

DIFERENTES CRITERIOS DE ENSAYO DE LAS CARACTERISTICAS TENSION-
ALARGAMIENTO DE LOS HILOS

Si queremos obtener los valores absolutos de los alargamientos y tensiones, por ser funciones asintóticas del tiempo, tenemos que dejar transcurrir un tiempo teóricamente infinito, y en la práctica bastante considerable, con velocidades de descenso de la pinza próximas a cero. La medición sería entonces estática, como la que se efectúa en una balanza de platillos en el momento de alcanzar el fiel su posición de equilibrio.

Sin embargo, en la práctica industrial e incluso en los laboratorios, esto resulta imposible debido a que los ensayos se harían interminables. Usualmente se opera a velocidades bastante altas, con lo que, principalmente en los dinamómetros registradores, los valores y curvas obtenidos representan unos valores instantáneos cualesquiera de la tensión y del alargamiento. Basta dar una ojeada a la figura 2 para percatarse de que a cada valor de la tensión pueden corresponder una infinidad de valores del alargamiento y viceversa, pues la relación entre ambas magnitudes depende del tiempo T transcurrido durante el en-

sayo según una función compleja y desconocida en los métodos usuales de ensayo dinamométrico.

De las tres magnitudes que intervienen en el ensayo (la tensión unitaria σ , el alargamiento unitario ϵ y el tiempo T) la relación entre las dos primeras, depende de las características tensión-alargamiento del hilo que se ensaya y por tanto no dependen del dinamómetro. Estas características son precisas ^{men te} las que se pretende investigar.

Por tanto, para que los ensayos dinamométricos sean reproducibles sólo existen dos procedimientos de ensayo susceptibles de ser empleados con éxito:

$$\sigma = f(T) \quad \text{o bien} \quad \epsilon = f'(T)$$

De todas las funciones posibles, las más fáciles de conseguir y reproducir en los dinamómetros y al propio tiempo las más sencillas, son:

$$d\sigma = k dT \quad \text{o bien} \quad d\epsilon = k' dT$$

que pueden expresarse respectivamente en la siguiente forma:

$$\frac{d\sigma}{dT} = k \quad (\text{gradiente de tensión constante})$$

$$\frac{d\epsilon}{dT} = k' \quad (\text{gradiente de alargamiento constante})$$

El primero es un método muy racional y aplicable a toda

clase de fibras. Es insustituible para las de módulo de elasticidad elevado. Se utiliza mucho en Norteamérica para ensayos industriales.

El segundo puede efectuarse en aparatos más simples, siendo adoptado en muchos laboratorios de investigación (8). Siguiendo este método, sin embargo, no entra en consideración el concepto de "alargamiento diferido", y en cambio aparece el de "pérdida diferida de tensión" a longitud constante, del cual hablaremos en el momento oportuno.

DINAMOMETROS DE PENDULO

No vamos a describir aquí los órganos ni el mecanismo de los dinamómetros de péndulo, que son sobradamente conocidos, sino a discutir su funcionamiento. Como hemos podido comprobar por el estudio anterior, el tiempo empleado en efectuar un ensayo influye considerablemente en el resultado del mismo.

LEY DE CARGA DE LOS DINAMOMETROS DE PENDULO

Veamos en un dinamómetro de péndulo usual, cual es su ley de carga y si ésta se acerca a uno de los dos criterios de ensayo indicados más arriba. Supondremos que la pinza superior va sujeta a una cadena que a su vez se enrolla en la periferia de un tambor cilíndrico de radio r . (ver figuras 4 y 5). Esta es la disposición más corriente (dinamómetros Manich, Schopper, etc.).

Si establecemos la ecuación de equilibrio para una tensión t cualquiera, tenemos:

$$P l \operatorname{sen} \alpha = t r$$

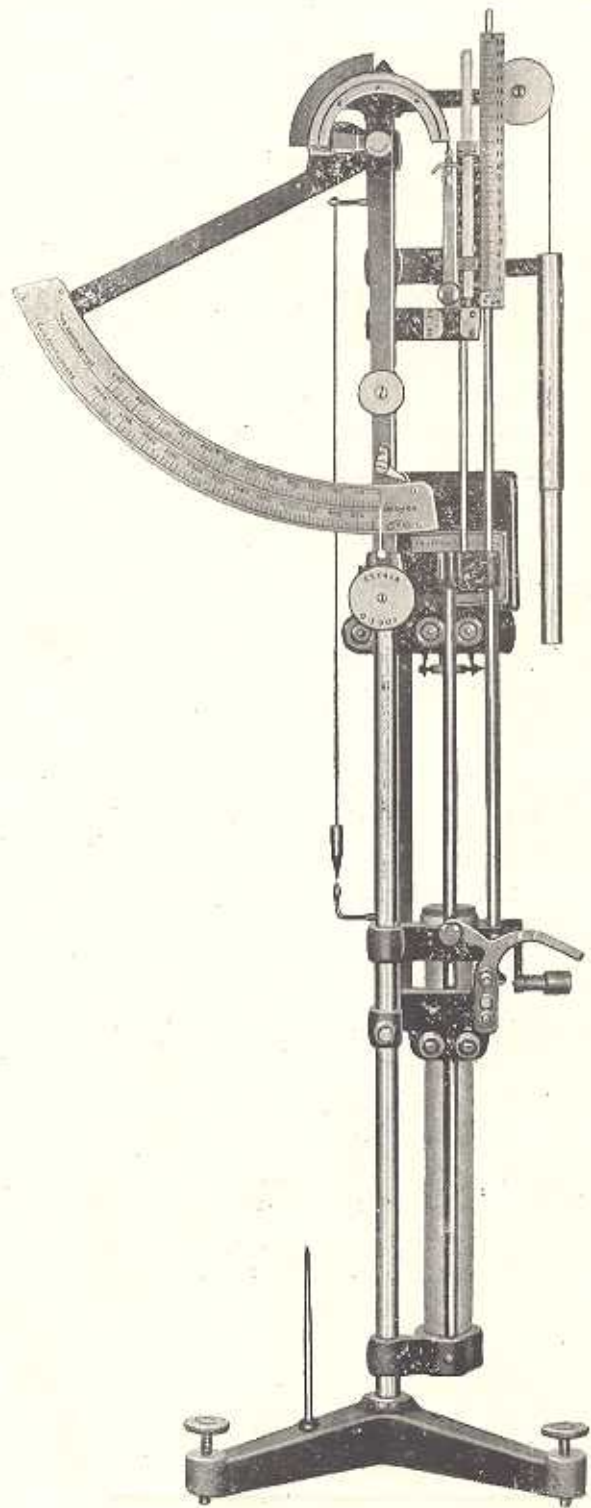


Figura: 4

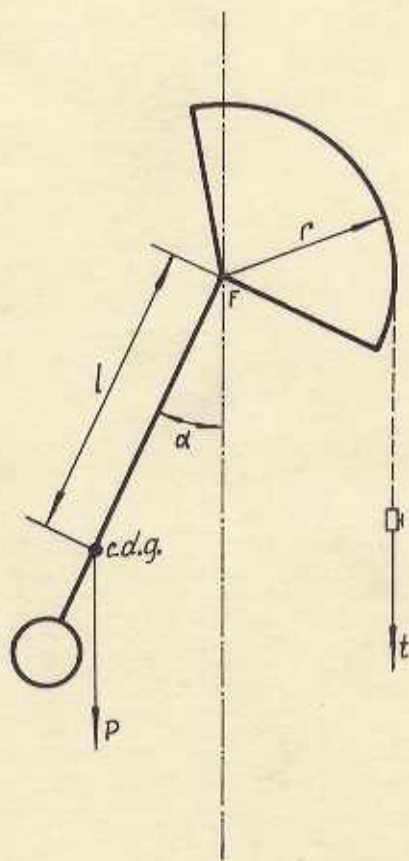


Figura: 5

(siendo P = peso del péndulo; l = distancia de su c.d.g. al eje de giro; α = ángulo descrito; r = radio del tambor donde se enrolla la cadena; d = camino recorrido por la pinza superior a partir de la carga $\sigma = Ogr$)

$$\text{de donde: } t = \frac{P l}{r} \text{ sen } \alpha$$

$$\text{pero como: } d = \alpha r; \quad \alpha = \frac{d}{r}$$

$$\text{resulta: } t = \frac{P l}{r} \text{ sen } \frac{d}{r}$$

o sea que la tensión adquirida por el hilo es proporcional al seno de d/r . Sólo para valores muy pequeños de d/r podremos considerar t una función lineal de d . Generalmente los constructores para disminuir dicho defecto utilizan cuadrantes que abarcan arcos no muy extensos (unos 45° como máximo). Sin embargo puede corregirse por completo enrollando la cadena en un tambor no cilíndrico, de modo que resulte:

$$t = K d$$

como en el dinamómetro Guggenheim (7). En este caso, si la pinza superior desciende a velocidad constante v , obtendremos un gradiente de tensión constante, por ser: $d = vt$

Desgraciadamente la pinza animada de una velocidad constante V es la inferior, mientras que la superior se desplaza a una velocidad $v < V$:

$$v = V - \frac{d l}{d T}$$

Como el valor $d l$ es precisamente el que estamos buscando, resulta imposible conocer a priori la velocidad v de la pinza superior y por ende la ley de carga a que sometemos el hilo.

Veamos un ejemplo aproximado de lo que ocurre en un dinamómetro de péndulo corriente.

Ensayamos un hilo de rayón 100/40 den., que acusa una carga de rotura de 170 gr y un alargamiento a la rotura de 14 %. Utilizaremos la escala 0 - 600 gr, y la velocidad de la pinza inferior constante de 500 mm/min = 8,33 mm/seg recomendada por el constructor. La longitud de prueba es de 500 mm.

Para que el dinamómetro llegue a marcar 170 gr, la pinza superior debe descender 12 mm, que hacen necesario un descenso equivalente de la pinza inferior. Además, el hilo se alarga un 14 %, lo cual requiere 70 mm más de descenso de la pinza inferior para la longitud de prueba empleada. Los tiempos empleados por la pinza inferior para descender las alturas indicadas, son:

Tiempo empleado para poner el dinamómetro en tensión: 1,40 seg.

Tiempo empleado para compensar el alargamiento: 8,40 "

Tiempo total 9,80 "

Consecuencias

a).- Es mucho mayor el tiempo empleado para compensar el alargamiento del hilo, que para ponerlo en tensión, por lo cual no nos acercamos, ni siquiera de un modo aproximado a la ley de carga del dinamómetro.

b).- Las condiciones de ensayo se aproximan mucho más a las de gradiente de alargamiento constante, que a las de gradiente de tensión constante, sin ser exactamente ni las unas ni las otras.

Influencia de la longitud de prueba

Es sabido que al efectuar un ensayo dinamométrico, a mayor longitud de prueba, menor resistencia. El profesor Blanxart (2) lo atribuye a que a mayor longitud de prueba, mayor probabilidad de que existan puntos flacos, opinión que es compartida por la mayor parte de autores.

