



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA.
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERS DE CAMINS, CANALS I PORTS.
DEPARTAMENT D'ENGINYERIA DEL TERRENY I CARTOGRÀFICA.

***EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE ROTURA Y LA MOVILIDAD
DE LOS DESLIZAMIENTOS SUPERFICIALES MEDIANTE EL USO
DE TÉCNICAS DE ANÁLISIS MULTIVARIANTE***

TESIS DOCTORAL

Cristina BAEZA ADELL

Director: Jordi COROMINAS I DULCET

Barcelona, Septiembre 1994

ANEJO I.

- I.1. Localización de los movimientos, laderas estables y muestras ensayadas en laboratorio.**
- I.2. Características de los movimientos y laderas estables inventariadas.**

ANEJO I

LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS DEL INVENTARIO

I.1. LOCALIZACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS, LADERAS ESTABLES Y MUESTRAS ENSAYADAS EN LABORATORIO.

Se presenta la localización de los movimientos y laderas estables inventariadas, conjuntamente con las muestras que han sido ensayadas en laboratorio. La etiqueta que identifica el movimiento está formada por una primera letra que define la tipología según el mecanismo de progresión de la masa movilizada (b: caída de bloques; p: deslizamiento traslacional; l: corriente de derrubios y c:coladas), seguido de una cifra formada por tres números. La letra s que precede a la cifra identifica exclusivamente las laderas estables inventariadas. Las muestras extraídas para ser ensayadas en laboratorio se identifican mediante tres letras que indican su situación geográfica, seguidas de una cifra más una letra que define el tipo de muestra según R(sustrato) y S(formación superficial).

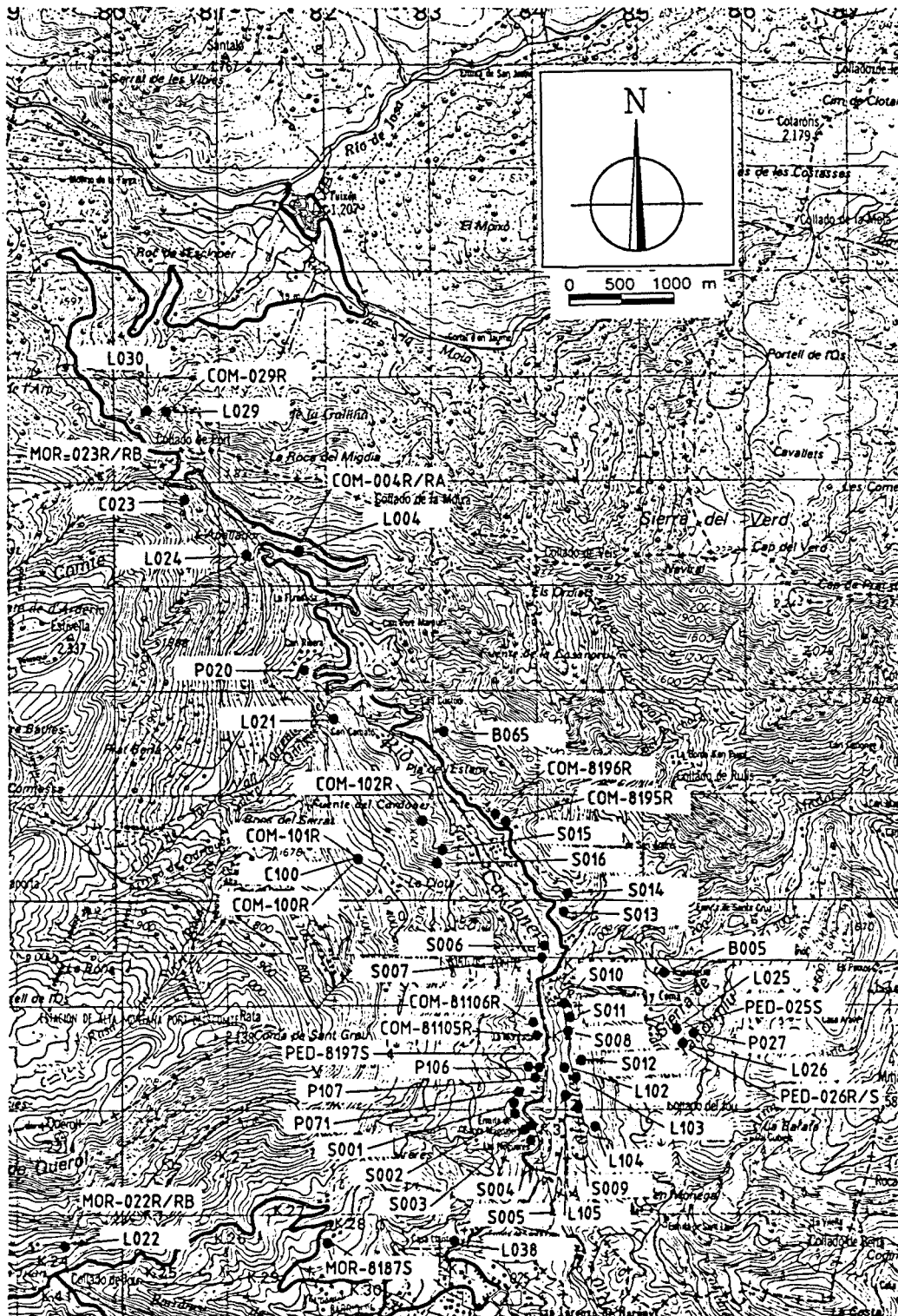
La localización se ha dividido en dos zonas:

a. Berga-Solsonés:

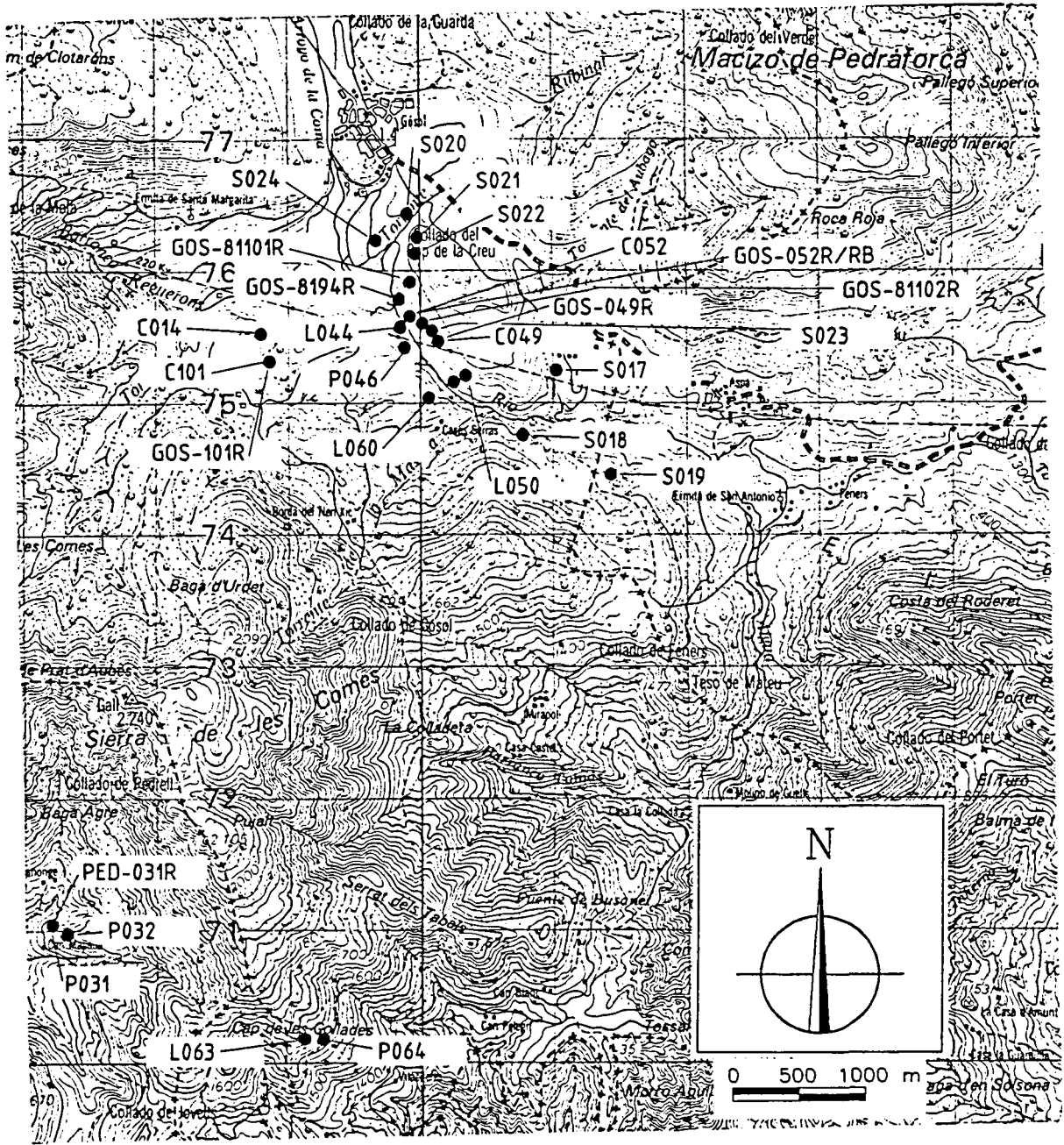
- a1. St. Llorenç de Morunys-Tuixent.
- a2. Gòsol.
- a3. Berga.
- a4. Cercs-Guardiola de Berga-Bagà.
- a5. La Pobla de Lillet.

b. Àndorra:

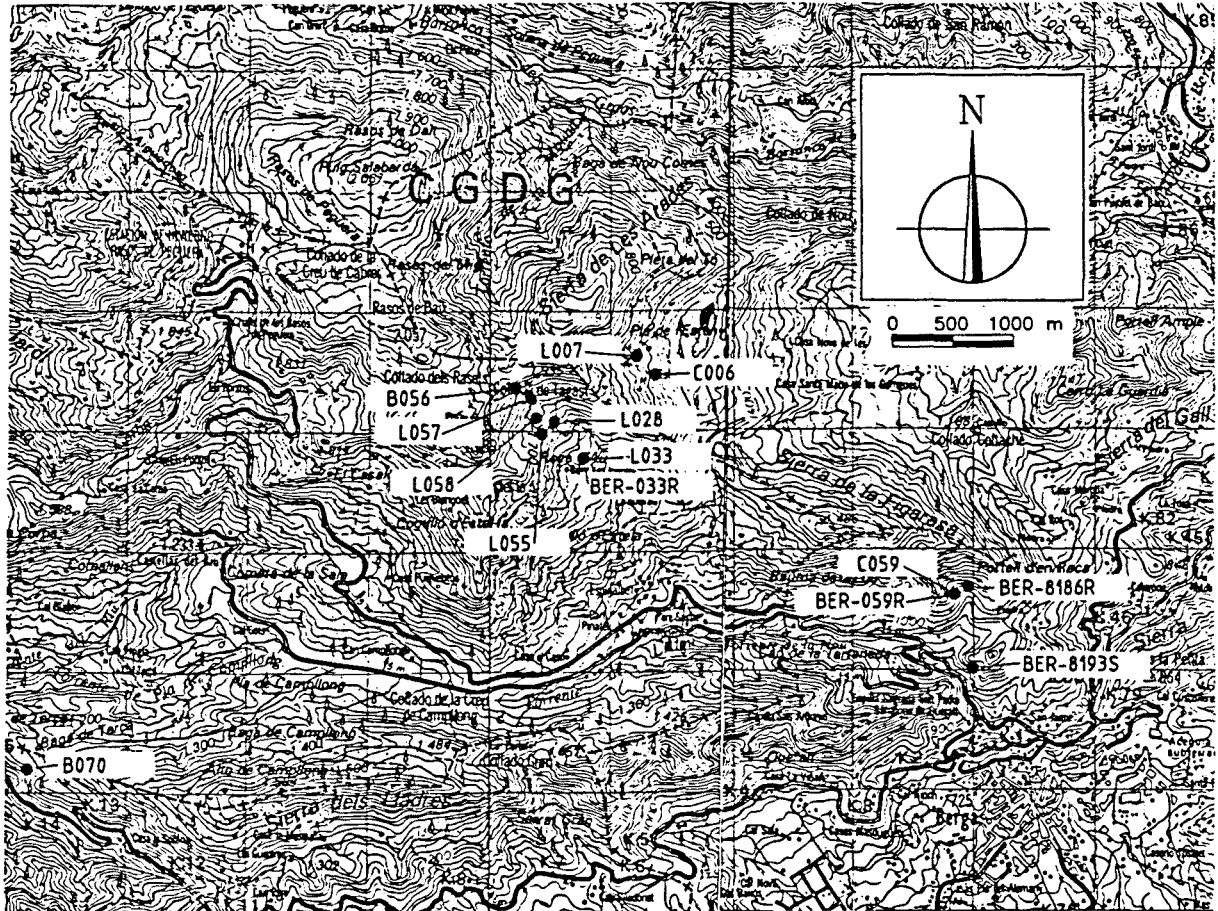
- b1. Pal-Arinsal.
- b2. Llorts.
- b3. Certers.
- b4. Encamp-Prats.
- b5. Soldeu.



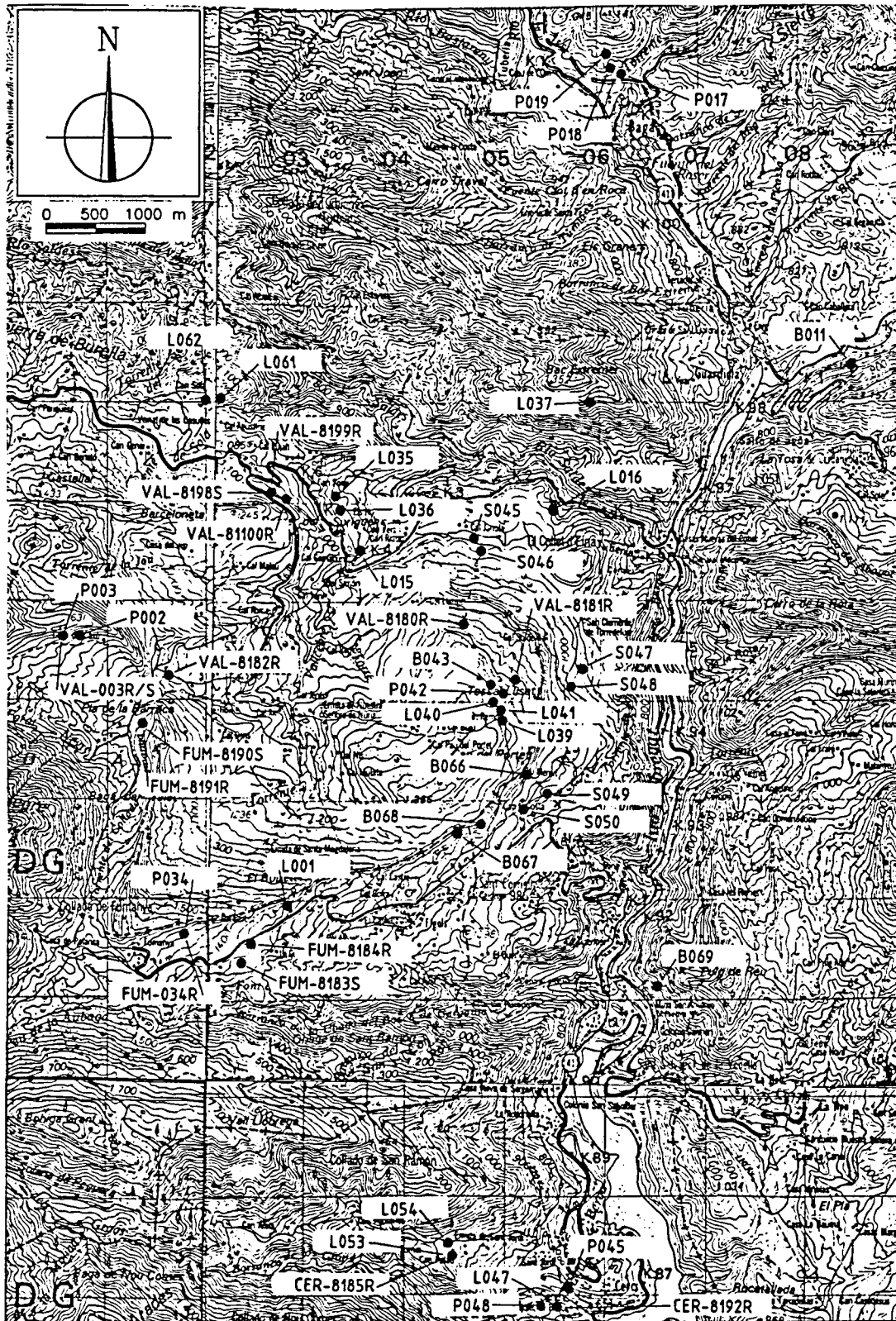
a1. St. Llorenç de Morunys-Tuixent.



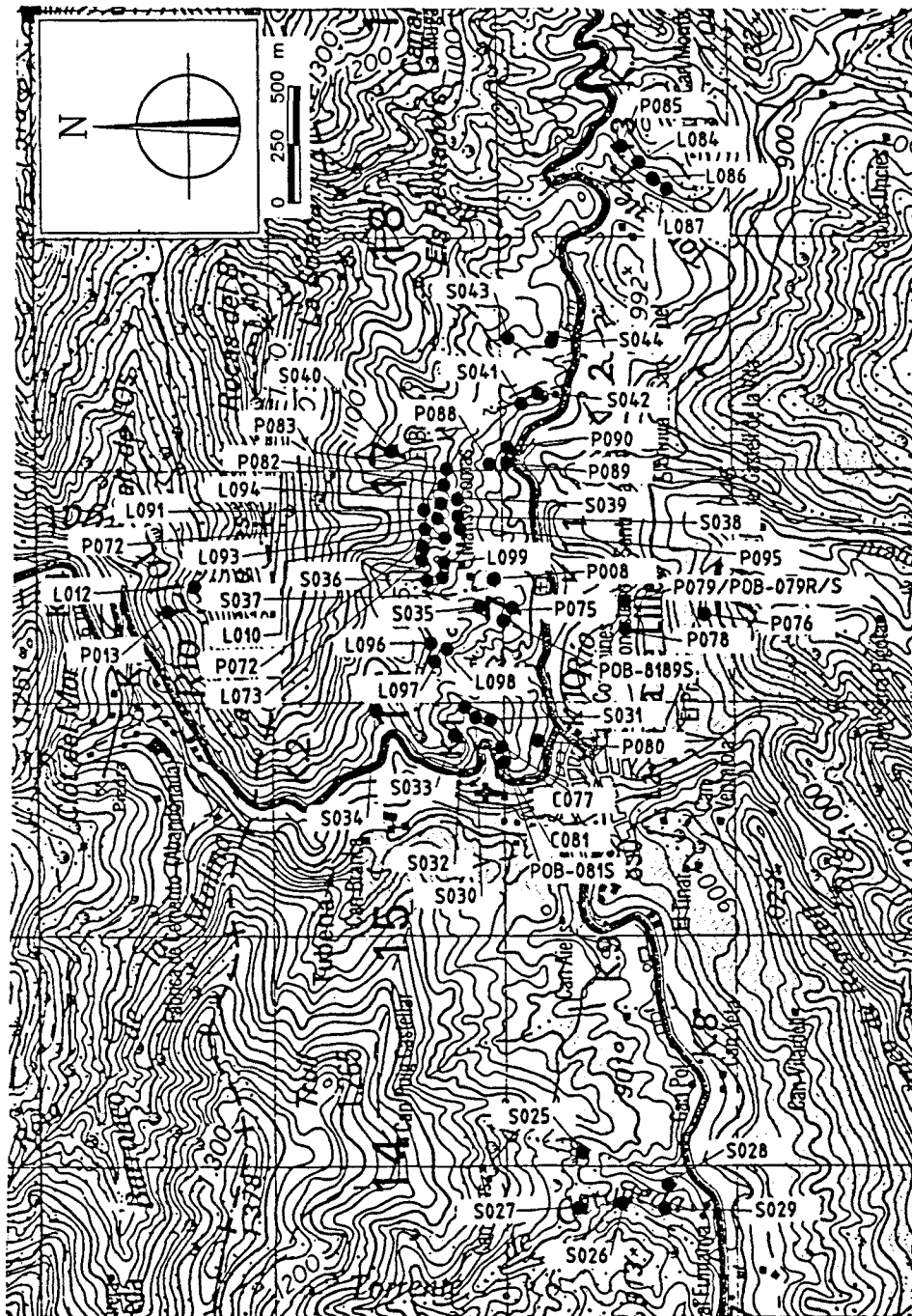
a2. Gòsol.



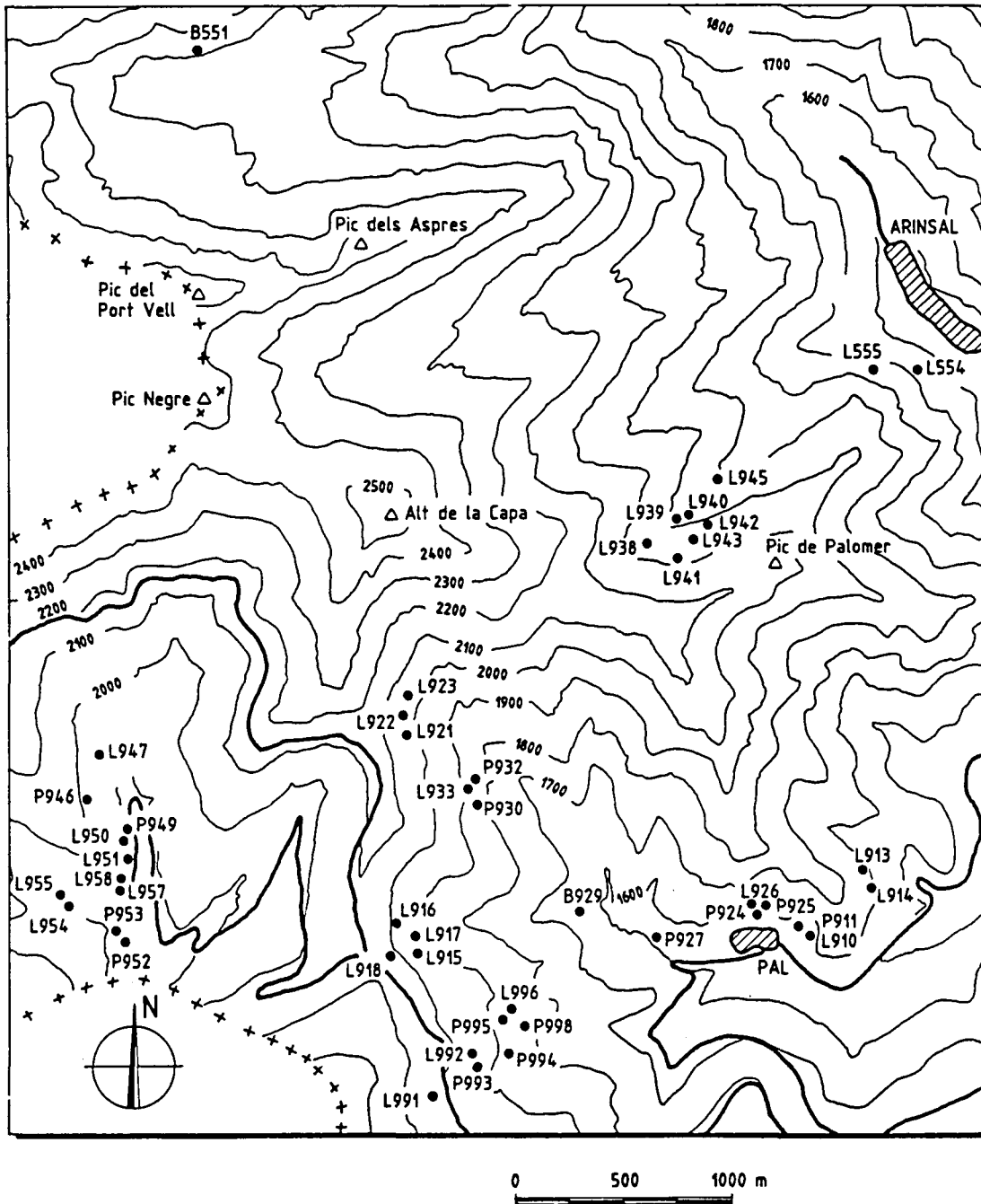
a3. Berga.



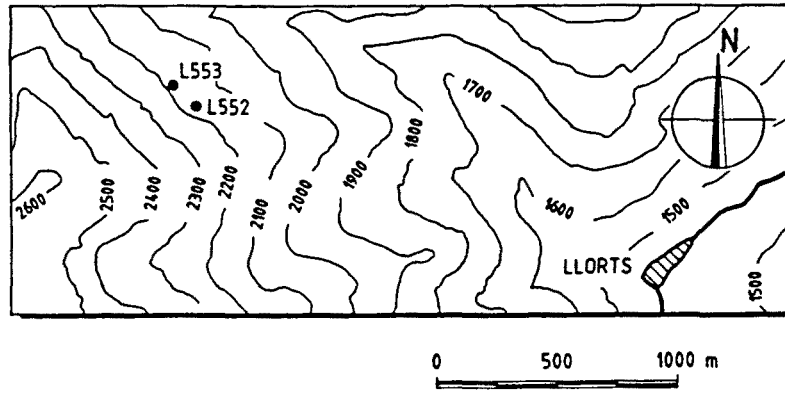
a4. Cerchs-Guardiola de Berga-Bagà.



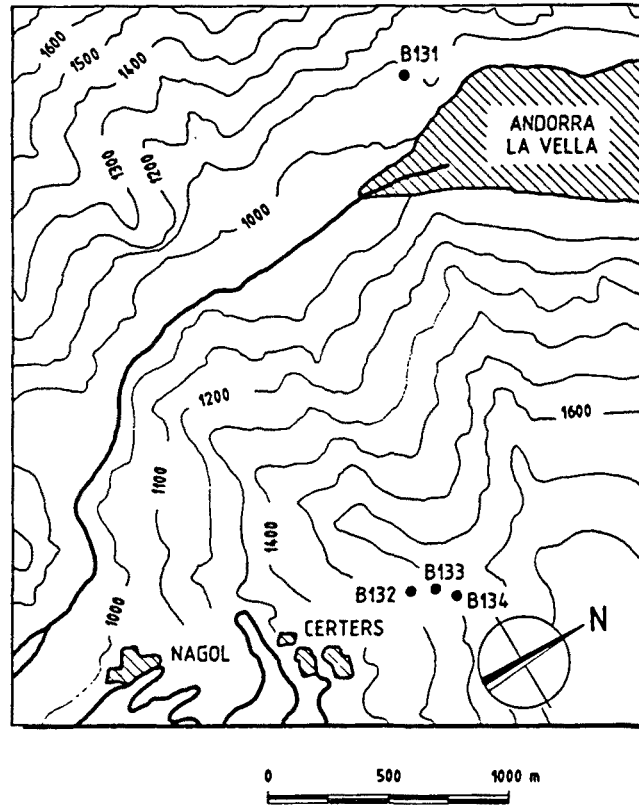
a5. La Pobla de Lillet.



