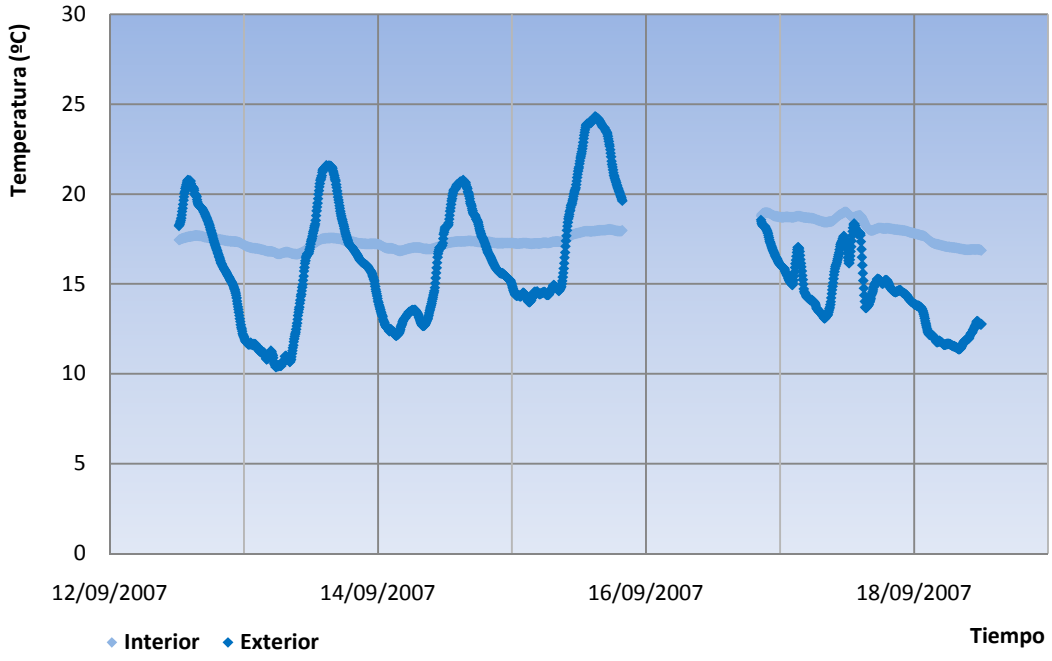


Figura C-8. Entre dovelas 10 y 11. Variación de la temperatura ambiente

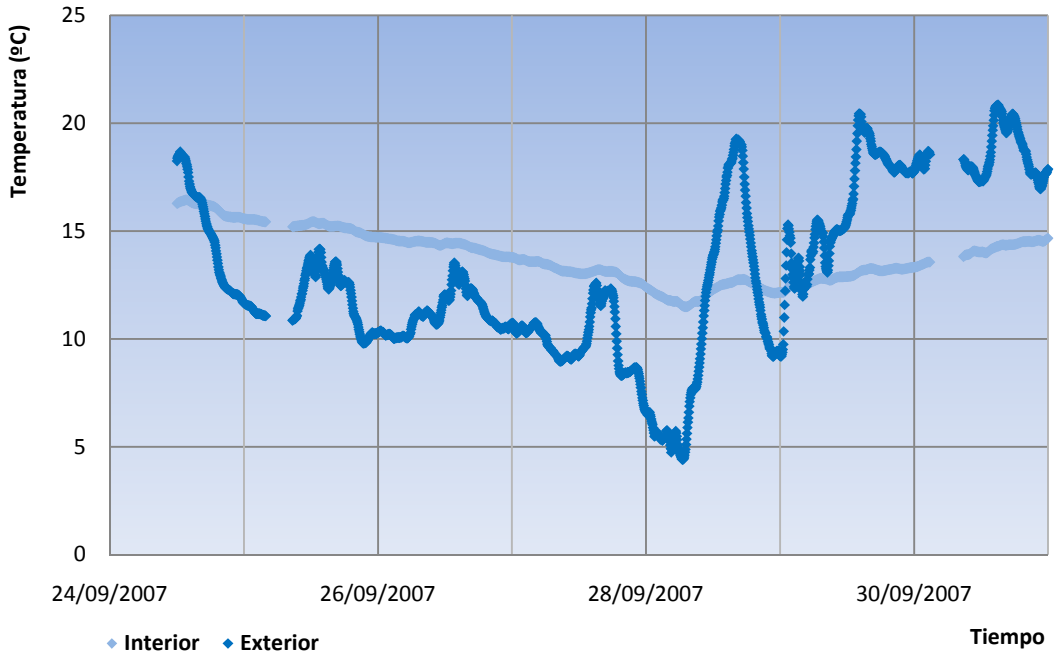


Figura C-9. Entre dovelas 11 y 12. Variación de la temperatura ambiente

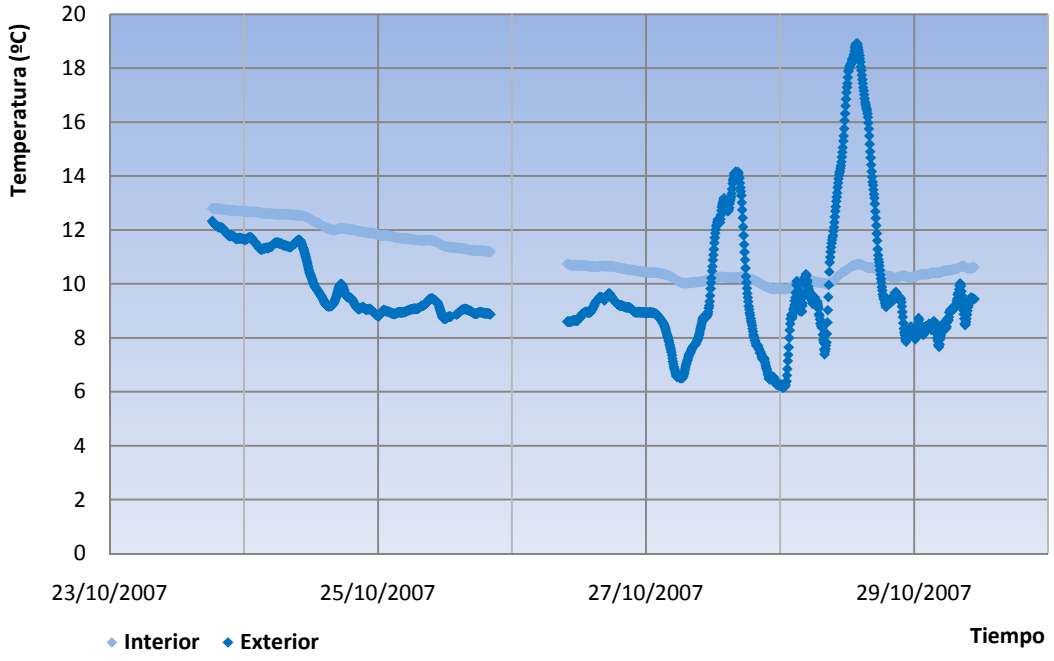


Figura C-10. Entre dovelas 13 y 14. Variación de la temperatura ambiente

C.2 Temperaturas Lado Norte

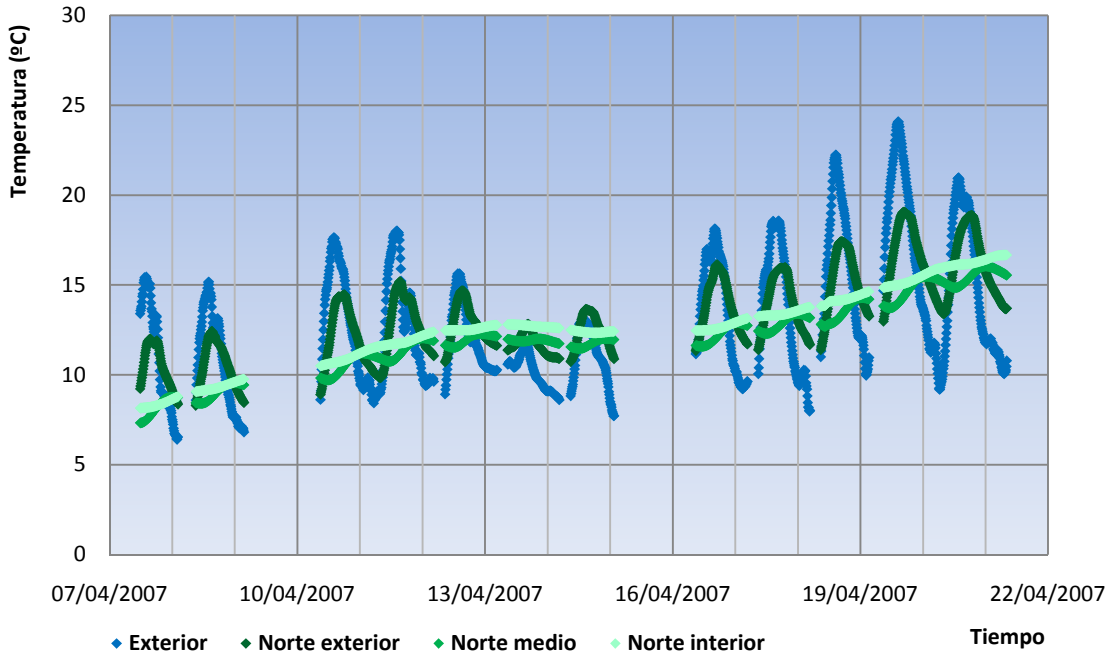


Figura C-11. Entre dovelas 1 y 2. Variación de la temperatura en la cara norte

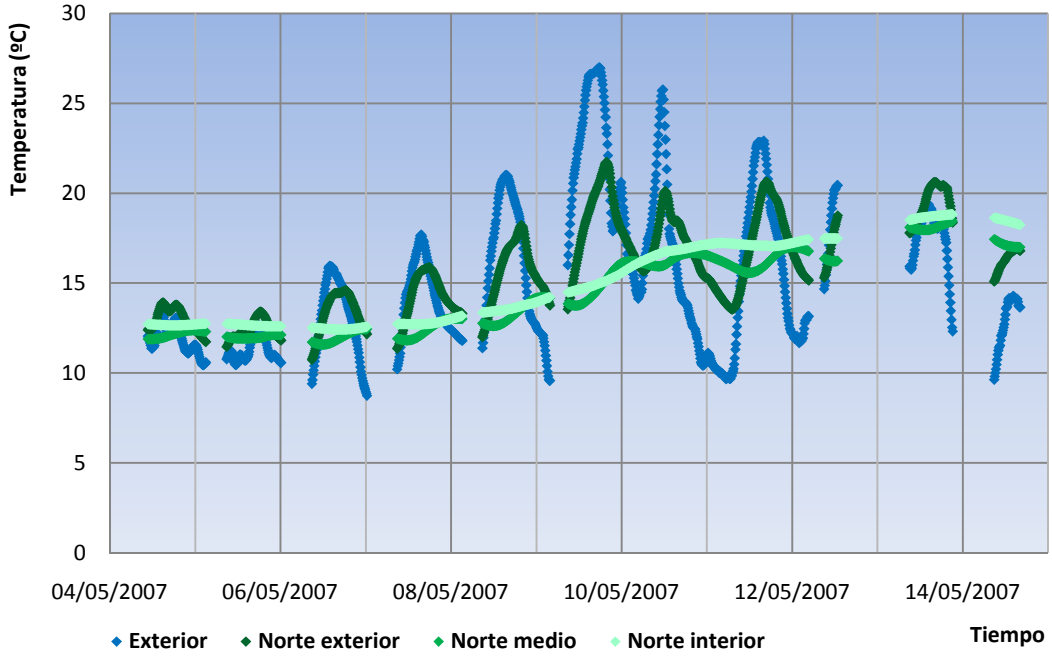


Figura C-12. Entre dovelas 2 y 3. Variación de la temperatura en la cara norte

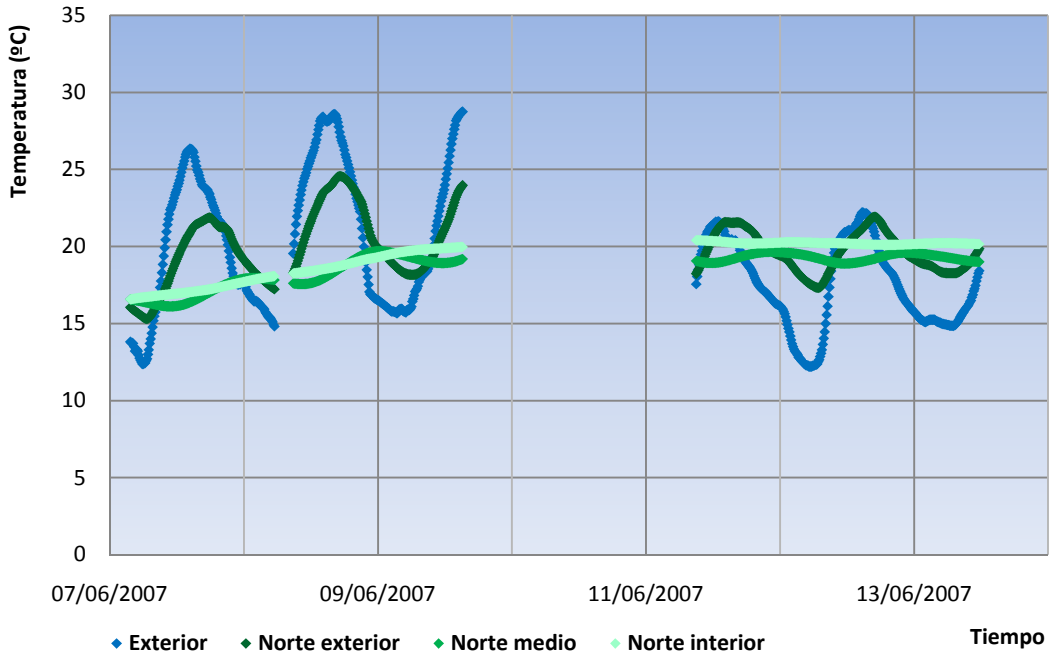


Figura C-13. Entre dovelas 4 y 5. Variación de la temperatura en la cara norte

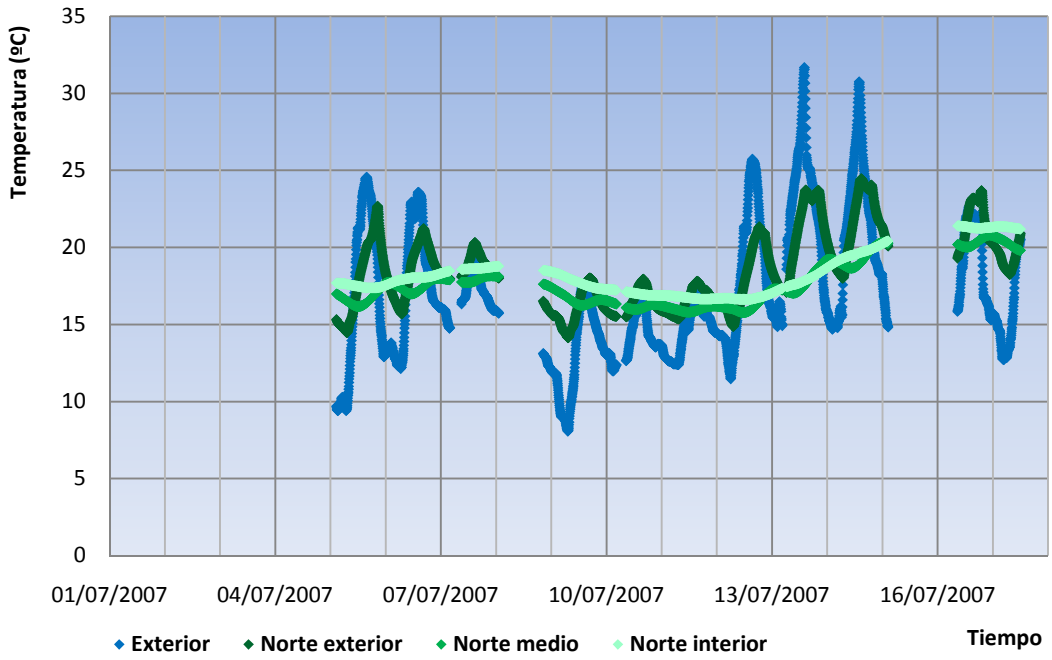


Figura C-14. Entre dovelas 6 y 7. Variación de la temperatura en la cara norte

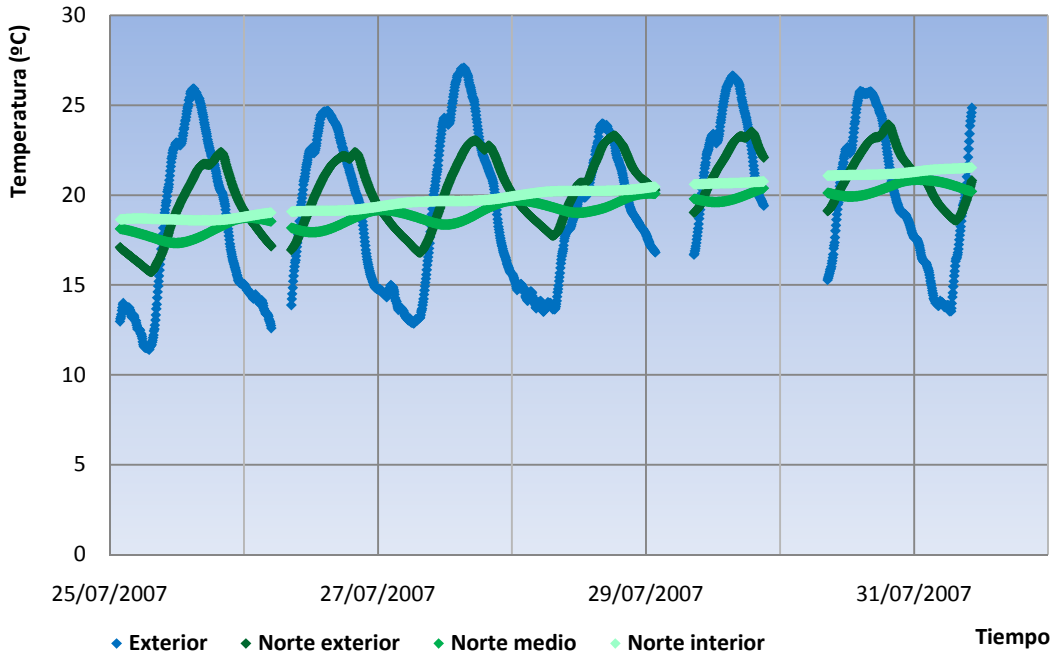


Figura C-15. Entre dovelas 7 y 8. Variación de la temperatura en la cara norte

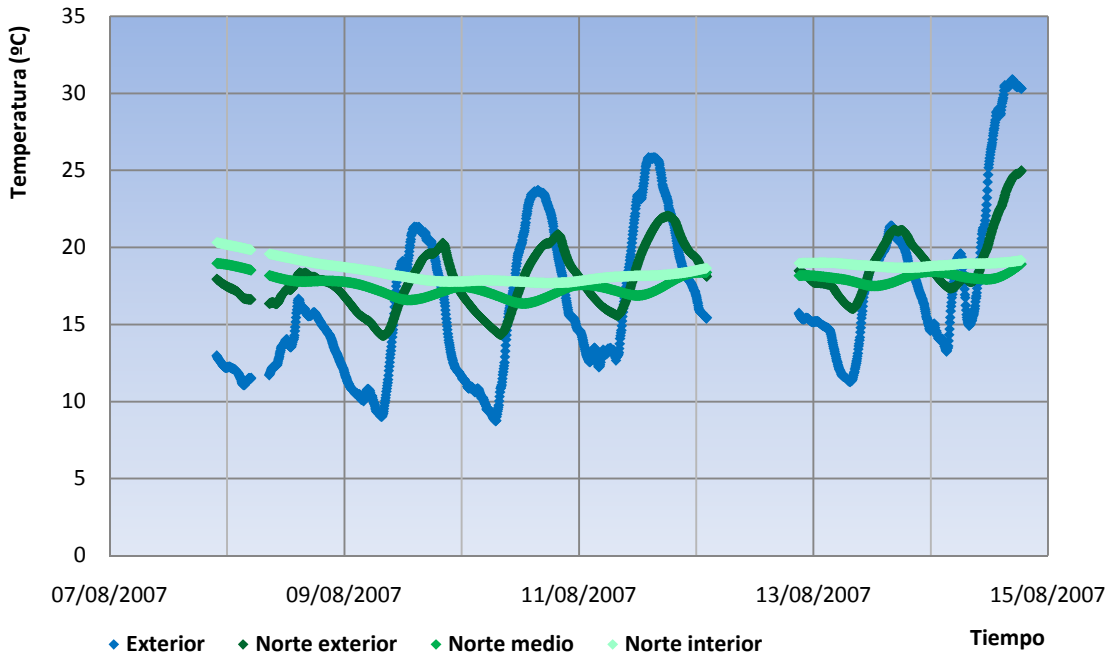


Figura C-16. Entre dovelas 8 y 9. Variación de la temperatura en la cara norte

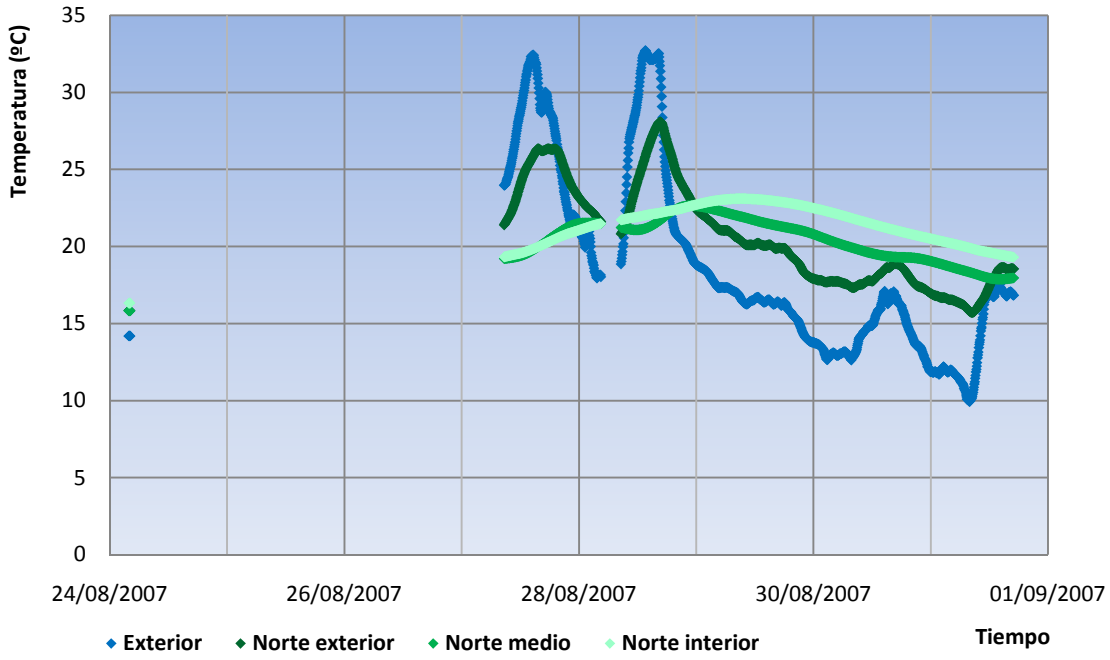


Figura C-17. Entre dovelas 9 y 10. Variación de la temperatura en la cara norte

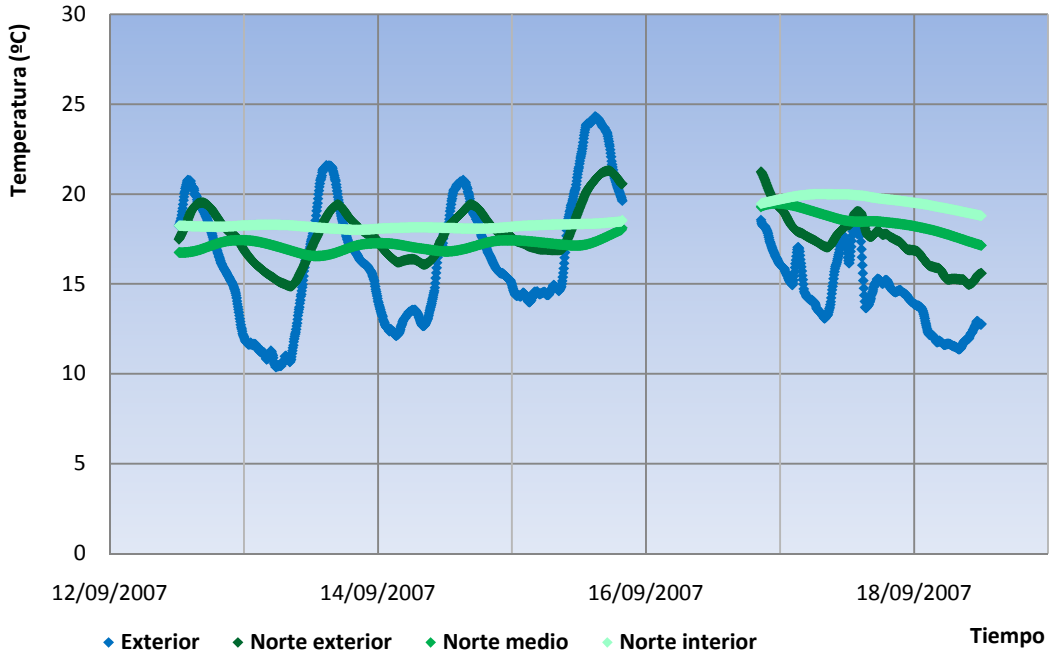


Figura C-18. Entre dovelas 10 y 11. Variación de la temperatura en la cara norte

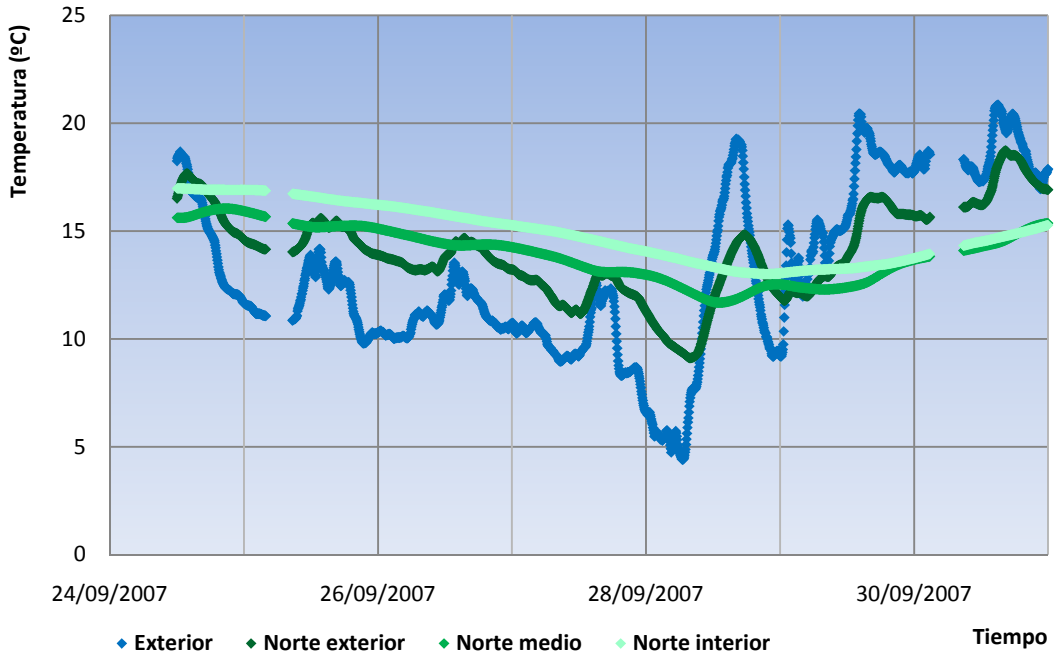


Figura C-19. Entre dovelas 11 y 12. Variación de la temperatura en la cara norte

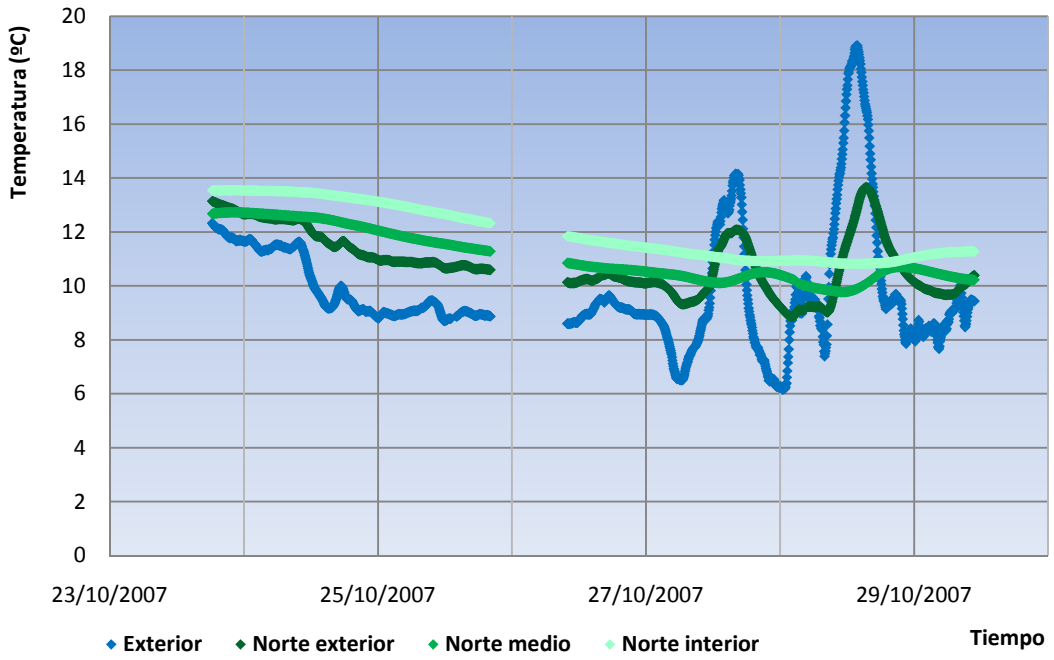


Figura C-20. Entre dovelas 13 y 14. Variación de la temperatura en la cara norte

C.3 Temperaturas Lado Sur

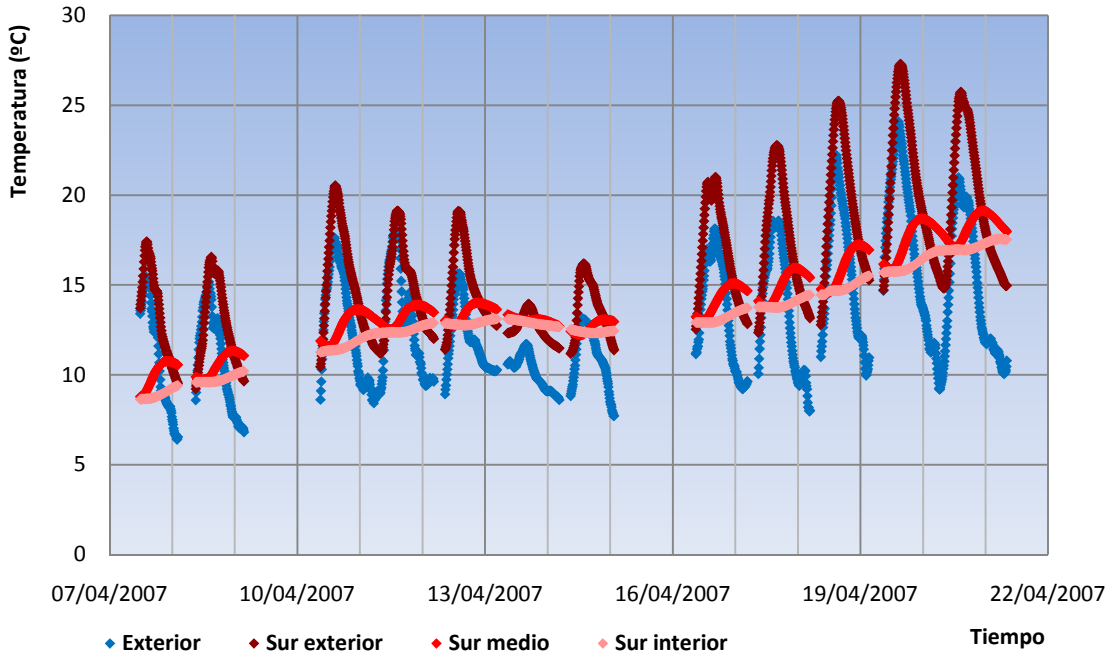


Figura C-21. Entre dovelas 1 y 2. Variación de la temperatura en la cara sur

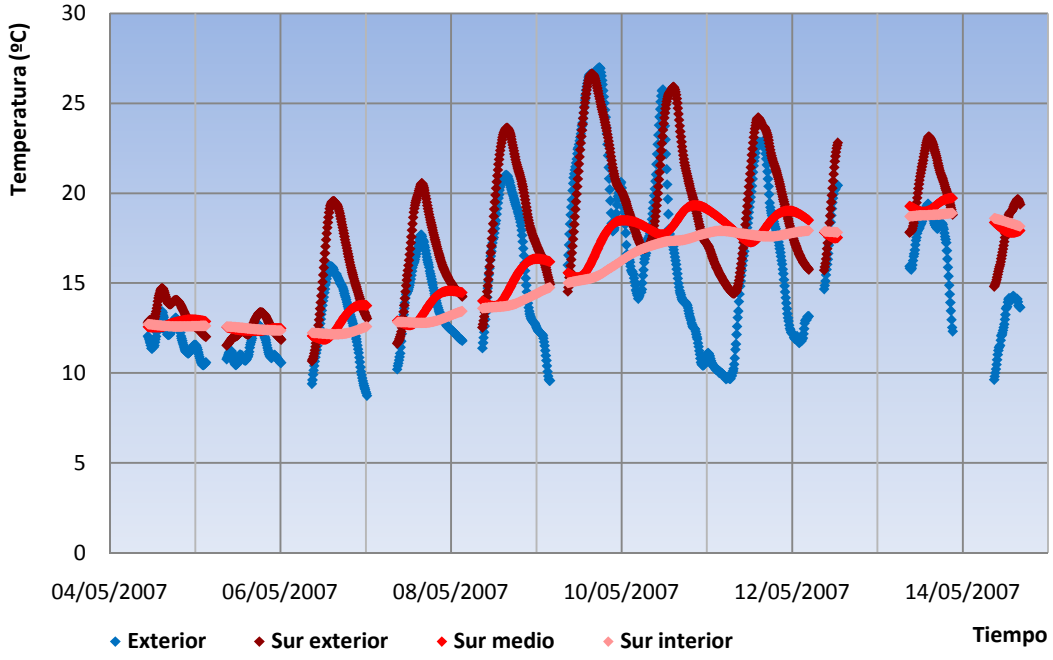


Figura C-22. Entre dovelas 2 y 3. Variación de la temperatura en la cara sur

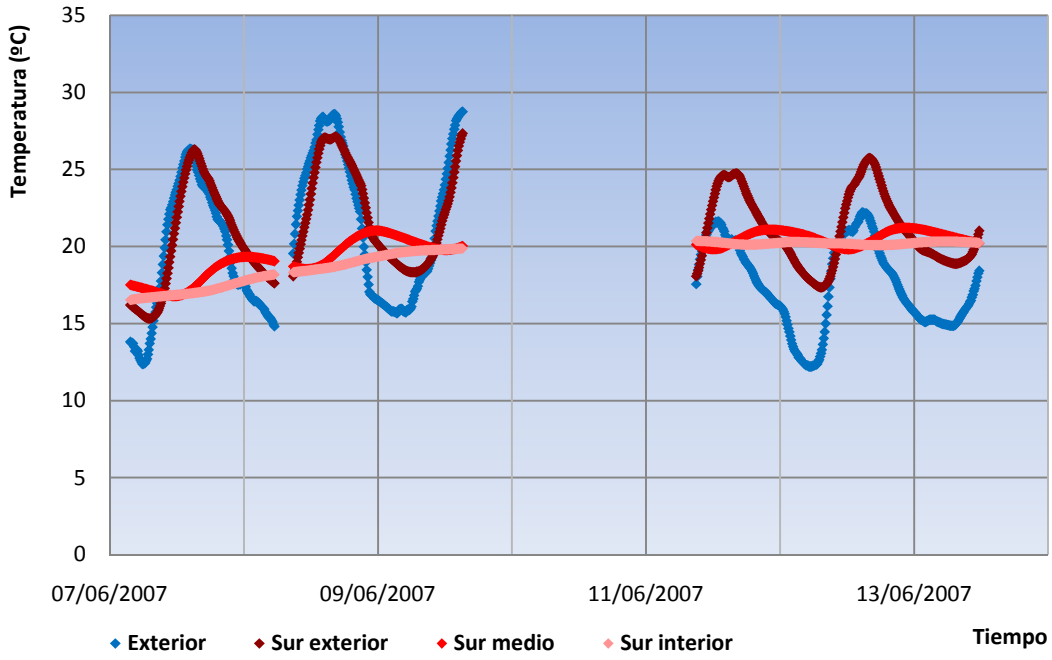


Figura C-23. Entre dovelas 4 y 5. Variación de la temperatura en la cara sur

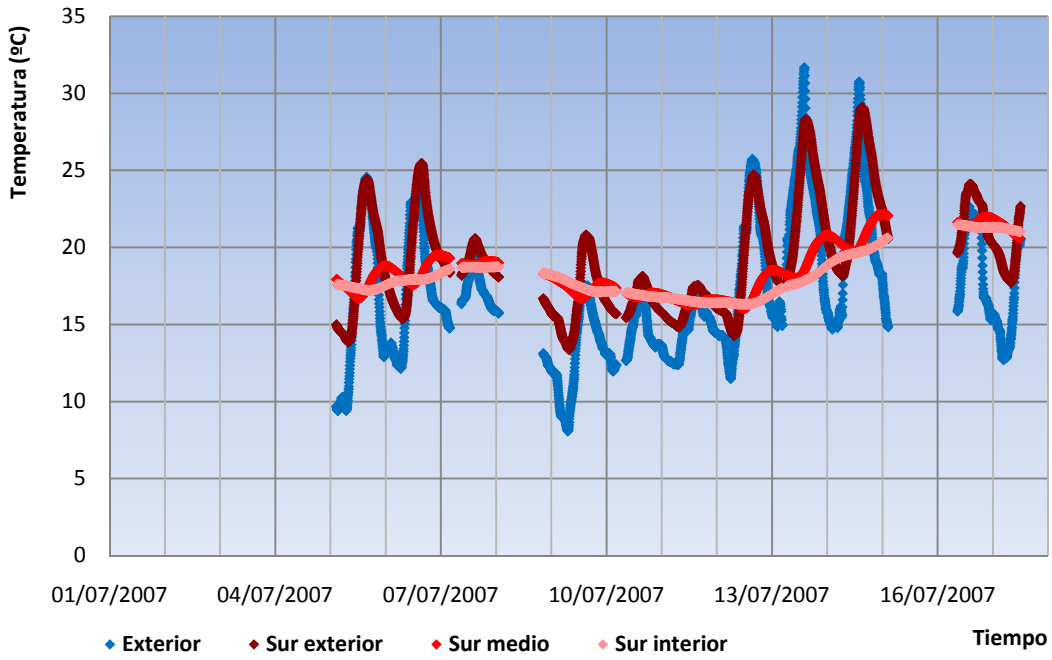


Figura C-24. Entre dovelas 6 y 7. Variación de la temperatura en la cara sur

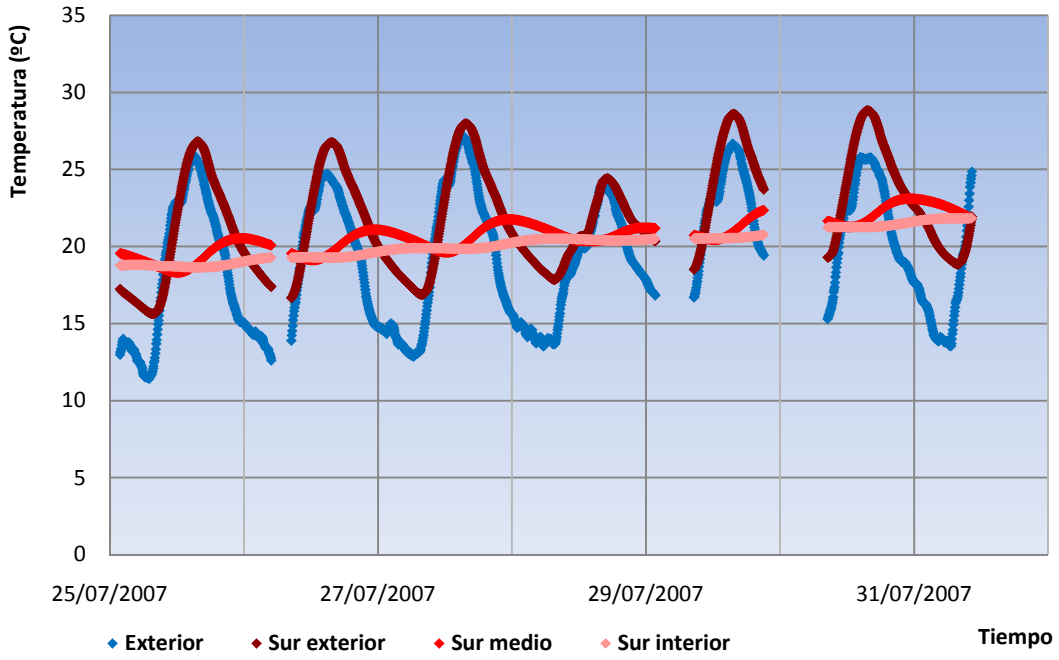


Figura C-25. Entre dovelas 7 y 8. Variación de la temperatura en la cara sur

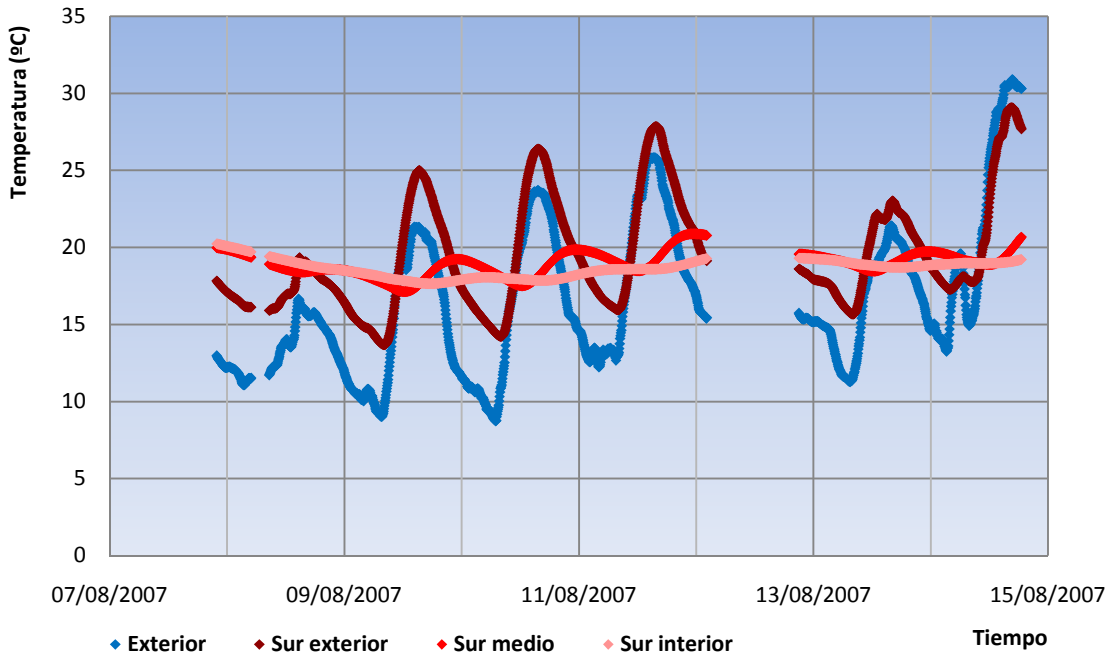


Figura C-26. Entre dovelas 8 y 9. Variación de la temperatura en la cara sur

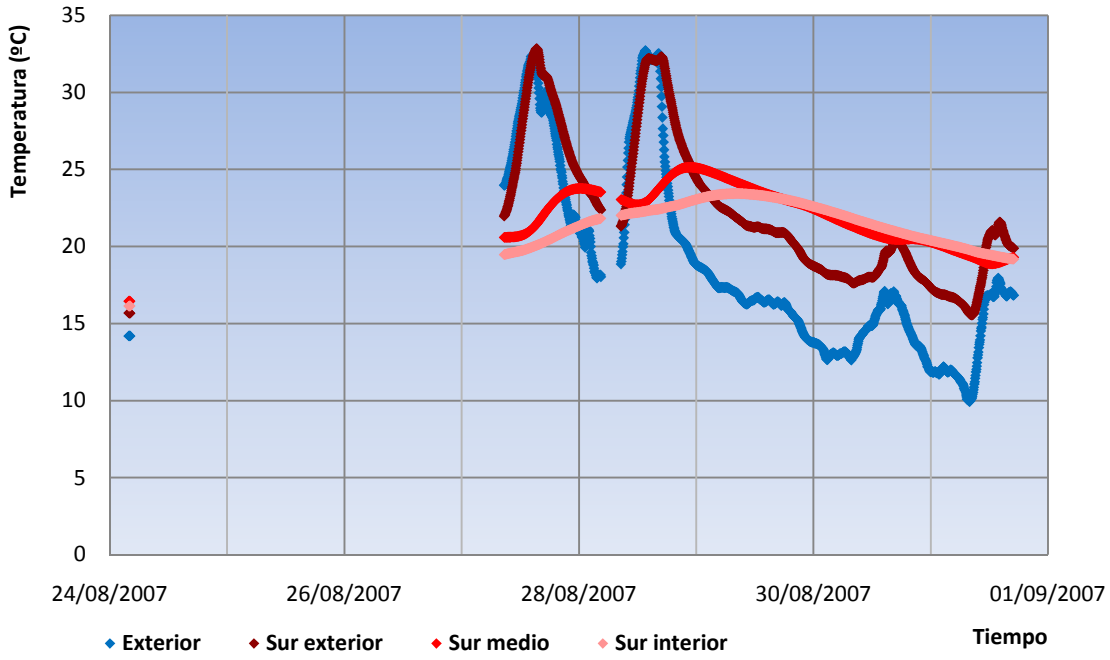


Figura C-27. Entre dovelas 9 y 10. Variación de la temperatura en la cara sur

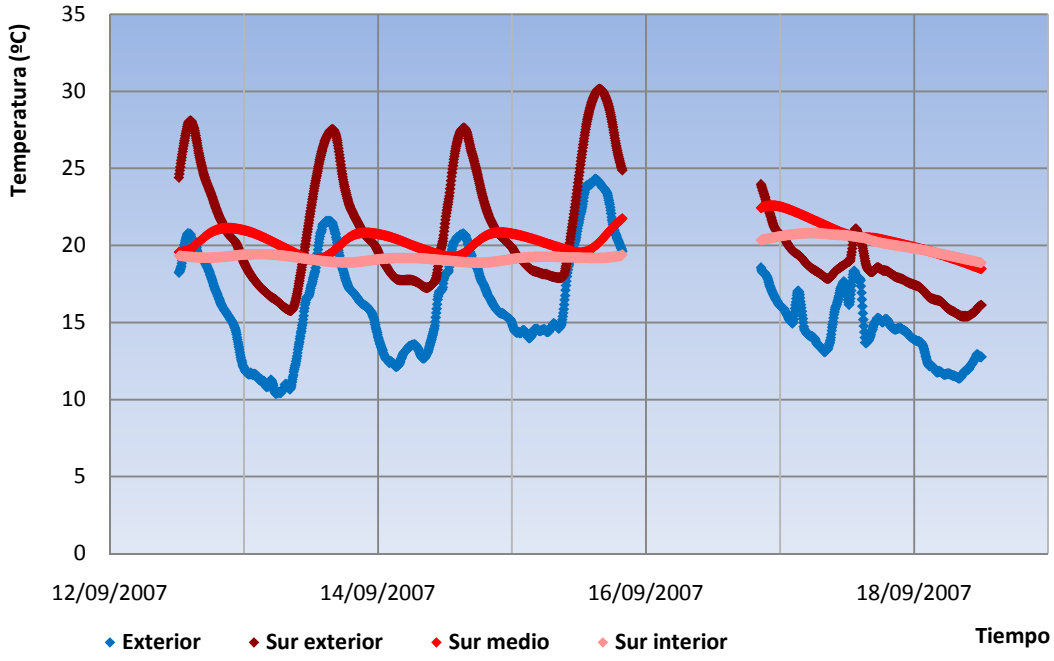


Figura C-28. Entre dovelas 10 y 11. Variación de la temperatura en la cara sur

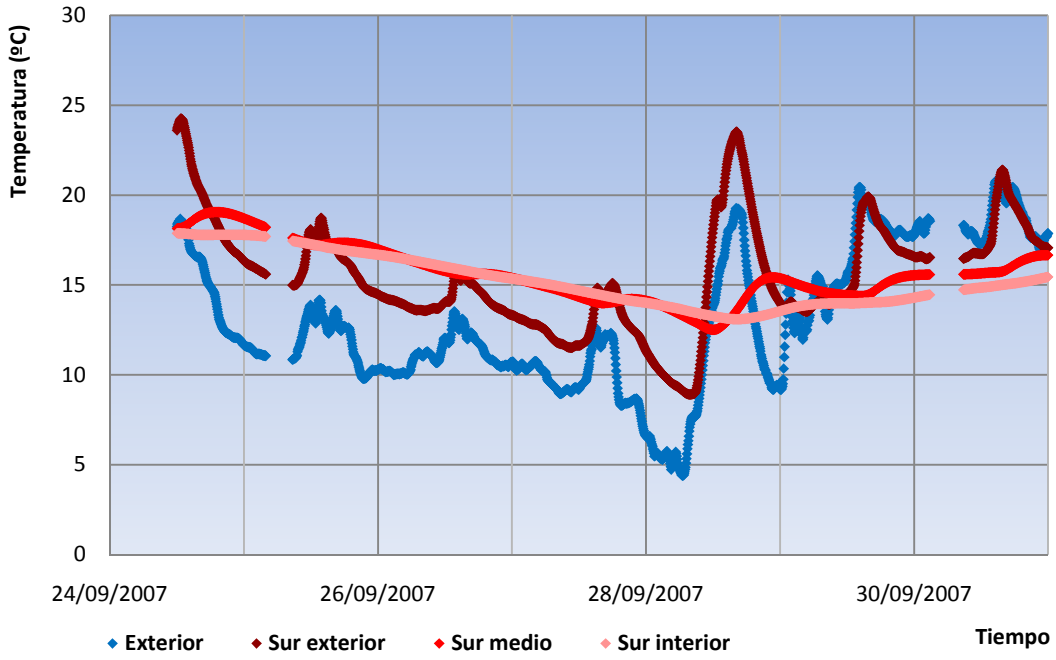


Figura C-29. Entre dovelas 11 y 12. Variación de la temperatura en la cara sur

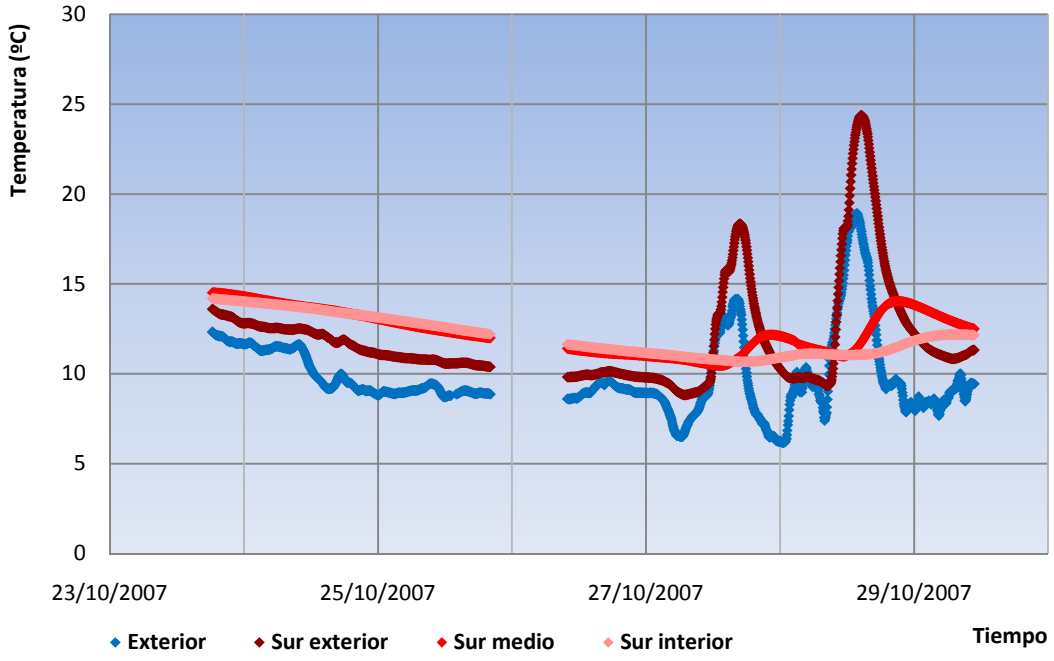


Figura C-30. Entre dovelas 13 y 14. Variación de la temperatura en la cara sur

C.4 Temperaturas Lado Este

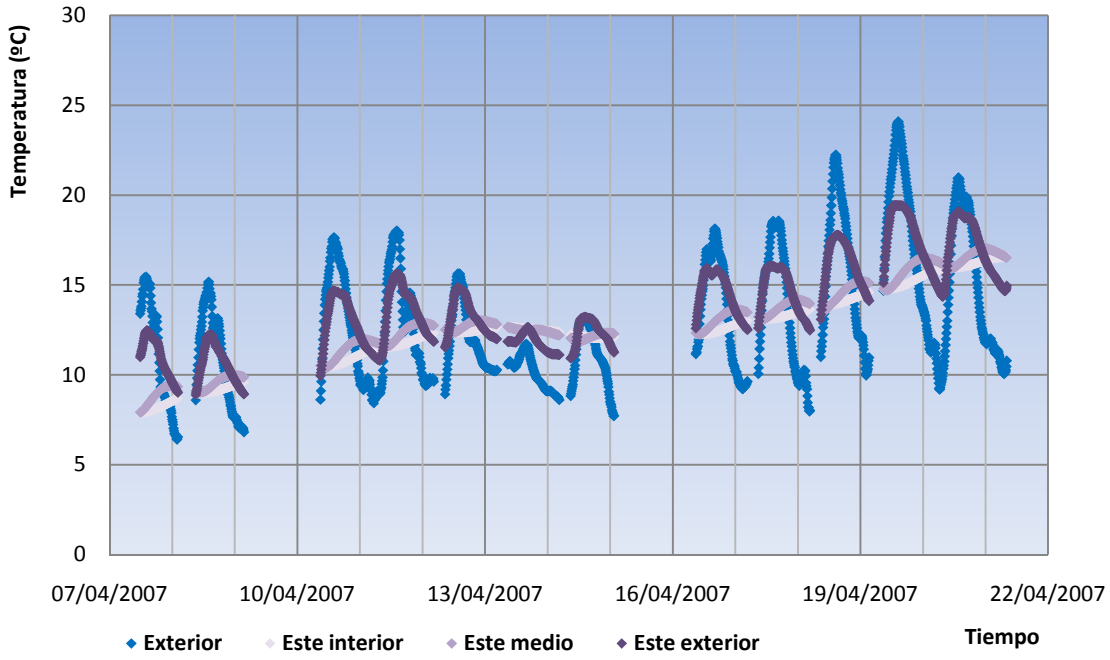


Figura C-31. Entre dovelas 1 y 2. Variación de la temperatura en la cara este

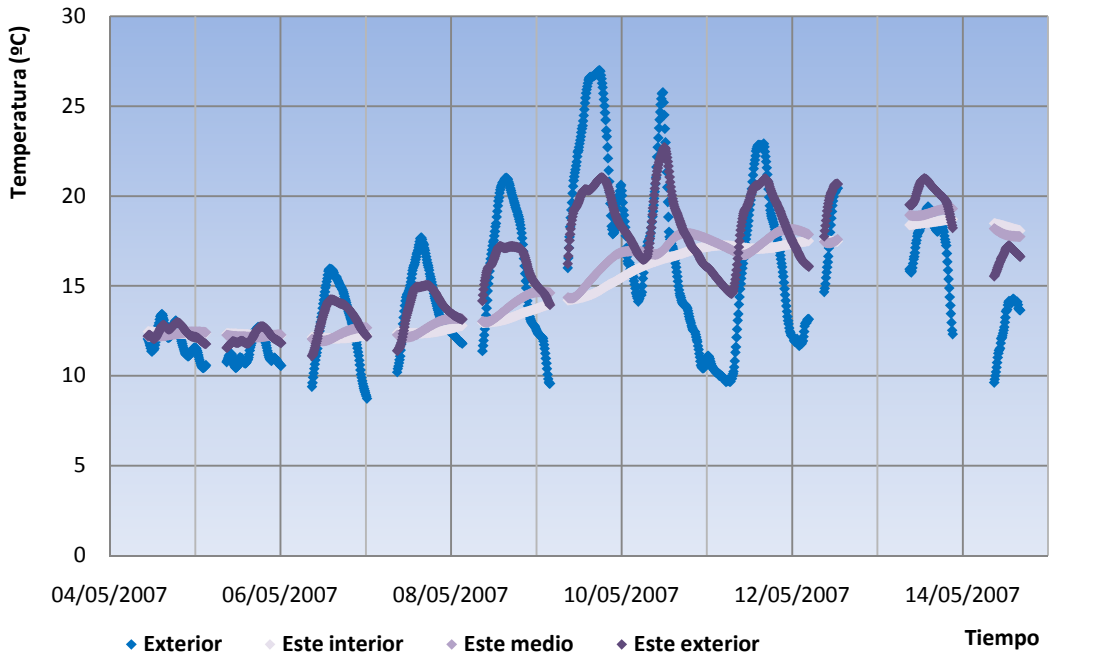


Figura C-32. Entre dovelas 2 y 3. Variación de la temperatura en la cara este

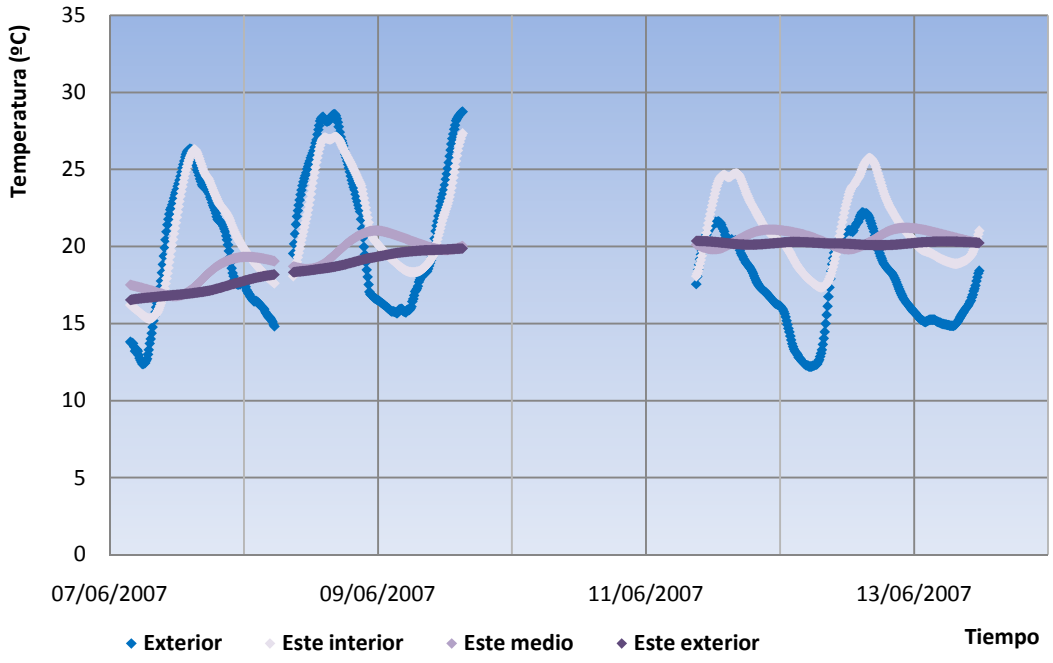


Figura C-33. Entre dovelas 4 y 5. Variación de la temperatura en la cara este

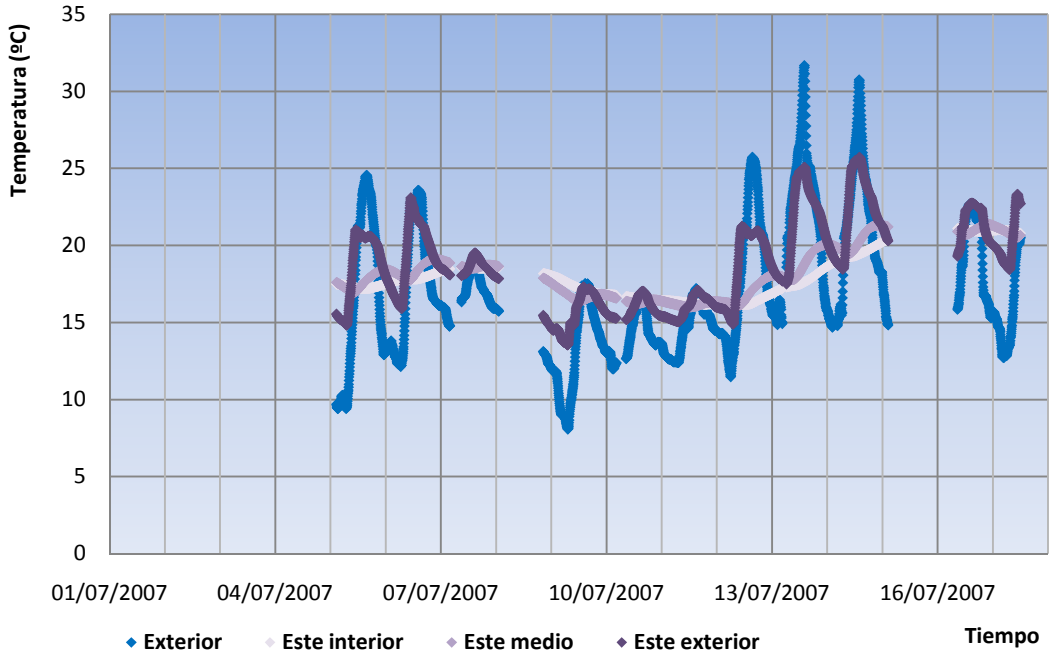


Figura C-34. Entre dovelas 6 y 7. Variación de la temperatura en la cara este

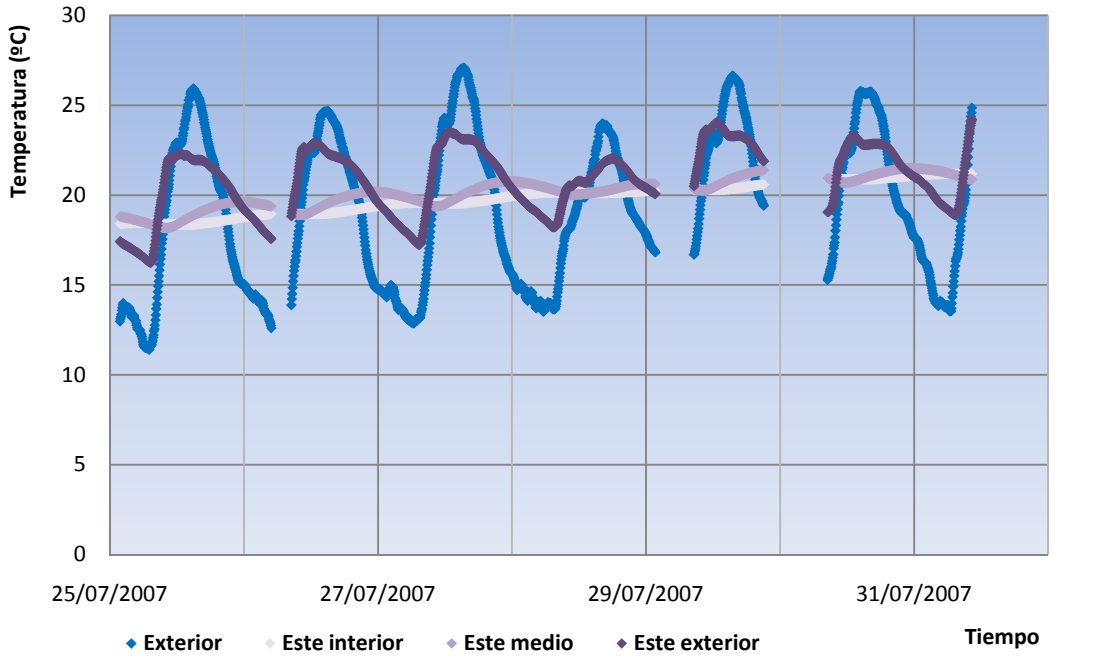


Figura C-35. Entre dovelas 7 y 8. Variación de la temperatura en la cara este

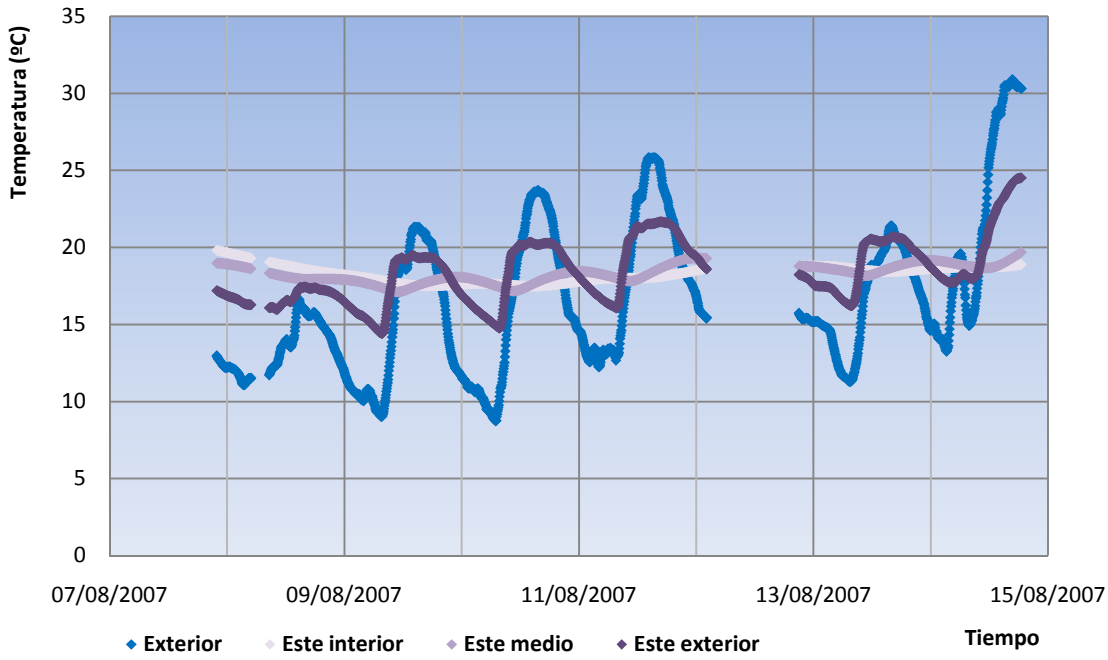


Figura C-36. Entre dovelas 8 y 9. Variación de la temperatura en la cara este

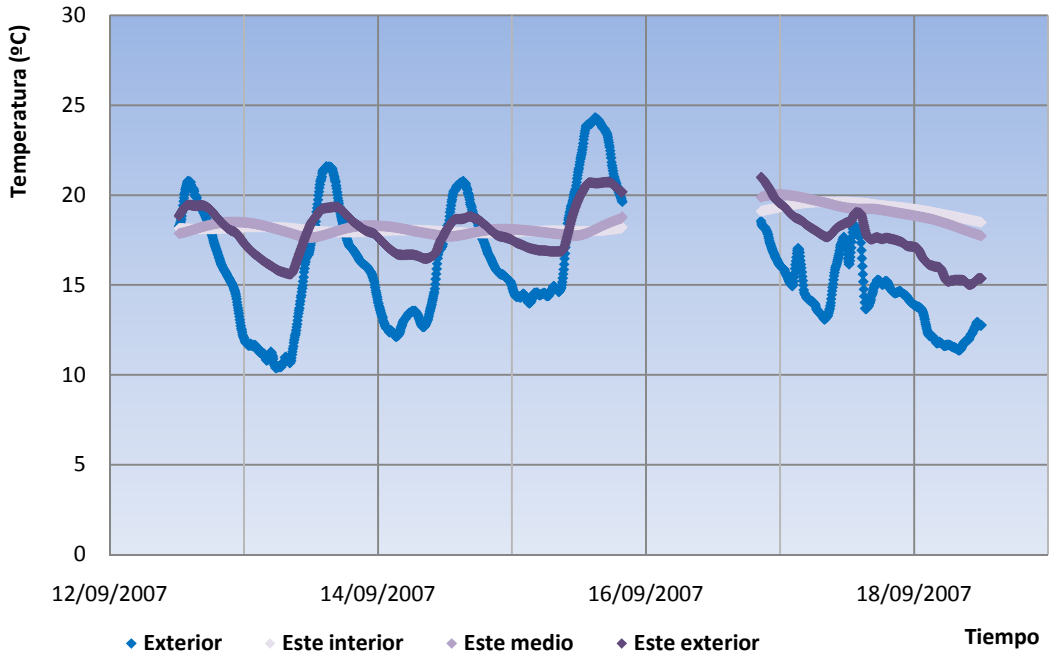


Figura C-37. Entre dovelas 10 y 11. Variación de la temperatura en la cara este

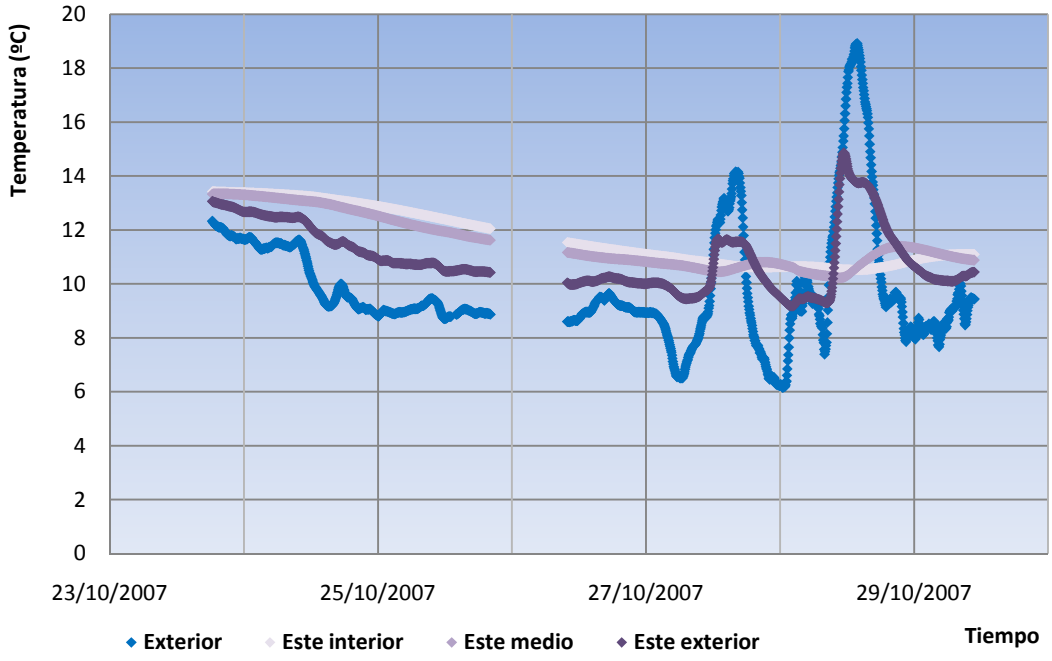


Figura C-38. Entre dovelas 13 y 14. Variación de la temperatura en la cara este

C.5 Temperaturas Lado Oeste

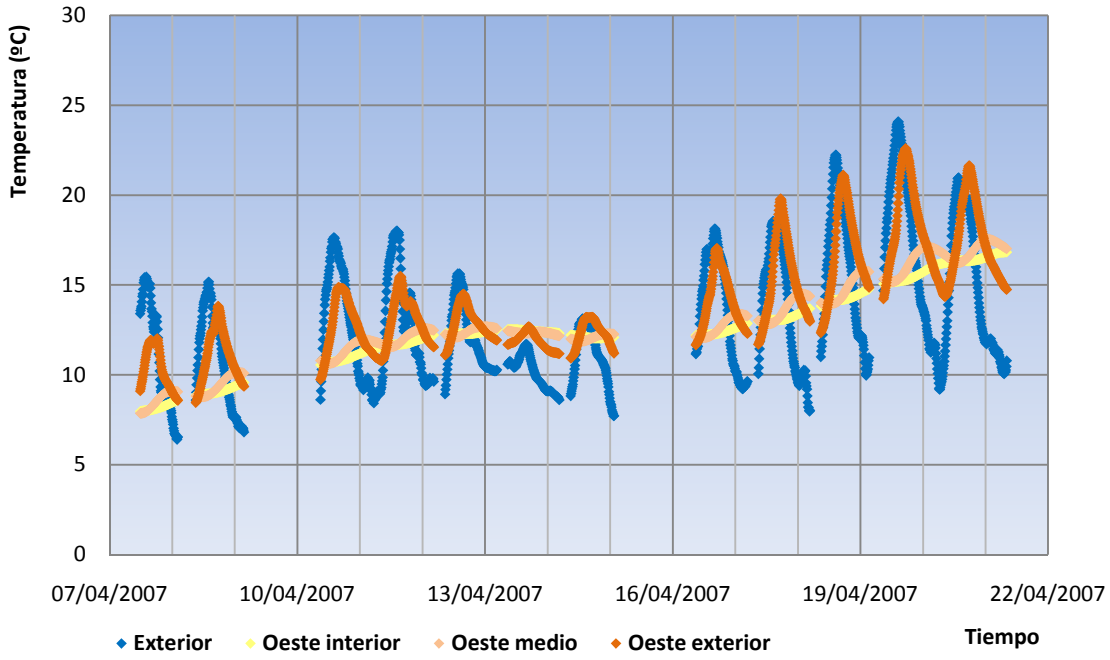


Figura C-39. Entre dovelas 1 y 2. Variación de la temperatura en la cara oeste

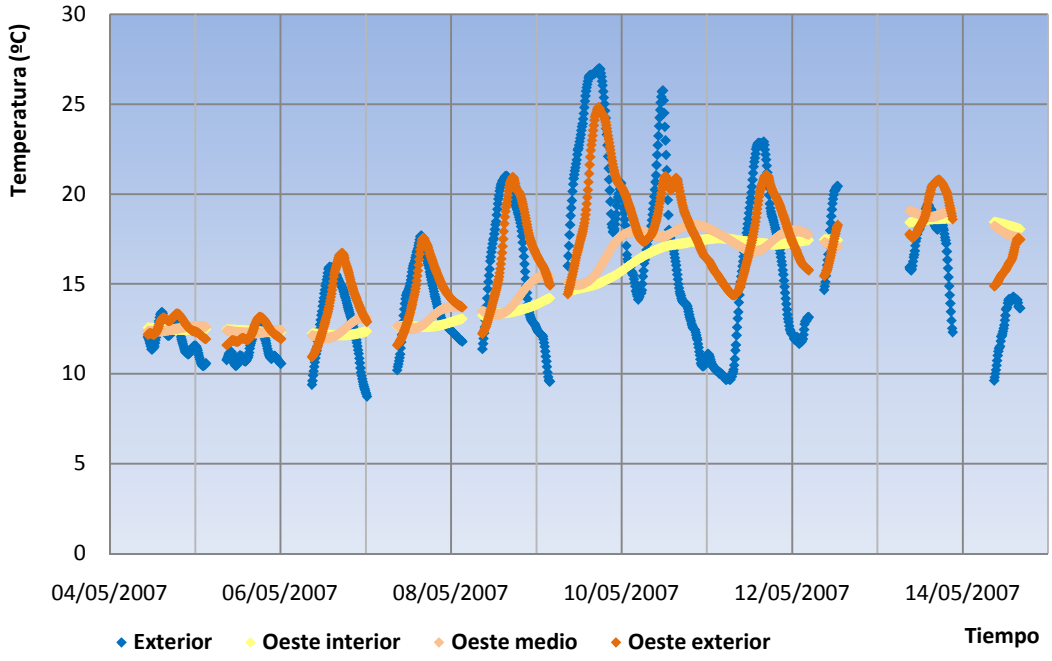


Figura C-40. Entre dovelas 2 y 3. Variación de la temperatura en la cara oeste

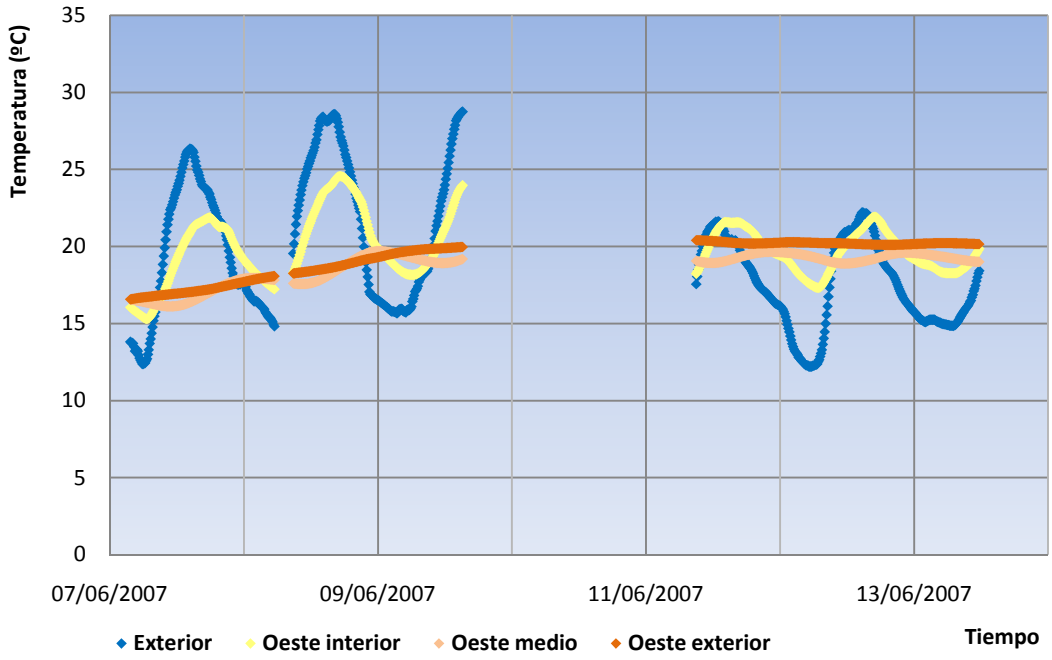


Figura C-41. Entre dovelas 4 y 5. Variación de la temperatura en la cara oeste

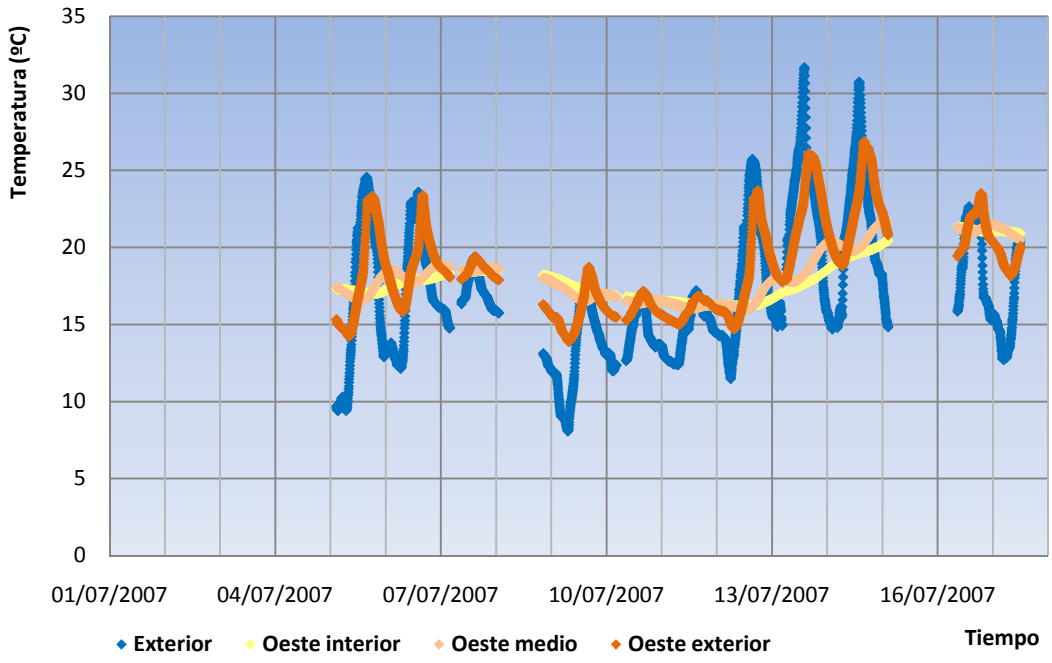


Figura C-42. Entre dovelas 6 y 7. Variación de la temperatura en la cara oeste

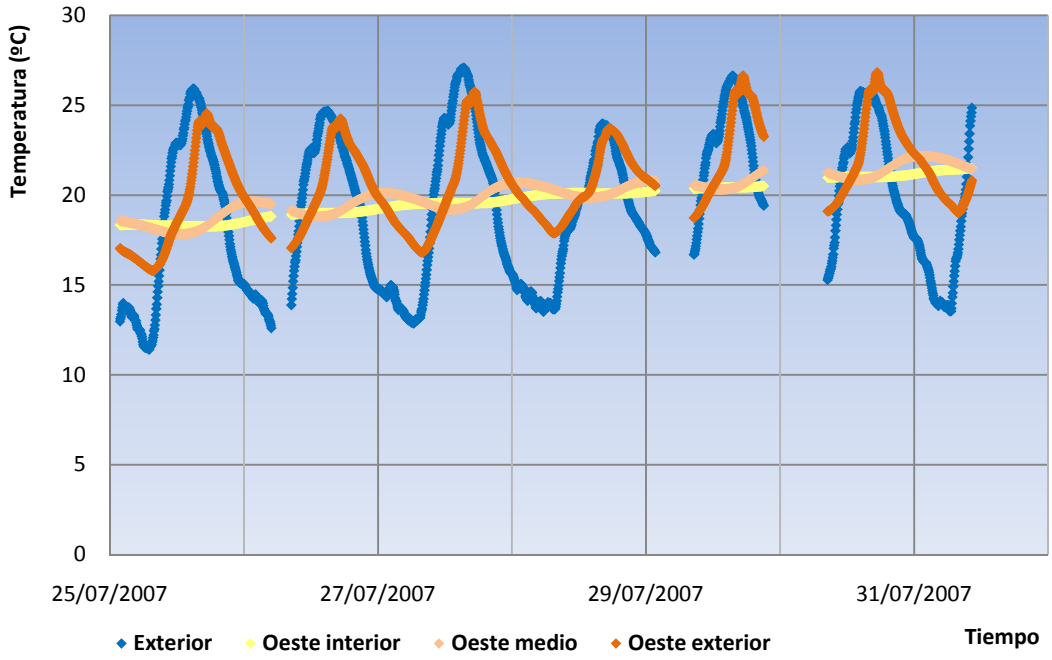


Figura C-43. Entre dovelas 7 y 8. Variación de la temperatura en la cara oeste

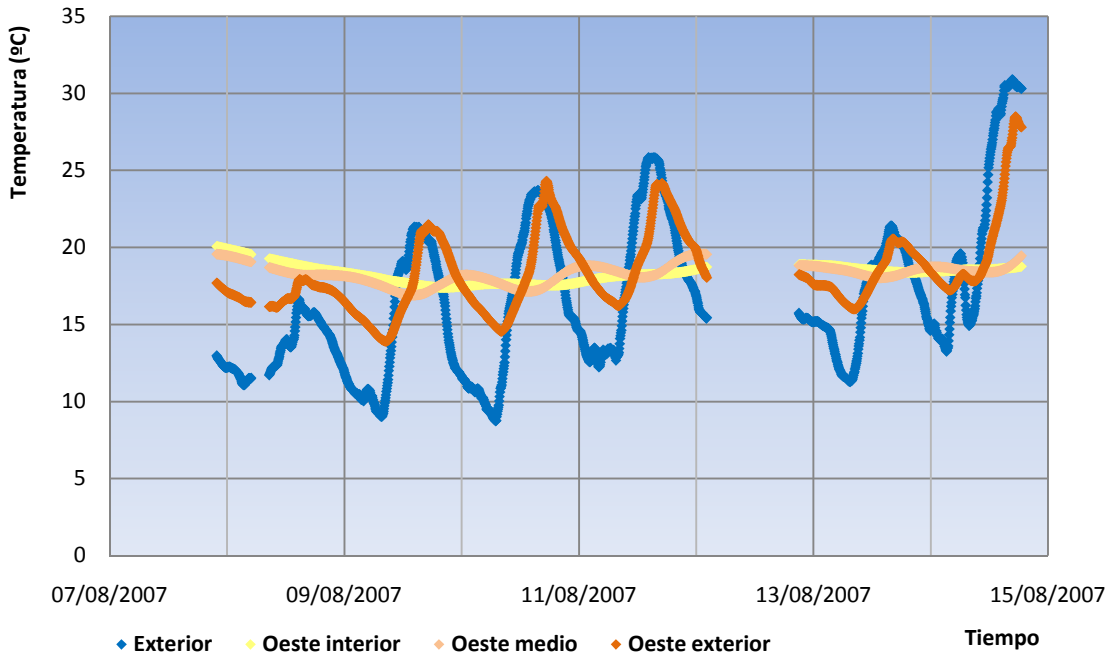


Figura C-44. Entre dovelas 8 y 9. Variación de la temperatura en la cara oeste

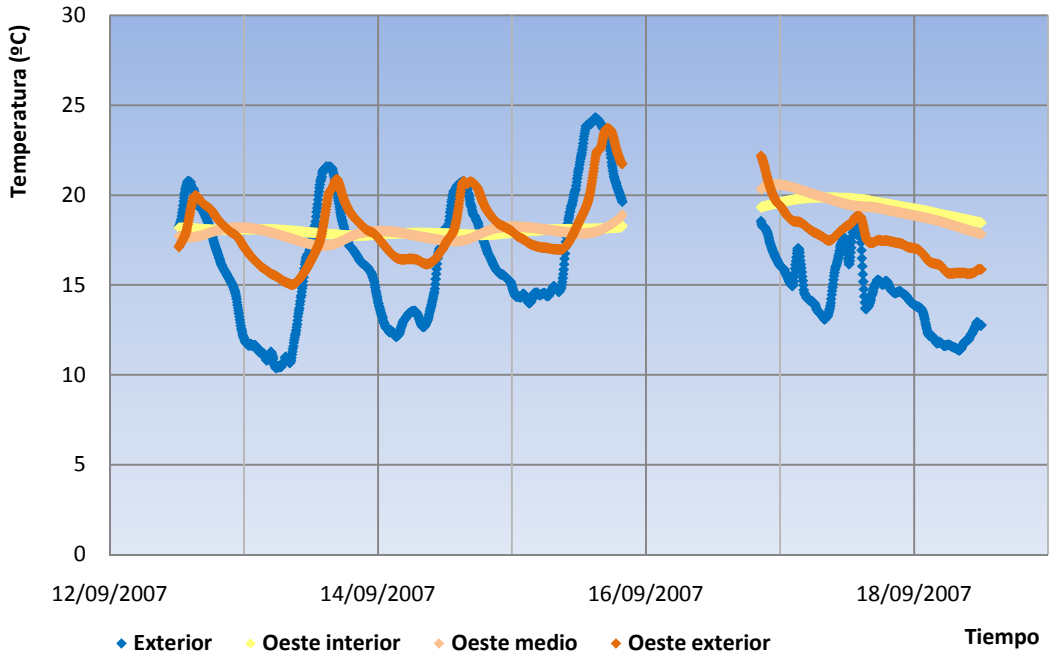


Figura C-45. Entre dovelas 10 y 11. Variación de la temperatura en la cara oeste

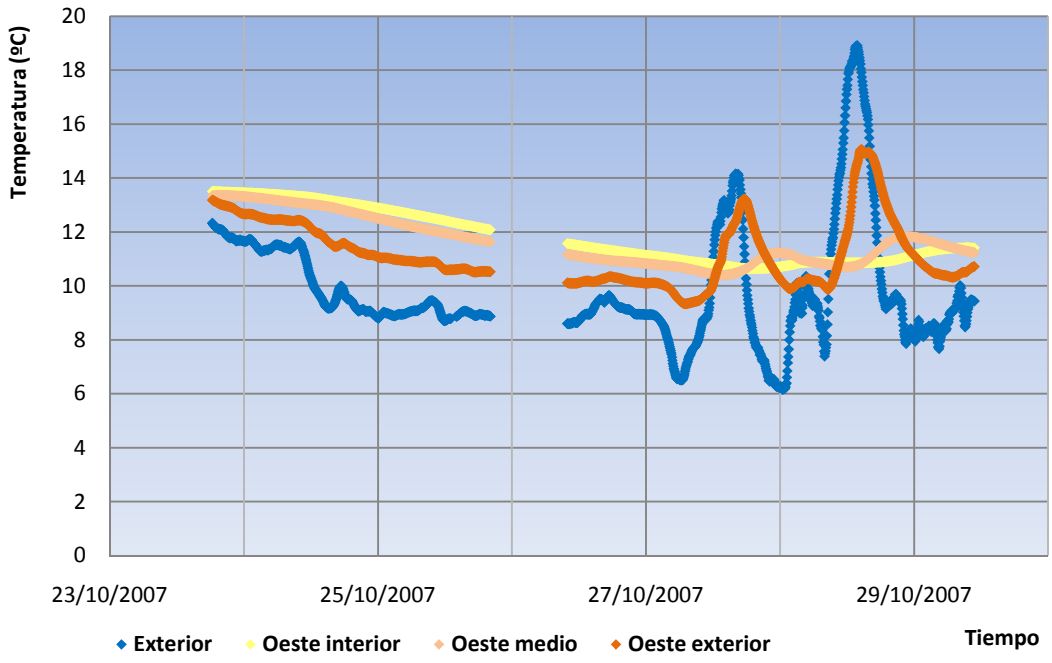


Figura C-46. Entre dovelas 13 y 14. Variación de la temperatura en la cara oeste

C.6 Gradiente longitudinal

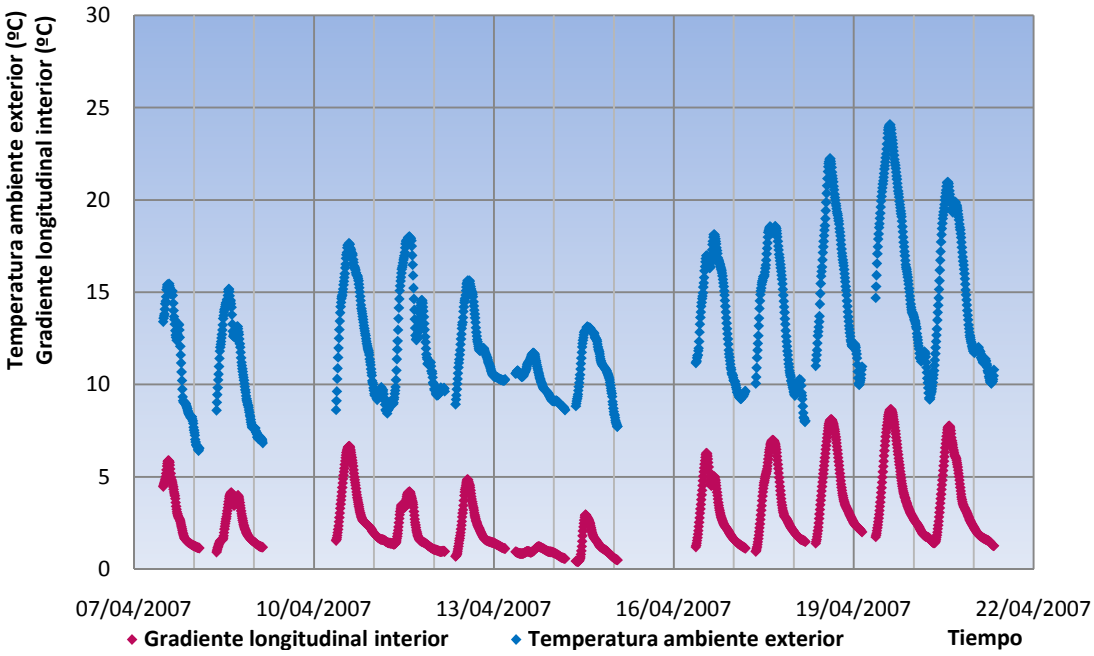


Figura C-47. Entre dovelas 1 y 2. Temperatura ambiente exterior y Gradiente longitudinal interior (ºC)

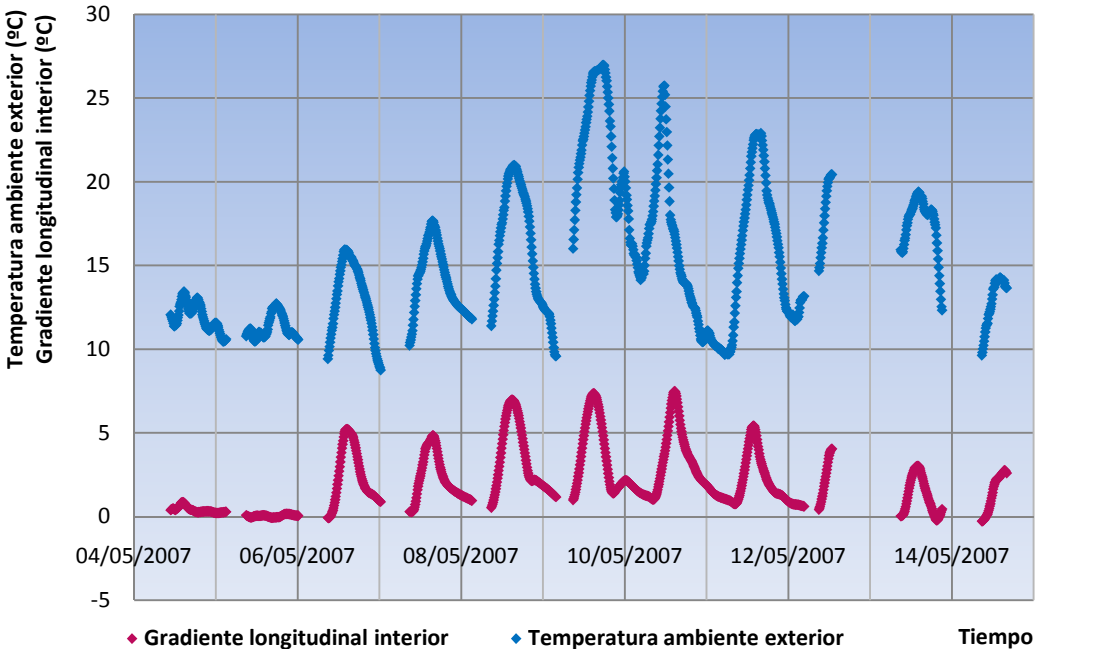


Figura C-48. Entre dovelas 2 y 3. Temperatura ambiente exterior y Gradiente longitudinal interior (ºC)

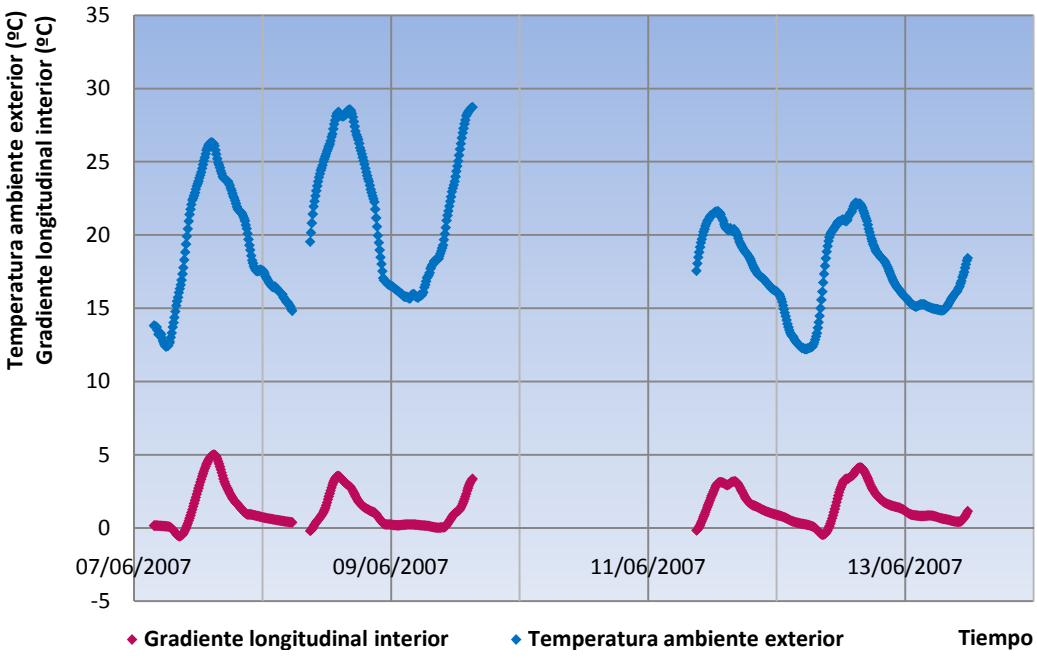


Figura C-49. Entre dovelas 4 y 5. Temperatura ambiente exterior y Gradiente longitudinal interior (ºC)

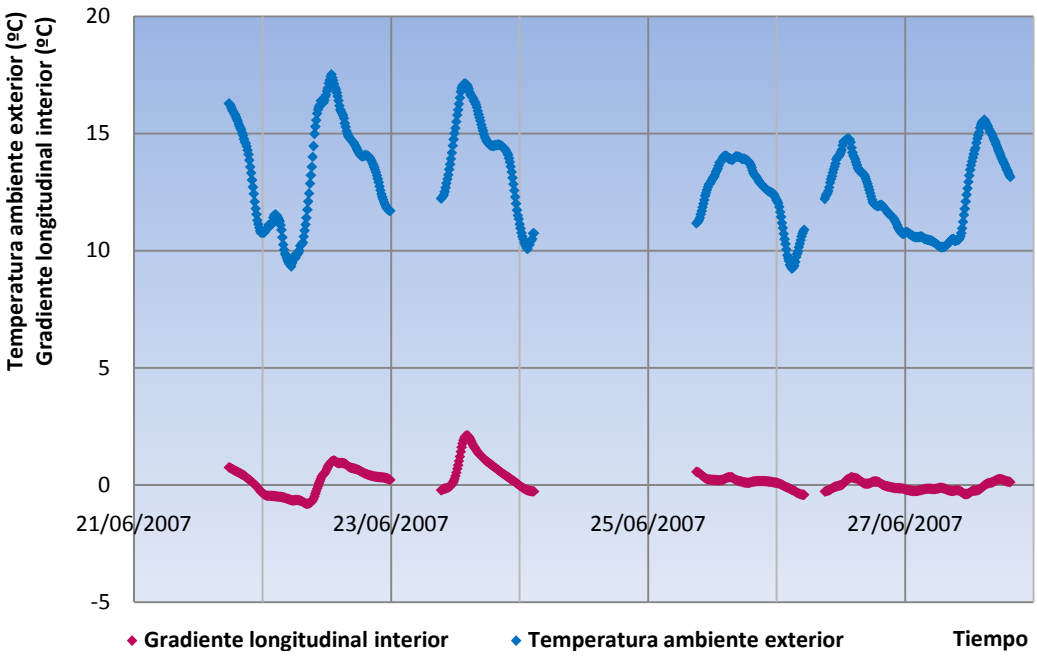


Figura C-50. Entre dovelas 5 y 6. Temperatura ambiente exterior y Gradiente longitudinal interior (ºC)

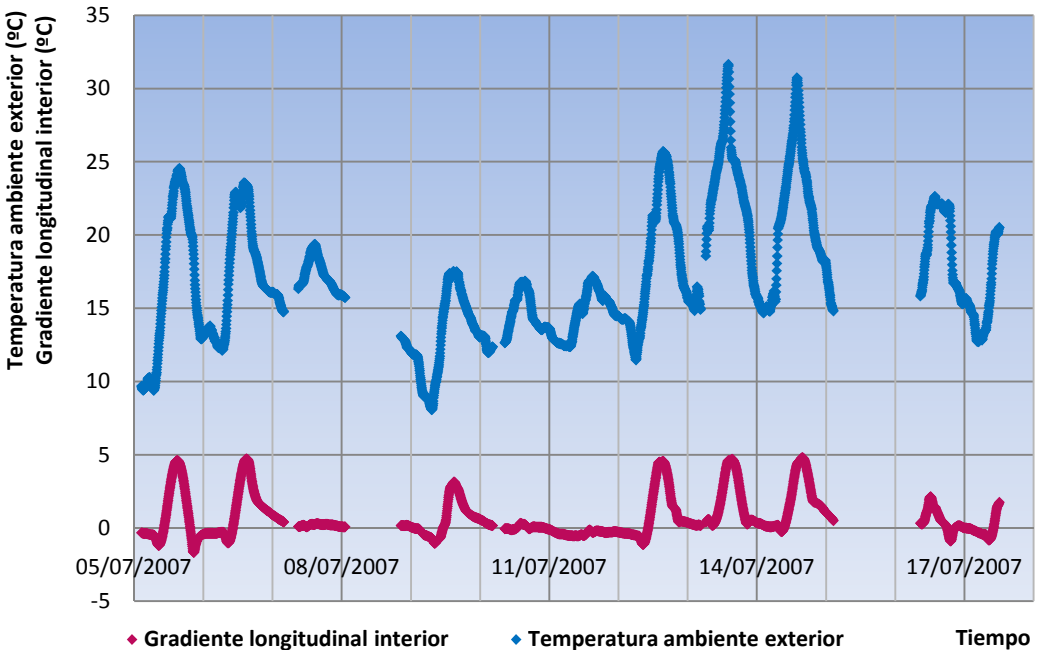


Figura C-51. Entre dovelas 6 y 7. Temperatura ambiente exterior y Gradiente longitudinal interior (ºC)

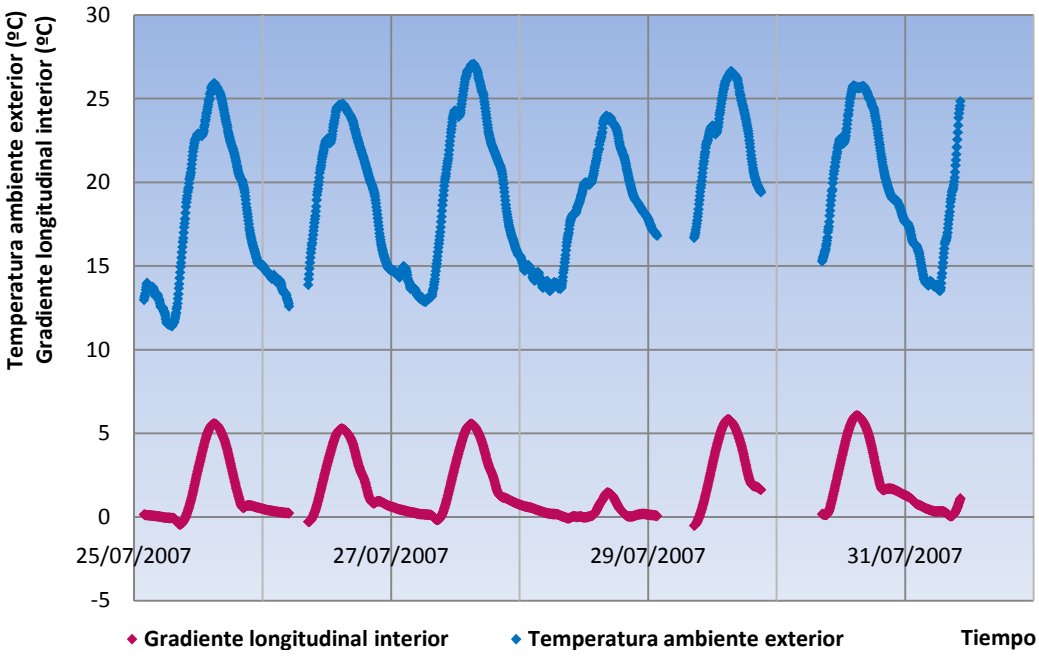


Figura C-52. Entre dovelas 7 y 8. Temperatura ambiente exterior y Gradiente longitudinal interior (ºC)

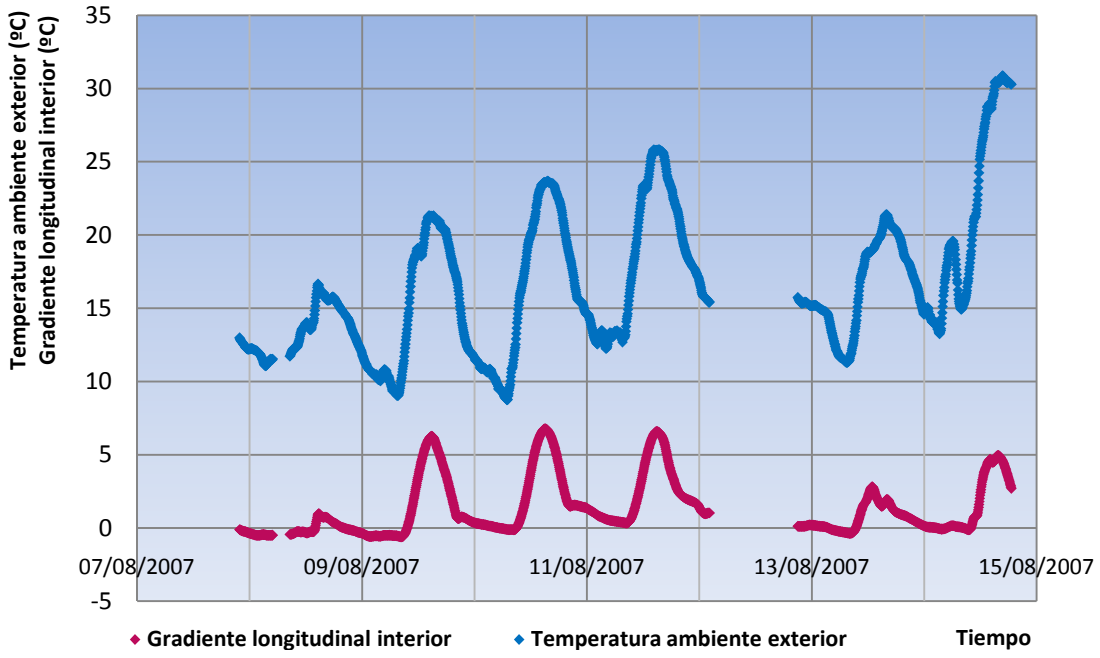


Figura C-53. Entre dovelas 8 y 9. Temperatura ambiente exterior y Gradiente longitudinal interior (ºC)