Sin embargo queremos hacer notar que existe otra causa bien patente a la luz de los hechos que hemos expuesto. Supongamos que ensayamos un hilo de rayón 100/40 den. con una longitud de prueba 10 veces menor que la normal, o sea 50 mm, en el mismo dinamómetro, con la misma velocidad de pinza y en la misma escala que en el ejemplo anterior. Suponiendo que el alar-

gamiento a la rotura sea igualmente de un 14 %, el alargamiento absoluto será únicamente de 7 mm. Los tiempos necesarios serán:

Tiempo empleado para poner el dinamómetro en tensión:	1,40 seg.
Tiempo empleado para compensar el alargamiento:	0,84 "
	<hr/>
Tiempo total	2,24 "

O sea que el tiempo total no llega a ser la cuarta parte del anterior. Como hemos visto anteriormente (fig.2), los ensayos más rápidos acusan resistencias superiores.

Puede decirse, en líneas generales, que cuando se utiliza una gran longitud de prueba, las condiciones se aproximan mucho a las de gradiente de alargamiento constante, mientras que utilizando una longitud muy reducida, las condiciones de ensayo se acercan a las de gradiente de tensión constante (suponiendo que el dinamómetro tiene una ley de carga rectilínea).

Ambos procedimientos tienen sus inconvenientes. El primero, exige grandes dimensiones del aparato y elevadas velocidades de pinza para conseguir valores de $\frac{d\varepsilon}{dT}$ aceptables.

El segundo ofrece dificultades para la medición del alargamiento, ya que el valor absoluto de éste es pequeñísimo. La velocidad de la pinza debería estar de acuerdo con el título.

Influencia del título

Si en el mismo dinamómetro y en las mismas condiciones del primer ejemplo ensayamos un hilo 300 den., los tiempos empleados serán:

Tiempo empleado para poner el dinamómetro en tensión:	4,20 seg.
Tiempo empleado para compensar el alargamiento:	8,40 "
	<hr/>
Tiempo total	12,60 "

O sea un tiempo mayor. Por tanto la resistencia hallada será menor, tal como confirma la práctica.

Influencia del tipo de dinamómetro

Si en vez de utilizar la escala 0 - 600 gr, utilizamos la escala 0 - 3000 gr, lo cual se obtiene aumentando P, ó l, ó ambas a la vez, el tiempo empleado para poner el dinamómetro en tensión será aproximadamente cinco veces menor. Por tanto la resistencia acusada será mayor que en el caso anterior.

El mismo fenómeno ocurre al efectuar ensayos en dinamómetros de distinta construcción, ya que en general P, l y r no son iguales en los distintos aparatos. Es nuestra opinión que estas tres dimensiones deberían ser normalizadas en los dinamómetros de péndulo usuales.

UTILIZACION DE LOS DINAMOMETROS DE PENDULO PARA LA OBTENCION
DEL DIAGRAMA TENSION-ALARGAMIENTO

Debemos hacer notar que los tiempos totales empleados en los ensayos anteriores (12,6 seg. como máximo), entran de lleno en la zona de variaciones rápidas del alargamiento (ver fig. 2). Sería mucho más racional disminuir la velocidad de la pinza de modo que la duración total del ensayo fuera de 1 a 2 minutos, zona en que tanto los alargamientos como las cargas de rotura varían poco con el tiempo.

Además, empleando grandes longitudes de prueba, el tiempo necesario para poner el hilo en tensión sería muy pequeño comparado con el empleado para compensar su alargamiento, con lo cual las condiciones de ensayo se aproximarían casi sin error las de gradiente de alargamiento constante, y las condiciones de ensayo en dinamómetros de distinta construcción sólo dependerían de la velocidad de la pinza inferior. De este modo en ensayos industriales podría compensarse la pérdida de tiempo ocasionada por la mayor duración de cada ensayo, con el menor número de los que serían necesarios para obtener promedios aceptables.

Quizás sorprenderá que expresemos este criterio tan opues-

to al del BISFA. Intentaremos justificarlo.

Del examen del gráfico fig. 2 se desprende que la carga de rotura depende de la duración del ensayo. Para ensayos de corta duración, la resistencia a la rotura es mucho mayor. Sin embargo dicho valor no aumenta indefinidamente con la velocidad del ensayo, sino que tiende asintóticamente a un valor fijo y determinado que podríamos denominar "carga de rotura superior" σ_s .

Del mismo modo la carga de rotura no disminuye indefinidamente al aumentar la duración del ensayo, sino que tiende a otro límite que por analogía podríamos llamar "carga de rotura inferior" σ_i .

Para ilustrar lo expuesto reproducimos dos gráficos debidos a Leblanc y Laborde (6), en los cuales podemos ver (fig.6) que para obtener σ_s son perfectamente aprovechables los valores obtenidos con velocidades de la pinza superiores a 4,5 mm/seg = 270 mm/min, y para obtener σ_i con una duración mínima del ensayo de 200 segundos.