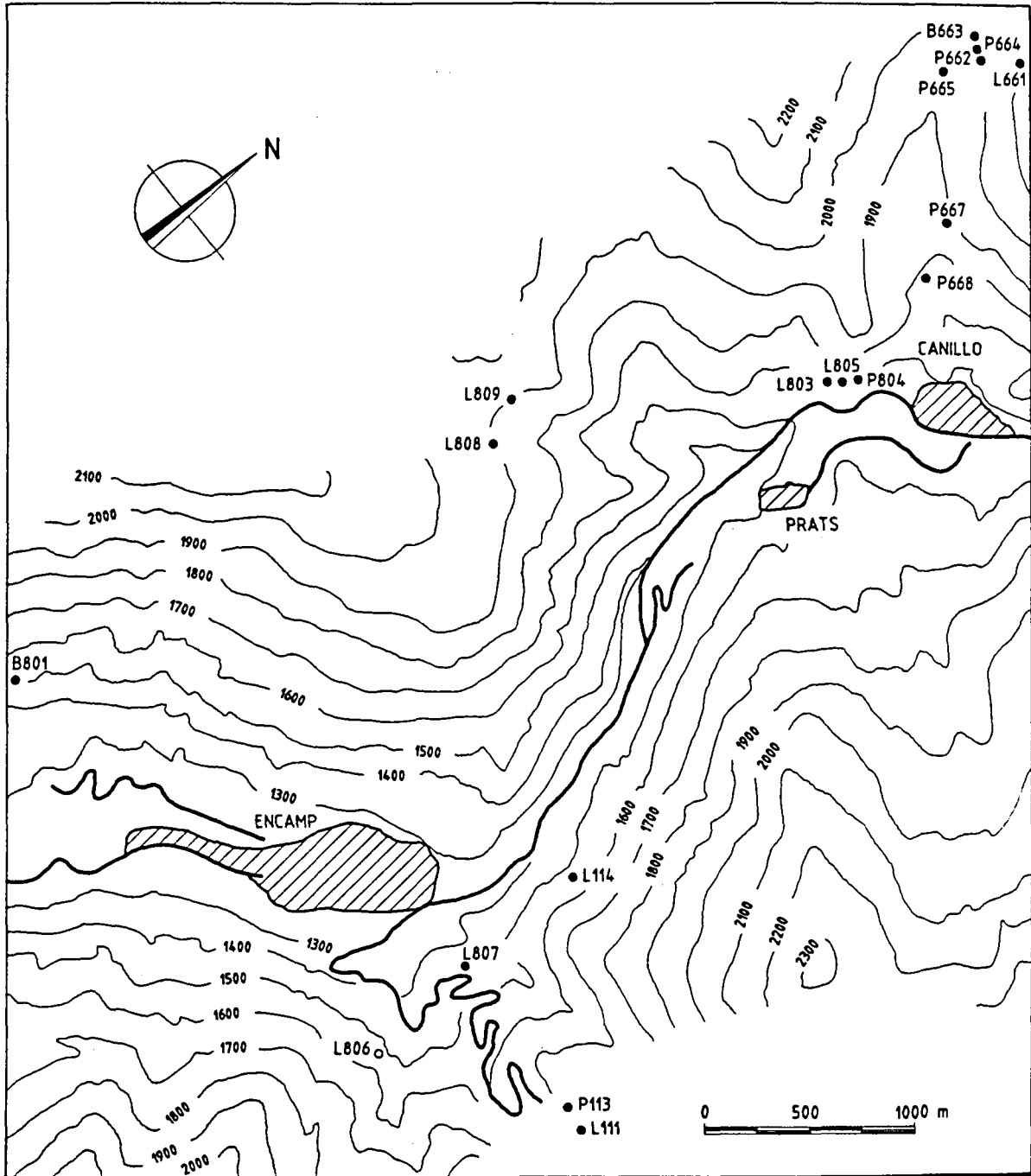
b1. Pal-Arinsal.



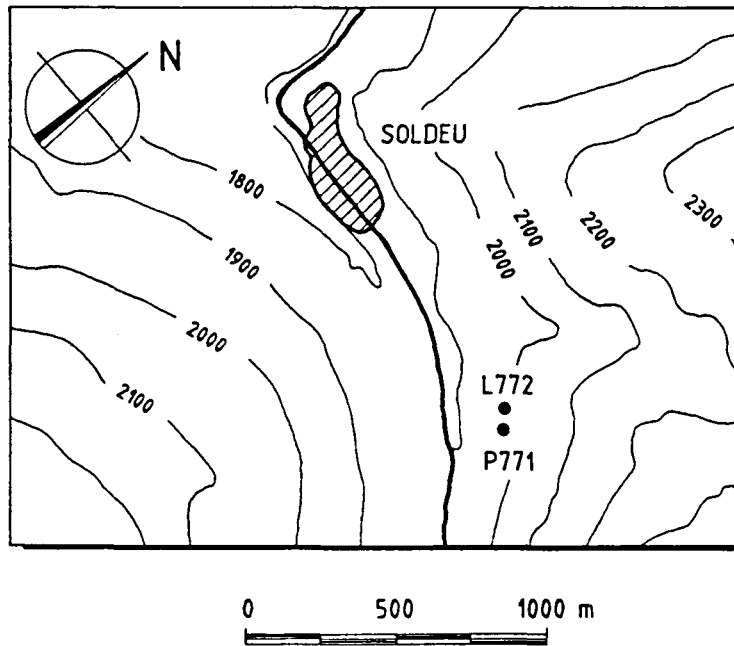
b2. Llorçs.



b3. Certers.



b4. Encamp-Prats.



b5. Soldeu.

I.2. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS Y LADERAS ESTABLES.

num	etiqueta de identificación.
alca	altitud topográfica.
orie	orientación de la ladera.
tanig	ángulo de la pendiente natural de la ladera.
tancg	ángulo de la pendiente de la ladera por encima de la zona de rotura.
disc	distancia de la cabecera del movimiento a la cresta.
con	superficie de la cuenca de recepción situada por encima de la rotura.
nsoq	densidad arbórea. Número de troncos en un área de 10m x 10m.
grfs	grosor de la formación superficial.
trel	morfología transversal de la ladera en la zona de rotura: <ul style="list-style-type: none"> 1 = convexo 0 = rectilíneo -1 = concavo
tcar	tipo de cresta: <ul style="list-style-type: none"> 1 = barra con buzamiento opuesto 1.5 = cresta con dos vertientes 4 = rellano 6 = rellano + cresta 10 = barra con buzamiento favorable
tusr	tipo de cobertera y uso del suelo de la zona de rotura: <ul style="list-style-type: none"> 1 = sustrato 6 = prado 9 = bosque bajo 12 = bosque claro 15 = bosque denso 21 = canchal
tsub	tipo de sustrato: <ul style="list-style-type: none"> 2 = formación superficial 2.5 = arenas 3 = arcillas (limo) 4.5 = flysh 6.5 = calizas/conglomerados
tlad	tipo de ladera: <ul style="list-style-type: none"> 0 = estable 1 = inestable

NUM	ALCA	ORIE	TANIG	TANCG	DISC	CCON	NSOQ	GRFS	TREL	TCAR	TUSR	TSUB	TIAD
1001	1400	124.00	33.02	46.94	34.60	2187.76	2.00	.45	-1.0	1.0	9.0	3.0	1.0
P002	1600	170.00	33.02	33.02	41.30	1479.11	.40	.45	.0	1.0	9.0	3.0	1.0
P003	1600	170.00	30.96	31.80	51.20	1698.24	.40	.70	.0	1.0	9.0	3.0	1.0
1004	1500	168.00	31.80	40.36	43.40	1737.80	.01	.70	-1.0	4.0	9.0	3.0	1.0
b005	1150	143.00	45.85	28.81	65.00	1995.26	44.00	.01	1.0	4.0	15.0	6.5	1.0
c006	1550	71.00	30.11	20.81	366.00	87096.36	25.00	1.40	-1.0	1.5	9.0	3.0	1.0
1007	1650	138.00	36.13	20.30	88.30	104712.9	100.00	1.40	-1.0	1.5	9.0	3.0	1.0
P008	1000	180.00	31.80	27.02	165.00	10000.00	1.60	.80	-1.0	6.0	6.0	4.5	1.0
1010	1000	135.00	30.96	30.54	124.00	2398.83	1.60	1.20	-1.0	6.0	6.0	4.5	1.0
b011	800	45.00	64.95	40.03	60.00	35481.34	25.00	.01	.0	1.0	1.0	6.5	1.0
1012	1100	45.00	33.02	24.23	321.00	21379.62	25.00	3.55	1.0	1.0	15.0	2.0	1.0
P013	1020	45.00	36.87	27.92	460.00	2818.38	44.00	1.20	.0	1.0	15.0	2.0	1.0
c014	1400	90.00	30.11	.57	126.00	1905.46	.01	.75	-1.0	4.0	9.0	3.0	1.0
1015	900	120.00	30.96	18.26	75.00	3801.89	44.00	4.00	-1.0	1.0	21.0	2.0	1.0
1016	800	87.00	21.80	18.78	75.00	8709.64	6.20	3.00	1.0	1.0	9.0	2.0	1.0
P017	800	135.00	40.03	.57	3.00	17.78	.01	.01	.0	4.0	6.0	3.0	1.0
P018	850	135.00	47.98	.57	3.00	10.47	.01	.01	.0	4.0	6.0	3.0	1.0
P019	900	135.00	49.96	.57	6.00	100.00	.01	.01	1.0	4.0	6.0	3.0	1.0
P020	1250	110.00	36.87	.57	70.80	1230.27	44.00	1.00	-1.0	4.0	6.0	3.0	1.0
1021	1300	45.00	40.03	40.03	23.00	6165.95	4.00	.01	1.0	10.0	12.0	3.0	1.0
1022	1550	135.00	33.82	33.82	10.00	12022.64	11.10	1.50	1.0	1.0	12.0	3.0	1.0
c023	1660	87.00	22.78	17.22	102.00	46773.51	11.10	2.50	-1.0	10.0	12.0	3.0	1.0
1024	1450	71.00	33.02	33.02	80.00	5888.44	4.00	3.00	.0	10.0	21.0	2.0	1.0
1025	1100	105.00	28.81	19.80	153.00	5623.41	4.00	2.00	-1.0	6.0	6.0	3.0	1.0
1026	1150	40.00	25.17	20.81	90.00	2344.23	2.00	.80	.0	1.5	6.0	3.0	1.0
P027	1180	60.00	28.81	22.29	55.50	1230.27	25.00	1.00	1.0	1.5	6.0	3.0	1.0
1028	1640	120.00	36.13	39.01	38.50	1023.29	2.04	3.00	-1.0	4.0	6.0	2.0	1.0
1029	1600	20.00	33.02	36.87	35.00	2691.53	4.00	.45	-1.0	4.0	15.0	2.5	1.0
1030	1600	40.00	36.13	34.99	31.00	1513.56	2.00	.70	.0	1.0	15.0	2.5	1.0
P031	1430	149.00	37.95	32.21	82.80	2754.23	1.00	.80	.0	4.0	6.0	3.0	1.0
P032	1420	102.00	31.80	32.62	120.90	2238.72	.01	.50	.0	4.0	6.0	3.0	1.0
1033	1540	114.00	18.78	15.11	435.00	58884.37	6.00	3.00	-1.0	6.0	12.0	3.0	1.0
P034	1480	140.00	31.80	37.95	28.00	1202.26	.40	1.00	.0	1.0	9.0	3.0	1.0
1035	910	46.00	19.80	11.31	59.00	52480.75	6.00	.65	-1.0	1.5	15.0	3.0	1.0
1036	910	113.00	30.11	11.31	64.30	69183.10	1.00	1.90	1.0	1.5	15.0	3.0	1.0
1037	1240	140.00	31.80	28.81	63.80	7585.78	11.00	1.50	.0	1.0	15.0	2.0	1.0
1038	960	20.00	30.96	25.64	16.00	223.87	11.10	.70	1.0	1.5	15.0	2.0	1.0
1039	1260	60.00	33.02	24.23	46.50	426.58	.01	.80	1.0	4.0	6.0	3.0	1.0
1040	1260	100.00	33.82	30.11	46.20	1258.93	.01	1.60	1.0	1.5	6.0	3.0	1.0
1041	1265	80.00	30.96	21.80	22.00	467.74	.01	.55	1.0	1.5	6.0	3.0	1.0
P042	1250	110.00	28.81	36.87	44.20	602.56	.01	.85	.0	4.0	6.0	3.0	1.0
b043	1265	170.00	40.03	33.02	23.00	562.34	.01	.01	.0	4.0	1.0	6.5	1.0

NUM	ALCA	ORIE	TANIG	TANCG	DISC	CCON	NSOQ	GRFS	TREL	TCAR	TUSR	TSUB	TLAD
1044	1340	50.00	23.75	22.78	95.00	1778.28	1.00	.55	1.0	4.0	15.0	3.0	1.0
P045	700	150.00	30.11	37.95	35.00	4265.80	.01	3.00	.0	6.0	9.0	2.0	1.0
P046	1340	80.00	27.92	27.92	75.00	1348.96	25.00	.23	.0	4.0	6.0	3.0	1.0
1047	700	42.00	29.68	13.50	23.00	1230.27	2.04	.55	.0	4.0	9.0	3.0	1.0
P048	720	37.00	30.96	5.71	3.00	1202.26	.01	.70	-1.0	4.0	6.0	2.0	1.0
C049	1365	116.00	26.10	17.22	333.30	29512.09	11.10	.60	-1.0	6.0	9.0	3.0	1.0
1050	1375	125.00	25.17	30.11	82.60	1737.80	.31	2.50	1.0	4.0	9.0	3.0	1.0
C051	1350	125.00	22.29	26.57	134.50	5248.07	.25	1.50	-1.0	4.0	9.0	3.0	1.0
C052	1330	130.00	30.96	21.80	207.30	1905.46	.01	.40	1.0	4.0	9.0	3.0	1.0
1053	940	124.00	29.25	7.97	16.70	501.19	.44	.75	1.0	4.0	9.0	3.0	1.0
1054	960	112.00	41.02	31.38	145.60	5754.40	.01	2.00	.0	4.0	9.0	2.0	1.0
1055	1680	172.00	26.57	30.11	15.00	1698.24	.01	1.70	.0	1.5	6.0	3.0	1.0
b056	1800	100.00	31.80	39.01	45.00	1905.46	4.00	.01	1.0	1.5	12.0	6.5	1.0
1057	1720	170.00	32.62	33.02	250.00	11748.98	6.25	4.00	.0	6.0	12.0	2.0	1.0
1058	1680	154.00	33.02	24.70	31.20	1096.48	2.70	2.00	1.0	1.5	12.0	2.0	1.0
C059	1080	160.00	19.80	34.99	68.00	5128.61	.01	.45	-1.0	1.0	6.0	3.0	1.0
1060	1340	72.00	31.80	26.10	5.20	4677.35	25.00	2.00	1.0	4.0	15.0	3.0	1.0
1061	1100	170.00	36.13	41.99	59.00	1778.28	16.00	2.00	-1.0	4.0	15.0	2.0	1.0
1062	1100	180.00	36.13	52.85	109.00	2238.72	33.00	4.00	.0	4.0	15.0	2.0	1.0
1063	1520	127.00	36.50	25.64	183.00	8128.31	8.16	.01	-1.0	6.0	15.0	3.0	1.0
P064	1510	130.00	33.82	21.80	116.70	2511.89	16.00	1.00	.0	4.0	15.0	3.0	1.0
b065	1200	44.00	74.99	45.85	247.00	7244.36	.01	.01	.0	1.0	1.0	6.5	1.0
b066	1160	144.00	80.00	33.82	36.00	602.56	.01	.01	.0	1.0	1.0	6.5	1.0
b067	1200	146.00	85.00	17.74	393.00	56234.13	.01	.01	.0	1.0	1.0	6.5	1.0
b068	1200	162.00	85.00	17.74	358.00	19952.62	.01	.01	.0	1.0	1.0	6.5	1.0
b069	800	95.00	80.00	45.00	41.00	1000.00	.01	.01	1.0	1.0	1.0	6.5	1.0
b070	1180	180.00	56.83	17.74	131.00	11481.54	.01	.01	.0	1.0	15.0	6.5	1.0
P071	1000	100.00	46.94	6.84	45.00	380.19	.44	1.00	.0	4.0	6.0	2.0	1.0
P072	1020	156.00	41.02	31.80	117.00	3981.07	6.25	1.80	1.0	4.0	12.0	4.5	1.0
1073	1020	180.00	41.02	38.66	117.00	5128.61	2.66	1.95	-1.0	6.0	12.0	4.5	1.0
P074	920	150.00	34.99	30.96	65.20	741.31	.01	.87	.0	1.5	6.0	4.5	1.0
P075	920	125.00	34.99	30.96	20.50	562.34	.16	.50	1.0	1.5	6.0	4.5	1.0
P076	980	14.00	39.69	22.78	23.80	1023.29	.01	.40	1.0	1.5	6.0	2.0	1.0
C077	900	1.00	41.99	20.30	34.80	676.08	.01	.30	-1.0	4.0	6.0	2.0	1.0
P078	900	8.00	42.92	36.13	27.20	588.84	.01	.60	-1.0	4.0	12.0	4.5	1.0
P079	900	3.00	39.69	36.13	13.60	1174.90	2.66	.70	1.0	4.0	15.0	2.0	1.0
P080	850	172.00	39.69	21.80	47.40	1023.29	.01	1.60	-1.0	4.0	6.0	2.0	1.0
C081	900	6.00	48.99	21.80	47.30	776.25	.01	.80	-1.0	4.0	6.0	2.0	1.0
P082	1000	164.00	39.01	30.11	152.50	1995.26	.01	1.50	-1.0	1.5	12.0	2.0	1.0
P083	1000	170.00	36.87	30.11	114.50	3019.95	4.00	1.00	-1.0	1.5	12.0	4.5	1.0
1084	980	24.00	28.81	28.37	71.30	1862.09	2.66	1.20	-1.0	1.5	15.0	2.0	1.0
P085	980	27.00	39.01	28.37	37.50	3162.28	4.00	.55	1.0	1.5	12.0	4.5	1.0

NUM	ALCA	ORIE	TANIG	TANGC	DISC	CCON	NSOQ	GRES	TREL	TCAR	TUSR	TSUB	TLAD
1086	970	85.00	30.96	28.37	37.50	2454.71	6.25	.70	-1.0	1.5	15.0	4.5	1.0
1087	970	14.00	41.99	33.02	34.50	407.38	25.00	.40	1.0	1.5	15.0	4.5	1.0
P088	900	120.00	42.92	28.81	30.00	707.95	1.00	.95	-1.0	1.5	12.0	4.5	1.0
P089	875	160.00	41.99	29.68	82.60	1230.27	.01	1.15	-1.0	1.5	12.0	2.0	1.0
P090	900	126.00	36.87	28.81	45.00	707.95	.82	1.20	1.0	1.5	12.0	2.0	1.0
1091	1020	134.00	36.13	28.81	100.50	2511.89	2.77	1.50	-1.0	4.0	12.0	4.5	1.0
1092	1000	180.00	28.81	33.42	145.00	7585.78	1.00	7.00	1.0	6.0	12.0	4.5	1.0
1093	1025	176.00	41.02	33.42	105.50	3467.37	11.11	1.10	-1.0	4.0	15.0	4.5	1.0
1094	1000	164.00	30.11	33.42	210.80	13803.84	.01	2.00	-1.0	4.0	12.0	4.5	1.0
P095	960	162.00	19.80	33.02	21.00	1148.15	1.23	4.50	-1.0	4.0	12.0	2.0	1.0
1096	1000	156.00	39.01	29.68	89.00	5248.07	.01	2.80	-1.0	1.5	12.0	4.5	1.0
1097	980	180.00	36.13	31.80	26.00	676.08	.01	1.00	.0	1.5	12.0	4.5	1.0
1098	960	172.00	39.69	29.68	215.20	15488.17	4.00	4.00	-1.0	1.5	15.0	4.5	1.0
1099	960	180.00	41.02	34.99	277.80	16218.10	2.66	1.95	-1.0	1.5	12.0	4.5	1.0
C100	1420	35.00	21.31	22.29	702.50	363078.1	6.00	3.00	-1.0	10.0	21.0	3.0	1.0
C101	1442	45.00	15.11	23.27	828.00	234422.9	30.00	3.00	-1.0	10.0	15.0	3.0	1.0
1102	910	100.00	33.02	18.78	68.50	13803.84	16.00	2.00	.0	6.0	15.0	2.0	1.0
1103	920	90.00	28.81	25.64	61.00	2511.89	6.25	.80	-1.0	1.5	15.0	3.0	1.0
1104	940	95.00	31.80	25.64	24.50	851.14	8.16	.70	-1.0	1.5	15.0	2.0	1.0
1105	910	84.00	33.02	45.00	49.00	11220.18	11.10	.90	.0	6.0	15.0	2.0	1.0
P106	970	110.00	36.87	50.66	47.00	9772.37	.01	1.00	.0	4.0	6.0	2.0	1.0
P107	960	90.00	34.99	48.74	58.50	3715.35	.01	.80	.0	4.0	6.0	2.0	1.0
S001	985	132.00	25.17	21.80	199.00	9332.54	1.56	2.50	-1.0	1.5	12.0	2.0	.0
S002	978	76.00	27.92	21.80	166.00	6309.57	1.23	2.00	.0	1.5	6.0	2.0	.0
S003	973	36.00	19.80	19.29	116.00	4786.30	25.00	2.00	1.0	1.5	15.0	2.0	.0
S004	965	31.00	17.22	18.78	46.50	1548.82	8.16	2.00	1.0	6.0	12.0	2.0	.0
S005	960	31.00	30.11	18.78	70.00	2454.71	25.00	2.00	1.0	6.0	15.0	2.0	.0
S006	918	128.00	31.38	27.92	224.00	4365.16	44.40	2.50	-1.0	1.5	15.0	2.0	.0
S007	920	122.00	30.96	27.92	224.00	3801.89	64.00	2.50	-1.0	1.5	15.0	2.0	.0
S008	893	79.00	26.10	29.68	304.00	8912.51	16.00	1.00	1.0	6.0	12.0	3.0	.0
S009	883	115.00	26.57	30.96	144.00	3630.78	13.20	1.00	.0	1.5	12.0	2.0	.0
S010	925	90.00	18.78	20.81	31.00	645.65	.01	.50	-1.0	4.0	6.0	3.0	.0
S011	933	45.00	28.81	33.42	26.00	575.44	.01	.50	.0	4.0	6.0	3.0	.0
S012	924	68.00	26.10	30.96	149.00	3630.78	16.00	.80	1.0	1.5	15.0	3.0	.0
S013	1000	80.00	36.13	38.66	56.00	1548.82	44.40	.75	1.0	1.5	15.0	3.0	.0
S014	1020	120.00	21.80	29.68	63.00	1778.28	44.40	.75	-1.0	1.5	15.0	3.0	.0
S015	1128	7.00	34.99	25.17	19.00	537.03	32.70	2.00	1.0	4.0	15.0	2.0	.0
S016	1149	15.00	25.17	36.50	328.00	8709.64	.01	.30	1.0	1.5	6.0	2.0	.0
S017	1352	132.00	19.80	14.04	20.60	309.03	.01	.30	-1.0	4.0	6.0	3.0	.0
S018	1362	1.00	20.81	20.81	42.80	1071.52	64.00	.50	.0	1.5	15.0	2.0	.0
S019	1377	64.00	19.80	14.04	36.00	2238.72	25.00	1.00	-1.0	4.0	15.0	2.0	.0
S020	1393	170.00	16.17	19.80	29.70	831.76	.01	.35	1.0	4.0	6.0	2.0	.0

