

E-418

215

INFORMES  
GEOTÈCNICS  
TORRENT  
FORNALUTX

MELICH

ANEXO a n/ INFORME 75/43

FECHA: Noviembre 1975

RELATIVO A: Informe Geotécnico Talud

UBICADO EN: F O R N A L U T X

PARA: I C O N A

CATAS:

Se han efectuado tres catas, cuya situación se muestra en el plano adjunto.

La estratigrafía de los cortes efectuados en el terreno se expresa en las columnas estratigráficas adjuntas. De ellas se desprende que la intrusión basáltica, posiblemente no alcanza la zona de las catas, en profundidad, por lo que los niveles inferiores serían de arcillas y margas arcillosas del Triás-Keuper-

ANALISIS:

Se han extraído 4 muestras inalteradas, en las cuales se han efectuado análisis para identificación, y ensayos de Corte Directo, de los cuales sólo se ha dado como válido el efectuado en la cata nº 1, a 0,5 m. de profundidad, en arcillas remoldeadas. Estos Ensayos de Corte, no se han tenido en cuenta en las otras muestras, debido a que el alto contenido en gravas de estas arcillas, falsea los resultados de dicho tipo de ensayo.

CONCLUSIONES:

El hecho de haber efectuado las catas y análisis antes mencionados, nos sugieren las siguientes observaciones:

- En el SECTOR 2, parece ser que el supuesto zócalo de roca basáltica no existe, por haberse encontrado, bajo unas arcillas de descomposición basáltica, las margas arcillosas del Keuper. (Ver 6.2.1.3 del Informe 75/43).
- Los análisis expuestos en el presente anexo, corroboran los ensayos efectuados con anterioridad.

# Hundimiento de terrenos en Sóller

En nuestro colega *Sóller*, leemos un breve trabajo firmado por el experto geólogo don Bartolomé Darder y Pericás, acerca de las causas que han ocasionado el desprendimiento de tierras ocurrido la semana pasada en la región de Fornalutx, estudio que por su interés y actualidad reproducimos:

«*Trobant-me novament a Mallorca per fixar d'un modo definitiu l'itinerari que té que seguir per les nostres serres l'excursió del Congrés Geològic de 1923, v. g. assae enterat de l'esllaviment de terres que a les vessants de la Serra de Monnàbar havia causat la ruina d'uns quants propietaris, destruint-los per complet llurs finques: no cal dir que això em feu modificar l'itinerari, realisant una ràpida visita a dit esllaviment.*»

«*El fenomen es en tot semblant en el que va ocórrer fa un cert temps a Monachil (Granada) i del que varen parlar-ne els periòdics de tot el món; és lo mateix en petit, però per els malhaurats propietaris, les conseqüències no deixen de ésser tristíssimes.*»

«*Els esllaviments de terres d'aquesta mena res tenen que veure amb terratremols, ni amb moviments de muntanyes, com tampoc amb els fenòmens que la geologia coneix amb el nom de corrament; son origen és més modest. El de Sóller és estat produït sobre un cas de pedres esgudes; aquesta acumulació de roques descensava damunt capes de terrota i argila part moderna i part de tries. Ara bé, les aigües contingudes d'aquests dies han obert petits conductes subterranis, que rebent l'argila han fet derallar pendent avall, quedant la terrota i pedres del demunt fent bóveda, la qual, naturalment, falta de base ha caigu-*

*da verticalment, de manera que enfonsats 15 o 20 metres i transportats pendent avall.*»

«*La cosa s'ha complicada, perquè la terra ha tallat el llit a petits torrentons que neixien en les fons pròximes, i llurs aigües s'han mesolat amb la terra esllavida, fent un fang, en el qual estan mig enterrats el arbres. Per altra part han sortit petites fonts que han contribuït a reblanir l'argila, i de les quals és possible no en quedi senyal a l'estiu. Feliçment, la bonança del temps haurà impedit que el fenomen prengués proporcions de veritadera catàstrofe. El deixar de ploure significa aturar la marxa avall de les terres.*»

Al final de la informació que de dicho fenómeno geológico hace nuestro colega, leemos:

«*Y ahora, antes de cerrar esta información, permitásenos pedir a las Autoridades del cercano Municipio de Fornalutx, a las de esta Ciudad, y a todas aquellas personas que por sus condiciones o situación puedan ser influentes, nos presten su apoyo incondicional solicitando con nosotros de los Altos poderes y del Gobierno, presten su atención al desastre y apoyen económicamente a los que por desgracia han sido tan considerablemente perjudicados, tanto, que alguno de ellos se ve en absoluto privado de su finca arrasada totalmente en el desprendimiento de tierras.*»

«*Precisamente dedicábamos nuestro editorial del sábado a interesar esas gestiones que Sóller solicita, y para las cuales puede contar el colega con nuestra modesta, pero decidida cooperación.*»

LA ULTIMA HORA

22 diciembre 1924

## Hundimiento de terrenos en Sóller

### El Gobernador visita el lugar de la catástrofe

Esta mañana hemos sabido que el señor Gobernador Marqués de la Garantía, visitó ayer los lugares donde uno de los pasados días ocurrió el hundimiento de tierras, accidente que tantos daños ha causado y tanta consternación produjo.

Acompañó al señor Gobernador en su viaje, el jefe de Obras Públicas don Bernardo Colvet, y en Sóller se les unió el director de la «Compañía del Ferro-Carril de Sóller» don Jerónimo Estades, quienes recorrieron juntos, los referidos lugares, practicando una detenida inspección de cuyo resultado, con toda seguridad, se habrá dado cuenta al Gobierno.

El Gobernador nos ha ponderado las facilidades y atenciones que dió y tuvo con él, el expresado señor Estades, cosas ambas que no pudo menos de agradecerlo en el alma.

Los tres referidos señores recorrieron, pues, palmo a palmo el lugar de la ocurrencia pudiendo hacerse cargo de la importancia de la misma.

El señor Gobernador nos ha trasladado las impresiones de su visita y relatado con minuciosidad de detalles como se produjo el hecho.

Fueron causas del mismo, el reblandecimiento de la capa arcillosa de la base de una loma a causa de las grandes lluvias, lo que originó el desprendimiento de ésta, que arrastró al caer cuantos árboles y casas encontró a su paso.

Calcula el señor Gobernador que el terreno destruido es en cantidad de unas catorce cuarteradas, más o menos.

El Marqués de la Garantía que estuvo durante muchas horas del referido día de ayer en el lugar de la catástrofe, dice que han cesado por completo los corrimientos y que se puede ya visitar aquel lugar con toda seguridad.

Además de dicho sitio, visitó también nuestra primera autoridad civil los pueblos de Binirraix y Fornaleu como también el predio de «Bonanza», teniendo que dar para ello un gran rodeo a pié, por estar interceptados los caminos.

Como dato curioso, nos refirió el señor Gobernador el hecho presenciado el día de la ocurrencia, de que, un corpulento olivo, oscureciéndose con un enorme ból que de tierra llegara a recorrer trescientos metros hacia abajo, cuando lo hizo y quedando fijo sin experimentar el menor

LA ULTIMA HORA

22 diciembre 1924

# Origen de los deslizamientos de tierras en Fornalutx

Los accidentes geológicos del género que tan recientemente acaban de ocurrir en la vecina ciudad de Sóller, están lejos de ser raros en las zonas montañosas. Mallorca mismo tiene recuerdos de fenómenos semejantes, hace unos setenta años, en Orient, en Lluch Alcari (Beyal). Tiempos atrás las tierras se deslizaron unos cientos de metros hacia el mar, y fresco está en la memoria de todos los catastróficos deslizamientos de Moznachil (Granada), de los que tanto se ocupó la prensa. En todos estos casos la imaginación popular se desborda: ora, son grandes terremotos, ora, volcanes; tan pronto es una montaña que se hunde como un lago que aparece, y sin embargo, el fenómeno en sí no puede ser más sencillo, como nuestros lectores van a ver.

En general, todos ellos obedecen sencillamente a capas de arcilla o margas arcillosas adosadas a una ladera fuertemente inclinada. Las infiltraciones producidas por lluvias persistentes, podrán hacer deslizar la arcilla sobre los terrenos en que se asienta y entonces toda la masa arcillosa con los árboles y casas que soporte, se deslizará hacia el fondo del valle.

Esto, con ligeras variantes, es lo que ha ocurrido en el valle de Sóller. Al pie del cordón de la Sierra de Benabíber debió ocurrir, en lejanos tiempos, una caída de rocas que formaron un cono de derrubios adosado a las laderas fuertemente pendientes del valle de Fornalutx; estos derrubios son, en la parte inferior, arcillosos, mientras que en su superficie existe un verdadero caos de rocas caídas, amontonadas fútilmente. El conjunto de estos derrubios se hallaba apoyado sobre las rocas constitutivas de la montaña, que en el lugar del deslizamiento eran probablemente arcillosas también. A los que, en las tierras arcillosas de derrubios adosadas sobre arcillas

Han venido las continuadas lluvias de estos días pasados; el agua, filtrándose por entre las rocas del derrubio, alcanzaba la arcilla y la resquebrajaba; en el contacto de ambas arcillas, desaparece la adherencia, y la fuerza de gravedad hace en movimiento la arcilla del derrubio hacia la parte baja de la ladera, contribuyendo a ello las aguas subterráneas que se infiltran entre sus capas. Este deslizamiento

de la masa arcillosa, se hace en cierto modo independientemente de los derrubios que soporta, de manera que estos, constituidos por el caos de rocas caídas unidas por tierra, quedó retrasado en su marcha y de consiguiente formando una especie de bóveda, cuyo hueco era debido a la marcha más rápida de las arcillas; de este modo los árboles han podido ser transportados pendiente abajo, sin trastocarse.

Tal inestabilidad no pudo durar y gradualmente, a medida que el deslizamiento ocurría, la bóveda fué hundiéndose, alcanzando el máximo de unos quince a veinte metros en la parte N. E. que ha quedado cortada a manera de una canchera.

Estas tierras al deslizarse cortaron varios arroyos que procedían de fuentes situadas ladera arriba y naturalmente interrumpido el curso de las aguas, estas se deslizaron por encima de las masas arcillosas, produciendo un hueco, en el cual estaban hundidos los árboles destrozados por el avance de las tierras. Otra parte de las aguas procedía de venas subterráneas que quedaron al descuberto al cortarse las capas por donde circulaban; estas venas parecen de roca impropia, y la pretendida existencia de un lago subterráneo o de un furtivo, no es sino una falsa interpretación del agua que corría sobre las tierras deslizadas.

El fenómeno tuvo lugar en la parte superior al camino de Binl'raitz a Bonnáber, pero las aguas al deslizarse por la rápida pendiente arrastraron tierra, piedras, lodo, troncos de árboles etc., que obrando como arietes destruyeron los bancales y extendían el desastre a las zonas inferiores, si bien solo como una faja estrecha. Sólo la feliz terminación de las lluvias, ha impedido que el desastre tuviera consecuencias mucho mayores.

Esta es la realidad del fenómeno geológico, con frecuencia llamado corrimiento de tierras, nombre que debe reservarse para otros fenómenos que intervienen en el levantamiento de las grandes cordilleras montañosas, y nada tiene que ver con los deslizamientos de que hablamos. Se trata pues sólo de una cosa puramente local y que nada indica que tenga que repetirse ni en el mismo ni en distinto lugar de nuestra isla.

Bartolomé DARDER PERICAS



MINISTERIO DE AGRICULTURA  
**INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACION DE LA NATURALEZA (ICONA)**

JEFATURA PROVINCIAL DE BALEARES

Pasaje Particular Guillermo de Torrella, n.º 1 - Planta 7.ª - Edificio "SENA" - Teléf. 21 74 40

PALMA DE MALLORCA

Su ref.:

ASUNTO:

INFORME SOBRE EL TORRENTE DE FORMALUTX

Partiendo de Biniaratx, subimos con el vehículo por el camino de los predios Son Cabana y Monnaber, hasta llegar al cruce del camino con el torrente Enllovesat, en la linde del predio Ca'n Llagat.

En este punto observamos el estado de la repoblación que se realizó con *Pinus halepensis* en el año 1.946, que coexisten con los olivos que sufrieron los efectos del deslizamiento que da nombre a la zona (creemos que ocurrido en 1.924).

Fot. 1, 2 El estado del pinar es magnífico, con fustes derechos y de gran altura debido a la espesura. Los diámetros son notables y se aprecia regeneración natural por la existencia de piés jóvenes y de repoblado espontáneo. La sujeción del terreno repoblado parece completa: existe gran cantidad de matorral en el sotobosque que dificulta el tránsito por el pinar, pero ascendemos hasta la cabecera por la margen izquierda del torrente, en cuya ladera no hay deslizamientos y vamos apreciando en la ladera opuesta que fué objeto de repoblación, que el éxito de sujeción parece absoluto sin que los fustes de los pinos estén siquiera inclinados.

Fot. 3, 4 El cauce del torrente por el que ascendemos está cubierto de moles de piedra de muy diversos tamaños, pero no parece revelar que la escorrentía de las lluvias de años normales, aunque sean intensas, provoquen arrastres notables, teniendo en cuenta que la gran acumulación de material de acarreo proviene de antiguos años catastróficos. Esto mismo parece estar puesto de manifiesto en la alcantarilla de paso del camino en que hemos abandonado el coche, que aparece despejada de material. Llegamos hasta el comienzo de una gran canchalera que se remonta desde la cabecera de las zonas de cultivo hasta el acantilado de la Sierra de Torrellas, cota en la que finaliza la zona de repoblación y localizamos las

Fot. 5  
8, 9



Fot. 10  
11 y 12

zanjas de drenaje que se efectuaron en sentido casi perpendicular a la dirección del torrente, ejecutadas de paredes de piedra seca de alrededor de metro y medio de altura, con una anchura entre paredes de un metro y el fondo de hormigón, formando escalones de unos dos metros de huella. El estado de la obra es perfecto: no se ha "movido" en absoluto la pared, tanto la que está en cabecera, como la inferior, y el cauce de la zanja está limpio, sin materiales desprendidos de la canchallera, por lo que consideramos que la obra ha cumplido perfectamente su finalidad de drenaje y encauzamiento.

Fot. 13

Atravesando la zona de repoblación en su cabecera, salimos hacia el predio Son Cabana, regresando al punto en que abandonamos el vehículo, desde el cual y en sentido descendente del torrente, no se efectuaron obras, hasta llegar a la confluencia del torrente de Monnaber, punto al que ascenderemos desde el pueblo de Fornalutx.

Consideramos pues, que las obras que se ejecutaron en 1.946 en esta zona de cabecera han cumplido su función, si bien subsiste el riesgo de desprendimientos y deslizamientos en casos de tipo catastrófico, pues la existencia de enormes canchalleras en la cabecera y los voluminosos materiales de acarreo que amenazan en el cauce del torrente, distan de tranquilizar en cuanto a su ejecución.

Fot. 14

Accedemos desde el pueblo de Fornalutx por un camino de piedras formando escalones, que discurre por la margen derecha del torrente de Fornalutx, hasta el punto de entronque del torrente Enllevesat con el de Monnaber. Desde este punto descendemos por el camino indicado de la margen derecha, hacia Fornalutx, hallando el dique nº 1 que se encuentra en buenas condiciones, formando un salto de unos dos metros de altura, y que ha cumplido su función de detención, si bien en la margen izquierda empiezan a revelarse graves problemas de deslizamientos del terreno, aguas abajo del dique mencionado.

Fot. 15

Continuamos por el camino que nos lleva hacia Fornalutx, en la margen derecha del torrente, observando solamente en la ladera izquierda algunas señales de deslizamiento de la misma y alcanzamos el dique nº 2 que está en buen estado, habiendo cumplido su función, pero presentando el torrente después de un salto de unos 5 metros de desnivel aguas abajo, un fuerte daño muy localizado en la margen derecha que empieza a socavar el camino por el que avanzamos. En este punto se construyó el año 1.946 el di

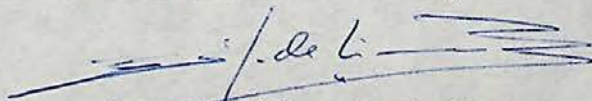
Fot. 16 que nº 3 que ha desaparecido en su totalidad, apreciándose en la ladera izquierda un grave problema de deslizamiento del terreno y de los bancales. /  
Un poco más aguas abajo hay un gran salto en cascada sobre roca que no presenta problemas, si bien continúan apreciándose deslizamientos de diversa /  
Fot. 17 importancia en la margen izquierda. Un poco más adelante hallamos otra poza rocosa, llamada Gorg de S'Olla que no revela problemas, ni tampoco en la zo  
Fot. 18 na de entronque del torrente con el del Clot, que en si mismo no presenta /  
daños en su cauce. Desde este punto hasta el puente de la Aubaneta, que hallaremos algo más aguas abajo, existieron cuatro obras de mampostería que /  
han desaparecido y se acusan problemas de deslizamiento en la ladera izquierda, si bien en el punto más peligroso antes del puente, en el que el torrente forma una curva a la izquierda, el peligro ha sido paliado gracias al revestimiento de hormigón de toda una pared sobre la que asienta una vivienda y a las obras de encauzamiento, realizadas por el Servicio Hidráulico de Baleares y que sustituyen a los diques construidos en 1.946 por el /  
Fot. 19 Distrito Forestal, ya desaparecidos.

Sobre el puente de la Aubaneta apreciamos aguas abajo del torrente de Fornalutx, unas terrazas construidas en la margen derecha, que es  
Fot. 20 tá en buen estado y han cumplido su misión, pero a la margen izquierda está la ladera de Es Marroigs, en que el problema de deslizamiento presenta toda su gravedad con fuertes desprendimientos, con los árboles que se plantaron  
Fot. 21 en 1.946 para sujeción del terreno, arrancados por el deslizamiento o inclinados y con las zanjas de drenaje que se realizaron, taponadas por las presiones del corrimiento o inservibles en su función.

En este punto damos por terminada la inspección de la situación actual del torrente y del estado de las obras con las que se pretendió resolver el acuciante problema que plantea el torrente de Fornalutx.

Palma de Mallorca, 26 de Febrero de 1.976

EL INGENIERO DE MONTES,



Fdo.: José Ignacio de Cisneros

Fotografías.

---



1-



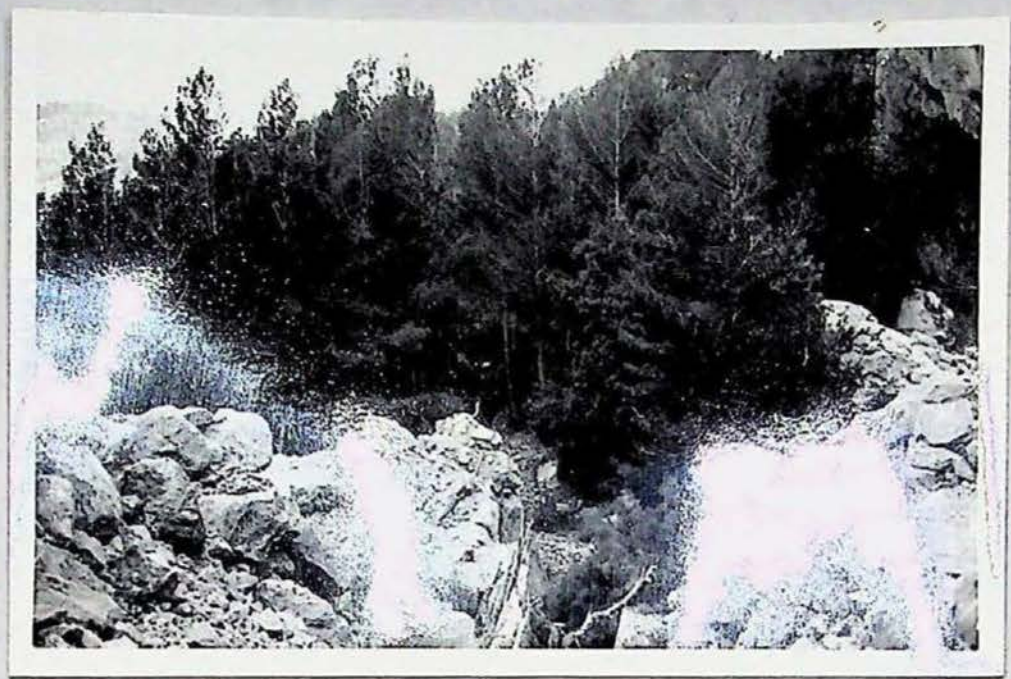
2-



3.-



4.-



5.-



6.-



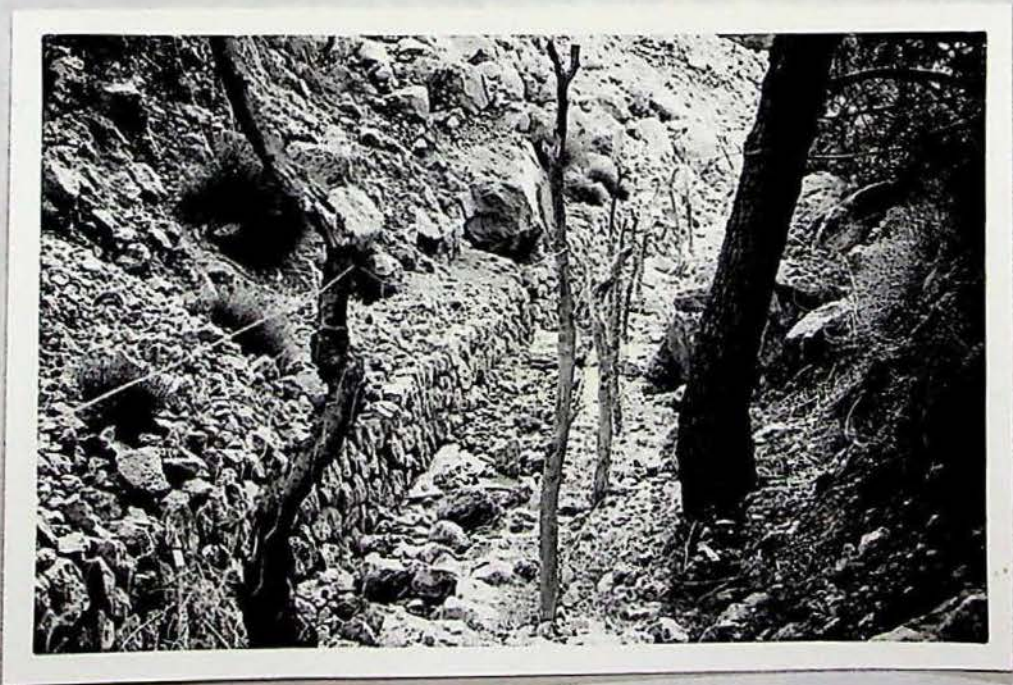
7.-



8.-



9.-

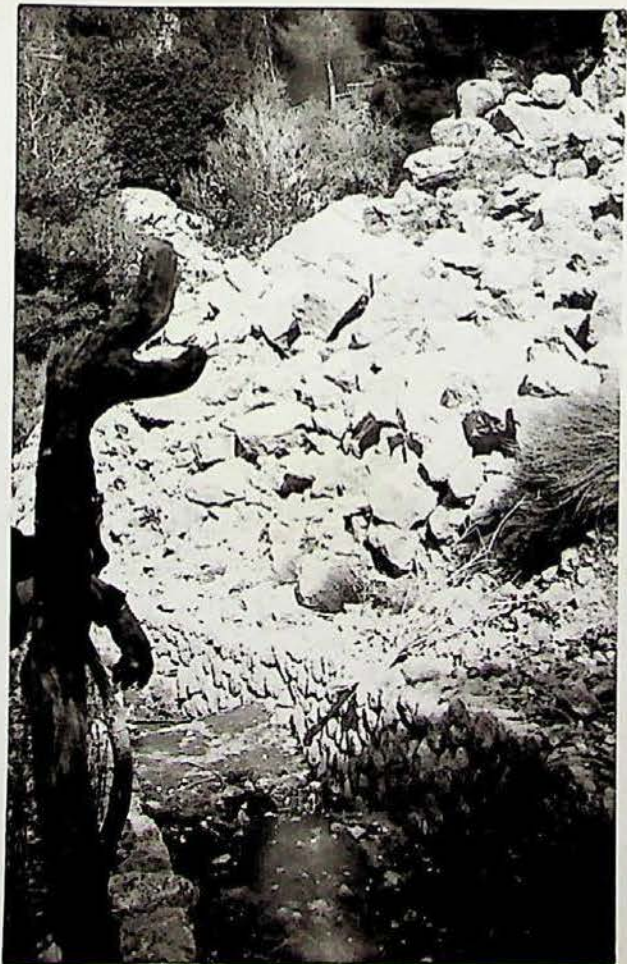


10.-

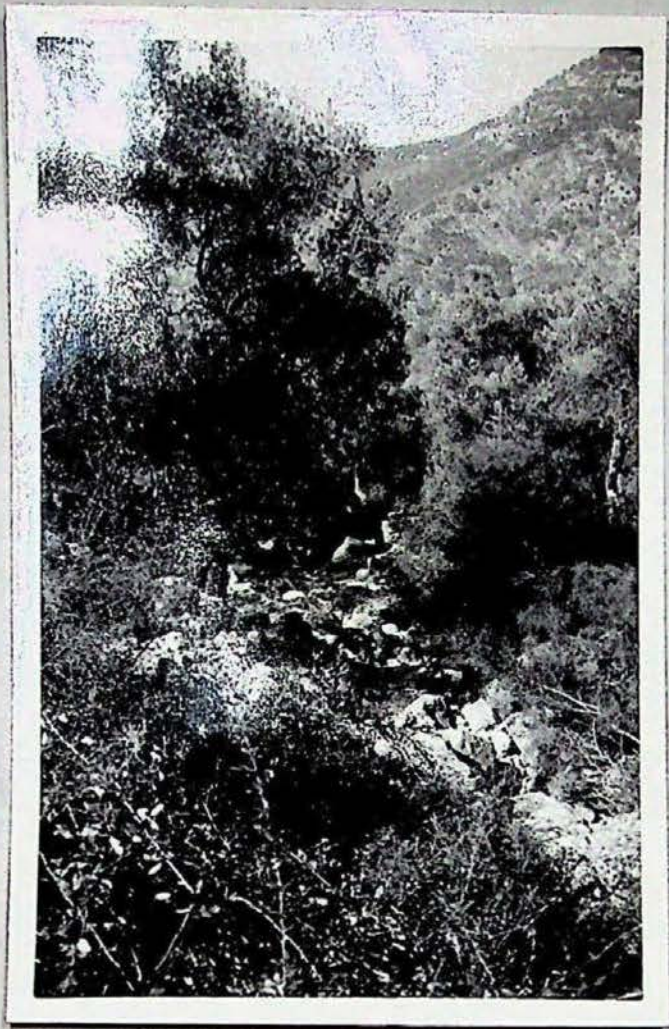




11.-



12.-



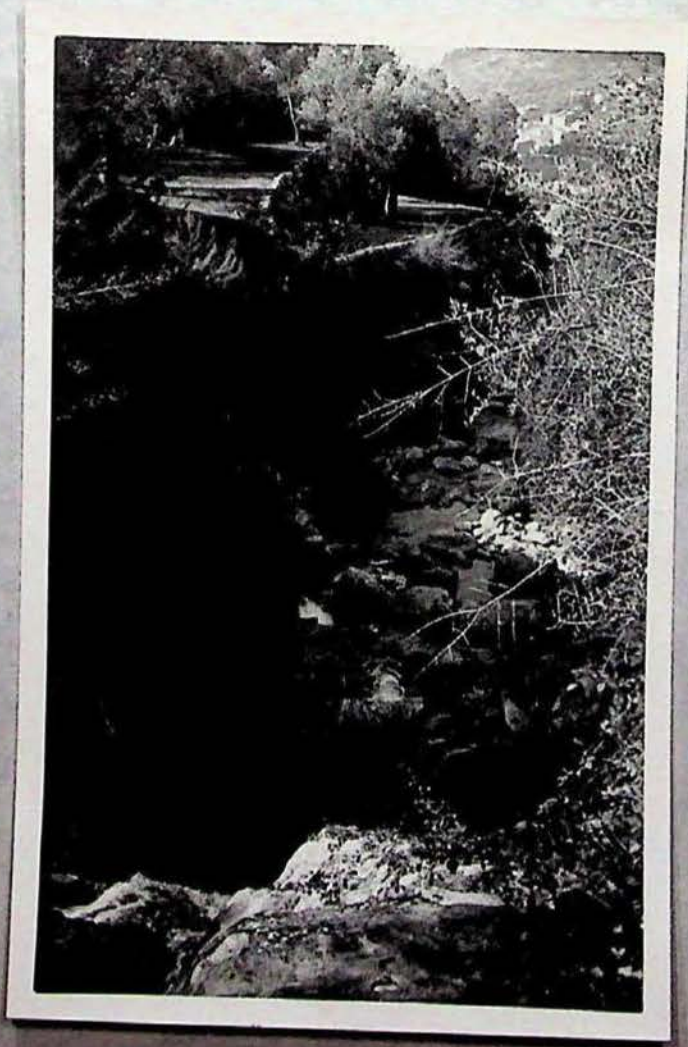
13 -



14. -



15.-



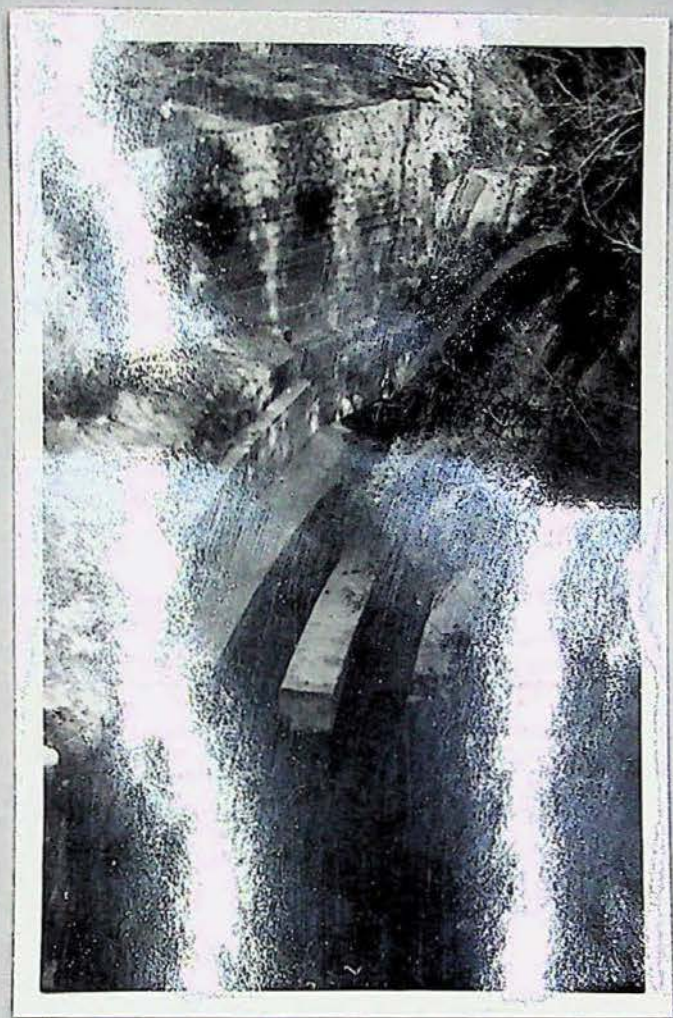
16.-



17.-



18.-



19.

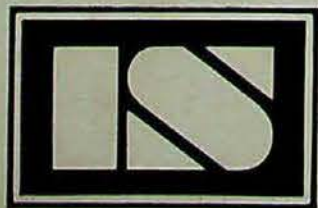


20.-



21.-

A la atención  
de D. Ignacio Cisneros



**INGENIERIA DE SONDEOS**

OFICINAS: Santa Catalina de Siena, Edif. América - 2.<sup>a</sup> Planta desp. - 1.<sup>a</sup> pta. - Tel. 21 22 48  
LABORATORIO: C/. S. Vicente de Paul, 33 - Tel. 29 82 63 - PALMA DE MALLORCA



INFORME Nº : 77/013

FECHA : Abril - 77

RELATIVO A : INFORME GEOTECNICO TALUD

UBICADO EN : LADERA TORRENTE DE FORMALUTX  
( Fornalutx - Mallorca )

PARA : I C O N A





INDICE

- 0.- INTRODUCCION
- 0.1.- ANTECEDENTES
- 1.- GEOLOGIA
- 2.- HIDROLOGIA SUPERFICIAL
- 3.- SONDEOS MECANICOS
- 4.- ENSAYOS DE PERMEABILIDAD "IN SITU"
- 5.- ENSAYOS DE LABORATORIO
- 6.- GEOTECNIA
- 7.- CONCLUSIONES



DOCUMENTACION ADJUNTA

PLANOS

- PLANO 01 : Mapa de Situación
- PLANO 02 : Mapa Geológico
- PLANO 03 : Corte Geológico General
- PLANO 04 : Mapa de Situación de Sondeos y Cortes
- PLANO 05 : Corte Geológico
- PLANO 06 : Corte Geológico
- PLANO 07 : Perfil Geotécnico
- PLANO 08 : Perfil Geotécnico
- PLANO 09 : Esquema de Situación de los muros

ANEXOS

- GRAFICOS DE LOS SONDEOS
- TABLAS DE ANALISIS DE LABORATORIO
- DIAGRAMAS DE PERMEABILIDAD
- GRAFICOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO
- DOCUMENTOS HISTORICOS SOBRE CRECIDAS DEL TORRENTE DE FORMALUTX
- FOTOGRAFIAS



0.- INTRODUCCION :

Solicitados por D. Mateo Castelló, Dr. Ingeniero de Montes y Jefe Provincial de I C O N A de Baleares, se ha procedido al Estudio Geotécnico de la margen izquierda del Torrente de Fornalutx, situada a la altura de la Villa del mismo nombre, el cual presenta síntomas de posibles deslizamientos ( Ver plano de situación Pl. 01 ).

Para ello, basándonos en el INFORME 75/43 de Octubre de 1.975 de HIDROTEC - GEINCO, se han efectuado once sondeos mecánicos a rotación, con extracción de muestras inalteradas y su posterior análisis en laboratorio, a fin de establecer los parámetros de cálculo adecuados para hallar las superficies críticas de deslizamiento, y para posteriormente establecer un criterio de soluciones de detención de dichos movimientos.



0.1.- ANTECEDENTES :

En el referido informe 75/43 de, HIDROTEC - GEINCO, se llega a las siguientes conclusiones:

Se delimita al terreno en dos Sectores:

SECTOR SUPERIOR :

Deslizamientos tipo CREEP estacional - gravitacional con estrato afectado de arcilla y gravas de 1 m. de potencia.

Dada la influencia de las aguas meteóricas de infiltración, en el desencadenamiento del deslizamiento, se optó por drenar la superficie a través de zanjas rellenas de gravas, drenajes que en la actualidad se están efectuando.

SECTOR INFERIOR :

Corresponde este Sector a la mitad inferior de la ladera, hasta el cauce del torrente.

Se ve afectado por fallas rotacionales compuestas regresivas, y caídas superficiales actuales.

Al no conocerse la estratigrafía de la ladera, se recomendó un estudio con sondeos mecánicos.

El presente INFORME, se refiere al estudio de este último SECTOR.



1.- GEOLOGIA :

1.1.- ESTRUCTURA GENERAL DE LA ZONA :

( Ver mapa Geológico en Pl.02 )

La zona estudiada se halla en el tramo inferior de la ladera W de la Sierra de Alfabia, entre Biniaraix y el Puig Mayor.

La Sierra de Alfabia consiste en un gran anticlinal tumbado y fallado con direcciones tectónicas dirigidas hacia el NW.

El tramo en estudio se halla constituido por materiales triásicos del núcleo anticlinal, con numerosas intrusiones de rocas eruptivas.

A los pies de la Sierra de Alfabia, aparecen, numerosas canchales de pie de monte, que forman depósitos de bloques generalmente calizos, formados durante el Cuaternario antiguo ( RISS ).

Estos depósitos, descansan sobre materiales del Keuper ( arcillosos ), por lo que en la región, son comunes los deslizamientos de ladera, sobre todo, tras fuertes tormentas. En los anexos incluimos unas fotocopias de las reseñas de varios periódicos sobre los deslizamientos ocurridos en 1.924 en "Es Marroigs", situado a 1 Km. al SE de Fornalutx ( es decir, a 1 Km. al SE de la zona estudiada, aguas arriba ).



1.2.- GEOLOGIA DE LA LADERA :

1.2.1.- ESTRATIGRAFIA Y LITOLOGIA :

En la figura "a" adjunta se presenta la columna estratigráfica de la ladera en estudio. En ella se observa una capa superficial de tierra vegetal, seguida de un conjunto de arcillas con vestigios de gravas, y algunos paquetes caídos de materiales del KEUPER, formados por arcillas de color vinoso con intercalaciones de estratos de poca potencia ( 20 cm ) de areniscas grisáceas vinosas.

Debajo, siguen los derrubios en forma de granos de arcillas, formando un paquete de unos siete metros de potencia.

A estas capas de gravas, en la zona de aguas abajo, subyacen lutitas oscuras muy tectonizadas y rotas, con tramos de aspecto margoso de alteración.

Aguas arriba, entre las lutitas y las gravas con arcillas, se encuentra un conjunto de grandes bloques de calizos y de basaltos amigdalóideos, algunas sanas, y otras con signos de Karstificación acusada, o alteración meteórica. Ello constituye un depósito de caídos de pie de monte, que en parte ha sido ocasionado por el torrente.

Los cortes geológicos de los planos 05 y 06, muestran lo anteriormente dicho.



Respecto a los deslizamientos, opinamos que en principio sólo afectarían a la zona de gravas con arcilla y capas superiores, de modo que el depósito de bloques y las lutitas, no se moverían.

Ello no obstante, en el Estudio Geotécnico se tratará con detalle.



## 2.- HIDROLOGIA SUPERFICIAL :

### 2.1.- REGIMEN DE LLUVIAS :

#### 2.1.1.- CLIMA

La cuenca hidrológica de la zona de Fornalutx - Soller, se halla en un clima seco subhúmedo y mesotérmico, con exceso hídrico en invierno, de fórmula THORNWAITE : C, B's a'

C, = Índice hídrico: subhúmedo de pradera

B' = Región térmica: mesotérmica

s = Índice hídrico : superavit invernal

a' = Subregión húmedica : verano húmedo

#### 2.1.2.- PLUVIOMETRIA :

Los valores medios y extremos anuales de precipitaciones en la cuenca son las siguientes: ( años 1969 - 70 y 1.974 - 75 )

	MAXIMO ( m/m )	MINIMO ( m/m )	MEDIO ( m/m )
MOINABER	2,058,6	1013,5	1364,2
SOLLER	1.420,3	545,1	994,6

meses de máxima precipitación : Oct. y Nov.

meses de tormentas primaverales y otoñales: Abril y Septiembre.

Las tormentas de máxima intensidad ( fuertes aguaceros ) pueden sobrepasar los 400 m/m en 48 h.

Las intensidades instantáneas máximas de aguaceros, si bien se carece de datos concretos, pueden





Los caudales instantáneos máximos medidas en la cuenca Soller - Fornalutx . ( años 1969 - 74 ) son del orden de 5 - 10 m<sup>3</sup>/seg, con velocidades de 1 a 6 m/seg.

2.2.- CUENCA :

Detallamos tan sólo la cuenca del torrente de Fornalutx, a partir del pueblo aguas arriba :

- Superficie : 9,3 Km<sup>2</sup> ( Ver mapa de fig a )
- Recorrido longitudinal : 5 Km
- Desnivel : 0,55 Km.
- Pendiente media : 9,09 %
- Infiltración en fuertes aguaceros : 20 - 30 %

2.3.- CAUDAL DE MAXIMA ESCORRENTIA :

Para su cálculo hemos utilizado varias fórmulas. Consideramos como la más adecuada la siguiente:

$$Q = \frac{C \cdot I_t \cdot A}{360}$$

Siendo :

Q = Caudal máximo previsible en m<sup>3</sup>/seg para un periodo de retorno de 100 años.

C = Coeficiente de escorrentía

A = Superficie de la cuenca. (Has)



$I_t$  = Intensidad de lluvia máxima previsible en m/m/h para un P.R. de 100 años, y correspondiente a una precipitación de duración igual al tiempo de concentración.

$$I_t = 9,25 \cdot I_h \cdot t_c^{-0,55}$$

Siendo :

$I_h$  = Intensidad máxima horaria, para un período de retorno de 100 años, en m/m/h

$t_c$  = Tiempo de concentración en minutos

$$t_c = \left( \frac{0,871 \cdot L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Siendo :

$L$  : Longitud recorrida por el agua en Km

$H$  : Desnivel en m.

$t_c$  : Tiempo de concentración en horas

Datos :

$$C = 0,3$$

$$A = 930 \text{ Ha}$$

$$I_h = 15 \text{ m/m/h}$$

$$L = 5 \text{ Km}$$

$$H = 550 \text{ m}$$

$$\text{P.R.} = 100 \text{ años}$$

Cálculo :

$$t_c = \left( \frac{0,871 \cdot 5^3}{550} \right)^{0,385} = 0,536 \text{ h.} = 32,161 \text{ min.}$$

$$I_t = 9,25 \cdot 15 \cdot 32,161^{-0,55} = 20,56$$



3.- SONDEOS MECANICOS

3.1.- EJECUCION :

En los terrenos de la ladera del torrente de FORMALUTX, se han efectuado 11 sondeos mecánicos a rotación, con extracción de muestras alteradas por batería doble, inalteradas, y ensayos de S.P.T. ( STANDARD PENETRATION TEST )

La máquina empleada ha sido una " MOBILE - DRILL", modelo B - 30 - S, de las siguientes características :

- Potencia por : 480 m/h.s.
- Varillaje helicoidal y hueco de 300 m/m
- Varillaje convencional

El diámetro de los sondeos ha sido de 86 m/m iniciales y 66 m/m en profundidad. Se han estado todos los sondeos con tubo P.V.C. de 60 m/m de diámetro, con ranuras para el paso del agua.

Se han utilizado tales entubaciones, como piezómetros para los ensayos de permeabilidad " in situ".



Las muestras han sido extraídas a presión de hínca, sin utilización de agua, salvo en las zonas de gravas, en las que se ha utilizado la hínca de golpeo. Estas muestras, han sido examinadas a pie de obra, excepto las inalteradas, que lo han sido en laboratorio.

### 3.2.- SITUACION :

Ver plano 04

La ubicación de los sondeos ha sido formando una línea paralela al torrente, excepto los sondeos S - 8 y S - 11, que forman una alineación perpendicular a dicho torrente. No se han efectuado los demás sondeos siguiendo esta tónica de alineaciones perpendiculares al torrente, como hubiera sido lógico para este tipo de estudio, a causa de la imposibilidad de efectuar los accesos pertinentes por la pendiente del talud.

### 3.3.- GRAFICOS DE LOS SONDEOS :

En los gráficos de los sondeos, que figuran en los ANEXOS, se describe brevemente la columna estratigráfica expresando la litología, profundidad, espesor del estrato, y muestras extraídas, significando :

I = INALTERADA      S = SUELO      R = ROCA

Debajo de la cota del nivel freático estático, se situa la fecha de su medición.



El S.P.T. se expresa en Nº de golpes para penetrar 30 cm, en tres tongadas de 15 cm cada una, no contabilizándose la primera para mayor seguridad en la medición. La letra "R" significa RECHAZO.

Las características del ensayo son las siguientes :

- Peso de la maza : 65,3 Kg
- Altura de caída : 76,2 cm

Los grados de Fracturación, Resistencia y Karstificación son estimaciones clasificadas como : A = ALTO, M = MEDIO y B = BAJO.

El R.Q.D. ( Rock Quality Designation ), es un índice de calidad de roca, basado en la recuperación modificada del testigo, dependiendo del grado de alteración y de la diaclasación o fracturación del macizo. Viene expresado en %



4.- ENSAYOS DE PERMEABILIDAD:

En los sondeos S - 1, S - 2, S - 3, S - 5, S - 6, S - 7, S - 8, S - 9, S - 10 y S - 11, se han efectuado ensayos de permeabilidad "in situ", por el método de GILG - GAVARD, consistente en las mediciones de las descargas o de las recuperaciones del nivel freático, tras un llenado o bombeo.

En el sondeo S - 4, se ha efectuado un ensayo de llenado con bomba de caudal 580 cm<sup>3</sup>/seg.

Los resultados de las recuperaciones y descargas del método GILG - GAVARD, se pueden encontrar en formas de gráficos Profundidad tiempo, en los ANEXOS.

Los niveles estáticos medidos en tres fechas, han arrojado los siguientes valores :

<u>SONDEO</u>	<u>N.E. al 16.3.77 (11h)</u>	<u>N.E. al 22.3.77 (18h)</u>	<u>N.E. al 24.3.77</u>
S - 1	seco (8,20)m.	7,10 m.	7,35 m.
S - 2	0,00	0,00	0,00
S - 3	0,80	0,70	0,87
S - 10	3,90	2,60	3,00
S - 4	seco (10,20)	seco (10,20)	seco (10,20)
S - 5	5,60	5,55	5,25
S - 6	0,65	0,35	0,42
S - 9	0,45	0,35	0,37
S - 7	0,30	0,18	0,44
S - 8	2,40	2,38	2,30



Las mediciones efectuadas el 16.3.77 corresponden al final de un periodo de 15 días de ausencia de lluvias. El 21.3.77, llovió en la zona, por lo que los niveles de los días 22 y 24, son más altos que los del 16. Ello no obstante, las diferencias no son notorias, dada la baja permeabilidad del conjunto de pie de monte arcilloso.

En el talud, los niveles estáticos están muy próximos a la cota cero, excepto en la zona del sondeo S - 4, que presenta basaltos muy Karstificados lo que ocasiona un abatimiento del nivel freático.

Las permeabilidades halladas son:

- metodo GILG - GAVARD :

$$K = \frac{1308 \cdot d^2 \cdot \Delta h}{A \cdot hm \cdot \Delta t}$$

Siendo :

K = coef. de permeabilidad en cm/seg.

d = diámetro del pozo

$\Delta h$  = Nivel dinámico inicial menos nivel dinámico final  
( referidos al ensayo )

$\Delta t$  = Tiempo en minutos

A = Constante en función de la profundidad y del diámetro.

hm = Altura obtenida de los gráficos

<u>SONDEO</u>	<u>PERMEABILIDAD en cm/seg</u>
S - 1	$4,90 \times 10^{-2}$
S - 2	$5,06 \times 10^{-2}$
S - 3	$2,39 \times 10^{-1}$
S - 5	$1,06 \times 10^{-1}$



S - 7	$4,68 \times 10^{-2}$
S - 8	$5,16 \times 10^{-2}$
S - 9	$8,99 \times 10^{-2}$
S - 10	$3,38 \times 10^{-2}$
S - 11	$3,46 \times 10^{-1}$

En el sondeo S - 4 :

$$K = a \frac{Q}{hm \cdot r} = \frac{2 \times 580}{8,61 \times 3,25} = 1,35 \text{ cm/seg}$$

$$S - 4 \quad K = 1,35 \text{ cm/seg}$$

Los valores de permeabilidad de los sondeos S - 1, S - 2, S - 6, S - 7, S - 8, S - 9 y S - 10 son medios.

Los de los sondeos S - 3, S - 5 y S - 11, son elevados, y el del S - 4, es muy elevado.

Todo ello da a entender que estos valores de permeabilidad corresponden al conjunto bloques, bolos, gravas, arcillas, y no a las de la arcilla, que suelen ser mucho más bajos, del orden de  $10^{-3}$  a  $10^{-6}$  cm/seg.

El sondeo S - 4, da un valor de permeabilidad muy elevado, debido al drenaje que impone la Karstificación de la zona de bloques basálticos más arriba mencionada.





5.- ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS.-

( Ver tablas de ensayos en los anexos )

5.1.- CRITERIOS DE CLASIFICACION DE SUELOS :

Se han clasificado los suelos, bajo los criterios de CASAGRANDE y del H.R.B. ( Higway Ressea ch Board ).

Según los límites de Atterberg y los análisis granulométricos, se han obtenido las siguientes clasificaciones :

CASAGRANDE :

CL : Arcillas inorgánicas de plasticidad baja o media con gravas

ML : Limos arenosos inorgánicos algo plásticos.

SC : Arenas arcillosas mal graduadas

GC : Gravas con arcillas

H.R.B.:

A - 2: gravas y arenas limosas

A - 4: limos arcillosos o limos

A - 5: arcillas limosas

A - 6: arcillas

A través de estas clasificaciones, y de los valores del Índice de Consistencia, se han agrupado los suelos en cuatro niveles geotécnicos: A, B, B' y C, cuyas situaciones se exponen en los cortes de los planos 07 y 08.



Las figuras adjuntas 1, 2 y 3 presentan los Histogramas de frecuencias de clasificación de suelos y de Indices de Consistencia de los suelos de cada sondeo, referidos a los niveles geotécnicos, obteniéndose los siguientes valores

<u>VALOR MODAL DE :</u>	<u>NIVEL A</u>	<u>NIVEL B</u>	<u>NIVEL B'</u>	<u>NIVEL C</u>
CASAGRANDE	CL-ML	CL-ML-GC	GC-CL-ML	GC-CL-ML-SC
H.R.B.	A.4.5.6	A.4.5	A.4.5	A.2.6
CONSISTENCIA	MEDIA	FIRME-DURA	DURA	DURA - MUY DURA

De este modo, los niveles tienen las siguientes características :

( Ver planos 07 y 08 )

NIVEL A: Arcillas algo limosas con algo de gravas. Consistencia media.

NIVEL B: Arcillas limosas algo arenosas con bastantes gravas. Consistencia de firme a dura.

NIVEL B': Arcillas limosas con interestratificaciones de areniscas en delgadas capas. Consistencia dura.

NIVEL C : Gravas y bolos con arcillas limo-arenosas. Consistencia de dura a muy dura.



5.2.- S.P.T.:

Se han efectuado 3 S.P.T. Sin embargo, dado la presencia de gravas en casi todo el suelo atravesado, la mayoría de muestras, se han obtenido a base de golpeo.

<u>SONDEO</u>	<u>COTA</u>	<u>GOLPES MI</u> <u>20 + 20 + 20 cm.</u>	<u>S.P.T.</u>	<u>N, REDUCIDO A, S.P.T.</u>
S - 1	1'8-2'4	10.19.40	-	44
S - 2	1'0-1'6	17.20.25	-	34
S - 2	2'6-3'2	10. 8.14	-	16
S - 3	4'7-5'2	25.85. R	-	R
S - 3	1'0-1'6	30.38.42	-	60
S - 4	2'0-2'6	23.18.22	-	29
S - 4	3'7-4'1	24.86. R	-	R
S - 4	4'7-5'15	-	16.39, R	R
S - 5	2'2-2'6	-	20. R. R.	R
S - 5	3'8-4'2	36.60. R	-	R
S - 6	4'0-4'45	-	15.35.15	45
S - 6	4'5-4'9	15.35.42	-	57
S - 7	4'4-5'0	40.33. R	-	R
S - 8	4'6-5'0	14.50. R	-	R
S - 11	1'0-1'6	13.17.16	-	25
S - 11	4'2-4'8	6.6.10	-	13

Traducidos el Nº de golpes para hincar el sacamuestras en valores de N del S.P.T., se ha confeccionado el Histograma de la fig. Nº 4 que presenta los siguientes valores modales para cada nivel geotécnico

<u>MODAL</u>	<u>NIVEL A</u>	<u>NIVEL B</u>	<u>NIVEL B'</u>	<u>NIVEL C</u>
<u>VALOR</u>				



Valores que coinciden con la resistencia de las clasificaciones correspondientes a cada nivel geotécnico.

5.3.- HUMEDAD NATURAL :

El tanto por ciento de humedad natural está comprendido entre 12,6 % y 21,6 %, no existiendo relación entre la profundidad de una muestra y su humedad, referido al conjunto global de muestras.

El índice de consistencia oscila entre 0,4 y 1,2

5.4.- DENSIDAD APARENTE :

Las densidades aparentes presentan una gran homogeneidad, oscilando sus valores entre 1,8 a 2,2, presentándose la mayoría de valores entre 1,9 y 2,1.

5.5.- DENSIDAD SECA :

Dadas las divergencias del % de humedad de las muestras, las densidades secas no aparecen tan homogéneas como las aparentes. Oscilan entre 1,46 y 2,05

5.6.- PESO ESPECIFICO DE LAS PARTICULAS :

Se ha obtenido el valor de 2,59 para arcillas.



5.7.- ENSAYOS DE COMPRESION SIMPLE:

Se han realizado ensayos de compresión simple en muestra intacta. Dada la dificultad que presentan las gravas en laboratorio, para este tipo de ensayos, los valores obtenidos se refieren a porciones arcillo - limo - arenosa con vestigios de grava.

Por ello, comparando los valores modales del Histograma de la figura Nº 5, con los valores de N° del SPT, se observa el diferente comportamiento del terreno de alto o medio contenido en gravas ( "in situ" ), de las muestras seleccionadas de laboratorio :

$$q_u = \frac{N}{a} \quad ( \text{SANGLERAT, 1967} )$$

Siendo :

$q_u$  = Resistencia compresión simple en Kg/cm<sup>2</sup>

N = Nº de golpes Standard

a = constante :

Arcillas : a = 4

Arcilla limosa : a = 6

id. arenosas : a = 7,5

Valores	NIVEL A	NIVEL B	NIVEL B'	NIVEL C
de $q_u$ deducida de SPT (KG/cm <sup>2</sup> )	4	7	8	9,3
Valores de $q_u$ de c.s. (Kgr/cm <sup>2</sup> )	2	2,3	3,7	3,0



Los niveles A, B, B' y C, están ordenados de menor a mayor en cuanto a su valor modal de Índice de Consistencia.

Tanto los valores de  $q_u$  deducidos del SPT, como los de laboratorio, tienen una tónica ascendente desde el nivel A al C ( excepto el 2,9 del nivel C, debido posiblemente al escaso muestreo ).

Sin embargo, los valores comparados de  $q_u$  de SPT y de  $q_u$  de C.S., presentan diferencias de valor creciente de A hacia C, debido a lo apuntado más arriba: Presencia creciente de gravas de A hacia C.

De todas maneras, los valores de laboratorio, presentan buena relación con los índices de consistencia, de modo que entran dentro de los límites de las tablas de Terzagui-Peck :

( Terzagui Peck, 1949 )

<u><math>q_u</math> ( Kg/cm<sup>2</sup> )</u>	<u>CONSISTENCIA</u>
0,5 - 2,0	MEDIA
2,0 - 3,0	FIRME
3,0 - 4,0	DURA

<u>NIVEL</u>	<u>CONSISTENCIA</u>	<u>MODA <math>q_u</math> LABORATORIO Kg/cm<sup>2</sup></u>
A	MEDIA	2
B	FIRME	2,3
B' - C	DURA	3,7 - 3,0



### 5.8.- ENSAYOS DE CORTE DIRECTO.

Se han efectuado ensayos de corte directo con consolidación previa y sin drenaje, hallándose valores aparentes de  $C$  y de  $\phi$  (cohesión y ángulo de rozamiento interno).

Al tener que emplearse valores efectivos como parámetros de cálculo para estabilidad a largo plazo se han comparado los valores efectivos de este tipo de ensayos con los de los triaxiales con medición de las presiones intersticiales, y también modificado, atendiendo a las siguientes cuestiones:

- a - Presencia de gravas detectadas en los ensayos S.P.T. (ver 5.7), y en las granulometrias, de forma que dichas gravas no han intervenido ni en los ensayos de corte ni en los triaxiales.  
Ello indica que  $C$  y  $\phi$  han de modificarse para cálculo, en función de la presencia de gravas.
- b - Presencia de sobresonsolidaciones, y fisuraciones en las arcillas, que tienden a hacer disminuir la cohesión real en función del tiempo.  
Los valores de los parámetros adoptados para el cálculo se especifican en el apartado de GEOTECNIA.

En los histogramas de la figura 6 y 7, se presentan las frecuencias de cohesiones aparentes y de ángulos de rozamiento interno aparentes de suelo de cada sondeo, referidos a los niveles geotécnicos.

Los valores modales son los siguientes.

<u>Valores modales</u>	<u>NIVEL A</u>	<u>NIVEL B</u>	<u>NIVEL B'</u>	<u>NIVEL C</u>
$C$ (T/m <sup>2</sup> )	3,0	2,8	6	4,6
$\phi$	15°	24°	26°	30°



Respecto a los valores de  $f$ , hemos efectuado dos comprobaciones de los valores modales de cada nivel:

- a - Midiendo el ángulo de inclinación iricial del plano de rotura con la vertical, de las probetas de compresión uniaxial, hemos hallado los siguientes valores :

$$d = \frac{\sigma}{4} - \frac{f_a}{2}$$

Siendo  $f_a$  = ángulo de rozamiento interno real

<u>MUESTRA Nº</u>	<u><math>\sigma</math></u>	<u><math>f_e</math></u>
1	11º	20º
4	15º	28º
5	9º	16º
9	19º	36º
15	15º	28º
17	13º	24º
19	12º	22º
24	13º	24º
25	10º	18º
26	16º	30º
28	10º	18º
29	7º	12º
32	20º	38º
33	15º	28º
36	15º	28º
CATA "A"	5º	8,4º

El histograma que refiere estos valores de  $f_e$  a los niveles geotécnicos, se halla en la figura B adjunta, siendo los siguientes valores modales comparados con los valores de  $f$  aparente :





<u>VALORES MODALES</u>	<u>NIVEL A</u>	<u>NIVEL B</u>	<u>NIVEL B'</u>	<u>NIVEL C</u>
eº	13º	23º	28º	28º
aº	15º	24º	26º	30º

en los que se observa buena relación.

En la figura N.º se presenta un gráfico de relación entre los ángulos de rozamiento interno real, y el índice de plasticidad comparado con la curva de Bjerrum y Simons ( 1.960 ), se observa cierta similitud, aunque se nota la falta de datos.

#### 5.9.- ENSAYOS COMPRESION TRIAXIAL :

Se han efectuado ensayos con consolidación previa y sin drenaje, con medición de las presiones intersticiales en dos muestras, arrojando los siguientes valores :

<u>MUESTRA N.º</u>	<u>E</u>	<u>C<sub>E</sub> (T/m<sup>2</sup>)</u>	<u>T</u>	<u>C<sub>T</sub> (T/m<sup>2</sup>)</u>
34	15º	2,5	14º	3,5
35	9,5º	2,0	9º	2,3

**5.10.- PESOS ESPECIFICOS EN ROCA**

De algunas muestras de roca, se han hallado los pesos especificos, arrojando los siguientes valores:

<u>Nº MUESTRA</u>	<u>TIPO ROCA</u>	<u>P.E. T/m3</u>
6	Basalto sano	2,650
7	Caliza sana	2,706
10	Basalto sano	2,512
16	Basalto Karstificado	2,595
23	Lutita tectorizada	2,460

**5.11.- COMPRESION UNIAXIAL EN ROCA :**

Los ensayos a compresión simple en roca han arrojado los siguientes valores:

<u>Nº MUESTRA</u>	<u>TIPO ROCA</u>	<u>TENSION ROTURA Kgr/cm2</u>
7	Caliza sana	477,3
10	Basalto sano	307,7
16	Basalto Karstificado	70,7



5.12.- NIVELES GEOTECNICOS EN ROCA:

En la zona estudiada, se han diferenciado dos niveles geotécnicos de roca:

NIVEL D: conjunto de bloques de gran tamaño, de calizas sanas, y de basaltos sanos o alterados.

NIVEL E: Lutitas muy tectorizadas de color oscuro.

5.13.- CALIDAD DE ROCA :

Los valores R.Q.D. de recuperación modificada, tienen el siguiente significado en cuanto a la calidad de roca :

<u>R.Q.D. %</u>	<u>calidad</u>
0 - 25	MUY MALA
25 - 50	MALA
50 - 75	REGULAR
75 - 90	BUENA
90 - 100	EXCELENTE

- NIVEL D: El R.Q.D. de este nivel, oscila entre 1 y 100, siendo la media, de un 24% de recuperación modificada. El grado de resistencia es predominantemente Alta o media.  
El grado de fracturación : medio en basaltos y bajo en calizas.  
El grado de Karstificación : Bajo
- NIVEL E: El R.Q.D. en lutitas es cero debido al alto grado de tectorización.



6.- GEOTECNIA

6.1.- NIVELES GEOTECNICOS

6.1.1.- SUELO : ( planos 07 y 08 )

En 5.1 se exponen los niveles geotécnicos diferenciados : A, B, B' y C.

Los métodos empleados para su deducción, también se hallan expuestos en dicho apartado 5.1.

6.1.2.- ROCA : ( planos 07 y 08 )

El nivel D, está compuesto por un conjunto de bloques de gran tamaño de calizas sanas y basaltos sanos o parcialmente meteorizados.

Por lo expuesto en 5.11 y 5.13, este nivel, se considera a efectos de cálculo, como estrato firme.

El Nivel E, está compuesto por lutitas muy tectanizadas. A pesar de su bajo R.Q.D. ( Ver 5.13 y gráficos de los Sondeos ), y debido a su poca inclinación en el talud ( Ver corte 08 ), se considera como estrato firme a efectos de cálculo.



## 6.2.- CLASIFICACION DE LOS DESLIZAMIENTOS:

Exponemos a continuación los posibles tipos de deslizamientos en el talud estudiado. Para ello agrupamos los niveles geotécnicos de suelo que se hallan en superficie ( A, B, y B' ), y los que se hallan en profundidades ( B y C ), a fin de diferenciar movimientos superficiales de movimientos profundos :

### 6.2.1.- DESLIZAMIENTOS SUPERFICIALES :

( Afectando a los niveles A, B y B' )

#### CREEP SUPERFICIAL :

No podemos descartar la existencia de CREEP en las capas superiores de caídos del pie del talud, en las que se dan bajas resistencias al esfuerzo cortante, debidas a la destrucción de NEXOS interparticulares.

#### FALLAS DE EROSION :

El escurrimiento superficial del agua de lluvia, provoca canales, socavones, etc. en la superficie del talud, actuando tanto de forma mecánica como química.

Se observa este tipo de erosión en las zonas del talud desprovistas de vegetación herbácea. De este modo, se producen caídos y arrastres superficiales durante las tormentas.



6.2.2.- DESGLIZAMIENTOS EN PROFUNDIDAD :

( Afectando a los niveles B y C )

- FALLAS ROTACIONALES REGRESIVAS :

El talud presenta las características típicas de este tipo de movimientos :

- Topografía escalonada y fuerte pendiente
- Erosión del torrente en la base del talud
- Presencia de flujo de agua en el macizo, estando el talud cubierto por una capa impermeable arcillosa.
- Agrietamientos superficiales.
- Movimientos acusados por el arbolado:  
Actualmente se observan vestigios de anteriores deslizamientos más o menos superficiales, que han arrastrado algunos árboles (pinos) o han tumbado cipreses.