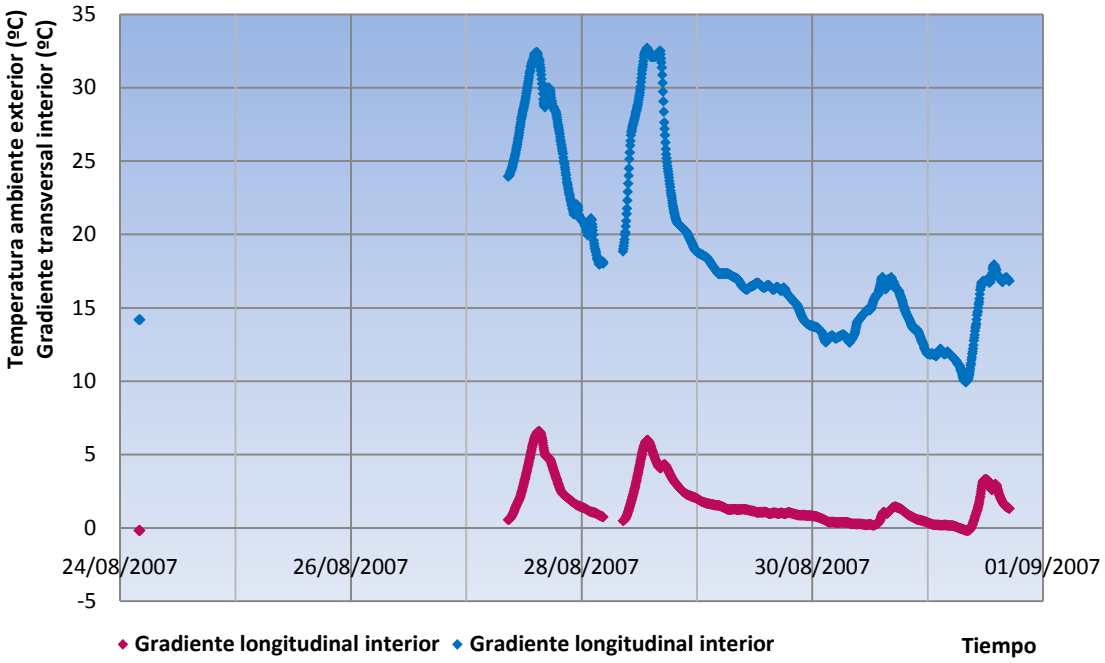


Figura C-54. Entre dovelas 9 y 10. Temperatura ambiente exterior y Gradiente longitudinal interior (ºC)

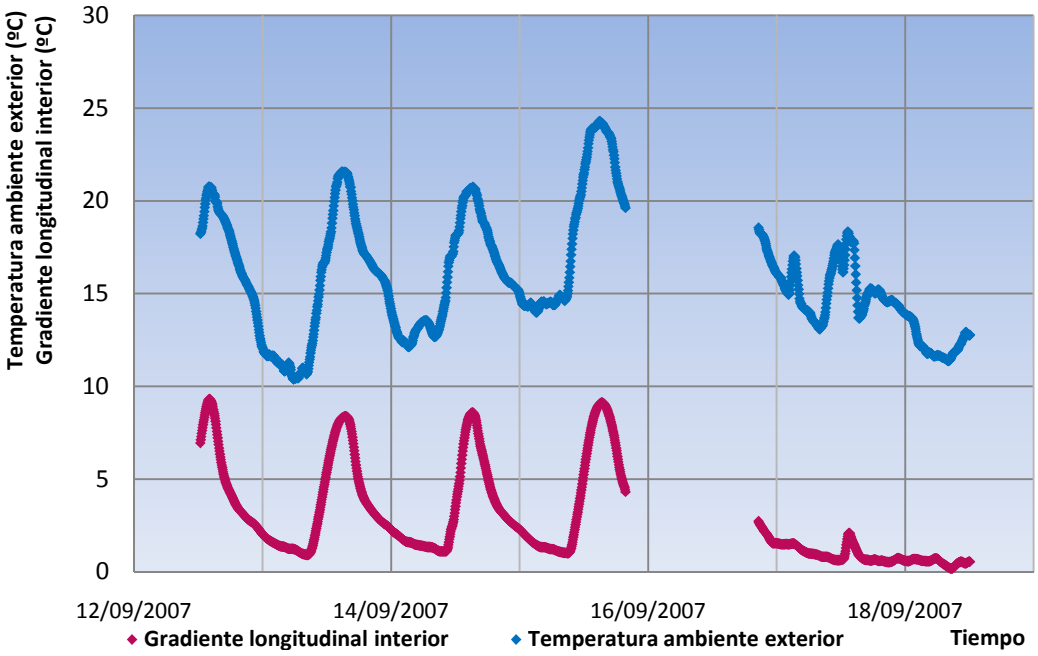


Figura C-55. Entre dovelas 10 y 11. Temperatura ambiente exterior y Gradiente longitudinal interior (ºC)

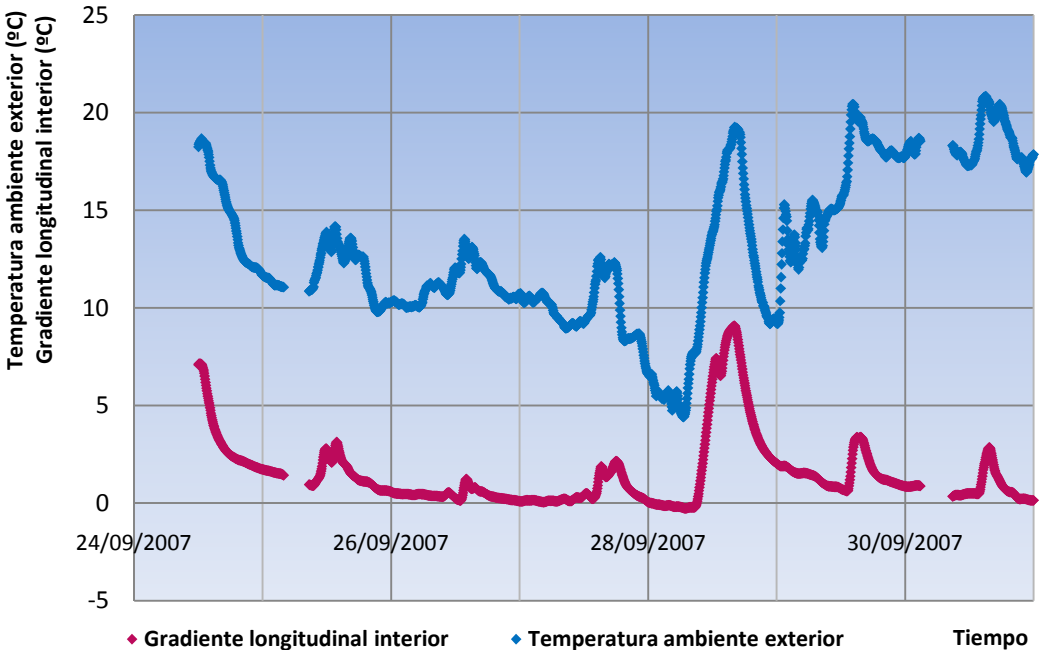


Figura C-56. Entre dovelas 11 y 12. Temperatura ambiente exterior y Gradiente longitudinal interior (ºC)

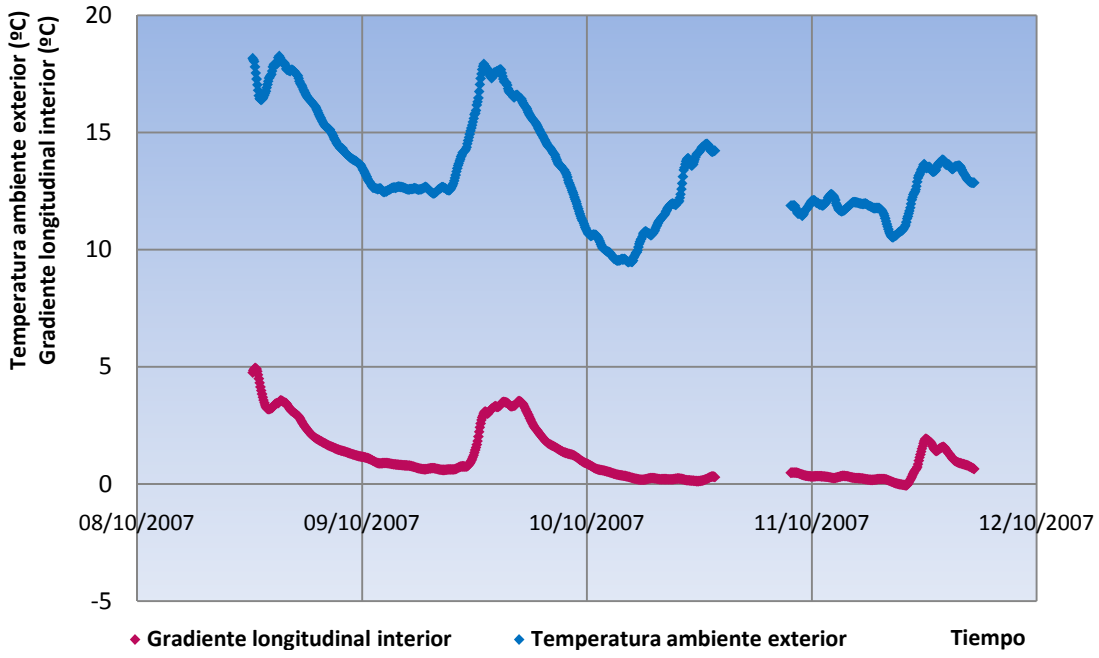


Figura C-57. Entre dovelas 12 y 13. Temperatura ambiente exterior y Gradiente longitudinal interior (ºC)

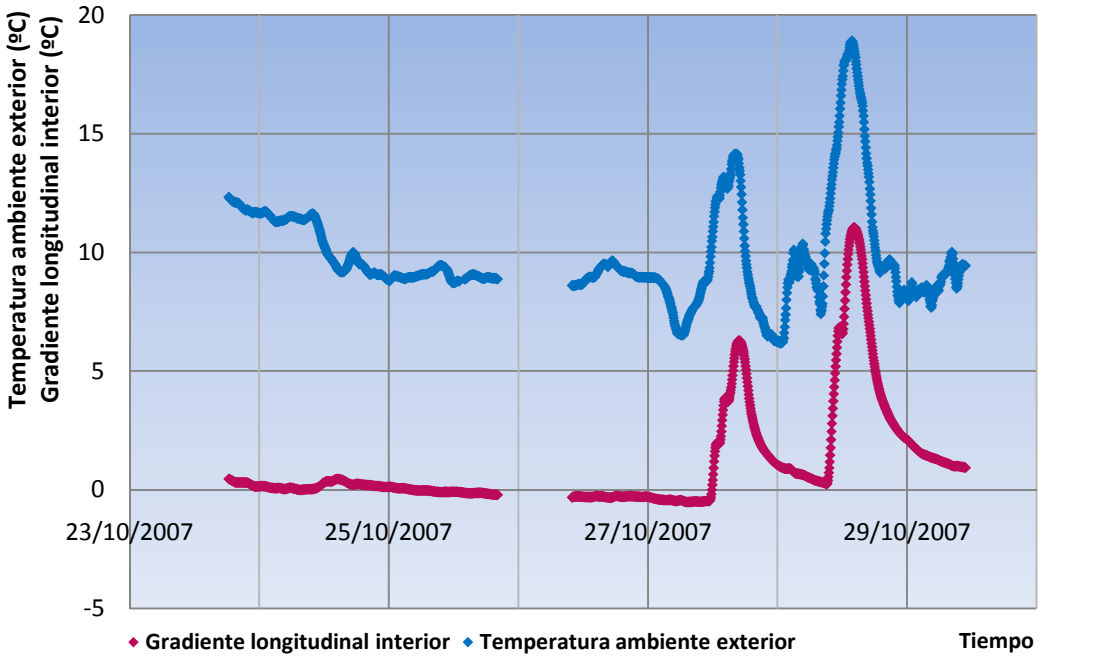


Figura C-58. Entre dovelas 13 y 14. Temperatura ambiente exterior y Gradiente longitudinal interior (ºC)

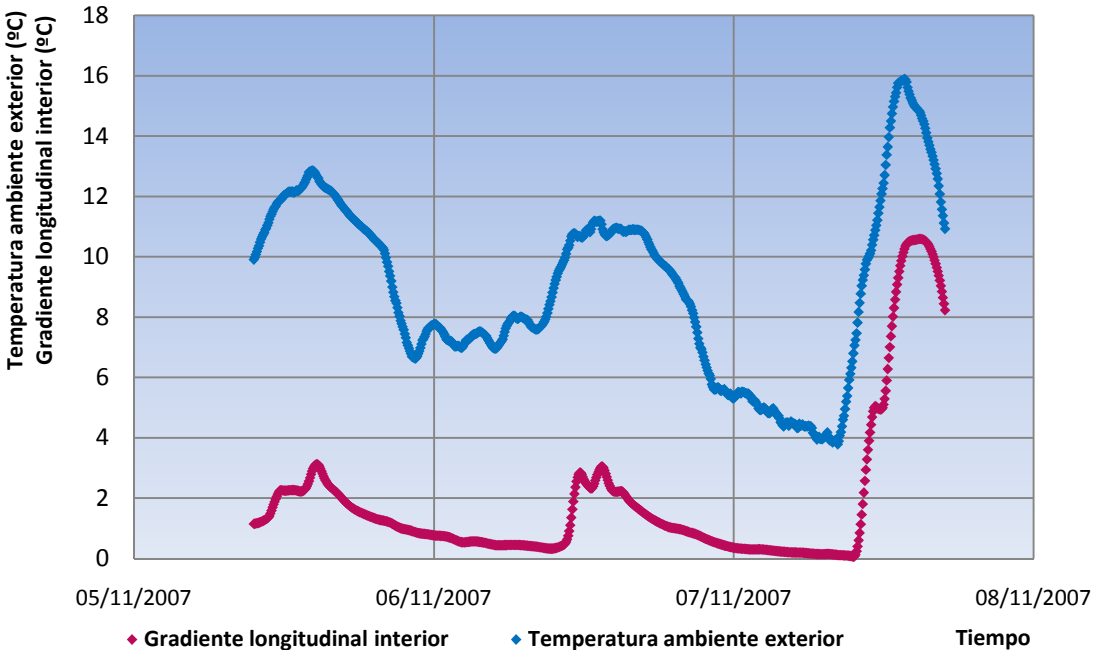


Figura C-59. Entre dovelas 14 y 15. Temperatura ambiente exterior y Gradiente longitudinal interior (ºC)

C.7 Gradiente transversal

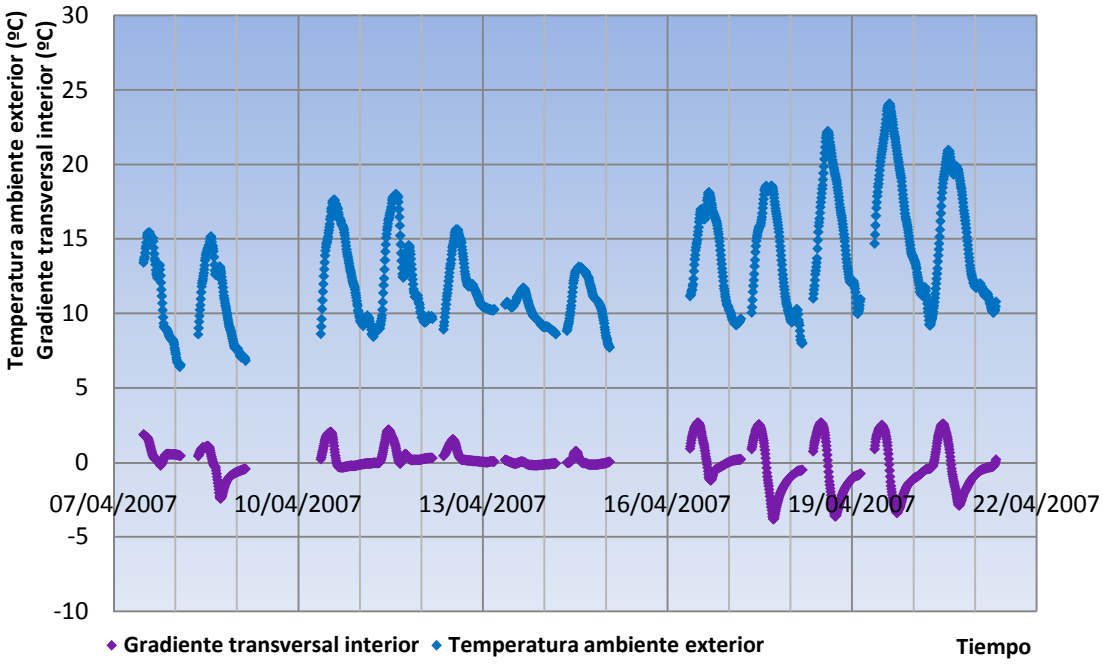


Figura C-60. Entre dovelas 1 y 2. Temperatura ambiente exterior y Gradiente transversal interior (ºC)

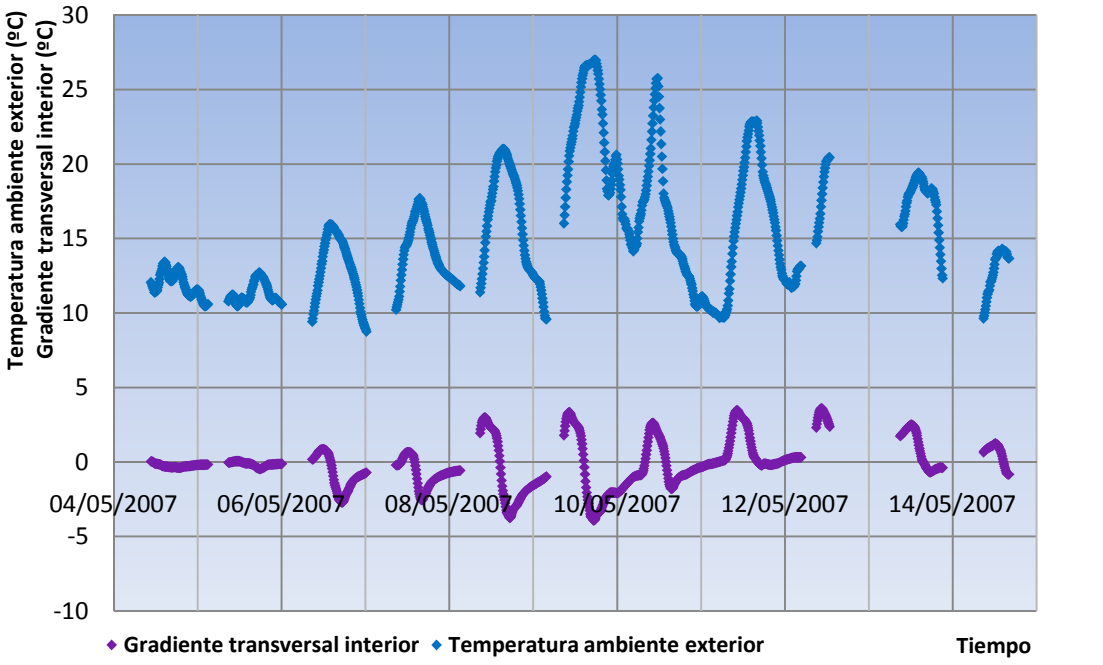


Figura C-61. Entre dovelas 2 y 3. Temperatura ambiente exterior y Gradiente transversal interior (ºC)

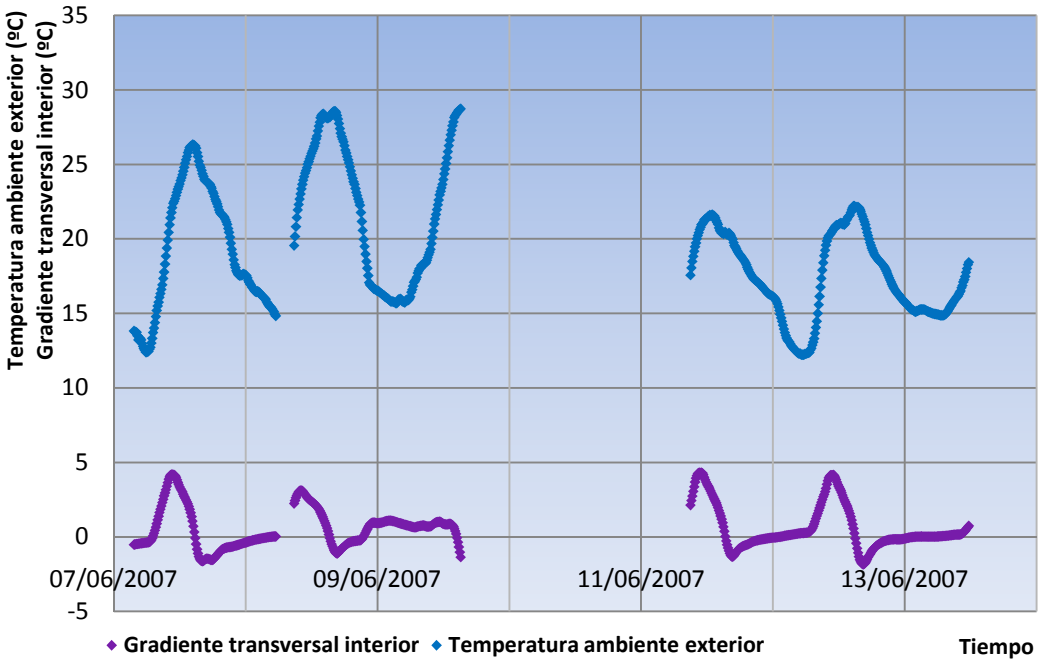


Figura C-62. Entre dovelas 4 y 5. Temperatura ambiente exterior y Gradiente transversal interior (ºC)

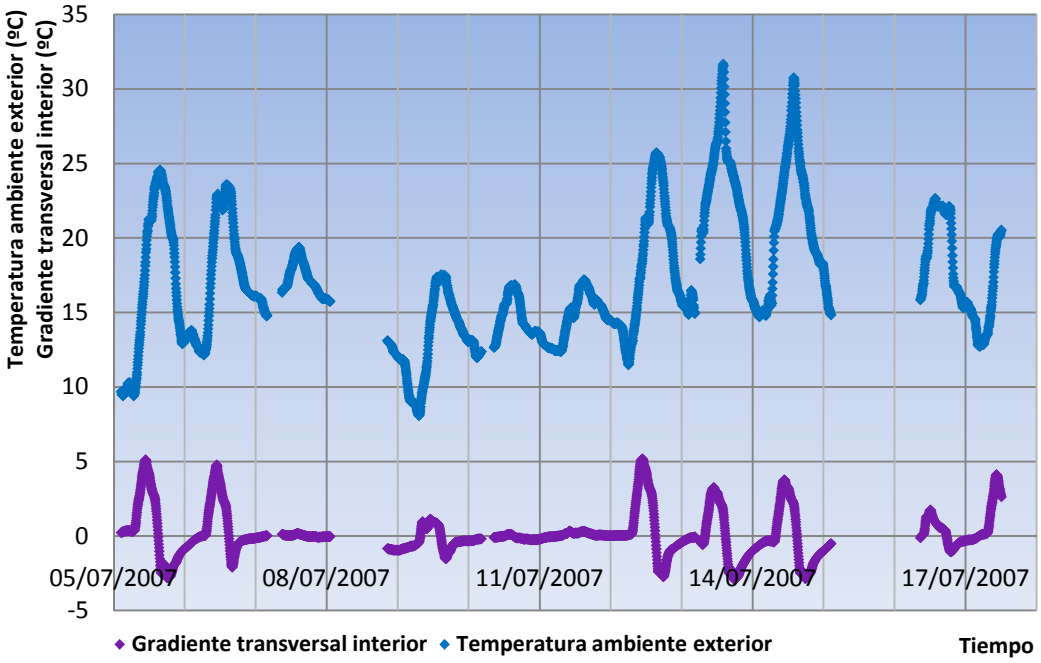


Figura C-63. Entre dovelas 6 y 7. Temperatura ambiente exterior y Gradiente transversal interior (ºC)

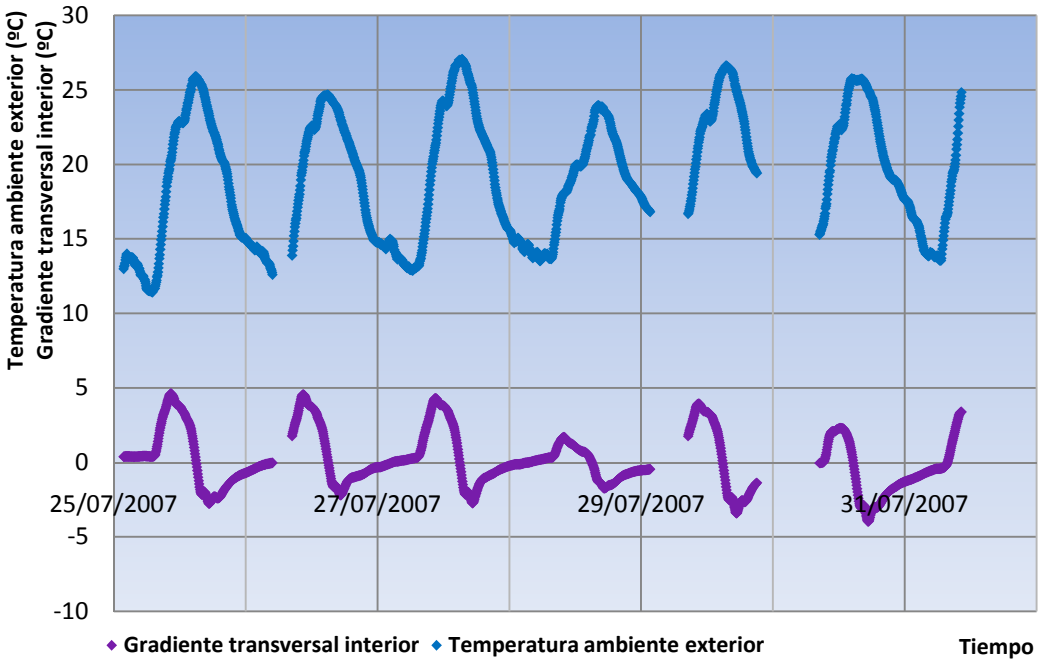


Figura C-64. Entre dovelas 7 y 8. Temperatura ambiente exterior y Gradiente transversal interior (ºC)

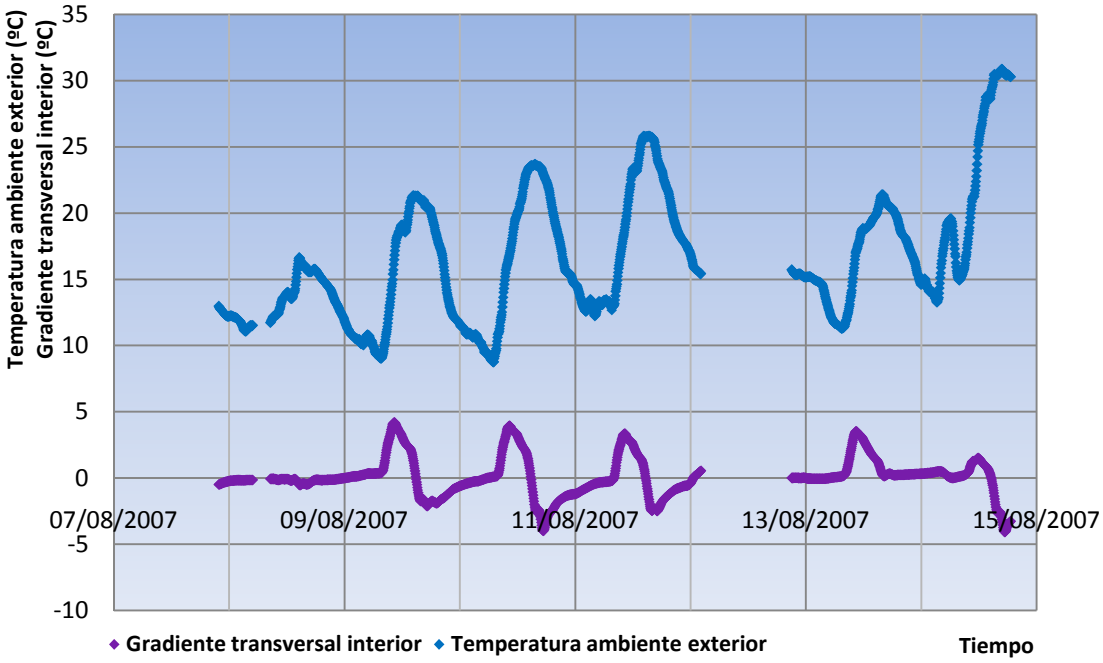


Figura C-65. Entre dovelas 8 y 9. Temperatura ambiente exterior y Gradiente transversal interior (ºC)

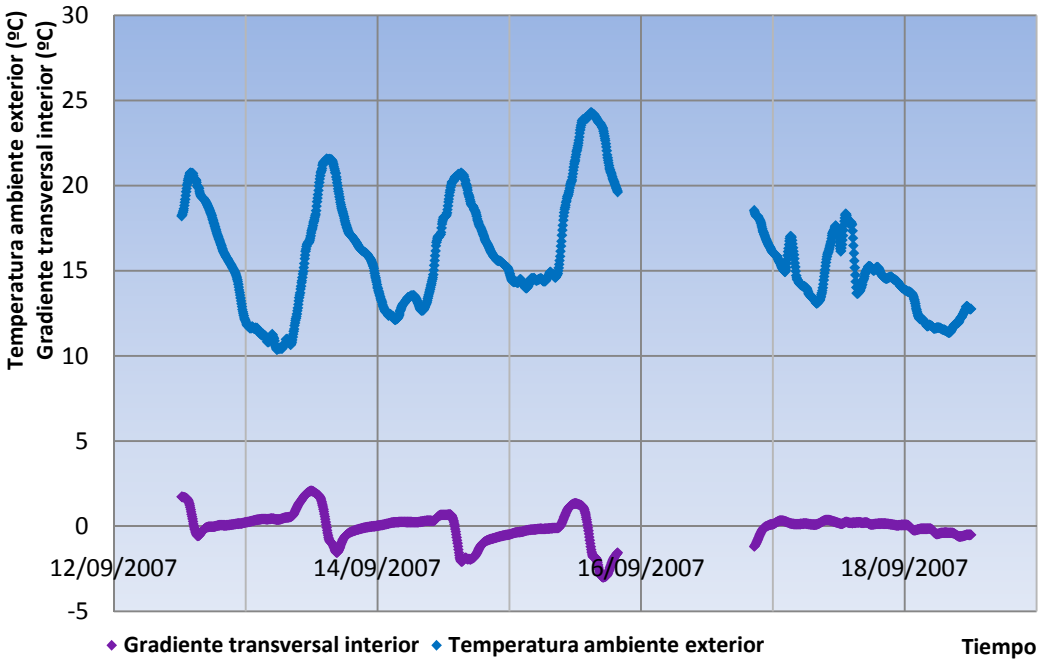


Figura C-66. Entre dovelas 10 y 11. Temperatura ambiente exterior y Gradiente transversal interior (ºC)

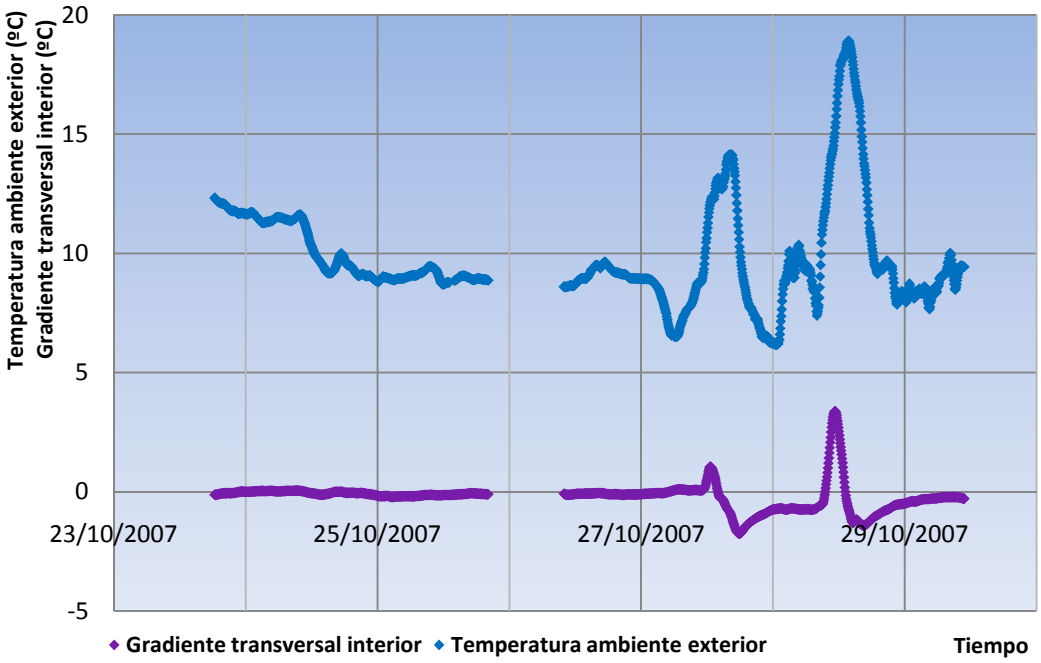


Figura C-67. Entre dovelas 13 y 14. Temperatura ambiente exterior y Gradiente transversal interior (ºC)

C.8 Giro longitudinal

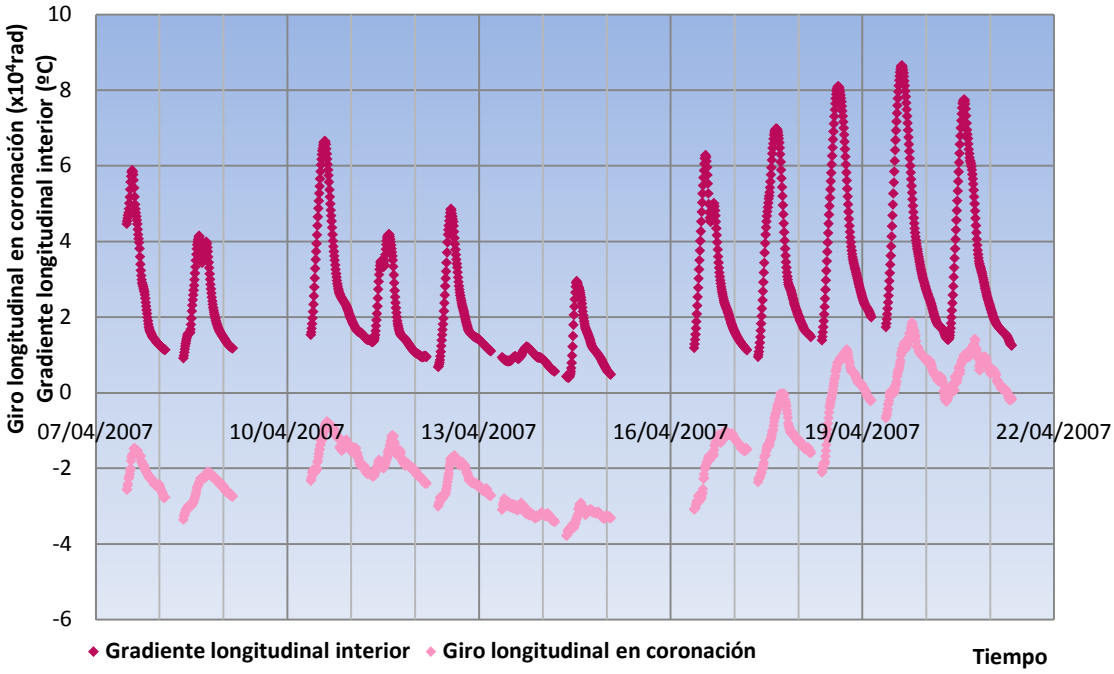


Figura C-68. Entre dovelas 1 y 2. Gradiente longitudinal interior (ºC) y Giro longitudinal en coronación (rad)

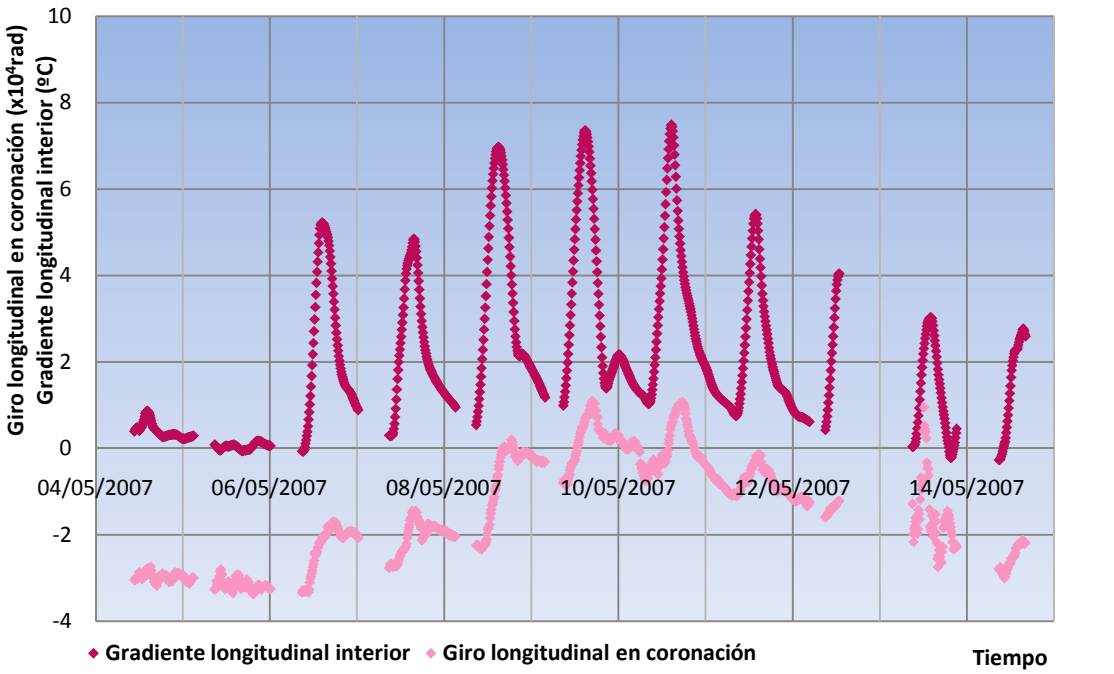


Figura C-69. Entre dovelas 2 y 3. Gradiente longitudinal interior (ºC) y Giro longitudinal en coronación (rad)

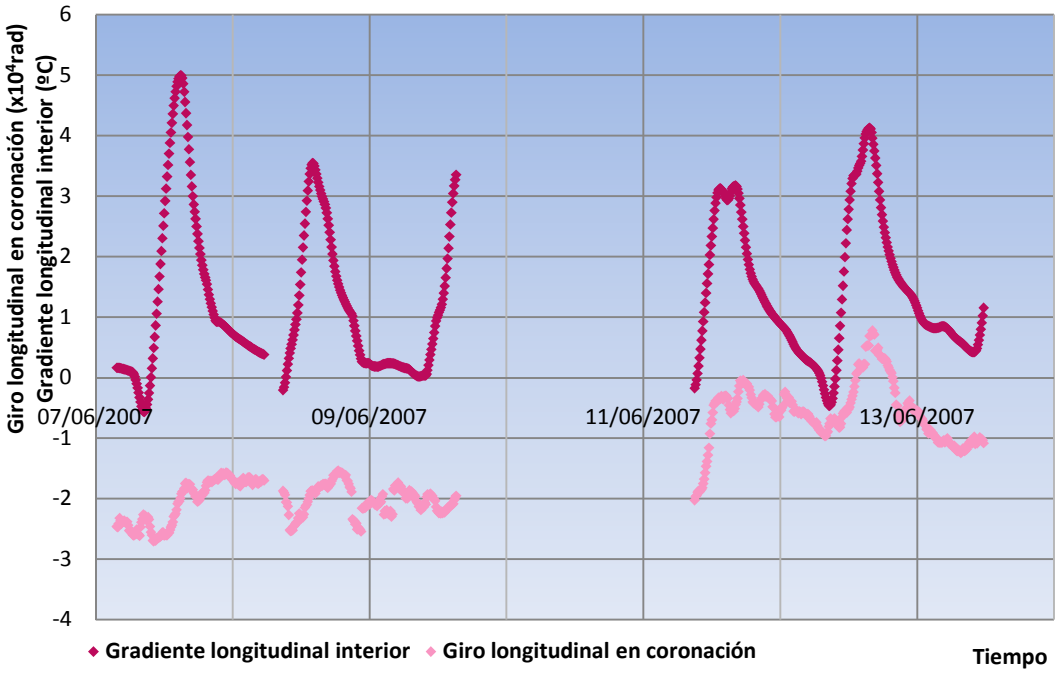


Figura C-70. Entre dovelas 4 y 5. Gradiente longitudinal interior (ºC) y Giro longitudinal en coronación (rad)

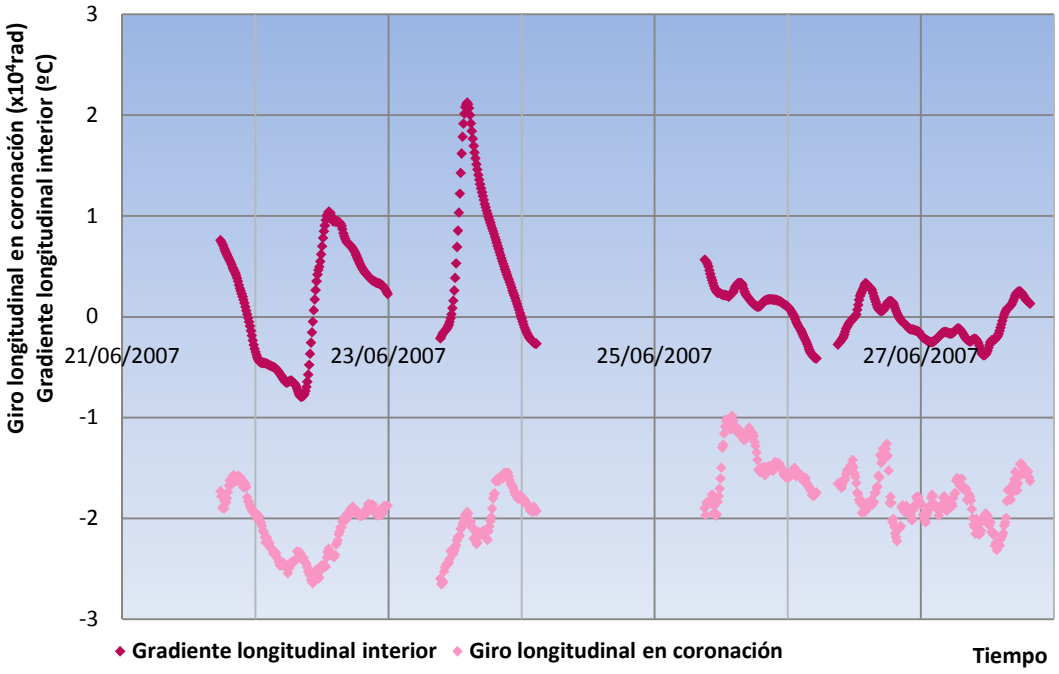


Figura C-71. Entre dovelas 5 y 6. Gradiente longitudinal interior (ºC) y Giro longitudinal en coronación (rad)

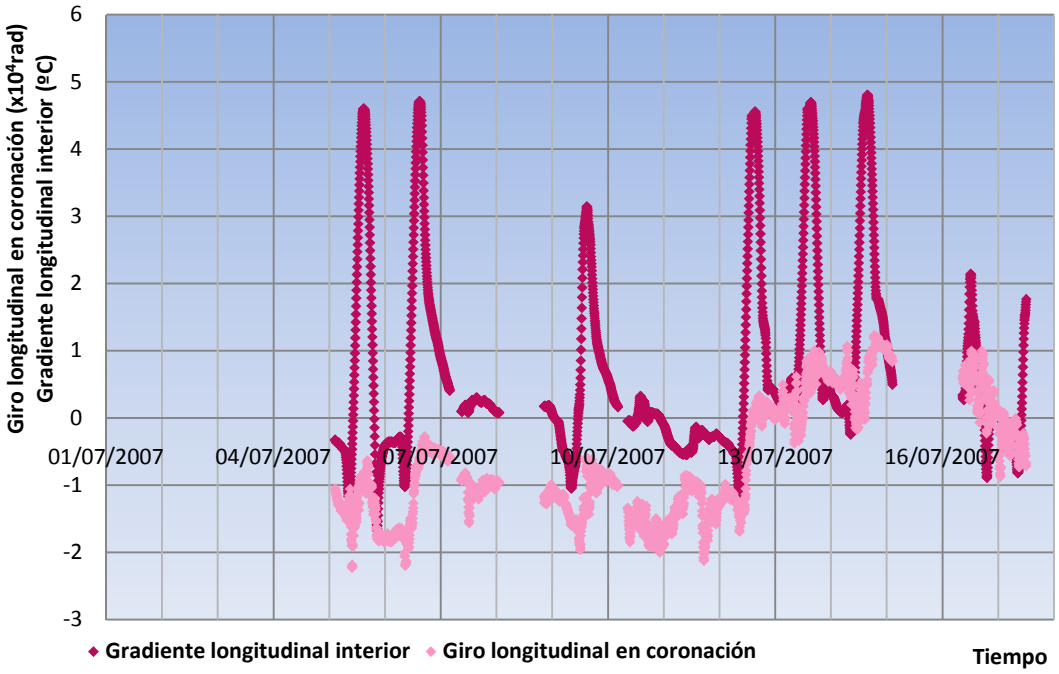


Figura C-72. Entre dovelas 6 y 7. Gradiente longitudinal interior (ºC) y Giro longitudinal en coronación (rad)

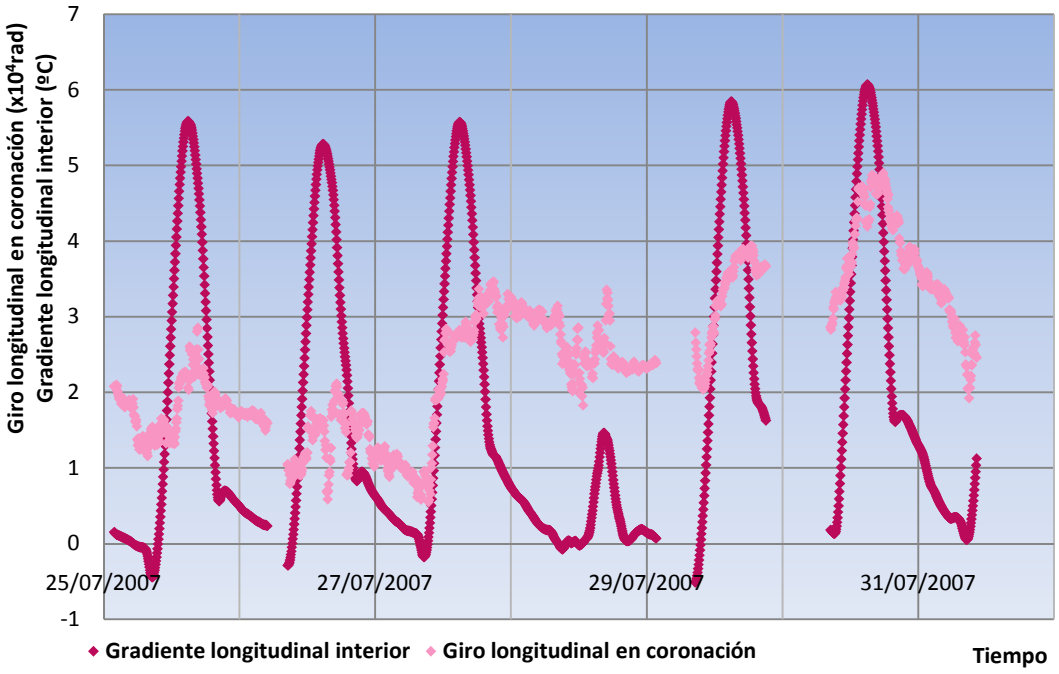


Figura C-73. Entre dovelas 7 y 8. Gradiente longitudinal interior (ºC) y Giro longitudinal en coronación (rad)

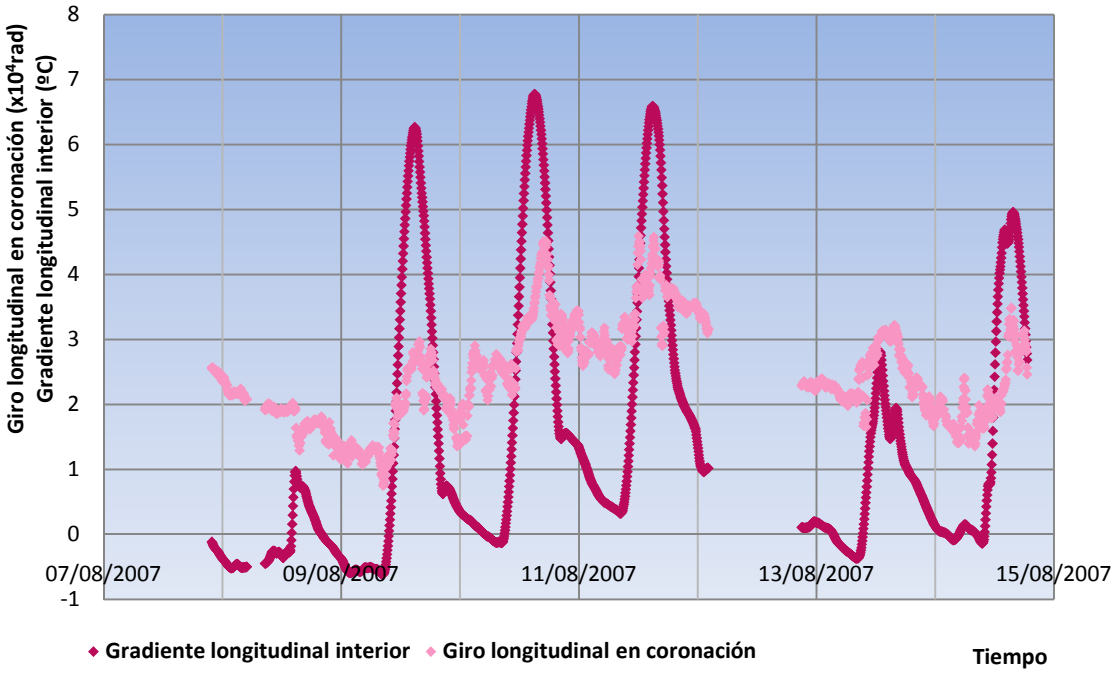


Figura C-74. Entre dovelas 8 y 9. Gradiente longitudinal interior (ºC) y Giro longitudinal en coronación (rad)

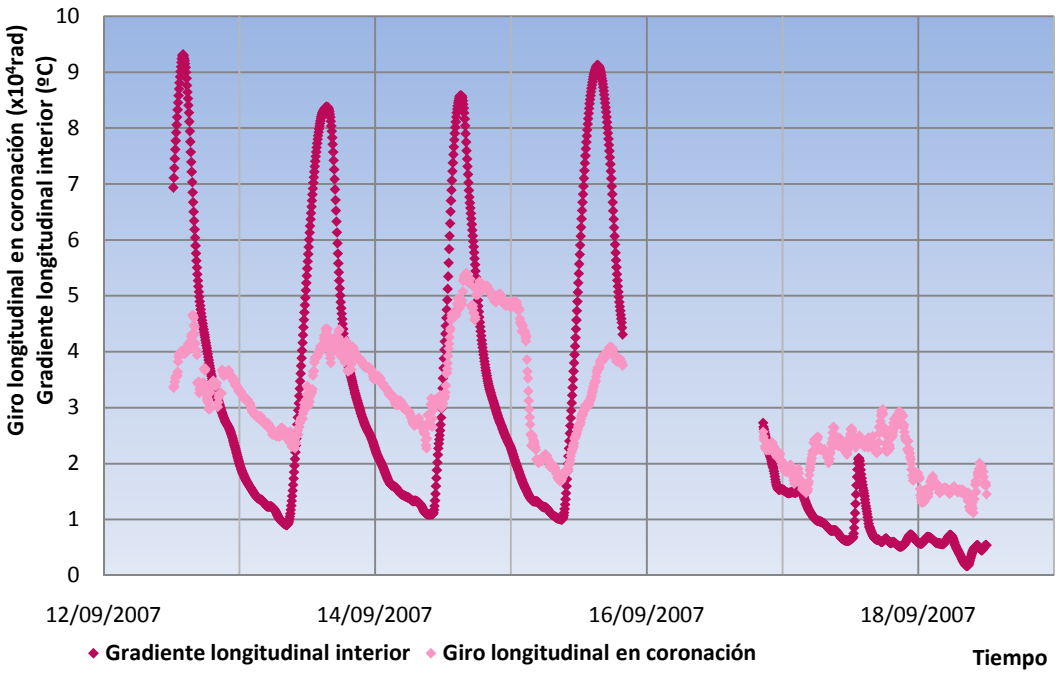


Figura C-75. Entre dovelas 10 y 11. Gradiente longitudinal interior (ºC) y Giro longitudinal en coronación (rad)

C.9 Giro transversal

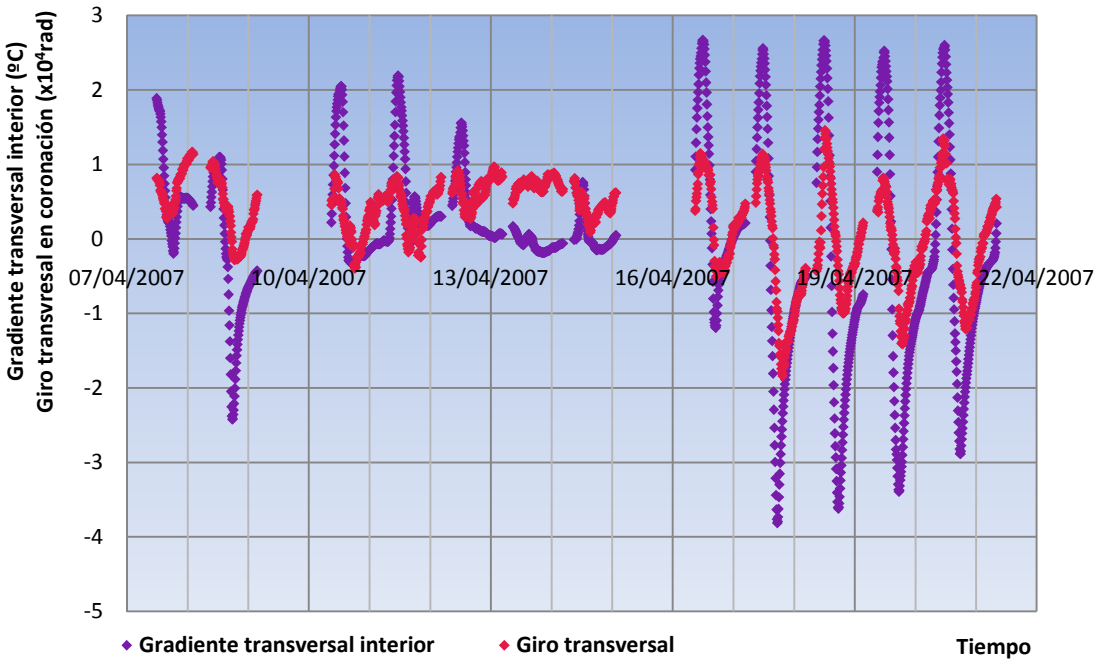


Figura C-76. Entre dovelas 1 y 2. Gradiente transversal interior (ºC) y Giro transversal en coronación (rad)

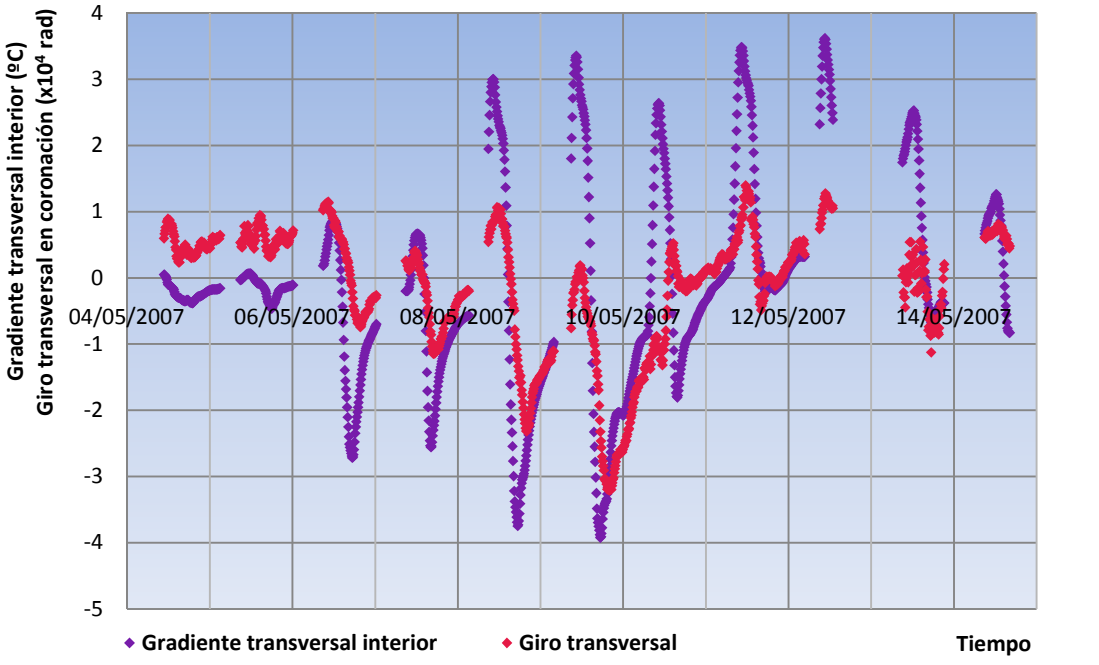


Figura C-77. Entre dovelas 2 y 3. Gradiente transversal interior (ºC) y Giro transversal en coronación (rad)

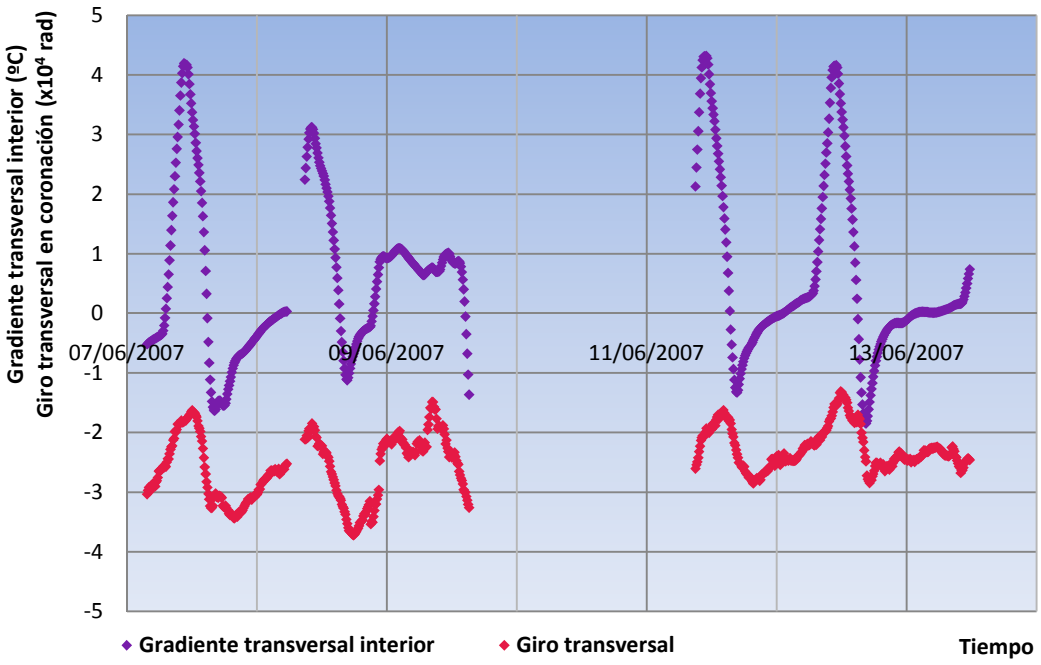


Figura C-78. Entre dovelas 4 y 5. Gradiente transversal interior (ºC) y Giro transversal en coronación (rad)

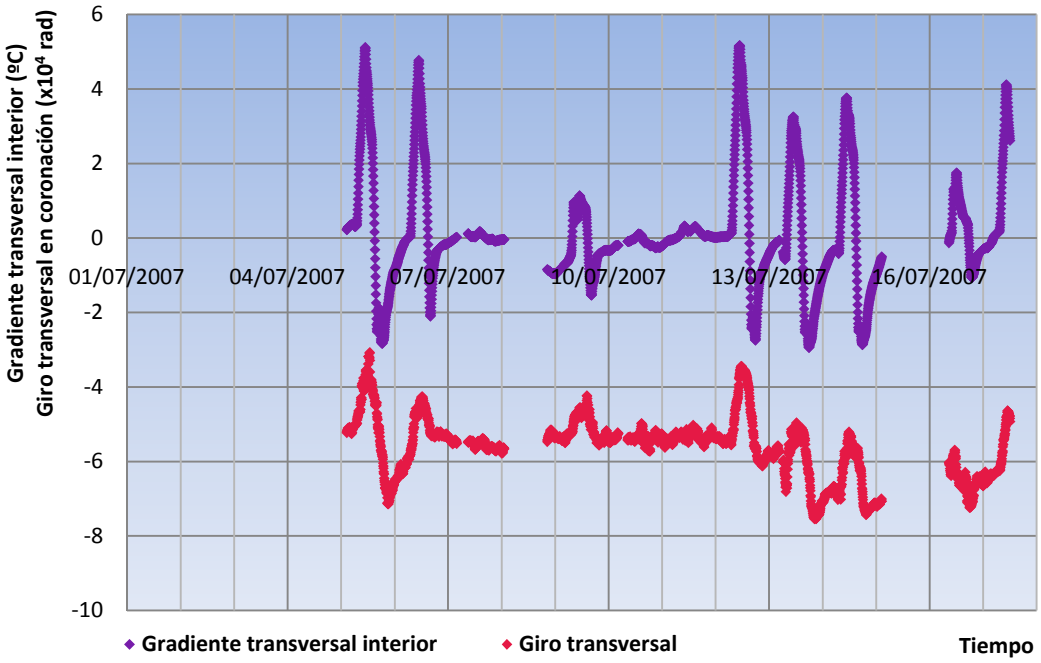


Figura C-79. Entre dovelas 6 y 7. Gradiente transversal interior (ºC) y Giro transversal en coronación (rad)

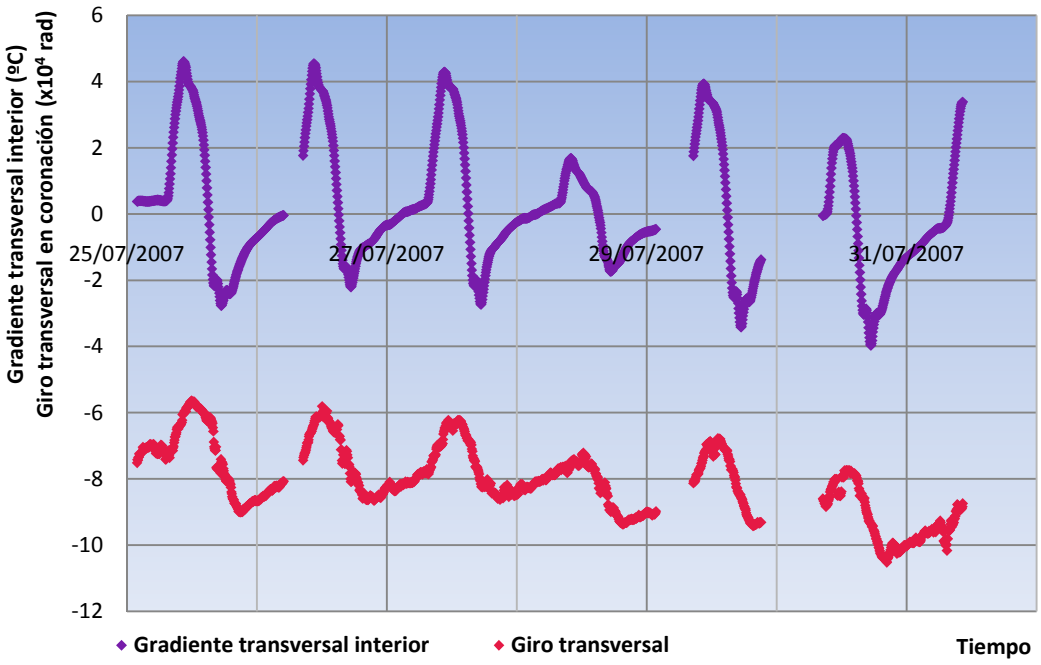


Figura C-80. Entre dovelas 7 y 8. Gradiente transversal interior (ºC) y Giro transversal en coronación (rad)

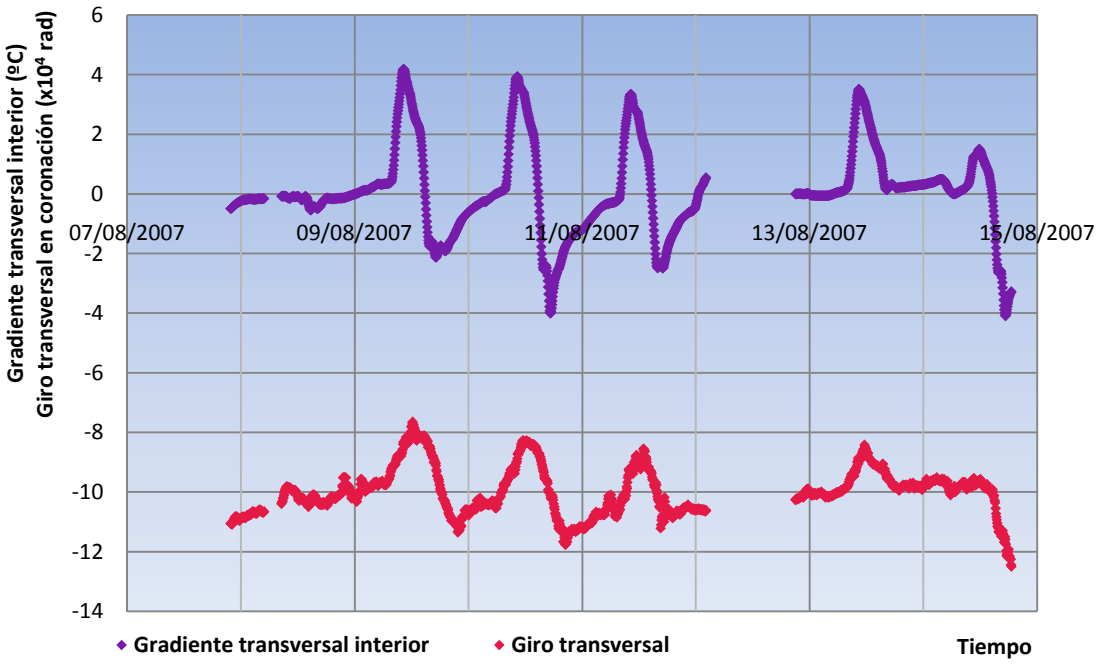


Figura C-81. Entre dovelas 8 y 9. Gradiente transversal interior (ºC) y Giro transversal en coronación (rad)

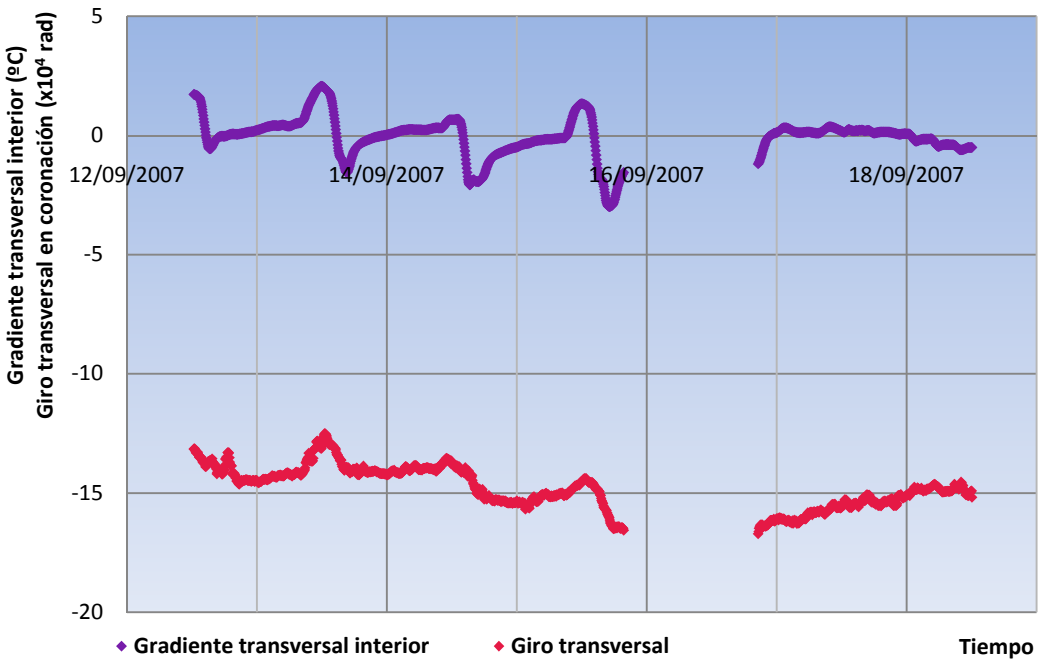


Figura C-82. Entre dovelas 10 y 11. Gradiente transversal interior (ºC) y Giro transversal en coronación (rad)

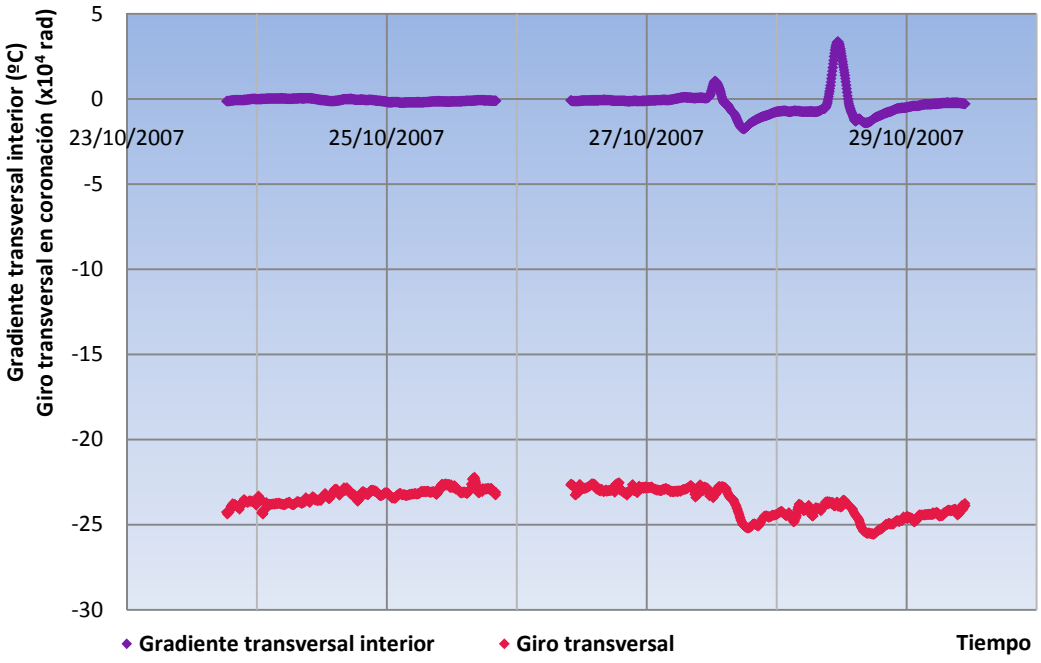


Figura C-83. Entre dovelas 13 y 14. Gradiente transversal interior (ºC) y Giro transversal en coronación (rad)

ANEXO D. PROGRAMACIÓN

```
//-----------------------------------------------
// Archivo : Tconstruccion3D.Huebra.log
// Proyecto: Tesis doctoral
// Objeto  : Construcción por fases de una "T" del Viaducto de
Montabliz. Tesis
// Autor   : Patricia Olazábal Herrero
// Fecha   : Febrero 2010
// Programa: Vettones
// Tipo    : Pórtico 3D
//-----------------------------------------------

// Norma EHE-08
// Unidades: Mp y m
UNIDADES,3,1

INCLUDE,TH3D.Variables.log
INCLUDE,Coordenada.Funcion.log

// Las características mecánicas, al ser independientes del tiempo se
calculan al principio

INCLUDE,CmecH.Include.log

IF,PILAT-PILAR,1
  FOR,I,0,72,1
    SET,P[PILAT][I],P[PILAR][I]
  NEXT
ENDIF

// TIEMPO: Indica en todo momento el instante en el que se está
calculando
// Los intervalos de tiempo son de 7 días
// FIN: Tiempo de fin de la estructura
// S: Controla la ejecución de la dovela 1
//    Deja pasar 10 steps hasta calcularse

//DECLARA,FIN
DECLARA,TIEMPO
DECLARA,S

MATRIZCREA,S,4

SET,INI,P[PILAT][5]+7

IF,PRET,1
  SET,NSF,-1
ENDIF

// Matriz donde se guardan el nudo inicial y el final de cada familia

IF,PRET,1
```

```
  DECLARA,L
  MATRIZCREA,L,NFAMTOT,2
ENDIF

// Matriz donde se guardan las familias que se crean en cada step

IF,PRET,1
  DECLARA,B
  MATRIZCREA,B,184,NFAMTOT
ENDIF

// Matriz donde se guardan las familias que hay en cada step

IF,PRET,1
  DECLARA,A
  MATRIZCREA,A,184,NFAMTOT
ENDIF

// Ejecución de cimentación

// Nudo de la cimentación de la pila

SET,A,PILAT
SET,PILA,A
INCLUDE,AsignaPila.Include.log
CALLFUN,COORDENADA,RADIO,LONGITUD,XPILA,X,Y
N,P[A][1],X,Y,-P[A][3]
D,P[A][1],1,1,1,1,1,1

// Nudo del tablero donde se une con la pila

SET,A,PILAT
N,P[A][0],X,Y,0

SET,TIEMPO,INI
SET,PASO,0

// Ejecución de pila PILAT

SET,A,PILAT
SET,PILA,A
INCLUDE,AsignaPila.Include.log
FOR,B,1,NTREPTOT,1
  SET,TREPA,B
  INCLUDE,TrepaPilaTH3D.Include.log
  SET,T[A][3],T[A][3]+1
  IF,TIEMPO-INI,0
    STEP,PesoPropio,INI
    SUBSTEP,1,INI+7,1.4
  ENDIF
  IF,TIEMPO-INI,1
    STEP,TIEMPO
    SUBSTEP,1,TIEMPO+7,1.4
```

```
  ENDIF
  SET,TIEMPO,TIEMPO+7
  SET,PASO,PASO+2
NEXT

SUBSTEP,8,TIEMPO+63-7,1.4
SET,TIEMPO,TIEMPO+63-7
SET,PASO,PASO+8

// Ejecución de voladizos de pila PILAT

SET,A,5+PILAT
IF,A-5,0
  SET,VOLADIZO,155
ENDIF
IF,A-6,0
  SET,VOLADIZO,175
ENDIF
IF,A-7,0
  SET,VOLADIZO,175
ENDIF
IF,A-8,0
  SET,VOLADIZO,155
ENDIF

// Dovelas "0"
SET,DOVELA,0
SET,PILA,PILAR
INCLUDE,AsignaPila.Include.log
SET,TOTAB,T[A][0]-63
INCLUDE,Dovela0H3D.Include.log
STEP,TIEMPO
SUBSTEP,10,TIEMPO+70,1.4
SET,TIEMPO,TIEMPO+70
SET,PASO,PASO+11

// Dovela "1"
SET,DOVELA,1
// Movimiento del carro
INCLUDE,Mov.Carro.log
STEP,TIEMPO
SET,PASO,PASO+1
IF,DOVELA-DOVFIN,0
  IF,LADOFIN,0
    INCLUDE,DovelaNorteH3D.Include.log
  ENDIF
  IF,LADOFIN-1,0
    INCLUDE,DovelaSurH3D.Include.log
  ENDIF
  IF,LADOFIN-2,>=,0
    INCLUDE,DovelaTipoH3D.Include.log
    IF,PRET,1
      INCLUDE,PretConstruccion.Include.log
```

```
    ENDIF
  ENDIF
ENDIF
IF,DOVELA-DOVFIN,1
  INCLUDE,DovelaTipoH3D.Include.log
  IF,PRET,1
    INCLUDE,PretConstruccion.Include.log
  ENDIF
ENDIF
STEP,TIEMPO
SET,PASO,PASO+1
IF,PRET,1
  IF,DOVELA-DOVFIN,0
    IF,LADOFIN-2,>=,0
      INCLUDE,TesConstruccion.Include.log
    ENDIF
  ENDIF
  IF,DOVELA-DOVFIN,1
    INCLUDE,TesConstruccion.Include.log
  ENDIF
ENDIF
STEP,TIEMPO
SET,T[A][3],T[A][3]+1
SUBSTEP,1,TIEMPO+7,1.4
SET,TIEMPO,TIEMPO+7
SET,PASO,PASO+2

// Dovelas 2..15
IF,DOVFIN-2,>=,0
  FOR,B,2,DOVFIN,1
    SET,DOVELA,B
    // Movimiento del carro
    INCLUDE,Mov.Carro.log
    STEP,TIEMPO
    SET,PASO,PASO+1
    IF,DOVELA-DOVFIN,0
      IF,LADOFIN,0
        INCLUDE,DovelaNorteH3D.Include.log
      ENDIF
      IF,LADOFIN-1,0
        INCLUDE,DovelaSurH3D.Include.log
      ENDIF
      IF,LADOFIN-2,>=,0
        INCLUDE,DovelaTipoH3D.Include.log
        IF,PRET,1
          INCLUDE,PretConstruccion.Include.log
        ENDIF
      ENDIF
    ENDIF
    IF,DOVELA-DOVFIN,1
      INCLUDE,DovelaTipoH3D.Include.log
      IF,PRET,1
        INCLUDE,PretConstruccion.Include.log
```

```
      ENDIF
    ENDIF
    STEP,TIEMPO
    SET,PASO,PASO+1
    IF,PRET,1
      IF,DOVELA-DOVFIN,0
        IF,LADOFIN-2,>=,0
          INCLUDE,TesConstruccion.Include.log
        ENDIF
      ENDIF
      IF,DOVELA-DOVFIN,1
        INCLUDE,TesConstruccion.Include.log
      ENDIF
    ENDIF
    STEP,TIEMPO
    SET,T[A][3],T[A][3]+1
    SUBSTEP,1,TIEMPO+7,1.4
    SET,TIEMPO,TIEMPO+7
    SET,PASO,PASO+2
  NEXT
ENDIF

IF,DOVFIN-15,0
  IF,LADOFIN-3,0
    // Retirada de carro de dovela 15
    F,NUDOTAB+DOVELA+1,0,0,140,0,0,0
    F,NUDOTAB-DOVELA-1,0,0,140,0,0,0
    STEP,TIEMPO
  ENDIF
ENDIF

IF,GRADIENTE,1
  FOR,I=0,NTREPTOT-1,1
    SET,ELE,NUDOPILA+I
    IF,LADOGRAD,0
      INCLUDE,Gradiente.Longitudinal.log
    ENDIF
    IF,LADOGRAD-1,0
      INCLUDE,Gradiente.Transversal.log
    ENDIF
  NEXT
  STEP,TIEMPO
ENDIF

//-----------------------------------------------
// Fin del archivo.
//-----------------------------------------------
```

```
//-----------------------------------------------
// Archivo : TrepaPilaTH3D.Include.log
// Proyecto: Tesis doctoral
// Objeto  : Ejecución de una trepa de una pila de canto variable
// Autor   : Patricia Olazábal Herrero
// Fecha   : Febrero 2010
// Programa: Vettones
// Tipo    : Pórtico 3D. Huebra
//-----------------------------------------------

// Variables que toma del modelo general

// NUDOPILA: nudo de la cimentación de la pila
// NUDOTAB: nudo de unión de la pila con el tablero
// TREPA: nº de trepa que se va a realizar
// XPILA: abscisa de la pila en el modelo general
// HPILA: altura de la pila
// NTREPTOT: nº total de trepas que tiene la pila

// Nudo superior de la trepa
// (en la última trepa el nudo superior es NUDOTAB)
IF,TREPA-NTREPTOT,1
  CALLFUN,COORDENADA,RADIO,LONGITUD,XPILA,X,Y
  N,NUDOPILA+TREPA,X,Y,-HPILA+HPILA/NTREPTOT*TREPA
ENDIF

// Nudo auxiliar de la trepa
SETNV,U,V,W,CENTRO,NUDOTAB
N,2000+NUDOPILA+TREPA-1,X+10*V,Y-10*U,-HPILA+HPILA/NTREPTOT*(TREPA-1)

// Elemento
TYPE,14
REAL,NUDOPILA+TREPA-1
IF,TREPA-NTREPTOT,1
  MAT,NUDOPILA+TREPA-1
  EN,NUDOPILA+TREPA-1,NUDOPILA+TREPA-
1,NUDOPILA+TREPA,2000+NUDOPILA+TREPA-1
ENDIF

// (en la última trepa el nudo superior es NUDOTAB)
IF,TREPA-NTREPTOT,0
  MAT,NUDOPILA+TREPA-1
  EN,NUDOPILA+TREPA-1,NUDOPILA+TREPA-1,NUDOTAB,2000+NUDOPILA+TREPA-1
ENDIF

// Material
MPHA,NUDOPILA+TREPA-1,5000,70,TOPILA+7*TREPA-2,0.2,1.25

// Las características mecánicas están definidas en otro fichero

// Peso propio

IF,PESO,1
```

```
  SETR,R,NUDOPILA+TREPA-1,4
  SETR,S,NUDOPILA+TREPA-1,16
  P,NUDOPILA+TREPA-1,0,0,-(R+S)/2,0,0,0,GL,NUDOPILA+TREPA-1,1

  // Incremento de peso (fuego)
  SET,LTREP,HPILA/NTREPTOT
  SET,NFUEG,CEIL(LFUEG/LTREP)
  IF,TREPA-NFUEG,0
    F,NUDOPILA+NFUEG,0,0,-INCPESO,0,0,0
  ENDIF
ENDIF

//-----------------------------------------------
// Fin del archivo.
//-----------------------------------------------


//-----------------------------------------------
// Archivo : DovelaTipoH3D.Include.log
// Proyecto: Tesis doctoral
// Objeto  : Ejecución de una dovela y su simétrica. Avance en
voladizo
// Autor   : Patricia Olazábal Herrero
// Fecha   : Marzo 2010
// Programa: Vettones
// Tipo    : Pórtico 3D. Huebra
//-----------------------------------------------

//-----------------------------------------------
// Variables de la estructura
//-----------------------------------------------

// Variables que toma del modelo general

// NUDOTAB: nudo de unión de la pila con el tablero
// XPILA: abscisa de la pila en el modelo general
// DOVELA: nº de dovela que se va a realizar

// X: vector que contiene las abscisas del voladizo

// Nudos finales de la dovela
// El nudo inicial está definido en la dovela anterior
IF,DOVELA-16,1
  CALLFUN,COORDENADA,RADIO,LONGITUD,XPILA+X[DOVELA+2],X,Y
  N,NUDOTAB+DOVELA+2,X,Y,0
  CALLFUN,COORDENADA,RADIO,LONGITUD,XPILA-X[DOVELA+2],X,Y
  N,NUDOTAB-DOVELA-2,X,Y,0
ENDIF

IF,DOVELA-16,0
  CALLFUN,COORDENADA,RADIO,LONGITUD,XPILA+X[DOVELA+1]+CIERRE/2,X,Y
  N,NUDOTAB+DOVELA+2,X,Y,0
  CALLFUN,COORDENADA,RADIO,LONGITUD,XPILA-X[DOVELA+1]-CIERRE/2,X,Y
```

```
  N,NUDOTAB-DOVELA-2,X,Y,0
ENDIF

// Elementos

TYPE,14
MAT,NUDOTAB+DOVELA+1

// Dovela derecha
REAL,NUDOTAB+DOVELA+1
EN,NUDOTAB+DOVELA+1,NUDOTAB+DOVELA+1,NUDOTAB+DOVELA+2,2000+NUDOTAB+DOV
ELA+1

// Dovela izquierda
REAL,NUDOTAB-DOVELA-2
EN,NUDOTAB-DOVELA-2,NUDOTAB-DOVELA-2,NUDOTAB-DOVELA-1,2000+NUDOTAB-
DOVELA-2

// Materiales

// El ciclo de la dovela tipo comprende 7 días
// El movimiento de los carros comprende 3 días
// Las dovelas se hormigonan a los 4 días
// El tesado se realiza a los 6 días

MPHA,NUDOTAB+DOVELA+1,5000,70,TOTAB+133+7*(DOVELA-1)-3,0.2,1.25

// Características mecánicas
// Definidas en el modelo general

// Movimiento de nudos a centro de gravedad (para pretensado)
IF,PRET,1
  INCLUDE,Centrogravedad3D.Include.log
ENDIF

// Nudos auxiliares tablero

// NGEN,Veces,Incre1,Nudo1,Nudo2,Incre2,Dx,Dy,Dz

NGEN,2,2000,NUDOTAB-DOVELA-2,NUDOTAB+DOVELA+2,(DOVELA+2)*2,0,0,50

// Peso propio

IF,PESO,1
  // Dovela derecha
  SETER,T,NUDOTAB+DOVELA+1
  SETR,R,T,0
  SETR,S,T,12
  P,NUDOTAB+DOVELA+1,0,0,-(R+S)/2*2.5,0,0,0,GL,NUDOTAB+DOVELA+1,1

  // Dovela izquierda
  SETER,T,NUDOTAB-DOVELA-2
  SETR,R,T,0
```

```
  SETR,S,T,12
  P,NUDOTAB-DOVELA-2,0,0,-(R+S)/2*2.5,0,0,0,GL,NUDOTAB-DOVELA-2,1
ENDIF

// Tacos de pretensado

IF,PESO,1
  // Dovela derecha
  SET,I,NUDOTAB+DOVELA+1
  IF,R[I][2],1
    F,I,0,0,-R[I][2]/2,0,0,0
    F,I+1,0,0,-R[I][2]/2,0,0,0
  ENDIF
  FADD,I+1,0,0,-R[I+1][3],0,0,0
  // Dovela izquierda
  SET,I,NUDOTAB-DOVELA-2
  IF,R[I][2],1
    F,I,0,0,-R[I][2]/2,0,0,0
    F,I+1,0,0,-R[I][2]/2,0,0,0
  ENDIF
  FADD,I,0,0,-R[I][3],0,0,0
ENDIF

//-----------------------------------------------
// Fin del archivo.
//-----------------------------------------------


//-----------------------------------------------
// Archivo : PretConstruccion.Include.log
// Proyecto: Tesis doctoral
// Objeto  : Pretensado de construcción
// Autor   : Patricia Olazábal Herrero
// Fecha   : Febrero 2010
// Programa: Vettones
// Tipo    : Pórtico 3D
//-----------------------------------------------

// Pretensado

INCLUDE,Distancia.Include.log
INCLUDE,AsignaVolPret.Include.log
// Hay que restarle 1 a DOVELA porque la dovela "0" no lleva
pretensado
SET,NN,W[DOVELA-1][0]
IF,VOLADIZO-175,0
  IF,DOVELA-15,4
    SET,NN,W[DOVELA+1-1][0]
  ENDIF
ENDIF
FOR,K,1,NN,1
  SET,FAM,K
  INCLUDE,AsignaPretConstru.Include.log
```

```
  INCLUDE,Construccion.Familias.log
  IF,CEIL(NF)-NF-0.5,5
    SET,NF,CEIL(NF)
  ENDIF
  IF,CEIL(NF)-NF-0.5,2
    SET,NF,FLOOR(NF)
  ENDIF
NEXT

//-----------------------------------------------
// Fin del archivo.
//-----------------------------------------------


//-----------------------------------------------
// Archivo : Gradiente.Longitudinal.log
// Proyecto: Tesis doctoral
// Objeto  : Construcción por fases de una "T" del Viaducto de
Montabliz. Tesis
// Autor   : Patricia Olazábal Herrero
// Fecha   : Diciembre 2010
// Programa: Vettones
// Tipo    : Pórtico 3D
//-----------------------------------------------

SETER,T,ELE
//centro de gravedad primer nudo
SETR,R,T,7
SETR,S,T,8
//temperatura en el c.d.g. del primer nudo
SET,A=GRAD/2.0-GRAD/(R+S)*R
//gradiente en primer nudo
SET,C=GRAD/(R+S)
//centro de gravedad segundo nudo
SETR,R,T,19
SETR,S,T,20
//temperatura en el c.d.g. del segundo nudo
SET,B=GRAD/2.0-GRAD/(R+S)*R
//gradiente en segundo nudo
SET,D=GRAD/(R+S)
//pone la media de temperatura y gradiente de los dos nudos
PT,ELE,(A+B)/2.0,0,(C+D)/2.0,1.0e-5,ELE,1

//-----------------------------------------------
// Fin del archivo.
//-----------------------------------------------
```

```
//-----------------------------------------------
// Archivo : Gradiente.Transversal.log
// Proyecto: Tesis doctoral
// Objeto  : Construcción por fases de una "T" del Viaducto de
Montabliz. Tesis
// Autor   : Patricia Olazábal Herrero
// Fecha   : Diciembre 2010
// Programa: Vettones
// Tipo    : Pórtico 3D
//-----------------------------------------------

SETER,T,ELE
//centro de gravedad primer nudo
SETR,R,T,9
SETR,S,T,10
//temperatura en el c.d.g. del primer nudo
SET,A=GRAD/2.0-GRAD/(R+S)*R
//gradiente en primer nudo
SET,C=GRAD/(R+S)
//centro de gravedad segundo nudo
SETR,R,T,21
SETR,S,T,22
//temperatura en el c.d.g. del segundo nudo
SET,B=GRAD/2.0-GRAD/(R+S)*R
//gradiente en segundo nudo
SET,D=GRAD/(R+S)
//pone la media de temperatura y gradiente de los dos nudos
PT,ELE,(A+B)/2.0,(C+D)/2.0,0,1.0e-5,ELE,1

//-----------------------------------------------
// Fin del archivo.
//-----------------------------------------------
```

ANEXO E. MODELO DE CÁLCULO. FICHEROS DE DATOS Y RESULTADOS

E.1 Gráficos del modelo

En las siguientes figuras se representa gráficamente la posición de los nudos y elementos del modelo de 15 dovelas[174].

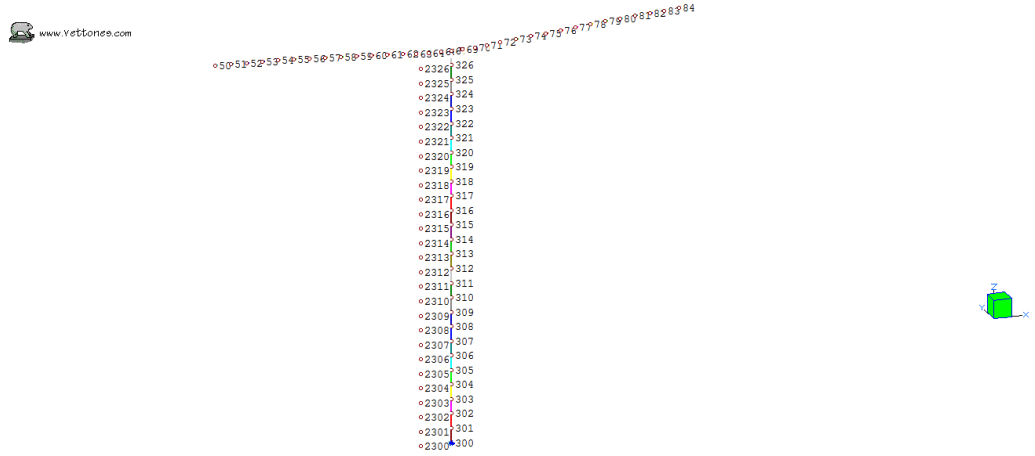


Figura E-1. Nudos del modelo

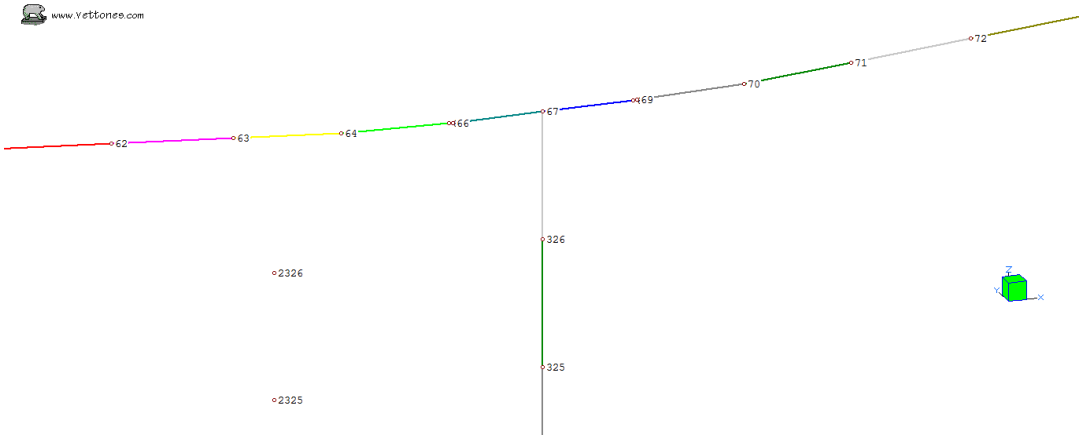


Figura E-2. Detalle de nudos en tablero y coronación de pila

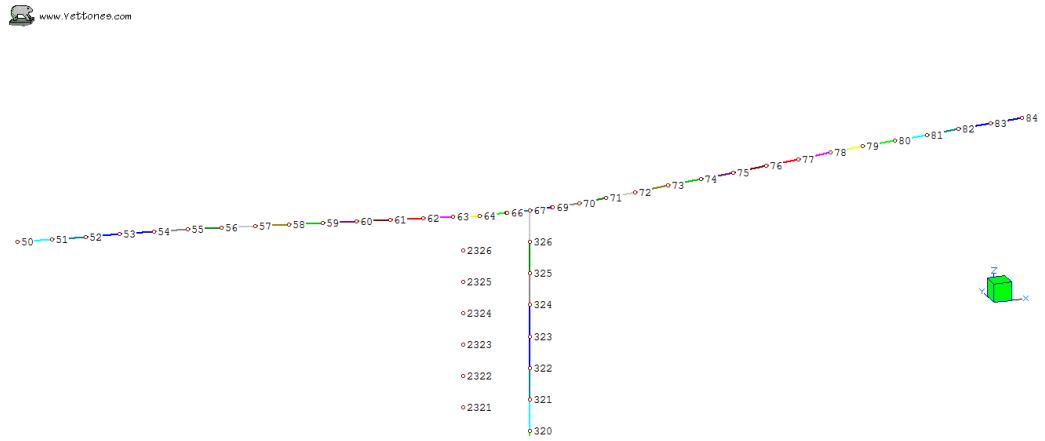


Figura E-3. Nudos del tablero

[174] Los modelos de un número inferior de dovelas están englobados en éste.

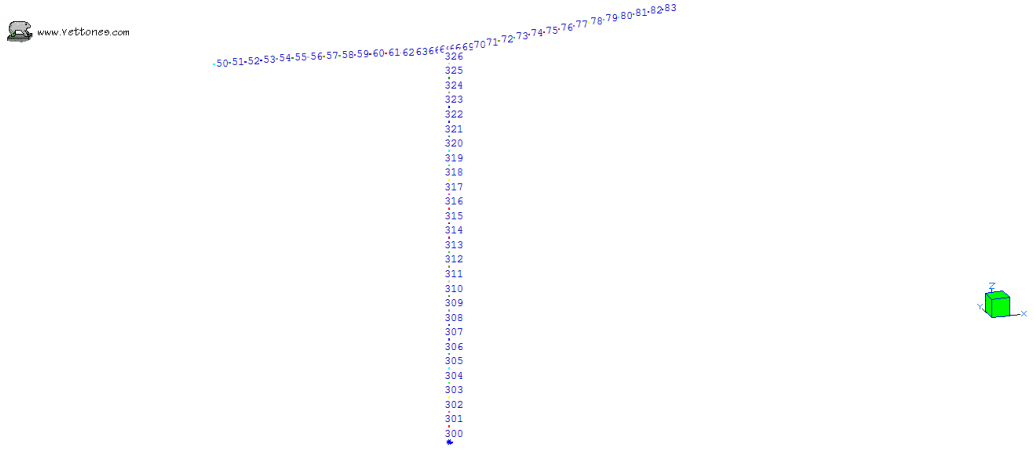


Figura E-4. Elementos del modelo

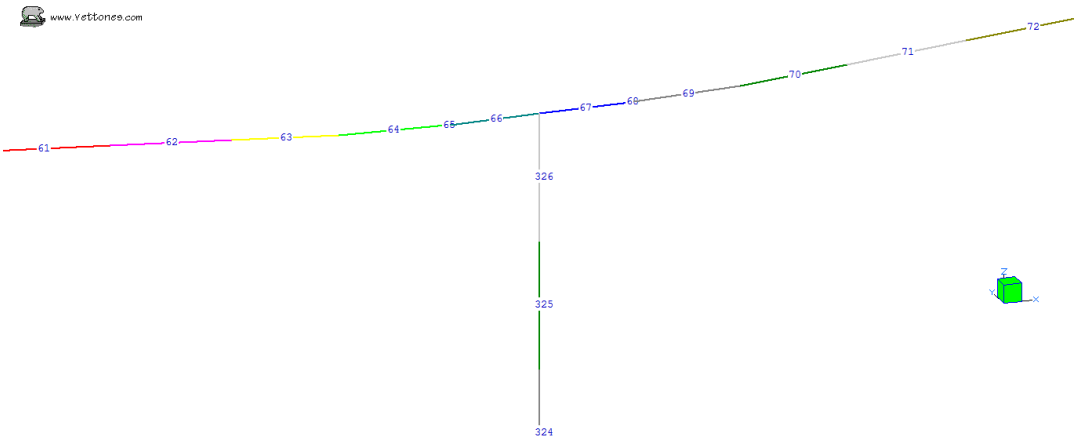


Figura E-5. Detalle de elementos en tablero y coronación de pila

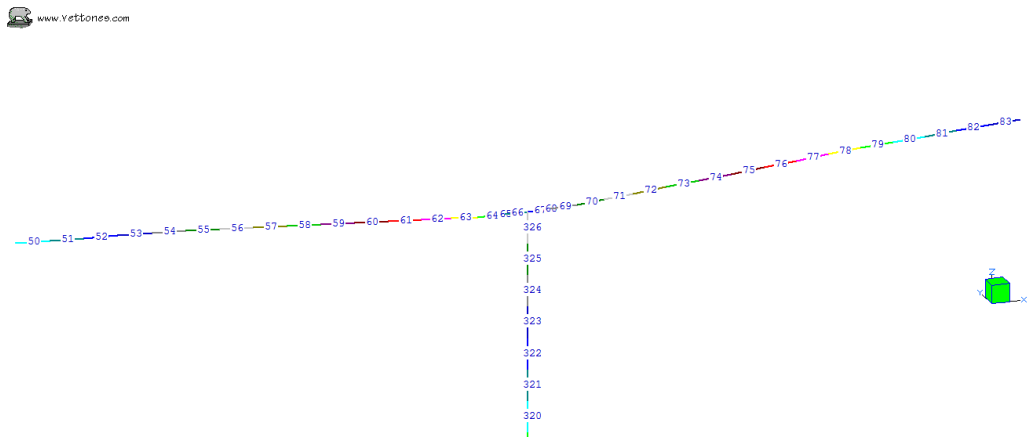


Figura E-6. Elementos del tablero

E.2 Gradiente longitudinal en dovelas "1"

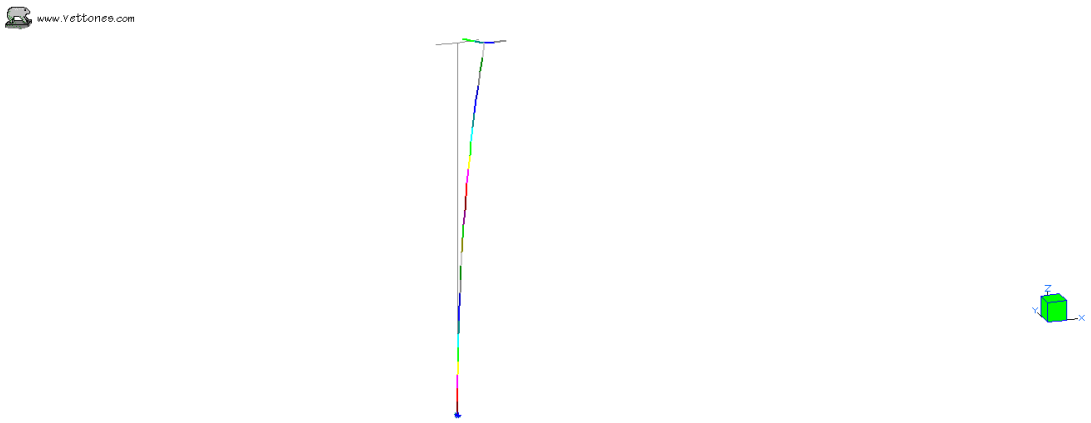


Figura E-7. Deformada de la "T" con una dovela ante un gradiente longitudinal de 10ºC. Escala ampliada: x100.