NUM	ALCA	ORIE	TANIG	TANCG	DISC	CCON	NSOQ	GRFS	TREL	TCAR	TUSR	TSUB	TLAD
s021	1402	52.00	27.02	26.57	44.70	831.76	.01	.25	1.0	1.5	21.0	2.0	.0
s022	1392	83.00	31.38	33.42	78.10	1698.24	.44	.35	.0	1.5	21.0	3.0	.0
s023	1337	112.00	28.81	23.75	54.70	1047.13	.01	.40	1.0	6.0	9.0	3.0	.0
s024	1372	142.00	34.99	14.04	41.20	724.44	.01	.40	1.0	4.0	9.0	3.0	.0
s025	893	180.00	26.10	26.57	22.40	489.78	6.25	.05	1.0	1.5	12.0	4.5	.0
s026	884	44.00	36.13	21.80	26.90	363.08	16.00	.10	.0	1.5	15.0	4.5	.0
s027	884	88.00	36.13	36.87	18.70	363.08	32.60	.30	.0	6.0	15.0	4.5	.0
s028	872	80.00	27.92	30.96	20.50	616.60	25.00	.30	-1.0	4.0	15.0	4.5	.0
s029	889	151.00	19.80	31.38	24.90	562.34	.01	.15	1.0	1.5	9.0	4.5	.0
s030	914	128.00	28.37	27.92	25.00	380.19	.01	.50	.0	1.0	6.0	4.5	.0
s031	926	1.00	30.96	30.96	41.20	1023.29	8.16	.60	.0	1.5	12.0	4.5	.0
s032	931	64.00	28.81	30.96	41.20	794.33	3.30	.50	.0	1.0	12.0	4.5	.0
s033	924	156.00	30.96	29.25	75.80	1513.56	13.20	.60	-1.0	1.5	12.0	4.5	.0
s034	952	1.00	42.92	48.99	50.30	1096.48	32.60	.15	1.0	1.5	15.0	4.5	.0
s035	934	56.00	25.17	25.64	73.30	851.14	25.00	.40	1.0	1.5	15.0	4.5	.0
s036	962	113.00	28.81	31.80	46.70	794.33	.01	.30	.0	1.5	6.0	4.5	.0
s037	965	188.00	22.78	26.57	46.70	912.01	.01	.30	-1.0	1.5	6.0	4.5	.0
s038	965	142.00	34.99	39.01	28.30	812.83	.01	.30	-1.0	1.5	9.0	4.5	.0
s039	970	156.00	27.02	29.68	58.40	1318.26	.01	.35	1.0	1.5	9.0	4.5	.0
s040	1021	35.00	30.11	31.38	20.60	512.86	100.00	.35	.0	1.5	15.0	4.5	.0
s041	939	93.00	22.78	19.80	32.80	457.09	32.60	.40	1.0	4.0	15.0	4.5	.0
s042	940	123.00	20.81	18.26	44.10	758.58	.01	.30	1.0	4.0	9.0	4.5	.0
s043	953	92.00	10.20	11.31	29.20	588.84	.01	.20	.0	4.0	6.0	2.0	.0
s044	946	92.00	18.78	17.74	43.90	870.96	32.60	.30	-1.0	1.5	15.0	2.0	.0
s045	908	12.00	17.74	16.17	20.30	281.84	44.40	.70	-1.0	4.0	15.0	3.0	.0
s046	915	1.00	15.11	12.41	15.40	229.09	.01	1.00	1.0	4.0	6.0	2.0	.0
s047	944	100.00	25.17	16.70	3.10	41.69	3.30	.20	-1.0	1.5	12.0	3.0	.0
s048	946	28.00	36.13	19.80	23.90	239.88	177.70	1.00	1.0	6.0	15.0	3.0	.0
s049	1057	84.00	16.70	16.17	73.30	1071.52	.01	.40	1.0	4.0	6.0	3.0	.0
s050	1075	132.00	21.31	21.80	53.40	870.96	.01	.20	1.0	6.0	9.0	3.0	.0

NUM	ALCA	ORIE	TANIG	TANCG	DISC	CCON	NSOQ	GRFS	TREL	TCAR	TUSR	TSUB	TLAD
B551	2350	180.00	56.31	33.82	4463.00	39810.72	.01	.01	1.0	10.0	1.0	4.5	1.0
1552	2160	20.00	36.50	38.66	2239.00	13803.84	.01	.40	.0	1.5	6.0	4.5	1.0
1553	2155	22.00	31.80	39.69	1171.00	2818.38	.01	.40	.0	1.5	6.0	4.5	1.0
1554	1580	30.00	45.00	41.79	2085.00	8709.64	25.00	.50	.0	1.5	15.0	4.5	1.0
1555	1660	20.00	43.83	40.70	1453.00	3630.78	25.00	1.00	.0	1.5	15.0	4.5	1.0
1991	2015	1.00	26.57	29.68	5012.00	12589.25	25.00	3.00	-1.0	1.5	15.0	2.0	1.0
1992	1930	130.00	30.96	25.17	140.00	3981.07	16.00	1.00	.0	1.5	15.0	2.0	1.0
P993	1920	105.00	30.11	28.37	145.00	5370.32	16.00	1.00	.0	1.5	15.0	2.0	1.0
P994	1980	110.00	40.03	27.92	195.00	7585.78	.01	1.50	1.0	1.5	6.0	2.0	1.0
P995	1980	110.00	52.00	21.80	135.00	3548.13	.01	.40	-1.0	4.0	6.0	2.0	1.0
1996	1860	100.00	52.00	28.81	411.00	1584.89	.01	1.90	-1.0	4.0	6.0	2.0	1.0
P998	1830	136.00	27.92	23.75	90.00	2884.03	.01	.80	-1.0	4.0	6.0	2.0	1.0
1910	1570	57.00	56.31	17.74	90.00	1318.26	.01	1.00	.0	1.5	6.0	4.5	1.0
P911	1600	126.00	45.00	26.57	160.00	4073.80	.01	1.50	.0	1.5	6.0	2.0	1.0
1913	1620	37.00	37.60	39.01	952.00	2570.40	25.00	1.30		1.5	15.0	4.5	1.0
1914	1597	75.00	37.95	39.35	518.00	17378.01	25.00	1.50		1.5	15.0	4.5	1.0
1915	1970	48.00	30.96	33.82	135.00	7585.78	.01	1.50	.0	4.0	6.0	4.5	1.0
1916	1980	55.00	36.13	22.78	295.00	15848.93	.01	1.20	.0	4.0	6.0	4.5	1.0
1917	1960	75.00	31.80	30.54	1486.00	6918.31	.01	.80	.0	4.0	6.0	4.5	1.0
1918	2050	49.00	37.95	17.74	160.00	5888.44	4.00	1.00	.0	4.0	12.0	4.5	1.0
1921	2030	60.00	29.68	33.02	175.00	8317.64	4.00	.50	.0	1.5	15.0	4.5	1.0
1922	2035	80.00	33.82	36.50	250.00	15488.17	4.00	.50	.0	1.5	12.0	4.5	1.0
1923	2030	100.00	33.82	42.30	240.00	7585.78	4.00	1.00	.0	1.0	12.0	4.5	1.0
P924	1593	164.00	42.92	41.02	190.00	4466.84	.01	1.50	-1.0	4.0	6.0	2.0	1.0
P925	1602	176.00	47.47	40.36	265.00	6760.83	.01	1.00	-1.0	4.0	6.0	2.0	1.0
1926	1600	178.00	45.00	47.98	185.00	6025.60	.01	1.00	-1.0	4.0	6.0	2.0	1.0
P927	1575	20.00	39.01	9.65	304.00	912.01	.01	.50	.0	4.0	6.0	2.0	1.0
B929	1656	6.00	45.00	34.61	596.00	977.24	4.00	1.00	-1.0	1.5	15.0	4.5	1.0
P930	1835	94.00	40.03	38.66	100.00	5011.87	.01	.40	.0	1.5	6.0	2.0	1.0
P932	1880	94.00	38.31	40.03	175.00	4466.84	2.00	1.00	.0	1.0	6.0	2.0	1.0
1933	1902	80.00	41.99	47.98	105.00	3311.31	.01	1.50	.0	1.0	6.0	2.0	1.0
1938	1942	42.00	36.87	29.25	400.00	20892.96	4.00	.50	.0	1.5	9.0	2.0	1.0
1939	1882	15.00	39.35	27.47	455.00	15848.93	.01	.20	.0	1.5	9.0	4.5	1.0
1940	1882	13.00	33.82	27.92	435.00	26302.68	6.25	.50	.0	1.5	12.0	2.0	1.0
1941	1960	1.00	30.11	31.38	250.00	10000.00	6.25	.60	.0	1.5	12.0	4.5	1.0
1942	1920	4.00	28.81	30.11	270.00	8511.38	4.00	.60	.0	1.5	15.0	2.0	1.0
1943	1930	10.00	28.81	30.11	265.00	8317.64	4.00	.45	-1.0	1.5	15.0	4.5	1.0
1945	1840	1.00	31.80	27.47	400.00	16595.87	6.25	.60		1.5	12.0	2.0	1.0
P946	2000	90.00	23.27	19.80	1308.00	6309.57	.01	.80		1.5	6.0	2.0	1.0
1947	1960	86.00	29.25	28.81	2282.00	12589.25	.01	.80		1.5	6.0	4.5	1.0
P949	1875	70.00	33.02	30.96	1456.00	4897.79	.01	.30		1.5	6.0	2.0	1.0
1950	1900	70.00	27.92	33.82	1081.00	4073.80	.01	.60		1.5	6.0	4.5	1.0

NUM	ALCA	ORIE	TANIG	TANCG	DISC	CCON	NSOQ	GRFS	TREL	TCAR	TUSR	TSUB	TLAD
1951	1885	84.00	29.25	30.96	1456.00	4265.80	.01	.80		1.5	6.0	4.5	1.0
P952	1863	116.00	34.61	22.78	434.00	912.01	.01	.90		4.0	6.0	2.0	1.0
P953	1877	88.00	30.96	27.02	616.00	2238.72	.01	1.80		4.0	6.0	2.0	1.0
1954	1930	120.00	34.99	19.80	130.00	3019.95	4.00	.40		4.0	12.0	2.0	1.0
1955	1923	102.00	33.02	16.70	165.00	8317.64	.01	1.00		4.0	6.0	2.0	1.0
1957	1895	115.00	27.02	24.70	716.00	1698.24	.01	.60		4.0	6.0	2.0	1.0
1958	1895	115.00	27.02	28.37	626.00	1778.28	.01	1.10		4.0	6.0	2.0	1.0
1661	2160	103.00	40.03	29.25	183.50	11748.98	.11	1.00	.0	1.0	6.0	4.5	1.0
P662	1990	143.00	34.99	37.23	99.20	3715.35	.01	.50	.0	1.0	6.0	2.0	1.0
b663	2000	128.00	30.11	41.02	304.70	22387.21	.01	1.00	.0	1.0	1.0	4.5	1.0
P664	1990	90.00	30.11	26.57	44.70	1230.27	.01	.50	.0	1.0	6.0	2.0	1.0
P665	1945	70.00	27.02	22.78	43.50	1258.93	.01	.80	.0	1.0	6.0	2.0	1.0
P667	1830	130.00	36.50	18.26	31.60	831.76	.01	1.00		4.0	6.0	2.0	1.0
P668	1780	116.00	34.99	16.70	70.00	2570.40	.01	2.00		4.0	6.0	2.0	1.0
P771	1970	120.00	32.62	36.13	42.00	741.31	.11	.60		1.5	6.0	2.0	1.0
1772	1975	114.00	28.81	26.57	122.90	3548.13	.11	1.80	-1.0	1.5	6.0	2.0	1.0
b801	1520	164.00	34.99	42.61	118.20	4897.79	4.00	.01	-1.0	1.5	15.0	4.5	1.0
1803	1610	150.00	52.43	62.97	253.30	10000.00	.01	1.00	1.0	1.0	6.0	4.5	1.0
P804	1580	115.00	35.75	46.94	218.40	9120.11	.01	1.00		1.0	6.0	4.5	1.0
1805	1610	100.00	38.31	50.89	63.50	1819.70	.01	1.00	-1.0	1.0	6.0	4.5	1.0
1806	1510	25.00	34.99	29.68	80.60	2041.74	25.00	1.50	-1.0	1.5	15.0	2.0	1.0
1807	1465	31.00	40.03	27.92	53.20	1230.27	25.00	1.50		4.0	15.0	2.0	1.0
1808	1900	95.00	41.99	18.26	47.40	1047.13	25.00	.40		4.0	15.0	2.0	1.0
1809	1860	125.00	43.83	33.82	72.10	1071.52	.01	.70	.0	1.5	6.0	2.0	1.0
1111	1795	89.00	32.62	21.80	32.30	1071.52	.01	.50	-1.0	4.0	6.0	2.0	1.0
P113	1720	162.00	39.01	33.82	36.00	10471.29	.01	2.50	.0	4.0	6.0	2.0	1.0
1114	1520	127.00	33.42	41.02	75.50	2884.03	.01	1.00		1.5	15.0	2.0	1.0
b131	1135	177.00	55.95	60.81	137.30	3388.44	1.50	.01		1.5	1.0	6.5	1.0
b132	1540	150.00	57.51	41.67	120.30	3388.44	1.50	.01		6.0	1.0	6.5	1.0
b133	1580	166.00	40.03	36.87	75.00	1862.09	1.50	.01		6.0	1.0	6.5	1.0
b134	1625	124.00	40.03	36.87	71.30	2238.72	1.50	.01		6.0	1.0	6.5	1.0

num	etiqueta de identificación.
espem	depresión máxima de la zona de rotura.
dlll	relación entre la depresión máxima y la longitud máxima de la zona de rotura.
phi	ángulo de la pendiente de la superficie de rotura.
amsu	ancho superior de la cicatriz.
amin	ancho inferior de la cicatriz.
vol	volumen total estimado de la masa movilizada.
ramp	relación entre el ancho medio de la zona de cicatriz y del depósito.
delt	ángulo de la pendiente del depósito.
rsfe	relación entre la superficie de la zona de rotura y del depósito.
dish	proyección horizontal del recorrido de la masa.
rlon	relación entre la longitud del depósito y la longitud de la zona de rotura.
tana	relación entre el desnivel y el recorrido horizontal.
ralt	relación entre la profundidad máxima de rotura y la longitud total del movimiento, ponderada con la pendiente y multiplicada por 100.
rdep	relación entre el ancho del pie del depósito y su longitud.
desni	desnivel del recorrido de la masa.

NUM	ESPEM	DDLL	PHI	AMSU	AMIN	VOL	RAMP	DELT	RSFE	DISH	RLON	TANA	RAIT	RDEP	DESMI
1001	1.00	2.34	32.00	35.0	23.0	363.08	3.75	21.50	1.55	108.00	1.79	.47	.84	.10	50.76
P002	.90	1.98	30.00	12.5	18.7	263.03	1.06	12.50	.60	100.00	1.32	.34	.85	.25	34.00
P003	2.00	8.46	32.00		19.6	295.12	1.26	19.50	.26	116.00	4.28	.40	1.60	.15	46.40
1004	2.50	8.36	33.00	7.6	5.8	398.11	.51	31.00	.19	79.00	2.11	.62	2.69	.21	48.98
b005	7.40	15.10	80.00		14.2	380.19	.94	29.50	.15	45.00	.19	.83	12.65	1.48	37.35
c006	5.00	19.66	15.00		19.8	4073.80	.69	7.00	.28	156.00	5.40	.30	3.07	.23	46.80
1007	1.50	1.40	29.00	86.3	86.3	2187.76	8.60	15.00	.71	242.00	1.39	.34	.59	.07	82.28
P008	1.20	10.68	15.00	6.8	6.8	39.81	.97	27.00	.22	56.00	4.59	.51	1.91	.10	28.56
1010	1.50	5.70	28.00		11.0	398.11	1.33	19.00	.12	223.00	8.01	.36	.63	.02	80.28
b011	15.00	10.00	85.00	30.0	10.0	1122.02	1.33	35.00	.50	127.00	.12	.87	8.91	.82	110.49
1012	3.55	10.34	37.00		27.0	1445.44	1.35	32.50	.21	118.00	3.04	.62	2.56	.16	73.16
P013	1.20	6.00	33.00		12.0	83.18	1.20	24.50	.30	61.00	2.45	.53	1.74	.20	32.33
c014	2.00	15.00	24.00	12.0	8.5	128.82	1.71	24.00	.22	39.00	2.26	.49	4.61	.27	19.11
1015	4.00	8.50	39.00	21.5	5.0	1047.13	1.23	22.00	1.54	53.00	.37	.70	6.18	.96	37.10
1016	3.00	10.86	24.00	14.0	10.0	1230.27	1.75	22.00	1.01	116.00	3.49	.38	2.42	.13	44.08
P017	.60	18.20	31.00	4.5	3.0	12.30	1.33	31.00	1.56	8.00	2.00	.73	6.06	.45	5.84
P018	1.00	45.50	23.00		3.5	5.01	1.00	20.00	.65	4.00	1.17	.65	20.96	1.36	2.60
P019	7.50	17.65	45.00		17.0	691.83	1.30	21.50	.47	38.00	.01	.53	17.44	25.28	20.14
P020	2.00	7.26	32.00	16.0	6.0	204.17	2.66	24.50	4.09	92.00	2.75	.51	1.94	.04	46.92
1021	2.50	7.36	30.00	18.0	10.0	1348.96	1.75	34.00	.16	250.00	7.86	.67	.83	.06	167.50
1022	2.00	4.88	35.00	20.0	42.0	5888.44	.72	18.50	.13	336.00	7.71	.36	.56	.16	120.96
c023	4.50	10.67	25.00		20.0	15135.61	.79	12.00	.08	187.00	3.55	.23	2.35	.46	43.01
1024	3.00	7.71	25.00		8.0	371.54	.50	24.00	.27	122.00	2.46	.47	2.23	.11	57.34
1025	3.00	5.72	22.00	26.5	12.5	1513.56	1.90	21.50	1.90	120.00	1.48	.42	2.30	.10	50.40
1026	2.00	3.12	27.00	17.5	10.7	478.63	.73	12.00	.91	58.00		.38	3.22		22.04
P027	1.10	4.22	32.00	21.0	14.0	186.21	1.21	15.00	.54	39.00	.69	.53	2.49	.77	20.67
1028	3.00	20.70	34.00	13.1	12.0	199.53	1.47	24.50	.43	53.00	3.16	.54	4.98	.23	28.62
1029	1.50	4.46	35.00	12.9	12.1	478.63	1.47	34.00	2.08	90.00	2.22	.67	1.38	.11	60.30
1030	1.10	4.66	31.00	11.0	19.8	281.84	7.50	33.50	.66	92.00	3.65	.65	1.00	.02	59.80
P031	1.50	4.25	36.00	15.0	24.5	380.19	1.03	17.00	.45	74.00	1.27	.42	1.87	.27	31.08
P032	2.00	12.50	25.00	11.0	12.0	239.88	1.15	21.00	.90	46.00	2.18	.47	3.93	.26	21.62
1033	7.00	9.06	21.00	12.0	12.5	9332.54	1.64	12.50	4.19	625.00	7.36	.26	1.08	.03	162.50
P034	1.50	9.93	32.00		26.3	275.42	1.16	27.00	.53	46.00	2.55	.60	2.80	.60	27.60
1035	7.00	24.10	31.00		43.6	2511.89	5.13	25.50	.22	68.00	1.67	.55	9.02	.16	37.40
1036	10.00	19.40	33.00	8.2	19.0	5754.40	.55	19.00	.30	92.00	.97	.47	9.84	.86	43.24
1037	2.00	3.66	29.00	14.5	12.0	977.24	1.97	29.50	3.23	236.00	3.99	.58	.73	.03	136.88
1038	.90	3.73	25.00	6.5	15.0	190.55	1.34	6.00	5.27	26.00	.19	.46	3.14	1.78	11.96
1039	1.00	6.12	33.00	4.7	5.4	52.48	.96	35.00	.91	23.00	.72	.70	3.56	.58	16.10
1040	2.00	10.56	34.00	9.4	13.3	218.78	.66	33.00	.47	34.00	1.19	.70	4.82	.74	23.80
1041	1.30	3.70	34.00	7.7	13.2	79.43	.59	37.00	.47	40.00	.42	.75	2.60	.74	30.00
P042	1.70	11.41	32.00	9.8	12.8	128.82	1.05	25.00	.88	20.00	.57	.60	7.29	1.02	12.00
b043	1.50	7.66	40.00	6.5	6.7	134.90	.71	38.00	.98	25.00	.64	.81	4.66	.53	20.25

NUM	ESPEM	DDLT	PHI	AMSU	AMIN	VOL	RAMP	DELT	RSEF	DISH	RION	TANA	RAIT	RDEP	DESNI
1044	1.90	3.99	24.00	6.3	14.0	933.25	.75	29.00	1.39	74.00	.74	.50	2.30	.40	37.00
p045	3.50	31.69	50.00	14.8	16.8	575.44	.87	22.00	1.29	18.00	.69	.27	18.77	.39	4.86
p046	.90	12.16	23.00	7.7	14.7	85.11	1.22	23.00	.54	18.00	1.64	.42	4.61	.76	7.56
1047	7.00	28.52	18.00	14.8	18.5	2818.38	1.10	28.50	.24	95.00	3.29	.48	6.64	.24	45.60
p048	.70	9.43	32.00	12.7	15.0	60.26	1.54	20.00	.69	14.00	1.13	.53	4.42	1.07	7.42
c049	7.50	16.28	25.00	26.9	28.0	1949.84	1.71	23.50	.19	89.00	1.13	.47	7.63	.29	41.83
1050	1.80	8.80	24.00	8.7	14.7	218.78	1.46	25.50	3.22	25.00	.38	.53	6.36	1.28	13.25
c051	2.00	12.37	27.00	20.5	15.5	501.19	1.63	21.00	.47	59.00	2.96	.42	3.13	.15	24.78
c052	.50	2.93	37.00	5.0	5.4	15.85	.90	21.00	1.31	16.00	.09	.60	2.68	3.64	9.60
1053	4.50	22.48	28.00	4.5	19.1	407.38	.78	14.00	.85	33.00	.80	.44	12.48	.56	14.52
1054	2.00	6.78	37.00	7.8	13.0	316.23	.87	31.00	.76	45.00	.87	.71	3.62	.51	31.95
1055	2.10	14.68	27.00	15.3	17.8	199.53	.92	19.50	.98	35.00	1.69	.46	5.45	.33	16.10
b056	2.85	14.80	38.00	4.3	6.2	95.50	1.04	21.00	1.63	12.00	3.74	.74	19.09	.09	8.88
1057	4.00	18.27	24.00	14.9	19.0	724.44	1.70	16.00	.32	98.00	3.74	.35	3.85	.09	34.30
1058	2.00	24.74	30.00	4.7	6.1	70.79	1.10	28.00	.29	27.00	2.81	.55	6.49	.18	14.85
c059	.50	2.97	26.00	11.5	8.0	89.13	2.00	22.50	.45	37.00	1.40	.44	1.24	.51	16.28
1060	3.00	4.81	37.00	11.0	17.0	676.08	1.65	28.00	2.61	72.00	.39	.67	3.46	.35	48.24
1061	2.00	9.20	35.00	8.0	26.0	524.81	.61	30.50	3.39	64.00	2.59	.70	2.56	.46	44.80
1062	4.50	23.16	21.00	7.8	7.0	208.93	1.10	35.00	.51	43.00	1.66	.67	8.69	.21	28.81
1063	11.00	16.00	34.00	26.0	28.7	10964.78	2.80	21.00	.31	562.00	7.87	.42	1.80	.01	236.04
p064	1.50	5.28	22.00	15.5	13.0	323.59	1.07	27.00	1.58	39.00	.52	.48	3.47	.74	18.72
b065	3.00	15.00	75.00	12.0	12.0	602.56	.80	35.00	.09	143.00	8.25	.82	1.62	.03	117.26
b066	3.00	4.16	80.00	10.0	15.0	2238.72	.80	24.50	.25	182.00	2.08	.70	1.35	.12	127.40
b067	4.00	6.66	85.00	10.0	14.2	3467.37	.85	19.50	.29	238.00	3.56	.57	1.46	.07	135.66
b068	3.00	6.66	85.00	15.0	12.5	1995.26	.89	23.50	.26	183.00	3.68	.57	1.42	.08	104.31
b070	1.75	11.00	80.00	6.5	6.5	1000.00	1.87	35.00	.15	132.00	7.54	.82	1.76	.05	108.24
p071	1.00	8.82	35.00	9.9	9.9	34.67	1.04	17.00	1.21	11.00	.09	.51	8.10	.49	22.62
p072	2.00	15.30	35.00	7.0	11.0	158.49	.75	27.00	.44	28.50	1.60	.65	5.88	.62	18.53
1073	2.50	2.87	32.00	24.5	11.0	3162.28	2.18	26.00	1.89	175.70	1.30	.55	1.25	.10	96.64
p074	2.50	12.87	28.00		11.0	275.42	.75	14.00	.70	50.00	1.79	.42	4.61	.41	21.00
p075	1.30	19.01	42.00	9.7	8.5	30.90	1.06	34.00	.21	11.20	1.05	.75	9.29	1.05	8.40
p076	.40	11.18	35.00		9.7	5.89	1.05	15.00	.55	7.00	1.15	.45	5.21	2.24	3.15
c077	.30	6.54	32.00		5.7	5.37	.72	16.00	.72	10.20	1.46	.47	2.66	.85	4.79
p078	.80	9.12	33.00	7.0	5.0	5.89	1.20	27.00	.83	14.70	.96	.61	4.65	.59	8.97
p079	.70	16.20	36.00	9.5	11.0	12.88	1.29	28.00	.40	9.10	1.51	.65	6.45	1.22	5.92
c080	1.60	10.29	29.00	5.0	12.0	57.54	1.08	20.00	.77	12.40	.78	.50	11.54	2.21	6.20
c081	.80	16.96	29.00	9.0	8.0	14.79	1.11	23.00	.98	7.40	.78	.53	9.55	.83	3.92
p082	1.50	9.49	36.00	14.0	18.5	194.98	.94	21.00	.46	32.00	1.29	.53	4.14	.83	16.96
p083	1.50	7.70	40.00	12.5	7.0	100.00	1.05	20.00	.29	60.40	2.44	.48	2.24	.20	28.99
1084	1.20	3.42	27.00	6.6	4.5	186.21	2.16	27.00	.36	48.20	.56	.54	2.19	.20	26.03
p085	.80	2.82	32.00	6.5	6.3	77.62	1.42	28.00	1.21	40.00	.64	.60	1.71	.25	24.00

NUM	ESPEM	DDLL	PHI	AMSU	AMIN	VOL	RAMP	DELT	RSFE	DISH	RLON	TANA	RALT	RDEP	DESNI
1086	1.20	7.03	26.00	6.3	11.0	147.91	2.83	34.00	.36	83.10	4.86	.67	1.20	.04	55.68
1087	1.00	5.86	37.00	3.3		30.20	.24	34.00	.09	52.00	2.77	.73	1.55	.29	37.96
P088	3.00	18.43	35.00	15.0	15.0	446.68	1.07	23.00	1.07	22.00	.58	.60	11.69	1.49	13.20
P089	1.15	16.45	28.00	12.0	12.0	31.62	1.33	23.00	.59	11.20	.85	.58	8.88	1.51	6.50
P090	1.20	14.30	30.00	11.5	11.5	61.66	.96	30.00	.54	15.60	1.21	.64	6.48	1.18	9.98
1091	1.70	8.23	28.00	14.5	14.5	302.00	.94	26.50	.18	83.00	3.55	.53	1.81	.21	43.99
1092	11.00	12.54	15.00	21.0	1584.89		1.02	24.50	.28	82.00	.07	.55	11.75	3.50	45.10
1093	1.90	15.82	30.00	9.0	63.10		.70	32.00	.51	16.60	.71	.73	9.24	1.46	12.12
1094	6.00	29.82	10.00	11.0	60.26		2.20	23.00	.71	41.20	1.27	.48	13.13	.20	19.78
P095	4.50	38.30	11.00	12.7	302.00		1.00	27.00	4.11	22.40	1.23	.61	17.15	.83	13.66
1096	3.00	21.49	25.00	8.8	213.80		1.35	36.00	.25	41.70	2.72	.74	5.78	.17	30.86
1097	1.20	14.83	27.00	8.0	120.23		1.00	32.00	.60	23.00	2.42	.67	4.33	.41	15.41
1098	6.00	17.95	24.00	23.0	13.0	1202.26	2.57	16.00	.53	123.00	2.89	.34	4.62	.26	41.82
1099	2.00	4.00	19.00	13.5	13.0	1174.90	1.04	25.00	.28	146.80	2.14	.38	1.27	.12	55.78
C100	6.00	2.51	21.50	302.0	78.0	229086.8	2.30	20.00	1.27	750.00	2.37	.39	.75	.19	292.50
C101	30.00	17.64	12.00	374.0	90.0	93325.43	8.00	14.00	1.15	695.00	3.29	.32	4.11	.07	222.40
1102	2.00	21.50	43.00	17.1	19.0	208.93	1.07	23.90	.27	39.50	3.85	.55	4.44	.41	21.73
1103	1.00	7.10	31.00	10.3	17.5	95.50	.53	31.90	.17	57.50	3.83	.63	1.47	.20	36.23
1104	.70	2.30	33.00	11.3	12.7	67.61	.72	27.80	.41	33.00	.26	.60	1.82	2.58	19.80
1105	.90	8.40	33.00	13.0	12.0	93.33	1.19	30.80	.29	36.00	2.90	.59	2.15	.29	21.24
P106	1.00	11.70	30.00	10.4	7.0	48.98	.99	21.20	.44	28.00	2.62	.47	3.23	.39	13.16
P107	.80	20.50	35.00	6.5	6.5	17.78	1.29	34.00	.63	10.00	2.19	.74	6.43	.82	7.40