6.3.- FACTORES DETERMINANTES E INFLUYENTES EN LA FORMACION DE ESTOS DESGLIZAMIENTOS:

6.3.1.- TIPO DE SUELO DEL TALUD:

Las características del suelo del talud, junto con su inclinación, constituyen un factor determinante de deslizamiento.

6.3.2.- CARGAS EN LA CABEZA DEL TALUD:

La vegetación, los bancales y las tierras de arrastre ofrecen una carga que puede considerarse como factor despreciable frente a la importancia de otros factores determinantes de deslizamiento.



6.3.3.- ACCION DEL AGUA EN LA LADERA:

Las presiones intersticiales originadas por el agua, disminuyen la resistencia al corte del plano de deslizamiento, y reducen las presiones normales efectivas que actúan sobre dicho plano. Es decir, favorecen el deslizamiento, de modo que puede considerarse esta acción del agua, como factor determinante de ocurrencia de falla.

6.3.4.- ACCION EROSIVA DEL TORRENTE:

Consideramos este factor como muy influyente en el favorecimiento de deslizamientos, puesto que:

- a - La erosión en las crecidas disminuye el peso del pie del talud.
- b - Los materiales superficiales arrastrados al pie del talud, por fallas de erosión, CREEPS, o deslizamientos superficiales, aumentarían el peso en el pie, y por tanto la estabilidad del conjunto. Sin embargo, todo este material de arrastre es eliminado inmediatamente por el torrente.

6.3.5.- DEGRADACION QUIMICA Y HUMEDECIMIENTO Y SECADO :

Estos factores originan disminuciones de la resistencia al esfuerzo cortante, propiciando principalmente la tendencia a deslizamientos superficiales.

6.4.- PARAMETROS DE CALCULO :

Ver PERFILES GEOTECNICOS P - 1, P - 2, P - 3,  
P - 4, P - 5, P - 6, P - 7 y P - 8.

6.4.1.- RED DE FLUJO :

Se ha trazado la red de flujo en los perfiles mencionados más arriba, excepto en el P - 4, que carece de nivel estático dentro del sondeo nº 4.

Se ha calculado el GASTO de cada perfil a través de la fórmula :

$$q = K.h.A$$

Siendo :  $q$  = GASTO en m<sup>3</sup>/m seg.

$K$  = Permeabilidad en m/seg.

$h$  = Altura piezométrica

$A$  = Coeficiente dependiente de la forma de la red de flujo.

Los valores hallados son :

<u>PERFIL</u>	<u>GASTO m<sup>3</sup>/m seg.</u>
P - 1	3,85 . 10 <sup>-3</sup>
P - 2	5,55 . 10 <sup>-3</sup>
P - 3	6,85 . 10 <sup>-2</sup>
P - 5	9,75 . 10 <sup>-2</sup>
P - 6	2,61 . 10 <sup>-2</sup>
P - 7	3,75 . 10 <sup>-3</sup>
P - 8	3,21 . 10 <sup>-3</sup>
P - 9	7,19 . 10 <sup>-3</sup>





6.4.2.- PARAMETROS DE COHESION EFECTIVA, ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO EFECTIVO, DENSIDAD APARENTE Y DENSIDAD SECA :

( Ver perfiles geotécnicos )

Los valores adoptados para cálculo han sido deducidos a través de las consideraciones expuestas en el capítulo 5. Se hallan expuestas en forma de tablas en cada perfil.

6.5.- CALCULO :

Para el cálculo de los círculos críticos de deslizamiento se han empleado los métodos de BISHOP y de las DOVELAS, adoptándose los valores del coeficiente de seguridad al deslizamiento (F) de las fórmulas de BISHOP.



### 6.6.- FACTORES DE SEGURIDAD :

En los perfiles geotécnicos se exponen los factores de seguridad mínimos, con sus correspondientes círculos críticos.

Incluimos a continuación una tabla de los valores del factor de seguridad para diversos círculos rotacionales calculados para cada perfil :

PERFIL	FACTOR DE SEGURIDAD CRITICO	FACTORES DE SEGURIDAD NO CRITICOS CALCULADOS
P - 1	0,87	1,06 — 1,30
P - 2	0,71	0,82 — 0,83 — 0,84
P - 3	0,70	0,85 — 1,06 — 2,00
P - 4	1,10	1,25 — 1,40 — 1,55
P - 5	0,95	1,10 — 1,25
P - 6	0,92	1,00 — 1,60
P - 7	0,75	0,77 — 0,80
P - 8/11	0,65	0,70 — 0,80

En la tabla observamos que los valores del coeficiente de seguridad de círculos críticos es inferior a la unidad excepto en el P - 4 y que por lo tanto debería haberse producido el deslizamiento. Ello es debido a que se han considerado en el cálculo los parámetros para estabilidad a largo plazo, y que además, no se ha tenido en cuenta en dichos cálculos la retención efectuada por parte de la vegetación existente en la actualidad.



Es sintamático que la presencia del valor crítico más alto sea el del perfil P- 4, cuyo correspondiente sondeo S - 4, se presentaba sin agua freática debido a la existencia de fisuras de Karstificación.

Ello indica la importancia que tienen los subdrenes en la estabilidad del talud.

#### 6.7.- METODOS DE CORRECCION DE LOS DESLIZAMIENTOS :

Distinguimos en este apartado, las dos zonas, superficial y profunda, de suelo que se ven y pueden verse afectadas por deslizamientos.

##### 6.7.1.- CORRECCION DE FALLAS ROTACIONALES REGRESIVAS: (ZONA PROFUNDA)

###### 6.7.1.1.- MURO DE RETENCION AL PIE DEL TALUD:

La construcción de un muro a lo largo del pie del talud confinaría el pie de arcillas y lutitas, impidiendo la abertura de grietas y fisuras por expansión libre, y se aumentaría con ello la resistencia al deslizamiento.

De adoptarse esta solución, deberá atenderse al drenaje del muro.



Es sintamático que la presencia del valor crítico más alto sea el del perfil P- 4, cuyo correspondiente sondeo S - 4, se presentaba sin agua freática debido a la existencia de fisuras de Karstificación.

Ello indica la importancia que tienen los subdrenes en la estabilidad del talud.

6.7.- MÉTODOS DE CORRECCION DE LOS DESLIZAMIENTOS :

Distinguimos en este apartado, las dos zonas, superficial y profunda, de suelo que se ven y pueden verse afectadas por deslizamientos.

6.7.1.- CORRECCION DE FALLAS ROTACIONALES REGRESIVAS: (ZONA PROFUNDA)

6.7.1.1.- MURO DE RETENCION AL PIE DEL TALUD:

La construcción de un muro a lo largo del pie del talud confinaría el pie de arcillas y lutitas, impidiendo la abertura de grietas y fisuras por expansión libre, y se aumentaría con ello la resistencia al deslizamiento.

De adoptarse esta solución, deberá atenderse al drenaje del muro.



6.7.1.2.- ENCAUZAMIENTO DEL TORRENTE :

Consideramos de suma importancia el eliminar la acción erosiva del torrente, por lo que aconsejamos su encauzamiento.

Se recomienda NO EFECTUAR VOLADURAS en las obras de encauzamiento.

6.7.1.3.- ABATIMIENTOS Y BERMAS :

Con ello se conseguiría reducir los esfuerzos contantes actuales.

No aconsejamos ni los abatimientos, ni las bermas, dado el excesivo volumen de tierras a remover, y las dificultades de drenaje que presentarían las bermas.

6.7.1.4.- PILOTES :

A este tipo de estructura de retención, no la consideramos apta para la retención de este tipo de deslizamiento, puesto que el dimensionamiento de los pilotes tendría que ser excesivo para evitar la falla.



6.7.1.5.- MURO DE RETENCION AL PIE DEL ESCARPE, COMBINADO CON UN MURETE ADOSADO AL ENCAUZAMIENTO DEL TORRENTE:

Consideramos que una solución sería la construcción al pie del escarpe de un muro del cual, parte estaría enterrado, y parte al aire libre. De este modo se facilitaría su construcción, ya que podría prescindirse parcialmente de andamiajes, y sólo sería necesaria la construcción de un acceso para dar paso a una excavadora que abriera una zanja albergadora de la parte enterrada del muro.

Pendiente abajo, al llegar a la orilla del torrente, podría adosarse un murete al encauzamiento, de modo que el espacio comprendido entre el muro del escarpe y la cabeza del murete podría rellenarse con el material procedente del descoquetar parcialmente la cabeza del escarpe. Con ello se conseguiría aumentar la resistencia al deslizamiento a través del peso de tierras en el pie, y evitar posibles caídos procedentes del descoquetado.

De adoptarse esta solución, deberá atenderse el efectivo drenaje de estas estructuras de retención expuestas, así como del drenaje superficial de la zona

6.7.1.6.- SUBDRENAJE :

El uso de los subdrenes tiende a reducir los esfuerzos cortantes actuantes y a incrementar la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, a través del abatimiento del nivel freático.



En el talud, podría conseguirse un subdrenaje, construyendo una zanja en diagonal, que abocara aguas al torrente

6.7.2.- CORRECCION DE CAIDOS SUPERFICIALES Y DE DESLIZAMIENTOS SUPERFICIALES:

Con la corrección de los deslizamientos de falla rotacional, no se evitarán los derrumbes, caídos y pequeños CREEPS en capas muy superficiales de esta parte del talud estudiada.

Para la corrección de esos pequeños movimientos se puede optar por varias soluciones:

- Descopetar la cabeza del escarpe
- Retención con vegetación adecuada
- Retención superficial de caídos con malla anclada
- Drenos superficiales adecuados.

7.- CONCLUSIONES .-

Vista la necesidad de estabilizar la ladera, óptamos por la solución expresada 6.71.5.

Dentro de las soluciones de muros pueden presentarse las siguientes :

7.1.- MURQ DE HORMIGON CICLOPEO.- Esta solución parece ventajosa a la hora de aprovechar los materiales de bloque existentes en la zona provenientes del descopetamiento de la cabeza del escarpe. Por otra parte parece factible su construcción por bataches alternos. Sin embargo debe estudiarse con especial cuidado el dimensionamiento de este tipo de estructura que podría resultar antieconómica si sus dimensiones fuesen excesivas.



7.2.- MURO ANCLADO.- Las condiciones de acceso así como las características topográficas del terreno dificultan en gran manera la instalación de andamios y encofrados etc, por lo que la solución de muro anclado parece de difícil ejecución.

7.3.- MURO DE HORMIGON ARMADO.- En principio parece una solución factible, ya que podría construirse un muro con contrafuertes asentados en los estratos de roca que existen en la base del talud. Una vez efectuada la cimentación del primer contrafuerte, se procedería a levantar el mismo, a una distancia a determinar, según cálculos del muro, se volvería a efectuar la misma operación para levantar el segundo contrafuerte, posteriormente se procedería a construir la pantalla de Hormigón Armado empotrada en dichos contrafuertes, y así sucesivamente.

#### 7.4.- HIPOTESIS CALCULO

Para el cálculo del empuje del terreno sobre el muro se tomarán los siguientes valores:

Angulo de rozamiento interno =  $28^\circ$   
Cohesión 0,05 Kg/cm<sup>2</sup>

El valor de  $28^\circ$  se ha tomado como dato representativo del conjunto de valores de ángulos de rozamientos internos de los diferentes niveles geotécnicos.

El valor dado a la cohesión de 0,05 Kg/cm<sup>2</sup> corresponde a una cohesión estudiada a largo plazo que nos sitúa en las condiciones mas desfavorables para la estabilidad del talud.

Los valores de las densidades se tomarán según los datos expresados en las tablas de ensayos.

La tensión admisible del terreno en la base de la cimentación del muro se estima en un mínimo de 2,5 Kg/cm<sup>2</sup> dada la presencia de lutitas detectadas en la cota A, a 1,2 m. de profundidad mu tectonizadas y alteradas en su techo.





La cimentación del muro deberá efectuarse debajo de la referida zona de lutitas alteradas.

#### 7.5.- DRENES DEL MURO

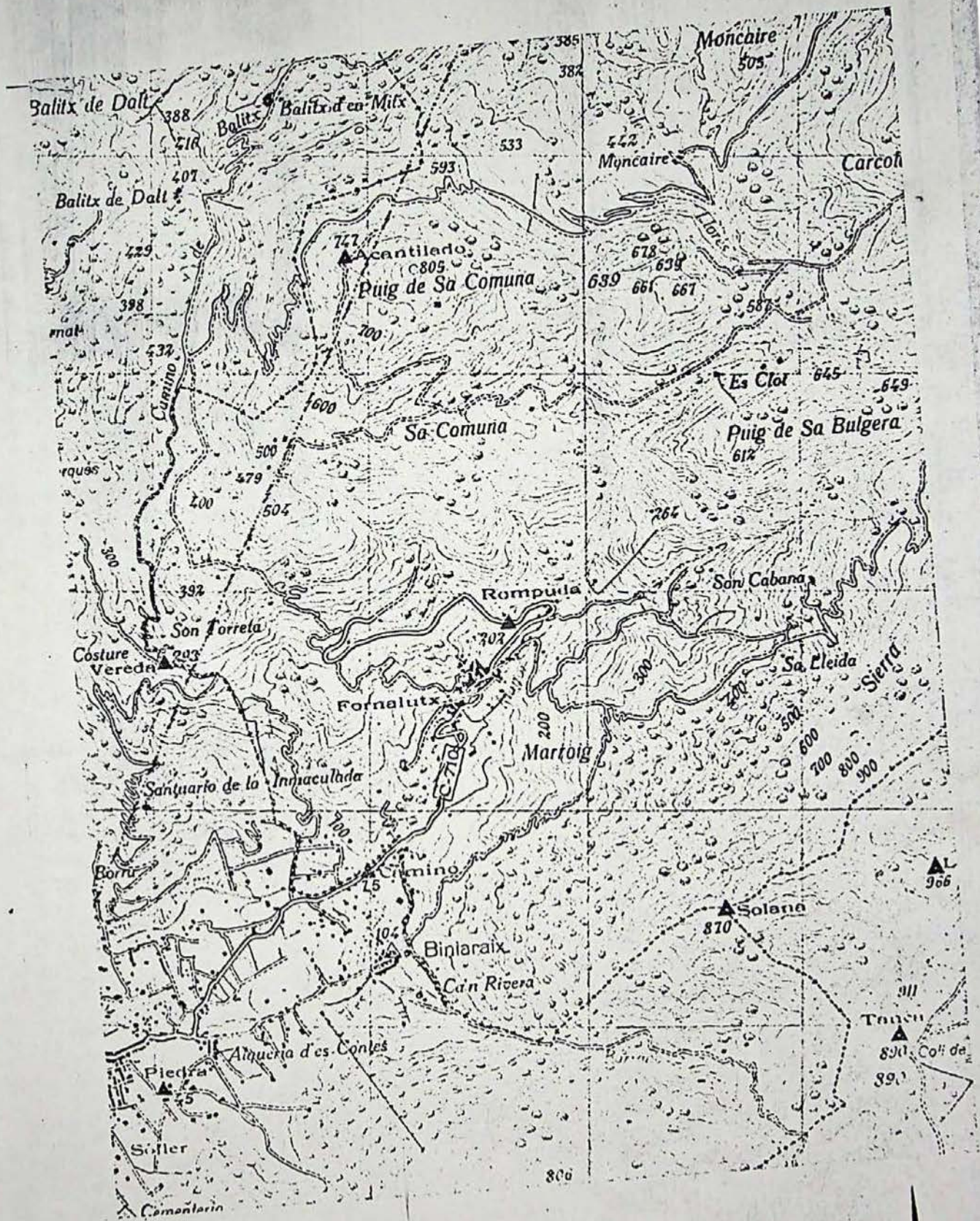
Es completamente imprescindible dotar de drenes al muro con el fin de no adecentar los problemas ocasionados por el mal drenaje existente en la ladera.

#### 7.6.- SUB - DREN DE LA LADERA

Es muy interesante tener presente la posibilidad de efectuar subdrenes en la ladera a fin de abatir los niveles freaticos.

#### 7.- ENCAUZAMIENTO DEL TORRENTE Y MURETE ADOSADO

Tal como se ha indicado en 6.7.1.2 consideramos imprescindible efectuar un encauzamiento del torrente adosando un murete al mismo tal como se indica en 6.7.1.5. ver figura adjunta en el plano.



MAPA DE SITUACION

ESCALA: 1:25.000

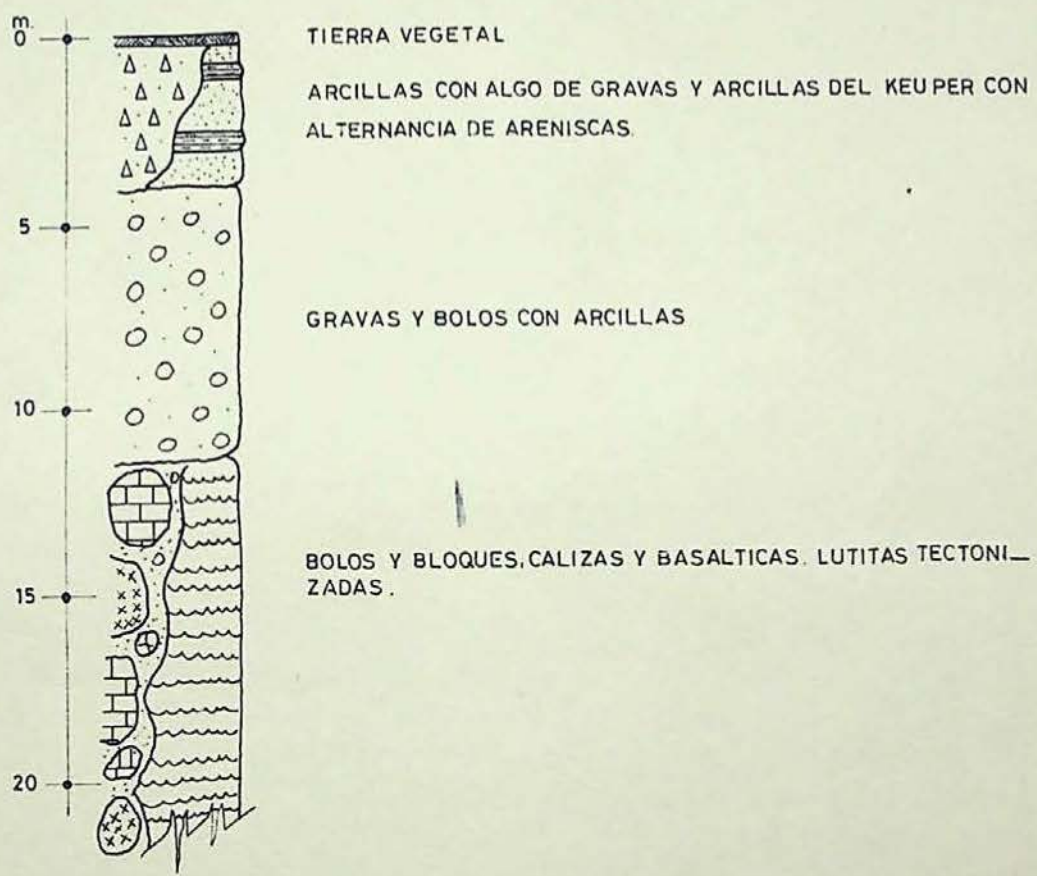




MAPA GEOLOGICO

ESCALA : 1.50.000

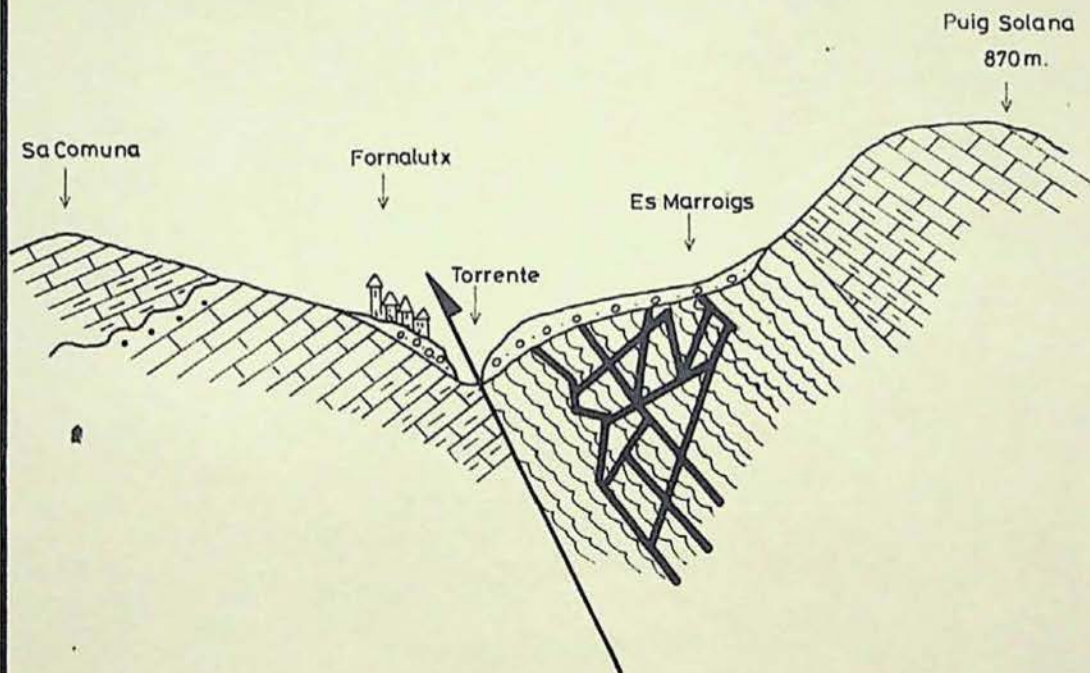




COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA LADERA.

Fig. "a"

N W-SE



PIE DE MONTE CUATERNARIO.



CALIZAS LIAS INFERIOR



DOLOMIAS Y CARNIOLAS MUSCHELKALK



ARCILLAS Y ARENISCAS KEUPER



ROCAS INTRUSIVAS.



FALLA

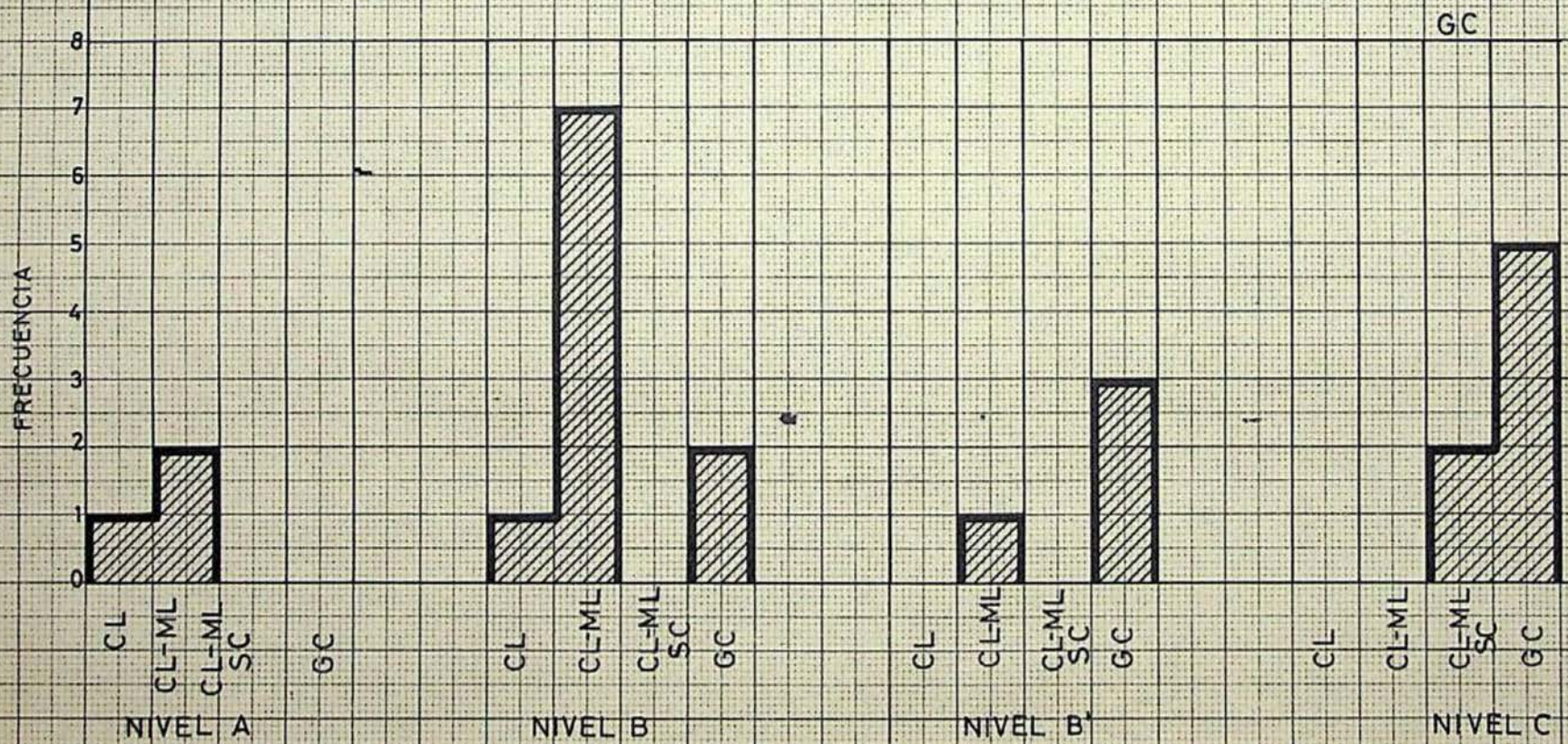
1 Km.

### CORTE GEOLOGICO GENERAL

N.º 303 DIN A.4 "EAKTOR" UNIVERSIDAD

### CLASIFICACION CASA GRANDE

CL  
CL ML  
CL ML SC



HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE CLASIFICACION CASA GRANDE DE SUELOS DE CADA SONDEO, REFERIDAS A LOS NIVELES GEOTECNICOS.

### CLASIFICACION H.R.B.

- A - 6
- A - 4-5
- A - 2-6

3  
2  
1  
0

A-6  
A-4-5  
A-2-6

NIVEL A

A-6  
A-4-5  
A-2-6

NIVEL B

A-6  
A-4-5  
A-2-6

NIVEL B'

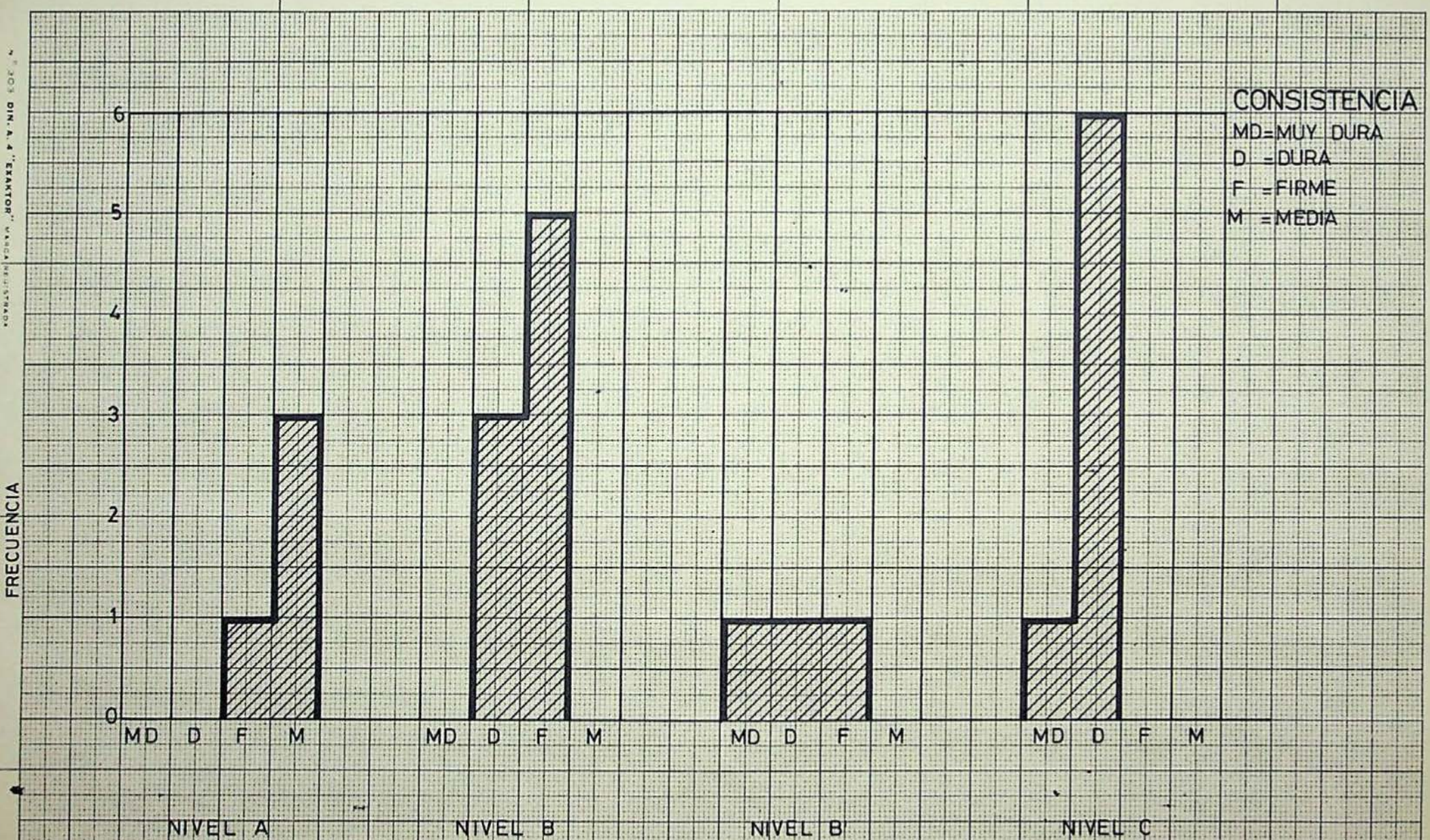
A-6  
A-4-5  
A-2-6

NIVEL C

HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE CLASIFICACION H. R. B. DE SUELOS DE CADA SONDEO, REFERIDAS A LOS NIVELES GEOTECNICOS



COMUNICACION TECNICA "BOLETIN" N.º 10 DE 1964

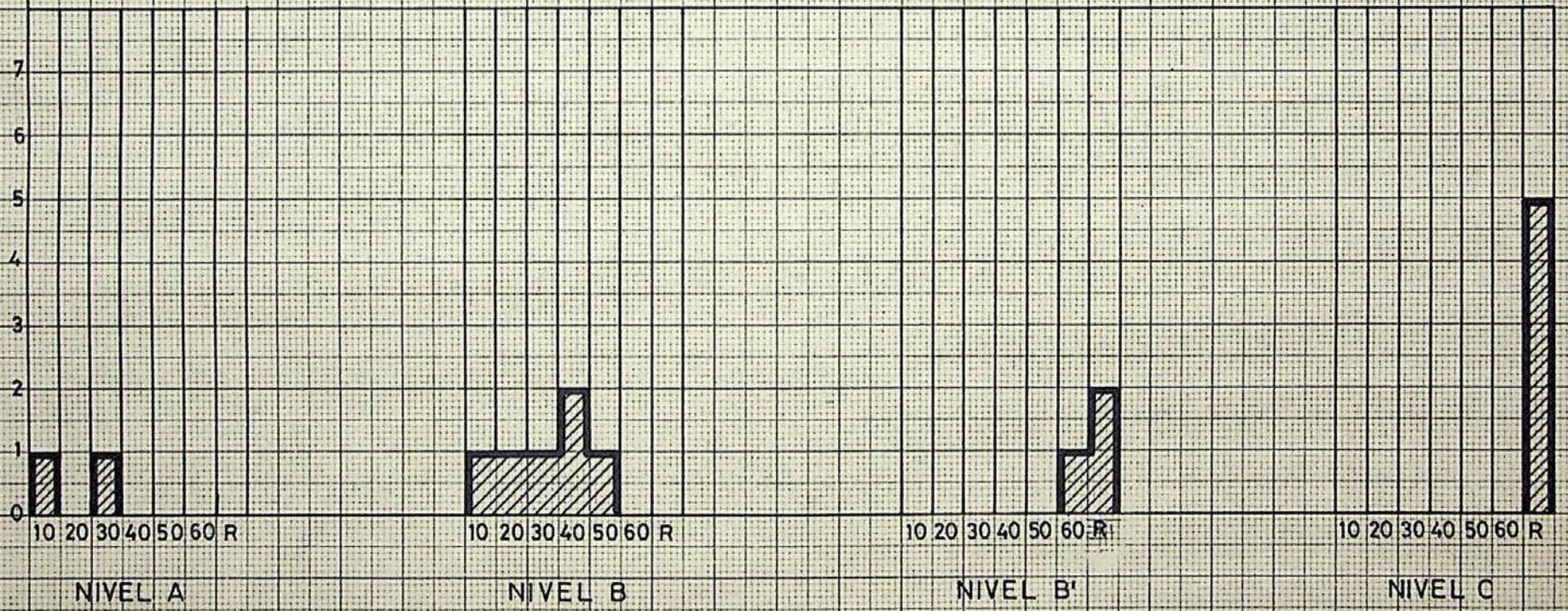


HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE CONSISTENCIA DE SUELOS DE CADA SONDEO, REFERIDAS A LOS NIVELES GEOTECNICOS DE SUELO.

N.º 303 DIN. A. "EXAKTOR" MARCA REGISTRADA

FRECUENCIA

S.P.T.  
NUMERO DE GOLPES  
R = RECHAZO

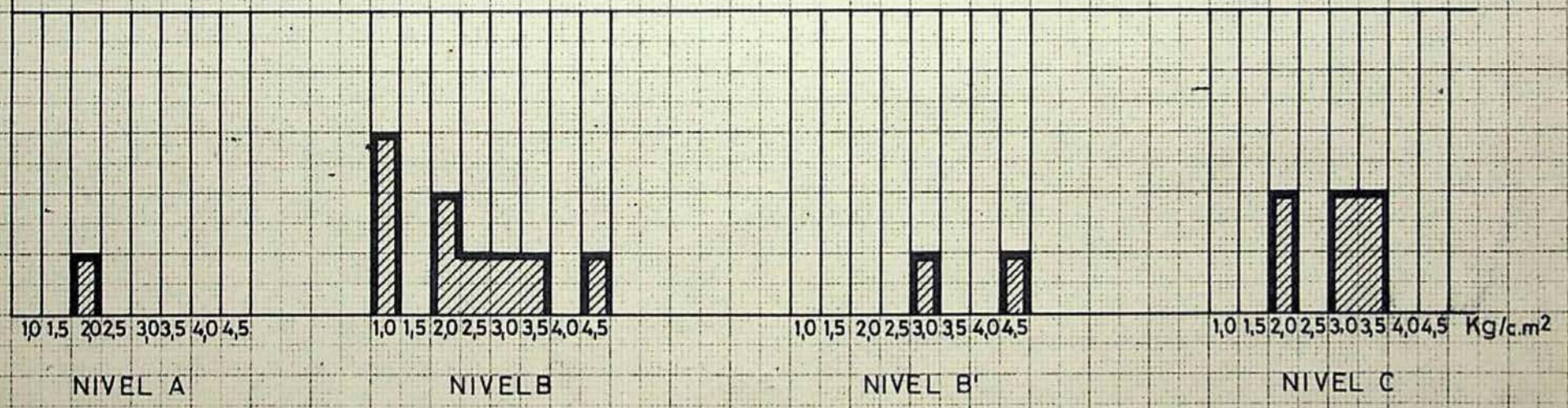


HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE Nº DE GOLPES SPT EN SUELOS DE CADA SONDEO, REFERIDAS A LOS NIVELES GEOTECNICOS

DIN 5104 "EXAMEN" "VAN" "MATERIA"

### COMPRESION SIMPLE ROTURA EN Kg/c.m<sup>2</sup>

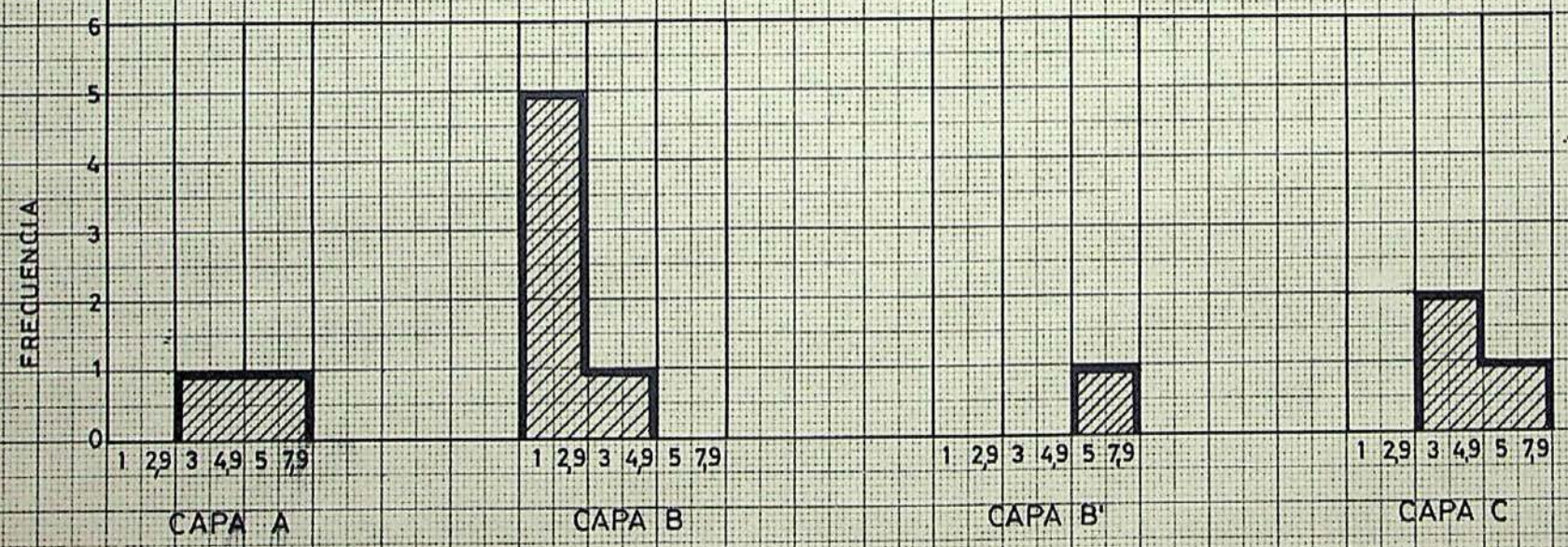
FRECUENCIA



HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE VALORES DE ROTURA DE COMPRESION SIMPLE ,  
REFERIDAS A LOS NIVELES GEOTECNICOS

N.º 503 DIN. A. A. "EXAKTOR" MARCA REGISTRADA

### COHESIONES APARENTES EN T/m<sup>3</sup>

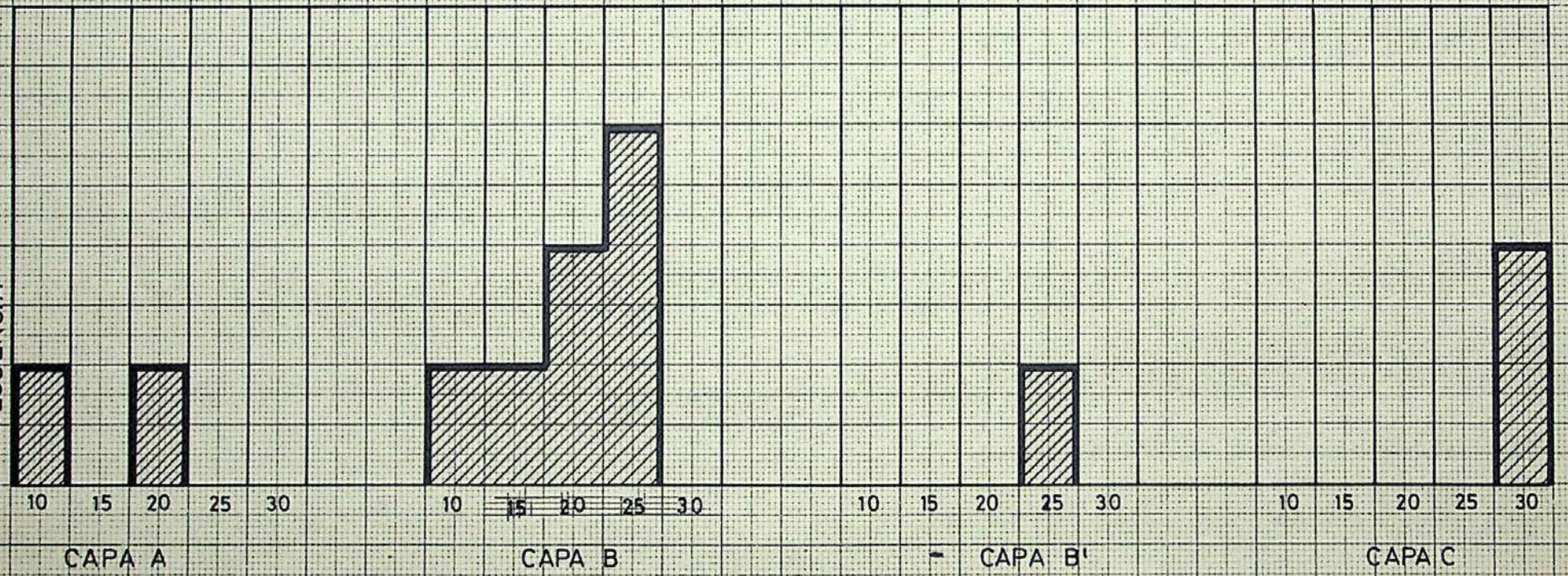


HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE COHESIONES APARENTES DE SUELOS DE CADA SONDEO, REFERIDAS A LOS NIVELES GEOTECNICOS.

N.º 703 DIN A 4 "EAKTOR" MARCA REGISTRADA

VALORES DE  $\varphi$  APARENTES  
9,5° 33°

FRECUENCIA

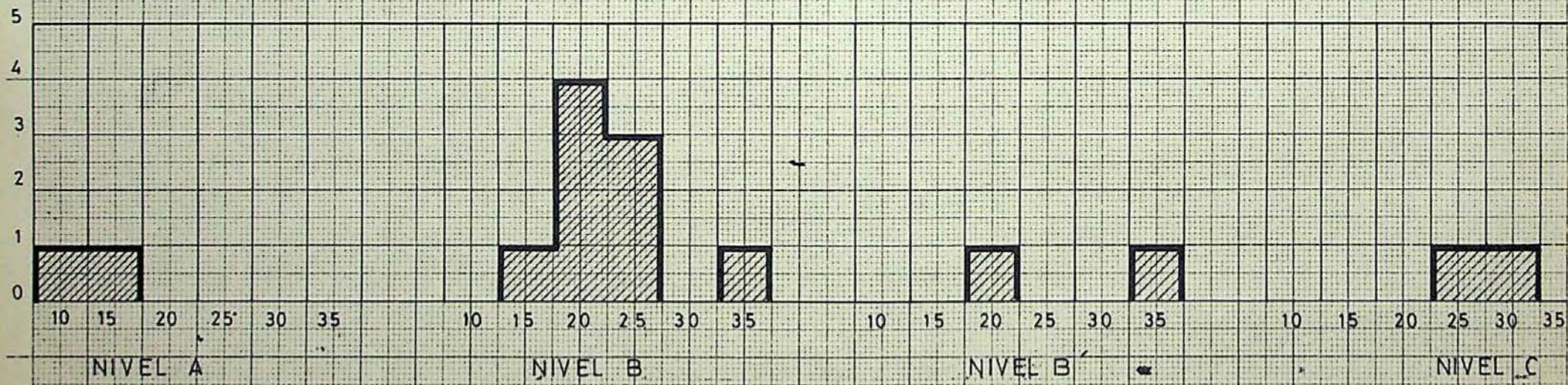


HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE VALORES DE  $\varphi$  DE SUELOS DE CADA SONDEO, REFERIDAS A LOS NIVELES GEOTECNICOS.

N.º 303 DIN A 4 "EXANTOR" "ANCA" H.F.A. STAGO

VALORES REALES DE  $\varphi$ , DEDUCIDOS DEL  
ANGULO DE FALLA EN ROTURA EN EL  
ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

VALORES : 12° a 38°



HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE VALORES REALES DE  $\varphi$  DE  
SUELOS DE CADA SONDEO, REFERIDOS A LOS NIVELES  
GEOTÉCNICOS

S-11

GOVERNORADO DE PUNTA RICA, CANTÓN DE SAN CARLOS, PROVINCIA DE SAN CARLOS

TIEMPO EN MINUTOS

0 20 40 60 80 100 120 140

2

3

4

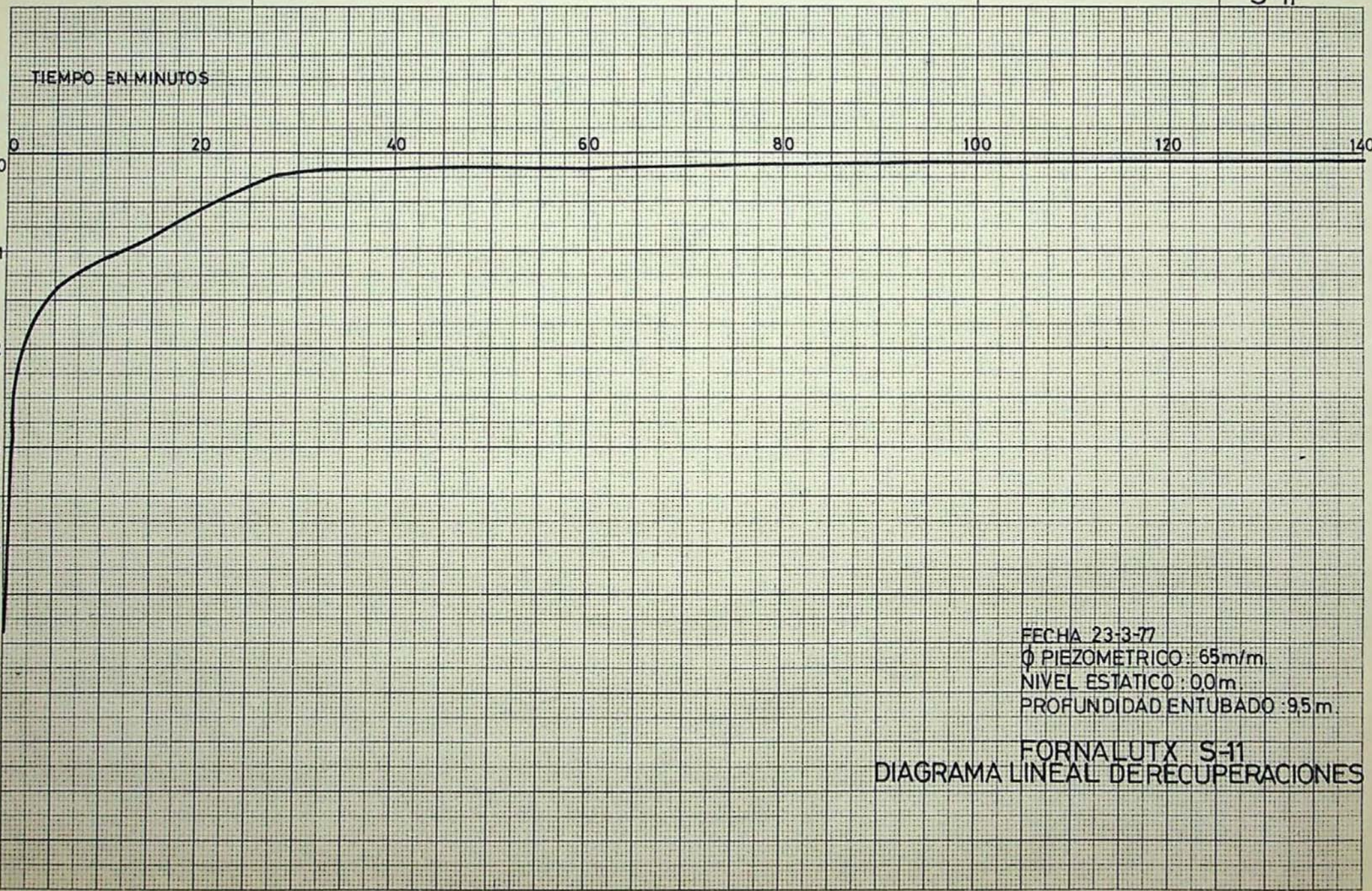
5

6

7

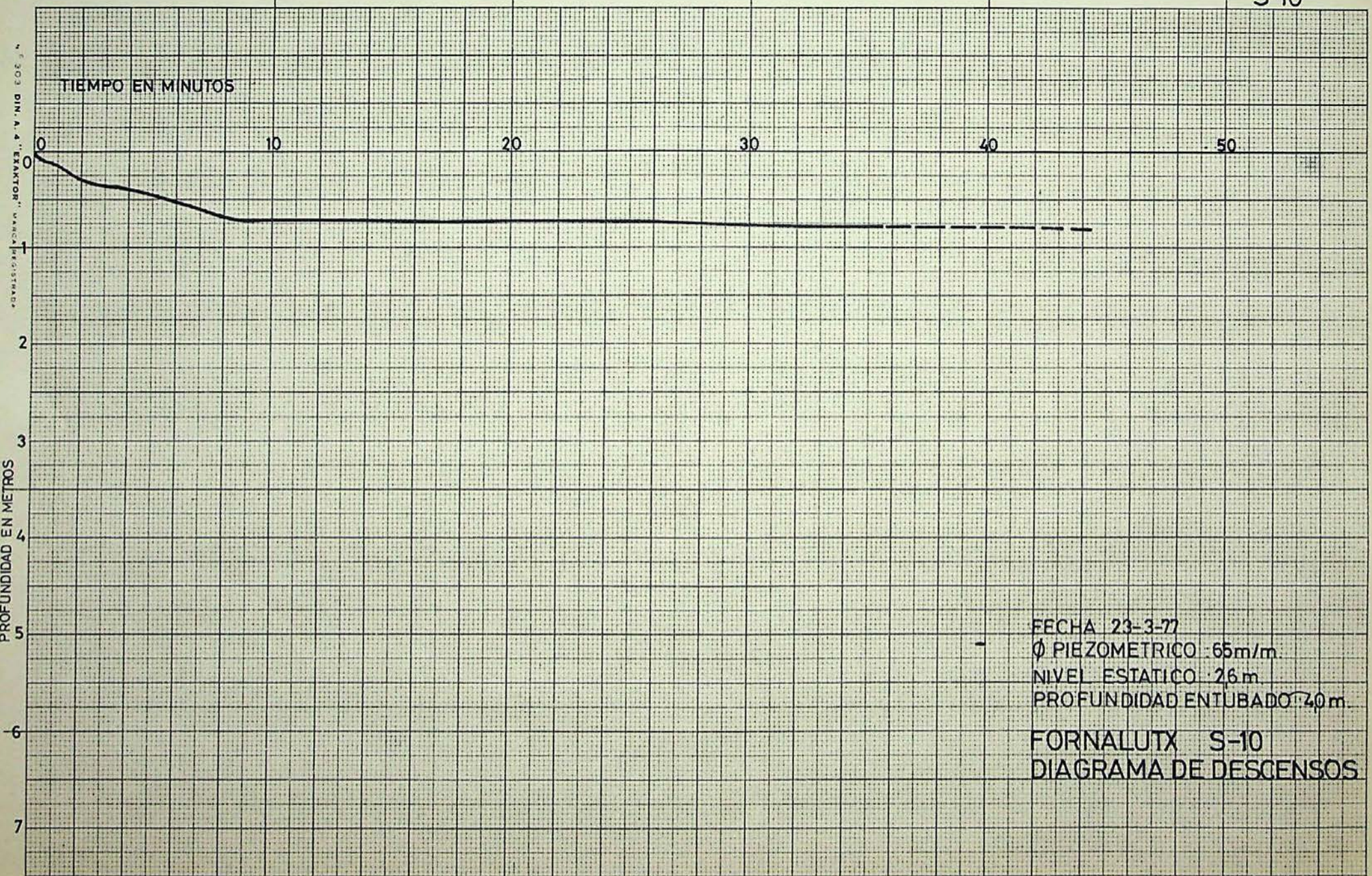
FECHA 23-3-77  
Ø PIEZOMETRICO : 65m/m  
NIVEL ESTATICO : 0.0m  
PROFUNDIDAD ENTUBADO : 9.5m

FORNALUTX S-11  
DIAGRAMA LINEAL DE RECUPERACIONES



S-10

TIEMPO EN MINUTOS

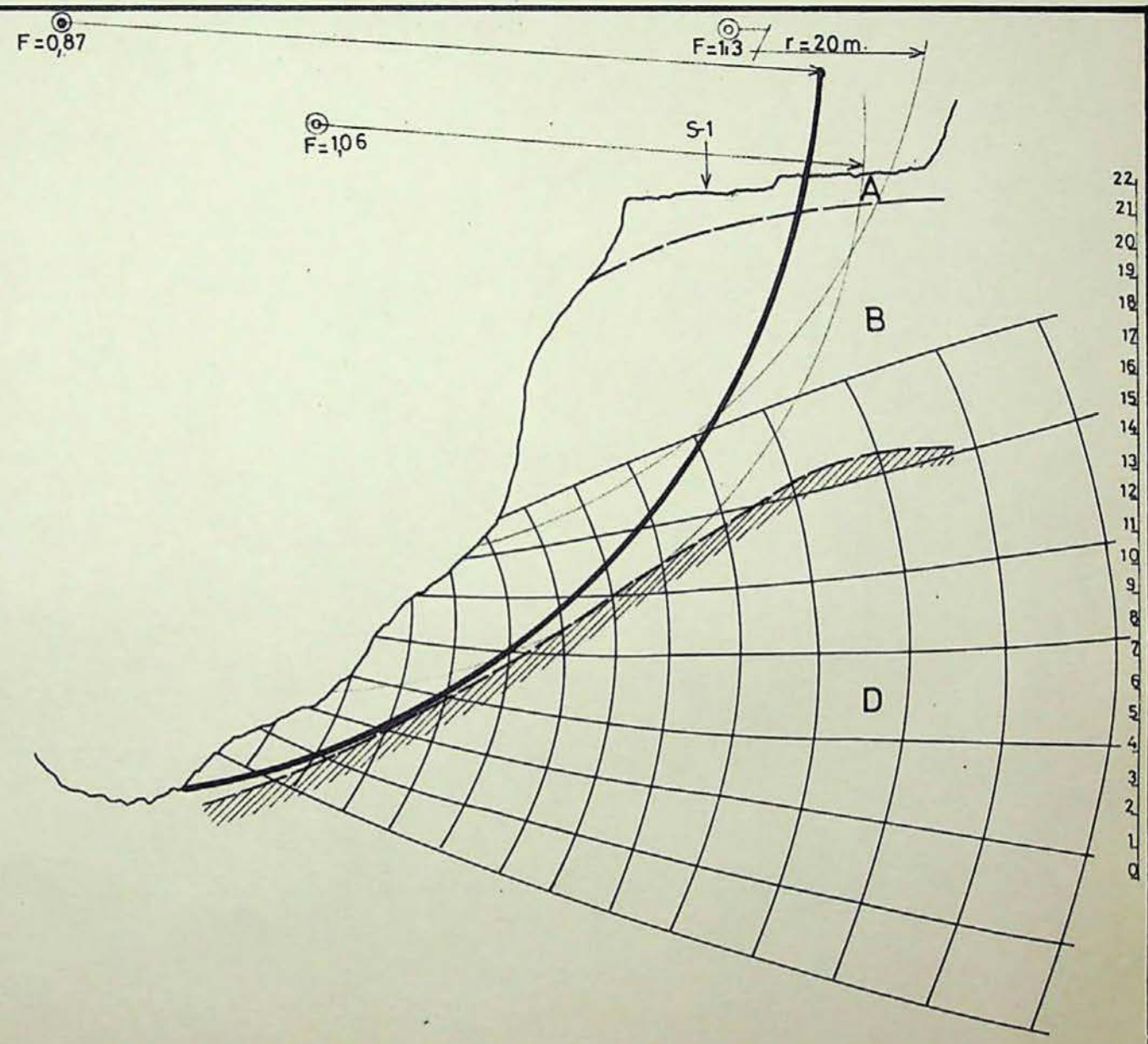


FECHA 23-3-77  
Ø PIEZOMETRICO 65m/m  
NIVEL ESTÁTICO 26m  
PROFUNDIDAD ENTUBADO 40m  
FORNALUTX S-10  
DIAGRAMA DE DESCENSOS



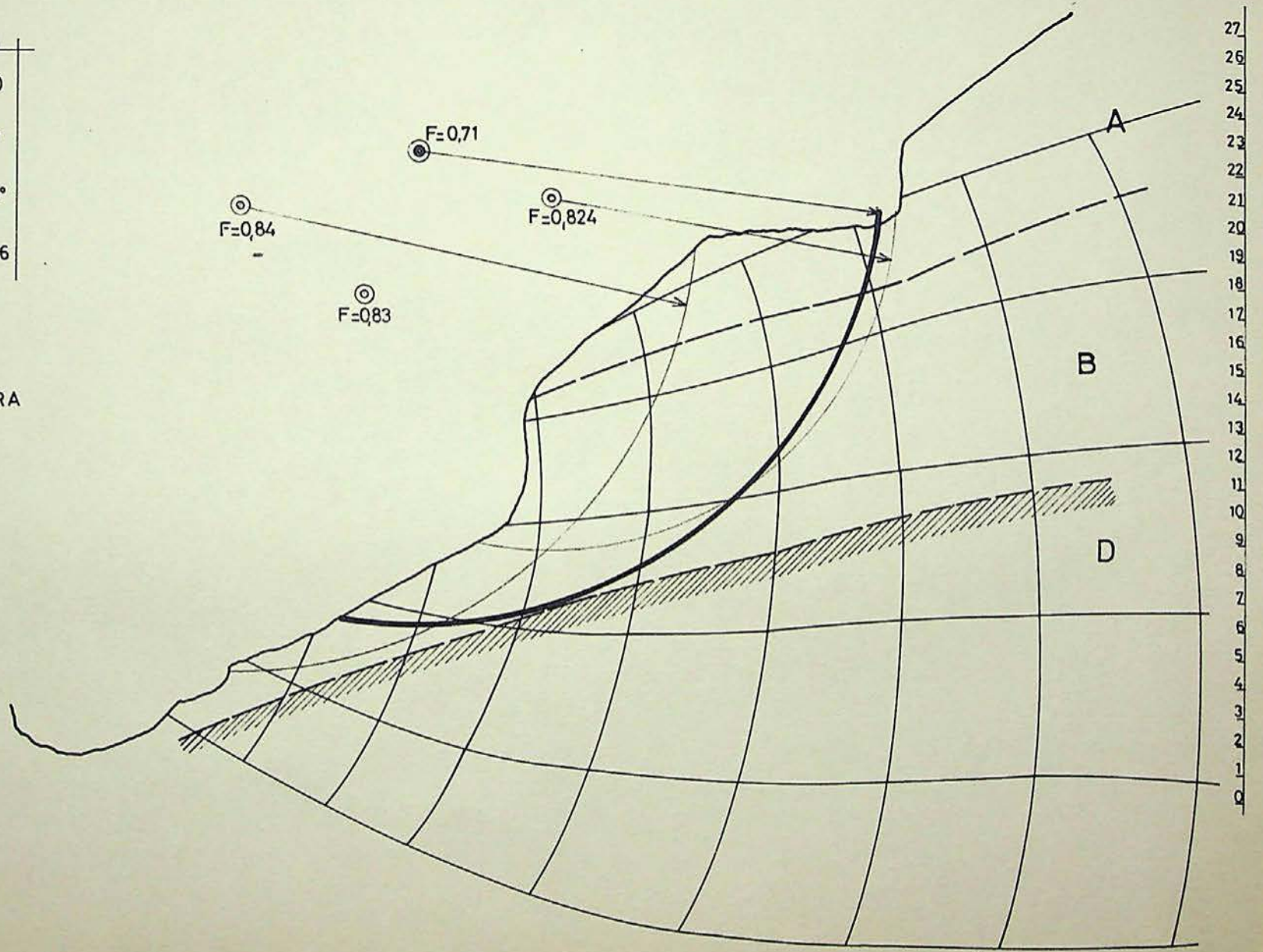
	A	B
da	1,8	2,0
ds	1,5	1,7
$\gamma^\circ$	15°	28°
C	0,25	0,126

PERFIL GEOTECNICO P-1  
 --- LIMITE NIVEL GEOTECNICO  
 - - - RED DE FLUJO  
 — CIRCULO CRITICO DE ROTURA  
 F: FACTOR SEGURIDAD



	A	B
da	1,8	2,0
ds	1,5	1,7
$f^\circ$	15°	28°
C	0,25	0,126

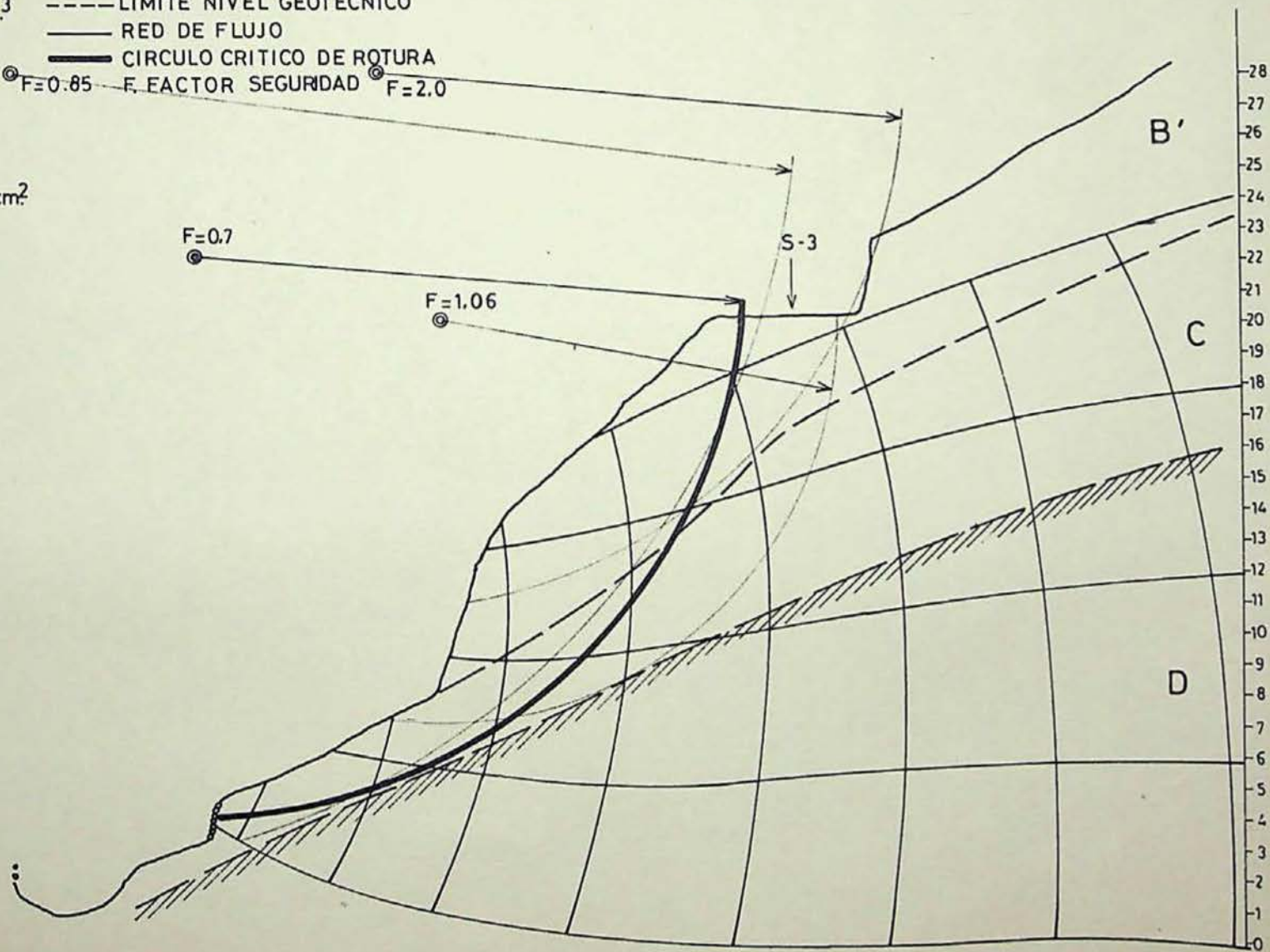
PERFIL GEOTECNICO P-2  
 --- LIMITE NIVEL GEOTECNICO  
 — RED DE FLUJO  
 — CIRCULO CRITICO DE ROTURA  
 F : FACTOR SEGURIDAD