Movimientos principales:

- Giro longitudinal en coronación de pila -Nudo 67-: r_y= 0.001609 rad
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudos 64 y 70-: u_z= 0.01206 m

FICHERO DE DATOS

```
DATOS ESTRUCTURA
================
Título  : TIEMPO
Unidades: Tonelada y metro

Programa de cálculo
-------------------
Nombre  :  Vettones
Versión :  v0.11a


Datos generales
---------------------------------------
Número de nudos                      69
Número de elementos finitos          33
Número de apoyos en nudos             1
Número de materiales                 29
Número de características           269
Número de acciones                    3
Número de hipótesis                   2

1.- Nudos
---------

   n      x          y          z
-------------------------------------
0064 -7.500e+00 +4.018e-02 -5.245e+00
0065 -3.500e+00 +8.750e-03 -5.350e+00
0066 -3.350e+00 +8.016e-03 -5.361e+00
0067 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.361e+00
0068 +3.350e+00 +8.016e-03 -5.361e+00
0069 +3.500e+00 +8.750e-03 -5.350e+00
0070 +7.500e+00 +4.018e-02 -5.270e+00
0300 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.340e+02
0301 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.292e+02
0302 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.244e+02
0303 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.197e+02
0304 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.149e+02
0305 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.101e+02
0306 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.054e+02
0307 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.006e+02
0308 +0.000e+00 +0.000e+00 -9.586e+01
0309 +0.000e+00 +0.000e+00 -9.109e+01
0310 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.633e+01
0311 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.157e+01
0312 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.681e+01
0313 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.204e+01
0314 +0.000e+00 +0.000e+00 -6.728e+01
0315 +0.000e+00 +0.000e+00 -6.252e+01
0316 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.775e+01
0317 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.299e+01
0318 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.823e+01
0319 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.347e+01
0320 +0.000e+00 +0.000e+00 -3.870e+01
0321 +0.000e+00 +0.000e+00 -3.394e+01
0322 +0.000e+00 +0.000e+00 -2.918e+01
0323 +0.000e+00 +0.000e+00 -2.441e+01
0324 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.965e+01
0325 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.489e+01
0326 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.012e+01
2000 +0.000e+00 +7.000e+02 +0.000e+00
2064 -7.500e+00 +4.018e-02 +4.475e+01
2065 -3.500e+00 +8.750e-03 +4.465e+01
2066 -3.350e+00 +8.016e-03 +4.464e+01
2067 +0.000e+00 +0.000e+00 +4.464e+01
2068 +3.350e+00 +8.016e-03 +4.464e+01
2069 +3.500e+00 +8.750e-03 +4.465e+01
2070 +7.500e+00 +4.018e-02 +4.473e+01
2300 -1.000e+01 +0.000e+00 -1.340e+02
2301 -1.000e+01 +0.000e+00 -1.292e+02
2302 -1.000e+01 +0.000e+00 -1.244e+02
2303 -1.000e+01 +0.000e+00 -1.197e+02
2304 -1.000e+01 +0.000e+00 -1.149e+02
2305 -1.000e+01 +0.000e+00 -1.101e+02
```

```
   n      x          y          z
------------------------------------
2306 -1.000e+01 +0.000e+00 -1.054e+02
2307 -1.000e+01 +0.000e+00 -1.006e+02
2308 -1.000e+01 +0.000e+00 -9.586e+01
2309 -1.000e+01 +0.000e+00 -9.109e+01
2310 -1.000e+01 +0.000e+00 -8.633e+01
2311 -1.000e+01 +0.000e+00 -8.157e+01
2312 -1.000e+01 +0.000e+00 -7.681e+01
2313 -1.000e+01 +0.000e+00 -7.204e+01
2314 -1.000e+01 +0.000e+00 -6.728e+01
2315 -1.000e+01 +0.000e+00 -6.252e+01
2316 -1.000e+01 +0.000e+00 -5.775e+01
2317 -1.000e+01 +0.000e+00 -5.299e+01
2318 -1.000e+01 +0.000e+00 -4.823e+01
2319 -1.000e+01 +0.000e+00 -4.347e+01
2320 -1.000e+01 +0.000e+00 -3.870e+01
2321 -1.000e+01 +0.000e+00 -3.394e+01
2322 -1.000e+01 +0.000e+00 -2.918e+01
2323 -1.000e+01 +0.000e+00 -2.441e+01
2324 -1.000e+01 +0.000e+00 -1.965e+01
2325 -1.000e+01 +0.000e+00 -1.489e+01
2326 -1.000e+01 +0.000e+00 -1.012e+01

2.- Elementos
-------------

 t : tipo de elemento
mat: índice de material
con: índice de característica mecánica
 ni: nudos del elemento

  e    t   mat  con  n0   n1   n2
---------------------------------
  64  14   69   64   64   65 2064
  65  14   67   65   65   66 2065
  66  14   67   66   66   67 2066
  67  14   67   67   67   68 2067
  68  14   67   68   68   69 2068
  69  14   69   69   69   70 2069
 300  14  300  300  300  301 2300
 301  14  301  301  301  302 2301
 302  14  302  302  302  303 2302
 303  14  303  303  303  304 2303
 304  14  304  304  304  305 2304
 305  14  305  305  305  306 2305
 306  14  306  306  306  307 2306
 307  14  307  307  307  308 2307
 308  14  308  308  308  309 2308
 309  14  309  309  309  310 2309
 310  14  310  310  310  311 2310
 311  14  311  311  311  312 2311
 312  14  312  312  312  313 2312
 313  14  313  313  313  314 2313
 314  14  314  314  314  315 2314
 315  14  315  315  315  316 2315
 316  14  316  316  316  317 2316
 317  14  317  317  317  318 2317
 318  14  318  318  318  319 2318
 319  14  319  319  319  320 2319
 320  14  320  320  320  321 2320
 321  14  321  321  321  322 2321
 322  14  322  322  322  323 2322
 323  14  323  323  323  324 2323
 324  14  324  324  324  325 2324
 325  14  325  325  325  326 2325
 326  14  326  326  326   67 2326

3.- Apoyos
----------

  n     ux         uy         uz         rx         ry         rz     tipo
-------------------------------------------------------------------------
0300 0.00e+00  0.00e+00  0.00e+00  0.00e+00  0.00e+00  0.00e+00 Forzado
```

4.- Materiales

Ex: módulo de elasticidad
Nuxy: coeficiente de Poisson

Id	Ex	Nuxy
0067	+3.407e+06	+2.000e-01
0069	+3.128e+06	+2.000e-01
0300	+3.469e+06	+2.000e-01
0301	+3.468e+06	+2.000e-01
0302	+3.467e+06	+2.000e-01
0303	+3.467e+06	+2.000e-01
0304	+3.466e+06	+2.000e-01
0305	+3.465e+06	+2.000e-01
0306	+3.464e+06	+2.000e-01
0307	+3.463e+06	+2.000e-01
0308	+3.462e+06	+2.000e-01
0309	+3.460e+06	+2.000e-01
0310	+3.459e+06	+2.000e-01
0311	+3.458e+06	+2.000e-01
0312	+3.457e+06	+2.000e-01
0313	+3.455e+06	+2.000e-01
0314	+3.454e+06	+2.000e-01
0315	+3.453e+06	+2.000e-01
0316	+3.451e+06	+2.000e-01
0317	+3.450e+06	+2.000e-01
0318	+3.448e+06	+2.000e-01
0319	+3.446e+06	+2.000e-01
0320	+3.444e+06	+2.000e-01
0321	+3.442e+06	+2.000e-01
0322	+3.440e+06	+2.000e-01
0323	+3.438e+06	+2.000e-01
0324	+3.436e+06	+2.000e-01
0325	+3.433e+06	+2.000e-01
0326	+3.430e+06	+2.000e-01

5.- Características mecánicas
---

idC	A	Ix	Iy	It	p.p	AcX	Acy	
910	1.000e+02	1.000e+03	1.000e+03	1.000e+03	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	

c	A	Ix	Iy	It	p.p	AcX	Acy	
	ymáx	ymín	xmáx	xmín	eficticio			
064	3.276e+01	5.046e+02	6.666e+02	2.032e+02	8.161e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=64]
	5.229e+00	5.042e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.839e-01			
	3.508e+01	6.219e+02	6.749e+02	2.172e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=65]
	5.333e+00	5.640e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.500e-01			
065	3.507e+01	6.216e+02	6.749e+02	2.172e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=65]
	5.335e+00	5.638e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.500e-01			
	3.510e+01	6.249e+02	6.751e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=66]
	5.347e+00	5.653e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.502e-01			
066	3.510e+01	6.249e+02	6.751e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=66]
	5.347e+00	5.653e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.502e-01			
	3.510e+01	6.249e+02	6.751e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=67]
	5.347e+00	5.653e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.502e-01			
067	3.510e+01	6.249e+02	6.751e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=67]
	5.347e+00	5.653e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.502e-01			
	3.510e+01	6.249e+02	6.751e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=68]
	5.347e+00	5.653e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.502e-01			
068	3.510e+01	6.249e+02	6.751e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=68]
	5.347e+00	5.653e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.502e-01			
	3.507e+01	6.219e+02	6.749e+02	2.173e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=69]
	5.336e+00	5.640e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.499e-01			
069	3.508e+01	6.222e+02	6.749e+02	2.173e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=69]
	5.334e+00	5.642e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.499e-01			
	3.274e+01	5.122e+02	6.669e+02	2.049e+02	8.155e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=70]
	5.254e+00	5.101e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.816e-01			

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-------------------------------------------------------------------------
301 3.355e+01 8.067e+02 1.060e+03 9.889e+02 8.387e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=301]
    6.191e+00 6.191e+00 7.362e+00 7.362e+00 8.524e-01                     Brutas
    3.221e+01 7.191e+02 9.335e+02 8.766e+02 8.053e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=302]
    5.981e+00 5.981e+00 7.058e+00 7.058e+00 8.518e-01
302 3.221e+01 7.191e+02 9.335e+02 8.766e+02 8.053e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=302]
    5.981e+00 5.981e+00 7.058e+00 7.058e+00 8.518e-01                     Brutas
    3.057e+01 6.182e+02 7.953e+02 7.503e+02 7.644e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=303]
    5.711e+00 5.711e+00 6.698e+00 6.698e+00 8.510e-01
303 3.057e+01 6.182e+02 7.953e+02 7.503e+02 7.644e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=303]
    5.711e+00 5.711e+00 6.698e+00 6.698e+00 8.510e-01                     Brutas
    2.903e+01 5.320e+02 6.779e+02 6.426e+02 7.256e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=304]
    5.456e+00 5.456e+00 6.357e+00 6.357e+00 8.502e-01
304 2.903e+01 5.320e+02 6.779e+02 6.426e+02 7.256e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=304]
    5.456e+00 5.456e+00 6.357e+00 6.357e+00 8.502e-01                     Brutas
    2.757e+01 4.584e+02 5.783e+02 5.510e+02 6.891e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=305]
    5.215e+00 5.215e+00 6.036e+00 6.036e+00 8.493e-01
305 2.757e+01 4.584e+02 5.783e+02 5.510e+02 6.891e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=305]
    5.215e+00 5.215e+00 6.036e+00 6.036e+00 8.493e-01                     Brutas
    2.619e+01 3.958e+02 4.941e+02 4.733e+02 6.548e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=306]
    4.989e+00 4.989e+00 5.735e+00 5.735e+00 8.484e-01
306 2.619e+01 3.958e+02 4.941e+02 4.733e+02 6.548e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=306]
    4.989e+00 4.989e+00 5.735e+00 5.735e+00 8.484e-01                     Brutas
    2.491e+01 3.426e+02 4.232e+02 4.076e+02 6.228e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=307]
    4.778e+00 4.778e+00 5.453e+00 5.453e+00 8.475e-01
307 2.491e+01 3.426e+02 4.232e+02 4.076e+02 6.228e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=307]
    4.778e+00 4.778e+00 5.453e+00 5.453e+00 8.475e-01                     Brutas
    2.372e+01 2.976e+02 3.636e+02 3.521e+02 5.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=308]
    4.581e+00 4.581e+00 5.191e+00 5.191e+00 8.466e-01
308 2.372e+01 2.976e+02 3.636e+02 3.521e+02 5.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=308]
    4.581e+00 4.581e+00 5.191e+00 5.191e+00 8.466e-01                     Brutas
    2.261e+01 2.597e+02 3.137e+02 3.054e+02 5.653e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=309]
    4.399e+00 4.399e+00 4.948e+00 4.948e+00 8.456e-01
309 2.261e+01 2.597e+02 3.137e+02 3.054e+02 5.653e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=309]
    4.399e+00 4.399e+00 4.948e+00 4.948e+00 8.456e-01                     Brutas
    2.160e+01 2.277e+02 2.720e+02 2.663e+02 5.399e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=310]
    4.232e+00 4.232e+00 4.725e+00 4.725e+00 8.446e-01
310 2.160e+01 2.277e+02 2.720e+02 2.663e+02 5.399e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=310]
    4.232e+00 4.232e+00 4.725e+00 4.725e+00 8.446e-01                     Brutas
    2.067e+01 2.009e+02 2.373e+02 2.336e+02 5.167e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=311]
    4.078e+00 4.078e+00 4.521e+00 4.521e+00 8.437e-01
311 2.067e+01 2.009e+02 2.373e+02 2.336e+02 5.167e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=311]
    4.078e+00 4.078e+00 4.521e+00 4.521e+00 8.437e-01                     Brutas
    1.983e+01 1.786e+02 2.086e+02 2.065e+02 4.957e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=312]
    3.940e+00 3.940e+00 4.336e+00 4.336e+00 8.427e-01
312 1.983e+01 1.786e+02 2.086e+02 2.065e+02 4.957e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=312]
    3.940e+00 3.940e+00 4.336e+00 4.336e+00 8.427e-01                     Brutas
    1.908e+01 1.601e+02 1.850e+02 1.840e+02 4.769e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=313]
    3.816e+00 3.816e+00 4.171e+00 4.171e+00 8.418e-01
313 1.908e+01 1.601e+02 1.850e+02 1.840e+02 4.769e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=313]
    3.816e+00 3.816e+00 4.171e+00 4.171e+00 8.418e-01                     Brutas
    1.841e+01 1.448e+02 1.656e+02 1.656e+02 4.603e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=314]
    3.707e+00 3.707e+00 4.025e+00 4.025e+00 8.409e-01
314 1.841e+01 1.448e+02 1.656e+02 1.656e+02 4.603e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=314]
    3.707e+00 3.707e+00 4.025e+00 4.025e+00 8.409e-01                     Brutas
    1.784e+01 1.324e+02 1.500e+02 1.506e+02 4.460e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=315]
    3.612e+00 3.612e+00 3.899e+00 3.899e+00 8.401e-01
315 1.784e+01 1.324e+02 1.500e+02 1.506e+02 4.460e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=315]
    3.612e+00 3.612e+00 3.899e+00 3.899e+00 8.401e-01                     Brutas
    1.735e+01 1.225e+02 1.376e+02 1.387e+02 4.338e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=316]
    3.532e+00 3.532e+00 3.792e+00 3.792e+00 8.394e-01
316 1.735e+01 1.225e+02 1.376e+02 1.387e+02 4.338e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=316]
    3.532e+00 3.532e+00 3.792e+00 3.792e+00 8.394e-01                     Brutas
    1.696e+01 1.148e+02 1.280e+02 1.295e+02 4.239e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=317]
    3.466e+00 3.466e+00 3.705e+00 3.705e+00 8.388e-01
317 1.696e+01 1.148e+02 1.280e+02 1.295e+02 4.239e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=317]
    3.466e+00 3.466e+00 3.705e+00 3.705e+00 8.388e-01                     Brutas
    1.665e+01 1.090e+02 1.208e+02 1.225e+02 4.162e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=318]
    3.416e+00 3.416e+00 3.637e+00 3.637e+00 8.383e-01
318 1.665e+01 1.090e+02 1.208e+02 1.225e+02 4.162e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=318]
    3.416e+00 3.416e+00 3.637e+00 3.637e+00 8.383e-01                     Brutas
    1.643e+01 1.050e+02 1.159e+02 1.178e+02 4.107e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=319]
    3.379e+00 3.379e+00 3.589e+00 3.589e+00 8.379e-01
```

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-------------------------------------------------------------------------
319 1.643e+01 1.050e+02 1.159e+02 1.178e+02 4.107e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=319]
    3.379e+00 3.379e+00 3.589e+00 3.589e+00 8.379e-01                     Brutas
    1.516e+01 9.688e+01 1.066e+02 1.087e+02 3.790e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=320]
    3.357e+00 3.357e+00 3.560e+00 3.560e+00 7.754e-01
320 1.516e+01 9.688e+01 1.066e+02 1.087e+02 3.790e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=320]
    3.357e+00 3.357e+00 3.560e+00 3.560e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=321]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
321 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=321]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=322]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
322 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=322]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=323]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
323 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=323]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=324]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
324 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=324]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=325]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
325 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=325]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=326]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
326 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=326]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=327]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01

idC idC   Geo0      Geo1      Geo2      Geo3      Geo4
-----------------------------------------------------------
064 13         64        65 [VA]
065 13         65        66 [VA]
066 13         66        67 [VA]
067 13         67        68 [VA]
068 13         68        69 [VA]
069 13         69        70 [VA]
070 13         70        71 [VA]
300 13        300       301 [VA]
301 13        301       302 [VA]
302 13        302       303 [VA]
303 13        303       304 [VA]
304 13        304       305 [VA]
305 13        305       306 [VA]
306 13        306       307 [VA]
307 13        307       308 [VA]
308 13        308       309 [VA]
309 13        309       310 [VA]
310 13        310       311 [VA]
311 13        311       312 [VA]
312 13        312       313 [VA]
313 13        313       314 [VA]
314 13        314       315 [VA]
315 13        315       316 [VA]
316 13        316       317 [VA]
317 13        317       318 [VA]
318 13        318       319 [VA]
319 13        319       320 [VA]
320 13        320       321 [VA]
321 13        321       322 [VA]
322 13        322       323 [VA]
323 13        323       324 [VA]
324 13        324       325 [VA]
325 13        325       326 [VA]
326 13        326       327 [VA]
```

```
6.- Acciones
------------

Acción (1)
-----------

  e      To         TgX        TgY       Alfa
-----------------------------------------------
0300 +0.000e+00 +0.000e+00 +7.935e-01 +1.000e-05
0301 +4.441e-16 +0.000e+00 +8.218e-01 +1.000e-05
0302 +4.441e-16 +0.000e+00 +8.557e-01 +1.000e-05
0303 -4.441e-16 +0.000e+00 +8.959e-01 +1.000e-05
0304 -4.441e-16 +0.000e+00 +9.375e-01 +1.000e-05
0305 -4.441e-16 +0.000e+00 +9.804e-01 +1.000e-05
0306 -8.882e-16 +0.000e+00 +1.024e+00 +1.000e-05
0307 -4.441e-16 +0.000e+00 +1.069e+00 +1.000e-05
0308 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.114e+00 +1.000e-05
0309 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.159e+00 +1.000e-05
0310 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.204e+00 +1.000e-05
0311 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.247e+00 +1.000e-05
0312 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.290e+00 +1.000e-05
0313 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.330e+00 +1.000e-05
0314 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.367e+00 +1.000e-05
0315 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.400e+00 +1.000e-05
0316 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.429e+00 +1.000e-05
0317 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.453e+00 +1.000e-05
0318 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.472e+00 +1.000e-05
0319 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.484e+00 +1.000e-05
0320 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.491e+00 +1.000e-05
0321 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.493e+00 +1.000e-05
0322 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.493e+00 +1.000e-05
0323 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.493e+00 +1.000e-05
0324 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.493e+00 +1.000e-05
0325 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.493e+00 +1.000e-05
0326 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.493e+00 +1.000e-05

7.- Hipótesis
-------------

Hipótesis (1)
-------------------------
Acción Coeficiente
------------------
   1    +1.000  []
```

FICHERO DE RESULTADOS

Hipótesis (1)
---

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00064	+9.251e-02	+2.349e-10	**+1.206e-02**	-3.755e-12	+1.609e-03	+6.291e-13
00065	+9.234e-02	+2.370e-10	+5.630e-03	-3.755e-12	+1.609e-03	+6.291e-13
00066	+9.232e-02	+2.370e-10	+5.389e-03	-3.755e-12	+1.609e-03	+6.291e-13
00067	+9.232e-02	+2.391e-10	+7.594e-12	-3.755e-12	**+1.609e-03**	+6.291e-13
00068	+9.232e-02	+2.413e-10	-5.389e-03	-3.755e-12	+1.609e-03	+6.301e-13
00069	+9.234e-02	+2.414e-10	-5.630e-03	-3.755e-12	+1.609e-03	+6.301e-13
00070	+9.247e-02	+2.442e-10	**-1.206e-02**	-3.755e-12	+1.609e-03	+6.301e-13
00300	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00
00301	+9.001e-05	+1.538e-13	+1.593e-13	-6.419e-14	+3.780e-05	+3.962e-15
00302	+3.632e-04	+6.280e-13	+3.253e-13	-1.344e-13	+7.694e-05	+8.439e-15
00303	+8.268e-04	+1.455e-12	+4.992e-13	-2.123e-13	+1.177e-04	+1.358e-14
00304	+1.489e-03	+2.677e-12	+6.825e-13	-3.000e-13	+1.604e-04	+1.958e-14
00305	+2.359e-03	+4.342e-12	+8.756e-13	-3.985e-13	+2.050e-04	+2.659e-14
00306	+3.447e-03	+6.504e-12	+1.079e-12	-5.087e-13	+2.517e-04	+3.475e-14
00307	+4.762e-03	+9.222e-12	+1.293e-12	-6.316e-13	+3.005e-04	+4.425e-14
00308	+6.314e-03	+1.256e-11	+1.518e-12	-7.680e-13	+3.514e-04	+5.527e-14
00309	+8.115e-03	+1.658e-11	+1.754e-12	-9.183e-13	+4.045e-04	+6.800e-14
00310	+1.017e-02	+2.135e-11	+2.001e-12	-1.083e-12	+4.597e-04	+8.264e-14
00311	+1.250e-02	+2.693e-11	+2.260e-12	-1.261e-12	+5.170e-04	+9.940e-14
00312	+1.510e-02	+3.340e-11	+2.531e-12	-1.452e-12	+5.764e-04	+1.184e-13
00313	+1.799e-02	+4.080e-11	+2.812e-12	-1.655e-12	+6.379e-04	+1.399e-13
00314	+2.118e-02	+4.920e-11	+3.104e-12	-1.867e-12	+7.012e-04	+1.639e-13
00315	+2.468e-02	+5.862e-11	+3.407e-12	-2.085e-12	+7.663e-04	+1.904e-13
00316	+2.849e-02	+6.908e-11	+3.718e-12	-2.306e-12	+8.329e-04	+2.194e-13
00317	+3.262e-02	+8.059e-11	+4.038e-12	-2.523e-12	+9.010e-04	+2.506e-13
00318	+3.707e-02	+9.312e-11	+4.365e-12	-2.734e-12	+9.702e-04	+2.839e-13
00319	+4.186e-02	+1.066e-10	+4.697e-12	-2.932e-12	+1.040e-03	+3.189e-13
00320	+4.698e-02	+1.210e-10	+5.045e-12	-3.117e-12	+1.111e-03	+3.560e-13
00321	+5.244e-02	+1.363e-10	+5.408e-12	-3.286e-12	+1.182e-03	+3.948e-13
00322	+5.824e-02	+1.523e-10	+5.771e-12	-3.430e-12	+1.253e-03	+4.338e-13
00323	+6.438e-02	+1.689e-10	+6.135e-12	-3.547e-12	+1.324e-03	+4.728e-13
00324	+7.086e-02	+1.860e-10	+6.500e-12	-3.638e-12	+1.395e-03	+5.118e-13
00325	+7.767e-02	+2.035e-10	+6.864e-12	-3.703e-12	+1.466e-03	+5.509e-13
00326	+8.483e-02	+2.213e-10	+7.229e-12	-3.742e-12	+1.537e-03	+5.900e-13

Se han eliminado los listados de esfuerzos, tensiones en el hormigón y reacciones en la cimentación puesto que son nulos.

E.3 Gradiente longitudinal en dovelas “15”

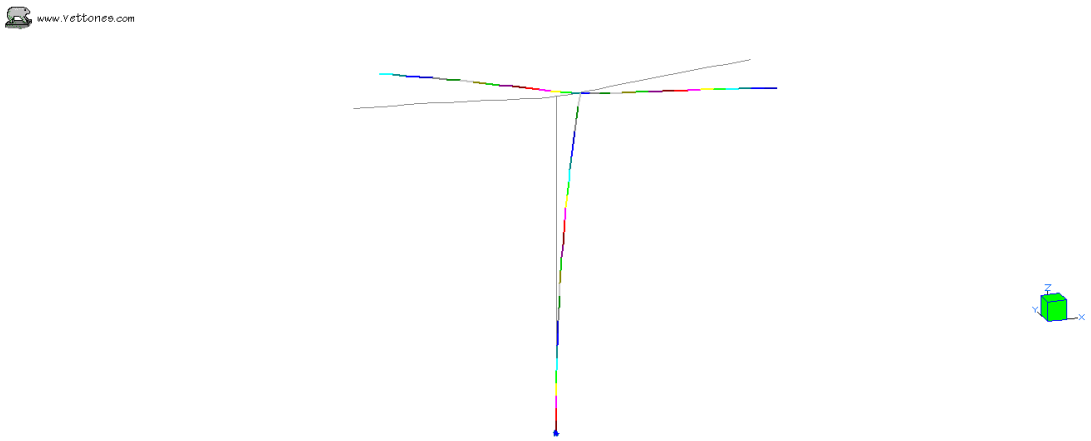


Figura E-8. Deformada de la “T” con 15 dovelas ante un gradiente longitudinal de 10ºC. Escala ampliada: x100.

Movimientos principales:

- Giro longitudinal en coronación de pila -Nudo 67-: r_y= 0.001609 rad
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudos 50 y 84-: u_z= 0.122 m

FICHERO DE DATOS

```
DATOS ESTRUCTURA
================
Título  : TIEMPO
Unidades: Tonelada y metro

Programa de cálculo
-------------------
Nombre  :  Vettones
Versión :  v0.11a


Datos generales
---------------------------------------
Número de nudos                     125
Número de elementos finitos          61
Número de apoyos en nudos             1
Número de materiales                 43
Número de características           269
Número de acciones                     3
Número de hipótesis                    2

1.- Nudos
---------

   n      x          y          z
-------------------------------------
0050 -7.585e+01 +4.122e+00 -2.139e+00
0051 -7.088e+01 +3.598e+00 -2.178e+00
0052 -6.590e+01 +3.109e+00 -2.243e+00
0053 -6.092e+01 +2.656e+00 -2.287e+00
0054 -5.594e+01 +2.239e+00 -2.404e+00
0055 -5.095e+01 +1.857e+00 -2.547e+00
0056 -4.597e+01 +1.511e+00 -2.780e+00
0057 -4.098e+01 +1.200e+00 -3.035e+00
0058 -3.598e+01 +9.255e-01 -3.313e+00
0059 -3.099e+01 +6.863e-01 -3.613e+00
0060 -2.599e+01 +4.828e-01 -3.929e+00
0061 -2.100e+01 +3.150e-01 -4.267e+00
0062 -1.600e+01 +1.828e-01 -4.620e+00
0063 -1.150e+01 +9.446e-02 -4.948e+00
0064 -7.500e+00 +4.018e-02 -5.245e+00
0065 -3.500e+00 +8.750e-03 -5.350e+00
0066 -3.350e+00 +8.016e-03 -5.361e+00
0067 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.361e+00
0068 +3.350e+00 +8.016e-03 -5.361e+00
0069 +3.500e+00 +8.750e-03 -5.350e+00
0070 +7.500e+00 +4.018e-02 -5.270e+00
0071 +1.150e+01 +9.446e-02 -4.996e+00
0072 +1.600e+01 +1.828e-01 -4.691e+00
0073 +2.100e+01 +3.150e-01 -4.360e+00
0074 +2.599e+01 +4.828e-01 -4.037e+00
0075 +3.099e+01 +6.863e-01 -3.729e+00
0076 +3.598e+01 +9.255e-01 -3.429e+00
0077 +4.098e+01 +1.200e+00 -3.142e+00
0078 +4.597e+01 +1.511e+00 -2.867e+00
0079 +5.095e+01 +1.857e+00 -2.692e+00
0080 +5.594e+01 +2.239e+00 -2.573e+00
0081 +6.092e+01 +2.656e+00 -2.455e+00
0082 +6.590e+01 +3.109e+00 -2.371e+00
0083 +7.088e+01 +3.598e+00 -2.266e+00
0084 +7.585e+01 +4.122e+00 -2.212e+00
0300 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.340e+02
0301 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.292e+02
0302 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.244e+02
0303 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.197e+02
0304 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.149e+02
0305 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.101e+02
0306 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.054e+02
0307 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.006e+02
0308 +0.000e+00 +0.000e+00 -9.586e+01
0309 +0.000e+00 +0.000e+00 -9.109e+01
0310 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.633e+01
0311 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.157e+01
0312 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.681e+01
```

n	x	y	z
0313	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.204e+01
0314	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.728e+01
0315	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.252e+01
0316	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.775e+01
0317	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.299e+01
0318	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.823e+01
0319	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.347e+01
0320	+0.000e+00	+0.000e+00	-3.870e+01
0321	+0.000e+00	+0.000e+00	-3.394e+01
0322	+0.000e+00	+0.000e+00	-2.918e+01
0323	+0.000e+00	+0.000e+00	-2.441e+01
0324	+0.000e+00	+0.000e+00	-1.965e+01
0325	+0.000e+00	+0.000e+00	-1.489e+01
0326	+0.000e+00	+0.000e+00	-1.012e+01
2000	+0.000e+00	+7.000e+02	+0.000e+00
2050	-7.585e+01	+4.122e+00	+4.786e+01
2051	-7.088e+01	+3.598e+00	+4.782e+01
2052	-6.590e+01	+3.109e+00	+4.776e+01
2053	-6.092e+01	+2.656e+00	+4.771e+01
2054	-5.594e+01	+2.239e+00	+4.760e+01
2055	-5.095e+01	+1.857e+00	+4.745e+01
2056	-4.597e+01	+1.511e+00	+4.722e+01
2057	-4.098e+01	+1.200e+00	+4.696e+01
2058	-3.598e+01	+9.255e-01	+4.669e+01
2059	-3.099e+01	+6.863e-01	+4.639e+01
2060	-2.599e+01	+4.828e-01	+4.607e+01
2061	-2.100e+01	+3.150e-01	+4.573e+01
2062	-1.600e+01	+1.828e-01	+4.538e+01
2063	-1.150e+01	+9.446e-02	+4.505e+01
2064	-7.500e+00	+4.018e-02	+4.475e+01
2065	-3.500e+00	+8.750e-03	+4.465e+01
2066	-3.350e+00	+8.016e-03	+4.464e+01
2067	+0.000e+00	+0.000e+00	+4.464e+01
2068	+3.350e+00	+8.016e-03	+4.464e+01
2069	+3.500e+00	+8.750e-03	+4.465e+01
2070	+7.500e+00	+4.018e-02	+4.473e+01
2071	+1.150e+01	+9.446e-02	+4.500e+01
2072	+1.600e+01	+1.828e-01	+4.531e+01
2073	+2.100e+01	+3.150e-01	+4.564e+01
2074	+2.599e+01	+4.828e-01	+4.596e+01
2075	+3.099e+01	+6.863e-01	+4.627e+01
2076	+3.598e+01	+9.255e-01	+4.657e+01
2077	+4.098e+01	+1.200e+00	+4.686e+01
2078	+4.597e+01	+1.511e+00	+4.713e+01
2079	+5.095e+01	+1.857e+00	+4.731e+01
2080	+5.594e+01	+2.239e+00	+4.743e+01
2081	+6.092e+01	+2.656e+00	+4.754e+01
2082	+6.590e+01	+3.109e+00	+4.763e+01
2083	+7.088e+01	+3.598e+00	+4.773e+01
2084	+7.585e+01	+4.122e+00	+4.779e+01
2300	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.340e+02
2301	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.292e+02
2302	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.244e+02
2303	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.197e+02
2304	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.149e+02
2305	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.101e+02
2306	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.054e+02
2307	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.006e+02
2308	-1.000e+01	+0.000e+00	-9.586e+01
2309	-1.000e+01	+0.000e+00	-9.109e+01
2310	-1.000e+01	+0.000e+00	-8.633e+01
2311	-1.000e+01	+0.000e+00	-8.157e+01
2312	-1.000e+01	+0.000e+00	-7.681e+01
2313	-1.000e+01	+0.000e+00	-7.204e+01
2314	-1.000e+01	+0.000e+00	-6.728e+01
2315	-1.000e+01	+0.000e+00	-6.252e+01
2316	-1.000e+01	+0.000e+00	-5.775e+01
2317	-1.000e+01	+0.000e+00	-5.299e+01
2318	-1.000e+01	+0.000e+00	-4.823e+01
2319	-1.000e+01	+0.000e+00	-4.347e+01
2320	-1.000e+01	+0.000e+00	-3.870e+01
2321	-1.000e+01	+0.000e+00	-3.394e+01
2322	-1.000e+01	+0.000e+00	-2.918e+01
2323	-1.000e+01	+0.000e+00	-2.441e+01
2324	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.965e+01

```
   n      x          y          z
------------------------------------
2325 -1.000e+01 +0.000e+00 -1.489e+01
2326 -1.000e+01 +0.000e+00 -1.012e+01

2.- Elementos
-------------

 t : tipo de elemento
mat: índice de material
con: índice de característica mecánica
 ni: nudos del elemento

  e    t   mat  con  n0   n1   n2
---------------------------------
  50  14   83   50   50   51 2050
  51  14   82   51   51   52 2051
  52  14   81   52   52   53 2052
  53  14   80   53   53   54 2053
  54  14   79   54   54   55 2054
  55  14   78   55   55   56 2055
  56  14   77   56   56   57 2056
  57  14   76   57   57   58 2057
  58  14   75   58   58   59 2058
  59  14   74   59   59   60 2059
  60  14   73   60   60   61 2060
  61  14   72   61   61   62 2061
  62  14   71   62   62   63 2062
  63  14   70   63   63   64 2063
  64  14   69   64   64   65 2064
  65  14   67   65   65   66 2065
  66  14   67   66   66   67 2066
  67  14   67   67   67   68 2067
  68  14   67   68   68   69 2068
  69  14   69   69   69   70 2069
  70  14   70   70   70   71 2070
  71  14   71   71   71   72 2071
  72  14   72   72   72   73 2072
  73  14   73   73   73   74 2073
  74  14   74   74   74   75 2074
  75  14   75   75   75   76 2075
  76  14   76   76   76   77 2076
  77  14   77   77   77   78 2077
  78  14   78   78   78   79 2078
  79  14   79   79   79   80 2079
  80  14   80   80   80   81 2080
  81  14   81   81   81   82 2081
  82  14   82   82   82   83 2082
  83  14   83   83   83   84 2083
 300  14  300  300  300  301 2300
 301  14  301  301  301  302 2301
 302  14  302  302  302  303 2302
 303  14  303  303  303  304 2303
 304  14  304  304  304  305 2304
 305  14  305  305  305  306 2305
 306  14  306  306  306  307 2306
 307  14  307  307  307  308 2307
 308  14  308  308  308  309 2308
 309  14  309  309  309  310 2309
 310  14  310  310  310  311 2310
 311  14  311  311  311  312 2311
 312  14  312  312  312  313 2312
 313  14  313  313  313  314 2313
 314  14  314  314  314  315 2314
 315  14  315  315  315  316 2315
 316  14  316  316  316  317 2316
 317  14  317  317  317  318 2317
 318  14  318  318  318  319 2318
 319  14  319  319  319  320 2319
 320  14  320  320  320  321 2320
 321  14  321  321  321  322 2321
 322  14  322  322  322  323 2322
 323  14  323  323  323  324 2323
 324  14  324  324  324  325 2324
 325  14  325  325  325  326 2325
 326  14  326  326  326   67 2326
```

```
3.- Apoyos
----------

  n     ux        uy        uz        rx        ry        rz     tipo
-------------------------------------------------------------------------
0300 0.00e+00  0.00e+00  0.00e+00  0.00e+00  0.00e+00  0.00e+00 Forzado

4.- Materiales
--------------

Ex: módulo de elasticidad
Nuxy: coeficiente de Poisson

 Id       Ex         Nuxy
----------------------------
0067  +3.447e+06  +2.000e-01
0069  +3.414e+06  +2.000e-01
0070  +3.409e+06  +2.000e-01
0071  +3.404e+06  +2.000e-01
0072  +3.399e+06  +2.000e-01
0073  +3.393e+06  +2.000e-01
0074  +3.386e+06  +2.000e-01
0075  +3.377e+06  +2.000e-01
0076  +3.368e+06  +2.000e-01
0077  +3.357e+06  +2.000e-01
0078  +3.343e+06  +2.000e-01
0079  +3.325e+06  +2.000e-01
0080  +3.303e+06  +2.000e-01
0081  +3.271e+06  +2.000e-01
0082  +3.221e+06  +2.000e-01
0083  +3.128e+06  +2.000e-01
0300  +3.479e+06  +2.000e-01
0301  +3.478e+06  +2.000e-01
0302  +3.478e+06  +2.000e-01
0303  +3.477e+06  +2.000e-01
0304  +3.476e+06  +2.000e-01
0305  +3.476e+06  +2.000e-01
0306  +3.475e+06  +2.000e-01
0307  +3.474e+06  +2.000e-01
0308  +3.474e+06  +2.000e-01
0309  +3.473e+06  +2.000e-01
0310  +3.472e+06  +2.000e-01
0311  +3.472e+06  +2.000e-01
0312  +3.471e+06  +2.000e-01
0313  +3.470e+06  +2.000e-01
0314  +3.469e+06  +2.000e-01
0315  +3.468e+06  +2.000e-01
0316  +3.467e+06  +2.000e-01
0317  +3.467e+06  +2.000e-01
0318  +3.466e+06  +2.000e-01
0319  +3.465e+06  +2.000e-01
0320  +3.464e+06  +2.000e-01
0321  +3.463e+06  +2.000e-01
0322  +3.462e+06  +2.000e-01
0323  +3.460e+06  +2.000e-01
0324  +3.459e+06  +2.000e-01
0325  +3.458e+06  +2.000e-01
0326  +3.457e+06  +2.000e-01

5.- Características mecánicas
-----------------------------

idC    A         Ix        Iy        It        p.p       AcX       Acy
-------------------------------------------------------------------------
910 1.000e+02 1.000e+03 1.000e+03 1.000e+03 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00

 c     A         Ix        Iy        It        p.p       AcX       Acy
       ymáx      ymín      xmáx      xmín    efícticio
-------------------------------------------------------------------------
050 1.804e+01 5.062e+01 4.767e+02 5.874e+01 4.454e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=50]
    2.117e+00 2.185e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.795e-01
    1.874e+01 5.401e+01 4.847e+02 5.988e+01 4.627e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=51]
    2.155e+00 2.196e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.597e-01
051 1.880e+01 5.418e+01 4.847e+02 5.988e+01 4.627e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=51]
    2.149e+00 2.202e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.597e-01
    1.894e+01 5.750e+01 4.868e+02 6.247e+01 4.662e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=52]
    2.212e+00 2.248e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.622e-01
```

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-------------------------------------------------------------------------
052 1.905e+01 5.780e+01 4.868e+02 6.247e+01 4.662e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=52]
    2.203e+00 2.258e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.622e-01
    1.889e+01 6.182e+01 4.923e+02 6.657e+01 4.624e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=53]
    2.245e+00 2.387e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.707e-01
053 1.899e+01 6.210e+01 4.923e+02 6.657e+01 4.624e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=53]
    2.237e+00 2.395e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.707e-01
    1.970e+01 7.139e+01 5.038e+02 7.218e+01 4.800e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=54]
    2.351e+00 2.512e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.830e-01
054 1.976e+01 7.161e+01 5.038e+02 7.218e+01 4.800e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=54]
    2.345e+00 2.518e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.830e-01
    2.055e+01 8.389e+01 5.168e+02 7.941e+01 4.996e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=55]
    2.486e+00 2.670e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.265e-01
055 2.061e+01 8.414e+01 5.168e+02 7.941e+01 4.996e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=55]
    2.480e+00 2.676e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.265e-01
    2.211e+01 1.031e+02 5.385e+02 8.826e+01 5.369e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=56]
    2.710e+00 2.800e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.561e-01
056 2.217e+01 1.034e+02 5.385e+02 8.826e+01 5.369e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=56]
    2.703e+00 2.806e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.561e-01
    2.368e+01 1.275e+02 5.599e+02 9.876e+01 5.746e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=57]
    2.955e+00 2.969e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.833e-01
057 2.374e+01 1.279e+02 5.599e+02 9.876e+01 5.746e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=57]
    2.948e+00 2.975e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.833e-01
    2.526e+01 1.582e+02 5.804e+02 1.109e+02 6.124e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=58]
    3.222e+00 3.177e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.078e-01
058 2.532e+01 1.587e+02 5.804e+02 1.109e+02 6.124e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=58]
    3.215e+00 3.184e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.078e-01
    2.682e+01 1.967e+02 5.997e+02 1.246e+02 6.499e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=59]
    3.511e+00 3.424e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.294e-01
059 2.689e+01 1.972e+02 5.997e+02 1.246e+02 6.499e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=59]
    3.503e+00 3.432e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.294e-01
    2.840e+01 2.447e+02 6.178e+02 1.396e+02 6.877e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=60]
    3.815e+00 3.717e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.468e-01
060 2.847e+01 2.454e+02 6.178e+02 1.396e+02 6.877e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=60]
    3.808e+00 3.724e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.468e-01
    2.992e+01 3.034e+02 6.338e+02 1.559e+02 7.242e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=61]
    4.140e+00 4.050e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.615e-01
061 2.999e+01 3.043e+02 6.338e+02 1.559e+02 7.242e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=61]
    4.132e+00 4.058e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.615e-01
    3.141e+01 3.748e+02 6.478e+02 1.731e+02 7.596e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=62]
    4.479e+00 4.430e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.726e-01
062 3.147e+01 3.758e+02 6.478e+02 1.731e+02 7.596e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=62]
    4.471e+00 4.438e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.726e-01
    3.270e+01 4.510e+02 6.585e+02 1.890e+02 7.902e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=63]
    4.793e+00 4.815e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.798e-01
063 3.280e+01 4.528e+02 6.585e+02 1.890e+02 7.902e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=63]
    4.781e+00 4.827e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.798e-01
    3.383e+01 5.299e+02 6.666e+02 2.032e+02 8.161e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=64]
    5.072e+00 5.199e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.839e-01
064 3.393e+01 5.319e+02 6.666e+02 2.032e+02 8.161e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=64]
    5.059e+00 5.212e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.839e-01
    3.625e+01 6.505e+02 6.749e+02 2.172e+02 8.741e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=65]
    5.171e+00 5.802e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.500e-01
065 3.623e+01 6.501e+02 6.749e+02 2.172e+02 8.741e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=65]
    5.173e+00 5.799e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.500e-01
    3.626e+01 6.536e+02 6.751e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=66]
    5.185e+00 5.815e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.502e-01
066 3.626e+01 6.536e+02 6.751e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=66]
    5.185e+00 5.815e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.502e-01
    3.626e+01 6.536e+02 6.751e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=67]
    5.185e+00 5.815e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.502e-01
067 3.626e+01 6.536e+02 6.751e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=67]
    5.185e+00 5.815e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.502e-01
    3.626e+01 6.536e+02 6.751e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=68]
    5.185e+00 5.815e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.502e-01
068 3.626e+01 6.536e+02 6.751e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=68]
    5.185e+00 5.815e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.502e-01
    3.623e+01 6.504e+02 6.749e+02 2.173e+02 8.741e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=69]
    5.174e+00 5.802e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.499e-01
069 3.625e+01 6.509e+02 6.749e+02 2.173e+02 8.741e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=69]
    5.172e+00 5.804e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.499e-01
    3.391e+01 5.398e+02 6.669e+02 2.049e+02 8.155e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=70]
    5.083e+00 5.272e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.816e-01
```

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-------------------------------------------------------------------------
070 3.381e+01 5.378e+02 6.669e+02 2.049e+02 8.155e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=70]
    5.096e+00 5.259e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.816e-01
    3.275e+01 4.663e+02 6.592e+02 1.924e+02 7.889e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=71]
    4.827e+00 4.938e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.753e-01
071 3.265e+01 4.646e+02 6.592e+02 1.924e+02 7.889e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=71]
    4.840e+00 4.925e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.753e-01
    3.139e+01 3.938e+02 6.490e+02 1.784e+02 7.575e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=72]
    4.540e+00 4.597e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.657e-01
072 3.132e+01 3.927e+02 6.490e+02 1.784e+02 7.575e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=72]
    4.548e+00 4.589e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.657e-01
    2.986e+01 3.250e+02 6.356e+02 1.630e+02 7.210e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=73]
    4.221e+00 4.263e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.518e-01
073 2.980e+01 3.240e+02 6.356e+02 1.630e+02 7.210e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=73]
    4.229e+00 4.255e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.518e-01
    2.829e+01 2.669e+02 6.204e+02 1.483e+02 6.833e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=74]
    3.911e+00 3.967e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.343e-01
074 2.822e+01 2.661e+02 6.204e+02 1.483e+02 6.833e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=74]
    3.919e+00 3.959e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.343e-01
    2.665e+01 2.179e+02 6.029e+02 1.343e+02 6.439e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=75]
    3.615e+00 3.706e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.141e-01
075 2.658e+01 2.173e+02 6.029e+02 1.343e+02 6.439e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=75]
    3.622e+00 3.698e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.141e-01
    2.501e+01 1.775e+02 5.842e+02 1.214e+02 6.046e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=76]
    3.326e+00 3.483e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.896e-01
076 2.494e+01 1.770e+02 5.842e+02 1.214e+02 6.046e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=76]
    3.333e+00 3.476e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.896e-01
    2.335e+01 1.440e+02 5.640e+02 1.095e+02 5.647e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=77]
    3.050e+00 3.296e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.621e-01
077 2.328e+01 1.436e+02 5.640e+02 1.095e+02 5.647e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=77]
    3.057e+00 3.289e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.621e-01
    2.167e+01 1.164e+02 5.426e+02 9.892e+01 5.244e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=78]
    2.785e+00 3.145e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.316e-01
078 2.160e+01 1.161e+02 5.426e+02 9.892e+01 5.244e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=78]
    2.792e+00 3.138e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.316e-01
    2.074e+01 9.799e+01 5.284e+02 8.955e+01 5.027e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=79]
    2.620e+00 2.941e+00 7.900e+00 7.900e+00 5.277e-01
079 2.067e+01 9.770e+01 5.284e+02 8.955e+01 5.027e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=79]
    2.627e+00 2.934e+00 7.900e+00 7.900e+00 5.277e-01
    2.018e+01 8.479e+01 5.155e+02 8.147e+01 4.904e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=80]
    2.511e+00 2.728e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.921e-01
080 2.012e+01 8.453e+01 5.155e+02 8.147e+01 4.904e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=80]
    2.517e+00 2.722e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.921e-01
    1.952e+01 7.352e+01 5.031e+02 7.467e+01 4.756e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=81]
    2.401e+00 2.563e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.840e-01
081 1.942e+01 7.317e+01 5.031e+02 7.467e+01 4.756e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=81]
    2.411e+00 2.554e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.840e-01
    1.936e+01 6.638e+01 4.959e+02 6.912e+01 4.740e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=82]
    2.329e+00 2.409e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.690e-01
082 1.925e+01 6.604e+01 4.959e+02 6.912e+01 4.740e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=82]
    2.339e+00 2.399e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.690e-01
    1.897e+01 6.003e+01 4.916e+02 6.479e+01 4.668e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=83]
    2.236e+00 2.322e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.623e-01
083 1.890e+01 5.984e+01 4.916e+02 6.479e+01 4.668e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=83]
    2.242e+00 2.316e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.623e-01
    1.836e+01 5.461e+01 4.812e+02 6.163e+01 4.533e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=84]
    2.188e+00 2.237e+00 7.900e+00 7.900e+00 4.753e-01
```

c	A	Ix	Iy	It	p.p	AcX	Acy	
	ymáx	ymín	xmáx	xmín	eficticio			
300	3.497e+01	9.080e+02	1.206e+03	1.119e+03	8.744e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=300]
	6.415e+00	6.415e+00	7.687e+00	7.687e+00	8.529e-01			Brutas
	3.355e+01	8.067e+02	1.060e+03	9.889e+02	8.387e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=301]
	6.191e+00	6.191e+00	7.362e+00	7.362e+00	8.524e-01			
301	3.355e+01	8.067e+02	1.060e+03	9.889e+02	8.387e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=301]
	6.191e+00	6.191e+00	7.362e+00	7.362e+00	8.524e-01			Brutas
	3.221e+01	7.191e+02	9.335e+02	8.766e+02	8.053e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=302]
	5.981e+00	5.981e+00	7.058e+00	7.058e+00	8.518e-01			
302	3.221e+01	7.191e+02	9.335e+02	8.766e+02	8.053e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=302]
	5.981e+00	5.981e+00	7.058e+00	7.058e+00	8.518e-01			Brutas
	3.057e+01	6.182e+02	7.953e+02	7.503e+02	7.644e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=303]
	5.711e+00	5.711e+00	6.698e+00	6.698e+00	8.510e-01			
303	3.057e+01	6.182e+02	7.953e+02	7.503e+02	7.644e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=303]
	5.711e+00	5.711e+00	6.698e+00	6.698e+00	8.510e-01			Brutas
	2.903e+01	5.320e+02	6.779e+02	6.426e+02	7.256e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=304]
	5.456e+00	5.456e+00	6.357e+00	6.357e+00	8.502e-01			
304	2.903e+01	5.320e+02	6.779e+02	6.426e+02	7.256e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=304]
	5.456e+00	5.456e+00	6.357e+00	6.357e+00	8.502e-01			Brutas
	2.757e+01	4.584e+02	5.783e+02	5.510e+02	6.891e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=305]
	5.215e+00	5.215e+00	6.036e+00	6.036e+00	8.493e-01			
305	2.757e+01	4.584e+02	5.783e+02	5.510e+02	6.891e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=305]
	5.215e+00	5.215e+00	6.036e+00	6.036e+00	8.493e-01			Brutas
	2.619e+01	3.958e+02	4.941e+02	4.733e+02	6.548e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=306]
	4.989e+00	4.989e+00	5.735e+00	5.735e+00	8.484e-01			
306	2.619e+01	3.958e+02	4.941e+02	4.733e+02	6.548e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=306]
	4.989e+00	4.989e+00	5.735e+00	5.735e+00	8.484e-01			Brutas
	2.491e+01	3.426e+02	4.232e+02	4.076e+02	6.228e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=307]
	4.778e+00	4.778e+00	5.453e+00	5.453e+00	8.475e-01			
307	2.491e+01	3.426e+02	4.232e+02	4.076e+02	6.228e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=307]
	4.778e+00	4.778e+00	5.453e+00	5.453e+00	8.475e-01			Brutas
	2.372e+01	2.976e+02	3.636e+02	3.521e+02	5.930e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=308]
	4.581e+00	4.581e+00	5.191e+00	5.191e+00	8.466e-01			
308	2.372e+01	2.976e+02	3.636e+02	3.521e+02	5.930e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=308]
	4.581e+00	4.581e+00	5.191e+00	5.191e+00	8.466e-01			Brutas
	2.261e+01	2.597e+02	3.137e+02	3.054e+02	5.653e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=309]
	4.399e+00	4.399e+00	4.948e+00	4.948e+00	8.456e-01			
309	2.261e+01	2.597e+02	3.137e+02	3.054e+02	5.653e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=309]
	4.399e+00	4.399e+00	4.948e+00	4.948e+00	8.456e-01			Brutas
	2.160e+01	2.277e+02	2.720e+02	2.663e+02	5.399e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=310]
	4.232e+00	4.232e+00	4.725e+00	4.725e+00	8.446e-01			
310	2.160e+01	2.277e+02	2.720e+02	2.663e+02	5.399e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=310]
	4.232e+00	4.232e+00	4.725e+00	4.725e+00	8.446e-01			Brutas
	2.067e+01	2.009e+02	2.373e+02	2.336e+02	5.167e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=311]
	4.078e+00	4.078e+00	4.521e+00	4.521e+00	8.437e-01			
311	2.067e+01	2.009e+02	2.373e+02	2.336e+02	5.167e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=311]
	4.078e+00	4.078e+00	4.521e+00	4.521e+00	8.437e-01			Brutas
	1.983e+01	1.786e+02	2.086e+02	2.065e+02	4.957e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=312]
	3.940e+00	3.940e+00	4.336e+00	4.336e+00	8.427e-01			
312	1.983e+01	1.786e+02	2.086e+02	2.065e+02	4.957e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=312]
	3.940e+00	3.940e+00	4.336e+00	4.336e+00	8.427e-01			Brutas
	1.908e+01	1.601e+02	1.850e+02	1.840e+02	4.769e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=313]
	3.816e+00	3.816e+00	4.171e+00	4.171e+00	8.418e-01			
313	1.908e+01	1.601e+02	1.850e+02	1.840e+02	4.769e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=313]
	3.816e+00	3.816e+00	4.171e+00	4.171e+00	8.418e-01			Brutas
	1.841e+01	1.448e+02	1.656e+02	1.656e+02	4.603e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=314]
	3.707e+00	3.707e+00	4.025e+00	4.025e+00	8.409e-01			
314	1.841e+01	1.448e+02	1.656e+02	1.656e+02	4.603e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=314]
	3.707e+00	3.707e+00	4.025e+00	4.025e+00	8.409e-01			Brutas
	1.784e+01	1.324e+02	1.500e+02	1.506e+02	4.460e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=315]
	3.612e+00	3.612e+00	3.899e+00	3.899e+00	8.401e-01			
315	1.784e+01	1.324e+02	1.500e+02	1.506e+02	4.460e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=315]
	3.612e+00	3.612e+00	3.899e+00	3.899e+00	8.401e-01			Brutas
	1.735e+01	1.225e+02	1.376e+02	1.387e+02	4.338e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=316]
	3.532e+00	3.532e+00	3.792e+00	3.792e+00	8.394e-01			
316	1.735e+01	1.225e+02	1.376e+02	1.387e+02	4.338e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=316]
	3.532e+00	3.532e+00	3.792e+00	3.792e+00	8.394e-01			Brutas
	1.696e+01	1.148e+02	1.280e+02	1.295e+02	4.239e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=317]
	3.466e+00	3.466e+00	3.705e+00	3.705e+00	8.388e-01			
317	1.696e+01	1.148e+02	1.280e+02	1.295e+02	4.239e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=317]
	3.466e+00	3.466e+00	3.705e+00	3.705e+00	8.388e-01			Brutas
	1.665e+01	1.090e+02	1.208e+02	1.225e+02	4.162e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=318]
	3.416e+00	3.416e+00	3.637e+00	3.637e+00	8.383e-01			

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-----------------------------------------------------------------------
318 1.665e+01 1.090e+02 1.208e+02 1.225e+02 4.162e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=318]
    3.416e+00 3.416e+00 3.637e+00 3.637e+00 8.383e-01                     Brutas
    1.643e+01 1.050e+02 1.159e+02 1.178e+02 4.107e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=319]
    3.379e+00 3.379e+00 3.589e+00 3.589e+00 8.379e-01
319 1.643e+01 1.050e+02 1.159e+02 1.178e+02 4.107e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=319]
    3.379e+00 3.379e+00 3.589e+00 3.589e+00 8.379e-01                     Brutas
    1.516e+01 9.688e+01 1.066e+02 1.087e+02 3.790e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=320]
    3.357e+00 3.357e+00 3.560e+00 3.560e+00 7.754e-01
320 1.516e+01 9.688e+01 1.066e+02 1.087e+02 3.790e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=320]
    3.357e+00 3.357e+00 3.560e+00 3.560e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=321]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
321 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=321]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=322]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
322 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=322]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=323]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
323 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=323]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=324]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
324 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=324]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=325]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
325 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=325]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=326]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
326 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=326]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=327]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01

idC idC   Geo0      Geo1      Geo2      Geo3      Geo4
-----------------------------------------------------------
050 13         50        51 [VA]
051 13         51        52 [VA]
052 13         52        53 [VA]
053 13         53        54 [VA]
054 13         54        55 [VA]
055 13         55        56 [VA]
056 13         56        57 [VA]
057 13         57        58 [VA]
058 13         58        59 [VA]
059 13         59        60 [VA]
060 13         60        61 [VA]
061 13         61        62 [VA]
062 13         62        63 [VA]
063 13         63        64 [VA]
064 13         64        65 [VA]
065 13         65        66 [VA]
066 13         66        67 [VA]
067 13         67        68 [VA]
068 13         68        69 [VA]
069 13         69        70 [VA]
070 13         70        71 [VA]
071 13         71        72 [VA]
072 13         72        73 [VA]
073 13         73        74 [VA]
074 13         74        75 [VA]
075 13         75        76 [VA]
076 13         76        77 [VA]
077 13         77        78 [VA]
078 13         78        79 [VA]
079 13         79        80 [VA]
080 13         80        81 [VA]
081 13         81        82 [VA]
082 13         82        83 [VA]
083 13         83        84 [VA]
084 13         84        85 [VA]
```

```
idC idC   Geo0      Geo1      Geo2      Geo3      Geo4
-----------------------------------------------------------
300 13        300       301 [VA]
301 13        301       302 [VA]
302 13        302       303 [VA]
303 13        303       304 [VA]
304 13        304       305 [VA]
305 13        305       306 [VA]
306 13        306       307 [VA]
307 13        307       308 [VA]
308 13        308       309 [VA]
309 13        309       310 [VA]
310 13        310       311 [VA]
311 13        311       312 [VA]
312 13        312       313 [VA]
313 13        313       314 [VA]
314 13        314       315 [VA]
315 13        315       316 [VA]
316 13        316       317 [VA]
317 13        317       318 [VA]
318 13        318       319 [VA]
319 13        319       320 [VA]
320 13        320       321 [VA]
321 13        321       322 [VA]
322 13        322       323 [VA]
323 13        323       324 [VA]
324 13        324       325 [VA]
325 13        325       326 [VA]
326 13        326       327 [VA]

6.- Acciones
------------

Acción (1)
-----------

  e      To         TgX        TgY       Alfa
-------------------------------------------------
0300 +0.000e+00 +0.000e+00 +7.935e-01 +1.000e-05
0301 +4.441e-16 +0.000e+00 +8.218e-01 +1.000e-05
0302 +4.441e-16 +0.000e+00 +8.557e-01 +1.000e-05
0303 -4.441e-16 +0.000e+00 +8.959e-01 +1.000e-05
0304 -4.441e-16 +0.000e+00 +9.375e-01 +1.000e-05
0305 -4.441e-16 +0.000e+00 +9.804e-01 +1.000e-05
0306 -8.882e-16 +0.000e+00 +1.024e+00 +1.000e-05
0307 -4.441e-16 +0.000e+00 +1.069e+00 +1.000e-05
0308 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.114e+00 +1.000e-05
0309 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.159e+00 +1.000e-05
0310 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.204e+00 +1.000e-05
0311 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.247e+00 +1.000e-05
0312 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.290e+00 +1.000e-05
0313 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.330e+00 +1.000e-05
0314 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.367e+00 +1.000e-05
0315 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.400e+00 +1.000e-05
0316 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.429e+00 +1.000e-05
0317 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.453e+00 +1.000e-05
0318 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.472e+00 +1.000e-05
0319 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.484e+00 +1.000e-05
0320 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.491e+00 +1.000e-05
0321 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.493e+00 +1.000e-05
0322 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.493e+00 +1.000e-05
0323 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.493e+00 +1.000e-05
0324 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.493e+00 +1.000e-05
0325 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.493e+00 +1.000e-05
0326 +0.000e+00 +0.000e+00 +1.493e+00 +1.000e-05

7.- Hipótesis
-------------

Hipótesis (1)
-------------------------
Acción Coeficiente
------------------
   1    +1.000  []
```

FICHERO DE RESULTADOS

Hipótesis (1)
---

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00050	+9.750e-02	-3.356e-10	**+1.220e-01**	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.810e-12
00051	+9.744e-02	-3.265e-10	+1.140e-01	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.810e-12
00052	+9.734e-02	-3.173e-10	+1.060e-01	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.810e-12
00053	+9.726e-02	-3.081e-10	+9.800e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.810e-12
00054	+9.708e-02	-2.988e-10	+8.998e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.810e-12
00055	+9.685e-02	-2.893e-10	+8.196e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.810e-12
00056	+9.647e-02	-2.796e-10	+7.394e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.810e-12
00057	+9.606e-02	-2.698e-10	+6.591e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.809e-12
00058	+9.561e-02	-2.600e-10	+5.788e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.809e-12
00059	+9.513e-02	-2.500e-10	+4.985e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.809e-12
00060	+9.462e-02	-2.401e-10	+4.181e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.809e-12
00061	+9.408e-02	-2.300e-10	+3.378e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.809e-12
00062	+9.351e-02	-2.199e-10	+2.573e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.809e-12
00063	+9.298e-02	-2.108e-10	+1.850e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.809e-12
00064	+9.251e-02	-2.027e-10	+1.206e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.809e-12
00065	+9.234e-02	-1.952e-10	+5.630e-03	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.809e-12
00066	+9.232e-02	-1.949e-10	+5.389e-03	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.809e-12
00067	+9.232e-02	-1.888e-10	-1.670e-11	+2.961e-12	**+1.609e-03**	+1.807e-12
00068	+9.232e-02	-1.827e-10	-5.389e-03	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.808e-12
00069	+9.234e-02	-1.825e-10	-5.630e-03	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.808e-12
00070	+9.247e-02	-1.755e-10	-1.206e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.808e-12
00071	+9.291e-02	-1.691e-10	-1.850e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.808e-12
00072	+9.340e-02	-1.619e-10	-2.573e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.808e-12
00073	+9.393e-02	-1.538e-10	-3.378e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.808e-12
00074	+9.445e-02	-1.457e-10	-4.181e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.808e-12
00075	+9.495e-02	-1.376e-10	-4.985e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.808e-12
00076	+9.543e-02	-1.295e-10	-5.788e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.808e-12
00077	+9.589e-02	-1.213e-10	-6.591e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.808e-12
00078	+9.633e-02	-1.131e-10	-7.394e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.808e-12
00079	+9.661e-02	-1.046e-10	-8.196e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.808e-12
00080	+9.680e-02	-9.590e-11	-8.998e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.808e-12
00081	+9.699e-02	-8.724e-11	-9.800e-02	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.808e-12
00082	+9.713e-02	-7.849e-11	-1.060e-01	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.808e-12
00083	+9.730e-02	-6.980e-11	-1.140e-01	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.808e-12
00084	+9.739e-02	-6.097e-11	**-1.220e-01**	+2.961e-12	+1.609e-03	+1.808e-12
00300	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00
00301	+9.001e-05	-1.217e-13	-3.509e-13	+5.077e-14	+3.780e-05	+1.141e-14
00302	+3.632e-04	-4.966e-13	-7.167e-13	+1.063e-13	+7.694e-05	+2.430e-14
00303	+8.268e-04	-1.151e-12	-1.100e-12	+1.679e-13	+1.177e-04	+3.910e-14
00304	+1.489e-03	-2.117e-12	-1.504e-12	+2.372e-13	+1.604e-04	+5.638e-14
00305	+2.359e-03	-3.433e-12	-1.929e-12	+3.151e-13	+2.050e-04	+7.655e-14
00306	+3.447e-03	-5.143e-12	-2.377e-12	+4.022e-13	+2.517e-04	+1.001e-13
00307	+4.762e-03	-7.292e-12	-2.848e-12	+4.993e-13	+3.005e-04	+1.274e-13
00308	+6.314e-03	-9.929e-12	-3.343e-12	+6.071e-13	+3.514e-04	+1.591e-13
00309	+8.115e-03	-1.311e-11	-3.863e-12	+7.258e-13	+4.045e-04	+1.958e-13
00310	+1.017e-02	-1.687e-11	-4.407e-12	+8.557e-13	+4.597e-04	+2.379e-13
00311	+1.250e-02	-2.129e-11	-4.977e-12	+9.965e-13	+5.170e-04	+2.861e-13
00312	+1.510e-02	-2.640e-11	-5.573e-12	+1.148e-12	+5.764e-04	+3.409e-13
00313	+1.799e-02	-3.225e-11	-6.192e-12	+1.308e-12	+6.379e-04	+4.026e-13
00314	+2.118e-02	-3.888e-11	-6.835e-12	+1.475e-12	+7.012e-04	+4.715e-13
00315	+2.468e-02	-4.632e-11	-7.500e-12	+1.647e-12	+7.663e-04	+5.478e-13
00316	+2.849e-02	-5.459e-11	-8.185e-12	+1.821e-12	+8.329e-04	+6.311e-13
00317	+3.262e-02	-6.368e-11	-8.889e-12	+1.993e-12	+9.010e-04	+7.210e-13
00318	+3.707e-02	-7.357e-11	-9.607e-12	+2.158e-12	+9.702e-04	+8.167e-13
00319	+4.186e-02	-8.423e-11	-1.034e-11	+2.314e-12	+1.040e-03	+9.170e-13
00320	+4.698e-02	-9.561e-11	-1.110e-11	+2.461e-12	+1.111e-03	+1.024e-12
00321	+5.244e-02	-1.077e-10	-1.190e-11	+2.594e-12	+1.182e-03	+1.135e-12
00322	+5.824e-02	-1.203e-10	-1.270e-11	+2.707e-12	+1.253e-03	+1.247e-12
00323	+6.438e-02	-1.334e-10	-1.350e-11	+2.799e-12	+1.324e-03	+1.359e-12
00324	+7.086e-02	-1.469e-10	-1.430e-11	+2.870e-12	+1.395e-03	+1.471e-12
00325	+7.767e-02	-1.607e-10	-1.510e-11	+2.921e-12	+1.466e-03	+1.583e-12
00326	+8.483e-02	-1.747e-10	-1.590e-11	+2.952e-12	+1.537e-03	+1.695e-12

Se han eliminado los listados de esfuerzos, tensiones en el hormigón y reacciones en la cimentación puesto que son nulos.

E.4 Gradiente transversal en dovelas “5”

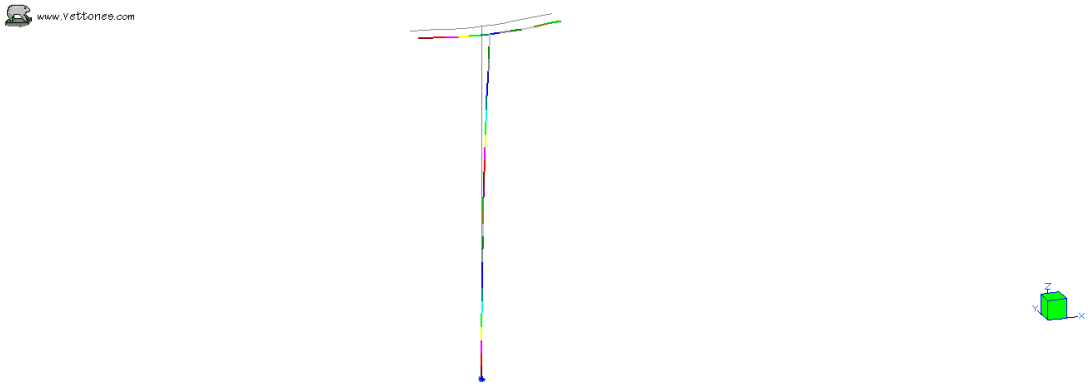


Figura E-9. Deformada de la “T” con cinco dovelas ante un gradiente transversal de 10ºC. Escala ampliada: x100.

Movimientos principales:

- Giro transversal en coronación de pila -Nudo 67-: r_x= 0.00147 rad

FICHERO DE DATOS

```
DATOS ESTRUCTURA
================
Título  : TIEMPO
Unidades: Tonelada y metro

Programa de cálculo
-------------------
Nombre  :  Vettones
Versión :  v0.11a


Datos generales
---------------------------------------
Número de nudos                      85
Número de elementos finitos          41
Número de apoyos en nudos             1
Número de materiales                 33
Número de características           269
Número de acciones                    3
Número de hipótesis                   2

1.- Nudos
---------

   n      x          y          z
-------------------------------------
0060 -2.599e+01 +4.828e-01 -3.929e+00
0061 -2.100e+01 +3.150e-01 -4.267e+00
0062 -1.600e+01 +1.828e-01 -4.620e+00
0063 -1.150e+01 +9.446e-02 -4.948e+00
0064 -7.500e+00 +4.018e-02 -5.245e+00
0065 -3.500e+00 +8.750e-03 -5.350e+00
0066 -3.350e+00 +8.016e-03 -5.361e+00
0067 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.361e+00
0068 +3.350e+00 +8.016e-03 -5.361e+00
0069 +3.500e+00 +8.750e-03 -5.350e+00
0070 +7.500e+00 +4.018e-02 -5.270e+00
0071 +1.150e+01 +9.446e-02 -4.996e+00
0072 +1.600e+01 +1.828e-01 -4.691e+00
0073 +2.100e+01 +3.150e-01 -4.360e+00
0074 +2.599e+01 +4.828e-01 -4.037e+00
0300 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.340e+02
0301 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.292e+02
0302 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.244e+02
0303 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.197e+02
0304 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.149e+02
0305 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.101e+02
0306 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.054e+02
0307 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.006e+02
0308 +0.000e+00 +0.000e+00 -9.586e+01
0309 +0.000e+00 +0.000e+00 -9.109e+01
0310 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.633e+01
0311 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.157e+01
0312 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.681e+01
0313 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.204e+01
0314 +0.000e+00 +0.000e+00 -6.728e+01
0315 +0.000e+00 +0.000e+00 -6.252e+01
0316 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.775e+01
0317 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.299e+01
0318 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.823e+01
0319 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.347e+01
0320 +0.000e+00 +0.000e+00 -3.870e+01
0321 +0.000e+00 +0.000e+00 -3.394e+01
0322 +0.000e+00 +0.000e+00 -2.918e+01
0323 +0.000e+00 +0.000e+00 -2.441e+01
0324 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.965e+01
0325 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.489e+01
0326 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.012e+01
2000 +0.000e+00 +7.000e+02 +0.000e+00
2060 -2.599e+01 +4.828e-01 +4.607e+01
2061 -2.100e+01 +3.150e-01 +4.573e+01
2062 -1.600e+01 +1.828e-01 +4.538e+01
2063 -1.150e+01 +9.446e-02 +4.505e+01
2064 -7.500e+00 +4.018e-02 +4.475e+01
```

n	x	y	z
2065	-3.500e+00	+8.750e-03	+4.465e+01
2066	-3.350e+00	+8.016e-03	+4.464e+01
2067	+0.000e+00	+0.000e+00	+4.464e+01
2068	+3.350e+00	+8.016e-03	+4.464e+01
2069	+3.500e+00	+8.750e-03	+4.465e+01
2070	+7.500e+00	+4.018e-02	+4.473e+01
2071	+1.150e+01	+9.446e-02	+4.500e+01
2072	+1.600e+01	+1.828e-01	+4.531e+01
2073	+2.100e+01	+3.150e-01	+4.564e+01
2074	+2.599e+01	+4.828e-01	+4.596e+01
2300	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.340e+02
2301	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.292e+02
2302	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.244e+02
2303	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.197e+02
2304	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.149e+02
2305	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.101e+02
2306	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.054e+02
2307	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.006e+02
2308	-1.000e+01	+0.000e+00	-9.586e+01
2309	-1.000e+01	+0.000e+00	-9.109e+01
2310	-1.000e+01	+0.000e+00	-8.633e+01
2311	-1.000e+01	+0.000e+00	-8.157e+01
2312	-1.000e+01	+0.000e+00	-7.681e+01
2313	-1.000e+01	+0.000e+00	-7.204e+01
2314	-1.000e+01	+0.000e+00	-6.728e+01
2315	-1.000e+01	+0.000e+00	-6.252e+01
2316	-1.000e+01	+0.000e+00	-5.775e+01
2317	-1.000e+01	+0.000e+00	-5.299e+01
2318	-1.000e+01	+0.000e+00	-4.823e+01
2319	-1.000e+01	+0.000e+00	-4.347e+01
2320	-1.000e+01	+0.000e+00	-3.870e+01
2321	-1.000e+01	+0.000e+00	-3.394e+01
2322	-1.000e+01	+0.000e+00	-2.918e+01
2323	-1.000e+01	+0.000e+00	-2.441e+01
2324	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.965e+01
2325	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.489e+01
2326	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.012e+01

2.- Elementos

t : tipo de elemento
mat: índice de material
con: índice de característica mecánica
ni: nudos del elemento

e	t	mat	con	n0	n1	n2
60	14	73	60	60	61	2060
61	14	72	61	61	62	2061
62	14	71	62	62	63	2062
63	14	70	63	63	64	2063
64	14	69	64	64	65	2064
65	14	67	65	65	66	2065
66	14	67	66	66	67	2066
67	14	67	67	67	68	2067
68	14	67	68	68	69	2068
69	14	69	69	69	70	2069
70	14	70	70	70	71	2070
71	14	71	71	71	72	2071
72	14	72	72	72	73	2072
73	14	73	73	73	74	2073
300	14	300	300	300	301	2300
301	14	301	301	301	302	2301
302	14	302	302	302	303	2302
303	14	303	303	303	304	2303
304	14	304	304	304	305	2304
305	14	305	305	305	306	2305
306	14	306	306	306	307	2306
307	14	307	307	307	308	2307
308	14	308	308	308	309	2308
309	14	309	309	309	310	2309
310	14	310	310	310	311	2310
311	14	311	311	311	312	2311
312	14	312	312	312	313	2312

e	t	mat	con	n0	n1	n2
313	14	313	313	313	314	2313
314	14	314	314	314	315	2314
315	14	315	315	315	316	2315
316	14	316	316	316	317	2316
317	14	317	317	317	318	2317
318	14	318	318	318	319	2318
319	14	319	319	319	320	2319
320	14	320	320	320	321	2320
321	14	321	321	321	322	2321
322	14	322	322	322	323	2322
323	14	323	323	323	324	2323
324	14	324	324	324	325	2324
325	14	325	325	325	326	2325
326	14	326	326	326	67	2326

3.- Apoyos

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz	tipo
0300	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	Forzado

4.- Materiales

Ex: módulo de elasticidad
Nuxy: coeficiente de Poisson

Id	Ex	Nuxy
0067	+3.423e+06	+2.000e-01
0069	+3.325e+06	+2.000e-01
0070	+3.303e+06	+2.000e-01
0071	+3.271e+06	+2.000e-01
0072	+3.221e+06	+2.000e-01
0073	+3.128e+06	+2.000e-01
0300	+3.472e+06	+2.000e-01
0301	+3.472e+06	+2.000e-01
0302	+3.471e+06	+2.000e-01
0303	+3.470e+06	+2.000e-01
0304	+3.469e+06	+2.000e-01
0305	+3.468e+06	+2.000e-01
0306	+3.467e+06	+2.000e-01
0307	+3.467e+06	+2.000e-01
0308	+3.466e+06	+2.000e-01
0309	+3.465e+06	+2.000e-01
0310	+3.464e+06	+2.000e-01
0311	+3.463e+06	+2.000e-01
0312	+3.462e+06	+2.000e-01
0313	+3.460e+06	+2.000e-01
0314	+3.459e+06	+2.000e-01
0315	+3.458e+06	+2.000e-01
0316	+3.457e+06	+2.000e-01
0317	+3.455e+06	+2.000e-01
0318	+3.454e+06	+2.000e-01
0319	+3.453e+06	+2.000e-01
0320	+3.451e+06	+2.000e-01
0321	+3.450e+06	+2.000e-01
0322	+3.448e+06	+2.000e-01
0323	+3.446e+06	+2.000e-01
0324	+3.444e+06	+2.000e-01
0325	+3.442e+06	+2.000e-01
0326	+3.440e+06	+2.000e-01

5.- Características mecánicas
---

c	A	Ix	Iy	It	p.p	AcX	Acy	
	ymáx	ymín	xmáx	xmín	efícticio			
060	2.759e+01	2.342e+02	6.178e+02	1.396e+02	6.877e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=60]
	3.920e+00	3.612e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.468e-01			
	2.904e+01	2.900e+02	6.338e+02	1.559e+02	7.242e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=61]
	4.257e+00	3.933e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.615e-01			
061	2.911e+01	2.910e+02	6.338e+02	1.559e+02	7.242e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=61]
	4.248e+00	3.942e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.615e-01			
	3.053e+01	3.590e+02	6.478e+02	1.731e+02	7.596e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=62]
	4.599e+00	4.310e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.726e-01			
062	3.060e+01	3.602e+02	6.478e+02	1.731e+02	7.596e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=62]
	4.590e+00	4.319e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.726e-01			
	3.182e+01	4.329e+02	6.585e+02	1.890e+02	7.902e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=63]
	4.917e+00	4.692e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.798e-01			
063	3.193e+01	4.348e+02	6.585e+02	1.890e+02	7.902e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=63]
	4.903e+00	4.706e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.798e-01			
	3.297e+01	5.096e+02	6.666e+02	2.032e+02	8.161e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=64]
	5.198e+00	5.073e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.839e-01			
064	3.307e+01	5.118e+02	6.666e+02	2.032e+02	8.161e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=64]
	5.183e+00	5.088e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.839e-01			
	3.539e+01	6.295e+02	6.749e+02	2.172e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=65]
	5.290e+00	5.683e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.500e-01			
065	3.537e+01	6.291e+02	6.749e+02	2.172e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=65]
	5.293e+00	5.680e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.500e-01			
	3.540e+01	6.324e+02	6.751e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=66]
	5.304e+00	5.696e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.502e-01			
066	3.540e+01	6.324e+02	6.751e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=66]
	5.304e+00	5.696e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.502e-01			
	3.540e+01	6.324e+02	6.751e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=67]
	5.304e+00	5.696e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.502e-01			
067	3.540e+01	6.324e+02	6.751e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=67]
	5.304e+00	5.696e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.502e-01			
	3.540e+01	6.324e+02	6.751e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=68]
	5.304e+00	5.696e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.502e-01			
068	3.540e+01	6.324e+02	6.751e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=68]
	5.304e+00	5.696e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.502e-01			
	3.537e+01	6.294e+02	6.749e+02	2.173e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=69]
	5.293e+00	5.683e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.499e-01			
069	3.539e+01	6.298e+02	6.749e+02	2.173e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=69]
	5.291e+00	5.685e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.499e-01			
	3.304e+01	5.195e+02	6.669e+02	2.049e+02	8.155e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=70]
	5.208e+00	5.147e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.816e-01			
070	3.294e+01	5.173e+02	6.669e+02	2.049e+02	8.155e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=70]
	5.223e+00	5.133e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.816e-01			
	3.188e+01	4.480e+02	6.592e+02	1.924e+02	7.889e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=71]
	4.950e+00	4.815e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.753e-01			
071	3.177e+01	4.461e+02	6.592e+02	1.924e+02	7.889e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=71]
	4.964e+00	4.801e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.753e-01			
	3.052e+01	3.776e+02	6.490e+02	1.784e+02	7.575e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=72]
	4.661e+00	4.476e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.657e-01			
072	3.045e+01	3.764e+02	6.490e+02	1.784e+02	7.575e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=72]
	4.670e+00	4.467e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.657e-01			
	2.899e+01	3.111e+02	6.356e+02	1.630e+02	7.210e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=73]
	4.340e+00	4.144e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.518e-01			
073	2.892e+01	3.100e+02	6.356e+02	1.630e+02	7.210e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=73]
	4.349e+00	4.135e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.518e-01			
	2.741e+01	2.550e+02	6.204e+02	1.483e+02	6.833e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=74]
	4.027e+00	3.851e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.343e-01			
300	3.497e+01	9.080e+02	1.206e+03	1.119e+03	8.744e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=300]
	6.415e+00	6.415e+00	7.687e+00	7.687e+00	8.529e-01			Brutas
	3.355e+01	8.067e+02	1.060e+03	9.889e+02	8.387e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=301]
	6.191e+00	6.191e+00	7.362e+00	7.362e+00	8.524e-01			
301	3.355e+01	8.067e+02	1.060e+03	9.889e+02	8.387e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=301]
	6.191e+00	6.191e+00	7.362e+00	7.362e+00	8.524e-01			Brutas
	3.221e+01	7.191e+02	9.335e+02	8.766e+02	8.053e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=302]
	5.981e+00	5.981e+00	7.058e+00	7.058e+00	8.518e-01			
302	3.221e+01	7.191e+02	9.335e+02	8.766e+02	8.053e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=302]
	5.981e+00	5.981e+00	7.058e+00	7.058e+00	8.518e-01			Brutas
	3.057e+01	6.182e+02	7.953e+02	7.503e+02	7.644e+01	0.000e+00	0.000e+00	[VA=303]
	5.711e+00	5.711e+00	6.698e+00	6.698e+00	8.510e-01			

```
c     A         Ix        Iy        It          p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín     eficticio
-------------------------------------------------------------------------
303 3.057e+01 6.182e+02 7.953e+02 7.503e+02 7.644e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=303]
    5.711e+00 5.711e+00 6.698e+00 6.698e+00 8.510e-01                     Brutas
    2.903e+01 5.320e+02 6.779e+02 6.426e+02 7.256e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=304]
    5.456e+00 5.456e+00 6.357e+00 6.357e+00 8.502e-01
304 2.903e+01 5.320e+02 6.779e+02 6.426e+02 7.256e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=304]
    5.456e+00 5.456e+00 6.357e+00 6.357e+00 8.502e-01                     Brutas
    2.757e+01 4.584e+02 5.783e+02 5.510e+02 6.891e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=305]
    5.215e+00 5.215e+00 6.036e+00 6.036e+00 8.493e-01
305 2.757e+01 4.584e+02 5.783e+02 5.510e+02 6.891e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=305]
    5.215e+00 5.215e+00 6.036e+00 6.036e+00 8.493e-01                     Brutas
    2.619e+01 3.958e+02 4.941e+02 4.733e+02 6.548e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=306]
    4.989e+00 4.989e+00 5.735e+00 5.735e+00 8.484e-01
306 2.619e+01 3.958e+02 4.941e+02 4.733e+02 6.548e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=306]
    4.989e+00 4.989e+00 5.735e+00 5.735e+00 8.484e-01                     Brutas
    2.491e+01 3.426e+02 4.232e+02 4.076e+02 6.228e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=307]
    4.778e+00 4.778e+00 5.453e+00 5.453e+00 8.475e-01
307 2.491e+01 3.426e+02 4.232e+02 4.076e+02 6.228e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=307]
    4.778e+00 4.778e+00 5.453e+00 5.453e+00 8.475e-01                     Brutas
    2.372e+01 2.976e+02 3.636e+02 3.521e+02 5.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=308]
    4.581e+00 4.581e+00 5.191e+00 5.191e+00 8.466e-01
308 2.372e+01 2.976e+02 3.636e+02 3.521e+02 5.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=308]
    4.581e+00 4.581e+00 5.191e+00 5.191e+00 8.466e-01                     Brutas
    2.261e+01 2.597e+02 3.137e+02 3.054e+02 5.653e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=309]
    4.399e+00 4.399e+00 4.948e+00 4.948e+00 8.456e-01
309 2.261e+01 2.597e+02 3.137e+02 3.054e+02 5.653e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=309]
    4.399e+00 4.399e+00 4.948e+00 4.948e+00 8.456e-01                     Brutas
    2.160e+01 2.277e+02 2.720e+02 2.663e+02 5.399e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=310]
    4.232e+00 4.232e+00 4.725e+00 4.725e+00 8.446e-01
310 2.160e+01 2.277e+02 2.720e+02 2.663e+02 5.399e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=310]
    4.232e+00 4.232e+00 4.725e+00 4.725e+00 8.446e-01                     Brutas
    2.067e+01 2.009e+02 2.373e+02 2.336e+02 5.167e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=311]
    4.078e+00 4.078e+00 4.521e+00 4.521e+00 8.437e-01
311 2.067e+01 2.009e+02 2.373e+02 2.336e+02 5.167e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=311]
    4.078e+00 4.078e+00 4.521e+00 4.521e+00 8.437e-01                     Brutas
    1.983e+01 1.786e+02 2.086e+02 2.065e+02 4.957e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=312]
    3.940e+00 3.940e+00 4.336e+00 4.336e+00 8.427e-01
312 1.983e+01 1.786e+02 2.086e+02 2.065e+02 4.957e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=312]
    3.940e+00 3.940e+00 4.336e+00 4.336e+00 8.427e-01                     Brutas
    1.908e+01 1.601e+02 1.850e+02 1.840e+02 4.769e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=313]
    3.816e+00 3.816e+00 4.171e+00 4.171e+00 8.418e-01
313 1.908e+01 1.601e+02 1.850e+02 1.840e+02 4.769e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=313]
    3.816e+00 3.816e+00 4.171e+00 4.171e+00 8.418e-01                     Brutas
    1.841e+01 1.448e+02 1.656e+02 1.656e+02 4.603e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=314]
    3.707e+00 3.707e+00 4.025e+00 4.025e+00 8.409e-01
314 1.841e+01 1.448e+02 1.656e+02 1.656e+02 4.603e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=314]
    3.707e+00 3.707e+00 4.025e+00 4.025e+00 8.409e-01                     Brutas
    1.784e+01 1.324e+02 1.500e+02 1.506e+02 4.460e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=315]
    3.612e+00 3.612e+00 3.899e+00 3.899e+00 8.401e-01
315 1.784e+01 1.324e+02 1.500e+02 1.506e+02 4.460e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=315]
    3.612e+00 3.612e+00 3.899e+00 3.899e+00 8.401e-01                     Brutas
    1.735e+01 1.225e+02 1.376e+02 1.387e+02 4.338e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=316]
    3.532e+00 3.532e+00 3.792e+00 3.792e+00 8.394e-01
316 1.735e+01 1.225e+02 1.376e+02 1.387e+02 4.338e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=316]
    3.532e+00 3.532e+00 3.792e+00 3.792e+00 8.394e-01                     Brutas
    1.696e+01 1.148e+02 1.280e+02 1.295e+02 4.239e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=317]
    3.466e+00 3.466e+00 3.705e+00 3.705e+00 8.388e-01
317 1.696e+01 1.148e+02 1.280e+02 1.295e+02 4.239e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=317]
    3.466e+00 3.466e+00 3.705e+00 3.705e+00 8.388e-01                     Brutas
    1.665e+01 1.090e+02 1.208e+02 1.225e+02 4.162e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=318]
    3.416e+00 3.416e+00 3.637e+00 3.637e+00 8.383e-01
318 1.665e+01 1.090e+02 1.208e+02 1.225e+02 4.162e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=318]
    3.416e+00 3.416e+00 3.637e+00 3.637e+00 8.383e-01                     Brutas
    1.643e+01 1.050e+02 1.159e+02 1.178e+02 4.107e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=319]
    3.379e+00 3.379e+00 3.589e+00 3.589e+00 8.379e-01
319 1.643e+01 1.050e+02 1.159e+02 1.178e+02 4.107e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=319]
    3.379e+00 3.379e+00 3.589e+00 3.589e+00 8.379e-01                     Brutas
    1.516e+01 9.688e+01 1.066e+02 1.087e+02 3.790e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=320]
    3.357e+00 3.357e+00 3.560e+00 3.560e+00 7.754e-01
320 1.516e+01 9.688e+01 1.066e+02 1.087e+02 3.790e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=320]
    3.357e+00 3.357e+00 3.560e+00 3.560e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=321]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
```

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-------------------------------------------------------------------------
321 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=321]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=322]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
322 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=322]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=323]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
323 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=323]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=324]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
324 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=324]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=325]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
325 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=325]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=326]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
326 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=326]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=327]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01

idC idC   Geo0      Geo1      Geo2      Geo3      Geo4
-----------------------------------------------------------
060 13         60        61 [VA]
061 13         61        62 [VA]
062 13         62        63 [VA]
063 13         63        64 [VA]
064 13         64        65 [VA]
065 13         65        66 [VA]
066 13         66        67 [VA]
067 13         67        68 [VA]
068 13         68        69 [VA]
069 13         69        70 [VA]
070 13         70        71 [VA]
071 13         71        72 [VA]
072 13         72        73 [VA]
073 13         73        74 [VA]
300 13        300       301 [VA]
301 13        301       302 [VA]
302 13        302       303 [VA]
303 13        303       304 [VA]
304 13        304       305 [VA]
305 13        305       306 [VA]
306 13        306       307 [VA]
307 13        307       308 [VA]
308 13        308       309 [VA]
309 13        309       310 [VA]
310 13        310       311 [VA]
311 13        311       312 [VA]
312 13        312       313 [VA]
313 13        313       314 [VA]
314 13        314       315 [VA]
315 13        315       316 [VA]
316 13        316       317 [VA]
317 13        317       318 [VA]
318 13        318       319 [VA]
319 13        319       320 [VA]
320 13        320       321 [VA]
321 13        321       322 [VA]
322 13        322       323 [VA]
323 13        323       324 [VA]
324 13        324       325 [VA]
325 13        325       326 [VA]
326 13        326       327 [VA]
```

```
6.- Acciones
------------

Acción (1)
-----------

  e      To         TgX        TgY       Alfa
-----------------------------------------------
0300 +0.000e+00 +6.648e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0301 +0.000e+00 +6.938e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0302 +0.000e+00 +7.275e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0303 +0.000e+00 +7.665e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0304 +0.000e+00 +8.074e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0305 +0.000e+00 +8.501e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0306 +0.000e+00 +8.943e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0307 +0.000e+00 +9.400e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0308 +4.441e-16 +9.868e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0309 +4.441e-16 +1.034e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0310 +0.000e+00 +1.082e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0311 +0.000e+00 +1.130e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0312 +0.000e+00 +1.176e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0313 +0.000e+00 +1.220e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0314 +0.000e+00 +1.262e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0315 +0.000e+00 +1.300e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0316 +0.000e+00 +1.334e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0317 +0.000e+00 +1.362e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0318 +0.000e+00 +1.384e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0319 +0.000e+00 +1.399e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0320 +0.000e+00 +1.407e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0321 +0.000e+00 +1.408e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0322 +0.000e+00 +1.408e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0323 +0.000e+00 +1.408e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0324 +0.000e+00 +1.408e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0325 +0.000e+00 +1.408e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0326 +0.000e+00 +1.408e+00 +0.000e+00 +1.000e-05

7.- Hipótesis
-------------

Hipótesis (1)
-------------------------
Acción Coeficiente
------------------
   1    +1.000  []
```

FICHERO DE RESULTADOS

```
RESULTADOS ESTRUCTURA
=====================
Título: TIEMPO

Hipótesis (1)
-------------
```

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00060	-9.813e-10	-8.467e-02	+7.099e-04	+1.470e-03	-1.591e-11	+8.533e-12
00061	-9.745e-10	-8.417e-02	+4.632e-04	+1.470e-03	-1.591e-11	+8.533e-12
00062	-9.677e-10	-8.365e-02	+2.689e-04	+1.470e-03	-1.591e-11	+8.533e-12
00063	-9.617e-10	-8.317e-02	+1.389e-04	+1.470e-03	-1.591e-11	+8.533e-12
00064	-9.566e-10	-8.273e-02	+5.908e-05	+1.470e-03	-1.591e-11	+8.533e-12
00065	-9.546e-10	-8.258e-02	+1.287e-05	+1.470e-03	-1.591e-11	+8.533e-12
00066	-9.544e-10	-8.256e-02	+1.179e-05	+1.470e-03	-1.591e-11	+8.533e-12
00067	-9.543e-10	-8.256e-02	+9.182e-12	**+1.470e-03**	-1.591e-11	+8.533e-12
00068	-9.544e-10	-8.256e-02	+1.179e-05	+1.470e-03	-1.593e-11	+8.547e-12
00069	-9.546e-10	-8.258e-02	+1.287e-05	+1.470e-03	-1.593e-11	+8.546e-12
00070	-9.562e-10	-8.269e-02	+5.908e-05	+1.470e-03	-1.593e-11	+8.546e-12
00071	-9.610e-10	-8.310e-02	+1.389e-04	+1.470e-03	-1.593e-11	+8.546e-12
00072	-9.666e-10	-8.354e-02	+2.689e-04	+1.470e-03	-1.593e-11	+8.546e-12
00073	-9.730e-10	-8.403e-02	+4.632e-04	+1.470e-03	-1.593e-11	+8.546e-12
00074	-9.796e-10	-8.451e-02	+7.099e-04	+1.470e-03	-1.593e-11	+8.546e-12
00300	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00
00301	-6.195e-13	-7.541e-05	+1.928e-13	+3.166e-05	-2.587e-13	+5.379e-14
00302	-2.524e-12	-3.049e-04	+3.937e-13	+6.471e-05	-5.396e-13	+1.146e-13
00303	-5.836e-12	-6.956e-04	+6.041e-13	+9.936e-05	-8.492e-13	+1.843e-13
00304	-1.071e-11	-1.256e-03	+8.259e-13	+1.359e-04	-1.196e-12	+2.658e-13
00305	-1.734e-11	-1.995e-03	+1.060e-12	+1.743e-04	-1.584e-12	+3.609e-13
00306	-2.592e-11	-2.921e-03	+1.306e-12	+2.148e-04	-2.016e-12	+4.718e-13
00307	-3.667e-11	-4.046e-03	+1.564e-12	+2.574e-04	-2.496e-12	+6.007e-13
00308	-4.983e-11	-5.378e-03	+1.836e-12	+3.022e-04	-3.026e-12	+7.503e-13
00309	-6.564e-11	-6.930e-03	+2.122e-12	+3.492e-04	-3.608e-12	+9.231e-13
00310	-8.435e-11	-8.710e-03	+2.421e-12	+3.984e-04	-4.243e-12	+1.122e-12
00311	-1.062e-10	-1.073e-02	+2.735e-12	+4.500e-04	-4.930e-12	+1.349e-12
00312	-1.315e-10	-1.300e-02	+3.062e-12	+5.038e-04	-5.666e-12	+1.608e-12
00313	-1.603e-10	-1.554e-02	+3.402e-12	+5.598e-04	-6.448e-12	+1.899e-12
00314	-1.930e-10	-1.834e-02	+3.756e-12	+6.179e-04	-7.266e-12	+2.224e-12
00315	-2.297e-10	-2.143e-02	+4.122e-12	+6.780e-04	-8.112e-12	+2.584e-12
00316	-2.704e-10	-2.480e-02	+4.498e-12	+7.400e-04	-8.973e-12	+2.977e-12
00317	-3.152e-10	-2.848e-02	+4.885e-12	+8.035e-04	-9.836e-12	+3.401e-12
00318	-3.641e-10	-3.246e-02	+5.280e-12	+8.684e-04	-1.068e-11	+3.853e-12
00319	-4.169e-10	-3.675e-02	+5.681e-12	+9.343e-04	-1.150e-11	+4.327e-12
00320	-4.736e-10	-4.136e-02	+6.102e-12	+1.001e-03	-1.229e-11	+4.830e-12
00321	-5.340e-10	-4.629e-02	+6.541e-12	+1.068e-03	-1.304e-11	+5.357e-12
00322	-5.977e-10	-5.154e-02	+6.981e-12	+1.135e-03	-1.371e-11	+5.885e-12
00323	-6.645e-10	-5.710e-02	+7.420e-12	+1.202e-03	-1.431e-11	+6.414e-12
00324	-7.339e-10	-6.299e-02	+7.860e-12	+1.269e-03	-1.483e-11	+6.944e-12
00325	-8.056e-10	-6.919e-02	+8.301e-12	+1.336e-03	-1.527e-11	+7.473e-12
00326	-8.792e-10	-7.572e-02	+8.741e-12	+1.403e-03	-1.563e-11	+8.003e-12

Se han eliminado los listados de esfuerzos, tensiones en el hormigón y reacciones en la cimentación puesto que son nulos.

E.5 Gradiente transversal en dovelas “10”

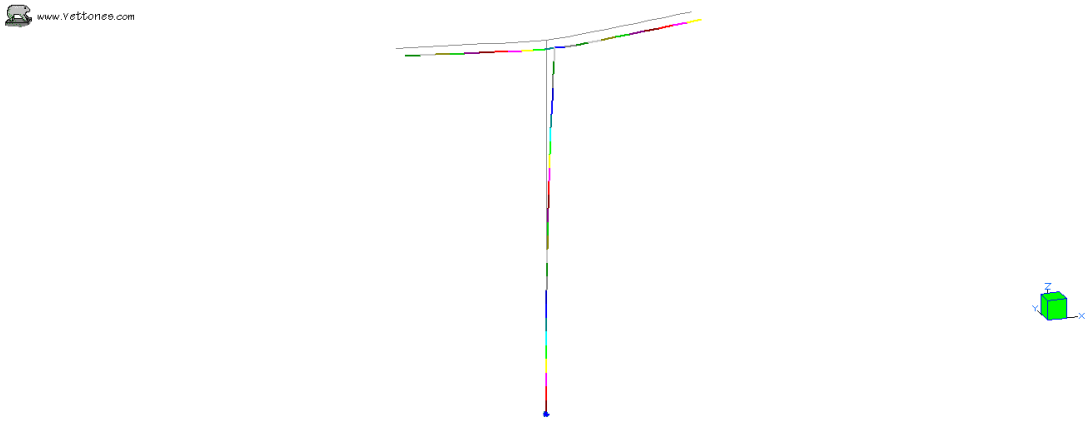


Figura E-10. Deformada de la “T” con diez dovelas ante un gradiente transversal de 10ºC. Escala ampliada: x100.