NUM	ESPEM	DDL	PHI	AMSU	AMIN	VOL	RAMP	DELT	RSEF	DISH	RION	TANA	RALT	RDEP	DESN1
b551	4.00	21.60	64.00	10.0	10.5	1659.59	.75	23.50	.05	228.90	12.76	.49	1.57	.21	112.16
1552	1.00	1.32	36.00	7.0	4.0	275.42	1.37	31.30	1.25	125.00	.98	.66	.67	.08	82.50
1553	1.00	6.66	32.00	10.0	8.0	53.70		26.50		102.20	6.64	.51	.87	.10	52.12
1554	2.50	13.04	37.00	8.3	13.5	616.60	.63	35.30	.12	98.70	5.17	.66	2.11	.24	65.14
1555	1.50	3.03	40.00	10.5	14.0	398.11	.98	41.50	.37	88.80	1.39	.88	1.27	.16	78.14
1991	3.00	3.72	29.50	31.0	28.5	4786.30	2.12	26.40	.30	303.80	3.23	.51	.88	.05	154.94
1992	1.00	7.14	29.00	10.0	9.5	120.23	1.18	26.10	.21	81.40	5.58	.53	1.09	.09	43.14
p993	1.00	4.00	25.00	17.0	17.5	338.84	1.00	24.00	1.89	34.10	.51	.48	2.64	1.36	16.37
p994	1.50	19.20	27.00	15.0	11.0	104.71	1.18	28.00	.66	18.90	1.77	.56	6.92	.56	10.58
p995	.40	28.50	28.00	8.0	24.0	79.43	.67	23.00	.52	28.90	21.84	.48	1.25	.78	13.87
1996	1.90	10.00	26.00	14.0	14.0	275.42	1.04	19.00	.63	50.90	1.89	.40	3.47	.32	20.36
p998	.80	6.90	31.00	14.5	7.0	123.03	1.53	15.00	3.71	18.00	.76	.53	3.47	.80	9.54
1910	2.00	8.90	35.00	10.0	9.0	257.04	1.36	17.30	.42	80.90	2.89	.41	2.29	.12	33.17
p911	1.50	20.00	39.00	10.8	7.5	64.57	1.22	29.00	1.48	10.80	.78	.73	2.29	.12	33.17
1913	1.70	10.80	41.00	5.0	5.0	120.23	.71	35.50	.07	128.90	9.19	.74	1.06	.05	95.39
1914	2.00	20.00	42.00		13.2	158.49	1.24	34.00	.15	75.10	8.21	.71	2.17	.10	53.32
1915	2.00	4.91	30.00	21.0	21.0	316.23	2.23	32.50	.28	179.90	4.20	.62	.94	.04	111.54
1916	1.70	3.40	30.00	44.0	29.0	794.33	3.65	31.00	.73	156.50	2.63	.64	.94	.08	92.34
1917	1.00	3.10	32.00	11.0	13.0	245.47	.92	32.50	1.49	47.90	.76	.64	1.76	.53	30.66
1918	1.50	5.50	37.00	8.0	16.0	478.63	.76	32.00	.73	45.30	1.01	.68	2.74	.56	30.80
1921	1.50	6.10	35.00	6.5	3.0	93.33	.68	34.00	.15	123.30	5.04	.67	1.01	.06	82.61
1922	2.50	8.00	33.00		5.0	190.55	1.00	30.50	.35	102.70	2.83	.60	2.09	.06	61.62
1923	1.50	11.50	37.00		22.2	436.52	1.78	33.80	1.35	124.20	10.46	.67	1.00	.03	83.21
p924	1.50	6.60	33.00	14.0	9.9	131.83	1.21	39.00	1.94	19.00	.05	.76	6.29	.79	14.44
p925	1.00	11.80	37.50	8.2	8.5	70.79	1.24	41.00	1.72	11.00	.72	.87	6.86	.82	9.57
1926	1.00	15.30	37.00	7.0	3.7	33.88	1.05	31.00	1.59	8.70	.68	.77	9.11	.57	6.70
p927	.50	12.80	31.00	8.0	10.0	18.62	.98	21.00	.64	16.80	3.77	.48	2.68	.17	8.06
b929	1.20	8.30	48.00	5.0	6.0	89.13	1.10	45.00	.63	25.80	1.64	1.09	3.14	.17	28.12
p930	.40	3.60	38.50	3.0	1.8	7.08	1.33	40.00	3.19	51.90	.39	.81	2.57	.40	9.80
p932	1.00	2.10	37.00	5.9	14.7	302.00	.70	39.00	1.62	25.50	.90	.79	1.51	.79	41.00
1933	1.50	8.60	38.00	5.3	7.2	125.89		38.50		25.50	.68	.83	4.53	.32	21.17
1938	.50	2.94	37.00	5.9	6.7	37.15	1.12	27.50	1.66	24.00	.68	.64	1.75	.39	15.36
1939	.70	5.60	37.00	6.2	7.5	38.02	1.10	28.60	1.05	21.60	1.05	.64	2.73	.38	13.82
1940	.50	3.15	36.00	5.5	2.7	20.89	1.44	33.00	1.36	21.50	.65	.69	1.91	.29	14.84
1941	1.50	3.00	27.40	7.7	23.5	645.65	.93	29.30	.24	217.70	3.97	.55	.60	.14	119.74
1942	.60	4.53	29.50	10.3	12.5	346.74	.59	31.40	.16	141.60	11.47	.60	.36	.11	84.96
1943	1.00	1.70	29.00	6.1	6.8	295.12	.92	25.50	2.41	72.50	.40	.54	1.21	.27	39.15
1945	.60	3.18	32.00	12.5	12.9	100.00	.98	34.90	.39	45.30	1.90	.68	1.10	.28	30.80
p946	.80	3.50	24.00	20.7	7.5	251.19	1.88	25.50	1.28	63.70	2.08	.47	1.14	.13	29.94
1947	1.00	4.40	29.80	7.7	15.2	177.83	.65	31.50	.24	74.60	2.84	.61	1.14	.19	45.51
p949	.30	8.10	28.50	5.7	7.1	6.92	.90	20.00	.66	7.90	1.33	.44	3.48	1.62	3.48
1950	.70	3.00	29.00	11.6	15.5	186.21	2.01	28.00	.62	67.20	2.29	.55	.91	.13	36.96

NUM	ESPEM	DDLL	PHI	AMSU	AMIN	VOL	RAMP	DELT	RSFE	DISH	RLON	TANA	RAIT	RDEP	DESNI
1951	1.00	1.60	28.50	11.1	12.0	331.13	1.00	15.00	2.80	60.10	.06	.47	1.51	2.56	28.25
P952	.90	12.32	20.00	6.7	6.4	38.02	1.02	20.00	.88	14.70	1.16	.39	5.70	.71	5.73
P953	1.80	15.50	13.00		11.5	177.83	1.49	21.00	.80	25.00	1.30	.37	6.75	.51	9.25
1954	.40	3.40	36.00	9.2	10.3	51.29	1.39	35.00	.52	30.40	2.17	.71	1.07	.27	21.58
1955	1.00	11.10	30.00		6.1	38.02		18.30		24.20	1.91	.42	3.81	.23	10.16
1957	.60	2.00	30.00	6.6	8.5	131.83	.78	23.80	.44	78.30	1.91	.49	.69	.10	38.37
1958	1.10	5.70	30.00	5.9	10.2	154.88	.86	25.20	.24	76.20	3.41	.50	1.29	.14	38.10
1661	1.50	2.20	38.70	21.9	2.0	630.96	1.20	28.30	.32	469.00	6.92	.57	.28	.02	267.33
P662	.50	1.70	36.50	18.6	22.5	208.93	1.30	33.50	1.65	42.00	.74	.70	.98	.41	29.40
b663	5.00	33.20	35.00	14.5	16.6	4365.16	1.40	33.00	.16	105.00	7.35	.66	3.97	.10	69.30
P664	.50	3.80	28.50	10.0	26.0	74.13	1.00	31.50	.84	25.00	1.20	.58	1.73	1.59	14.50
P665	.80	1.95	35.00	12.0	27.8	295.12		27.00		27.00		.64	2.50		17.28
P667	1.00	2.90	24.00	13.6	14.9	112.20	1.00	26.00	1.10	19.00		.49	4.73		9.31
P668	2.00	10.30	39.00	23.7	40.9	436.52	1.00	39.50	1.26	22.00	.50	.87	6.86	4.11	19.14
P771	.60	4.80	30.00	11.5	17.3	81.28	1.00	30.00	.83	32.00	1.96	.58	1.62	.69	18.56
1772	1.80	6.60	25.50	16.9	19.7	467.74	1.22	27.40	.60	73.50	2.05	.53	2.16	.21	38.96
b801	7.00	19.60	42.20	7.5	6.8	891.25	1.80	33.80	.51	97.00	2.65	.90	5.36	.10	87.30
1803	12.00	38.70	54.70	26.0	20.0	4073.80	1.20	35.30	.79	58.00	1.47	.86	15.69	.47	49.88
P804	2.50	8.30	46.50	18.2	7.5	2238.72	1.35	30.10	.98	60.00	1.47	.73	3.37	.22	43.80
1805	1.50	7.40	38.00	6.0	6.6	125.89	1.00	32.00	.44	63.50	3.01	.80	1.84	.10	50.80
1806	1.50	3.70	38.50	12.1	11.6	398.11	1.00	28.50	.65	90.00	1.59	.60	1.43	.17	54.00
1807	1.50	8.20	42.50	10.8	17.3	117.49	1.25	33.50	.51	45.00	2.00	.70	2.73	.19	31.50
1808	.40	5.70	37.50	8.3	5.8	8.32	2.35	35.00	.39	25.00	3.45	.75	1.28	.06	18.75
1809	.70	7.60	35.00	7.7	6.4	30.90	1.27	33.00	.49	27.00	2.58	.70	2.12	.20	18.90
1111	.50	1.70	31.50	16.0	9.6	138.04	1.21	32.00	1.94	40.00	.57	.57	1.09	.82	22.80
P113	2.50	26.30	36.00	12.7	17.4	87.10	1.15	21.50	1.15	15.00	.84	.60	14.29	1.09	9.00
1114	1.00	3.00	35.00	16.7	20.9	302.00	1.71	32.30	1.25	58.50	1.14	.70	1.40	.29	40.95
b131	5.00	20.00	90.00			977.24	1.00	33.60	.39	53.00	2.15	1.10	6.35	.37	58.30
b132	5.00	32.70	60.00	20.0	16.0	2691.53	.49	32.50	.11	119.00	9.47	.90	3.12	.25	107.10
b133	5.50	12.30	37.00	14.5	7.1	870.96	1.37	34.00	.33	109.00	2.09	.78	3.98	.09	85.02
b134	3.90	6.70	46.70	7.0	8.5	588.84	4.45	35.40	.26	205.00	3.51	.80	1.49	.12	164.00

num etiqueta de identificación.

trot tipo de rotura del movimiento:

- 1 = desprendimiento
- 2 = planar superficial
- 6 = rotacional

tdes tipo de mecanismo de progresión del movimiento:

- 1 = traslacional
- 2 = calada
- 4 = corriente de derrubios
- 8 = bloques

NUM	TROT	TDES
1001	2.0	4.0
p002	2.0	1.0
p003	2.0	1.0
1004	2.0	4.0
b005	1.0	8.0
c006	6.0	2.0
1007	2.0	4.0
p008	2.0	1.0
1010	2.0	4.0
b011	1.0	8.0
1012	6.0	4.0
p013	2.0	1.0
c014	6.0	2.0
1015	2.0	4.0
1016	6.0	4.0
p017	6.0	1.0
p018	6.0	1.0
p019	6.0	1.0
p020	6.0	1.0
1021	2.0	4.0
1022	2.0	4.0
c023	6.0	2.0
1024	6.0	4.0
1025	2.0	4.0
1026	2.0	4.0
p027	2.0	1.0
1028	2.0	4.0
1029	2.0	4.0
1030	2.0	4.0
p031	2.0	1.0
p032	6.0	1.0
1033	6.0	4.0
p034	2.0	1.0
1035	6.0	4.0
1036	6.0	4.0
1037	2.0	4.0
1038	2.0	4.0
1039	2.0	4.0
1040	2.0	4.0
1041	2.0	4.0
p042	2.0	1.0
b043	1.0	8.0

NUM	TROT	TDES
1044	2.0	4.0
p045	6.0	1.0
p046	6.0	1.0
1047	6.0	4.0
p048	2.0	1.0
c049	6.0	2.0
1050	6.0	4.0
c051	2.0	2.0
c052	2.0	2.0
1053	6.0	4.0
1054	2.0	4.0
1055	2.0	4.0
b056	1.0	8.0
1057	6.0	4.0
1058	6.0	4.0
c059	2.0	2.0
1060	2.0	4.0
1061	2.0	4.0
1062	2.0	4.0
1063	6.0	4.0
p064	2.0	1.0
b065	1.0	8.0
b066	1.0	8.0
b067	1.0	8.0
b068	1.0	8.0
b069	1.0	8.0
b070	1.0	8.0
p071	2.0	1.0
p072	2.0	1.0
1073	2.0	4.0
p074	2.0	1.0
p075	2.0	1.0
p076	2.0	1.0
c077	6.0	2.0
p078	2.0	1.0
p079	2.0	1.0
p080	2.0	1.0
c081	6.0	2.0
p082	2.0	1.0
p083	2.0	1.0
1084	2.0	4.0
p085	2.0	1.0

NUM	TROT	TDES
1086	2.0	4.0
1087	2.0	4.0
p088	6.0	1.0
p089	2.0	1.0
p090	2.0	1.0
1091	2.0	4.0
1092	2.0	4.0
1093	2.0	4.0
1094	2.0	4.0
p095	2.0	1.0
1096	2.0	4.0
1097	2.0	4.0
1098	6.0	4.0
1099	6.0	4.0
c100	6.0	2.0
c101	6.0	2.0
1102	6.0	4.0
1103	2.0	4.0
1104	2.0	4.0
1105	6.0	4.0
p106	2.0	1.0
p107	2.0	1.0

NUM	TROT	TDES
b551	1.0	8.0
1552	2.0	4.0
1553	2.0	4.0
1554	2.0	4.0
1555	2.0	4.0
1991	6.0	4.0
1992	2.0	4.0
p993	6.0	1.0
p994	6.0	1.0
p995	6.0	1.0
1996	6.0	4.0
p998	6.0	1.0
1910	6.0	4.0
p911	6.0	1.0
1913	2.0	4.0
1914	2.0	4.0
1915	2.0	4.0
1916	2.0	4.0
1917	2.0	4.0
1918	2.0	4.0
1921	2.0	4.0
1922	2.0	4.0
1923	2.0	4.0
p924	6.0	1.0
p925	6.0	1.0
p926	2.0	1.0
1927	2.0	4.0
b929	1.0	8.0
p930	2.0	1.0
p932	2.0	1.0
1933	2.0	4.0
1938	2.0	4.0
1939	2.0	4.0
1940	2.0	4.0
1941	2.0	4.0
1942	2.0	4.0
1943	2.0	4.0
1945	2.0	4.0
p946	6.0	1.0
1947	2.0	4.0
p949	2.0	1.0
1950	2.0	4.0

NUM	TROT	TDES
1951	2.0	4.0
P952	6.0	1.0
P953	6.0	1.0
1954	2.0	4.0
1955	6.0	4.0
1957	6.0	4.0
1958	6.0	4.0
1661	2.0	4.0
P662	2.0	1.0
b663	1.0	8.0
P664	2.0	1.0
P665	2.0	1.0
P667	2.0	1.0
P668	6.0	1.0
P771	2.0	1.0
1772	2.0	4.0
b801	1.0	8.0
1803	6.0	4.0
P804	2.0	1.0
1805	2.0	4.0
1806	2.0	4.0
1807	6.0	4.0
1808	2.0	4.0
1809	2.0	4.0
1111	2.0	4.0
P113	6.0	1.0
1114	2.0	4.0
b131	1.0	8.0
b132	1.0	8.0
b133	1.0	8.0
b134	1.0	8.0

ANEJO II.

II.1. Ensayos realizados sobre las muestras.

II.1.1. Identificación mineralógica.

II.1.2. Ensayos de identificación y clasificación.

II.1.2.1. Granulometrías.

II.1.2.2. Límites de Atterberg.

II.1.3. Ensayos de resistencia al esfuerzo cortante.

II.1.3.1. Ensayos de corte directo.

II.1.3.2. Ensayos de corte anular.

ANEJO II

ENSAYOS DE LABORATORIO

Para una buena comprensión del comportamiento de las áreas inestables es necesario determinar, mediante una evaluación detallada, las propiedades de los materiales afectados por los movimientos de masa. El análisis de estos materiales debe incluir una clasificación y descripción precisa de los mismos, así como una medida cuantitativa de las propiedades geotécnicas que los caracterizan (*Skempton & Hutchinson, 1969*).

Una vez determinadas las propiedades, se pueden analizar las interrelaciones entre éstas y los diferentes factores que, conjuntamente, favorecen la inestabilidad y la formación de movimientos de masa (*Neuland, 1976*).

La finalidad del muestreo que se ha realizado en el área de estudio, ha sido la de determinar si las diferentes unidades litoestratigráficas analizadas (Keuper, Cretácico superior-Paleoceno inferior (F. Garumniense), Paleoceno superior (Ilerdiense) y Pleistoceno-Holoceno) se caracterizan por valores de resistencia al esfuerzo cortante muy diferentes unos de otros, de tal forma que puedan explicar la diferente susceptibilidad. Una vez obtenidos estos parámetros, el objetivo es el de analizar de forma conjunta los factores intrínsecos, referidos a las propiedades mecánicas de los materiales afectados y los referidos a las propias características de la ladera (ángulos de pendiente, orientación, etc.).

Los resultados que se han obtenido de los ensayos muestran, como se verá a continuación, que las diferencias entre los valores de las unidades litoestratigráficas son pequeños, no pudiendo reflejar el comportamiento más o menos susceptible de la formación, lo que indica que en el área de estudio parece ser, pues, que son otros los factores que tienen una mayor influencia sobre las condiciones de estabilidad y formación de deslizamientos. Dichos resultados no han permitido así, ser integrados en los análisis estadísticos para la evaluación de las condiciones de rotura y movilidad de los deslizamientos. Sin embargo, los resultados del trabajo realizado de laboratorio pueden ayudar, con la cuantiosa información aportada, a mejorar los conocimientos sobre las propiedades mecánicas que actualmente se tiene de

estas formaciones.

Seguidamente se comentan los ensayos que se han llevado a cabo, cuyos resultados se analizan detenidamente en el apartado 3.3.

II.1. ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS.

Sobre las muestras de suelo recogidas en el terreno se han realizado una serie de ensayos con el objeto de conocer algunas de las propiedades geotécnicas de algunas de las litologías susceptibles de ser afectadas por deslizamientos. Para poder caracterizar los materiales se han llevado a cabo los siguientes ensayos (Tabla II.1):

ENSAYOS	Nº MUESTRAS
Identificación mineralógica	3
Granulometría	49
Límite Líquido y Plástico	46
Corte directo	20
humedad natural	-
densidad natural y seca	-
permeabilidad	-
Corte anular	25

Tabla II.1. Resumen de los ensayos de laboratorio realizados, indicando el número de muestras ensayadas. La humedad, densidad y permeabilidad se han obtenido de cada una de las muestras de corte directo.

II.1.1. Identificación mineralógica.

Se han realizado tres ensayos de identificación mineralógica utilizando técnicas de rayos X sobre los niveles limo-arcillosos de la Facies Garumniense y que pertenecen a las muestras VAL-8180R, VAL-8182R y FUM-8184R. Las figuras II.1 y II.2 recogen los resultados obtenidos.

II.1.2. Ensayos de clasificación e identificación.

• II.1.2.1. Ensayo granulométrico:

Se han realizado un total de 49 análisis granulométricos, utilizando conjuntamente la técnica de tamizado y sedimentación según NLT-140/72, en la mayoría de las muestras. Del total de muestras ensayadas, 17 pertenecen a material de tipo coluvial (Cuaternario), 6 al nivel limo-arcilloso del Ilerdiense, 20 a los niveles arcillosos de la Facies Garumniense (Cretácico superior-Terciario inferior) y 6 a las arcillas del Keuper.

Las figuras II.3-II.10 recogen los resultados de los ensayos realizados sobre algunas de las muestra más representativas. Para discusión de los resultados ver apartado 3.3.

• II.1.2.2. Límites de Atterberg:

Los límites de consistencia de Atterberg se han realizado siguiendo la norma NLT 105-106/72, para poder clasificar e identificar la fracción fina de todas las muestras.

Las figuras II.11-II.19 recogen algunas de las muestras más representativas de los resultados obtenidos de los ensayos de plasticidad. Para discusión de los resultados ver apartado 3.3.

II.1.3. Ensayos de resistencia al esfuerzo cortante.

Toda masa de suelo en un área con pendiente está sujeta a un esfuerzo cortante debido a las fuerzas gravitatorias. Si la resistencia al movimiento, definida por la resistencia al corte, es mayor que el esfuerzo cortante, la masa de suelo se mantendrá estable; si por el contrario la resistencia al corte es menor que el esfuerzo, se producirá el deslizamiento de la masa en cuestión. Este mecanismo de rotura sigue la ley de Coulomb, la cual refleja la relación entre la resistencia al corte (τ) y la tensión normal (σ_n) para una superficie de rotura, resultando una ecuación de la forma:

$$\tau = c' + \sigma_n' \tan \phi'$$

donde τ es la tensión de corte, c' es la cohesión, σ_n' la tensión normal efectiva y ϕ' el ángulo de rozamiento efectivo.

Estos principios básicos de mecánica de suelos serán adoptados para la obtención de los parámetros resistentes.

Paralelamente a la realización de los ensayos de clasificación e identificación, algunas de las muestras pertenecientes a las diferentes unidades litoestratigráficas se han sometido a ensayos de resistencia al corte, con el objetivo de determinar el comportamiento al esfuerzo cortante de los diferentes materiales afectados por los movimientos.

Los testigos de muestras inalteradas extraídos de la superficie de deslizamiento de los movimientos han sido sometidos a ensayos de corte directo alternativo y corte anular. Con ellos se han podido determinar los parámetros resistentes de estos materiales, en función de tensiones efectivas de pico (ϕ' , c') y residuales (ϕ_r').

Los ensayos que a continuación se describen han sido realizados tanto en condiciones drenadas como de saturación, permitiendo trabajar con tensiones efectivas. La naturaleza cohesiva de la mayoría de suelos del área de estudio hizo necesario que los ensayos de resistencia se llevaran a cabo con velocidades de desplazamiento en corte lo suficientemente lentas para permitir el drenaje y así la disipación de la presión de agua intersticial.

Las condiciones bajo las cuales se han llevado a cabo los ensayos de resistencia y el hecho de que se requiere un gran desplazamiento en la obtención de los parámetros residuales ha determinado la larga duración de la campaña de laboratorio.

- **II.1.3.1. Ensayo de corte directo alternativo.**

Los dos aparatos de corte directo destinados a medir los parámetros resistentes han sido Wykeham & Farreance de caja circular con un diámetro de 50mm y 60mm, con un grosor de muestra de 26mm y 25mm respectivamente.

Las muestras ensayadas pertenecen, fundamentalmente, a los niveles limo-arcillosos de las diferentes formaciones geológicas estudiadas.

Todos los testigos, cada uno de ellos con un diámetro de 60mm y 400mm de largo, fueron divididos en submuestras que han sido sometidas a diferentes tensiones de consolidación con el fin de obtener la envolvente de rotura y poder estimar los parámetros resistentes (ϕ' , c'). Tras la preparación y previa saturación, durante 24 horas, la muestra inalterada se ha sometido tras alcanzar la total consolidación, pasadas 24 horas más, a una tensión normal.

Para la realización de los ensayos se han aplicado tensiones de consolidación principalmente de 50 KPa, 100 KPa y 200 KPa, aunque ocasionalmente y dependiendo del tipo de suelo se han podido alcanzar los 300 KPa o disminuir hasta los 20 KPa. El rango de cargas verticales aplicado se ha seleccionado considerando la profundidad a la que se había extraído la muestra.

Tras la consolidación de la muestra se procede a la rotura. Para que las presiones intersticiales sean nulas durante la aplicación del esfuerzo cortante, se ha permitido, como ya se ha comentado con anterioridad, el drenaje de la muestra durante todo el ensayo. La velocidad de desplazamiento en rotura, en condiciones drenadas depende de la permeabilidad de la muestra, por lo que ayudados de las curvas de consolidación y mediante las relaciones empíricas definidas por Gibson & Henkel, 1954 (en *Head, 1982*) se ha podido obtener el tiempo necesario para que la muestra rompa y así la velocidad del ensayo, según:

$$t_f = 12.7 * t_{100} \text{ min}$$

siendo t_f : tiempo necesario para la rotura.
 t_{100} : tiempo necesario para que haya un 100% de consolidación.