Por tanto las reglas del BISFA visan a obtener σ_s . Es evidente que la aplicación de dicho valor tiene mayores ventajas que el σ_i en el campo comercial, y que incluso este sistema de ensayo puede dar valores de la resistencia a la rotura bastante concordantes entre sí. Pero detengámonos un momento

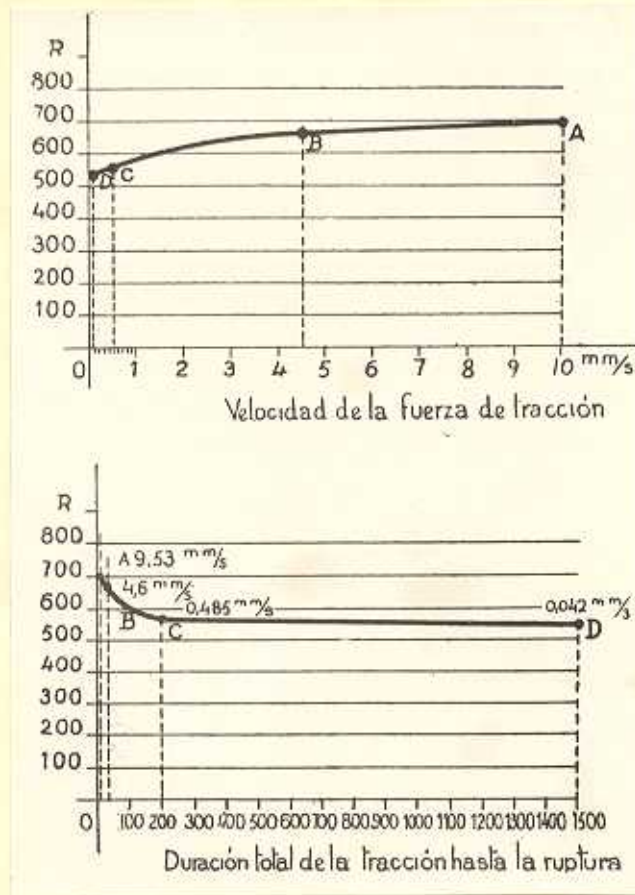


Figura: 6

a reflexionar sobre los diagramas tensión-alargamiento que se obtendrían por ejemplo en un dinamómetro registrador siguiendo las reglas del BISFA.

Suponiendo que existiese un tipo ideal de dinamómetro registrador que permitiese alcanzar instantáneamente la carga de rotura, obtendríamos un gráfico tensión-alargamiento en que el alargamiento total a.t. sólo estaría constituido por el alargamiento elástico inmediato:

$$a. t. = a. e. i.$$

Por el contrario, en un dinamómetro registrador de tipo corriente, con una velocidad de descenso de la pinza infinitamente pequeña, obtendríamos una curva representativa del alargamiento total, compuesto del alargamiento elástico inmediato a. e. i., más el alargamiento elástico diferido a. e. d., más el alargamiento permanente a. p.:

$$a. t. = a. e. i. + a. e. d. + a. p.$$

Ensayando según las reglas del BISFA obtendríamos una curva situada en forma imprecisa entre las representativas del alargamiento elástico inmediato y del alargamiento total:

$$\text{curva BISFA} = a. e. i. + \text{parte del a. e. d.} + \text{parte del a. p.}$$

que no representa nada en concreto y que, además, por estar situada en la zona de la máxima variación de los alargamientos diferidos, acusaría diferencias notables entre los distintos ensayos debidas a ínfimas variaciones del tiempo empleado en los mismos.

Otro factor desfavorable que hay que tener en cuenta al utilizar estas elevadas velocidades de pinza es la considerable inercia de la parte móvil en el momento en que la pinza inferior inicia su descenso. Se puede comprobar en este tipo de ensayos a elevada velocidad, que al iniciar su descenso la pin-

za inferior el hilo recibe una sobretensión inicial debida a la inercia del péndulo. Este inicia su carrera ascendente acelerando rápidamente a causa de la sobretensión del hilo y sobrepasando la posición de equilibrio. Pero el hilo entonces se ha aflojado siendo su tensión insuficiente para continuar arrastrando el péndulo. Este retrocedería a no ser por los gatillos de retención que se lo impiden, quedando parado unos instantes. La pinza inferior continua entretanto descendiendo, lo que va aumentando nuevamente la tensión del hilo hasta que vuelve a ponerse en marcha el péndulo dando un segundo tirón más débil que el primero sin llegar a detenerse. Prosigue ascendiendo el péndulo dando sacudidas cada vez menos intensas hasta llegar a la rotura del hilo.

Estas condiciones de ensayo desde luego, distan mucho de ser las ideales, desde el punto de vista de su reproducibilidad.

Método operatorio

Para obtener los gráficos tensión-alargamiento hemos seguido el método recomendado por el profesor Blanxart (2), y que consiste en detener el dinamómetro en un punto determinado, anotar el alargamiento total obtenido (a.t.), descargar

el dinamómetro hasta una carga próxima a cero gr anotando el alargamiento permanente (a.p.). Tendremos entonces:

$$a.t. - a.p. = a.e.i. + a.e.d. = a.e.$$

La separación de los alargamientos elástico inmediato y elástico diferido no puede efectuarse en los dinamómetros corrientes, debiéndose trabajar con su suma, o sea el alargamiento elástico a.e.

Observaciones

Para obtener el alargamiento total debemos operar tomando ciertas precauciones. Supongamos que detenemos el dinamómetro en la posición correspondiente a 1 gr/den. Si el péndulo queda retenido por gatillos, por más tiempo que transcurra no ocurrirá nada "visible". Sin embargo ocurre una pérdida de tensión en el hilo que puede ponerse de manifiesto de tres formas distintas. Una de ellas pulsando el hilo como si fuese una cuerda de guitarra. El sonido será cada vez más grave a medida que transcurra el tiempo. Otra consiste en poner en marcha, transcurrido algún tiempo, la pinza inferior. Notaremos que ésta desdenderá un buen trecho antes de que la tensión del hilo vuelva a alcanzar el valor de 1 gr/den. y arrastre la pinza superior. Finalmente, si trabajamos sin los gatillos de retención, comprobare-

mos que el péndulo no queda inmóvil al parar el dinamómetro, sino que desciende, primero con rapidez y después con mayor lentitud cada vez, hasta inmovilizarse en una nueva posición de equilibrio correspondiente a una tensión menor que la alcanzada durante el ascenso.