Movimientos principales:

- Giro transversal en coronación de pila -Nudo 67-: r_x= 0.00147 rad

FICHERO DE DATOS

```
DATOS ESTRUCTURA
================
Título  : TIEMPO
Unidades: Tonelada y metro

Programa de cálculo
-------------------
Nombre  :  Vettones
Versión :  v0.11a


Datos generales
---------------------------------------
Número de nudos                     105
Número de elementos finitos          51
Número de apoyos en nudos             1
Número de materiales                 38
Número de características           269
Número de acciones                    3
Número de hipótesis                   2

1.- Nudos
---------

   n      x          y          z
-------------------------------------
0055 -5.095e+01 +1.857e+00 -2.547e+00
0056 -4.597e+01 +1.511e+00 -2.780e+00
0057 -4.098e+01 +1.200e+00 -3.035e+00
0058 -3.598e+01 +9.255e-01 -3.313e+00
0059 -3.099e+01 +6.863e-01 -3.613e+00
0060 -2.599e+01 +4.828e-01 -3.929e+00
0061 -2.100e+01 +3.150e-01 -4.267e+00
0062 -1.600e+01 +1.828e-01 -4.620e+00
0063 -1.150e+01 +9.446e-02 -4.948e+00
0064 -7.500e+00 +4.018e-02 -5.245e+00
0065 -3.500e+00 +8.750e-03 -5.350e+00
0066 -3.350e+00 +8.016e-03 -5.361e+00
0067 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.361e+00
0068 +3.350e+00 +8.016e-03 -5.361e+00
0069 +3.500e+00 +8.750e-03 -5.350e+00
0070 +7.500e+00 +4.018e-02 -5.270e+00
0071 +1.150e+01 +9.446e-02 -4.996e+00
0072 +1.600e+01 +1.828e-01 -4.691e+00
0073 +2.100e+01 +3.150e-01 -4.360e+00
0074 +2.599e+01 +4.828e-01 -4.037e+00
0075 +3.099e+01 +6.863e-01 -3.729e+00
0076 +3.598e+01 +9.255e-01 -3.429e+00
0077 +4.098e+01 +1.200e+00 -3.142e+00
0078 +4.597e+01 +1.511e+00 -2.867e+00
0079 +5.095e+01 +1.857e+00 -2.692e+00
0300 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.340e+02
0301 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.292e+02
0302 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.244e+02
0303 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.197e+02
0304 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.149e+02
0305 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.101e+02
0306 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.054e+02
0307 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.006e+02
0308 +0.000e+00 +0.000e+00 -9.586e+01
0309 +0.000e+00 +0.000e+00 -9.109e+01
0310 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.633e+01
0311 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.157e+01
0312 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.681e+01
0313 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.204e+01
0314 +0.000e+00 +0.000e+00 -6.728e+01
0315 +0.000e+00 +0.000e+00 -6.252e+01
0316 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.775e+01
0317 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.299e+01
0318 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.823e+01
0319 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.347e+01
0320 +0.000e+00 +0.000e+00 -3.870e+01
0321 +0.000e+00 +0.000e+00 -3.394e+01
0322 +0.000e+00 +0.000e+00 -2.918e+01
```

n	x	y	z
0323	+0.000e+00	+0.000e+00	-2.441e+01
0324	+0.000e+00	+0.000e+00	-1.965e+01
0325	+0.000e+00	+0.000e+00	-1.489e+01
0326	+0.000e+00	+0.000e+00	-1.012e+01
2000	+0.000e+00	+7.000e+02	+0.000e+00
2055	-5.095e+01	+1.857e+00	+4.745e+01
2056	-4.597e+01	+1.511e+00	+4.722e+01
2057	-4.098e+01	+1.200e+00	+4.696e+01
2058	-3.598e+01	+9.255e-01	+4.669e+01
2059	-3.099e+01	+6.863e-01	+4.639e+01
2060	-2.599e+01	+4.828e-01	+4.607e+01
2061	-2.100e+01	+3.150e-01	+4.573e+01
2062	-1.600e+01	+1.828e-01	+4.538e+01
2063	-1.150e+01	+9.446e-02	+4.505e+01
2064	-7.500e+00	+4.018e-02	+4.475e+01
2065	-3.500e+00	+8.750e-03	+4.465e+01
2066	-3.350e+00	+8.016e-03	+4.464e+01
2067	+0.000e+00	+0.000e+00	+4.464e+01
2068	+3.350e+00	+8.016e-03	+4.464e+01
2069	+3.500e+00	+8.750e-03	+4.465e+01
2070	+7.500e+00	+4.018e-02	+4.473e+01
2071	+1.150e+01	+9.446e-02	+4.500e+01
2072	+1.600e+01	+1.828e-01	+4.531e+01
2073	+2.100e+01	+3.150e-01	+4.564e+01
2074	+2.599e+01	+4.828e-01	+4.596e+01
2075	+3.099e+01	+6.863e-01	+4.627e+01
2076	+3.598e+01	+9.255e-01	+4.657e+01
2077	+4.098e+01	+1.200e+00	+4.686e+01
2078	+4.597e+01	+1.511e+00	+4.713e+01
2079	+5.095e+01	+1.857e+00	+4.731e+01
2300	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.340e+02
2301	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.292e+02
2302	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.244e+02
2303	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.197e+02
2304	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.149e+02
2305	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.101e+02
2306	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.054e+02
2307	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.006e+02
2308	-1.000e+01	+0.000e+00	-9.586e+01
2309	-1.000e+01	+0.000e+00	-9.109e+01
2310	-1.000e+01	+0.000e+00	-8.633e+01
2311	-1.000e+01	+0.000e+00	-8.157e+01
2312	-1.000e+01	+0.000e+00	-7.681e+01
2313	-1.000e+01	+0.000e+00	-7.204e+01
2314	-1.000e+01	+0.000e+00	-6.728e+01
2315	-1.000e+01	+0.000e+00	-6.252e+01
2316	-1.000e+01	+0.000e+00	-5.775e+01
2317	-1.000e+01	+0.000e+00	-5.299e+01
2318	-1.000e+01	+0.000e+00	-4.823e+01
2319	-1.000e+01	+0.000e+00	-4.347e+01
2320	-1.000e+01	+0.000e+00	-3.870e+01
2321	-1.000e+01	+0.000e+00	-3.394e+01
2322	-1.000e+01	+0.000e+00	-2.918e+01
2323	-1.000e+01	+0.000e+00	-2.441e+01
2324	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.965e+01
2325	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.489e+01
2326	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.012e+01

2.- Elementos

t : tipo de elemento
mat: índice de material
con: índice de característica mecánica
ni: nudos del elemento

e	t	mat	con	n0	n1	n2
55	14	78	55	55	56	2055
56	14	77	56	56	57	2056
57	14	76	57	57	58	2057
58	14	75	58	58	59	2058
59	14	74	59	59	60	2059
60	14	73	60	60	61	2060
61	14	72	61	61	62	2061

e	t	mat	con	n0	n1	n2
62	14	71	62	62	63	2062
63	14	70	63	63	64	2063
64	14	69	64	64	65	2064
65	14	67	65	65	66	2065
66	14	67	66	66	67	2066
67	14	67	67	67	68	2067
68	14	67	68	68	69	2068
69	14	69	69	69	70	2069
70	14	70	70	70	71	2070
71	14	71	71	71	72	2071
72	14	72	72	72	73	2072
73	14	73	73	73	74	2073
74	14	74	74	74	75	2074
75	14	75	75	75	76	2075
76	14	76	76	76	77	2076
77	14	77	77	77	78	2077
78	14	78	78	78	79	2078
300	14	300	300	300	301	2300
301	14	301	301	301	302	2301
302	14	302	302	302	303	2302
303	14	303	303	303	304	2303
304	14	304	304	304	305	2304
305	14	305	305	305	306	2305
306	14	306	306	306	307	2306
307	14	307	307	307	308	2307
308	14	308	308	308	309	2308
309	14	309	309	309	310	2309
310	14	310	310	310	311	2310
311	14	311	311	311	312	2311
312	14	312	312	312	313	2312
313	14	313	313	313	314	2313
314	14	314	314	314	315	2314
315	14	315	315	315	316	2315
316	14	316	316	316	317	2316
317	14	317	317	317	318	2317
318	14	318	318	318	319	2318
319	14	319	319	319	320	2319
320	14	320	320	320	321	2320
321	14	321	321	321	322	2321
322	14	322	322	322	323	2322
323	14	323	323	323	324	2323
324	14	324	324	324	325	2324
325	14	325	325	325	326	2325
326	14	326	326	326	67	2326

3.- Apoyos

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz	tipo
0300	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	Forzado

4.- Materiales

Ex: módulo de elasticidad
Nuxy: coeficiente de Poisson

Id	Ex	Nuxy
0067	+3.437e+06	+2.000e-01
0069	+3.386e+06	+2.000e-01
0070	+3.377e+06	+2.000e-01
0071	+3.368e+06	+2.000e-01
0072	+3.357e+06	+2.000e-01
0073	+3.343e+06	+2.000e-01
0074	+3.325e+06	+2.000e-01
0075	+3.303e+06	+2.000e-01
0076	+3.271e+06	+2.000e-01
0077	+3.221e+06	+2.000e-01
0078	+3.128e+06	+2.000e-01
0300	+3.476e+06	+2.000e-01
0301	+3.475e+06	+2.000e-01
0302	+3.474e+06	+2.000e-01
0303	+3.474e+06	+2.000e-01

```
Id       Ex         Nuxy
----------------------------
0304  +3.473e+06  +2.000e-01
0305  +3.472e+06  +2.000e-01
0306  +3.472e+06  +2.000e-01
0307  +3.471e+06  +2.000e-01
0308  +3.470e+06  +2.000e-01
0309  +3.469e+06  +2.000e-01
0310  +3.468e+06  +2.000e-01
0311  +3.467e+06  +2.000e-01
0312  +3.467e+06  +2.000e-01
0313  +3.466e+06  +2.000e-01
0314  +3.465e+06  +2.000e-01
0315  +3.464e+06  +2.000e-01
0316  +3.463e+06  +2.000e-01
0317  +3.462e+06  +2.000e-01
0318  +3.460e+06  +2.000e-01
0319  +3.459e+06  +2.000e-01
0320  +3.458e+06  +2.000e-01
0321  +3.457e+06  +2.000e-01
0322  +3.455e+06  +2.000e-01
0323  +3.454e+06  +2.000e-01
0324  +3.453e+06  +2.000e-01
0325  +3.451e+06  +2.000e-01
0326  +3.450e+06  +2.000e-01

5.- Características mecánicas
----------------------------

idC    A         Ix        Iy        It        p.p       AcX       Acy
-------------------------------------------------------------------------
910 1.000e+02 1.000e+03 1.000e+03 1.000e+03 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00

 c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
       ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-------------------------------------------------------------------------
055 2.006e+01 8.143e+01 5.168e+02 7.941e+01 4.996e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=55]
    2.540e+00 2.616e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.265e-01
    2.155e+01 9.982e+01 5.385e+02 8.826e+01 5.369e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=56]
    2.771e+00 2.738e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.561e-01
056 2.162e+01 1.002e+02 5.385e+02 8.826e+01 5.369e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=56]
    2.764e+00 2.745e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.561e-01
    2.313e+01 1.235e+02 5.599e+02 9.876e+01 5.746e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=57]
    3.018e+00 2.906e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.833e-01
057 2.320e+01 1.240e+02 5.599e+02 9.876e+01 5.746e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=57]
    3.010e+00 2.913e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.833e-01
    2.471e+01 1.535e+02 5.804e+02 1.109e+02 6.124e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=58]
    3.286e+00 3.112e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.078e-01
058 2.478e+01 1.540e+02 5.804e+02 1.109e+02 6.124e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=58]
    3.279e+00 3.120e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.078e-01
    2.628e+01 1.910e+02 5.997e+02 1.246e+02 6.499e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=59]
    3.577e+00 3.358e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.294e-01
059 2.635e+01 1.916e+02 5.997e+02 1.246e+02 6.499e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=59]
    3.569e+00 3.366e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.294e-01
    2.786e+01 2.379e+02 6.178e+02 1.396e+02 6.877e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=60]
    3.883e+00 3.649e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.468e-01
060 2.793e+01 2.387e+02 6.178e+02 1.396e+02 6.877e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=60]
    3.875e+00 3.657e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.468e-01
    2.939e+01 2.954e+02 6.338e+02 1.559e+02 7.242e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=61]
    4.211e+00 3.979e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.615e-01
061 2.945e+01 2.963e+02 6.338e+02 1.559e+02 7.242e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=61]
    4.202e+00 3.988e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.615e-01
    3.087e+01 3.652e+02 6.478e+02 1.731e+02 7.596e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=62]
    4.552e+00 4.357e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.726e-01
062 3.094e+01 3.663e+02 6.478e+02 1.731e+02 7.596e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=62]
    4.543e+00 4.366e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.726e-01
    3.216e+01 4.400e+02 6.585e+02 1.890e+02 7.902e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=63]
    4.868e+00 4.740e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.798e-01
063 3.226e+01 4.418e+02 6.585e+02 1.890e+02 7.902e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=63]
    4.855e+00 4.753e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.798e-01
    3.330e+01 5.176e+02 6.666e+02 2.032e+02 8.161e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=64]
    5.149e+00 5.122e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.839e-01
064 3.340e+01 5.197e+02 6.666e+02 2.032e+02 8.161e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=64]
    5.135e+00 5.136e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.839e-01
    3.572e+01 6.377e+02 6.749e+02 2.172e+02 8.741e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=65]
    5.244e+00 5.729e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.500e-01
```

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-------------------------------------------------------------------------
065 3.570e+01 6.373e+02 6.749e+02 2.172e+02 8.741e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=65]
    5.246e+00 5.727e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.500e-01
    3.573e+01 6.407e+02 6.751e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=66]
    5.258e+00 5.742e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.502e-01
066 3.573e+01 6.407e+02 6.751e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=66]
    5.258e+00 5.742e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.502e-01
    3.573e+01 6.407e+02 6.751e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=67]
    5.258e+00 5.742e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.502e-01
067 3.573e+01 6.407e+02 6.751e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=67]
    5.258e+00 5.742e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.502e-01
    3.573e+01 6.407e+02 6.751e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=68]
    5.258e+00 5.742e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.502e-01
068 3.573e+01 6.407e+02 6.751e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=68]
    5.258e+00 5.742e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.502e-01
    3.570e+01 6.376e+02 6.749e+02 2.173e+02 8.741e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=69]
    5.247e+00 5.729e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.499e-01
069 3.572e+01 6.380e+02 6.749e+02 2.173e+02 8.741e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=69]
    5.245e+00 5.732e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.499e-01
    3.338e+01 5.274e+02 6.669e+02 2.049e+02 8.155e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=70]
    5.159e+00 5.196e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.816e-01
070 3.328e+01 5.253e+02 6.669e+02 2.049e+02 8.155e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=70]
    5.173e+00 5.182e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.816e-01
    3.221e+01 4.552e+02 6.592e+02 1.924e+02 7.889e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=71]
    4.902e+00 4.863e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.753e-01
071 3.211e+01 4.533e+02 6.592e+02 1.924e+02 7.889e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=71]
    4.915e+00 4.850e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.753e-01
    3.085e+01 3.839e+02 6.490e+02 1.784e+02 7.575e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=72]
    4.613e+00 4.524e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.657e-01
072 3.079e+01 3.828e+02 6.490e+02 1.784e+02 7.575e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=72]
    4.622e+00 4.515e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.657e-01
    2.933e+01 3.165e+02 6.356e+02 1.630e+02 7.210e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=73]
    4.293e+00 4.191e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.518e-01
073 2.926e+01 3.156e+02 6.356e+02 1.630e+02 7.210e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=73]
    4.302e+00 4.182e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.518e-01
    2.775e+01 2.597e+02 6.204e+02 1.483e+02 6.833e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=74]
    3.981e+00 3.897e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.343e-01
074 2.768e+01 2.589e+02 6.204e+02 1.483e+02 6.833e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=74]
    3.990e+00 3.889e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.343e-01
    2.611e+01 2.119e+02 6.029e+02 1.343e+02 6.439e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=75]
    3.683e+00 3.637e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.141e-01
075 2.604e+01 2.112e+02 6.029e+02 1.343e+02 6.439e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=75]
    3.692e+00 3.629e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.141e-01
    2.447e+01 1.724e+02 5.842e+02 1.214e+02 6.046e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=76]
    3.393e+00 3.416e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.896e-01
076 2.440e+01 1.719e+02 5.842e+02 1.214e+02 6.046e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=76]
    3.401e+00 3.408e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.896e-01
    2.280e+01 1.398e+02 5.640e+02 1.095e+02 5.647e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=77]
    3.115e+00 3.231e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.621e-01
077 2.273e+01 1.394e+02 5.640e+02 1.095e+02 5.647e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=77]
    3.123e+00 3.223e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.621e-01
    2.112e+01 1.129e+02 5.426e+02 9.892e+01 5.244e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=78]
    2.850e+00 3.080e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.316e-01
078 2.105e+01 1.125e+02 5.426e+02 9.892e+01 5.244e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=78]
    2.858e+00 3.072e+00 7.900e+00 7.900e+00 6.316e-01
    2.018e+01 9.493e+01 5.284e+02 8.955e+01 5.027e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=79]
    2.684e+00 2.877e+00 7.900e+00 7.900e+00 5.277e-01
300 3.497e+01 9.080e+02 1.206e+03 1.119e+03 8.744e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=300]
    6.415e+00 6.415e+00 7.687e+00 7.687e+00 8.529e-01                     Brutas
    3.355e+01 8.067e+02 1.060e+03 9.889e+02 8.387e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=301]
    6.191e+00 6.191e+00 7.362e+00 7.362e+00 8.524e-01
301 3.355e+01 8.067e+02 1.060e+03 9.889e+02 8.387e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=301]
    6.191e+00 6.191e+00 7.362e+00 7.362e+00 8.524e-01                     Brutas
    3.221e+01 7.191e+02 9.335e+02 8.766e+02 8.053e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=302]
    5.981e+00 5.981e+00 7.058e+00 7.058e+00 8.518e-01
302 3.221e+01 7.191e+02 9.335e+02 8.766e+02 8.053e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=302]
    5.981e+00 5.981e+00 7.058e+00 7.058e+00 8.518e-01                     Brutas
    3.057e+01 6.182e+02 7.953e+02 7.503e+02 7.644e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=303]
    5.711e+00 5.711e+00 6.698e+00 6.698e+00 8.510e-01
303 3.057e+01 6.182e+02 7.953e+02 7.503e+02 7.644e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=303]
    5.711e+00 5.711e+00 6.698e+00 6.698e+00 8.510e-01                     Brutas
    2.903e+01 5.320e+02 6.779e+02 6.426e+02 7.256e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=304]
    5.456e+00 5.456e+00 6.357e+00 6.357e+00 8.502e-01
```

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-------------------------------------------------------------------------
304 2.903e+01 5.320e+02 6.779e+02 6.426e+02 7.256e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=304]
    5.456e+00 5.456e+00 6.357e+00 6.357e+00 8.502e-01                     Brutas
    2.757e+01 4.584e+02 5.783e+02 5.510e+02 6.891e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=305]
    5.215e+00 5.215e+00 6.036e+00 6.036e+00 8.493e-01
305 2.757e+01 4.584e+02 5.783e+02 5.510e+02 6.891e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=305]
    5.215e+00 5.215e+00 6.036e+00 6.036e+00 8.493e-01                     Brutas
    2.619e+01 3.958e+02 4.941e+02 4.733e+02 6.548e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=306]
    4.989e+00 4.989e+00 5.735e+00 5.735e+00 8.484e-01
306 2.619e+01 3.958e+02 4.941e+02 4.733e+02 6.548e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=306]
    4.989e+00 4.989e+00 5.735e+00 5.735e+00 8.484e-01                     Brutas
    2.491e+01 3.426e+02 4.232e+02 4.076e+02 6.228e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=307]
    4.778e+00 4.778e+00 5.453e+00 5.453e+00 8.475e-01
307 2.491e+01 3.426e+02 4.232e+02 4.076e+02 6.228e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=307]
    4.778e+00 4.778e+00 5.453e+00 5.453e+00 8.475e-01                     Brutas
    2.372e+01 2.976e+02 3.636e+02 3.521e+02 5.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=308]
    4.581e+00 4.581e+00 5.191e+00 5.191e+00 8.466e-01
308 2.372e+01 2.976e+02 3.636e+02 3.521e+02 5.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=308]
    4.581e+00 4.581e+00 5.191e+00 5.191e+00 8.466e-01                     Brutas
    2.261e+01 2.597e+02 3.137e+02 3.054e+02 5.653e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=309]
    4.399e+00 4.399e+00 4.948e+00 4.948e+00 8.456e-01
309 2.261e+01 2.597e+02 3.137e+02 3.054e+02 5.653e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=309]
    4.399e+00 4.399e+00 4.948e+00 4.948e+00 8.456e-01                     Brutas
    2.160e+01 2.277e+02 2.720e+02 2.663e+02 5.399e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=310]
    4.232e+00 4.232e+00 4.725e+00 4.725e+00 8.446e-01
310 2.160e+01 2.277e+02 2.720e+02 2.663e+02 5.399e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=310]
    4.232e+00 4.232e+00 4.725e+00 4.725e+00 8.446e-01                     Brutas
    2.067e+01 2.009e+02 2.373e+02 2.336e+02 5.167e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=311]
    4.078e+00 4.078e+00 4.521e+00 4.521e+00 8.437e-01
311 2.067e+01 2.009e+02 2.373e+02 2.336e+02 5.167e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=311]
    4.078e+00 4.078e+00 4.521e+00 4.521e+00 8.437e-01                     Brutas
    1.983e+01 1.786e+02 2.086e+02 2.065e+02 4.957e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=312]
    3.940e+00 3.940e+00 4.336e+00 4.336e+00 8.427e-01
312 1.983e+01 1.786e+02 2.086e+02 2.065e+02 4.957e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=312]
    3.940e+00 3.940e+00 4.336e+00 4.336e+00 8.427e-01                     Brutas
    1.908e+01 1.601e+02 1.850e+02 1.840e+02 4.769e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=313]
    3.816e+00 3.816e+00 4.171e+00 4.171e+00 8.418e-01
313 1.908e+01 1.601e+02 1.850e+02 1.840e+02 4.769e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=313]
    3.816e+00 3.816e+00 4.171e+00 4.171e+00 8.418e-01                     Brutas
    1.841e+01 1.448e+02 1.656e+02 1.656e+02 4.603e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=314]
    3.707e+00 3.707e+00 4.025e+00 4.025e+00 8.409e-01
314 1.841e+01 1.448e+02 1.656e+02 1.656e+02 4.603e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=314]
    3.707e+00 3.707e+00 4.025e+00 4.025e+00 8.409e-01                     Brutas
    1.784e+01 1.324e+02 1.500e+02 1.506e+02 4.460e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=315]
    3.612e+00 3.612e+00 3.899e+00 3.899e+00 8.401e-01
315 1.784e+01 1.324e+02 1.500e+02 1.506e+02 4.460e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=315]
    3.612e+00 3.612e+00 3.899e+00 3.899e+00 8.401e-01                     Brutas
    1.735e+01 1.225e+02 1.376e+02 1.387e+02 4.338e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=316]
    3.532e+00 3.532e+00 3.792e+00 3.792e+00 8.394e-01
316 1.735e+01 1.225e+02 1.376e+02 1.387e+02 4.338e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=316]
    3.532e+00 3.532e+00 3.792e+00 3.792e+00 8.394e-01                     Brutas
    1.696e+01 1.148e+02 1.280e+02 1.295e+02 4.239e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=317]
    3.466e+00 3.466e+00 3.705e+00 3.705e+00 8.388e-01
317 1.696e+01 1.148e+02 1.280e+02 1.295e+02 4.239e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=317]
    3.466e+00 3.466e+00 3.705e+00 3.705e+00 8.388e-01                     Brutas
    1.665e+01 1.090e+02 1.208e+02 1.225e+02 4.162e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=318]
    3.416e+00 3.416e+00 3.637e+00 3.637e+00 8.383e-01
318 1.665e+01 1.090e+02 1.208e+02 1.225e+02 4.162e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=318]
    3.416e+00 3.416e+00 3.637e+00 3.637e+00 8.383e-01                     Brutas
    1.643e+01 1.050e+02 1.159e+02 1.178e+02 4.107e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=319]
    3.379e+00 3.379e+00 3.589e+00 3.589e+00 8.379e-01
319 1.643e+01 1.050e+02 1.159e+02 1.178e+02 4.107e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=319]
    3.379e+00 3.379e+00 3.589e+00 3.589e+00 8.379e-01                     Brutas
    1.516e+01 9.688e+01 1.066e+02 1.087e+02 3.790e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=320]
    3.357e+00 3.357e+00 3.560e+00 3.560e+00 7.754e-01
320 1.516e+01 9.688e+01 1.066e+02 1.087e+02 3.790e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=320]
    3.357e+00 3.357e+00 3.560e+00 3.560e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=321]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
321 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=321]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=322]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
```

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-------------------------------------------------------------------------
322 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=322]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=323]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
323 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=323]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=324]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
324 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=324]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=325]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
325 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=325]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=326]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01
326 1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=326]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01                     Brutas
    1.512e+01 9.615e+01 1.057e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=327]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 7.754e-01

idC idC   Geo0      Geo1      Geo2      Geo3      Geo4
-----------------------------------------------------------
055 13         55        56 [VA]
056 13         56        57 [VA]
057 13         57        58 [VA]
058 13         58        59 [VA]
059 13         59        60 [VA]
060 13         60        61 [VA]
061 13         61        62 [VA]
062 13         62        63 [VA]
063 13         63        64 [VA]
064 13         64        65 [VA]
065 13         65        66 [VA]
066 13         66        67 [VA]
067 13         67        68 [VA]
068 13         68        69 [VA]
069 13         69        70 [VA]
070 13         70        71 [VA]
071 13         71        72 [VA]
072 13         72        73 [VA]
073 13         73        74 [VA]
074 13         74        75 [VA]
075 13         75        76 [VA]
076 13         76        77 [VA]
077 13         77        78 [VA]
078 13         78        79 [VA]
300 13        300       301 [VA]
301 13        301       302 [VA]
302 13        302       303 [VA]
303 13        303       304 [VA]
304 13        304       305 [VA]
305 13        305       306 [VA]
306 13        306       307 [VA]
307 13        307       308 [VA]
308 13        308       309 [VA]
309 13        309       310 [VA]
310 13        310       311 [VA]
311 13        311       312 [VA]
312 13        312       313 [VA]
313 13        313       314 [VA]
314 13        314       315 [VA]
315 13        315       316 [VA]
316 13        316       317 [VA]
317 13        317       318 [VA]
318 13        318       319 [VA]
319 13        319       320 [VA]
320 13        320       321 [VA]
321 13        321       322 [VA]
322 13        322       323 [VA]
323 13        323       324 [VA]
324 13        324       325 [VA]
325 13        325       326 [VA]
326 13        326       327 [VA]
```

```
6.- Acciones
------------

Acción (1)
-----------

  e      To         TgX        TgY       Alfa
-----------------------------------------------
0300 +0.000e+00 +6.648e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0301 +0.000e+00 +6.938e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0302 +0.000e+00 +7.275e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0303 +0.000e+00 +7.665e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0304 +0.000e+00 +8.074e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0305 +0.000e+00 +8.501e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0306 +0.000e+00 +8.943e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0307 +0.000e+00 +9.400e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0308 +4.441e-16 +9.868e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0309 +4.441e-16 +1.034e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0310 +0.000e+00 +1.082e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0311 +0.000e+00 +1.130e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0312 +0.000e+00 +1.176e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0313 +0.000e+00 +1.220e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0314 +0.000e+00 +1.262e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0315 +0.000e+00 +1.300e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0316 +0.000e+00 +1.334e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0317 +0.000e+00 +1.362e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0318 +0.000e+00 +1.384e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0319 +0.000e+00 +1.399e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0320 +0.000e+00 +1.407e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0321 +0.000e+00 +1.408e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0322 +0.000e+00 +1.408e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0323 +0.000e+00 +1.408e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0324 +0.000e+00 +1.408e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0325 +0.000e+00 +1.408e+00 +0.000e+00 +1.000e-05
0326 +0.000e+00 +1.408e+00 +0.000e+00 +1.000e-05

7.- Hipótesis
-------------

Hipótesis (1)
-------------
Acción Coeficiente
------------------
   1    +1.000  []
```

FICHERO DE RESULTADOS

```
RESULTADOS ESTRUCTURA
=====================
Título: TIEMPO

Hipótesis (1)
-------------
```

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00055	-5.141e-10	-8.670e-02	+2.731e-03	+1.470e-03	-4.663e-12	+1.398e-10
00056	-4.646e-10	-8.636e-02	+2.222e-03	+1.470e-03	-4.663e-12	+1.398e-10
00057	-4.200e-10	-8.598e-02	+1.765e-03	+1.470e-03	-4.663e-12	+1.398e-10
00058	-3.803e-10	-8.557e-02	+1.361e-03	+1.470e-03	-4.663e-12	+1.398e-10
00059	-3.455e-10	-8.513e-02	+1.009e-03	+1.470e-03	-4.663e-12	+1.398e-10
00060	-3.156e-10	-8.467e-02	+7.099e-04	+1.470e-03	-4.663e-12	+1.398e-10
00061	-2.905e-10	-8.417e-02	+4.632e-04	+1.470e-03	-4.663e-12	+1.398e-10
00062	-2.704e-10	-8.365e-02	+2.689e-04	+1.470e-03	-4.663e-12	+1.398e-10
00063	-2.565e-10	-8.317e-02	+1.389e-04	+1.470e-03	-4.663e-12	+1.398e-10
00064	-2.476e-10	-8.273e-02	+5.908e-05	+1.470e-03	-4.663e-12	+1.398e-10
00065	-2.427e-10	-8.258e-02	+1.287e-05	+1.470e-03	-4.663e-12	+1.398e-10
00066	-2.425e-10	-8.256e-02	+1.179e-05	+1.470e-03	-4.663e-12	+1.398e-10
00067	-2.414e-10	-8.256e-02	-3.743e-12	**+1.470e-03**	-4.656e-12	+1.397e-10
00068	-2.425e-10	-8.256e-02	+1.179e-05	+1.470e-03	-4.658e-12	+1.400e-10
00069	-2.427e-10	-8.258e-02	+1.287e-05	+1.470e-03	-4.658e-12	+1.400e-10
00070	-2.475e-10	-8.269e-02	+5.908e-05	+1.470e-03	-4.658e-12	+1.400e-10
00071	-2.563e-10	-8.310e-02	+1.389e-04	+1.470e-03	-4.658e-12	+1.400e-10
00072	-2.701e-10	-8.354e-02	+2.689e-04	+1.470e-03	-4.658e-12	+1.400e-10
00073	-2.902e-10	-8.403e-02	+4.632e-04	+1.470e-03	-4.658e-12	+1.400e-10
00074	-3.152e-10	-8.451e-02	+7.099e-04	+1.470e-03	-4.658e-12	+1.400e-10
00075	-3.451e-10	-8.496e-02	+1.009e-03	+1.470e-03	-4.658e-12	+1.400e-10
00076	-3.800e-10	-8.540e-02	+1.361e-03	+1.470e-03	-4.658e-12	+1.400e-10
00077	-4.198e-10	-8.582e-02	+1.765e-03	+1.470e-03	-4.658e-12	+1.400e-10
00078	-4.645e-10	-8.623e-02	+2.222e-03	+1.470e-03	-4.658e-12	+1.400e-10
00079	-5.138e-10	-8.648e-02	+2.731e-03	+1.470e-03	-4.658e-12	+1.400e-10
00300	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00
00301	-1.265e-13	-7.541e-05	-7.863e-14	+3.166e-05	-5.290e-14	+8.816e-13
00302	-5.173e-13	-3.049e-04	-1.606e-13	+6.471e-05	-1.110e-13	+1.878e-12
00303	-1.201e-12	-6.956e-04	-2.464e-13	+9.936e-05	-1.757e-13	+3.021e-12
00304	-2.213e-12	-1.256e-03	-3.369e-13	+1.359e-04	-2.492e-13	+4.357e-12
00305	-3.599e-12	-1.995e-03	-4.322e-13	+1.743e-04	-3.323e-13	+5.915e-12
00306	-5.407e-12	-2.921e-03	-5.325e-13	+2.148e-04	-4.263e-13	+7.732e-12
00307	-7.690e-12	-4.046e-03	-6.381e-13	+2.574e-04	-5.322e-13	+9.845e-12
00308	-1.051e-11	-5.378e-03	-7.490e-13	+3.022e-04	-6.510e-13	+1.230e-11
00309	-1.393e-11	-6.930e-03	-8.655e-13	+3.492e-04	-7.837e-13	+1.513e-11
00310	-1.801e-11	-8.710e-03	-9.876e-13	+3.984e-04	-9.312e-13	+1.838e-11
00311	-2.284e-11	-1.073e-02	-1.115e-12	+4.500e-04	-1.094e-12	+2.211e-11
00312	-2.848e-11	-1.300e-02	-1.249e-12	+5.038e-04	-1.272e-12	+2.634e-11
00313	-3.500e-11	-1.553e-02	-1.388e-12	+5.598e-04	-1.466e-12	+3.111e-11
00314	-4.248e-11	-1.834e-02	-1.532e-12	+6.179e-04	-1.674e-12	+3.644e-11
00315	-5.098e-11	-2.143e-02	-1.681e-12	+6.780e-04	-1.895e-12	+4.234e-11
00316	-6.056e-11	-2.480e-02	-1.834e-12	+7.400e-04	-2.128e-12	+4.878e-11
00317	-7.127e-11	-2.848e-02	-1.992e-12	+8.035e-04	-2.368e-12	+5.573e-11
00318	-8.314e-11	-3.246e-02	-2.153e-12	+8.684e-04	-2.614e-12	+6.312e-11
00319	-9.619e-11	-3.675e-02	-2.317e-12	+9.343e-04	-2.862e-12	+7.088e-11
00320	-1.104e-10	-4.136e-02	-2.488e-12	+1.001e-03	-3.113e-12	+7.912e-11
00321	-1.259e-10	-4.629e-02	-2.667e-12	+1.068e-03	-3.366e-12	+8.774e-11
00322	-1.425e-10	-5.154e-02	-2.846e-12	+1.135e-03	-3.608e-12	+9.640e-11
00323	-1.602e-10	-5.710e-02	-3.025e-12	+1.202e-03	-3.840e-12	+1.051e-10
00324	-1.790e-10	-6.299e-02	-3.205e-12	+1.269e-03	-4.060e-12	+1.137e-10
00325	-1.989e-10	-6.919e-02	-3.384e-12	+1.336e-03	-4.270e-12	+1.224e-10
00326	-2.197e-10	-7.572e-02	-3.563e-12	+1.403e-03	-4.468e-12	+1.311e-10

Se han eliminado los listados de esfuerzos, tensiones en el hormigón y reacciones en la cimentación puesto que son nulos.

ANEXO F. ÁNALISIS NO LINEAL. FICHEROS DE DATOS Y RESULTADOS

F.1 Gráficos del modelo

La representación gráfica del modelo es la misma que la indicada en el Anexo C.

F.2 Acciones de cálculo

Se ha considerado la acción simultánea de:

- Peso propio.
- Peso de los medios auxiliares -carga muerta-: carros de avance.
- Gradiente térmico horizontal: 6.4ºC.

F.3 Análisis lineal. Longitudinal

En las siguientes páginas se incluyen los ficheros de datos y de resultados del modelo de 15 dovelas.

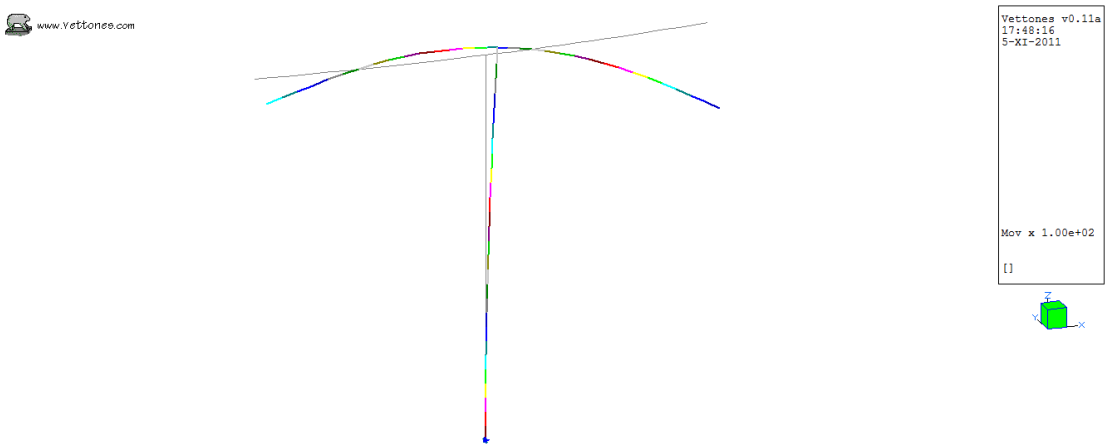


Figura F-1. Deformada de la "T" con quince dovelas. Análisis lineal. Escala ampliada: x100.

Movimientos principales:

- Giro longitudinal en coronación de pila -Nudo 67-: r_y= 0.001393 rad
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudo 50-: u_z= -0.1281 m
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudo 84-: u_z= -0.3308 m

FICHERO DE DATOS

```
DATOS ESTRUCTURA
================
Unidades: Tonelada y metro

Programa de cálculo
-------------------
Nombre  :  Vettones
Versión :  v0.11a


Datos generales
---------------------------------------
Número de nudos                     125
Número de elementos finitos          61
Número de apoyos en nudos             1
Número de materiales                229
Número de características           229
Número de acciones                    9
Número de hipótesis                   1

1.- Nudos
---------

   n      x          y          z
---------------------------------------
0050 -7.585e+01 +4.122e+00 +0.000e+00
0051 -7.088e+01 +3.598e+00 +0.000e+00
0052 -6.590e+01 +3.109e+00 +0.000e+00
0053 -6.092e+01 +2.656e+00 +0.000e+00
0054 -5.594e+01 +2.239e+00 +0.000e+00
0055 -5.095e+01 +1.857e+00 +0.000e+00
0056 -4.597e+01 +1.511e+00 +0.000e+00
0057 -4.098e+01 +1.200e+00 +0.000e+00
0058 -3.598e+01 +9.255e-01 +0.000e+00
0059 -3.099e+01 +6.863e-01 +0.000e+00
0060 -2.599e+01 +4.828e-01 +0.000e+00
0061 -2.100e+01 +3.150e-01 +0.000e+00
0062 -1.600e+01 +1.828e-01 +0.000e+00
0063 -1.150e+01 +9.446e-02 +0.000e+00
0064 -7.500e+00 +4.018e-02 +0.000e+00
0065 -3.500e+00 +8.750e-03 +0.000e+00
0066 -3.350e+00 +8.016e-03 +0.000e+00
0067 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00
0068 +3.350e+00 +8.016e-03 +0.000e+00
0069 +3.500e+00 +8.750e-03 +0.000e+00
0070 +7.500e+00 +4.018e-02 +0.000e+00
0071 +1.150e+01 +9.446e-02 +0.000e+00
0072 +1.600e+01 +1.828e-01 +0.000e+00
0073 +2.100e+01 +3.150e-01 +0.000e+00
0074 +2.599e+01 +4.828e-01 +0.000e+00
0075 +3.099e+01 +6.863e-01 +0.000e+00
0076 +3.598e+01 +9.255e-01 +0.000e+00
0077 +4.098e+01 +1.200e+00 +0.000e+00
0078 +4.597e+01 +1.511e+00 +0.000e+00
0079 +5.095e+01 +1.857e+00 +0.000e+00
0080 +5.594e+01 +2.239e+00 +0.000e+00
0081 +6.092e+01 +2.656e+00 +0.000e+00
0082 +6.590e+01 +3.109e+00 +0.000e+00
0083 +7.088e+01 +3.598e+00 +0.000e+00
0084 +7.585e+01 +4.122e+00 +0.000e+00
0300 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.286e+02
0301 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.238e+02
0302 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.191e+02
0303 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.143e+02
0304 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.095e+02
0305 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.048e+02
0306 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.000e+02
0307 +0.000e+00 +0.000e+00 -9.526e+01
0308 +0.000e+00 +0.000e+00 -9.050e+01
0309 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.573e+01
0310 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.097e+01
0311 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.621e+01
0312 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.144e+01
0313 +0.000e+00 +0.000e+00 -6.668e+01
```

n	x	y	z
0314	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.192e+01
0315	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.716e+01
0316	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.239e+01
0317	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.763e+01
0318	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.287e+01
0319	+0.000e+00	+0.000e+00	-3.810e+01
0320	+0.000e+00	+0.000e+00	-3.334e+01
0321	+0.000e+00	+0.000e+00	-2.858e+01
0322	+0.000e+00	+0.000e+00	-2.381e+01
0323	+0.000e+00	+0.000e+00	-1.905e+01
0324	+0.000e+00	+0.000e+00	-1.429e+01
0325	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.526e+00
0326	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.763e+00
1050	-7.585e+01	+4.122e+00	+5.000e+01
1051	-7.088e+01	+3.598e+00	+5.000e+01
1052	-6.590e+01	+3.109e+00	+5.000e+01
1053	-6.092e+01	+2.656e+00	+5.000e+01
1054	-5.594e+01	+2.239e+00	+5.000e+01
1055	-5.095e+01	+1.857e+00	+5.000e+01
1056	-4.597e+01	+1.511e+00	+5.000e+01
1057	-4.098e+01	+1.200e+00	+5.000e+01
1058	-3.598e+01	+9.255e-01	+5.000e+01
1059	-3.099e+01	+6.863e-01	+5.000e+01
1060	-2.599e+01	+4.828e-01	+5.000e+01
1061	-2.100e+01	+3.150e-01	+5.000e+01
1062	-1.600e+01	+1.828e-01	+5.000e+01
1063	-1.150e+01	+9.446e-02	+5.000e+01
1064	-7.500e+00	+4.018e-02	+5.000e+01
1065	-3.500e+00	+8.750e-03	+5.000e+01
1066	-3.350e+00	+8.016e-03	+5.000e+01
1067	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.000e+01
1068	+3.350e+00	+8.016e-03	+5.000e+01
1069	+3.500e+00	+8.750e-03	+5.000e+01
1070	+7.500e+00	+4.018e-02	+5.000e+01
1071	+1.150e+01	+9.446e-02	+5.000e+01
1072	+1.600e+01	+1.828e-01	+5.000e+01
1073	+2.100e+01	+3.150e-01	+5.000e+01
1074	+2.599e+01	+4.828e-01	+5.000e+01
1075	+3.099e+01	+6.863e-01	+5.000e+01
1076	+3.598e+01	+9.255e-01	+5.000e+01
1077	+4.098e+01	+1.200e+00	+5.000e+01
1078	+4.597e+01	+1.511e+00	+5.000e+01
1079	+5.095e+01	+1.857e+00	+5.000e+01
1080	+5.594e+01	+2.239e+00	+5.000e+01
1081	+6.092e+01	+2.656e+00	+5.000e+01
1082	+6.590e+01	+3.109e+00	+5.000e+01
1083	+7.088e+01	+3.598e+00	+5.000e+01
1084	+7.585e+01	+4.122e+00	+5.000e+01
2000	+0.000e+00	+7.000e+02	+0.000e+00
2300	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.286e+02
2301	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.238e+02
2302	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.191e+02
2303	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.143e+02
2304	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.095e+02
2305	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.048e+02
2306	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.000e+02
2307	-1.000e+01	+0.000e+00	-9.526e+01
2308	-1.000e+01	+0.000e+00	-9.050e+01
2309	-1.000e+01	+0.000e+00	-8.573e+01
2310	-1.000e+01	+0.000e+00	-8.097e+01
2311	-1.000e+01	+0.000e+00	-7.621e+01
2312	-1.000e+01	+0.000e+00	-7.144e+01
2313	-1.000e+01	+0.000e+00	-6.668e+01
2314	-1.000e+01	+0.000e+00	-6.192e+01
2315	-1.000e+01	+0.000e+00	-5.716e+01
2316	-1.000e+01	+0.000e+00	-5.239e+01
2317	-1.000e+01	+0.000e+00	-4.763e+01
2318	-1.000e+01	+0.000e+00	-4.287e+01
2319	-1.000e+01	+0.000e+00	-3.810e+01
2320	-1.000e+01	+0.000e+00	-3.334e+01
2321	-1.000e+01	+0.000e+00	-2.858e+01
2322	-1.000e+01	+0.000e+00	-2.381e+01
2323	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.905e+01
2324	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.429e+01
2325	-1.000e+01	+0.000e+00	-9.526e+00

```
   n      x          y          z
-------------------------------------
2326 -1.000e+01 +0.000e+00 -4.763e+00

2.- Elementos
-------------

 t : tipo de elemento
mat: índice de material
con: índice de característica mecánica
 ni: nudos del elemento

  e    t   mat  con  n0   n1   n2
---------------------------------
  50  14   50   50   50   51 1050
  51  14   51   51   51   52 1051
  52  14   52   52   52   53 1052
  53  14   53   53   53   54 1053
  54  14   54   54   54   55 1054
  55  14   55   55   55   56 1055
  56  14   56   56   56   57 1056
  57  14   57   57   57   58 1057
  58  14   58   58   58   59 1058
  59  14   59   59   59   60 1059
  60  14   60   60   60   61 1060
  61  14   61   61   61   62 1061
  62  14   62   62   62   63 1062
  63  14   63   63   63   64 1063
  64  14   64   64   64   65 1064
  65  14   65   65   65   66 1065
  66  14   66   66   66   67 1066
  67  14   67   67   67   68 1067
  68  14   68   68   68   69 1068
  69  14   69   69   69   70 1069
  70  14   70   70   70   71 1070
  71  14   71   71   71   72 1071
  72  14   72   72   72   73 1072
  73  14   73   73   73   74 1073
  74  14   74   74   74   75 1074
  75  14   75   75   75   76 1075
  76  14   76   76   76   77 1076
  77  14   77   77   77   78 1077
  78  14   78   78   78   79 1078
  79  14   79   79   79   80 1079
  80  14   80   80   80   81 1080
  81  14   81   81   81   82 1081
  82  14   82   82   82   83 1082
  83  14   83   83   83   84 1083
 300  14  300  300  300  301 2300
 301  14  301  301  301  302 2301
 302  14  302  302  302  303 2302
 303  14  303  303  303  304 2303
 304  14  304  304  304  305 2304
 305  14  305  305  305  306 2305
 306  14  306  306  306  307 2306
 307  14  307  307  307  308 2307
 308  14  308  308  308  309 2308
 309  14  309  309  309  310 2309
 310  14  310  310  310  311 2310
 311  14  311  311  311  312 2311
 312  14  312  312  312  313 2312
 313  14  313  313  313  314 2313
 314  14  314  314  314  315 2314
 315  14  315  315  315  316 2315
 316  14  316  316  316  317 2316
 317  14  317  317  317  318 2317
 318  14  318  318  318  319 2318
 319  14  319  319  319  320 2319
 320  14  320  320  320  321 2320
 321  14  321  321  321  322 2321
 322  14  322  322  322  323 2322
 323  14  323  323  323  324 2323
 324  14  324  324  324  325 2324
 325  14  325  325  325  326 2325
 326  14  326  326  326   67 2326
```

3.- Apoyos
---

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz	tipo
0300	1.00e+20	1.00e+20	1.00e+20	1.80e+08	1.80e+08	1.00e+20	Muelle

4.- Materiales

Ex: módulo de elasticidad
Nuxy: coeficiente de Poisson

Id	Ex	Nuxy
0050	+4.008e+06	+2.000e-01
0051	+4.008e+06	+2.000e-01
0052	+4.008e+06	+2.000e-01
0053	+4.008e+06	+2.000e-01
0054	+4.008e+06	+2.000e-01
0055	+4.008e+06	+2.000e-01
0056	+4.008e+06	+2.000e-01
0057	+4.008e+06	+2.000e-01
0058	+4.008e+06	+2.000e-01
0059	+4.008e+06	+2.000e-01
0060	+4.008e+06	+2.000e-01
0061	+4.008e+06	+2.000e-01
0062	+4.008e+06	+2.000e-01
0063	+4.008e+06	+2.000e-01
0064	+4.008e+06	+2.000e-01
0065	+4.008e+06	+2.000e-01
0066	+4.008e+06	+2.000e-01
0067	+4.008e+06	+2.000e-01
0068	+4.008e+06	+2.000e-01
0069	+4.008e+06	+2.000e-01
0070	+4.008e+06	+2.000e-01
0071	+4.008e+06	+2.000e-01
0072	+4.008e+06	+2.000e-01
0073	+4.008e+06	+2.000e-01
0074	+4.008e+06	+2.000e-01
0075	+4.008e+06	+2.000e-01
0076	+4.008e+06	+2.000e-01
0077	+4.008e+06	+2.000e-01
0078	+4.008e+06	+2.000e-01
0079	+4.008e+06	+2.000e-01
0080	+4.008e+06	+2.000e-01
0081	+4.008e+06	+2.000e-01
0082	+4.008e+06	+2.000e-01
0083	+4.008e+06	+2.000e-01
0300	+3.890e+06	+2.000e-01
0301	+3.890e+06	+2.000e-01
0302	+3.890e+06	+2.000e-01
0303	+3.890e+06	+2.000e-01
0304	+3.890e+06	+2.000e-01
0305	+3.890e+06	+2.000e-01
0306	+3.890e+06	+2.000e-01
0307	+3.890e+06	+2.000e-01
0308	+3.890e+06	+2.000e-01
0309	+3.890e+06	+2.000e-01
0310	+3.890e+06	+2.000e-01
0311	+3.890e+06	+2.000e-01
0312	+3.890e+06	+2.000e-01
0313	+3.890e+06	+2.000e-01
0314	+3.890e+06	+2.000e-01
0315	+3.890e+06	+2.000e-01
0316	+3.890e+06	+2.000e-01
0317	+3.890e+06	+2.000e-01
0318	+3.890e+06	+2.000e-01
0319	+3.890e+06	+2.000e-01
0320	+3.890e+06	+2.000e-01
0321	+3.890e+06	+2.000e-01
0322	+3.890e+06	+2.000e-01
0323	+3.890e+06	+2.000e-01
0324	+3.890e+06	+2.000e-01
0325	+4.008e+06	+2.000e-01
0326	+4.008e+06	+2.000e-01

5.- Características mecánicas
---

c	A	Ix	Iy	It	p.p	AcX	Acy
	ymáx	ymín	xmáx	xmín	eficticio		
050	1.827e+01	5.163e+01	4.831e+02	5.874e+01	4.454e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.140e+00	2.162e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.376e-01		
	1.896e+01	5.487e+01	4.910e+02	5.988e+01	4.627e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.180e+00	2.171e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.065e-01		
051	1.896e+01	5.487e+01	4.910e+02	5.988e+01	4.627e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.180e+00	2.171e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.065e-01		
	1.910e+01	5.815e+01	4.931e+02	6.247e+01	4.662e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.244e+00	2.217e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.100e-01		
052	1.910e+01	5.815e+01	4.931e+02	6.247e+01	4.662e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.244e+00	2.217e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.100e-01		
	1.895e+01	6.221e+01	4.985e+02	6.657e+01	4.624e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.289e+00	2.343e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.233e-01		
053	1.895e+01	6.221e+01	4.985e+02	6.657e+01	4.624e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.289e+00	2.343e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.233e-01		
	1.965e+01	7.138e+01	5.099e+02	7.218e+01	4.800e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.406e+00	2.457e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.414e-01		
054	1.965e+01	7.138e+01	5.099e+02	7.218e+01	4.800e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.406e+00	2.457e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.414e-01		
	2.051e+01	8.403e+01	5.243e+02	7.941e+01	4.996e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.539e+00	2.617e+00	7.900e+00	7.900e+00	9.644e-01		
055	2.051e+01	8.403e+01	5.243e+02	7.941e+01	4.996e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.539e+00	2.617e+00	7.900e+00	7.900e+00	9.644e-01		
	2.200e+01	1.027e+02	5.459e+02	8.826e+01	5.369e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.769e+00	2.740e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.008e+00		
056	2.200e+01	1.027e+02	5.459e+02	8.826e+01	5.369e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.769e+00	2.740e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.008e+00		
	2.350e+01	1.263e+02	5.671e+02	9.876e+01	5.746e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.022e+00	2.901e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.048e+00		
057	2.350e+01	1.263e+02	5.671e+02	9.876e+01	5.746e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.022e+00	2.901e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.048e+00		
	2.500e+01	1.559e+02	5.874e+02	1.109e+02	6.124e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.298e+00	3.101e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.084e+00		
058	2.500e+01	1.559e+02	5.874e+02	1.109e+02	6.124e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.298e+00	3.101e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.084e+00		
	2.650e+01	1.931e+02	6.066e+02	1.246e+02	6.499e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.596e+00	3.339e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.115e+00		
059	2.650e+01	1.931e+02	6.066e+02	1.246e+02	6.499e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.596e+00	3.339e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.115e+00		
	2.800e+01	2.394e+02	6.244e+02	1.396e+02	6.877e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.911e+00	3.621e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.140e+00		
060	2.800e+01	2.394e+02	6.244e+02	1.396e+02	6.877e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.911e+00	3.621e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.140e+00		
	2.945e+01	2.959e+02	6.403e+02	1.559e+02	7.242e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.247e+00	3.943e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.161e+00		
061	2.945e+01	2.959e+02	6.403e+02	1.559e+02	7.242e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.247e+00	3.943e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.161e+00		
	3.085e+01	3.645e+02	6.541e+02	1.731e+02	7.596e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.598e+00	4.311e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.177e+00		
062	3.085e+01	3.645e+02	6.541e+02	1.731e+02	7.596e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.598e+00	4.311e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.177e+00		
	3.207e+01	4.377e+02	6.646e+02	1.890e+02	7.902e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.925e+00	4.684e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.187e+00		
063	3.207e+01	4.377e+02	6.646e+02	1.890e+02	7.902e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.925e+00	4.684e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.187e+00		
	3.310e+01	5.126e+02	6.725e+02	2.032e+02	8.161e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.220e+00	5.051e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.192e+00		
064	3.310e+01	5.126e+02	6.725e+02	2.032e+02	8.161e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.220e+00	5.051e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.192e+00		
	3.541e+01	6.306e+02	6.807e+02	2.172e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.326e+00	5.647e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.139e+00		
065	3.541e+01	6.306e+02	6.807e+02	2.172e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.326e+00	5.647e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.139e+00		
	3.544e+01	6.340e+02	6.809e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.338e+00	5.662e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.140e+00		
066	3.544e+01	6.340e+02	6.809e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.338e+00	5.662e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.140e+00		
	3.538e+01	6.327e+02	6.807e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.331e+00	5.669e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.138e+00		

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-------------------------------------------------------------------------
067 3.538e+01 6.327e+02 6.807e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.331e+00 5.669e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.138e+00
    3.538e+01 6.327e+02 6.807e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.331e+00 5.669e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.138e+00
068 3.538e+01 6.327e+02 6.807e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.331e+00 5.669e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.138e+00
    3.535e+01 6.296e+02 6.805e+02 2.173e+02 8.741e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.320e+00 5.656e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.137e+00
069 3.535e+01 6.296e+02 6.805e+02 2.173e+02 8.741e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.320e+00 5.656e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.137e+00
    3.302e+01 5.192e+02 6.725e+02 2.049e+02 8.155e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.238e+00 5.117e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.187e+00
070 3.302e+01 5.192e+02 6.725e+02 2.049e+02 8.155e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.238e+00 5.117e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.187e+00
    3.196e+01 4.500e+02 6.649e+02 1.924e+02 7.889e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.965e+00 4.800e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.178e+00
071 3.196e+01 4.500e+02 6.649e+02 1.924e+02 7.889e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.965e+00 4.800e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.178e+00
    3.071e+01 3.813e+02 6.548e+02 1.784e+02 7.575e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.662e+00 4.475e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.164e+00
072 3.071e+01 3.813e+02 6.548e+02 1.784e+02 7.575e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.662e+00 4.475e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.164e+00
    2.925e+01 3.155e+02 6.416e+02 1.630e+02 7.210e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.332e+00 4.152e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.144e+00
073 2.925e+01 3.155e+02 6.416e+02 1.630e+02 7.210e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.332e+00 4.152e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.144e+00
    2.775e+01 2.598e+02 6.264e+02 1.483e+02 6.833e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.011e+00 3.868e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.118e+00
074 2.775e+01 2.598e+02 6.264e+02 1.483e+02 6.833e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.011e+00 3.868e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.118e+00
    2.618e+01 2.129e+02 6.091e+02 1.343e+02 6.439e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.704e+00 3.617e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.089e+00
075 2.618e+01 2.129e+02 6.091e+02 1.343e+02 6.439e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.704e+00 3.617e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.089e+00
    2.461e+01 1.741e+02 5.904e+02 1.214e+02 6.046e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.405e+00 3.404e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.053e+00
076 2.461e+01 1.741e+02 5.904e+02 1.214e+02 6.046e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.405e+00 3.404e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.053e+00
    2.302e+01 1.419e+02 5.703e+02 1.095e+02 5.647e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.120e+00 3.226e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.012e+00
077 2.302e+01 1.419e+02 5.703e+02 1.095e+02 5.647e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.120e+00 3.226e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.012e+00
    2.141e+01 1.153e+02 5.490e+02 9.892e+01 5.244e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.848e+00 3.082e+00 7.900e+00 7.900e+00 9.669e-01
078 2.141e+01 1.153e+02 5.490e+02 9.892e+01 5.244e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.848e+00 3.082e+00 7.900e+00 7.900e+00 9.669e-01
    2.054e+01 9.737e+01 5.341e+02 8.955e+01 5.027e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.694e+00 2.867e+00 7.900e+00 7.900e+00 8.088e-01
079 2.054e+01 9.737e+01 5.341e+02 8.955e+01 5.027e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.694e+00 2.867e+00 7.900e+00 7.900e+00 8.088e-01
    2.006e+01 8.450e+01 5.214e+02 8.147e+01 4.904e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.575e+00 2.664e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.547e-01
080 2.006e+01 8.450e+01 5.214e+02 8.147e+01 4.904e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.575e+00 2.664e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.547e-01
    1.947e+01 7.358e+01 5.091e+02 7.467e+01 4.756e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.456e+00 2.508e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.429e-01
081 1.947e+01 7.358e+01 5.091e+02 7.467e+01 4.756e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.456e+00 2.508e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.429e-01
    1.941e+01 6.678e+01 5.021e+02 6.912e+01 4.740e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.372e+00 2.366e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.201e-01
082 1.941e+01 6.678e+01 5.021e+02 6.912e+01 4.740e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.372e+00 2.366e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.201e-01
    1.912e+01 6.080e+01 4.978e+02 6.479e+01 4.668e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.268e+00 2.290e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.102e-01
083 1.912e+01 6.080e+01 4.978e+02 6.479e+01 4.668e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.268e+00 2.290e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.102e-01
    1.859e+01 5.560e+01 4.874e+02 6.163e+01 4.533e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.213e+00 2.212e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.308e-01
300 3.683e+01 9.563e+02 1.271e+03 1.119e+03 8.744e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=300]
    6.415e+00 6.415e+00 7.687e+00 7.687e+00 1.347e+00
    3.532e+01 8.496e+02 1.116e+03 9.889e+02 8.387e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=301]
    6.191e+00 6.191e+00 7.362e+00 7.362e+00 1.346e+00
```

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-------------------------------------------------------------------------
301 3.532e+01 8.496e+02 1.116e+03 9.889e+02 8.387e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=301]
    6.191e+00 6.191e+00 7.362e+00 7.362e+00 1.346e+00
    3.392e+01 7.574e+02 9.832e+02 8.766e+02 8.053e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=302]
    5.981e+00 5.981e+00 7.058e+00 7.058e+00 1.345e+00
302 3.392e+01 7.574e+02 9.832e+02 8.766e+02 8.053e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=302]
    5.981e+00 5.981e+00 7.058e+00 7.058e+00 1.345e+00
    3.219e+01 6.512e+02 8.377e+02 7.503e+02 7.644e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=303]
    5.711e+00 5.711e+00 6.698e+00 6.698e+00 1.344e+00
303 3.219e+01 6.512e+02 8.377e+02 7.503e+02 7.644e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=303]
    5.711e+00 5.711e+00 6.698e+00 6.698e+00 1.344e+00
    3.154e+01 5.784e+02 7.371e+02 6.426e+02 7.256e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=304]
    5.456e+00 5.456e+00 6.357e+00 6.357e+00 1.386e+00
304 3.154e+01 5.784e+02 7.371e+02 6.426e+02 7.256e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=304]
    5.456e+00 5.456e+00 6.357e+00 6.357e+00 1.386e+00
    2.996e+01 4.984e+02 6.288e+02 5.510e+02 6.891e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=305]
    5.215e+00 5.215e+00 6.036e+00 6.036e+00 1.384e+00
305 2.996e+01 4.984e+02 6.288e+02 5.510e+02 6.891e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=305]
    5.215e+00 5.215e+00 6.036e+00 6.036e+00 1.384e+00
    2.847e+01 4.303e+02 5.373e+02 4.733e+02 6.548e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=306]
    4.989e+00 4.989e+00 5.735e+00 5.735e+00 1.383e+00
306 2.847e+01 4.303e+02 5.373e+02 4.733e+02 6.548e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=306]
    4.989e+00 4.989e+00 5.735e+00 5.735e+00 1.383e+00
    2.822e+01 3.895e+02 4.810e+02 4.076e+02 6.228e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=307]
    4.778e+00 4.778e+00 5.453e+00 5.453e+00 1.440e+00
307 2.822e+01 3.895e+02 4.810e+02 4.076e+02 6.228e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=307]
    4.778e+00 4.778e+00 5.453e+00 5.453e+00 1.440e+00
    2.687e+01 3.384e+02 4.133e+02 3.521e+02 5.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=308]
    4.581e+00 4.581e+00 5.191e+00 5.191e+00 1.438e+00
308 2.687e+01 3.384e+02 4.133e+02 3.521e+02 5.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=308]
    4.581e+00 4.581e+00 5.191e+00 5.191e+00 1.438e+00
    2.561e+01 2.952e+02 3.566e+02 3.054e+02 5.653e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=309]
    4.399e+00 4.399e+00 4.948e+00 4.948e+00 1.437e+00
309 2.561e+01 2.952e+02 3.566e+02 3.054e+02 5.653e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=309]
    4.399e+00 4.399e+00 4.948e+00 4.948e+00 1.437e+00
    2.447e+01 2.591e+02 3.093e+02 2.663e+02 5.399e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=310]
    4.232e+00 4.232e+00 4.725e+00 4.725e+00 1.435e+00
310 2.447e+01 2.591e+02 3.093e+02 2.663e+02 5.399e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=310]
    4.232e+00 4.232e+00 4.725e+00 4.725e+00 1.435e+00
    2.342e+01 2.286e+02 2.700e+02 2.336e+02 5.167e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=311]
    4.078e+00 4.078e+00 4.521e+00 4.521e+00 1.434e+00
311 2.342e+01 2.286e+02 2.700e+02 2.336e+02 5.167e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=311]
    4.078e+00 4.078e+00 4.521e+00 4.521e+00 1.434e+00
    2.247e+01 2.033e+02 2.374e+02 2.065e+02 4.957e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=312]
    3.940e+00 3.940e+00 4.336e+00 4.336e+00 1.432e+00
312 2.247e+01 2.033e+02 2.374e+02 2.065e+02 4.957e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=312]
    3.940e+00 3.940e+00 4.336e+00 4.336e+00 1.432e+00
    2.162e+01 1.822e+02 2.105e+02 1.840e+02 4.769e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=313]
    3.816e+00 3.816e+00 4.171e+00 4.171e+00 1.431e+00
313 2.162e+01 1.822e+02 2.105e+02 1.840e+02 4.769e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=313]
    3.816e+00 3.816e+00 4.171e+00 4.171e+00 1.431e+00
    2.087e+01 1.649e+02 1.886e+02 1.656e+02 4.603e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=314]
    3.707e+00 3.707e+00 4.025e+00 4.025e+00 1.430e+00
314 2.087e+01 1.649e+02 1.886e+02 1.656e+02 4.603e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=314]
    3.707e+00 3.707e+00 4.025e+00 4.025e+00 1.430e+00
    2.022e+01 1.508e+02 1.708e+02 1.506e+02 4.460e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=315]
    3.612e+00 3.612e+00 3.899e+00 3.899e+00 1.428e+00
315 2.022e+01 1.508e+02 1.708e+02 1.506e+02 4.460e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=315]
    3.612e+00 3.612e+00 3.899e+00 3.899e+00 1.428e+00
    1.967e+01 1.396e+02 1.568e+02 1.387e+02 4.338e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=316]
    3.532e+00 3.532e+00 3.792e+00 3.792e+00 1.428e+00
316 1.967e+01 1.396e+02 1.568e+02 1.387e+02 4.338e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=316]
    3.532e+00 3.532e+00 3.792e+00 3.792e+00 1.428e+00
    1.923e+01 1.308e+02 1.459e+02 1.295e+02 4.239e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=317]
    3.466e+00 3.466e+00 3.705e+00 3.705e+00 1.427e+00
317 1.923e+01 1.308e+02 1.459e+02 1.295e+02 4.239e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=317]
    3.466e+00 3.466e+00 3.705e+00 3.705e+00 1.427e+00
    1.887e+01 1.242e+02 1.377e+02 1.225e+02 4.162e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=318]
    3.416e+00 3.416e+00 3.637e+00 3.637e+00 1.425e+00
318 1.887e+01 1.242e+02 1.377e+02 1.225e+02 4.162e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=318]
    3.416e+00 3.416e+00 3.637e+00 3.637e+00 1.425e+00
    1.862e+01 1.196e+02 1.321e+02 1.178e+02 4.107e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=319]
    3.379e+00 3.379e+00 3.589e+00 3.589e+00 1.425e+00
```

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-------------------------------------------------------------------------
319 1.862e+01 1.196e+02 1.321e+02 1.178e+02 4.107e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=319]
    3.379e+00 3.379e+00 3.589e+00 3.589e+00 1.425e+00
    1.735e+01 1.115e+02 1.226e+02 1.087e+02 3.790e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=320]
    3.357e+00 3.357e+00 3.560e+00 3.560e+00 1.331e+00
320 1.735e+01 1.115e+02 1.226e+02 1.087e+02 3.790e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=320]
    3.357e+00 3.357e+00 3.560e+00 3.560e+00 1.331e+00
    1.731e+01 1.107e+02 1.216e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=321]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 1.332e+00
321 1.731e+01 1.107e+02 1.216e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=321]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 1.332e+00
    1.741e+01 1.112e+02 1.223e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=322]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 1.339e+00
322 1.741e+01 1.112e+02 1.223e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=322]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 1.339e+00
    1.741e+01 1.112e+02 1.223e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=323]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 1.339e+00
323 1.741e+01 1.112e+02 1.223e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=323]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 1.339e+00
    1.741e+01 1.112e+02 1.223e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=324]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 1.339e+00
324 1.741e+01 1.112e+02 1.223e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=324]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 1.339e+00
    1.732e+01 1.107e+02 1.217e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=325]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 1.332e+00
325 1.732e+01 1.107e+02 1.217e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=325]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 1.332e+00
    1.732e+01 1.107e+02 1.217e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=326]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 1.332e+00
326 1.732e+01 1.107e+02 1.217e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=326]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 1.332e+00
    1.732e+01 1.107e+02 1.217e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=327]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 1.332e+00

idC idC   Geo0      Geo1      Geo2      Geo3      Geo4
-----------------------------------------------------------
300 13        300       301 [VA]
301 13        301       302 [VA]
302 13        302       303 [VA]
303 13        303       304 [VA]
304 13        304       305 [VA]
305 13        305       306 [VA]
306 13        306       307 [VA]
307 13        307       308 [VA]
308 13        308       309 [VA]
309 13        309       310 [VA]
310 13        310       311 [VA]
311 13        311       312 [VA]
312 13        312       313 [VA]
313 13        313       314 [VA]
314 13        314       315 [VA]
315 13        315       316 [VA]
316 13        316       317 [VA]
317 13        317       318 [VA]
318 13        318       319 [VA]
319 13        319       320 [VA]
320 13        320       321 [VA]
321 13        321       322 [VA]
322 13        322       323 [VA]
323 13        323       324 [VA]
324 13        324       325 [VA]
325 13        325       326 [VA]
326 13        326       327 [VA]

6.- Acciones
------------

Acción (1) PPsinmarcdcho
------------------------

   n     fx        fy        fz        mx        my        mz
-------------------------------------------------------------------
0067 +0.00e+00 +0.00e+00 -2.85e+02 +0.00e+00 +0.00e+00 +0.00e+00
0068 +0.00e+00 +0.00e+00 +0.00e+00 +0.00e+00 +0.00e+00 +0.00e+00
0069 +0.00e+00 +0.00e+00 -2.22e+01 +0.00e+00 +0.00e+00 +0.00e+00
```

Acción (1) PPsinmarcdcho

0070	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.41e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
0071	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.43e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
0072	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.45e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
0073	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.48e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
0074	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.50e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
0075	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.53e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
0076	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.55e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
0077	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.16e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
0078	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.61e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
0079	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.72e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
0080	+0.00e+00	+0.00e+00	-4.07e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
0081	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.90e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
0082	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.54e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
0083	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.60e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
0084	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.90e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
0085	+0.00e+00	+0.00e+00	-6.27e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00 *
Suma	+0.00e+00	+0.00e+00	-7.82e+02			

e	Qx	Qy	Qz	Mx	My	Mz	Tipo
0067	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.749e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0068	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.745e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0069	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.448e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0070	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.022e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0071	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.732e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0072	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.393e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0073	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.022e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0074	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.636e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0075	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.243e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0076	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.846e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0077	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.445e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0078	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.136e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0079	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.966e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0080	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.830e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0081	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.748e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0082	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.704e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0083	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.601e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL

Acción (2) PPsinmarcizqdo

n	fx	fy	fz	mx	my	mz	
0049	+0.00e+00	+0.00e+00	-1.47e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	*
0050	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.97e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0051	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.65e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0052	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.17e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0053	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.58e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0054	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.29e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0055	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.50e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0056	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.89e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0057	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.84e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0058	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.58e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0059	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.95e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0060	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.50e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0061	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.48e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0062	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.45e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0063	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.43e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0064	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.41e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0065	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.22e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0066	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0067	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.85e+02	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
Suma	+0.00e+00	+0.00e+00	-7.66e+02				

e	Qx	Qy	Qz	Mx	My	Mz	Tipo
0050	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.541e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0051	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.645e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0052	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.643e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0053	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.712e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0054	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.898e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0055	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.183e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0056	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.558e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL

```
  e      Qx          Qy          Qz         Mx          My          Mz     Tipo
-------------------------------------------------------------------------------
0057 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.935e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0058 +0.000e+00 +0.000e+00 -6.311e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0059 +0.000e+00 +0.000e+00 -6.688e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0060 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.059e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0061 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.419e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0062 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.749e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0063 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.032e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0064 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.451e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0065 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.745e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0066 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.749e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL


Acción (3) PPMarcosdcho
-----------------------

  e      Qx          Qy          Qz         Mx          My          Mz     Tipo
-------------------------------------------------------------------------------
0067 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0068 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0069 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0070 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0071 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0072 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0073 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0074 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0075 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0076 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0077 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0078 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0079 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0080 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0081 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0082 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0083 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL

Acción (4) PPMarcosizqdo
------------------------

  e      Qx          Qy          Qz         Mx          My          Mz     Tipo
-------------------------------------------------------------------------------
0050 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0051 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0052 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0053 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0054 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0055 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0056 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0057 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0058 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0059 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0060 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0061 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0062 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0063 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0064 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0065 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0066 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL

Acción (9) Carrodcho
--------------------

 e      Fx          Fy          Fz         Mx          My          Mz     x/L   Tipo
-------------------------------------------------------------------------------------
081 +0.000e+00 +0.000e+00 +7.000e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +8.000e-01 G
082 +0.000e+00 +0.000e+00 -2.100e+02 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +8.000e-01 G

Acción (10) Carroizqdo
----------------------

 e      Fx          Fy          Fz         Mx          My          Mz     x/L   Tipo
-------------------------------------------------------------------------------------
051 +0.000e+00 +0.000e+00 -2.100e+02 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +2.000e-01 G
052 +0.000e+00 +0.000e+00 +7.000e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +2.000e-01 G
```

Acción (28) PpPila

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
0303	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.14e+02	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
Suma	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.14e+02			

e	Qx	Qy	Qz	Mx	My	Mz	Tipo
0300	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.565e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0301	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.220e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0302	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.848e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0303	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.450e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0304	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.074e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0305	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.720e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0306	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.388e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0307	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.079e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0308	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.791e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0309	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.526e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0310	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.283e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0311	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.062e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0312	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.863e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0313	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.686e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0314	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.532e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0315	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.399e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0316	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.289e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0317	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.200e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0318	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.134e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0319	+0.000e+00	+0.000e+00	-3.948e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0320	+0.000e+00	+0.000e+00	-3.785e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0321	+0.000e+00	+0.000e+00	-3.780e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0322	+0.000e+00	+0.000e+00	-3.780e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0323	+0.000e+00	+0.000e+00	-3.780e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0324	+0.000e+00	+0.000e+00	-3.780e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0325	+0.000e+00	+0.000e+00	-3.780e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0326	+0.000e+00	+0.000e+00	-3.780e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL

Acción (29) GradLong

e	To	TgX	TgY	Alfa
0300	-2.220e-16	+0.000e+00	+5.079e-01	+1.000e-05
0301	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.259e-01	+1.000e-05
0302	+2.220e-16	+0.000e+00	+5.476e-01	+1.000e-05
0303	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.734e-01	+1.000e-05
0304	+0.000e+00	+0.000e+00	+6.000e-01	+1.000e-05
0305	-2.220e-16	+0.000e+00	+6.275e-01	+1.000e-05
0306	-2.220e-16	+0.000e+00	+6.555e-01	+1.000e-05
0307	+0.000e+00	+0.000e+00	+6.841e-01	+1.000e-05
0308	+0.000e+00	+0.000e+00	+7.130e-01	+1.000e-05
0309	+0.000e+00	+0.000e+00	+7.418e-01	+1.000e-05
0310	+0.000e+00	+0.000e+00	+7.704e-01	+1.000e-05
0311	+0.000e+00	+0.000e+00	+7.984e-01	+1.000e-05
0312	+0.000e+00	+0.000e+00	+8.254e-01	+1.000e-05
0313	+0.000e+00	+0.000e+00	+8.509e-01	+1.000e-05
0314	+0.000e+00	+0.000e+00	+8.746e-01	+1.000e-05
0315	+0.000e+00	+0.000e+00	+8.959e-01	+1.000e-05
0316	+0.000e+00	+0.000e+00	+9.146e-01	+1.000e-05
0317	+0.000e+00	+0.000e+00	+9.300e-01	+1.000e-05
0318	+0.000e+00	+0.000e+00	+9.419e-01	+1.000e-05
0319	+0.000e+00	+0.000e+00	+9.501e-01	+1.000e-05
0320	+0.000e+00	+0.000e+00	+9.542e-01	+1.000e-05
0321	+0.000e+00	+0.000e+00	+9.552e-01	+1.000e-05
0322	+0.000e+00	+0.000e+00	+9.552e-01	+1.000e-05
0323	+0.000e+00	+0.000e+00	+9.552e-01	+1.000e-05
0324	+0.000e+00	+0.000e+00	+9.552e-01	+1.000e-05
0325	+0.000e+00	+0.000e+00	+9.552e-01	+1.000e-05
0326	+0.000e+00	+0.000e+00	+9.552e-01	+1.000e-05

```
Acción (30) GradTransv
----------------------

  e      To         TgX        TgY       Alfa
-------------------------------------------------
0300 +0.000e+00 -4.255e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0301 +0.000e+00 -4.440e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0302 +0.000e+00 -4.656e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0303 +0.000e+00 -4.906e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0304 +0.000e+00 -5.167e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0305 -2.220e-16 -5.440e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0306 -2.220e-16 -5.724e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0307 +0.000e+00 -6.016e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0308 +0.000e+00 -6.316e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0309 +0.000e+00 -6.620e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0310 +0.000e+00 -6.926e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0311 +0.000e+00 -7.229e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0312 +0.000e+00 -7.526e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
  e      To         TgX        TgY       Alfa
-------------------------------------------------
0313 +0.000e+00 -7.811e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0314 +0.000e+00 -8.078e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0315 +0.000e+00 -8.322e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0316 +0.000e+00 -8.537e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0317 +0.000e+00 -8.717e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0318 +0.000e+00 -8.857e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0319 +0.000e+00 -8.953e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0320 +0.000e+00 -9.002e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0321 +0.000e+00 -9.014e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0322 +0.000e+00 -9.014e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0323 +0.000e+00 -9.014e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0324 +0.000e+00 -9.014e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0325 +0.000e+00 -9.014e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0326 +0.000e+00 -9.014e-01 +0.000e+00 +1.000e-05

7.- Hipótesis
-------------

Hipótesis (1)
--------------
Acción Coeficiente
------------------
   1    +1.000  [PPsinmarcdcho]
   2    +1.000  [PPsinmarcizqdo]
   3    +1.000  [PPMarcosdcho]
   4    +1.000  [PPMarcosizqdo]
   9    +1.000  [Carrodcho]
  10    +1.000  [Carroizqdo]
  28    +1.000  [PpPila]
  29    +1.000  [GradLong]
```

FICHERO DE RESULTADOS

RESULTADOS ESTRUCTURA
==========

Hipótesis (1)
---

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00050	+7.632e-02	+1.026e-01	**-1.281e-01**	-2.838e-03	-2.997e-03	-1.269e-10
00051	+7.632e-02	+1.026e-01	-1.117e-01	-2.838e-03	-2.990e-03	-1.269e-10
00052	+7.632e-02	+1.026e-01	-9.551e-02	-2.833e-03	-2.947e-03	-1.269e-10
00053	+7.632e-02	+1.026e-01	-7.980e-02	-2.822e-03	-2.833e-03	-1.269e-10
00054	+7.632e-02	+1.026e-01	-6.494e-02	-2.802e-03	-2.643e-03	-1.269e-10
00055	+7.632e-02	+1.026e-01	-5.130e-02	-2.775e-03	-2.383e-03	-1.269e-10
00056	+7.632e-02	+1.026e-01	-3.920e-02	-2.742e-03	-2.067e-03	-1.269e-10
00057	+7.632e-02	+1.026e-01	-2.889e-02	-2.703e-03	-1.712e-03	-1.269e-10
00058	+7.632e-02	+1.026e-01	-2.051e-02	-2.659e-03	-1.332e-03	-1.269e-10
00059	+7.632e-02	+1.026e-01	-1.417e-02	-2.612e-03	-9.370e-04	-1.269e-10
00060	+7.632e-02	+1.026e-01	-9.928e-03	-2.559e-03	-5.383e-04	-1.269e-10
00061	+7.632e-02	+1.026e-01	-7.768e-03	-2.503e-03	-1.431e-04	-1.269e-10
00062	+7.632e-02	+1.026e-01	-7.663e-03	-2.442e-03	+2.438e-04	-1.269e-10
00063	+7.632e-02	+1.026e-01	-9.289e-03	-2.382e-03	+5.822e-04	-1.269e-10
00064	+7.632e-02	+1.026e-01	-1.206e-02	-2.325e-03	+8.742e-04	-1.269e-10
00065	+7.632e-02	+1.026e-01	-1.603e-02	-2.264e-03	+1.150e-03	-1.269e-10
00066	+7.632e-02	+1.026e-01	-1.620e-02	-2.262e-03	+1.160e-03	-1.269e-10
00067	+7.632e-02	+1.026e-01	-2.045e-02	**-2.205e-03**	+1.393e-03	-1.269e-10
00068	+7.632e-02	+1.026e-01	-2.553e-02	-2.263e-03	+1.629e-03	-1.271e-10
00069	+7.632e-02	+1.026e-01	-2.578e-02	-2.265e-03	+1.639e-03	-1.271e-10
00070	+7.632e-02	+1.026e-01	-3.297e-02	-2.327e-03	+1.916e-03	-1.271e-10
00071	+7.632e-02	+1.026e-01	-4.136e-02	-2.385e-03	+2.206e-03	-1.271e-10
00072	+7.632e-02	+1.026e-01	-5.226e-02	-2.444e-03	+2.538e-03	-1.271e-10
00073	+7.632e-02	+1.026e-01	-6.623e-02	-2.505e-03	+2.910e-03	-1.271e-10
00074	+7.632e-02	+1.026e-01	-8.217e-02	-2.560e-03	+3.285e-03	-1.271e-10
00075	+7.632e-02	+1.026e-01	-1.001e-01	-2.609e-03	+3.659e-03	-1.271e-10
00076	+7.632e-02	+1.026e-01	-1.199e-01	-2.654e-03	+4.024e-03	-1.271e-10
00077	+7.632e-02	+1.026e-01	-1.417e-01	-2.695e-03	+4.375e-03	-1.271e-10
00078	+7.632e-02	+1.026e-01	-1.652e-01	-2.731e-03	+4.702e-03	-1.271e-10
00079	+7.632e-02	+1.026e-01	-1.904e-01	-2.761e-03	+4.990e-03	-1.271e-10
00080	+7.632e-02	+1.026e-01	-2.169e-01	-2.786e-03	+5.222e-03	-1.271e-10
00081	+7.632e-02	+1.026e-01	-2.446e-01	-2.803e-03	+5.389e-03	-1.271e-10
00082	+7.632e-02	+1.026e-01	-2.729e-01	-2.814e-03	+5.491e-03	-1.271e-10
00083	+7.632e-02	+1.026e-01	-3.018e-01	-2.818e-03	+5.531e-03	-1.271e-10
00084	+7.632e-02	+1.026e-01	**-3.308e-01**	-2.819e-03	+5.537e-03	-1.271e-10
00300	+2.888e-27	-8.180e-25	-1.816e-16	-7.351e-05	+1.074e-05	-2.892e-24
00301	+1.150e-04	+3.825e-04	-6.095e-04	-8.710e-05	+3.755e-05	-8.073e-13
00302	+3.606e-04	+8.341e-04	-1.231e-03	-1.026e-04	+6.555e-05	-1.720e-12
00303	+7.429e-04	+1.365e-03	-1.867e-03	-1.204e-04	+9.500e-05	-2.766e-12
00304	+1.270e-03	+1.987e-03	-2.504e-03	-1.410e-04	+1.262e-04	-3.988e-12
00305	+1.949e-03	+2.715e-03	-3.152e-03	-1.647e-04	+1.592e-04	-5.415e-12
00306	+2.791e-03	+3.566e-03	-3.819e-03	-1.926e-04	+1.941e-04	-7.077e-12
00307	+3.803e-03	+4.559e-03	-4.493e-03	-2.244e-04	+2.311e-04	-9.009e-12
00308	+4.997e-03	+5.715e-03	-5.174e-03	-2.607e-04	+2.702e-04	-1.125e-11
00309	+6.383e-03	+7.057e-03	-5.876e-03	-3.028e-04	+3.117e-04	-1.384e-11
00310	+7.972e-03	+8.615e-03	-6.597e-03	-3.516e-04	+3.556e-04	-1.682e-11
00311	+9.776e-03	+1.042e-02	-7.339e-03	-4.076e-04	+4.020e-04	-2.022e-11
00312	+1.181e-02	+1.252e-02	-8.100e-03	-4.715e-04	+4.510e-04	-2.409e-11
00313	+1.408e-02	+1.493e-02	-8.879e-03	-5.439e-04	+5.026e-04	-2.844e-11
00314	+1.660e-02	+1.772e-02	-9.674e-03	-6.252e-04	+5.568e-04	-3.331e-11
00315	+1.939e-02	+2.091e-02	-1.048e-02	-7.154e-04	+6.134e-04	-3.869e-11
00316	+2.245e-02	+2.455e-02	-1.130e-02	-8.143e-04	+6.724e-04	-4.457e-11
00317	+2.580e-02	+2.869e-02	-1.213e-02	-9.214e-04	+7.335e-04	-5.091e-11
00318	+2.944e-02	+3.335e-02	-1.296e-02	-1.036e-03	+7.963e-04	-5.766e-11
00319	+3.339e-02	+3.857e-02	-1.380e-02	-1.156e-03	+8.606e-04	-6.473e-11
00320	+3.764e-02	+4.438e-02	-1.465e-02	-1.283e-03	+9.264e-04	-7.224e-11
00321	+4.221e-02	+5.080e-02	-1.553e-02	-1.416e-03	+9.931e-04	-8.010e-11
00322	+4.710e-02	+5.786e-02	-1.639e-02	-1.549e-03	+1.060e-03	-8.798e-11
00323	+5.231e-02	+6.556e-02	-1.723e-02	-1.681e-03	+1.127e-03	-9.587e-11
00324	+5.784e-02	+7.388e-02	-1.806e-02	-1.814e-03	+1.194e-03	-1.038e-10
00325	+6.368e-02	+8.283e-02	-1.889e-02	-1.946e-03	+1.260e-03	-1.116e-10
00326	+6.984e-02	+9.241e-02	-1.967e-02	-2.076e-03	+1.327e-03	-1.193e-10

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
50	50	0.000	29.733	0.000	0.000	0.000	0.000
50	51	0.000	256.759	0.000	-716.229	0.000	0.000
51	51	0.000	283.251	0.000	-716.211	0.000	5.116
51	52	0.000	725.497	0.000	-3553.076	0.000	5.116
52	52	0.000	757.215	0.000	-3552.948	0.000	30.495
52	53	0.000	919.373	0.000	-7639.411	0.000	30.495
53	53	0.000	955.161	0.000	-7638.999	0.000	85.061
53	54	0.000	1190.765	0.000	-13003.801	0.000	85.061
54	54	0.000	1223.650	0.000	-13002.862	0.000	177.942
54	55	0.000	1468.554	0.000	-19733.359	0.000	177.942
55	55	0.000	1503.514	0.000	-19731.585	0.000	318.889
55	56	0.000	1762.642	0.000	-27896.959	0.000	318.889
56	56	0.000	1801.526	0.000	-27893.969	0.000	518.143
56	57	0.000	2079.410	0.000	-37596.290	0.000	518.143
57	57	0.000	2117.811	0.000	-37591.630	0.000	786.673
57	58	0.000	2414.560	0.000	-48922.533	0.000	786.673
58	58	0.000	2450.365	0.000	-48915.666	0.000	1136.096
58	59	0.000	2765.932	0.000	-61956.385	0.000	1136.096
59	59	0.000	2795.420	0.000	-61946.690	0.000	1578.609
59	60	0.000	3129.823	0.000	-76759.771	0.000	1578.609
60	60	0.000	3154.827	0.000	-76746.537	0.000	2126.848
60	61	0.000	3507.796	0.000	-93403.063	0.000	2126.848
61	61	0.000	3532.564	0.000	-93385.489	0.000	2793.953
61	62	0.000	3903.501	0.000	-111975.615	0.000	2793.953
62	62	0.000	3928.024	0.000	-111954.079	0.000	3553.718
62	63	0.000	4276.723	0.000	-130414.731	0.000	3553.718
63	63	0.000	4301.027	0.000	-130390.751	0.000	4345.451
63	64	0.000	4622.292	0.000	-148237.368	0.000	4345.451
64	64	0.000	4646.404	0.000	-148210.117	0.000	5192.447
64	65	0.000	4984.460	0.000	-167471.823	0.000	5192.447
65	65	0.000	5006.708	0.000	-167455.695	0.000	5688.858
65	66	0.000	5019.826	0.000	-168207.686	0.000	5688.858
66	66	0.000	5019.826	0.000	-168192.938	0.000	6109.359
66	67	0.000	5312.916	0.000	-185500.268	0.000	6109.359
67	67	0.000	-5322.061	0.000	-187434.004	0.000	-6229.981
67	68	0.000	-5028.972	0.000	-170096.037	0.000	-6229.981
68	68	0.000	-5028.972	0.000	-170111.080	0.000	-5804.722
68	69	0.000	-5015.854	0.000	-169357.718	0.000	-5804.722
69	69	0.000	-4993.606	0.000	-169374.181	0.000	-5302.672
69	70	0.000	-4655.674	0.000	-150075.642	0.000	-5302.672
70	70	0.000	-4631.562	0.000	-150103.493	0.000	-4445.015
70	71	0.000	-4310.668	0.000	-132219.053	0.000	-4445.015
71	71	0.000	-4286.364	0.000	-132243.603	0.000	-3642.179
71	72	0.000	-3938.411	0.000	-113737.888	0.000	-3642.179
72	72	0.000	-3913.888	0.000	-113759.984	0.000	-2870.308
72	73	0.000	-3544.254	0.000	-95114.664	0.000	-2870.308
73	73	0.000	-3519.486	0.000	-95132.740	0.000	-2190.850
73	74	0.000	-3168.409	0.000	-78413.033	0.000	-2190.850
74	74	0.000	-3143.405	0.000	-78426.682	0.000	-1630.706
74	75	0.000	-2811.600	0.000	-63539.197	0.000	-1630.706
75	75	0.000	-2786.333	0.000	-63549.224	0.000	-1176.817
75	76	0.000	-2474.205	0.000	-50397.903	0.000	-1176.817
76	76	0.000	-2448.719	0.000	-50405.023	0.000	-816.805
76	77	0.000	-2156.410	0.000	-38892.221	0.000	-816.805
77	77	0.000	-2124.834	0.000	-38897.063	0.000	-538.985
77	78	0.000	-1852.570	0.000	-28953.574	0.000	-538.985
78	78	0.000	-1816.428	0.000	-28956.685	0.000	-332.161
78	79	0.000	-1559.653	0.000	-20516.498	0.000	-332.161
79	79	0.000	-1522.473	0.000	-20518.347	0.000	-185.608
79	80	0.000	-1274.188	0.000	-13526.708	0.000	-185.608
80	80	0.000	-1233.461	0.000	-13527.689	0.000	-88.984
80	81	0.000	-991.961	0.000	-7964.143	0.000	-88.984
81	81	0.000	-952.977	0.000	-7964.576	0.000	-32.096
81	82	0.000	-785.597	0.000	-3723.148	0.000	-32.096
82	82	0.000	-750.226	0.000	-3723.282	0.000	-5.501
82	83	0.000	-305.025	0.000	-770.161	0.000	-5.501
83	83	0.000	-269.058	0.000	-770.181	0.000	0.000
83	84	0.000	-39.015	0.000	0.000	0.000	0.000
300	300	0.000	0.000	-18160.212	-1933.441	13231.671	0.000
300	301	0.000	0.000	-17752.247	-1933.441	13231.672	0.000
301	301	0.000	0.000	-17752.247	-1933.441	13231.672	0.000
301	302	0.000	0.000	-17360.730	-1933.441	13231.672	0.000
302	302	0.000	0.000	-17360.730	-1933.441	13231.672	0.000
302	303	0.000	0.000	-16986.922	-1933.441	13231.673	0.000
303	303	0.000	0.000	-16772.422	-1933.441	13231.673	0.000

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
303	304	0.000	0.000	-16417.585	-1933.441	13231.673	0.000
304	304	0.000	0.000	-16417.585	-1933.441	13231.673	0.000
304	305	0.000	0.000	-16080.663	-1933.441	13231.673	0.000
305	305	0.000	0.000	-16080.663	-1933.441	13231.673	0.000
305	306	0.000	0.000	-15760.598	-1933.441	13231.674	0.000
306	306	0.000	0.000	-15760.598	-1933.441	13231.674	0.000
306	307	0.000	0.000	-15456.330	-1933.441	13231.674	0.000
307	307	0.000	0.000	-15456.330	-1933.441	13231.674	0.000
307	308	0.000	0.000	-15166.801	-1933.441	13231.675	0.000
308	308	0.000	0.000	-15166.801	-1933.441	13231.675	0.000
308	309	0.000	0.000	-14890.960	-1933.441	13231.675	0.000
309	309	0.000	0.000	-14890.960	-1933.441	13231.675	0.000
309	310	0.000	0.000	-14627.751	-1933.441	13231.675	0.000
310	310	0.000	0.000	-14627.751	-1933.441	13231.675	0.000
310	311	0.000	0.000	-14376.123	-1933.441	13231.676	0.000
311	311	0.000	0.000	-14376.123	-1933.441	13231.676	0.000
311	312	0.000	0.000	-14135.021	-1933.441	13231.676	0.000
312	312	0.000	0.000	-14135.021	-1933.441	13231.676	0.000
312	313	0.000	0.000	-13903.392	-1933.441	13231.677	0.000
313	313	0.000	0.000	-13903.392	-1933.441	13231.677	0.000
313	314	0.000	0.000	-13680.182	-1933.441	13231.677	0.000
314	314	0.000	0.000	-13680.182	-1933.441	13231.677	0.000
314	315	0.000	0.000	-13464.339	-1933.441	13231.677	0.000
315	315	0.000	0.000	-13464.339	-1933.441	13231.677	0.000
315	316	0.000	0.000	-13254.809	-1933.441	13231.678	0.000
316	316	0.000	0.000	-13254.809	-1933.441	13231.678	0.000
316	317	0.000	0.000	-13050.539	-1933.441	13231.678	0.000
317	317	0.000	0.000	-13050.539	-1933.441	13231.678	0.000
317	318	0.000	0.000	-12850.474	-1933.441	13231.679	0.000
318	318	0.000	0.000	-12850.474	-1933.441	13231.679	0.000
318	319	0.000	0.000	-12653.562	-1933.441	13231.679	0.000
319	319	0.000	0.000	-12653.562	-1933.441	13231.679	0.000
319	320	0.000	0.000	-12465.500	-1933.441	13231.679	0.000
320	320	0.000	0.000	-12465.500	-1933.441	13231.679	0.000
320	321	0.000	0.000	-12285.218	-1933.441	13231.680	0.000
321	321	0.000	0.000	-12285.218	-1933.441	13231.680	0.000
321	322	0.000	0.000	-12105.178	-1933.441	13231.680	0.000
322	322	0.000	0.000	-12105.178	-1933.441	13231.680	0.000
322	323	0.000	0.000	-11925.138	-1933.441	13231.680	0.000
323	323	0.000	0.000	-11925.138	-1933.441	13231.680	0.000
323	324	0.000	0.000	-11745.098	-1933.441	13231.681	0.000
324	324	0.000	0.000	-11745.098	-1933.441	13231.681	0.000
324	325	0.000	0.000	-11565.058	-1933.441	13231.681	0.000
325	325	0.000	0.000	-11565.058	-1933.441	13231.681	0.000
325	326	0.000	0.000	-11385.018	-1933.441	13231.682	0.000
326	326	0.000	0.000	-11385.018	-1933.441	13231.682	0.000
326	67	0.000	0.000	-11204.978	-1933.441	13231.682	0.000

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
050	0.00	0.00	-28.34	28.45
051	-28.34	28.45	-135.45	137.10
052	-135.44	137.10	-287.70	281.16
053	-287.68	281.14	-447.63	438.31
054	-447.60	438.28	-614.64	596.22
055	-614.59	596.16	-744.50	752.49
056	-744.42	752.41	-864.02	899.95
057	-863.91	899.84	-972.92	1034.57
058	-972.78	1034.43	-1071.42	1154.03
059	-1071.26	1153.85	-1161.10	1253.99
060	-1160.90	1253.77	-1244.40	1340.46
061	-1244.17	1340.20	-1324.14	1412.43
062	-1323.89	1412.16	-1395.41	1467.24
063	-1395.16	1466.97	-1460.43	1509.56
064	-1460.17	1509.28	-1499.56	1414.53
065	-1499.41	1414.40	-1502.15	1416.28
066	-1502.02	1416.16	-1662.14	1562.96
067	-1679.46	1579.25	-1524.11	1433.17
068	-1524.24	1433.29	-1521.37	1430.94
069	-1521.52	1431.08	-1479.18	1513.98
070	-1479.46	1514.26	-1410.31	1458.75
071	-1410.57	1459.02	-1334.94	1390.55
072	-1335.20	1390.82	-1251.99	1306.08
073	-1252.23	1306.32	-1167.43	1210.45
074	-1167.63	1210.66	-1079.53	1105.59

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
075	-1079.70	1105.76	-985.57	985.93
076	-985.71	986.07	-884.15	855.24
077	-884.26	855.35	-774.38	715.36
078	-774.46	715.43	-604.07	567.58
079	-604.13	567.63	-426.50	412.11
080	-426.53	412.14	-271.47	265.87
081	-271.49	265.88	-131.91	132.22
082	-131.92	132.23	-29.01	28.73
083	-29.01	28.73	0.00	0.00
300	-506.09	-480.15	-516.65	-488.47
301	-516.65	-488.47	-527.12	-496.58
302	-527.12	-496.58	-544.61	-510.69
303	-537.95	-504.03	-538.70	-502.23
304	-538.70	-502.23	-557.03	-516.57
305	-557.03	-516.57	-576.10	-531.26
306	-576.10	-531.26	-571.36	-523.93
307	-571.36	-523.93	-590.69	-538.34
308	-590.69	-538.34	-610.19	-552.57
309	-610.19	-552.57	-629.39	-566.23
310	-629.39	-566.23	-648.32	-579.34
311	-648.32	-579.34	-666.61	-591.66
312	-666.61	-591.66	-683.66	-602.68
313	-683.66	-602.68	-698.98	-612.06
314	-698.98	-612.06	-712.29	-619.69
315	-712.29	-619.69	-722.63	-624.78
316	-722.63	-624.78	-729.98	-627.51
317	-729.98	-627.51	-734.21	-627.87
318	-734.21	-627.87	-734.17	-624.96
319	-734.17	-624.96	-776.54	-660.06
320	-776.54	-660.06	-768.11	-651.04
321	-768.11	-651.04	-753.71	-637.26
322	-753.71	-637.26	-743.36	-626.91
323	-743.36	-626.91	-733.02	-616.57
324	-733.02	-616.57	-726.15	-609.12
325	-726.15	-609.12	-715.75	-598.73
326	-715.75	-598.73	-705.36	-588.34
Máx	+0.00	+1579.25	+0.00	+1562.96
Ele	0050	0067	0083	0066
Mín	-1679.46	-660.06	-1662.14	-660.06
Ele	0067	0320	0066	0319

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
00300	-2.888e-07	+8.180e-05	+1.816e+04	+1.323e+04	-1.933e+03	+2.892e-04
Suma	-2.888e-07	+8.180e-05	+1.816e+04			

F.4 Análisis no lineal. Longitudinal

En las siguientes páginas se incluyen los ficheros de datos y de resultados del modelo de 15 dovelas.

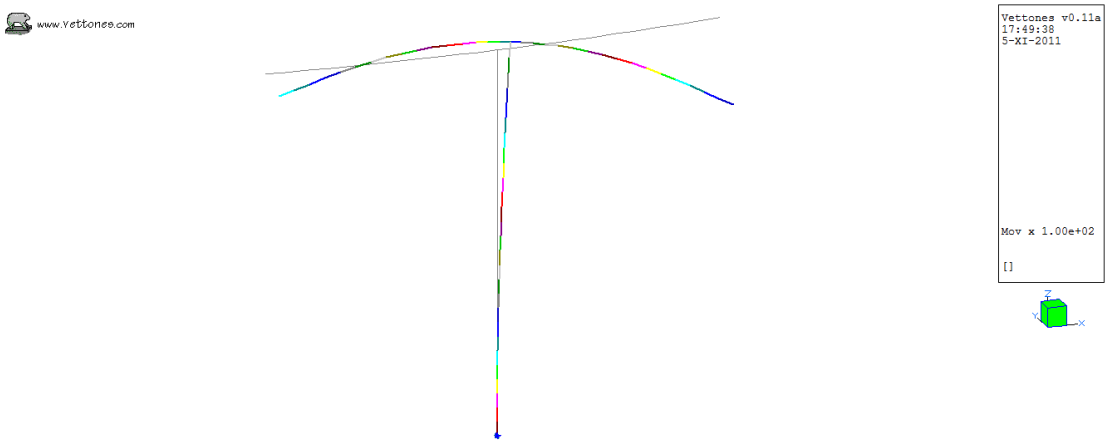


Figura F-2. Deformada de la "T" con quince dovelas. Análisis no lineal. Escala ampliada: x100.

Movimientos principales:

- Giro longitudinal en coronación de pila -Nudo 67-: r_y= 0.001487 rad
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudo 50-: u_z= -0.1210 m
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudo 84-: u_z= -0.3379 m

FICHERO DE DATOS

El fichero de datos es el mismo que el del cálculo lineal. Simplemente se modifica el tipo de análisis realizado: No lineal.

FICHERO DE RESULTADOS

```
RESULTADOS ESTRUCTURA
=====================

Hipótesis (1)
-------------
```

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00050	+8.226e-02	+1.061e-01	**-1.210e-01**	-2.904e-03	-2.903e-03	-1.254e-10
00051	+8.226e-02	+1.061e-01	-1.050e-01	-2.903e-03	-2.897e-03	-1.254e-10
00052	+8.226e-02	+1.061e-01	-8.926e-02	-2.898e-03	-2.854e-03	-1.254e-10
00053	+8.226e-02	+1.061e-01	-7.399e-02	-2.887e-03	-2.740e-03	-1.254e-10
00054	+8.226e-02	+1.061e-01	-5.957e-02	-2.867e-03	-2.549e-03	-1.254e-10
00055	+8.226e-02	+1.061e-01	-4.637e-02	-2.840e-03	-2.289e-03	-1.254e-10
00056	+8.226e-02	+1.061e-01	-3.472e-02	-2.807e-03	-1.973e-03	-1.254e-10
00057	+8.226e-02	+1.061e-01	-2.485e-02	-2.768e-03	-1.618e-03	-1.254e-10
00058	+8.226e-02	+1.061e-01	-1.692e-02	-2.724e-03	-1.238e-03	-1.254e-10
00059	+8.226e-02	+1.061e-01	-1.104e-02	-2.677e-03	-8.431e-04	-1.254e-10
00060	+8.226e-02	+1.061e-01	-7.252e-03	-2.625e-03	-4.445e-04	-1.254e-10
00061	+8.226e-02	+1.061e-01	-5.550e-03	-2.568e-03	-4.923e-05	-1.254e-10
00062	+8.226e-02	+1.061e-01	-5.906e-03	-2.507e-03	+3.376e-04	-1.254e-10
00063	+8.226e-02	+1.061e-01	-7.948e-03	-2.447e-03	+6.760e-04	-1.254e-10
00064	+8.226e-02	+1.061e-01	-1.109e-02	-2.390e-03	+9.681e-04	-1.254e-10
00065	+8.226e-02	+1.061e-01	-1.543e-02	-2.329e-03	+1.244e-03	-1.254e-10
00066	+8.226e-02	+1.061e-01	-1.562e-02	-2.327e-03	+1.254e-03	-1.254e-10
00067	+8.226e-02	+1.061e-01	-2.018e-02	-2.270e-03	**+1.487e-03**	-1.254e-10
00068	+8.226e-02	+1.061e-01	-2.558e-02	-2.328e-03	+1.723e-03	-1.255e-10
00069	+8.226e-02	+1.061e-01	-2.584e-02	-2.330e-03	+1.733e-03	-1.255e-10
00070	+8.226e-02	+1.061e-01	-3.341e-02	-2.393e-03	+2.010e-03	-1.255e-10
00071	+8.226e-02	+1.061e-01	-4.218e-02	-2.450e-03	+2.300e-03	-1.255e-10
00072	+8.226e-02	+1.061e-01	-5.351e-02	-2.510e-03	+2.632e-03	-1.255e-10
00073	+8.226e-02	+1.061e-01	-6.796e-02	-2.570e-03	+3.004e-03	-1.255e-10
00074	+8.226e-02	+1.061e-01	-8.437e-02	-2.625e-03	+3.379e-03	-1.255e-10
00075	+8.226e-02	+1.061e-01	-1.028e-01	-2.674e-03	+3.752e-03	-1.255e-10
00076	+8.226e-02	+1.061e-01	-1.231e-01	-2.720e-03	+4.118e-03	-1.255e-10
00077	+8.226e-02	+1.061e-01	-1.453e-01	-2.760e-03	+4.469e-03	-1.255e-10
00078	+8.226e-02	+1.061e-01	-1.693e-01	-2.796e-03	+4.796e-03	-1.255e-10
00079	+8.226e-02	+1.061e-01	-1.950e-01	-2.827e-03	+5.084e-03	-1.255e-10
00080	+8.226e-02	+1.061e-01	-2.220e-01	-2.851e-03	+5.315e-03	-1.255e-10
00081	+8.226e-02	+1.061e-01	-2.502e-01	-2.868e-03	+5.483e-03	-1.255e-10
00082	+8.226e-02	+1.061e-01	-2.791e-01	-2.879e-03	+5.585e-03	-1.255e-10
00083	+8.226e-02	+1.061e-01	-3.084e-01	-2.883e-03	+5.625e-03	-1.255e-10
00084	+8.226e-02	+1.061e-01	**-3.379e-01**	-2.884e-03	+5.631e-03	-1.255e-10
00300	+3.359e-27	-8.451e-25	-1.816e-16	-8.090e-05	+1.654e-05	-2.857e-24
00301	+1.455e-04	+4.187e-04	-5.971e-04	-9.493e-05	+4.454e-05	-7.971e-13
00302	+4.275e-04	+9.089e-04	-1.206e-03	-1.109e-04	+7.388e-05	-1.698e-12
00303	+8.529e-04	+1.480e-03	-1.826e-03	-1.290e-04	+1.048e-04	-2.731e-12
00304	+1.430e-03	+2.145e-03	-2.457e-03	-1.502e-04	+1.376e-04	-3.937e-12
00305	+2.169e-03	+2.918e-03	-3.088e-03	-1.744e-04	+1.724e-04	-5.345e-12
00306	+3.078e-03	+3.816e-03	-3.739e-03	-2.026e-04	+2.095e-04	-6.986e-12
00307	+4.171e-03	+4.860e-03	-4.410e-03	-2.356e-04	+2.491e-04	-8.894e-12
00308	+5.456e-03	+6.070e-03	-5.075e-03	-2.725e-04	+2.908e-04	-1.111e-11
00309	+6.947e-03	+7.470e-03	-5.760e-03	-3.153e-04	+3.352e-04	-1.366e-11
00310	+8.656e-03	+9.090e-03	-6.465e-03	-3.649e-04	+3.823e-04	-1.660e-11
00311	+1.060e-02	+1.096e-02	-7.191e-03	-4.219e-04	+4.324e-04	-1.996e-11
00312	+1.278e-02	+1.313e-02	-7.937e-03	-4.871e-04	+4.854e-04	-2.378e-11
00313	+1.523e-02	+1.562e-02	-8.701e-03	-5.611e-04	+5.414e-04	-2.808e-11
00314	+1.795e-02	+1.850e-02	-9.482e-03	-6.444e-04	+6.003e-04	-3.289e-11
00315	+2.095e-02	+2.179e-02	-1.028e-02	-7.370e-04	+6.620e-04	-3.820e-11
00316	+2.426e-02	+2.554e-02	-1.109e-02	-8.389e-04	+7.262e-04	-4.400e-11
00317	+2.788e-02	+2.980e-02	-1.191e-02	-9.495e-04	+7.926e-04	-5.027e-11
00318	+3.181e-02	+3.460e-02	-1.273e-02	-1.068e-03	+8.608e-04	-5.693e-11
00319	+3.608e-02	+3.999e-02	-1.356e-02	-1.193e-03	+9.304e-04	-6.392e-11
00320	+4.068e-02	+4.598e-02	-1.438e-02	-1.322e-03	+1.001e-03	-7.133e-11
00321	+4.562e-02	+5.261e-02	-1.526e-02	-1.461e-03	+1.072e-03	-7.909e-11
00322	+5.089e-02	+5.990e-02	-1.612e-02	-1.600e-03	+1.144e-03	-8.688e-11
00323	+5.651e-02	+6.785e-02	-1.697e-02	-1.738e-03	+1.214e-03	-9.467e-11

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00324	+6.246e-02	+7.645e-02	-1.780e-02	-1.874e-03	+1.284e-03	-1.025e-10
00325	+6.874e-02	+8.570e-02	-1.862e-02	-2.009e-03	+1.353e-03	-1.102e-10
00326	+7.534e-02	+9.558e-02	-1.941e-02	-2.140e-03	+1.420e-03	-1.178e-10

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
50	50	0.000	29.733	0.000	0.000	0.000	0.000
50	51	0.000	256.759	0.000	-716.229	0.000	0.000
51	51	0.000	283.251	0.000	-716.211	0.000	5.116
51	52	0.000	725.497	0.000	-3553.076	0.000	5.116
52	52	0.000	757.215	0.000	-3552.948	0.000	30.495
52	53	0.000	919.373	0.000	-7639.411	0.000	30.495
53	53	0.000	955.161	0.000	-7638.999	0.000	85.061
53	54	0.000	1190.765	0.000	-13003.801	0.000	85.061
54	54	0.000	1223.650	0.000	-13002.862	0.000	177.942
54	55	0.000	1468.554	0.000	-19733.359	0.000	177.942
55	55	0.000	1503.514	0.000	-19731.585	0.000	318.889
55	56	0.000	1762.642	0.000	-27896.959	0.000	318.889
56	56	0.000	1801.526	0.000	-27893.969	0.000	518.143
56	57	0.000	2079.410	0.000	-37596.290	0.000	518.143
57	57	0.000	2117.811	0.000	-37591.630	0.000	786.673
57	58	0.000	2414.560	0.000	-48922.533	0.000	786.673
58	58	0.000	2450.365	0.000	-48915.666	0.000	1136.096
58	59	0.000	2765.932	0.000	-61956.385	0.000	1136.096
59	59	0.000	2795.420	0.000	-61946.690	0.000	1578.609
59	60	0.000	3129.823	0.000	-76759.771	0.000	1578.609
60	60	0.000	3154.827	0.000	-76746.537	0.000	2126.848
60	61	0.000	3507.796	0.000	-93403.063	0.000	2126.848
61	61	0.000	3532.564	0.000	-93385.489	0.000	2793.953
61	62	0.000	3903.501	0.000	-111975.615	0.000	2793.953
62	62	0.000	3928.024	0.000	-111954.079	0.000	3553.718
62	63	0.000	4276.723	0.000	-130414.731	0.000	3553.718
63	63	0.000	4301.027	0.000	-130390.751	0.000	4345.451
63	64	0.000	4622.292	0.000	-148237.368	0.000	4345.451
64	64	0.000	4646.404	0.000	-148210.117	0.000	5192.447
64	65	0.000	4984.460	0.000	-167471.823	0.000	5192.447
65	65	0.000	5006.708	0.000	-167455.695	0.000	5688.858
65	66	0.000	5019.826	0.000	-168207.686	0.000	5688.858
66	66	0.000	5019.826	0.000	-168192.938	0.000	6109.359
66	67	0.000	5312.916	0.000	-185500.268	0.000	6109.359
67	67	0.000	-5322.061	0.000	-187434.004	0.000	-6229.981
67	68	0.000	-5028.972	0.000	-170096.037	0.000	-6229.981
68	68	0.000	-5028.972	0.000	-170111.080	0.000	-5804.722
68	69	0.000	-5015.854	0.000	-169357.718	0.000	-5804.722
69	69	0.000	-4993.606	0.000	-169374.181	0.000	-5302.672
69	70	0.000	-4655.674	0.000	-150075.642	0.000	-5302.672
70	70	0.000	-4631.562	0.000	-150103.493	0.000	-4445.015
70	71	0.000	-4310.668	0.000	-132219.053	0.000	-4445.015
71	71	0.000	-4286.364	0.000	-132243.603	0.000	-3642.179
71	72	0.000	-3938.411	0.000	-113737.888	0.000	-3642.179
72	72	0.000	-3913.888	0.000	-113759.984	0.000	-2870.308
72	73	0.000	-3544.254	0.000	-95114.664	0.000	-2870.308
73	73	0.000	-3519.486	0.000	-95132.740	0.000	-2190.850
73	74	0.000	-3168.409	0.000	-78413.033	0.000	-2190.850
74	74	0.000	-3143.405	0.000	-78426.682	0.000	-1630.706
74	75	0.000	-2811.600	0.000	-63539.197	0.000	-1630.706
75	75	0.000	-2786.333	0.000	-63549.224	0.000	-1176.817
75	76	0.000	-2474.205	0.000	-50397.903	0.000	-1176.817
76	76	0.000	-2448.719	0.000	-50405.023	0.000	-816.805
76	77	0.000	-2156.410	0.000	-38892.221	0.000	-816.805
77	77	0.000	-2124.834	0.000	-38897.063	0.000	-538.985
77	78	0.000	-1852.570	0.000	-28953.574	0.000	-538.985
78	78	0.000	-1816.428	0.000	-28956.685	0.000	-332.161
78	79	0.000	-1559.653	0.000	-20516.498	0.000	-332.161
79	79	0.000	-1522.473	0.000	-20518.347	0.000	-185.608
79	80	0.000	-1274.188	0.000	-13526.708	0.000	-185.608
80	80	0.000	-1233.461	0.000	-13527.689	0.000	-88.984
80	81	0.000	-991.961	0.000	-7964.143	0.000	-88.984
81	81	0.000	-952.977	0.000	-7964.576	0.000	-32.096
81	82	0.000	-785.597	0.000	-3723.148	0.000	-32.096
82	82	0.000	-750.226	0.000	-3723.282	0.000	-5.501
82	83	0.000	-305.025	0.000	-770.161	0.000	-5.501
83	83	0.000	-269.058	0.000	-770.181	0.000	0.000
83	84	0.000	-39.015	0.000	0.000	0.000	0.000

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
300	300	0.000	0.000	-18159.212	-2977.465	14562.084	0.000
300	301	0.000	0.000	-17751.247	-2974.883	14554.652	0.000
301	301	0.000	0.000	-17751.247	-2974.883	14554.652	0.000
301	302	0.000	0.000	-17359.730	-2969.987	14546.143	0.000
302	302	0.000	0.000	-17359.730	-2969.987	14546.143	0.000
302	303	0.000	0.000	-16985.922	-2962.761	14536.439	0.000
303	303	0.000	0.000	-16771.422	-2962.761	14536.439	0.000
303	304	0.000	0.000	-16416.585	-2953.284	14525.522	0.000
304	304	0.000	0.000	-16416.585	-2953.284	14525.522	0.000
304	305	0.000	0.000	-16079.663	-2941.410	14513.092	0.000
305	305	0.000	0.000	-16079.663	-2941.410	14513.092	0.000
305	306	0.000	0.000	-15759.598	-2927.073	14498.943	0.000
306	306	0.000	0.000	-15759.598	-2927.073	14498.943	0.000
306	307	0.000	0.000	-15455.330	-2910.193	14482.813	0.000
307	307	0.000	0.000	-15455.330	-2910.193	14482.813	0.000
307	308	0.000	0.000	-15165.801	-2890.695	14464.461	0.000
308	308	0.000	0.000	-15165.801	-2890.695	14464.461	0.000
308	309	0.000	0.000	-14889.960	-2868.499	14443.618	0.000
309	309	0.000	0.000	-14889.960	-2868.499	14443.618	0.000
309	310	0.000	0.000	-14626.751	-2843.506	14419.924	0.000
310	310	0.000	0.000	-14626.751	-2843.506	14419.924	0.000
310	311	0.000	0.000	-14375.123	-2815.613	14392.990	0.000
311	311	0.000	0.000	-14375.123	-2815.613	14392.990	0.000
311	312	0.000	0.000	-14134.021	-2784.718	14362.392	0.000
312	312	0.000	0.000	-14134.021	-2784.718	14362.392	0.000
312	313	0.000	0.000	-13902.392	-2750.719	14327.686	0.000
313	313	0.000	0.000	-13902.392	-2750.719	14327.686	0.000
313	314	0.000	0.000	-13679.182	-2713.524	14288.414	0.000
314	314	0.000	0.000	-13679.182	-2713.524	14288.414	0.000
314	315	0.000	0.000	-13463.339	-2673.051	14244.123	0.000
315	315	0.000	0.000	-13463.339	-2673.051	14244.123	0.000
315	316	0.000	0.000	-13253.809	-2629.234	14194.380	0.000
316	316	0.000	0.000	-13253.809	-2629.234	14194.380	0.000
316	317	0.000	0.000	-13049.539	-2582.033	14138.798	0.000
317	317	0.000	0.000	-13049.539	-2582.033	14138.798	0.000
317	318	0.000	0.000	-12849.474	-2531.435	14077.059	0.000
318	318	0.000	0.000	-12849.474	-2531.435	14077.059	0.000
318	319	0.000	0.000	-12652.562	-2477.461	14008.934	0.000
319	319	0.000	0.000	-12652.562	-2477.461	14008.934	0.000
319	320	0.000	0.000	-12464.500	-2420.136	13934.270	0.000
320	320	0.000	0.000	-12464.500	-2420.136	13934.270	0.000
320	321	0.000	0.000	-12284.218	-2359.485	13852.834	0.000
321	321	0.000	0.000	-12284.218	-2359.485	13852.834	0.000
321	322	0.000	0.000	-12104.178	-2295.601	13764.584	0.000
322	322	0.000	0.000	-12104.178	-2295.601	13764.584	0.000
322	323	0.000	0.000	-11924.138	-2228.645	13669.797	0.000
323	323	0.000	0.000	-11924.138	-2228.645	13669.797	0.000
323	324	0.000	0.000	-11744.098	-2158.783	13568.787	0.000
324	324	0.000	0.000	-11744.098	-2158.783	13568.787	0.000
324	325	0.000	0.000	-11564.058	-2086.177	13461.845	0.000
325	325	0.000	0.000	-11564.058	-2086.177	13461.845	0.000
325	326	0.000	0.000	-11384.018	-2011.005	13349.351	0.000
326	326	0.000	0.000	-11384.018	-2011.005	13349.351	0.000
326	67	0.000	0.000	-11203.978	-1933.441	13231.682	0.000

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
050	0.00	0.00	-28.34	28.45
051	-28.34	28.45	-135.45	137.10
052	-135.44	137.10	-287.70	281.16
053	-287.68	281.14	-447.63	438.31
054	-447.60	438.28	-614.64	596.22
055	-614.59	596.16	-744.50	752.49
056	-744.42	752.41	-864.02	899.95
057	-863.91	899.84	-972.92	1034.57
058	-972.78	1034.43	-1071.42	1154.03
059	-1071.26	1153.85	-1161.10	1253.99
060	-1160.90	1253.77	-1244.40	1340.46
061	-1244.17	1340.20	-1324.14	1412.43
062	-1323.89	1412.16	-1395.41	1467.24
063	-1395.16	1466.97	-1460.43	1509.56
064	-1460.17	1509.28	-1499.56	1414.53
065	-1499.41	1414.40	-1502.15	1416.28
066	-1502.02	1416.16	-1662.14	1562.96
067	-1679.46	1579.25	-1524.11	1433.17

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
068	-1524.24	1433.29	-1521.37	1430.94
069	-1521.52	1431.08	-1479.18	1513.98
070	-1479.46	1514.26	-1410.31	1458.75
071	-1410.57	1459.02	-1334.94	1390.55
072	-1335.20	1390.82	-1251.99	1306.08
073	-1252.23	1306.32	-1167.43	1210.45
074	-1167.63	1210.66	-1079.53	1105.59
075	-1079.70	1105.76	-985.57	985.93
076	-985.71	986.07	-884.15	855.24
077	-884.26	855.35	-774.38	715.36
078	-774.46	715.43	-604.07	567.58
079	-604.13	567.63	-426.50	412.11
080	-426.53	412.14	-271.47	265.87
081	-271.49	265.88	-131.91	132.22
082	-131.92	132.23	-29.01	28.73
083	-29.01	28.73	0.00	0.00
300	-506.06	-480.13	-516.62	-488.45
301	-516.62	-488.45	-527.09	-496.55
302	-527.09	-496.55	-544.58	-510.66
303	-537.91	-504.00	-538.67	-502.19
304	-538.67	-502.19	-556.99	-516.53
305	-556.99	-516.53	-576.06	-531.23
306	-576.06	-531.23	-571.33	-523.89
307	-571.33	-523.89	-590.66	-538.30
308	-590.66	-538.30	-610.15	-552.53
309	-610.15	-552.53	-629.35	-566.19
310	-629.35	-566.19	-648.27	-579.30
311	-648.27	-579.30	-666.57	-591.61
312	-666.57	-591.61	-683.61	-602.63
313	-683.61	-602.63	-698.93	-612.01
314	-698.93	-612.01	-712.25	-619.64
315	-712.25	-619.64	-722.58	-624.73
316	-722.58	-624.73	-729.93	-627.46
317	-729.93	-627.46	-734.16	-627.81
318	-734.16	-627.81	-734.11	-624.91
319	-734.11	-624.91	-776.48	-660.00
320	-776.48	-660.00	-768.05	-650.99
321	-768.05	-650.99	-753.65	-637.20
322	-753.65	-637.20	-743.31	-626.86
323	-743.31	-626.86	-732.96	-616.51
324	-732.96	-616.51	-726.09	-609.06
325	-726.09	-609.06	-715.70	-598.67
326	-715.70	-598.67	-705.30	-588.28
Máx	+0.00	+1579.25	+0.00	+1562.96
Ele	0050	0067	0083	0066
Mín	-1679.46	-660.00	-1662.14	-660.00
Ele	0067	0320	0066	0319

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
00300	-3.359e-07	+8.451e-05	+1.816e+04	+1.456e+04	-2.977e+03	+2.857e-04
Suma	-3.359e-07	+8.451e-05	+1.816e+04			

F.5 Análisis lineal. Transversal

En las siguientes páginas se incluyen los ficheros de datos y de resultados del modelo de 15 dovelas.

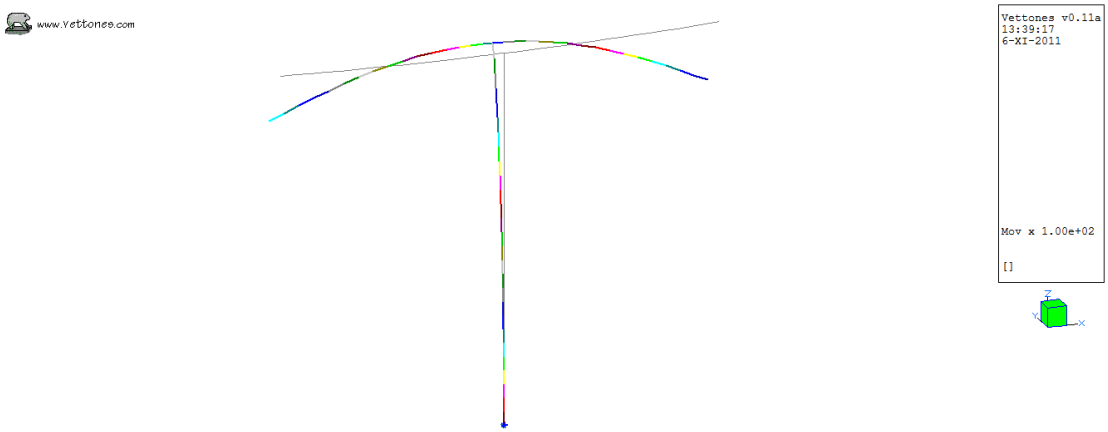


Figura F-3. Deformada de la "T" con quince dovelas. Análisis lineal. Escala ampliada: x100.