De esta manera el proceso de rotura se ha iniciado con una velocidad t_f lenta ($\approx 0.15\text{mm/h}$) hasta alcanzar la resistencia máxima de rotura, tras la cual se ha aumentado la velocidad de corte, llegando a un desplazamiento máximo de 1 cm, donde se ha invertido el sentido de corte hasta producir un desplazamiento de aproximadamente 2 cm más. Finalmente se ha realizado una segunda inversión del sentido hasta llegar al punto inicial, completándose el ciclo de histéresis¹ con un desplazamiento acumulado final del orden de 4 cm.

Para conseguir una representación más correcta de la relación τ - σ se debe efectuar una corrección en el cálculo de la tensión de cizalla. Aunque la carga normal aplicada sobre la muestra es constante a lo largo del ensayo, a medida que se produce el desplazamiento durante la etapa de corte, la tensión normal efectiva que actúa sobre la muestra se incrementa como consecuencia de la disminución progresiva del área de contacto entre el bloque superior e inferior de la muestra confinada.

Debido a la reducción del área, que puede alcanzar en un momento del ensayo hasta el 43.5% además del rozamiento que existe entre los anillos metálicos, se ha realizado la corrección pertinente para cada muestra, diferente según el aparato de corte utilizado.

Algunas de las muestras más representativas de los resultados obtenidos de los ensayos de corte directo se presentan en las figuras II.20-II.28. Para discusión de los resultados ver apartado 3.3.

En el transcurso de la realización de los ensayos de corte directo se han obtenido otros parámetros característicos de los suelos, tales como la humedad natural, densidad natural,

¹ El ciclo de histéresis completo no se efectuó en todas las muestras. Tras la puesta en marcha de los aparatos de corte anular se decidió obtener la resistencia residual a través de ellos, economizando así el tiempo empleado en la campaña de laboratorio.

densidad seca o la permeabilidad de la muestra.

La permeabilidad de las muestras se ha estimado a partir de las curvas de deformación-tiempo, durante la etapa de consolidación en el ensayo de corte directo, y a través de la aplicación del método logarítmico o de Casagrande. Mediante este método se puede encontrar el coeficiente de consolidación (c_v) para un t_{50} (tiempo correspondiente al 50% de consolidación) y por consiguiente la permeabilidad (k) de la muestra, según la fórmula:

$$t_{50} = 0,196 \cdot H^2 / C_v \text{ y } K = C_v \cdot \gamma_w / E_m$$

siendo H: altura de la muestra.
 γ_w : peso específico del agua.
 E_m : módulo edométrico.

Para discusión de los resultados ver el apartado 3.3.

• II.1.3.2. Ensayo de corte anular.

La determinación de la resistencia residual mediante la utilización de aparatos de corte anular WF25850, se ha efectuado sobre un total de 25 muestras pertenecientes a las diferentes formaciones inestables de la zona estudiada.

Tras alcanzar la resistencia máxima en la curva tensión-deformación de muestras de suelos sobreconsolidados, la fuerza necesaria para mantener el aumento de deformación disminuye hasta llegar a un valor estable, inferior al de pico. Este valor de la resistencia va disminuyendo hasta alcanzar un valor residual, como consecuencia de la reorientación de las partículas en el caso de suelos con un porcentaje elevado de minerales arcillosos sometidos a grandes desplazamientos (*Skempton, 1985*).

Dado que el desplazamientos máximo que puede alcanzar un aparato de corte directo alternativo es del orden de 1cm., con un ciclo de histéresis completo de 4cm., se ha estimado más adecuada la aplicación del ensayo de corte anular puesto que está especialmente diseñado para el estudio de resistencia residual en materiales arcillosos, pudiendo alcanzar desplazamientos infinitos e ininterrumpidos.

Los principios en los que se basa el ensayo de corte anular y su aplicación en la medición de la resistencia residual están descritos ampliamente en *Bishop et al., (1971)* y *Lupini et al., (1981)*.

Antes de iniciarse los ensayos, las muestras han sido preparadas adecuadamente, seleccionando una parte que fuera representativa de su granulometría. Por ello la muestra ensayada pertenece a la fracción que pasa por el tamiz ASTM n° 10 ($\varnothing < 2\text{mm.}$) lo que representa más de un 90% de la granulometría característica de los materiales limo-arcillosos de las formaciones del Eoceno, Ilerdiense, Garumnienese y Keuper, siendo algo menor (70%) en los depósitos coluviales de las formaciones cuaternarias. En cualquier caso, la fracción fina ($< 0,002\text{mm.}$) que es la que rige el comportamiento residual del suelo (*Lupini et al., 1981*), está bien representada en todas las muestras.

Tras el tamizado de la muestra original, se prepara una muestra remoldeada, saturada próxima a su límite líquido que posteriormente consolida bajo diferentes cargas normales.

Obtenida la muestra remoldeada, se introduce en la cavidad anular de un grosor de 5mm. con un diámetro interno y externo de 70mm. y 100mm. respectivamente. La muestra queda confinada y preparada para proceder al ensayo.

Las condiciones iniciales bajo las que se han realizado los ensayos han sido las mismas que las adoptadas en el ensayo de corte directo.

Para optimizar el tiempo, los ensayos se han realizado en dos fases con dos velocidades diferentes, una rápida (0,36 grados/min.) en condiciones prácticamente no drenadas que han servido para alcanzar el desplazamiento necesario para orientar las partículas de arcilla y de la cual no se han medido las tensiones de corte aplicadas (momento torsor) y una segunda fase lenta (0,024 grados/min.), donde una vez alcanzada una deformación grande se ha calculado la resistencia residual en condiciones drenadas (Fig. II.29-II.35). El desplazamiento total conseguido al finalizar el ensayo puede alcanzar los 400-500mm.

A diferencia del ensayo de corte directo, el anular permite incrementar la tensión normal utilizando la misma muestra en la cual se aplican normalmente 3 escalones de carga, previa etapa de consolidación y saturación para cada una de ellas.

En los cálculos realizados para la determinación de la relación tensión-deformación de los materiales, y en particular de la resistencia residual, se asume que la tensión normal y de cizalla se distribuyen uniformemente en el plano de rotura (*Bishop et al., 1971*). Dada esta premisa se ha realizado una corrección de los resultados a partir del desplazamiento lineal medio (radio medio de la muestra 42,5mm.) y de la tensión media de corte obtenida a partir de la lectura de los dos anillos de carga, que previamente habían sido calibrados.

De la hipótesis tensional adoptada se deriva un error en los resultados del ángulo de rozamiento residual de $\pm 2^\circ$ para $\phi_r' < 20^\circ$ (*Bishop et al., 1971*) que se debe considerar a la hora de analizar los resultados.

A la hora de evaluar el grado de validez de los resultados obtenidos y su aplicación en el análisis de estabilidad, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones: las muestras de suelo ensayadas proceden del lavado, desmenuzado y tamizado del material original; no existe una distribución de tensiones uniforme sobre la superficie de rotura de la muestra; no hay control de las condiciones de drenaje.

En la tabla 3.5 que se muestran en el apartado 3.3 se recogen además de los valores medios de ϕ' y c' obtenidos por corte directo, los valores medios del ángulo de fricción residual $(\phi_r')^2$ obtenidos por corte directo y anular para cada unidad litoestratigráfica.

Dado el gran volumen de información gráfica de los ensayos realizados, a continuación se presenta una selección de las muestras más representativas de cada uno y cada unidad litoestratigráfica.

Las tablas de la II.2 a la II.5. muestran los valores de ϕ' , c' y ϕ_r' obtenidos de los ensayos de corte realizados para cada una de las unidades litoestratigráficas.

². Puesto que *Bishop et al. (1971)* demostraron que los valores finales del ángulo de fricción residual eran independientes de la estructura inicial del suelo, se determinó que el cálculo del valor medio de ϕ_r' debían intervenir de igual modo los obtenidos por corte directo y anular.

IDENTIFICACIÓN MINERALÓGICA

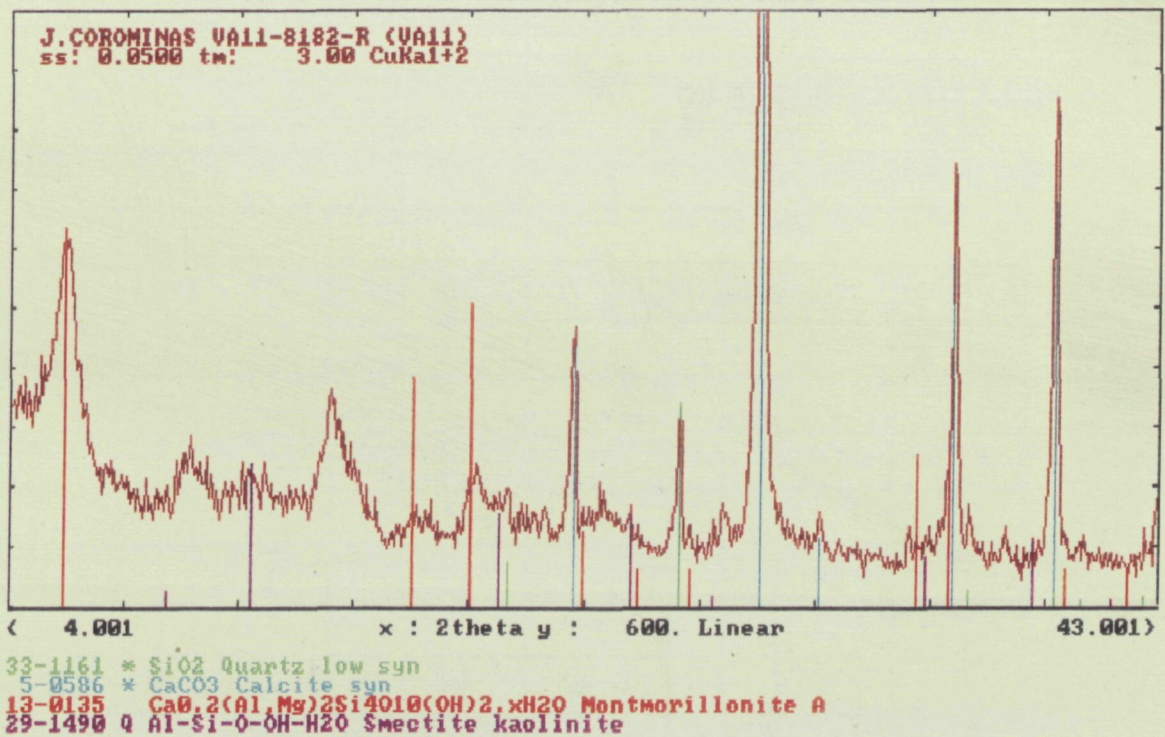
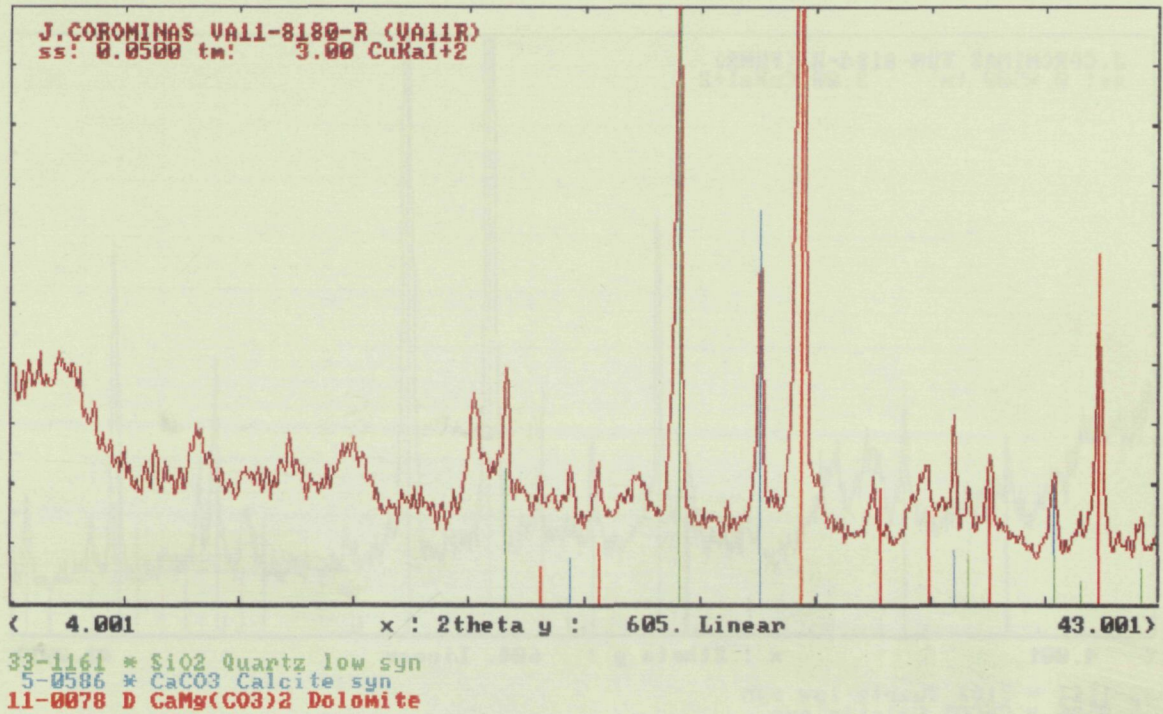


Figura II.1a. Resultados de los ensayos de identificación mineralógica para las muestras VAL-8180R y VAL-8182R (Garummiense).

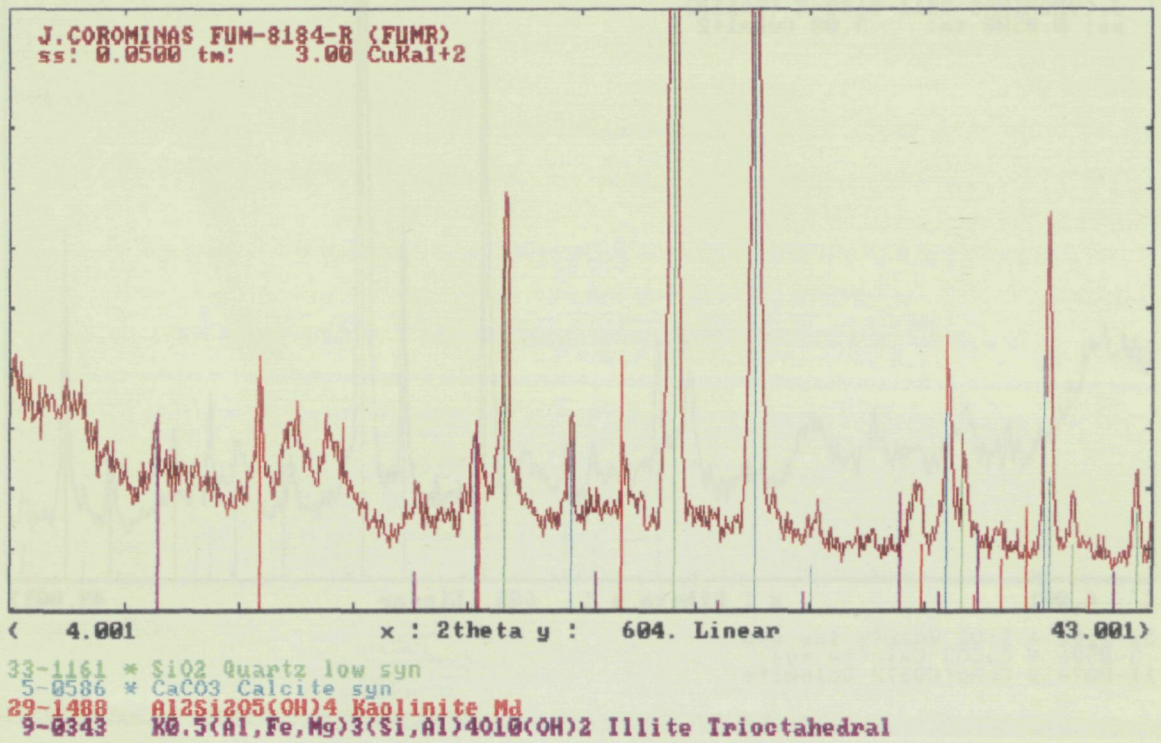


Figura II.1b. Resultados de los ensayos de identificación mineralógica para la muestra FUM-8184R (Garumniense).

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

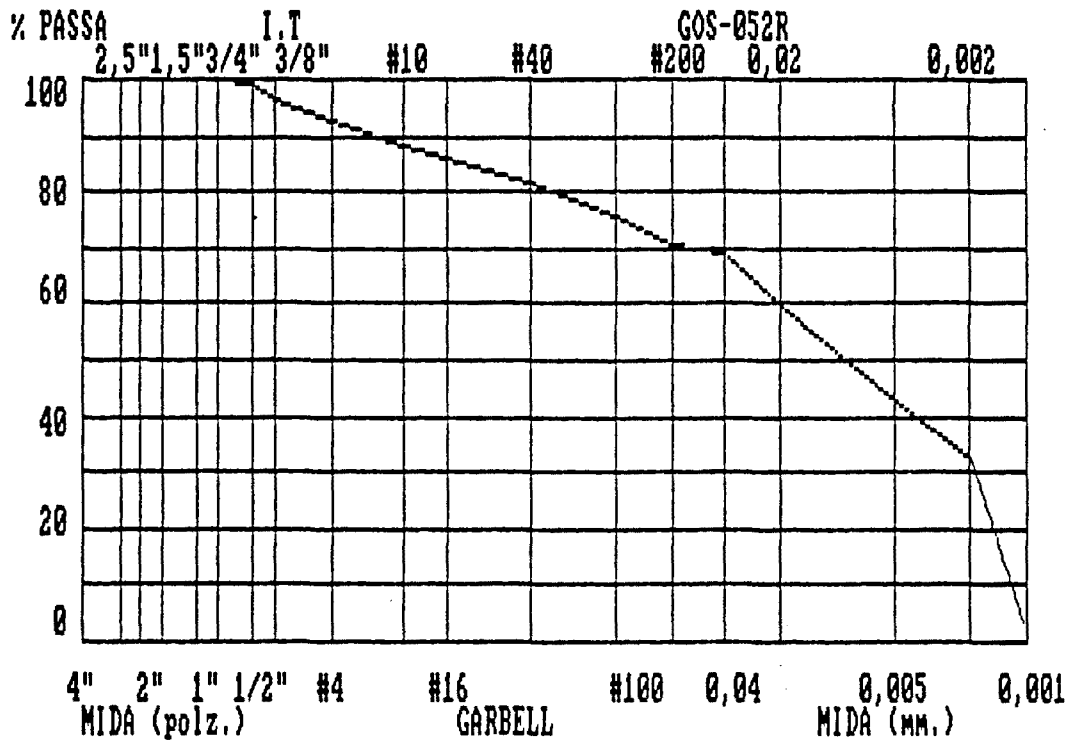


Figura II.2. Distribución granulométrica de la muestra GOS-052R (Keuper).

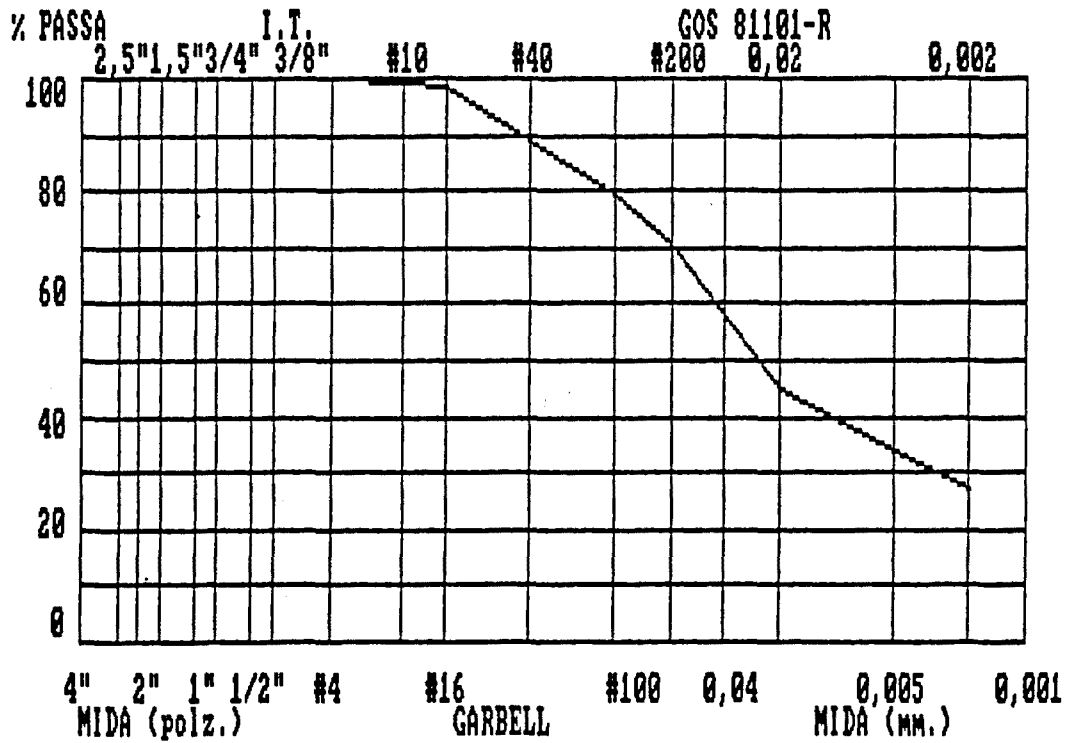


Figura II.3. Distribución granulométrica de la muestra GOS-81101R (Keuper).

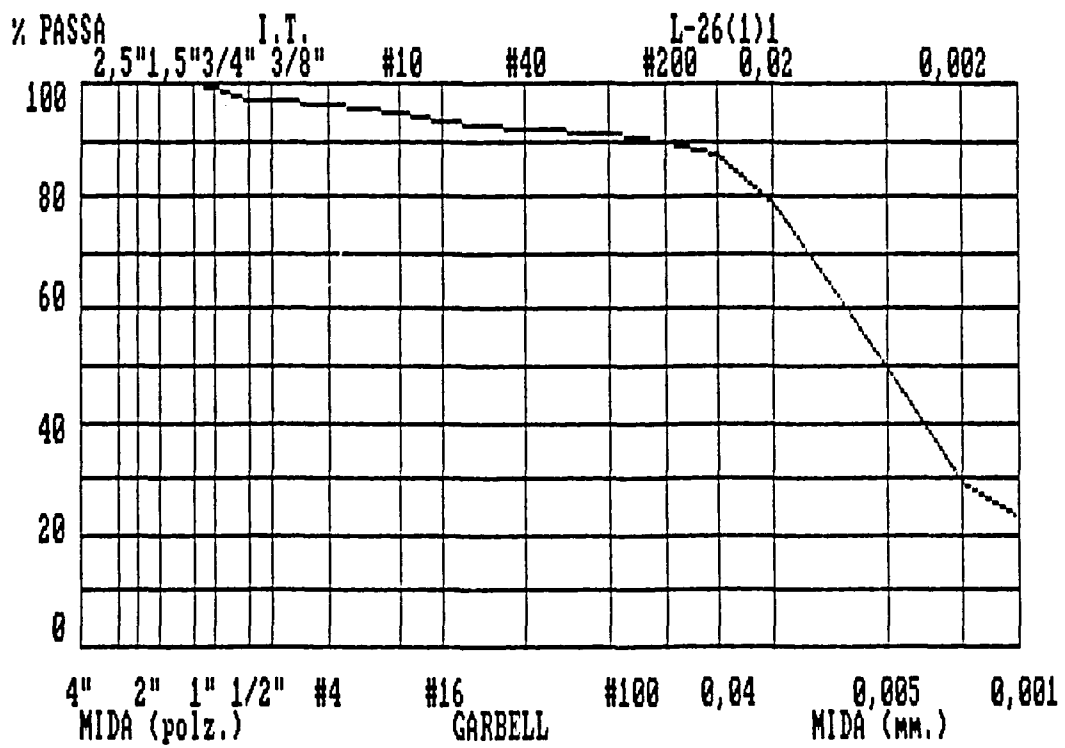


Figura II.4. Distribución granulométrica de la muestra L26(1)1 (Garumniense).

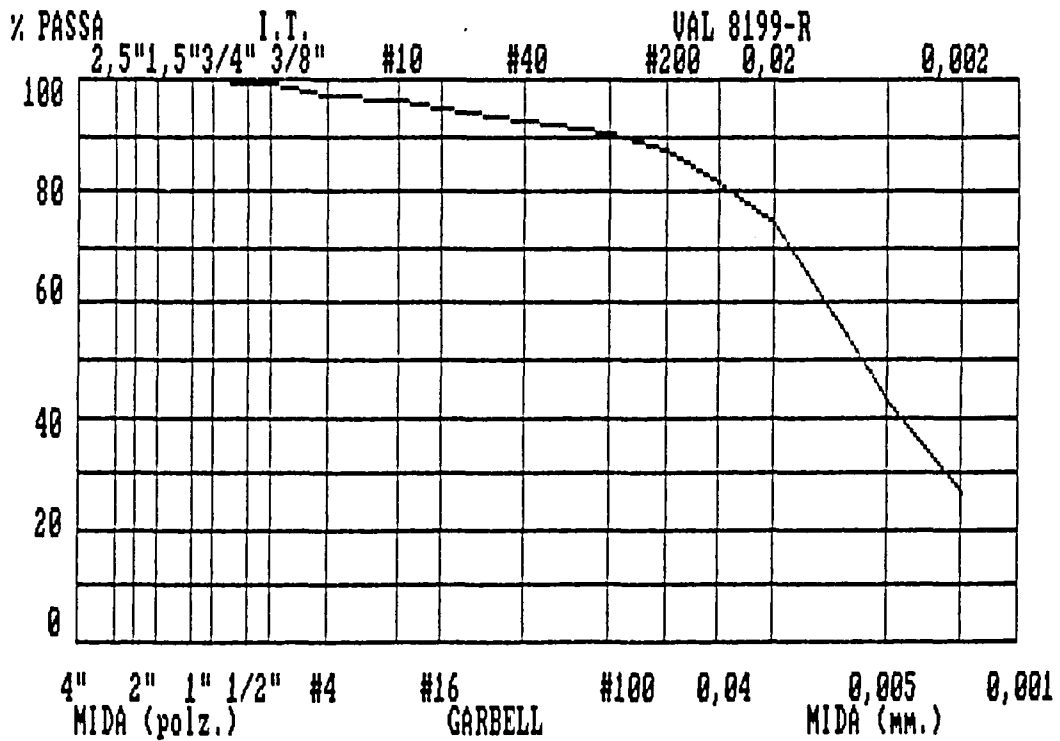


Figura II.5. Distribución granulométrica de la muestra VAL-8191R (Garumniense).