La explicación es la siguiente: en general al alcanzar una tensión determinada t_1 , el alargamiento elástico diferido no ha tenido tiempo de alcanzar el valor máximo correspondiente a dicha tensión t_1 . Al detener el dinamómetro, como el hilo está en tensión, continua aumentando el alargamiento diferido a. d. disminuyendo en igual valor el alargamiento elástico inmediato a.e.i. y por ende la tensión, hasta alcanzar un estado de equilibrio para una tensión inferior $t_2 < t_1$

$$(a.e.i.)_{t_1} + \text{parte } (a.d.)_{t_1} = (a.e.i.)_{t_2} + (a.d.)_{t_2}$$

Este fenómeno es lo que anteriormente hemos llamado "pérdida diferida de tensión" a longitud constante.

Por consiguiente, para obtener el alargamiento total lo mejor es levantar los gatillos de retención y evitar que el péndulo descienda, haciendo bajar cuidadosamente la pinza inferior, de modo que la aguja permanezca en la división indicadora de la tensión deseada a pesar del alargamiento del hilo. Finalmente conseguiremos que el dinamómetro se mantenga cierto tiempo (1

minuto por lo menos), en dicho punto sin alargamiento ulterior del hilo. En este momento podemos efectuar la lectura del alargamiento total.

Debemos hacer constar que en nuestros ensayos este alargamiento total ha coincidido con el obtenido en el gráfico fig. 2.

Para medir el alargamiento permanente debemos volver a $\sigma = 0$ gr, y esperar cierto tiempo, efectuando la lectura bajo una ligerísima tensión que tiene por objeto mantener el hilo sin ninguna ondulación. (Generalmente basta 0,03 a 0,05 gr/den.) Hay que tomar precauciones similares a las indicadas anteriormente para asegurarse de que el alargamiento elástico diferido se ha recuperado por completo. Cuando la aguja del dinamómetro se mantenga inmóvil durante un minuto a 0,05 gr/den., podemos efectuar la lectura del alargamiento permanente.

Nota: todos los ensayos, excepto aquellos en que se indica lo contrario, han sido efectuados en una atmósfera normal a $20^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$ y a una humedad relativa de $65 \% \pm 2 \%$.

Crítica del método

Dado que no poseemos dinamómetros capaces de efectuar ensayos a gradiente de tensión constante o a gradiente de alargamiento constante, hemos tenido que emplear un dinamómetro de pé-

dulo corriente. A fin de obtener valores reproducibles, el método que hemos seguido se basa en dejar transcurrir el tiempo suficiente para que los alargamientos y contracciones de carácter diferido lleguen a alcanzar casi su valor máximo. Como que estos valores son asintóticos, cuando el tiempo transcurrido es suficientemente largo su variación con el tiempo es ínfima, por lo cual los valores obtenidos en diferentes ensayos son prácticamente iguales entre sí. Puede afirmarse que nuestro método se basa en trabajar con los valores absolutos de todas las alteraciones de longitud de carácter diferido, mientras que los métodos a gradientes constantes de tensión o de alargamiento, trabajan con valores instantáneos de todas las magnitudes de carácter diferido, obtenidas, sin embargo en condiciones de ensayo perfectamente determinadas respecto al tiempo, y reproducibles.

Más adelante describiremos varios aparatos modernos que permiten efectuar las mediciones según los criterios de gradiente constante de tensión o de gradiente constante de alargamiento.

Gráfico tensión-alargamiento en seco

Damos a continuación un gráfico tensión-alargamiento obtenido por este método, cuyos valores coinciden con los que se pueden obtener del gráfico 2.