Movimientos principales:

- Giro transversal en coronación de pila -Nudo 67-: r_x= -0.003146 rad

FICHERO DE DATOS

El fichero de datos es el mismo que el del cálculo transversal, salvo la hipótesis considerada que considera la acción del gradiente transversal en vez del longitudinal.

```
7.- Hipótesis
-------------

Hipótesis (1)
--------------
Acción Coeficiente
------------------
   1    +1.000  [PPsinmarcdcho]
   2    +1.000  [PPsinmarcizqdo]
   3    +1.000  [PPMarcosdcho]
   4    +1.000  [PPMarcosizqdo]
   9    +1.000  [Carrodcho]
  10    +1.000  [Carroizqdo]
  28    +1.000  [PpPila]
  30    +1.000  [GradTransv]
```

FICHERO DE RESULTADOS

```
RESULTADOS ESTRUCTURA
=====================

Hipótesis (1)
-------------
```

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00050	+1.723e-02	+1.554e-01	-2.100e-01	-3.780e-03	-4.026e-03	-1.927e-10
00051	+1.723e-02	+1.554e-01	-1.881e-01	-3.779e-03	-4.020e-03	-1.927e-10
00052	+1.723e-02	+1.554e-01	-1.663e-01	-3.774e-03	-3.977e-03	-1.927e-10
00053	+1.723e-02	+1.554e-01	-1.450e-01	-3.763e-03	-3.863e-03	-1.927e-10
00054	+1.723e-02	+1.554e-01	-1.246e-01	-3.743e-03	-3.673e-03	-1.927e-10
00055	+1.723e-02	+1.554e-01	-1.055e-01	-3.716e-03	-3.413e-03	-1.927e-10
00056	+1.723e-02	+1.554e-01	-8.795e-02	-3.683e-03	-3.096e-03	-1.927e-10
00057	+1.723e-02	+1.554e-01	-7.220e-02	-3.644e-03	-2.742e-03	-1.927e-10
00058	+1.723e-02	+1.554e-01	-5.843e-02	-3.600e-03	-2.361e-03	-1.927e-10
00059	+1.723e-02	+1.554e-01	-4.672e-02	-3.553e-03	-1.966e-03	-1.927e-10
00060	+1.723e-02	+1.554e-01	-3.714e-02	-3.501e-03	-1.568e-03	-1.927e-10
00061	+1.723e-02	+1.554e-01	-2.968e-02	-3.444e-03	-1.173e-03	-1.927e-10
00062	+1.723e-02	+1.554e-01	-2.431e-02	-3.383e-03	-7.857e-04	-1.927e-10
00063	+1.723e-02	+1.554e-01	-2.122e-02	-3.323e-03	-4.473e-04	-1.927e-10
00064	+1.723e-02	+1.554e-01	-1.982e-02	-3.266e-03	-1.553e-04	-1.927e-10
00065	+1.723e-02	+1.554e-01	-1.964e-02	-3.205e-03	+1.203e-04	-1.927e-10
00066	+1.723e-02	+1.554e-01	-1.965e-02	-3.203e-03	+1.303e-04	-1.927e-10
00067	+1.723e-02	+1.554e-01	-2.045e-02	**-3.146e-03**	+3.634e-04	-1.927e-10
00068	+1.723e-02	+1.554e-01	-2.209e-02	-3.204e-03	+5.993e-04	-1.930e-10
00069	+1.723e-02	+1.554e-01	-2.219e-02	-3.206e-03	+6.093e-04	-1.930e-10
00070	+1.723e-02	+1.554e-01	-2.529e-02	-3.269e-03	+8.868e-04	-1.930e-10
00071	+1.723e-02	+1.554e-01	-2.961e-02	-3.326e-03	+1.177e-03	-1.930e-10
00072	+1.723e-02	+1.554e-01	-3.596e-02	-3.386e-03	+1.508e-03	-1.930e-10
00073	+1.723e-02	+1.554e-01	-4.491e-02	-3.446e-03	+1.881e-03	-1.930e-10
00074	+1.723e-02	+1.554e-01	-5.586e-02	-3.501e-03	+2.256e-03	-1.930e-10
00075	+1.723e-02	+1.554e-01	-6.882e-02	-3.550e-03	+2.629e-03	-1.930e-10
00076	+1.723e-02	+1.554e-01	-8.375e-02	-3.596e-03	+2.995e-03	-1.930e-10
00077	+1.723e-02	+1.554e-01	-1.006e-01	-3.636e-03	+3.346e-03	-1.930e-10
00078	+1.723e-02	+1.554e-01	-1.193e-01	-3.672e-03	+3.673e-03	-1.930e-10
00079	+1.723e-02	+1.554e-01	-1.397e-01	-3.703e-03	+3.961e-03	-1.930e-10
00080	+1.723e-02	+1.554e-01	-1.614e-01	-3.727e-03	+4.192e-03	-1.930e-10
00081	+1.723e-02	+1.554e-01	-1.843e-01	-3.744e-03	+4.359e-03	-1.930e-10
00082	+1.723e-02	+1.554e-01	-2.080e-01	-3.755e-03	+4.462e-03	-1.930e-10
00083	+1.723e-02	+1.554e-01	-2.322e-01	-3.759e-03	+4.502e-03	-1.930e-10
00084	+1.723e-02	+1.554e-01	-2.566e-01	-3.760e-03	+4.508e-03	-1.930e-10
00300	+4.440e-27	-1.242e-24	-1.816e-16	-7.351e-05	+1.074e-05	-4.391e-24
00301	+5.741e-05	+4.307e-04	-6.095e-04	-1.074e-04	+1.337e-05	-1.226e-12
00302	+1.281e-04	+1.029e-03	-1.231e-03	-1.440e-04	+1.631e-05	-2.610e-12
00303	+2.138e-04	+1.810e-03	-1.867e-03	-1.840e-04	+1.968e-05	-4.199e-12
00304	+3.167e-04	+2.791e-03	-2.504e-03	-2.279e-04	+2.354e-05	-6.055e-12
00305	+4.393e-04	+3.992e-03	-3.152e-03	-2.763e-04	+2.794e-05	-8.220e-12

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00306	+5.845e-04	+5.436e-03	-3.819e-03	-3.300e-04	+3.304e-05	-1.074e-11
00307	+7.557e-04	+7.149e-03	-4.493e-03	-3.892e-04	+3.882e-05	-1.368e-11
00308	+9.561e-04	+9.157e-03	-5.174e-03	-4.541e-04	+4.534e-05	-1.708e-11
00309	+1.190e-03	+1.149e-02	-5.876e-03	-5.263e-04	+5.282e-05	-2.101e-11
00310	+1.462e-03	+1.419e-02	-6.597e-03	-6.066e-04	+6.137e-05	-2.553e-11
00311	+1.777e-03	+1.729e-02	-7.339e-03	-6.956e-04	+7.109e-05	-3.070e-11
00312	+2.142e-03	+2.084e-02	-8.100e-03	-7.939e-04	+8.206e-05	-3.657e-11
00313	+2.562e-03	+2.488e-02	-8.879e-03	-9.022e-04	+9.435e-05	-4.318e-11
00314	+3.044e-03	+2.946e-02	-9.674e-03	-1.021e-03	+1.080e-04	-5.057e-11
00315	+3.594e-03	+3.462e-02	-1.048e-02	-1.149e-03	+1.230e-04	-5.874e-11
00316	+4.219e-03	+4.043e-02	-1.130e-02	-1.288e-03	+1.393e-04	-6.766e-11
00317	+4.924e-03	+4.692e-02	-1.213e-02	-1.436e-03	+1.568e-04	-7.729e-11
00318	+5.715e-03	+5.412e-02	-1.296e-02	-1.591e-03	+1.754e-04	-8.753e-11
00319	+6.597e-03	+6.209e-02	-1.380e-02	-1.754e-03	+1.948e-04	-9.827e-11
00320	+7.574e-03	+7.085e-02	-1.465e-02	-1.924e-03	+2.153e-04	-1.097e-10
00321	+8.650e-03	+8.043e-02	-1.553e-02	-2.099e-03	+2.366e-04	-1.216e-10
00322	+9.828e-03	+9.085e-02	-1.639e-02	-2.275e-03	+2.580e-04	-1.336e-10
00323	+1.111e-02	+1.021e-01	-1.723e-02	-2.450e-03	+2.793e-04	-1.455e-10
00324	+1.249e-02	+1.142e-01	-1.806e-02	-2.626e-03	+3.005e-04	-1.575e-10
00325	+1.397e-02	+1.271e-01	-1.889e-02	-2.802e-03	+3.219e-04	-1.695e-10
00326	+1.555e-02	+1.409e-01	-1.967e-02	-2.974e-03	+3.426e-04	-1.811e-10

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
50	50	0.000	29.733	0.000	0.000	0.000	0.000
50	51	0.000	256.759	0.000	-716.229	0.000	0.000
51	51	0.000	283.251	0.000	-716.211	0.000	5.116
51	52	0.000	725.497	0.000	-3553.076	0.000	5.116
52	52	0.000	757.215	0.000	-3552.948	0.000	30.495
52	53	0.000	919.373	0.000	-7639.411	0.000	30.495
53	53	0.000	955.161	0.000	-7638.999	0.000	85.061
53	54	0.000	1190.765	0.000	-13003.801	0.000	85.061
54	54	0.000	1223.650	0.000	-13002.862	0.000	177.942
54	55	0.000	1468.554	0.000	-19733.359	0.000	177.942
55	55	0.000	1503.514	0.000	-19731.585	0.000	318.889
55	56	0.000	1762.642	0.000	-27896.959	0.000	318.889
56	56	0.000	1801.526	0.000	-27893.969	0.000	518.143
56	57	0.000	2079.410	0.000	-37596.290	0.000	518.143
57	57	0.000	2117.811	0.000	-37591.630	0.000	786.673
57	58	0.000	2414.560	0.000	-48922.533	0.000	786.673
58	58	0.000	2450.365	0.000	-48915.666	0.000	1136.096
58	59	0.000	2765.932	0.000	-61956.385	0.000	1136.096
59	59	0.000	2795.420	0.000	-61946.690	0.000	1578.609
59	60	0.000	3129.823	0.000	-76759.771	0.000	1578.609
60	60	0.000	3154.827	0.000	-76746.537	0.000	2126.848
60	61	0.000	3507.796	0.000	-93403.063	0.000	2126.848
61	61	0.000	3532.564	0.000	-93385.489	0.000	2793.953
61	62	0.000	3903.501	0.000	-111975.615	0.000	2793.953
62	62	0.000	3928.024	0.000	-111954.079	0.000	3553.718
62	63	0.000	4276.723	0.000	-130414.731	0.000	3553.718
63	63	0.000	4301.027	0.000	-130390.751	0.000	4345.451
63	64	0.000	4622.292	0.000	-148237.368	0.000	4345.451
64	64	0.000	4646.404	0.000	-148210.117	0.000	5192.447
64	65	0.000	4984.460	0.000	-167471.823	0.000	5192.447
65	65	0.000	5006.708	0.000	-167455.695	0.000	5688.858
65	66	0.000	5019.826	0.000	-168207.686	0.000	5688.858
66	66	0.000	5019.826	0.000	-168192.938	0.000	6109.359
66	67	0.000	5312.916	0.000	-185500.268	0.000	6109.359
67	67	0.000	-5322.061	0.000	-187434.004	0.000	-6229.981
67	68	0.000	-5028.972	0.000	-170096.037	0.000	-6229.981
68	68	0.000	-5028.972	0.000	-170111.080	0.000	-5804.722
68	69	0.000	-5015.854	0.000	-169357.718	0.000	-5804.722
69	69	0.000	-4993.606	0.000	-169374.181	0.000	-5302.672
69	70	0.000	-4655.674	0.000	-150075.642	0.000	-5302.672
70	70	0.000	-4631.562	0.000	-150103.493	0.000	-4445.015
70	71	0.000	-4310.668	0.000	-132219.053	0.000	-4445.015
71	71	0.000	-4286.364	0.000	-132243.603	0.000	-3642.179
71	72	0.000	-3938.411	0.000	-113737.888	0.000	-3642.179
72	72	0.000	-3913.888	0.000	-113759.984	0.000	-2870.308
72	73	0.000	-3544.254	0.000	-95114.664	0.000	-2870.308
73	73	0.000	-3519.486	0.000	-95132.740	0.000	-2190.850
73	74	0.000	-3168.409	0.000	-78413.033	0.000	-2190.850
74	74	0.000	-3143.405	0.000	-78426.682	0.000	-1630.706
74	75	0.000	-2811.600	0.000	-63539.197	0.000	-1630.706
75	75	0.000	-2786.333	0.000	-63549.224	0.000	-1176.817

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
75	76	0.000	-2474.205	0.000	-50397.903	0.000	-1176.817
76	76	0.000	-2448.719	0.000	-50405.023	0.000	-816.805
76	77	0.000	-2156.410	0.000	-38892.221	0.000	-816.805
77	77	0.000	-2124.834	0.000	-38897.063	0.000	-538.985
77	78	0.000	-1852.570	0.000	-28953.574	0.000	-538.985
78	78	0.000	-1816.428	0.000	-28956.685	0.000	-332.161
78	79	0.000	-1559.653	0.000	-20516.498	0.000	-332.161
79	79	0.000	-1522.473	0.000	-20518.347	0.000	-185.608
79	80	0.000	-1274.188	0.000	-13526.708	0.000	-185.608
80	80	0.000	-1233.461	0.000	-13527.689	0.000	-88.984
80	81	0.000	-991.961	0.000	-7964.143	0.000	-88.984
81	81	0.000	-952.977	0.000	-7964.576	0.000	-32.096
81	82	0.000	-785.597	0.000	-3723.148	0.000	-32.096
82	82	0.000	-750.226	0.000	-3723.282	0.000	-5.501
82	83	0.000	-305.025	0.000	-770.161	0.000	-5.501
83	83	0.000	-269.058	0.000	-770.181	0.000	0.000
83	84	0.000	-39.015	0.000	0.000	0.000	0.000
300	300	0.000	0.000	-18160.212	-1933.441	13231.666	0.000
300	301	0.000	0.000	-17752.247	-1933.441	13231.667	0.000
301	301	0.000	0.000	-17752.247	-1933.441	13231.667	0.000
301	302	0.000	0.000	-17360.730	-1933.441	13231.667	0.000
302	302	0.000	0.000	-17360.730	-1933.441	13231.667	0.000
302	303	0.000	0.000	-16986.922	-1933.441	13231.668	0.000
303	303	0.000	0.000	-16772.422	-1933.441	13231.668	0.000
303	304	0.000	0.000	-16417.585	-1933.441	13231.668	0.000
304	304	0.000	0.000	-16417.585	-1933.441	13231.668	0.000
304	305	0.000	0.000	-16080.663	-1933.441	13231.669	0.000
305	305	0.000	0.000	-16080.663	-1933.441	13231.669	0.000
305	306	0.000	0.000	-15760.598	-1933.441	13231.670	0.000
306	306	0.000	0.000	-15760.598	-1933.441	13231.670	0.000
306	307	0.000	0.000	-15456.330	-1933.441	13231.670	0.000
307	307	0.000	0.000	-15456.330	-1933.441	13231.670	0.000
307	308	0.000	0.000	-15166.801	-1933.441	13231.671	0.000
308	308	0.000	0.000	-15166.801	-1933.441	13231.671	0.000
308	309	0.000	0.000	-14890.960	-1933.441	13231.671	0.000
309	309	0.000	0.000	-14890.960	-1933.441	13231.671	0.000
309	310	0.000	0.000	-14627.751	-1933.441	13231.672	0.000
310	310	0.000	0.000	-14627.751	-1933.441	13231.672	0.000
310	311	0.000	0.000	-14376.123	-1933.441	13231.673	0.000
311	311	0.000	0.000	-14376.123	-1933.441	13231.673	0.000
311	312	0.000	0.000	-14135.021	-1933.441	13231.673	0.000
312	312	0.000	0.000	-14135.021	-1933.441	13231.673	0.000
312	313	0.000	0.000	-13903.392	-1933.441	13231.674	0.000
313	313	0.000	0.000	-13903.392	-1933.441	13231.674	0.000
313	314	0.000	0.000	-13680.182	-1933.441	13231.674	0.000
314	314	0.000	0.000	-13680.182	-1933.441	13231.674	0.000
314	315	0.000	0.000	-13464.339	-1933.441	13231.675	0.000
315	315	0.000	0.000	-13464.339	-1933.441	13231.675	0.000
315	316	0.000	0.000	-13254.809	-1933.441	13231.676	0.000
316	316	0.000	0.000	-13254.809	-1933.441	13231.676	0.000
316	317	0.000	0.000	-13050.539	-1933.441	13231.676	0.000
317	317	0.000	0.000	-13050.539	-1933.441	13231.676	0.000
317	318	0.000	0.000	-12850.474	-1933.441	13231.677	0.000
318	318	0.000	0.000	-12850.474	-1933.441	13231.677	0.000
318	319	0.000	0.000	-12653.562	-1933.441	13231.677	0.000
319	319	0.000	0.000	-12653.562	-1933.441	13231.677	0.000
319	320	0.000	0.000	-12465.500	-1933.441	13231.678	0.000
320	320	0.000	0.000	-12465.500	-1933.441	13231.678	0.000
320	321	0.000	0.000	-12285.217	-1933.441	13231.678	0.000
321	321	0.000	0.000	-12285.217	-1933.441	13231.678	0.000
321	322	0.000	0.000	-12105.177	-1933.441	13231.679	0.000
322	322	0.000	0.000	-12105.177	-1933.441	13231.679	0.000
322	323	0.000	0.000	-11925.137	-1933.441	13231.680	0.000
323	323	0.000	0.000	-11925.137	-1933.441	13231.680	0.000
323	324	0.000	0.000	-11745.097	-1933.441	13231.680	0.000
324	324	0.000	0.000	-11745.097	-1933.441	13231.680	0.000
324	325	0.000	0.000	-11565.057	-1933.441	13231.681	0.000
325	325	0.000	0.000	-11565.057	-1933.441	13231.681	0.000
325	326	0.000	0.000	-11385.017	-1933.441	13231.681	0.000
326	326	0.000	0.000	-11385.017	-1933.441	13231.681	0.000
326	67	0.000	0.000	-11204.977	-1933.441	13231.682	0.000

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
050	0.00	0.00	-28.34	28.45
051	-28.34	28.45	-135.45	137.10
052	-135.44	137.10	-287.70	281.16
053	-287.68	281.14	-447.63	438.31
054	-447.60	438.28	-614.64	596.22
055	-614.59	596.16	-744.50	752.49
056	-744.42	752.41	-864.02	899.95
057	-863.91	899.84	-972.92	1034.57
058	-972.78	1034.43	-1071.42	1154.03
059	-1071.26	1153.85	-1161.10	1253.99
060	-1160.90	1253.77	-1244.40	1340.46
061	-1244.17	1340.20	-1324.14	1412.43
062	-1323.89	1412.16	-1395.41	1467.24
063	-1395.16	1466.97	-1460.43	1509.56
064	-1460.17	1509.28	-1499.56	1414.53
065	-1499.41	1414.40	-1502.15	1416.28
066	-1502.02	1416.16	-1662.14	1562.96
067	-1679.46	1579.25	-1524.11	1433.17
068	-1524.24	1433.29	-1521.37	1430.94
069	-1521.52	1431.08	-1479.18	1513.98
070	-1479.46	1514.26	-1410.31	1458.75
071	-1410.57	1459.02	-1334.94	1390.55
072	-1335.20	1390.82	-1251.99	1306.08
073	-1252.23	1306.32	-1167.43	1210.45
074	-1167.63	1210.66	-1079.53	1105.59
075	-1079.70	1105.76	-985.57	985.93
076	-985.71	986.07	-884.15	855.24
077	-884.26	855.35	-774.38	715.36
078	-774.46	715.43	-604.07	567.58
079	-604.13	567.63	-426.50	412.11
080	-426.53	412.14	-271.47	265.87
081	-271.49	265.88	-131.91	132.22
082	-131.92	132.23	-29.01	28.73
083	-29.01	28.73	0.00	0.00
300	-506.09	-480.15	-516.65	-488.47
301	-516.65	-488.47	-527.12	-496.58
302	-527.12	-496.58	-544.61	-510.69
303	-537.95	-504.03	-538.70	-502.23
304	-538.70	-502.23	-557.03	-516.57
305	-557.03	-516.57	-576.10	-531.26
306	-576.10	-531.26	-571.36	-523.93
307	-571.36	-523.93	-590.69	-538.34
308	-590.69	-538.34	-610.19	-552.57
309	-610.19	-552.57	-629.39	-566.23
310	-629.39	-566.23	-648.32	-579.34
311	-648.32	-579.34	-666.61	-591.66
312	-666.61	-591.66	-683.66	-602.68
313	-683.66	-602.68	-698.98	-612.06
314	-698.98	-612.06	-712.29	-619.69
315	-712.29	-619.69	-722.63	-624.78
316	-722.63	-624.78	-729.98	-627.51
317	-729.98	-627.51	-734.21	-627.87
318	-734.21	-627.87	-734.17	-624.96
319	-734.17	-624.96	-776.54	-660.06
320	-776.54	-660.06	-768.11	-651.04
321	-768.11	-651.04	-753.71	-637.26
322	-753.71	-637.26	-743.36	-626.91
323	-743.36	-626.91	-733.02	-616.57
324	-733.02	-616.57	-726.15	-609.12
325	-726.15	-609.12	-715.75	-598.73
326	-715.75	-598.73	-705.36	-588.34
Máx	+0.00	+1579.25	+0.00	+1562.96
Ele	0050	0067	0083	0066
Mín	-1679.46	-660.06	-1662.14	-660.06
Ele	0067	0320	0066	0319

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
00300	-4.440e-07	+1.242e-04	+1.816e+04	+1.323e+04	-1.933e+03	+4.391e-04
Suma	-4.440e-07	+1.242e-04	+1.816e+04			

F.6 Análisis no lineal. Transversal

En las siguientes páginas se incluyen los ficheros de datos y de resultados del modelo de 15 dovelas.

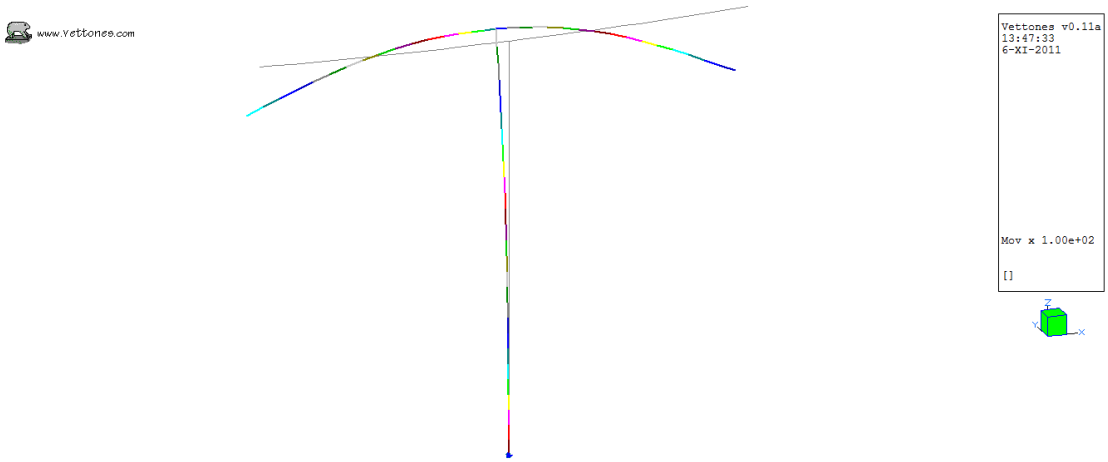


Figura F-4. Deformada de la "T" con quince dovelas. Análisis no lineal. Escala ampliada: x100.

Movimientos principales:

- Giro transversal en coronación de pila -Nudo 67-: r_x= 0.003272 rad

FICHERO DE DATOS

El fichero de datos es el mismo que el del cálculo lineal. Simplemente se modifica el tipo de análisis realizado: No lineal.

FICHERO DE RESULTADOS

```
RESULTADOS ESTRUCTURA
=====================

Hipótesis (1)
-------------
```

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00050	+1.807e-02	+1.628e-01	-2.092e-01	-3.906e-03	-4.011e-03	-1.796e-10
00051	+1.807e-02	+1.628e-01	-1.872e-01	-3.905e-03	-4.005e-03	-1.796e-10
00052	+1.807e-02	+1.628e-01	-1.654e-01	-3.901e-03	-3.962e-03	-1.796e-10
00053	+1.807e-02	+1.628e-01	-1.442e-01	-3.889e-03	-3.848e-03	-1.796e-10
00054	+1.807e-02	+1.628e-01	-1.238e-01	-3.870e-03	-3.658e-03	-1.796e-10
00055	+1.807e-02	+1.628e-01	-1.047e-01	-3.843e-03	-3.398e-03	-1.796e-10
00056	+1.807e-02	+1.628e-01	-8.720e-02	-3.809e-03	-3.082e-03	-1.796e-10
00057	+1.807e-02	+1.628e-01	-7.148e-02	-3.771e-03	-2.727e-03	-1.796e-10
00058	+1.807e-02	+1.628e-01	-5.775e-02	-3.727e-03	-2.346e-03	-1.796e-10
00059	+1.807e-02	+1.628e-01	-4.609e-02	-3.679e-03	-1.952e-03	-1.796e-10
00060	+1.807e-02	+1.628e-01	-3.655e-02	-3.627e-03	-1.553e-03	-1.796e-10
00061	+1.807e-02	+1.628e-01	-2.914e-02	-3.571e-03	-1.158e-03	-1.796e-10
00062	+1.807e-02	+1.628e-01	-2.383e-02	-3.510e-03	-7.710e-04	-1.796e-10
00063	+1.807e-02	+1.628e-01	-2.079e-02	-3.450e-03	-4.326e-04	-1.796e-10
00064	+1.807e-02	+1.628e-01	-1.945e-02	-3.393e-03	-1.406e-04	-1.796e-10
00065	+1.807e-02	+1.628e-01	-1.932e-02	-3.332e-03	+1.350e-04	-1.796e-10
00066	+1.807e-02	+1.628e-01	-1.934e-02	-3.329e-03	+1.450e-04	-1.796e-10
00067	+1.807e-02	+1.628e-01	-2.018e-02	**-3.272e-03**	+3.781e-04	-1.796e-10
00068	+1.807e-02	+1.628e-01	-2.188e-02	-3.330e-03	+6.140e-04	-1.798e-10
00069	+1.807e-02	+1.628e-01	-2.197e-02	-3.333e-03	+6.240e-04	-1.798e-10
00070	+1.807e-02	+1.628e-01	-2.514e-02	-3.395e-03	+9.015e-04	-1.798e-10
00071	+1.807e-02	+1.628e-01	-2.952e-02	-3.453e-03	+1.192e-03	-1.798e-10
00072	+1.807e-02	+1.628e-01	-3.596e-02	-3.512e-03	+1.523e-03	-1.798e-10
00073	+1.807e-02	+1.628e-01	-4.499e-02	-3.572e-03	+1.896e-03	-1.798e-10
00074	+1.807e-02	+1.628e-01	-5.604e-02	-3.627e-03	+2.271e-03	-1.798e-10
00075	+1.807e-02	+1.628e-01	-6.909e-02	-3.677e-03	+2.644e-03	-1.798e-10
00076	+1.807e-02	+1.628e-01	-8.413e-02	-3.722e-03	+3.009e-03	-1.798e-10
00077	+1.807e-02	+1.628e-01	-1.011e-01	-3.763e-03	+3.360e-03	-1.798e-10
00078	+1.807e-02	+1.628e-01	-1.199e-01	-3.799e-03	+3.688e-03	-1.798e-10
00079	+1.807e-02	+1.628e-01	-1.404e-01	-3.829e-03	+3.976e-03	-1.798e-10
00080	+1.807e-02	+1.628e-01	-1.623e-01	-3.853e-03	+4.207e-03	-1.798e-10
00081	+1.807e-02	+1.628e-01	-1.853e-01	-3.871e-03	+4.374e-03	-1.798e-10
00082	+1.807e-02	+1.628e-01	-2.091e-01	-3.881e-03	+4.476e-03	-1.798e-10
00083	+1.807e-02	+1.628e-01	-2.334e-01	-3.886e-03	+4.516e-03	-1.798e-10
00084	+1.807e-02	+1.628e-01	-2.579e-01	-3.886e-03	+4.523e-03	-1.798e-10
00300	+3.040e-27	-1.299e-24	-1.816e-16	-8.491e-05	+1.200e-05	-4.092e-24
00301	+6.375e-05	+4.877e-04	-5.971e-04	-1.199e-04	+1.477e-05	-1.142e-12
00302	+1.415e-04	+1.149e-03	-1.206e-03	-1.578e-04	+1.788e-05	-2.432e-12
00303	+2.350e-04	+1.999e-03	-1.826e-03	-1.990e-04	+2.137e-05	-3.912e-12
00304	+3.464e-04	+3.055e-03	-2.457e-03	-2.446e-04	+2.542e-05	-5.641e-12
00305	+4.783e-04	+4.339e-03	-3.088e-03	-2.945e-04	+2.998e-05	-7.658e-12
00306	+6.337e-04	+5.874e-03	-3.739e-03	-3.500e-04	+3.526e-05	-1.001e-11
00307	+8.162e-04	+7.688e-03	-4.410e-03	-4.119e-04	+4.138e-05	-1.274e-11
00308	+1.029e-03	+9.810e-03	-5.075e-03	-4.791e-04	+4.812e-05	-1.591e-11
00309	+1.277e-03	+1.227e-02	-5.760e-03	-5.539e-04	+5.587e-05	-1.957e-11
00310	+1.564e-03	+1.511e-02	-6.465e-03	-6.372e-04	+6.474e-05	-2.378e-11
00311	+1.897e-03	+1.836e-02	-7.191e-03	-7.297e-04	+7.483e-05	-2.860e-11
00312	+2.280e-03	+2.208e-02	-7.937e-03	-8.320e-04	+8.622e-05	-3.407e-11
00313	+2.721e-03	+2.631e-02	-8.701e-03	-9.448e-04	+9.901e-05	-4.023e-11
00314	+3.227e-03	+3.111e-02	-9.482e-03	-1.068e-03	+1.132e-04	-4.711e-11
00315	+3.803e-03	+3.652e-02	-1.028e-02	-1.203e-03	+1.289e-04	-5.472e-11
00316	+4.458e-03	+4.259e-02	-1.109e-02	-1.348e-03	+1.459e-04	-6.304e-11
00317	+5.197e-03	+4.938e-02	-1.191e-02	-1.503e-03	+1.643e-04	-7.201e-11
00318	+6.026e-03	+5.693e-02	-1.273e-02	-1.666e-03	+1.838e-04	-8.155e-11
00319	+6.950e-03	+6.527e-02	-1.356e-02	-1.837e-03	+2.042e-04	-9.156e-11
00320	+7.973e-03	+7.444e-02	-1.438e-02	-2.012e-03	+2.253e-04	-1.022e-10
00321	+9.099e-03	+8.447e-02	-1.526e-02	-2.197e-03	+2.477e-04	-1.133e-10
00322	+1.033e-02	+9.537e-02	-1.612e-02	-2.382e-03	+2.702e-04	-1.245e-10
00323	+1.167e-02	+1.072e-01	-1.697e-02	-2.564e-03	+2.924e-04	-1.356e-10

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00324	+1.312e-02	+1.198e-01	-1.780e-02	-2.745e-03	+3.144e-04	-1.468e-10
00325	+1.467e-02	+1.333e-01	-1.862e-02	-2.925e-03	+3.362e-04	-1.579e-10
00326	+1.632e-02	+1.476e-01	-1.941e-02	-3.099e-03	+3.572e-04	-1.688e-10

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
50	50	0.000	29.733	0.000	0.000	0.000	0.000
50	51	0.000	256.759	0.000	-716.229	0.000	0.000
51	51	0.000	283.251	0.000	-716.211	0.000	5.116
51	52	0.000	725.497	0.000	-3553.076	0.000	5.116
52	52	0.000	757.215	0.000	-3552.948	0.000	30.495
52	53	0.000	919.373	0.000	-7639.411	0.000	30.495
53	53	0.000	955.161	0.000	-7638.999	0.000	85.061
53	54	0.000	1190.765	0.000	-13003.801	0.000	85.061
54	54	0.000	1223.650	0.000	-13002.862	0.000	177.942
54	55	0.000	1468.554	0.000	-19733.359	0.000	177.942
55	55	0.000	1503.514	0.000	-19731.585	0.000	318.889
55	56	0.000	1762.642	0.000	-27896.959	0.000	318.889
56	56	0.000	1801.526	0.000	-27893.969	0.000	518.143
56	57	0.000	2079.410	0.000	-37596.290	0.000	518.143
57	57	0.000	2117.811	0.000	-37591.630	0.000	786.673
57	58	0.000	2414.560	0.000	-48922.533	0.000	786.673
58	58	0.000	2450.365	0.000	-48915.666	0.000	1136.096
58	59	0.000	2765.932	0.000	-61956.385	0.000	1136.096
59	59	0.000	2795.420	0.000	-61946.690	0.000	1578.609
59	60	0.000	3129.823	0.000	-76759.771	0.000	1578.609
60	60	0.000	3154.827	0.000	-76746.537	0.000	2126.848
60	61	0.000	3507.796	0.000	-93403.063	0.000	2126.848
61	61	0.000	3532.564	0.000	-93385.489	0.000	2793.953
61	62	0.000	3903.501	0.000	-111975.615	0.000	2793.953
62	62	0.000	3928.024	0.000	-111954.079	0.000	3553.718
62	63	0.000	4276.723	0.000	-130414.731	0.000	3553.718
63	63	0.000	4301.027	0.000	-130390.751	0.000	4345.451
63	64	0.000	4622.292	0.000	-148237.368	0.000	4345.451
64	64	0.000	4646.404	0.000	-148210.117	0.000	5192.447
64	65	0.000	4984.460	0.000	-167471.823	0.000	5192.447
65	65	0.000	5006.709	0.000	-167455.695	0.000	5688.858
65	66	0.000	5019.826	0.000	-168207.686	0.000	5688.858
66	66	0.000	5019.826	0.000	-168192.938	0.000	6109.359
66	67	0.000	5312.916	0.000	-185500.268	0.000	6109.359
67	67	0.000	-5322.061	0.000	-187434.004	0.000	-6229.981
67	68	0.000	-5028.972	0.000	-170096.037	0.000	-6229.981
68	68	0.000	-5028.972	0.000	-170111.080	0.000	-5804.722
68	69	0.000	-5015.854	0.000	-169357.718	0.000	-5804.722
69	69	0.000	-4993.606	0.000	-169374.181	0.000	-5302.672
69	70	0.000	-4655.674	0.000	-150075.642	0.000	-5302.672
70	70	0.000	-4631.562	0.000	-150103.493	0.000	-4445.015
70	71	0.000	-4310.668	0.000	-132219.053	0.000	-4445.015
71	71	0.000	-4286.364	0.000	-132243.603	0.000	-3642.179
71	72	0.000	-3938.411	0.000	-113737.888	0.000	-3642.179
72	72	0.000	-3913.888	0.000	-113759.984	0.000	-2870.308
72	73	0.000	-3544.254	0.000	-95114.664	0.000	-2870.308
73	73	0.000	-3519.486	0.000	-95132.740	0.000	-2190.850
73	74	0.000	-3168.409	0.000	-78413.033	0.000	-2190.850
74	74	0.000	-3143.405	0.000	-78426.682	0.000	-1630.706
74	75	0.000	-2811.600	0.000	-63539.197	0.000	-1630.706
75	75	0.000	-2786.333	0.000	-63549.224	0.000	-1176.817
75	76	0.000	-2474.205	0.000	-50397.903	0.000	-1176.817
76	76	0.000	-2448.719	0.000	-50405.023	0.000	-816.805
76	77	0.000	-2156.410	0.000	-38892.221	0.000	-816.805
77	77	0.000	-2124.834	0.000	-38897.063	0.000	-538.985
77	78	0.000	-1852.570	0.000	-28953.574	0.000	-538.985
78	78	0.000	-1816.428	0.000	-28956.685	0.000	-332.161
78	79	0.000	-1559.653	0.000	-20516.498	0.000	-332.161
79	79	0.000	-1522.473	0.000	-20518.347	0.000	-185.608
79	80	0.000	-1274.188	0.000	-13526.708	0.000	-185.608
80	80	0.000	-1233.461	0.000	-13527.689	0.000	-88.984
80	81	0.000	-991.961	0.000	-7964.143	0.000	-88.984
81	81	0.000	-952.977	0.000	-7964.576	0.000	-32.096
81	82	0.000	-785.597	0.000	-3723.148	0.000	-32.096
82	82	0.000	-750.226	0.000	-3723.282	0.000	-5.501
82	83	0.000	-305.025	0.000	-770.161	0.000	-5.501
83	83	0.000	-269.058	0.000	-770.181	0.000	0.000
83	84	0.000	-39.015	0.000	0.000	0.000	0.000

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
300	300	0.000	0.000	-18159.212	-2160.319	15282.960	0.000
300	301	0.000	0.000	-17751.247	-2159.187	15274.303	0.000
301	301	0.000	0.000	-17751.247	-2159.187	15274.303	0.000
301	302	0.000	0.000	-17359.730	-2157.837	15262.823	0.000
302	302	0.000	0.000	-17359.730	-2157.837	15262.823	0.000
302	303	0.000	0.000	-16985.922	-2156.250	15248.392	0.000
303	303	0.000	0.000	-16771.422	-2156.250	15248.392	0.000
303	304	0.000	0.000	-16416.585	-2154.421	15231.051	0.000
304	304	0.000	0.000	-16416.585	-2154.421	15231.051	0.000
304	305	0.000	0.000	-16079.663	-2152.299	15210.406	0.000
305	305	0.000	0.000	-16079.663	-2152.299	15210.406	0.000
305	306	0.000	0.000	-15759.598	-2149.851	15186.216	0.000
306	306	0.000	0.000	-15759.598	-2149.851	15186.216	0.000
306	307	0.000	0.000	-15455.330	-2147.030	15158.174	0.000
307	307	0.000	0.000	-15455.330	-2147.030	15158.174	0.000
307	308	0.000	0.000	-15165.801	-2143.797	15125.997	0.000
308	308	0.000	0.000	-15165.801	-2143.797	15125.997	0.000
308	309	0.000	0.000	-14889.960	-2140.110	15089.368	0.000
309	309	0.000	0.000	-14889.960	-2140.110	15089.368	0.000
309	310	0.000	0.000	-14626.751	-2135.908	15047.878	0.000
310	310	0.000	0.000	-14626.751	-2135.908	15047.878	0.000
310	311	0.000	0.000	-14375.123	-2131.130	15001.085	0.000
311	311	0.000	0.000	-14375.123	-2131.130	15001.085	0.000
311	312	0.000	0.000	-14134.021	-2125.709	14948.519	0.000
312	312	0.000	0.000	-14134.021	-2125.709	14948.519	0.000
312	313	0.000	0.000	-13902.392	-2119.576	14889.690	0.000
313	313	0.000	0.000	-13902.392	-2119.576	14889.690	0.000
313	314	0.000	0.000	-13679.182	-2112.661	14824.102	0.000
314	314	0.000	0.000	-13679.182	-2112.661	14824.102	0.000
314	315	0.000	0.000	-13463.339	-2104.898	14751.273	0.000
315	315	0.000	0.000	-13463.339	-2104.898	14751.273	0.000
315	316	0.000	0.000	-13253.809	-2096.223	14670.752	0.000
316	316	0.000	0.000	-13253.809	-2096.223	14670.752	0.000
316	317	0.000	0.000	-13049.539	-2086.581	14582.150	0.000
317	317	0.000	0.000	-13049.539	-2086.581	14582.150	0.000
317	318	0.000	0.000	-12849.474	-2075.929	14485.162	0.000
318	318	0.000	0.000	-12849.474	-2075.929	14485.162	0.000
318	319	0.000	0.000	-12652.562	-2064.238	14379.594	0.000
319	319	0.000	0.000	-12652.562	-2064.238	14379.594	0.000
319	320	0.000	0.000	-12464.500	-2051.490	14265.325	0.000
320	320	0.000	0.000	-12464.500	-2051.490	14265.325	0.000
320	321	0.000	0.000	-12284.217	-2037.653	14142.170	0.000
321	321	0.000	0.000	-12284.217	-2037.653	14142.170	0.000
321	322	0.000	0.000	-12104.177	-2022.723	14010.171	0.000
322	322	0.000	0.000	-12104.177	-2022.723	14010.171	0.000
322	323	0.000	0.000	-11924.137	-2006.748	13869.708	0.000
323	323	0.000	0.000	-11924.137	-2006.748	13869.708	0.000
323	324	0.000	0.000	-11744.097	-1989.778	13721.198	0.000
324	324	0.000	0.000	-11744.097	-1989.778	13721.198	0.000
324	325	0.000	0.000	-11564.057	-1971.862	13565.035	0.000
325	325	0.000	0.000	-11564.057	-1971.862	13565.035	0.000
325	326	0.000	0.000	-11384.017	-1953.062	13401.703	0.000
326	326	0.000	0.000	-11384.017	-1953.062	13401.703	0.000
326	67	0.000	0.000	-11203.977	-1933.441	13231.682	0.000

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
050	0.00	0.00	-28.34	28.45
051	-28.34	28.45	-135.45	137.10
052	-135.44	137.10	-287.70	281.16
053	-287.68	281.14	-447.63	438.31
054	-447.60	438.28	-614.64	596.22
055	-614.59	596.16	-744.50	752.49
056	-744.42	752.41	-864.02	899.95
057	-863.91	899.84	-972.92	1034.57
058	-972.78	1034.43	-1071.42	1154.03
059	-1071.26	1153.85	-1161.10	1253.99
060	-1160.90	1253.77	-1244.40	1340.46
061	-1244.17	1340.20	-1324.14	1412.43
062	-1323.89	1412.16	-1395.41	1467.24
063	-1395.16	1466.97	-1460.43	1509.56
064	-1460.17	1509.28	-1499.56	1414.53
065	-1499.41	1414.40	-1502.15	1416.28
066	-1502.02	1416.16	-1662.14	1562.96
067	-1679.46	1579.25	-1524.11	1433.17

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
068	-1524.24	1433.29	-1521.37	1430.94
069	-1521.52	1431.08	-1479.18	1513.98
070	-1479.46	1514.26	-1410.31	1458.75
071	-1410.57	1459.02	-1334.94	1390.55
072	-1335.20	1390.82	-1251.99	1306.08
073	-1252.23	1306.32	-1167.43	1210.45
074	-1167.63	1210.66	-1079.53	1105.59
075	-1079.70	1105.76	-985.57	985.93
076	-985.71	986.07	-884.15	855.24
077	-884.26	855.35	-774.38	715.36
078	-774.46	715.43	-604.07	567.58
079	-604.13	567.63	-426.50	412.11
080	-426.53	412.14	-271.47	265.87
081	-271.49	265.88	-131.91	132.22
082	-131.92	132.23	-29.01	28.73
083	-29.01	28.73	0.00	0.00
300	-506.06	-480.13	-516.62	-488.45
301	-516.62	-488.45	-527.09	-496.55
302	-527.09	-496.55	-544.58	-510.66
303	-537.91	-504.00	-538.67	-502.19
304	-538.67	-502.19	-556.99	-516.53
305	-556.99	-516.53	-576.06	-531.23
306	-576.06	-531.23	-571.33	-523.89
307	-571.33	-523.89	-590.66	-538.30
308	-590.66	-538.30	-610.15	-552.53
309	-610.15	-552.53	-629.35	-566.19
310	-629.35	-566.19	-648.27	-579.30
311	-648.27	-579.30	-666.57	-591.61
312	-666.57	-591.61	-683.61	-602.63
313	-683.61	-602.63	-698.93	-612.01
314	-698.93	-612.01	-712.25	-619.64
315	-712.25	-619.64	-722.58	-624.73
316	-722.58	-624.73	-729.93	-627.46
317	-729.93	-627.46	-734.16	-627.81
318	-734.16	-627.81	-734.11	-624.91
319	-734.11	-624.91	-776.48	-660.00
320	-776.48	-660.00	-768.05	-650.99
321	-768.05	-650.99	-753.65	-637.20
322	-753.65	-637.20	-743.31	-626.86
323	-743.31	-626.86	-732.96	-616.51
324	-732.96	-616.51	-726.09	-609.06
325	-726.09	-609.06	-715.70	-598.67
326	-715.70	-598.67	-705.30	-588.28
Máx	+0.00	+1579.25	+0.00	+1562.96
Ele	0050	0067	0083	0066
Mín	-1679.46	-660.00	-1662.14	-660.00
Ele	0067	0320	0066	0319

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
00300	-3.040e-07	+1.299e-04	+1.816e+04	+1.528e+04	-2.160e+03	+4.092e-04
Suma	-3.040e-07	+1.299e-04	+1.816e+04			

ANEXO G. ÁNALISIS PARAMÉTRICO. FICHEROS DE DATOS Y RESULTADOS

G.1 Gráficos del modelo

La representación gráfica del modelo es la misma que la indicada en el Anexo C.

G.2 Acciones de cálculo

Se han considerado las mismas acciones que en el Anexo D.

G.3 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones medias. Geometría

Se ha considerado una pila de canto y ancho constantes de diferentes alturas, desde 20 hasta 180 m. Las dimensiones de la sección transversal en cada una de ellas se representan en la siguiente tabla.

				Variación del espesor con la altura				
H (m)	**Canto (m)**	**Ancho (m)**	**Espesor (m)**	**Altura (m)**	**Espesor (m)**	**Altura (m)**	**Espesor (m)**	**Altura (m)**
20	7.200	7.767	0.65	0-16	0.60	16-20	-	-
40	7.700	8.433	0.65	0-16	0.60	16-40	-	-
60	8.200	9.100	0.65	0-30	0.60	30-60	-	-
80	8.700	9.767	0.65	0-50	0.60	50-70	-	-
100	9.200	10.433	0.65	0-70	0.60	70-100	-	-
120	9.700	11.100	0.65	0-90	0.60	90-120	-	-
140	10.200	11.767	0.65	0-92.5	0.60	92.5-140	-	-
160	10.700	12.433	0.70	0-10	0.65	10-92.5	0.60	92.5-160
180	11.200	13.100	0.70	0-92.5	0.60	92.5-180	-	-

Tabla G-1. Pila de canto y ancho constantes -Dimensiones medias-. Geometría

G.4 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones medias. Análisis lineal. Longitudinal

En las siguientes páginas se incluyen los ficheros de datos y de resultados del modelo de 15 dovelas para la pila de 180 m de altura.

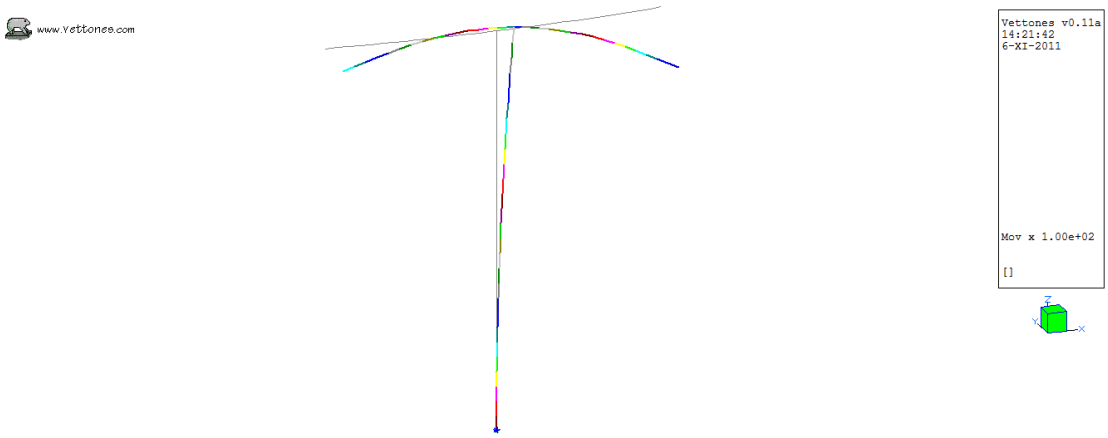


Figura G-1. Deformada de la "T" con quince dovelas. Análisis lineal. Escala ampliada: x100.

Movimientos principales:

- Giro longitudinal en coronación de pila -Nudo 67-: r_y= 0.001177 rad
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudo 50-: u_z= -0.1425 m
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudo 84-: u_z= -0.3124 m

FICHERO DE DATOS

```
DATOS ESTRUCTURA
================
Unidades: Tonelada y metro

Programa de cálculo
-------------------
Nombre  :  Vettones
Versión :  v0.11a


Datos generales
---------------------------------------
Número de nudos                     125
Número de elementos finitos          61
Número de apoyos en nudos             1
Número de materiales                229
Número de características           229
Número de acciones                    9
Número de hipótesis                   1

1.- Nudos
---------

   n      x          y          z
---------------------------------------
0050 -7.585e+01 +4.122e+00 +0.000e+00
0051 -7.088e+01 +3.598e+00 +0.000e+00
0052 -6.590e+01 +3.109e+00 +0.000e+00
0053 -6.092e+01 +2.656e+00 +0.000e+00
0054 -5.594e+01 +2.239e+00 +0.000e+00
0055 -5.095e+01 +1.857e+00 +0.000e+00
0056 -4.597e+01 +1.511e+00 +0.000e+00
0057 -4.098e+01 +1.200e+00 +0.000e+00
0058 -3.598e+01 +9.255e-01 +0.000e+00
0059 -3.099e+01 +6.863e-01 +0.000e+00
0060 -2.599e+01 +4.828e-01 +0.000e+00
0061 -2.100e+01 +3.150e-01 +0.000e+00
0062 -1.600e+01 +1.828e-01 +0.000e+00
0063 -1.150e+01 +9.446e-02 +0.000e+00
0064 -7.500e+00 +4.018e-02 +0.000e+00
0065 -3.500e+00 +8.750e-03 +0.000e+00
0066 -3.350e+00 +8.016e-03 +0.000e+00
0067 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00
0068 +3.350e+00 +8.016e-03 +0.000e+00
0069 +3.500e+00 +8.750e-03 +0.000e+00
0070 +7.500e+00 +4.018e-02 +0.000e+00
0071 +1.150e+01 +9.446e-02 +0.000e+00
0072 +1.600e+01 +1.828e-01 +0.000e+00
0073 +2.100e+01 +3.150e-01 +0.000e+00
0074 +2.599e+01 +4.828e-01 +0.000e+00
0075 +3.099e+01 +6.863e-01 +0.000e+00
0076 +3.598e+01 +9.255e-01 +0.000e+00
0077 +4.098e+01 +1.200e+00 +0.000e+00
0078 +4.597e+01 +1.511e+00 +0.000e+00
0079 +5.095e+01 +1.857e+00 +0.000e+00
0080 +5.594e+01 +2.239e+00 +0.000e+00
0081 +6.092e+01 +2.656e+00 +0.000e+00
0082 +6.590e+01 +3.109e+00 +0.000e+00
0083 +7.088e+01 +3.598e+00 +0.000e+00
0084 +7.585e+01 +4.122e+00 +0.000e+00
0300 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.800e+02
0301 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.733e+02
0302 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.667e+02
0303 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.600e+02
0304 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.533e+02
0305 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.467e+02
0306 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.400e+02
0307 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.333e+02
0308 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.267e+02
0309 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.200e+02
0310 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.133e+02
0311 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.067e+02
0312 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.000e+02
0313 +0.000e+00 +0.000e+00 -9.333e+01
```

n	x	y	z
0314	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.667e+01
0315	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.000e+01
0316	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.333e+01
0317	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.667e+01
0318	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.000e+01
0319	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.333e+01
0320	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.667e+01
0321	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.000e+01
0322	+0.000e+00	+0.000e+00	-3.333e+01
0323	+0.000e+00	+0.000e+00	-2.667e+01
0324	+0.000e+00	+0.000e+00	-2.000e+01
0325	+0.000e+00	+0.000e+00	-1.333e+01
0326	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.667e+00
1050	-7.585e+01	+4.122e+00	+5.000e+01
1051	-7.088e+01	+3.598e+00	+5.000e+01
1052	-6.590e+01	+3.109e+00	+5.000e+01
1053	-6.092e+01	+2.656e+00	+5.000e+01
1054	-5.594e+01	+2.239e+00	+5.000e+01
1055	-5.095e+01	+1.857e+00	+5.000e+01
1056	-4.597e+01	+1.511e+00	+5.000e+01
1057	-4.098e+01	+1.200e+00	+5.000e+01
1058	-3.598e+01	+9.255e-01	+5.000e+01
1059	-3.099e+01	+6.863e-01	+5.000e+01
1060	-2.599e+01	+4.828e-01	+5.000e+01
1061	-2.100e+01	+3.150e-01	+5.000e+01
1062	-1.600e+01	+1.828e-01	+5.000e+01
1063	-1.150e+01	+9.446e-02	+5.000e+01
1064	-7.500e+00	+4.018e-02	+5.000e+01
1065	-3.500e+00	+8.750e-03	+5.000e+01
1066	-3.350e+00	+8.016e-03	+5.000e+01
1067	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.000e+01
1068	+3.350e+00	+8.016e-03	+5.000e+01
1069	+3.500e+00	+8.750e-03	+5.000e+01
1070	+7.500e+00	+4.018e-02	+5.000e+01
1071	+1.150e+01	+9.446e-02	+5.000e+01
1072	+1.600e+01	+1.828e-01	+5.000e+01
1073	+2.100e+01	+3.150e-01	+5.000e+01
1074	+2.599e+01	+4.828e-01	+5.000e+01
1075	+3.099e+01	+6.863e-01	+5.000e+01
1076	+3.598e+01	+9.255e-01	+5.000e+01
1077	+4.098e+01	+1.200e+00	+5.000e+01
1078	+4.597e+01	+1.511e+00	+5.000e+01
1079	+5.095e+01	+1.857e+00	+5.000e+01
1080	+5.594e+01	+2.239e+00	+5.000e+01
1081	+6.092e+01	+2.656e+00	+5.000e+01
1082	+6.590e+01	+3.109e+00	+5.000e+01
1083	+7.088e+01	+3.598e+00	+5.000e+01
1084	+7.585e+01	+4.122e+00	+5.000e+01
2000	+0.000e+00	+7.000e+02	+0.000e+00
2300	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.800e+02
2301	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.733e+02
2302	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.667e+02
2303	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.600e+02
2304	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.533e+02
2305	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.467e+02
2306	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.400e+02
2307	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.333e+02
2308	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.267e+02
2309	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.200e+02
2310	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.133e+02
2311	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.067e+02
2312	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.000e+02
2313	-1.000e+01	+0.000e+00	-9.333e+01
2314	-1.000e+01	+0.000e+00	-8.667e+01
2315	-1.000e+01	+0.000e+00	-8.000e+01
2316	-1.000e+01	+0.000e+00	-7.333e+01
2317	-1.000e+01	+0.000e+00	-6.667e+01
2318	-1.000e+01	+0.000e+00	-6.000e+01
2319	-1.000e+01	+0.000e+00	-5.333e+01
2320	-1.000e+01	+0.000e+00	-4.667e+01
2321	-1.000e+01	+0.000e+00	-4.000e+01
2322	-1.000e+01	+0.000e+00	-3.333e+01
2323	-1.000e+01	+0.000e+00	-2.667e+01
2324	-1.000e+01	+0.000e+00	-2.000e+01
2325	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.333e+01

```
   n      x          y          z
-------------------------------------
2326 -1.000e+01 +0.000e+00 -6.667e+00

2.- Elementos
-------------

 t : tipo de elemento
mat: índice de material
con: índice de característica mecánica
 ni: nudos del elemento

  e    t   mat  con  n0   n1   n2
---------------------------------
  50  14   50   50   50   51 1050
  51  14   51   51   51   52 1051
  52  14   52   52   52   53 1052
  53  14   53   53   53   54 1053
  54  14   54   54   54   55 1054
  55  14   55   55   55   56 1055
  56  14   56   56   56   57 1056
  57  14   57   57   57   58 1057
  58  14   58   58   58   59 1058
  59  14   59   59   59   60 1059
  60  14   60   60   60   61 1060
  61  14   61   61   61   62 1061
  62  14   62   62   62   63 1062
  63  14   63   63   63   64 1063
  64  14   64   64   64   65 1064
  65  14   65   65   65   66 1065
  66  14   66   66   66   67 1066
  67  14   67   67   67   68 1067
  68  14   68   68   68   69 1068
  69  14   69   69   69   70 1069
  70  14   70   70   70   71 1070
  71  14   71   71   71   72 1071
  72  14   72   72   72   73 1072
  73  14   73   73   73   74 1073
  74  14   74   74   74   75 1074
  75  14   75   75   75   76 1075
  76  14   76   76   76   77 1076
  77  14   77   77   77   78 1077
  78  14   78   78   78   79 1078
  79  14   79   79   79   80 1079
  80  14   80   80   80   81 1080
  81  14   81   81   81   82 1081
  82  14   82   82   82   83 1082
  83  14   83   83   83   84 1083
 300  14  300  300  300  301 2300
 301  14  301  301  301  302 2301
 302  14  302  302  302  303 2302
 303  14  303  303  303  304 2303
 304  14  304  304  304  305 2304
 305  14  305  305  305  306 2305
 306  14  306  306  306  307 2306
 307  14  307  307  307  308 2307
 308  14  308  308  308  309 2308
 309  14  309  309  309  310 2309
 310  14  310  310  310  311 2310
 311  14  311  311  311  312 2311
 312  14  312  312  312  313 2312
 313  14  313  313  313  314 2313
 314  14  314  314  314  315 2314
 315  14  315  315  315  316 2315
 316  14  316  316  316  317 2316
 317  14  317  317  317  318 2317
 318  14  318  318  318  319 2318
 319  14  319  319  319  320 2319
 320  14  320  320  320  321 2320
 321  14  321  321  321  322 2321
 322  14  322  322  322  323 2322
 323  14  323  323  323  324 2323
 324  14  324  324  324  325 2324
 325  14  325  325  325  326 2325
 326  14  326  326  326   67 2326
```

3.- Apoyos
---

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz	tipo
0300	1.00e+20	1.00e+20	1.00e+20	1.80e+08	1.80e+08	1.00e+20	Muelle

4.- Materiales

Ex: módulo de elasticidad
Nuxy: coeficiente de Poisson

Id	Ex	Nuxy
0050	+4.008e+06	+2.000e-01
0051	+4.008e+06	+2.000e-01
0052	+4.008e+06	+2.000e-01
0053	+4.008e+06	+2.000e-01
0054	+4.008e+06	+2.000e-01
0055	+4.008e+06	+2.000e-01
0056	+4.008e+06	+2.000e-01
0057	+4.008e+06	+2.000e-01
0058	+4.008e+06	+2.000e-01
0059	+4.008e+06	+2.000e-01
0060	+4.008e+06	+2.000e-01
0061	+4.008e+06	+2.000e-01
0062	+4.008e+06	+2.000e-01
0063	+4.008e+06	+2.000e-01
0064	+4.008e+06	+2.000e-01
0065	+4.008e+06	+2.000e-01
0066	+4.008e+06	+2.000e-01
0067	+4.008e+06	+2.000e-01
0068	+4.008e+06	+2.000e-01
0069	+4.008e+06	+2.000e-01
0070	+4.008e+06	+2.000e-01
0071	+4.008e+06	+2.000e-01
0072	+4.008e+06	+2.000e-01
0073	+4.008e+06	+2.000e-01
0074	+4.008e+06	+2.000e-01
0075	+4.008e+06	+2.000e-01
0076	+4.008e+06	+2.000e-01
0077	+4.008e+06	+2.000e-01
0078	+4.008e+06	+2.000e-01
0079	+4.008e+06	+2.000e-01
0080	+4.008e+06	+2.000e-01
0081	+4.008e+06	+2.000e-01
0082	+4.008e+06	+2.000e-01
0083	+4.008e+06	+2.000e-01
0300	+3.890e+06	+2.000e-01
0301	+3.890e+06	+2.000e-01
0302	+3.890e+06	+2.000e-01
0303	+3.890e+06	+2.000e-01
0304	+3.890e+06	+2.000e-01
0305	+3.890e+06	+2.000e-01
0306	+3.890e+06	+2.000e-01
0307	+3.890e+06	+2.000e-01
0308	+3.890e+06	+2.000e-01
0309	+3.890e+06	+2.000e-01
0310	+3.890e+06	+2.000e-01
0311	+3.890e+06	+2.000e-01
0312	+3.890e+06	+2.000e-01
0313	+3.890e+06	+2.000e-01
0314	+3.890e+06	+2.000e-01
0315	+3.890e+06	+2.000e-01
0316	+3.890e+06	+2.000e-01
0317	+3.890e+06	+2.000e-01
0318	+3.890e+06	+2.000e-01
0319	+3.890e+06	+2.000e-01
0320	+3.890e+06	+2.000e-01
0321	+3.890e+06	+2.000e-01
0322	+3.890e+06	+2.000e-01
0323	+3.890e+06	+2.000e-01
0324	+3.890e+06	+2.000e-01
0325	+3.890e+06	+2.000e-01
0326	+4.008e+06	+2.000e-01

5.- Características mecánicas
---

c	A	Ix	Iy	It	p.p	AcX	Acy
	ymáx	ymín	xmáx	xmín	eficticio		
050	1.827e+01	5.163e+01	4.831e+02	5.874e+01	4.454e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.140e+00	2.162e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.376e-01		
	1.896e+01	5.487e+01	4.910e+02	5.988e+01	4.627e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.180e+00	2.171e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.065e-01		
051	1.896e+01	5.487e+01	4.910e+02	5.988e+01	4.627e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.180e+00	2.171e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.065e-01		
	1.910e+01	5.815e+01	4.931e+02	6.247e+01	4.662e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.244e+00	2.217e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.100e-01		
052	1.910e+01	5.815e+01	4.931e+02	6.247e+01	4.662e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.244e+00	2.217e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.100e-01		
	1.895e+01	6.221e+01	4.985e+02	6.657e+01	4.624e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.289e+00	2.343e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.233e-01		
053	1.895e+01	6.221e+01	4.985e+02	6.657e+01	4.624e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.289e+00	2.343e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.233e-01		
	1.965e+01	7.138e+01	5.099e+02	7.218e+01	4.800e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.406e+00	2.457e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.414e-01		
054	1.965e+01	7.138e+01	5.099e+02	7.218e+01	4.800e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.406e+00	2.457e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.414e-01		
	2.051e+01	8.403e+01	5.243e+02	7.941e+01	4.996e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.539e+00	2.617e+00	7.900e+00	7.900e+00	9.644e-01		
055	2.051e+01	8.403e+01	5.243e+02	7.941e+01	4.996e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.539e+00	2.617e+00	7.900e+00	7.900e+00	9.644e-01		
	2.200e+01	1.027e+02	5.459e+02	8.826e+01	5.369e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.769e+00	2.740e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.008e+00		
056	2.200e+01	1.027e+02	5.459e+02	8.826e+01	5.369e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.769e+00	2.740e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.008e+00		
	2.350e+01	1.263e+02	5.671e+02	9.876e+01	5.746e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.022e+00	2.901e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.048e+00		
057	2.350e+01	1.263e+02	5.671e+02	9.876e+01	5.746e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.022e+00	2.901e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.048e+00		
	2.500e+01	1.559e+02	5.874e+02	1.109e+02	6.124e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.298e+00	3.101e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.084e+00		
058	2.500e+01	1.559e+02	5.874e+02	1.109e+02	6.124e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.298e+00	3.101e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.084e+00		
	2.650e+01	1.931e+02	6.066e+02	1.246e+02	6.499e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.596e+00	3.339e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.115e+00		
059	2.650e+01	1.931e+02	6.066e+02	1.246e+02	6.499e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.596e+00	3.339e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.115e+00		
	2.800e+01	2.394e+02	6.244e+02	1.396e+02	6.877e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.911e+00	3.621e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.140e+00		
060	2.800e+01	2.394e+02	6.244e+02	1.396e+02	6.877e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.911e+00	3.621e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.140e+00		
	2.945e+01	2.959e+02	6.403e+02	1.559e+02	7.242e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.247e+00	3.943e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.161e+00		
061	2.945e+01	2.959e+02	6.403e+02	1.559e+02	7.242e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.247e+00	3.943e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.161e+00		
	3.085e+01	3.645e+02	6.541e+02	1.731e+02	7.596e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.598e+00	4.311e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.177e+00		
062	3.085e+01	3.645e+02	6.541e+02	1.731e+02	7.596e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.598e+00	4.311e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.177e+00		
	3.207e+01	4.377e+02	6.646e+02	1.890e+02	7.902e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.925e+00	4.684e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.187e+00		
063	3.207e+01	4.377e+02	6.646e+02	1.890e+02	7.902e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.925e+00	4.684e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.187e+00		
	3.310e+01	5.126e+02	6.725e+02	2.032e+02	8.161e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.220e+00	5.051e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.192e+00		
064	3.310e+01	5.126e+02	6.725e+02	2.032e+02	8.161e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.220e+00	5.051e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.192e+00		
	3.541e+01	6.306e+02	6.807e+02	2.172e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.326e+00	5.647e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.139e+00		
065	3.541e+01	6.306e+02	6.807e+02	2.172e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.326e+00	5.647e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.139e+00		
	3.544e+01	6.340e+02	6.809e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.338e+00	5.662e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.140e+00		
066	3.544e+01	6.340e+02	6.809e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.338e+00	5.662e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.140e+00		
	3.538e+01	6.327e+02	6.807e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.331e+00	5.669e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.138e+00		

c	A	Ix	Iy	It	p.p	AcX	Acy
	ymáx	ymín	xmáx	xmín	eficticio		
067	3.538e+01	6.327e+02	6.807e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.331e+00	5.669e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.138e+00		
	3.538e+01	6.327e+02	6.807e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.331e+00	5.669e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.138e+00		
068	3.538e+01	6.327e+02	6.807e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.331e+00	5.669e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.138e+00		
	3.535e+01	6.296e+02	6.805e+02	2.173e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.320e+00	5.656e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.137e+00		
069	3.535e+01	6.296e+02	6.805e+02	2.173e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.320e+00	5.656e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.137e+00		
	3.302e+01	5.192e+02	6.725e+02	2.049e+02	8.155e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.238e+00	5.117e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.187e+00		
070	3.302e+01	5.192e+02	6.725e+02	2.049e+02	8.155e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.238e+00	5.117e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.187e+00		
	3.196e+01	4.500e+02	6.649e+02	1.924e+02	7.889e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.965e+00	4.800e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.178e+00		
071	3.196e+01	4.500e+02	6.649e+02	1.924e+02	7.889e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.965e+00	4.800e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.178e+00		
	3.071e+01	3.813e+02	6.548e+02	1.784e+02	7.575e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.662e+00	4.475e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.164e+00		
072	3.071e+01	3.813e+02	6.548e+02	1.784e+02	7.575e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.662e+00	4.475e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.164e+00		
	2.925e+01	3.155e+02	6.416e+02	1.630e+02	7.210e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.332e+00	4.152e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.144e+00		
073	2.925e+01	3.155e+02	6.416e+02	1.630e+02	7.210e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.332e+00	4.152e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.144e+00		
	2.775e+01	2.598e+02	6.264e+02	1.483e+02	6.833e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.011e+00	3.868e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.118e+00		
074	2.775e+01	2.598e+02	6.264e+02	1.483e+02	6.833e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.011e+00	3.868e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.118e+00		
	2.618e+01	2.129e+02	6.091e+02	1.343e+02	6.439e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.704e+00	3.617e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.089e+00		
075	2.618e+01	2.129e+02	6.091e+02	1.343e+02	6.439e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.704e+00	3.617e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.089e+00		
	2.461e+01	1.741e+02	5.904e+02	1.214e+02	6.046e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.405e+00	3.404e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.053e+00		
076	2.461e+01	1.741e+02	5.904e+02	1.214e+02	6.046e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.405e+00	3.404e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.053e+00		
	2.302e+01	1.419e+02	5.703e+02	1.095e+02	5.647e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.120e+00	3.226e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.012e+00		
077	2.302e+01	1.419e+02	5.703e+02	1.095e+02	5.647e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.120e+00	3.226e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.012e+00		
	2.141e+01	1.153e+02	5.490e+02	9.892e+01	5.244e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.848e+00	3.082e+00	7.900e+00	7.900e+00	9.669e-01		
078	2.141e+01	1.153e+02	5.490e+02	9.892e+01	5.244e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.848e+00	3.082e+00	7.900e+00	7.900e+00	9.669e-01		
	2.054e+01	9.737e+01	5.341e+02	8.955e+01	5.027e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.694e+00	2.867e+00	7.900e+00	7.900e+00	8.088e-01		
079	2.054e+01	9.737e+01	5.341e+02	8.955e+01	5.027e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.694e+00	2.867e+00	7.900e+00	7.900e+00	8.088e-01		
	2.006e+01	8.450e+01	5.214e+02	8.147e+01	4.904e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.575e+00	2.664e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.547e-01		
080	2.006e+01	8.450e+01	5.214e+02	8.147e+01	4.904e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.575e+00	2.664e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.547e-01		
	1.947e+01	7.358e+01	5.091e+02	7.467e+01	4.756e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.456e+00	2.508e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.429e-01		
081	1.947e+01	7.358e+01	5.091e+02	7.467e+01	4.756e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.456e+00	2.508e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.429e-01		
	1.941e+01	6.678e+01	5.021e+02	6.912e+01	4.740e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.372e+00	2.366e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.201e-01		
082	1.941e+01	6.678e+01	5.021e+02	6.912e+01	4.740e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.372e+00	2.366e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.201e-01		
	1.912e+01	6.080e+01	4.978e+02	6.479e+01	4.668e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.268e+00	2.290e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.102e-01		
083	1.912e+01	6.080e+01	4.978e+02	6.479e+01	4.668e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.268e+00	2.290e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.102e-01		
	1.859e+01	5.560e+01	4.874e+02	6.163e+01	4.533e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.213e+00	2.212e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.308e-01		

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-------------------------------------------------------------------------
300 3.364e+01 6.466e+02 8.293e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=300]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.439e+00
    3.364e+01 6.466e+02 8.293e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=301]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.439e+00
301 3.364e+01 6.466e+02 8.293e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=301]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.439e+00
    3.364e+01 6.466e+02 8.293e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=302]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.439e+00
302 3.364e+01 6.466e+02 8.293e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=302]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.439e+00
    3.464e+01 6.661e+02 8.543e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=303]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.483e+00
303 3.464e+01 6.661e+02 8.543e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=303]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.483e+00
    3.464e+01 6.661e+02 8.543e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=304]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.483e+00
304 3.464e+01 6.661e+02 8.543e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=304]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.483e+00
    3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=305]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
305 3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=305]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
    3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=306]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
306 3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=306]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
    3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=307]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
307 3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=307]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
    3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=308]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
308 3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=308]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
    3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=309]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
309 3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=309]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
    3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=310]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
310 3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=310]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
    3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=311]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
311 3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=311]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
    3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=312]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
312 3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=312]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
    3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=313]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
313 3.601e+01 6.941e+02 8.900e+02 7.462e+02 8.015e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=313]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.541e+00
    3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=314]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
314 3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=314]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
    3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=315]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
315 3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=315]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
    3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=316]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
316 3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=316]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
    3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=317]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
317 3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=317]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
    3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=318]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
```

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-----------------------------------------------------------------------
318 3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=318]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
    3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=319]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
319 3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=319]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
    3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=320]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
320 3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=320]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
    3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=321]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
321 3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=321]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
    3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=322]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
322 3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=322]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
    3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=323]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
323 3.170e+01 6.214e+02 7.953e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=323]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
    3.185e+01 6.246e+02 7.993e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=324]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.355e+00
324 3.185e+01 6.246e+02 7.993e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=324]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.355e+00
    3.185e+01 6.246e+02 7.993e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=325]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.355e+00
325 3.185e+01 6.246e+02 7.993e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=325]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.355e+00
    3.170e+01 6.216e+02 7.955e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=326]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
326 3.170e+01 6.216e+02 7.955e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=326]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00
    3.170e+01 6.216e+02 7.955e+02 6.566e+02 6.930e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=327]
    5.600e+00 5.600e+00 6.550e+00 6.550e+00 1.349e+00

idC idC   Geo0      Geo1      Geo2      Geo3      Geo4
-----------------------------------------------------------
300 13        300       301 [VA]
301 13        301       302 [VA]
302 13        302       303 [VA]
303 13        303       304 [VA]
304 13        304       305 [VA]
305 13        305       306 [VA]
306 13        306       307 [VA]
307 13        307       308 [VA]
308 13        308       309 [VA]
309 13        309       310 [VA]
310 13        310       311 [VA]
311 13        311       312 [VA]
312 13        312       313 [VA]
313 13        313       314 [VA]
314 13        314       315 [VA]
315 13        315       316 [VA]
316 13        316       317 [VA]
317 13        317       318 [VA]
318 13        318       319 [VA]
319 13        319       320 [VA]
320 13        320       321 [VA]
321 13        321       322 [VA]
322 13        322       323 [VA]
323 13        323       324 [VA]
324 13        324       325 [VA]
325 13        325       326 [VA]
326 13        326       327 [VA]
```

6.- Acciones

Acción (1) PPsinmarcdcho
---

n	fx	fy	fz	mx	my	mz	
0067	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.78e+02	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0068	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0069	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.22e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0070	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.41e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0071	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.43e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0072	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.45e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0073	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.48e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0074	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.50e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0075	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.53e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0076	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.55e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0077	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.16e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0078	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.61e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0079	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.72e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0080	+0.00e+00	+0.00e+00	-4.07e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0081	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.90e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0082	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.54e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0083	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.60e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0084	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.90e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0085	+0.00e+00	+0.00e+00	-6.27e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	*
Suma	+0.00e+00	+0.00e+00	-7.75e+02				

e	Qx	Qy	Qz	Mx	My	Mz	Tipo
0067	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.749e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0068	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.745e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0069	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.448e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0070	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.022e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0071	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.732e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0072	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.393e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0073	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.022e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0074	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.636e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0075	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.243e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0076	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.846e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0077	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.445e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0078	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.136e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0079	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.966e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0080	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.830e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0081	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.748e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0082	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.704e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0083	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.601e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL

Acción (2) PPsinmarcizqdo
---

n	fx	fy	fz	mx	my	mz	
0049	+0.00e+00	+0.00e+00	-1.47e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	*
0050	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.97e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0051	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.65e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0052	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.17e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0053	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.58e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0054	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.29e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0055	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.50e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0056	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.89e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0057	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.84e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0058	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.58e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0059	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.95e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0060	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.50e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0061	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.48e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0062	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.45e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0063	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.43e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0064	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.41e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0065	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.22e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0066	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0067	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.78e+02	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
Suma	+0.00e+00	+0.00e+00	-7.58e+02				

```
  e      Qx          Qy          Qz         Mx          My          Mz     Tipo
-------------------------------------------------------------------------------
0050 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.541e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0051 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.645e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0052 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.643e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0053 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.712e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0054 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.898e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0055 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.183e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0056 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.558e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0057 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.935e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0058 +0.000e+00 +0.000e+00 -6.311e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0059 +0.000e+00 +0.000e+00 -6.688e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0060 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.059e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0061 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.419e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0062 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.749e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0063 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.032e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0064 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.451e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0065 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.745e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0066 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.749e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL

Acción (3) PPMarcosdcho
-----------------------

  e      Qx          Qy          Qz         Mx          My          Mz     Tipo
-------------------------------------------------------------------------------
0067 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0068 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0069 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0070 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0071 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0072 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0073 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0074 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0075 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0076 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0077 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0078 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0079 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0080 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0081 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0082 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0083 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL

Acción (4) PPMarcosizqdo
------------------------

  e      Qx          Qy          Qz         Mx          My          Mz     Tipo
-------------------------------------------------------------------------------
0050 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0051 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0052 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0053 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0054 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0055 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0056 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0057 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0058 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0059 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0060 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0061 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0062 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0063 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0064 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0065 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0066 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL

Acción (9) Carrodcho
--------------------

 e      Fx          Fy          Fz         Mx          My          Mz     x/L   Tipo
-------------------------------------------------------------------------------------
081 +0.000e+00 +0.000e+00 +7.000e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +8.000e-01 G
082 +0.000e+00 +0.000e+00 -2.100e+02 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +8.000e-01 G
```

Acción (10) Carroizqdo
---

e	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	x/L	Tipo
051	+0.000e+00	+0.000e+00	-2.100e+02	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+2.000e-01	G
052	+0.000e+00	+0.000e+00	+7.000e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+2.000e-01	G

Acción (28) PpPila
---

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
0302	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.14e+02	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
Suma	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.14e+02			

e	Qx	Qy	Qz	Mx	My	Mz	Tipo
0300	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.015e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0301	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.015e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0302	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.015e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0303	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.015e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0304	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.015e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0305	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.015e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0306	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.015e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0307	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.015e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0308	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.015e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0309	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.015e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0310	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.015e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0311	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.015e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0312	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.015e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0313	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.473e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0314	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.930e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0315	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.930e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0316	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.930e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0317	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.930e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0318	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.930e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0319	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.930e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0320	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.930e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0321	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.930e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0322	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.930e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0323	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.930e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0324	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.930e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0325	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.930e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0326	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.930e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL

Acción (29) GradLong
---

e	To	TgX	TgY	Alfa
0300	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0301	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0302	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0303	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0304	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0305	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0306	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0307	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0308	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0309	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0310	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0311	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0312	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0313	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0314	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0315	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0316	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0317	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0318	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0319	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0320	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0321	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0322	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0323	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05
0324	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.714e-01	+1.000e-05

```
  e      To         TgX        TgY       Alfa
-------------------------------------------------
0325 +0.000e+00 +0.000e+00 +5.714e-01 +1.000e-05
0326 +0.000e+00 +0.000e+00 +5.714e-01 +1.000e-05

Acción (30) GradTransv
----------------------

  e      To         TgX        TgY       Alfa
-------------------------------------------------
0300 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0301 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0302 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0303 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0304 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0305 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0306 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0307 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0308 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0309 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0310 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0311 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0312 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0313 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0314 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0315 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0316 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0317 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0318 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0319 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0320 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0321 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0322 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0323 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0324 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0325 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0326 +0.000e+00 -4.885e-01 +0.000e+00 +1.000e-05

7.- Hipótesis
-------------

Hipótesis (1)
--------------
Acción Coeficiente
------------------
   1    +1.000  [PPsinmarcdcho]
   2    +1.000  [PPsinmarcizqdo]
   3    +1.000  [PPMarcosdcho]
   4    +1.000  [PPMarcosizqdo]
   9    +1.000  [Carrodcho]
  10    +1.000  [Carroizqdo]
  28    +1.000  [PpPila]
  29    +1.000  [GradLong]
```

FICHERO DE RESULTADOS

RESULTADOS ESTRUCTURA
==========

Hipótesis (1)
---

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00050	+1.067e-01	+7.811e-02	**-1.425e-01**	-1.442e-03	-3.213e-03	-3.489e-11
00051	+1.067e-01	+7.811e-02	-1.258e-01	-1.441e-03	-3.206e-03	-3.489e-11
00052	+1.067e-01	+7.811e-02	-1.092e-01	-1.437e-03	-3.164e-03	-3.489e-11
00053	+1.067e-01	+7.811e-02	-9.305e-02	-1.425e-03	-3.050e-03	-3.489e-11
00054	+1.067e-01	+7.811e-02	-7.770e-02	-1.405e-03	-2.859e-03	-3.489e-11
00055	+1.067e-01	+7.811e-02	-6.351e-02	-1.378e-03	-2.599e-03	-3.489e-11
00056	+1.067e-01	+7.811e-02	-5.082e-02	-1.345e-03	-2.283e-03	-3.489e-11
00057	+1.067e-01	+7.811e-02	-3.986e-02	-1.306e-03	-1.928e-03	-3.489e-11
00058	+1.067e-01	+7.811e-02	-3.078e-02	-1.263e-03	-1.548e-03	-3.489e-11
00059	+1.067e-01	+7.811e-02	-2.371e-02	-1.215e-03	-1.153e-03	-3.489e-11
00060	+1.067e-01	+7.811e-02	-1.866e-02	-1.163e-03	-7.544e-04	-3.489e-11
00061	+1.067e-01	+7.811e-02	-1.566e-02	-1.106e-03	-3.592e-04	-3.489e-11
00062	+1.067e-01	+7.811e-02	-1.466e-02	-1.045e-03	+2.768e-05	-3.489e-11
00063	+1.067e-01	+7.811e-02	-1.543e-02	-9.857e-04	+3.661e-04	-3.489e-11
00064	+1.067e-01	+7.811e-02	-1.742e-02	-9.286e-04	+6.581e-04	-3.489e-11
00065	+1.067e-01	+7.811e-02	-2.056e-02	-8.673e-04	+9.338e-04	-3.489e-11
00066	+1.067e-01	+7.811e-02	-2.070e-02	-8.649e-04	+9.437e-04	-3.489e-11
00067	+1.067e-01	+7.811e-02	-2.424e-02	-8.081e-04	**+1.177e-03**	-3.489e-11
00068	+1.067e-01	+7.811e-02	-2.859e-02	-8.660e-04	+1.413e-03	-3.504e-11
00069	+1.067e-01	+7.811e-02	-2.881e-02	-8.685e-04	+1.423e-03	-3.504e-11
00070	+1.067e-01	+7.811e-02	-3.509e-02	-9.308e-04	+1.700e-03	-3.504e-11
00071	+1.067e-01	+7.811e-02	-4.254e-02	-9.884e-04	+1.990e-03	-3.504e-11
00072	+1.067e-01	+7.811e-02	-5.234e-02	-1.048e-03	+2.322e-03	-3.504e-11
00073	+1.067e-01	+7.811e-02	-6.505e-02	-1.108e-03	+2.694e-03	-3.504e-11
00074	+1.067e-01	+7.811e-02	-7.967e-02	-1.163e-03	+3.069e-03	-3.504e-11
00075	+1.067e-01	+7.811e-02	-9.621e-02	-1.213e-03	+3.442e-03	-3.504e-11
00076	+1.067e-01	+7.811e-02	-1.146e-01	-1.258e-03	+3.808e-03	-3.504e-11
00077	+1.067e-01	+7.811e-02	-1.349e-01	-1.298e-03	+4.159e-03	-3.504e-11
00078	+1.067e-01	+7.811e-02	-1.569e-01	-1.334e-03	+4.486e-03	-3.504e-11
00079	+1.067e-01	+7.811e-02	-1.806e-01	-1.365e-03	+4.774e-03	-3.504e-11
00080	+1.067e-01	+7.811e-02	-2.055e-01	-1.389e-03	+5.006e-03	-3.504e-11
00081	+1.067e-01	+7.811e-02	-2.315e-01	-1.406e-03	+5.173e-03	-3.504e-11
00082	+1.067e-01	+7.811e-02	-2.582e-01	-1.417e-03	+5.275e-03	-3.504e-11
00083	+1.067e-01	+7.811e-02	-2.852e-01	-1.421e-03	+5.315e-03	-3.504e-11
00084	+1.067e-01	+7.811e-02	**-3.124e-01**	-1.422e-03	+5.321e-03	-3.504e-11
00300	+2.164e-27	-6.214e-25	-2.486e-16	-7.351e-05	+1.074e-05	-2.198e-24
00301	+2.157e-04	+5.812e-04	-1.253e-03	-1.009e-04	+5.396e-05	-1.211e-12
00302	+7.195e-04	+1.345e-03	-2.479e-03	-1.282e-04	+9.718e-05	-2.423e-12
00303	+1.511e-03	+2.289e-03	-3.649e-03	-1.551e-04	+1.403e-04	-3.634e-12
00304	+2.590e-03	+3.412e-03	-4.775e-03	-1.817e-04	+1.834e-04	-4.846e-12
00305	+3.956e-03	+4.710e-03	-5.854e-03	-2.077e-04	+2.264e-04	-6.057e-12
00306	+5.608e-03	+6.180e-03	-6.887e-03	-2.332e-04	+2.692e-04	-7.269e-12
00307	+7.546e-03	+7.819e-03	-7.895e-03	-2.587e-04	+3.121e-04	-8.480e-12
00308	+9.770e-03	+9.628e-03	-8.877e-03	-2.841e-04	+3.550e-04	-9.691e-12
00309	+1.228e-02	+1.161e-02	-9.833e-03	-3.096e-04	+3.978e-04	-1.090e-11
00310	+1.507e-02	+1.376e-02	-1.076e-02	-3.351e-04	+4.407e-04	-1.211e-11
00311	+1.816e-02	+1.608e-02	-1.167e-02	-3.606e-04	+4.836e-04	-1.333e-11
00312	+2.152e-02	+1.856e-02	-1.255e-02	-3.861e-04	+5.265e-04	-1.454e-11
00313	+2.517e-02	+2.122e-02	-1.341e-02	-4.115e-04	+5.693e-04	-1.575e-11
00314	+2.911e-02	+2.406e-02	-1.429e-02	-4.385e-04	+6.125e-04	-1.704e-11
00315	+3.334e-02	+2.707e-02	-1.521e-02	-4.670e-04	+6.559e-04	-1.842e-11
00316	+3.786e-02	+3.028e-02	-1.610e-02	-4.955e-04	+6.993e-04	-1.979e-11
00317	+4.267e-02	+3.368e-02	-1.697e-02	-5.240e-04	+7.427e-04	-2.117e-11
00318	+4.776e-02	+3.727e-02	-1.781e-02	-5.525e-04	+7.862e-04	-2.255e-11
00319	+5.315e-02	+4.105e-02	-1.863e-02	-5.811e-04	+8.296e-04	-2.392e-11
00320	+5.882e-02	+4.502e-02	-1.942e-02	-6.096e-04	+8.730e-04	-2.530e-11
00321	+6.479e-02	+4.918e-02	-2.019e-02	-6.381e-04	+9.165e-04	-2.668e-11
00322	+7.104e-02	+5.353e-02	-2.093e-02	-6.666e-04	+9.599e-04	-2.805e-11
00323	+7.759e-02	+5.806e-02	-2.165e-02	-6.951e-04	+1.003e-03	-2.943e-11
00324	+8.442e-02	+6.279e-02	-2.234e-02	-7.236e-04	+1.047e-03	-3.080e-11
00325	+9.154e-02	+6.771e-02	-2.300e-02	-7.519e-04	+1.090e-03	-3.218e-11
00326	+9.896e-02	+7.282e-02	-2.364e-02	-7.804e-04	+1.134e-03	-3.356e-11

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
50	50	0.000	29.733	0.000	0.000	0.000	0.000
50	51	0.000	256.759	0.000	-716.229	0.000	0.000
51	51	0.000	283.251	0.000	-716.211	0.000	5.116
51	52	0.000	725.497	0.000	-3553.076	0.000	5.116
52	52	0.000	757.215	0.000	-3552.948	0.000	30.495
52	53	0.000	919.373	0.000	-7639.411	0.000	30.495
53	53	0.000	955.161	0.000	-7638.999	0.000	85.061
53	54	0.000	1190.765	0.000	-13003.801	0.000	85.061
54	54	0.000	1223.650	0.000	-13002.862	0.000	177.942
54	55	0.000	1468.554	0.000	-19733.359	0.000	177.942
55	55	0.000	1503.514	0.000	-19731.585	0.000	318.889
55	56	0.000	1762.642	0.000	-27896.959	0.000	318.889
56	56	0.000	1801.526	0.000	-27893.969	0.000	518.143
56	57	0.000	2079.410	0.000	-37596.290	0.000	518.143
57	57	0.000	2117.811	0.000	-37591.630	0.000	786.673
57	58	0.000	2414.560	0.000	-48922.533	0.000	786.673
58	58	0.000	2450.365	0.000	-48915.666	0.000	1136.096
58	59	0.000	2765.932	0.000	-61956.385	0.000	1136.096
59	59	0.000	2795.420	0.000	-61946.690	0.000	1578.609
59	60	0.000	3129.823	0.000	-76759.771	0.000	1578.609
60	60	0.000	3154.827	0.000	-76746.537	0.000	2126.848
60	61	0.000	3507.796	0.000	-93403.063	0.000	2126.848
61	61	0.000	3532.564	0.000	-93385.489	0.000	2793.953
61	62	0.000	3903.501	0.000	-111975.615	0.000	2793.953
62	62	0.000	3928.024	0.000	-111954.079	0.000	3553.718
62	63	0.000	4276.723	0.000	-130414.731	0.000	3553.718
63	63	0.000	4301.027	0.000	-130390.751	0.000	4345.451
63	64	0.000	4622.292	0.000	-148237.368	0.000	4345.451
64	64	0.000	4646.404	0.000	-148210.117	0.000	5192.447
64	65	0.000	4984.460	0.000	-167471.823	0.000	5192.447
65	65	0.000	5006.709	0.000	-167455.695	0.000	5688.858
65	66	0.000	5019.826	0.000	-168207.686	0.000	5688.858
66	66	0.000	5019.826	0.000	-168192.938	0.000	6109.359
66	67	0.000	5312.916	0.000	-185500.268	0.000	6109.359
67	67	0.000	-5322.061	0.000	-187434.004	0.000	-6229.981
67	68	0.000	-5028.972	0.000	-170096.037	0.000	-6229.981
68	68	0.000	-5028.972	0.000	-170111.080	0.000	-5804.722
68	69	0.000	-5015.854	0.000	-169357.718	0.000	-5804.722
69	69	0.000	-4993.606	0.000	-169374.181	0.000	-5302.672
69	70	0.000	-4655.674	0.000	-150075.642	0.000	-5302.672
70	70	0.000	-4631.562	0.000	-150103.493	0.000	-4445.015
70	71	0.000	-4310.668	0.000	-132219.053	0.000	-4445.015
71	71	0.000	-4286.364	0.000	-132243.603	0.000	-3642.179
71	72	0.000	-3938.411	0.000	-113737.888	0.000	-3642.179
72	72	0.000	-3913.888	0.000	-113759.984	0.000	-2870.308
72	73	0.000	-3544.254	0.000	-95114.664	0.000	-2870.308
73	73	0.000	-3519.486	0.000	-95132.740	0.000	-2190.850
73	74	0.000	-3168.409	0.000	-78413.033	0.000	-2190.850
74	74	0.000	-3143.405	0.000	-78426.682	0.000	-1630.706
74	75	0.000	-2811.600	0.000	-63539.197	0.000	-1630.706
75	75	0.000	-2786.333	0.000	-63549.224	0.000	-1176.817
75	76	0.000	-2474.205	0.000	-50397.903	0.000	-1176.817
76	76	0.000	-2448.719	0.000	-50405.023	0.000	-816.805
76	77	0.000	-2156.410	0.000	-38892.221	0.000	-816.805
77	77	0.000	-2124.834	0.000	-38897.063	0.000	-538.985
77	78	0.000	-1852.570	0.000	-28953.574	0.000	-538.985
78	78	0.000	-1816.428	0.000	-28956.685	0.000	-332.161
78	79	0.000	-1559.653	0.000	-20516.498	0.000	-332.161
79	79	0.000	-1522.473	0.000	-20518.347	0.000	-185.608
79	80	0.000	-1274.188	0.000	-13526.708	0.000	-185.608
80	80	0.000	-1233.461	0.000	-13527.689	0.000	-88.984
80	81	0.000	-991.961	0.000	-7964.143	0.000	-88.984
81	81	0.000	-952.977	0.000	-7964.576	0.000	-32.096
81	82	0.000	-785.597	0.000	-3723.148	0.000	-32.096
82	82	0.000	-750.226	0.000	-3723.282	0.000	-5.501
82	83	0.000	-305.025	0.000	-770.161	0.000	-5.501
83	83	0.000	-269.058	0.000	-770.181	0.000	0.000
83	84	0.000	-39.015	0.000	0.000	0.000	0.000
300	300	0.000	0.000	-24855.088	-1933.441	13231.671	0.000
300	301	0.000	0.000	-24320.754	-1933.441	13231.671	0.000
301	301	0.000	0.000	-24320.754	-1933.441	13231.671	0.000
301	302	0.000	0.000	-23786.421	-1933.441	13231.672	0.000
302	302	0.000	0.000	-23571.921	-1933.441	13231.672	0.000
302	303	0.000	0.000	-23037.588	-1933.441	13231.672	0.000
303	303	0.000	0.000	-23037.588	-1933.441	13231.672	0.000

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
303	304	0.000	0.000	-22503.254	-1933.441	13231.672	0.000
304	304	0.000	0.000	-22503.254	-1933.441	13231.672	0.000
304	305	0.000	0.000	-21968.921	-1933.441	13231.673	0.000
305	305	0.000	0.000	-21968.921	-1933.441	13231.673	0.000
305	306	0.000	0.000	-21434.588	-1933.441	13231.673	0.000
306	306	0.000	0.000	-21434.588	-1933.441	13231.673	0.000
306	307	0.000	0.000	-20900.254	-1933.441	13231.674	0.000
307	307	0.000	0.000	-20900.254	-1933.441	13231.674	0.000
307	308	0.000	0.000	-20365.921	-1933.441	13231.674	0.000
308	308	0.000	0.000	-20365.921	-1933.441	13231.674	0.000
308	309	0.000	0.000	-19831.588	-1933.441	13231.675	0.000
309	309	0.000	0.000	-19831.588	-1933.441	13231.675	0.000
309	310	0.000	0.000	-19297.254	-1933.441	13231.675	0.000
310	310	0.000	0.000	-19297.254	-1933.441	13231.675	0.000
310	311	0.000	0.000	-18762.921	-1933.441	13231.675	0.000
311	311	0.000	0.000	-18762.921	-1933.441	13231.675	0.000
311	312	0.000	0.000	-18228.588	-1933.441	13231.676	0.000
312	312	0.000	0.000	-18228.588	-1933.441	13231.676	0.000
312	313	0.000	0.000	-17694.254	-1933.441	13231.676	0.000
313	313	0.000	0.000	-17694.254	-1933.441	13231.676	0.000
313	314	0.000	0.000	-17196.088	-1933.441	13231.677	0.000
314	314	0.000	0.000	-17196.088	-1933.441	13231.677	0.000
314	315	0.000	0.000	-16734.088	-1933.441	13231.677	0.000
315	315	0.000	0.000	-16734.088	-1933.441	13231.677	0.000
315	316	0.000	0.000	-16272.088	-1933.441	13231.677	0.000
316	316	0.000	0.000	-16272.088	-1933.441	13231.677	0.000
316	317	0.000	0.000	-15810.088	-1933.441	13231.678	0.000
317	317	0.000	0.000	-15810.088	-1933.441	13231.678	0.000
317	318	0.000	0.000	-15348.088	-1933.441	13231.678	0.000
318	318	0.000	0.000	-15348.088	-1933.441	13231.678	0.000
318	319	0.000	0.000	-14886.088	-1933.441	13231.679	0.000
319	319	0.000	0.000	-14886.088	-1933.441	13231.679	0.000
319	320	0.000	0.000	-14424.088	-1933.441	13231.679	0.000
320	320	0.000	0.000	-14424.088	-1933.441	13231.679	0.000
320	321	0.000	0.000	-13962.088	-1933.441	13231.680	0.000
321	321	0.000	0.000	-13962.088	-1933.441	13231.680	0.000
321	322	0.000	0.000	-13500.088	-1933.441	13231.680	0.000
322	322	0.000	0.000	-13500.088	-1933.441	13231.680	0.000
322	323	0.000	0.000	-13038.088	-1933.441	13231.680	0.000
323	323	0.000	0.000	-13038.088	-1933.441	13231.680	0.000
323	324	0.000	0.000	-12576.088	-1933.441	13231.681	0.000
324	324	0.000	0.000	-12576.088	-1933.441	13231.681	0.000
324	325	0.000	0.000	-12114.088	-1933.441	13231.681	0.000
325	325	0.000	0.000	-12114.088	-1933.441	13231.681	0.000
325	326	0.000	0.000	-11652.088	-1933.441	13231.682	0.000
326	326	0.000	0.000	-11652.088	-1933.441	13231.682	0.000
326	67	0.000	0.000	-11190.088	-1933.441	13231.682	0.000

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
050	0.00	0.00	-28.34	28.45
051	-28.34	28.45	-135.45	137.10
052	-135.44	137.10	-287.70	281.16
053	-287.68	281.14	-447.63	438.31
054	-447.60	438.28	-614.64	596.22
055	-614.59	596.16	-744.50	752.49
056	-744.42	752.41	-864.02	899.95
057	-863.91	899.84	-972.92	1034.57
058	-972.78	1034.43	-1071.42	1154.03
059	-1071.26	1153.85	-1161.10	1253.99
060	-1160.90	1253.77	-1244.40	1340.46
061	-1244.17	1340.20	-1324.14	1412.43
062	-1323.89	1412.16	-1395.41	1467.24
063	-1395.16	1466.97	-1460.43	1509.56
064	-1460.17	1509.28	-1499.56	1414.53
065	-1499.41	1414.40	-1502.15	1416.28
066	-1502.02	1416.16	-1662.14	1562.96
067	-1679.46	1579.25	-1524.11	1433.17
068	-1524.24	1433.29	-1521.37	1430.94
069	-1521.52	1431.08	-1479.18	1513.98
070	-1479.46	1514.26	-1410.31	1458.75
071	-1410.57	1459.02	-1334.94	1390.55
072	-1335.20	1390.82	-1251.99	1306.08
073	-1252.23	1306.32	-1167.43	1210.45
074	-1167.63	1210.66	-1079.53	1105.59

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
075	-1079.70	1105.76	-985.57	985.93
076	-985.71	986.07	-884.15	855.24
077	-884.26	855.35	-774.38	715.36
078	-774.46	715.43	-604.07	567.58
079	-604.13	567.63	-426.50	412.11
080	-426.53	412.14	-271.47	265.87
081	-271.49	265.88	-131.91	132.22
082	-131.92	132.23	-29.01	28.73
083	-29.01	28.73	0.00	0.00
300	-755.68	-722.19	-739.80	-706.31
301	-739.80	-706.31	-723.91	-690.42
302	-717.53	-684.04	-681.26	-648.75
303	-681.26	-648.75	-665.84	-633.33
304	-665.84	-633.33	-625.71	-594.51
305	-625.71	-594.51	-610.87	-579.67
306	-610.87	-579.67	-596.03	-564.83
307	-596.03	-564.83	-581.19	-549.99
308	-581.19	-549.99	-566.35	-535.15
309	-566.35	-535.15	-551.51	-520.31
310	-551.51	-520.31	-536.67	-505.47
311	-536.67	-505.47	-521.83	-490.63
312	-521.83	-490.63	-506.99	-475.80
313	-506.99	-475.80	-559.95	-525.10
314	-559.95	-525.10	-545.37	-510.52
315	-545.37	-510.52	-530.79	-495.95
316	-530.79	-495.95	-516.22	-481.37
317	-516.22	-481.37	-501.64	-466.80
318	-501.64	-466.80	-487.07	-452.22
319	-487.07	-452.22	-472.49	-437.64
320	-472.49	-437.64	-457.92	-423.07
321	-457.92	-423.07	-443.34	-408.49
322	-443.34	-408.49	-428.76	-393.92
323	-428.76	-393.92	-412.16	-377.49
324	-412.16	-377.49	-397.66	-362.99
325	-397.66	-362.99	-384.97	-350.13
326	-384.97	-350.13	-370.40	-335.56
Máx	+0.00	+1579.25	+0.00	+1562.96
Ele	0050	0067	0083	0066
Mín	-1679.46	-722.19	-1662.14	-706.31
Ele	0067	0300	0066	0300

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
00300	-2.164e-07	+6.214e-05	+2.486e+04	+1.323e+04	-1.933e+03	+2.198e-04
Suma	-2.164e-07	+6.214e-05	+2.486e+04			

G.5 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones medias. Análisis no lineal. Longitudinal

En las siguientes páginas se incluyen los ficheros de datos y de resultados del modelo de 15 dovelas para la pila de 180 m de altura.

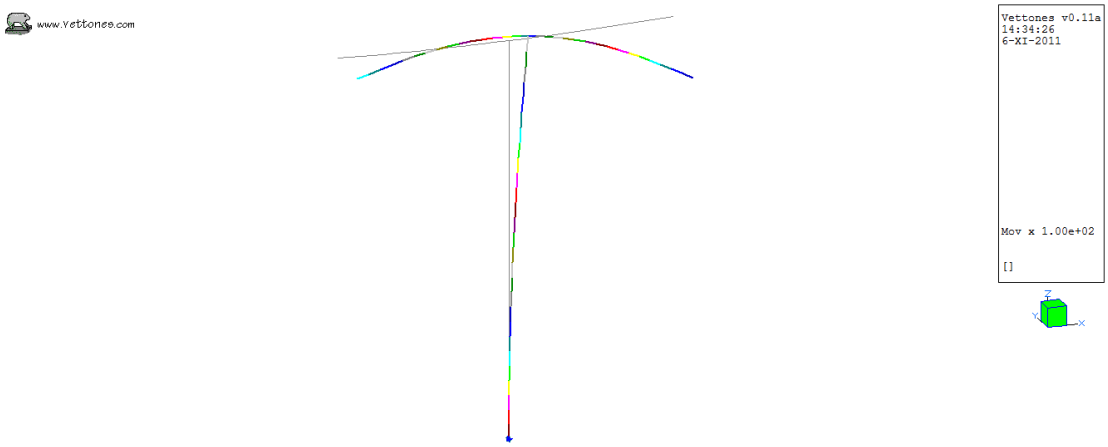


Figura G-2. Deformada de la "T" con quince dovelas. Análisis no lineal. Escala ampliada: x100

Movimientos principales:

- Giro longitudinal en coronación de pila -Nudo 67-: r_y= 0.001263 rad.
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudo 50-: u_z= -0.1361 m.
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudo 84-: u_z= -0.3192 m.

FICHERO DE DATOS

El fichero de datos es el mismo que el del cálculo lineal. Simplemente se modifica el tipo de análisis realizado: No lineal.