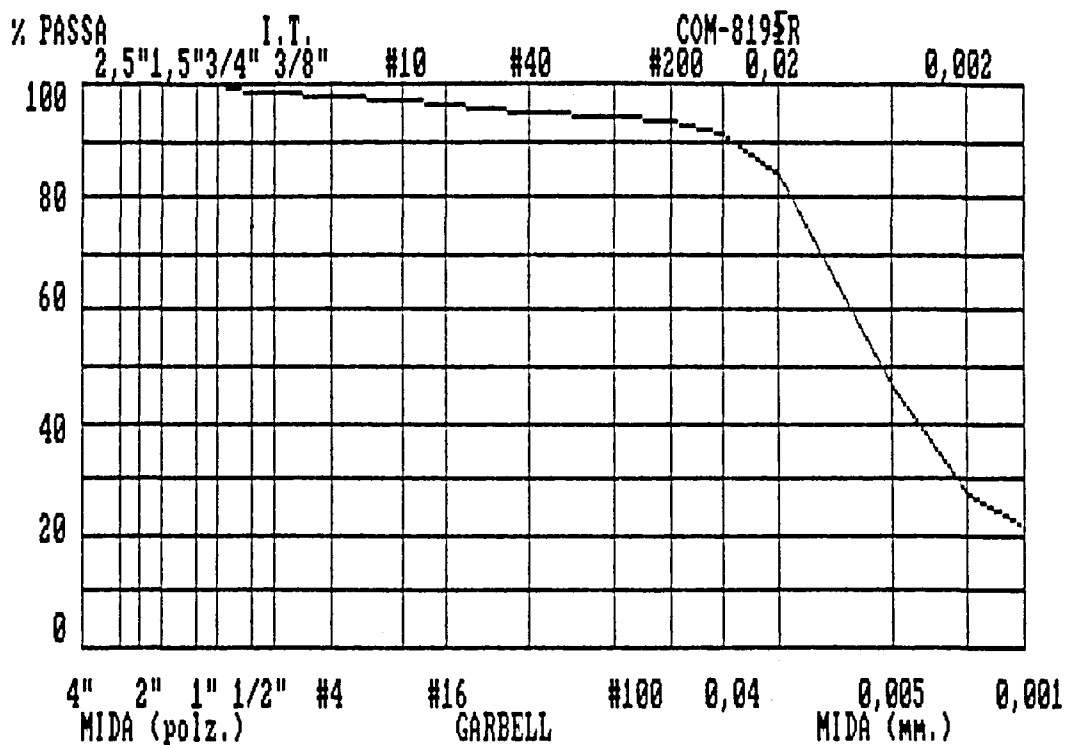


Figura II.6. Distribución granulométrica de la muestra COM-8195R (Ileriense).

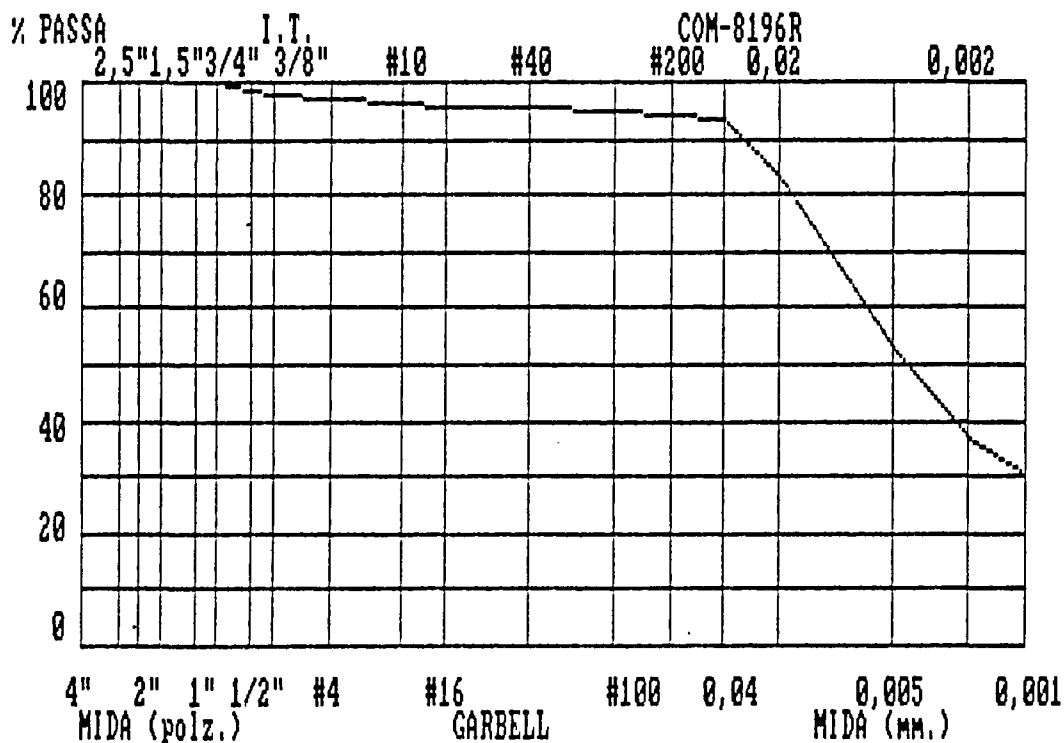


Figura II.7. Distribución granulométrica de la muestra COM-8196R (Ilerdiense).

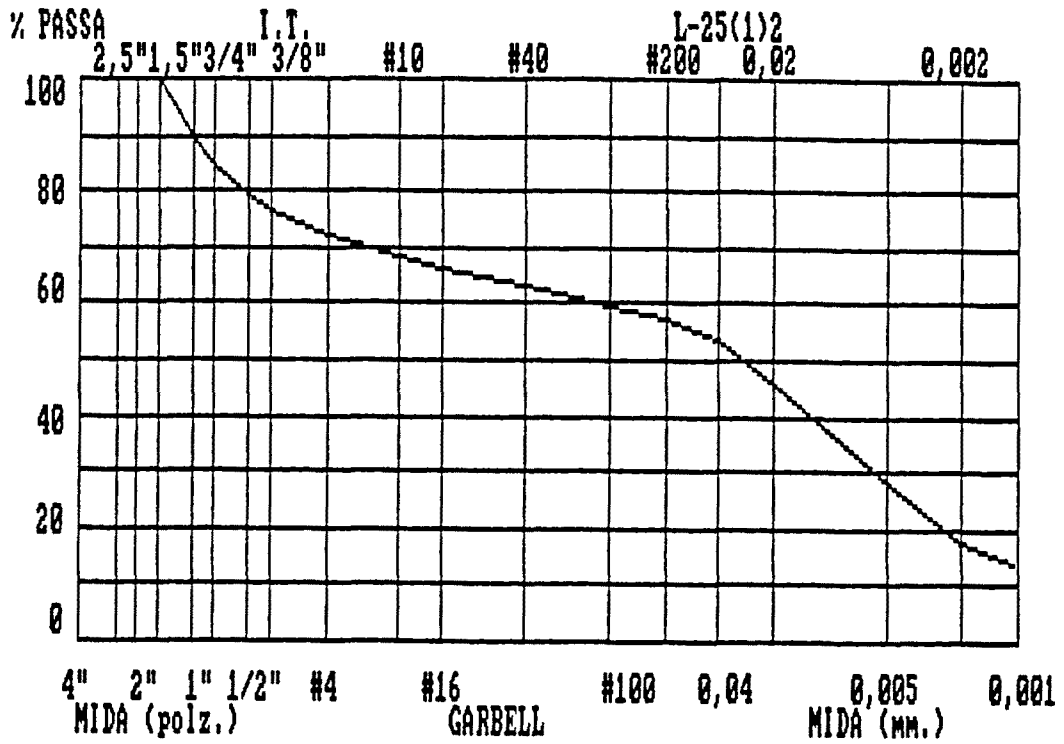


Figura II.8. Distribución granulométrica de la muestra L25(1)2 (Cuaternario).

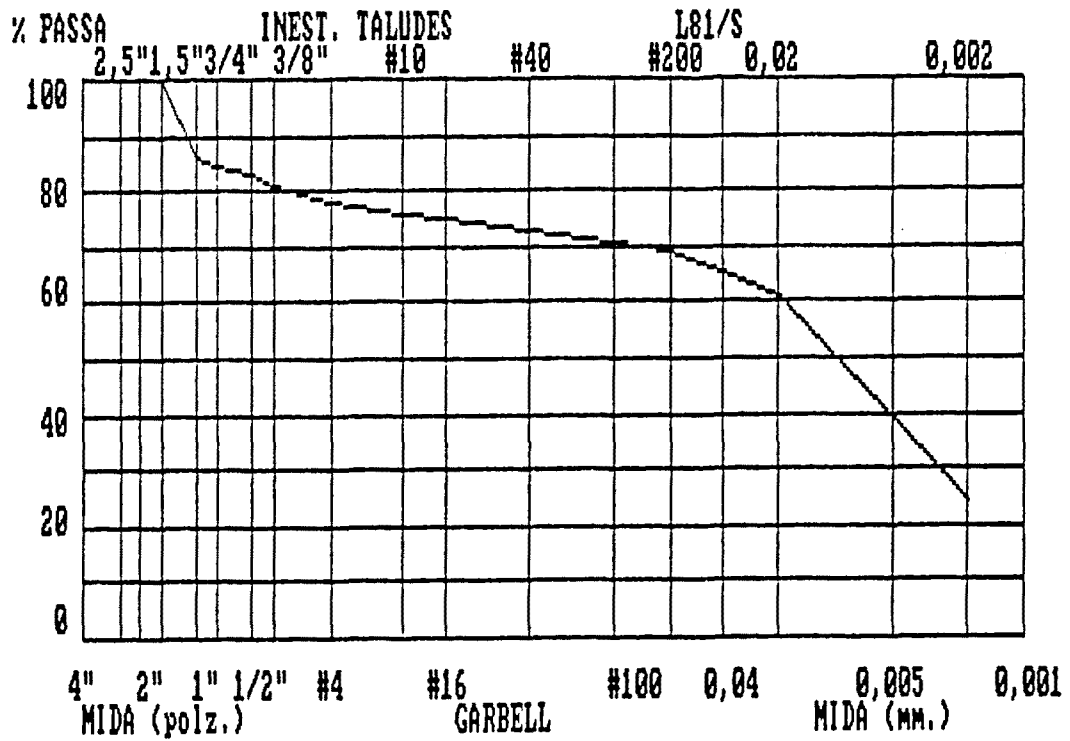


Figura II.9. Distribución granulométrica de la muestra L81S (Cuaternario).

LÍMITES DE ATTERBERG

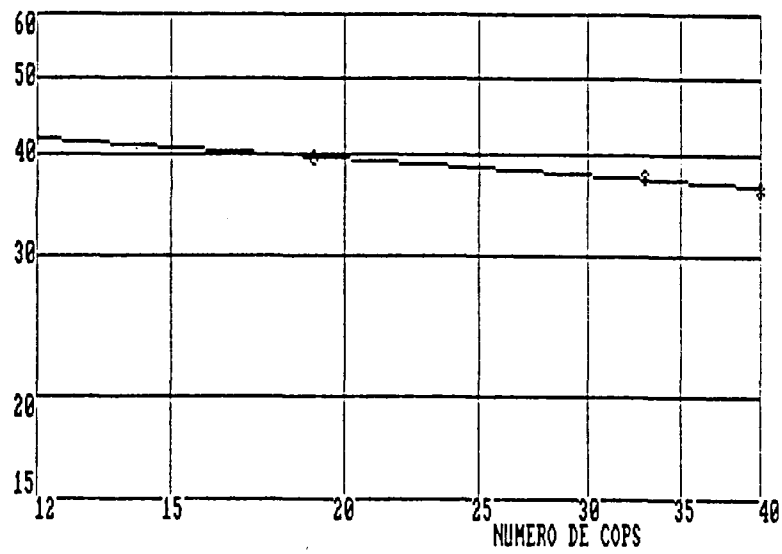


Figura II.10. Límites de Atterberg de la muestra GOS-052R (Keuper): Límite líquido (LL)=38.6; Límite plástico (LP)=26.5 y Índice de plasticidad (IP)=12.1.

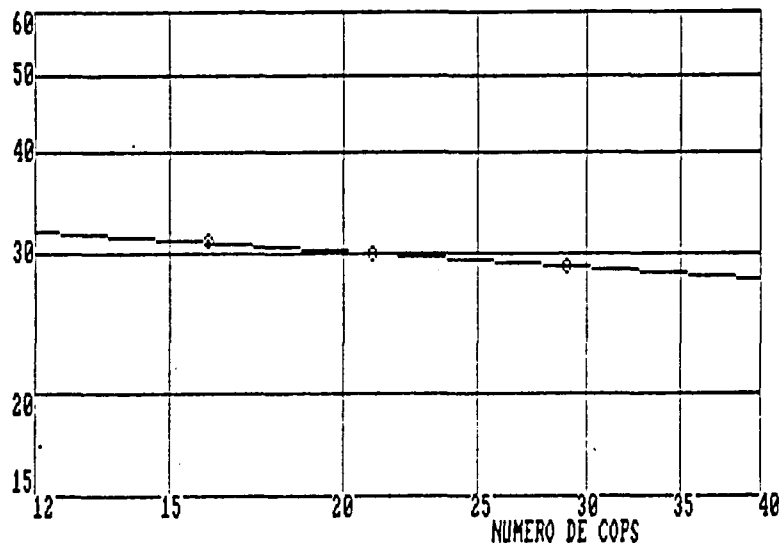


Figura II.11. Límites de Atterberg de la muestra GOS-8194R (Keuper): LL=29.4; LP=17.2 y IP=12.3.

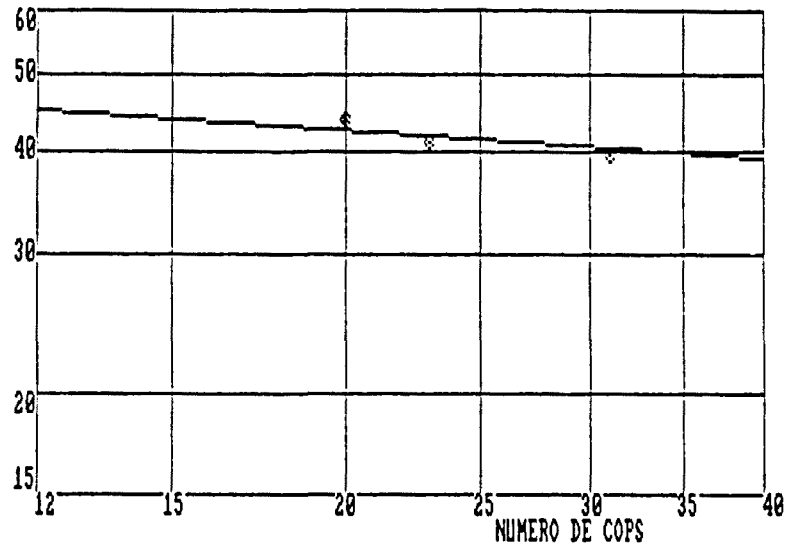


Figura II.12. Límites de Atterberg de la muestra VAL-8181R (*Garumniense*): LL=41.5; LP=20.5 y IP=21.0.

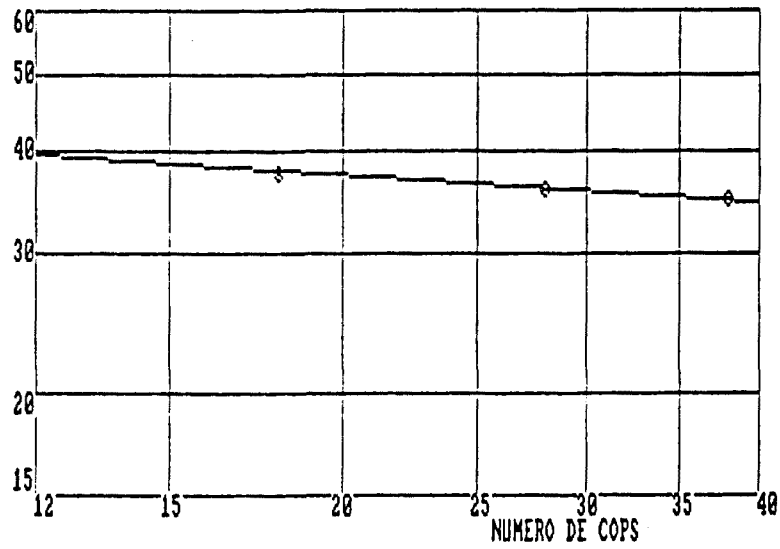


Figura II.13. Límites de Atterberg de la muestra CER-8192R (*Garumniense*): LL=36.5; LP=21.2 y IP=15.4.

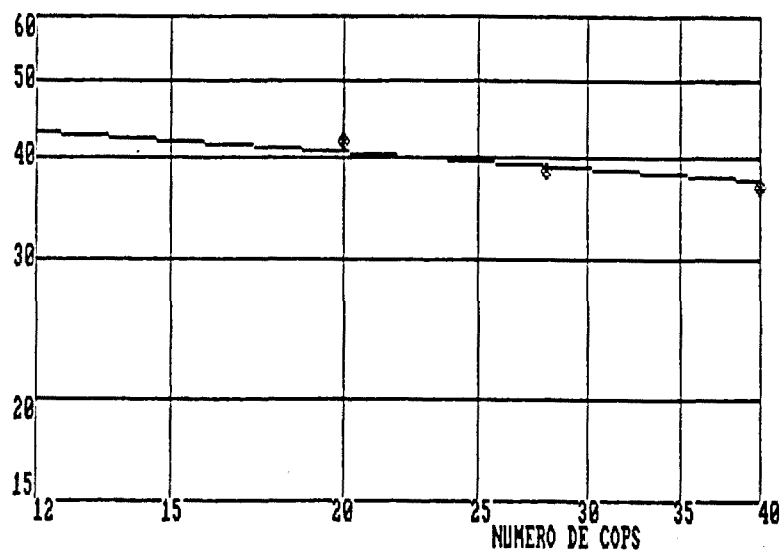


Figura II.14. Límites de Atterberg de la muestra COM-8195R (Ilerdiense): LL=39.7; LP=21.1 y IP=18.6.

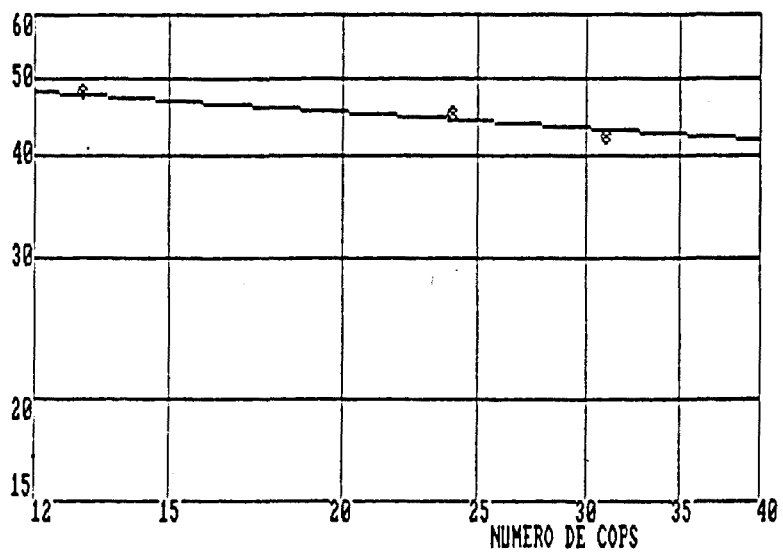


Figura II.15. Límites de Atterberg de la muestra COM-8196R (Ilerdiense): LL=44.4; LP=26.7 y IP=17.7.

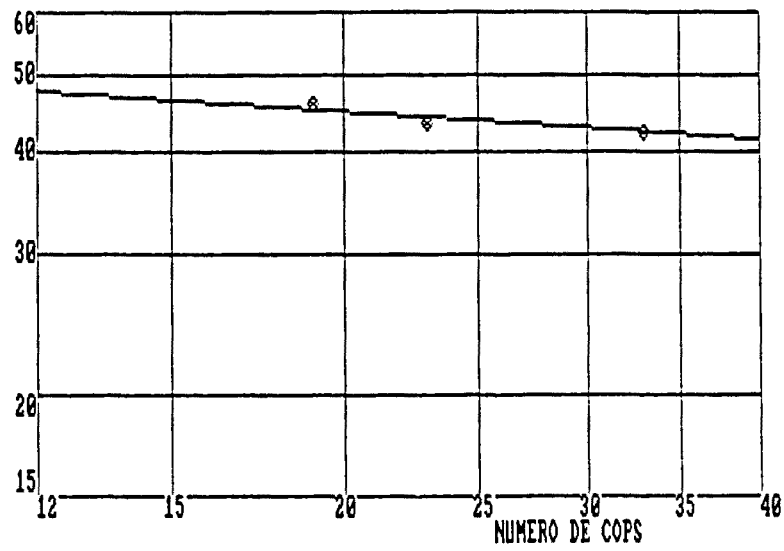


Figura II.16. Límites de Atterberg de la muestra L25(2)2 (Cuaternario): LL=43.9; LP=30.0 y IP=13.9.

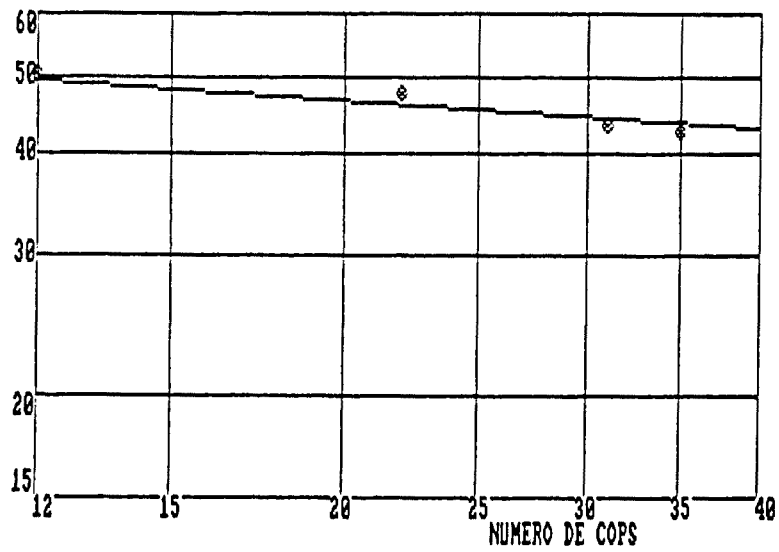


Figura II.17. Límites de Atterberg de la muestra POB-8190R (Cuaternario): LL=45.7; LP=27.7 y IP=17.9.

ENSAYOS DE CORTE DIRECTO. GRÁFICAS $\tau-d_n$.

Figura II.18. Resultados del ensayo de corte directo para la muestra GOS-81101R (Keuper). Gráfica de tensión (τ)-desplazamiento horizontal(d_h).

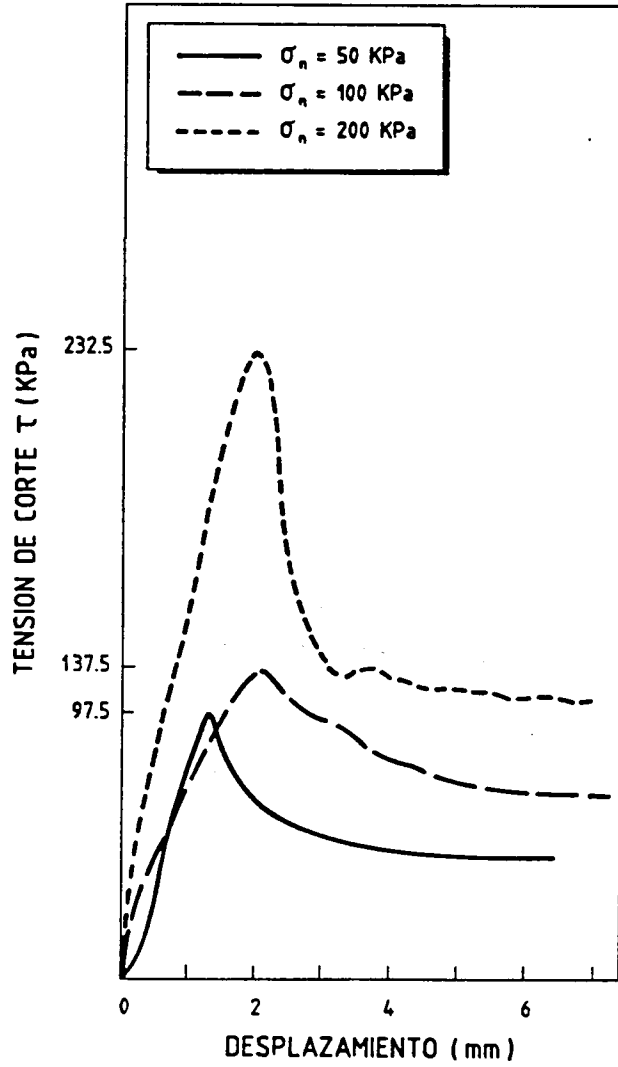
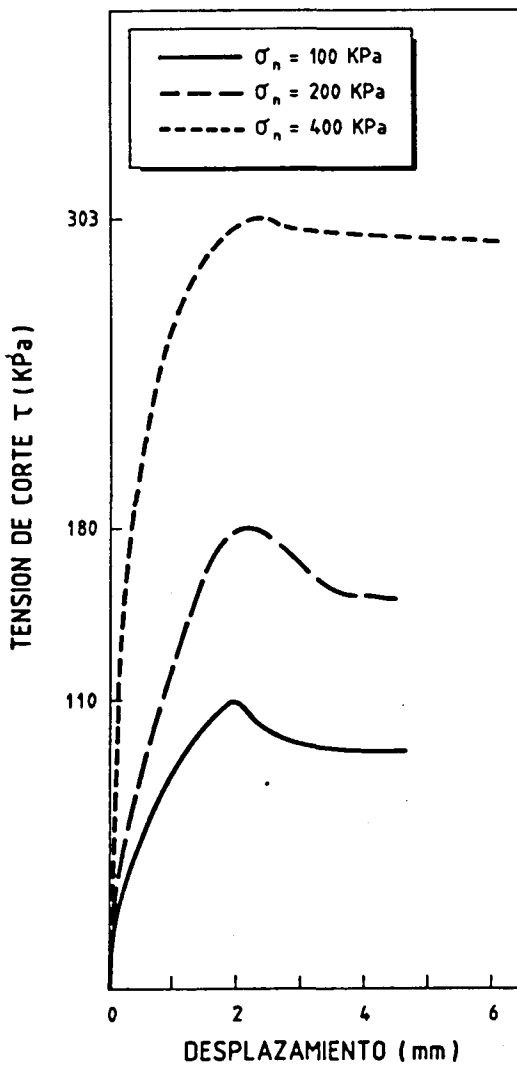


Figura II.19. Resultados del ensayo de corte directo para la muestra FUM-8191R (Garumniense). Gráfica de tensión (τ)-desplazamiento horizontal(d_h).