VALORES EMPLEADOS	B'	C	
da	2.0	2.1	T./m. <sup>3</sup>
ds	1.7	1.8	
$\varphi^\circ$	26°	31°	
C	0.406	0.05	Kg/cm <sup>2</sup>

PERFIL GEOTECNICO P-3

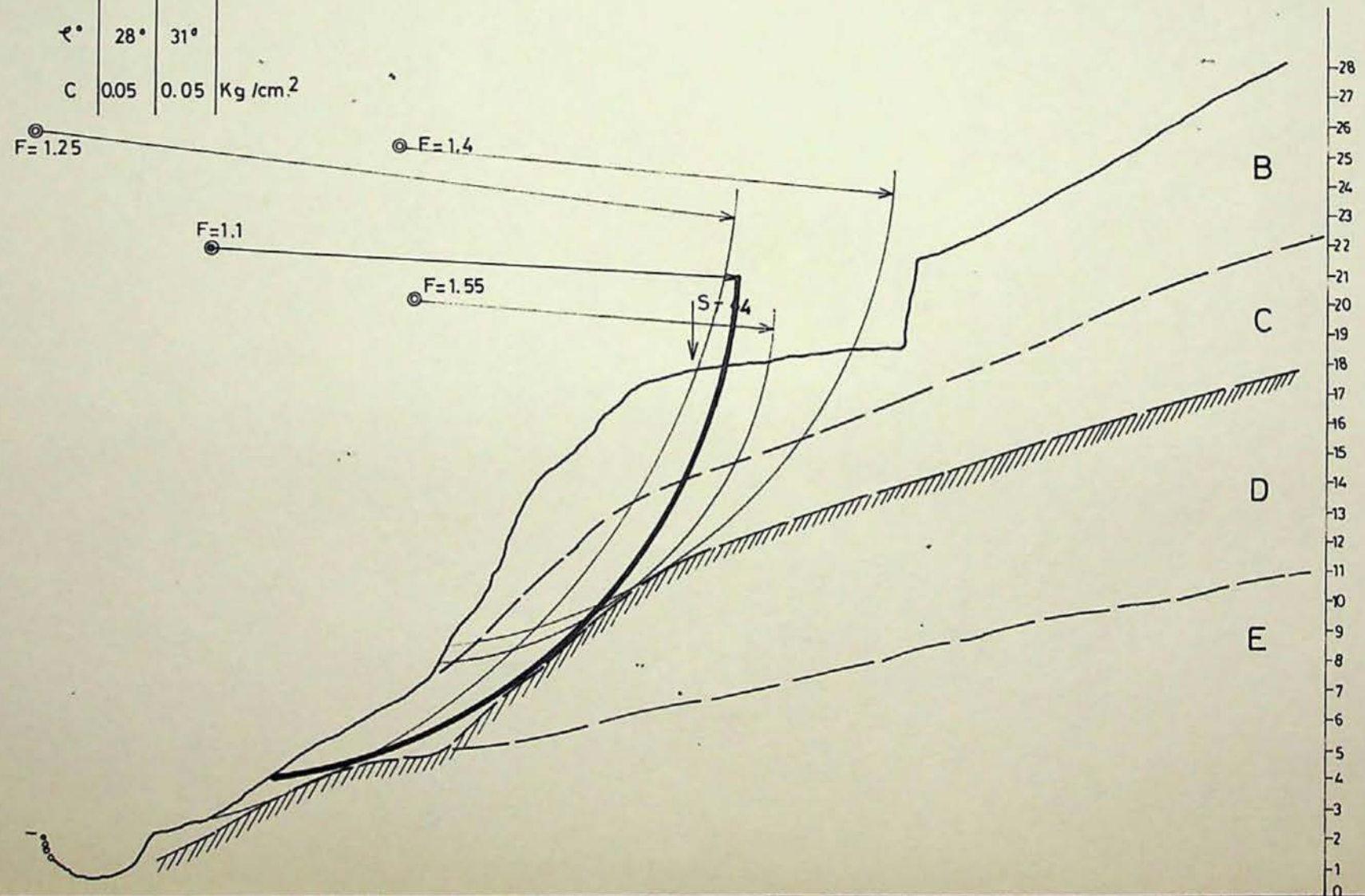
- LIMITE NIVEL GEOTECNICO
- RED DE FLUJO
- CIRCULO CRITICO DE ROTURA
- ⊙ F=0.85 F. FACTOR SEGURIDAD ⊙ F=2.0



VALORES EMPLEADOS

	B	C	
da	2.0	2.1	T./m. <sup>3</sup>
ds	1.7	1.8	
$\phi^\circ$	28°	31°	
C	0.05	0.05	Kg /cm. <sup>2</sup>

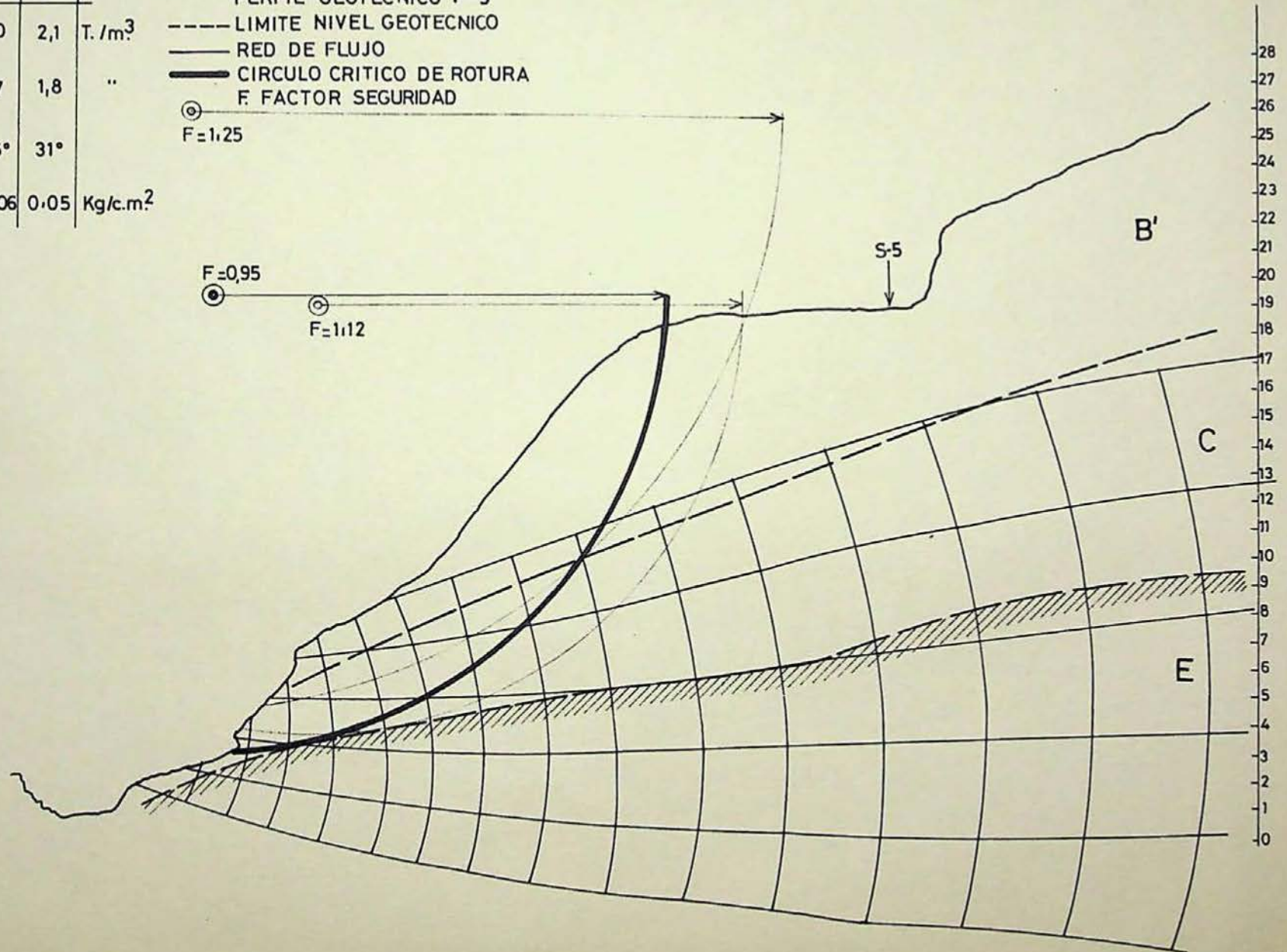
PERFIL GEOTECNICO P-4  
 --- LIMITE NIVEL GEOTECNICO  
 --- RED DE FLUJO  
 — CIRCULO CRITICO DE ROTURA  
 F FACTOR SEGURIDAD



VALORES EMPLEADOS

	B'	C	
da	2,0	2,1	T./m <sup>3</sup>
ds	1,7	1,8	"
$\phi^\circ$	26°	31°	
C	0,406	0,05	Kg/c.m <sup>2</sup>

- PERFIL GEOTECNICO P-5
- LIMITE NIVEL GEOTECNICO
  - RED DE FLUJO
  - CIRCULO CRITICO DE ROTURA
  - ⊙ F FACTOR SEGURIDAD





⊙ F=0.77

VALORES EMPLEADOS

	B	C	
da	2.0	2.1	T./m. <sup>3</sup>
ds	1.7	1.8	
φ°	28°	31°	
C	0.1	0.05	Kg/cm. <sup>2</sup>

PERFIL GEOTECNICO P-7

- LIMITE NIVEL GEOTECNICO
- RED DE FLUJO
- CIRCULO CRITICO DE ROTURA
- F. FACTOR SEGURIDAD

⊙ F=0.8

⊙ F=0.75

S-7

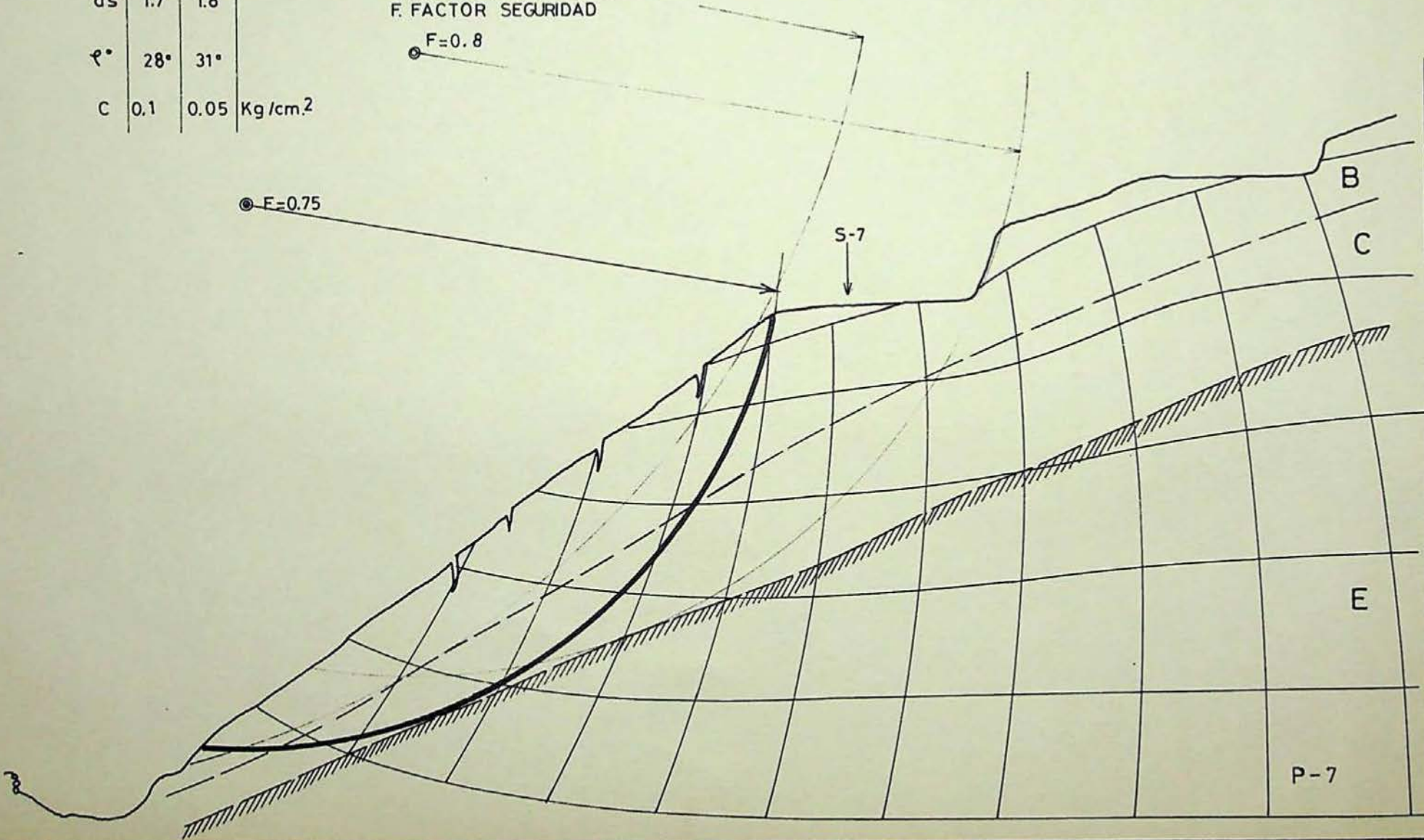
B

C

E

P-7

28  
27  
26  
25  
24  
23  
22  
21  
20  
19  
18  
17  
16  
15  
14  
13  
12  
11  
10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1  
0



● F = 0.80

VALORES EMPLEADOS

● F=0.70

	B'	C	
da	2.0	2.1	T./m. <sup>3</sup>
ds	1.7	1.8	
$\varphi^\circ$	25°	31°	
C	0.146	0.05	Kgr/cm <sup>2</sup>

PERFIL GEOTECNICO P-8-11

- LIMITE NIVEL GEOTECNICO
- RED DE FLUJO
- CIRCULO CRITICO DE ROTURA
- F. FACTOR SEGURIDAD

F=0.65

S-8

S-11

28  
27  
26  
25  
24  
23  
22  
21  
20  
19  
18  
17  
16  
15  
14  
13  
12  
11  
10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1  
0

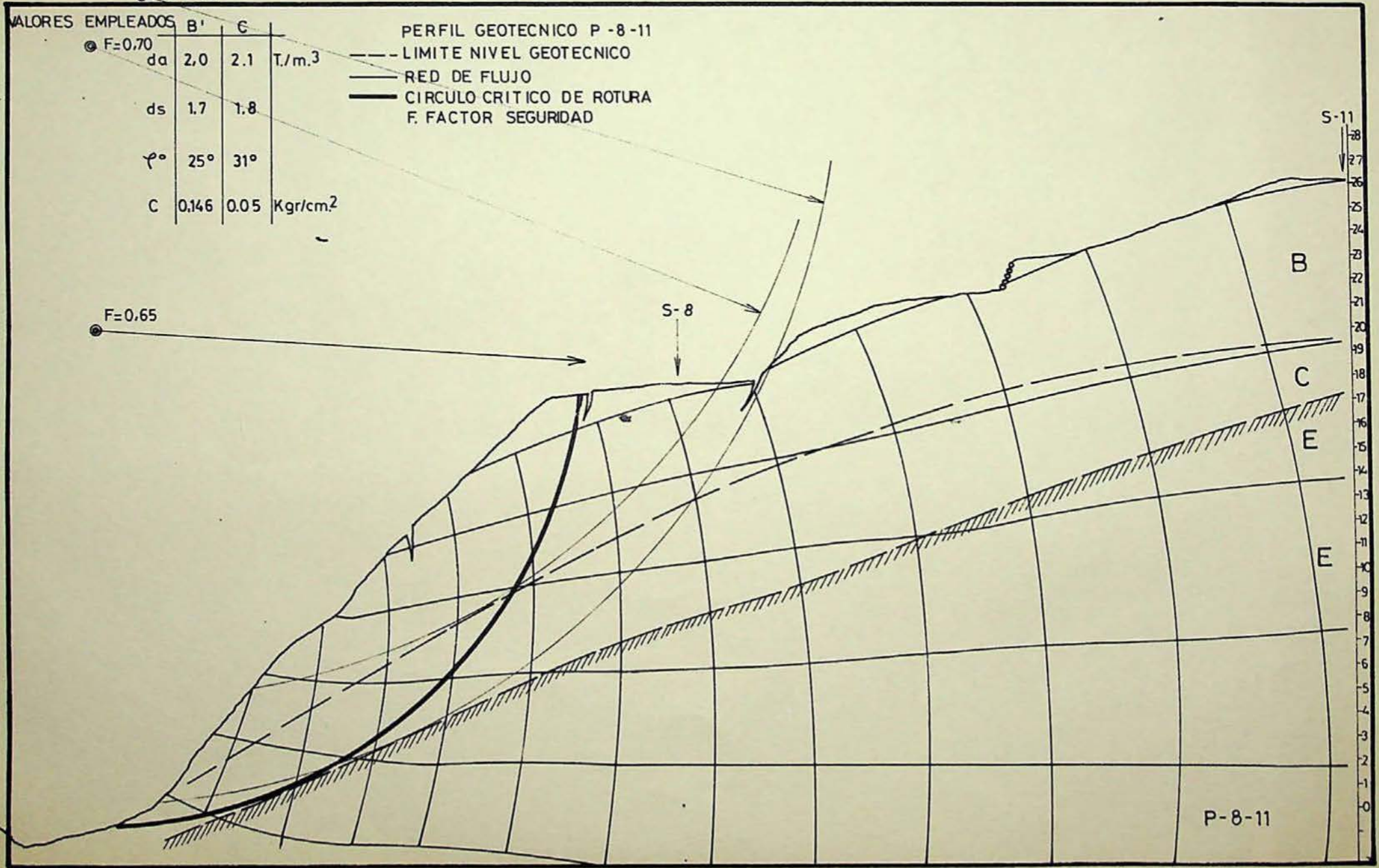
B

C

E

E

P-8-11





ANEXO A LA MEMORIA  
\*\*\*\*\*

1. Desglose de precios unitarios. (Salario base de peón: 750' - pesetas).

1.1. Precios de materiales que integran los precios unitarios.

	Materiales
Excavación con pala retroexcavadora .....	300 pts./m <sup>3</sup> .
Encofrado .....	200 pts./m <sup>2</sup> .
Hormigón en masa H175 .....	900 pts./m <sup>3</sup> .
Acero especial corrugado de límite elástico de 4.200 Kg./ /cm <sup>2</sup> . .....	18 pts./Kg.

1.2. Precios unitarios de construcción.

Concepto	Nº de Salarios	Salarios	Materiales	TOTAL
Excavación con pala retroexcavadora/m <sup>3</sup> .....	-	-	300' -	300' -
Encofrado, material y colocación/ /m <sup>2</sup> .....	0'266	200' -	200' -	400' -
Hormigón en masa H175 con elaboración, vertido y vibrado/m <sup>3</sup> ...	1'466	1.100' -	900' -	2.000' -
Acero especial corrugado de límite elástico 4.200/cm <sup>2</sup> colocado en armaduras/Kg. ....	0'016	12' -	18' -	30' -

1.3. Mediciones unitarias.

CONTRAFUERTE. (Unidad)

Concepto	Long.(m)	Latit.(m)	Alt.(m)	Unidad	Cantidad
Hormigón en zapata contrafuerte H-175, para armar comprendida la elaboración, vertido y vibrado del hormigón y correspondiente curado .....	7'00	2'80	1'00	m <sup>3</sup>	19'6
Parte proporcional de hormigón H-175 para relleno entre zapata y terreno .....	-	-	-	m <sup>3</sup>	3'4
Acero especial corrugado de alta adherencia límite elástico 4.200 Kg./cm <sup>2</sup> . colocado en armaduras cimentación, comprendida elaboración completa y colocación. Recubrimiento mínimo 3 cm. ....	331 ¢ 25	-	-	Kg.	1.276
	111 ¢ 16	-	-	Kg.	176

<u>Concreto</u>	<u>Long.(m)</u>	<u>Latit.(m)</u>	<u>Alt.(m)</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>
Hormigón en contrafuerte H-175, para armar comprendida la elaboración, vertido y vibrado del hormigón y correspondiente curado .....	0'8	0'8	10	m <sup>3</sup>	6'4
	1'1	0'8	10	m <sup>3</sup>	8'8
Parte proporcional de hormigón H-175 para relleno entre contrafuerte y terreno .....	-	-	-	m <sup>3</sup>	2'3
Acero especial corrugado de alta adherencia límite elástico 4.200 Kg./cm <sup>2</sup> colocado en armaduras contrafuerte, comprendida elaboración completa y colocación.					
Recubrimiento mínimo 3 cm. ..	104 $\bar{\phi}$ 25	-	-	Kg.	401
	120 $\bar{\phi}$ 20	-	-	Kg.	296
	15 $\bar{\phi}$ 16	-	-	Kg.	24
	123 $\bar{\phi}$ 10	-	-	Kg.	76
	269 $\bar{\phi}$ 8	-	-	Kg.	108

PANTALLA (4'2 m.l., entre dos contrafuertes).

Hormigón en pantalla H-175, para armar comprendida la elaboración, vertido y vibrado del hormigón y correspondiente curado .....	4'20	0'50	6'00	m <sup>3</sup>	12'6
	4'20	0'35	4'00	m <sup>3</sup>	5'88
Parte proporcional de hormigón H-175 para relleno entre pantalla y terreno .....	-	-	-	m <sup>3</sup>	2'77
Acero especial corrugado de alta adherencia límite elástico 4.200 Kg./cm <sup>2</sup> colocado en armaduras pantalla, comprendida elaboración completa y colocación.					
Recubrimiento mínimo 3 cm. ..	45 $\bar{\phi}$ 6	-	-	Kg.	10
	150 $\bar{\phi}$ 8	-	-	Kg.	60
	216 $\bar{\phi}$ 10	-	-	Kg.	134
	34 $\bar{\phi}$ 12	-	-	Kg.	31
	173 $\bar{\phi}$ 14	-	-	Kg.	210
	268 $\bar{\phi}$ 16	-	-	Kg.	423

HORMIGON PARA IGUALACION TERRENO EN ZAPATA CONTRAFUERTE Y APOYO PANTALLA.

<u>Concepto</u>	<u>Long.(m)</u>	<u>Latit.(m)</u>	<u>Alt.(m)</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>
Hormigón en masa H-175, comprendida elaboración, extendido y nivelado del hormigón .....	-	-	-	m <sup>3</sup>	4'5
<b>MURO CORRIDO (m.l. muro).</b>					
Hormigón en zapata H-175, para armar comprendida la elaboración, vertido y vibrado del hormigón y correspondiente curado .....	2'75	1	0'7	m <sup>3</sup>	1'92
Parte proporcional de hormigón H-175 para relleno entre zapata y muro y nivelación .....	-	-	-	m <sup>3</sup>	0'69
Acero especial corrugado de alta adherencia, límite elástico - 4.200 Kg./cm <sup>2</sup> , colocado en armadura de cimentación, comprendida elaboración completa y colocación.					
Recubrimiento mínimo 3 cm. ....	7 $\bar{\phi}$ 10	-	-	Kg.	4'34
	35 $\bar{\phi}$ 16	-	-	Kg.	55
Hormigón en muro H-175, para armar comprendida la elaboración, vertido y vibrado del hormigón y correspondiente curado .....	0'3	1	5	m <sup>3</sup>	0'65
	0'35	1	5	m <sup>3</sup>	1'75
Parte proporcional de hormigón H-175 para relleno entre muro y terreno .....	-	-	-	m <sup>3</sup>	0'65
Acero especial corrugado de alta adherencia, límite elástico - 4.200 Kg./cm <sup>2</sup> , colocado en armadura de muro, comprendiendo elaboración completa y colocación.					
Recubrimiento mínimo 3 cm. ....	17 $\bar{\phi}$ 10	-	-	Kg.	10'54
	31 $\bar{\phi}$ 16	-	-	Kg.	48'98

#### 1.4. Mediciones totales.

##### Excavación:

$$(7'00 \times 2'80 \times 1'00 + 3'40) \times 12 + (4'20 \times 0'35 \times 4'00 + 2'77) \times 12 + (2'75 \times 1'00 \times 0'70 + 0'69) \times 57'60 = 23'00 \times 12 + 8'65 \times 12 + 2'61 \times 57'60 = \underline{530'136 \text{ m}^3}$$

##### Encofrados:

$$(0'80 \times 10'00 + 1'10 \times 10'00) \times 12 + 4'20 \times 6'00 \times 12 + (0'30 \times 5 + 0'35 \times 5) \times 57'60 = \underline{717'60 \text{ m}^2}$$

Hormigonales

$$(23'00 + 17'50) \times 12 + (21'25 + 4'50) \times 12 + 6'51 \times 57'60 = 40'90 \times \\ \times 12 + 25'75 \times 12 + 6'51 \times 57'60 = \underline{1.169'976 \text{ m}^3}$$

Armaduras

$$2.359 \times 12 + 868 \times 12 + 118'86 \times 57'60 = \underline{45.570'34 \text{ Kg.}}$$

1.5. Precios de conjuntos de construcción.

<u>Concepto</u>	<u>Nº de</u>	<u>Salarios</u>	<u>Materiales</u>	<u>TOTAL</u>
Excavación en 530'136 m <sup>3</sup> .....	-	-	159.041'-	159.041'-
Encofrado en 717'60 m <sup>2</sup> .....	191'360	143.520'-	143.520'-	287.040'-
Hormigonado en 1.169'976 m <sup>3</sup> .....	1.715'965	1.286.974'-	1.052.978'-	2.339.952'-
Armaduras con 45.570'34 Kg. ....	729'125	546.844'-	820.266'-	1.367.110'-



MINISTERIO DE AGRICULTURA  
**INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACION DE LA NATURALEZA (I. CO. NA.)**

JEFATURA PROVINCIAL DE BALEARES

Pasaje Particular Guillermo de Torrella, n.º 1 - Planta 7.º - Edificio "SENA" - Teléf. 21 74 40  
PALMA DE MALLORCA

Su ref.:  
ASUNTO:

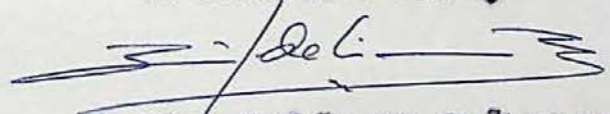
CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS POR ADMINISTRACION

Salario base de peón: 750<sup>00</sup>- pta.

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Nº. de salarios</u>	<u>Salarios</u>	<u>Materiales</u>	<u>Total</u>
Excavación	m <sup>3</sup>	-	-	300	300
Encofrado	m <sup>2</sup>	0,266	200	200	400
Hormigonado H-175	m <sup>3</sup>	1,466	1.100	900	2.000
Acero en armaduras	Kg.	0,016	12	18	30

Palma de Mallorca, Junio de 1.977

EL INGENIERO DE MONTES,

  
Dño. José Ignacio de Cisneros



**INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACION DE LA NATURALEZA (I. CO. NA.)**

JEFATURA PROVINCIAL DE BALEARES

Pasaje Particular Guillermo de Torrella, n.º 1 - Planta 7.º - Edificio "SENA" - Teléf. 21 74 40

PALMA DE MALLORCA

Su ref.:

ASUNTO: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES PARA LAS OBRAS DE CORRECCION DE DESLIZAMIENTO DE UNA LADERA EN EL TORRENTE DE FORNALUTX, TERMINO MUNICIPAL DE FORNALUTX, ISLA DE MALLORCA.

C A P I T U L O I

1. NORMAS GENERALES.

1.1. Objeto del Pliego.

El presente Pliego tiene por objeto definir las prescripciones técnicas particulares que regirán durante el desarrollo y realización de los trabajos correspondientes a las obras de corrección de deslizamiento de una ladera en el Torrente de Fornalutx, sito en el término municipal de Fornalutx de la isla de Mallorca.

1.2. Documento del Proyecto.

El Proyecto consta de Memoria, Planos, Presupuesto y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

1.3. Trabajos que comprende.

Los trabajos consistirán en la construcción de un muro de contención provisto de contrafuertes, y formando las pantallas que aparecen en los Planos, así como de un muro corrido todo ello de las características y dimensiones que se detallan en la Memoria, Anexo a la Memoria y Planos del presente Proyecto.

1.4. Situación de las obras.

Los trabajos a realizar están ubicados en el pueblo de Fornalutx, del mismo término municipal y en la ladera SE que presenta los problemas de deslizamiento que se pretenden corregir.

1.5. Alcance del Pliego.

El presente Pliego se considerará como documento fundamental del Proyecto, en todo lo que se refiere a procedencia, condiciones y preparación de los materiales a emplear, así como a la forma y condiciones de realización de los distintos trabajos y también a lo referente a la forma de abonar y desarrollar los mismos.

1.6. Adjudicación de los trabajos.

Se realizará de acuerdo con la Ley de Contabilidad y Reglamento de Contratación del Estado.

C A P I T U L O II

2. DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS.

Consistirán en la construcción de un muro de contención, cuyas dimensiones y características están expresadas en el Proyecto, en su Memoria, Anexo a la Memoria y Planos correspondientes.

C A P I T U L O   I I I

3º.- Precedencia, Condiciones y Preparación de los Materiales.

3.1. Precedencia de los materiales.

3.1.1. Todos los materiales que deben ser utilizados en las obras serán suministrados por el Contratista adjudicatario de los mismos, salvo / los elementos de cualquier clase que así se haga constar en este Pliego de Prescripciones.

3.1.2. La dirección facultativa no reserva el derecho de recha- / zar los materiales que prevengan de lugares, casas o firmar cuyos productos no le ofrezcan suficiente garantía.

3.2. Cemento Portland

Será capaz de proporcionar al mortero de hormigón las condicio- / nes exigidas en los apartados correspondientes de las previstas Prescripcio- / nes. En cuanto a la composición química y características físicas y mecáni- / cas, cumplirá lo establecido en el cuadro CHQ y CHF del Pliego de Condicio- / nes Técnicas y Generales para carreteras y puentes del Ministerio de Obras / Públicas.

3.3. Hormigón Hidráulico

3.4.1. Granulometría.

La curva granulométrica estará comprendida entre los límites / que se señalan a continuación

Tamiz ASTM	Cernido ponderal	Arido fino
1/4 "	100	
4 "	90 - 100	
8 "	80 - 100	
16 "	50 - 65	
30 "	25 - 60	
50 "	10 - 30	
100 "	2 - 10	
200 "	0 - 5	

Tamaño	CERNIDOS PONDERALES ACUMULADOS MAXIMOS (%) Arido grueso			
Maximo	Tamiz	Tamiz	Tamiz	Tamiz
	# 4 ASTM	# 8 ASTM	# 16 ASTM	# 200 ASTM
2 "	5	-	-	1
1 1/2 "	10	5	-	1
1 "	10	5	-	1
3/4 "	15	5	-	1
1/2 "	30	10	5	1

La cantidad de árido será menos del 1 % en peso y estará exento de cualquier sustancia perjudicial al hormigón.

La cantidad de arena no será superior al 180 %.

La resistencia característica será de H-175.

#### 3.4. Mortero.

El mortero será de 350 Kg. de cemento Portland con arena de la granulometría característica del hormigón, con añadido de impermeabilizantes.

#### 3.5. Tubería.

Será de PVC o polietileno de 6 atmósferas de presión y de primera calidad. Las uniones serán con piezas especiales, sin usar soldaduras.

#### 3.6. Árido.

El árido para pavimentación cumplirá las características de la curva de cribado del hormigón.

#### 3.7. Acero.

Se utilizará acero especial corrugado de alta adherencia y límite elástico de 4.200 kg. por cm<sup>2</sup>. El recubrimiento mínimo en armaduras será de 3 cms.

#### 3.8. Norma general.

Tanto en la calidad de los materiales como en la ejecución de los trabajos se tendrá en cuenta la norma IV publicada en el Boletín Oficial del Estado.

#### 3.9. Materiales que no cumplen las condiciones definidas en el Pliego.

Podrán ser rechazados por el Ingeniero Encargado de las obras.

### C A P I T U L O   I V

#### 4. FORMA Y CONDICIONES DE REALIZACION DE LAS UNIDADES DE OBRA.

##### 4.1. Hormigones.

El hormigón se colocará en obra de acuerdo con las normas III-36 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para construcción de carreteras y puentes del Ministerio de Obras Públicas.

El hormigón se medirá con el volumen una vez desencofrado.

##### 4.2. Morteros.

Se confeccionarán de acuerdo con las dosificaciones de cemento y aditivos especificados en 3.4. La puesta en obra se hará sobre el hormigón con dos pasadas, rematando con otra de cemento y agua.

La medición se efectuará contando la superficie aplicada.



## C A P I T U L O V

### 5.- Ejecución de las Obras

#### 5.1. Comienzo de las obras

El contratista comenzará los trabajos en la fecha que de acuerdo con el Plan le indique por escrito la dirección facultativa.

#### 5.2. Replanteos

El Ingeniero director o subalterno en quien delegue hará sobre/ el terreno el replanteo de las obras.

#### 5.3. Desarrollo de las obras

El contratista deberá ceñirse estrictamente a los planes y documentos del proyecto, así como a las órdenes o cambios que le sean prescritos durante el curso de los trabajos por la dirección facultativa, debiendo solicitar el mismo, las instrucciones escritas o el envío de documentos que sean precisos para el desarrollo de los trabajos con un tiempo mínimo de 20 días de antelación.

#### 5.4. Presencia del contratista en la obra

El contratista deberá estar presente en la obra durante los trabajos, especialmente aquellos en que sea necesario y conveniente a juicio de la dirección, y se pensará en las oficinas de esta y le acompañará / en todas las inspecciones siempre que sea requerido para ello.

Durante la realización de las obras, el contratista no puede abandonarlas sin haber dejado un representante capaz de reemplazarlo tanto técnicamente como económicamente, de forma que ninguna operación pueda retardarse o suspenderse por su ausencia. Este representante estará previsto de los correspondientes documentos legales que autoricen su gestión en nombre del contratista.

5.5. La dirección facultativa se reserva el derecho de recurrar cualquier empleado del contratista que tenga acceso a los trabajos o con el / que pueda tener contacto obligándose a éste a sustituirle en el plazo de / 20 días por otro de igual categoría.

#### 5.6. Energía, combustible y suministro de agua

Todos los gastos ocasionados por las instalaciones y suministros de energía, combustible y agua, irán a cargo del contratista.

#### 5.7. Construcciones provisionales y auxiliares

Salvo que se indique lo contrario, el contratista deberá construir y conservar a su costa, todos los pasos o caminos provisionales, obras / de desagüe, etc. El contratista queda asimismo obligado a construir por / su cuenta y a desmontar y retirar a la terminación de las obras, limpiando los lugares de ocupación todos los edificios auxiliares para oficinas, barracones, almacenes, instalaciones de suministros y sanitarias, etc debiendo solicitar previamente a la ocupación el correspondiente permiso / a su cargo de los propietarios de los terrenos.

#### 5.8. Retirada de medios auxiliares

En el plazo de 30 días después de la terminación de las obras, el

contratista deberá retirar todas sus instalaciones , herramientas, materiales etc.

#### 5.9. Plan de Trabajo

Los trabajos deberán realizarse de acuerdo con el Plan que se incluye en el Proyecto, precisamente en el orden y las épocas que figuran en el mismo salvo indicaciones en contra del Ingeniero director de los trabajos.

#### 5.10. Terminación de los trabajos

Terminados los trabajos se procederá a su reconocimiento y si resultan aceptables se levantará un Acta firmada por la dirección facultativa y el contratista en la que se haga constar la recepción provisional de los mismos, el plazo de garantía y la fecha en que debe realizarse la recepción definitiva.

### C A P I T U L O VI

#### 6.- Condiciones legales y económicas

##### 6.1. Adjudicación

La adjudicación se realizará de acuerdo con la Ley de Contabilidad y/ Reglamento de Contratación del Estado. En el anuncio de subasta se fijarán todos los pormenores relativos a finanzas, depositos, plaza, etc.

##### 6.2. Indemnizaciones

Será por cuenta del contratista el pago de todos los derechos y de los daños que se causen tanto a la administración Pública como a particulares

##### 6.3. Revisión de Precios

Se realizará siempre que se dicten para ello las Órdenes oficiales oportunas siguiendo las normas que en tal caso se establezcan.

##### 6.4. Definición de los precios y medición de las unidades de obras

6.4.1. Los precios comprenden en general y salvo indicaciones en contra todos los materiales, transporte, mano de obra, maquinaria, medios auxiliares, etc., para terminar completamente cada unidad con arreglo a las condiciones de este Pliego.

##### 6.5. Certificación y abono de los trabajos

Los trabajos se medirán mensualmente por las partes realizadas con arreglo al proyecto, modificaciones y órdenes de la dirección facultativa. La valoración oficial servirá de base para la redacción de certificaciones mensuales al origen de las cuales se obtendrá el líquido a abonar.

Las certificaciones no suponen aprobación ni recepción de las obras / realizadas hasta el momento.

##### 6.6. Abono de obras incompletas o defectuosas

La dirección de la obra determinará el precio que debe ser abonado por las obras realizadas en forma incompleta o defectuosa sin que el contratista/ pueda efectuar reclamación alguna.

6.7. Multas.

Los retrasos con relación al Plan de Trabajos darán lugar a multa de 500'— pesetas por día de retraso.

6.8. Recepción provisional.

Terminadas las obras se procederá a su recepción provisional. En el Acta que se levante al respecto se consignará la fecha de la recepción definitiva.

6.9. Recepción definitiva.

Se llevará a efectos una vez transcurrido el plazo de garantía. En el caso de que se encuentren defectos en las obras se señalará al contratista un plazo de 15 días para subsanarlo sin que por ello pueda reclamar indemnización alguna.

6.10. Liquidación de los trabajos.

Se efectuará una vez realizada la recepción definitiva saldando entonces las diferencias existentes por abono a cuenta y descontando el importe de las reparaciones, gastos, multas, etc. imputables al contratista. Efectuada esta liquidación se saldará la cuenta.

6.11. Será supletorio de lo especificado en el presente Pliego las normas del Pliego de Prescripciones Generales. Se observará todo lo dispuesto en el Decreto de la Presidencia del Gobierno 3062/1973, de 19 de Octubre, referente a tramitación para Proyectos y Ejecución de obras de hormigón en masa o armado.

6.12. Disposiciones legales.

El contratista vendrá obligado al cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento de Seguridad de 31-1-40 y cuantas disposiciones legales sobre seguridad e higiene en el trabajo, de carácter social, de protección a la Industria nacional, etc., rija en la fecha en que se realice la obra. Igualmente queda también obligado a cumplir todas las disposiciones vigentes relativas a Contratos de trabajo, Seguridad Social, Accidentes, etc...

Palma de Mallorca, Junio de 1.977  
EL INGENIERO DE NOMES,

Vº. Bº.  
EL INGENIERO JEFE,

Fdo.: José Ignacio de Cisneros.

Fdo.: Mateo Castelló Mas.



MINISTERIO DE AGRICULTURA  
**INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACION DE LA NATURALEZA (I. CO. NA.)**

JEFATURA PROVINCIAL DE BALEARES

Pasaje Particular Guillermo de Torrella, n.º 1 - Planta 7.º - Edificio "SENA" - Telef. 21 74 40

PALMA DE MALLORCA

Su ref.:

ASUNTO: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES PARA LAS OBRAS DE CORRECCION DE DESLIZAMIENTO DE UNA LADERA EN EL TORRENTE DE FORNALUTX, TERMINO MUNICIPAL DE FORNALUTX, ISLA DE MALLORCA.

C A P I T U L O I

1. NORMAS GENERALES.

1.1. Objeto del Pliego.

El presente Pliego tiene por objeto definir las prescripciones técnicas particulares que regirán durante el desarrollo y realización de los trabajos correspondientes a las obras de corrección de deslizamiento de una ladera en el Torrente de Fornalutx, sito en el término municipal de Fornalutx de la isla de Mallorca.

1.2. Documento del Proyecto.

El Proyecto consta de Memoria, Planos, Presupuesto y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

1.3. Trabajos que comprende.

Los trabajos consistirán en la construcción de un muro de contención provisto de contrafuertes, y formando las pantallas que aparecen en los Planos, así como de un muro corrido todo ello de las características y dimensiones que se detallan en la Memoria, Anexo a la Memoria y Planos del presente Proyecto.

1.4. Situación de las obras.

Los trabajos a realizar están ubicados en el pueblo de Fornalutx, del mismo término municipal y en la ladera SE que presenta los problemas de deslizamiento que se pretenden corregir.

1.5. Alcance del Pliego.

El presente Pliego se considerará como documento fundamental del Proyecto, en todo lo que se refiere a procedencia, condiciones y preparación de los materiales a emplear, así como a la forma y condiciones de realización de los distintos trabajos y también a lo referente a la forma de abonar y desarrollar los mismos.

1.6. Adjudicación de los trabajos.

Se realizará de acuerdo con la Ley de Contabilidad y Reglamento de Contratación del Estado.

C A P I T U L O II

2. DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS.

Consistirán en la construcción de un muro de contención, cuyas dimensiones y características están expresadas en el Proyecto, en su Memoria, Anexo a la Memoria y Planos correspondientes.

La cantidad de árido será menos del 1 % en peso y estará exento de cualquier sustancia perjudicial al hormigón.

La cantidad de arena no será superior al 180 %.

La resistencia característica será de H-175.

#### 3.4. Mortero.

El mortero será de 350 Kg. de cemento Portland con arena de la granulometría característica del hormigón, con añadido de impermeabilizantes.

#### 3.5. Tubería.

Será de PVC o polietileno de 6 atmósferas de presión y de primera calidad. Las uniones serán con piezas especiales, sin usar soldaduras.

#### 3.6. Arído.

El árido para pavimentación cumplirá las características de la curva de cribado del hormigón.

#### 3.7. Acero.

Se utilizará acero especial corrugado de alta adherencia y límite elástico de 4.200 kg. por cm<sup>2</sup>. El recubrimiento mínimo en armaduras será de 3 cms.

#### 3.8. Norma general.

Tanto en la calidad de los materiales como en la ejecución de los trabajos se tendrá en cuenta la norma MV publicada en el Boletín Oficial del Estado.

#### 3.9. Materiales que no cumplen las condiciones definidas en el Pliego.

Podrán ser rechazados por el Ingeniero Encargado de las obras.

### C A P I T U L O   I V

#### 4. FORMA Y CONDICIONES DE REALIZACION DE LAS UNIDADES DE OBRA.

##### 4.1. Hormigones.

El hormigón se colocará en obra de acuerdo con las normas HH-38 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para construcción de carreteras y puentes del Ministerio de Obras Públicas.

El hormigón se medirá con el volumen una vez desencofrado.

##### 4.2. Morteros.

Se confeccionarán de acuerdo con las dosificaciones de cemento y aditivos especificados en 3.4. La puesta en obra se hará sobre el hormigón con dos pasadas, rematando con otra de cemento y agua.

La medición se efectuará contando la superficie aplicada.

6.7. Multas.

Los retrasos con relación al Plan de Trabajos darán lugar a multa de 500' - pesetas por día de retraso.

6.8. Recepción provisional.

Terminadas las obras se procederá a su recepción provisional. En el Acta que se levante al respecto se consignará la fecha de la recepción definitiva.

6.9. Recepción definitiva.

Se llevará a efectos una vez transcurrido el plazo de garantía. En el caso de que se encuentren defectos en las obras se señalará al contratista un plazo de 15 días para subsanarlo sin que por ello pueda reclamar indemnización alguna.

6.10. Liquidación de los trabajos.

Se efectuará una vez realizada la recepción definitiva saldando entonces las diferencias existentes por abono a cuenta y descontando el importe de las reparaciones, gastos, multas, etc. imputables al contratista. Efectuada esta liquidación se saldará la cuenta.

6.11. Será supletorio de lo especificado en el presente Pliego las normas del Pliego de Prescripciones Generales. Se observará todo lo dispuesto en el Decreto de la Presidencia del Gobierno 3062/1973, de 19 de Octubre, referente a tramitación para Proyectos y Ejecución de obras de hormigón en masa o armado.

6.12. Disposiciones legales.

El contratista vendrá obligado al cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento de Seguridad de 31-1-40 y cuantas disposiciones legales sobre seguridad e higiene en el trabajo, de carácter social, de protección a la Industria nacional, etc., rija en la fecha en que se realice la obra. Igualmente queda también obligado a cumplir todas las disposiciones vigentes relativas a Contratos de trabajo, Seguridad Social, Accidentes, etc...

Palma de Mallorca, Junio de 1.977  
EL INGENIERO DE MONTES,

V<sup>a</sup>. B<sup>a</sup>.  
EL INGENIERO JEFE,

Fdo.: José Ignacio de Cisneros.

Fdo.: Mateo Castelló Mas.

# ANEXO A LA MEMORIA.

①

## 1. Descomposición de precios unitarios. (Salario base de peón = 750,-)

### 1.1. Precio de materiales que integran los precios unitarios

	Materiales
Excavación <del>con pala</del> con pala retroexcavadora	300 pts/m <sup>3</sup>
Encofrado	200 pts/m <sup>2</sup>
400 m.c. Hormigón en masa H-175	1,800 pts/m <sup>3</sup>
24,7/4 <del>Acero</del> Acero especial corrugado de límite elástico 4.200 Kg/cm <sup>2</sup>	<del>18</del> pts/Kg. 18

### 1.2. Precios unitarios de construcción

Concepto	nº de salario	Salario	Materiales	Total
Excavación con pala retroexcavadora / m <sup>3</sup>	—	—	300	300
Encofrado / m <sup>2</sup>	0,266	200	200	400
Hormigón en masa H-175 con datación, estido, vibrado / m <sup>3</sup>	—	<del>1800</del> 900	<del>1800</del> 1100	<del>2250</del> 2000
<del>Acero</del> Acero especial corrugado límite elástico 4200 Kg/cm <sup>2</sup> colocado en armaduras / Kg.	1,166	<del>900</del>	<del>18</del>	<del>30</del>
	0,016	12	18	30

### 1.3. Mediciones unitarias

~~7,00 x 2,80 x 1,00 + 0,80 x 0,70 x 1,00~~  
~~4,00 x 0,80 x 10,00 + 4,00 x 0,50~~

Copiar

→  
Zigue

Contrapesos 12.

Pantallas 12

Muro corrido 5,60 + 7,00 + 45,00

1.4 Precios de conjuntos construcción

	Nº de al	Salario	Materiales	Total
Excavación en 72,76 m <sup>3</sup>			21.828	21.828
Hormigonado en 72,76 m <sup>3</sup>				

1.4. Mediciones totales

1,5  
1,25  
3,25

Excavación  $[7,00 \times 2,80 \times 1,00 + 3,40] \times 12 + [4,20 \times 0,35 \times 4,00 + 2,77] \times 12 + [2,75 \times 1,00 \times 0,70 + 0,69] \times 57,60 = 23,00 \times 12 + 8,65 \times 12 + 2,61 \times 57,60 = 530,136 \text{ m}^3$

Encofrado  $(0,80 \times 10,00 + 1,10 \times 10,00) \times 12 + 4,20 \times 6,00 \times 12 + (0,30 \times 5 + 0,35 \times 5) \times 57,60 = 717,60$

Hormigonado  $(23,00 + 17,50) \times 12 + (1,25 + 4,15) \times 12 + 6,51 \times 57,60 = 40,50 \times 12 + 25,75 \times 12 + 6,51 \times 57,60 = 1.169,946 \text{ m}^3$

Armaduras

$2.359 \times 12 + 868 \times 12 + 118,86 \times 57,60 = 45.570,34 \text{ Kg.}$

1.5 Precios de conjuntos de construcción

	Nº de al	Salario	Materiales	Total
Excavación en 530,136 m <sup>3</sup>	—	—	159.041	159.041
Hormigonado en 1.169,946 m <sup>3</sup>		<del>576.429</del>	<del>2.105.957</del>	<del>2.682.386</del>
Armaduras con 45.570,34 Kg		<del>729.125</del>	<del>1.285.974</del>	<del>2.015.099</del>
		467.990	2.165.957	2.633.947
		637.985	1.093.688	1.731.673
Encofrado en 717,60 m <sup>2</sup>	191,360	143.520	143.520	287.040
Hormigonado en 1.169,946 m <sup>3</sup>	1.715,965	1.052.978	1.286.974	2.339.952
Armaduras con 45.570,34 Kg	729,125	<del>885</del>	<del>820.266</del>	<del>1.714.111</del>
		546.844	820.266	1.367.110
		<del>1.979.239</del>	<del>2.175.805</del>	<del>4.155.044</del>
				120.075
				4275259
				12000
				177.983
				124.656





MURO CON CONTRAFUERTE

A. - CONTRAFUERTE. (unidad)

	Longitud (m)	Latitud (m)	Altura (m)	unidad	Cantidad
Horuipón en zapata contrafuerte H-175, para armar comprendida la elaboración, vertido y vibrado del horuipón y correspondiente curado -----	7,00	2,80	1,00	m <sup>3</sup>	19,6
Parte proporcional de Horuipón H-175 para relleno entre zapata y terreno -----	-	-	-	m <sup>3</sup>	3,4
Acero especial corrugado de alta adherencia límite elástico 4200 Kg/cm <sup>2</sup> colocado en armadura cimentación, comprendida elaboración completa y colocación <del>prevista</del>					
Rearmamiento mínimo 3 cm. --	331	∅25	-	Kg	1.278
	111	∅16	-	Kg	176
Horuipón en contrafuerte H-175, para armar comprendida la elaboración, vertido y vibrado del horuipón y correspondiente curado -----	0,8	0,8	10	m <sup>3</sup>	6,4
	1,1	0,8	10	m <sup>3</sup>	8,8
Parte proporcional del Horuipón H-175 para relleno entre <del>zapata</del> contrafuerte y terreno -----	-	-	-	m <sup>3</sup>	2,3



	Longitud (m)	Latitud (m)	Altura (m)	unidad	Cantidad
Acero especial corrugado de alta adherencia límite elástico $4200 \text{ kg/cm}^2$ colocado en armadura <del>de</del> <sup>contrafuerte</sup> , comprendida elaboración completa y colocación. Recubrimiento mínimo 3 cm. - - -	104 $\Phi$ 25	—	—	K 40	401
	120 $\Phi$ 20	—	—	K 46	296
	15 $\Phi$ 16	—	—	K 40	24
	123 $\Phi$ 10	—	—	K 40	46
	269 $\Phi$ 8	—	—	K 40	108
<b>B. - PANTALLA (4,2 m<sup>2</sup>, entre dos contrafuertes)</b>					
Hormigón en pantalla H-175, para armar comprendida la elaboración, vertido y vibrado del hormigón y correspondiente <del>vertido</del> curado - - - -	4,20	0,50	6,00	m <sup>3</sup>	12,6
	4,20	0,35	4,00	m <sup>3</sup>	5,88 ✓
Parte proporcional de Hormigón H-175 para relleno entre pantalla y terreno - - - -	—	—	—	m <sup>3</sup>	2,77 ✓
Acero especial corrugado de alta adherencia límite elástico $4200 \text{ kg/cm}^2$ colocado en armadura pantalla, comprendida elaboración completa y colocación. Recubrimiento mínimo 3 cm. - -	45 $\Phi$ 6	—	—	Kg	10



	Longitud (m)	Latitud (m)	Profundidad (m)	Unidad	Cantidad
	150 $\Phi$ 8	-	-	Kg	60
	216 $\Phi$ 10	-	-	Kg	134
	34 $\Phi$ 12	-	-	Kg	34
	173 $\Phi$ 14	-	-	Kg	210
	268 $\Phi$ 16	-	-	Kg	423
<b>C. HORMIGON PARA IGUALACION TERRENO EN ZAPATA CONTRAFUERTE Y APOYO PANTALLA</b>					
Hormigón en mesa H-175 comprendida elaboración, extendido y nivelado del hormigón	-	-	-	m <sup>3</sup>	4.5
<b>D. MURO CORRIDO (m e muro)</b>					
Hormigón en zapata H-175, para armar comprendida la elaboración, vertido y vibrado del hormigón y correspondiente curado	2.75	1	0.7	m <sup>3</sup>	1.92
Parte proporcional de hormigón H-175 para relleno entre zapata y muro y nivelado	-	-	-	m <sup>3</sup>	0.69
Acero especial corrugado de alta adherencia, límite elástico 4200 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en armaduras cimentación, comprendida elaboración completa y colocación.					
Recubrimiento mínimo 3 cm.	7 $\Phi$ 10	-	-	Kg	4.34



	Longitud (m)	Latitud (m)	Altura (m)	Unidad	Cantidad
	35 $\Phi$ 16	—	—	Kg	# 55
Horquión en muro H-175, para armar comprendida la elaboración, vertido y vibrado del horquión y correspondiente curado — — — — —	0,3	1	5	m <sup>3</sup>	1,5
	0,35	1	5	m <sup>3</sup>	1,75
Parte proporcional de horquión H-175 para relleno entre muro y terreno	—	—	—	m <sup>3</sup>	0,65
Aero especial corrugado de alta adherencia, límite elástico 4700 kg/cm <sup>2</sup> , colocado en armadura muro, comprendiendo elaboración completa y colocación					
Recubrimiento mínimo 3 cm.	17 $\Phi$ 10	—	—	Kg	10,54
	34 $\Phi$ 16	—	—	Kg	48,98

1	800.000	#
1	169.976	X2
2	105 956.800	T+
2	632 446.000	T1
2	250.000	#
1	169.976	X2
2	632 446.000	T
45	570.340	#2
	16.000	#
45	570.340	X2
729	125.440	T+
	28.000	#
45	570.340	X2
1	275 969.520	T+
2	005 094.960	T1
	44.000	#
45	570.340	X2
2	005 094.960	T
1	169.976	#2
		TT

---

45	570.340	#2
	14.000	#
45	570.340	X2
637	984.760	T+
	24.000	#
45	570.340	X2
1	093 688.160	T+
1	731 672.920	T1
1	169.976	#2
	400.000	#
1	169.976	X2
467	990.400	T+
1	800.000	#
1	169.976	X2
2	105 956.800	T+
2	573 947.200	T1
2	573 947.200	+1
1	731 673.000	+1
4	305 620.200	T1



MURO FORNALUTX

MURO CON CONTRAFUERTE

A.- CONTRAFUERTE.

- A<sub>1</sub> .- m<sup>3</sup> Hormigón en zapata contrafuerte = 23,00 m<sup>3</sup>
- A<sub>2</sub> .- Armado zapata contrafuerte = 1454 Kg
- A<sub>3</sub> .- m<sup>3</sup> Hormigón en contrafuerte = 17,5 m<sup>3</sup>
- A<sub>4</sub> .- Armado contrafuerte = 905 Kg

B.- PANTALLA.

- B<sub>1</sub> .- m<sup>3</sup> Hormigón en pantalla = 21,25 m<sup>3</sup>
- B<sub>2</sub> .- Armado en pantalla = 868 Kg

C.- HORMIGON POBRE PARA IGUALACION TERRENO EN ZAPATA CONTRAFUERTE Y PANTALLA.

- C<sub>1</sub> .- m<sup>3</sup> Hormigón pobre de 100 Kg C.P./m<sup>3</sup> = 4,5 m<sup>3</sup>

MURO CORRIDO

- D<sub>1</sub> .- m<sup>3</sup> Hormigón en zapatas muro = 2,61 m<sup>3</sup>/ml muro
- D<sub>2</sub> .- Armado en zapatas muro = 59,2 Kg/ml muro



DOCUMENTACION ADJUNTA

PLANOS

- PLANO 01 : Mapa de Situación
- PLANO 02 : Mapa Geológico
- PLANO 03 : Corte Geológico General
- PLANO 04 : Mapa de Situación de Sondeos y Cortes
- PLANO 05 : Corte Geológico
- PLANO 06 : Corte Geológico
- PLANO 07 : Perfil Geotécnico
- PLANO 08 : Perfil Geotécnico
- PLANO 09 : Esquema de Situación de los muros

ANEXOS

- GRAFICOS DE LOS SONDEOS
- TABLAS DE ANALISIS DE LABORATORIO
- DIAGRAMAS DE PERMEABILIDAD
- GRAFICOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO
- DOCUMENTOS HISTORICOS SOBRE CRECIDAS DEL TORRENTE DE FORNALUTX
- FOTOGRAFIAS

SONDEO :

1

OBRA N°:





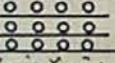
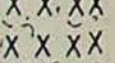

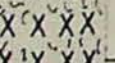
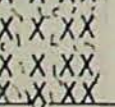
77/11

FECHA:

15-2-77

SITUACION : FORNALUTX

EQUIPO : MOBILE DRILL B-30-S

Litología	Cotas m.	Potencias m.	Descripción	Ø SONDEO	Ø ENT.	Ø PIEZ.	N. E. m.	Muestra		Suelo			Roca			
								Nº Tipo I-S-R	Cotas m.	S. P. T. Golpes 15+15+15	Consistencia.	H. R. B. Casagran de	Fracturación	Resistencia.	Karstificación	% R. Q. D.
	1,80	1,80	ARCILLA ROJIZAS CON MATERIA ORGANICA							BLANDA	CL-ML					
	2,00	2,00	ARCILLAS COLOR ROJO OSCURO, MUY PLASTICAS CON ALGO DE GRAVAS CALIZAS				1	I. S.	1,8-2,4		DURA	CL				
	3,80	4,80	BOLOS Y GRAVAS 5-15c.m. Ø DE CO <sub>2</sub> CA Y BASALTICAS CON ARCILLAS COLOR ROJO OSCURO MUY PLASTICAS Y ALGO ARENOSA.								DURA	GC				
	8,60						7,35m 24-377									
	9,80	1,20	CALIZA COLOR CLARO.										B	A	B	50
	10,60	0,80	CONGLOMERADO DE CANTOS CALIZOS Y BASALTICOS.				Ø 65 10 m.						M-B	A-M	B-M	44
	12,00	1,40	BASALTO AMIGDALOIDEO COLOR VERDOSO, MUY ALTERADO										M-A	M-B	—	0
	13,50	1,50	BASALTO AMIGDALOIDEO COLOR VINOSO, MUY ALTERADO.				Ø 86						A	B	—	7
	15,00	1,50	BASALTO AMIGDALOIDEO COLOR VIOLACEO, ALGO ALTERADO.				Ø 66						M	M	—	8

Observaciones SONDEO INICIADO EN COTA 0,0(cero) DEL TERRENO NATURAL.

A = ALTO  
M = MEDIO  
B = BAJO



SONDEO :

2

OBRA N°:

77/11

FECHA:

17-2-77

SITUACION: FORNALUTX

EQUIPO: MOBILE DRILL B-30-S

Litología	Cotas m.	Potencias m.	Descripción	Ø SONDEO	Ø ENT.	Ø PIEZO	N.º E.	Muestra		Suelo		Roca									
								Nº Tipo I-S-R	Cotas m.	S. P. T. Golpes 15+15+15	Consistencia	H. R. B. Casagran de	Fracturación	Resistencia	Karstificación	R. Q. D.					
	150	150	ARCILLAS COLOR ROJIZO				0,0m. 24-377	2 I. S.	10-16		BLANDA	CL - ML A 4-5 (8)									
	250		ARCILLAS ROJIZAS PLASTICAS CON ALGO DE ARENAS Y VESTIGIOS DE GRAVAS.					3 I. S.	26-32		DURA	CL - ML A. 4-5 (12)									
	400	0,30	ARCILLAS IRISADAS (verdosas) PLASTICAS.					4 I. S.	35-39												
	430							5 I. S.	40-44												
	520		ARCILLAS IRISADAS (rojizas) CON GRAVAS CALIZAS Y BASALTICAS.										DURA	GC							
	950	1,10	CALIZA COLOR BEIG.	Ø 65 50m.									B	A	M - B	0					
	1060	1,20	BASALTO AMIGDALOIDEO SANO, COLOR OSCURO.					6 R	11,0 11,2							M	A	B	0		
	1180	0,20	GRAVAS DE CANTOS Y BOLOS CALIZOS Y BASALTICOS CON ARCILLAS.																		
	1200	0,60	CALIZA COLOR BEIG.					7 R	12,3 12,5								B	A	B	68	
	1260	2,40	BASALTO AMIGDALOIDEO MUYALTERADO COLOR GRIS VERDOSO.															M - A	B	M - B	0
	1500			Ø 86																	
				Ø 65																	

Observaciones SONDEO INICIADO EN COTA -1,0 (menos uno) DEL TERRENO NATURAL : (excavación)

PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 12,60 m.