FICHERO DE RESULTADOS

```
RESULTADOS ESTRUCTURA
=====================

Hipótesis (1)
-------------
```

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00050	+1.173e-01	+8.429e-02	**-1.361e-01**	-1.490e-03	-3.126e-03	+9.725e-12
00051	+1.173e-01	+8.429e-02	-1.198e-01	-1.490e-03	-3.120e-03	+9.725e-12
00052	+1.173e-01	+8.429e-02	-1.036e-01	-1.485e-03	-3.077e-03	+9.725e-12
00053	+1.173e-01	+8.429e-02	-8.790e-02	-1.473e-03	-2.963e-03	+9.725e-12
00054	+1.173e-01	+8.429e-02	-7.296e-02	-1.454e-03	-2.773e-03	+9.725e-12
00055	+1.173e-01	+8.429e-02	-5.919e-02	-1.427e-03	-2.513e-03	+9.725e-12
00056	+1.173e-01	+8.429e-02	-4.691e-02	-1.393e-03	-2.197e-03	+9.725e-12
00057	+1.173e-01	+8.429e-02	-3.636e-02	-1.355e-03	-1.842e-03	+9.725e-12
00058	+1.173e-01	+8.429e-02	-2.771e-02	-1.311e-03	-1.461e-03	+9.725e-12
00059	+1.173e-01	+8.429e-02	-2.105e-02	-1.263e-03	-1.067e-03	+9.725e-12
00060	+1.173e-01	+8.429e-02	-1.643e-02	-1.211e-03	-6.680e-04	+9.725e-12
00061	+1.173e-01	+8.429e-02	-1.385e-02	-1.155e-03	-2.728e-04	+9.725e-12
00062	+1.173e-01	+8.429e-02	-1.327e-02	-1.094e-03	+1.140e-04	+9.725e-12
00063	+1.173e-01	+8.429e-02	-1.443e-02	-1.034e-03	+4.524e-04	+9.725e-12
00064	+1.173e-01	+8.429e-02	-1.676e-02	-9.772e-04	+7.445e-04	+9.725e-12
00065	+1.173e-01	+8.429e-02	-2.025e-02	-9.158e-04	+1.020e-03	+9.725e-12
00066	+1.173e-01	+8.429e-02	-2.040e-02	-9.134e-04	+1.030e-03	+9.725e-12
00067	+1.173e-01	+8.429e-02	-2.423e-02	-8.566e-04	**+1.263e-03**	+9.725e-12
00068	+1.173e-01	+8.429e-02	-2.887e-02	-9.146e-04	+1.499e-03	+9.771e-12
00069	+1.173e-01	+8.429e-02	-2.910e-02	-9.170e-04	+1.509e-03	+9.771e-12
00070	+1.173e-01	+8.429e-02	-3.573e-02	-9.794e-04	+1.787e-03	+9.771e-12
00071	+1.173e-01	+8.429e-02	-4.352e-02	-1.037e-03	+2.077e-03	+9.772e-12
00072	+1.173e-01	+8.429e-02	-5.372e-02	-1.096e-03	+2.408e-03	+9.772e-12
00073	+1.173e-01	+8.429e-02	-6.687e-02	-1.157e-03	+2.781e-03	+9.773e-12
00074	+1.173e-01	+8.429e-02	-8.193e-02	-1.211e-03	+3.156e-03	+9.774e-12
00075	+1.173e-01	+8.429e-02	-9.891e-02	-1.261e-03	+3.529e-03	+9.774e-12
00076	+1.173e-01	+8.429e-02	-1.178e-01	-1.306e-03	+3.895e-03	+9.774e-12
00077	+1.173e-01	+8.429e-02	-1.385e-01	-1.347e-03	+4.245e-03	+9.775e-12
00078	+1.173e-01	+8.429e-02	-1.610e-01	-1.383e-03	+4.573e-03	+9.775e-12
00079	+1.173e-01	+8.429e-02	-1.850e-01	-1.413e-03	+4.861e-03	+9.775e-12
00080	+1.173e-01	+8.429e-02	-2.104e-01	-1.438e-03	+5.092e-03	+9.775e-12
00081	+1.173e-01	+8.429e-02	-2.368e-01	-1.455e-03	+5.259e-03	+9.775e-12
00082	+1.173e-01	+8.429e-02	-2.640e-01	-1.466e-03	+5.361e-03	+9.775e-12
00083	+1.173e-01	+8.429e-02	-2.915e-01	-1.470e-03	+5.402e-03	+9.775e-12
00084	+1.173e-01	+8.429e-02	**-3.192e-01**	-1.470e-03	+5.408e-03	+9.775e-12
00300	-3.302e-27	+1.447e-25	-2.486e-16	-8.081e-05	+2.070e-05	+6.125e-25
00301	+2.979e-04	+6.389e-04	-1.253e-03	-1.109e-04	+6.867e-05	+3.376e-13
00302	+9.155e-04	+1.478e-03	-2.479e-03	-1.409e-04	+1.166e-04	+6.753e-13
00303	+1.853e-03	+2.517e-03	-3.667e-03	-1.708e-04	+1.645e-04	+1.013e-12
00304	+3.108e-03	+3.753e-03	-4.793e-03	-1.999e-04	+2.120e-04	+1.351e-12
00305	+4.679e-03	+5.182e-03	-5.894e-03	-2.288e-04	+2.595e-04	+1.688e-12
00306	+6.566e-03	+6.800e-03	-6.927e-03	-2.566e-04	+3.065e-04	+2.026e-12
00307	+8.766e-03	+8.603e-03	-7.934e-03	-2.843e-04	+3.534e-04	+2.363e-12
00308	+1.128e-02	+1.059e-02	-8.917e-03	-3.119e-04	+4.001e-04	+2.701e-12
00309	+1.410e-02	+1.276e-02	-9.873e-03	-3.394e-04	+4.467e-04	+3.039e-12
00310	+1.723e-02	+1.512e-02	-1.080e-02	-3.668e-04	+4.932e-04	+3.376e-12
00311	+2.068e-02	+1.765e-02	-1.171e-02	-3.942e-04	+5.396e-04	+3.714e-12
00312	+2.443e-02	+2.037e-02	-1.259e-02	-4.214e-04	+5.857e-04	+4.052e-12
00313	+2.849e-02	+2.327e-02	-1.345e-02	-4.486e-04	+6.317e-04	+4.389e-12
00314	+3.285e-02	+2.635e-02	-1.428e-02	-4.757e-04	+6.775e-04	+4.749e-12
00315	+3.752e-02	+2.962e-02	-1.519e-02	-5.058e-04	+7.240e-04	+5.132e-12
00316	+4.250e-02	+3.310e-02	-1.609e-02	-5.359e-04	+7.703e-04	+5.516e-12
00317	+4.779e-02	+3.677e-02	-1.695e-02	-5.658e-04	+8.164e-04	+5.900e-12
00318	+5.339e-02	+4.064e-02	-1.780e-02	-5.956e-04	+8.622e-04	+6.283e-12
00319	+5.929e-02	+4.471e-02	-1.861e-02	-6.253e-04	+9.078e-04	+6.667e-12
00320	+6.549e-02	+4.898e-02	-1.941e-02	-6.548e-04	+9.531e-04	+7.051e-12
00321	+7.199e-02	+5.344e-02	-2.017e-02	-6.842e-04	+9.982e-04	+7.434e-12
00322	+7.880e-02	+5.810e-02	-2.092e-02	-7.135e-04	+1.043e-03	+7.818e-12
00323	+8.590e-02	+6.295e-02	-2.163e-02	-7.426e-04	+1.088e-03	+8.202e-12

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00324	+9.330e-02	+6.800e-02	-2.233e-02	-7.716e-04	+1.132e-03	+8.585e-12
00325	+1.010e-01	+7.324e-02	-2.299e-02	-8.003e-04	+1.176e-03	+8.969e-12
00326	+1.090e-01	+7.867e-02	-2.363e-02	-8.289e-04	+1.220e-03	+9.353e-12

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
50	50	0.000	29.733	0.000	0.000	0.000	0.000
50	51	0.000	256.759	0.000	-716.229	0.000	0.000
51	51	0.000	283.251	0.000	-716.211	0.000	5.116
51	52	0.000	725.497	0.000	-3553.076	0.000	5.116
52	52	0.000	757.215	0.000	-3552.948	0.000	30.495
52	53	0.000	919.373	0.000	-7639.411	0.000	30.495
53	53	0.000	955.161	0.000	-7638.999	0.000	85.061
53	54	0.000	1190.765	0.000	-13003.801	0.000	85.061
54	54	0.000	1223.650	0.000	-13002.862	0.000	177.942
54	55	0.000	1468.554	0.000	-19733.359	0.000	177.942
55	55	0.000	1503.514	0.000	-19731.585	0.000	318.889
55	56	0.000	1762.642	0.000	-27896.959	0.000	318.889
56	56	0.000	1801.526	0.000	-27893.969	0.000	518.143
56	57	0.000	2079.410	0.000	-37596.290	0.000	518.143
57	57	0.000	2117.811	0.000	-37591.630	0.000	786.673
57	58	0.000	2414.560	0.000	-48922.533	0.000	786.673
58	58	0.000	2450.365	0.000	-48915.666	0.000	1136.096
58	59	0.000	2765.932	0.000	-61956.385	0.000	1136.096
59	59	0.000	2795.420	0.000	-61946.690	0.000	1578.609
59	60	0.000	3129.823	0.000	-76759.771	0.000	1578.609
60	60	0.000	3154.827	0.000	-76746.537	0.000	2126.848
60	61	0.000	3507.796	0.000	-93403.063	0.000	2126.848
61	61	0.000	3532.564	0.000	-93385.489	0.000	2793.953
61	62	0.000	3903.501	0.000	-111975.615	0.000	2793.953
62	62	0.000	3928.024	0.000	-111954.079	0.000	3553.718
62	63	0.000	4276.723	0.000	-130414.731	0.000	3553.718
63	63	0.000	4301.027	0.000	-130390.751	0.000	4345.451
63	64	0.000	4622.292	0.000	-148237.368	0.000	4345.451
64	64	0.000	4646.404	0.000	-148210.117	0.000	5192.447
64	65	0.000	4984.460	0.000	-167471.823	0.000	5192.447
65	65	0.000	5006.709	0.000	-167455.695	0.000	5688.858
65	66	0.000	5019.826	0.000	-168207.686	0.000	5688.858
66	66	0.000	5019.826	0.000	-168192.938	0.000	6109.359
66	67	0.000	5312.916	0.000	-185500.268	0.000	6109.359
67	67	0.000	-5322.061	0.000	-187434.004	0.000	-6229.981
67	68	0.000	-5028.972	0.000	-170096.037	0.000	-6229.981
68	68	0.000	-5028.972	0.000	-170111.080	0.000	-5804.722
68	69	0.000	-5015.854	0.000	-169357.718	0.000	-5804.722
69	69	0.000	-4993.606	0.000	-169374.181	0.000	-5302.672
69	70	0.000	-4655.674	0.000	-150075.642	0.000	-5302.672
70	70	0.000	-4631.562	0.000	-150103.493	0.000	-4445.015
70	71	0.000	-4310.668	0.000	-132219.053	0.000	-4445.015
71	71	0.000	-4286.364	0.000	-132243.603	0.000	-3642.179
71	72	0.000	-3938.411	0.000	-113737.888	0.000	-3642.179
72	72	0.000	-3913.888	0.000	-113759.984	0.000	-2870.308
72	73	0.000	-3544.254	0.000	-95114.664	0.000	-2870.308
73	73	0.000	-3519.486	0.000	-95132.740	0.000	-2190.850
73	74	0.000	-3168.409	0.000	-78413.033	0.000	-2190.850
74	74	0.000	-3143.405	0.000	-78426.682	0.000	-1630.706
74	75	0.000	-2811.600	0.000	-63539.197	0.000	-1630.706
75	75	0.000	-2786.333	0.000	-63549.224	0.000	-1176.817
75	76	0.000	-2474.205	0.000	-50397.903	0.000	-1176.817
76	76	0.000	-2448.719	0.000	-50405.023	0.000	-816.805
76	77	0.000	-2156.410	0.000	-38892.221	0.000	-816.805
77	77	0.000	-2124.834	0.000	-38897.063	0.000	-538.985
77	78	0.000	-1852.570	0.000	-28953.574	0.000	-538.985
78	78	0.000	-1816.428	0.000	-28956.685	0.000	-332.161
78	79	0.000	-1559.653	0.000	-20516.498	0.000	-332.161
79	79	0.000	-1522.473	0.000	-20518.347	0.000	-185.608
79	80	0.000	-1274.188	0.000	-13526.708	0.000	-185.608
80	80	0.000	-1233.461	0.000	-13527.689	0.000	-88.984
80	81	0.000	-991.961	0.000	-7964.143	0.000	-88.984
81	81	0.000	-952.977	0.000	-7964.576	0.000	-32.096
81	82	0.000	-785.597	0.000	-3723.148	0.000	-32.096
82	82	0.000	-750.226	0.000	-3723.282	0.000	-5.501
82	83	0.000	-305.025	0.000	-770.161	0.000	-5.501
83	83	0.000	-269.058	0.000	-770.181	0.000	0.000
83	84	0.000	-39.015	0.000	0.000	0.000	0.000

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
300	300	0.000	0.000	-24854.088	-3726.675	14545.466	0.000
300	301	0.000	0.000	-24319.754	-3719.430	14529.929	0.000
301	301	0.000	0.000	-24319.754	-3719.430	14529.929	0.000
301	302	0.000	0.000	-23785.421	-3704.740	14509.971	0.000
302	302	0.000	0.000	-23570.921	-3704.740	14509.971	0.000
302	303	0.000	0.000	-23036.588	-3683.154	14486.035	0.000
303	303	0.000	0.000	-23036.588	-3683.154	14486.035	0.000
303	304	0.000	0.000	-22502.254	-3654.910	14458.230	0.000
304	304	0.000	0.000	-22502.254	-3654.910	14458.230	0.000
304	305	0.000	0.000	-21967.921	-3620.382	14426.836	0.000
305	305	0.000	0.000	-21967.921	-3620.382	14426.836	0.000
305	306	0.000	0.000	-21433.588	-3579.945	14392.153	0.000
306	306	0.000	0.000	-21433.588	-3579.945	14392.153	0.000
306	307	0.000	0.000	-20899.254	-3533.977	14354.473	0.000
307	307	0.000	0.000	-20899.254	-3533.977	14354.473	0.000
307	308	0.000	0.000	-20364.921	-3482.828	14314.003	0.000
308	308	0.000	0.000	-20364.921	-3482.828	14314.003	0.000
308	309	0.000	0.000	-19830.588	-3426.847	14270.951	0.000
309	309	0.000	0.000	-19830.588	-3426.847	14270.951	0.000
309	310	0.000	0.000	-19296.254	-3366.386	14225.524	0.000
310	310	0.000	0.000	-19296.254	-3366.386	14225.524	0.000
310	311	0.000	0.000	-18761.921	-3301.794	14177.928	0.000
311	311	0.000	0.000	-18761.921	-3301.794	14177.928	0.000
311	312	0.000	0.000	-18227.588	-3233.422	14128.370	0.000
312	312	0.000	0.000	-18227.588	-3233.422	14128.370	0.000
312	313	0.000	0.000	-17693.254	-3161.619	14077.055	0.000
313	313	0.000	0.000	-17693.254	-3161.619	14077.055	0.000
313	314	0.000	0.000	-17195.088	-3086.576	14024.077	0.000
314	314	0.000	0.000	-17195.088	-3086.576	14024.077	0.000
314	315	0.000	0.000	-16733.088	-3008.399	13969.331	0.000
315	315	0.000	0.000	-16733.088	-3008.399	13969.331	0.000
315	316	0.000	0.000	-16271.088	-2927.349	13912.831	0.000
316	316	0.000	0.000	-16271.088	-2927.349	13912.831	0.000
316	317	0.000	0.000	-15809.088	-2843.734	13854.775	0.000
317	317	0.000	0.000	-15809.088	-2843.734	13854.775	0.000
317	318	0.000	0.000	-15347.088	-2757.863	13795.360	0.000
318	318	0.000	0.000	-15347.088	-2757.863	13795.360	0.000
318	319	0.000	0.000	-14885.088	-2670.041	13734.784	0.000
319	319	0.000	0.000	-14885.088	-2670.041	13734.784	0.000
319	320	0.000	0.000	-14423.088	-2580.574	13673.241	0.000
320	320	0.000	0.000	-14423.088	-2580.574	13673.241	0.000
320	321	0.000	0.000	-13961.088	-2489.764	13610.928	0.000
321	321	0.000	0.000	-13961.088	-2489.764	13610.928	0.000
321	322	0.000	0.000	-13499.088	-2397.914	13548.036	0.000
322	322	0.000	0.000	-13499.088	-2397.914	13548.036	0.000
322	323	0.000	0.000	-13037.088	-2305.320	13484.759	0.000
323	323	0.000	0.000	-13037.088	-2305.320	13484.759	0.000
323	324	0.000	0.000	-12575.088	-2212.282	13421.288	0.000
324	324	0.000	0.000	-12575.088	-2212.282	13421.288	0.000
324	325	0.000	0.000	-12113.088	-2119.093	13357.820	0.000
325	325	0.000	0.000	-12113.088	-2119.093	13357.820	0.000
325	326	0.000	0.000	-11651.088	-2026.048	13294.546	0.000
326	326	0.000	0.000	-11651.088	-2026.048	13294.546	0.000
326	67	0.000	0.000	-11189.088	-1933.441	13231.682	0.000

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
050	0.00	0.00	-28.34	28.45
051	-28.34	28.45	-135.45	137.10
052	-135.44	137.10	-287.70	281.16
053	-287.68	281.14	-447.63	438.31
054	-447.60	438.28	-614.64	596.22
055	-614.59	596.16	-744.50	752.49
056	-744.42	752.41	-864.02	899.95
057	-863.91	899.84	-972.92	1034.57
058	-972.78	1034.43	-1071.42	1154.03
059	-1071.26	1153.85	-1161.10	1253.99
060	-1160.90	1253.77	-1244.40	1340.46
061	-1244.17	1340.20	-1324.14	1412.43
062	-1323.89	1412.16	-1395.41	1467.24
063	-1395.16	1466.97	-1460.43	1509.56
064	-1460.17	1509.28	-1499.56	1414.53
065	-1499.41	1414.40	-1502.15	1416.28
066	-1502.02	1416.16	-1662.14	1562.96
067	-1679.46	1579.25	-1524.11	1433.17

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
068	-1524.24	1433.29	-1521.37	1430.94
069	-1521.52	1431.08	-1479.18	1513.98
070	-1479.46	1514.26	-1410.31	1458.75
071	-1410.57	1459.02	-1334.94	1390.55
072	-1335.20	1390.82	-1251.99	1306.08
073	-1252.23	1306.32	-1167.43	1210.45
074	-1167.63	1210.66	-1079.53	1105.59
075	-1079.70	1105.76	-985.57	985.93
076	-985.71	986.07	-884.15	855.24
077	-884.26	855.35	-774.38	715.36
078	-774.46	715.43	-604.07	567.58
079	-604.13	567.63	-426.50	412.11
080	-426.53	412.14	-271.47	265.87
081	-271.49	265.88	-131.91	132.22
082	-131.92	132.23	-29.01	28.73
083	-29.01	28.73	0.00	0.00
300	-755.65	-722.16	-739.77	-706.28
301	-739.77	-706.28	-723.88	-690.39
302	-717.50	-684.01	-681.23	-648.72
303	-681.23	-648.72	-665.81	-633.30
304	-665.81	-633.30	-625.68	-594.48
305	-625.68	-594.48	-610.84	-579.64
306	-610.84	-579.64	-596.00	-564.80
307	-596.00	-564.80	-581.16	-549.96
308	-581.16	-549.96	-566.32	-535.12
309	-566.32	-535.12	-551.48	-520.28
310	-551.48	-520.28	-536.64	-505.45
311	-536.64	-505.45	-521.81	-490.61
312	-521.81	-490.61	-506.97	-475.77
313	-506.97	-475.77	-559.91	-525.07
314	-559.91	-525.07	-545.34	-510.49
315	-545.34	-510.49	-530.76	-495.92
316	-530.76	-495.92	-516.19	-481.34
317	-516.19	-481.34	-501.61	-466.76
318	-501.61	-466.76	-487.04	-452.19
319	-487.04	-452.19	-472.46	-437.61
320	-472.46	-437.61	-457.88	-423.04
321	-457.88	-423.04	-443.31	-408.46
322	-443.31	-408.46	-428.73	-393.89
323	-428.73	-393.89	-412.13	-377.46
324	-412.13	-377.46	-397.63	-362.95
325	-397.63	-362.95	-384.94	-350.10
326	-384.94	-350.10	-370.36	-335.53
Máx	+0.00	+1579.25	+0.00	+1562.96
Ele	0050	0067	0083	0066
Mín	-1679.46	-722.16	-1662.14	-706.28
Ele	0067	0300	0066	0300

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
00300	+3.302e-07	-1.447e-05	+2.486e+04	+1.455e+04	-3.727e+03	-6.125e-05
Suma	+3.302e-07	-1.447e-05	+2.486e+04			

G.6 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones medias. Análisis lineal. Transversal

En las siguientes páginas se incluyen los ficheros de datos y de resultados del modelo de 15 dovelas para la pila de 180 m de altura.

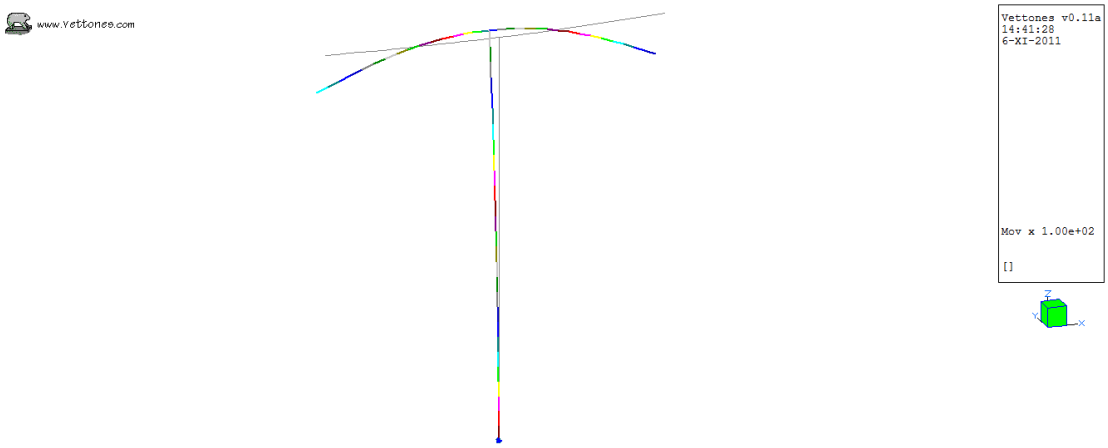


Figura G-3. Deformada de la "T" con quince dovelas. Análisis lineal. Escala ampliada: x100

Movimientos principales:

- Giro transversal en coronación de pila -Nudo 67-: r_x= -0.001687 rad.

FICHERO DE DATOS

El fichero de datos es el mismo que el del cálculo transversal, salvo la hipótesis considerada que considera la acción del gradiente transversal en vez del longitudinal.

```
7.- Hipótesis
-------------

Hipótesis (1)
--------------
Acción Coeficiente
------------------
   1    +1.000  [PPsinmarcdcho]
   2    +1.000  [PPsinmarcizqdo]
   3    +1.000  [PPMarcosdcho]
   4    +1.000  [PPMarcosizqdo]
   9    +1.000  [Carrodcho]
  10    +1.000  [Carroizqdo]
  28    +1.000  [PpPila]
  30    +1.000  [GradTransv]
```

FICHERO DE RESULTADOS

```
RESULTADOS ESTRUCTURA
=====================

Hipótesis (1)
-------------
```

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00050	+1.409e-02	+1.573e-01	-2.241e-01	-2.321e-03	-4.241e-03	-7.054e-11
00051	+1.409e-02	+1.573e-01	-2.018e-01	-2.321e-03	-4.235e-03	-7.054e-11
00052	+1.409e-02	+1.573e-01	-1.797e-01	-2.316e-03	-4.192e-03	-7.054e-11
00053	+1.409e-02	+1.573e-01	-1.580e-01	-2.304e-03	-4.078e-03	-7.054e-11
00054	+1.409e-02	+1.573e-01	-1.372e-01	-2.285e-03	-3.888e-03	-7.054e-11
00055	+1.409e-02	+1.573e-01	-1.176e-01	-2.258e-03	-3.628e-03	-7.054e-11
00056	+1.409e-02	+1.573e-01	-9.943e-02	-2.224e-03	-3.312e-03	-7.054e-11
00057	+1.409e-02	+1.573e-01	-8.306e-02	-2.186e-03	-2.957e-03	-7.054e-11
00058	+1.409e-02	+1.573e-01	-6.861e-02	-2.142e-03	-2.576e-03	-7.054e-11
00059	+1.409e-02	+1.573e-01	-5.618e-02	-2.094e-03	-2.182e-03	-7.054e-11
00060	+1.409e-02	+1.573e-01	-4.582e-02	-2.042e-03	-1.783e-03	-7.054e-11
00061	+1.409e-02	+1.573e-01	-3.753e-02	-1.986e-03	-1.388e-03	-7.054e-11
00062	+1.409e-02	+1.573e-01	-3.127e-02	-1.925e-03	-1.001e-03	-7.054e-11
00063	+1.409e-02	+1.573e-01	-2.735e-02	-1.865e-03	-6.625e-04	-7.054e-11
00064	+1.409e-02	+1.573e-01	-2.517e-02	-1.808e-03	-3.704e-04	-7.054e-11
00065	+1.409e-02	+1.573e-01	-2.417e-02	-1.747e-03	-9.481e-05	-7.054e-11
00066	+1.409e-02	+1.573e-01	-2.416e-02	-1.744e-03	-8.489e-05	-7.054e-11
00067	+1.409e-02	+1.573e-01	-2.424e-02	**-1.687e-03**	+1.482e-04	-7.054e-11
00068	+1.409e-02	+1.573e-01	-2.515e-02	-1.745e-03	+3.841e-04	-7.083e-11
00069	+1.409e-02	+1.573e-01	-2.521e-02	-1.748e-03	+3.942e-04	-7.083e-11
00070	+1.409e-02	+1.573e-01	-2.741e-02	-1.810e-03	+6.716e-04	-7.083e-11
00071	+1.409e-02	+1.573e-01	-3.079e-02	-1.868e-03	+9.617e-04	-7.083e-11
00072	+1.409e-02	+1.573e-01	-3.605e-02	-1.927e-03	+1.293e-03	-7.083e-11
00073	+1.409e-02	+1.573e-01	-4.373e-02	-1.987e-03	+1.666e-03	-7.084e-11
00074	+1.409e-02	+1.573e-01	-5.336e-02	-2.042e-03	+2.041e-03	-7.084e-11
00075	+1.409e-02	+1.573e-01	-6.494e-02	-2.092e-03	+2.414e-03	-7.084e-11
00076	+1.409e-02	+1.573e-01	-7.845e-02	-2.137e-03	+2.780e-03	-7.084e-11
00077	+1.409e-02	+1.573e-01	-9.383e-02	-2.178e-03	+3.130e-03	-7.084e-11
00078	+1.409e-02	+1.573e-01	-1.110e-01	-2.214e-03	+3.458e-03	-7.084e-11
00079	+1.409e-02	+1.573e-01	-1.298e-01	-2.244e-03	+3.746e-03	-7.084e-11
00080	+1.409e-02	+1.573e-01	-1.499e-01	-2.268e-03	+3.977e-03	-7.084e-11
00081	+1.409e-02	+1.573e-01	-1.711e-01	-2.286e-03	+4.144e-03	-7.084e-11
00082	+1.409e-02	+1.573e-01	-1.931e-01	-2.296e-03	+4.246e-03	-7.084e-11
00083	+1.409e-02	+1.573e-01	-2.155e-01	-2.301e-03	+4.287e-03	-7.084e-11
00084	+1.409e-02	+1.573e-01	-2.380e-01	-2.301e-03	+4.293e-03	-7.084e-11
00300	+4.494e-27	-1.257e-24	-2.486e-16	-7.351e-05	+1.074e-05	-4.443e-24
00301	+8.869e-05	+6.898e-04	-1.253e-03	-1.334e-04	+1.587e-05	-2.449e-12
00302	+2.116e-04	+1.779e-03	-2.479e-03	-1.933e-04	+2.099e-05	-4.898e-12
00303	+3.683e-04	+3.266e-03	-3.649e-03	-2.529e-04	+2.604e-05	-7.347e-12
00304	+5.585e-04	+5.149e-03	-4.775e-03	-3.120e-04	+3.102e-05	-9.797e-12
00305	+7.815e-04	+7.424e-03	-5.854e-03	-3.705e-04	+3.589e-05	-1.225e-11
00306	+1.037e-03	+1.009e-02	-6.887e-03	-4.286e-04	+4.066e-05	-1.469e-11
00307	+1.324e-03	+1.314e-02	-7.895e-03	-4.867e-04	+4.544e-05	-1.714e-11

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00308	+1.643e-03	+1.658e-02	-8.877e-03	-5.447e-04	+5.021e-05	-1.959e-11
00309	+1.993e-03	+2.040e-02	-9.833e-03	-6.028e-04	+5.499e-05	-2.204e-11
00310	+2.376e-03	+2.461e-02	-1.076e-02	-6.608e-04	+5.976e-05	-2.449e-11
00311	+2.790e-03	+2.921e-02	-1.167e-02	-7.189e-04	+6.453e-05	-2.694e-11
00312	+3.236e-03	+3.420e-02	-1.255e-02	-7.769e-04	+6.931e-05	-2.939e-11
00313	+3.714e-03	+3.957e-02	-1.341e-02	-8.350e-04	+7.408e-05	-3.184e-11
00314	+4.225e-03	+4.534e-02	-1.429e-02	-8.945e-04	+7.913e-05	-3.445e-11
00315	+4.770e-03	+5.150e-02	-1.521e-02	-9.555e-04	+8.446e-05	-3.723e-11
00316	+5.351e-03	+5.808e-02	-1.610e-02	-1.017e-03	+8.979e-05	-4.001e-11
00317	+5.967e-03	+6.506e-02	-1.697e-02	-1.078e-03	+9.512e-05	-4.280e-11
00318	+6.619e-03	+7.245e-02	-1.781e-02	-1.139e-03	+1.005e-04	-4.558e-11
00319	+7.307e-03	+8.024e-02	-1.863e-02	-1.200e-03	+1.058e-04	-4.836e-11
00320	+8.030e-03	+8.844e-02	-1.942e-02	-1.261e-03	+1.111e-04	-5.115e-11
00321	+8.788e-03	+9.705e-02	-2.019e-02	-1.322e-03	+1.165e-04	-5.393e-11
00322	+9.582e-03	+1.061e-01	-2.093e-02	-1.383e-03	+1.218e-04	-5.671e-11
00323	+1.041e-02	+1.155e-01	-2.165e-02	-1.444e-03	+1.271e-04	-5.949e-11
00324	+1.128e-02	+1.253e-01	-2.234e-02	-1.505e-03	+1.324e-04	-6.228e-11
00325	+1.218e-02	+1.356e-01	-2.300e-02	-1.566e-03	+1.377e-04	-6.506e-11
00326	+1.311e-02	+1.462e-01	-2.364e-02	-1.627e-03	+1.431e-04	-6.784e-11

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
50	50	0.000	29.733	0.000	0.000	0.000	0.000
50	51	0.000	256.759	0.000	-716.229	0.000	0.000
51	51	0.000	283.251	0.000	-716.211	0.000	5.116
51	52	0.000	725.497	0.000	-3553.076	0.000	5.116
52	52	0.000	757.215	0.000	-3552.948	0.000	30.495
52	53	0.000	919.373	0.000	-7639.411	0.000	30.495
53	53	0.000	955.161	0.000	-7638.999	0.000	85.061
53	54	0.000	1190.765	0.000	-13003.801	0.000	85.061
54	54	0.000	1223.650	0.000	-13002.862	0.000	177.942
54	55	0.000	1468.554	0.000	-19733.359	0.000	177.942
55	55	0.000	1503.514	0.000	-19731.585	0.000	318.889
55	56	0.000	1762.642	0.000	-27896.959	0.000	318.889
56	56	0.000	1801.526	0.000	-27893.969	0.000	518.143
56	57	0.000	2079.410	0.000	-37596.290	0.000	518.143
57	57	0.000	2117.811	0.000	-37591.630	0.000	786.673
57	58	0.000	2414.560	0.000	-48922.533	0.000	786.673
58	58	0.000	2450.365	0.000	-48915.666	0.000	1136.096
58	59	0.000	2765.932	0.000	-61956.385	0.000	1136.096
59	59	0.000	2795.420	0.000	-61946.690	0.000	1578.609
59	60	0.000	3129.823	0.000	-76759.771	0.000	1578.609
60	60	0.000	3154.827	0.000	-76746.537	0.000	2126.848
60	61	0.000	3507.796	0.000	-93403.063	0.000	2126.848
61	61	0.000	3532.564	0.000	-93385.489	0.000	2793.953
61	62	0.000	3903.501	0.000	-111975.615	0.000	2793.953
62	62	0.000	3928.024	0.000	-111954.079	0.000	3553.718
62	63	0.000	4276.723	0.000	-130414.731	0.000	3553.718
63	63	0.000	4301.027	0.000	-130390.751	0.000	4345.451
63	64	0.000	4622.292	0.000	-148237.368	0.000	4345.451
64	64	0.000	4646.404	0.000	-148210.117	0.000	5192.447
64	65	0.000	4984.460	0.000	-167471.823	0.000	5192.447
65	65	0.000	5006.709	0.000	-167455.695	0.000	5688.858
65	66	0.000	5019.826	0.000	-168207.686	0.000	5688.858
66	66	0.000	5019.826	0.000	-168192.938	0.000	6109.359
66	67	0.000	5312.916	0.000	-185500.268	0.000	6109.359
67	67	0.000	-5322.061	0.000	-187434.004	0.000	-6229.981
67	68	0.000	-5028.972	0.000	-170096.037	0.000	-6229.981
68	68	0.000	-5028.972	0.000	-170111.080	0.000	-5804.722
68	69	0.000	-5015.854	0.000	-169357.718	0.000	-5804.722
69	69	0.000	-4993.606	0.000	-169374.181	0.000	-5302.672
69	70	0.000	-4655.674	0.000	-150075.642	0.000	-5302.672
70	70	0.000	-4631.562	0.000	-150103.493	0.000	-4445.015
70	71	0.000	-4310.668	0.000	-132219.053	0.000	-4445.015
71	71	0.000	-4286.364	0.000	-132243.603	0.000	-3642.179
71	72	0.000	-3938.411	0.000	-113737.888	0.000	-3642.179
72	72	0.000	-3913.888	0.000	-113759.984	0.000	-2870.308
72	73	0.000	-3544.254	0.000	-95114.664	0.000	-2870.308
73	73	0.000	-3519.486	0.000	-95132.740	0.000	-2190.850
73	74	0.000	-3168.409	0.000	-78413.033	0.000	-2190.850
74	74	0.000	-3143.405	0.000	-78426.682	0.000	-1630.706
74	75	0.000	-2811.600	0.000	-63539.197	0.000	-1630.706
75	75	0.000	-2786.333	0.000	-63549.224	0.000	-1176.817
75	76	0.000	-2474.205	0.000	-50397.903	0.000	-1176.817
76	76	0.000	-2448.719	0.000	-50405.023	0.000	-816.805

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
76	77	0.000	-2156.410	0.000	-38892.221	0.000	-816.805
77	77	0.000	-2124.834	0.000	-38897.063	0.000	-538.985
77	78	0.000	-1852.570	0.000	-28953.574	0.000	-538.985
78	78	0.000	-1816.428	0.000	-28956.685	0.000	-332.161
78	79	0.000	-1559.653	0.000	-20516.498	0.000	-332.161
79	79	0.000	-1522.473	0.000	-20518.347	0.000	-185.608
79	80	0.000	-1274.188	0.000	-13526.708	0.000	-185.608
80	80	0.000	-1233.461	0.000	-13527.689	0.000	-88.984
80	81	0.000	-991.961	0.000	-7964.143	0.000	-88.984
81	81	0.000	-952.977	0.000	-7964.576	0.000	-32.096
81	82	0.000	-785.597	0.000	-3723.148	0.000	-32.096
82	82	0.000	-750.226	0.000	-3723.282	0.000	-5.501
82	83	0.000	-305.025	0.000	-770.161	0.000	-5.501
83	83	0.000	-269.058	0.000	-770.181	0.000	0.000
83	84	0.000	-39.015	0.000	0.000	0.000	0.000
300	300	0.000	0.000	-24855.087	-1933.441	13231.659	0.000
300	301	0.000	0.000	-24320.754	-1933.441	13231.660	0.000
301	301	0.000	0.000	-24320.754	-1933.441	13231.660	0.000
301	302	0.000	0.000	-23786.421	-1933.441	13231.661	0.000
302	302	0.000	0.000	-23571.921	-1933.441	13231.661	0.000
302	303	0.000	0.000	-23037.587	-1933.441	13231.662	0.000
303	303	0.000	0.000	-23037.587	-1933.441	13231.662	0.000
303	304	0.000	0.000	-22503.254	-1933.441	13231.663	0.000
304	304	0.000	0.000	-22503.254	-1933.441	13231.663	0.000
304	305	0.000	0.000	-21968.921	-1933.441	13231.664	0.000
305	305	0.000	0.000	-21968.921	-1933.441	13231.664	0.000
305	306	0.000	0.000	-21434.587	-1933.441	13231.664	0.000
306	306	0.000	0.000	-21434.587	-1933.441	13231.664	0.000
306	307	0.000	0.000	-20900.254	-1933.441	13231.665	0.000
307	307	0.000	0.000	-20900.254	-1933.441	13231.665	0.000
307	308	0.000	0.000	-20365.921	-1933.441	13231.666	0.000
308	308	0.000	0.000	-20365.921	-1933.441	13231.666	0.000
308	309	0.000	0.000	-19831.587	-1933.441	13231.667	0.000
309	309	0.000	0.000	-19831.587	-1933.441	13231.667	0.000
309	310	0.000	0.000	-19297.254	-1933.441	13231.668	0.000
310	310	0.000	0.000	-19297.254	-1933.441	13231.668	0.000
310	311	0.000	0.000	-18762.921	-1933.441	13231.669	0.000
311	311	0.000	0.000	-18762.921	-1933.441	13231.669	0.000
311	312	0.000	0.000	-18228.587	-1933.441	13231.669	0.000
312	312	0.000	0.000	-18228.587	-1933.441	13231.669	0.000
312	313	0.000	0.000	-17694.254	-1933.441	13231.670	0.000
313	313	0.000	0.000	-17694.254	-1933.441	13231.670	0.000
313	314	0.000	0.000	-17196.087	-1933.441	13231.671	0.000
314	314	0.000	0.000	-17196.087	-1933.441	13231.671	0.000
314	315	0.000	0.000	-16734.087	-1933.441	13231.672	0.000
315	315	0.000	0.000	-16734.087	-1933.441	13231.672	0.000
315	316	0.000	0.000	-16272.087	-1933.441	13231.673	0.000
316	316	0.000	0.000	-16272.087	-1933.441	13231.673	0.000
316	317	0.000	0.000	-15810.087	-1933.441	13231.674	0.000
317	317	0.000	0.000	-15810.087	-1933.441	13231.674	0.000
317	318	0.000	0.000	-15348.087	-1933.441	13231.674	0.000
318	318	0.000	0.000	-15348.087	-1933.441	13231.674	0.000
318	319	0.000	0.000	-14886.087	-1933.441	13231.675	0.000
319	319	0.000	0.000	-14886.087	-1933.441	13231.675	0.000
319	320	0.000	0.000	-14424.087	-1933.441	13231.676	0.000
320	320	0.000	0.000	-14424.087	-1933.441	13231.676	0.000
320	321	0.000	0.000	-13962.087	-1933.441	13231.677	0.000
321	321	0.000	0.000	-13962.087	-1933.441	13231.677	0.000
321	322	0.000	0.000	-13500.087	-1933.441	13231.678	0.000
322	322	0.000	0.000	-13500.087	-1933.441	13231.678	0.000
322	323	0.000	0.000	-13038.087	-1933.441	13231.679	0.000
323	323	0.000	0.000	-13038.087	-1933.441	13231.679	0.000
323	324	0.000	0.000	-12576.087	-1933.441	13231.680	0.000
324	324	0.000	0.000	-12576.087	-1933.441	13231.680	0.000
324	325	0.000	0.000	-12114.087	-1933.441	13231.680	0.000
325	325	0.000	0.000	-12114.087	-1933.441	13231.680	0.000
325	326	0.000	0.000	-11652.087	-1933.441	13231.681	0.000
326	326	0.000	0.000	-11652.087	-1933.441	13231.681	0.000
326	67	0.000	0.000	-11190.087	-1933.441	13231.682	0.000

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
050	0.00	0.00	-28.34	28.45
051	-28.34	28.45	-135.45	137.10
052	-135.44	137.10	-287.70	281.16
053	-287.68	281.14	-447.63	438.31
054	-447.60	438.28	-614.64	596.22
055	-614.59	596.16	-744.50	752.49
056	-744.42	752.41	-864.02	899.95
057	-863.91	899.84	-972.92	1034.57
058	-972.78	1034.43	-1071.42	1154.03
059	-1071.26	1153.85	-1161.10	1253.99
060	-1160.90	1253.77	-1244.40	1340.46
061	-1244.17	1340.20	-1324.14	1412.43
062	-1323.89	1412.16	-1395.41	1467.24
063	-1395.16	1466.97	-1460.43	1509.56
064	-1460.17	1509.28	-1499.56	1414.53
065	-1499.41	1414.40	-1502.15	1416.28
066	-1502.02	1416.16	-1662.14	1562.96
067	-1679.46	1579.25	-1524.11	1433.17
068	-1524.24	1433.29	-1521.37	1430.94
069	-1521.52	1431.08	-1479.18	1513.98
070	-1479.46	1514.26	-1410.31	1458.75
071	-1410.57	1459.02	-1334.94	1390.55
072	-1335.20	1390.82	-1251.99	1306.08
073	-1252.23	1306.32	-1167.43	1210.45
074	-1167.63	1210.66	-1079.53	1105.59
075	-1079.70	1105.76	-985.57	985.93
076	-985.71	986.07	-884.15	855.24
077	-884.26	855.35	-774.38	715.36
078	-774.46	715.43	-604.07	567.58
079	-604.13	567.63	-426.50	412.11
080	-426.53	412.14	-271.47	265.87
081	-271.49	265.88	-131.91	132.22
082	-131.92	132.23	-29.01	28.73
083	-29.01	28.73	0.00	0.00
300	-755.68	-722.19	-739.80	-706.31
301	-739.80	-706.31	-723.91	-690.42
302	-717.53	-684.04	-681.26	-648.75
303	-681.26	-648.75	-665.84	-633.33
304	-665.84	-633.33	-625.71	-594.51
305	-625.71	-594.51	-610.87	-579.67
306	-610.87	-579.67	-596.03	-564.83
307	-596.03	-564.83	-581.19	-549.99
308	-581.19	-549.99	-566.35	-535.15
309	-566.35	-535.15	-551.51	-520.31
310	-551.51	-520.31	-536.67	-505.47
311	-536.67	-505.47	-521.83	-490.63
312	-521.83	-490.63	-506.99	-475.80
313	-506.99	-475.80	-559.95	-525.10
314	-559.95	-525.10	-545.37	-510.52
315	-545.37	-510.52	-530.79	-495.95
316	-530.79	-495.95	-516.22	-481.37
317	-516.22	-481.37	-501.64	-466.80
318	-501.64	-466.80	-487.07	-452.22
319	-487.07	-452.22	-472.49	-437.64
320	-472.49	-437.64	-457.92	-423.07
321	-457.92	-423.07	-443.34	-408.49
322	-443.34	-408.49	-428.76	-393.92
323	-428.76	-393.92	-412.16	-377.49
324	-412.16	-377.49	-397.66	-362.99
325	-397.66	-362.99	-384.97	-350.13
326	-384.97	-350.13	-370.40	-335.56
Máx	+0.00	+1579.25	+0.00	+1562.96
Ele	0050	0067	0083	0066
Mín	-1679.46	-722.19	-1662.14	-706.31
Ele	0067	0300	0066	0300

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
00300	-4.494e-07	+1.257e-04	+2.486e+04	+1.323e+04	-1.933e+03	+4.443e-04
Suma	-4.494e-07	+1.257e-04	+2.486e+04			

G.7 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones medias. Análisis no lineal. Transversal

En las siguientes páginas se incluyen los ficheros de datos y de resultados del modelo de 15 dovelas para la pila de 180 m de altura.

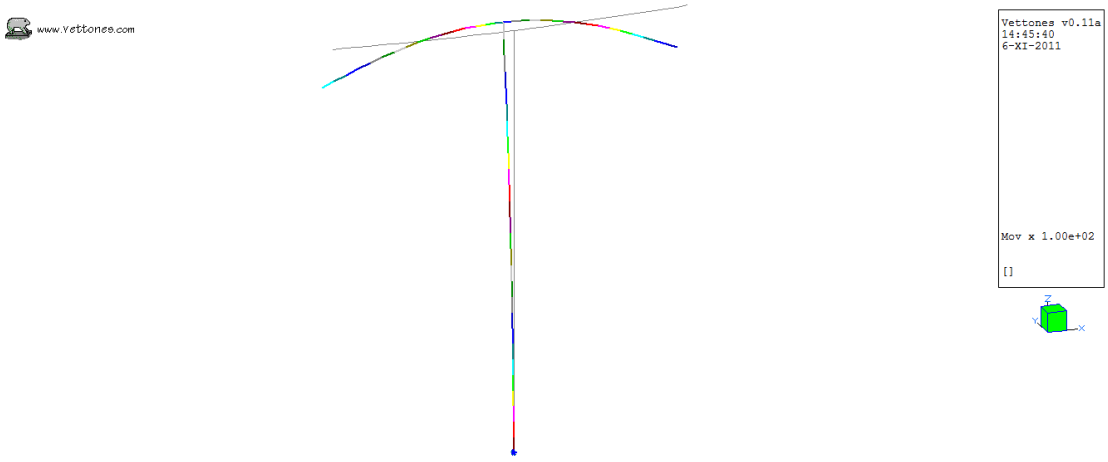


Figura G-4. Deformada de la "T" con quince dovelas. Análisis no lineal. Escala ampliada: x100

Movimientos principales:

- Giro transversal en coronación de pila -Nudo 67-: r_x= -0.001787 rad.

FICHERO DE DATOS

El fichero de datos es el mismo que el del cálculo lineal. Simplemente se modifica el tipo de análisis realizado: No lineal.

FICHERO DE RESULTADOS

```
RESULTADOS ESTRUCTURA

Hipótesis (1)
-------------
```

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00050	+1.547e-02	+1.698e-01	-2.237e-01	-2.421e-03	-4.230e-03	-7.385e-11
00051	+1.547e-02	+1.698e-01	-2.014e-01	-2.420e-03	-4.224e-03	-7.385e-11
00052	+1.547e-02	+1.698e-01	-1.793e-01	-2.416e-03	-4.181e-03	-7.385e-11
00053	+1.547e-02	+1.698e-01	-1.576e-01	-2.404e-03	-4.067e-03	-7.385e-11
00054	+1.547e-02	+1.698e-01	-1.368e-01	-2.384e-03	-3.877e-03	-7.385e-11
00055	+1.547e-02	+1.698e-01	-1.172e-01	-2.357e-03	-3.617e-03	-7.385e-11
00056	+1.547e-02	+1.698e-01	-9.906e-02	-2.324e-03	-3.301e-03	-7.385e-11
00057	+1.547e-02	+1.698e-01	-8.271e-02	-2.285e-03	-2.946e-03	-7.385e-11
00058	+1.547e-02	+1.698e-01	-6.829e-02	-2.242e-03	-2.565e-03	-7.385e-11
00059	+1.547e-02	+1.698e-01	-5.590e-02	-2.194e-03	-2.170e-03	-7.385e-11
00060	+1.547e-02	+1.698e-01	-4.557e-02	-2.142e-03	-1.772e-03	-7.385e-11
00061	+1.547e-02	+1.698e-01	-3.732e-02	-2.085e-03	-1.377e-03	-7.385e-11
00062	+1.547e-02	+1.698e-01	-3.110e-02	-2.024e-03	-9.898e-04	-7.385e-11
00063	+1.547e-02	+1.698e-01	-2.721e-02	-1.965e-03	-6.514e-04	-7.385e-11
00064	+1.547e-02	+1.698e-01	-2.508e-02	-1.907e-03	-3.593e-04	-7.385e-11
00065	+1.547e-02	+1.698e-01	-2.412e-02	-1.846e-03	-8.368e-05	-7.385e-11
00066	+1.547e-02	+1.698e-01	-2.411e-02	-1.844e-03	-7.376e-05	-7.385e-11
00067	+1.547e-02	+1.698e-01	-2.423e-02	**-1.787e-03**	+1.594e-04	-7.385e-11
00068	+1.547e-02	+1.698e-01	-2.518e-02	-1.845e-03	+3.953e-04	-7.414e-11
00069	+1.547e-02	+1.698e-01	-2.524e-02	-1.847e-03	+4.053e-04	-7.414e-11
00070	+1.547e-02	+1.698e-01	-2.749e-02	-1.910e-03	+6.828e-04	-7.415e-11
00071	+1.547e-02	+1.698e-01	-3.092e-02	-1.967e-03	+9.728e-04	-7.415e-11
00072	+1.547e-02	+1.698e-01	-3.623e-02	-2.027e-03	+1.304e-03	-7.415e-11
00073	+1.547e-02	+1.698e-01	-4.398e-02	-2.087e-03	+1.677e-03	-7.415e-11
00074	+1.547e-02	+1.698e-01	-5.368e-02	-2.142e-03	+2.052e-03	-7.415e-11
00075	+1.547e-02	+1.698e-01	-6.534e-02	-2.191e-03	+2.425e-03	-7.415e-11
00076	+1.547e-02	+1.698e-01	-7.893e-02	-2.237e-03	+2.791e-03	-7.415e-11
00077	+1.547e-02	+1.698e-01	-9.440e-02	-2.277e-03	+3.142e-03	-7.415e-11
00078	+1.547e-02	+1.698e-01	-1.116e-01	-2.313e-03	+3.469e-03	-7.415e-11
00079	+1.547e-02	+1.698e-01	-1.305e-01	-2.344e-03	+3.757e-03	-7.415e-11
00080	+1.547e-02	+1.698e-01	-1.508e-01	-2.368e-03	+3.988e-03	-7.415e-11
00081	+1.547e-02	+1.698e-01	-1.721e-01	-2.385e-03	+4.155e-03	-7.415e-11
00082	+1.547e-02	+1.698e-01	-1.941e-01	-2.396e-03	+4.258e-03	-7.415e-11
00083	+1.547e-02	+1.698e-01	-2.166e-01	-2.400e-03	+4.298e-03	-7.415e-11
00084	+1.547e-02	+1.698e-01	-2.393e-01	-2.401e-03	+4.304e-03	-7.415e-11
00300	-4.559e-27	-1.359e-24	-2.486e-16	-8.805e-05	+1.208e-05	-4.651e-24
00301	+9.970e-05	+8.047e-04	-1.253e-03	-1.534e-04	+1.783e-05	-2.564e-12
00302	+2.378e-04	+2.045e-03	-2.479e-03	-2.186e-04	+2.359e-05	-5.128e-12
00303	+4.142e-04	+3.719e-03	-3.667e-03	-2.838e-04	+2.933e-05	-7.692e-12
00304	+6.282e-04	+5.825e-03	-4.793e-03	-3.479e-04	+3.489e-05	-1.026e-11
00305	+8.793e-04	+8.358e-03	-5.894e-03	-4.120e-04	+4.044e-05	-1.282e-11
00306	+1.167e-03	+1.131e-02	-6.927e-03	-4.747e-04	+4.575e-05	-1.538e-11
00307	+1.489e-03	+1.469e-02	-7.934e-03	-5.372e-04	+5.104e-05	-1.795e-11
00308	+1.847e-03	+1.848e-02	-8.917e-03	-5.996e-04	+5.632e-05	-2.051e-11
00309	+2.240e-03	+2.268e-02	-9.873e-03	-6.618e-04	+6.158e-05	-2.308e-11
00310	+2.668e-03	+2.730e-02	-1.080e-02	-7.239e-04	+6.682e-05	-2.564e-11
00311	+3.131e-03	+3.233e-02	-1.171e-02	-7.858e-04	+7.203e-05	-2.820e-11
00312	+3.628e-03	+3.778e-02	-1.259e-02	-8.475e-04	+7.723e-05	-3.077e-11
00313	+4.161e-03	+4.363e-02	-1.345e-02	-9.090e-04	+8.240e-05	-3.333e-11
00314	+4.727e-03	+4.990e-02	-1.428e-02	-9.703e-04	+8.755e-05	-3.606e-11
00315	+5.330e-03	+5.658e-02	-1.519e-02	-1.035e-03	+9.328e-05	-3.898e-11
00316	+5.971e-03	+6.369e-02	-1.609e-02	-1.099e-03	+9.897e-05	-4.189e-11
00317	+6.649e-03	+7.123e-02	-1.695e-02	-1.163e-03	+1.046e-04	-4.480e-11
00318	+7.366e-03	+7.920e-02	-1.780e-02	-1.227e-03	+1.103e-04	-4.772e-11
00319	+8.120e-03	+8.759e-02	-1.861e-02	-1.290e-03	+1.159e-04	-5.063e-11
00320	+8.911e-03	+9.640e-02	-1.941e-02	-1.353e-03	+1.215e-04	-5.354e-11
00321	+9.739e-03	+1.056e-01	-2.017e-02	-1.416e-03	+1.270e-04	-5.646e-11
00322	+1.060e-02	+1.153e-01	-2.092e-02	-1.479e-03	+1.325e-04	-5.937e-11
00323	+1.151e-02	+1.254e-01	-2.163e-02	-1.541e-03	+1.380e-04	-6.228e-11
00324	+1.244e-02	+1.358e-01	-2.233e-02	-1.603e-03	+1.434e-04	-6.520e-11

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00325	+1.342e-02	+1.467e-01	-2.299e-02	-1.665e-03	+1.488e-04	-6.811e-11
00326	+1.443e-02	+1.580e-01	-2.363e-02	-1.727e-03	+1.542e-04	-7.103e-11

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
50	50	0.000	29.733	0.000	0.000	0.000	0.000
50	51	0.000	256.759	0.000	-716.229	0.000	0.000
51	51	0.000	283.251	0.000	-716.211	0.000	5.116
51	52	0.000	725.497	0.000	-3553.076	0.000	5.116
52	52	0.000	757.215	0.000	-3552.948	0.000	30.495
52	53	0.000	919.373	0.000	-7639.411	0.000	30.495
53	53	0.000	955.161	0.000	-7638.999	0.000	85.061
53	54	0.000	1190.765	0.000	-13003.801	0.000	85.061
54	54	0.000	1223.650	0.000	-13002.862	0.000	177.942
54	55	0.000	1468.554	0.000	-19733.359	0.000	177.942
55	55	0.000	1503.514	0.000	-19731.585	0.000	318.889
55	56	0.000	1762.642	0.000	-27896.959	0.000	318.889
56	56	0.000	1801.526	0.000	-27893.969	0.000	518.143
56	57	0.000	2079.410	0.000	-37596.290	0.000	518.143
57	57	0.000	2117.811	0.000	-37591.630	0.000	786.673
57	58	0.000	2414.560	0.000	-48922.533	0.000	786.673
58	58	0.000	2450.365	0.000	-48915.666	0.000	1136.096
58	59	0.000	2765.932	0.000	-61956.385	0.000	1136.096
59	59	0.000	2795.420	0.000	-61946.690	0.000	1578.609
59	60	0.000	3129.823	0.000	-76759.771	0.000	1578.609
60	60	0.000	3154.827	0.000	-76746.537	0.000	2126.848
60	61	0.000	3507.796	0.000	-93403.063	0.000	2126.848
61	61	0.000	3532.564	0.000	-93385.489	0.000	2793.953
61	62	0.000	3903.501	0.000	-111975.615	0.000	2793.953
62	62	0.000	3928.024	0.000	-111954.079	0.000	3553.718
62	63	0.000	4276.723	0.000	-130414.731	0.000	3553.718
63	63	0.000	4301.027	0.000	-130390.751	0.000	4345.451
63	64	0.000	4622.292	0.000	-148237.368	0.000	4345.451
64	64	0.000	4646.404	0.000	-148210.117	0.000	5192.447
64	65	0.000	4984.460	0.000	-167471.823	0.000	5192.447
65	65	0.000	5006.708	0.000	-167455.695	0.000	5688.858
65	66	0.000	5019.826	0.000	-168207.686	0.000	5688.858
66	66	0.000	5019.826	0.000	-168192.938	0.000	6109.359
66	67	0.000	5312.916	0.000	-185500.268	0.000	6109.359
67	67	0.000	-5322.061	0.000	-187434.004	0.000	-6229.981
67	68	0.000	-5028.972	0.000	-170096.037	0.000	-6229.981
68	68	0.000	-5028.972	0.000	-170111.080	0.000	-5804.722
68	69	0.000	-5015.854	0.000	-169357.718	0.000	-5804.722
69	69	0.000	-4993.606	0.000	-169374.181	0.000	-5302.672
69	70	0.000	-4655.674	0.000	-150075.642	0.000	-5302.672
70	70	0.000	-4631.562	0.000	-150103.493	0.000	-4445.015
70	71	0.000	-4310.668	0.000	-132219.053	0.000	-4445.015
71	71	0.000	-4286.364	0.000	-132243.603	0.000	-3642.179
71	72	0.000	-3938.411	0.000	-113737.888	0.000	-3642.179
72	72	0.000	-3913.888	0.000	-113759.984	0.000	-2870.308
72	73	0.000	-3544.254	0.000	-95114.664	0.000	-2870.308
73	73	0.000	-3519.486	0.000	-95132.740	0.000	-2190.850
73	74	0.000	-3168.409	0.000	-78413.033	0.000	-2190.850
74	74	0.000	-3143.405	0.000	-78426.682	0.000	-1630.706
74	75	0.000	-2811.600	0.000	-63539.197	0.000	-1630.706
75	75	0.000	-2786.333	0.000	-63549.224	0.000	-1176.817
75	76	0.000	-2474.205	0.000	-50397.903	0.000	-1176.817
76	76	0.000	-2448.719	0.000	-50405.023	0.000	-816.805
76	77	0.000	-2156.410	0.000	-38892.221	0.000	-816.805
77	77	0.000	-2124.834	0.000	-38897.063	0.000	-538.985
77	78	0.000	-1852.570	0.000	-28953.574	0.000	-538.985
78	78	0.000	-1816.428	0.000	-28956.685	0.000	-332.161
78	79	0.000	-1559.653	0.000	-20516.498	0.000	-332.161
79	79	0.000	-1522.473	0.000	-20518.347	0.000	-185.608
79	80	0.000	-1274.188	0.000	-13526.708	0.000	-185.608
80	80	0.000	-1233.461	0.000	-13527.689	0.000	-88.984
80	81	0.000	-991.961	0.000	-7964.143	0.000	-88.984
81	81	0.000	-952.977	0.000	-7964.576	0.000	-32.096
81	82	0.000	-785.597	0.000	-3723.148	0.000	-32.096
82	82	0.000	-750.226	0.000	-3723.282	0.000	-5.501
82	83	0.000	-305.025	0.000	-770.161	0.000	-5.501
83	83	0.000	-269.058	0.000	-770.181	0.000	0.000
83	84	0.000	-39.015	0.000	0.000	0.000	0.000

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
300	300	0.000	0.000	-24854.087	-2173.622	15848.910	0.000
300	301	0.000	0.000	-24319.754	-2171.197	15829.341	0.000
301	301	0.000	0.000	-24319.754	-2171.197	15829.341	0.000
301	302	0.000	0.000	-23785.421	-2167.913	15799.849	0.000
302	302	0.000	0.000	-23570.921	-2167.913	15799.849	0.000
302	303	0.000	0.000	-23036.587	-2163.850	15761.270	0.000
303	303	0.000	0.000	-23036.587	-2163.850	15761.270	0.000
303	304	0.000	0.000	-22502.254	-2159.033	15713.884	0.000
304	304	0.000	0.000	-22502.254	-2159.033	15713.884	0.000
304	305	0.000	0.000	-21967.921	-2153.518	15658.236	0.000
305	305	0.000	0.000	-21967.921	-2153.518	15658.236	0.000
305	306	0.000	0.000	-21433.587	-2147.360	15594.889	0.000
306	306	0.000	0.000	-21433.587	-2147.360	15594.889	0.000
306	307	0.000	0.000	-20899.254	-2140.617	15524.399	0.000
307	307	0.000	0.000	-20899.254	-2140.617	15524.399	0.000
307	308	0.000	0.000	-20364.921	-2133.329	15447.231	0.000
308	308	0.000	0.000	-20364.921	-2133.329	15447.231	0.000
308	309	0.000	0.000	-19830.587	-2125.535	15363.849	0.000
309	309	0.000	0.000	-19830.587	-2125.535	15363.849	0.000
309	310	0.000	0.000	-19296.254	-2117.277	15274.717	0.000
310	310	0.000	0.000	-19296.254	-2117.277	15274.717	0.000
310	311	0.000	0.000	-18761.921	-2108.593	15180.301	0.000
311	311	0.000	0.000	-18761.921	-2108.593	15180.301	0.000
311	312	0.000	0.000	-18227.587	-2099.524	15081.064	0.000
312	312	0.000	0.000	-18227.587	-2099.524	15081.064	0.000
312	313	0.000	0.000	-17693.254	-2090.109	14977.468	0.000
313	313	0.000	0.000	-17693.254	-2090.109	14977.468	0.000
313	314	0.000	0.000	-17195.087	-2080.367	14869.749	0.000
314	314	0.000	0.000	-17195.087	-2080.367	14869.749	0.000
314	315	0.000	0.000	-16733.087	-2070.281	14757.907	0.000
315	315	0.000	0.000	-16733.087	-2070.281	14757.907	0.000
315	316	0.000	0.000	-16271.087	-2059.854	14642.169	0.000
316	316	0.000	0.000	-16271.087	-2059.854	14642.169	0.000
316	317	0.000	0.000	-15809.087	-2049.124	14522.960	0.000
317	317	0.000	0.000	-15809.087	-2049.124	14522.960	0.000
317	318	0.000	0.000	-15347.087	-2038.129	14400.699	0.000
318	318	0.000	0.000	-15347.087	-2038.129	14400.699	0.000
318	319	0.000	0.000	-14885.087	-2026.908	14275.808	0.000
319	319	0.000	0.000	-14885.087	-2026.908	14275.808	0.000
319	320	0.000	0.000	-14423.087	-2015.497	14148.702	0.000
320	320	0.000	0.000	-14423.087	-2015.497	14148.702	0.000
320	321	0.000	0.000	-13961.087	-2003.934	14019.799	0.000
321	321	0.000	0.000	-13961.087	-2003.934	14019.799	0.000
321	322	0.000	0.000	-13499.087	-1992.257	13889.511	0.000
322	322	0.000	0.000	-13499.087	-1992.257	13889.511	0.000
322	323	0.000	0.000	-13037.087	-1980.501	13758.249	0.000
323	323	0.000	0.000	-13037.087	-1980.501	13758.249	0.000
323	324	0.000	0.000	-12575.087	-1968.705	13626.423	0.000
324	324	0.000	0.000	-12575.087	-1968.705	13626.423	0.000
324	325	0.000	0.000	-12113.087	-1956.904	13494.444	0.000
325	325	0.000	0.000	-12113.087	-1956.904	13494.444	0.000
325	326	0.000	0.000	-11651.087	-1945.136	13362.722	0.000
326	326	0.000	0.000	-11651.087	-1945.136	13362.722	0.000
326	67	0.000	0.000	-11189.087	-1933.441	13231.682	0.000

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
050	0.00	0.00	-28.34	28.45
051	-28.34	28.45	-135.45	137.10
052	-135.44	137.10	-287.70	281.16
053	-287.68	281.14	-447.63	438.31
054	-447.60	438.28	-614.64	596.22
055	-614.59	596.16	-744.50	752.49
056	-744.42	752.41	-864.02	899.95
057	-863.91	899.84	-972.92	1034.57
058	-972.78	1034.43	-1071.42	1154.03
059	-1071.26	1153.85	-1161.10	1253.99
060	-1160.90	1253.77	-1244.40	1340.46
061	-1244.17	1340.20	-1324.14	1412.43
062	-1323.89	1412.16	-1395.41	1467.24
063	-1395.16	1466.97	-1460.43	1509.56
064	-1460.17	1509.28	-1499.56	1414.53
065	-1499.41	1414.40	-1502.15	1416.28
066	-1502.02	1416.16	-1662.14	1562.96
067	-1679.46	1579.25	-1524.11	1433.17

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
068	-1524.24	1433.29	-1521.37	1430.94
069	-1521.52	1431.08	-1479.18	1513.98
070	-1479.46	1514.26	-1410.31	1458.75
071	-1410.57	1459.02	-1334.94	1390.55
072	-1335.20	1390.82	-1251.99	1306.08
073	-1252.23	1306.32	-1167.43	1210.45
074	-1167.63	1210.66	-1079.53	1105.59
075	-1079.70	1105.76	-985.57	985.93
076	-985.71	986.07	-884.15	855.24
077	-884.26	855.35	-774.38	715.36
078	-774.46	715.43	-604.07	567.58
079	-604.13	567.63	-426.50	412.11
080	-426.53	412.14	-271.47	265.87
081	-271.49	265.88	-131.91	132.22
082	-131.92	132.23	-29.01	28.73
083	-29.01	28.73	0.00	0.00
300	-755.65	-722.16	-739.77	-706.28
301	-739.77	-706.28	-723.88	-690.39
302	-717.50	-684.01	-681.23	-648.72
303	-681.23	-648.72	-665.81	-633.30
304	-665.81	-633.30	-625.68	-594.48
305	-625.68	-594.48	-610.84	-579.64
306	-610.84	-579.64	-596.00	-564.80
307	-596.00	-564.80	-581.16	-549.96
308	-581.16	-549.96	-566.32	-535.12
309	-566.32	-535.12	-551.48	-520.28
310	-551.48	-520.28	-536.64	-505.45
311	-536.64	-505.45	-521.81	-490.61
312	-521.81	-490.61	-506.97	-475.77
313	-506.97	-475.77	-559.91	-525.07
314	-559.91	-525.07	-545.34	-510.49
315	-545.34	-510.49	-530.76	-495.92
316	-530.76	-495.92	-516.19	-481.34
317	-516.19	-481.34	-501.61	-466.76
318	-501.61	-466.76	-487.04	-452.19
319	-487.04	-452.19	-472.46	-437.61
320	-472.46	-437.61	-457.88	-423.04
321	-457.88	-423.04	-443.31	-408.46
322	-443.31	-408.46	-428.73	-393.89
323	-428.73	-393.89	-412.13	-377.46
324	-412.13	-377.46	-397.63	-362.95
325	-397.63	-362.95	-384.94	-350.10
326	-384.94	-350.10	-370.36	-335.53
Máx	+0.00	+1579.25	+0.00	+1562.96
Ele	0050	0067	0083	0066
Mín	-1679.46	-722.16	-1662.14	-706.28
Ele	0067	0300	0066	0300

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
00300	+4.559e-07	+1.359e-04	+2.486e+04	+1.585e+04	-2.174e+03	+4.651e-04
Suma	+4.559e-07	+1.359e-04	+2.486e+04			

G.8 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones 2/3. Geometría

Se ha considerado una serie de pilas de canto y ancho constantes de diferentes alturas, desde 20 hasta 180 m. Las dimensiones de la sección transversal en cada una de ellas se representan en la siguiente tabla.

				Variación del espesor con la altura				
H (m)	**Canto (m)**	**Ancho (m)**	**Espesor (m)**	**Altura (m)**	**Espesor (m)**	**Altura (m)**	**Espesor (m)**	**Altura (m)**
20	7.367	7.989	0.65	0-16	0.60	16-20	-	-
40	8.033	8.878	0.65	0-16	0.60	16-40	-	-
60	8.700	9.767	0.65	0-30	0.60	30-60	-	-
80	9.367	10.656	0.65	0-50	0.60	50-70	-	-
100	10.033	11.544	0.65	0-70	0.60	70-100	-	-
120	10.700	12.433	0.65	0-90	0.60	90-120	-	-
140	11.367	13.322	0.65	0-92.5	0.60	92.5-140	-	-
160	12.033	14.211	0.70	0-10	0.65	10-92.5	0.60	92.5-160
180	12.700	15.100	0.70	0-92.5	0.60	92.5-180	-	-

Tabla G-2. Pila de canto y ancho constantes -Dimensiones 2/3-. Geometría

G.9 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones 2/3. Análisis lineal. Longitudinal

En las siguientes páginas se incluyen los ficheros de datos y de resultados del modelo de 15 dovelas para la pila de 180 m de altura.

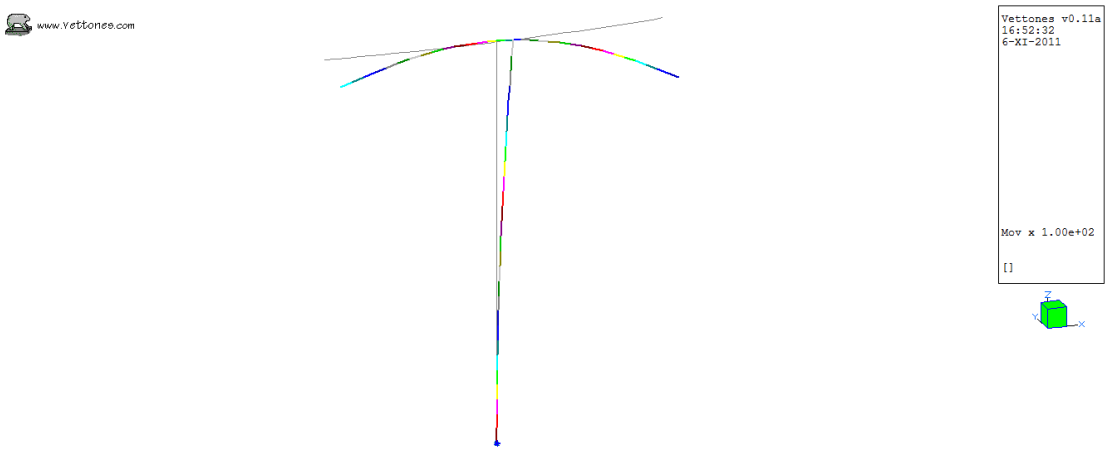


Figura G-5. Deformada de la "T" con quince dovelas. Análisis lineal. Escala ampliada: x100

Movimientos principales:

- Giro longitudinal en coronación de pila -Nudo 67-: r_y= 0.001009 rad.
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudo 50-: u_z= -0.1521 m.
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudo 84-: u_z= -0.2966 m.

FICHERO DE DATOS

```
DATOS ESTRUCTURA
================
Unidades: Tonelada y metro

Programa de cálculo
-------------------
Nombre  :  Vettones
Versión :  v0.11a


Datos generales
---------------------------------------
Número de nudos                     125
Número de elementos finitos          61
Número de apoyos en nudos             1
Número de materiales                229
Número de características           229
Número de acciones                    9
Número de hipótesis                   1

1.- Nudos
---------

   n      x          y          z
---------------------------------------
0050 -7.585e+01 +4.122e+00 +0.000e+00
0051 -7.088e+01 +3.598e+00 +0.000e+00
0052 -6.590e+01 +3.109e+00 +0.000e+00
0053 -6.092e+01 +2.656e+00 +0.000e+00
0054 -5.594e+01 +2.239e+00 +0.000e+00
0055 -5.095e+01 +1.857e+00 +0.000e+00
0056 -4.597e+01 +1.511e+00 +0.000e+00
0057 -4.098e+01 +1.200e+00 +0.000e+00
0058 -3.598e+01 +9.255e-01 +0.000e+00
0059 -3.099e+01 +6.863e-01 +0.000e+00
0060 -2.599e+01 +4.828e-01 +0.000e+00
0061 -2.100e+01 +3.150e-01 +0.000e+00
0062 -1.600e+01 +1.828e-01 +0.000e+00
0063 -1.150e+01 +9.446e-02 +0.000e+00
0064 -7.500e+00 +4.018e-02 +0.000e+00
0065 -3.500e+00 +8.750e-03 +0.000e+00
0066 -3.350e+00 +8.016e-03 +0.000e+00
0067 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00
0068 +3.350e+00 +8.016e-03 +0.000e+00
0069 +3.500e+00 +8.750e-03 +0.000e+00
0070 +7.500e+00 +4.018e-02 +0.000e+00
0071 +1.150e+01 +9.446e-02 +0.000e+00
0072 +1.600e+01 +1.828e-01 +0.000e+00
0073 +2.100e+01 +3.150e-01 +0.000e+00
0074 +2.599e+01 +4.828e-01 +0.000e+00
0075 +3.099e+01 +6.863e-01 +0.000e+00
0076 +3.598e+01 +9.255e-01 +0.000e+00
0077 +4.098e+01 +1.200e+00 +0.000e+00
0078 +4.597e+01 +1.511e+00 +0.000e+00
0079 +5.095e+01 +1.857e+00 +0.000e+00
0080 +5.594e+01 +2.239e+00 +0.000e+00
0081 +6.092e+01 +2.656e+00 +0.000e+00
0082 +6.590e+01 +3.109e+00 +0.000e+00
0083 +7.088e+01 +3.598e+00 +0.000e+00
0084 +7.585e+01 +4.122e+00 +0.000e+00
0300 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.800e+02
0301 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.733e+02
0302 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.667e+02
0303 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.600e+02
0304 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.533e+02
0305 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.467e+02
0306 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.400e+02
0307 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.333e+02
0308 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.267e+02
0309 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.200e+02
0310 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.133e+02
0311 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.067e+02
0312 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.000e+02
0313 +0.000e+00 +0.000e+00 -9.333e+01
```

n	x	y	z
0314	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.667e+01
0315	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.000e+01
0316	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.333e+01
0317	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.667e+01
0318	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.000e+01
0319	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.333e+01
0320	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.667e+01
0321	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.000e+01
0322	+0.000e+00	+0.000e+00	-3.333e+01
0323	+0.000e+00	+0.000e+00	-2.667e+01
0324	+0.000e+00	+0.000e+00	-2.000e+01
0325	+0.000e+00	+0.000e+00	-1.333e+01
0326	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.667e+00
1050	-7.585e+01	+4.122e+00	+5.000e+01
1051	-7.088e+01	+3.598e+00	+5.000e+01
1052	-6.590e+01	+3.109e+00	+5.000e+01
1053	-6.092e+01	+2.656e+00	+5.000e+01
1054	-5.594e+01	+2.239e+00	+5.000e+01
1055	-5.095e+01	+1.857e+00	+5.000e+01
1056	-4.597e+01	+1.511e+00	+5.000e+01
1057	-4.098e+01	+1.200e+00	+5.000e+01
1058	-3.598e+01	+9.255e-01	+5.000e+01
1059	-3.099e+01	+6.863e-01	+5.000e+01
1060	-2.599e+01	+4.828e-01	+5.000e+01
1061	-2.100e+01	+3.150e-01	+5.000e+01
1062	-1.600e+01	+1.828e-01	+5.000e+01
1063	-1.150e+01	+9.446e-02	+5.000e+01
1064	-7.500e+00	+4.018e-02	+5.000e+01
1065	-3.500e+00	+8.750e-03	+5.000e+01
1066	-3.350e+00	+8.016e-03	+5.000e+01
1067	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.000e+01
1068	+3.350e+00	+8.016e-03	+5.000e+01
1069	+3.500e+00	+8.750e-03	+5.000e+01
1070	+7.500e+00	+4.018e-02	+5.000e+01
1071	+1.150e+01	+9.446e-02	+5.000e+01
1072	+1.600e+01	+1.828e-01	+5.000e+01
1073	+2.100e+01	+3.150e-01	+5.000e+01
1074	+2.599e+01	+4.828e-01	+5.000e+01
1075	+3.099e+01	+6.863e-01	+5.000e+01
1076	+3.598e+01	+9.255e-01	+5.000e+01
1077	+4.098e+01	+1.200e+00	+5.000e+01
1078	+4.597e+01	+1.511e+00	+5.000e+01
1079	+5.095e+01	+1.857e+00	+5.000e+01
1080	+5.594e+01	+2.239e+00	+5.000e+01
1081	+6.092e+01	+2.656e+00	+5.000e+01
1082	+6.590e+01	+3.109e+00	+5.000e+01
1083	+7.088e+01	+3.598e+00	+5.000e+01
1084	+7.585e+01	+4.122e+00	+5.000e+01
2000	+0.000e+00	+7.000e+02	+0.000e+00
2300	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.800e+02
2301	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.733e+02
2302	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.667e+02
2303	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.600e+02
2304	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.533e+02
2305	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.467e+02
2306	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.400e+02
2307	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.333e+02
2308	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.267e+02
2309	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.200e+02
2310	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.133e+02
2311	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.067e+02
2312	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.000e+02
2313	-1.000e+01	+0.000e+00	-9.333e+01
2314	-1.000e+01	+0.000e+00	-8.667e+01
2315	-1.000e+01	+0.000e+00	-8.000e+01
2316	-1.000e+01	+0.000e+00	-7.333e+01
2317	-1.000e+01	+0.000e+00	-6.667e+01
2318	-1.000e+01	+0.000e+00	-6.000e+01
2319	-1.000e+01	+0.000e+00	-5.333e+01
2320	-1.000e+01	+0.000e+00	-4.667e+01
2321	-1.000e+01	+0.000e+00	-4.000e+01
2322	-1.000e+01	+0.000e+00	-3.333e+01
2323	-1.000e+01	+0.000e+00	-2.667e+01
2324	-1.000e+01	+0.000e+00	-2.000e+01
2325	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.333e+01

```
   n      x          y          z
-------------------------------------
2326 -1.000e+01 +0.000e+00 -6.667e+00

2.- Elementos
-------------

 t : tipo de elemento
mat: índice de material
con: índice de característica mecánica
 ni: nudos del elemento

  e    t   mat  con  n0   n1   n2
---------------------------------
  50  14   50   50   50   51 1050
  51  14   51   51   51   52 1051
  52  14   52   52   52   53 1052
  53  14   53   53   53   54 1053
  54  14   54   54   54   55 1054
  55  14   55   55   55   56 1055
  56  14   56   56   56   57 1056
  57  14   57   57   57   58 1057
  58  14   58   58   58   59 1058
  59  14   59   59   59   60 1059
  60  14   60   60   60   61 1060
  61  14   61   61   61   62 1061
  62  14   62   62   62   63 1062
  63  14   63   63   63   64 1063
  64  14   64   64   64   65 1064
  65  14   65   65   65   66 1065
  66  14   66   66   66   67 1066
  67  14   67   67   67   68 1067
  68  14   68   68   68   69 1068
  69  14   69   69   69   70 1069
  70  14   70   70   70   71 1070
  71  14   71   71   71   72 1071
  72  14   72   72   72   73 1072
  73  14   73   73   73   74 1073
  74  14   74   74   74   75 1074
  75  14   75   75   75   76 1075
  76  14   76   76   76   77 1076
  77  14   77   77   77   78 1077
  78  14   78   78   78   79 1078
  79  14   79   79   79   80 1079
  80  14   80   80   80   81 1080
  81  14   81   81   81   82 1081
  82  14   82   82   82   83 1082
  83  14   83   83   83   84 1083
 300  14  300  300  300  301 2300
 301  14  301  301  301  302 2301
 302  14  302  302  302  303 2302
 303  14  303  303  303  304 2303
 304  14  304  304  304  305 2304
 305  14  305  305  305  306 2305
 306  14  306  306  306  307 2306
 307  14  307  307  307  308 2307
 308  14  308  308  308  309 2308
 309  14  309  309  309  310 2309
 310  14  310  310  310  311 2310
 311  14  311  311  311  312 2311
 312  14  312  312  312  313 2312
 313  14  313  313  313  314 2313
 314  14  314  314  314  315 2314
 315  14  315  315  315  316 2315
 316  14  316  316  316  317 2316
 317  14  317  317  317  318 2317
 318  14  318  318  318  319 2318
 319  14  319  319  319  320 2319
 320  14  320  320  320  321 2320
 321  14  321  321  321  322 2321
 322  14  322  322  322  323 2322
 323  14  323  323  323  324 2323
 324  14  324  324  324  325 2324
 325  14  325  325  325  326 2325
 326  14  326  326  326   67 2326
```

3.- Apoyos
---

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz	tipo
0300	1.00e+20	1.00e+20	1.00e+20	1.80e+08	1.80e+08	1.00e+20	Muelle

4.- Materiales

Ex: módulo de elasticidad
Nuxy: coeficiente de Poisson

Id	Ex	Nuxy
0050	+4.008e+06	+2.000e-01
0051	+4.008e+06	+2.000e-01
0052	+4.008e+06	+2.000e-01
0053	+4.008e+06	+2.000e-01
0054	+4.008e+06	+2.000e-01
0055	+4.008e+06	+2.000e-01
0056	+4.008e+06	+2.000e-01
0057	+4.008e+06	+2.000e-01
0058	+4.008e+06	+2.000e-01
0059	+4.008e+06	+2.000e-01
0060	+4.008e+06	+2.000e-01
0061	+4.008e+06	+2.000e-01
0062	+4.008e+06	+2.000e-01
0063	+4.008e+06	+2.000e-01
0064	+4.008e+06	+2.000e-01
0065	+4.008e+06	+2.000e-01
0066	+4.008e+06	+2.000e-01
0067	+4.008e+06	+2.000e-01
0068	+4.008e+06	+2.000e-01
0069	+4.008e+06	+2.000e-01
0070	+4.008e+06	+2.000e-01
0071	+4.008e+06	+2.000e-01
0072	+4.008e+06	+2.000e-01
0073	+4.008e+06	+2.000e-01
0074	+4.008e+06	+2.000e-01
0075	+4.008e+06	+2.000e-01
0076	+4.008e+06	+2.000e-01
0077	+4.008e+06	+2.000e-01
0078	+4.008e+06	+2.000e-01
0079	+4.008e+06	+2.000e-01
0080	+4.008e+06	+2.000e-01
0081	+4.008e+06	+2.000e-01
0082	+4.008e+06	+2.000e-01
0083	+4.008e+06	+2.000e-01
0300	+3.890e+06	+2.000e-01
0301	+3.890e+06	+2.000e-01
0302	+3.890e+06	+2.000e-01
0303	+3.890e+06	+2.000e-01
0304	+3.890e+06	+2.000e-01
0305	+3.890e+06	+2.000e-01
0306	+3.890e+06	+2.000e-01
0307	+3.890e+06	+2.000e-01
0308	+3.890e+06	+2.000e-01
0309	+3.890e+06	+2.000e-01
0310	+3.890e+06	+2.000e-01
0311	+3.890e+06	+2.000e-01
0312	+3.890e+06	+2.000e-01
0313	+3.890e+06	+2.000e-01
0314	+3.890e+06	+2.000e-01
0315	+3.890e+06	+2.000e-01
0316	+3.890e+06	+2.000e-01
0317	+3.890e+06	+2.000e-01
0318	+3.890e+06	+2.000e-01
0319	+3.890e+06	+2.000e-01
0320	+3.890e+06	+2.000e-01
0321	+3.890e+06	+2.000e-01
0322	+3.890e+06	+2.000e-01
0323	+3.890e+06	+2.000e-01
0324	+3.890e+06	+2.000e-01
0325	+3.890e+06	+2.000e-01
0326	+4.008e+06	+2.000e-01

5.- Características mecánicas
---

c	A	Ix	Iy	It	p.p	AcX	Acy
	ymáx	ymín	xmáx	xmín	eficticio		
050	1.827e+01	5.163e+01	4.831e+02	5.874e+01	4.454e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.140e+00	2.162e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.376e-01		
	1.896e+01	5.487e+01	4.910e+02	5.988e+01	4.627e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.180e+00	2.171e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.065e-01		
051	1.896e+01	5.487e+01	4.910e+02	5.988e+01	4.627e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.180e+00	2.171e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.065e-01		
	1.910e+01	5.815e+01	4.931e+02	6.247e+01	4.662e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.244e+00	2.217e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.100e-01		
052	1.910e+01	5.815e+01	4.931e+02	6.247e+01	4.662e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.244e+00	2.217e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.100e-01		
	1.895e+01	6.221e+01	4.985e+02	6.657e+01	4.624e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.289e+00	2.343e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.233e-01		
053	1.895e+01	6.221e+01	4.985e+02	6.657e+01	4.624e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.289e+00	2.343e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.233e-01		
	1.965e+01	7.138e+01	5.099e+02	7.218e+01	4.800e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.406e+00	2.457e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.414e-01		
054	1.965e+01	7.138e+01	5.099e+02	7.218e+01	4.800e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.406e+00	2.457e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.414e-01		
	2.051e+01	8.403e+01	5.243e+02	7.941e+01	4.996e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.539e+00	2.617e+00	7.900e+00	7.900e+00	9.644e-01		
055	2.051e+01	8.403e+01	5.243e+02	7.941e+01	4.996e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.539e+00	2.617e+00	7.900e+00	7.900e+00	9.644e-01		
	2.200e+01	1.027e+02	5.459e+02	8.826e+01	5.369e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.769e+00	2.740e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.008e+00		
056	2.200e+01	1.027e+02	5.459e+02	8.826e+01	5.369e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.769e+00	2.740e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.008e+00		
	2.350e+01	1.263e+02	5.671e+02	9.876e+01	5.746e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.022e+00	2.901e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.048e+00		
057	2.350e+01	1.263e+02	5.671e+02	9.876e+01	5.746e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.022e+00	2.901e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.048e+00		
	2.500e+01	1.559e+02	5.874e+02	1.109e+02	6.124e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.298e+00	3.101e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.084e+00		
058	2.500e+01	1.559e+02	5.874e+02	1.109e+02	6.124e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.298e+00	3.101e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.084e+00		
	2.650e+01	1.931e+02	6.066e+02	1.246e+02	6.499e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.596e+00	3.339e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.115e+00		
059	2.650e+01	1.931e+02	6.066e+02	1.246e+02	6.499e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.596e+00	3.339e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.115e+00		
	2.800e+01	2.394e+02	6.244e+02	1.396e+02	6.877e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.911e+00	3.621e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.140e+00		
060	2.800e+01	2.394e+02	6.244e+02	1.396e+02	6.877e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.911e+00	3.621e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.140e+00		
	2.945e+01	2.959e+02	6.403e+02	1.559e+02	7.242e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.247e+00	3.943e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.161e+00		
061	2.945e+01	2.959e+02	6.403e+02	1.559e+02	7.242e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.247e+00	3.943e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.161e+00		
	3.085e+01	3.645e+02	6.541e+02	1.731e+02	7.596e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.598e+00	4.311e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.177e+00		
062	3.085e+01	3.645e+02	6.541e+02	1.731e+02	7.596e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.598e+00	4.311e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.177e+00		
	3.207e+01	4.377e+02	6.646e+02	1.890e+02	7.902e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.925e+00	4.684e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.187e+00		
063	3.207e+01	4.377e+02	6.646e+02	1.890e+02	7.902e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.925e+00	4.684e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.187e+00		
	3.310e+01	5.126e+02	6.725e+02	2.032e+02	8.161e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.220e+00	5.051e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.192e+00		
064	3.310e+01	5.126e+02	6.725e+02	2.032e+02	8.161e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.220e+00	5.051e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.192e+00		
	3.541e+01	6.306e+02	6.807e+02	2.172e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.326e+00	5.647e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.139e+00		
065	3.541e+01	6.306e+02	6.807e+02	2.172e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.326e+00	5.647e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.139e+00		
	3.544e+01	6.340e+02	6.809e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.338e+00	5.662e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.140e+00		
066	3.544e+01	6.340e+02	6.809e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.338e+00	5.662e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.140e+00		
	3.538e+01	6.327e+02	6.807e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.331e+00	5.669e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.138e+00		

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-------------------------------------------------------------------------
067 3.538e+01 6.327e+02 6.807e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.331e+00 5.669e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.138e+00
    3.538e+01 6.327e+02 6.807e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.331e+00 5.669e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.138e+00
068 3.538e+01 6.327e+02 6.807e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.331e+00 5.669e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.138e+00
    3.535e+01 6.296e+02 6.805e+02 2.173e+02 8.741e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.320e+00 5.656e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.137e+00
069 3.535e+01 6.296e+02 6.805e+02 2.173e+02 8.741e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.320e+00 5.656e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.137e+00
    3.302e+01 5.192e+02 6.725e+02 2.049e+02 8.155e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.238e+00 5.117e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.187e+00
070 3.302e+01 5.192e+02 6.725e+02 2.049e+02 8.155e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.238e+00 5.117e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.187e+00
    3.196e+01 4.500e+02 6.649e+02 1.924e+02 7.889e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.965e+00 4.800e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.178e+00
071 3.196e+01 4.500e+02 6.649e+02 1.924e+02 7.889e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.965e+00 4.800e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.178e+00
    3.071e+01 3.813e+02 6.548e+02 1.784e+02 7.575e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.662e+00 4.475e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.164e+00
072 3.071e+01 3.813e+02 6.548e+02 1.784e+02 7.575e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.662e+00 4.475e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.164e+00
    2.925e+01 3.155e+02 6.416e+02 1.630e+02 7.210e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.332e+00 4.152e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.144e+00
073 2.925e+01 3.155e+02 6.416e+02 1.630e+02 7.210e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.332e+00 4.152e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.144e+00
    2.775e+01 2.598e+02 6.264e+02 1.483e+02 6.833e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.011e+00 3.868e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.118e+00
074 2.775e+01 2.598e+02 6.264e+02 1.483e+02 6.833e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.011e+00 3.868e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.118e+00
    2.618e+01 2.129e+02 6.091e+02 1.343e+02 6.439e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.704e+00 3.617e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.089e+00
075 2.618e+01 2.129e+02 6.091e+02 1.343e+02 6.439e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.704e+00 3.617e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.089e+00
    2.461e+01 1.741e+02 5.904e+02 1.214e+02 6.046e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.405e+00 3.404e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.053e+00
076 2.461e+01 1.741e+02 5.904e+02 1.214e+02 6.046e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.405e+00 3.404e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.053e+00
    2.302e+01 1.419e+02 5.703e+02 1.095e+02 5.647e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.120e+00 3.226e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.012e+00
077 2.302e+01 1.419e+02 5.703e+02 1.095e+02 5.647e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.120e+00 3.226e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.012e+00
    2.141e+01 1.153e+02 5.490e+02 9.892e+01 5.244e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.848e+00 3.082e+00 7.900e+00 7.900e+00 9.669e-01
078 2.141e+01 1.153e+02 5.490e+02 9.892e+01 5.244e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.848e+00 3.082e+00 7.900e+00 7.900e+00 9.669e-01
    2.054e+01 9.737e+01 5.341e+02 8.955e+01 5.027e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.694e+00 2.867e+00 7.900e+00 7.900e+00 8.088e-01
079 2.054e+01 9.737e+01 5.341e+02 8.955e+01 5.027e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.694e+00 2.867e+00 7.900e+00 7.900e+00 8.088e-01
    2.006e+01 8.450e+01 5.214e+02 8.147e+01 4.904e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.575e+00 2.664e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.547e-01
080 2.006e+01 8.450e+01 5.214e+02 8.147e+01 4.904e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.575e+00 2.664e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.547e-01
    1.947e+01 7.358e+01 5.091e+02 7.467e+01 4.756e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.456e+00 2.508e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.429e-01
081 1.947e+01 7.358e+01 5.091e+02 7.467e+01 4.756e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.456e+00 2.508e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.429e-01
    1.941e+01 6.678e+01 5.021e+02 6.912e+01 4.740e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.372e+00 2.366e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.201e-01
082 1.941e+01 6.678e+01 5.021e+02 6.912e+01 4.740e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.372e+00 2.366e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.201e-01
    1.912e+01 6.080e+01 4.978e+02 6.479e+01 4.668e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.268e+00 2.290e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.102e-01
083 1.912e+01 6.080e+01 4.978e+02 6.479e+01 4.668e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.268e+00 2.290e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.102e-01
    1.859e+01 5.560e+01 4.874e+02 6.163e+01 4.533e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.213e+00 2.212e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.308e-01
```

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-------------------------------------------------------------------------
300 3.878e+01 9.763e+02 1.283e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=300]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.443e+00
    3.878e+01 9.763e+02 1.283e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=301]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.443e+00
301 3.878e+01 9.763e+02 1.283e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=301]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.443e+00
    3.878e+01 9.763e+02 1.283e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=302]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.443e+00
302 3.878e+01 9.763e+02 1.283e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=302]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.443e+00
    3.994e+01 1.006e+03 1.321e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=303]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.487e+00
303 3.994e+01 1.006e+03 1.321e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=303]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.487e+00
    3.994e+01 1.006e+03 1.321e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=304]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.487e+00
304 3.994e+01 1.006e+03 1.321e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=304]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.487e+00
    4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=305]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
305 4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=305]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
    4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=306]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
306 4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=306]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
    4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=307]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
307 4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=307]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
    4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=308]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
308 4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=308]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
    4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=309]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
309 4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=309]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
    4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=310]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
310 4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=310]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
    4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=311]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
311 4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=311]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
    4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=312]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
312 4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=312]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
    4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=313]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
313 4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=313]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
    3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=314]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
314 3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=314]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
    3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=315]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
315 3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=315]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
    3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=316]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
316 3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=316]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
    3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=317]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
317 3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=317]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
    3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=318]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
```

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-----------------------------------------------------------------------
318 3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=318]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
    3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=319]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
319 3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=319]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
    3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=320]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
320 3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=320]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
    3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=321]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
321 3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=321]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
    3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=322]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
322 3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=322]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
    3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=323]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
323 3.649e+01 9.348e+02 1.226e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=323]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
    3.669e+01 9.399e+02 1.233e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=324]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.359e+00
324 3.669e+01 9.399e+02 1.233e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=324]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.359e+00
    3.669e+01 9.399e+02 1.233e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=325]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.359e+00
325 3.669e+01 9.399e+02 1.233e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=325]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.359e+00
    3.652e+01 9.354e+02 1.227e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=326]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
326 3.652e+01 9.354e+02 1.227e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=326]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00
    3.652e+01 9.354e+02 1.227e+03 9.999e+02 7.980e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=327]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.352e+00

idC idC   Geo0      Geo1      Geo2      Geo3      Geo4
-----------------------------------------------------------
300 13        300       301 [VA]
301 13        301       302 [VA]
302 13        302       303 [VA]
303 13        303       304 [VA]
304 13        304       305 [VA]
305 13        305       306 [VA]
306 13        306       307 [VA]
307 13        307       308 [VA]
308 13        308       309 [VA]
309 13        309       310 [VA]
310 13        310       311 [VA]
311 13        311       312 [VA]
312 13        312       313 [VA]
313 13        313       314 [VA]
314 13        314       315 [VA]
315 13        315       316 [VA]
316 13        316       317 [VA]
317 13        317       318 [VA]
318 13        318       319 [VA]
319 13        319       320 [VA]
320 13        320       321 [VA]
321 13        321       322 [VA]
322 13        322       323 [VA]
323 13        323       324 [VA]
324 13        324       325 [VA]
325 13        325       326 [VA]
326 13        326       327 [VA]
```

6.- Acciones

Acción (1) PPsinmarcdcho
---

n	fx	fy	fz	mx	my	mz	
0067	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.78e+02	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0068	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0069	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.22e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0070	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.41e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0071	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.43e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0072	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.45e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0073	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.48e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0074	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.50e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0075	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.53e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0076	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.55e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0077	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.16e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0078	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.61e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0079	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.72e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0080	+0.00e+00	+0.00e+00	-4.07e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0081	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.90e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0082	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.54e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0083	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.60e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0084	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.90e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0085	+0.00e+00	+0.00e+00	-6.27e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	*
Suma	+0.00e+00	+0.00e+00	-7.75e+02				

e	Qx	Qy	Qz	Mx	My	Mz	Tipo
0067	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.749e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0068	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.745e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0069	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.448e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0070	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.022e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0071	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.732e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0072	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.393e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0073	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.022e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0074	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.636e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0075	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.243e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0076	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.846e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0077	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.445e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0078	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.136e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0079	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.966e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0080	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.830e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0081	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.748e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0082	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.704e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0083	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.601e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL

Acción (2) PPsinmarcizqdo
---

n	fx	fy	fz	mx	my	mz	
0049	+0.00e+00	+0.00e+00	-1.47e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	*
0050	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.97e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0051	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.65e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0052	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.17e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0053	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.58e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0054	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.29e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0055	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.50e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0056	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.89e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0057	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.84e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0058	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.58e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0059	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.95e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0060	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.50e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0061	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.48e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0062	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.45e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0063	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.43e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0064	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.41e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0065	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.22e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0066	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0067	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.78e+02	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
Suma	+0.00e+00	+0.00e+00	-7.58e+02				

```
  e      Qx          Qy          Qz         Mx          My          Mz     Tipo
-------------------------------------------------------------------------------
0050 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.541e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0051 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.645e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0052 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.643e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0053 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.712e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0054 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.898e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0055 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.183e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0056 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.558e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0057 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.935e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0058 +0.000e+00 +0.000e+00 -6.311e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0059 +0.000e+00 +0.000e+00 -6.688e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0060 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.059e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0061 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.419e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0062 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.749e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0063 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.032e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0064 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.451e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0065 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.745e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0066 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.749e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL

Acción (3) PPMarcosdcho
-----------------------

  e      Qx          Qy          Qz         Mx          My          Mz     Tipo
-------------------------------------------------------------------------------
0067 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0068 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0069 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0070 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0071 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0072 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0073 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0074 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0075 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0076 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0077 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0078 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0079 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0080 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0081 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0082 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0083 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL

Acción (4) PPMarcosizqdo
------------------------

  e      Qx          Qy          Qz         Mx          My          Mz     Tipo
-------------------------------------------------------------------------------
0050 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0051 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0052 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0053 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0054 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0055 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0056 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0057 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0058 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0059 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0060 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0061 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0062 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0063 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0064 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0065 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0066 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL

Acción (9) Carrodcho
--------------------

 e      Fx          Fy          Fz         Mx          My          Mz     x/L   Tipo
-------------------------------------------------------------------------------------
081 +0.000e+00 +0.000e+00 +7.000e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +8.000e-01 G
082 +0.000e+00 +0.000e+00 -2.100e+02 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +8.000e-01 G
```

Acción (10) Carroizqdo
---

e	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	x/L	Tipo
051	+0.000e+00	+0.000e+00	-2.100e+02	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+2.000e-01	G
052	+0.000e+00	+0.000e+00	+7.000e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+2.000e-01	G

Acción (28) PpPila
---

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
0302	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.14e+02	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
Suma	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.14e+02			

e	Qx	Qy	Qz	Mx	My	Mz	Tipo
0300	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.240e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0301	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.240e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0302	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.240e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0303	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.240e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0304	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.240e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0305	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.240e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0306	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.240e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0307	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.240e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0308	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.240e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0309	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.240e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0310	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.240e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0311	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.240e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0312	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.240e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0313	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.610e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0314	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.980e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0315	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.980e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0316	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.980e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0317	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.980e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0318	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.980e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0319	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.980e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0320	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.980e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0321	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.980e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0322	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.980e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0323	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.980e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0324	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.980e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0325	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.980e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0326	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.980e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL

Acción (29) GradLong
---

e	To	TgX	TgY	Alfa
0300	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0301	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0302	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0303	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0304	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0305	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0306	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0307	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0308	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0309	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0310	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0311	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0312	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0313	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0314	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0315	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0316	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0317	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0318	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0319	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0320	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0321	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0322	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0323	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05
0324	-4.441e-16	+0.000e+00	+5.039e-01	+1.000e-05

```
  e      To         TgX        TgY       Alfa
-----------------------------------------------
0325 -4.441e-16 +0.000e+00 +5.039e-01 +1.000e-05
0326 -4.441e-16 +0.000e+00 +5.039e-01 +1.000e-05

Acción (30) GradTransv
----------------------

  e      To         TgX        TgY       Alfa
-----------------------------------------------
0300 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0301 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0302 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0303 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0304 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0305 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0306 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0307 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0308 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0309 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0310 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0311 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0312 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0313 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0314 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0315 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0316 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0317 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0318 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0319 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0320 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0321 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0322 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0323 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0324 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0325 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0326 +0.000e+00 -4.238e-01 +0.000e+00 +1.000e-05

7.- Hipótesis
-------------

Hipótesis (1)
--------------
Acción Coeficiente
------------------
   1    +1.000  [PPsinmarcdcho]
   2    +1.000  [PPsinmarcizqdo]
   3    +1.000  [PPMarcosdcho]
   4    +1.000  [PPMarcosizqdo]
   9    +1.000  [Carrodcho]
  10    +1.000  [Carroizqdo]
  28    +1.000  [PpPila]
  29    +1.000  [GradLong]
```

FICHERO DE RESULTADOS

RESULTADOS ESTRUCTURA
==========

Hipótesis (1)
---

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00050	+9.163e-02	+5.523e-02	**-1.521e-01**	-1.183e-03	-3.380e-03	-1.616e-11
00051	+9.163e-02	+5.523e-02	-1.347e-01	-1.182e-03	-3.374e-03	-1.616e-11
00052	+9.163e-02	+5.523e-02	-1.174e-01	-1.178e-03	-3.331e-03	-1.616e-11
00053	+9.163e-02	+5.523e-02	-1.005e-01	-1.166e-03	-3.217e-03	-1.616e-11
00054	+9.163e-02	+5.523e-02	-8.445e-02	-1.147e-03	-3.027e-03	-1.616e-11
00055	+9.163e-02	+5.523e-02	-6.953e-02	-1.120e-03	-2.767e-03	-1.616e-11
00056	+9.163e-02	+5.523e-02	-5.609e-02	-1.086e-03	-2.451e-03	-1.616e-11
00057	+9.163e-02	+5.523e-02	-4.437e-02	-1.047e-03	-2.096e-03	-1.616e-11
00058	+9.163e-02	+5.523e-02	-3.453e-02	-1.004e-03	-1.715e-03	-1.616e-11
00059	+9.163e-02	+5.523e-02	-2.668e-02	-9.562e-04	-1.321e-03	-1.616e-11
00060	+9.163e-02	+5.523e-02	-2.085e-02	-9.041e-04	-9.221e-04	-1.616e-11
00061	+9.163e-02	+5.523e-02	-1.705e-02	-8.477e-04	-5.269e-04	-1.616e-11
00062	+9.163e-02	+5.523e-02	-1.525e-02	-7.866e-04	-1.400e-04	-1.616e-11
00063	+9.163e-02	+5.523e-02	-1.529e-02	-7.270e-04	+1.984e-04	-1.616e-11
00064	+9.163e-02	+5.523e-02	-1.662e-02	-6.699e-04	+4.904e-04	-1.616e-11
00065	+9.163e-02	+5.523e-02	-1.910e-02	-6.086e-04	+7.660e-04	-1.616e-11
00066	+9.163e-02	+5.523e-02	-1.922e-02	-6.062e-04	+7.760e-04	-1.616e-11
00067	+9.163e-02	+5.523e-02	-2.219e-02	-5.493e-04	**+1.009e-03**	-1.616e-11
00068	+9.163e-02	+5.523e-02	-2.598e-02	-6.073e-04	+1.245e-03	-1.626e-11
00069	+9.163e-02	+5.523e-02	-2.617e-02	-6.097e-04	+1.255e-03	-1.626e-11
00070	+9.163e-02	+5.523e-02	-3.177e-02	-6.721e-04	+1.532e-03	-1.626e-11
00071	+9.163e-02	+5.523e-02	-3.853e-02	-7.296e-04	+1.823e-03	-1.626e-11
00072	+9.163e-02	+5.523e-02	-4.757e-02	-7.891e-04	+2.154e-03	-1.626e-11
00073	+9.163e-02	+5.523e-02	-5.940e-02	-8.493e-04	+2.527e-03	-1.626e-11
00074	+9.163e-02	+5.523e-02	-7.314e-02	-9.041e-04	+2.902e-03	-1.626e-11
00075	+9.163e-02	+5.523e-02	-8.879e-02	-9.539e-04	+3.275e-03	-1.626e-11
00076	+9.163e-02	+5.523e-02	-1.063e-01	-9.990e-04	+3.640e-03	-1.626e-11
00077	+9.163e-02	+5.523e-02	-1.257e-01	-1.040e-03	+3.991e-03	-1.626e-11
00078	+9.163e-02	+5.523e-02	-1.468e-01	-1.075e-03	+4.319e-03	-1.626e-11
00079	+9.163e-02	+5.523e-02	-1.695e-01	-1.106e-03	+4.607e-03	-1.626e-11
00080	+9.163e-02	+5.523e-02	-1.935e-01	-1.130e-03	+4.838e-03	-1.626e-11
00081	+9.163e-02	+5.523e-02	-2.185e-01	-1.148e-03	+5.005e-03	-1.626e-11
00082	+9.163e-02	+5.523e-02	-2.442e-01	-1.158e-03	+5.107e-03	-1.626e-11
00083	+9.163e-02	+5.523e-02	-2.704e-01	-1.163e-03	+5.147e-03	-1.626e-11
00084	+9.163e-02	+5.523e-02	**-2.966e-01**	-1.163e-03	+5.154e-03	-1.626e-11
00300	+1.532e-27	-4.389e-25	-2.690e-16	-7.351e-05	+1.074e-05	-1.552e-24
00301	+1.949e-04	+5.490e-04	-1.175e-03	-9.119e-05	+4.773e-05	-5.600e-13
00302	+6.364e-04	+1.216e-03	-2.324e-03	-1.089e-04	+8.472e-05	-1.120e-12
00303	+1.324e-03	+2.000e-03	-3.419e-03	-1.263e-04	+1.217e-04	-1.680e-12
00304	+2.258e-03	+2.899e-03	-4.472e-03	-1.434e-04	+1.586e-04	-2.240e-12
00305	+3.438e-03	+3.911e-03	-5.478e-03	-1.603e-04	+1.954e-04	-2.800e-12
00306	+4.863e-03	+5.035e-03	-6.441e-03	-1.767e-04	+2.321e-04	-3.360e-12
00307	+6.533e-03	+6.268e-03	-7.377e-03	-1.932e-04	+2.689e-04	-3.920e-12
00308	+8.448e-03	+7.611e-03	-8.289e-03	-2.097e-04	+3.057e-04	-4.480e-12
00309	+1.061e-02	+9.064e-03	-9.175e-03	-2.262e-04	+3.424e-04	-5.040e-12
00310	+1.301e-02	+1.063e-02	-1.004e-02	-2.427e-04	+3.792e-04	-5.600e-12
00311	+1.566e-02	+1.230e-02	-1.087e-02	-2.592e-04	+4.159e-04	-6.160e-12
00312	+1.856e-02	+1.408e-02	-1.168e-02	-2.756e-04	+4.527e-04	-6.720e-12
00313	+2.170e-02	+1.597e-02	-1.246e-02	-2.921e-04	+4.895e-04	-7.280e-12
00314	+2.509e-02	+1.798e-02	-1.327e-02	-3.096e-04	+5.264e-04	-7.878e-12
00315	+2.872e-02	+2.011e-02	-1.411e-02	-3.281e-04	+5.635e-04	-8.516e-12
00316	+3.260e-02	+2.235e-02	-1.492e-02	-3.466e-04	+6.007e-04	-9.155e-12
00317	+3.673e-02	+2.473e-02	-1.571e-02	-3.651e-04	+6.378e-04	-9.793e-12
00318	+4.110e-02	+2.722e-02	-1.647e-02	-3.836e-04	+6.750e-04	-1.043e-11
00319	+4.573e-02	+2.984e-02	-1.721e-02	-4.021e-04	+7.121e-04	-1.107e-11
00320	+5.060e-02	+3.258e-02	-1.793e-02	-4.206e-04	+7.492e-04	-1.171e-11
00321	+5.572e-02	+3.545e-02	-1.861e-02	-4.391e-04	+7.864e-04	-1.235e-11
00322	+6.108e-02	+3.844e-02	-1.928e-02	-4.576e-04	+8.235e-04	-1.299e-11
00323	+6.670e-02	+4.155e-02	-1.991e-02	-4.761e-04	+8.607e-04	-1.362e-11
00324	+7.256e-02	+4.479e-02	-2.053e-02	-4.945e-04	+8.978e-04	-1.426e-11
00325	+7.867e-02	+4.814e-02	-2.111e-02	-5.129e-04	+9.349e-04	-1.490e-11
00326	+8.503e-02	+5.163e-02	-2.167e-02	-5.314e-04	+9.720e-04	-1.554e-11

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
50	50	0.000	29.733	0.000	0.000	0.000	0.000
50	51	0.000	256.759	0.000	-716.229	0.000	0.000
51	51	0.000	283.251	0.000	-716.211	0.000	5.116
51	52	0.000	725.497	0.000	-3553.076	0.000	5.116
52	52	0.000	757.215	0.000	-3552.948	0.000	30.495
52	53	0.000	919.373	0.000	-7639.411	0.000	30.495
53	53	0.000	955.161	0.000	-7638.999	0.000	85.061
53	54	0.000	1190.765	0.000	-13003.801	0.000	85.061
54	54	0.000	1223.650	0.000	-13002.862	0.000	177.942
54	55	0.000	1468.554	0.000	-19733.359	0.000	177.942
55	55	0.000	1503.514	0.000	-19731.585	0.000	318.889
55	56	0.000	1762.642	0.000	-27896.959	0.000	318.889
56	56	0.000	1801.526	0.000	-27893.969	0.000	518.143
56	57	0.000	2079.410	0.000	-37596.290	0.000	518.143
57	57	0.000	2117.811	0.000	-37591.630	0.000	786.673
57	58	0.000	2414.560	0.000	-48922.533	0.000	786.673
58	58	0.000	2450.365	0.000	-48915.666	0.000	1136.096
58	59	0.000	2765.932	0.000	-61956.385	0.000	1136.096
59	59	0.000	2795.420	0.000	-61946.690	0.000	1578.609
59	60	0.000	3129.823	0.000	-76759.771	0.000	1578.609
60	60	0.000	3154.827	0.000	-76746.537	0.000	2126.848
60	61	0.000	3507.796	0.000	-93403.063	0.000	2126.848
61	61	0.000	3532.564	0.000	-93385.489	0.000	2793.953
61	62	0.000	3903.501	0.000	-111975.615	0.000	2793.953
62	62	0.000	3928.024	0.000	-111954.079	0.000	3553.718
62	63	0.000	4276.723	0.000	-130414.731	0.000	3553.718
63	63	0.000	4301.027	0.000	-130390.751	0.000	4345.451
63	64	0.000	4622.292	0.000	-148237.368	0.000	4345.451
64	64	0.000	4646.404	0.000	-148210.117	0.000	5192.447
64	65	0.000	4984.460	0.000	-167471.823	0.000	5192.447
65	65	0.000	5006.708	0.000	-167455.695	0.000	5688.858
65	66	0.000	5019.826	0.000	-168207.686	0.000	5688.858
66	66	0.000	5019.826	0.000	-168192.938	0.000	6109.359
66	67	0.000	5312.916	0.000	-185500.268	0.000	6109.359
67	67	0.000	-5322.061	0.000	-187434.004	0.000	-6229.981
67	68	0.000	-5028.972	0.000	-170096.037	0.000	-6229.981
68	68	0.000	-5028.972	0.000	-170111.080	0.000	-5804.722
68	69	0.000	-5015.854	0.000	-169357.718	0.000	-5804.722
69	69	0.000	-4993.606	0.000	-169374.181	0.000	-5302.672
69	70	0.000	-4655.674	0.000	-150075.642	0.000	-5302.672
70	70	0.000	-4631.562	0.000	-150103.493	0.000	-4445.015
70	71	0.000	-4310.668	0.000	-132219.053	0.000	-4445.015
71	71	0.000	-4286.364	0.000	-132243.603	0.000	-3642.179
71	72	0.000	-3938.411	0.000	-113737.888	0.000	-3642.179
72	72	0.000	-3913.888	0.000	-113759.984	0.000	-2870.308
72	73	0.000	-3544.254	0.000	-95114.664	0.000	-2870.308
73	73	0.000	-3519.486	0.000	-95132.740	0.000	-2190.850
73	74	0.000	-3168.409	0.000	-78413.033	0.000	-2190.850
74	74	0.000	-3143.405	0.000	-78426.682	0.000	-1630.706
74	75	0.000	-2811.600	0.000	-63539.197	0.000	-1630.706
75	75	0.000	-2786.333	0.000	-63549.224	0.000	-1176.817
75	76	0.000	-2474.205	0.000	-50397.903	0.000	-1176.817
76	76	0.000	-2448.719	0.000	-50405.023	0.000	-816.805
76	77	0.000	-2156.410	0.000	-38892.221	0.000	-816.805
77	77	0.000	-2124.834	0.000	-38897.063	0.000	-538.985
77	78	0.000	-1852.570	0.000	-28953.574	0.000	-538.985
78	78	0.000	-1816.428	0.000	-28956.685	0.000	-332.161
78	79	0.000	-1559.653	0.000	-20516.498	0.000	-332.161
79	79	0.000	-1522.473	0.000	-20518.347	0.000	-185.608
79	80	0.000	-1274.188	0.000	-13526.708	0.000	-185.608
80	80	0.000	-1233.461	0.000	-13527.689	0.000	-88.984
80	81	0.000	-991.961	0.000	-7964.143	0.000	-88.984
81	81	0.000	-952.977	0.000	-7964.576	0.000	-32.096
81	82	0.000	-785.597	0.000	-3723.148	0.000	-32.096
82	82	0.000	-750.226	0.000	-3723.282	0.000	-5.501
82	83	0.000	-305.025	0.000	-770.161	0.000	-5.501
83	83	0.000	-269.058	0.000	-770.181	0.000	0.000
83	84	0.000	-39.015	0.000	0.000	0.000	0.000

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
300	300	0.000	0.000	-26902.588	-1933.441	13231.674	0.000
300	301	0.000	0.000	-26286.588	-1933.441	13231.674	0.000
301	301	0.000	0.000	-26286.588	-1933.441	13231.674	0.000
301	302	0.000	0.000	-25670.588	-1933.441	13231.675	0.000
302	302	0.000	0.000	-25456.088	-1933.441	13231.675	0.000
302	303	0.000	0.000	-24840.088	-1933.441	13231.675	0.000
303	303	0.000	0.000	-24840.088	-1933.441	13231.675	0.000
303	304	0.000	0.000	-24224.088	-1933.441	13231.675	0.000
304	304	0.000	0.000	-24224.088	-1933.441	13231.675	0.000
304	305	0.000	0.000	-23608.088	-1933.441	13231.676	0.000
305	305	0.000	0.000	-23608.088	-1933.441	13231.676	0.000
305	306	0.000	0.000	-22992.088	-1933.441	13231.676	0.000
306	306	0.000	0.000	-22992.088	-1933.441	13231.676	0.000
306	307	0.000	0.000	-22376.088	-1933.441	13231.676	0.000
307	307	0.000	0.000	-22376.088	-1933.441	13231.676	0.000
307	308	0.000	0.000	-21760.088	-1933.441	13231.676	0.000
308	308	0.000	0.000	-21760.088	-1933.441	13231.676	0.000
308	309	0.000	0.000	-21144.088	-1933.441	13231.677	0.000
309	309	0.000	0.000	-21144.088	-1933.441	13231.677	0.000
309	310	0.000	0.000	-20528.088	-1933.441	13231.677	0.000
310	310	0.000	0.000	-20528.088	-1933.441	13231.677	0.000
310	311	0.000	0.000	-19912.088	-1933.441	13231.677	0.000
311	311	0.000	0.000	-19912.088	-1933.441	13231.677	0.000
311	312	0.000	0.000	-19296.088	-1933.441	13231.678	0.000
312	312	0.000	0.000	-19296.088	-1933.441	13231.678	0.000
312	313	0.000	0.000	-18680.088	-1933.441	13231.678	0.000
313	313	0.000	0.000	-18680.088	-1933.441	13231.678	0.000
313	314	0.000	0.000	-18106.088	-1933.441	13231.678	0.000
314	314	0.000	0.000	-18106.088	-1933.441	13231.678	0.000
314	315	0.000	0.000	-17574.088	-1933.441	13231.679	0.000
315	315	0.000	0.000	-17574.088	-1933.441	13231.679	0.000
315	316	0.000	0.000	-17042.088	-1933.441	13231.679	0.000
316	316	0.000	0.000	-17042.088	-1933.441	13231.679	0.000
316	317	0.000	0.000	-16510.088	-1933.441	13231.679	0.000
317	317	0.000	0.000	-16510.088	-1933.441	13231.679	0.000
317	318	0.000	0.000	-15978.088	-1933.441	13231.679	0.000
318	318	0.000	0.000	-15978.088	-1933.441	13231.679	0.000
318	319	0.000	0.000	-15446.088	-1933.441	13231.680	0.000
319	319	0.000	0.000	-15446.088	-1933.441	13231.680	0.000
319	320	0.000	0.000	-14914.088	-1933.441	13231.680	0.000
320	320	0.000	0.000	-14914.088	-1933.441	13231.680	0.000
320	321	0.000	0.000	-14382.088	-1933.441	13231.680	0.000
321	321	0.000	0.000	-14382.088	-1933.441	13231.680	0.000
321	322	0.000	0.000	-13850.088	-1933.441	13231.681	0.000
322	322	0.000	0.000	-13850.088	-1933.441	13231.681	0.000
322	323	0.000	0.000	-13318.088	-1933.441	13231.681	0.000
323	323	0.000	0.000	-13318.088	-1933.441	13231.681	0.000
323	324	0.000	0.000	-12786.088	-1933.441	13231.681	0.000
324	324	0.000	0.000	-12786.088	-1933.441	13231.681	0.000
324	325	0.000	0.000	-12254.088	-1933.441	13231.681	0.000
325	325	0.000	0.000	-12254.088	-1933.441	13231.681	0.000
325	326	0.000	0.000	-11722.088	-1933.441	13231.682	0.000
326	326	0.000	0.000	-11722.088	-1933.441	13231.682	0.000
326	67	0.000	0.000	-11190.088	-1933.441	13231.682	0.000

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
050	0.00	0.00	-28.34	28.45
051	-28.34	28.45	-135.45	137.10
052	-135.44	137.10	-287.70	281.16
053	-287.68	281.14	-447.63	438.31
054	-447.60	438.28	-614.64	596.22
055	-614.59	596.16	-744.50	752.49
056	-744.42	752.41	-864.02	899.95
057	-863.91	899.84	-972.92	1034.57
058	-972.78	1034.43	-1071.42	1154.03
059	-1071.26	1153.85	-1161.10	1253.99
060	-1160.90	1253.77	-1244.40	1340.46
061	-1244.17	1340.20	-1324.14	1412.43
062	-1323.89	1412.16	-1395.41	1467.24
063	-1395.16	1466.97	-1460.43	1509.56
064	-1460.17	1509.28	-1499.56	1414.53
065	-1499.41	1414.40	-1502.15	1416.28
066	-1502.02	1416.16	-1662.14	1562.96
067	-1679.46	1579.25	-1524.11	1433.17

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
068	-1524.24	1433.29	-1521.37	1430.94
069	-1521.52	1431.08	-1479.18	1513.98
070	-1479.46	1514.26	-1410.31	1458.75
071	-1410.57	1459.02	-1334.94	1390.55
072	-1335.20	1390.82	-1251.99	1306.08
073	-1252.23	1306.32	-1167.43	1210.45
074	-1167.63	1210.66	-1079.53	1105.59
075	-1079.70	1105.76	-985.57	985.93
076	-985.71	986.07	-884.15	855.24
077	-884.26	855.35	-774.38	715.36
078	-774.46	715.43	-604.07	567.58
079	-604.13	567.63	-426.50	412.11
080	-426.53	412.14	-271.47	265.87
081	-271.49	265.88	-131.91	132.22
082	-131.92	132.23	-29.01	28.73
083	-29.01	28.73	0.00	0.00
300	-706.33	-681.18	-690.45	-665.30
301	-690.45	-665.30	-674.56	-649.41
302	-669.03	-643.88	-634.16	-609.75
303	-634.16	-609.75	-618.74	-594.32
304	-618.74	-594.32	-580.56	-557.11
305	-580.56	-557.11	-565.71	-542.27
306	-565.71	-542.27	-550.87	-527.43
307	-550.87	-527.43	-536.03	-512.58
308	-536.03	-512.58	-521.19	-497.74
309	-521.19	-497.74	-506.34	-482.90
310	-506.34	-482.90	-491.50	-468.06
311	-491.50	-468.06	-476.66	-453.21
312	-476.66	-453.21	-461.82	-438.37
313	-461.82	-438.37	-509.31	-483.05
314	-509.31	-483.05	-494.74	-468.47
315	-494.74	-468.47	-480.16	-453.89
316	-480.16	-453.89	-465.58	-439.31
317	-465.58	-439.31	-451.00	-424.73
318	-451.00	-424.73	-436.42	-410.15
319	-436.42	-410.15	-421.84	-395.57
320	-421.84	-395.57	-407.26	-380.99
321	-407.26	-380.99	-392.68	-366.41
322	-392.68	-366.41	-378.10	-351.84
323	-378.10	-351.84	-361.56	-335.44
324	-361.56	-335.44	-347.06	-320.94
325	-347.06	-320.94	-334.14	-307.89
326	-334.14	-307.89	-319.57	-293.32
Máx	+0.00	+1579.25	+0.00	+1562.96
Ele	0050	0067	0083	0066
Mín	-1679.46	-681.18	-1662.14	-665.30
Ele	0067	0300	0066	0300

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
00300	-1.532e-07	+4.389e-05	+2.690e+04	+1.323e+04	-1.933e+03	+1.552e-04
Suma	-1.532e-07	+4.389e-05	+2.690e+04			

G.10 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones 2/3. Análisis no lineal. Longitudinal

En las siguientes páginas se incluyen los ficheros de datos y de resultados del modelo de 15 dovelas para la pila de 180 m de altura.

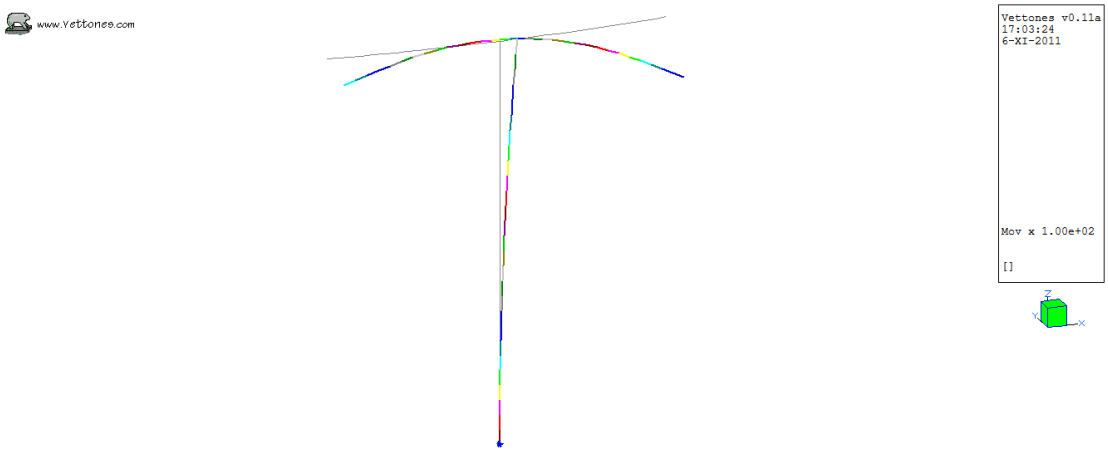


Figura G-6. Deformada de la "T" con quince dovelas. Análisis no lineal. Escala ampliada: x100

Movimientos principales:

- Giro longitudinal en coronación de pila -Nudo 67-: r_y= 0.001062 rad.
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudo 50-: u_z= -0.1482 m.
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudo 84-: u_z= -0.3006 m.

FICHERO DE DATOS

El fichero de datos es el mismo que el del cálculo lineal. Simplemente se modifica el tipo de análisis realizado: No lineal.

FICHERO DE RESULTADOS