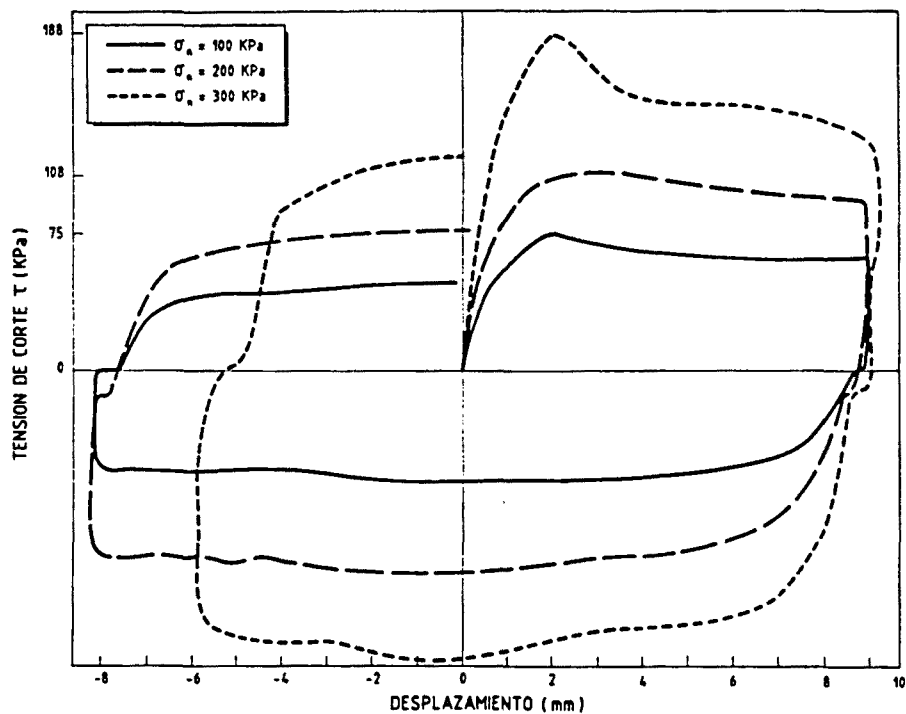


Figura II.20. Resultados del ensayo de corte directo para la muestra GOS-0049R (Garumniense).
Gráfica de tensión (τ)-desplazamiento horizontal(d_h).

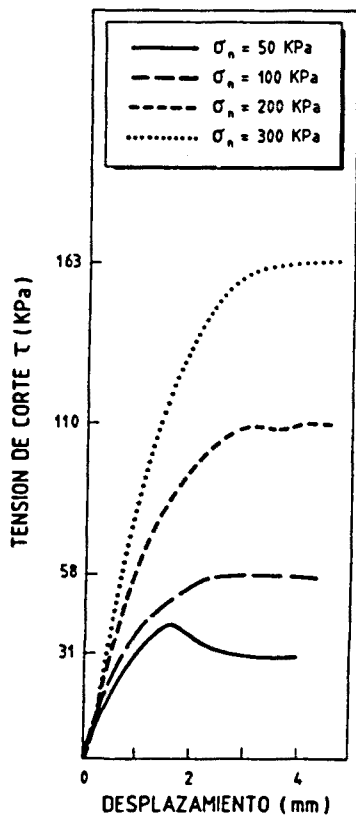


Figura II.21. Resultados del ensayo de corte directo para la muestra VAL-81100R (Garumniense).
Gráfica de tensión (τ)-desplazamiento horizontal(d_h).

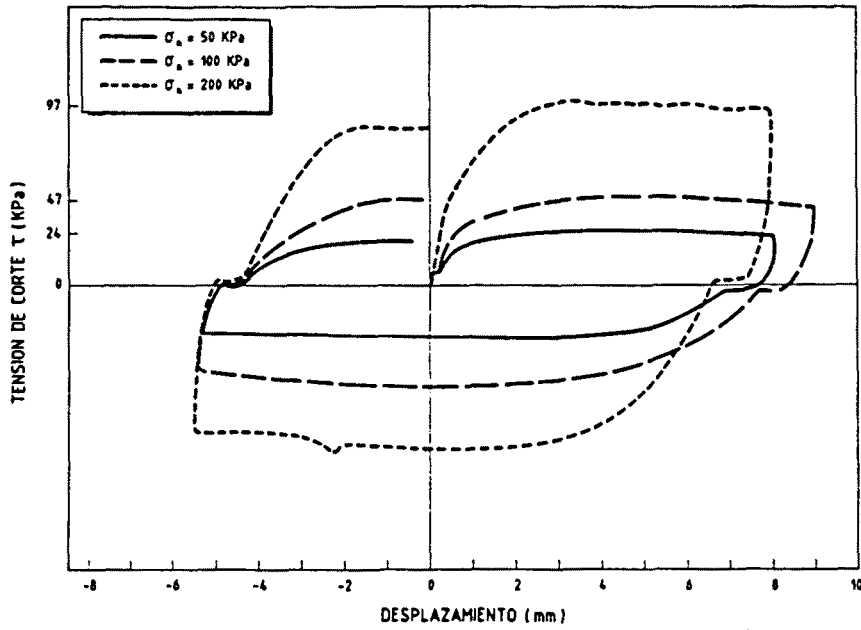


Figura II.22. Resultados del ensayo de corte directo para la muestra COM-101R (Ilerdiense). Gráfica de tensión (τ)-desplazamiento horizontal(d_h).

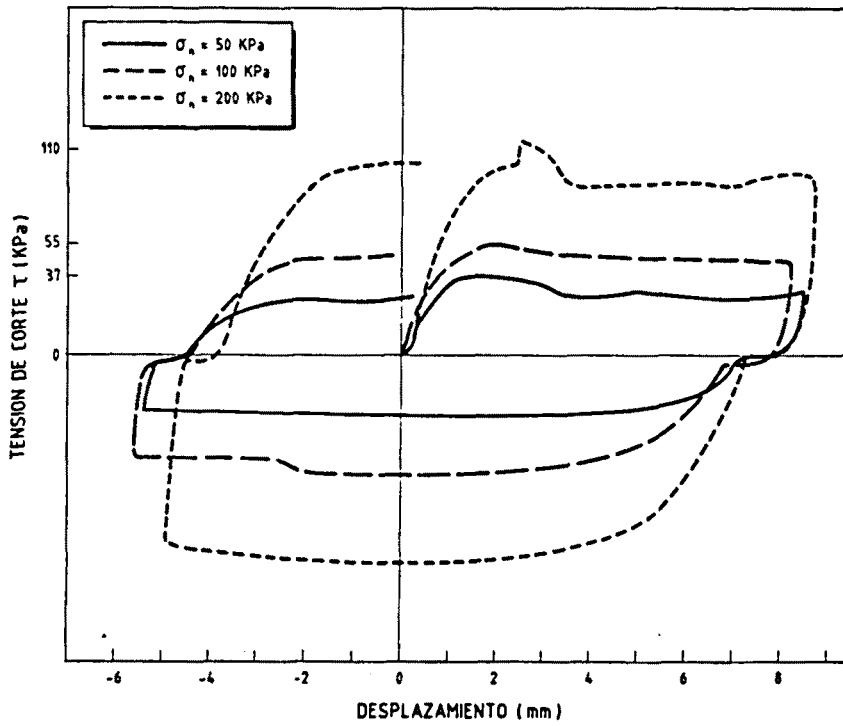


Figura II.23. Resultados del ensayo de corte directo para la muestra COM-102R (Ilerdiense). Gráfica de tensión (τ)-desplazamiento horizontal(d_h).

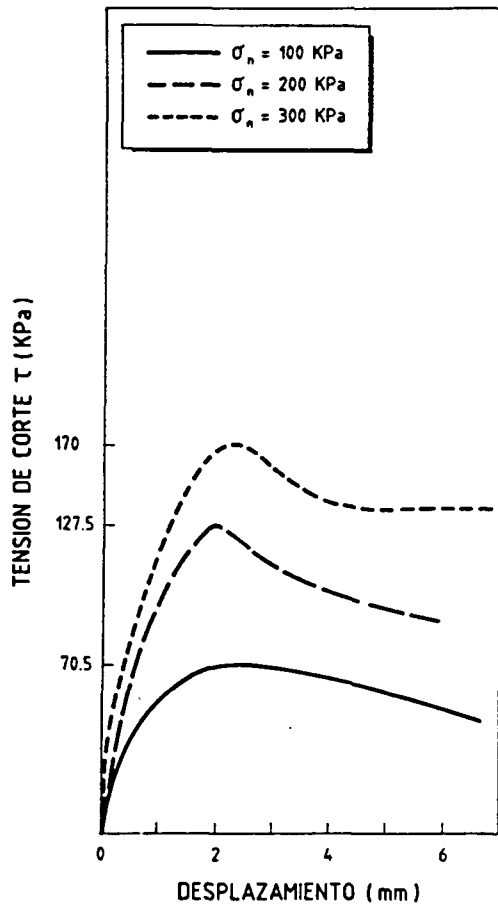


Figura II.24. Resultados del ensayo de corte directo para la muestra COM-8196R (Ilerdiense). Gráfica de tensión (τ)-desplazamiento horizontal(d_h).

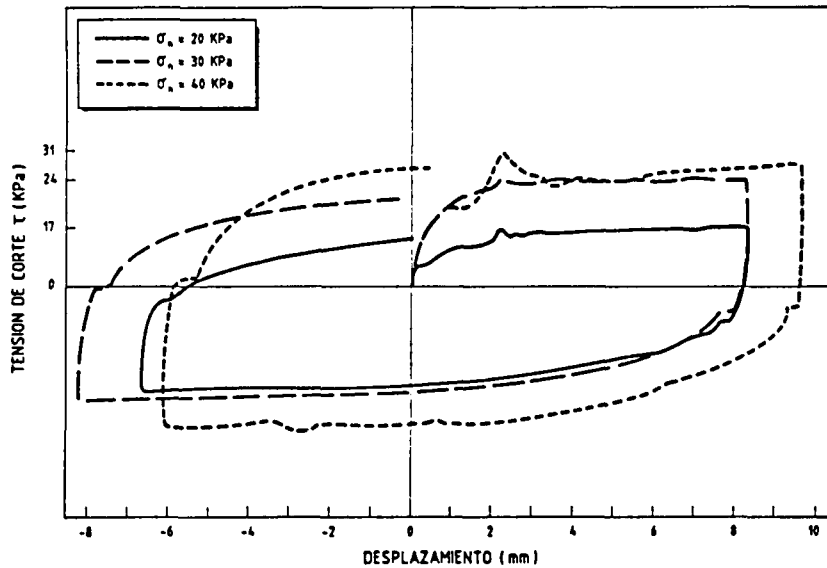


Figura II.25. Resultados del ensayo de corte directo para la muestra POB-081S (Cuaternario). Gráfica de tensión (τ)-desplazamiento horizontal(d_h).

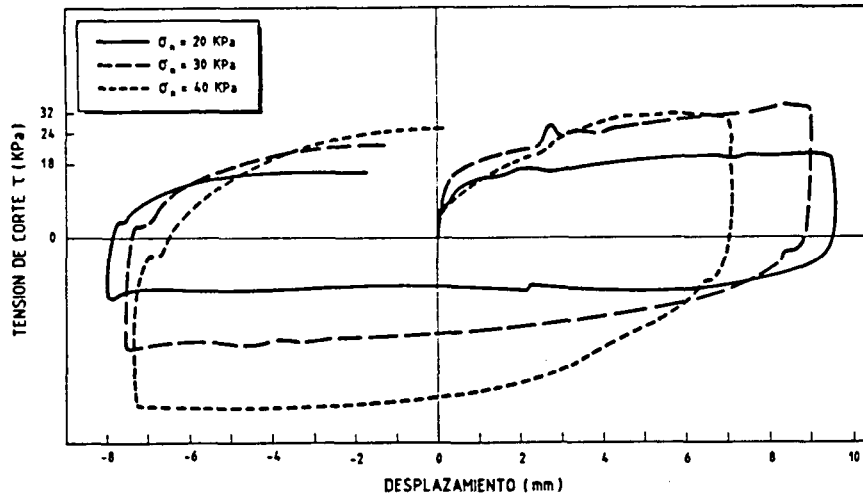


Figura II.26. Resultados del ensayo de corte directo para la muestra POB-079S (Cuaternario). Gráfica de tensión (τ)-desplazamiento horizontal(d_h).

ENSAYOS DE CORTE ANULAR. GRÁFICAS $\tau-d_h$.

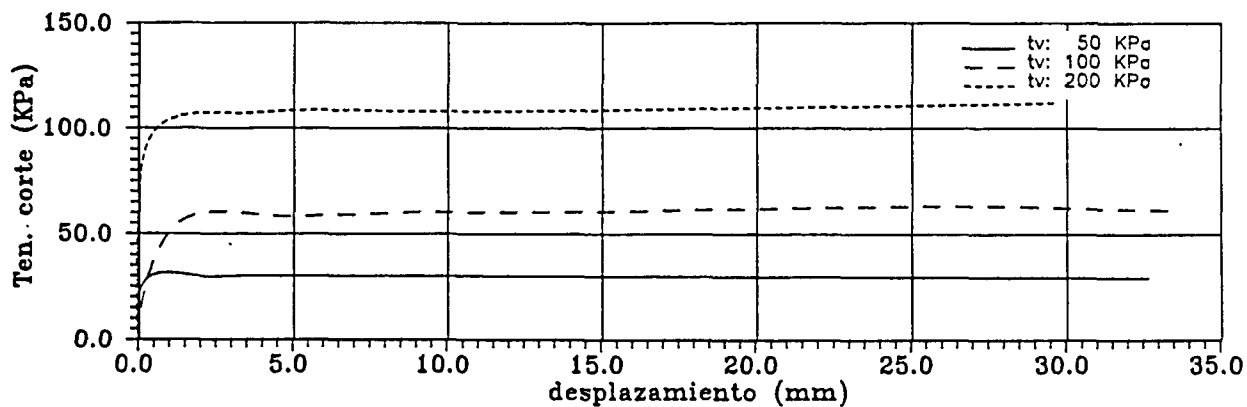


Figura II.27. Resultados del ensayo de corte anular para la muestra GOS-052R (Keuper). Gráfica de tensión (τ)-desplazamiento horizontal(d_h).

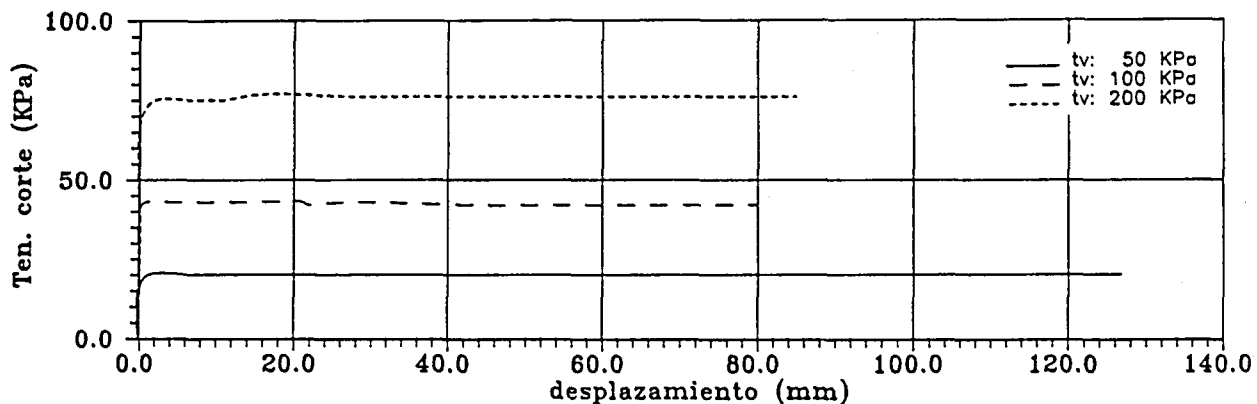


Figura II.28. Resultados del ensayo de corte anular para la muestra FUM-8191R (Garumniense). Gráfica de tensión (τ)-desplazamiento horizontal(d_h).

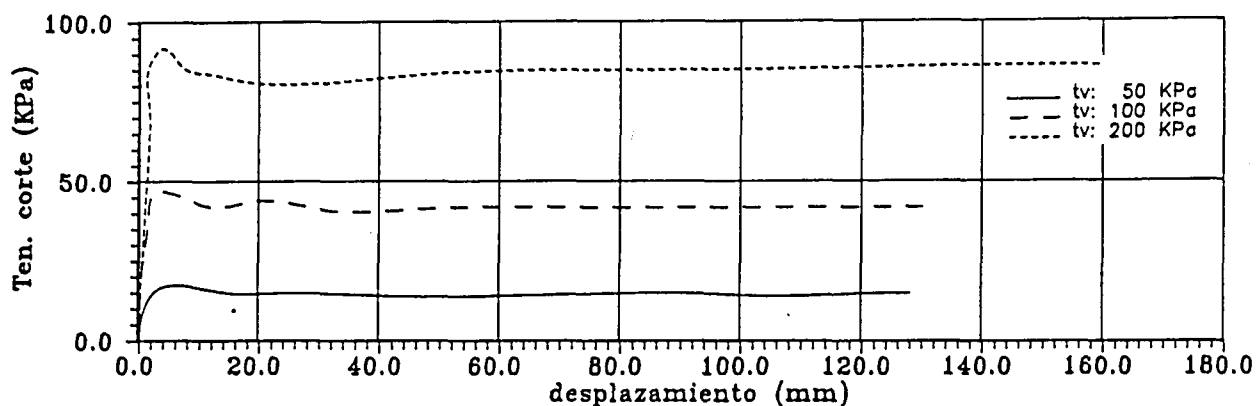


Figura II.29. Resultados del ensayo de corte anular para la muestra GOS-102R (Garumniense). Gráfica de tensión (τ)-desplazamiento horizontal(d_h).

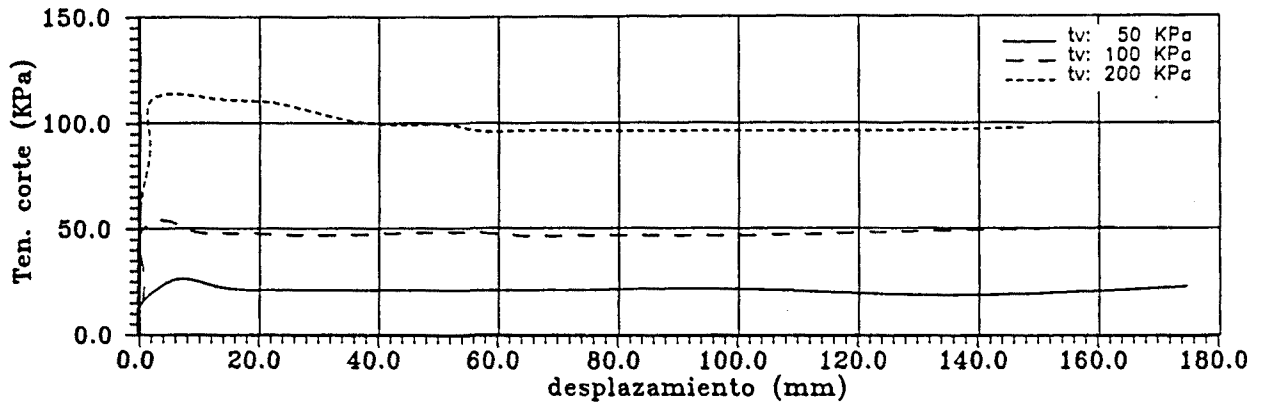


Figura II.30. Resultados del ensayo de corte anular para la muestra GOS-101R (*Garumniense*). Gráfica de tensión (τ)-desplazamiento horizontal(d_h).

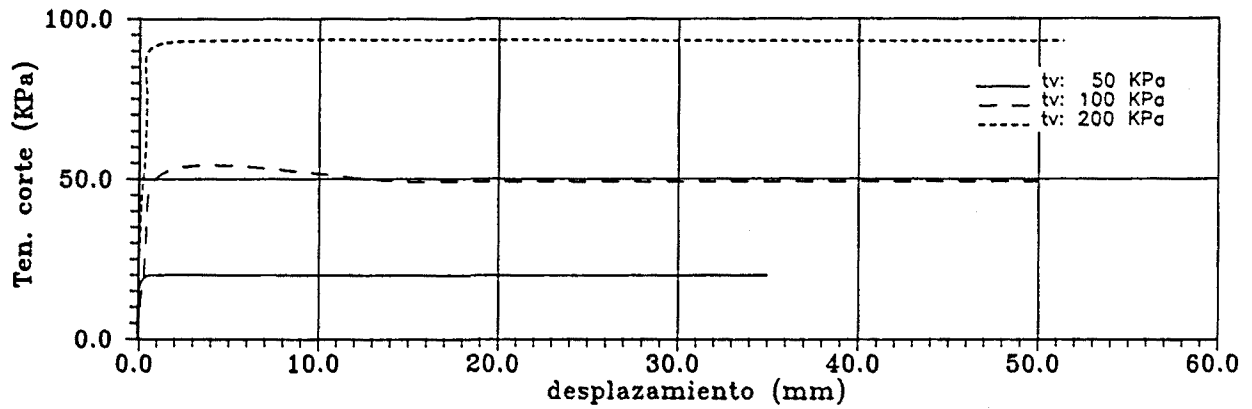


Figura II.31. Resultados del ensayo de corte anular para la muestra COM-8196R (*Ilerdiense*). Gráfica de tensión (τ)-desplazamiento horizontal(d_h).

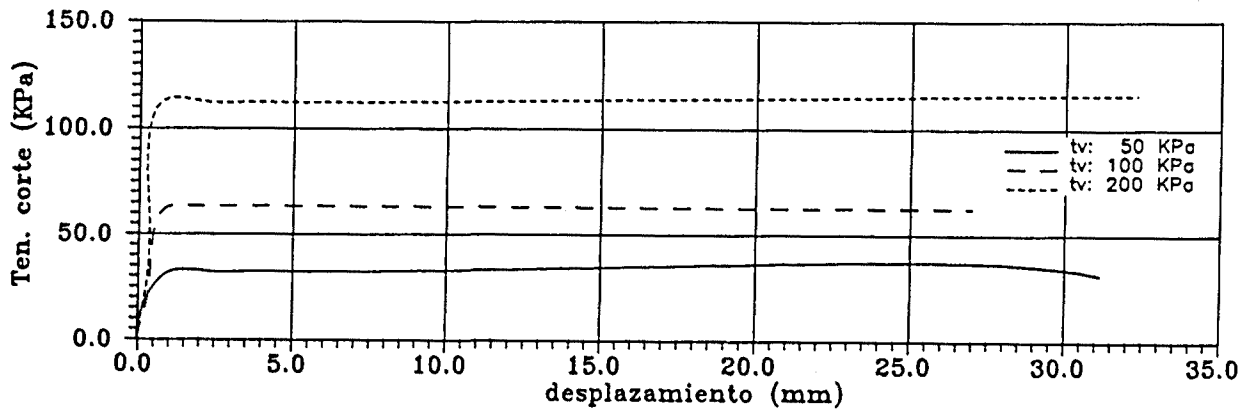


Figura II.32. Resultados del ensayo de corte anular para la muestra POB-8189S (*Cuaternario*). Gráfica de tensión (τ)-desplazamiento horizontal(d_h).

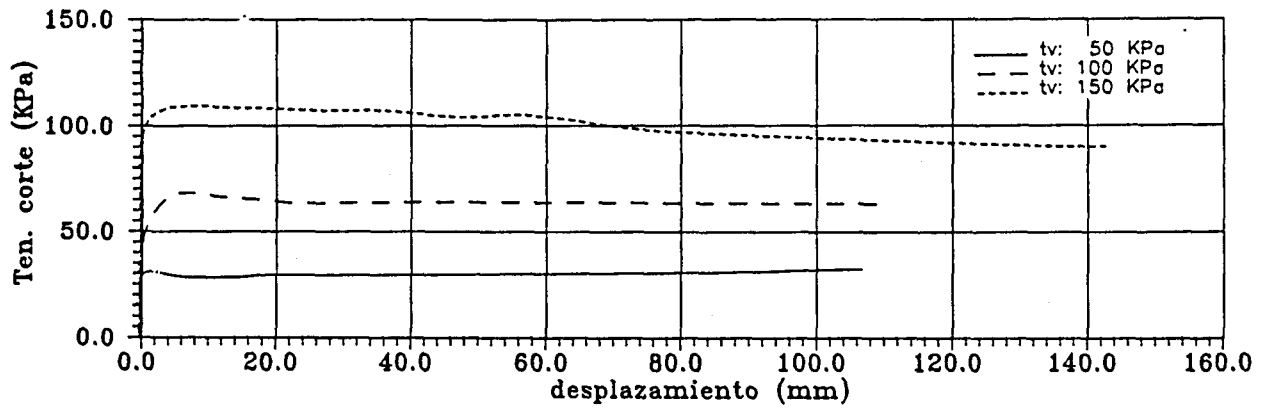


Figura II.33. Resultados del ensayo de corte anular para la muestra POB-8197S (Cuaternario). Gráfica de tensión (τ)-desplazamiento horizontal(d_h).

GRÁFICAS τ-σ.