alargamiento %

22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 Tensión en gramos

Figura: 7

alargamiento total

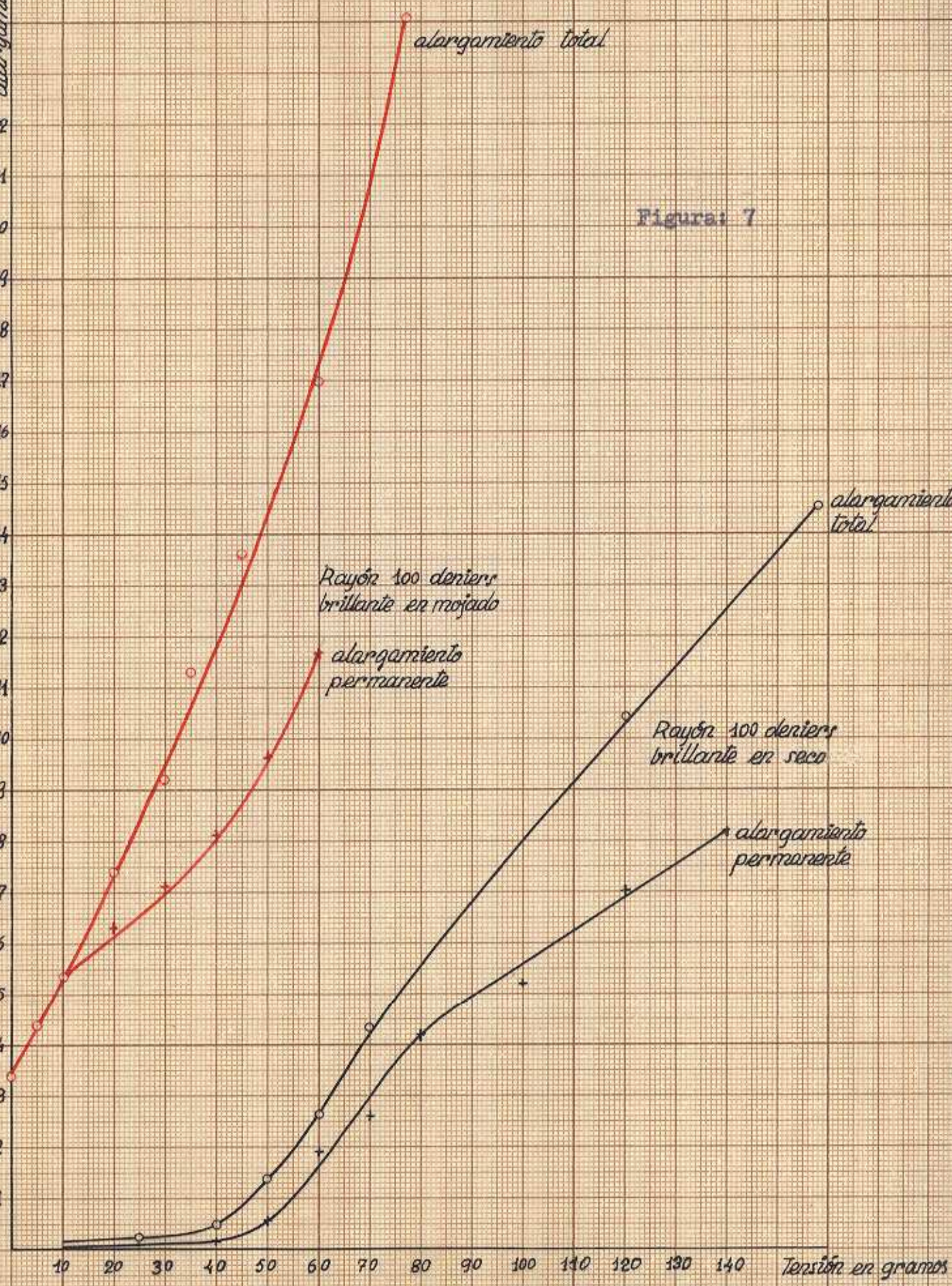
alargamiento total

Rayón 100 deniers
brillante en mojado

alargamiento
permanente

Rayón 100 deniers
brillante en seco

alargamiento
permanente



Lo más importante que se desprende de este gráfico es que hasta 0,4 gr/den. no se inician las deformaciones permanentes, lo cual justifica la regla de no sobrepasar nunca en la práctica industrial una tensión igual a 1/3 del título expresado en gramos, o sea 0,33 gr/den., suponiendo que se trabaja en una atmósfera normal de 20° C y 65 % de H.R.

Más adelante veremos la utilidad de semejantes gráficos en el estudio de la influencia del estado higrométrico, para comparar distintas clases de hilo entre sí, y para comprobar la mayor o menor rigidez comunicada a los hilos por los aprestos.

Nota: El concepto de "pérdida diferida de tensión" a longitud constante, que hemos definido, explica perfectamente la producción de barrados por trama en los telares después de un paro prolongado. En efecto, durante éste la urdimbre pierde tensión, y al reanudarse el trabajo las primeras pasadas se insertan en una urdimbre poco tensa, y comunican un aspecto diferente a la superficie del tejido. A los pocos momentos, el enrollador de tejido llega a ponerlo en tensión, y seguidamente empiezan a trabajar los frenos del plegador de urdimbre con lo que el tejido recupera en lo sucesivo su aspecto normal.

Gráfico tensión-alargamiento en mojado

En el mismo (fig. 7) podemos observar varios hechos muy interesantes:

1ª).- El hilo de rayón experimenta por simple mojado sin ninguna tensión, un alargamiento espontáneo del 3,5 %, que es originado por el hinchamiento del hilo.

Debemos hacer constar que los hilos torcidos experimentan, al contrario, una contracción cuya longitud depende del coeficiente de torsión.

2ª).- Las menores tensiones producen ya alargamientos permanentes.

3ª).- El valor absoluto de la elasticidad verdadera es mayor en mojado que en seco.

4ª).- La carga de rotura disminuye en un 52 % de la correspondiente en seco, y el alargamiento aumenta en un 65 %.

DINAMOMETROS ESPECIALES

Como hemos dicho, el tipo de dinamómetro de péndulo clásico, no cumple con exactitud ninguno de los criterios de ensayo que hemos considerado fundamentales, o sean el de gradiente de tensión constante, y el de gradiente de alargamiento constante.

Sin embargo modernamente se han construido dos tipos de dinamómetro que cumplen exactamente estas condiciones.

DINAMOMETRO EXTENSOMETRO

Ha sido construido por los laboratorios de investigación de la American Viscose Corporation (8).

Consta esencialmente de las siguientes partes (ver fig. 8).