A = ALTO  
M = MEDIO  
B = BAJO

SONDEO :

3

OBRA N°:

7/11

FECHA:

21 Y 25-2-77

SITUACION : FORNALUTX

EQUIPO : MOBILE DRILL B-30-S

Litología	Cotas m.	Potencias m.	Descripción	Ø SONDEO	Ø ENT.	Ø PIEZO.	N. E. m.	Muestra		Suelo		Roca				
								Nº Tipo	Cotas m.	S. P T Golpes	Consistencia	H. R. B. Casagran de	Fracturación	Resistencia	Karstificación	R Q D
		1,60	ARCILLA ROJIZAS (irizadas) CON DEBILES CAPAS DE ARENISCAS VINOLAS				0,87m 24-377	8 I. S.	0,6-1,0	FIRME	CL-ML					
	1,60	0,40	LUTITAS VERDOSAS DE APARIENCIA ESQUISTOSA					9 I. S.	1,0-1,6		A. 4-5(0)					0
	2,00									(ROCA)		A	B			
		1,50	ARCILLAS IRISADAS (verdosas a rojizas) CON DEBILES CAPAS DE ARENISCAS INTERESTRATIFICADAS Y GRAVAS CALIZAS AL FINAL.							MUY DURA	G C					
	3,50															
		5,80	BASALTO AMIGDALOIDEO, GRAVAS Y BOLOS DUROS Y COMPACTOS A ALTERADOS COLOR VERDE OSCURO, MATRIZ ARCILLOSA.													
	9,30															
	9,80	0,50	CALIZAS COLOR BEIG CLARO.										B	A	M-B	44
X X X X																
X X X X	10,50	0,70	BASALTO AMIGDALOIDEO COLOR VERDOSO										A	A	M-B	0
		2,50	CALIZAS COLOR BEIG CON VETAS CO <sub>3</sub> CA. KARSTIFICACION PATENTE, ORTOESPARITA Y FISURAS KAUSTICAS (de 10,50 a 10,70: fisura karstica).										M	A	M-B	20
	13,00															
		1,50					Ø 86						M	A	M-B	0
X X X X X	14,50															
X X X X X	15,00	0,50	BASALTO AMIGDALOIDEO SEMIALTERADO VERDOSO CON ORTOESPARITA										A	B	M-B	0
		1,00	CALIZA COLOR BEIG CLARO										M	A	M-B	0
X X X X X	16,00															
X X X X X	16,50	0,50	BASALTO AMIGDALOIDEO MUY ALTERADO COLOR VERDOSO.				Ø 65						A	B	M-B	0

Observaciones SONDEO INICIADO EN COTA 0,0 (cero) DEL TERRENO NATURAL  
 A=ALTO  
 M=MEDIO  
 B=BAJO.

PERDIDA TOTAL DEL AGUA A LOS 5,2m.

SONDEO :

4

OBRA N°:

77/11

FECHA:

28-2-77

SITUACION : FORNALUTX

EQUIPO : MOBILE DRILL B-30-S

Litología	Cotas m.	Potencias m.	Descripción	Ø SONDEO	Ø ENT.	Ø PIEZO.	N. E. M.	Muestra		Suelo			Roca					
								Nº Tipo I-S-R	Cotas m.	S. P. T. Golpes 15+15+15	Consistencia.	H. R. B. Casagran de	Fracturación	Resistencia.	Karstificación	R. Q. D.		
	100	1,00	RELLENO ARTIFICIAL															
	1,60	1,60	ARCILLAS IRISADAS (rojizas) MUY COMPACTAS CON DEBILES CAPAS DE ARENISCAS ROJIZAS.								FIRME	CL-ML						
	2,60	2,60	ARCILLAS COLOR ROJIZO, MUY COMPACTAS. ALGO DE GRAVAS, A A BUNDANTES GRAVAS.															
	5,20																	
	5,80	0,60																
	6,40	0,60	BASALTO AMIGDALOIDEO COLOR GRIS VINOSO MUY KARSTIFICADO ( 30 % fisuras 1-5cm). ORTOESPARITA.												M	A	M	100
	7,50	1,10													M	A	A	46
	2,00		ARENISCAS COLOR VINOSO EN ARCILLAS IRISADAS ( VERDOSAS Y ROJIZAS ).												M	M		30
	9,50																	
	3,50		BASALTO AMIGDALOIDEO FAESCO. VERDOSO OSCURO.												B	A		5
	13,00			Ø 86														0

Ø 65  
12,50  
SECO  
24-3-77

Observaciones SONDEO INICIADO EN LA COTA +10 (mas uno) DEL TERRENO NATURAL (relleno)

A = ALTO  
M = MEDIO  
B = BAJO

SONDEO :

5

OBRA N°:

77/11

FECHA:

29-11-77

SITUACION: FORNALUTX

EQUIPO: MOBILE DRILL B-30-S

Litología	Cotas m.	Potencias m.	Descripción	Ø SONDEO	Ø ENT.	Ø PIEZO.	N. E. m.	Muestra		Suelo		Roca				
								Nº Tipo I-S-R	Cotas m.	S. P. T. Golpes 15+15+15	Consistencia.	H. R. B. Casagran de	Fracturación	Resistencia.	Karstificación	% R. Q. D.
	100	100	ARCILLAS IRISADAS (rojizas) CON ALGO DE GRAVAS													
	220	120	BOLOS Y GRAVASCALIZAS CON ARCILLAS ROJIZAS													
	380	160	ARCILLAS IRISADAS (rojizas y verdosas) CON DEBILES CAPAS DE ARENISCAS IRISADAS.					S	22-26	20-R-R	MUY DURA	GC				
	480	100	BOLOS Y GRAVAS DE CALIZAS Y ARENISCAS EN ARCILLA IRISADA					1715	38-42		DURA	GC				
	640	640	ARCILLAS ROJIZAS CON GRAVAS				525 m. 24-377				DURA	GC				
	1120	180											A	M	—	0
	1300	250	LUTITAS COLOR GRIS OSCURO, MUY FRACTURADAS CON TRAMOS ARCILLOSOS OSCUROS.	Ø 86			Ø 65 125 m.						A	M	—	0
	1550	250											A	M	—	0
	1800			Ø 65												

Observaciones SONDEO INICIADO EN LA COTA -1 (menos uno) DEL TERRENO NATURAL (excavado)

PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 90 m.

A=ALTO  
M=MEDIO  
B=BAJO

SONDEO :

6

OBRA N°:

77/11

FECHA:

5-3-77

SITUACION : FORMALUTX

EQUIPO : MOBILE DRILL B-30-S

Litología	Cotas m.	Potencias m.	Descripción	Ø SONDEO	Ø ENT.	Ø PIEZO	N. E. M.	Muestra		Suelo			Roca			
								Nº Tipo I-S-R	Cotas m.	S. P. T. Golpes 15+15+15	Consistencia.	H. R. B. Casagran de	Fracturación	Resistencia.	Karstificación	% R. Q. D.
XXXXXXX	100	100	ARCILLAS COLOR ROJIZO				042m 24-377				BLANDA					
	480		ARCILLAS ROJIZAS CON ALGO DE GRAVAS					181. S. 30-340		FIRME	CL-ML A. 4.5 (0) A. 2.6 (0)					
	580 610	030	BASALTO AMIGDALOIDEO COLOR VERDOSO, MUY ALTERADO. BOLO				Ø 65 50 m.	19 S. 40-445 20 I. S. 45-490	15-30-15							
	290		ARCILLAS ROJIZAS CON GRAVAS								DURA	GC				
	900		1,80 LUTITAS COLOR GRIS OSCURO, MUY CUARTEADAS										A	M	—	0
	1080		2,30										A.	M.	—	0
	1310		1,10 LUTITAS COLOR GRIS OSCURO MUY COMPACTAS Y FISURADAS, CON INTERCALACIONES DE ARCILLAS GRIS OSCURAS.										A	M	—	0
	1420		330										A	M	—	0
	1750			Ø 86												
	1900		150 ARENISCAS COLOR ROJIZO, INTERCALADAS EN ARCILLAS IRISADAS				Ø 65						A	M	—	0

Observaciones SONDEO INICIADO EN LA COTA -0,5 m. (menos cero cinco) DEL TERRENO NATURAL (excavación)

A=ALTO  
M=MEDIO  
B=BAJO

SONDEO :

7

OBRA N°:

77/11

FECHA:

8-3-77

SITUACION : FORNALUTX

EQUIPO : MOBILE DRILL B-30-S

Litología	Cotas m.	Potencias m.	Descripción	Ø SONDEO	Ø ENT.	Ø PIEZO.	N.E.m.	Muestra		Suelo			Roca				
								Nº Tipo I-S-R	Cotas m.	S.P.T. Golpes 15+15+15	Consistencia.	H.R.B. Casagrande	Fracturación	Resistencia.	Karstificación	R.Q.D.	
		1,00	ARCILLA ROJIZA CON ALGO DE GRAVAS				0,44m 24377										
	100	0,80	GRAVAS CALIZAS CON ARCILLAS PARDO-ROJIZAS								(ROCA)		B	A	B	0	
	180	0,50	BLOQUE CALIZO BEIG														
	230										(ROCA)		M	M			
	330	1,00	BASALTO AMIGDALOIDEO EN ARCILLAS ROJIZAS.														
	440	1,10	ARCILLAS IRISADAS (rojizas)					21 I. S.	36-40		FIRME	CL-ML					
								22 I. S.	44-50								
		4,60	ARCILLAS IRISADAS CON BOLOS Y GRAVAS CALIZAS Y BASALTICAS				Ø 65 75m.				DURA	CL-ML A. 2-6 (D) Y G C					
	900																
		6,00	LUTITAS COLOR AZUL GRISACEO MUY FISURAS					23 R	100-102				M	A		0	
	1500						Ø 86										

Observaciones SONDEO INICIADO EN COTA 0,0 (cero) DEL TERRENO NATURAL

A = ALTO  
M = MEDIO  
B = BAJO

SONDEO :

8

OBRA N°:







77/11

FECHA:

11-3-77

SITUACION : FORMALUTX

EQUIPO : MOBILE DRILL B-30-S

Litología	Cotas m.	Potencias m.	Descripción	Ø SONDEO	Ø ENT.	Ø PIEZO	N. E. F.	Muestra		Suelo		Roca			
								Nº 1 Tipo I-S-R	Cotas m.	S. P. T. Golpes 15+ 15+ 15	Consistencia.	H. R. B. Casagran de	Fracturación	Resistencia.	Karstificación
	5,20		ARCILLAS ROJIZAS CON VESTIGIOS DE GRAVAS CALIZAS Y BASALTICAS					24 I. S. 22-24		DURO	CL-ML				
								25 I. S. 31-35							
								26 I. S. 4,6-5,0							
	5,20	2,60	BASALTO AMIGDALOIDEO FRESCO.									M	A	M-B	36
		2,40	BOLOS Y GRAVAS CALIZAS Y BASALTICAS EN ARCILLAS ROJIZAS.							DURO	GC				
		2,00	CALIZAS COLOR CLARO									B	A	B	16
		1,80	CALIZAS COLOR CLARO MUY FISURADAS									A	A	B	0
		3,00	LUTITAS OSCURAS MUY FISURADAS CON INTERCALACIONES ARCILLOSAS OSCURAS									M-A	M	—	0
	17,00														

237m  
24377

Ø 65  
90 m.

Ø 85

Observaciones SONDEO INICIADO EN LA COTA -0,5 (menos cero cinco) DEL TERRENO NATURAL (excavación)

A= ALTO  
M= MEDIO  
B= BAJO

PERDIDA TOTAL DEL AGUA A LOS 10,30m.

SONDEO :

9

OBRA N°:

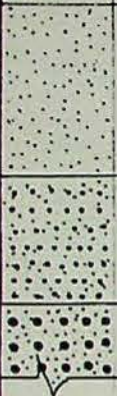
77/11

FECHA:

16-3-77

SITUACION: FORNALUTX

EQUIPO: MOBILE DRILL B-30-S

Litología	Cotas m.	Potencias m.	Descripción	Ø SONDEO	Ø ENT.	Ø PIEZO	N.E. m.	Muestra		Suelo			Roca		
								Nº 1 Tipo I-S-R	Cotas m.	S.P.T. Golpes 15+15+15	Consistencia.	H. R. B. Casagran de	Fracturación	Resistencia.	Karstificación
	2,30	2,30	ARCILLAS ROJIZAS				0,37m 24-377	27 I.S.	10-14	FIRME	CL				
	2,30							28 I.S.	18 22						
	1,70	1,70	ARCILLAS ROJIZAS CON ALGO DE GRAVAS					29 I.S.	30 34	FIRME	CL-ML A.6 (10)				
	4,00	4,00						30 I.S.	40 44						
	1,00	1,00	ARCILLAS ROJIZAS CON ABUNDANTES GRAVAS CALIZAS.	Ø 86		Ø 65	5.0 m.	31 I.S.	4.6 5.0	FIRME	CL-ML A.6 (10)				

Observaciones SONDEO INICIADO EN LA COTA 0,0 (cero) DEL TERRENO NATURAL




SONDEO : 10

OBRA N°: 77/11

FECHA: 16-3-77

SITUACION: FORNALUTX

EQUIPO: MOBILE DRILL B-30-S

Litología	Cotas m.	Potencias m.	Descripción	Ø SONDA	Ø ENT.	Ø PIEZO.	N. E. F.	Muestra		Suelo			Roca				
								Nº 1 Tipo I-S-R	Cotas m.	S. P. T. Golpes 15+15+15	Consistencia.	H. R. B. Casagran de	Fracturación	Resistencia.	Karstificación	R. Q. D.	
	200		ARCILLAS ROJIZAS														
	300	1,20	ARCILLAS IRISADAS (ROJIZAS Y BEIG CLARO) CON ALGO DE GRAVAS.				30 m. 24-377	321. S.	20 - 2,4								
	400	0,80	ARCILLAS ROJIZAS CON GRAVAS.	Ø 86		Ø 65 4,0m.		331. S.	32 - 36								

Observaciones SONDEO INICIADO EN LA COTA 00 (cero) DEL TERRENO NATURAL.

SONDEO :

11

OBRA N°:




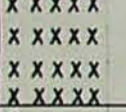

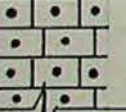
77/11

FECHA:

17-3-77

SITUACION: FORNALUTX

EQUIPO: MOBILE DRILL B-30-S

Litología	Cotas m.	Potencias m.	Descripción	Ø SONDEO	Ø ENT.	Ø PIEZO	N.E. E.	Muestra		Suelo			Roca			R. Q. D.
								Nº 1 Tipo I-S-R	Cotas m.	S. P. T. Golpes 15+15+15	Consistencia.	H. R. B. Casagran de	Fracturación	Resistencia.	Karstificación	
		7,20	ARCILLAS ROJIZAS CON ALGO DE GRAVAS				0,12m. 24-377	1. S. 0,5-0,9 341. S. 1,0 1,6		FIRME A DURO	CL-ML					
								351. S. 4,2 4,8								
								361. S. 6,4 6,8 371. S. 6,8 7,2								
		7,20														
		2,60	BOLOS CALIZOS Y GRAVAS EN ARCILLAS ROJIZAS							DURO	G.C					
							Ø 65 9,5m.									
		1,00	CALIZA COLOR BEIG.									M	A	B	13	
		1,70	BASALTO AMIGDALOIDEO.									B	A	—	10	
		3,00	BASALTO MUY ALTERADO COLOR VINOSO Y ARENISCAS VINOSAS COMPACTAS									A	B	—	0	
		1,50	LUTITAS MUY OSCURAS CON INTERCALACIONES DE ARCILLAS OSCURAS.									A	B	—	0	
		1,700					Ø 86									

Observaciones SONDEO INICIADO EN LA COTA 00 (cero) DEL TERRENO NATURAL.

A=ALTO  
M=MEDIO  
B=BAJO

PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 13,15 m.

SONDEO :

CATAS

OBRA N°:

77/11

FECHA:

28-3-77

SITUACION: FORNALUTX

EQUIPO :

Litología	Cotas m.	Potencias m.	Descripción	Muestra		Suelo			Roca			
				Nº 1 Tipo I-S-R	Cotas m.	S. P. T. Golpes 15* 15* 15	Consis- tencia.	H. R. B. Casagran- de	° Fractu- ración	° Resisten- cia.	° Karstifi- lación	R. Q. D.
[Dotted pattern]	120	120	CATA "A"									
	140	0,20	ARCILLAS ROJIZAS Y GRAVAS DE DERRUBIOS DE PIE DE FALLA RECIENTE LUTITAS OSCURAS Y MUY DESCOMPUESTAS	381. S.	0,8 1,4							
								(RQCA)				
[Dotted pattern]	1,40	1,40	CATA "B"									
			ARCILLAS ROJIZAS Y GRAVAS DE DERRUBIOS RECIENTES	391. S.	0,8 - 1,4							
[Dotted pattern]	0,50	0,50	CATA "C"									
	1,50	1,50	ARCILLAS ROJIZAS ARCILLAS IRISADAS CON GRAVAS									
[Dotted pattern]	2,00	2,00										
[Cross-hatched pattern]	1,20	1,20	CATA "D"									
	2,00	0,80	BLOQUE DE BASALTO EN ARCILLAS ROJIZAS ARCILLAS IRISADAS CON GRAVAS									

Observaciones

ENSAYOS DE LABORATORIO

OBRA: FORNALUTX

FECHA: ABRIL 1977

Sondeo nº	S-1	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S-3	S-3	S-3	S-3	S-4	S-4	S-4	S-4	S-4
Cotas m.	1.8-2.4	1.0-1.6	2.6-3.2	3.5-3.9	4.0-4.4	11.0-11.2	12.3-12.5	0.6-1.0	1.0-1.6	3.5-3.7	4.7-5.2	20-2.6	3.2-3.6	3.7-4.1	4.7-5.1	6.9-7.1
Muestra nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Tipo Muestra	Inalterada Representativa.															
Granulometria	% Pasa 3/4"															
	.. nº4															
	.. nº10															
	.. nº40															
Límites Atterberg	L. L.															
	L. P.															
	I. P.															
	Clasificación															
Casagrande	CL															
	H. R. B.															
	I. G.															
Humedad Natural																
Peso Especifico Particulas																
Materia Orgánica																
Densidad Aparente																
Corte Directo	Cohesión Aparente Kgr/cm <sup>2</sup>															
	Angulo de Rozamiento															
Compresión	Simple Kgr/cm <sup>2</sup>															
	Confinada.															
	Triaxial															
Proctor	Densidad Máxima															
	Humedad Optima.															
I. C. B. R.																
Factor Portante																
Permeabilidad cm.																
Densidad seca																

ENSAYOS DE LABORATORIO

OBRA: FORNALUTX

FECHA: ABRIL 1977

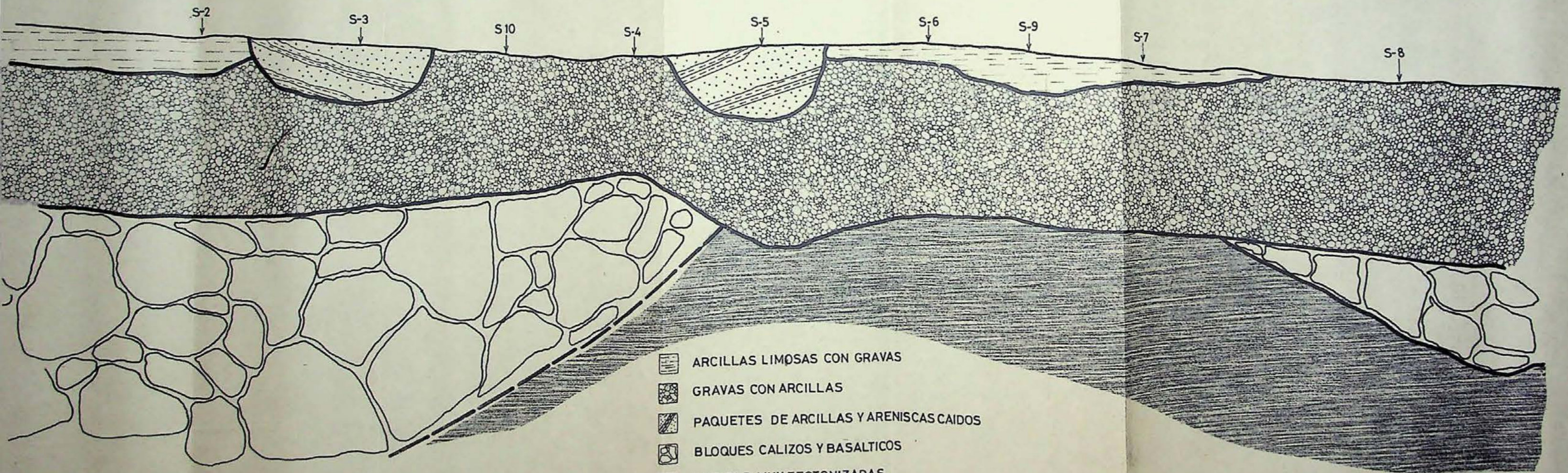
Sondeo nº	S-5	S-6	S-6	S-6	S-7	S-7	S-7	S-8	S-8	S-8	S-9	S-9	S-9	S-9	S-9	10	
Cotas m.	3'8-4.2	3.0-3.4	4.0-4.45	4.5-4.9	3.6-4.0	4.4-5.0	10.0-10.2	220-2.4	3.10-3.5	4.6-5.0	1.0-1.40	1.80-2.2	3.0-3.40	4.0-4.40	4.60-5.0	2.0-2.4	
Muestra nº	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
Tipo Muestra	Inalterada Representativa.																
Granulometria	% Pasa 3/4"																
	.. n°4			89.50	90.37			91.79								86.19	
	.. n°10																
	.. n°40																
Límites Atterberg	.. n°200			59.51	17.32			26.63								60.36	
	L. L.		24.7	20.45	23.1	19.15	18.35			30.32	26.9				19.7	30.8	
	L. P.		17.24	15.53	17.55	9.13	13.69			16.19	15.42				6.29	16.17	
	I. P.		7.46	4.93	5.55	10.02	4.66			13.42	11.48				13.4	14.63	
Clasificación	Casagrande		CL-ML	CL-ML	CL-ML	CL-ML	CL-ML			CL	CL-ML				CL-ML	CL	
	H. R. B.			A-4-5	A-2-6			A-2-6							A-6		
	I. G.			7	0			0							10		
Humedad Natural	18.0			18.0	14.2	13.54			14.32	17.06	21.6		18.49	17.26			
Peso Especifico Particulas							2.460										
Materia Orgánica																	
Densidad Aparente	1.92	1.83	2.29		2.12	2.0		2.14	2.12	1.83	1.78	1.98	2.09	2.03	2.16		
Corte Directo	Cohesión Aparente Kgr/cm <sup>2</sup>																
				0.1		0.55					0.22	0.63			0.37		
Compresión	Angulo de Rozamiento																
				28°		27°					25°	14°			24°		
	Simple Kgr./cm <sup>2</sup>	4.70		2.17					1.31	1.33	3.67		2.01	0.95		3.35	
Proctor	Contínada.																
Proctor	Triaxial																
	Densidad Máxima																
Humedad Optima.																	
I. C. B. R.																	
Factor Portante																	
Permeabilidad cm.																	
Densidad seca	1.62		2.05		1.85	1.76			1.85	1.56	1.46		1.76	1.78			








# ENSAYOS DE LABORATORIO

OBRA: FORNALUTX

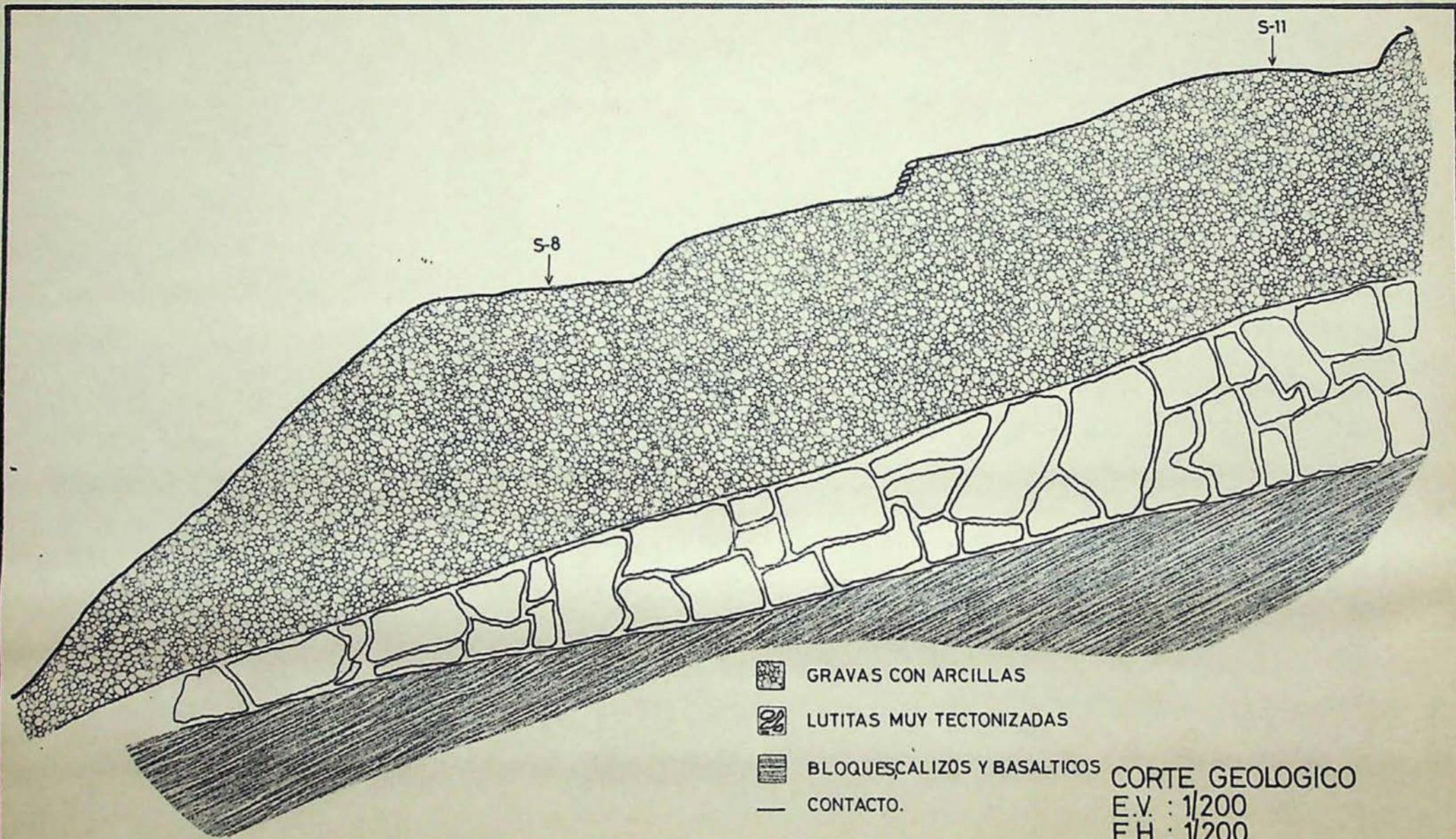
FECHA: ABRIL 1977





Sondeo nº		S-10	S-11	S-11	S-11	S-11	A	B
Cotas m.		3.2-3.6	4.0-4.6	4.2-4.8	6.4-6.8	6.8-7.2	0.8-1.4	0.8-1.4
Muestra nº		33	34	35	36	37	38	39
Tipo Muestra		Inalterada Representativa.						
Granulometría	% Pasa 3/4"							
	.. nº4				93.80			
	.. nº10							
	.. nº40							
	.. nº200				66.48			
Límites Atterberg	L. L.				16.85			
	L. P.				6.3			
	I. P.				10.54			
Clasificación	Casagrande				CL - ML			
	H. R. B.				A - 5			
	I. G.				12			
Humedad Natural			16.6	18.1				
Peso Especifico Particulas								
Materia Orgánica								
Densidad Aparente			1.97	2.01	2.03		2.1	1.73
Corte Directo	Cohesión Aparente Kgr/cm <sup>2</sup>				0.37			
	Angulo de Rozamiento				33°			
Compresión	Simple Kgr/cm <sup>2</sup>	3.20				3.80	0.96	1.23
	Confinada.							
	Triaxial		C = 0.25 φ = 15°		C = 0.2 φ = 9.5°			
Proctor	Densidad Máxima							
	Humedad Optima.							
I. C. B. R.								
Factor Portante								
Permeabilidad cm.								
Densidad seca					1.78			



-  ARCILLAS LIMOSAS CON GRAVAS
-  GRAVAS CON ARCILLAS
-  PAQUETES DE ARCILLAS Y ARENISCAS CAIDOS
-  BLOQUES CALIZOS Y BASALTICOS
-  LUTITAS MUY TECTONIZADAS.
-  CONTACTO NORMAL
-  CONTACTO SUPUESTO

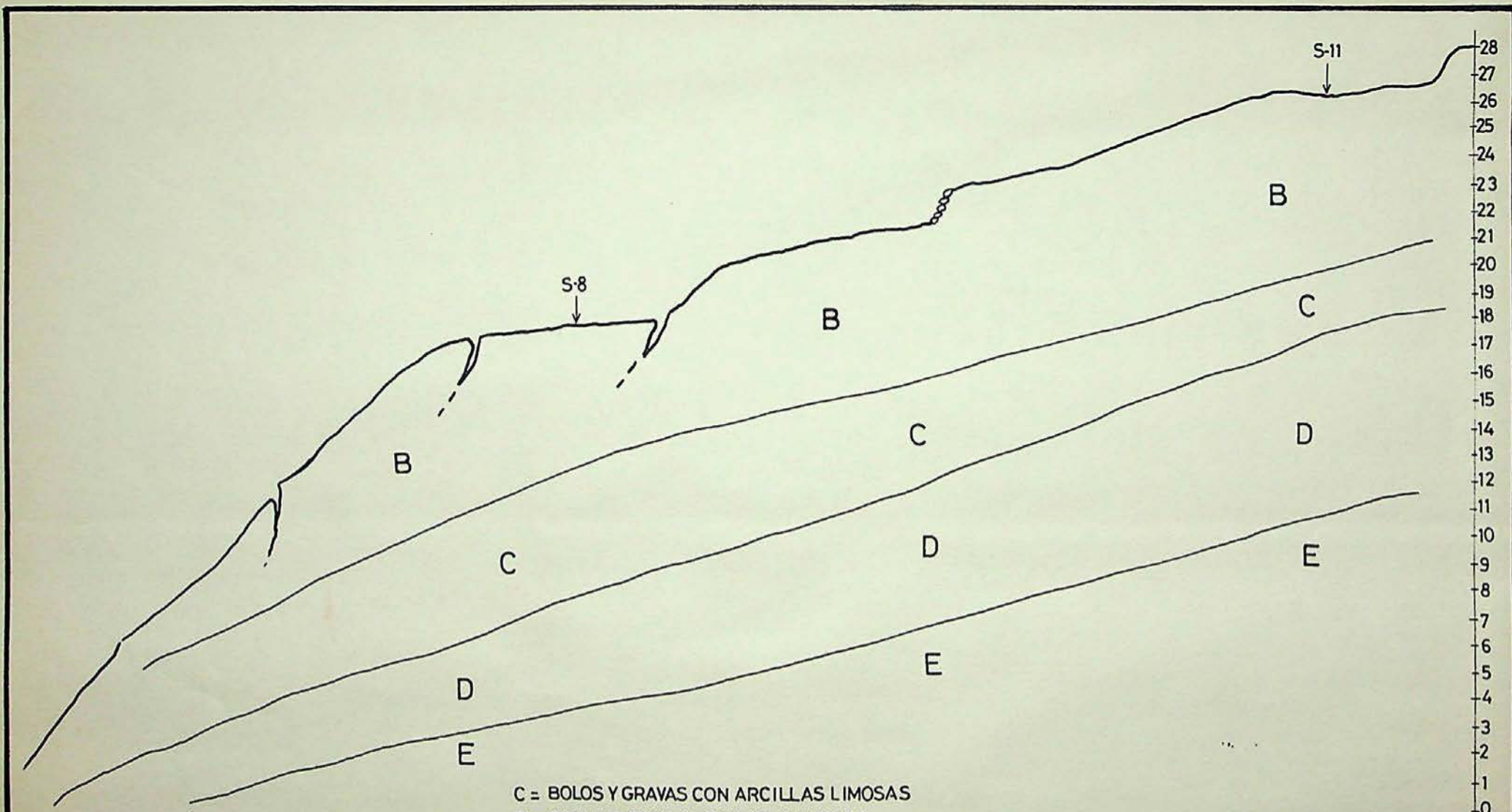
CORTE GEOLOGICO  
 E.V. : 1/200  
 E.H. : 1/200  
 S= SONDEO



-  GRAVAS CON ARCILLAS
-  LUTITAS MUY TECTONIZADAS
-  BLOQUES CALIZOS Y BASALTICOS
-  CONTACTO.

CORTE GEOLOGICO  
 E.V. : 1/200  
 E.H. : 1/200





C = BOLOS Y GRAVAS CON ARCILLAS LIMOSAS  
 B = GRAVAS CON ARCILLAS LIMOSAS  
 D = BLOQUES DE CALIZA Y DE BASALTO  
 E = LUTITAS MUY TECTONIZADAS CON  
 INTERCALACIONES DE LUTITAS DES-  
 COMPUESTAS ARCILLOSAS

PERFIL GEOTECNICO  
 E.V. = 1:200  
 E.H. = 1:200



DOCUMENTACION ADJUNTA

PLANOS

- PLANO 01 : Mapa de Situación
- PLANO 02 : Mapa Geológico
- PLANO 03 : Corte Geológico General
- PLANO 04 : Mapa de Situación de Sondeos y Cortes
- PLANO 05 : Corte Geológico
- PLANO 06 : Corte Geológico
- PLANO 07 : Perfil Geotécnico
- PLANO 08 : Perfil Geotécnico
- PLANO 09 : Esquema de Situación de los muros

ANEXOS

- GRAFICOS DE LOS SONDEOS
- TABLAS DE ANALISIS DE LABORATORIO
- DIAGRAMAS DE PERMEABILIDAD
- GRAFICOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO
- DOCUMENTOS HISTORICOS SOBRE CRECIDAS DEL TORRENTE DE FORNALUTX
- FOTOGRAFIAS

FECHA

CERADOR

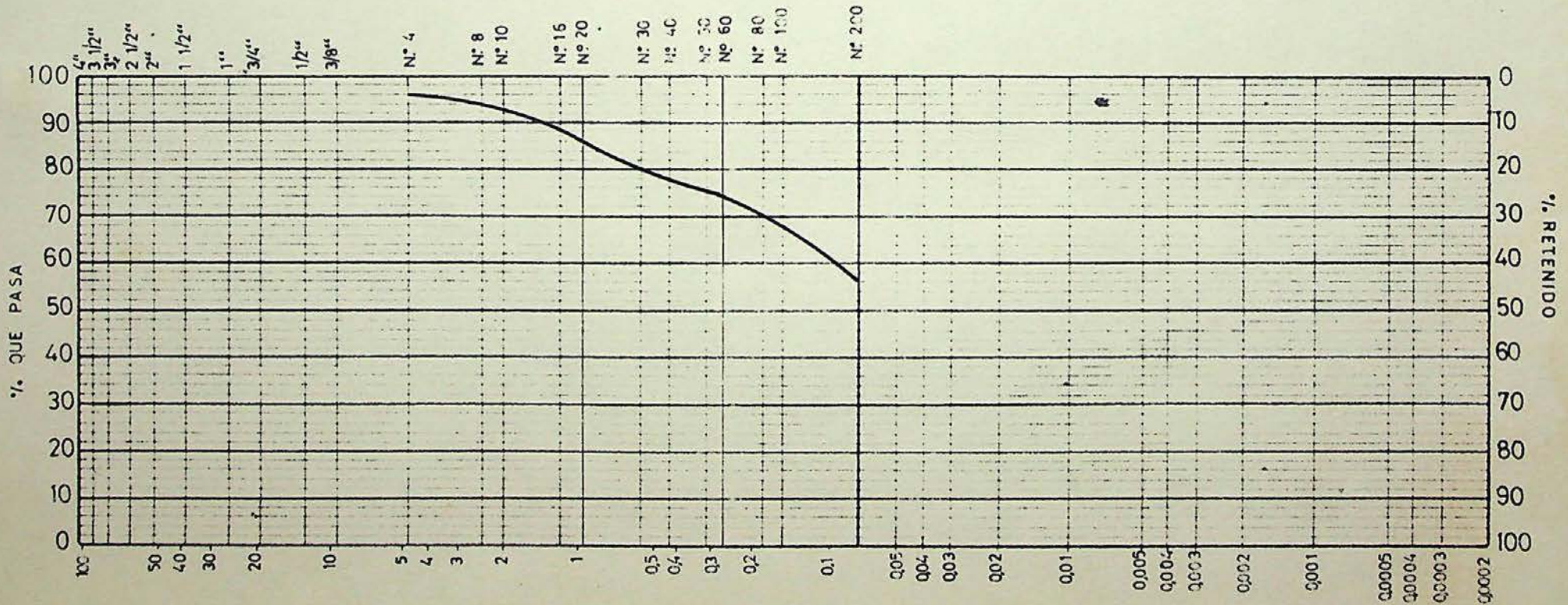
REVISADO

CIMENTACIONES Y SONDEOS  
 INGENIERIA DE SONDEOS S.A.  
 PALMA DE MALLORCA

# CURVA GRANULOMETRICA

SONDEO 2 MUESTRA 2 COTAS 1.00-1.60

GRAVA	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	ARCILLAS
	GRAVILLA			ARENA			LIMOS		



Fecha:

FECHA

OPERADOR

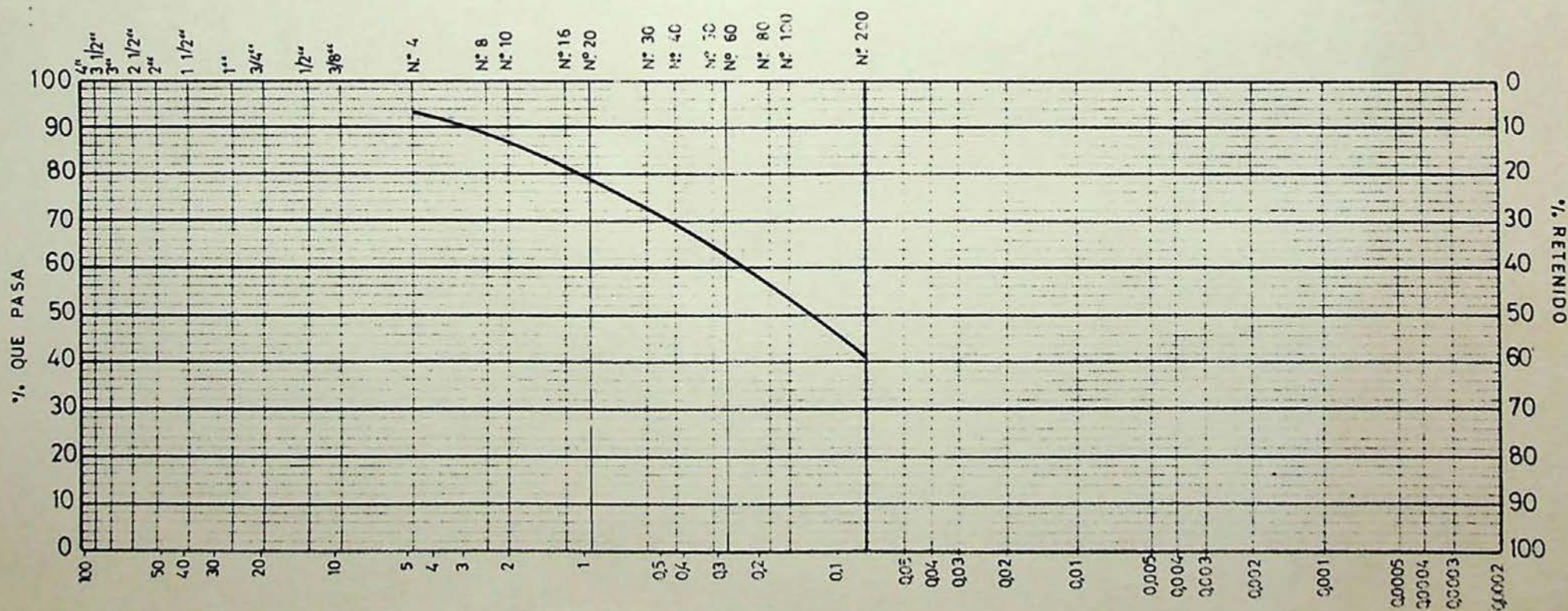
REVISADO

CIMENTACIONES Y SONDEOS  
 INGENIERIA DE SONDEOS S.A.  
 PALMA DE MALLORCA

# CURVA GRANULOMETRICA

SONDEO 2 MUESTRA 3 COTAS 2.60-3.20

GRAVA	Medio	Fina	Gruesa	Medio	Fina	Grueso	Medio	Fino	ARCILLAS
	GRAVILLA			ARENA			LIMOS		



Fecha:

FECHA

OPERADOR

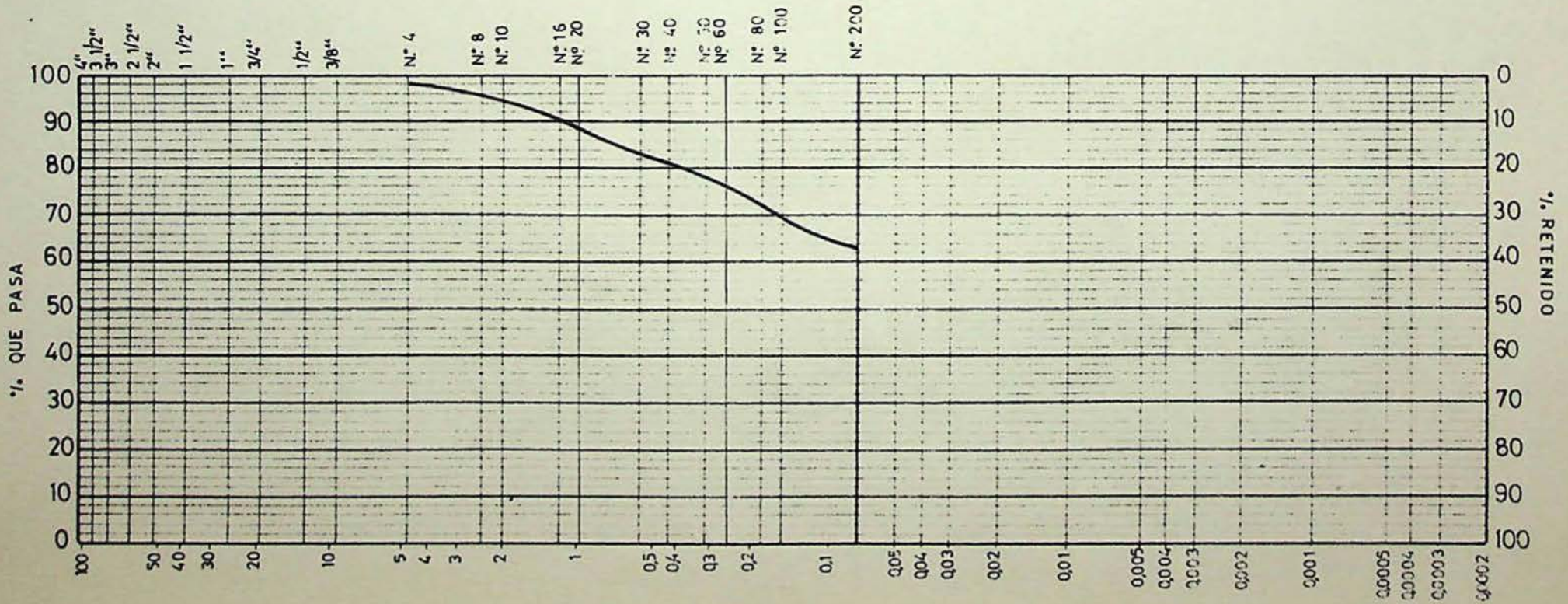
REVISADO

CIMENTACIONES Y SONDEOS  
 INGENIERIA DE SONDEOS S.A.  
 PALMA DE MALLORCA

# CURVA GRANULOMETRICA

SONDEO 2 MUESTRA 4 COTAS 3.5-3.9

GRAVA	Meda	Fina	Gruesa	Meda	Fina	Grueso	Medio	Fino	ARCILLAS
	GRAVILLA			ARENA			LIMOS		



FECHA

OPERADOR

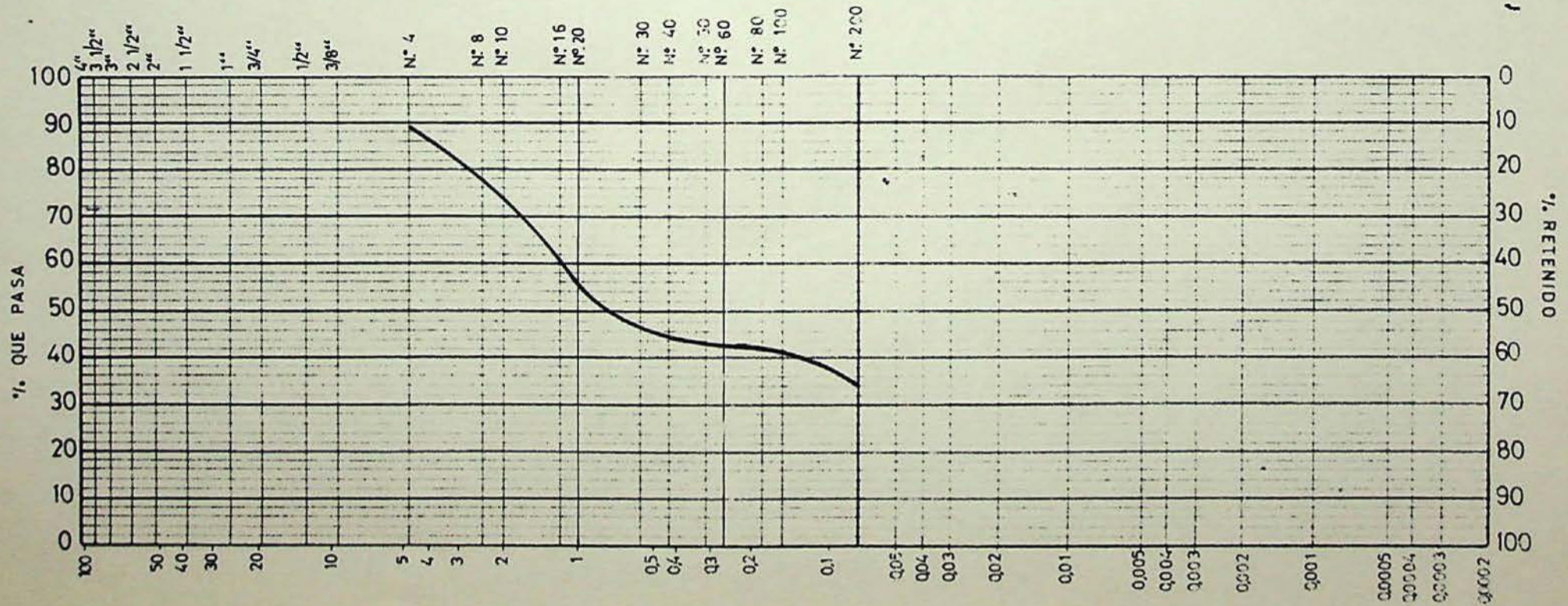
REVISADO

CIMENTACIONES Y SONDEOS  
INGENIERIA DE SONDEOS S.A.  
PALMA DE MALLORCA

## CURVA GRANULOMETRICA

SONDEO  
3MUESTRA  
11COTAS  
4.70 - 5.20

GRAVA	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	ARCILLAS
	GRAVILLA			ARENA			LIMOS		



FECHA

OPERADOR

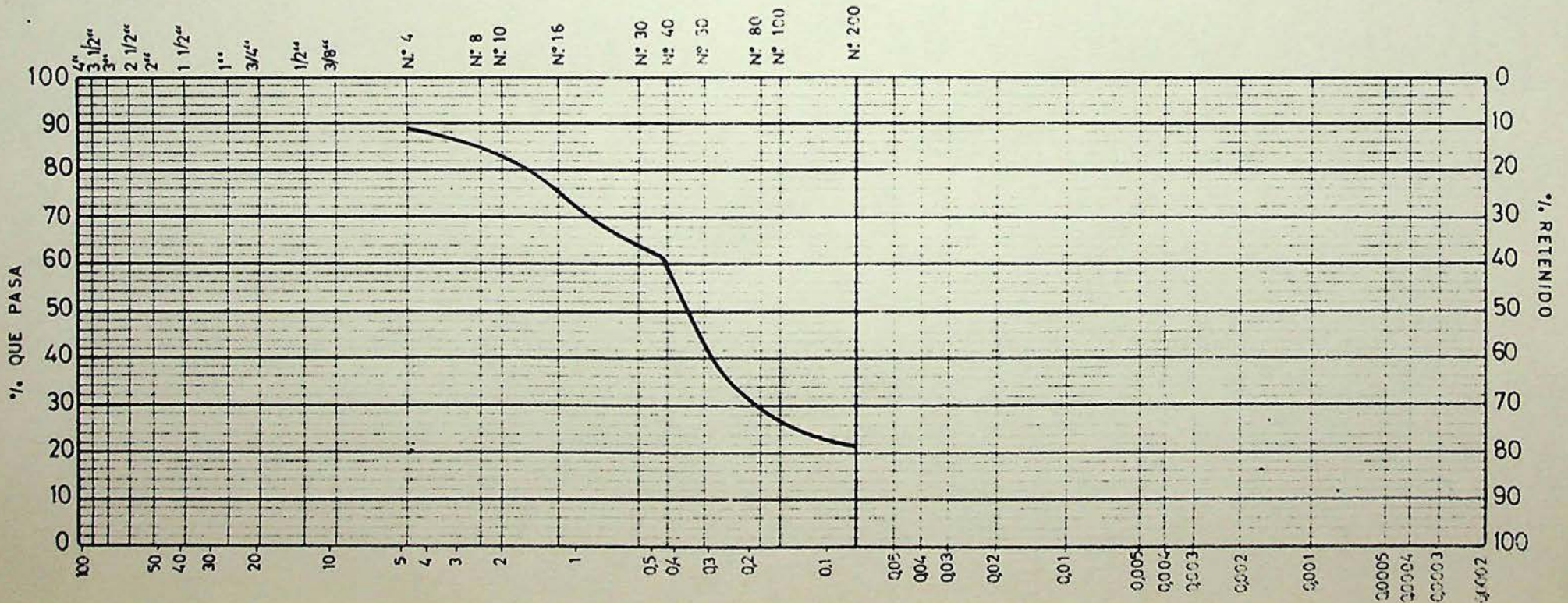
REVISADO

CIMENTACIONES Y SONDEOS  
 INGENIERIA DE SONDEOS S.A.  
 PALMA DE MALLORCA

# CURVA GRANULOMETRICA

SONDEO 4 MUESTRA 14 COTAS 3,70-4,10

GRAVA	Medio	Fina	Gruesa	Medio	Fina	Grueso	Medio	Fino	ARCILLAS
	GRAVILLA			ARENA			LIMOS		



FECHA

OPERADOR

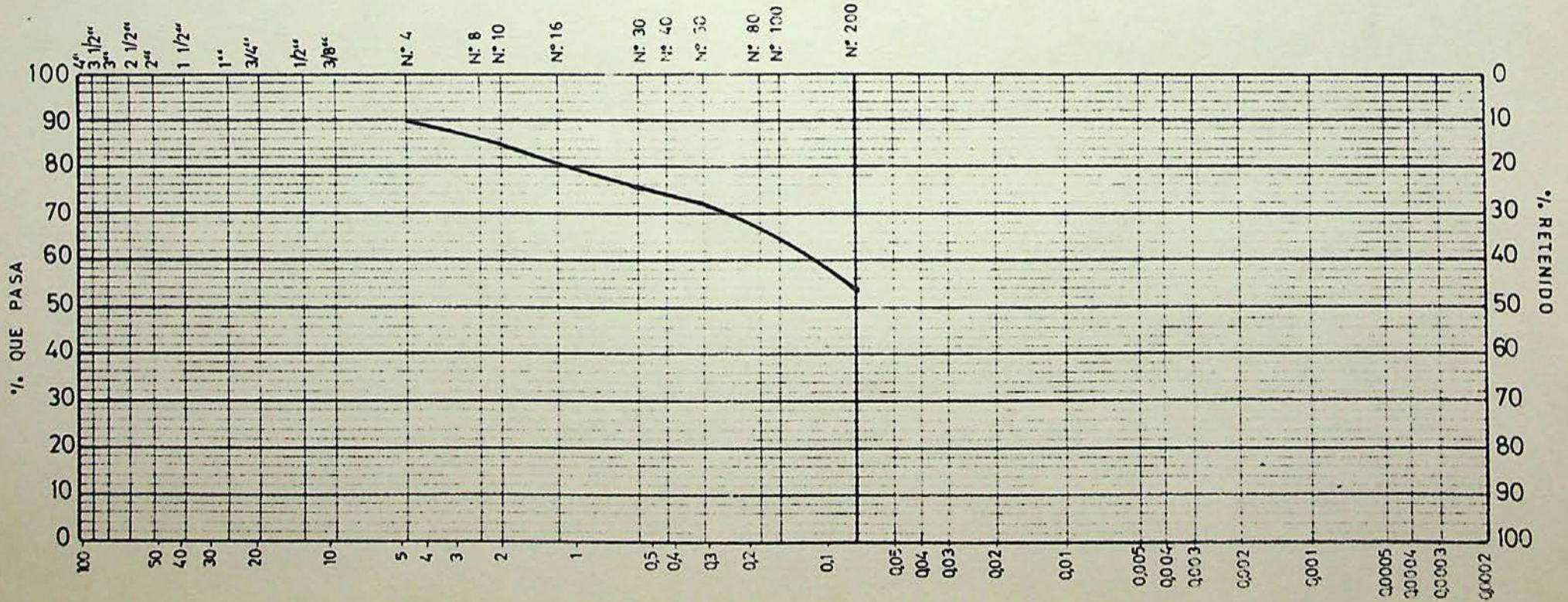
REVISADO

CIMENTACIONES Y SONDEOS  
 INGENIERIA DE SONDEOS S.A.  
 PALMA DE MALLORCA

# CURVA GRANULOMETRICA

SONDEO 6 MUESTRA 19 COTAS 4.00-4.45

GRAVA	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	ARCILLAS
	GRAVILLA			ARENA			LIMOS		





FECHA

OPERADOR

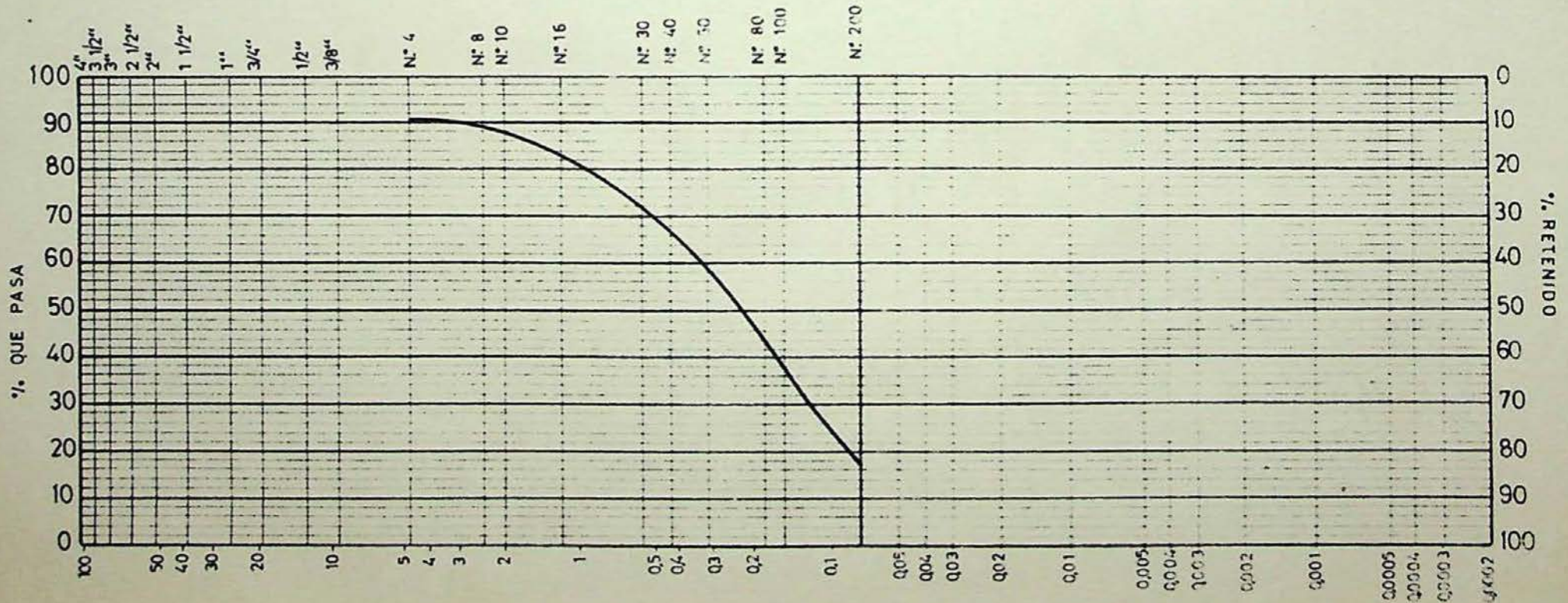
REVISADO

CIMENTACIONES Y SONDEOS  
INGENIERIA DE SONDEOS S.A.  
PALMA DE MALLORCA

## CURVA GRANULOMETRICA

SONDEO 6 MUESTRA 20 COTAS 4.5 - 4.9

GRAVA	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	ARCILLAS
	GRAVILLA			ARENA			LIMOS		



Fecha:

FECHA

OPERADOR

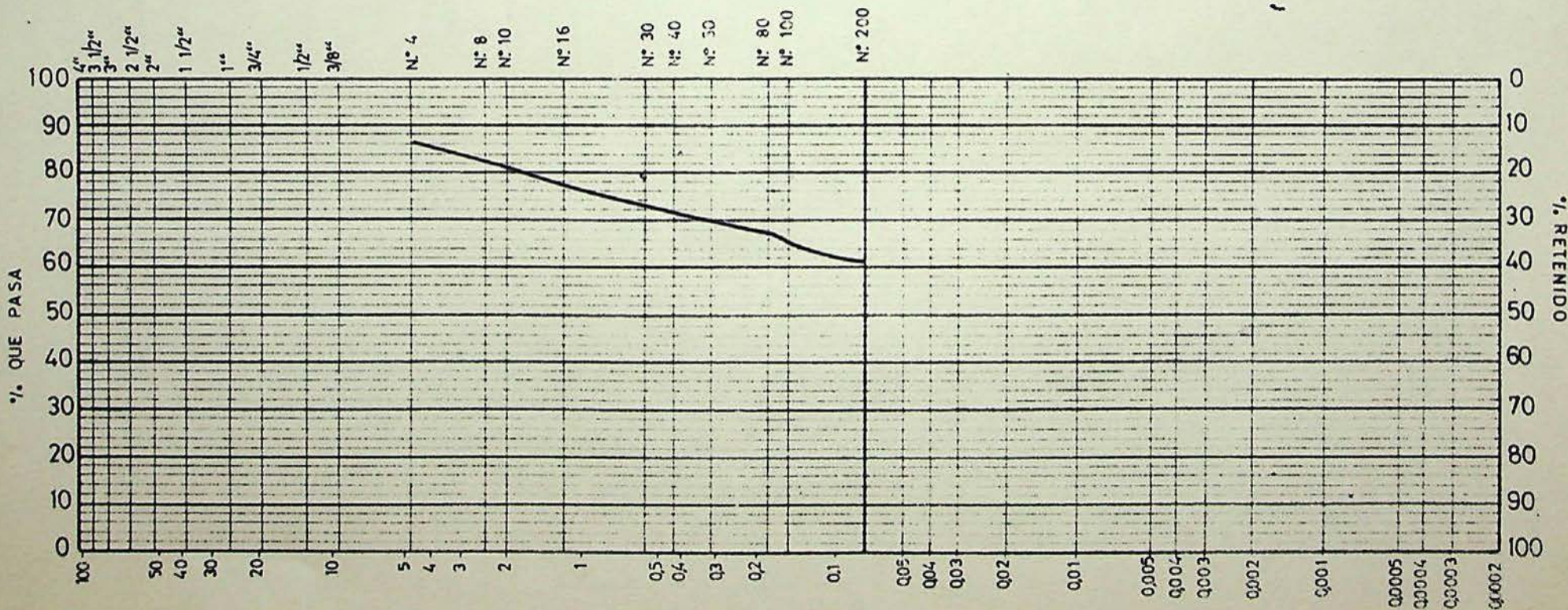
REVISADO

CIMENTACIONES Y SONDEOS  
 INGENIERIA DE SONDEOS S.A.  
 PALMA DE MALLORCA

# CURVA GRANULOMETRICA

SONDEO 9 MUESTRA 30 COTAS 4,00-4,40

GRAVA	Medio	Fina	Gruesa	Medio	Fina	Grueso	Medio	Fino	ARCILLAS
	GRAVILLA			ARENA			LIMOS		



Fecha:

FECHA

OPERADOR

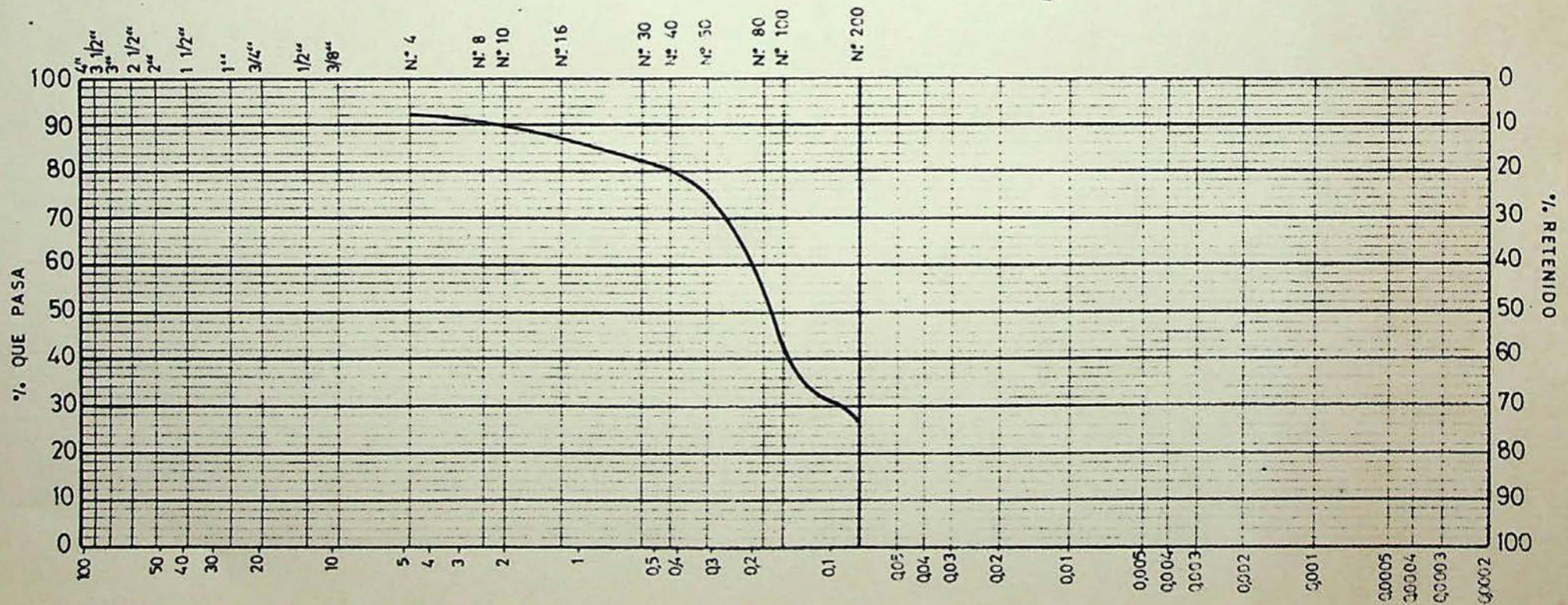
REVISADO

CIMENTACIONES Y SONDEOS  
INGENIERIA DE SONDEOS S.A.  
PALMA DE MALLORCA

## CURVA GRANULOMETRICA

SONDEO 7 MUESTRA 32 COTAS 440-5.00

GRAVA	Medía	Fina	Gruesa	Medía	Fina	Grueso	Medio	Fino	ARCILLAS
	GRAVILLA			ARENA			LIMOS		



FECHA

OPERADOR

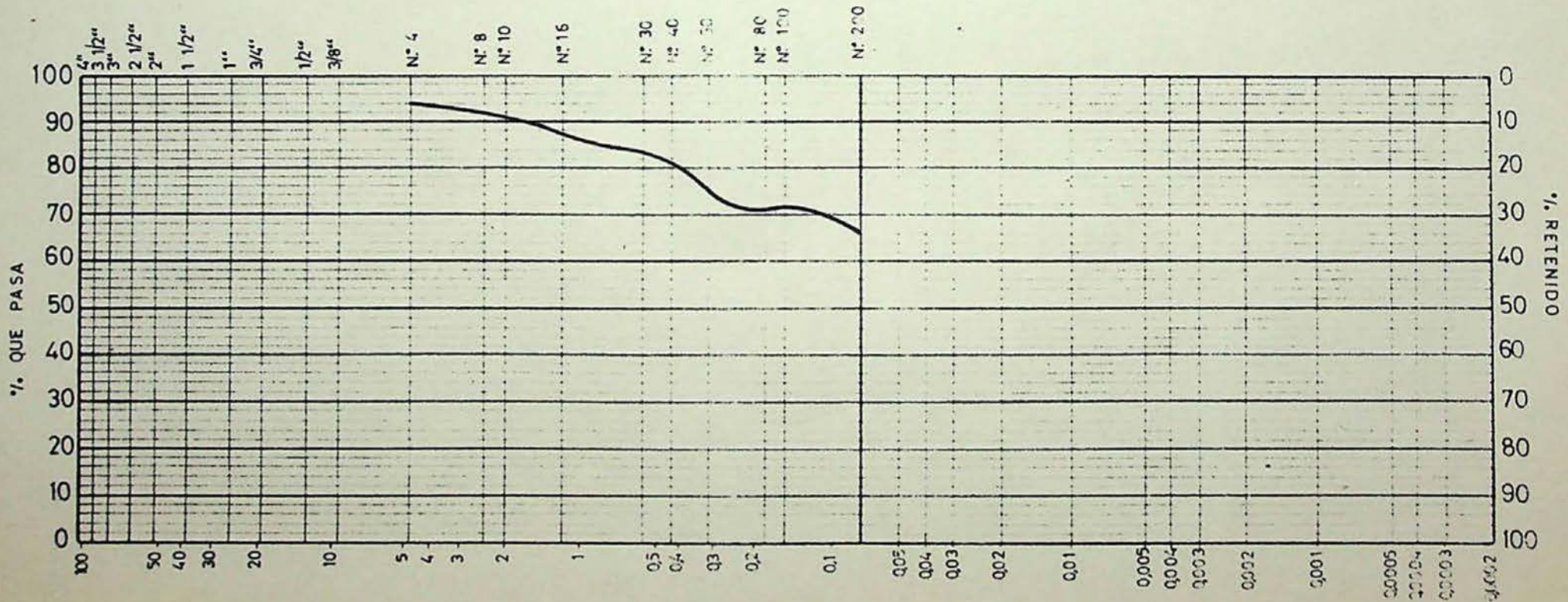
REVISADO

CIMENTACIONES Y SONDEOS  
 INGENIERIA DE SONDEOS S.A.  
 PALMA DE MALLORCA

# CURVA GRANULOMETRICA

SONDEO 11 MUESTRA 36 COTAS 6.4 - 6.8

GRAVA	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	ARCILLAS
	GRAVILLA			ARENA			LIMOS		



Fecha:

# CURVA DE FLUIDEZ

DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 1

Muestra n° 1 De 1.80 a 2.40 m.