```
RESULTADOS ESTRUCTURA
=====================

Hipótesis (1)
-------------
```

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00050	+9.825e-02	+5.843e-02	**-1.482e-01**	-1.207e-03	-3.328e-03	-1.664e-11
00051	+9.825e-02	+5.843e-02	-1.310e-01	-1.206e-03	-3.322e-03	-1.664e-11
00052	+9.825e-02	+5.843e-02	-1.140e-01	-1.202e-03	-3.279e-03	-1.664e-11
00053	+9.825e-02	+5.843e-02	-9.739e-02	-1.190e-03	-3.165e-03	-1.664e-11
00054	+9.825e-02	+5.843e-02	-8.156e-02	-1.171e-03	-2.975e-03	-1.664e-11
00055	+9.825e-02	+5.843e-02	-6.689e-02	-1.144e-03	-2.714e-03	-1.663e-11
00056	+9.825e-02	+5.843e-02	-5.371e-02	-1.110e-03	-2.398e-03	-1.663e-11
00057	+9.825e-02	+5.843e-02	-4.224e-02	-1.072e-03	-2.044e-03	-1.663e-11
00058	+9.825e-02	+5.843e-02	-3.266e-02	-1.028e-03	-1.663e-03	-1.663e-11
00059	+9.825e-02	+5.843e-02	-2.506e-02	-9.802e-04	-1.268e-03	-1.663e-11
00060	+9.825e-02	+5.843e-02	-1.949e-02	-9.282e-04	-8.697e-04	-1.663e-11
00061	+9.825e-02	+5.843e-02	-1.595e-02	-8.718e-04	-4.744e-04	-1.663e-11
00062	+9.825e-02	+5.843e-02	-1.440e-02	-8.106e-04	-8.760e-05	-1.663e-11
00063	+9.825e-02	+5.843e-02	-1.468e-02	-7.510e-04	+2.508e-04	-1.663e-11
00064	+9.825e-02	+5.843e-02	-1.621e-02	-6.940e-04	+5.429e-04	-1.663e-11
00065	+9.825e-02	+5.843e-02	-1.891e-02	-6.326e-04	+8.185e-04	-1.663e-11
00066	+9.825e-02	+5.843e-02	-1.903e-02	-6.302e-04	+8.284e-04	-1.663e-11
00067	+9.825e-02	+5.843e-02	-2.218e-02	-5.734e-04	**+1.062e-03**	-1.663e-11
00068	+9.825e-02	+5.843e-02	-2.615e-02	-6.314e-04	+1.297e-03	-1.673e-11
00069	+9.825e-02	+5.843e-02	-2.634e-02	-6.338e-04	+1.307e-03	-1.673e-11
00070	+9.825e-02	+5.843e-02	-3.216e-02	-6.962e-04	+1.585e-03	-1.674e-11
00071	+9.825e-02	+5.843e-02	-3.913e-02	-7.537e-04	+1.875e-03	-1.674e-11
00072	+9.825e-02	+5.843e-02	-4.840e-02	-8.132e-04	+2.206e-03	-1.674e-11
00073	+9.825e-02	+5.843e-02	-6.050e-02	-8.734e-04	+2.579e-03	-1.674e-11
00074	+9.825e-02	+5.843e-02	-7.450e-02	-9.282e-04	+2.954e-03	-1.674e-11
00075	+9.825e-02	+5.843e-02	-9.042e-02	-9.780e-04	+3.327e-03	-1.674e-11
00076	+9.825e-02	+5.843e-02	-1.082e-01	-1.023e-03	+3.693e-03	-1.674e-11
00077	+9.825e-02	+5.843e-02	-1.279e-01	-1.064e-03	+4.044e-03	-1.674e-11
00078	+9.825e-02	+5.843e-02	-1.492e-01	-1.100e-03	+4.371e-03	-1.674e-11
00079	+9.825e-02	+5.843e-02	-1.722e-01	-1.130e-03	+4.659e-03	-1.674e-11
00080	+9.825e-02	+5.843e-02	-1.965e-01	-1.154e-03	+4.890e-03	-1.674e-11
00081	+9.825e-02	+5.843e-02	-2.218e-01	-1.172e-03	+5.058e-03	-1.674e-11
00082	+9.825e-02	+5.843e-02	-2.478e-01	-1.182e-03	+5.160e-03	-1.674e-11
00083	+9.825e-02	+5.843e-02	-2.741e-01	-1.187e-03	+5.200e-03	-1.674e-11
00084	+9.825e-02	+5.843e-02	**-3.006e-01**	-1.187e-03	+5.206e-03	-1.674e-11
00300	+5.066e-28	-4.659e-25	-2.690e-16	-7.884e-05	+1.943e-05	-1.598e-24
00301	+2.620e-04	+5.888e-04	-1.176e-03	-9.779e-05	+5.916e-05	-5.765e-13
00302	+7.887e-04	+1.304e-03	-2.324e-03	-1.167e-04	+9.887e-05	-1.153e-12
00303	+1.580e-03	+2.145e-03	-3.436e-03	-1.356e-04	+1.386e-04	-1.729e-12
00304	+2.635e-03	+3.110e-03	-4.489e-03	-1.539e-04	+1.780e-04	-2.306e-12
00305	+3.954e-03	+4.198e-03	-5.515e-03	-1.722e-04	+2.174e-04	-2.882e-12
00306	+5.534e-03	+5.404e-03	-6.477e-03	-1.898e-04	+2.566e-04	-3.459e-12
00307	+7.374e-03	+6.728e-03	-7.414e-03	-2.073e-04	+2.956e-04	-4.035e-12
00308	+9.475e-03	+8.168e-03	-8.326e-03	-2.247e-04	+3.346e-04	-4.612e-12
00309	+1.184e-02	+9.724e-03	-9.212e-03	-2.421e-04	+3.736e-04	-5.188e-12
00310	+1.446e-02	+1.140e-02	-1.007e-02	-2.595e-04	+4.124e-04	-5.765e-12
00311	+1.733e-02	+1.318e-02	-1.091e-02	-2.768e-04	+4.511e-04	-6.341e-12
00312	+2.047e-02	+1.509e-02	-1.172e-02	-2.941e-04	+4.898e-04	-6.918e-12
00313	+2.386e-02	+1.711e-02	-1.250e-02	-3.114e-04	+5.283e-04	-7.494e-12
00314	+2.751e-02	+1.924e-02	-1.326e-02	-3.286e-04	+5.668e-04	-8.109e-12
00315	+3.142e-02	+2.149e-02	-1.410e-02	-3.478e-04	+6.057e-04	-8.766e-12
00316	+3.559e-02	+2.388e-02	-1.491e-02	-3.670e-04	+6.444e-04	-9.424e-12
00317	+4.002e-02	+2.639e-02	-1.570e-02	-3.861e-04	+6.831e-04	-1.008e-11
00318	+4.470e-02	+2.902e-02	-1.646e-02	-4.052e-04	+7.216e-04	-1.074e-11
00319	+4.964e-02	+3.179e-02	-1.720e-02	-4.242e-04	+7.599e-04	-1.140e-11
00320	+5.483e-02	+3.468e-02	-1.791e-02	-4.432e-04	+7.982e-04	-1.205e-11
00321	+6.028e-02	+3.770e-02	-1.860e-02	-4.621e-04	+8.362e-04	-1.271e-11
00322	+6.598e-02	+4.084e-02	-1.926e-02	-4.809e-04	+8.742e-04	-1.337e-11
00323	+7.193e-02	+4.411e-02	-1.990e-02	-4.997e-04	+9.120e-04	-1.402e-11

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00324	+7.814e-02	+4.750e-02	-2.052e-02	-5.184e-04	+9.496e-04	-1.468e-11
00325	+8.459e-02	+5.102e-02	-2.110e-02	-5.369e-04	+9.871e-04	-1.534e-11
00326	+9.130e-02	+5.466e-02	-2.166e-02	-5.554e-04	+1.024e-03	-1.600e-11

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
50	50	0.000	29.733	0.000	0.000	0.000	0.000
50	51	0.000	256.759	0.000	-716.229	0.000	0.000
51	51	0.000	283.251	0.000	-716.211	0.000	5.116
51	52	0.000	725.497	0.000	-3553.076	0.000	5.116
52	52	0.000	757.215	0.000	-3552.948	0.000	30.495
52	53	0.000	919.373	0.000	-7639.411	0.000	30.495
53	53	0.000	955.161	0.000	-7638.999	0.000	85.061
53	54	0.000	1190.765	0.000	-13003.801	0.000	85.061
54	54	0.000	1223.650	0.000	-13002.862	0.000	177.942
54	55	0.000	1468.554	0.000	-19733.359	0.000	177.942
55	55	0.000	1503.514	0.000	-19731.585	0.000	318.889
55	56	0.000	1762.642	0.000	-27896.959	0.000	318.889
56	56	0.000	1801.526	0.000	-27893.969	0.000	518.143
56	57	0.000	2079.410	0.000	-37596.290	0.000	518.143
57	57	0.000	2117.811	0.000	-37591.630	0.000	786.673
57	58	0.000	2414.560	0.000	-48922.533	0.000	786.673
58	58	0.000	2450.365	0.000	-48915.666	0.000	1136.096
58	59	0.000	2765.932	0.000	-61956.385	0.000	1136.096
59	59	0.000	2795.420	0.000	-61946.690	0.000	1578.609
59	60	0.000	3129.823	0.000	-76759.771	0.000	1578.609
60	60	0.000	3154.827	0.000	-76746.537	0.000	2126.848
60	61	0.000	3507.796	0.000	-93403.063	0.000	2126.848
61	61	0.000	3532.564	0.000	-93385.489	0.000	2793.953
61	62	0.000	3903.501	0.000	-111975.615	0.000	2793.953
62	62	0.000	3928.024	0.000	-111954.079	0.000	3553.718
62	63	0.000	4276.723	0.000	-130414.731	0.000	3553.718
63	63	0.000	4301.027	0.000	-130390.751	0.000	4345.451
63	64	0.000	4622.292	0.000	-148237.368	0.000	4345.451
64	64	0.000	4646.404	0.000	-148210.117	0.000	5192.447
64	65	0.000	4984.460	0.000	-167471.823	0.000	5192.447
65	65	0.000	5006.708	0.000	-167455.695	0.000	5688.858
65	66	0.000	5019.826	0.000	-168207.686	0.000	5688.858
66	66	0.000	5019.826	0.000	-168192.938	0.000	6109.359
66	67	0.000	5312.916	0.000	-185500.268	0.000	6109.359
67	67	0.000	-5322.061	0.000	-187434.004	0.000	-6229.981
67	68	0.000	-5028.972	0.000	-170096.037	0.000	-6229.981
68	68	0.000	-5028.972	0.000	-170111.080	0.000	-5804.722
68	69	0.000	-5015.854	0.000	-169357.718	0.000	-5804.722
69	69	0.000	-4993.606	0.000	-169374.181	0.000	-5302.672
69	70	0.000	-4655.674	0.000	-150075.642	0.000	-5302.672
70	70	0.000	-4631.562	0.000	-150103.493	0.000	-4445.015
70	71	0.000	-4310.668	0.000	-132219.053	0.000	-4445.015
71	71	0.000	-4286.364	0.000	-132243.603	0.000	-3642.179
71	72	0.000	-3938.411	0.000	-113737.888	0.000	-3642.179
72	72	0.000	-3913.888	0.000	-113759.984	0.000	-2870.308
72	73	0.000	-3544.254	0.000	-95114.664	0.000	-2870.308
73	73	0.000	-3519.486	0.000	-95132.740	0.000	-2190.850
73	74	0.000	-3168.409	0.000	-78413.033	0.000	-2190.850
74	74	0.000	-3143.405	0.000	-78426.682	0.000	-1630.706
74	75	0.000	-2811.600	0.000	-63539.197	0.000	-1630.706
75	75	0.000	-2786.333	0.000	-63549.224	0.000	-1176.817
75	76	0.000	-2474.205	0.000	-50397.903	0.000	-1176.817
76	76	0.000	-2448.719	0.000	-50405.023	0.000	-816.805
76	77	0.000	-2156.410	0.000	-38892.221	0.000	-816.805
77	77	0.000	-2124.834	0.000	-38897.063	0.000	-538.985
77	78	0.000	-1852.570	0.000	-28953.574	0.000	-538.985
78	78	0.000	-1816.428	0.000	-28956.685	0.000	-332.161
78	79	0.000	-1559.653	0.000	-20516.498	0.000	-332.161
79	79	0.000	-1522.473	0.000	-20518.347	0.000	-185.608
79	80	0.000	-1274.188	0.000	-13526.708	0.000	-185.608
80	80	0.000	-1233.461	0.000	-13527.689	0.000	-88.984
80	81	0.000	-991.961	0.000	-7964.143	0.000	-88.984
81	81	0.000	-952.977	0.000	-7964.576	0.000	-32.096
81	82	0.000	-785.597	0.000	-3723.148	0.000	-32.096
82	82	0.000	-750.226	0.000	-3723.282	0.000	-5.501
82	83	0.000	-305.025	0.000	-770.161	0.000	-5.501
83	83	0.000	-269.058	0.000	-770.181	0.000	0.000
83	84	0.000	-39.015	0.000	0.000	0.000	0.000

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
300	300	0.000	0.000	-26901.588	-3497.128	14191.382	0.000
300	301	0.000	0.000	-26285.588	-3490.242	14175.906	0.000
301	301	0.000	0.000	-26285.588	-3490.242	14175.906	0.000
301	302	0.000	0.000	-25669.588	-3476.720	14157.551	0.000
302	302	0.000	0.000	-25455.088	-3476.720	14157.551	0.000
302	303	0.000	0.000	-24839.088	-3457.061	14136.658	0.000
303	303	0.000	0.000	-24839.088	-3457.061	14136.658	0.000
303	304	0.000	0.000	-24223.088	-3431.499	14113.277	0.000
304	304	0.000	0.000	-24223.088	-3431.499	14113.277	0.000
304	305	0.000	0.000	-23607.088	-3400.380	14087.610	0.000
305	305	0.000	0.000	-23607.088	-3400.380	14087.610	0.000
305	306	0.000	0.000	-22991.088	-3364.052	14059.867	0.000
306	306	0.000	0.000	-22991.088	-3364.052	14059.867	0.000
306	307	0.000	0.000	-22375.088	-3322.866	14030.256	0.000
307	307	0.000	0.000	-22375.088	-3322.866	14030.256	0.000
307	308	0.000	0.000	-21759.088	-3277.151	13998.924	0.000
308	308	0.000	0.000	-21759.088	-3277.151	13998.924	0.000
308	309	0.000	0.000	-21143.088	-3227.239	13966.021	0.000
309	309	0.000	0.000	-21143.088	-3227.239	13966.021	0.000
309	310	0.000	0.000	-20527.088	-3173.462	13931.696	0.000
310	310	0.000	0.000	-20527.088	-3173.462	13931.696	0.000
310	311	0.000	0.000	-19911.088	-3116.149	13896.097	0.000
311	311	0.000	0.000	-19911.088	-3116.149	13896.097	0.000
311	312	0.000	0.000	-19295.088	-3055.631	13859.373	0.000
312	312	0.000	0.000	-19295.088	-3055.631	13859.373	0.000
312	313	0.000	0.000	-18679.088	-2992.240	13821.671	0.000
313	313	0.000	0.000	-18679.088	-2992.240	13821.671	0.000
313	314	0.000	0.000	-18105.088	-2926.150	13783.050	0.000
314	314	0.000	0.000	-18105.088	-2926.150	13783.050	0.000
314	315	0.000	0.000	-17573.088	-2857.473	13743.429	0.000
315	315	0.000	0.000	-17573.088	-2857.473	13743.429	0.000
315	316	0.000	0.000	-17041.088	-2786.462	13702.825	0.000
316	316	0.000	0.000	-17041.088	-2786.462	13702.825	0.000
316	317	0.000	0.000	-16509.088	-2713.408	13661.378	0.000
317	317	0.000	0.000	-16509.088	-2713.408	13661.378	0.000
317	318	0.000	0.000	-15977.088	-2638.600	13619.233	0.000
318	318	0.000	0.000	-15977.088	-2638.600	13619.233	0.000
318	319	0.000	0.000	-15445.088	-2562.325	13576.530	0.000
319	319	0.000	0.000	-15445.088	-2562.325	13576.530	0.000
319	320	0.000	0.000	-14913.088	-2484.871	13533.411	0.000
320	320	0.000	0.000	-14913.088	-2484.871	13533.411	0.000
320	321	0.000	0.000	-14381.088	-2406.522	13490.016	0.000
321	321	0.000	0.000	-14381.088	-2406.522	13490.016	0.000
321	322	0.000	0.000	-13849.088	-2327.561	13446.484	0.000
322	322	0.000	0.000	-13849.088	-2327.561	13446.484	0.000
322	323	0.000	0.000	-13317.088	-2248.273	13402.955	0.000
323	323	0.000	0.000	-13317.088	-2248.273	13402.955	0.000
323	324	0.000	0.000	-12785.088	-2168.937	13359.567	0.000
324	324	0.000	0.000	-12785.088	-2168.937	13359.567	0.000
324	325	0.000	0.000	-12253.088	-2089.834	13316.463	0.000
325	325	0.000	0.000	-12253.088	-2089.834	13316.463	0.000
325	326	0.000	0.000	-11721.088	-2011.242	13273.784	0.000
326	326	0.000	0.000	-11721.088	-2011.242	13273.784	0.000
326	67	0.000	0.000	-11189.088	-1933.441	13231.682	0.000

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
050	0.00	0.00	-28.34	28.45
051	-28.34	28.45	-135.45	137.10
052	-135.44	137.10	-287.70	281.16
053	-287.68	281.14	-447.63	438.31
054	-447.60	438.28	-614.64	596.22
055	-614.59	596.16	-744.50	752.49
056	-744.42	752.41	-864.02	899.95
057	-863.91	899.84	-972.92	1034.57
058	-972.78	1034.43	-1071.42	1154.03
059	-1071.26	1153.85	-1161.10	1253.99
060	-1160.90	1253.77	-1244.40	1340.46
061	-1244.17	1340.20	-1324.14	1412.43
062	-1323.89	1412.16	-1395.41	1467.24
063	-1395.16	1466.97	-1460.43	1509.56
064	-1460.17	1509.28	-1499.56	1414.53
065	-1499.41	1414.40	-1502.15	1416.28
066	-1502.02	1416.16	-1662.14	1562.96
067	-1679.46	1579.25	-1524.11	1433.17

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
068	-1524.24	1433.29	-1521.37	1430.94
069	-1521.52	1431.08	-1479.18	1513.98
070	-1479.46	1514.26	-1410.31	1458.75
071	-1410.57	1459.02	-1334.94	1390.55
072	-1335.20	1390.82	-1251.99	1306.08
073	-1252.23	1306.32	-1167.43	1210.45
074	-1167.63	1210.66	-1079.53	1105.59
075	-1079.70	1105.76	-985.57	985.93
076	-985.71	986.07	-884.15	855.24
077	-884.26	855.35	-774.38	715.36
078	-774.46	715.43	-604.07	567.58
079	-604.13	567.63	-426.50	412.11
080	-426.53	412.14	-271.47	265.87
081	-271.49	265.88	-131.91	132.22
082	-131.92	132.23	-29.01	28.73
083	-29.01	28.73	0.00	0.00
300	-706.31	-681.16	-690.42	-665.27
301	-690.42	-665.27	-674.54	-649.38
302	-669.00	-643.85	-634.13	-609.72
303	-634.13	-609.72	-618.71	-594.30
304	-618.71	-594.30	-580.53	-557.09
305	-580.53	-557.09	-565.69	-542.25
306	-565.69	-542.25	-550.85	-527.40
307	-550.85	-527.40	-536.00	-512.56
308	-536.00	-512.56	-521.16	-497.72
309	-521.16	-497.72	-506.32	-482.88
310	-506.32	-482.88	-491.48	-468.03
311	-491.48	-468.03	-476.63	-453.19
312	-476.63	-453.19	-461.79	-438.35
313	-461.79	-438.35	-509.29	-483.02
314	-509.29	-483.02	-494.71	-468.44
315	-494.71	-468.44	-480.13	-453.86
316	-480.13	-453.86	-465.55	-439.28
317	-465.55	-439.28	-450.97	-424.70
318	-450.97	-424.70	-436.39	-410.12
319	-436.39	-410.12	-421.81	-395.55
320	-421.81	-395.55	-407.23	-380.97
321	-407.23	-380.97	-392.66	-366.39
322	-392.66	-366.39	-378.08	-351.81
323	-378.08	-351.81	-361.53	-335.41
324	-361.53	-335.41	-347.03	-320.91
325	-347.03	-320.91	-334.11	-307.86
326	-334.11	-307.86	-319.54	-293.29
Máx	+0.00	+1579.25	+0.00	+1562.96
Ele	0050	0067	0083	0066
Mín	-1679.46	-681.16	-1662.14	-665.27
Ele	0067	0300	0066	0300

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
00300	-5.066e-08	+4.659e-05	+2.690e+04	+1.419e+04	-3.497e+03	+1.598e-04
Suma	-5.066e-08	+4.659e-05	+2.690e+04			

G.11 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones 2/3. Análisis lineal. Transversal

En las siguientes páginas se incluyen los ficheros de datos y de resultados del modelo de 15 dovelas para la pila de 180 m de altura.

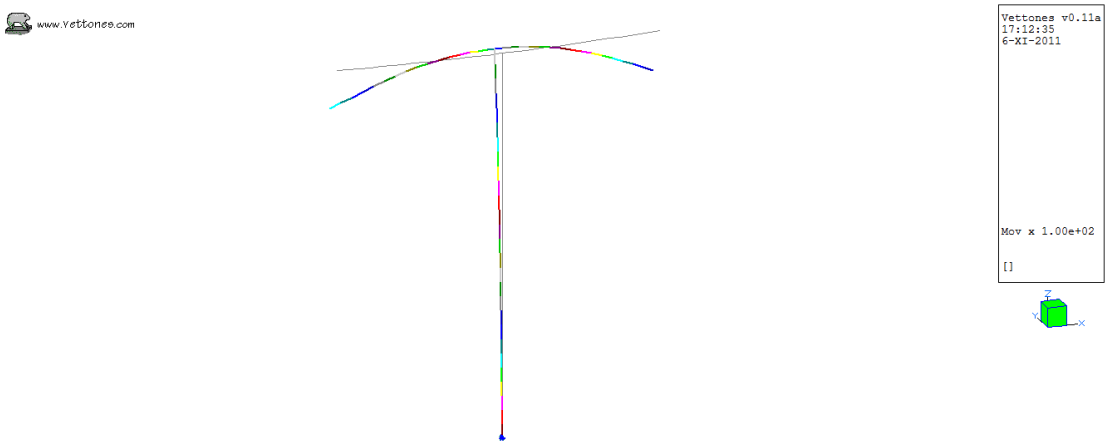


Figura G-7. Deformada de la "T" con quince dovelas. Análisis lineal. Escala ampliada: x100

Movimientos principales:

- Giro transversal en coronación de pila -Nudo 67-: r_x= -0.001312 rad.

FICHERO DE DATOS

El fichero de datos es el mismo que el del cálculo transversal, salvo la hipótesis considerada que considera la acción del gradiente transversal en vez del longitudinal.

```
7.- Hipótesis
-------------

Hipótesis (1)
--------------
Acción Coeficiente
------------------
   1    +1.000  [PPsinmarcdcho]
   2    +1.000  [PPsinmarcizqdo]
   3    +1.000  [PPMarcosdcho]
   4    +1.000  [PPMarcosizqdo]
   9    +1.000  [Carrodcho]
  10    +1.000  [Carroizqdo]
  28    +1.000  [PpPila]
  30    +1.000  [GradTransv]
```

FICHERO DE RESULTADOS

```
RESULTADOS ESTRUCTURA
=====================

Hipótesis (1)
-------------
```

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00050	+9.991e-03	+1.239e-01	-2.241e-01	-1.946e-03	-4.287e-03	-3.644e-11
00051	+9.991e-03	+1.239e-01	-2.017e-01	-1.945e-03	-4.281e-03	-3.644e-11
00052	+9.991e-03	+1.239e-01	-1.796e-01	-1.941e-03	-4.238e-03	-3.644e-11
00053	+9.991e-03	+1.239e-01	-1.578e-01	-1.929e-03	-4.124e-03	-3.644e-11
00054	+9.991e-03	+1.239e-01	-1.369e-01	-1.909e-03	-3.934e-03	-3.644e-11
00055	+9.991e-03	+1.239e-01	-1.172e-01	-1.882e-03	-3.674e-03	-3.644e-11
00056	+9.991e-03	+1.239e-01	-9.894e-02	-1.849e-03	-3.358e-03	-3.644e-11
00057	+9.991e-03	+1.239e-01	-8.246e-02	-1.810e-03	-3.003e-03	-3.644e-11
00058	+9.991e-03	+1.239e-01	-6.788e-02	-1.767e-03	-2.622e-03	-3.644e-11
00059	+9.991e-03	+1.239e-01	-5.531e-02	-1.719e-03	-2.228e-03	-3.644e-11
00060	+9.991e-03	+1.239e-01	-4.480e-02	-1.667e-03	-1.829e-03	-3.644e-11
00061	+9.991e-03	+1.239e-01	-3.634e-02	-1.611e-03	-1.434e-03	-3.644e-11
00062	+9.991e-03	+1.239e-01	-2.990e-02	-1.549e-03	-1.047e-03	-3.644e-11
00063	+9.991e-03	+1.239e-01	-2.579e-02	-1.490e-03	-7.087e-04	-3.644e-11
00064	+9.991e-03	+1.239e-01	-2.345e-02	-1.433e-03	-4.167e-04	-3.644e-11
00065	+9.991e-03	+1.239e-01	-2.228e-02	-1.371e-03	-1.411e-04	-3.644e-11
00066	+9.991e-03	+1.239e-01	-2.226e-02	-1.369e-03	-1.311e-04	-3.644e-11
00067	+9.991e-03	+1.239e-01	-2.219e-02	**-1.312e-03**	+1.020e-04	-3.644e-11
00068	+9.991e-03	+1.239e-01	-2.295e-02	-1.370e-03	+3.379e-04	-3.667e-11
00069	+9.991e-03	+1.239e-01	-2.300e-02	-1.373e-03	+3.479e-04	-3.667e-11
00070	+9.991e-03	+1.239e-01	-2.500e-02	-1.435e-03	+6.254e-04	-3.667e-11
00071	+9.991e-03	+1.239e-01	-2.818e-02	-1.493e-03	+9.155e-04	-3.667e-11
00072	+9.991e-03	+1.239e-01	-3.319e-02	-1.552e-03	+1.247e-03	-3.667e-11
00073	+9.991e-03	+1.239e-01	-4.059e-02	-1.612e-03	+1.620e-03	-3.667e-11
00074	+9.991e-03	+1.239e-01	-4.993e-02	-1.667e-03	+1.995e-03	-3.667e-11
00075	+9.991e-03	+1.239e-01	-6.120e-02	-1.717e-03	+2.368e-03	-3.667e-11
00076	+9.991e-03	+1.239e-01	-7.439e-02	-1.762e-03	+2.733e-03	-3.667e-11
00077	+9.991e-03	+1.239e-01	-8.944e-02	-1.802e-03	+3.084e-03	-3.667e-11
00078	+9.991e-03	+1.239e-01	-1.063e-01	-1.838e-03	+3.411e-03	-3.667e-11
00079	+9.991e-03	+1.239e-01	-1.247e-01	-1.869e-03	+3.700e-03	-3.667e-11
00080	+9.991e-03	+1.239e-01	-1.445e-01	-1.893e-03	+3.931e-03	-3.667e-11
00081	+9.991e-03	+1.239e-01	-1.653e-01	-1.911e-03	+4.098e-03	-3.667e-11
00082	+9.991e-03	+1.239e-01	-1.868e-01	-1.921e-03	+4.200e-03	-3.667e-11
00083	+9.991e-03	+1.239e-01	-2.088e-01	-1.925e-03	+4.240e-03	-3.667e-11
00084	+9.991e-03	+1.239e-01	-2.309e-01	-1.926e-03	+4.247e-03	-3.667e-11
00300	+3.542e-27	-9.902e-25	-2.690e-16	-7.351e-05	+1.074e-05	-3.500e-24
00301	+8.292e-05	+6.432e-04	-1.175e-03	-1.194e-04	+1.414e-05	-1.263e-12
00302	+1.885e-04	+1.593e-03	-2.324e-03	-1.654e-04	+1.753e-05	-2.526e-12
00303	+3.165e-04	+2.847e-03	-3.419e-03	-2.111e-04	+2.087e-05	-3.789e-12
00304	+4.666e-04	+4.406e-03	-4.472e-03	-2.565e-04	+2.417e-05	-5.051e-12
00305	+6.385e-04	+6.266e-03	-5.478e-03	-3.015e-04	+2.740e-05	-6.314e-12
00306	+8.317e-04	+8.425e-03	-6.441e-03	-3.463e-04	+3.056e-05	-7.577e-12
00307	+1.046e-03	+1.088e-02	-7.377e-03	-3.910e-04	+3.373e-05	-8.840e-12

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00308	+1.281e-03	+1.364e-02	-8.289e-03	-4.358e-04	+3.689e-05	-1.010e-11
00309	+1.538e-03	+1.669e-02	-9.175e-03	-4.805e-04	+4.005e-05	-1.137e-11
00310	+1.815e-03	+2.005e-02	-1.004e-02	-5.252e-04	+4.322e-05	-1.263e-11
00311	+2.114e-03	+2.370e-02	-1.087e-02	-5.700e-04	+4.638e-05	-1.389e-11
00312	+2.434e-03	+2.765e-02	-1.168e-02	-6.147e-04	+4.954e-05	-1.515e-11
00313	+2.775e-03	+3.189e-02	-1.246e-02	-6.595e-04	+5.271e-05	-1.642e-11
00314	+3.137e-03	+3.644e-02	-1.327e-02	-7.052e-04	+5.606e-05	-1.776e-11
00315	+3.523e-03	+4.130e-02	-1.411e-02	-7.519e-04	+5.960e-05	-1.920e-11
00316	+3.932e-03	+4.647e-02	-1.492e-02	-7.987e-04	+6.315e-05	-2.064e-11
00317	+4.365e-03	+5.195e-02	-1.571e-02	-8.454e-04	+6.669e-05	-2.208e-11
00318	+4.821e-03	+5.774e-02	-1.647e-02	-8.922e-04	+7.024e-05	-2.352e-11
00319	+5.301e-03	+6.384e-02	-1.721e-02	-9.390e-04	+7.378e-05	-2.496e-11
00320	+5.805e-03	+7.026e-02	-1.793e-02	-9.857e-04	+7.733e-05	-2.640e-11
00321	+6.332e-03	+7.699e-02	-1.861e-02	-1.032e-03	+8.087e-05	-2.784e-11
00322	+6.883e-03	+8.402e-02	-1.928e-02	-1.079e-03	+8.442e-05	-2.928e-11
00323	+7.458e-03	+9.138e-02	-1.991e-02	-1.126e-03	+8.796e-05	-3.072e-11
00324	+8.056e-03	+9.904e-02	-2.053e-02	-1.173e-03	+9.150e-05	-3.216e-11
00325	+8.678e-03	+1.070e-01	-2.111e-02	-1.219e-03	+9.502e-05	-3.360e-11
00326	+9.323e-03	+1.153e-01	-2.167e-02	-1.266e-03	+9.856e-05	-3.504e-11

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
50	50	0.000	29.733	0.000	0.000	0.000	0.000
50	51	0.000	256.759	0.000	-716.229	0.000	0.000
51	51	0.000	283.251	0.000	-716.211	0.000	5.116
51	52	0.000	725.497	0.000	-3553.076	0.000	5.116
52	52	0.000	757.215	0.000	-3552.948	0.000	30.495
52	53	0.000	919.373	0.000	-7639.411	0.000	30.495
53	53	0.000	955.161	0.000	-7638.999	0.000	85.061
53	54	0.000	1190.765	0.000	-13003.801	0.000	85.061
54	54	0.000	1223.650	0.000	-13002.862	0.000	177.942
54	55	0.000	1468.554	0.000	-19733.359	0.000	177.942
55	55	0.000	1503.514	0.000	-19731.585	0.000	318.889
55	56	0.000	1762.642	0.000	-27896.959	0.000	318.889
56	56	0.000	1801.526	0.000	-27893.969	0.000	518.143
56	57	0.000	2079.410	0.000	-37596.290	0.000	518.143
57	57	0.000	2117.811	0.000	-37591.630	0.000	786.673
57	58	0.000	2414.560	0.000	-48922.533	0.000	786.673
58	58	0.000	2450.365	0.000	-48915.666	0.000	1136.096
58	59	0.000	2765.932	0.000	-61956.385	0.000	1136.096
59	59	0.000	2795.420	0.000	-61946.690	0.000	1578.609
59	60	0.000	3129.823	0.000	-76759.771	0.000	1578.609
60	60	0.000	3154.827	0.000	-76746.537	0.000	2126.848
60	61	0.000	3507.796	0.000	-93403.063	0.000	2126.848
61	61	0.000	3532.564	0.000	-93385.489	0.000	2793.953
61	62	0.000	3903.501	0.000	-111975.615	0.000	2793.953
62	62	0.000	3928.024	0.000	-111954.079	0.000	3553.718
62	63	0.000	4276.723	0.000	-130414.731	0.000	3553.718
63	63	0.000	4301.027	0.000	-130390.751	0.000	4345.451
63	64	0.000	4622.292	0.000	-148237.368	0.000	4345.451
64	64	0.000	4646.404	0.000	-148210.117	0.000	5192.447
64	65	0.000	4984.460	0.000	-167471.823	0.000	5192.447
65	65	0.000	5006.709	0.000	-167455.695	0.000	5688.858
65	66	0.000	5019.826	0.000	-168207.686	0.000	5688.858
66	66	0.000	5019.826	0.000	-168192.938	0.000	6109.359
66	67	0.000	5312.916	0.000	-185500.268	0.000	6109.359
67	67	0.000	-5322.061	0.000	-187434.004	0.000	-6229.981
67	68	0.000	-5028.972	0.000	-170096.037	0.000	-6229.981
68	68	0.000	-5028.972	0.000	-170111.080	0.000	-5804.722
68	69	0.000	-5015.854	0.000	-169357.718	0.000	-5804.722
69	69	0.000	-4993.606	0.000	-169374.181	0.000	-5302.672
69	70	0.000	-4655.674	0.000	-150075.642	0.000	-5302.672
70	70	0.000	-4631.562	0.000	-150103.493	0.000	-4445.015
70	71	0.000	-4310.668	0.000	-132219.053	0.000	-4445.015
71	71	0.000	-4286.364	0.000	-132243.603	0.000	-3642.179
71	72	0.000	-3938.411	0.000	-113737.888	0.000	-3642.179
72	72	0.000	-3913.888	0.000	-113759.984	0.000	-2870.308
72	73	0.000	-3544.254	0.000	-95114.664	0.000	-2870.308
73	73	0.000	-3519.486	0.000	-95132.740	0.000	-2190.850
73	74	0.000	-3168.409	0.000	-78413.033	0.000	-2190.850
74	74	0.000	-3143.405	0.000	-78426.682	0.000	-1630.706
74	75	0.000	-2811.600	0.000	-63539.197	0.000	-1630.706
75	75	0.000	-2786.333	0.000	-63549.224	0.000	-1176.817
75	76	0.000	-2474.205	0.000	-50397.903	0.000	-1176.817
76	76	0.000	-2448.719	0.000	-50405.023	0.000	-816.805

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
76	77	0.000	-2156.410	0.000	-38892.221	0.000	-816.805
77	77	0.000	-2124.834	0.000	-38897.063	0.000	-538.985
77	78	0.000	-1852.570	0.000	-28953.574	0.000	-538.985
78	78	0.000	-1816.428	0.000	-28956.685	0.000	-332.161
78	79	0.000	-1559.653	0.000	-20516.498	0.000	-332.161
79	79	0.000	-1522.473	0.000	-20518.347	0.000	-185.608
79	80	0.000	-1274.188	0.000	-13526.708	0.000	-185.608
80	80	0.000	-1233.461	0.000	-13527.689	0.000	-88.984
80	81	0.000	-991.961	0.000	-7964.143	0.000	-88.984
81	81	0.000	-952.977	0.000	-7964.576	0.000	-32.096
81	82	0.000	-785.597	0.000	-3723.148	0.000	-32.096
82	82	0.000	-750.226	0.000	-3723.282	0.000	-5.501
82	83	0.000	-305.025	0.000	-770.161	0.000	-5.501
83	83	0.000	-269.058	0.000	-770.181	0.000	0.000
83	84	0.000	-39.015	0.000	0.000	0.000	0.000
300	300	0.000	0.000	-26902.587	-1933.441	13231.664	0.000
300	301	0.000	0.000	-26286.587	-1933.441	13231.665	0.000
301	301	0.000	0.000	-26286.587	-1933.441	13231.665	0.000
301	302	0.000	0.000	-25670.587	-1933.441	13231.666	0.000
302	302	0.000	0.000	-25456.087	-1933.441	13231.666	0.000
302	303	0.000	0.000	-24840.087	-1933.441	13231.666	0.000
303	303	0.000	0.000	-24840.087	-1933.441	13231.666	0.000
303	304	0.000	0.000	-24224.087	-1933.441	13231.667	0.000
304	304	0.000	0.000	-24224.087	-1933.441	13231.667	0.000
304	305	0.000	0.000	-23608.087	-1933.441	13231.667	0.000
305	305	0.000	0.000	-23608.087	-1933.441	13231.667	0.000
305	306	0.000	0.000	-22992.087	-1933.441	13231.668	0.000
306	306	0.000	0.000	-22992.087	-1933.441	13231.668	0.000
306	307	0.000	0.000	-22376.087	-1933.441	13231.669	0.000
307	307	0.000	0.000	-22376.087	-1933.441	13231.669	0.000
307	308	0.000	0.000	-21760.087	-1933.441	13231.669	0.000
308	308	0.000	0.000	-21760.087	-1933.441	13231.669	0.000
308	309	0.000	0.000	-21144.087	-1933.441	13231.670	0.000
309	309	0.000	0.000	-21144.087	-1933.441	13231.670	0.000
309	310	0.000	0.000	-20528.087	-1933.441	13231.671	0.000
310	310	0.000	0.000	-20528.087	-1933.441	13231.671	0.000
310	311	0.000	0.000	-19912.087	-1933.441	13231.671	0.000
311	311	0.000	0.000	-19912.087	-1933.441	13231.671	0.000
311	312	0.000	0.000	-19296.087	-1933.441	13231.672	0.000
312	312	0.000	0.000	-19296.087	-1933.441	13231.672	0.000
312	313	0.000	0.000	-18680.087	-1933.441	13231.673	0.000
313	313	0.000	0.000	-18680.087	-1933.441	13231.673	0.000
313	314	0.000	0.000	-18106.087	-1933.441	13231.673	0.000
314	314	0.000	0.000	-18106.087	-1933.441	13231.673	0.000
314	315	0.000	0.000	-17574.087	-1933.441	13231.674	0.000
315	315	0.000	0.000	-17574.087	-1933.441	13231.674	0.000
315	316	0.000	0.000	-17042.087	-1933.441	13231.675	0.000
316	316	0.000	0.000	-17042.087	-1933.441	13231.675	0.000
316	317	0.000	0.000	-16510.087	-1933.441	13231.675	0.000
317	317	0.000	0.000	-16510.087	-1933.441	13231.675	0.000
317	318	0.000	0.000	-15978.087	-1933.441	13231.676	0.000
318	318	0.000	0.000	-15978.087	-1933.441	13231.676	0.000
318	319	0.000	0.000	-15446.087	-1933.441	13231.677	0.000
319	319	0.000	0.000	-15446.087	-1933.441	13231.677	0.000
319	320	0.000	0.000	-14914.087	-1933.441	13231.677	0.000
320	320	0.000	0.000	-14914.087	-1933.441	13231.677	0.000
320	321	0.000	0.000	-14382.087	-1933.441	13231.678	0.000
321	321	0.000	0.000	-14382.087	-1933.441	13231.678	0.000
321	322	0.000	0.000	-13850.087	-1933.441	13231.679	0.000
322	322	0.000	0.000	-13850.087	-1933.441	13231.679	0.000
322	323	0.000	0.000	-13318.087	-1933.441	13231.679	0.000
323	323	0.000	0.000	-13318.087	-1933.441	13231.679	0.000
323	324	0.000	0.000	-12786.087	-1933.441	13231.680	0.000
324	324	0.000	0.000	-12786.087	-1933.441	13231.680	0.000
324	325	0.000	0.000	-12254.087	-1933.441	13231.681	0.000
325	325	0.000	0.000	-12254.087	-1933.441	13231.681	0.000
325	326	0.000	0.000	-11722.087	-1933.441	13231.681	0.000
326	326	0.000	0.000	-11722.087	-1933.441	13231.681	0.000
326	67	0.000	0.000	-11190.087	-1933.441	13231.682	0.000

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
050	0.00	0.00	-28.34	28.45
051	-28.34	28.45	-135.45	137.10
052	-135.44	137.10	-287.70	281.16
053	-287.68	281.14	-447.63	438.31
054	-447.60	438.28	-614.64	596.22
055	-614.59	596.16	-744.50	752.49
056	-744.42	752.41	-864.02	899.95
057	-863.91	899.84	-972.92	1034.57
058	-972.78	1034.43	-1071.42	1154.03
059	-1071.26	1153.85	-1161.10	1253.99
060	-1160.90	1253.77	-1244.40	1340.46
061	-1244.17	1340.20	-1324.14	1412.43
062	-1323.89	1412.16	-1395.41	1467.24
063	-1395.16	1466.97	-1460.43	1509.56
064	-1460.17	1509.28	-1499.56	1414.53
065	-1499.41	1414.40	-1502.15	1416.28
066	-1502.02	1416.16	-1662.14	1562.96
067	-1679.46	1579.25	-1524.11	1433.17
068	-1524.24	1433.29	-1521.37	1430.94
069	-1521.52	1431.08	-1479.18	1513.98
070	-1479.46	1514.26	-1410.31	1458.75
071	-1410.57	1459.02	-1334.94	1390.55
072	-1335.20	1390.82	-1251.99	1306.08
073	-1252.23	1306.32	-1167.43	1210.45
074	-1167.63	1210.66	-1079.53	1105.59
075	-1079.70	1105.76	-985.57	985.93
076	-985.71	986.07	-884.15	855.24
077	-884.26	855.35	-774.38	715.36
078	-774.46	715.43	-604.07	567.58
079	-604.13	567.63	-426.50	412.11
080	-426.53	412.14	-271.47	265.87
081	-271.49	265.88	-131.91	132.22
082	-131.92	132.23	-29.01	28.73
083	-29.01	28.73	0.00	0.00
300	-706.33	-681.18	-690.45	-665.30
301	-690.45	-665.30	-674.56	-649.41
302	-669.03	-643.88	-634.16	-609.75
303	-634.16	-609.75	-618.74	-594.32
304	-618.74	-594.32	-580.56	-557.11
305	-580.56	-557.11	-565.71	-542.27
306	-565.71	-542.27	-550.87	-527.43
307	-550.87	-527.43	-536.03	-512.58
308	-536.03	-512.58	-521.19	-497.74
309	-521.19	-497.74	-506.34	-482.90
310	-506.34	-482.90	-491.50	-468.06
311	-491.50	-468.06	-476.66	-453.21
312	-476.66	-453.21	-461.82	-438.37
313	-461.82	-438.37	-509.31	-483.05
314	-509.31	-483.05	-494.74	-468.47
315	-494.74	-468.47	-480.16	-453.89
316	-480.16	-453.89	-465.58	-439.31
317	-465.58	-439.31	-451.00	-424.73
318	-451.00	-424.73	-436.42	-410.15
319	-436.42	-410.15	-421.84	-395.57
320	-421.84	-395.57	-407.26	-380.99
321	-407.26	-380.99	-392.68	-366.41
322	-392.68	-366.41	-378.10	-351.84
323	-378.10	-351.84	-361.56	-335.44
324	-361.56	-335.44	-347.06	-320.94
325	-347.06	-320.94	-334.14	-307.89
326	-334.14	-307.89	-319.57	-293.32
Máx	+0.00	+1579.25	+0.00	+1562.96
Ele	0050	0067	0083	0066
Mín	-1679.46	-681.18	-1662.14	-665.30
Ele	0067	0300	0066	0300

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
00300	-3.542e-07	+9.902e-05	+2.690e+04	+1.323e+04	-1.933e+03	+3.500e-04
Suma	-3.542e-07	+9.902e-05	+2.690e+04			

G.12 Pila de canto y ancho constantes. Dimensiones 2/3. Análisis no lineal. Transversal

En las siguientes páginas se incluyen los ficheros de datos y de resultados del modelo de 15 dovelas para la pila de 180 m de altura.

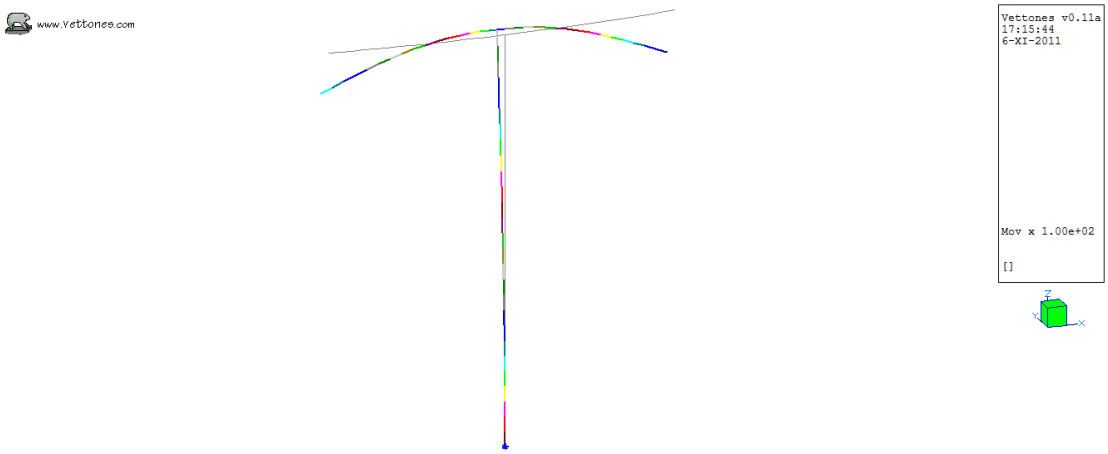


Figura G-8. Deformada de la "T" con quince dovelas. Análisis no lineal. Escala ampliada: x100

Movimientos principales:

- Giro transversal en coronación de pila -Nudo 67-: r_x= -0.001368 rad.

FICHERO DE DATOS

El fichero de datos es el mismo que el del cálculo lineal. Simplemente se modifica el tipo de análisis realizado: No lineal.

FICHERO DE RESULTADOS

```
RESULTADOS ESTRUCTURA
=====================

Hipótesis (1)
-------------
```

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00050	+1.071e-02	+1.311e-01	-2.239e-01	-2.001e-03	-4.282e-03	+1.117e-11
00051	+1.071e-02	+1.311e-01	-2.015e-01	-2.001e-03	-4.276e-03	+1.117e-11
00052	+1.071e-02	+1.311e-01	-1.793e-01	-1.996e-03	-4.233e-03	+1.117e-11
00053	+1.071e-02	+1.311e-01	-1.576e-01	-1.984e-03	-4.119e-03	+1.117e-11
00054	+1.071e-02	+1.311e-01	-1.367e-01	-1.965e-03	-3.929e-03	+1.117e-11
00055	+1.071e-02	+1.311e-01	-1.170e-01	-1.938e-03	-3.668e-03	+1.117e-11
00056	+1.071e-02	+1.311e-01	-9.876e-02	-1.904e-03	-3.352e-03	+1.117e-11
00057	+1.071e-02	+1.311e-01	-8.228e-02	-1.866e-03	-2.998e-03	+1.117e-11
00058	+1.071e-02	+1.311e-01	-6.772e-02	-1.822e-03	-2.617e-03	+1.117e-11
00059	+1.071e-02	+1.311e-01	-5.517e-02	-1.774e-03	-2.222e-03	+1.117e-11
00060	+1.071e-02	+1.311e-01	-4.467e-02	-1.722e-03	-1.824e-03	+1.117e-11
00061	+1.071e-02	+1.311e-01	-3.623e-02	-1.666e-03	-1.428e-03	+1.117e-11
00062	+1.071e-02	+1.311e-01	-2.981e-02	-1.605e-03	-1.042e-03	+1.117e-11
00063	+1.071e-02	+1.311e-01	-2.572e-02	-1.545e-03	-7.032e-04	+1.117e-11
00064	+1.071e-02	+1.311e-01	-2.340e-02	-1.488e-03	-4.111e-04	+1.117e-11
00065	+1.071e-02	+1.311e-01	-2.225e-02	-1.427e-03	-1.355e-04	+1.117e-11
00066	+1.071e-02	+1.311e-01	-2.223e-02	-1.424e-03	-1.256e-04	+1.117e-11
00067	+1.071e-02	+1.311e-01	-2.218e-02	**-1.368e-03**	+1.075e-04	+1.115e-11
00068	+1.071e-02	+1.311e-01	-2.296e-02	-1.425e-03	+3.434e-04	+1.122e-11
00069	+1.071e-02	+1.311e-01	-2.301e-02	-1.428e-03	+3.535e-04	+1.122e-11
00070	+1.071e-02	+1.311e-01	-2.503e-02	-1.490e-03	+6.309e-04	+1.122e-11
00071	+1.071e-02	+1.311e-01	-2.823e-02	-1.548e-03	+9.210e-04	+1.122e-11
00072	+1.071e-02	+1.311e-01	-3.328e-02	-1.607e-03	+1.252e-03	+1.122e-11
00073	+1.071e-02	+1.311e-01	-4.072e-02	-1.668e-03	+1.625e-03	+1.122e-11
00074	+1.071e-02	+1.311e-01	-5.009e-02	-1.722e-03	+2.000e-03	+1.122e-11
00075	+1.071e-02	+1.311e-01	-6.140e-02	-1.772e-03	+2.373e-03	+1.122e-11
00076	+1.071e-02	+1.311e-01	-7.463e-02	-1.817e-03	+2.739e-03	+1.122e-11
00077	+1.071e-02	+1.311e-01	-8.972e-02	-1.858e-03	+3.090e-03	+1.122e-11
00078	+1.071e-02	+1.311e-01	-1.066e-01	-1.894e-03	+3.417e-03	+1.122e-11
00079	+1.071e-02	+1.311e-01	-1.250e-01	-1.924e-03	+3.705e-03	+1.122e-11
00080	+1.071e-02	+1.311e-01	-1.449e-01	-1.948e-03	+3.936e-03	+1.122e-11
00081	+1.071e-02	+1.311e-01	-1.658e-01	-1.966e-03	+4.104e-03	+1.122e-11
00082	+1.071e-02	+1.311e-01	-1.874e-01	-1.977e-03	+4.206e-03	+1.122e-11
00083	+1.071e-02	+1.311e-01	-2.094e-01	-1.981e-03	+4.246e-03	+1.122e-11
00084	+1.071e-02	+1.311e-01	-2.316e-01	-1.981e-03	+4.252e-03	+1.122e-11
00300	-3.141e-27	+2.322e-25	-2.690e-16	-8.524e-05	+1.171e-05	+1.071e-24
00301	+9.041e-05	+7.308e-04	-1.176e-03	-1.340e-04	+1.541e-05	+3.864e-13
00302	+2.055e-04	+1.786e-03	-2.324e-03	-1.827e-04	+1.910e-05	+7.729e-13
00303	+3.451e-04	+3.167e-03	-3.436e-03	-2.314e-04	+2.279e-05	+1.159e-12
00304	+5.090e-04	+4.869e-03	-4.489e-03	-2.794e-04	+2.637e-05	+1.546e-12
00305	+6.967e-04	+6.892e-03	-5.515e-03	-3.274e-04	+2.993e-05	+1.932e-12
00306	+9.076e-04	+9.232e-03	-6.477e-03	-3.745e-04	+3.335e-05	+2.319e-12
00307	+1.141e-03	+1.189e-02	-7.414e-03	-4.216e-04	+3.676e-05	+2.705e-12
00308	+1.398e-03	+1.485e-02	-8.326e-03	-4.685e-04	+4.016e-05	+3.092e-12
00309	+1.677e-03	+1.813e-02	-9.212e-03	-5.154e-04	+4.355e-05	+3.478e-12
00310	+1.978e-03	+2.172e-02	-1.007e-02	-5.622e-04	+4.694e-05	+3.864e-12
00311	+2.303e-03	+2.563e-02	-1.091e-02	-6.089e-04	+5.031e-05	+4.251e-12
00312	+2.649e-03	+2.984e-02	-1.172e-02	-6.556e-04	+5.367e-05	+4.637e-12
00313	+3.018e-03	+3.437e-02	-1.250e-02	-7.021e-04	+5.702e-05	+5.024e-12
00314	+3.409e-03	+3.920e-02	-1.326e-02	-7.485e-04	+6.035e-05	+5.436e-12
00315	+3.824e-03	+4.436e-02	-1.410e-02	-7.970e-04	+6.408e-05	+5.876e-12
00316	+4.264e-03	+4.983e-02	-1.491e-02	-8.453e-04	+6.779e-05	+6.317e-12
00317	+4.728e-03	+5.563e-02	-1.570e-02	-8.936e-04	+7.149e-05	+6.758e-12
00318	+5.217e-03	+6.174e-02	-1.646e-02	-9.417e-04	+7.518e-05	+7.198e-12
00319	+5.730e-03	+6.818e-02	-1.720e-02	-9.897e-04	+7.885e-05	+7.639e-12
00320	+6.268e-03	+7.494e-02	-1.791e-02	-1.037e-03	+8.250e-05	+8.080e-12
00321	+6.830e-03	+8.201e-02	-1.860e-02	-1.085e-03	+8.615e-05	+8.520e-12
00322	+7.417e-03	+8.941e-02	-1.926e-02	-1.133e-03	+8.977e-05	+8.961e-12
00323	+8.027e-03	+9.712e-02	-1.990e-02	-1.180e-03	+9.338e-05	+9.402e-12

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00324	+8.662e-03	+1.051e-01	-2.052e-02	-1.227e-03	+9.698e-05	+9.842e-12
00325	+9.320e-03	+1.135e-01	-2.110e-02	-1.274e-03	+1.005e-04	+1.028e-11
00326	+1.000e-02	+1.221e-01	-2.166e-02	-1.321e-03	+1.041e-04	+1.072e-11

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
50	50	0.000	29.733	0.000	0.000	0.000	0.000
50	51	0.000	256.759	0.000	-716.229	0.000	0.000
51	51	0.000	283.251	0.000	-716.211	0.000	5.116
51	52	0.000	725.497	0.000	-3553.076	0.000	5.116
52	52	0.000	757.215	0.000	-3552.948	0.000	30.495
52	53	0.000	919.373	0.000	-7639.411	0.000	30.495
53	53	0.000	955.161	0.000	-7638.999	0.000	85.061
53	54	0.000	1190.765	0.000	-13003.801	0.000	85.061
54	54	0.000	1223.650	0.000	-13002.862	0.000	177.942
54	55	0.000	1468.554	0.000	-19733.359	0.000	177.942
55	55	0.000	1503.514	0.000	-19731.585	0.000	318.889
55	56	0.000	1762.642	0.000	-27896.959	0.000	318.889
56	56	0.000	1801.526	0.000	-27893.969	0.000	518.143
56	57	0.000	2079.410	0.000	-37596.290	0.000	518.143
57	57	0.000	2117.811	0.000	-37591.630	0.000	786.673
57	58	0.000	2414.560	0.000	-48922.533	0.000	786.673
58	58	0.000	2450.365	0.000	-48915.666	0.000	1136.096
58	59	0.000	2765.932	0.000	-61956.385	0.000	1136.096
59	59	0.000	2795.420	0.000	-61946.690	0.000	1578.609
59	60	0.000	3129.823	0.000	-76759.771	0.000	1578.609
60	60	0.000	3154.827	0.000	-76746.537	0.000	2126.848
60	61	0.000	3507.796	0.000	-93403.063	0.000	2126.848
61	61	0.000	3532.564	0.000	-93385.489	0.000	2793.953
61	62	0.000	3903.501	0.000	-111975.615	0.000	2793.953
62	62	0.000	3928.024	0.000	-111954.079	0.000	3553.718
62	63	0.000	4276.723	0.000	-130414.731	0.000	3553.718
63	63	0.000	4301.027	0.000	-130390.751	0.000	4345.451
63	64	0.000	4622.292	0.000	-148237.368	0.000	4345.451
64	64	0.000	4646.404	0.000	-148210.117	0.000	5192.447
64	65	0.000	4984.460	0.000	-167471.823	0.000	5192.447
65	65	0.000	5006.708	0.000	-167455.695	0.000	5688.858
65	66	0.000	5019.826	0.000	-168207.686	0.000	5688.858
66	66	0.000	5019.826	0.000	-168192.938	0.000	6109.359
66	67	0.000	5312.916	0.000	-185500.268	0.000	6109.359
67	67	0.000	-5322.061	0.000	-187434.004	0.000	-6229.981
67	68	0.000	-5028.972	0.000	-170096.037	0.000	-6229.981
68	68	0.000	-5028.972	0.000	-170111.080	0.000	-5804.722
68	69	0.000	-5015.854	0.000	-169357.718	0.000	-5804.722
69	69	0.000	-4993.606	0.000	-169374.181	0.000	-5302.672
69	70	0.000	-4655.674	0.000	-150075.642	0.000	-5302.672
70	70	0.000	-4631.562	0.000	-150103.493	0.000	-4445.015
70	71	0.000	-4310.668	0.000	-132219.053	0.000	-4445.015
71	71	0.000	-4286.364	0.000	-132243.603	0.000	-3642.179
71	72	0.000	-3938.411	0.000	-113737.888	0.000	-3642.179
72	72	0.000	-3913.888	0.000	-113759.984	0.000	-2870.308
72	73	0.000	-3544.254	0.000	-95114.664	0.000	-2870.308
73	73	0.000	-3519.486	0.000	-95132.740	0.000	-2190.850
73	74	0.000	-3168.409	0.000	-78413.033	0.000	-2190.850
74	74	0.000	-3143.405	0.000	-78426.682	0.000	-1630.706
74	75	0.000	-2811.600	0.000	-63539.197	0.000	-1630.706
75	75	0.000	-2786.333	0.000	-63549.224	0.000	-1176.817
75	76	0.000	-2474.205	0.000	-50397.903	0.000	-1176.817
76	76	0.000	-2448.719	0.000	-50405.023	0.000	-816.805
76	77	0.000	-2156.410	0.000	-38892.221	0.000	-816.805
77	77	0.000	-2124.834	0.000	-38897.063	0.000	-538.985
77	78	0.000	-1852.570	0.000	-28953.574	0.000	-538.985
78	78	0.000	-1816.428	0.000	-28956.685	0.000	-332.161
78	79	0.000	-1559.653	0.000	-20516.498	0.000	-332.161
79	79	0.000	-1522.473	0.000	-20518.347	0.000	-185.608
79	80	0.000	-1274.188	0.000	-13526.708	0.000	-185.608
80	80	0.000	-1233.461	0.000	-13527.689	0.000	-88.984
80	81	0.000	-991.961	0.000	-7964.143	0.000	-88.984
81	81	0.000	-952.977	0.000	-7964.576	0.000	-32.096
81	82	0.000	-785.597	0.000	-3723.148	0.000	-32.096
82	82	0.000	-750.226	0.000	-3723.282	0.000	-5.501
82	83	0.000	-305.025	0.000	-770.161	0.000	-5.501
83	83	0.000	-269.058	0.000	-770.181	0.000	0.000
83	84	0.000	-39.015	0.000	0.000	0.000	0.000

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
300	300	0.000	0.000	-26901.587	-2108.120	15343.962	0.000
300	301	0.000	0.000	-26285.587	-2105.744	15324.753	0.000
301	301	0.000	0.000	-26285.587	-2105.744	15324.753	0.000
301	302	0.000	0.000	-25669.587	-2102.790	15297.654	0.000
302	302	0.000	0.000	-25455.087	-2102.790	15297.654	0.000
302	303	0.000	0.000	-24839.087	-2099.321	15263.369	0.000
303	303	0.000	0.000	-24839.087	-2099.321	15263.369	0.000
303	304	0.000	0.000	-24223.087	-2095.352	15222.126	0.000
304	304	0.000	0.000	-24223.087	-2095.352	15222.126	0.000
304	305	0.000	0.000	-23607.087	-2090.921	15174.377	0.000
305	305	0.000	0.000	-23607.087	-2090.921	15174.377	0.000
305	306	0.000	0.000	-22991.087	-2086.071	15120.586	0.000
306	306	0.000	0.000	-22991.087	-2086.071	15120.586	0.000
306	307	0.000	0.000	-22375.087	-2080.841	15061.212	0.000
307	307	0.000	0.000	-22375.087	-2080.841	15061.212	0.000
307	308	0.000	0.000	-21759.087	-2075.262	14996.653	0.000
308	308	0.000	0.000	-21759.087	-2075.262	14996.653	0.000
308	309	0.000	0.000	-21143.087	-2069.362	14927.305	0.000
309	309	0.000	0.000	-21143.087	-2069.362	14927.305	0.000
309	310	0.000	0.000	-20527.087	-2063.170	14853.566	0.000
310	310	0.000	0.000	-20527.087	-2063.170	14853.566	0.000
310	311	0.000	0.000	-19911.087	-2056.716	14775.833	0.000
311	311	0.000	0.000	-19911.087	-2056.716	14775.833	0.000
311	312	0.000	0.000	-19295.087	-2050.028	14694.503	0.000
312	312	0.000	0.000	-19295.087	-2050.028	14694.503	0.000
312	313	0.000	0.000	-18679.087	-2043.137	14609.971	0.000
313	313	0.000	0.000	-18679.087	-2043.137	14609.971	0.000
313	314	0.000	0.000	-18105.087	-2036.053	14522.429	0.000
314	314	0.000	0.000	-18105.087	-2036.053	14522.429	0.000
314	315	0.000	0.000	-17573.087	-2028.764	14431.900	0.000
315	315	0.000	0.000	-17573.087	-2028.764	14431.900	0.000
315	316	0.000	0.000	-17041.087	-2021.273	14338.610	0.000
316	316	0.000	0.000	-17041.087	-2021.273	14338.610	0.000
316	317	0.000	0.000	-16509.087	-2013.608	14242.915	0.000
317	317	0.000	0.000	-16509.087	-2013.608	14242.915	0.000
317	318	0.000	0.000	-15977.087	-2005.797	14145.172	0.000
318	318	0.000	0.000	-15977.087	-2005.797	14145.172	0.000
318	319	0.000	0.000	-15445.087	-1997.867	14045.739	0.000
319	319	0.000	0.000	-15445.087	-1997.867	14045.739	0.000
319	320	0.000	0.000	-14913.087	-1989.846	13944.968	0.000
320	320	0.000	0.000	-14913.087	-1989.846	13944.968	0.000
320	321	0.000	0.000	-14381.087	-1981.761	13843.213	0.000
321	321	0.000	0.000	-14381.087	-1981.761	13843.213	0.000
321	322	0.000	0.000	-13849.087	-1973.640	13740.827	0.000
322	322	0.000	0.000	-13849.087	-1973.640	13740.827	0.000
322	323	0.000	0.000	-13317.087	-1965.510	13638.159	0.000
323	323	0.000	0.000	-13317.087	-1965.510	13638.159	0.000
323	324	0.000	0.000	-12785.087	-1957.397	13535.558	0.000
324	324	0.000	0.000	-12785.087	-1957.397	13535.558	0.000
324	325	0.000	0.000	-12253.087	-1949.329	13433.377	0.000
325	325	0.000	0.000	-12253.087	-1949.329	13433.377	0.000
325	326	0.000	0.000	-11721.087	-1941.334	13331.965	0.000
326	326	0.000	0.000	-11721.087	-1941.334	13331.965	0.000
326	67	0.000	0.000	-11189.087	-1933.441	13231.682	0.000

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
050	0.00	0.00	-28.34	28.45
051	-28.34	28.45	-135.45	137.10
052	-135.44	137.10	-287.70	281.16
053	-287.68	281.14	-447.63	438.31
054	-447.60	438.28	-614.64	596.22
055	-614.59	596.16	-744.50	752.49
056	-744.42	752.41	-864.02	899.95
057	-863.91	899.84	-972.92	1034.57
058	-972.78	1034.43	-1071.42	1154.03
059	-1071.26	1153.85	-1161.10	1253.99
060	-1160.90	1253.77	-1244.40	1340.46
061	-1244.17	1340.20	-1324.14	1412.43
062	-1323.89	1412.16	-1395.41	1467.24
063	-1395.16	1466.97	-1460.43	1509.56
064	-1460.17	1509.28	-1499.56	1414.53
065	-1499.41	1414.40	-1502.15	1416.28
066	-1502.02	1416.16	-1662.14	1562.96
067	-1679.46	1579.25	-1524.11	1433.17

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
068	-1524.24	1433.29	-1521.37	1430.94
069	-1521.52	1431.08	-1479.18	1513.98
070	-1479.46	1514.26	-1410.31	1458.75
071	-1410.57	1459.02	-1334.94	1390.55
072	-1335.20	1390.82	-1251.99	1306.08
073	-1252.23	1306.32	-1167.43	1210.45
074	-1167.63	1210.66	-1079.53	1105.59
075	-1079.70	1105.76	-985.57	985.93
076	-985.71	986.07	-884.15	855.24
077	-884.26	855.35	-774.38	715.36
078	-774.46	715.43	-604.07	567.58
079	-604.13	567.63	-426.50	412.11
080	-426.53	412.14	-271.47	265.87
081	-271.49	265.88	-131.91	132.22
082	-131.92	132.23	-29.01	28.73
083	-29.01	28.73	0.00	0.00
300	-706.31	-681.16	-690.42	-665.27
301	-690.42	-665.27	-674.54	-649.38
302	-669.00	-643.85	-634.13	-609.72
303	-634.13	-609.72	-618.71	-594.30
304	-618.71	-594.30	-580.53	-557.09
305	-580.53	-557.09	-565.69	-542.25
306	-565.69	-542.25	-550.85	-527.40
307	-550.85	-527.40	-536.00	-512.56
308	-536.00	-512.56	-521.16	-497.72
309	-521.16	-497.72	-506.32	-482.88
310	-506.32	-482.88	-491.48	-468.03
311	-491.48	-468.03	-476.63	-453.19
312	-476.63	-453.19	-461.79	-438.35
313	-461.79	-438.35	-509.29	-483.02
314	-509.29	-483.02	-494.71	-468.44
315	-494.71	-468.44	-480.13	-453.86
316	-480.13	-453.86	-465.55	-439.28
317	-465.55	-439.28	-450.97	-424.70
318	-450.97	-424.70	-436.39	-410.12
319	-436.39	-410.12	-421.81	-395.55
320	-421.81	-395.55	-407.23	-380.97
321	-407.23	-380.97	-392.66	-366.39
322	-392.66	-366.39	-378.08	-351.81
323	-378.08	-351.81	-361.53	-335.41
324	-361.53	-335.41	-347.03	-320.91
325	-347.03	-320.91	-334.11	-307.86
326	-334.11	-307.86	-319.54	-293.29
Máx	+0.00	+1579.25	+0.00	+1562.96
Ele	0050	0067	0083	0066
Mín	-1679.46	-681.16	-1662.14	-665.27
Ele	0067	0300	0066	0300

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
00300	+3.141e-07	-2.322e-05	+2.690e+04	+1.534e+04	-2.108e+03	-1.071e-04
Suma	+3.141e-07	-2.322e-05	+2.690e+04			

G.13 Pila prismática. Geometría

Se ha considerado una serie de pilas prismáticas -cuyas dimensiones varían linealmente con su altura- de diferentes alturas, desde 20 hasta 180 m. Las dimensiones de la sección transversal en cada una de ellas se representan en la siguiente tabla.

Coronación

Canto	6.700	m
Ancho	7.100	m

	Base		Variación del espesor con la altura					
H (m)	**Canto (m)**	**Ancho (m)**	**Espesor (m)**	**Altura (m)**	**Espesor (m)**	**Altura (m)**	**Espesor (m)**	**Altura (m)**
20	7.700	8.433	0.65	0-16	0.60	16-20	-	-
40	8.700	9.767	0.65	0-16	0.60	16-40	-	-
60	9.700	11.100	0.65	0-30	0.60	30-60	-	-
80	10.700	12.433	0.65	0-50	0.60	50-70	-	-
100	11.700	13.767	0.65	0-70	0.60	70-100	-	-
120	12.700	15.100	0.65	0-90	0.60	90-120	-	-
140	13.700	16.433	0.65	0-92.5	0.60	92.5-140	-	-
160	14.700	17.767	0.70	0-10	0.65	10-92.5	0.60	92.5-160
180	15.700	19.100	0.70	0-92.5	0.60	92.5-180	-	-

Tabla G-3. Pila prismática. Geometría

G.14 Pila prismática. Análisis lineal. Longitudinal

En las siguientes páginas se incluyen los ficheros de datos y de resultados del modelo de 15 dovelas para la pila de 180 m de altura.

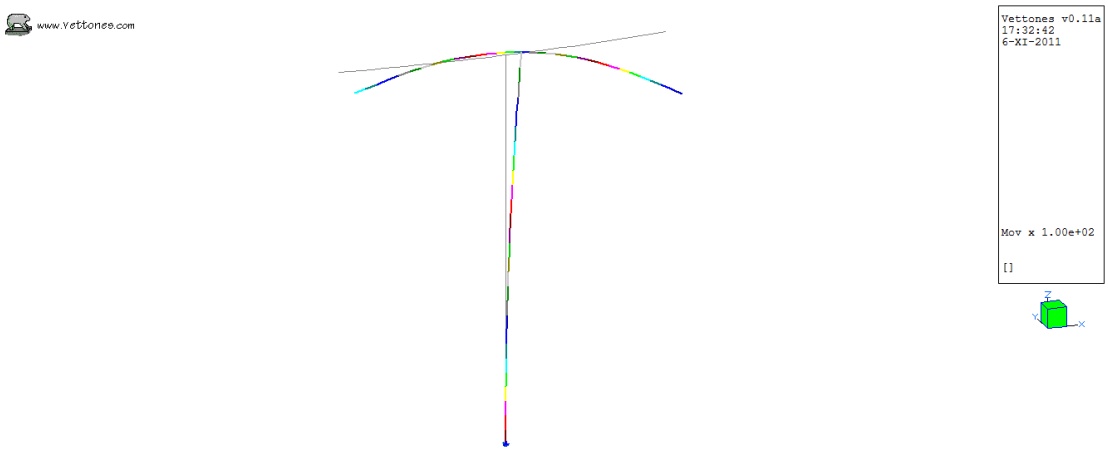


Figura G-9. Deformada de la "T" con quince dovelas. Análisis lineal. Escala ampliada: x100

Movimientos principales:

- Giro longitudinal en coronación de pila -Nudo 67-: r_y= 0.001306 rad.
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudo 50-: u_z= -0.1331 m.
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudo 84-: u_z= -0.3226 m.

FICHERO DE DATOS

```
DATOS ESTRUCTURA
================
Unidades: Tonelada y metro

Programa de cálculo
-------------------
Nombre  :  Vettones
Versión :  v0.11a


Datos generales
---------------------------------------
Número de nudos                     125
Número de elementos finitos          61
Número de apoyos en nudos             1
Número de materiales                229
Número de características           229
Número de acciones                    9
Número de hipótesis                   1

1.- Nudos
---------

   n      x          y          z
-------------------------------------
0050 -7.585e+01 +4.122e+00 +0.000e+00
0051 -7.088e+01 +3.598e+00 +0.000e+00
0052 -6.590e+01 +3.109e+00 +0.000e+00
0053 -6.092e+01 +2.656e+00 +0.000e+00
0054 -5.594e+01 +2.239e+00 +0.000e+00
0055 -5.095e+01 +1.857e+00 +0.000e+00
0056 -4.597e+01 +1.511e+00 +0.000e+00
0057 -4.098e+01 +1.200e+00 +0.000e+00
0058 -3.598e+01 +9.255e-01 +0.000e+00
0059 -3.099e+01 +6.863e-01 +0.000e+00
0060 -2.599e+01 +4.828e-01 +0.000e+00
0061 -2.100e+01 +3.150e-01 +0.000e+00
0062 -1.600e+01 +1.828e-01 +0.000e+00
0063 -1.150e+01 +9.446e-02 +0.000e+00
0064 -7.500e+00 +4.018e-02 +0.000e+00
0065 -3.500e+00 +8.750e-03 +0.000e+00
0066 -3.350e+00 +8.016e-03 +0.000e+00
0067 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00
0068 +3.350e+00 +8.016e-03 +0.000e+00
0069 +3.500e+00 +8.750e-03 +0.000e+00
0070 +7.500e+00 +4.018e-02 +0.000e+00
0071 +1.150e+01 +9.446e-02 +0.000e+00
0072 +1.600e+01 +1.828e-01 +0.000e+00
0073 +2.100e+01 +3.150e-01 +0.000e+00
0074 +2.599e+01 +4.828e-01 +0.000e+00
0075 +3.099e+01 +6.863e-01 +0.000e+00
0076 +3.598e+01 +9.255e-01 +0.000e+00
0077 +4.098e+01 +1.200e+00 +0.000e+00
0078 +4.597e+01 +1.511e+00 +0.000e+00
0079 +5.095e+01 +1.857e+00 +0.000e+00
0080 +5.594e+01 +2.239e+00 +0.000e+00
0081 +6.092e+01 +2.656e+00 +0.000e+00
0082 +6.590e+01 +3.109e+00 +0.000e+00
0083 +7.088e+01 +3.598e+00 +0.000e+00
0084 +7.585e+01 +4.122e+00 +0.000e+00
0300 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.800e+02
0301 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.733e+02
0302 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.667e+02
0303 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.600e+02
0304 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.533e+02
0305 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.467e+02
0306 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.400e+02
0307 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.333e+02
0308 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.267e+02
0309 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.200e+02
0310 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.133e+02
0311 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.067e+02
0312 +0.000e+00 +0.000e+00 -1.000e+02
0313 +0.000e+00 +0.000e+00 -9.333e+01
```

n	x	y	z
0314	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.667e+01
0315	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.000e+01
0316	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.333e+01
0317	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.667e+01
0318	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.000e+01
0319	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.333e+01
0320	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.667e+01
0321	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.000e+01
0322	+0.000e+00	+0.000e+00	-3.333e+01
0323	+0.000e+00	+0.000e+00	-2.667e+01
0324	+0.000e+00	+0.000e+00	-2.000e+01
0325	+0.000e+00	+0.000e+00	-1.333e+01
0326	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.667e+00
1050	-7.585e+01	+4.122e+00	+5.000e+01
1051	-7.088e+01	+3.598e+00	+5.000e+01
1052	-6.590e+01	+3.109e+00	+5.000e+01
1053	-6.092e+01	+2.656e+00	+5.000e+01
1054	-5.594e+01	+2.239e+00	+5.000e+01
1055	-5.095e+01	+1.857e+00	+5.000e+01
1056	-4.597e+01	+1.511e+00	+5.000e+01
1057	-4.098e+01	+1.200e+00	+5.000e+01
1058	-3.598e+01	+9.255e-01	+5.000e+01
1059	-3.099e+01	+6.863e-01	+5.000e+01
1060	-2.599e+01	+4.828e-01	+5.000e+01
1061	-2.100e+01	+3.150e-01	+5.000e+01
1062	-1.600e+01	+1.828e-01	+5.000e+01
1063	-1.150e+01	+9.446e-02	+5.000e+01
1064	-7.500e+00	+4.018e-02	+5.000e+01
1065	-3.500e+00	+8.750e-03	+5.000e+01
1066	-3.350e+00	+8.016e-03	+5.000e+01
1067	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.000e+01
1068	+3.350e+00	+8.016e-03	+5.000e+01
1069	+3.500e+00	+8.750e-03	+5.000e+01
1070	+7.500e+00	+4.018e-02	+5.000e+01
1071	+1.150e+01	+9.446e-02	+5.000e+01
1072	+1.600e+01	+1.828e-01	+5.000e+01
1073	+2.100e+01	+3.150e-01	+5.000e+01
1074	+2.599e+01	+4.828e-01	+5.000e+01
1075	+3.099e+01	+6.863e-01	+5.000e+01
1076	+3.598e+01	+9.255e-01	+5.000e+01
1077	+4.098e+01	+1.200e+00	+5.000e+01
1078	+4.597e+01	+1.511e+00	+5.000e+01
1079	+5.095e+01	+1.857e+00	+5.000e+01
1080	+5.594e+01	+2.239e+00	+5.000e+01
1081	+6.092e+01	+2.656e+00	+5.000e+01
1082	+6.590e+01	+3.109e+00	+5.000e+01
1083	+7.088e+01	+3.598e+00	+5.000e+01
1084	+7.585e+01	+4.122e+00	+5.000e+01
2000	+0.000e+00	+7.000e+02	+0.000e+00
2300	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.800e+02
2301	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.733e+02
2302	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.667e+02
2303	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.600e+02
2304	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.533e+02
2305	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.467e+02
2306	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.400e+02
2307	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.333e+02
2308	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.267e+02
2309	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.200e+02
2310	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.133e+02
2311	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.067e+02
2312	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.000e+02
2313	-1.000e+01	+0.000e+00	-9.333e+01
2314	-1.000e+01	+0.000e+00	-8.667e+01
2315	-1.000e+01	+0.000e+00	-8.000e+01
2316	-1.000e+01	+0.000e+00	-7.333e+01
2317	-1.000e+01	+0.000e+00	-6.667e+01
2318	-1.000e+01	+0.000e+00	-6.000e+01
2319	-1.000e+01	+0.000e+00	-5.333e+01
2320	-1.000e+01	+0.000e+00	-4.667e+01
2321	-1.000e+01	+0.000e+00	-4.000e+01
2322	-1.000e+01	+0.000e+00	-3.333e+01
2323	-1.000e+01	+0.000e+00	-2.667e+01
2324	-1.000e+01	+0.000e+00	-2.000e+01
2325	-1.000e+01	+0.000e+00	-1.333e+01

```
   n      x          y          z
------------------------------------
2326 -1.000e+01 +0.000e+00 -6.667e+00

2.- Elementos
-------------

 t : tipo de elemento
mat: índice de material
con: índice de característica mecánica
 ni: nudos del elemento

  e    t   mat  con  n0   n1   n2
---------------------------------
  50  14   50   50   50   51 1050
  51  14   51   51   51   52 1051
  52  14   52   52   52   53 1052
  53  14   53   53   53   54 1053
  54  14   54   54   54   55 1054
  55  14   55   55   55   56 1055
  56  14   56   56   56   57 1056
  57  14   57   57   57   58 1057
  58  14   58   58   58   59 1058
  59  14   59   59   59   60 1059
  60  14   60   60   60   61 1060
  61  14   61   61   61   62 1061
  62  14   62   62   62   63 1062
  63  14   63   63   63   64 1063
  64  14   64   64   64   65 1064
  65  14   65   65   65   66 1065
  66  14   66   66   66   67 1066
  67  14   67   67   67   68 1067
  68  14   68   68   68   69 1068
  69  14   69   69   69   70 1069
  70  14   70   70   70   71 1070
  71  14   71   71   71   72 1071
  72  14   72   72   72   73 1072
  73  14   73   73   73   74 1073
  74  14   74   74   74   75 1074
  75  14   75   75   75   76 1075
  76  14   76   76   76   77 1076
  77  14   77   77   77   78 1077
  78  14   78   78   78   79 1078
  79  14   79   79   79   80 1079
  80  14   80   80   80   81 1080
  81  14   81   81   81   82 1081
  82  14   82   82   82   83 1082
  83  14   83   83   83   84 1083
 300  14  300  300  300  301 2300
 301  14  301  301  301  302 2301
 302  14  302  302  302  303 2302
 303  14  303  303  303  304 2303
 304  14  304  304  304  305 2304
 305  14  305  305  305  306 2305
 306  14  306  306  306  307 2306
 307  14  307  307  307  308 2307
 308  14  308  308  308  309 2308
 309  14  309  309  309  310 2309
 310  14  310  310  310  311 2310
 311  14  311  311  311  312 2311
 312  14  312  312  312  313 2312
 313  14  313  313  313  314 2313
 314  14  314  314  314  315 2314
 315  14  315  315  315  316 2315
 316  14  316  316  316  317 2316
 317  14  317  317  317  318 2317
 318  14  318  318  318  319 2318
 319  14  319  319  319  320 2319
 320  14  320  320  320  321 2320
 321  14  321  321  321  322 2321
 322  14  322  322  322  323 2322
 323  14  323  323  323  324 2323
 324  14  324  324  324  325 2324
 325  14  325  325  325  326 2325
 326  14  326  326  326   67 2326
```

3.- Apoyos
---

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz	tipo
0300	1.00e+20	1.00e+20	1.00e+20	1.80e+08	1.80e+08	1.00e+20	Muelle

4.- Materiales

Ex: módulo de elasticidad
Nuxy: coeficiente de Poisson

Id	Ex	Nuxy
0050	+4.008e+06	+2.000e-01
0051	+4.008e+06	+2.000e-01
0052	+4.008e+06	+2.000e-01
0053	+4.008e+06	+2.000e-01
0054	+4.008e+06	+2.000e-01
0055	+4.008e+06	+2.000e-01
0056	+4.008e+06	+2.000e-01
0057	+4.008e+06	+2.000e-01
0058	+4.008e+06	+2.000e-01
0059	+4.008e+06	+2.000e-01
0060	+4.008e+06	+2.000e-01
0061	+4.008e+06	+2.000e-01
0062	+4.008e+06	+2.000e-01
0063	+4.008e+06	+2.000e-01
0064	+4.008e+06	+2.000e-01
0065	+4.008e+06	+2.000e-01
0066	+4.008e+06	+2.000e-01
0067	+4.008e+06	+2.000e-01
0068	+4.008e+06	+2.000e-01
0069	+4.008e+06	+2.000e-01
0070	+4.008e+06	+2.000e-01
0071	+4.008e+06	+2.000e-01
0072	+4.008e+06	+2.000e-01
0073	+4.008e+06	+2.000e-01
0074	+4.008e+06	+2.000e-01
0075	+4.008e+06	+2.000e-01
0076	+4.008e+06	+2.000e-01
0077	+4.008e+06	+2.000e-01
0078	+4.008e+06	+2.000e-01
0079	+4.008e+06	+2.000e-01
0080	+4.008e+06	+2.000e-01
0081	+4.008e+06	+2.000e-01
0082	+4.008e+06	+2.000e-01
0083	+4.008e+06	+2.000e-01
0300	+3.890e+06	+2.000e-01
0301	+3.890e+06	+2.000e-01
0302	+3.890e+06	+2.000e-01
0303	+3.890e+06	+2.000e-01
0304	+3.890e+06	+2.000e-01
0305	+3.890e+06	+2.000e-01
0306	+3.890e+06	+2.000e-01
0307	+3.890e+06	+2.000e-01
0308	+3.890e+06	+2.000e-01
0309	+3.890e+06	+2.000e-01
0310	+3.890e+06	+2.000e-01
0311	+3.890e+06	+2.000e-01
0312	+3.890e+06	+2.000e-01
0313	+3.890e+06	+2.000e-01
0314	+3.890e+06	+2.000e-01
0315	+3.890e+06	+2.000e-01
0316	+3.890e+06	+2.000e-01
0317	+3.890e+06	+2.000e-01
0318	+3.890e+06	+2.000e-01
0319	+3.890e+06	+2.000e-01
0320	+3.890e+06	+2.000e-01
0321	+3.890e+06	+2.000e-01
0322	+3.890e+06	+2.000e-01
0323	+3.890e+06	+2.000e-01
0324	+3.890e+06	+2.000e-01
0325	+3.890e+06	+2.000e-01
0326	+4.008e+06	+2.000e-01

5.- Características mecánicas
---

c	A	Ix	Iy	It	p.p	AcX	Acy
	ymáx	ymín	xmáx	xmín	eficticio		
050	1.827e+01	5.163e+01	4.831e+02	5.874e+01	4.454e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.140e+00	2.162e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.376e-01		
	1.896e+01	5.487e+01	4.910e+02	5.988e+01	4.627e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.180e+00	2.171e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.065e-01		
051	1.896e+01	5.487e+01	4.910e+02	5.988e+01	4.627e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.180e+00	2.171e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.065e-01		
	1.910e+01	5.815e+01	4.931e+02	6.247e+01	4.662e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.244e+00	2.217e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.100e-01		
052	1.910e+01	5.815e+01	4.931e+02	6.247e+01	4.662e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.244e+00	2.217e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.100e-01		
	1.895e+01	6.221e+01	4.985e+02	6.657e+01	4.624e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.289e+00	2.343e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.233e-01		
053	1.895e+01	6.221e+01	4.985e+02	6.657e+01	4.624e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.289e+00	2.343e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.233e-01		
	1.965e+01	7.138e+01	5.099e+02	7.218e+01	4.800e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.406e+00	2.457e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.414e-01		
054	1.965e+01	7.138e+01	5.099e+02	7.218e+01	4.800e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.406e+00	2.457e+00	7.900e+00	7.900e+00	7.414e-01		
	2.051e+01	8.403e+01	5.243e+02	7.941e+01	4.996e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.539e+00	2.617e+00	7.900e+00	7.900e+00	9.644e-01		
055	2.051e+01	8.403e+01	5.243e+02	7.941e+01	4.996e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.539e+00	2.617e+00	7.900e+00	7.900e+00	9.644e-01		
	2.200e+01	1.027e+02	5.459e+02	8.826e+01	5.369e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.769e+00	2.740e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.008e+00		
056	2.200e+01	1.027e+02	5.459e+02	8.826e+01	5.369e+01	0.000e+00	0.000e+00
	2.769e+00	2.740e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.008e+00		
	2.350e+01	1.263e+02	5.671e+02	9.876e+01	5.746e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.022e+00	2.901e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.048e+00		
057	2.350e+01	1.263e+02	5.671e+02	9.876e+01	5.746e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.022e+00	2.901e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.048e+00		
	2.500e+01	1.559e+02	5.874e+02	1.109e+02	6.124e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.298e+00	3.101e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.084e+00		
058	2.500e+01	1.559e+02	5.874e+02	1.109e+02	6.124e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.298e+00	3.101e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.084e+00		
	2.650e+01	1.931e+02	6.066e+02	1.246e+02	6.499e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.596e+00	3.339e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.115e+00		
059	2.650e+01	1.931e+02	6.066e+02	1.246e+02	6.499e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.596e+00	3.339e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.115e+00		
	2.800e+01	2.394e+02	6.244e+02	1.396e+02	6.877e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.911e+00	3.621e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.140e+00		
060	2.800e+01	2.394e+02	6.244e+02	1.396e+02	6.877e+01	0.000e+00	0.000e+00
	3.911e+00	3.621e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.140e+00		
	2.945e+01	2.959e+02	6.403e+02	1.559e+02	7.242e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.247e+00	3.943e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.161e+00		
061	2.945e+01	2.959e+02	6.403e+02	1.559e+02	7.242e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.247e+00	3.943e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.161e+00		
	3.085e+01	3.645e+02	6.541e+02	1.731e+02	7.596e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.598e+00	4.311e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.177e+00		
062	3.085e+01	3.645e+02	6.541e+02	1.731e+02	7.596e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.598e+00	4.311e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.177e+00		
	3.207e+01	4.377e+02	6.646e+02	1.890e+02	7.902e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.925e+00	4.684e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.187e+00		
063	3.207e+01	4.377e+02	6.646e+02	1.890e+02	7.902e+01	0.000e+00	0.000e+00
	4.925e+00	4.684e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.187e+00		
	3.310e+01	5.126e+02	6.725e+02	2.032e+02	8.161e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.220e+00	5.051e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.192e+00		
064	3.310e+01	5.126e+02	6.725e+02	2.032e+02	8.161e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.220e+00	5.051e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.192e+00		
	3.541e+01	6.306e+02	6.807e+02	2.172e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.326e+00	5.647e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.139e+00		
065	3.541e+01	6.306e+02	6.807e+02	2.172e+02	8.741e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.326e+00	5.647e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.139e+00		
	3.544e+01	6.340e+02	6.809e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.338e+00	5.662e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.140e+00		
066	3.544e+01	6.340e+02	6.809e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.338e+00	5.662e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.140e+00		
	3.538e+01	6.327e+02	6.807e+02	2.177e+02	8.749e+01	0.000e+00	0.000e+00
	5.331e+00	5.669e+00	7.900e+00	7.900e+00	1.138e+00		

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-------------------------------------------------------------------------
067 3.538e+01 6.327e+02 6.807e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.331e+00 5.669e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.138e+00
    3.538e+01 6.327e+02 6.807e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.331e+00 5.669e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.138e+00
068 3.538e+01 6.327e+02 6.807e+02 2.177e+02 8.749e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.331e+00 5.669e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.138e+00
    3.535e+01 6.296e+02 6.805e+02 2.173e+02 8.741e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.320e+00 5.656e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.137e+00
069 3.535e+01 6.296e+02 6.805e+02 2.173e+02 8.741e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.320e+00 5.656e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.137e+00
    3.302e+01 5.192e+02 6.725e+02 2.049e+02 8.155e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.238e+00 5.117e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.187e+00
070 3.302e+01 5.192e+02 6.725e+02 2.049e+02 8.155e+01 0.000e+00 0.000e+00
    5.238e+00 5.117e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.187e+00
    3.196e+01 4.500e+02 6.649e+02 1.924e+02 7.889e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.965e+00 4.800e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.178e+00
071 3.196e+01 4.500e+02 6.649e+02 1.924e+02 7.889e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.965e+00 4.800e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.178e+00
    3.071e+01 3.813e+02 6.548e+02 1.784e+02 7.575e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.662e+00 4.475e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.164e+00
072 3.071e+01 3.813e+02 6.548e+02 1.784e+02 7.575e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.662e+00 4.475e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.164e+00
    2.925e+01 3.155e+02 6.416e+02 1.630e+02 7.210e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.332e+00 4.152e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.144e+00
073 2.925e+01 3.155e+02 6.416e+02 1.630e+02 7.210e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.332e+00 4.152e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.144e+00
    2.775e+01 2.598e+02 6.264e+02 1.483e+02 6.833e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.011e+00 3.868e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.118e+00
074 2.775e+01 2.598e+02 6.264e+02 1.483e+02 6.833e+01 0.000e+00 0.000e+00
    4.011e+00 3.868e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.118e+00
    2.618e+01 2.129e+02 6.091e+02 1.343e+02 6.439e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.704e+00 3.617e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.089e+00
075 2.618e+01 2.129e+02 6.091e+02 1.343e+02 6.439e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.704e+00 3.617e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.089e+00
    2.461e+01 1.741e+02 5.904e+02 1.214e+02 6.046e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.405e+00 3.404e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.053e+00
076 2.461e+01 1.741e+02 5.904e+02 1.214e+02 6.046e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.405e+00 3.404e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.053e+00
    2.302e+01 1.419e+02 5.703e+02 1.095e+02 5.647e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.120e+00 3.226e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.012e+00
077 2.302e+01 1.419e+02 5.703e+02 1.095e+02 5.647e+01 0.000e+00 0.000e+00
    3.120e+00 3.226e+00 7.900e+00 7.900e+00 1.012e+00
    2.141e+01 1.153e+02 5.490e+02 9.892e+01 5.244e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.848e+00 3.082e+00 7.900e+00 7.900e+00 9.669e-01
078 2.141e+01 1.153e+02 5.490e+02 9.892e+01 5.244e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.848e+00 3.082e+00 7.900e+00 7.900e+00 9.669e-01
    2.054e+01 9.737e+01 5.341e+02 8.955e+01 5.027e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.694e+00 2.867e+00 7.900e+00 7.900e+00 8.088e-01
079 2.054e+01 9.737e+01 5.341e+02 8.955e+01 5.027e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.694e+00 2.867e+00 7.900e+00 7.900e+00 8.088e-01
    2.006e+01 8.450e+01 5.214e+02 8.147e+01 4.904e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.575e+00 2.664e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.547e-01
080 2.006e+01 8.450e+01 5.214e+02 8.147e+01 4.904e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.575e+00 2.664e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.547e-01
    1.947e+01 7.358e+01 5.091e+02 7.467e+01 4.756e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.456e+00 2.508e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.429e-01
081 1.947e+01 7.358e+01 5.091e+02 7.467e+01 4.756e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.456e+00 2.508e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.429e-01
    1.941e+01 6.678e+01 5.021e+02 6.912e+01 4.740e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.372e+00 2.366e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.201e-01
082 1.941e+01 6.678e+01 5.021e+02 6.912e+01 4.740e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.372e+00 2.366e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.201e-01
    1.912e+01 6.080e+01 4.978e+02 6.479e+01 4.668e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.268e+00 2.290e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.102e-01
083 1.912e+01 6.080e+01 4.978e+02 6.479e+01 4.668e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.268e+00 2.290e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.102e-01
    1.859e+01 5.560e+01 4.874e+02 6.163e+01 4.533e+01 0.000e+00 0.000e+00
    2.213e+00 2.212e+00 7.900e+00 7.900e+00 7.308e-01
```

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-------------------------------------------------------------------------
300 4.906e+01 1.938e+03 2.632e+03 2.299e+03 1.169e+02 0.000e+00 0.000e+00 [VA=300]
    7.850e+00 7.850e+00 9.550e+00 9.550e+00 1.449e+00
    4.792e+01 1.809e+03 2.450e+03 2.143e+03 1.142e+02 0.000e+00 0.000e+00 [VA=301]
    7.683e+00 7.683e+00 9.328e+00 9.328e+00 1.448e+00
301 4.792e+01 1.809e+03 2.450e+03 2.143e+03 1.142e+02 0.000e+00 0.000e+00 [VA=301]
    7.683e+00 7.683e+00 9.328e+00 9.328e+00 1.448e+00
    4.678e+01 1.685e+03 2.276e+03 1.994e+03 1.115e+02 0.000e+00 0.000e+00 [VA=302]
    7.517e+00 7.517e+00 9.106e+00 9.106e+00 1.448e+00
302 4.678e+01 1.685e+03 2.276e+03 1.994e+03 1.115e+02 0.000e+00 0.000e+00 [VA=302]
    7.517e+00 7.517e+00 9.106e+00 9.106e+00 1.448e+00
    4.700e+01 1.615e+03 2.174e+03 1.852e+03 1.087e+02 0.000e+00 0.000e+00 [VA=303]
    7.350e+00 7.350e+00 8.883e+00 8.883e+00 1.491e+00
303 4.700e+01 1.615e+03 2.174e+03 1.852e+03 1.087e+02 0.000e+00 0.000e+00 [VA=303]
    7.350e+00 7.350e+00 8.883e+00 8.883e+00 1.491e+00
    4.582e+01 1.500e+03 2.012e+03 1.717e+03 1.060e+02 0.000e+00 0.000e+00 [VA=304]
    7.183e+00 7.183e+00 8.661e+00 8.661e+00 1.490e+00
304 4.582e+01 1.500e+03 2.012e+03 1.717e+03 1.060e+02 0.000e+00 0.000e+00 [VA=304]
    7.183e+00 7.183e+00 8.661e+00 8.661e+00 1.490e+00
    4.639e+01 1.448e+03 1.934e+03 1.589e+03 1.033e+02 0.000e+00 0.000e+00 [VA=305]
    7.017e+00 7.017e+00 8.439e+00 8.439e+00 1.547e+00
305 4.639e+01 1.448e+03 1.934e+03 1.589e+03 1.033e+02 0.000e+00 0.000e+00 [VA=305]
    7.017e+00 7.017e+00 8.439e+00 8.439e+00 1.547e+00
    4.517e+01 1.339e+03 1.782e+03 1.468e+03 1.006e+02 0.000e+00 0.000e+00 [VA=306]
    6.850e+00 6.850e+00 8.217e+00 8.217e+00 1.547e+00
306 4.517e+01 1.339e+03 1.782e+03 1.468e+03 1.006e+02 0.000e+00 0.000e+00 [VA=306]
    6.850e+00 6.850e+00 8.217e+00 8.217e+00 1.547e+00
    4.394e+01 1.237e+03 1.639e+03 1.352e+03 9.784e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=307]
    6.683e+00 6.683e+00 7.994e+00 7.994e+00 1.546e+00
307 4.394e+01 1.237e+03 1.639e+03 1.352e+03 9.784e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=307]
    6.683e+00 6.683e+00 7.994e+00 7.994e+00 1.546e+00
    4.272e+01 1.139e+03 1.504e+03 1.243e+03 9.512e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=308]
    6.517e+00 6.517e+00 7.772e+00 7.772e+00 1.545e+00
308 4.272e+01 1.139e+03 1.504e+03 1.243e+03 9.512e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=308]
    6.517e+00 6.517e+00 7.772e+00 7.772e+00 1.545e+00
    4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=309]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
309 4.150e+01 1.047e+03 1.376e+03 1.140e+03 9.240e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=309]
    6.350e+00 6.350e+00 7.550e+00 7.550e+00 1.545e+00
    4.028e+01 9.603e+02 1.256e+03 1.043e+03 8.968e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=310]
    6.183e+00 6.183e+00 7.328e+00 7.328e+00 1.544e+00
310 4.028e+01 9.603e+02 1.256e+03 1.043e+03 8.968e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=310]
    6.183e+00 6.183e+00 7.328e+00 7.328e+00 1.544e+00
    3.906e+01 8.782e+02 1.142e+03 9.513e+02 8.696e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=311]
    6.017e+00 6.017e+00 7.106e+00 7.106e+00 1.543e+00
311 3.906e+01 8.782e+02 1.142e+03 9.513e+02 8.696e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=311]
    6.017e+00 6.017e+00 7.106e+00 7.106e+00 1.543e+00
    3.784e+01 8.012e+02 1.036e+03 8.653e+02 8.423e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=312]
    5.850e+00 5.850e+00 6.883e+00 6.883e+00 1.542e+00
312 3.784e+01 8.012e+02 1.036e+03 8.653e+02 8.423e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=312]
    5.850e+00 5.850e+00 6.883e+00 6.883e+00 1.542e+00
    3.662e+01 7.286e+02 9.372e+02 7.846e+02 8.151e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=313]
    5.683e+00 5.683e+00 6.661e+00 6.661e+00 1.541e+00
313 3.662e+01 7.286e+02 9.372e+02 7.846e+02 8.151e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=313]
    5.683e+00 5.683e+00 6.661e+00 6.661e+00 1.541e+00
    3.540e+01 6.607e+02 8.445e+02 7.091e+02 7.879e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=314]
    5.517e+00 5.517e+00 6.439e+00 6.439e+00 1.541e+00
314 3.540e+01 6.607e+02 8.445e+02 7.091e+02 7.879e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=314]
    5.517e+00 5.517e+00 6.439e+00 6.439e+00 1.541e+00
    3.418e+01 5.970e+02 7.580e+02 6.385e+02 7.607e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=315]
    5.350e+00 5.350e+00 6.217e+00 6.217e+00 1.539e+00
315 3.418e+01 5.970e+02 7.580e+02 6.385e+02 7.607e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=315]
    5.350e+00 5.350e+00 6.217e+00 6.217e+00 1.539e+00
    3.295e+01 5.375e+02 6.778e+02 5.728e+02 7.334e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=316]
    5.183e+00 5.183e+00 5.994e+00 5.994e+00 1.538e+00
316 3.295e+01 5.375e+02 6.778e+02 5.728e+02 7.334e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=316]
    5.183e+00 5.183e+00 5.994e+00 5.994e+00 1.538e+00
    3.173e+01 4.821e+02 6.033e+02 5.118e+02 7.062e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=317]
    5.017e+00 5.017e+00 5.772e+00 5.772e+00 1.537e+00
317 3.173e+01 4.821e+02 6.033e+02 5.118e+02 7.062e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=317]
    5.017e+00 5.017e+00 5.772e+00 5.772e+00 1.537e+00
    3.051e+01 4.308e+02 5.346e+02 4.552e+02 6.790e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=318]
    4.850e+00 4.850e+00 5.550e+00 5.550e+00 1.536e+00
```