1).- Un sistema extensor constituido por un motor eléctrico a velocidad constante, reductor con caja de cambio de velocidades, y tornillo que arrastra la pinza inferior. Para modificar el gradiente de alargamiento se pueden cambiar los piñones

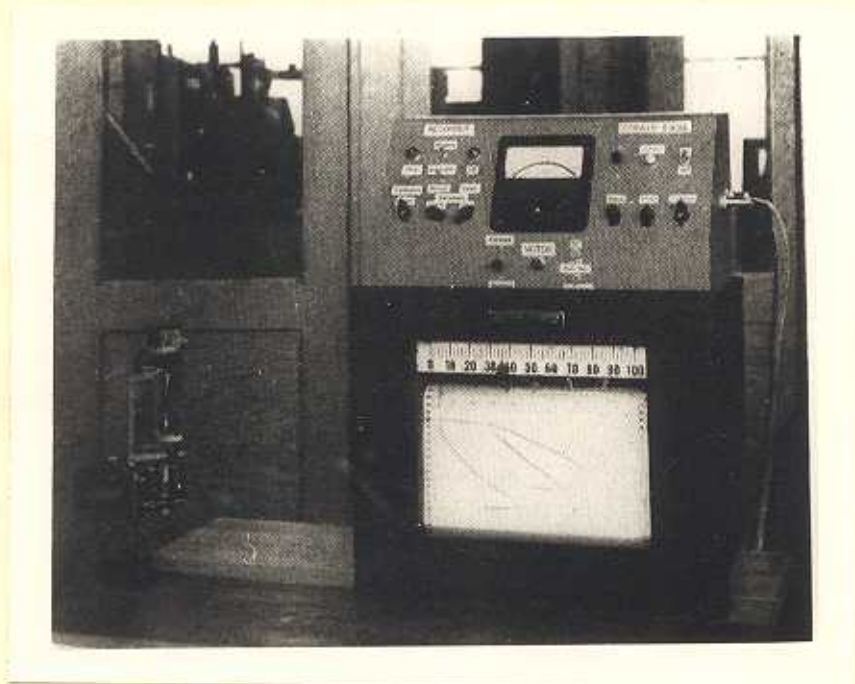


Figura: 8

de la caja de cambio o bien variar la longitud de prueba 1.

2).- Un sistema medidor formado esencialmente por un indicador de tensión Statham. Este indicador es un aparato eléctrico que combina un desplazamiento mecánico extraordinariamente pequeño (inferior a 0,04 mm), con la producción de una diferencia de potencial elevada. Esta última es estrictamente proporcional a los esfuerzos recibidos, y puede ser medida directamente en el aparato registrador sin necesidad de amplificarla pre-

viamente.

El desplazamiento de la pinza superior, que es el mismo del indicador Statham tiene un valor que en el peor de los casos no alcanza una milésima de la longitud de prueba, o sea aproximadamente una centésima parte del recorrido de la pinza inferior (suponiendo un alargamiento a la rotura del 10 %). Por tanto puede considerarse que las condiciones de ensayo en este tipo de dinamómetro cumplen casi a la perfección el criterio de ensayo a gradiente de alargamiento constante.

3).- Potenciómetro registrador electrónico con una capacidad de 0 - 10 mV. El circuito del mismo está establecido de forma que sea posible efectuar mediciones en escalas distintas actuando sobre los mandos correspondientes. El cero puede ser ajustado en cualquier punto de la escala.

El aparato permite realizar gráficos tensión-alargamiento sobre papel rayado normal.

4).- Sistemas automáticos para realizar ensayos en varias condiciones de carga y descarga consecutivas.

Incluimos una fotografía de dicho aparato (fig. 8), en la cual aparece a la izquierda el sistema extensor con el medidor Statham, y a la derecha, en un mueble apropiado, toda la parte indicadora y registradora y el tablero de mandos.

La sensibilidad del aparato es muy notable y permite obtener gráficos tan interesantes como el de la fig. 9 en el que se puede apreciar con toda claridad, el punto en que se ha roto cada uno de los veinte filamentos que constituían el hilo (8). El gradiente de alargamiento en este ensayo fué de 8 %/minuto, que es el más usualmente empleado en ensayos de este tipo.

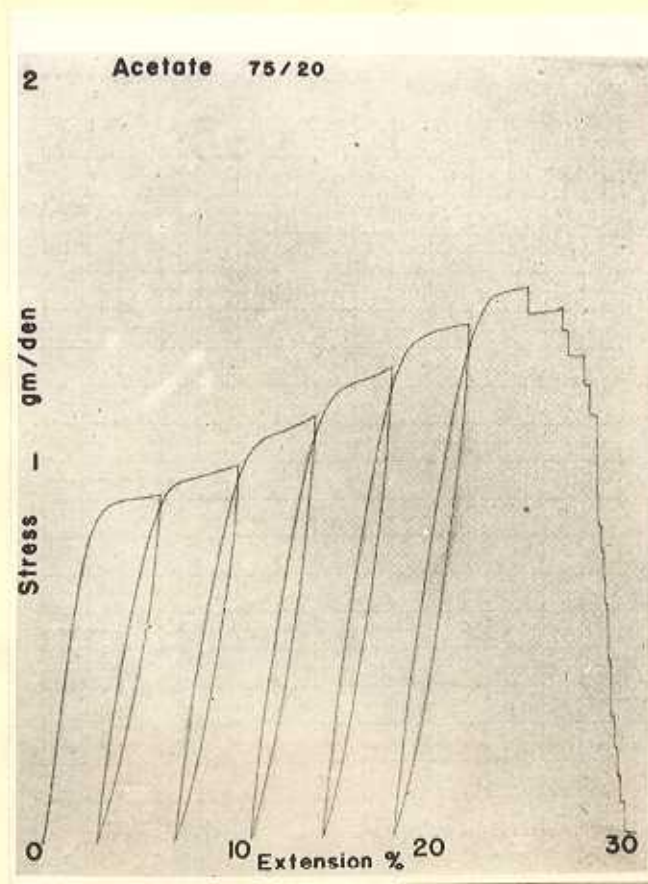


Figura: 9

La realización y el manejo son sencillos, y la aparente complicación de la parte registradora e indicadora es suscep-

tible de extraordinaria simplificación en los aparatos destinados a ensayos industriales, reduciéndose a un simple milivoltímetro y a los mandos del motor.