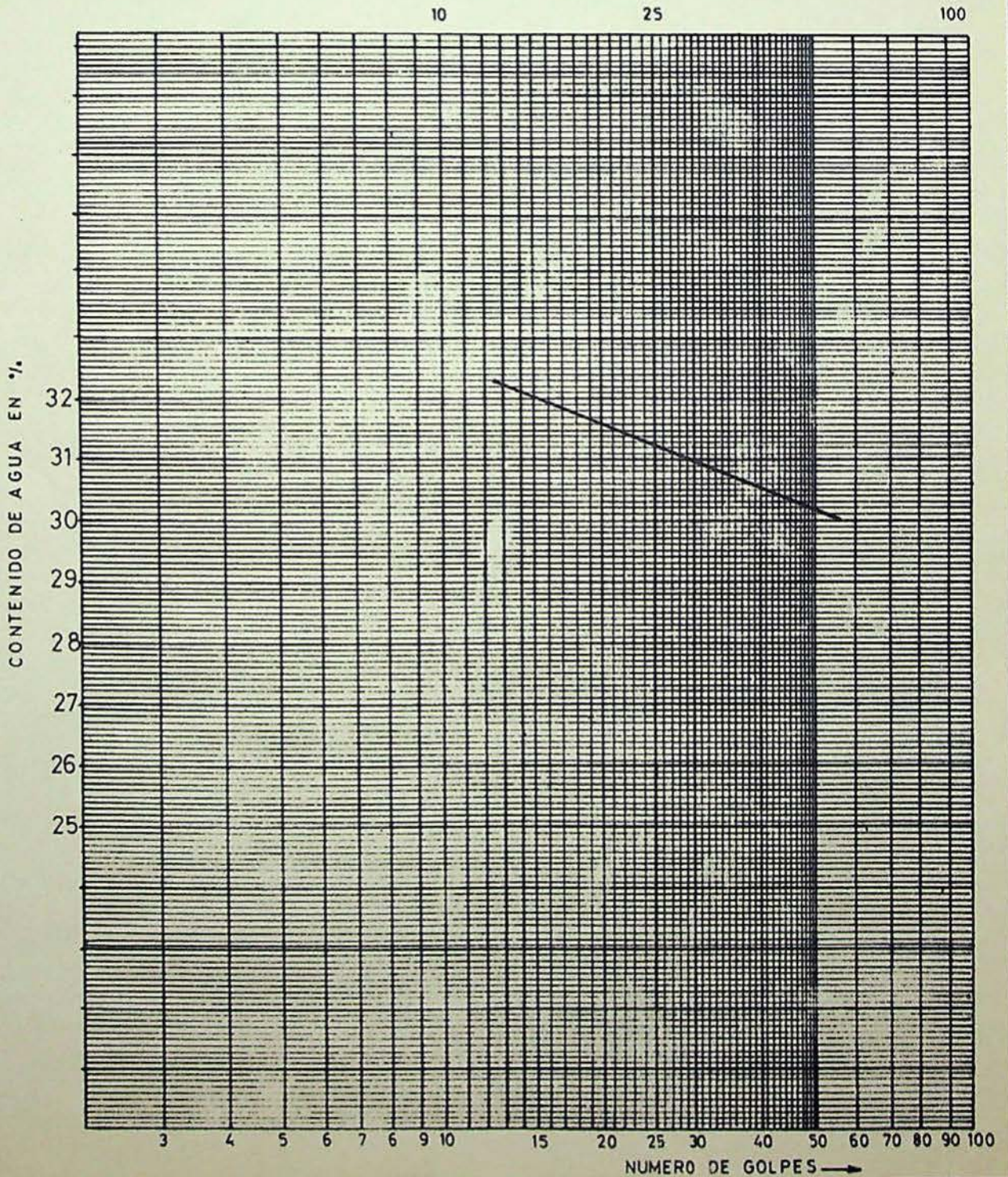
LIMITE LIQUIDO  $W_L = 31.25$   
INDICE DE FLUIDEZ  $F =$   
LIMITE PLASTICO  $W_P = 19.24$

INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 12.01$   
INDICE DE TENACIDAD  $T =$

REVISADO

OPERADOR

FECHA



# CURVA DE FLUIDEZ

DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 2

Muestra n° 2 De 1.00 a 1.60 m.

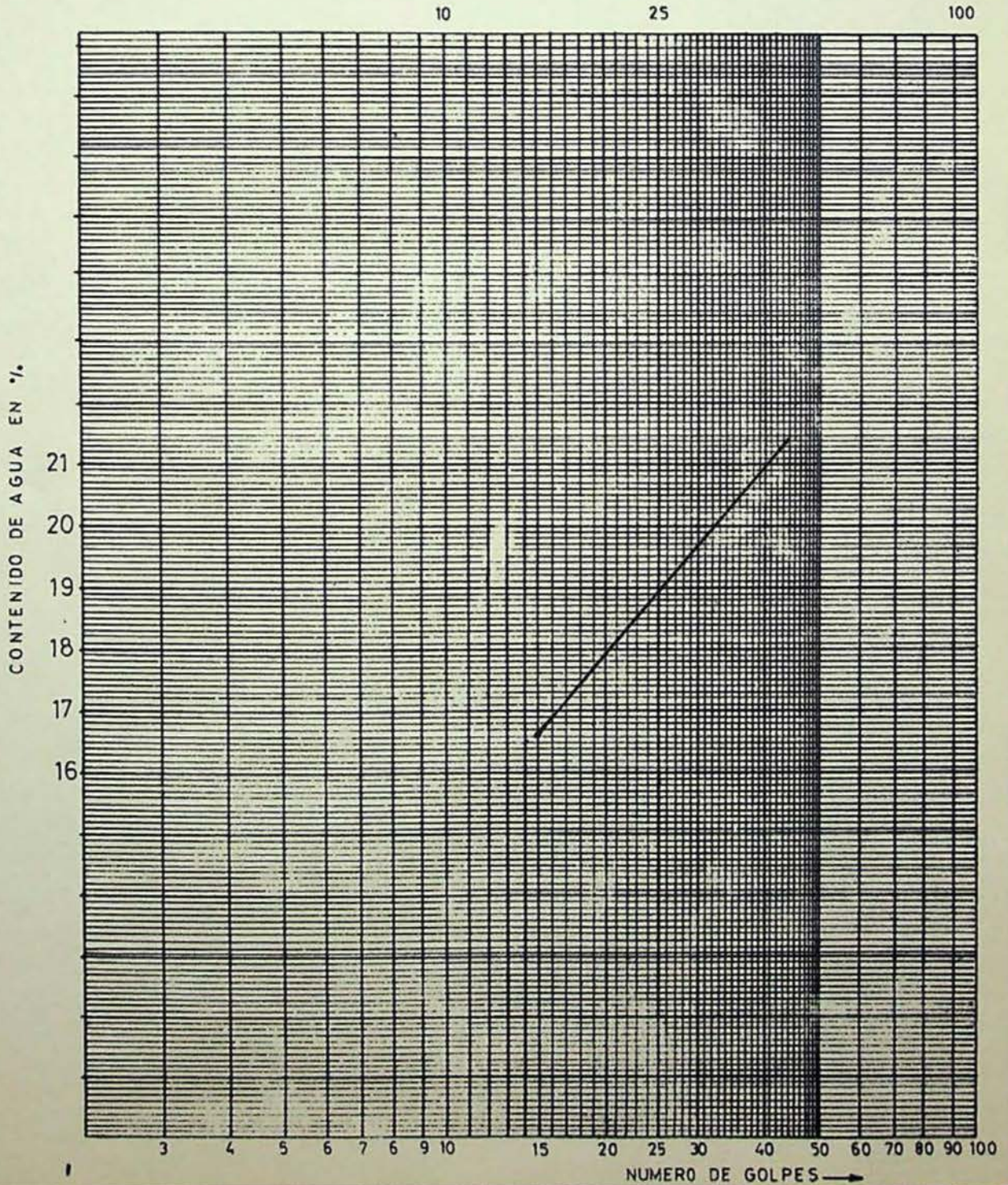
LIMITE LIQUIDO  $W_L = 18.95$   
INDICE DE FLUIDEZ  $F =$   
LIMITE PLASTICO  $W_P = 15.5$

INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 3.45$   
INDICE DE TENACIDAD  $T =$

REVISADO

OPERADOR

FECHA



# CURVA DE FLUIDEZ

## DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 2

Muestra n° 3 De 2,60 a 3,20 m.

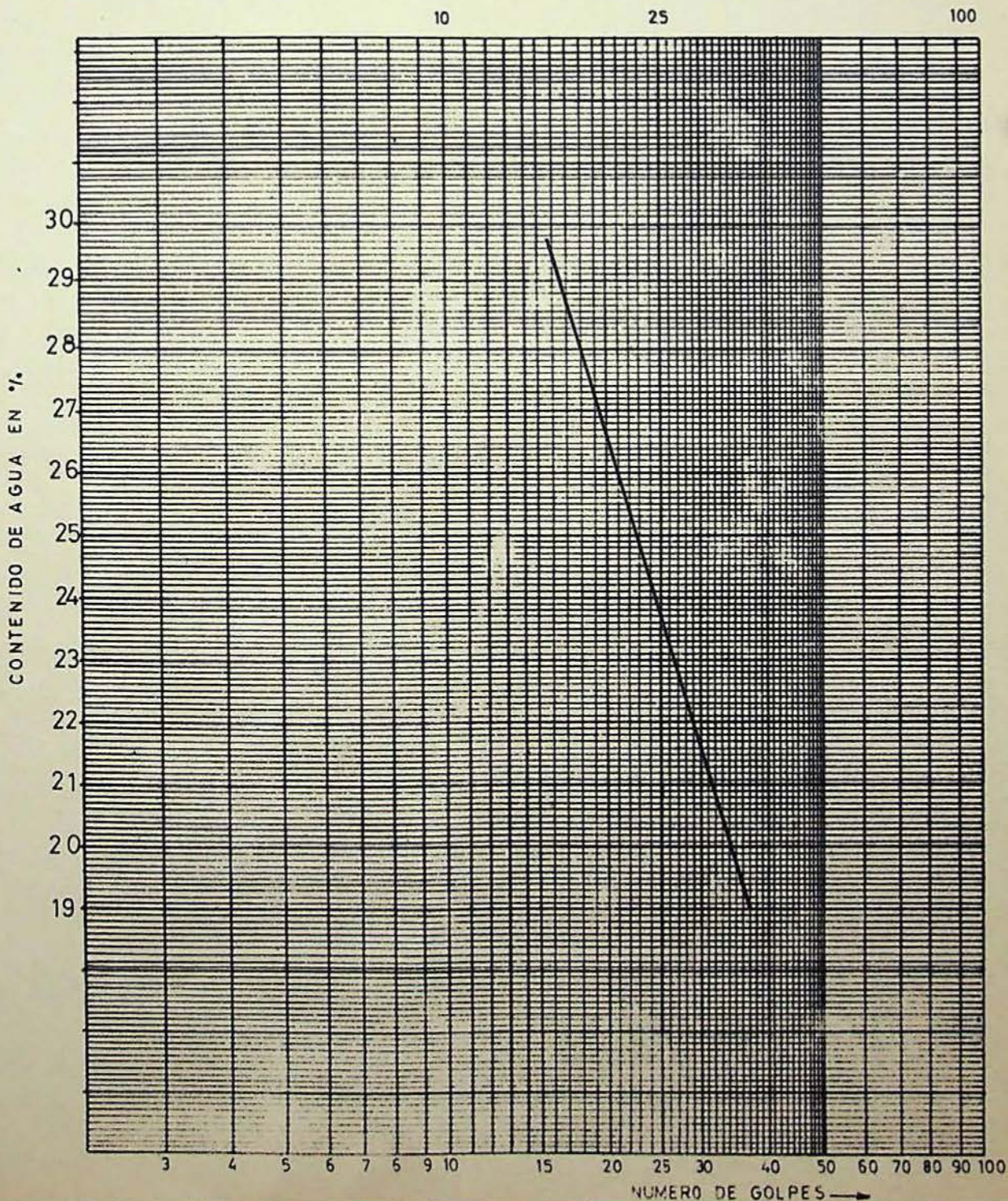
LIMITE LIQUIDO  $W_L = 23,6$   
INDICE DE FLUIDEZ  $F =$   
LIMITE PLASTICO  $W_P = 14,4$

INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 9,46$   
INDICE DE TENACIDAD  $T =$

REVISADO

OPERADOR

FECHA



# CURVA DE FLUIDEZ

DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 3

Muestra n° 9 De 1.00 a 1.60 m.

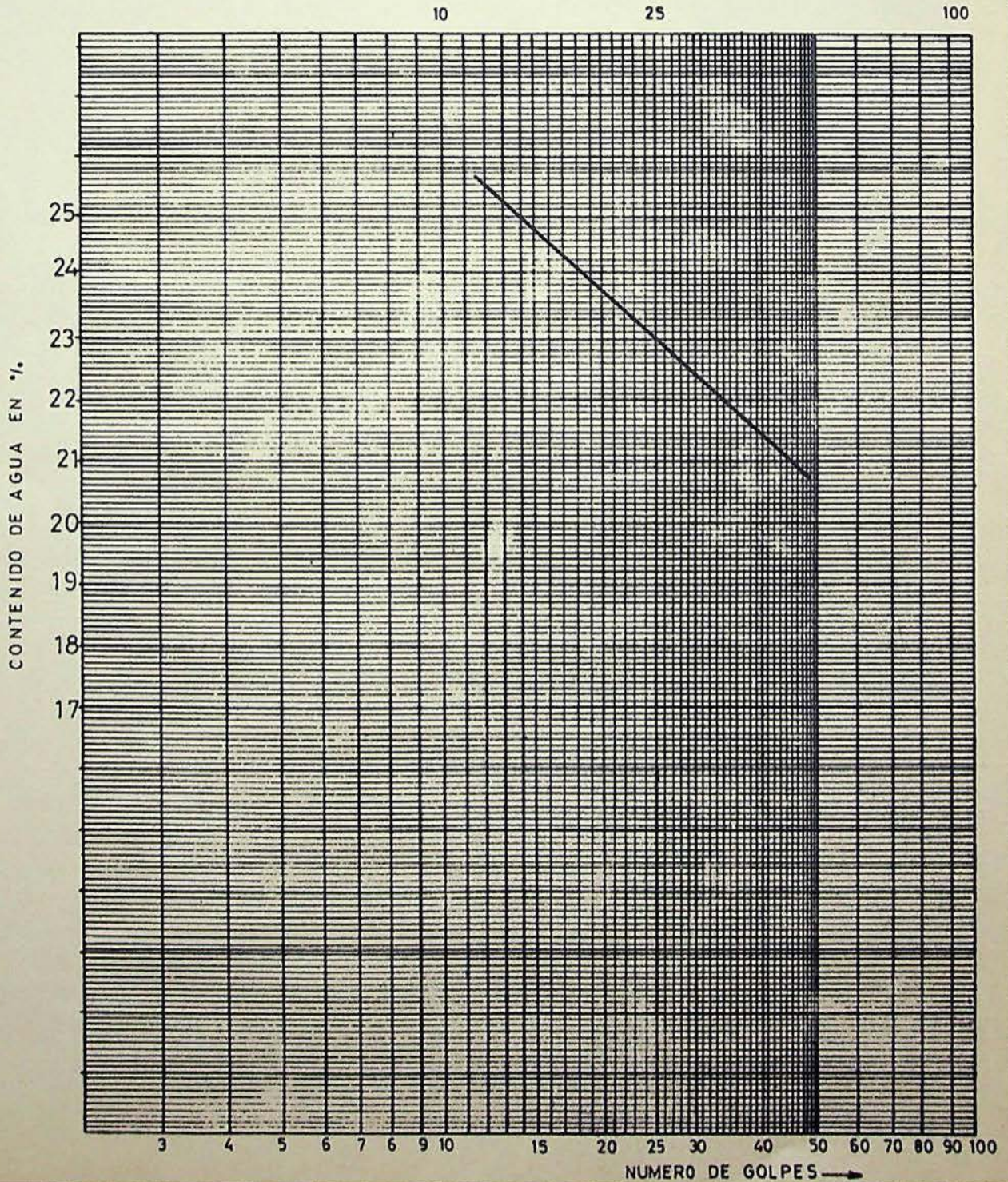
LIMITE LIQUIDO  $W_L = 23$   
INDICE DE FLUIDEZ  $F =$   
LIMITE PLASTICO  $W_P = 17.3$

INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 5.7$   
INDICE DE TENACIDAD  $T =$

REVISADO

OPERADOR

FECHA



Fecha:



# CURVA DE FLUIDEZ

DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 4

Muestra n° 12 De 20 a 2,6 m.

LIMITE LIQUIDO  $W_L = 21.36$   
INDICE DE FLUIDEZ  $F =$   
LIMITE PLASTICO  $W_P = 11.67$

INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 9.66$   
INDICE DE TENACIDAD  $T =$

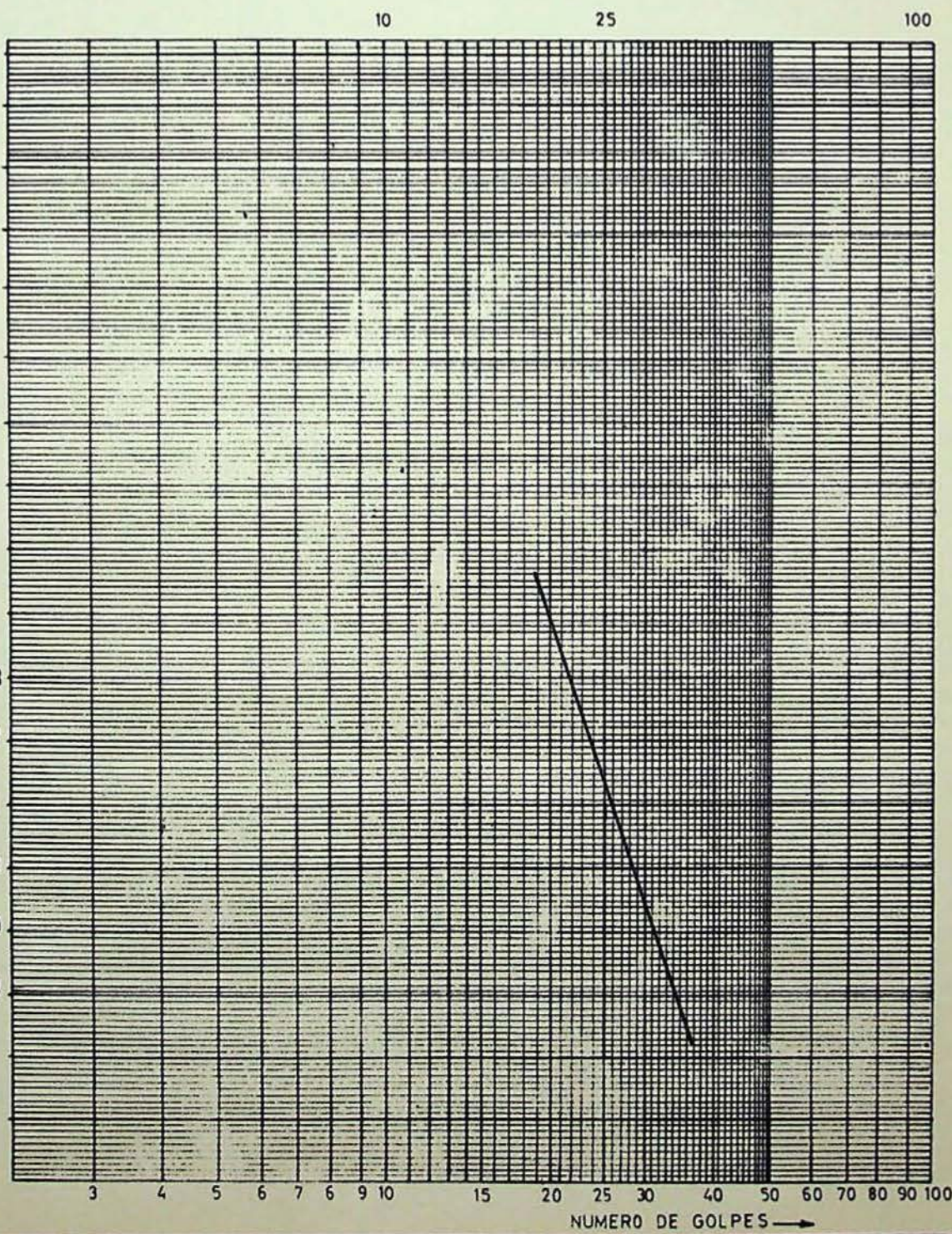
REVISADO

OPERADOR

FECHA

CONTENIDO DE AGUA EN %

23  
22  
21  
20  
19  
18



NUMERO DE GOLPES →

Fecha:

# CÚRVA DE FLUIDEZ

DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 4

Muestra n° 13 De 3.2 a 3.6 m.

LIMITE LIQUIDO  $W_L = 22.7$   
INDICE DE FLUIDEZ  $F =$   
LIMITE PLASTICO  $W_P = 17.02$

INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 5.68$   
INDICE DE TENACIDAD  $T =$

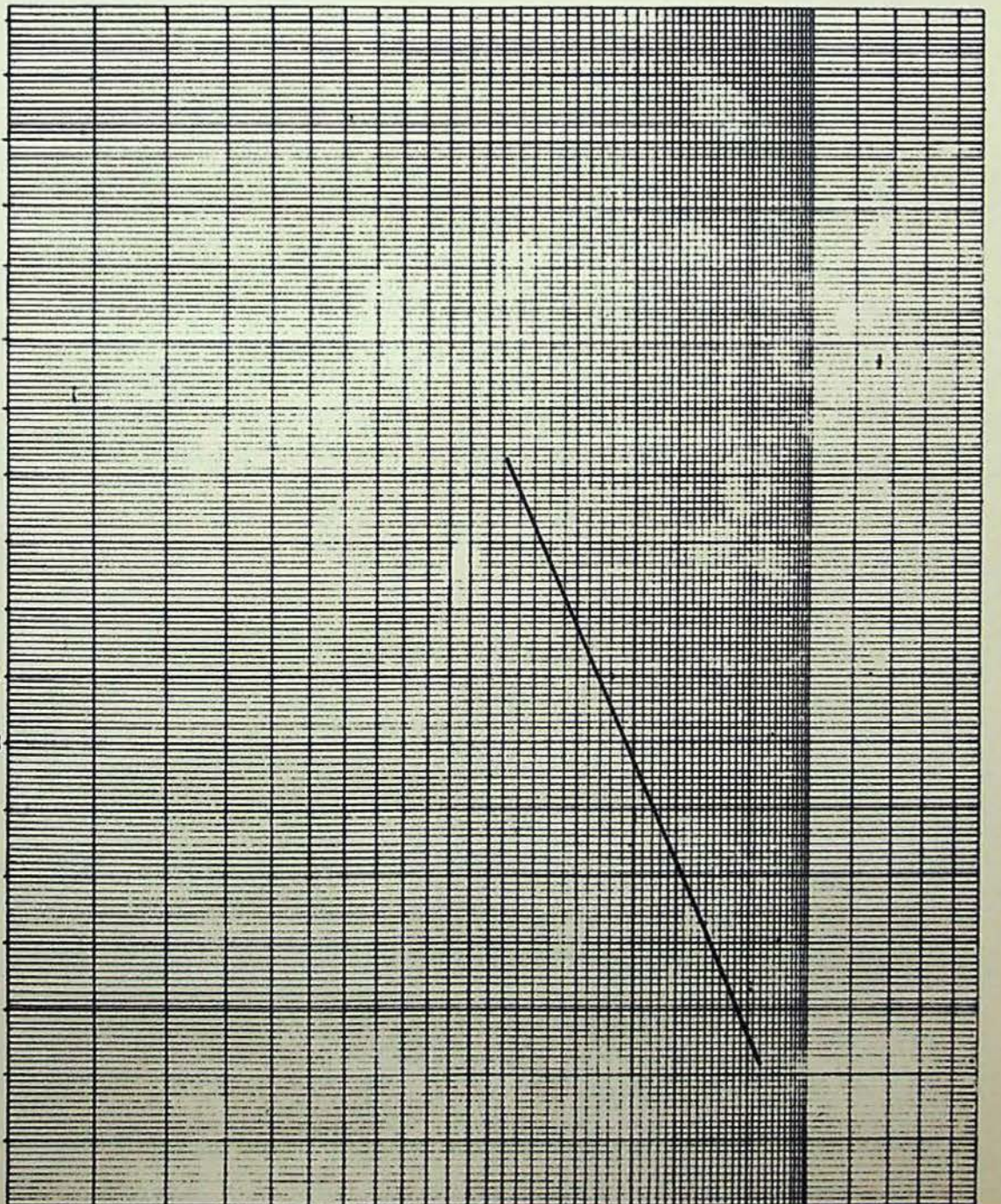
REVISADO

OPERADOR

FECHA

CONTENIDO DE AGUA EN %

24  
23  
22  
21  
20



3 4 5 6 7 8 9 10 15 20 25 30 40 50 60 70 80 90 100

NUMERO DE GOLPES →

Fecha:

# CURVA DE FLUIDEZ

## DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 4

Muestra n° 14 De 3'7 a 4'1 m.

LIMITE LIQUIDO  $W_L = 31.2$   
INDICE DE FLUIDEZ  $F =$   
LIMITE PLASTICO  $W_P = 17.65$

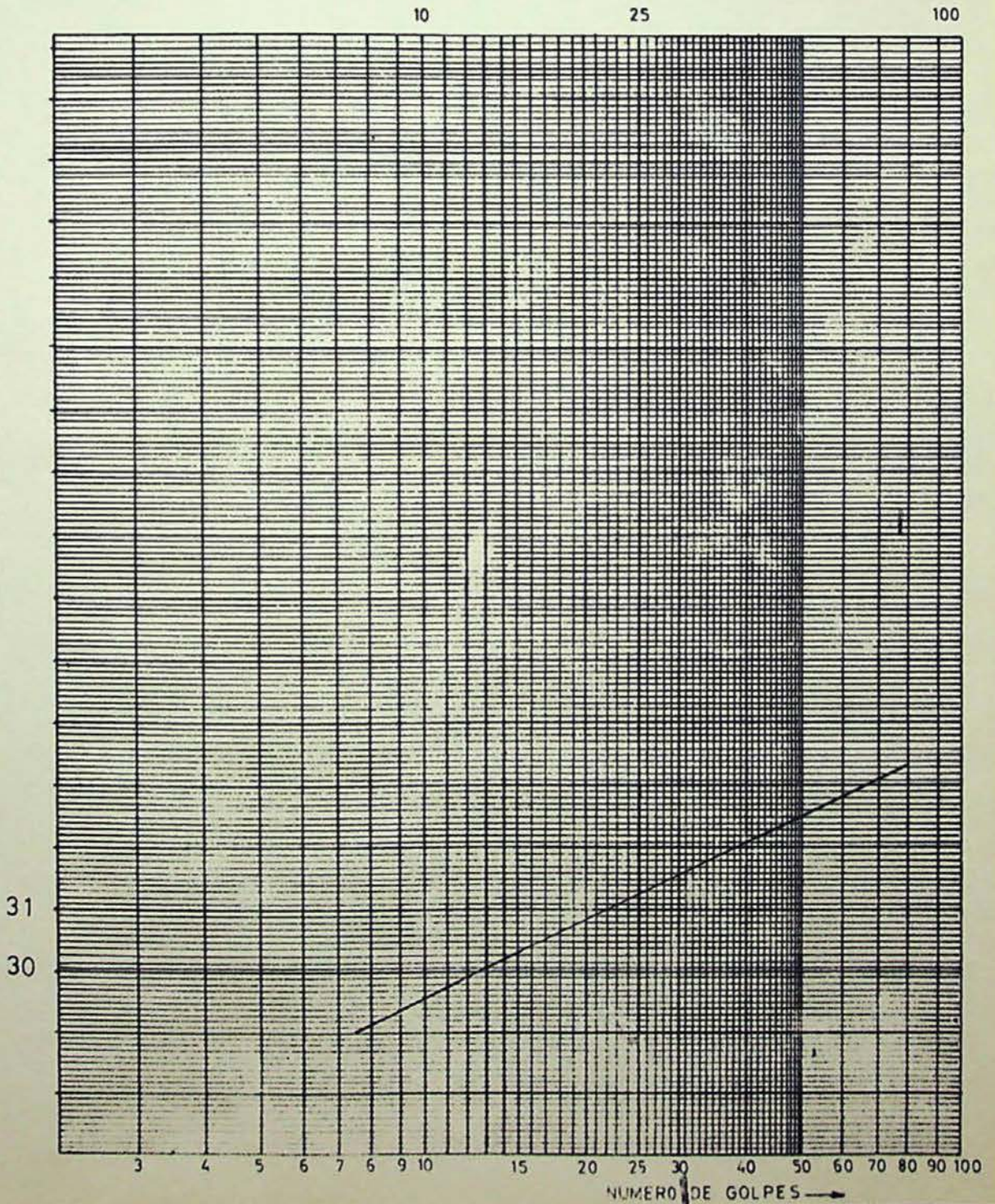
INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 13.55$   
INDICE DE TENACIDAD  $T =$

REVISADO

OPERADOR

FECHA

CONTENIDO DE AGUA EN %



# CURVA DE FLUIDEZ

DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 4

Muestra n° 15 De 4'7 a 5'1 m.

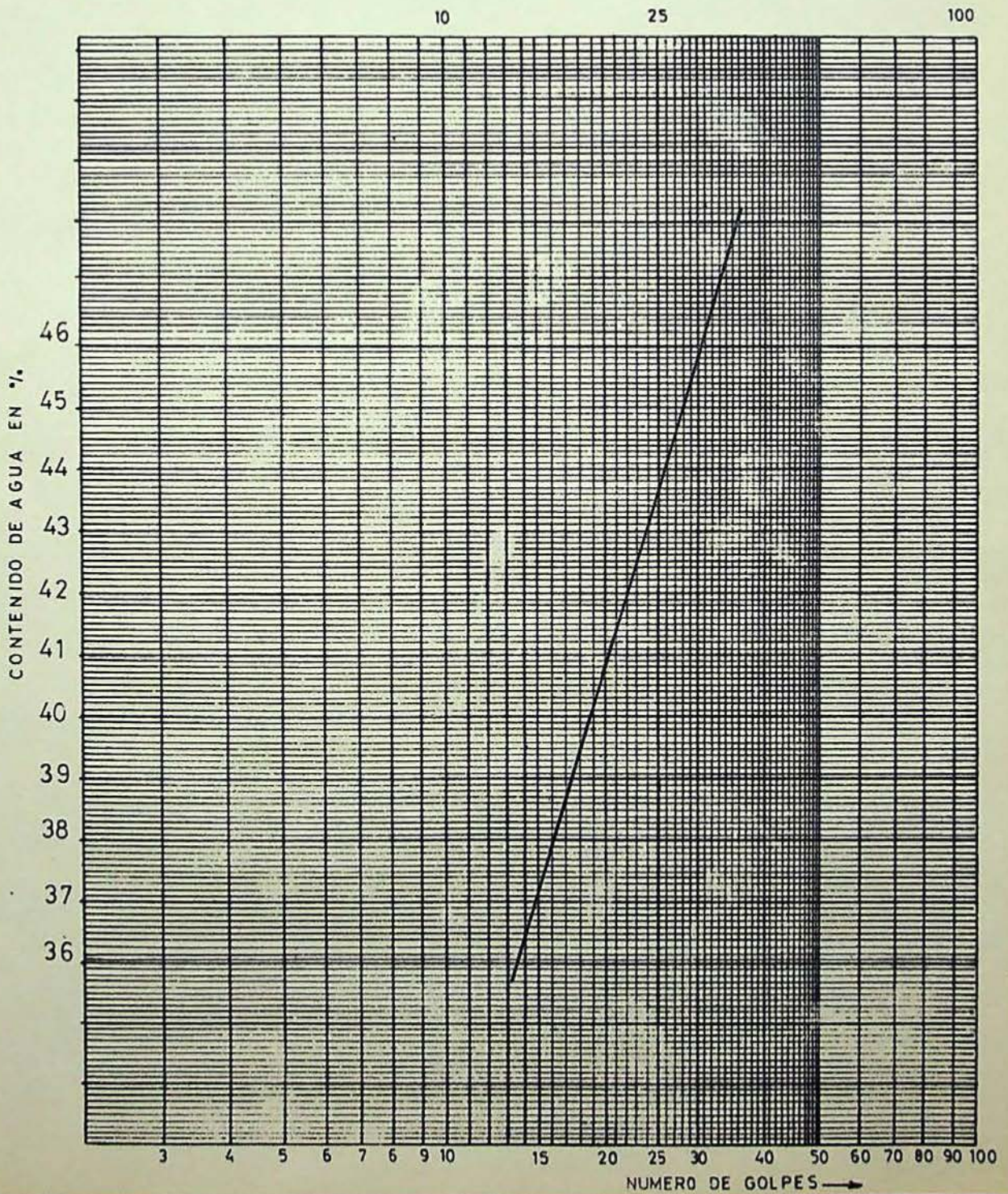
LIMITE LIQUIDO  $W_L = 43.7$   
INDICE DE FLUIDEZ  $F =$   
LIMITE PLASTICO  $W_P = 9.8$

INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 33.5$   
INDICE DE TENACIDAD  $T =$

REVISADO

OPERADOR

FECHA



# CURVA DE FLUIDEZ

DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 6

Muestra n° 18 De 3 a 3'4 m.

LIMITE LIQUIDO  $W_L = 24.70$   
INDICE DE FLUIDEZ  $F =$   
LIMITE PLASTICO  $W_P = 17.24$

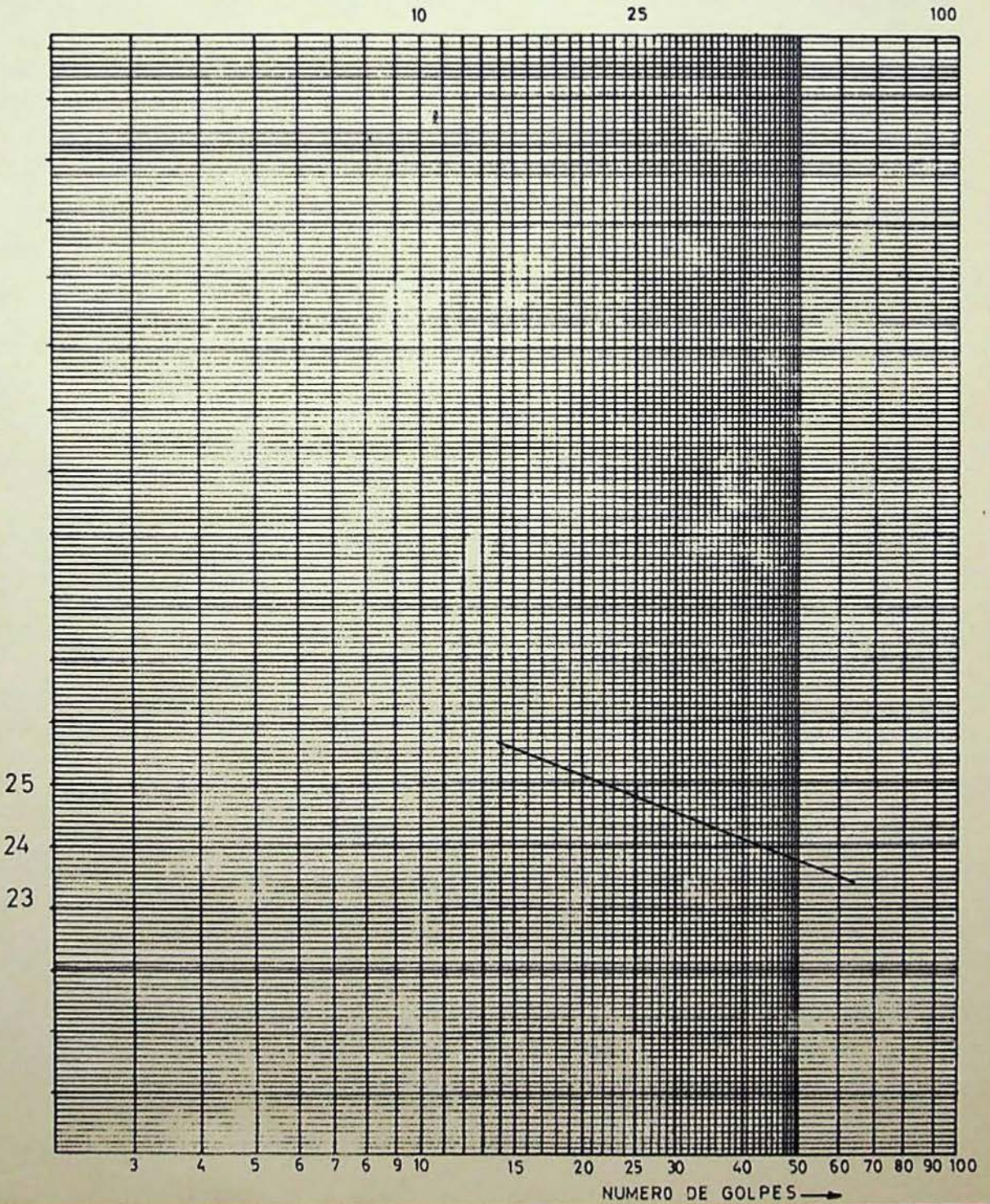
INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 7.46$   
INDICE DE TENACIDAD  $T =$

REVISADO

OPERADOR

FECHA

CONTENIDO DE AGUA EN %



Fecha:

# CURVA DE FLUIDEZ

## DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 6

Muestra n° 19 De 40 a 4'45 m.

LIMITE LIQUIDO  $W_L = 20.45$   
INDICE DE FLUIDEZ  $F =$   
LIMITE PLASTICO  $W_P = 15.525$

INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 4.93$   
INDICE DE TENACIDAD  $T =$

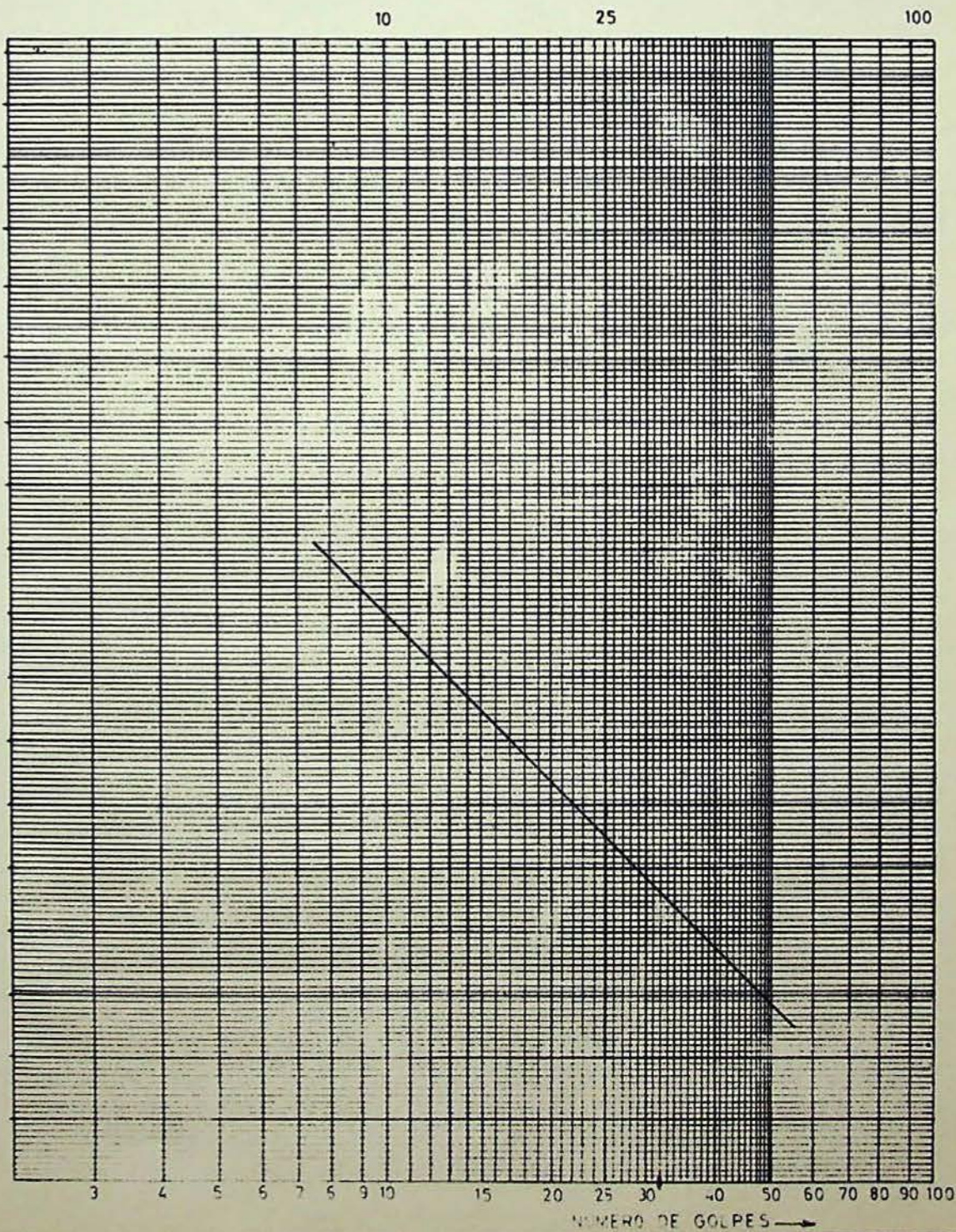
REVISADO

OPERADOR

FECHA

CONTENIDO DE AGUA EN %

23  
22  
21  
20  
19  
18



NUMERO DE GOLPES →

# CURVA DE FLUIDEZ

DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 7

Muestra n° 22 De 4'4 a 5'0 m.

LIMITE LIQUIDO  $W_L = 18'35$   
INDICE DE FLUIDEZ  $F =$   
LIMITE PLASTICO  $W_P = 13'69$

INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 4'66$   
INDICE DE TENACIDAD  $T =$

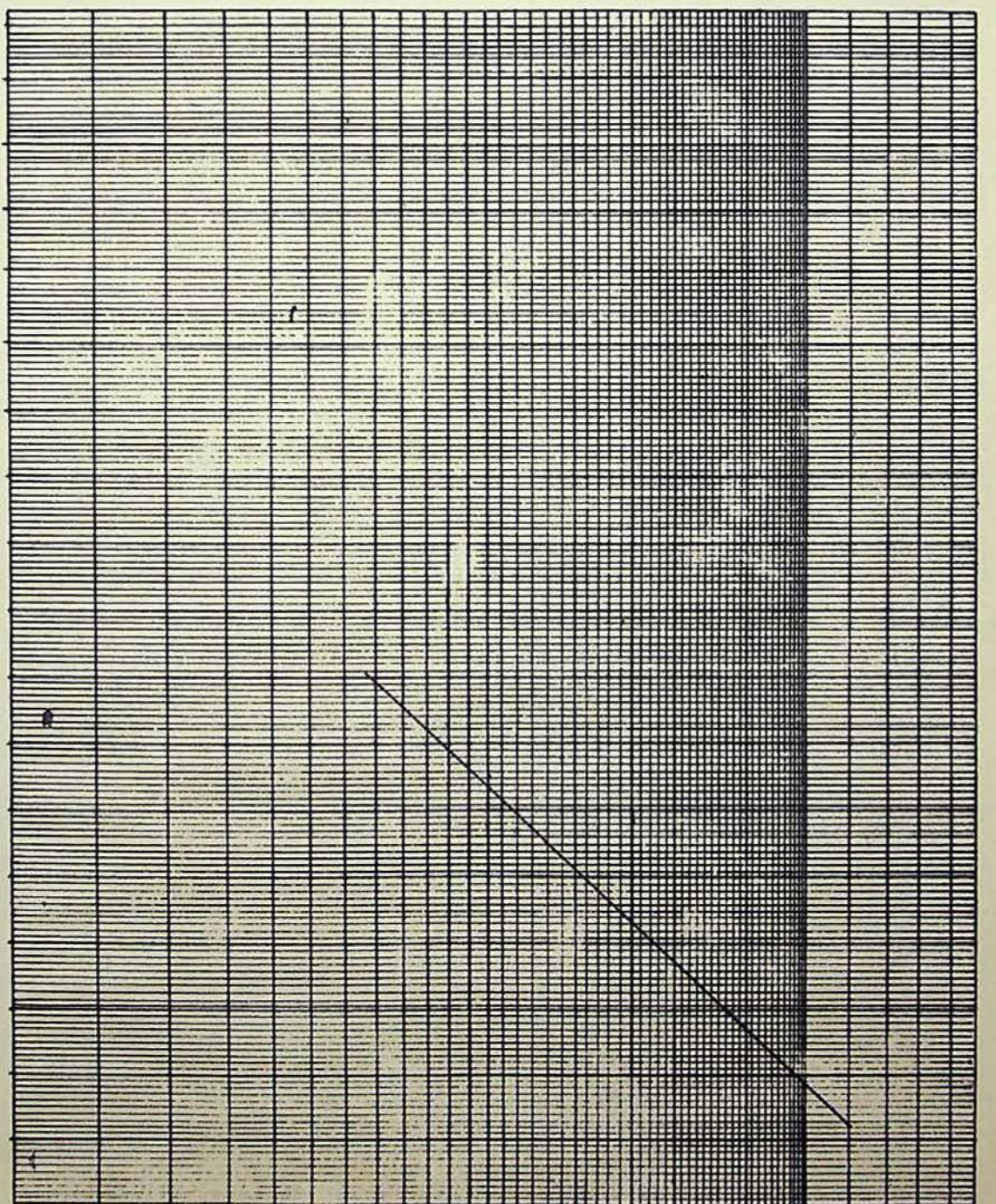
REVISADO

OPERADOR

FECHA

CONTENIDO DE AGUA EN %

21  
20  
19  
18  
17  
16



NUMERO DE GOLPES →

Fecha:

# CURVA DE FLUIDEZ

DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 8

Muestra n° 25 De 3'1 a 3'5 m.

LIMITE LIQUIDO  $W_L = 30.32$

INDICE DE FLUIDEZ  $F =$

LIMITE PLASTICO  $W_P = 16.19$

INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 13.42$

INDICE DE TENACIDAD  $T =$

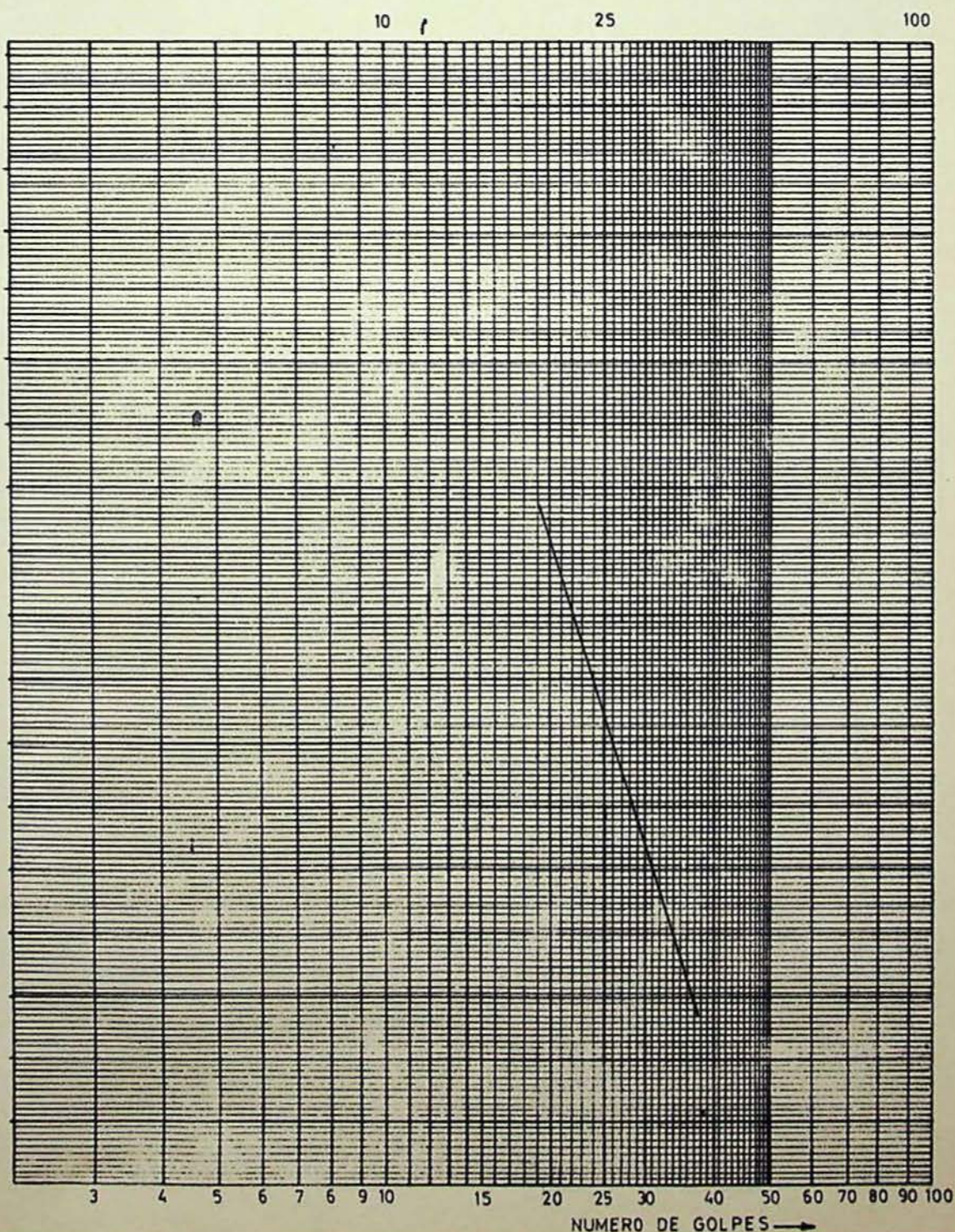
REVISADO

OPERADOR

FECHA

CONTENIDO DE AGUA EN %

31  
30  
29  
28  
27  
26





# CURVA DE FLUIDEZ

DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 6

Muestra n° 20 De 45 a 49 m.

LIMITE LIQUIDO  $W_L = 23'10$   
INDICE DE FLUIDEZ  $F =$   
LIMITE PLASTICO  $W_P = 17'55$

INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 5'55$   
INDICE DE TENACIDAD  $T =$

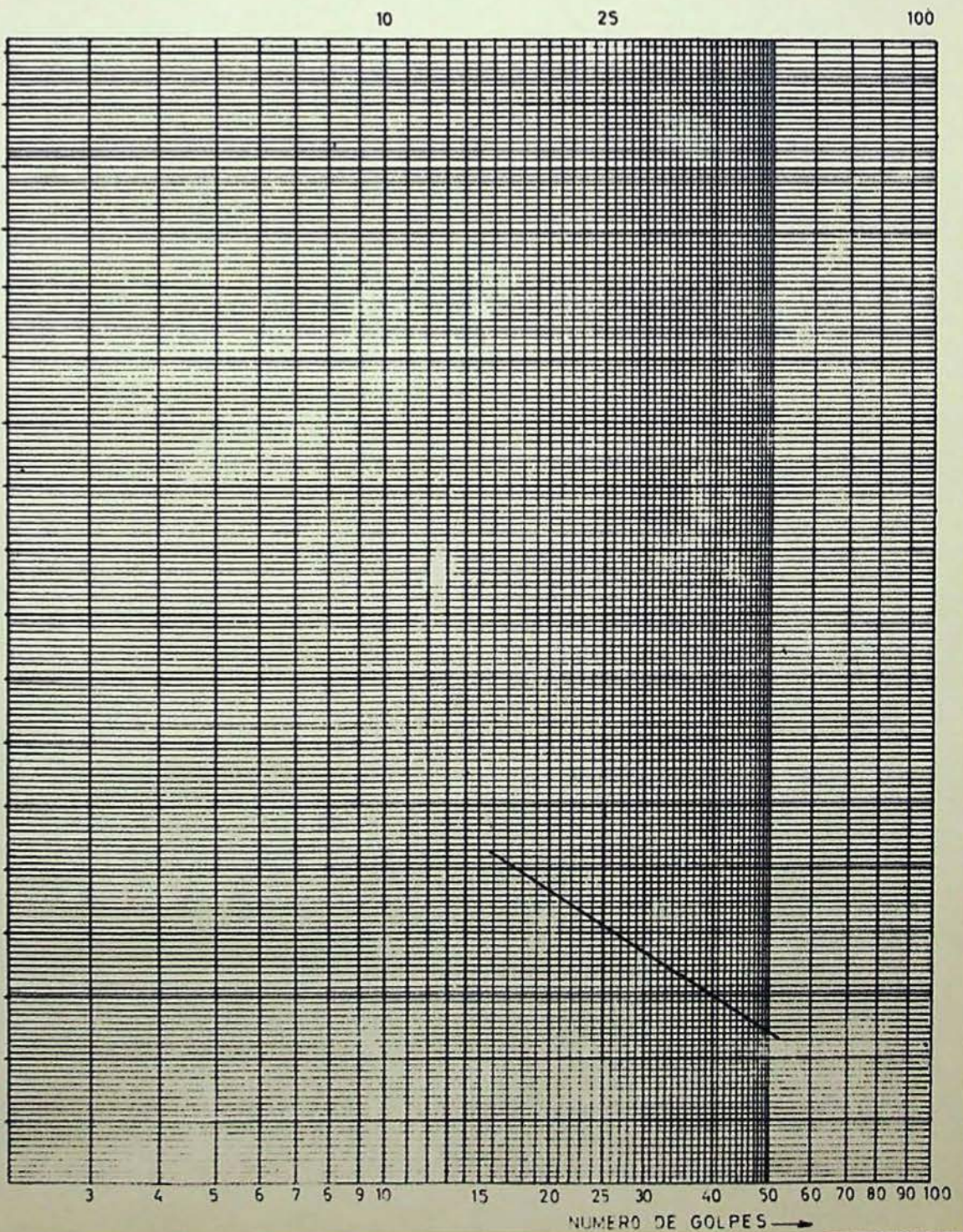
REVISADO

OPERADOR

FECHA

CONTENIDO DE AGUA EN %

24  
23  
22



# CURVA DE FLUIDEZ

DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 7

Muestra n° 21 De 3'6 a 4'0 m.

LIMITE LIQUIDO  $W_L = 19.15$   
INDICE DE FLUIDEZ  $F =$   
LIMITE PLASTICO  $W_P = 9.13$

INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 10.02$   
INDICE DE TENACIDAD  $T =$

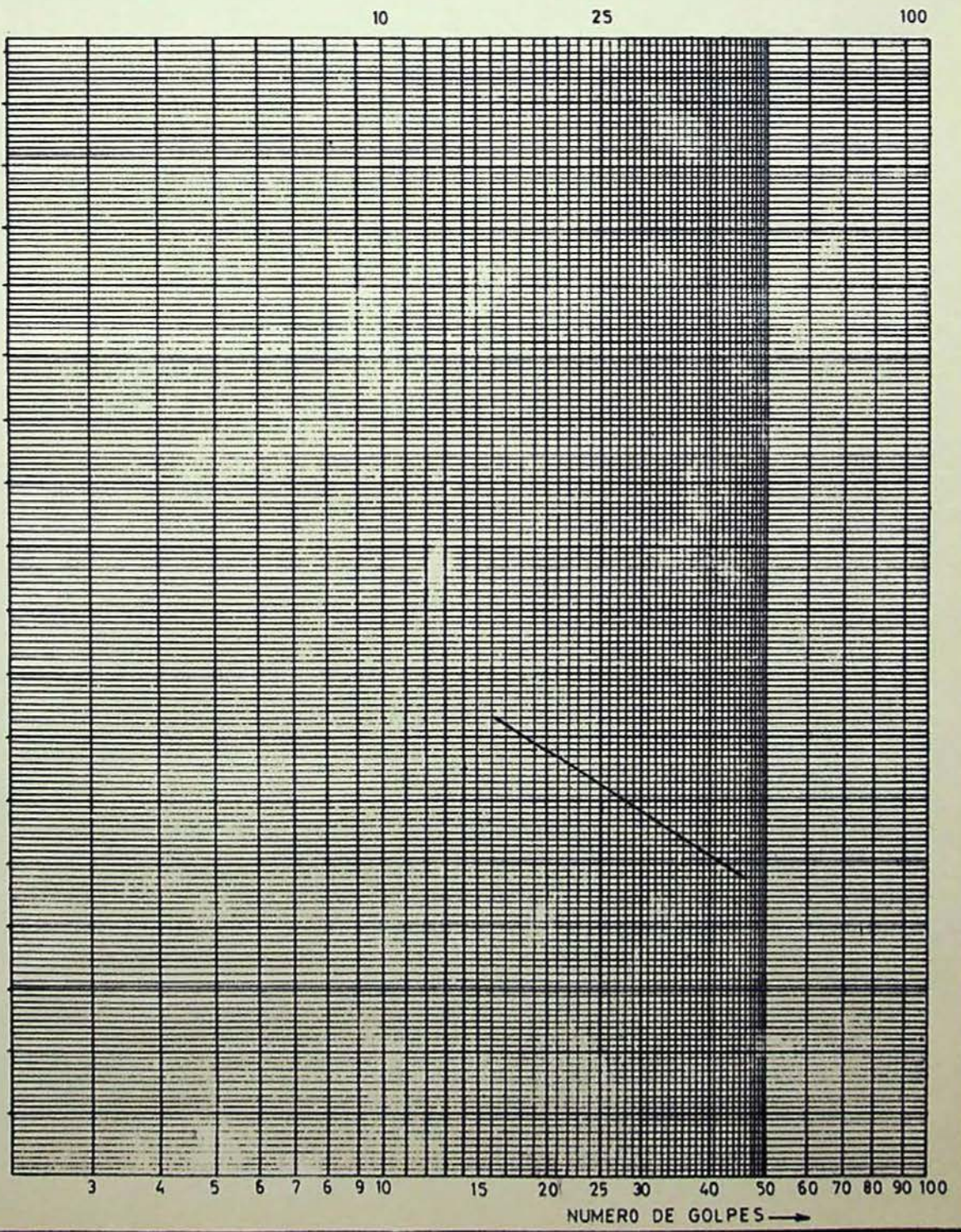
REVISADO

OPERADOR

FECHA

CONTENIDO DE AGUA EN %

19  
18  
17



10 25 100

# CURVA DE FLUIDEZ

DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 8

Muestra n° 26 De 4'6 a 5'0 m.