```
c     A         Ix        Iy        It        p.p      AcX       Acy
      ymáx      ymín      xmáx      xmín    eficticio
-----------------------------------------------------------------------
318 3.051e+01 4.308e+02 5.346e+02 4.552e+02 6.790e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=318]
    4.850e+00 4.850e+00 5.550e+00 5.550e+00 1.536e+00
    2.929e+01 3.831e+02 4.713e+02 4.030e+02 6.518e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=319]
    4.683e+00 4.683e+00 5.328e+00 5.328e+00 1.534e+00
319 2.929e+01 3.831e+02 4.713e+02 4.030e+02 6.518e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=319]
    4.683e+00 4.683e+00 5.328e+00 5.328e+00 1.534e+00
    2.807e+01 3.391e+02 4.131e+02 3.549e+02 6.246e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=320]
    4.517e+00 4.517e+00 5.106e+00 5.106e+00 1.533e+00
320 2.807e+01 3.391e+02 4.131e+02 3.549e+02 6.246e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=320]
    4.517e+00 4.517e+00 5.106e+00 5.106e+00 1.533e+00
    2.685e+01 2.988e+02 3.600e+02 3.107e+02 5.973e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=321]
    4.350e+00 4.350e+00 4.883e+00 4.883e+00 1.531e+00
321 2.685e+01 2.988e+02 3.600e+02 3.107e+02 5.973e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=321]
    4.350e+00 4.350e+00 4.883e+00 4.883e+00 1.531e+00
    2.563e+01 2.616e+02 3.117e+02 2.704e+02 5.701e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=322]
    4.183e+00 4.183e+00 4.661e+00 4.661e+00 1.530e+00
322 2.563e+01 2.616e+02 3.117e+02 2.704e+02 5.701e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=322]
    4.183e+00 4.183e+00 4.661e+00 4.661e+00 1.530e+00
    2.441e+01 2.278e+02 2.679e+02 2.337e+02 5.429e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=323]
    4.017e+00 4.017e+00 4.439e+00 4.439e+00 1.528e+00
323 2.441e+01 2.278e+02 2.679e+02 2.337e+02 5.429e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=323]
    4.017e+00 4.017e+00 4.439e+00 4.439e+00 1.528e+00
    2.061e+01 1.794e+02 2.077e+02 1.790e+02 4.480e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=324]
    3.850e+00 3.850e+00 4.217e+00 4.217e+00 1.344e+00
324 2.061e+01 1.794e+02 2.077e+02 1.790e+02 4.480e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=324]
    3.850e+00 3.850e+00 4.217e+00 4.217e+00 1.344e+00
    1.953e+01 1.542e+02 1.758e+02 1.526e+02 4.247e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=325]
    3.683e+00 3.683e+00 3.994e+00 3.994e+00 1.342e+00
325 1.953e+01 1.542e+02 1.758e+02 1.526e+02 4.247e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=325]
    3.683e+00 3.683e+00 3.994e+00 3.994e+00 1.342e+00
    1.839e+01 1.310e+02 1.467e+02 1.289e+02 4.013e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=326]
    3.517e+00 3.517e+00 3.772e+00 3.772e+00 1.334e+00
326 1.839e+01 1.310e+02 1.467e+02 1.289e+02 4.013e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=326]
    3.517e+00 3.517e+00 3.772e+00 3.772e+00 1.334e+00
    1.732e+01 1.107e+02 1.217e+02 1.078e+02 3.780e+01 0.000e+00 0.000e+00 [VA=327]
    3.350e+00 3.350e+00 3.550e+00 3.550e+00 1.332e+00

idC idC   Geo0      Geo1      Geo2      Geo3      Geo4
-----------------------------------------------------------
300 13        300       301 [VA]
301 13        301       302 [VA]
302 13        302       303 [VA]
303 13        303       304 [VA]
304 13        304       305 [VA]
305 13        305       306 [VA]
306 13        306       307 [VA]
307 13        307       308 [VA]
308 13        308       309 [VA]
309 13        309       310 [VA]
310 13        310       311 [VA]
311 13        311       312 [VA]
312 13        312       313 [VA]
313 13        313       314 [VA]
314 13        314       315 [VA]
315 13        315       316 [VA]
316 13        316       317 [VA]
317 13        317       318 [VA]
318 13        318       319 [VA]
319 13        319       320 [VA]
320 13        320       321 [VA]
321 13        321       322 [VA]
322 13        322       323 [VA]
323 13        323       324 [VA]
324 13        324       325 [VA]
325 13        325       326 [VA]
326 13        326       327 [VA]
```

6.- Acciones

Acción (1) PPsinmarcdcho
---

n	fx	fy	fz	mx	my	mz	
0067	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.78e+02	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0068	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0069	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.22e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0070	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.41e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0071	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.43e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0072	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.45e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0073	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.48e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0074	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.50e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0075	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.53e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0076	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.55e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0077	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.16e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0078	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.61e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0079	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.72e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0080	+0.00e+00	+0.00e+00	-4.07e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0081	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.90e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0082	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.54e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0083	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.60e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0084	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.90e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0085	+0.00e+00	+0.00e+00	-6.27e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	*
Suma	+0.00e+00	+0.00e+00	-7.75e+02				

e	Qx	Qy	Qz	Mx	My	Mz	Tipo
0067	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.749e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0068	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.745e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0069	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.448e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0070	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.022e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0071	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.732e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0072	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.393e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0073	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.022e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0074	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.636e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0075	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.243e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0076	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.846e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0077	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.445e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0078	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.136e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0079	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.966e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0080	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.830e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0081	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.748e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0082	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.704e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0083	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.601e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL

Acción (2) PPsinmarcizqdo
---

n	fx	fy	fz	mx	my	mz	
0049	+0.00e+00	+0.00e+00	-1.47e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	*
0050	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.97e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0051	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.65e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0052	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.17e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0053	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.58e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0054	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.29e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0055	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.50e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0056	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.89e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0057	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.84e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0058	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.58e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0059	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.95e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0060	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.50e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0061	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.48e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0062	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.45e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0063	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.43e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0064	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.41e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0065	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.22e+01	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0066	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
0067	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.78e+02	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	
Suma	+0.00e+00	+0.00e+00	-7.58e+02				

```
  e      Qx          Qy          Qz         Mx          My          Mz     Tipo
-------------------------------------------------------------------------------
0050 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.541e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0051 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.645e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0052 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.643e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0053 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.712e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0054 +0.000e+00 +0.000e+00 -4.898e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0055 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.183e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0056 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.558e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0057 +0.000e+00 +0.000e+00 -5.935e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0058 +0.000e+00 +0.000e+00 -6.311e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0059 +0.000e+00 +0.000e+00 -6.688e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0060 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.059e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0061 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.419e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0062 +0.000e+00 +0.000e+00 -7.749e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0063 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.032e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0064 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.451e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0065 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.745e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0066 +0.000e+00 +0.000e+00 -8.749e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL

Acción (3) PPMarcosdcho
-----------------------

  e      Qx          Qy          Qz         Mx          My          Mz     Tipo
-------------------------------------------------------------------------------
0067 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0068 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0069 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0070 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0071 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0072 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0073 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0074 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0075 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0076 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0077 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0078 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0079 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0080 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0081 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0082 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0083 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL

Acción (4) PPMarcosizqdo
------------------------

  e      Qx          Qy          Qz         Mx          My          Mz     Tipo
-------------------------------------------------------------------------------
0050 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0051 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0052 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0053 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0054 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0055 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0056 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0057 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0058 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0059 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0060 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0061 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0062 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0063 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0064 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0065 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL
0066 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 GL

Acción (9) Carrodcho
--------------------

 e      Fx          Fy          Fz         Mx          My          Mz     x/L    Tipo
-------------------------------------------------------------------------------------
081 +0.000e+00 +0.000e+00 +7.000e+01 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +8.000e-01 G
082 +0.000e+00 +0.000e+00 -2.100e+02 +0.000e+00 +0.000e+00 +0.000e+00 +8.000e-01 G
```

Acción (10) Carroizqdo
---

e	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	x/L	Tipo
051	+0.000e+00	+0.000e+00	-2.100e+02	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+2.000e-01	G
052	+0.000e+00	+0.000e+00	+7.000e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	+2.000e-01	G

Acción (28) PpPila
---

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
0302	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.14e+02	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00
Suma	+0.00e+00	+0.00e+00	-2.14e+02			

e	Qx	Qy	Qz	Mx	My	Mz	Tipo
0300	+0.000e+00	+0.000e+00	-1.155e+02	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0301	+0.000e+00	+0.000e+00	-1.128e+02	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0302	+0.000e+00	+0.000e+00	-1.101e+02	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0303	+0.000e+00	+0.000e+00	-1.074e+02	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0304	+0.000e+00	+0.000e+00	-1.047e+02	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0305	+0.000e+00	+0.000e+00	-1.019e+02	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0306	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.921e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0307	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.648e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0308	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.376e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0309	+0.000e+00	+0.000e+00	-9.104e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0310	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.832e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0311	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.559e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0312	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.287e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0313	+0.000e+00	+0.000e+00	-8.015e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0314	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.743e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0315	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.471e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0316	+0.000e+00	+0.000e+00	-7.198e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0317	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.926e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0318	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.654e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0319	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.382e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0320	+0.000e+00	+0.000e+00	-6.109e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0321	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.837e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0322	+0.000e+00	+0.000e+00	-5.565e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0323	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.954e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0324	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.363e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0325	+0.000e+00	+0.000e+00	-4.130e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL
0326	+0.000e+00	+0.000e+00	-3.897e+01	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00	GL

Acción (29) GradLong
---

e	To	TgX	TgY	Alfa
0300	+0.000e+00	+0.000e+00	+4.121e-01	+1.000e-05
0301	+0.000e+00	+0.000e+00	+4.211e-01	+1.000e-05
0302	+0.000e+00	+0.000e+00	+4.305e-01	+1.000e-05
0303	+0.000e+00	+0.000e+00	+4.404e-01	+1.000e-05
0304	+2.220e-16	+0.000e+00	+4.508e-01	+1.000e-05
0305	+2.220e-16	+0.000e+00	+4.616e-01	+1.000e-05
0306	+0.000e+00	+0.000e+00	+4.730e-01	+1.000e-05
0307	+0.000e+00	+0.000e+00	+4.849e-01	+1.000e-05
0308	-2.220e-16	+0.000e+00	+4.975e-01	+1.000e-05
0309	-2.220e-16	+0.000e+00	+5.107e-01	+1.000e-05
0310	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.247e-01	+1.000e-05
0311	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.394e-01	+1.000e-05
0312	-2.220e-16	+0.000e+00	+5.550e-01	+1.000e-05
0313	-2.220e-16	+0.000e+00	+5.716e-01	+1.000e-05
0314	+0.000e+00	+0.000e+00	+5.891e-01	+1.000e-05
0315	+0.000e+00	+0.000e+00	+6.077e-01	+1.000e-05
0316	+0.000e+00	+0.000e+00	+6.276e-01	+1.000e-05
0317	+0.000e+00	+0.000e+00	+6.488e-01	+1.000e-05
0318	+0.000e+00	+0.000e+00	+6.715e-01	+1.000e-05
0319	+0.000e+00	+0.000e+00	+6.959e-01	+1.000e-05
0320	+0.000e+00	+0.000e+00	+7.221e-01	+1.000e-05
0321	+0.000e+00	+0.000e+00	+7.503e-01	+1.000e-05
0322	+0.000e+00	+0.000e+00	+7.808e-01	+1.000e-05
0323	+0.000e+00	+0.000e+00	+8.139e-01	+1.000e-05
0324	+0.000e+00	+0.000e+00	+8.500e-01	+1.000e-05

```
  e      To         TgX        TgY       Alfa
-------------------------------------------------
0325 -2.220e-16 +0.000e+00 +8.894e-01 +1.000e-05
0326 -2.220e-16 +0.000e+00 +9.326e-01 +1.000e-05

Acción (30) GradTransv
----------------------

  e      To         TgX        TgY       Alfa
-------------------------------------------------
0300 +4.441e-16 -3.391e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0301 +2.220e-16 -3.472e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0302 +0.000e+00 -3.558e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0303 +0.000e+00 -3.648e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0304 +0.000e+00 -3.743e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0305 +0.000e+00 -3.843e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0306 +0.000e+00 -3.949e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0307 +0.000e+00 -4.060e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0308 +0.000e+00 -4.178e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0309 +0.000e+00 -4.303e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0310 +0.000e+00 -4.435e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0311 +0.000e+00 -4.576e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0312 +0.000e+00 -4.726e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0313 +0.000e+00 -4.887e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0314 +0.000e+00 -5.059e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0315 +0.000e+00 -5.243e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0316 +2.220e-16 -5.441e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0317 +2.220e-16 -5.655e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0318 +0.000e+00 -5.886e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0319 +0.000e+00 -6.137e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0320 +0.000e+00 -6.410e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0321 +0.000e+00 -6.709e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0322 -2.220e-16 -7.037e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0323 -2.220e-16 -7.399e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0324 +0.000e+00 -7.800e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0325 +0.000e+00 -8.247e-01 +0.000e+00 +1.000e-05
0326 +0.000e+00 -8.749e-01 +0.000e+00 +1.000e-05

7.- Hipótesis
-------------

Hipótesis (1)
--------------
Acción Coeficiente
------------------
   1    +1.000  [PPsinmarcdcho]
   2    +1.000  [PPsinmarcizqdo]
   3    +1.000  [PPMarcosdcho]
   4    +1.000  [PPMarcosizqdo]
   9    +1.000  [Carrodcho]
  10    +1.000  [Carroizqdo]
  28    +1.000  [PpPila]
  29    +1.000  [GradLong]
```

FICHERO DE RESULTADOS

RESULTADOS ESTRUCTURA
==========

Hipótesis (1)
---

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00050	+9.646e-02	+6.813e-02	**-1.331e-01**	-1.875e-03	-3.083e-03	-4.719e-11
00051	+9.646e-02	+6.813e-02	-1.168e-01	-1.875e-03	-3.077e-03	-4.719e-11
00052	+9.646e-02	+6.813e-02	-1.007e-01	-1.870e-03	-3.034e-03	-4.719e-11
00053	+9.646e-02	+6.813e-02	-8.495e-02	-1.858e-03	-2.920e-03	-4.719e-11
00054	+9.646e-02	+6.813e-02	-7.006e-02	-1.839e-03	-2.730e-03	-4.719e-11
00055	+9.646e-02	+6.813e-02	-5.636e-02	-1.812e-03	-2.470e-03	-4.719e-11
00056	+9.646e-02	+6.813e-02	-4.416e-02	-1.779e-03	-2.154e-03	-4.719e-11
00057	+9.646e-02	+6.813e-02	-3.370e-02	-1.740e-03	-1.799e-03	-4.719e-11
00058	+9.646e-02	+6.813e-02	-2.516e-02	-1.696e-03	-1.419e-03	-4.719e-11
00059	+9.646e-02	+6.813e-02	-1.862e-02	-1.649e-03	-1.024e-03	-4.719e-11
00060	+9.646e-02	+6.813e-02	-1.413e-02	-1.596e-03	-6.253e-04	-4.719e-11
00061	+9.646e-02	+6.813e-02	-1.170e-02	-1.540e-03	-2.300e-04	-4.719e-11
00062	+9.646e-02	+6.813e-02	-1.129e-02	-1.479e-03	+1.568e-04	-4.719e-11
00063	+9.646e-02	+6.813e-02	-1.261e-02	-1.419e-03	+4.952e-04	-4.719e-11
00064	+9.646e-02	+6.813e-02	-1.509e-02	-1.362e-03	+7.873e-04	-4.719e-11
00065	+9.646e-02	+6.813e-02	-1.873e-02	-1.301e-03	+1.063e-03	-4.719e-11
00066	+9.646e-02	+6.813e-02	-1.889e-02	-1.299e-03	+1.073e-03	-4.719e-11
00067	+9.646e-02	+6.813e-02	-2.286e-02	-1.242e-03	**+1.306e-03**	-4.719e-11
00068	+9.646e-02	+6.813e-02	-2.765e-02	-1.300e-03	+1.542e-03	-4.732e-11
00069	+9.646e-02	+6.813e-02	-2.788e-02	-1.302e-03	+1.552e-03	-4.732e-11
00070	+9.646e-02	+6.813e-02	-3.469e-02	-1.364e-03	+1.829e-03	-4.732e-11
00071	+9.646e-02	+6.813e-02	-4.268e-02	-1.422e-03	+2.119e-03	-4.732e-11
00072	+9.646e-02	+6.813e-02	-5.311e-02	-1.481e-03	+2.451e-03	-4.732e-11
00073	+9.646e-02	+6.813e-02	-6.652e-02	-1.542e-03	+2.824e-03	-4.732e-11
00074	+9.646e-02	+6.813e-02	-8.186e-02	-1.596e-03	+3.198e-03	-4.732e-11
00075	+9.646e-02	+6.813e-02	-9.913e-02	-1.646e-03	+3.572e-03	-4.732e-11
00076	+9.646e-02	+6.813e-02	-1.183e-01	-1.691e-03	+3.937e-03	-4.732e-11
00077	+9.646e-02	+6.813e-02	-1.394e-01	-1.732e-03	+4.288e-03	-4.732e-11
00078	+9.646e-02	+6.813e-02	-1.622e-01	-1.768e-03	+4.615e-03	-4.732e-11
00079	+9.646e-02	+6.813e-02	-1.866e-01	-1.798e-03	+4.903e-03	-4.732e-11
00080	+9.646e-02	+6.813e-02	-2.123e-01	-1.823e-03	+5.135e-03	-4.732e-11
00081	+9.646e-02	+6.813e-02	-2.391e-01	-1.840e-03	+5.302e-03	-4.732e-11
00082	+9.646e-02	+6.813e-02	-2.666e-01	-1.851e-03	+5.404e-03	-4.732e-11
00083	+9.646e-02	+6.813e-02	-2.946e-01	-1.855e-03	+5.444e-03	-4.732e-11
00084	+9.646e-02	+6.813e-02	**-3.226e-01**	-1.856e-03	+5.450e-03	-4.732e-11
00300	+1.877e-27	-5.419e-25	-2.569e-16	-7.351e-05	+1.074e-05	-1.916e-24
00301	+1.691e-04	+5.198e-04	-8.943e-04	-8.244e-05	+3.998e-05	-3.551e-13
00302	+5.355e-04	+1.101e-03	-1.783e-03	-9.204e-05	+6.995e-05	-7.363e-13
00303	+1.104e-03	+1.749e-03	-2.645e-03	-1.022e-04	+1.007e-04	-1.146e-12
00304	+1.880e-03	+2.467e-03	-3.489e-03	-1.131e-04	+1.322e-04	-1.588e-12
00305	+2.869e-03	+3.259e-03	-4.312e-03	-1.246e-04	+1.645e-04	-2.065e-12
00306	+4.076e-03	+4.130e-03	-5.116e-03	-1.368e-04	+1.976e-04	-2.581e-12
00307	+5.507e-03	+5.086e-03	-5.915e-03	-1.500e-04	+2.317e-04	-3.140e-12
00308	+7.169e-03	+6.135e-03	-6.712e-03	-1.645e-04	+2.668e-04	-3.748e-12
00309	+9.068e-03	+7.284e-03	-7.506e-03	-1.802e-04	+3.030e-04	-4.410e-12
00310	+1.121e-02	+8.543e-03	-8.298e-03	-1.975e-04	+3.404e-04	-5.133e-12
00311	+1.361e-02	+9.922e-03	-9.088e-03	-2.164e-04	+3.790e-04	-5.924e-12
00312	+1.627e-02	+1.143e-02	-9.878e-03	-2.372e-04	+4.189e-04	-6.792e-12
00313	+1.920e-02	+1.309e-02	-1.067e-02	-2.602e-04	+4.602e-04	-7.748e-12
00314	+2.241e-02	+1.491e-02	-1.146e-02	-2.857e-04	+5.031e-04	-8.804e-12
00315	+2.591e-02	+1.691e-02	-1.225e-02	-3.140e-04	+5.476e-04	-9.975e-12
00316	+2.972e-02	+1.911e-02	-1.305e-02	-3.457e-04	+5.940e-04	-1.128e-11
00317	+3.384e-02	+2.153e-02	-1.384e-02	-3.811e-04	+6.423e-04	-1.273e-11
00318	+3.829e-02	+2.421e-02	-1.465e-02	-4.210e-04	+6.929e-04	-1.436e-11
00319	+4.309e-02	+2.716e-02	-1.546e-02	-4.661e-04	+7.458e-04	-1.620e-11
00320	+4.824e-02	+3.044e-02	-1.628e-02	-5.175e-04	+8.014e-04	-1.829e-11
00321	+5.378e-02	+3.409e-02	-1.711e-02	-5.762e-04	+8.599e-04	-2.066e-11
00322	+5.972e-02	+3.816e-02	-1.796e-02	-6.438e-04	+9.218e-04	-2.337e-11
00323	+6.608e-02	+4.271e-02	-1.881e-02	-7.222e-04	+9.874e-04	-2.650e-11
00324	+7.290e-02	+4.784e-02	-1.974e-02	-8.179e-04	+1.058e-03	-3.034e-11
00325	+8.021e-02	+5.369e-02	-2.076e-02	-9.364e-04	+1.135e-03	-3.511e-11
00326	+8.805e-02	+6.040e-02	-2.180e-02	-1.077e-03	+1.217e-03	-4.072e-11

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
50	50	0.000	29.733	0.000	0.000	0.000	0.000
50	51	0.000	256.759	0.000	-716.229	0.000	0.000
51	51	0.000	283.251	0.000	-716.211	0.000	5.116
51	52	0.000	725.497	0.000	-3553.076	0.000	5.116
52	52	0.000	757.215	0.000	-3552.948	0.000	30.495
52	53	0.000	919.373	0.000	-7639.411	0.000	30.495
53	53	0.000	955.161	0.000	-7638.999	0.000	85.061
53	54	0.000	1190.765	0.000	-13003.801	0.000	85.061
54	54	0.000	1223.650	0.000	-13002.862	0.000	177.942
54	55	0.000	1468.554	0.000	-19733.359	0.000	177.942
55	55	0.000	1503.514	0.000	-19731.585	0.000	318.889
55	56	0.000	1762.642	0.000	-27896.959	0.000	318.889
56	56	0.000	1801.526	0.000	-27893.969	0.000	518.143
56	57	0.000	2079.410	0.000	-37596.290	0.000	518.143
57	57	0.000	2117.811	0.000	-37591.630	0.000	786.673
57	58	0.000	2414.560	0.000	-48922.533	0.000	786.673
58	58	0.000	2450.365	0.000	-48915.666	0.000	1136.096
58	59	0.000	2765.932	0.000	-61956.385	0.000	1136.096
59	59	0.000	2795.420	0.000	-61946.690	0.000	1578.609
59	60	0.000	3129.823	0.000	-76759.771	0.000	1578.609
60	60	0.000	3154.827	0.000	-76746.537	0.000	2126.848
60	61	0.000	3507.796	0.000	-93403.063	0.000	2126.848
61	61	0.000	3532.564	0.000	-93385.489	0.000	2793.953
61	62	0.000	3903.501	0.000	-111975.615	0.000	2793.953
62	62	0.000	3928.024	0.000	-111954.079	0.000	3553.718
62	63	0.000	4276.723	0.000	-130414.731	0.000	3553.718
63	63	0.000	4301.027	0.000	-130390.751	0.000	4345.451
63	64	0.000	4622.292	0.000	-148237.368	0.000	4345.451
64	64	0.000	4646.404	0.000	-148210.117	0.000	5192.447
64	65	0.000	4984.460	0.000	-167471.823	0.000	5192.447
65	65	0.000	5006.708	0.000	-167455.695	0.000	5688.858
65	66	0.000	5019.826	0.000	-168207.686	0.000	5688.858
66	66	0.000	5019.826	0.000	-168192.938	0.000	6109.359
66	67	0.000	5312.916	0.000	-185500.268	0.000	6109.359
67	67	0.000	-5322.061	0.000	-187434.004	0.000	-6229.981
67	68	0.000	-5028.972	0.000	-170096.037	0.000	-6229.981
68	68	0.000	-5028.972	0.000	-170111.080	0.000	-5804.722
68	69	0.000	-5015.854	0.000	-169357.718	0.000	-5804.722
69	69	0.000	-4993.606	0.000	-169374.181	0.000	-5302.672
69	70	0.000	-4655.674	0.000	-150075.642	0.000	-5302.672
70	70	0.000	-4631.562	0.000	-150103.493	0.000	-4445.015
70	71	0.000	-4310.668	0.000	-132219.053	0.000	-4445.015
71	71	0.000	-4286.364	0.000	-132243.603	0.000	-3642.179
71	72	0.000	-3938.411	0.000	-113737.888	0.000	-3642.179
72	72	0.000	-3913.888	0.000	-113759.984	0.000	-2870.308
72	73	0.000	-3544.254	0.000	-95114.664	0.000	-2870.308
73	73	0.000	-3519.486	0.000	-95132.740	0.000	-2190.850
73	74	0.000	-3168.409	0.000	-78413.033	0.000	-2190.850
74	74	0.000	-3143.405	0.000	-78426.682	0.000	-1630.706
74	75	0.000	-2811.600	0.000	-63539.197	0.000	-1630.706
75	75	0.000	-2786.333	0.000	-63549.224	0.000	-1176.817
75	76	0.000	-2474.205	0.000	-50397.903	0.000	-1176.817
76	76	0.000	-2448.719	0.000	-50405.023	0.000	-816.805
76	77	0.000	-2156.410	0.000	-38892.221	0.000	-816.805
77	77	0.000	-2124.834	0.000	-38897.063	0.000	-538.985
77	78	0.000	-1852.570	0.000	-28953.574	0.000	-538.985
78	78	0.000	-1816.428	0.000	-28956.685	0.000	-332.161
78	79	0.000	-1559.653	0.000	-20516.498	0.000	-332.161
79	79	0.000	-1522.473	0.000	-20518.347	0.000	-185.608
79	80	0.000	-1274.188	0.000	-13526.708	0.000	-185.608
80	80	0.000	-1233.461	0.000	-13527.689	0.000	-88.984
80	81	0.000	-991.961	0.000	-7964.143	0.000	-88.984
81	81	0.000	-952.977	0.000	-7964.576	0.000	-32.096
81	82	0.000	-785.597	0.000	-3723.148	0.000	-32.096
82	82	0.000	-750.226	0.000	-3723.282	0.000	-5.501
82	83	0.000	-305.025	0.000	-770.161	0.000	-5.501
83	83	0.000	-269.058	0.000	-770.181	0.000	0.000
83	84	0.000	-39.015	0.000	0.000	0.000	0.000
300	300	0.000	0.000	-25685.365	-1933.441	13231.672	0.000
300	301	0.000	0.000	-24915.106	-1933.441	13231.673	0.000
301	301	0.000	0.000	-24915.106	-1933.441	13231.673	0.000
301	302	0.000	0.000	-24162.995	-1933.441	13231.673	0.000
302	302	0.000	0.000	-23948.495	-1933.441	13231.673	0.000
302	303	0.000	0.000	-23214.532	-1933.441	13231.673	0.000
303	303	0.000	0.000	-23214.532	-1933.441	13231.673	0.000

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
303	304	0.000	0.000	-22498.717	-1933.441	13231.674	0.000
304	304	0.000	0.000	-22498.717	-1933.441	13231.674	0.000
304	305	0.000	0.000	-21801.050	-1933.441	13231.674	0.000
305	305	0.000	0.000	-21801.050	-1933.441	13231.674	0.000
305	306	0.000	0.000	-21121.532	-1933.441	13231.674	0.000
306	306	0.000	0.000	-21121.532	-1933.441	13231.674	0.000
306	307	0.000	0.000	-20460.162	-1933.441	13231.675	0.000
307	307	0.000	0.000	-20460.162	-1933.441	13231.675	0.000
307	308	0.000	0.000	-19816.939	-1933.441	13231.675	0.000
308	308	0.000	0.000	-19816.939	-1933.441	13231.675	0.000
308	309	0.000	0.000	-19191.865	-1933.441	13231.676	0.000
309	309	0.000	0.000	-19191.865	-1933.441	13231.676	0.000
309	310	0.000	0.000	-18584.939	-1933.441	13231.676	0.000
310	310	0.000	0.000	-18584.939	-1933.441	13231.676	0.000
310	311	0.000	0.000	-17996.162	-1933.441	13231.676	0.000
311	311	0.000	0.000	-17996.162	-1933.441	13231.676	0.000
311	312	0.000	0.000	-17425.532	-1933.441	13231.677	0.000
312	312	0.000	0.000	-17425.532	-1933.441	13231.677	0.000
312	313	0.000	0.000	-16873.050	-1933.441	13231.677	0.000
313	313	0.000	0.000	-16873.050	-1933.441	13231.677	0.000
313	314	0.000	0.000	-16338.717	-1933.441	13231.677	0.000
314	314	0.000	0.000	-16338.717	-1933.441	13231.677	0.000
314	315	0.000	0.000	-15822.532	-1933.441	13231.678	0.000
315	315	0.000	0.000	-15822.532	-1933.441	13231.678	0.000
315	316	0.000	0.000	-15324.495	-1933.441	13231.678	0.000
316	316	0.000	0.000	-15324.495	-1933.441	13231.678	0.000
316	317	0.000	0.000	-14844.606	-1933.441	13231.678	0.000
317	317	0.000	0.000	-14844.606	-1933.441	13231.678	0.000
317	318	0.000	0.000	-14382.865	-1933.441	13231.679	0.000
318	318	0.000	0.000	-14382.865	-1933.441	13231.679	0.000
318	319	0.000	0.000	-13939.273	-1933.441	13231.679	0.000
319	319	0.000	0.000	-13939.273	-1933.441	13231.679	0.000
319	320	0.000	0.000	-13513.828	-1933.441	13231.679	0.000
320	320	0.000	0.000	-13513.828	-1933.441	13231.679	0.000
320	321	0.000	0.000	-13106.532	-1933.441	13231.680	0.000
321	321	0.000	0.000	-13106.532	-1933.441	13231.680	0.000
321	322	0.000	0.000	-12717.384	-1933.441	13231.680	0.000
322	322	0.000	0.000	-12717.384	-1933.441	13231.680	0.000
322	323	0.000	0.000	-12346.384	-1933.441	13231.681	0.000
323	323	0.000	0.000	-12346.384	-1933.441	13231.681	0.000
323	324	0.000	0.000	-12016.088	-1933.441	13231.681	0.000
324	324	0.000	0.000	-12016.088	-1933.441	13231.681	0.000
324	325	0.000	0.000	-11725.199	-1933.441	13231.681	0.000
325	325	0.000	0.000	-11725.199	-1933.441	13231.681	0.000
325	326	0.000	0.000	-11449.865	-1933.441	13231.682	0.000
326	326	0.000	0.000	-11449.865	-1933.441	13231.682	0.000
326	67	0.000	0.000	-11190.088	-1933.441	13231.682	0.000

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
050	0.00	0.00	-28.34	28.45
051	-28.34	28.45	-135.45	137.10
052	-135.44	137.10	-287.70	281.16
053	-287.68	281.14	-447.63	438.31
054	-447.60	438.28	-614.64	596.22
055	-614.59	596.16	-744.50	752.49
056	-744.42	752.41	-864.02	899.95
057	-863.91	899.84	-972.92	1034.57
058	-972.78	1034.43	-1071.42	1154.03
059	-1071.26	1153.85	-1161.10	1253.99
060	-1160.90	1253.77	-1244.40	1340.46
061	-1244.17	1340.20	-1324.14	1412.43
062	-1323.89	1412.16	-1395.41	1467.24
063	-1395.16	1466.97	-1460.43	1509.56
064	-1460.17	1509.28	-1499.56	1414.53
065	-1499.41	1414.40	-1502.15	1416.28
066	-1502.02	1416.16	-1662.14	1562.96
067	-1679.46	1579.25	-1524.11	1433.17
068	-1524.24	1433.29	-1521.37	1430.94
069	-1521.52	1431.08	-1479.18	1513.98
070	-1479.46	1514.26	-1410.31	1458.75
071	-1410.57	1459.02	-1334.94	1390.55
072	-1335.20	1390.82	-1251.99	1306.08
073	-1252.23	1306.32	-1167.43	1210.45
074	-1167.63	1210.66	-1079.53	1105.59

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
075	-1079.70	1105.76	-985.57	985.93
076	-985.71	986.07	-884.15	855.24
077	-884.26	855.35	-774.38	715.36
078	-774.46	715.43	-604.07	567.58
079	-604.13	567.63	-426.50	412.11
080	-426.53	412.14	-271.47	265.87
081	-271.49	265.88	-131.91	132.22
082	-131.92	132.23	-29.01	28.73
083	-29.01	28.73	0.00	0.00
300	-531.36	-515.70	-528.13	-511.71
301	-528.13	-511.71	-525.19	-507.94
302	-520.60	-503.36	-502.69	-485.10
303	-502.69	-485.10	-500.26	-481.74
304	-500.26	-481.74	-479.33	-460.59
305	-479.33	-460.59	-477.54	-457.76
306	-477.54	-457.76	-476.06	-455.17
307	-476.06	-455.17	-474.95	-452.83
308	-474.95	-452.83	-474.15	-450.70
309	-474.15	-450.70	-473.85	-448.95
310	-473.85	-448.95	-474.02	-447.53
311	-474.02	-447.53	-474.63	-446.39
312	-474.63	-446.39	-475.89	-445.72
313	-475.89	-445.72	-477.69	-445.40
314	-477.69	-445.40	-480.29	-445.63
315	-480.29	-445.63	-483.68	-446.39
316	-483.68	-446.39	-487.96	-447.72
317	-487.96	-447.72	-493.12	-449.59
318	-493.12	-449.59	-499.53	-452.26
319	-499.53	-452.26	-507.23	-455.73
320	-507.23	-455.73	-516.27	-459.97
321	-516.27	-459.97	-527.15	-465.32
322	-527.15	-465.32	-539.86	-471.67
323	-539.86	-471.67	-624.56	-541.56
324	-624.56	-541.56	-646.43	-554.07
325	-646.43	-554.07	-674.68	-570.86
326	-674.68	-570.86	-704.50	-587.48
Máx	+0.00	+1579.25	+0.00	+1562.96
Ele	0050	0067	0083	0066
Mín	-1679.46	-570.86	-1662.14	-587.48
Ele	0067	0326	0066	0326

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
00300	-1.877e-07	+5.419e-05	+2.569e+04	+1.323e+04	-1.933e+03	+1.916e-04
Suma	-1.877e-07	+5.419e-05	+2.569e+04			

G.15 Pila prismática. Análisis no lineal. Longitudinal

En las siguientes páginas se incluyen los ficheros de datos y de resultados del modelo de 15 dovelas para la pila de 180 m de altura.

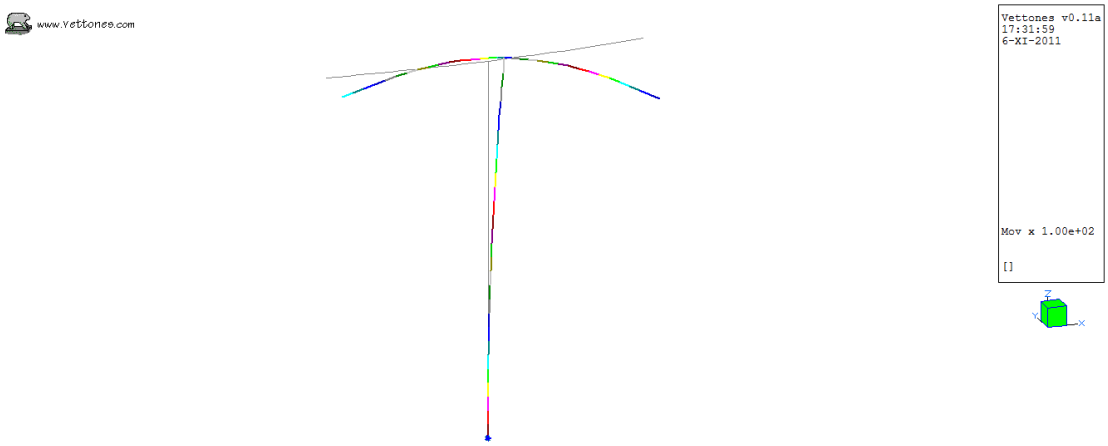


Figura G-10. Deformada de la "T" con quince dovelas. Análisis no lineal. Escala ampliada: x100

Movimientos principales:

- Giro longitudinal en coronación de pila -Nudo 67-: r_y= 0.001358 rad.
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudo 50-: u_z= -0.1285 m.
- Flecha vertical en extremo dovela -Nudo 84-: u_z= -0.3259 m.

FICHERO DE DATOS

El fichero de datos es el mismo que el del cálculo lineal. Simplemente se modifica el tipo de análisis realizado: No lineal.

FICHERO DE RESULTADOS

```
RESULTADOS ESTRUCTURA
=====================

Hipótesis (1)
-------------
```

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00050	+1.022e-01	+6.858e-02	**-1.285e-01**	-1.830e-03	-3.031e-03	-4.518e-11
00051	+1.022e-01	+6.858e-02	-1.125e-01	-1.829e-03	-3.025e-03	-4.518e-11
00052	+1.022e-01	+6.858e-02	-9.665e-02	-1.825e-03	-2.982e-03	-4.518e-11
00053	+1.022e-01	+6.858e-02	-8.122e-02	-1.813e-03	-2.868e-03	-4.518e-11
00054	+1.022e-01	+6.858e-02	-6.661e-02	-1.793e-03	-2.678e-03	-4.518e-11
00055	+1.022e-01	+6.858e-02	-5.318e-02	-1.766e-03	-2.418e-03	-4.518e-11
00056	+1.022e-01	+6.858e-02	-4.126e-02	-1.733e-03	-2.102e-03	-4.518e-11
00057	+1.022e-01	+6.858e-02	-3.108e-02	-1.694e-03	-1.747e-03	-4.518e-11
00058	+1.022e-01	+6.858e-02	-2.280e-02	-1.651e-03	-1.367e-03	-4.518e-11
00059	+1.022e-01	+6.858e-02	-1.654e-02	-1.603e-03	-9.719e-04	-4.518e-11
00060	+1.022e-01	+6.858e-02	-1.232e-02	-1.551e-03	-5.733e-04	-4.518e-11
00061	+1.022e-01	+6.858e-02	-1.015e-02	-1.494e-03	-1.780e-04	-4.518e-11
00062	+1.022e-01	+6.858e-02	-1.001e-02	-1.433e-03	+2.088e-04	-4.518e-11
00063	+1.022e-01	+6.858e-02	-1.157e-02	-1.374e-03	+5.472e-04	-4.518e-11
00064	+1.022e-01	+6.858e-02	-1.425e-02	-1.317e-03	+8.393e-04	-4.518e-11
00065	+1.022e-01	+6.858e-02	-1.811e-02	-1.255e-03	+1.115e-03	-4.518e-11
00066	+1.022e-01	+6.858e-02	-1.828e-02	-1.253e-03	+1.125e-03	-4.518e-11
00067	+1.022e-01	+6.858e-02	-2.242e-02	-1.196e-03	**+1.358e-03**	-4.518e-11
00068	+1.022e-01	+6.858e-02	-2.738e-02	-1.254e-03	+1.594e-03	-4.529e-11
00069	+1.022e-01	+6.858e-02	-2.762e-02	-1.256e-03	+1.604e-03	-4.529e-11
00070	+1.022e-01	+6.858e-02	-3.464e-02	-1.319e-03	+1.881e-03	-4.529e-11
00071	+1.022e-01	+6.858e-02	-4.283e-02	-1.376e-03	+2.171e-03	-4.529e-11
00072	+1.022e-01	+6.858e-02	-5.349e-02	-1.436e-03	+2.503e-03	-4.529e-11
00073	+1.022e-01	+6.858e-02	-6.715e-02	-1.496e-03	+2.876e-03	-4.529e-11
00074	+1.022e-01	+6.858e-02	-8.274e-02	-1.551e-03	+3.250e-03	-4.529e-11
00075	+1.022e-01	+6.858e-02	-1.003e-01	-1.601e-03	+3.624e-03	-4.529e-11
00076	+1.022e-01	+6.858e-02	-1.197e-01	-1.646e-03	+3.989e-03	-4.529e-11
00077	+1.022e-01	+6.858e-02	-1.410e-01	-1.686e-03	+4.340e-03	-4.529e-11
00078	+1.022e-01	+6.858e-02	-1.640e-01	-1.722e-03	+4.667e-03	-4.529e-11
00079	+1.022e-01	+6.858e-02	-1.887e-01	-1.753e-03	+4.955e-03	-4.529e-11
00080	+1.022e-01	+6.858e-02	-2.147e-01	-1.777e-03	+5.187e-03	-4.529e-11
00081	+1.022e-01	+6.858e-02	-2.417e-01	-1.794e-03	+5.354e-03	-4.529e-11
00082	+1.022e-01	+6.858e-02	-2.695e-01	-1.805e-03	+5.456e-03	-4.529e-11
00083	+1.022e-01	+6.858e-02	-2.976e-01	-1.809e-03	+5.496e-03	-4.529e-11
00084	+1.022e-01	+6.858e-02	**-3.259e-01**	-1.810e-03	+5.502e-03	-4.529e-11
00300	-6.491e-28	-5.488e-25	-2.569e-16	-7.893e-05	+1.885e-05	-1.836e-24
00301	+2.272e-04	+5.570e-04	-8.839e-04	-8.818e-05	+4.932e-05	-3.401e-13
00302	+6.603e-04	+1.178e-03	-1.762e-03	-9.810e-05	+8.060e-05	-7.052e-13
00303	+1.305e-03	+1.868e-03	-2.626e-03	-1.088e-04	+1.127e-04	-1.098e-12
00304	+2.166e-03	+2.630e-03	-3.459e-03	-1.199e-04	+1.457e-04	-1.521e-12
00305	+3.250e-03	+3.470e-03	-4.288e-03	-1.320e-04	+1.795e-04	-1.978e-12
00306	+4.562e-03	+4.391e-03	-5.081e-03	-1.445e-04	+2.142e-04	-2.472e-12
00307	+6.109e-03	+5.400e-03	-5.870e-03	-1.580e-04	+2.499e-04	-3.008e-12
00308	+7.898e-03	+6.502e-03	-6.656e-03	-1.728e-04	+2.867e-04	-3.590e-12
00309	+9.937e-03	+7.708e-03	-7.438e-03	-1.888e-04	+3.247e-04	-4.224e-12
00310	+1.223e-02	+9.024e-03	-8.218e-03	-2.063e-04	+3.640e-04	-4.916e-12
00311	+1.479e-02	+1.046e-02	-8.997e-03	-2.254e-04	+4.045e-04	-5.673e-12
00312	+1.763e-02	+1.204e-02	-9.774e-03	-2.463e-04	+4.465e-04	-6.505e-12
00313	+2.075e-02	+1.375e-02	-1.055e-02	-2.694e-04	+4.899e-04	-7.421e-12
00314	+2.417e-02	+1.564e-02	-1.133e-02	-2.949e-04	+5.350e-04	-8.432e-12
00315	+2.789e-02	+1.770e-02	-1.211e-02	-3.231e-04	+5.818e-04	-9.553e-12
00316	+3.193e-02	+1.995e-02	-1.289e-02	-3.544e-04	+6.305e-04	-1.080e-11
00317	+3.631e-02	+2.243e-02	-1.367e-02	-3.893e-04	+6.813e-04	-1.219e-11
00318	+4.102e-02	+2.516e-02	-1.446e-02	-4.285e-04	+7.342e-04	-1.376e-11
00319	+4.610e-02	+2.816e-02	-1.526e-02	-4.725e-04	+7.895e-04	-1.552e-11
00320	+5.156e-02	+3.148e-02	-1.606e-02	-5.224e-04	+8.474e-04	-1.751e-11
00321	+5.741e-02	+3.515e-02	-1.687e-02	-5.790e-04	+9.082e-04	-1.978e-11
00322	+6.368e-02	+3.923e-02	-1.770e-02	-6.437e-04	+9.721e-04	-2.238e-11
00323	+7.039e-02	+4.377e-02	-1.854e-02	-7.182e-04	+1.040e-03	-2.538e-11

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00324	+7.755e-02	+4.884e-02	-1.939e-02	-8.045e-04	+1.111e-03	-2.905e-11
00325	+8.522e-02	+5.458e-02	-2.038e-02	-9.153e-04	+1.188e-03	-3.361e-11
00326	+9.341e-02	+6.111e-02	-2.140e-02	-1.045e-03	+1.271e-03	-3.898e-11

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
50	50	0.000	29.733	0.000	0.000	0.000	0.000
50	51	0.000	256.759	0.000	-716.229	0.000	0.000
51	51	0.000	283.251	0.000	-716.211	0.000	5.116
51	52	0.000	725.497	0.000	-3553.076	0.000	5.116
52	52	0.000	757.215	0.000	-3552.948	0.000	30.495
52	53	0.000	919.373	0.000	-7639.411	0.000	30.495
53	53	0.000	955.161	0.000	-7638.999	0.000	85.061
53	54	0.000	1190.765	0.000	-13003.801	0.000	85.061
54	54	0.000	1223.650	0.000	-13002.862	0.000	177.942
54	55	0.000	1468.554	0.000	-19733.359	0.000	177.942
55	55	0.000	1503.514	0.000	-19731.585	0.000	318.889
55	56	0.000	1762.642	0.000	-27896.959	0.000	318.889
56	56	0.000	1801.526	0.000	-27893.969	0.000	518.143
56	57	0.000	2079.410	0.000	-37596.290	0.000	518.143
57	57	0.000	2117.811	0.000	-37591.630	0.000	786.673
57	58	0.000	2414.560	0.000	-48922.533	0.000	786.673
58	58	0.000	2450.365	0.000	-48915.666	0.000	1136.096
58	59	0.000	2765.932	0.000	-61956.385	0.000	1136.096
59	59	0.000	2795.420	0.000	-61946.690	0.000	1578.609
59	60	0.000	3129.823	0.000	-76759.771	0.000	1578.609
60	60	0.000	3154.827	0.000	-76746.537	0.000	2126.848
60	61	0.000	3507.796	0.000	-93403.063	0.000	2126.848
61	61	0.000	3532.564	0.000	-93385.489	0.000	2793.953
61	62	0.000	3903.501	0.000	-111975.615	0.000	2793.953
62	62	0.000	3928.024	0.000	-111954.079	0.000	3553.718
62	63	0.000	4276.723	0.000	-130414.731	0.000	3553.718
63	63	0.000	4301.027	0.000	-130390.751	0.000	4345.451
63	64	0.000	4622.292	0.000	-148237.368	0.000	4345.451
64	64	0.000	4646.404	0.000	-148210.117	0.000	5192.447
64	65	0.000	4984.460	0.000	-167471.823	0.000	5192.447
65	65	0.000	5006.709	0.000	-167455.695	0.000	5688.858
65	66	0.000	5019.826	0.000	-168207.686	0.000	5688.858
66	66	0.000	5019.826	0.000	-168192.938	0.000	6109.359
66	67	0.000	5312.916	0.000	-185500.268	0.000	6109.359
67	67	0.000	-5322.061	0.000	-187434.004	0.000	-6229.981
67	68	0.000	-5028.972	0.000	-170096.037	0.000	-6229.981
68	68	0.000	-5028.972	0.000	-170111.080	0.000	-5804.722
68	69	0.000	-5015.854	0.000	-169357.718	0.000	-5804.722
69	69	0.000	-4993.606	0.000	-169374.181	0.000	-5302.672
69	70	0.000	-4655.674	0.000	-150075.642	0.000	-5302.672
70	70	0.000	-4631.562	0.000	-150103.493	0.000	-4445.015
70	71	0.000	-4310.668	0.000	-132219.053	0.000	-4445.015
71	71	0.000	-4286.364	0.000	-132243.603	0.000	-3642.179
71	72	0.000	-3938.411	0.000	-113737.888	0.000	-3642.179
72	72	0.000	-3913.888	0.000	-113759.984	0.000	-2870.308
72	73	0.000	-3544.254	0.000	-95114.664	0.000	-2870.308
73	73	0.000	-3519.486	0.000	-95132.740	0.000	-2190.850
73	74	0.000	-3168.409	0.000	-78413.033	0.000	-2190.850
74	74	0.000	-3143.405	0.000	-78426.682	0.000	-1630.706
74	75	0.000	-2811.600	0.000	-63539.197	0.000	-1630.706
75	75	0.000	-2786.333	0.000	-63549.224	0.000	-1176.817
75	76	0.000	-2474.205	0.000	-50397.903	0.000	-1176.817
76	76	0.000	-2448.719	0.000	-50405.023	0.000	-816.805
76	77	0.000	-2156.410	0.000	-38892.221	0.000	-816.805
77	77	0.000	-2124.834	0.000	-38897.063	0.000	-538.985
77	78	0.000	-1852.570	0.000	-28953.574	0.000	-538.985
78	78	0.000	-1816.428	0.000	-28956.685	0.000	-332.161
78	79	0.000	-1559.653	0.000	-20516.498	0.000	-332.161
79	79	0.000	-1522.473	0.000	-20518.347	0.000	-185.608
79	80	0.000	-1274.188	0.000	-13526.708	0.000	-185.608
80	80	0.000	-1233.461	0.000	-13527.689	0.000	-88.984
80	81	0.000	-991.961	0.000	-7964.143	0.000	-88.984
81	81	0.000	-952.977	0.000	-7964.576	0.000	-32.096
81	82	0.000	-785.597	0.000	-3723.148	0.000	-32.096
82	82	0.000	-750.226	0.000	-3723.282	0.000	-5.501
82	83	0.000	-305.025	0.000	-770.161	0.000	-5.501
83	83	0.000	-269.058	0.000	-770.181	0.000	0.000
83	84	0.000	-39.015	0.000	0.000	0.000	0.000

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
300	300	0.000	0.000	-25684.365	-3393.303	14207.110	0.000
300	301	0.000	0.000	-24914.106	-3387.641	14193.233	0.000
301	301	0.000	0.000	-24914.106	-3387.641	14193.233	0.000
301	302	0.000	0.000	-24161.995	-3377.177	14178.231	0.000
302	302	0.000	0.000	-23947.495	-3377.177	14178.231	0.000
302	303	0.000	0.000	-23213.532	-3362.217	14162.223	0.000
303	303	0.000	0.000	-23213.532	-3362.217	14162.223	0.000
303	304	0.000	0.000	-22497.717	-3342.840	14145.072	0.000
304	304	0.000	0.000	-22497.717	-3342.840	14145.072	0.000
304	305	0.000	0.000	-21800.050	-3319.212	14126.767	0.000
305	305	0.000	0.000	-21800.050	-3319.212	14126.767	0.000
305	306	0.000	0.000	-21120.532	-3291.494	14107.303	0.000
306	306	0.000	0.000	-21120.532	-3291.494	14107.303	0.000
306	307	0.000	0.000	-20459.162	-3259.842	14086.671	0.000
307	307	0.000	0.000	-20459.162	-3259.842	14086.671	0.000
307	308	0.000	0.000	-19815.939	-3224.394	14064.820	0.000
308	308	0.000	0.000	-19815.939	-3224.394	14064.820	0.000
308	309	0.000	0.000	-19190.865	-3185.278	14041.692	0.000
309	309	0.000	0.000	-19190.865	-3185.278	14041.692	0.000
309	310	0.000	0.000	-18583.939	-3142.615	14017.221	0.000
310	310	0.000	0.000	-18583.939	-3142.615	14017.221	0.000
310	311	0.000	0.000	-17995.162	-3096.519	13991.329	0.000
311	311	0.000	0.000	-17995.162	-3096.519	13991.329	0.000
311	312	0.000	0.000	-17424.532	-3047.092	13963.930	0.000
312	312	0.000	0.000	-17424.532	-3047.092	13963.930	0.000
312	313	0.000	0.000	-16872.050	-2994.429	13934.923	0.000
313	313	0.000	0.000	-16872.050	-2994.429	13934.923	0.000
313	314	0.000	0.000	-16337.717	-2938.610	13904.192	0.000
314	314	0.000	0.000	-16337.717	-2938.610	13904.192	0.000
314	315	0.000	0.000	-15821.532	-2879.708	13871.603	0.000
315	315	0.000	0.000	-15821.532	-2879.708	13871.603	0.000
315	316	0.000	0.000	-15323.495	-2817.781	13837.000	0.000
316	316	0.000	0.000	-15323.495	-2817.781	13837.000	0.000
316	317	0.000	0.000	-14843.606	-2752.874	13800.201	0.000
317	317	0.000	0.000	-14843.606	-2752.874	13800.201	0.000
317	318	0.000	0.000	-14381.865	-2685.017	13760.994	0.000
318	318	0.000	0.000	-14381.865	-2685.017	13760.994	0.000
318	319	0.000	0.000	-13938.273	-2614.224	13719.131	0.000
319	319	0.000	0.000	-13938.273	-2614.224	13719.131	0.000
319	320	0.000	0.000	-13512.828	-2540.491	13674.317	0.000
320	320	0.000	0.000	-13512.828	-2540.491	13674.317	0.000
320	321	0.000	0.000	-13105.532	-2463.794	13626.204	0.000
321	321	0.000	0.000	-13105.532	-2463.794	13626.204	0.000
321	322	0.000	0.000	-12716.384	-2384.088	13574.374	0.000
322	322	0.000	0.000	-12716.384	-2384.088	13574.374	0.000
322	323	0.000	0.000	-12345.384	-2301.302	13518.325	0.000
323	323	0.000	0.000	-12345.384	-2301.302	13518.325	0.000
323	324	0.000	0.000	-12015.088	-2215.177	13457.336	0.000
324	324	0.000	0.000	-12015.088	-2215.177	13457.336	0.000
324	325	0.000	0.000	-11724.199	-2125.326	13390.121	0.000
325	325	0.000	0.000	-11724.199	-2125.326	13390.121	0.000
325	326	0.000	0.000	-11448.865	-2031.485	13315.288	0.000
326	326	0.000	0.000	-11448.865	-2031.485	13315.288	0.000
326	67	0.000	0.000	-11189.088	-1933.441	13231.682	0.000

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
050	0.00	0.00	-28.34	28.45
051	-28.34	28.45	-135.45	137.10
052	-135.44	137.10	-287.70	281.16
053	-287.68	281.14	-447.63	438.31
054	-447.60	438.28	-614.64	596.22
055	-614.59	596.16	-744.50	752.49
056	-744.42	752.41	-864.02	899.95
057	-863.91	899.84	-972.92	1034.57
058	-972.78	1034.43	-1071.42	1154.03
059	-1071.26	1153.85	-1161.10	1253.99
060	-1160.90	1253.77	-1244.40	1340.46
061	-1244.17	1340.20	-1324.14	1412.43
062	-1323.89	1412.16	-1395.41	1467.24
063	-1395.16	1466.97	-1460.43	1509.56
064	-1460.17	1509.28	-1499.56	1414.53
065	-1499.41	1414.40	-1502.15	1416.28
066	-1502.02	1416.16	-1662.14	1562.96
067	-1679.46	1579.25	-1524.11	1433.17

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
068	-1524.24	1433.29	-1521.37	1430.94
069	-1521.52	1431.08	-1479.18	1513.98
070	-1479.46	1514.26	-1410.31	1458.75
071	-1410.57	1459.02	-1334.94	1390.55
072	-1335.20	1390.82	-1251.99	1306.08
073	-1252.23	1306.32	-1167.43	1210.45
074	-1167.63	1210.66	-1079.53	1105.59
075	-1079.70	1105.76	-985.57	985.93
076	-985.71	986.07	-884.15	855.24
077	-884.26	855.35	-774.38	715.36
078	-774.46	715.43	-604.07	567.58
079	-604.13	567.63	-426.50	412.11
080	-426.53	412.14	-271.47	265.87
081	-271.49	265.88	-131.91	132.22
082	-131.92	132.23	-29.01	28.73
083	-29.01	28.73	0.00	0.00
300	-531.34	-515.68	-528.11	-511.69
301	-528.11	-511.69	-525.17	-507.92
302	-520.58	-503.34	-502.67	-485.08
303	-502.67	-485.08	-500.24	-481.72
304	-500.24	-481.72	-479.31	-460.57
305	-479.31	-460.57	-477.51	-457.74
306	-477.51	-457.74	-476.04	-455.14
307	-476.04	-455.14	-474.93	-452.81
308	-474.93	-452.81	-474.12	-450.68
309	-474.12	-450.68	-473.83	-448.93
310	-473.83	-448.93	-474.00	-447.51
311	-474.00	-447.51	-474.60	-446.37
312	-474.60	-446.37	-475.86	-445.70
313	-475.86	-445.70	-477.66	-445.37
314	-477.66	-445.37	-480.26	-445.60
315	-480.26	-445.60	-483.65	-446.36
316	-483.65	-446.36	-487.93	-447.69
317	-487.93	-447.69	-493.09	-449.56
318	-493.09	-449.56	-499.50	-452.23
319	-499.50	-452.23	-507.19	-455.70
320	-507.19	-455.70	-516.24	-459.93
321	-516.24	-459.93	-527.11	-465.28
322	-527.11	-465.28	-539.82	-471.63
323	-539.82	-471.63	-624.51	-541.51
324	-624.51	-541.51	-646.38	-554.02
325	-646.38	-554.02	-674.63	-570.81
326	-674.63	-570.81	-704.44	-587.42
Máx	+0.00	+1579.25	+0.00	+1562.96
Ele	0050	0067	0083	0066
Mín	-1679.46	-570.81	-1662.14	-587.42
Ele	0067	0326	0066	0326

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
00300	+6.491e-08	+5.488e-05	+2.569e+04	+1.421e+04	-3.393e+03	+1.836e-04
Suma	+6.491e-08	+5.488e-05	+2.569e+04			

G.16 Pila prismática. Análisis lineal. Transversal

En las siguientes páginas se incluyen los ficheros de datos y de resultados del modelo de 15 dovelas para la pila de 180 m de altura.

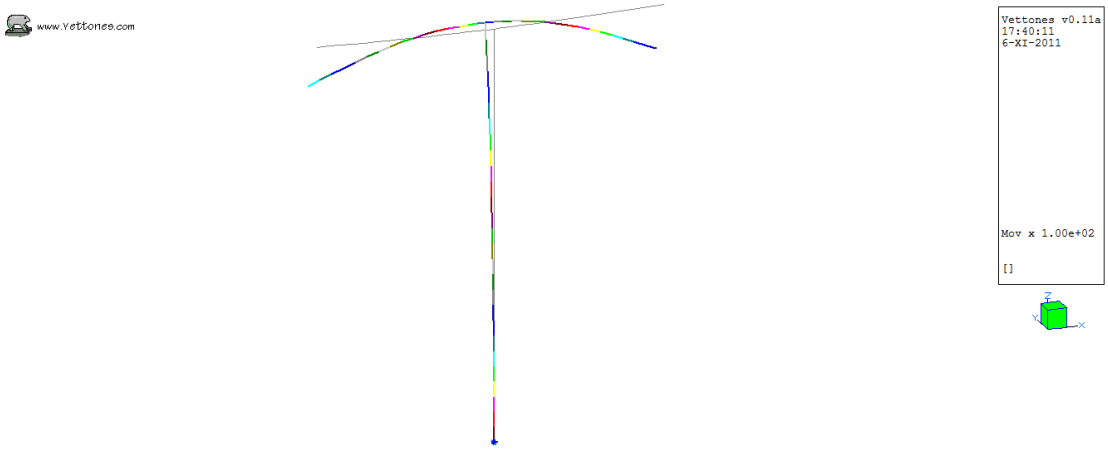


Figura G-11. Deformada de la "T" con quince dovelas. Análisis lineal. Escala ampliada: x100

Movimientos principales:

- Giro transversal en coronación de pila -Nudo 67-: r_x= -0.002192 rad.

FICHERO DE DATOS

El fichero de datos es el mismo que el del cálculo transversal, salvo la hipótesis considerada que considera la acción del gradiente transversal en vez del longitudinal.

```
7.- Hipótesis
-------------

Hipótesis (1)
--------------
Acción Coeficiente
------------------
   1    +1.000  [PPsinmarcdcho]
   2    +1.000  [PPsinmarcizqdo]
   3    +1.000  [PPMarcosdcho]
   4    +1.000  [PPMarcosizqdo]
   9    +1.000  [Carrodcho]
  10    +1.000  [Carroizqdo]
  28    +1.000  [PpPila]
  30    +1.000  [GradTransv]
```

FICHERO DE RESULTADOS

```
RESULTADOS ESTRUCTURA
=====================

Hipótesis (1)
-------------
```

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00050	+1.209e-02	+1.398e-01	-2.197e-01	-2.826e-03	-4.174e-03	-9.725e-11
00051	+1.209e-02	+1.398e-01	-1.975e-01	-2.825e-03	-4.168e-03	-9.725e-11
00052	+1.209e-02	+1.398e-01	-1.755e-01	-2.821e-03	-4.125e-03	-9.725e-11
00053	+1.209e-02	+1.398e-01	-1.539e-01	-2.809e-03	-4.011e-03	-9.725e-11
00054	+1.209e-02	+1.398e-01	-1.332e-01	-2.789e-03	-3.820e-03	-9.725e-11
00055	+1.209e-02	+1.398e-01	-1.137e-01	-2.762e-03	-3.560e-03	-9.725e-11
00056	+1.209e-02	+1.398e-01	-9.571e-02	-2.729e-03	-3.244e-03	-9.725e-11
00057	+1.209e-02	+1.398e-01	-7.952e-02	-2.690e-03	-2.889e-03	-9.725e-11
00058	+1.209e-02	+1.398e-01	-6.527e-02	-2.647e-03	-2.509e-03	-9.725e-11
00059	+1.209e-02	+1.398e-01	-5.306e-02	-2.599e-03	-2.114e-03	-9.725e-11
00060	+1.209e-02	+1.398e-01	-4.293e-02	-2.547e-03	-1.715e-03	-9.725e-11
00061	+1.209e-02	+1.398e-01	-3.489e-02	-2.490e-03	-1.320e-03	-9.725e-11
00062	+1.209e-02	+1.398e-01	-2.890e-02	-2.429e-03	-9.334e-04	-9.725e-11
00063	+1.209e-02	+1.398e-01	-2.524e-02	-2.370e-03	-5.950e-04	-9.725e-11
00064	+1.209e-02	+1.398e-01	-2.330e-02	-2.313e-03	-3.029e-04	-9.725e-11
00065	+1.209e-02	+1.398e-01	-2.256e-02	-2.251e-03	-2.732e-05	-9.725e-11
00066	+1.209e-02	+1.398e-01	-2.255e-02	-2.249e-03	-1.740e-05	-9.725e-11
00067	+1.209e-02	+1.398e-01	-2.286e-02	**-2.192e-03**	+2.157e-04	-9.725e-11
00068	+1.209e-02	+1.398e-01	-2.400e-02	-2.250e-03	+4.516e-04	-9.751e-11
00069	+1.209e-02	+1.398e-01	-2.407e-02	-2.252e-03	+4.617e-04	-9.751e-11
00070	+1.209e-02	+1.398e-01	-2.656e-02	-2.315e-03	+7.391e-04	-9.751e-11
00071	+1.209e-02	+1.398e-01	-3.023e-02	-2.372e-03	+1.029e-03	-9.751e-11
00072	+1.209e-02	+1.398e-01	-3.584e-02	-2.432e-03	+1.361e-03	-9.751e-11
00073	+1.209e-02	+1.398e-01	-4.392e-02	-2.492e-03	+1.733e-03	-9.751e-11
00074	+1.209e-02	+1.398e-01	-5.398e-02	-2.547e-03	+2.108e-03	-9.751e-11
00075	+1.209e-02	+1.398e-01	-6.600e-02	-2.597e-03	+2.481e-03	-9.751e-11
00076	+1.209e-02	+1.398e-01	-7.996e-02	-2.642e-03	+2.847e-03	-9.751e-11
00077	+1.209e-02	+1.398e-01	-9.582e-02	-2.682e-03	+3.198e-03	-9.751e-11
00078	+1.209e-02	+1.398e-01	-1.135e-01	-2.718e-03	+3.525e-03	-9.751e-11
00079	+1.209e-02	+1.398e-01	-1.328e-01	-2.749e-03	+3.813e-03	-9.751e-11
00080	+1.209e-02	+1.398e-01	-1.534e-01	-2.773e-03	+4.044e-03	-9.751e-11
00081	+1.209e-02	+1.398e-01	-1.752e-01	-2.790e-03	+4.212e-03	-9.751e-11
00082	+1.209e-02	+1.398e-01	-1.977e-01	-2.801e-03	+4.314e-03	-9.751e-11
00083	+1.209e-02	+1.398e-01	-2.207e-01	-2.805e-03	+4.354e-03	-9.751e-11
00084	+1.209e-02	+1.398e-01	-2.438e-01	-2.806e-03	+4.360e-03	-9.751e-11
00300	+3.994e-27	-1.117e-24	-2.569e-16	-7.351e-05	+1.074e-05	-3.949e-24
00301	+7.751e-05	+5.952e-04	-8.943e-04	-1.050e-04	+1.251e-05	-7.317e-13
00302	+1.672e-04	+1.405e-03	-1.783e-03	-1.378e-04	+1.441e-05	-1.517e-12
00303	+2.700e-04	+2.436e-03	-2.645e-03	-1.717e-04	+1.642e-05	-2.362e-12
00304	+3.865e-04	+3.698e-03	-3.489e-03	-2.069e-04	+1.854e-05	-3.273e-12
00305	+5.176e-04	+5.199e-03	-4.312e-03	-2.433e-04	+2.079e-05	-4.256e-12
00306	+6.642e-04	+6.947e-03	-5.116e-03	-2.812e-04	+2.317e-05	-5.319e-12
00307	+8.273e-04	+8.954e-03	-5.915e-03	-3.207e-04	+2.575e-05	-6.472e-12

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00308	+1.008e-03	+1.123e-02	-6.712e-03	-3.623e-04	+2.854e-05	-7.724e-12
00309	+1.209e-03	+1.379e-02	-7.506e-03	-4.059e-04	+3.157e-05	-9.088e-12
00310	+1.430e-03	+1.665e-02	-8.298e-03	-4.518e-04	+3.487e-05	-1.058e-11
00311	+1.675e-03	+1.982e-02	-9.088e-03	-5.003e-04	+3.848e-05	-1.221e-11
00312	+1.944e-03	+2.333e-02	-9.878e-03	-5.516e-04	+4.243e-05	-1.400e-11
00313	+2.241e-03	+2.719e-02	-1.067e-02	-6.061e-04	+4.676e-05	-1.597e-11
00314	+2.569e-03	+3.142e-02	-1.146e-02	-6.642e-04	+5.154e-05	-1.814e-11
00315	+2.930e-03	+3.606e-02	-1.225e-02	-7.262e-04	+5.681e-05	-2.056e-11
00316	+3.328e-03	+4.112e-02	-1.305e-02	-7.928e-04	+6.265e-05	-2.324e-11
00317	+3.768e-03	+4.665e-02	-1.384e-02	-8.645e-04	+6.916e-05	-2.624e-11
00318	+4.253e-03	+5.267e-02	-1.465e-02	-9.421e-04	+7.643e-05	-2.960e-11
00319	+4.790e-03	+5.923e-02	-1.546e-02	-1.026e-03	+8.457e-05	-3.339e-11
00320	+5.384e-03	+6.638e-02	-1.628e-02	-1.119e-03	+9.376e-05	-3.768e-11
00321	+6.044e-03	+7.418e-02	-1.711e-02	-1.220e-03	+1.042e-04	-4.257e-11
00322	+6.778e-03	+8.269e-02	-1.796e-02	-1.333e-03	+1.160e-04	-4.817e-11
00323	+7.596e-03	+9.199e-02	-1.881e-02	-1.458e-03	+1.296e-04	-5.462e-11
00324	+8.515e-03	+1.022e-01	-1.974e-02	-1.603e-03	+1.459e-04	-6.253e-11
00325	+9.553e-03	+1.134e-01	-2.076e-02	-1.773e-03	+1.658e-04	-7.234e-11
00326	+1.074e-02	+1.259e-01	-2.180e-02	-1.969e-03	+1.891e-04	-8.391e-11

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
50	50	0.000	29.733	0.000	0.000	0.000	0.000
50	51	0.000	256.759	0.000	-716.229	0.000	0.000
51	51	0.000	283.251	0.000	-716.211	0.000	5.116
51	52	0.000	725.497	0.000	-3553.076	0.000	5.116
52	52	0.000	757.215	0.000	-3552.948	0.000	30.495
52	53	0.000	919.373	0.000	-7639.411	0.000	30.495
53	53	0.000	955.161	0.000	-7638.999	0.000	85.061
53	54	0.000	1190.765	0.000	-13003.801	0.000	85.061
54	54	0.000	1223.650	0.000	-13002.862	0.000	177.942
54	55	0.000	1468.554	0.000	-19733.359	0.000	177.942
55	55	0.000	1503.514	0.000	-19731.585	0.000	318.889
55	56	0.000	1762.642	0.000	-27896.959	0.000	318.889
56	56	0.000	1801.526	0.000	-27893.969	0.000	518.143
56	57	0.000	2079.410	0.000	-37596.290	0.000	518.143
57	57	0.000	2117.811	0.000	-37591.630	0.000	786.673
57	58	0.000	2414.560	0.000	-48922.533	0.000	786.673
58	58	0.000	2450.365	0.000	-48915.666	0.000	1136.096
58	59	0.000	2765.932	0.000	-61956.385	0.000	1136.096
59	59	0.000	2795.420	0.000	-61946.690	0.000	1578.609
59	60	0.000	3129.823	0.000	-76759.771	0.000	1578.609
60	60	0.000	3154.827	0.000	-76746.537	0.000	2126.848
60	61	0.000	3507.796	0.000	-93403.063	0.000	2126.848
61	61	0.000	3532.564	0.000	-93385.489	0.000	2793.953
61	62	0.000	3903.501	0.000	-111975.615	0.000	2793.953
62	62	0.000	3928.024	0.000	-111954.079	0.000	3553.718
62	63	0.000	4276.723	0.000	-130414.731	0.000	3553.718
63	63	0.000	4301.027	0.000	-130390.751	0.000	4345.451
63	64	0.000	4622.292	0.000	-148237.368	0.000	4345.451
64	64	0.000	4646.404	0.000	-148210.117	0.000	5192.447
64	65	0.000	4984.460	0.000	-167471.823	0.000	5192.447
65	65	0.000	5006.708	0.000	-167455.695	0.000	5688.858
65	66	0.000	5019.826	0.000	-168207.686	0.000	5688.858
66	66	0.000	5019.826	0.000	-168192.938	0.000	6109.359
66	67	0.000	5312.916	0.000	-185500.268	0.000	6109.359
67	67	0.000	-5322.061	0.000	-187434.004	0.000	-6229.981
67	68	0.000	-5028.972	0.000	-170096.037	0.000	-6229.981
68	68	0.000	-5028.972	0.000	-170111.080	0.000	-5804.722
68	69	0.000	-5015.854	0.000	-169357.718	0.000	-5804.722
69	69	0.000	-4993.606	0.000	-169374.181	0.000	-5302.672
69	70	0.000	-4655.674	0.000	-150075.642	0.000	-5302.672
70	70	0.000	-4631.562	0.000	-150103.493	0.000	-4445.015
70	71	0.000	-4310.668	0.000	-132219.053	0.000	-4445.015
71	71	0.000	-4286.364	0.000	-132243.603	0.000	-3642.179
71	72	0.000	-3938.411	0.000	-113737.888	0.000	-3642.179
72	72	0.000	-3913.888	0.000	-113759.984	0.000	-2870.308
72	73	0.000	-3544.254	0.000	-95114.664	0.000	-2870.308
73	73	0.000	-3519.486	0.000	-95132.740	0.000	-2190.850
73	74	0.000	-3168.409	0.000	-78413.033	0.000	-2190.850
74	74	0.000	-3143.405	0.000	-78426.682	0.000	-1630.706
74	75	0.000	-2811.600	0.000	-63539.197	0.000	-1630.706
75	75	0.000	-2786.333	0.000	-63549.224	0.000	-1176.817
75	76	0.000	-2474.205	0.000	-50397.903	0.000	-1176.817
76	76	0.000	-2448.719	0.000	-50405.023	0.000	-816.805

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
76	77	0.000	-2156.410	0.000	-38892.221	0.000	-816.805
77	77	0.000	-2124.834	0.000	-38897.063	0.000	-538.985
77	78	0.000	-1852.570	0.000	-28953.574	0.000	-538.985
78	78	0.000	-1816.428	0.000	-28956.685	0.000	-332.161
78	79	0.000	-1559.653	0.000	-20516.498	0.000	-332.161
79	79	0.000	-1522.473	0.000	-20518.347	0.000	-185.608
79	80	0.000	-1274.188	0.000	-13526.708	0.000	-185.608
80	80	0.000	-1233.461	0.000	-13527.689	0.000	-88.984
80	81	0.000	-991.961	0.000	-7964.143	0.000	-88.984
81	81	0.000	-952.977	0.000	-7964.576	0.000	-32.096
81	82	0.000	-785.597	0.000	-3723.148	0.000	-32.096
82	82	0.000	-750.226	0.000	-3723.282	0.000	-5.501
82	83	0.000	-305.025	0.000	-770.161	0.000	-5.501
83	83	0.000	-269.058	0.000	-770.181	0.000	0.000
83	84	0.000	-39.015	0.000	0.000	0.000	0.000
300	300	0.000	0.000	-25685.365	-1933.441	13231.662	0.000
300	301	0.000	0.000	-24915.106	-1933.441	13231.663	0.000
301	301	0.000	0.000	-24915.106	-1933.441	13231.663	0.000
301	302	0.000	0.000	-24162.995	-1933.441	13231.663	0.000
302	302	0.000	0.000	-23948.495	-1933.441	13231.663	0.000
302	303	0.000	0.000	-23214.532	-1933.441	13231.664	0.000
303	303	0.000	0.000	-23214.532	-1933.441	13231.664	0.000
303	304	0.000	0.000	-22498.717	-1933.441	13231.665	0.000
304	304	0.000	0.000	-22498.717	-1933.441	13231.665	0.000
304	305	0.000	0.000	-21801.050	-1933.441	13231.666	0.000
305	305	0.000	0.000	-21801.050	-1933.441	13231.666	0.000
305	306	0.000	0.000	-21121.532	-1933.441	13231.666	0.000
306	306	0.000	0.000	-21121.532	-1933.441	13231.666	0.000
306	307	0.000	0.000	-20460.162	-1933.441	13231.667	0.000
307	307	0.000	0.000	-20460.162	-1933.441	13231.667	0.000
307	308	0.000	0.000	-19816.939	-1933.441	13231.668	0.000
308	308	0.000	0.000	-19816.939	-1933.441	13231.668	0.000
308	309	0.000	0.000	-19191.865	-1933.441	13231.669	0.000
309	309	0.000	0.000	-19191.865	-1933.441	13231.669	0.000
309	310	0.000	0.000	-18584.939	-1933.441	13231.669	0.000
310	310	0.000	0.000	-18584.939	-1933.441	13231.669	0.000
310	311	0.000	0.000	-17996.162	-1933.441	13231.670	0.000
311	311	0.000	0.000	-17996.162	-1933.441	13231.670	0.000
311	312	0.000	0.000	-17425.532	-1933.441	13231.671	0.000
312	312	0.000	0.000	-17425.532	-1933.441	13231.671	0.000
312	313	0.000	0.000	-16873.050	-1933.441	13231.672	0.000
313	313	0.000	0.000	-16873.050	-1933.441	13231.672	0.000
313	314	0.000	0.000	-16338.717	-1933.441	13231.672	0.000
314	314	0.000	0.000	-16338.717	-1933.441	13231.672	0.000
314	315	0.000	0.000	-15822.532	-1933.441	13231.673	0.000
315	315	0.000	0.000	-15822.532	-1933.441	13231.673	0.000
315	316	0.000	0.000	-15324.495	-1933.441	13231.674	0.000
316	316	0.000	0.000	-15324.495	-1933.441	13231.674	0.000
316	317	0.000	0.000	-14844.606	-1933.441	13231.675	0.000
317	317	0.000	0.000	-14844.606	-1933.441	13231.675	0.000
317	318	0.000	0.000	-14382.865	-1933.441	13231.675	0.000
318	318	0.000	0.000	-14382.865	-1933.441	13231.675	0.000
318	319	0.000	0.000	-13939.273	-1933.441	13231.676	0.000
319	319	0.000	0.000	-13939.273	-1933.441	13231.676	0.000
319	320	0.000	0.000	-13513.828	-1933.441	13231.677	0.000
320	320	0.000	0.000	-13513.828	-1933.441	13231.677	0.000
320	321	0.000	0.000	-13106.532	-1933.441	13231.678	0.000
321	321	0.000	0.000	-13106.532	-1933.441	13231.678	0.000
321	322	0.000	0.000	-12717.384	-1933.441	13231.678	0.000
322	322	0.000	0.000	-12717.384	-1933.441	13231.678	0.000
322	323	0.000	0.000	-12346.384	-1933.441	13231.679	0.000
323	323	0.000	0.000	-12346.384	-1933.441	13231.679	0.000
323	324	0.000	0.000	-12016.087	-1933.441	13231.680	0.000
324	324	0.000	0.000	-12016.087	-1933.441	13231.680	0.000
324	325	0.000	0.000	-11725.199	-1933.441	13231.681	0.000
325	325	0.000	0.000	-11725.199	-1933.441	13231.681	0.000
325	326	0.000	0.000	-11449.865	-1933.441	13231.681	0.000
326	326	0.000	0.000	-11449.865	-1933.441	13231.681	0.000
326	67	0.000	0.000	-11190.087	-1933.441	13231.682	0.000

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
050	0.00	0.00	-28.34	28.45
051	-28.34	28.45	-135.45	137.10
052	-135.44	137.10	-287.70	281.16
053	-287.68	281.14	-447.63	438.31
054	-447.60	438.28	-614.64	596.22
055	-614.59	596.16	-744.50	752.49
056	-744.42	752.41	-864.02	899.95
057	-863.91	899.84	-972.92	1034.57
058	-972.78	1034.43	-1071.42	1154.03
059	-1071.26	1153.85	-1161.10	1253.99
060	-1160.90	1253.77	-1244.40	1340.46
061	-1244.17	1340.20	-1324.14	1412.43
062	-1323.89	1412.16	-1395.41	1467.24
063	-1395.16	1466.97	-1460.43	1509.56
064	-1460.17	1509.28	-1499.56	1414.53
065	-1499.41	1414.40	-1502.15	1416.28
066	-1502.02	1416.16	-1662.14	1562.96
067	-1679.46	1579.25	-1524.11	1433.17
068	-1524.24	1433.29	-1521.37	1430.94
069	-1521.52	1431.08	-1479.18	1513.98
070	-1479.46	1514.26	-1410.31	1458.75
071	-1410.57	1459.02	-1334.94	1390.55
072	-1335.20	1390.82	-1251.99	1306.08
073	-1252.23	1306.32	-1167.43	1210.45
074	-1167.63	1210.66	-1079.53	1105.59
075	-1079.70	1105.76	-985.57	985.93
076	-985.71	986.07	-884.15	855.24
077	-884.26	855.35	-774.38	715.36
078	-774.46	715.43	-604.07	567.58
079	-604.13	567.63	-426.50	412.11
080	-426.53	412.14	-271.47	265.87
081	-271.49	265.88	-131.91	132.22
082	-131.92	132.23	-29.01	28.73
083	-29.01	28.73	0.00	0.00
300	-531.36	-515.70	-528.13	-511.71
301	-528.13	-511.71	-525.19	-507.94
302	-520.60	-503.36	-502.69	-485.10
303	-502.69	-485.10	-500.26	-481.74
304	-500.26	-481.74	-479.33	-460.59
305	-479.33	-460.59	-477.54	-457.76
306	-477.54	-457.76	-476.06	-455.17
307	-476.06	-455.17	-474.95	-452.83
308	-474.95	-452.83	-474.15	-450.70
309	-474.15	-450.70	-473.85	-448.95
310	-473.85	-448.95	-474.02	-447.53
311	-474.02	-447.53	-474.63	-446.39
312	-474.63	-446.39	-475.89	-445.72
313	-475.89	-445.72	-477.69	-445.40
314	-477.69	-445.40	-480.29	-445.63
315	-480.29	-445.63	-483.68	-446.39
316	-483.68	-446.39	-487.96	-447.72
317	-487.96	-447.72	-493.12	-449.59
318	-493.12	-449.59	-499.53	-452.26
319	-499.53	-452.26	-507.23	-455.73
320	-507.23	-455.73	-516.27	-459.97
321	-516.27	-459.97	-527.15	-465.32
322	-527.15	-465.32	-539.86	-471.67
323	-539.86	-471.67	-624.56	-541.56
324	-624.56	-541.56	-646.43	-554.07
325	-646.43	-554.07	-674.68	-570.86
326	-674.68	-570.86	-704.50	-587.48
Máx	+0.00	+1579.25	+0.00	+1562.96
Ele	0050	0067	0083	0066
Mín	-1679.46	-570.86	-1662.14	-587.48
Ele	0067	0326	0066	0326

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
00300	-3.994e-07	+1.117e-04	+2.569e+04	+1.323e+04	-1.933e+03	+3.949e-04
Suma	-3.994e-07	+1.117e-04	+2.569e+04			

G.17 Pila prismática. Análisis no lineal. Transversal

En las siguientes páginas se incluyen los ficheros de datos y de resultados del modelo de 15 dovelas para la pila de 180 m de altura.

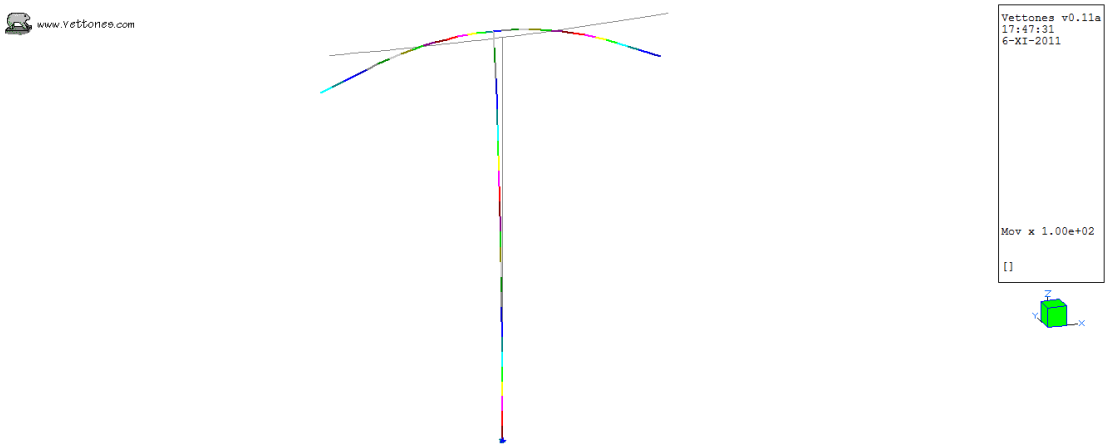


Figura G-12. Deformada de la "T" con quince dovelas. Análisis no lineal. Escala ampliada: x100

Movimientos principales:

- Giro transversal en coronación de pila -Nudo 67-: r_x= -0.002186 rad.

FICHERO DE DATOS

El fichero de datos es el mismo que el del cálculo lineal. Simplemente se modifica el tipo de análisis realizado: No lineal.

FICHERO DE RESULTADOS

```
RESULTADOS ESTRUCTURA
=====================

Hipótesis (1)
-------------
```

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00050	+1.233e-02	+1.440e-01	-2.196e-01	-2.819e-03	-4.179e-03	-2.042e-10
00051	+1.233e-02	+1.440e-01	-1.974e-01	-2.819e-03	-4.173e-03	-2.042e-10
00052	+1.233e-02	+1.440e-01	-1.753e-01	-2.814e-03	-4.130e-03	-2.042e-10
00053	+1.233e-02	+1.440e-01	-1.537e-01	-2.803e-03	-4.016e-03	-2.042e-10
00054	+1.233e-02	+1.440e-01	-1.330e-01	-2.783e-03	-3.826e-03	-2.042e-10
00055	+1.233e-02	+1.440e-01	-1.135e-01	-2.756e-03	-3.565e-03	-2.042e-10
00056	+1.233e-02	+1.440e-01	-9.549e-02	-2.723e-03	-3.249e-03	-2.042e-10
00057	+1.233e-02	+1.440e-01	-7.928e-02	-2.684e-03	-2.894e-03	-2.042e-10
00058	+1.233e-02	+1.440e-01	-6.500e-02	-2.640e-03	-2.514e-03	-2.042e-10
00059	+1.233e-02	+1.440e-01	-5.277e-02	-2.593e-03	-2.119e-03	-2.042e-10
00060	+1.233e-02	+1.440e-01	-4.262e-02	-2.540e-03	-1.721e-03	-2.042e-10
00061	+1.233e-02	+1.440e-01	-3.456e-02	-2.484e-03	-1.325e-03	-2.042e-10
00062	+1.233e-02	+1.440e-01	-2.854e-02	-2.423e-03	-9.385e-04	-2.042e-10
00063	+1.233e-02	+1.440e-01	-2.485e-02	-2.363e-03	-6.001e-04	-2.042e-10
00064	+1.233e-02	+1.440e-01	-2.290e-02	-2.306e-03	-3.080e-04	-2.042e-10
00065	+1.233e-02	+1.440e-01	-2.213e-02	-2.245e-03	-3.239e-05	-2.042e-10
00066	+1.233e-02	+1.440e-01	-2.213e-02	-2.243e-03	-2.247e-05	-2.042e-10
00067	+1.233e-02	+1.440e-01	-2.242e-02	**-2.186e-03**	+2.107e-04	-2.042e-10
00068	+1.233e-02	+1.440e-01	-2.354e-02	-2.244e-03	+4.466e-04	-2.047e-10
00069	+1.233e-02	+1.440e-01	-2.361e-02	-2.246e-03	+4.566e-04	-2.047e-10
00070	+1.233e-02	+1.440e-01	-2.608e-02	-2.308e-03	+7.341e-04	-2.047e-10
00071	+1.233e-02	+1.440e-01	-2.973e-02	-2.366e-03	+1.024e-03	-2.047e-10
00072	+1.233e-02	+1.440e-01	-3.532e-02	-2.425e-03	+1.355e-03	-2.047e-10
00073	+1.233e-02	+1.440e-01	-4.338e-02	-2.486e-03	+1.728e-03	-2.047e-10
00074	+1.233e-02	+1.440e-01	-5.340e-02	-2.541e-03	+2.103e-03	-2.047e-10
00075	+1.233e-02	+1.440e-01	-6.539e-02	-2.590e-03	+2.476e-03	-2.047e-10
00076	+1.233e-02	+1.440e-01	-7.934e-02	-2.635e-03	+2.842e-03	-2.047e-10
00077	+1.233e-02	+1.440e-01	-9.517e-02	-2.676e-03	+3.193e-03	-2.047e-10
00078	+1.233e-02	+1.440e-01	-1.128e-01	-2.712e-03	+3.520e-03	-2.047e-10
00079	+1.233e-02	+1.440e-01	-1.321e-01	-2.742e-03	+3.808e-03	-2.047e-10
00080	+1.233e-02	+1.440e-01	-1.527e-01	-2.767e-03	+4.039e-03	-2.047e-10
00081	+1.233e-02	+1.440e-01	-1.744e-01	-2.784e-03	+4.207e-03	-2.047e-10
00082	+1.233e-02	+1.440e-01	-1.969e-01	-2.795e-03	+4.309e-03	-2.047e-10
00083	+1.233e-02	+1.440e-01	-2.199e-01	-2.799e-03	+4.349e-03	-2.047e-10
00084	+1.233e-02	+1.440e-01	-2.430e-01	-2.800e-03	+4.355e-03	-2.047e-10
00300	-8.099e-27	-2.407e-24	-2.569e-16	-8.491e-05	+1.171e-05	-8.296e-24
00301	+8.429e-05	+6.746e-04	-8.839e-04	-1.175e-04	+1.358e-05	-1.537e-12
00302	+1.814e-04	+1.570e-03	-1.762e-03	-1.513e-04	+1.557e-05	-3.187e-12
00303	+2.924e-04	+2.696e-03	-2.626e-03	-1.865e-04	+1.771e-05	-4.962e-12
00304	+4.178e-04	+4.060e-03	-3.459e-03	-2.228e-04	+1.994e-05	-6.874e-12
00305	+5.587e-04	+5.672e-03	-4.288e-03	-2.607e-04	+2.233e-05	-8.939e-12
00306	+7.159e-04	+7.540e-03	-5.081e-03	-2.997e-04	+2.481e-05	-1.117e-11
00307	+8.902e-04	+9.674e-03	-5.870e-03	-3.405e-04	+2.748e-05	-1.359e-11
00308	+1.083e-03	+1.209e-02	-6.656e-03	-3.833e-04	+3.038e-05	-1.622e-11
00309	+1.296e-03	+1.479e-02	-7.438e-03	-4.283e-04	+3.351e-05	-1.909e-11
00310	+1.531e-03	+1.781e-02	-8.218e-03	-4.756e-04	+3.691e-05	-2.222e-11
00311	+1.789e-03	+2.114e-02	-8.997e-03	-5.255e-04	+4.061e-05	-2.564e-11
00312	+2.073e-03	+2.482e-02	-9.774e-03	-5.782e-04	+4.465e-05	-2.940e-11
00313	+2.386e-03	+2.886e-02	-1.055e-02	-6.341e-04	+4.906e-05	-3.354e-11
00314	+2.729e-03	+3.329e-02	-1.133e-02	-6.936e-04	+5.391e-05	-3.811e-11
00315	+3.106e-03	+3.812e-02	-1.211e-02	-7.570e-04	+5.923e-05	-4.318e-11
00316	+3.521e-03	+4.340e-02	-1.289e-02	-8.248e-04	+6.511e-05	-4.881e-11
00317	+3.976e-03	+4.914e-02	-1.367e-02	-8.976e-04	+7.161e-05	-5.511e-11
00318	+4.478e-03	+5.538e-02	-1.446e-02	-9.761e-04	+7.884e-05	-6.217e-11
00319	+5.030e-03	+6.217e-02	-1.526e-02	-1.061e-03	+8.690e-05	-7.013e-11
00320	+5.640e-03	+6.956e-02	-1.606e-02	-1.154e-03	+9.592e-05	-7.914e-11
00321	+6.313e-03	+7.758e-02	-1.687e-02	-1.255e-03	+1.061e-04	-8.940e-11
00322	+7.058e-03	+8.632e-02	-1.770e-02	-1.366e-03	+1.175e-04	-1.012e-10
00323	+7.886e-03	+9.584e-02	-1.854e-02	-1.489e-03	+1.306e-04	-1.147e-10

n	ux	uy	uz	rx	ry	rz
00324	+8.806e-03	+1.062e-01	-1.939e-02	-1.626e-03	+1.455e-04	-1.313e-10
00325	+9.838e-03	+1.176e-01	-2.038e-02	-1.790e-03	+1.643e-04	-1.519e-10
00326	+1.101e-02	+1.302e-01	-2.140e-02	-1.976e-03	+1.860e-04	-1.762e-10

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
50	50	0.000	29.733	0.000	0.000	0.000	0.000
50	51	0.000	256.759	0.000	-716.229	0.000	0.000
51	51	0.000	283.251	0.000	-716.211	0.000	5.116
51	52	0.000	725.497	0.000	-3553.076	0.000	5.116
52	52	0.000	757.215	0.000	-3552.948	0.000	30.495
52	53	0.000	919.373	0.000	-7639.411	0.000	30.495
53	53	0.000	955.161	0.000	-7638.999	0.000	85.061
53	54	0.000	1190.765	0.000	-13003.801	0.000	85.061
54	54	0.000	1223.650	0.000	-13002.862	0.000	177.942
54	55	0.000	1468.554	0.000	-19733.359	0.000	177.942
55	55	0.000	1503.514	0.000	-19731.585	0.000	318.889
55	56	0.000	1762.642	0.000	-27896.959	0.000	318.889
56	56	0.000	1801.526	0.000	-27893.969	0.000	518.143
56	57	0.000	2079.410	0.000	-37596.290	0.000	518.143
57	57	0.000	2117.811	0.000	-37591.630	0.000	786.673
57	58	0.000	2414.560	0.000	-48922.533	0.000	786.673
58	58	0.000	2450.365	0.000	-48915.666	0.000	1136.096
58	59	0.000	2765.932	0.000	-61956.385	0.000	1136.096
59	59	0.000	2795.420	0.000	-61946.690	0.000	1578.609
59	60	0.000	3129.823	0.000	-76759.771	0.000	1578.609
60	60	0.000	3154.827	0.000	-76746.537	0.000	2126.848
60	61	0.000	3507.796	0.000	-93403.063	0.000	2126.848
61	61	0.000	3532.564	0.000	-93385.489	0.000	2793.953
61	62	0.000	3903.501	0.000	-111975.615	0.000	2793.953
62	62	0.000	3928.024	0.000	-111954.079	0.000	3553.718
62	63	0.000	4276.723	0.000	-130414.731	0.000	3553.718
63	63	0.000	4301.027	0.000	-130390.751	0.000	4345.451
63	64	0.000	4622.292	0.000	-148237.368	0.000	4345.451
64	64	0.000	4646.404	0.000	-148210.117	0.000	5192.447
64	65	0.000	4984.460	0.000	-167471.823	0.000	5192.447
65	65	0.000	5006.708	0.000	-167455.695	0.000	5688.858
65	66	0.000	5019.826	0.000	-168207.686	0.000	5688.858
66	66	0.000	5019.826	0.000	-168192.938	0.000	6109.359
66	67	0.000	5312.916	0.000	-185500.268	0.000	6109.359
67	67	0.000	-5322.061	0.000	-187434.004	-0.001	-6229.981
67	68	0.000	-5028.972	0.000	-170096.037	0.000	-6229.981
68	68	0.000	-5028.972	0.000	-170111.080	0.000	-5804.722
68	69	0.000	-5015.854	0.000	-169357.718	0.000	-5804.722
69	69	0.000	-4993.606	0.000	-169374.181	0.000	-5302.672
69	70	0.000	-4655.674	0.000	-150075.642	0.000	-5302.672
70	70	0.000	-4631.562	0.000	-150103.493	0.000	-4445.015
70	71	0.000	-4310.668	0.000	-132219.053	0.000	-4445.015
71	71	0.000	-4286.364	0.000	-132243.603	0.000	-3642.179
71	72	0.000	-3938.411	0.000	-113737.888	0.000	-3642.179
72	72	0.000	-3913.888	0.000	-113759.984	0.000	-2870.308
72	73	0.000	-3544.254	0.000	-95114.664	0.000	-2870.308
73	73	0.000	-3519.486	0.000	-95132.740	0.000	-2190.850
73	74	0.000	-3168.409	0.000	-78413.033	0.000	-2190.850
74	74	0.000	-3143.405	0.000	-78426.682	0.000	-1630.706
74	75	0.000	-2811.600	0.000	-63539.197	0.000	-1630.706
75	75	0.000	-2786.333	0.000	-63549.224	0.000	-1176.817
75	76	0.000	-2474.205	0.000	-50397.903	0.000	-1176.817
76	76	0.000	-2448.719	0.000	-50405.023	0.000	-816.805
76	77	0.000	-2156.410	0.000	-38892.221	0.000	-816.805
77	77	0.000	-2124.834	0.000	-38897.063	0.000	-538.985
77	78	0.000	-1852.570	0.000	-28953.574	0.000	-538.985
78	78	0.000	-1816.428	0.000	-28956.685	0.000	-332.161
78	79	0.000	-1559.653	0.000	-20516.498	0.000	-332.161
79	79	0.000	-1522.473	0.000	-20518.347	0.000	-185.608
79	80	0.000	-1274.188	0.000	-13526.708	0.000	-185.608
80	80	0.000	-1233.461	0.000	-13527.689	0.000	-88.984
80	81	0.000	-991.961	0.000	-7964.143	0.000	-88.984
81	81	0.000	-952.977	0.000	-7964.576	0.000	-32.096
81	82	0.000	-785.597	0.000	-3723.148	0.000	-32.096
82	82	0.000	-750.226	0.000	-3723.282	0.000	-5.501
82	83	0.000	-305.025	0.000	-770.161	0.000	-5.501
83	83	0.000	-269.058	0.000	-770.181	0.000	0.000
83	84	0.000	-39.015	0.000	0.000	0.000	0.000

ele	nudo	Vx	Vy	Nz	Mx	My	Tz
300	300	0.000	0.000	-25684.365	-2108.067	15283.339	-0.001
300	301	0.000	0.000	-24914.106	-2105.967	15266.535	-0.001
301	301	0.000	0.000	-24914.106	-2105.967	15266.535	-0.001
301	302	0.000	0.000	-24161.995	-2103.620	15244.891	-0.001
302	302	0.000	0.000	-23947.495	-2103.620	15244.891	-0.001
302	303	0.000	0.000	-23213.532	-2101.045	15218.757	-0.001
303	303	0.000	0.000	-23213.532	-2101.045	15218.757	-0.001
303	304	0.000	0.000	-22497.717	-2098.222	15188.067	-0.001
304	304	0.000	0.000	-22497.717	-2098.222	15188.067	-0.001
304	305	0.000	0.000	-21800.050	-2095.150	15152.936	-0.001
305	305	0.000	0.000	-21800.050	-2095.150	15152.936	-0.001
305	306	0.000	0.000	-21120.532	-2091.831	15113.486	-0.001
306	306	0.000	0.000	-21120.532	-2091.831	15113.486	-0.001
306	307	0.000	0.000	-20459.162	-2088.265	15069.824	-0.001
307	307	0.000	0.000	-20459.162	-2088.265	15069.824	-0.001
307	308	0.000	0.000	-19815.939	-2084.443	15022.011	-0.001
308	308	0.000	0.000	-19815.939	-2084.443	15022.011	-0.001
308	309	0.000	0.000	-19190.865	-2080.357	14970.092	-0.001
309	309	0.000	0.000	-19190.865	-2080.357	14970.092	-0.001
309	310	0.000	0.000	-18583.939	-2075.994	14914.101	-0.001
310	310	0.000	0.000	-18583.939	-2075.994	14914.101	-0.001
310	311	0.000	0.000	-17995.162	-2071.344	14854.054	-0.001
311	311	0.000	0.000	-17995.162	-2071.344	14854.054	-0.001
311	312	0.000	0.000	-17424.532	-2066.392	14789.950	-0.001
312	312	0.000	0.000	-17424.532	-2066.392	14789.950	-0.001
312	313	0.000	0.000	-16872.050	-2061.122	14721.767	-0.001
313	313	0.000	0.000	-16872.050	-2061.122	14721.767	-0.001
313	314	0.000	0.000	-16337.717	-2055.514	14649.462	-0.001
314	314	0.000	0.000	-16337.717	-2055.514	14649.462	-0.001
314	315	0.000	0.000	-15821.532	-2049.547	14572.964	-0.001
315	315	0.000	0.000	-15821.532	-2049.547	14572.964	-0.001
315	316	0.000	0.000	-15323.495	-2043.196	14492.173	-0.001
316	316	0.000	0.000	-15323.495	-2043.196	14492.173	-0.001
316	317	0.000	0.000	-14843.606	-2036.431	14406.953	-0.001
317	317	0.000	0.000	-14843.606	-2036.431	14406.953	-0.001
317	318	0.000	0.000	-14381.865	-2029.219	14317.130	-0.001
318	318	0.000	0.000	-14381.865	-2029.219	14317.130	-0.001
318	319	0.000	0.000	-13938.273	-2021.518	14222.481	-0.001
319	319	0.000	0.000	-13938.273	-2021.518	14222.481	-0.001
319	320	0.000	0.000	-13512.828	-2013.284	14122.727	-0.001
320	320	0.000	0.000	-13512.828	-2013.284	14122.727	-0.001
320	321	0.000	0.000	-13105.532	-2004.459	14017.524	-0.001
321	321	0.000	0.000	-13105.532	-2004.459	14017.524	-0.001
321	322	0.000	0.000	-12716.384	-1994.980	13906.444	-0.001
322	322	0.000	0.000	-12716.384	-1994.980	13906.444	-0.001
322	323	0.000	0.000	-12345.384	-1984.769	13788.965	-0.001
323	323	0.000	0.000	-12345.384	-1984.769	13788.965	-0.001
323	324	0.000	0.000	-12015.087	-1973.712	13664.205	-0.001
324	324	0.000	0.000	-12015.087	-1973.712	13664.205	-0.001
324	325	0.000	0.000	-11724.199	-1961.606	13530.687	-0.001
325	325	0.000	0.000	-11724.199	-1961.606	13530.687	-0.001
325	326	0.000	0.000	-11448.865	-1948.237	13386.929	-0.001
326	326	0.000	0.000	-11448.865	-1948.237	13386.929	-0.001
326	67	0.000	0.000	-11189.087	-1933.441	13231.682	-0.001

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
050	0.00	0.00	-28.34	28.45
051	-28.34	28.45	-135.45	137.10
052	-135.44	137.10	-287.70	281.16
053	-287.68	281.14	-447.63	438.31
054	-447.60	438.28	-614.64	596.22
055	-614.59	596.16	-744.50	752.49
056	-744.42	752.41	-864.02	899.95
057	-863.91	899.84	-972.92	1034.57
058	-972.78	1034.43	-1071.42	1154.03
059	-1071.26	1153.85	-1161.10	1253.99
060	-1160.90	1253.77	-1244.40	1340.46
061	-1244.17	1340.20	-1324.14	1412.43
062	-1323.89	1412.16	-1395.41	1467.24
063	-1395.16	1466.97	-1460.43	1509.56
064	-1460.17	1509.28	-1499.56	1414.53
065	-1499.41	1414.40	-1502.15	1416.28
066	-1502.02	1416.16	-1662.14	1562.96
067	-1679.46	1579.25	-1524.11	1433.17

Ele	Sinf1	Ssup1	Sinf2	Ssup2
068	-1524.24	1433.29	-1521.37	1430.94
069	-1521.52	1431.08	-1479.18	1513.98
070	-1479.46	1514.26	-1410.31	1458.75
071	-1410.57	1459.02	-1334.94	1390.55
072	-1335.20	1390.82	-1251.99	1306.08
073	-1252.23	1306.32	-1167.43	1210.45
074	-1167.63	1210.66	-1079.53	1105.59
075	-1079.70	1105.76	-985.57	985.93
076	-985.71	986.07	-884.15	855.24
077	-884.26	855.35	-774.38	715.36
078	-774.46	715.43	-604.07	567.58
079	-604.13	567.63	-426.50	412.11
080	-426.53	412.14	-271.47	265.87
081	-271.49	265.88	-131.91	132.22
082	-131.92	132.23	-29.01	28.73
083	-29.01	28.73	0.00	0.00
300	-531.34	-515.68	-528.11	-511.69
301	-528.11	-511.69	-525.17	-507.92
302	-520.58	-503.34	-502.67	-485.08
303	-502.67	-485.08	-500.24	-481.72
304	-500.24	-481.72	-479.31	-460.57
305	-479.31	-460.57	-477.51	-457.74
306	-477.51	-457.74	-476.04	-455.14
307	-476.04	-455.14	-474.93	-452.81
308	-474.93	-452.81	-474.12	-450.68
309	-474.12	-450.68	-473.83	-448.93
310	-473.83	-448.93	-474.00	-447.51
311	-474.00	-447.51	-474.60	-446.37
312	-474.60	-446.37	-475.86	-445.70
313	-475.86	-445.70	-477.66	-445.37
314	-477.66	-445.37	-480.26	-445.60
315	-480.26	-445.60	-483.65	-446.36
316	-483.65	-446.36	-487.93	-447.69
317	-487.93	-447.69	-493.09	-449.56
318	-493.09	-449.56	-499.50	-452.23
319	-499.50	-452.23	-507.19	-455.70
320	-507.19	-455.70	-516.24	-459.93
321	-516.24	-459.93	-527.11	-465.28
322	-527.11	-465.28	-539.82	-471.63
323	-539.82	-471.63	-624.51	-541.51
324	-624.51	-541.51	-646.38	-554.02
325	-646.38	-554.02	-674.63	-570.81
326	-674.63	-570.81	-704.44	-587.42
Máx	+0.00	+1579.25	+0.00	+1562.96
Ele	0050	0067	0083	0066
Mín	-1679.46	-570.81	-1662.14	-587.42
Ele	0067	0326	0066	0326

n	fx	fy	fz	mx	my	mz
00300	+8.099e-07	+2.407e-04	+2.569e+04	+1.528e+04	-2.108e+03	+8.296e-04
Suma	+8.099e-07	+2.407e-04	+2.569e+04			