DINAMOMETROS DE PLANO INCLINADO

Este tipo de aparato permite realizar ensayos a gradiente de tensión constante. Consta esencialmente (fig. 10) de una columna en cuya parte superior se articulan uno o varios carriles rectos que pueden adoptar distintas inclinaciones respecto a la horizontal, materializando de esta forma el plano inclinado.

Sobre estos carriles se desplaza en virtud de su propio peso un carro al que va unida la pinza móvil. Sobre este carro pueden cargarse diferentes pesos a fin de poder abarcar distintas gamas de tensiones. La segunda pinza es fija y está situada en el extremo superior del carril.

En el esquema adjunto tenemos (fig. 11):

$$t = P \operatorname{sen} \alpha$$

$$d = L \operatorname{sen} \alpha$$



MODEL IP-2 SERIGRAPH

Figura: 10

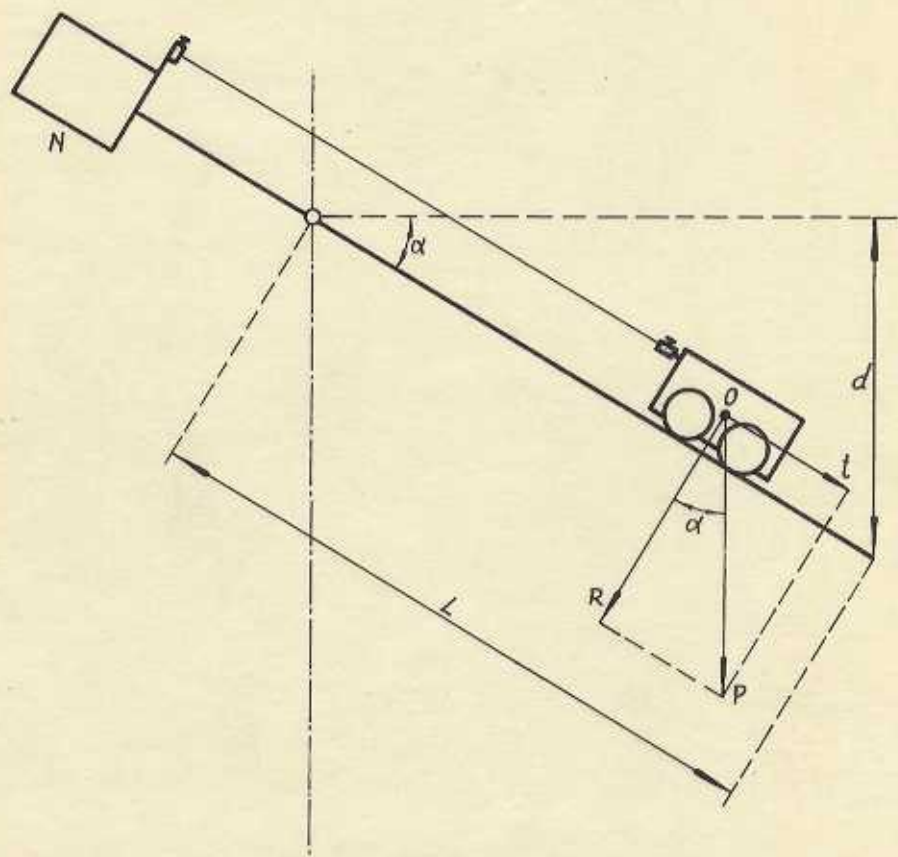


Figura: 11

Dividiendo ordenadamente tenemos, por tanto:

$$\frac{t}{d} = \frac{P}{L} ; \quad t = \frac{P}{L} d$$

O sea que la tensión t es proporcional al desplazamiento vertical d del extremo del carril, por ser P (peso del carro) y L (distancia entre el eje de giro de los carriles y el extremo de los mismos donde actúa el mecanismo motor) constantes en cada ensayo. Como es muy fácil de realizar:

$$d = KT$$

mediante un motor eléctrico de velocidad constante y los mecanismos reductores apropiados, se obtiene:

$$t = K \frac{P}{L} T$$

pero dado que la tensión T vale

$$t = \sigma N$$

(siendo N el título en deniers) para un título de hilo determinado podemos escribir

$$\sigma N = K \frac{P}{L} T$$

$$\sigma = K \frac{P}{NL} T$$

$$d\sigma = K \frac{P}{NL} dT$$

$$\frac{d\sigma}{dT} = \frac{KP}{NL} = \text{constante}$$

(por ser K, P, N y L constantes en cada ensayo).

Por tanto este dinamómetro ensaya según el criterio de gradiente de tensión constante.

Este aparato presenta las siguientes particularidades de funcionamiento:

1).- La tensión no se modifica en absoluto al producirse el alargamiento. El hilo puede alargarse libremente.

2).- Ofrece la posibilidad de efectuar ensayos a carga constante.

3).- Ofrece la posibilidad de reproducir exactamente las condiciones de carga para hilos de distinto título, para distinta longitud de prueba, y en distintos aparatos.

4).- Hace posible la medición de los alargamientos y las recuperaciones diferidas.

5).- Permite utilizar un mecanismo registrador sencillo.

Los inconvenientes de este aparato son que las resistencias pasivas del carro, proporcionales a la componente R, son

máximas para las tensiones mínimas, y que el carro presenta una inercia bastante considerable que obliga a efectuar los ensayos con lentitud, no siendo siempre posible evitar que dicha inercia repercuta en los resultados obtenidos.