LIMITE LIQUIDO  $W_L = 26.9$   
INDICE DE FLUIDEZ  $F =$   
LIMITE PLASTICO  $W_P = 15.42$

INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 11.48$   
INDICE DE TENACIDAD  $T =$

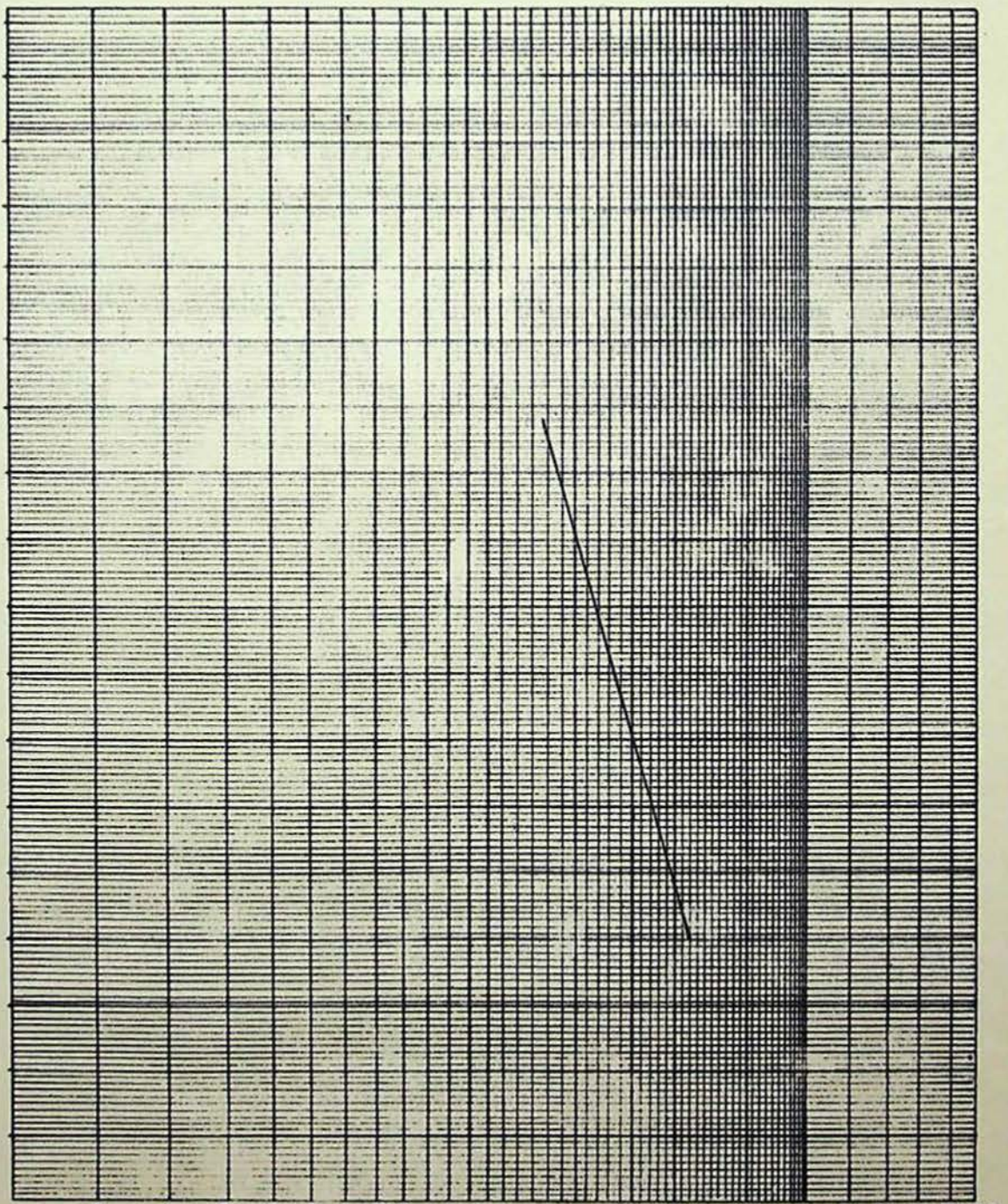
REVISADO

OPERADOR

FECHA

CONTENIDO DE AGUA EN %

29  
28  
27  
26  
25  
24  
23  
22



3 4 5 6 7 8 9 10 15 20 25 30 40 50 60 70 80 90 100

NUMERO DE GOLPES →

Fecha:

# CURVA DE FLUIDEZ

## DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 9

Muestra n° 30 De 4'0 a 4'4 m.

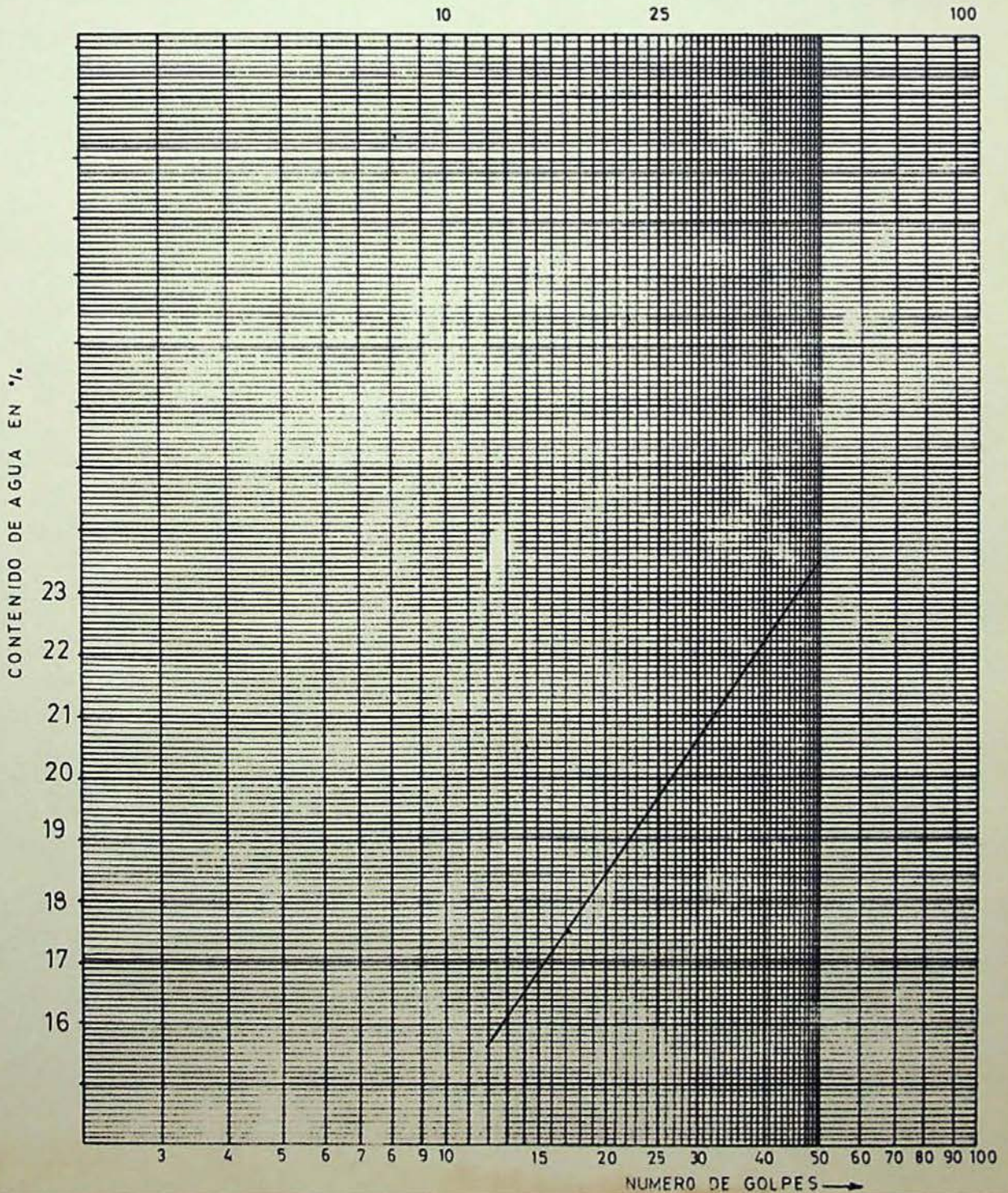
LIMITE LIQUIDO  $W_L = 19.7$   
INDICE DE FLUIDEZ  $F =$   
LIMITE PLASTICO  $W_P = 6.29$

INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 13.40$   
INDICE DE TENACIDAD  $T =$

REVISADO

OPERADOR

FECHA



# CURVA DE FLUIDEZ

DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 9

Muestra n° 31 De 4'6 a 5'0 m.

LIMITE LIQUIDO  $W_L = 30'80$

INDICE DE FLUIDEZ  $F =$

LIMITE PLASTICO  $W_P = 16'17$

INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 14'63$

INDICE DE TENACIDAD  $T =$

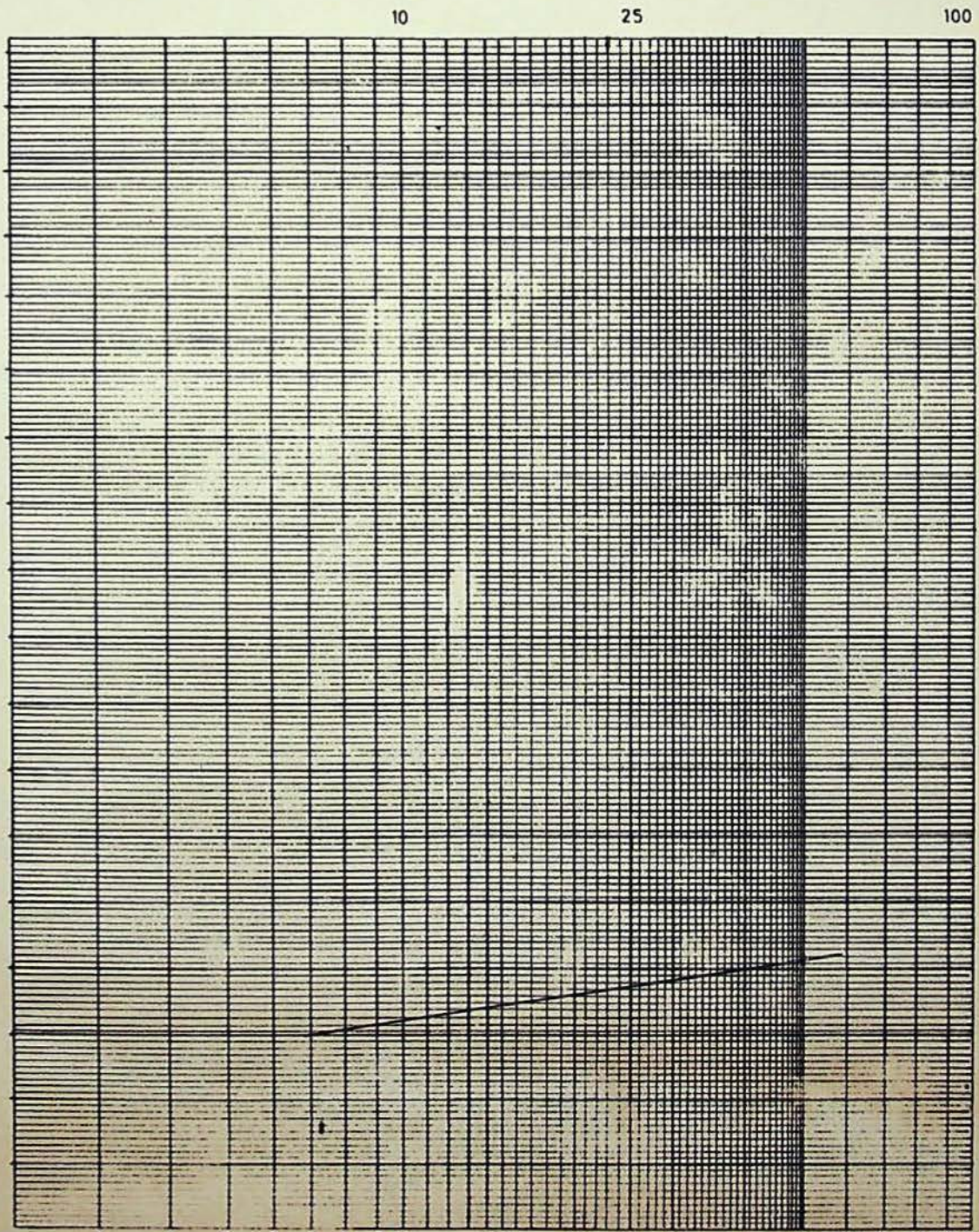
REVISADO

OPERADOR

FECHA

CONTENIDO DE AGUA EN %

31  
30  
29



NUMERO DE GOLPES →

# CURVA DE FLUIDEZ

DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUIDEZ

Sondeo n° 11

Muestra n° 36 De 6'6 a 6'8 m.

LIMITE LIQUIDO  $W_L = 16.85$

INDICE DE FLUIDEZ  $F =$

LIMITE PLASTICO  $W_P = 6.30$

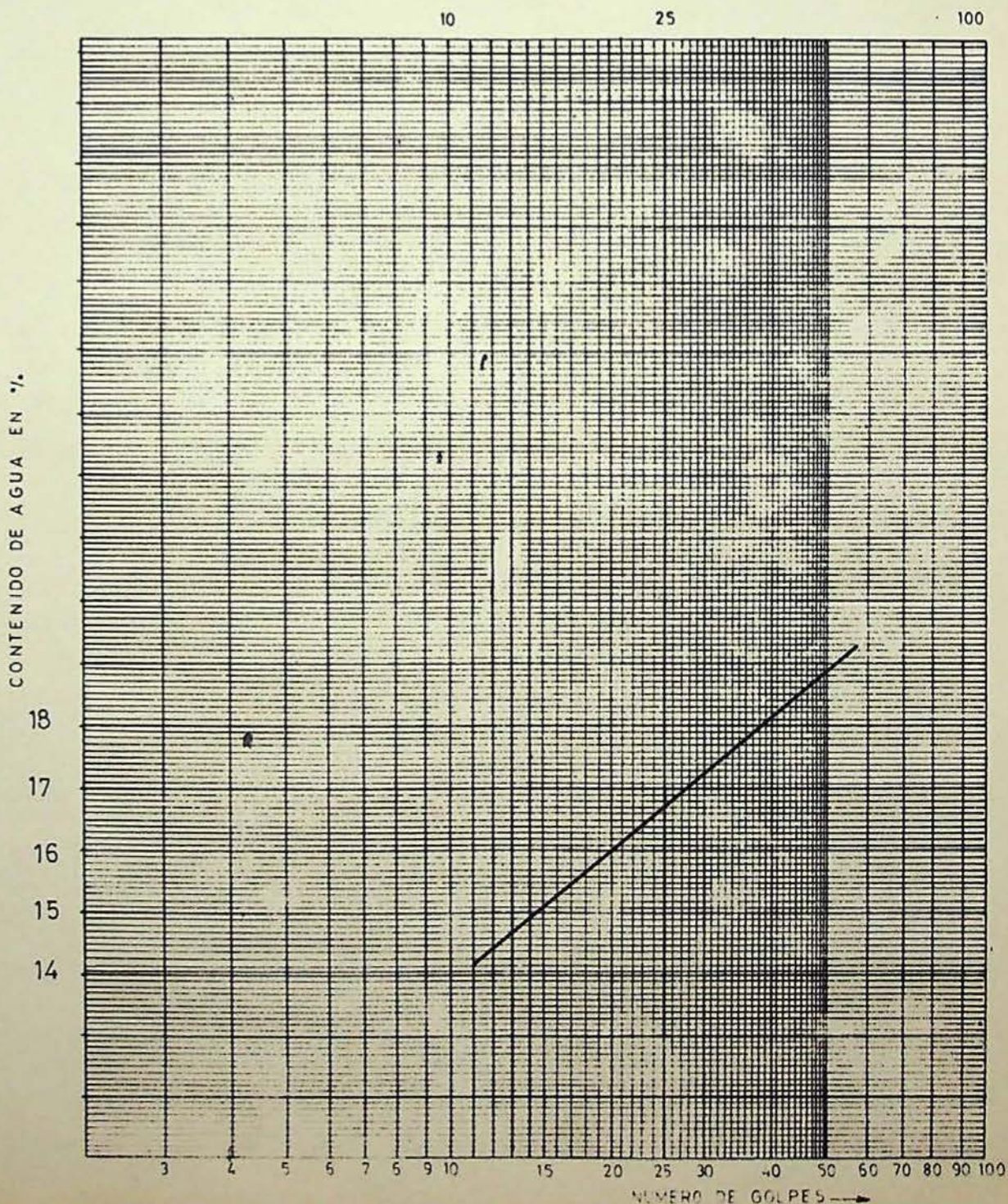
INDICE DE PLASTICIDAD  $I_P = 10.54$

INDICE DE TENACIDAD  $T =$

REVISADO

OPERADOR

FECHA



PALMA DE MALLORCA

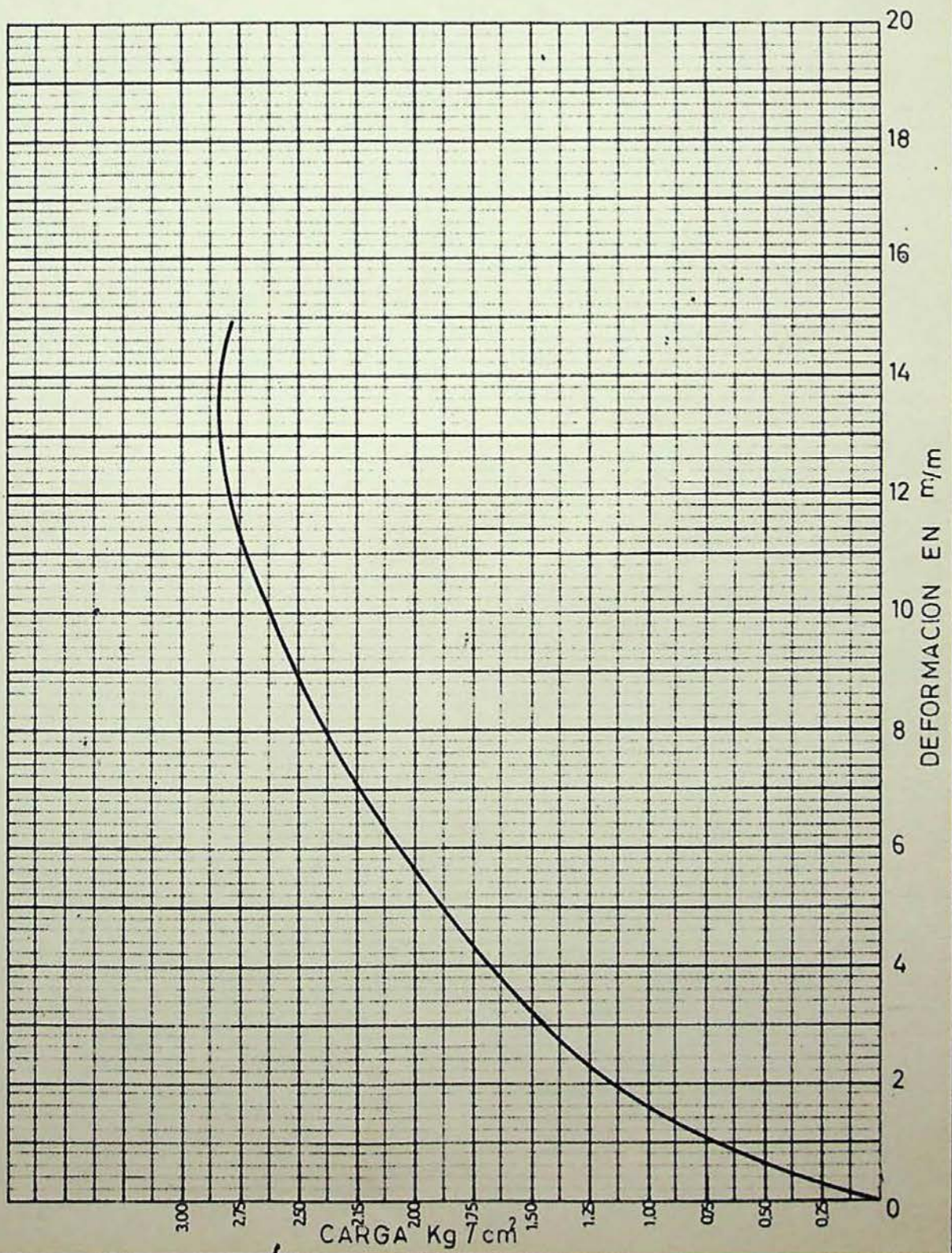
## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

OBRA FORNALUTX  
LOCALIZACION \_\_\_\_\_ ENSAYO N° \_\_\_\_\_  
SONDEO 1 MUESTRA M:1 PROFUNDIDAD 1.8-2.4 PROBETA N° \_\_\_\_\_  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA \_\_\_\_\_  
VELOCIDAD \_\_\_\_\_  
ANILLO 2278 APARATO NORMATEST

REVISADO

OPERADOR

FECHA



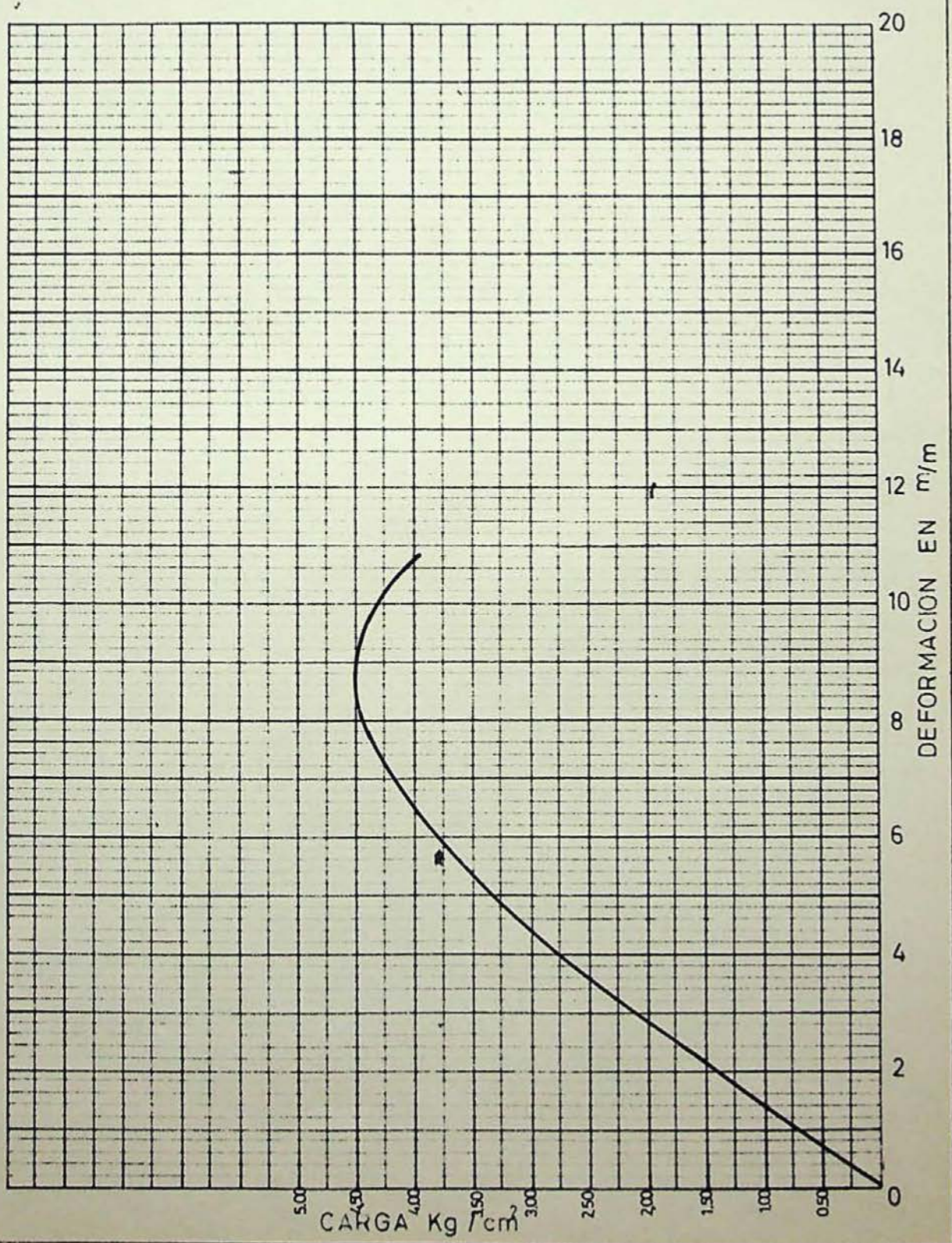
# ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

OBRA FORNALUTX  
LOCALIZACION \_\_\_\_\_ ENSAYO N° \_\_\_\_\_  
SONDEO 2 MUESTRA M. 4 PROFUNDIDAD 35-39 PROBETA N° \_\_\_\_\_  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA \_\_\_\_\_  
VELOCIDAD \_\_\_\_\_  
ANILLO 2278 APARATO NORMATEST

REVISADO

OPERADOR

FECHA





PALMA DE MALLORCA

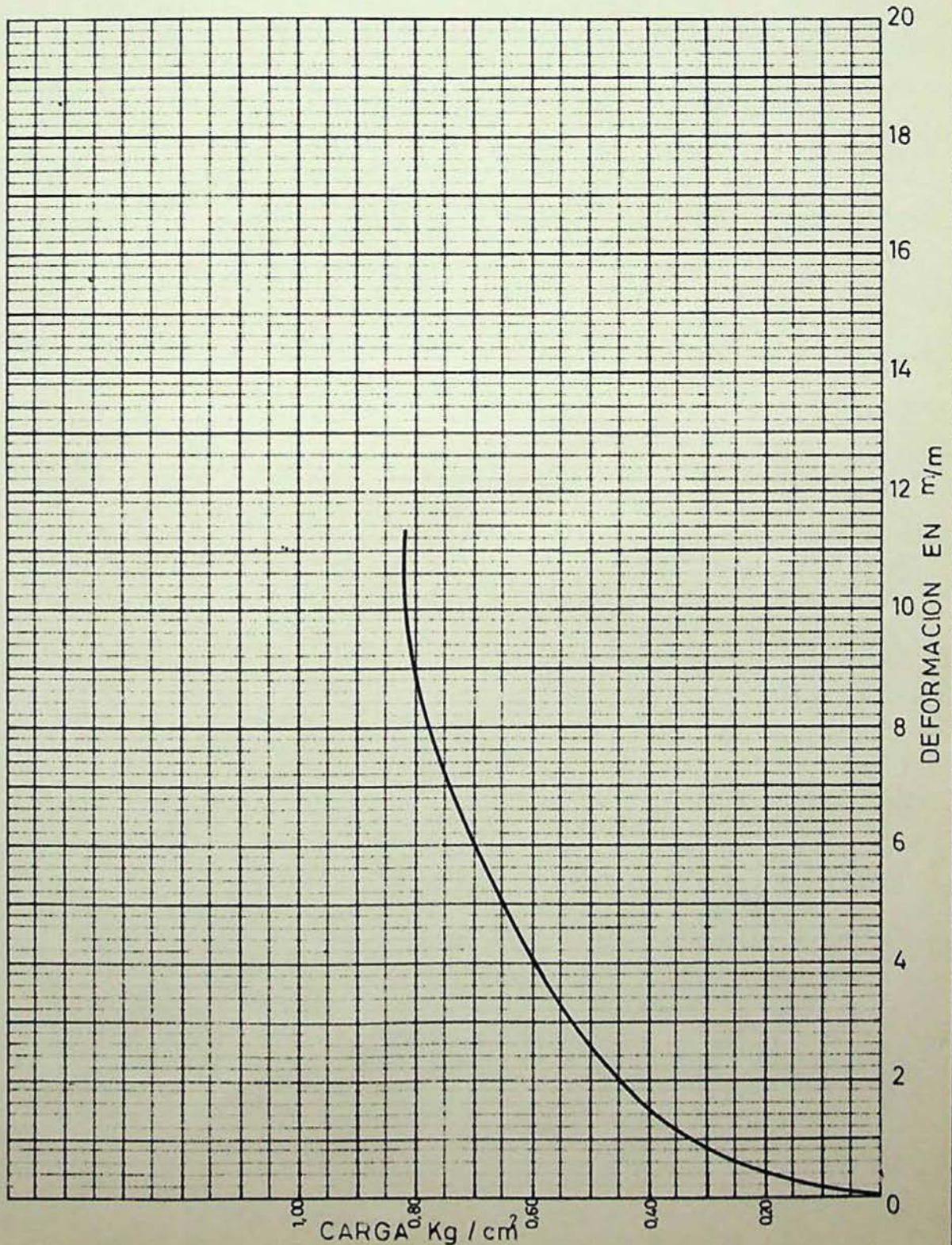
## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

OBRA FORNALUTX  
LOCALIZACION \_\_\_\_\_ ENSAYO N° \_\_\_\_\_  
SONDEO 2 MUESTRA N° 5 PROFUNDIDAD 4.00 - 4.40 PROBETA N° \_\_\_\_\_  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA \_\_\_\_\_  
VELOCIDAD \_\_\_\_\_  
ANILLO 2278 APARATO NORMATEST

REVISADO

OPERADOR

FECHA



PALMA DE MALLORCA

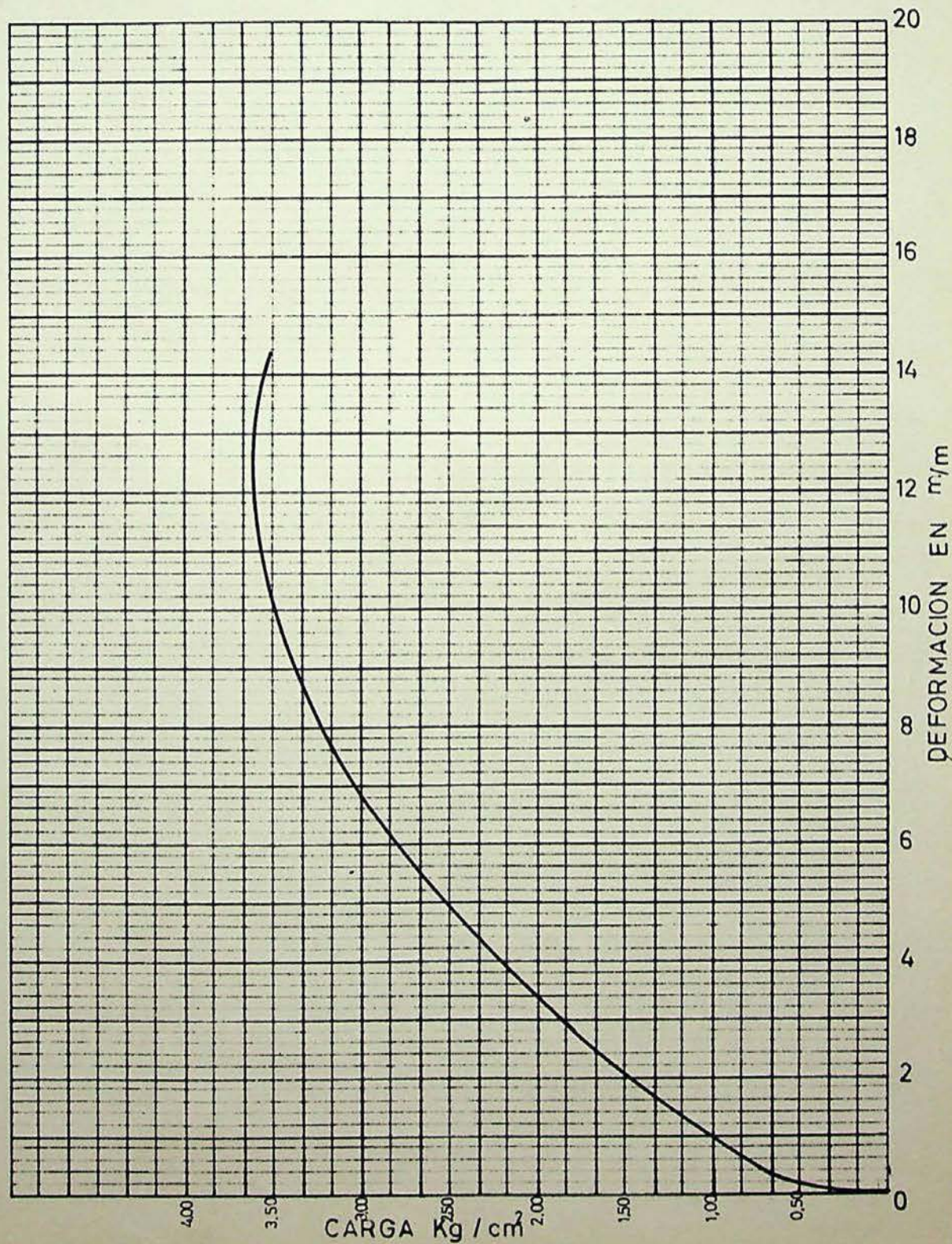
## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

OBRA FORNALUTX -----  
LOCALIZACION ----- ENSAYO N° -----  
SONDEO 8 MUESTRA M-6 PROFUNDIDAD 4.60-5.00 PROBETA N° -----  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA -----  
VELOCIDAD -----  
ANILLO 2278 APARATO NORMATEST -----

REVISADO

OPERADOR

FECHA



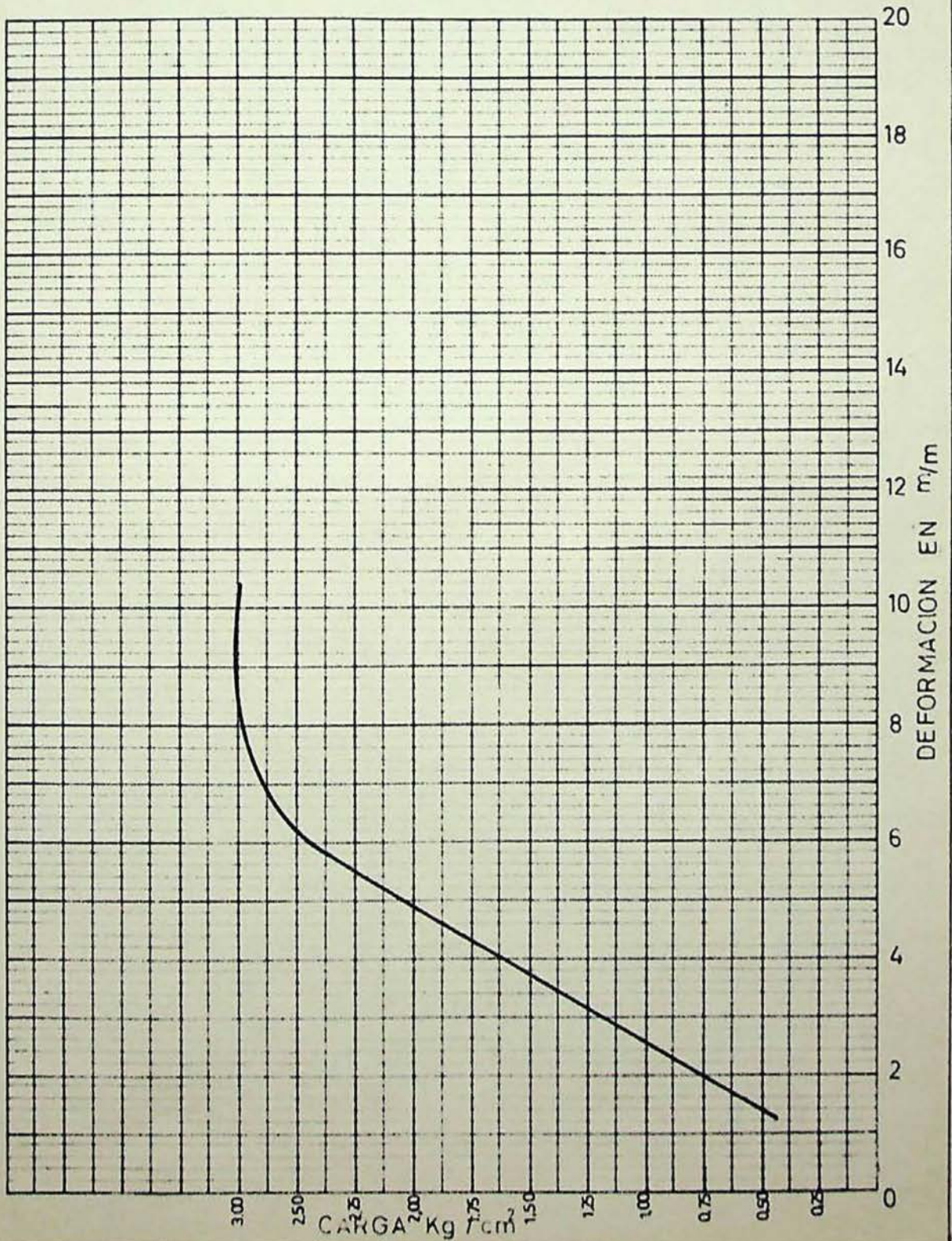
ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

OBRA FORNALUTX  
LOCALIZACION \_\_\_\_\_ ENSAYO N° \_\_\_\_\_  
SONDEO 3 MUESTRA M-9 PROFUNDIDAD 0,60-1,00 PROBETA N° \_\_\_\_\_  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA \_\_\_\_\_  
VELOCIDAD \_\_\_\_\_  
ANILLO 2278 APARATO NORMATEST

REVISADO

OPERADOR

FECHA



PALMA DE MALLORCA

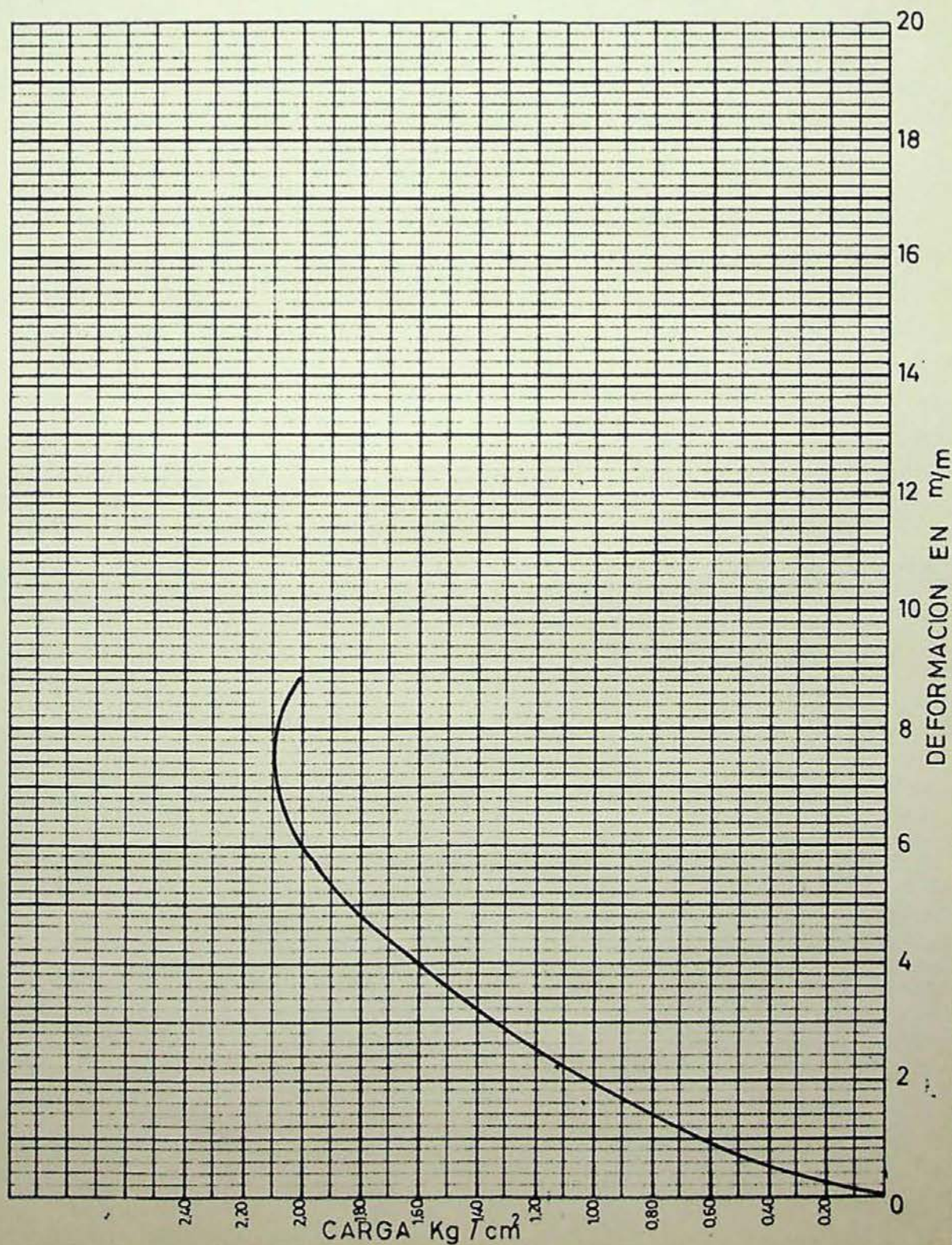
## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

OBRA FOBNALUX  
LOCALIZACION \_\_\_\_\_ ENSAYO N° \_\_\_\_\_  
SONDEO 4 MUESTRA M-15 PROFUNDIDAD 4.70 - 5.10 PROBETA N° \_\_\_\_\_  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA \_\_\_\_\_  
VELOCIDAD \_\_\_\_\_  
ANILLO 2278 APARATO NORMATEST

REVISADO

OPERADOR

FECHA



PALMA DE MALLORCA

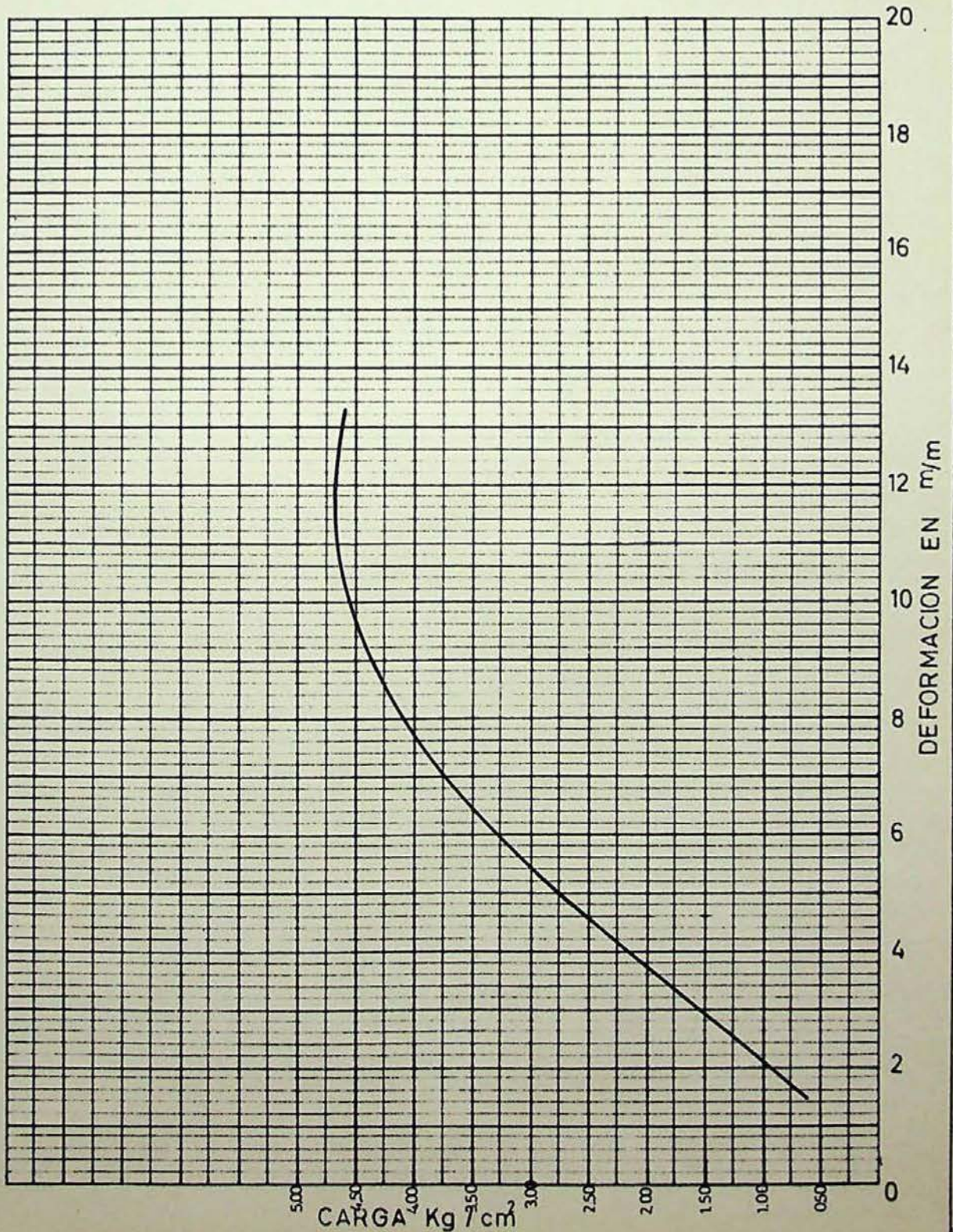
## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

OBRA FORNALUTX -----  
LOCALIZACION ----- ENSAYO N° -----  
SONDEO 5 MUESTRA M-17 PROFUNDIDAD 3,80-4,2 PROBETA N° -----  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA -----  
VELOCIDAD -----  
ANILLO 2278 ----- APARATO NORMATEST -----

REVISADO

OPERADOR

FECHA



PALMA DE MALLORCA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

OBRA FORNALUTX

LOCALIZACION

ENSAYO N°

SONDEO 6 MUESTRA M-19

PROFUNDIDAD 4,00 - 4,45

PROBETA N°

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

VELOCIDAD

ANILLO 2278

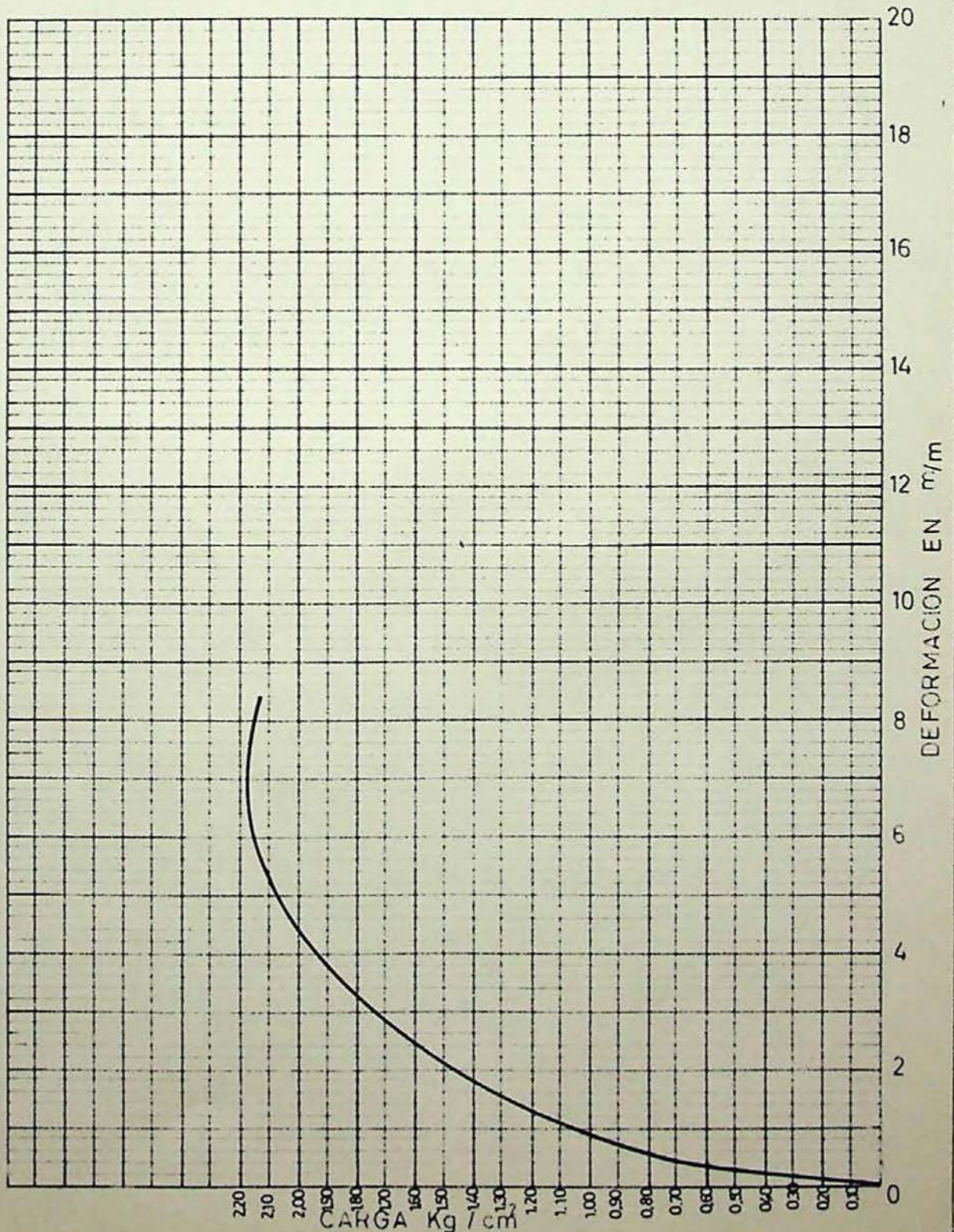
APARATO

NORMATEST

REVISADO

OPERADOR

FECHA



PALMA DE MALLORCA

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

OBRA . . . FORNALUTX

LOCALIZACION

ENSAYO N°

SONDEO 8 MUESTRA M-24

PROFUNDIDAD 2.20 -2.4

PROBETA N°

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

VELOCIDAD

ANILLO 2278

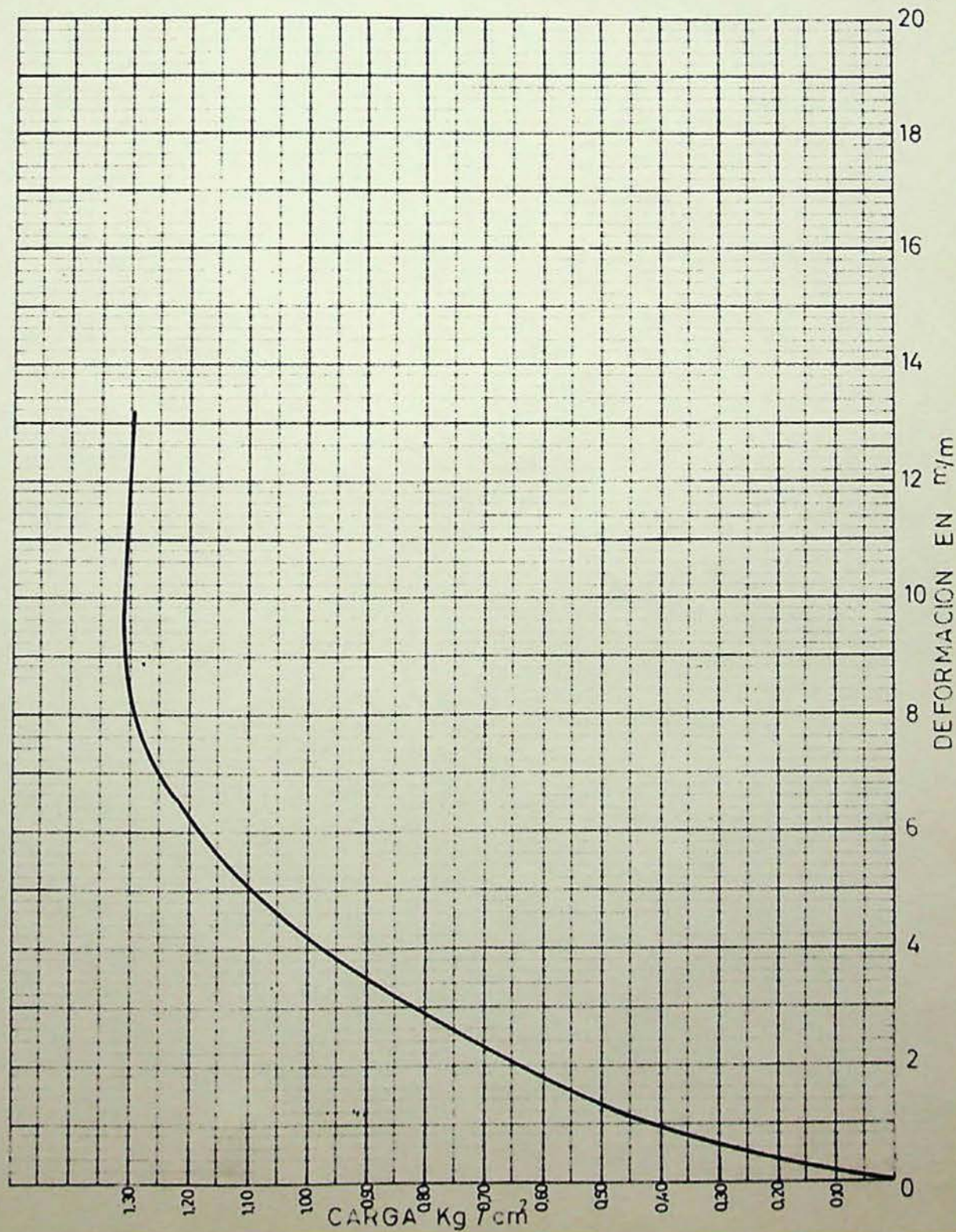
APARATO

NORMATEST

REVISADO

OPERADOR

FECHA



PALMA DE MALLORCA

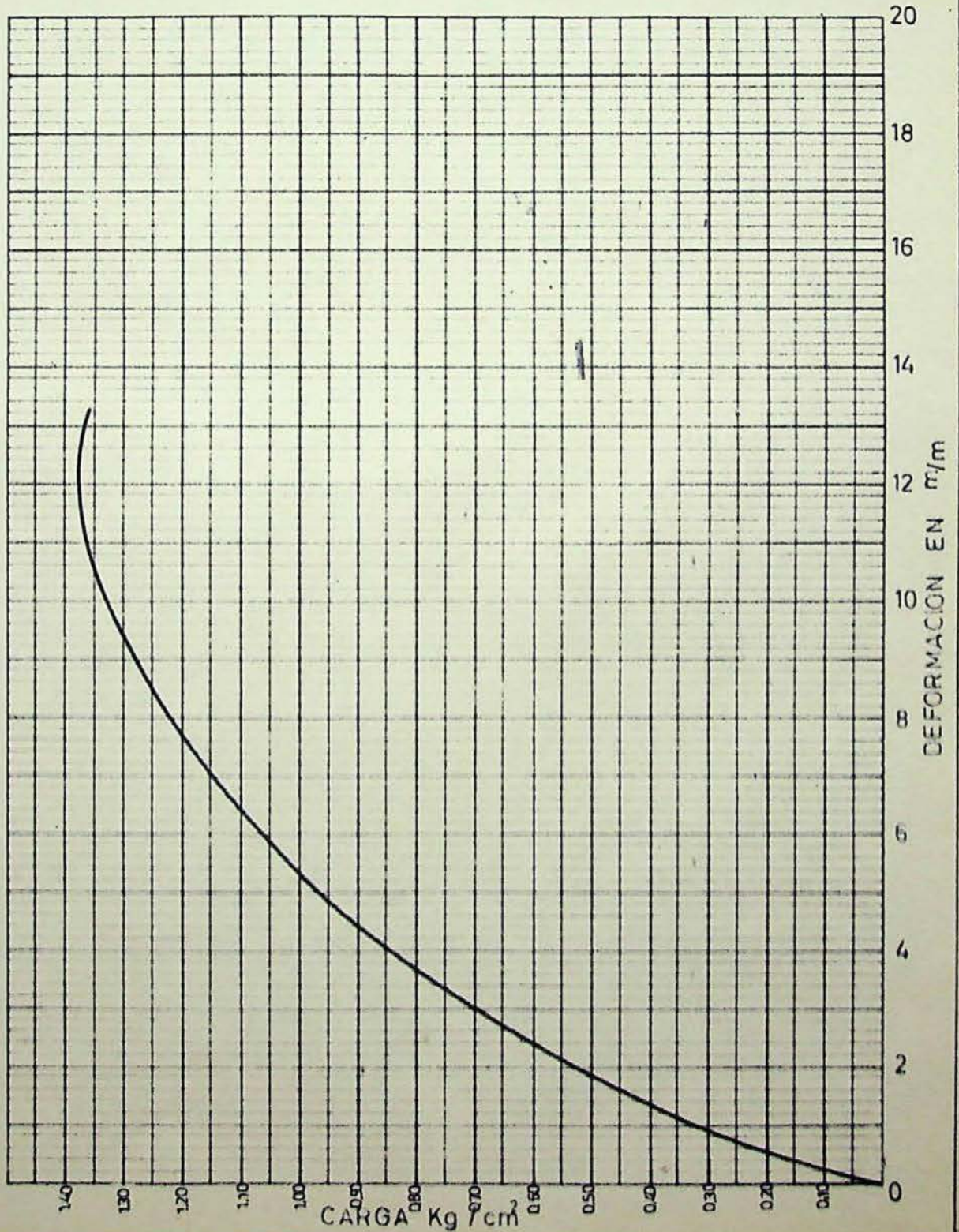
# ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

OBRA FORNALUTX  
LOCALIZACION \_\_\_\_\_ ENSAYO N° \_\_\_\_\_  
SONDEO 8 MUESTRA M-25 PROFUNDIDAD 310-350 PROBETA N° \_\_\_\_\_  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA \_\_\_\_\_  
VELOCIDAD \_\_\_\_\_  
ANILLO 2278 APARATO NORMATEST

REVISADO

OPERADOR

FECHA





PALMA DE MALLORCA

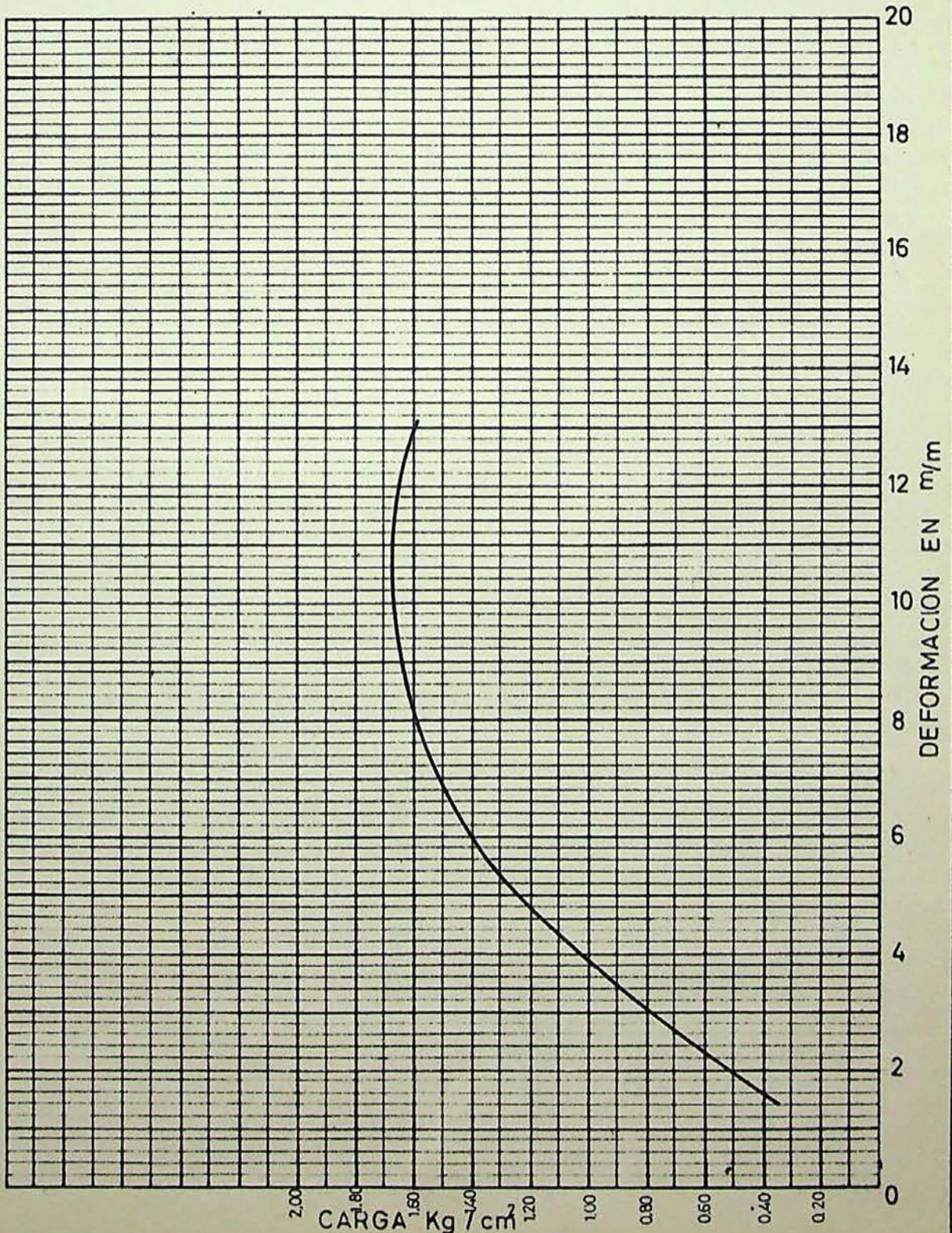
## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

OBRA FORNALLITX  
LOCALIZACION \_\_\_\_\_ ENSAYO N° \_\_\_\_\_  
SONDEO 9 MUESTRA M-28 PROFUNDIDAD 1.80 2.20 PROBETA N° \_\_\_\_\_  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA \_\_\_\_\_  
VELOCIDAD \_\_\_\_\_  
ANILLO 2278 APARATO NORMATEST