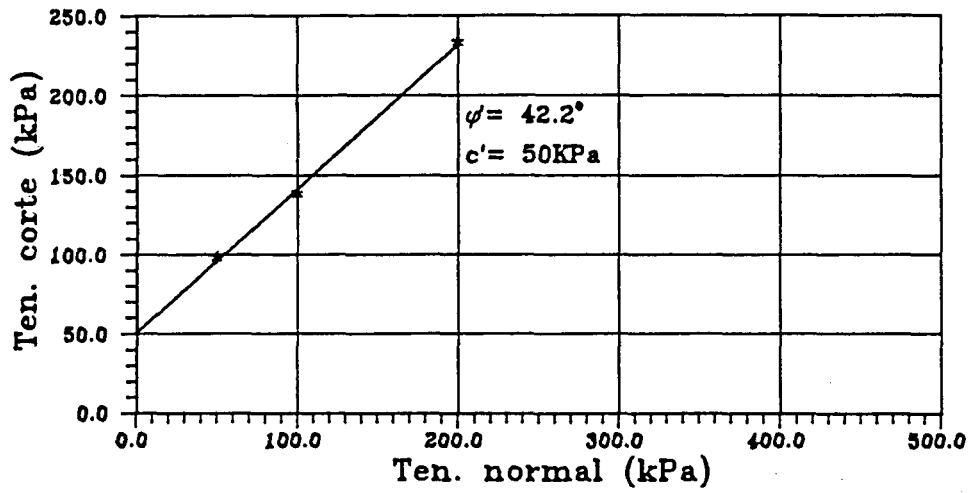


Figura II.34. Gráfica de tensión de corte (τ)-tensión normal (σ), muestra GOS-81101R (Keuper).

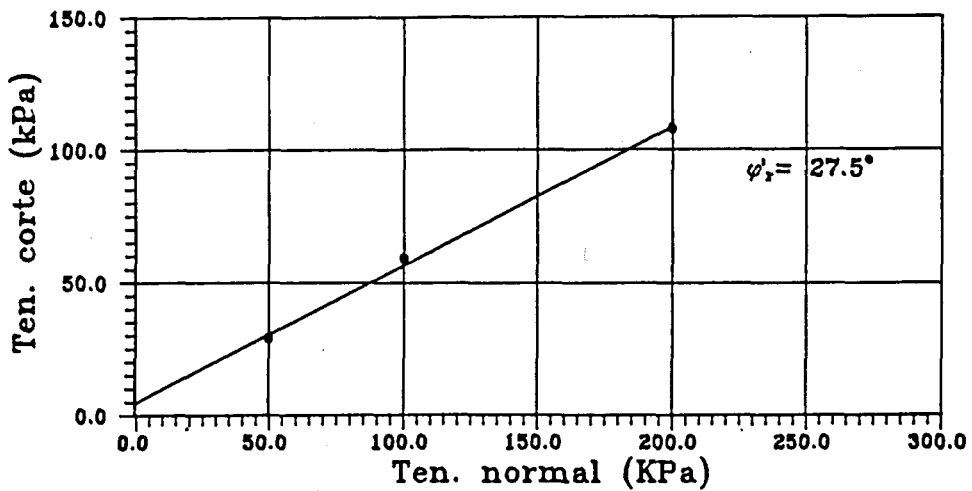


Figura II.35. Gráfica de tensión de corte (τ)-tensión normal (σ), muestra GOS-052R (Keuper). Valor de ϕ_r obtenido del ensayo de corte anular.

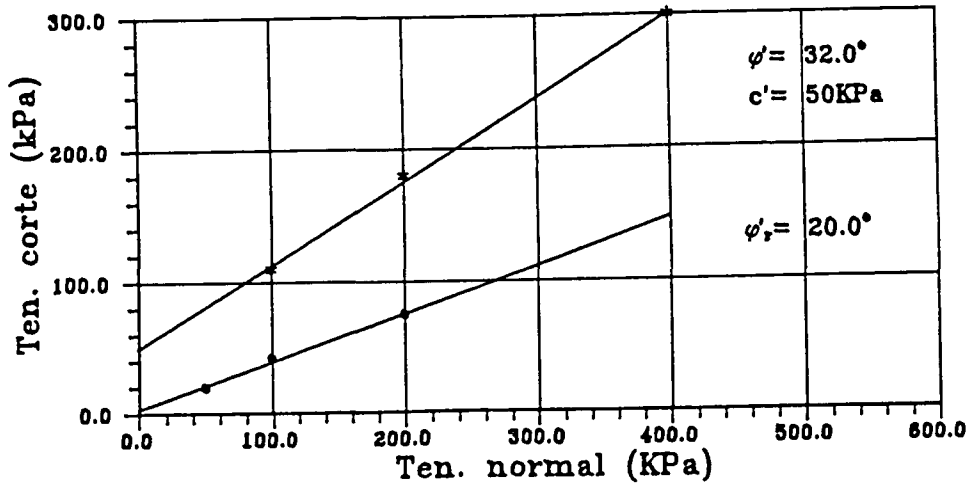


Figura II.36. Gráfica de tensión de corte (τ)-tensión normal (σ), muestra FUM-8191R (*Garumniense*).
 Valor de ϕ'_r obtenido del ensayo de corte anular.

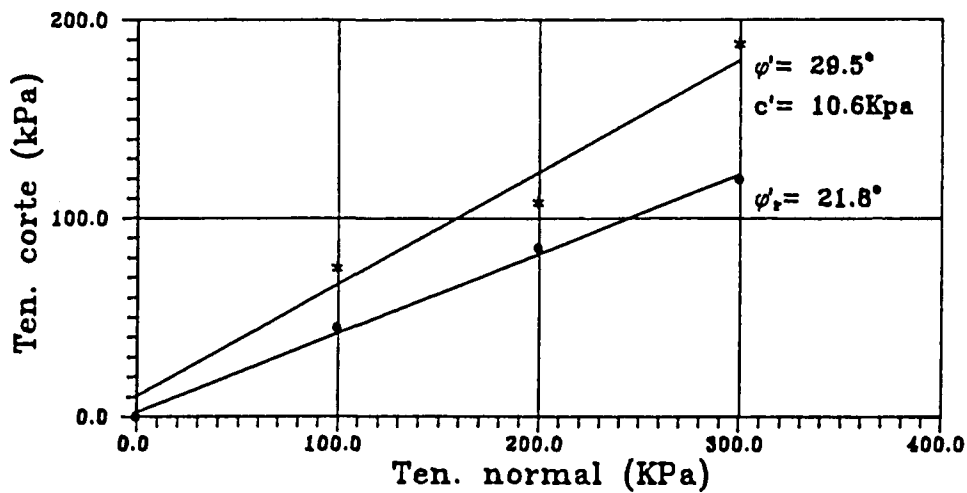


Figura II.37. Gráfica de tensión de corte (τ)-tensión normal (σ), muestra GOS-049R (*Garumniense*).
 Valor de ϕ'_r obtenido del ensayo de corte directo.

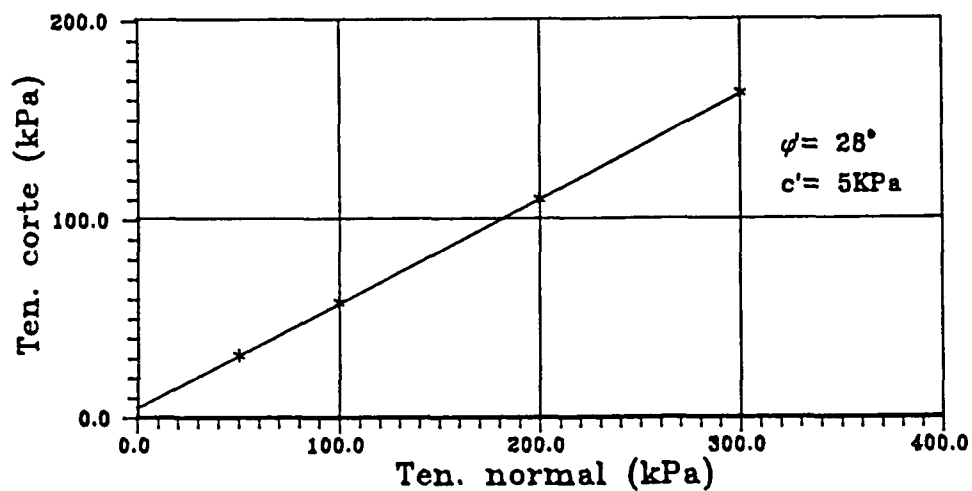


Figura II.38. Gráfica de tensión de corte (τ)-tensión normal (σ), muestra VAL-81100R (*Garumniense*).

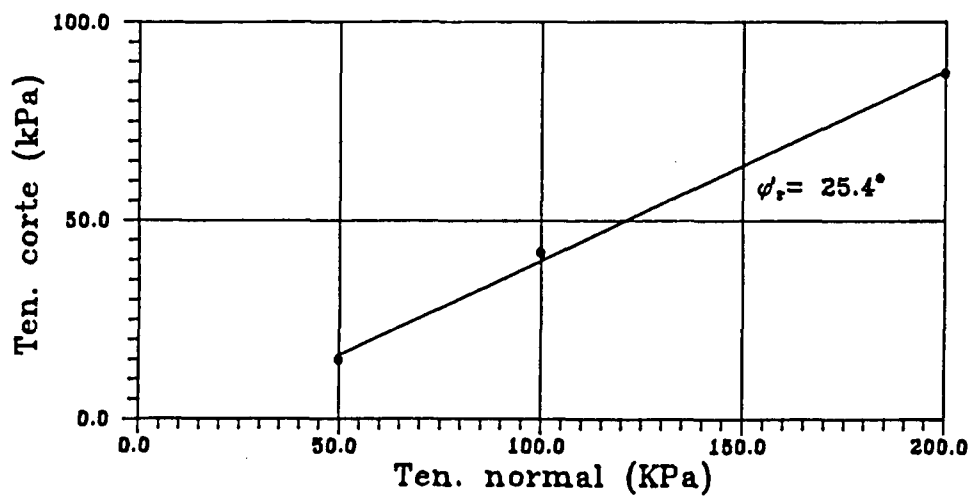


Figura II.39. Gráfica de tensión de corte (τ)-tensión normal (σ), muestra GOS-102R (*Garumniense*).

Valor de ϕ_r' obtenido del ensayo de corte anular.

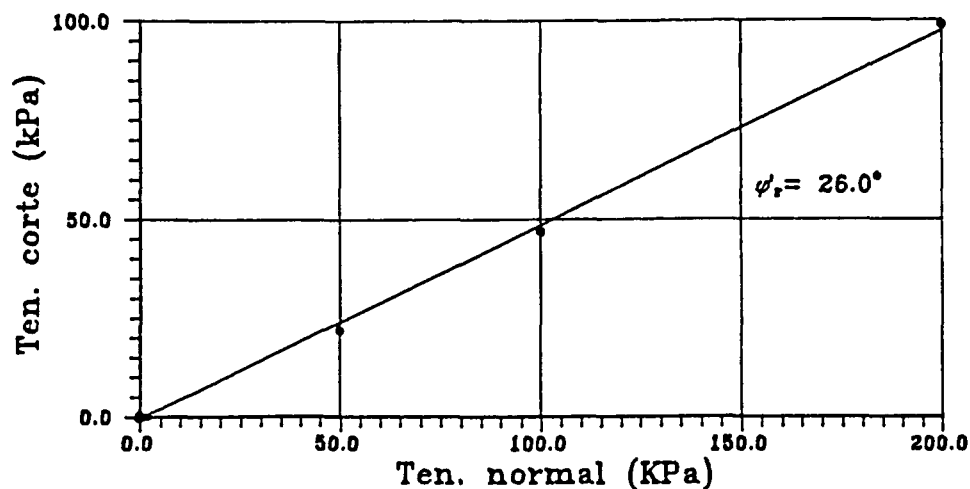


Figura II.40. Gráfica de tensión de corte (τ)-tensión normal (σ), muestra GOS-101R (*Garumniense*).
 Valor de ϕ'_r obtenido del ensayo de corte anular.

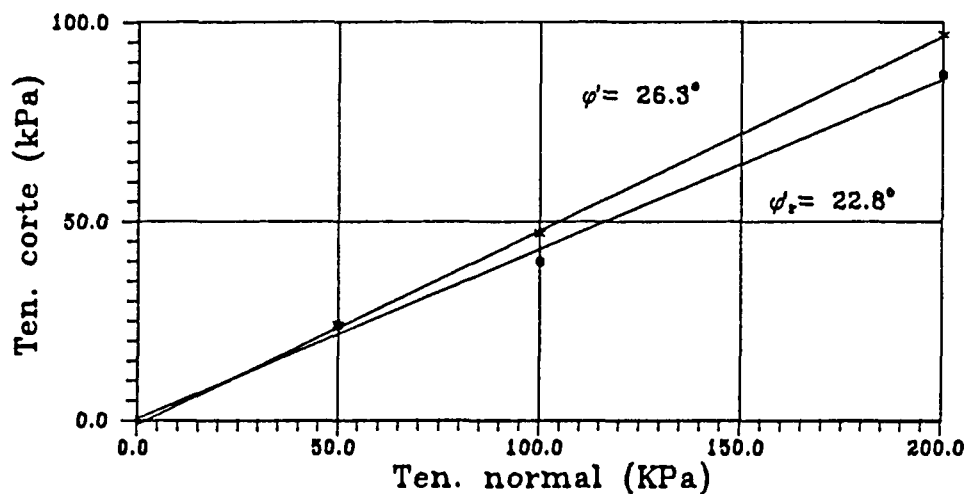


Figura II.41. Gráfica de tensión de corte (τ)-tensión normal (σ), muestra COM-101R (*Ilerdiense*).
 Valor de ϕ'_r obtenido del ensayo de corte directo.

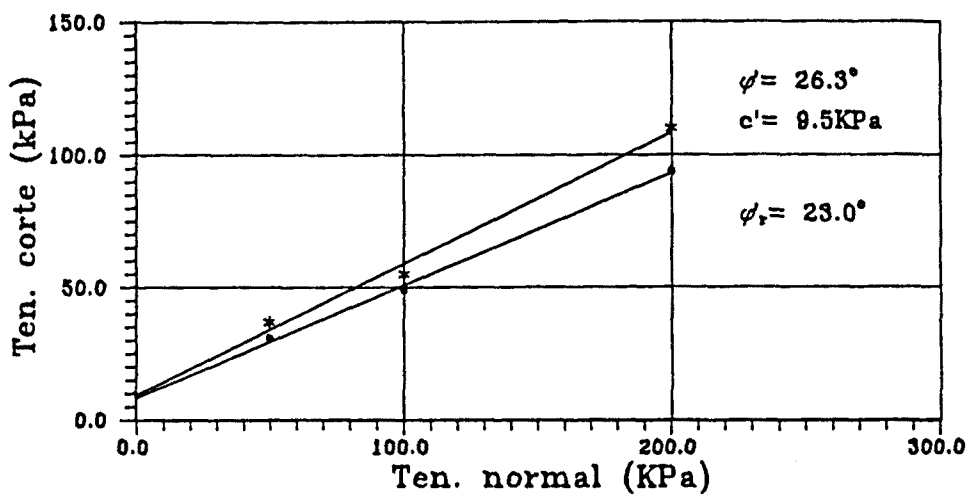


Figura II.42. Gráfica de tensión de corte (τ)-tensión normal (σ), muestra COM-102R (*Ilerdiense*).
 Valor de ϕ_r obtenido del ensayo de corte directo.

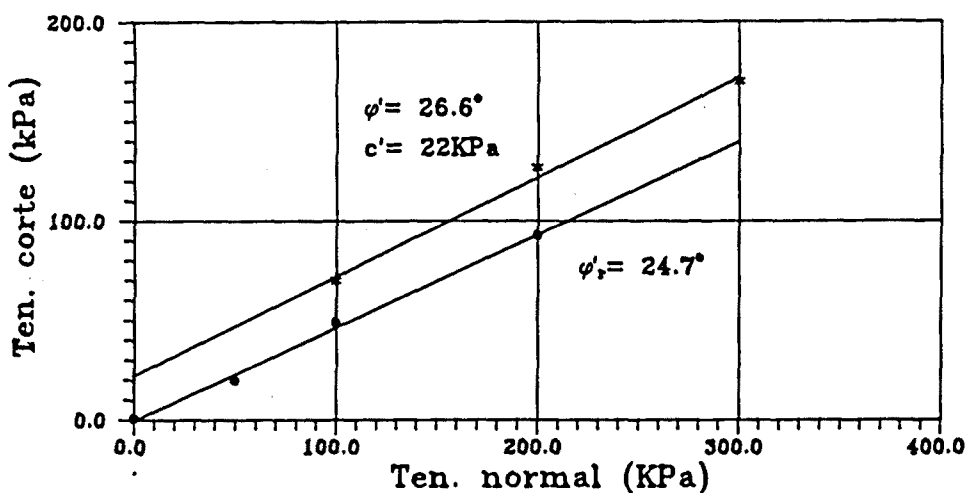


Figura II.43. Gráfica de tensión de corte (τ)-tensión normal (σ), muestra COM-8196R (*Ilerdiense*).
 Valor de ϕ_r obtenido del ensayo de corte anular.

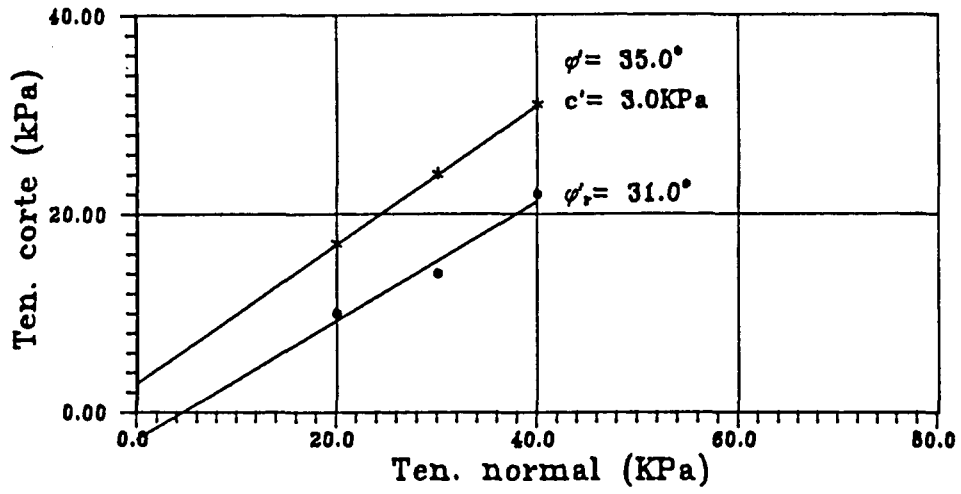


Figura II.44. Gráfica de tensión de corte (τ)-tensión normal (σ), muestra POB-081S (Cuaternario).
 Valor de ϕ'_r obtenido del ensayo de corte directo.

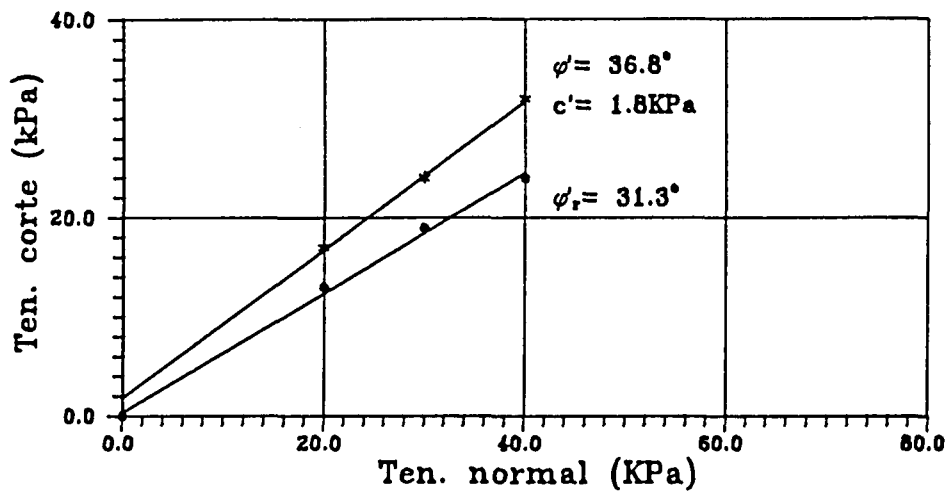


Figura II.45. Gráfica de tensión de corte (τ)-tensión normal (σ), muestra POB-079S (Cuaternario).
 Valor de ϕ'_r obtenido del ensayo de corte directo.

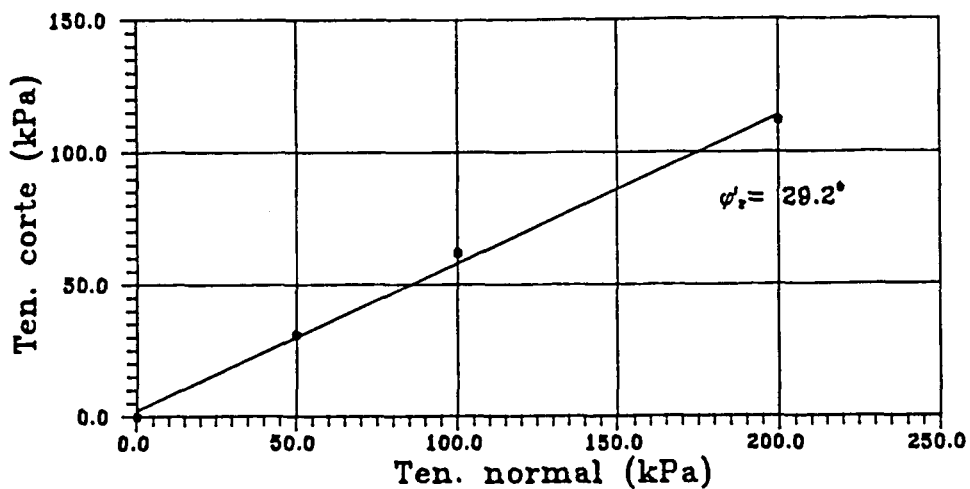


Figura II.46. Gráfica de tensión de corte (τ)-tensión normal (σ), muestra POB-8189S (Cuaternario).
 Valor de ϕ_r' obtenido del ensayo de corte anular.

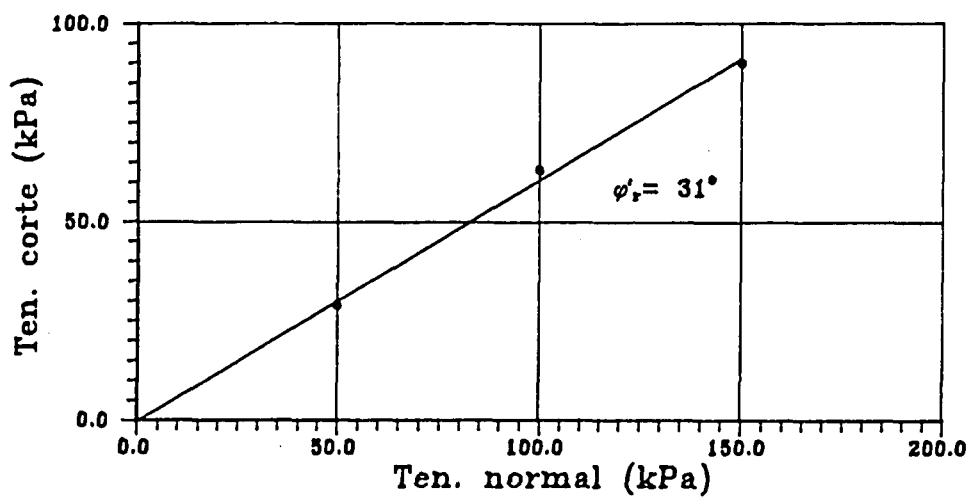


Figura II.47. Gráfica de tensión de corte (τ)-tensión normal (σ), muestra POB-8197S (Cuaternario).
 Valor de ϕ_r' obtenido del ensayo de corte anular.

KEUPER			
Muestra	ϕ'	c' (KPa)	ϕ'_i
GOS-052R	-	-	27.5
GOS-052RB	-	-	25.2
GOS-8194R	46.6	14.0	28.0
GOS-81101R	42.2	50.5	-
GOS-81102R	31.8	1.0	-

Tabla II.2. Resumen de los valores de ϕ' , c' y ϕ'_i de los ensayos de corte realizados sobre las muestras del *Keuper*.

GARUMNIENSE			
Muestra	ϕ'	c' (KPa)	ϕ'_i
VAL-003R	-	-	31.0
FUM-034R	31.0	2.4	-
GOS-049R	29.5	10.6	21.8
BER-059R	17.2	8.6	10.2
VAL-8180R	-	-	22.8
VAL-8181R	-	-	27.4
VAL-8182R	-	-	23.0
FUM-8184R	-	-	25.8
CER-8185R	31.0	30.0	-
BER-8186R	31.8	-	27.5
FUM-8191R	32.0	50.0	20.0
CER-8192R	-	-	26.5
VAL-81100R	28.0	5.0	-
GOS-101R	-	-	26.0
GOS-102R	-	-	25.4

Tabla II.3. Resumen de los valores de ϕ' , c' y ϕ'_i de los ensayos de corte realizados sobre las muestras de la *F. Garumniense*.

ILERDIENSE			
Muestra	ϕ'	c' (KPa)	ϕ_r'
COM-004R	-	-	30.5
MOR-022R	-	-	31.0
MOR-022RB	-	-	23.7
MOR-023RB	-	-	24.2
COM-8195R	31.3	25.5	28.8
COM-8196R	26.6	22.3	24.7
COM-101R	26.3	-	22.8
COM-102R	26.3	9.5	23.0
COM-105R	24.0	29.0	20.0
COM-106R	24.9	18.5	16.0

Tabla II.4. Resumen de los valores de ϕ' , c' y ϕ_r' de los ensayos de corte realizados sobre las muestras del *Ilerdiense*.

CUATERNARIO			
Muestra	ϕ'	c' (KPa)	ϕ_r'
VAL-003S	-	-	34.5
POB-079S	36.1	1.8	31.3
POB-081S	35.0	3.0	30.9
FUM-8183S	-	-	28.4
MOR-8187S	-	-	28.0
POB-8189S	-	-	29.2
BER-8193S	34.6	6.0	-
PED-8197S	-	-	31.0
VAL-8198S	35.0	1.0	-

Tabla II.5. Resumen de los valores de ϕ' , c' y ϕ_r' de los ensayos de corte realizados sobre las muestras del *Cuaternario*.