REVISADO

OPERADOR

FECHA



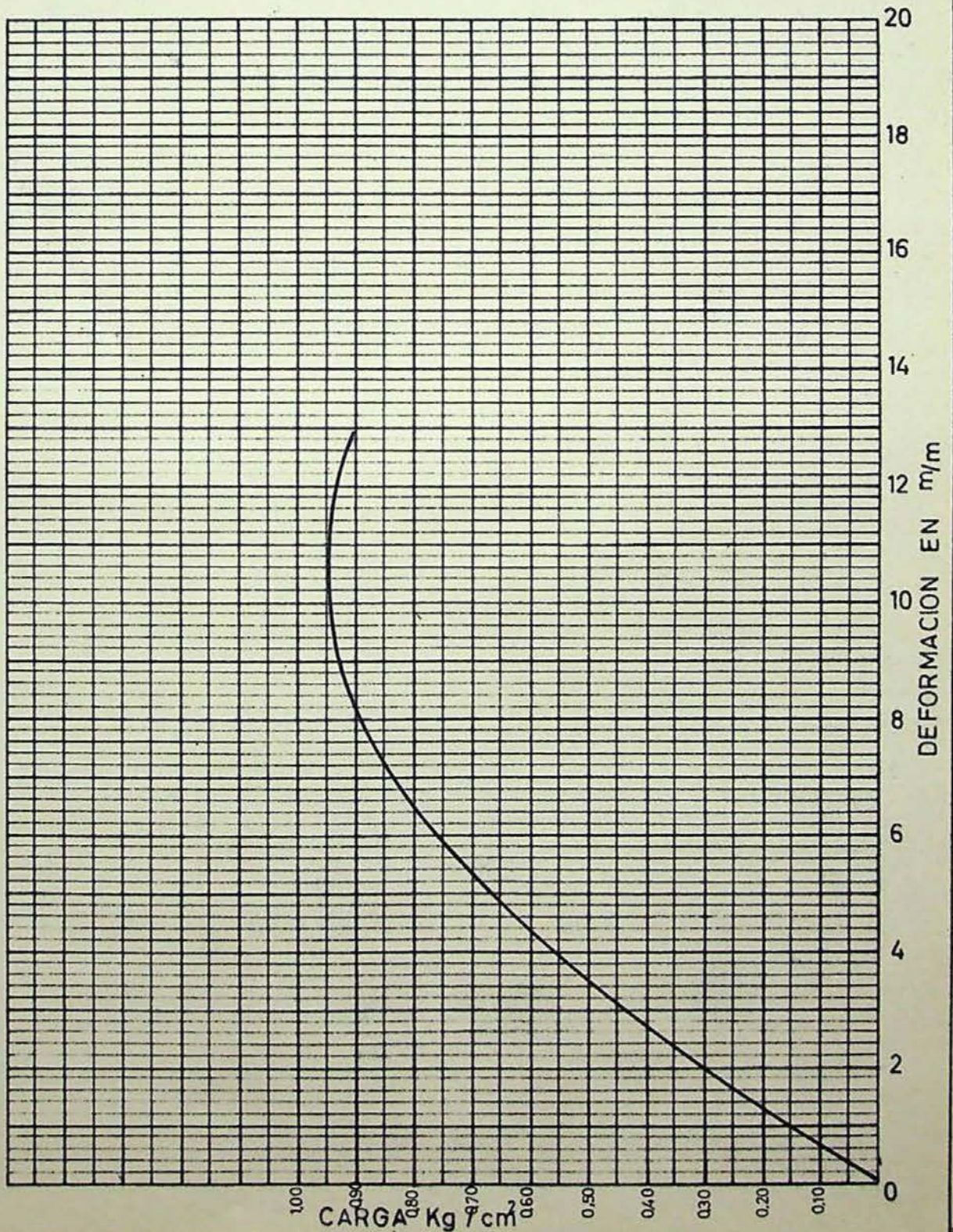
ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

OBRA EORNALUTX -----  
LOCALIZACION ----- ENSAYO N° -----  
SONDEO 9 MUESTRA M-29 PROFUNDIDAD 3,00 - 3,40 PROBETA N° -----  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA -----  
VELOCIDAD -----  
ANILLO 2278 ----- APARATO NORMATEST -----

REVISADO

OPERADOR

FECHA



PALMA DE MALLORCA

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

OBRA EORNALUTX -----  
LOCALIZACION ----- ENSAYO N° -----  
SONDEO 10 MUESTRA M-32 PROFUNDIDAD 2,00 - 2,40 PROBETA N° -----  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA -----  
VELOCIDAD -----  
ANILLO 2270 ----- APARATO NORMATEST -----

REVISADO

OPERADOR

FECHA



PALMA DE MALLORCA

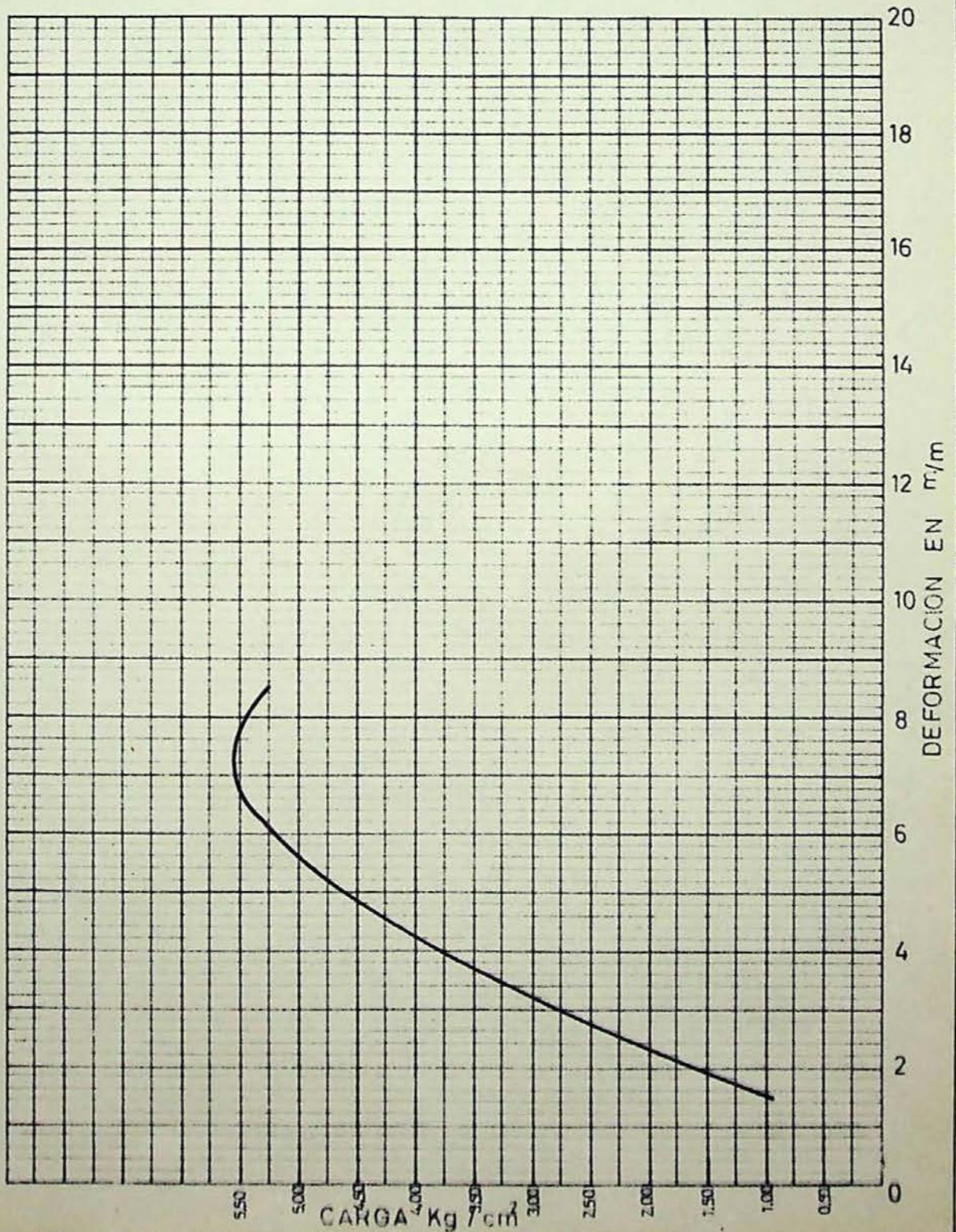
## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

OBRA FORNALUTX  
LOCALIZACION \_\_\_\_\_ ENSAYO N° \_\_\_\_\_  
SONDEO 10 MUESTRA M-33 PROFUNDIDAD 3,20-3,60 PROBETA N° \_\_\_\_\_  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA \_\_\_\_\_  
VELOCIDAD \_\_\_\_\_  
ANILLO 2278 APARATO NORMATEST

REVISADO

OPERADOR

FECHA



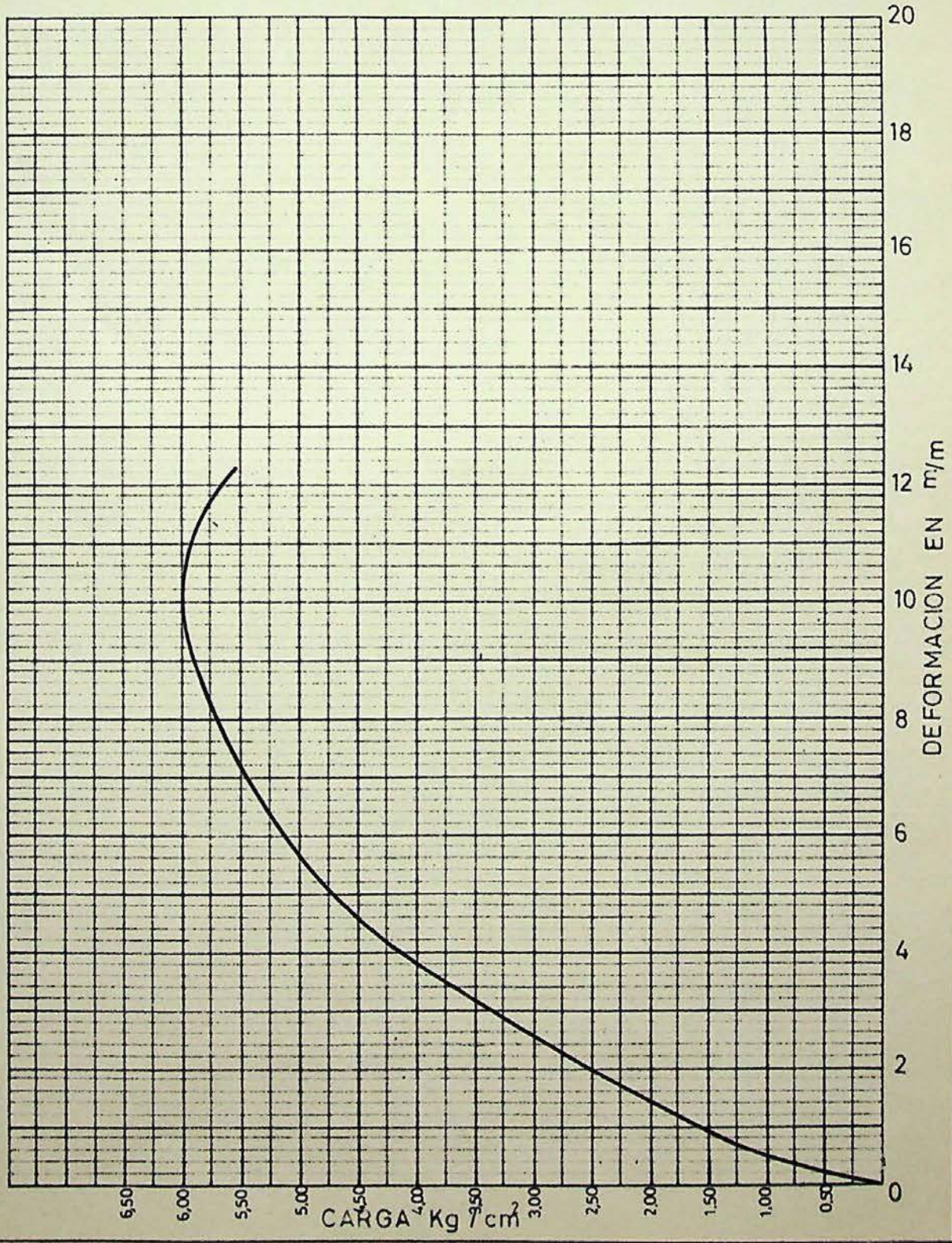
ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

OBRA FORNALUTX  
LOCALIZACION \_\_\_\_\_ ENSAYO N° \_\_\_\_\_  
SONDEO 11 MUESTRA M-37 PROFUNDIDAD 680 - 720 PROBETA N° \_\_\_\_\_  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA \_\_\_\_\_  
VELOCIDAD \_\_\_\_\_  
ANILLO 2278 APARATO NORMATEST

REVISADO

OPERADOR

FECHA



PALMA DE MALLORCA

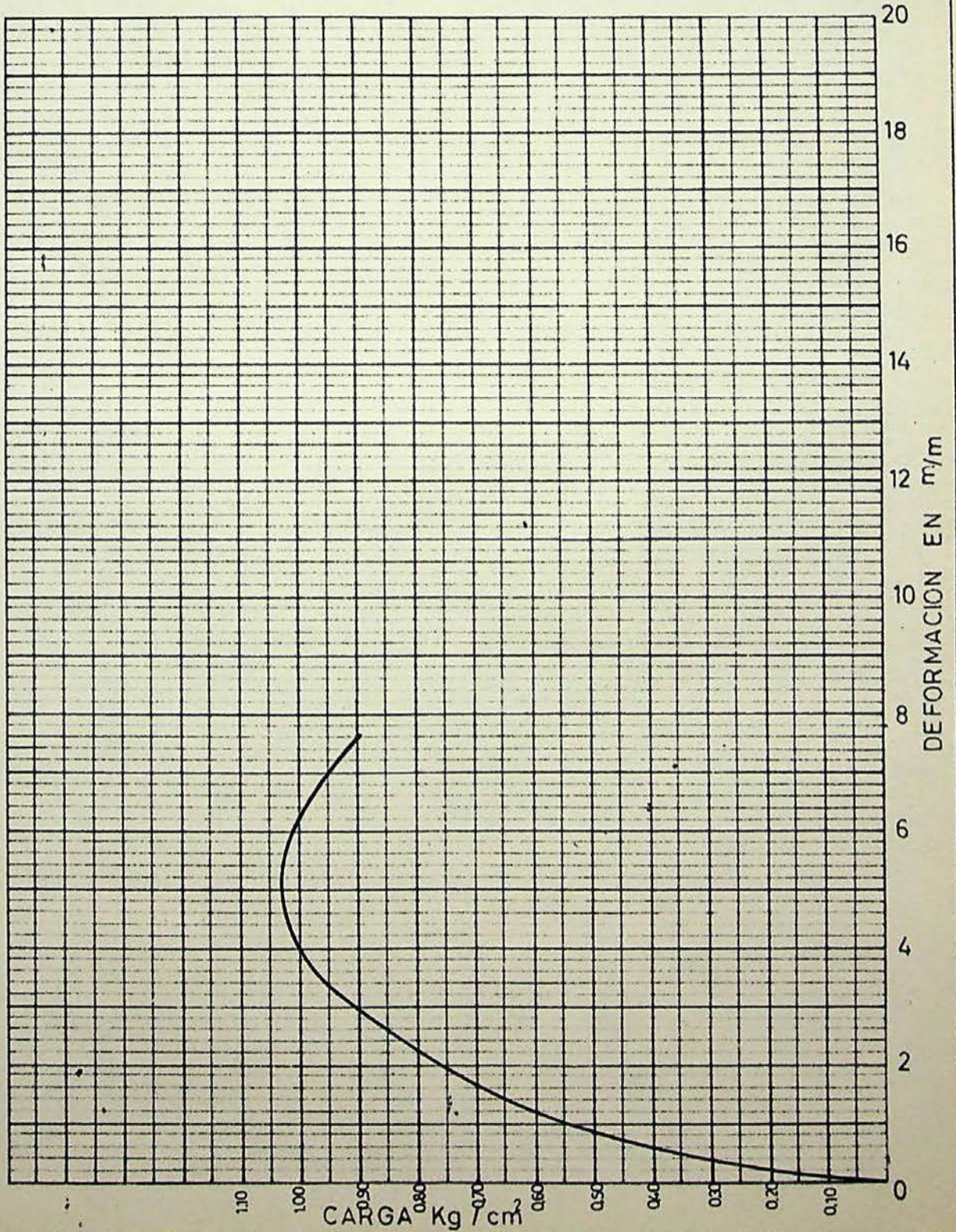
ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

OBRA FORNALUTX  
LOCALIZACION \_\_\_\_\_ ENSAYO N° \_\_\_\_\_  
SONDEO A MUESTRA 38 PROFUNDIDAD 0,8 - 1,4 PROBETA N° \_\_\_\_\_  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA \_\_\_\_\_  
VELOCIDAD \_\_\_\_\_  
ANILLO 2270 APARATO NORMATEST

REVISADO

OPERADOR

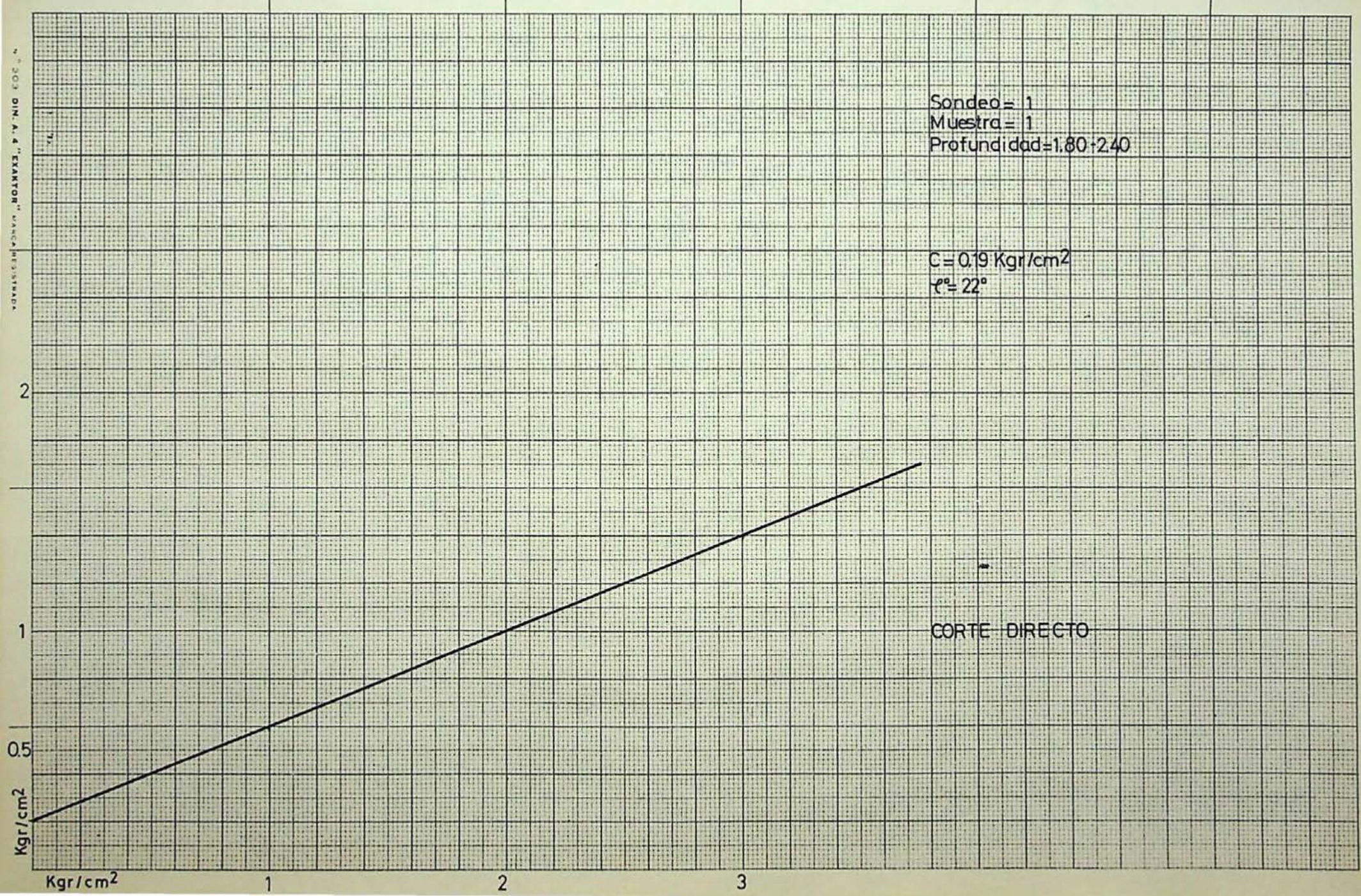
FECHA



N. 203 DIN. A. 4 "EXANTON" VANCA MESTRADA

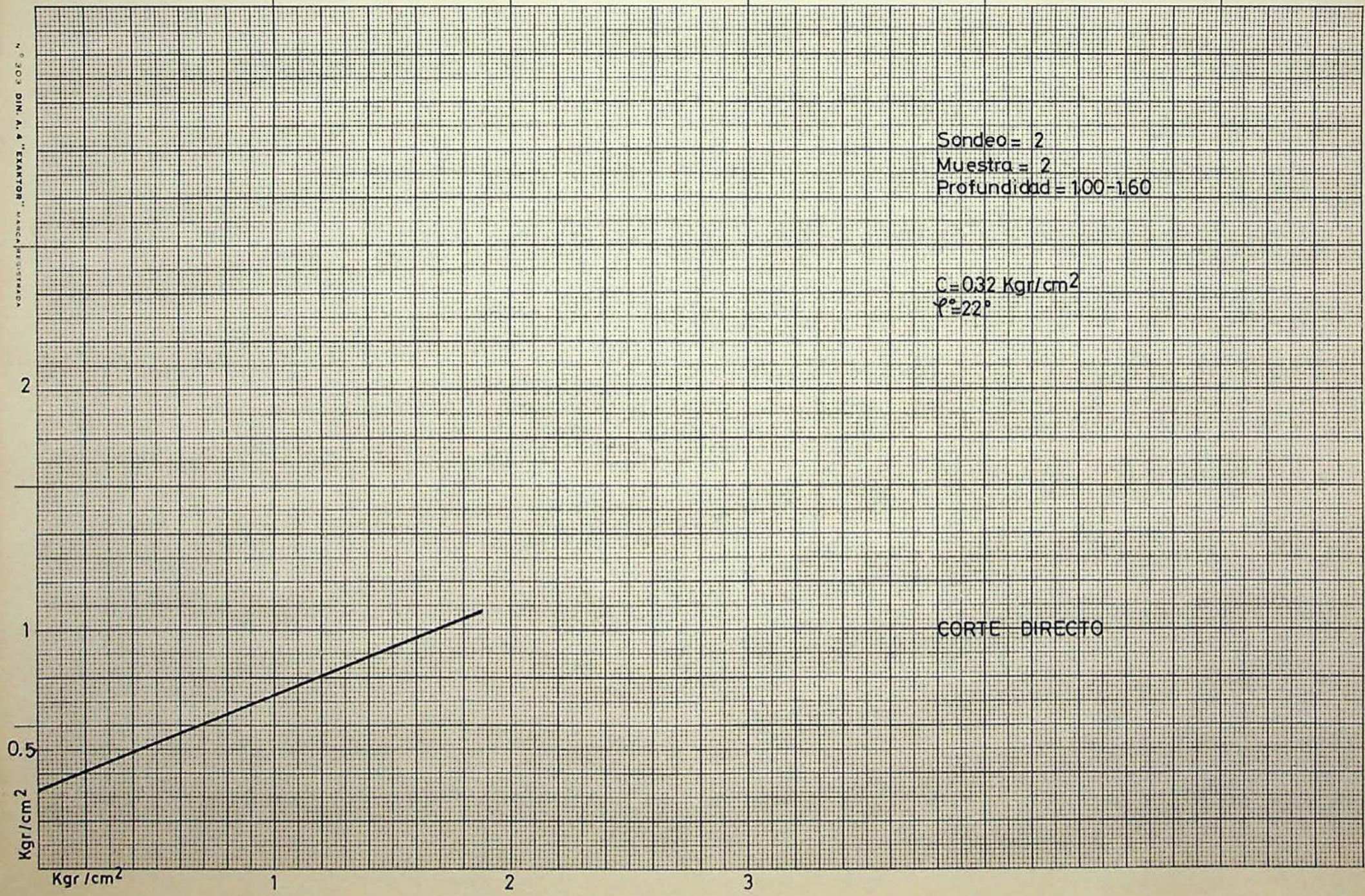
Sondeo = 1  
Muestra = 1  
Profundidad = 1.80 + 2.40

$C = 0.19 \text{ Kgr/cm}^2$   
 $\varphi = 22^\circ$



CORTE DIRECTO

FOR DIN. A. 4 "EXANTON" MARCA REGISTRADA



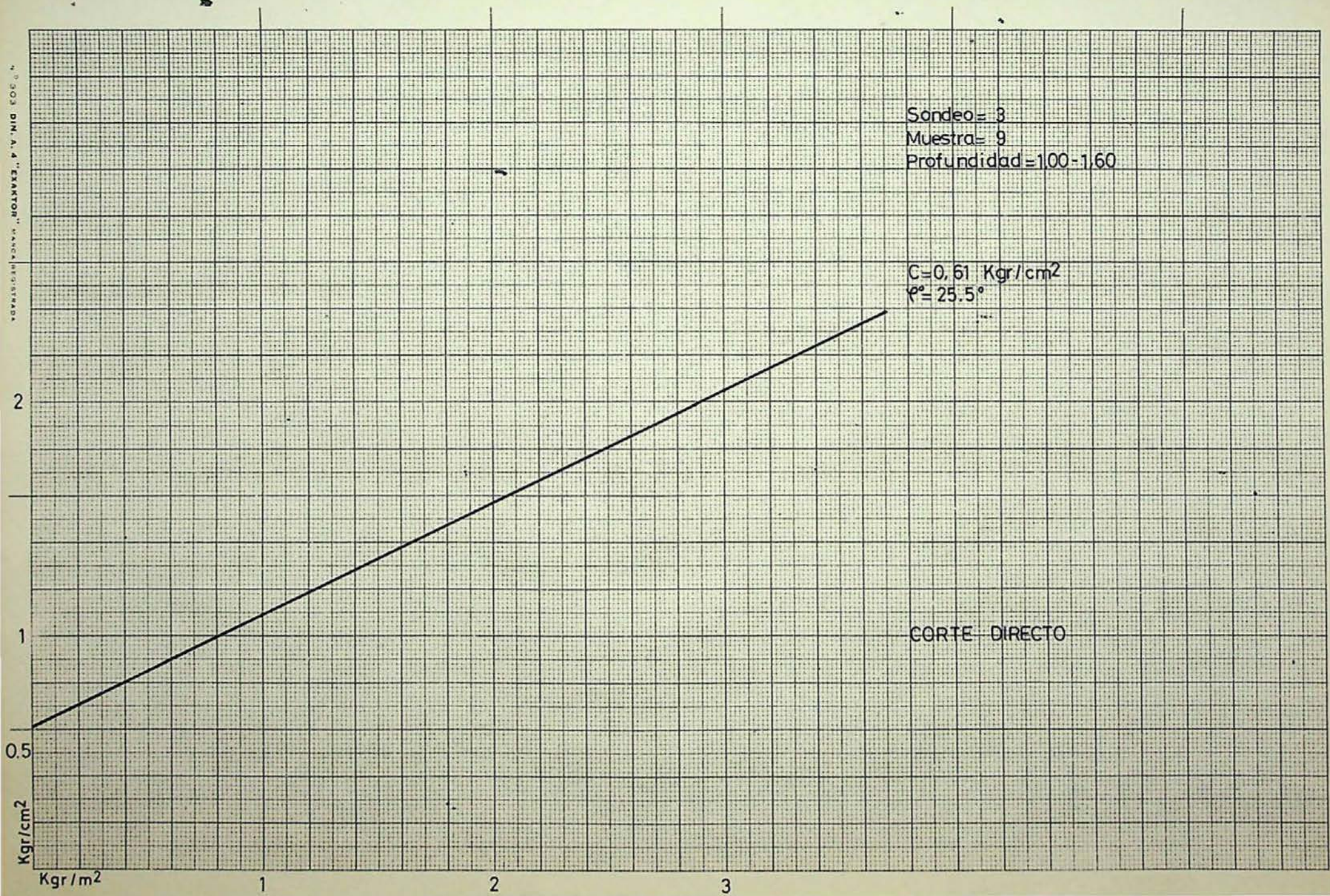
Sondeo = 2  
Muestra = 2  
Profundidad = 100-160

C = 0.32 Kgr/cm²  
 $\varphi = 22^\circ$

CORTE DIRECTO



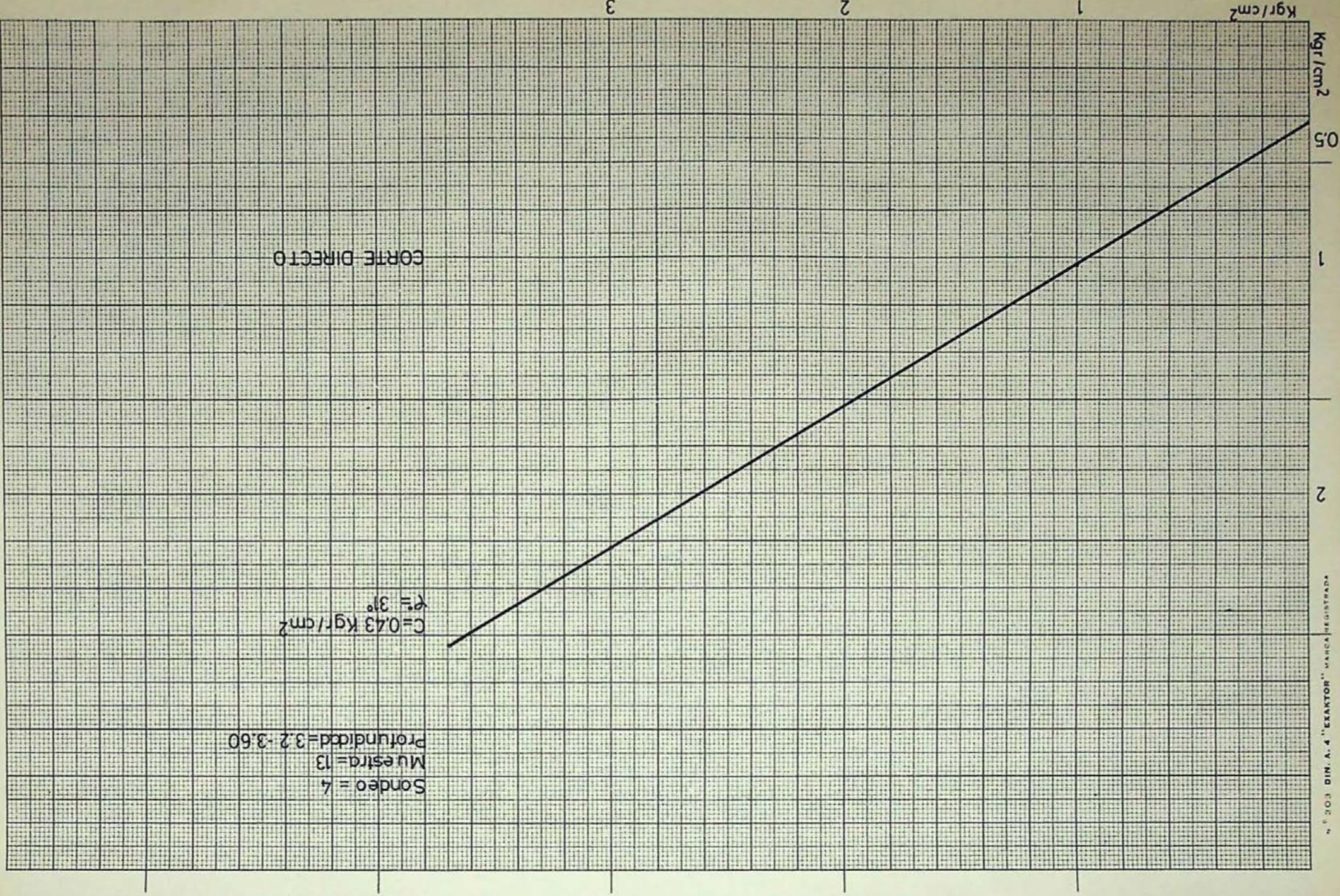
N.º 003 DIN. A. 4 "EXAKTOR" MARCA REGISTRADA



Sondeo = 3  
Muestra = 9  
Profundidad = 100-1,60

$C = 0,61 \text{ Kgr/cm}^2$   
 $\varphi = 25.5^\circ$

CORTE DIRECTO



CORTE DIRECTO

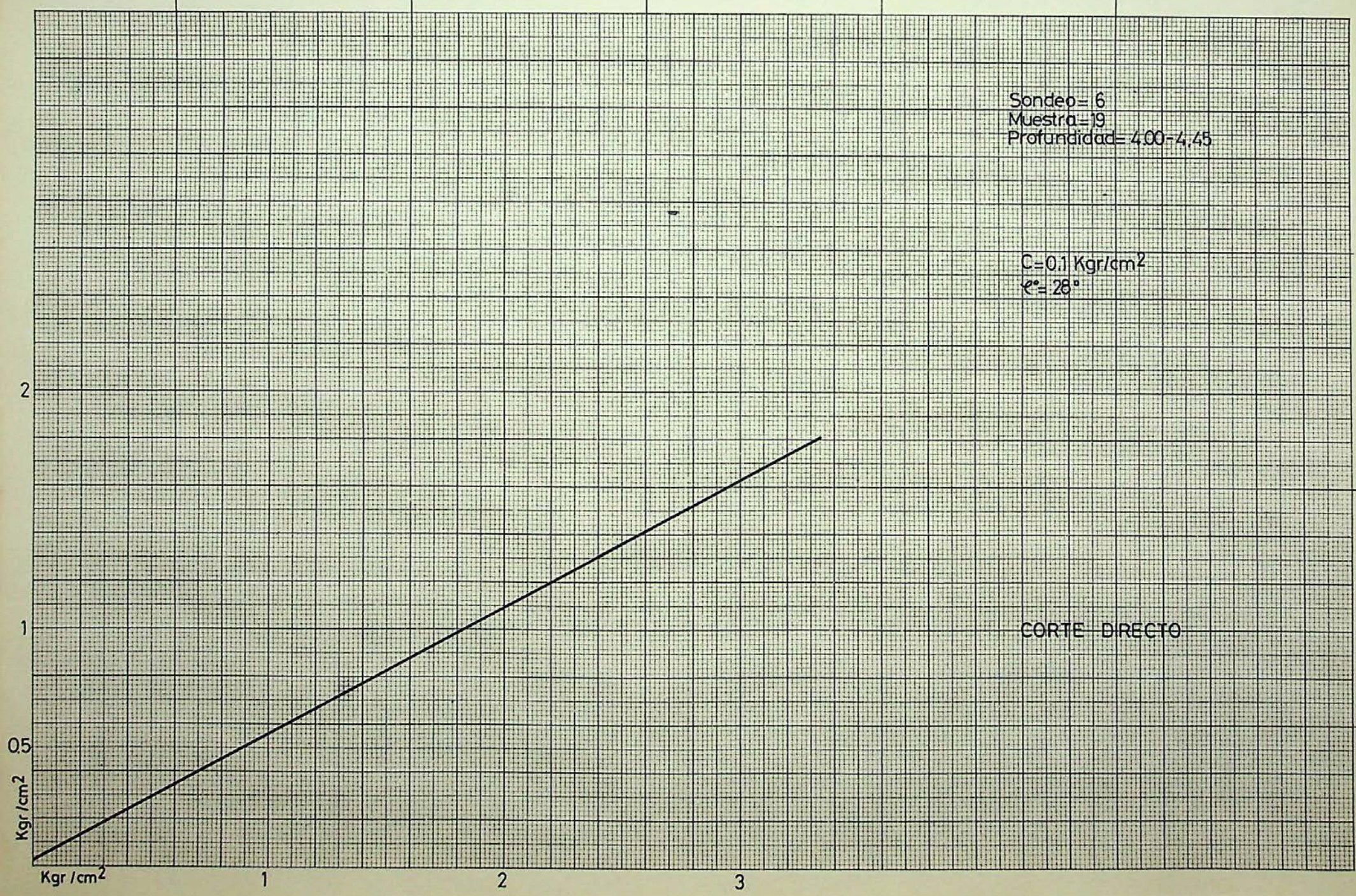
$C = 0.43 \text{ Kgr/cm}^2$   
 $\rho = 3\%$

Sondeo = 4  
Muestra = 13  
Profundidad = 3.2 - 3.60

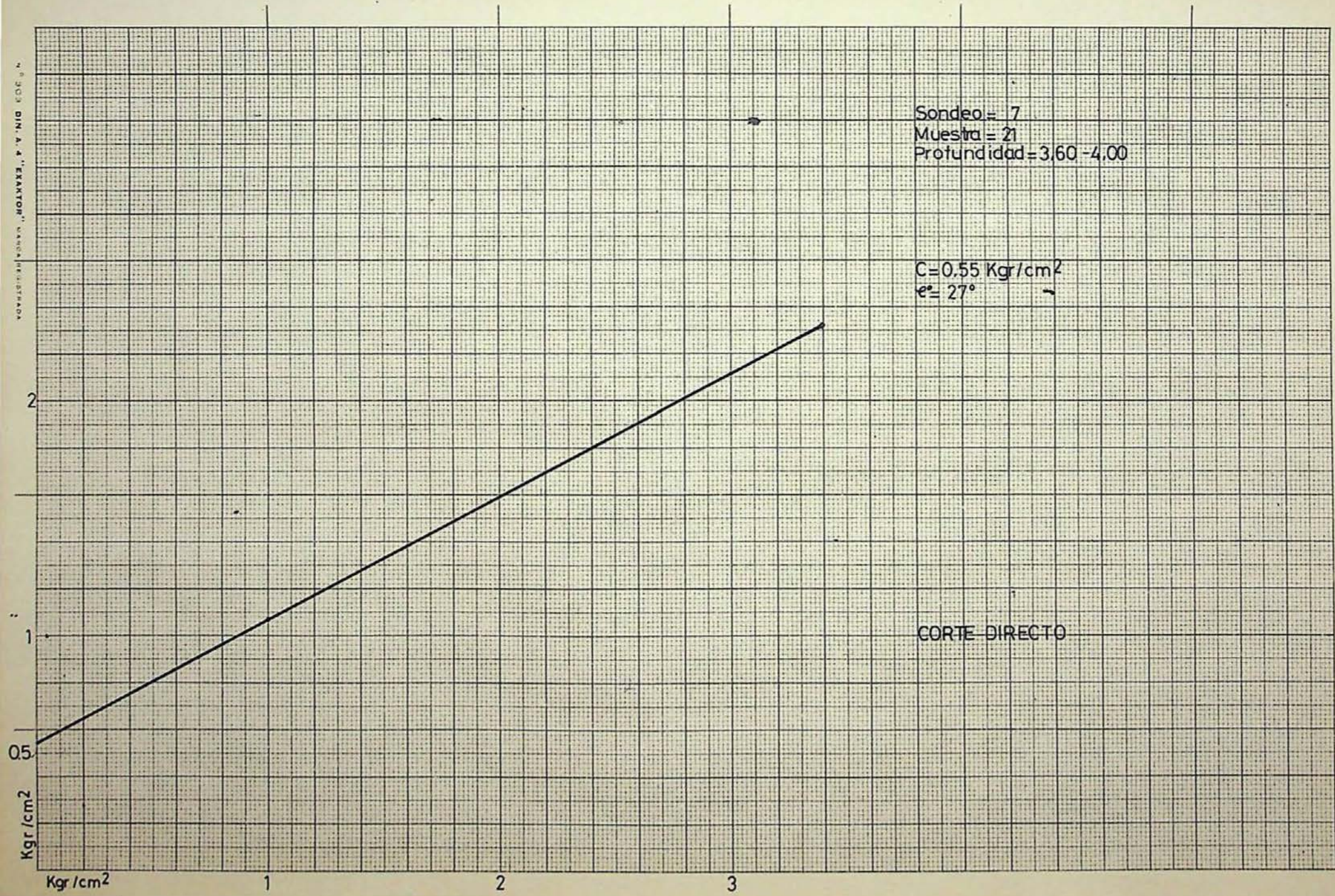
Sondeo= 6  
Muestra= 19  
Profundidad= 4.00-4.45

C=0.1 Kgr/cm<sup>2</sup>  
 $\varphi = 28^\circ$

CORTE DIRECTO



N.º 600 E.O. 1.º D.I. A. P. "ERANTON" S.A. SUCURSAL DE IQUIQUE



Sondeo = 7  
Muestra = 21  
Profundidad = 3,60 - 4,00

$C = 0,55 \text{ Kgr/cm}^2$   
 $e = 27^\circ$

CORTE DIRECTO

203 DIM. A. 4 "EAKTOR" MARCA REGISTRADA

Sondeo = 8  
Muestra = 26  
Profundidad = 4,60-5,00

$C = 0.22 \text{ Kgr/cm}^2$   
 $\phi = 25^\circ$

2

1

5

Kgr/cm<sup>2</sup>

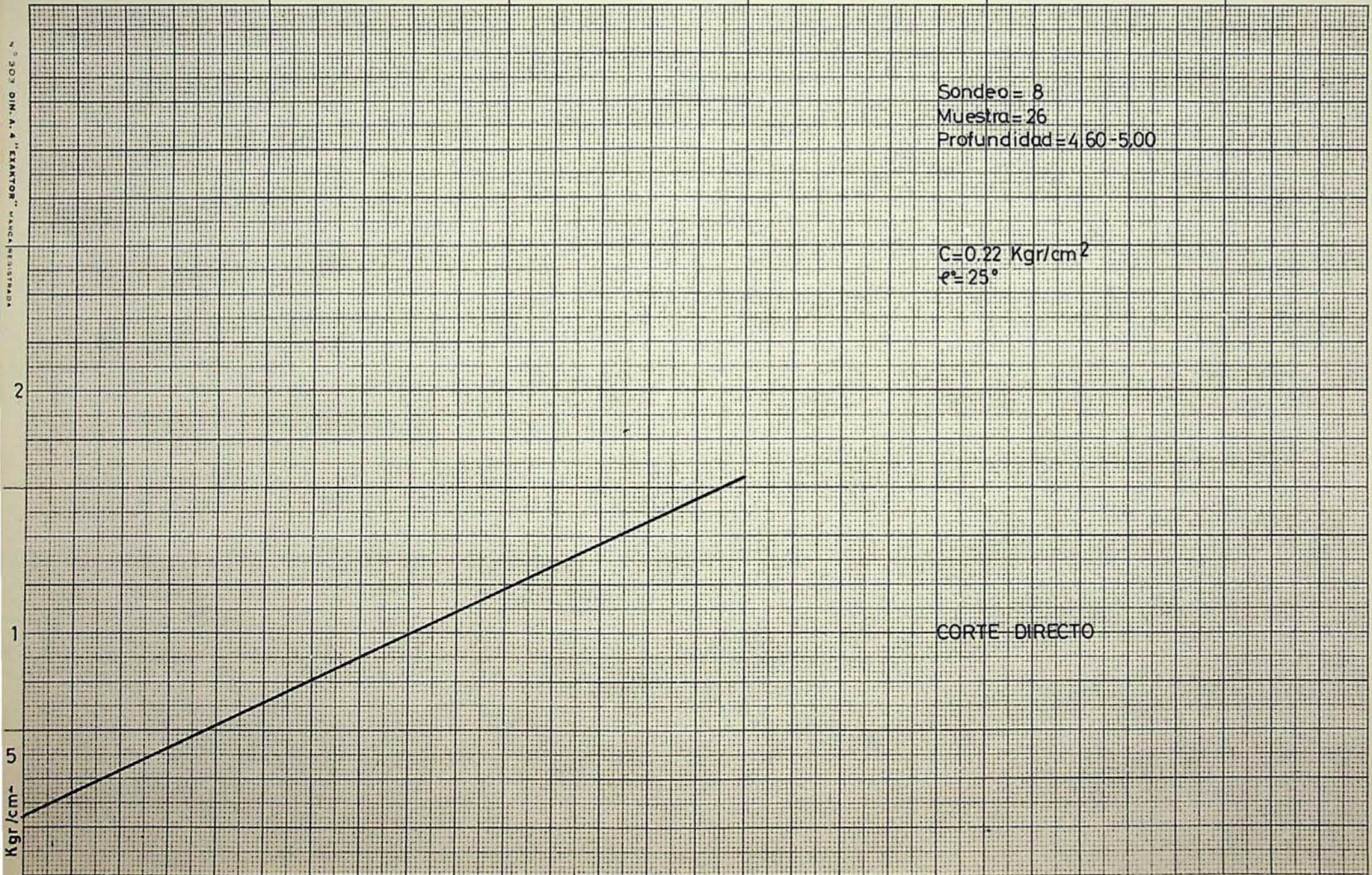
Kgr/cm<sup>2</sup>

1

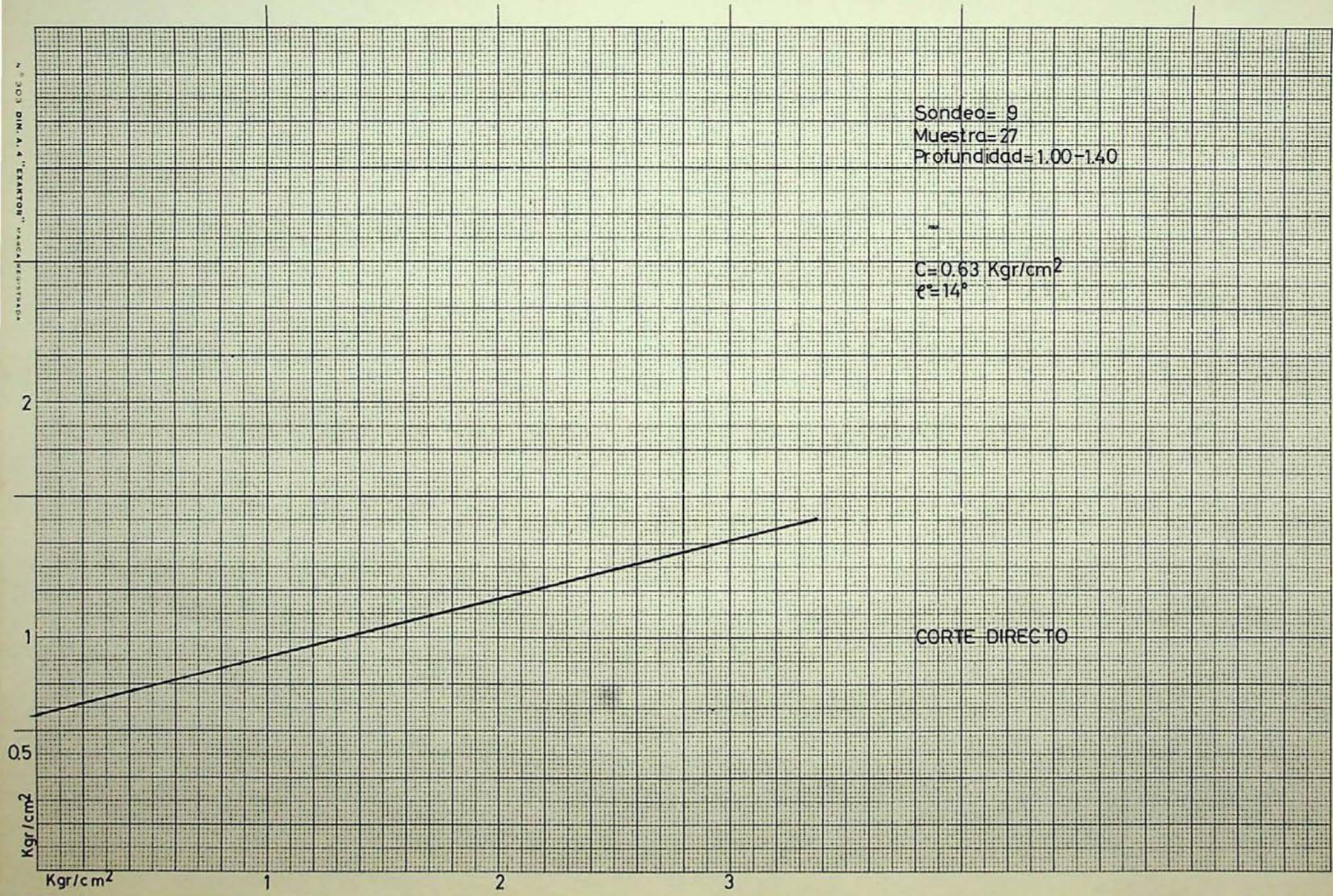
2

3

CORTE DIRECTO



INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

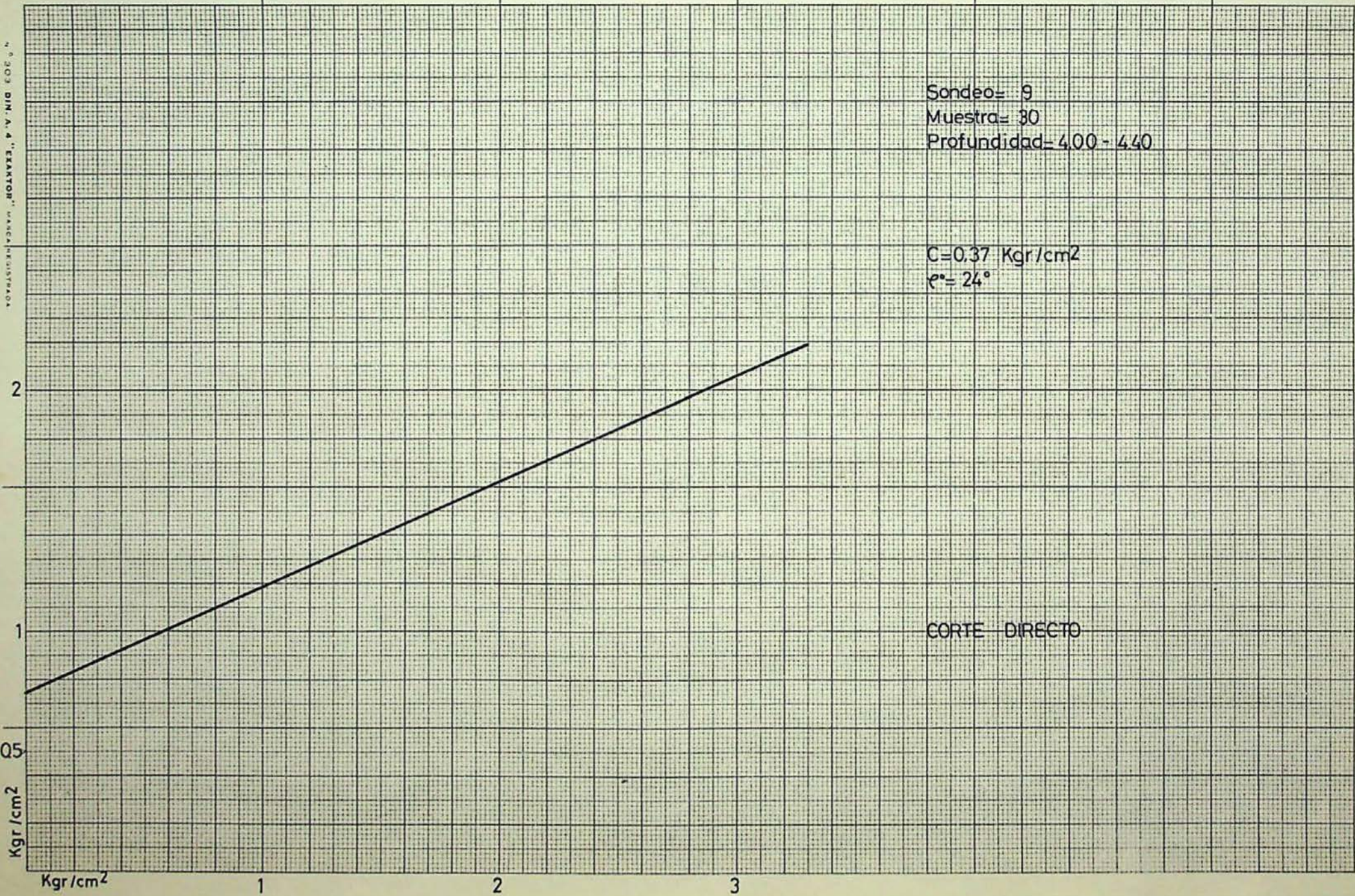


Sondeo= 9  
Muestra= 27  
Profundidad= 1.00-1.40

$C=0.63 \text{ Kgr/cm}^2$   
 $\varphi=14^\circ$

CORTE DIRECTO

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР "НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ"

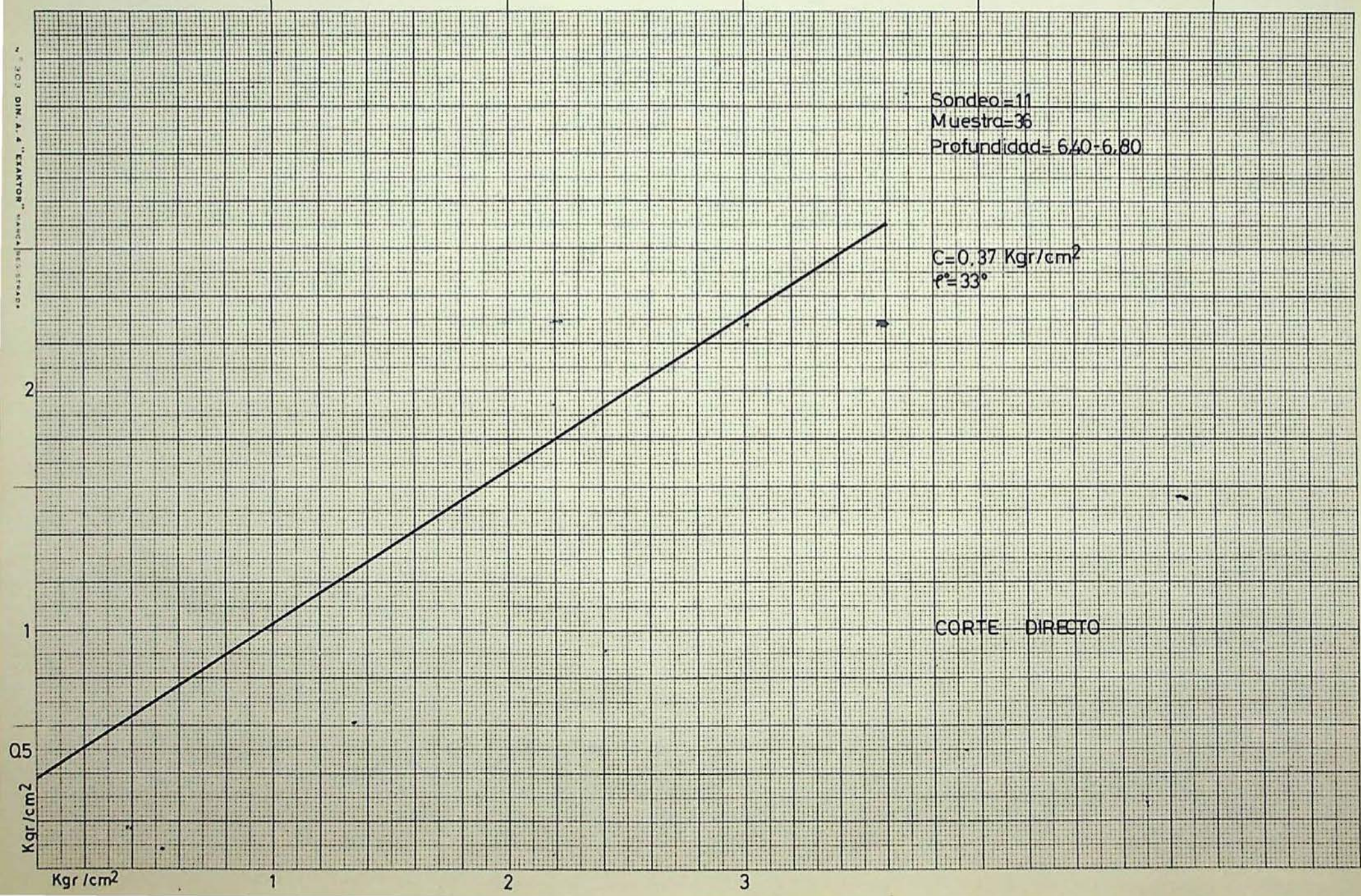


Sondeo= 9  
Muestra= 30  
Profundidad= 400 - 440

C=0.37 Kgr/cm<sup>2</sup>  
 $\varphi^{\circ}= 24^{\circ}$

CORTE DIRECTO

N. 302 DIN. A. 4 "EXAKTOR" MARCA INEOSTEAD



Sondeo=11  
Muestra=36  
Profundidad= 6,40-6,80

$C=0,37 \text{ Kgr/cm}^2$   
 $\varphi=33^\circ$

CORTE DIRECTO



Kg. Kg./cm.<sup>2</sup>

OBRA: Palma de Mallorca

SONDEO N.º 11 Prof. 1,00 a 1,60 mts.

MUESTRA N.º 29.643

ENSAYO: Compresión ~~simple~~ Triaxial

CURVA: Deformación-Carga

PROBETA de 3,80 cm.

ALTURA = 7,6 cm

178,80-15,78

119,20-10,52

59,60-5,26

0 0

0

1

2

3

4

5

6

7

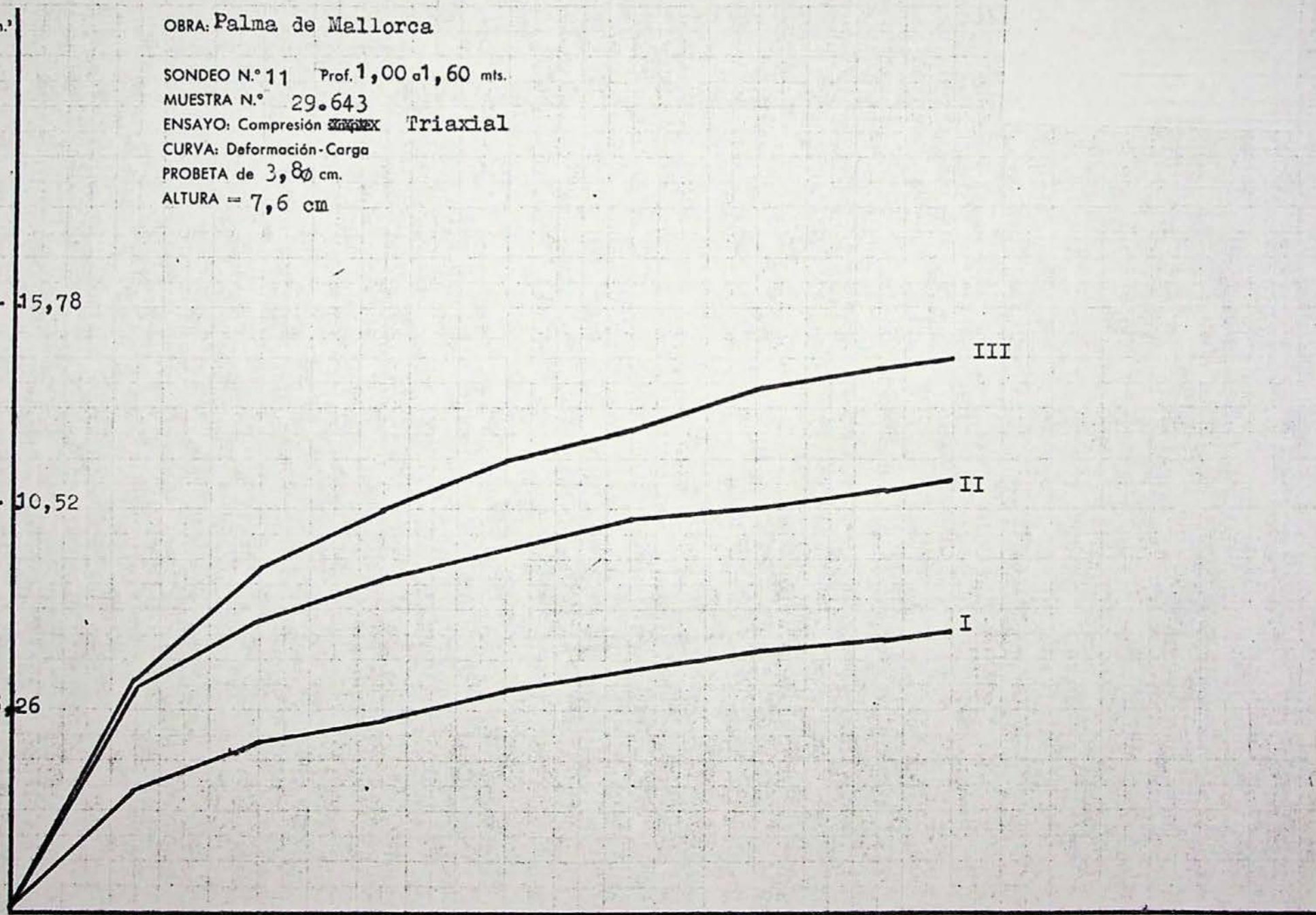
8

Deformación en %

III

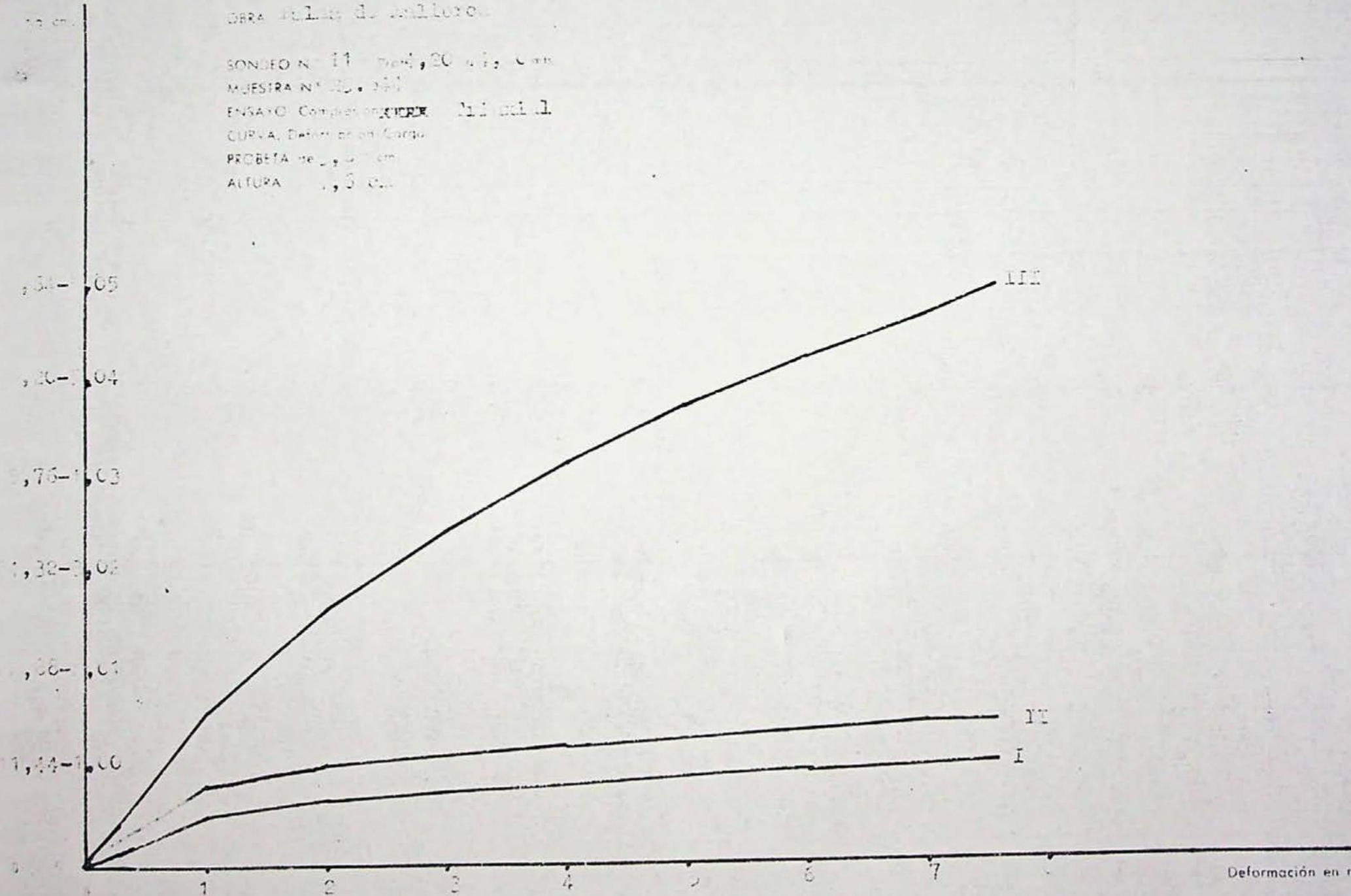
II

I



CURVA TENSION DEFORMACION

SONDEO N.º 11 Prof. 20 m. Con  
MUESTRA N.º 20. 1941  
ENSAYO: Compresión ~~UNICA~~ 11 mil l.  
CURVA: Deformación por carga  
PROBETA de 1,5 cm  
ALTURA 1,5 cm



OBRA Puente de Salto

SONDEO N. 11 4,20 a 4,0 ms

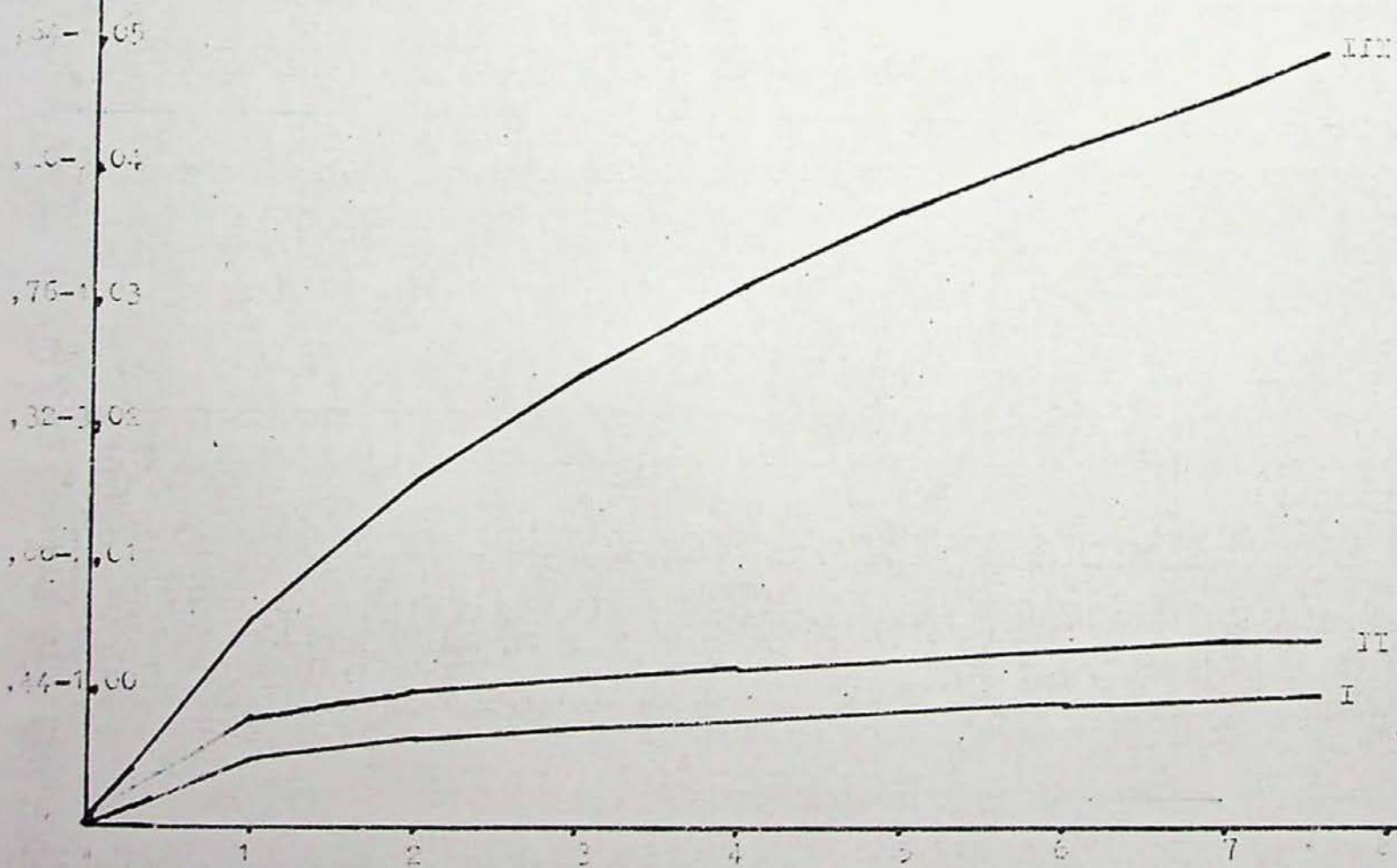
MUESTRA N. 10, 11

ENSAJO Compresión

CURVA Deformación Carga

PROBETA de 1,4 cm

ALTURA 1,3 cm



Deformación en mm.

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL  
CIRCULOS DE MOHR

Probeta n.º	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (Kg./cm <sup>2</sup> )	1,00	2,00	3,00		
% Hum. Inicial	17,5	17,7	12,8		
% Hum. final	17,2	17,7	12,7		
Densidad seca	1,95	1,82	2,02		
% Deformación a la rotura	10	10	10		
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.	3	3	3		

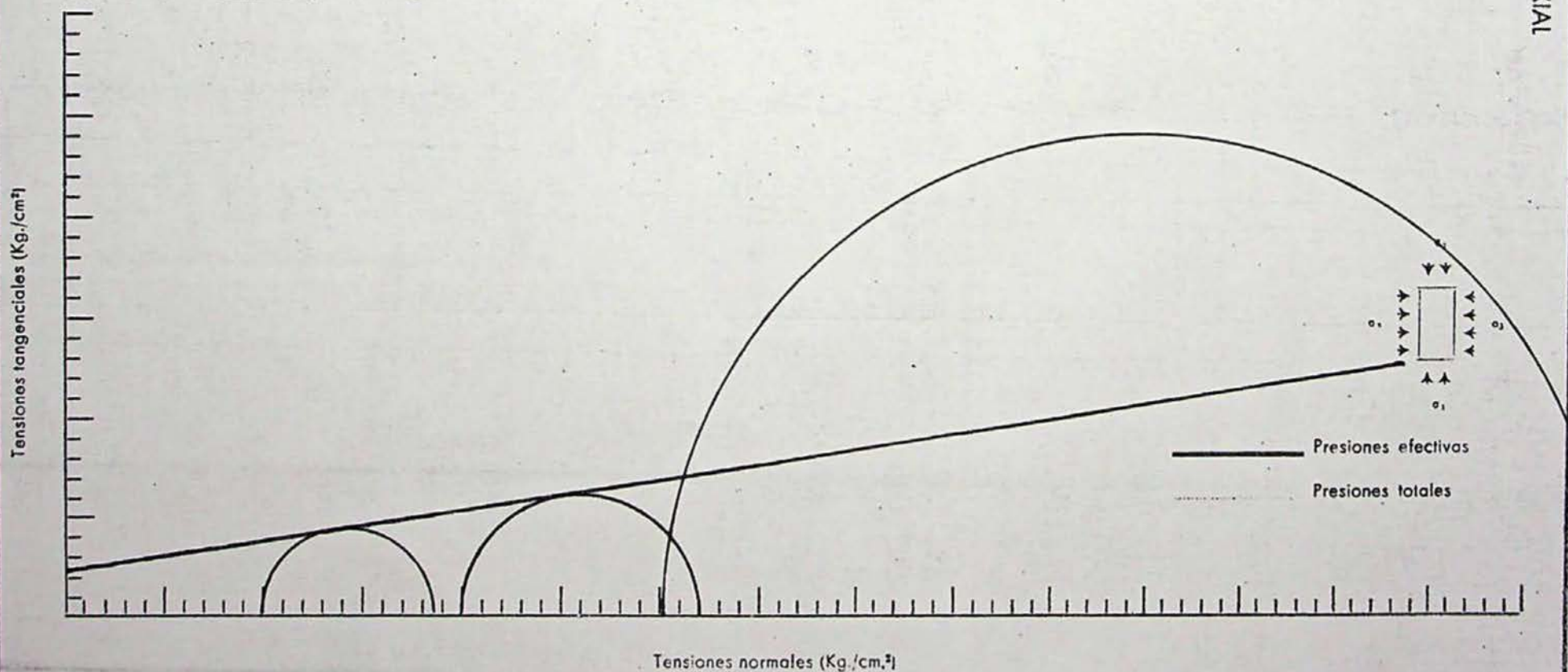
Tipo de muestra inalterada de 70 mmØ

Tipo de ensayo triaxial rápido consolidado con medidas de presiones intersticiales

PRESIONES TOTALES

OBSERVACIONES:

$c = 0,23$      $\psi = 9^\circ$



Probeto n.º	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (Kg./cm <sup>2</sup> )	1,00	2,00	3,00		
% Hum. inicial					
% Hum. final					
Densidad seca					
% Deformación a la rotura					
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.					

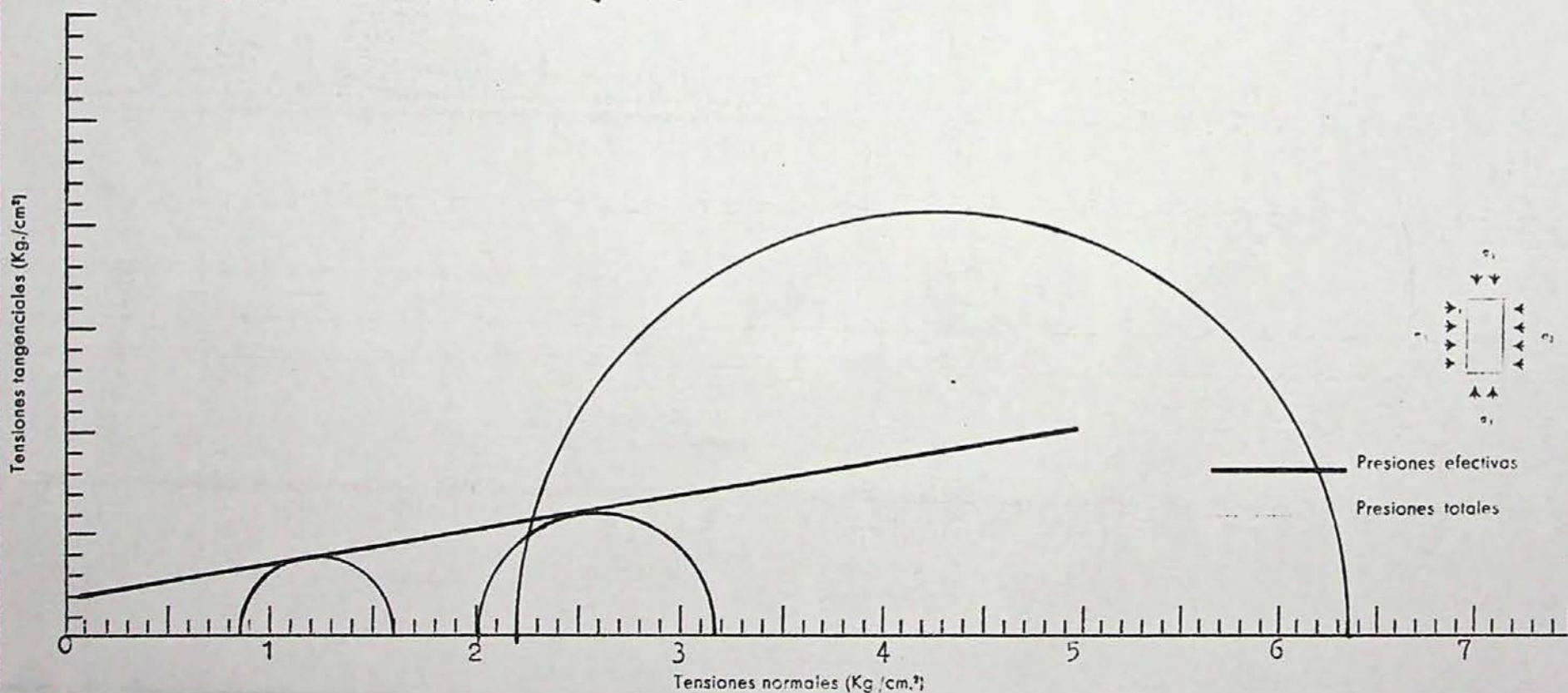
Tipo de muestra .....

Tipo de ensayo .....

PRESIONES EFECTIVAS

OBSERVACIONES: .....

$C = 0,20$      $\phi = 9^{\circ}30'$



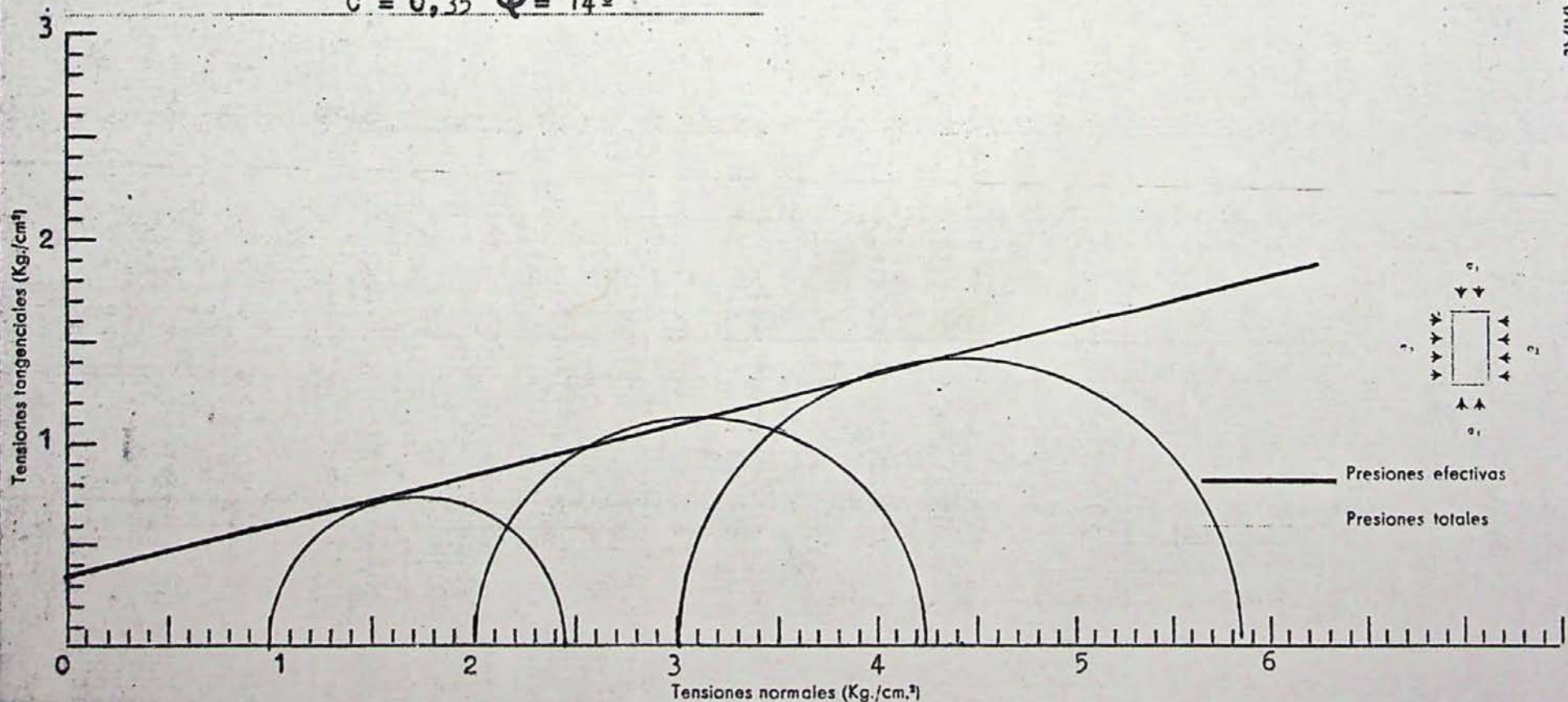
Probeto n.º	I	II	III	IV	V
σ <sub>3</sub> (Kg./cm <sup>2</sup> )	1,00	2,00	3,00		
% Hum. inicial	16,5	15,9	15,2		
% Hum. final	16,4	15,6	15,2		
Densidad seca	1,90	1,88	1,91		
% Deformación a la rotura	10	10	10		
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.	3	3	3		

Tipo de muestra inalterada de 70 mm ø  
 Tipo de ensayo triaxial rápido consolidado con medidas de presiones intersticiales

PRESIONES TOTALES

OBSERVACIONES: .....

$c = 0,35$     $\phi = 14^\circ$



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL  
CIRCULOS DE MOHR

Probeta n.º	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	1,00	2,00	3,00		
% Hum. inicial					
% Hum. final					
Densidad seca					
% Deformación a la rotura					
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def					

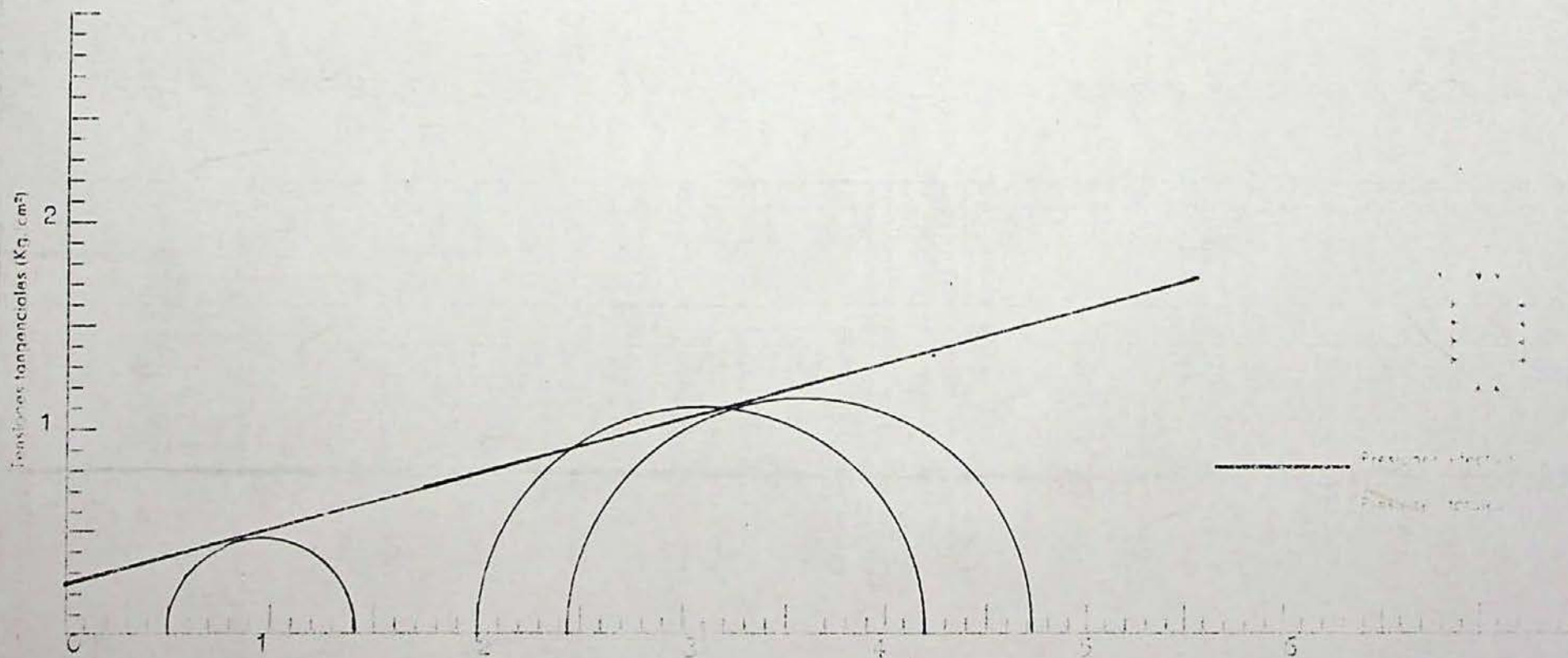
Tipo de muestra

Tipo de ensayo

ARMONIOS DEBE SER

OBSERVACIONES:

$\phi = 0,25$      $\psi = 15^\circ$



S-1

PROFUNDIDAD EN METROS

TIEMPO EN MINUTOS

0  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7

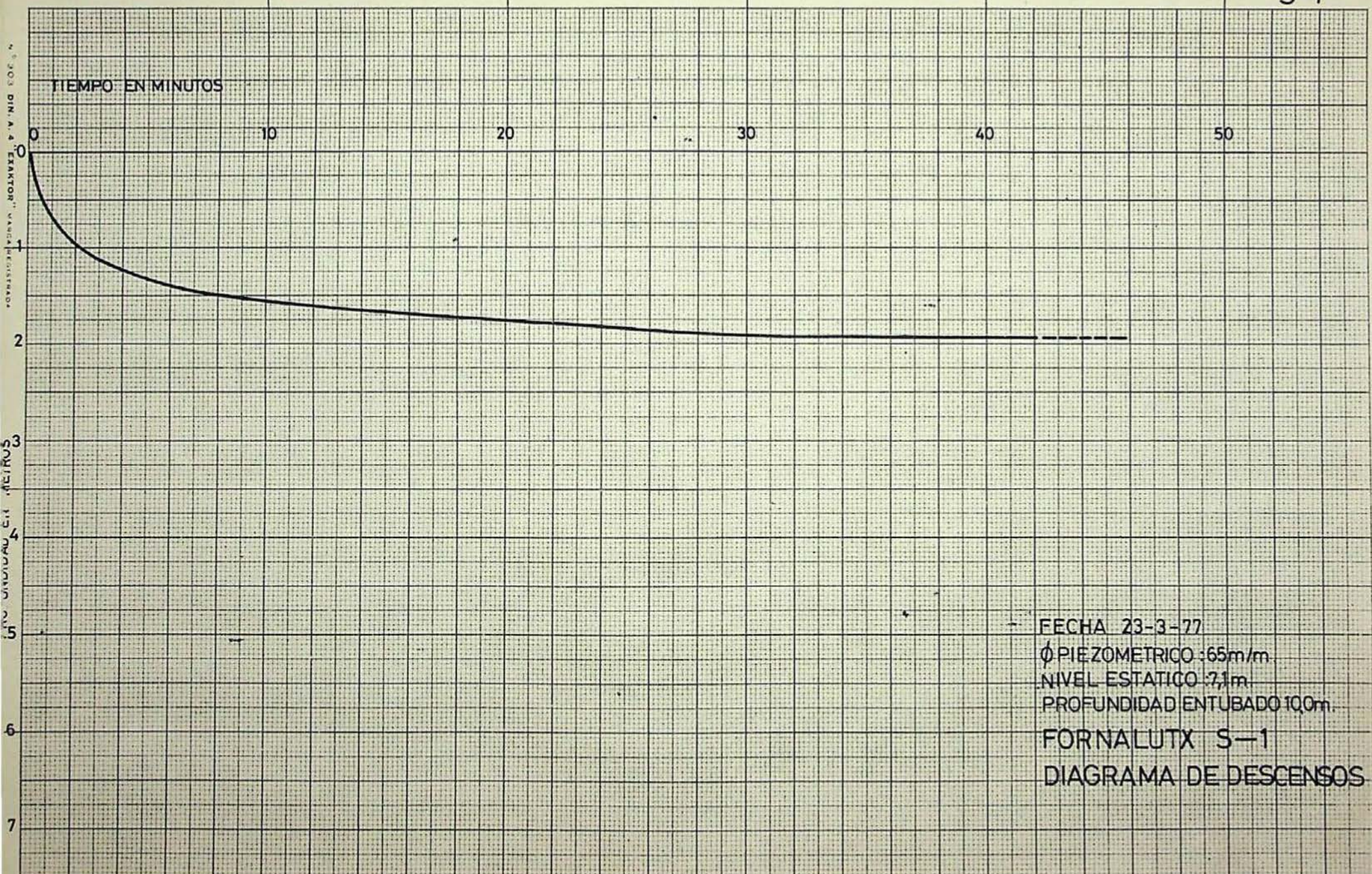
10

20

30

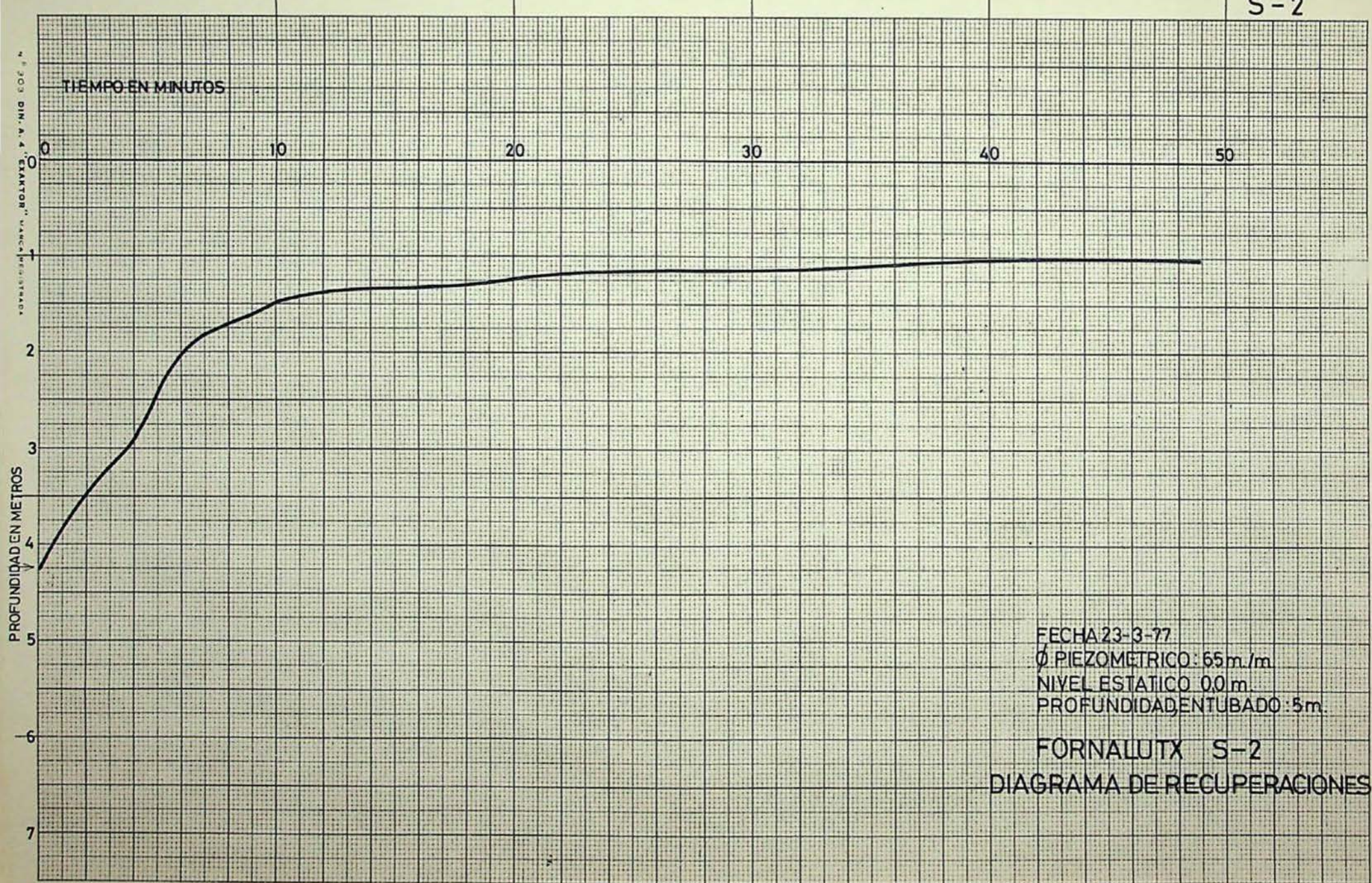
40

50



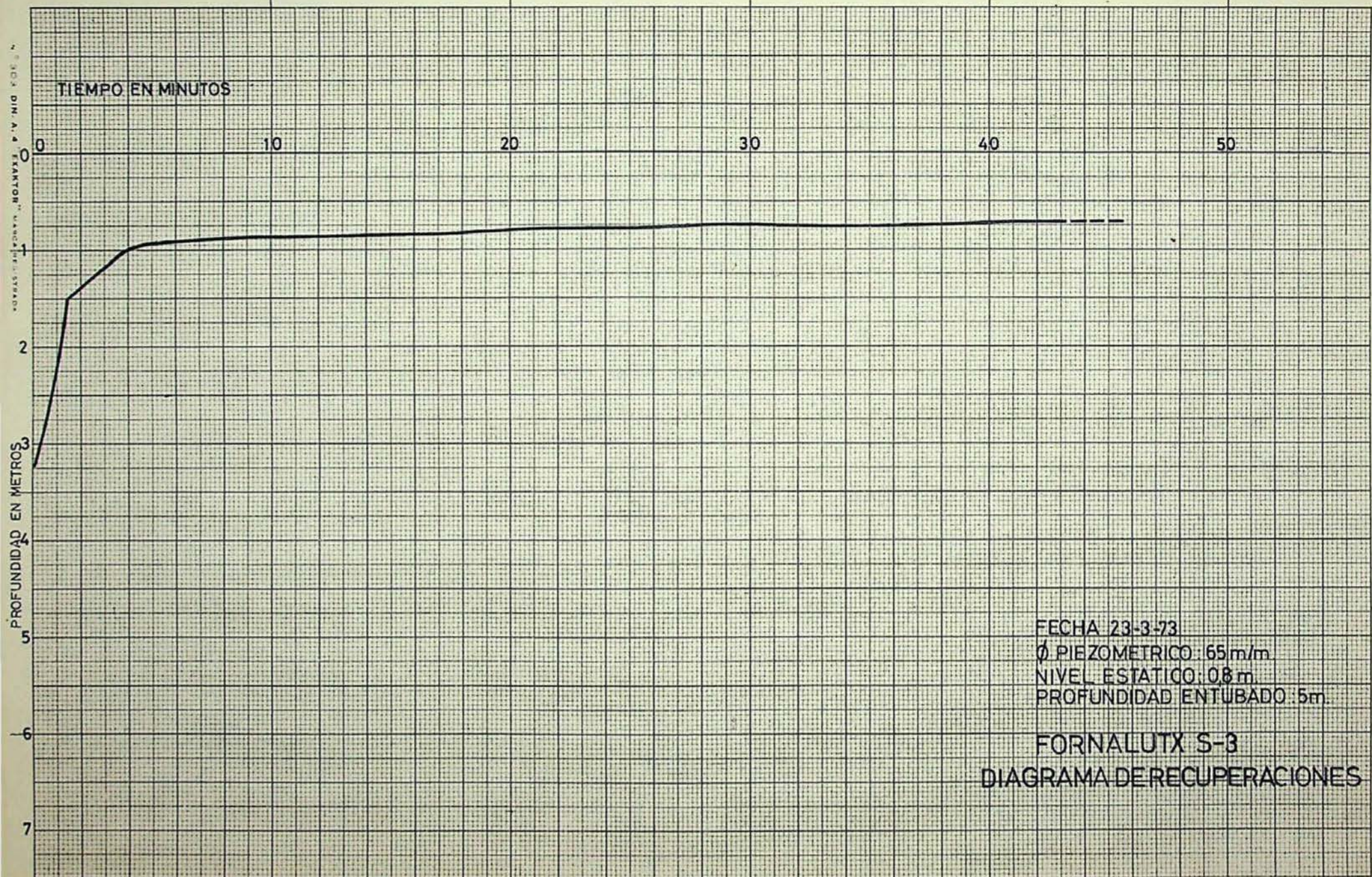
FECHA 23-3-77  
Ø PIEZOMETRICO : 65m/m.  
NIVEL ESTATICO : 7,1m.  
PROFUNDIDAD ENTUBADO 100m.  
FORNALUTX S-1  
DIAGRAMA DE DESCENSOS





FECHA 23-3-77  
Ø PIEZOMETRICO: 65m/m  
NIVEL ESTATICO 0,0m  
PROFUNDIDAD ENTUBADO: 5m.

FORNALUTX S-2  
DIAGRAMA DE RECUPERACIONES

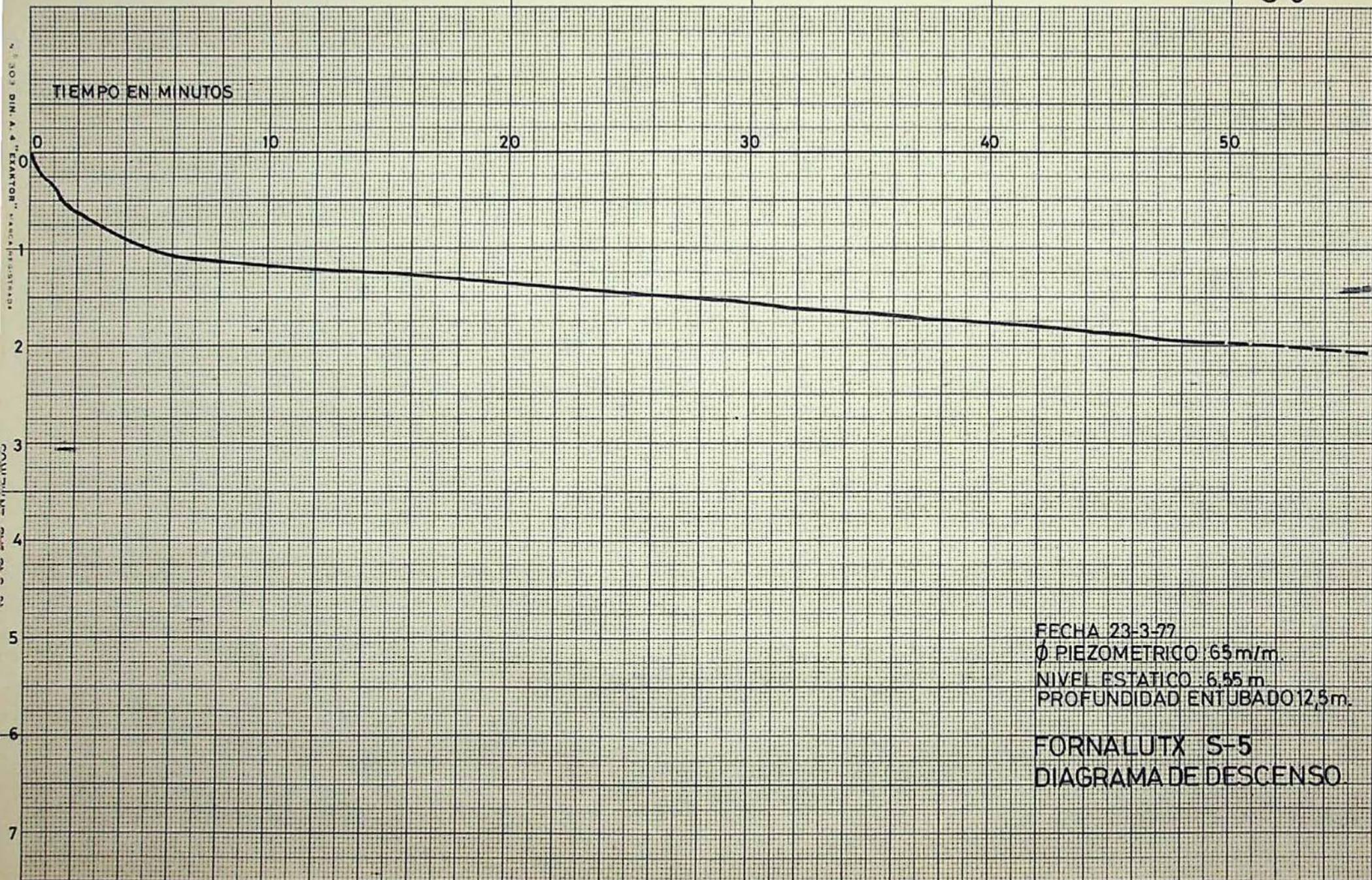


FECHA 23-3-73  
Ø PIEZOMETRICO : 65m/m  
NIVEL ESTATICO : 0,8 m.  
PROFUNDIDAD ENTUBADO : 5m.

FORNALUTX S-3  
DIAGRAMA DE RECUPERACIONES

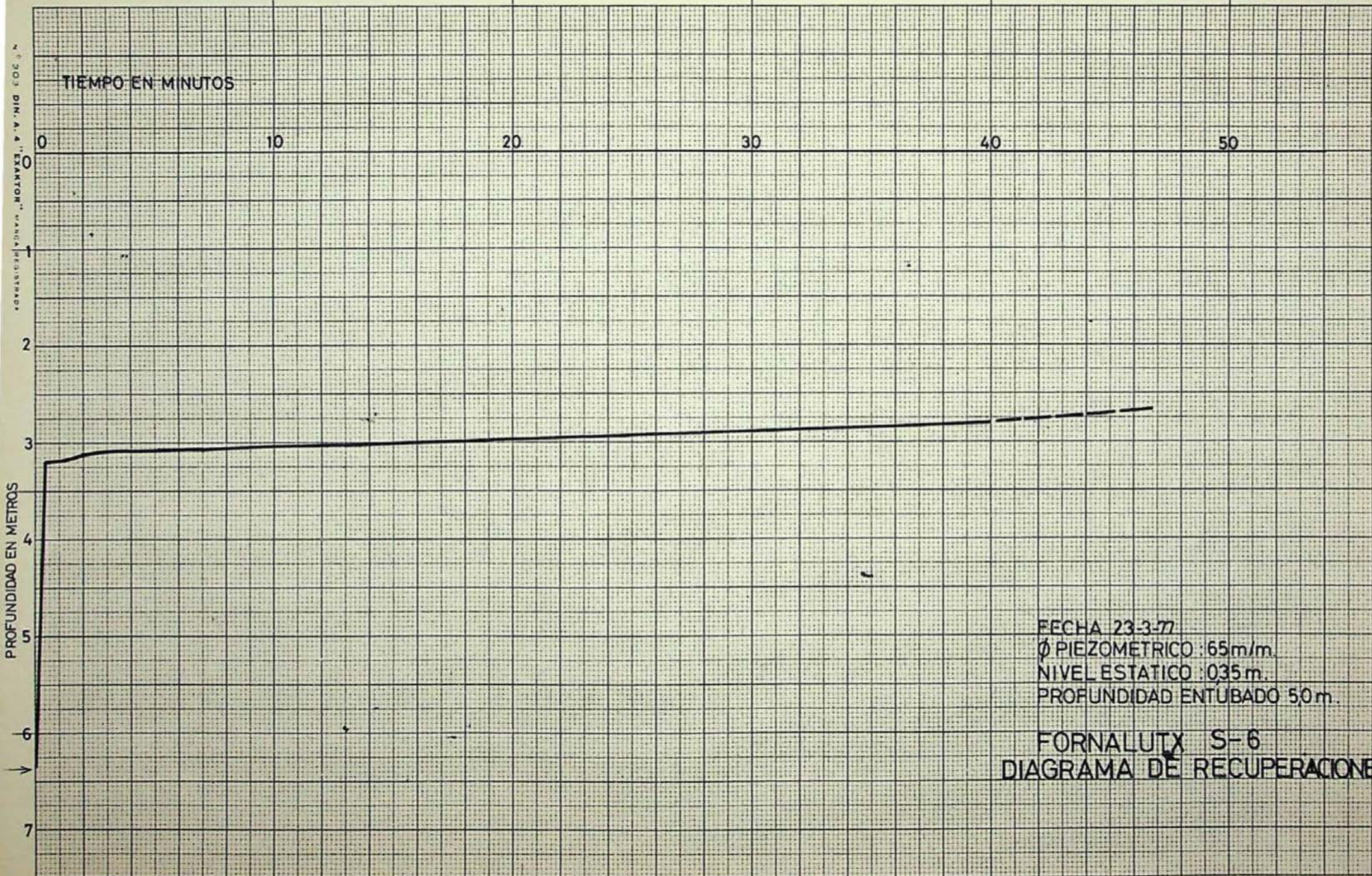
S-5

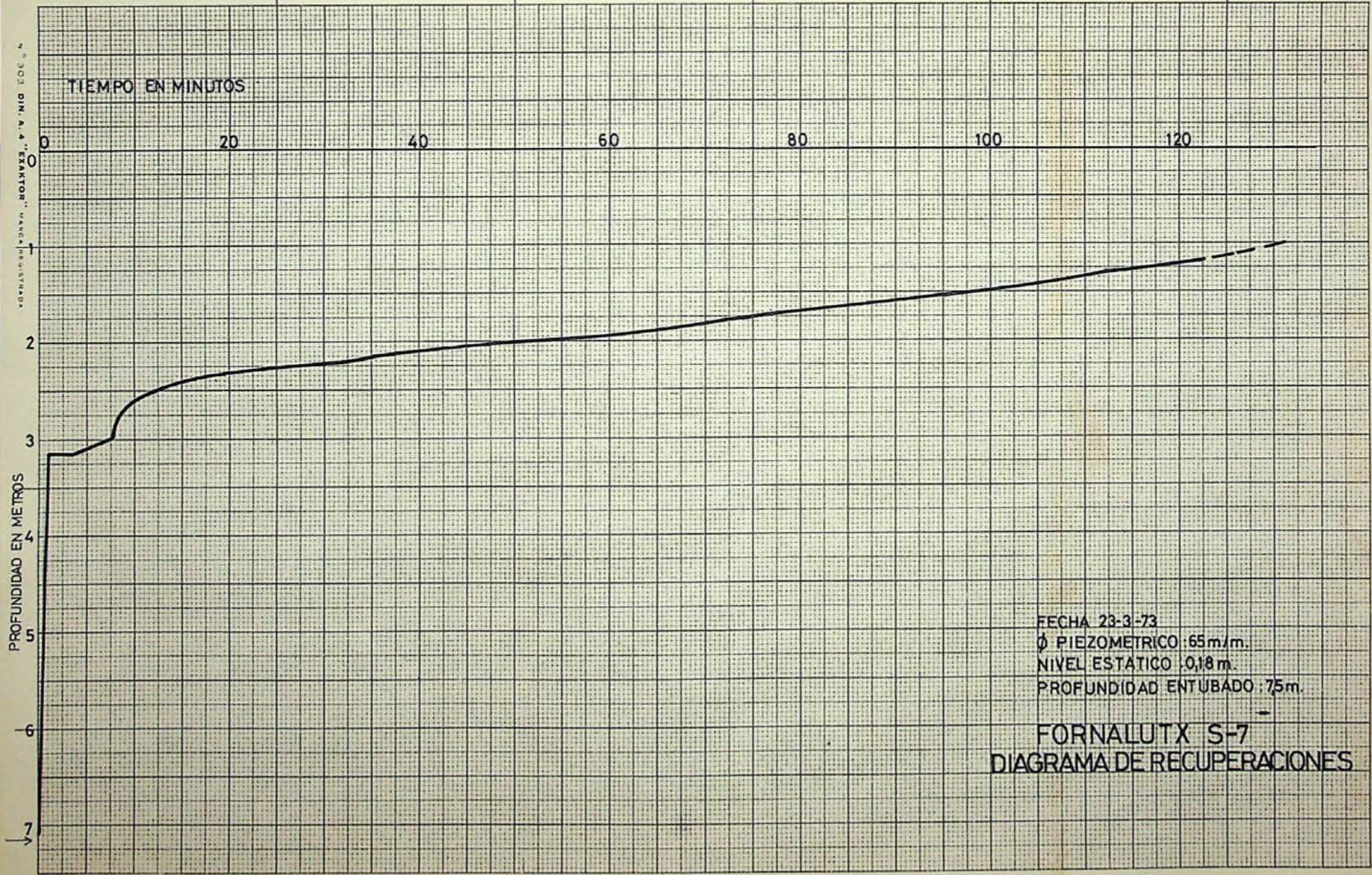
TIEMPO EN MINUTOS



FECHA 23-3-77  
Ø PIEZOMETRICO 65m/m.  
NIVEL ESTÁTICO : 6,55 m  
PROFUNDIDAD ENTUBADO 12,5m.

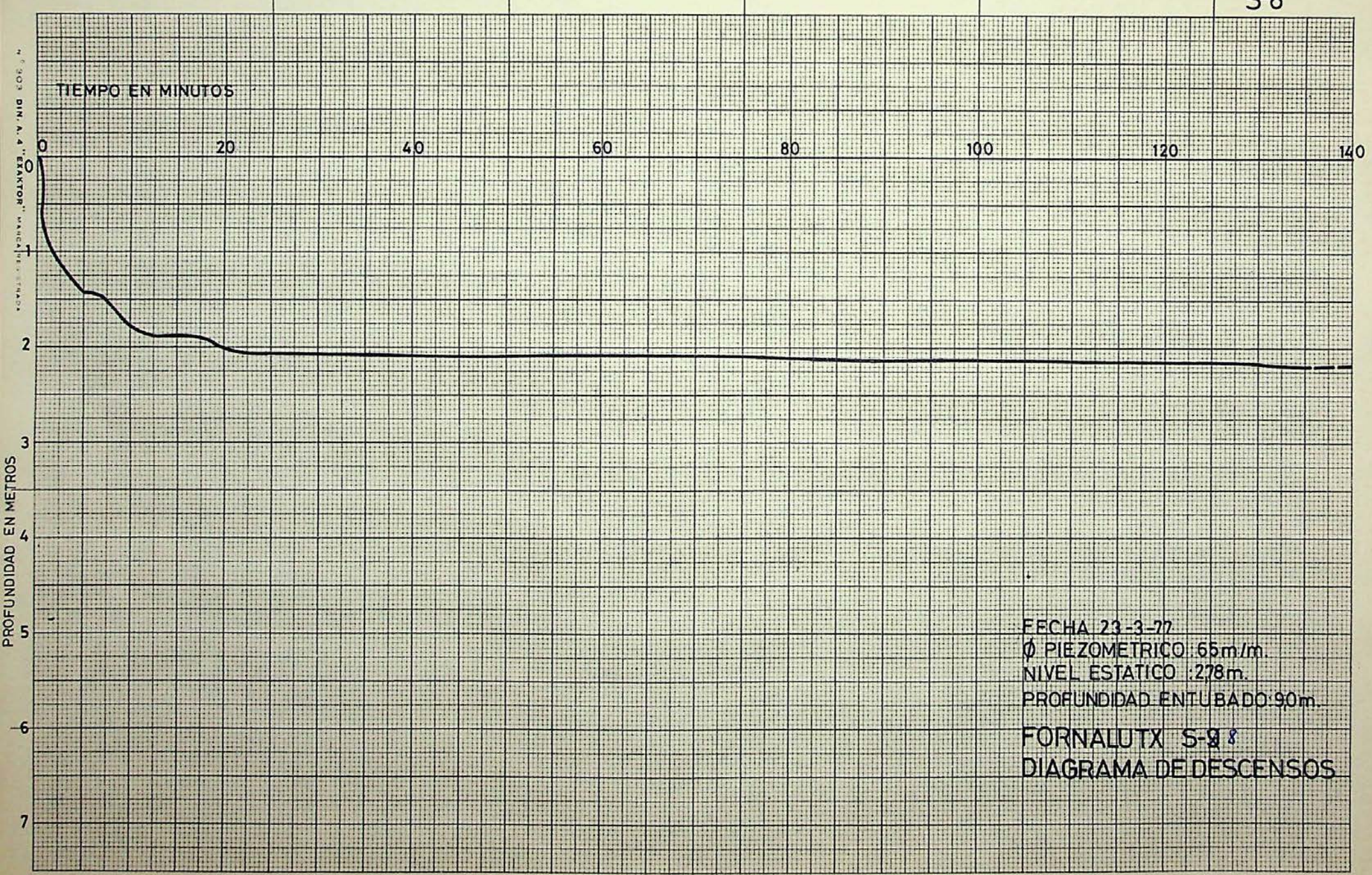
FORNALUTX S-5  
DIAGRAMA DE DESCENSO.





FECHA 23-3-73  
Ø PIEZOMETRICO : 65m/m.  
NIVEL ESTÁTICO : 0,18 m.  
PROFUNDIDAD ENTUBADO : 7,5m.

FORNALUTX S-7  
DIAGRAMA DE RECUPERACIONES



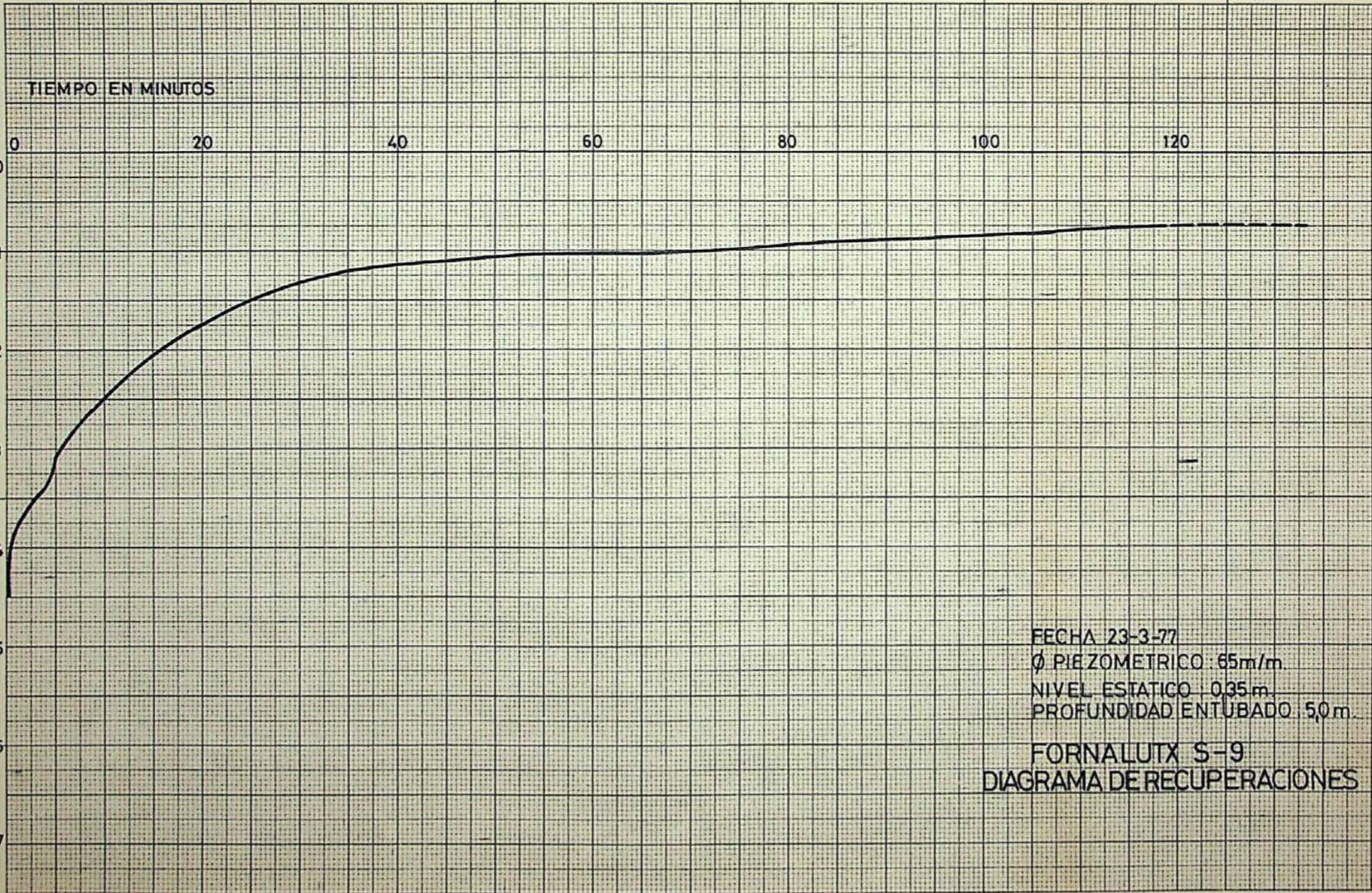
FECHA 23-3-77  
Ø PIEZOMETRICO 65m/m.  
NIVEL ESTATICO 278m.  
PROFUNDIDAD ENTUBADO: 90m.  
FORNALUTX S-8  
DIAGRAMA DE DESCENSOS

S-9

N.º 303 DIM. A. 4 "EXAKTOR" MARCA RESISTADA

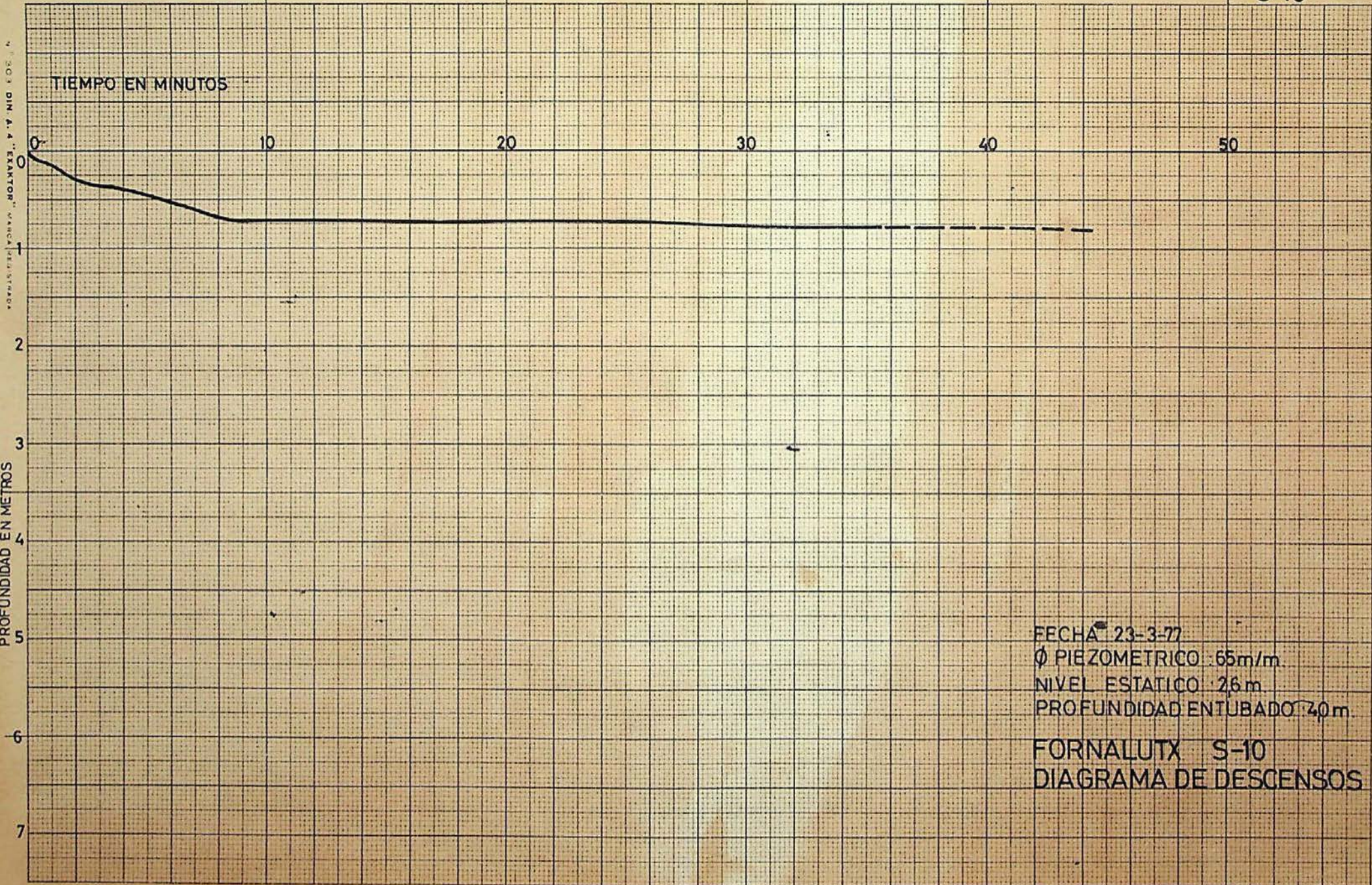
TIEMPO EN MINUTOS

PROFUNDIDAD EN METROS



FECHA 23-3-77  
Ø PIEZOMETRICO: 65m/m.  
NIVEL ESTÁTICO: 0.35m.  
PROFUNDIDAD ENTUBADO: 5.0m.  
FORNALUTX S-9  
DIAGRAMA DE RECUPERACIONES

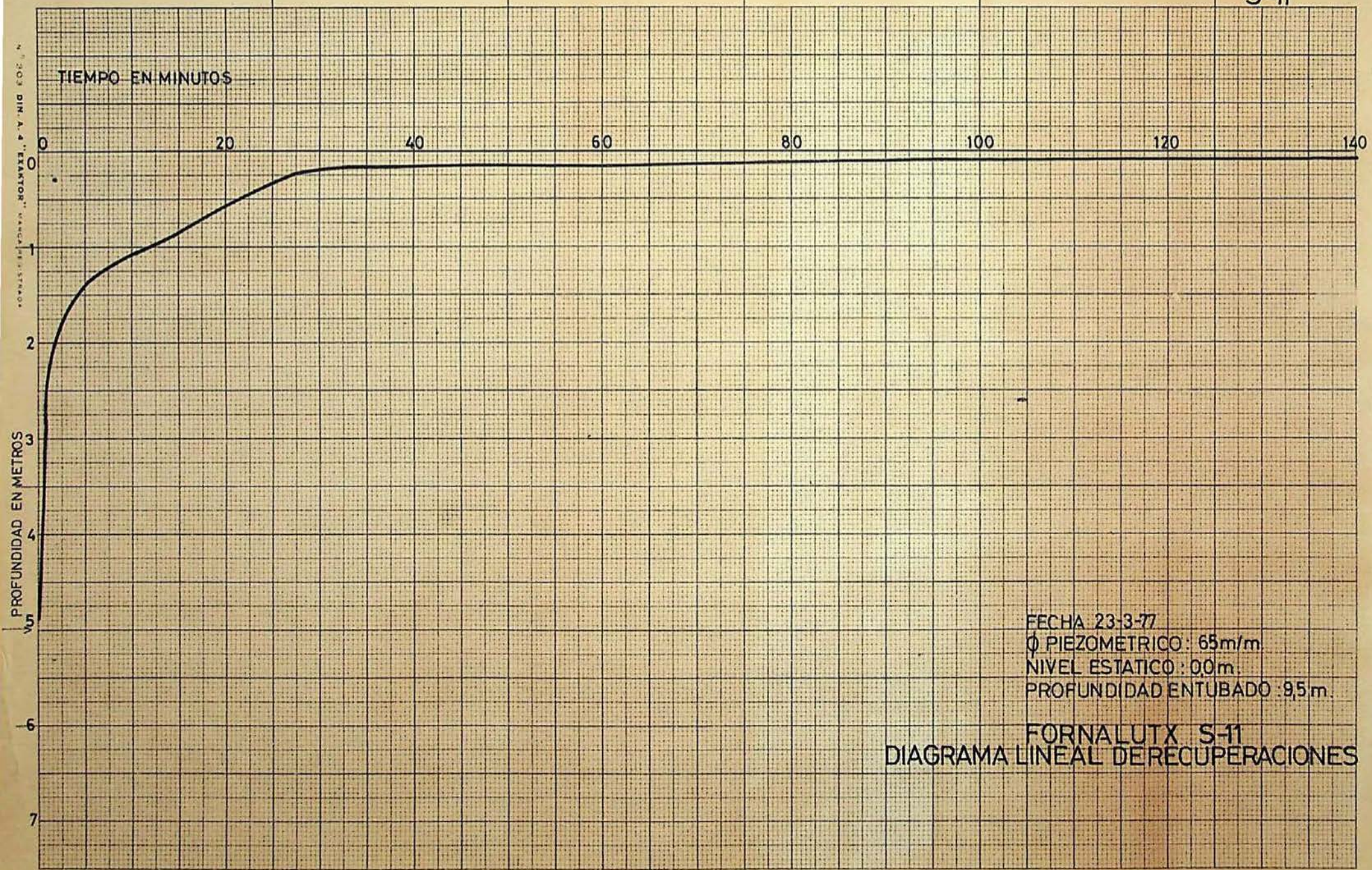
S-10



FECHA 23-3-77  
Ø PIEZOMETRICO 65m/m  
NIVEL ESTÁTICO 26m  
PROFUNDIDAD ENTUBADO 70m  
FORNALUTX S-10  
DIAGRAMA DE DESCENSOS



S-11



FECHA 23-3-77  
Ø PIEZOMETRICO : 65m/m.  
NIVEL ESTÁTICO : 0.0m.  
PROFUNDIDAD ENTUBADO : 9.5m.

FORNALUTX S-11  
DIAGRAMA LINEAL DE RECUPERACIONES



INFORME Nº : 77/013

FECHA : Abril - 77

RELATIVO A : INFORME GEOTECNICO TALUD

UBICADO EN : LADERA TORRENTE DE FORMALUTX  
( Fornalutx - Mallorca )

PARA : I C O N A



INDICE

- 0.- INTRODUCCION
- 0.1.- ANTECEDENTES
- 1.- GEOLOGIA
- 2.- HIDROLOGIA SUPERFICIAL
- 3.- SONDEOS MECANICOS
- 4.- ENSAYOS DE PERMEABILIDAD "IN SITU"
- 5.- ENSAYOS DE LABORATORIO
- 6.- GEOTECNIA
- 7.- CONCLUSIONES



DOCUMENTACION ADJUNTA

PLANOS

- PLANO 01 : Mapa de Situación
- PLANO 02 : Mapa Geológico
- PLANO 03 : Corte Geológico General
- PLANO 04 : Mapa de Situación de Sondeos y Cortes
- PLANO 05 : Corte Geológico
- PLANO 06 : Corte Geológico
- PLANO 07 : Perfil Geotécnico
- PLANO 08 : Perfil Geotécnico
- PLANO 09 : Esquema de Situación de los muros

ANEXOS

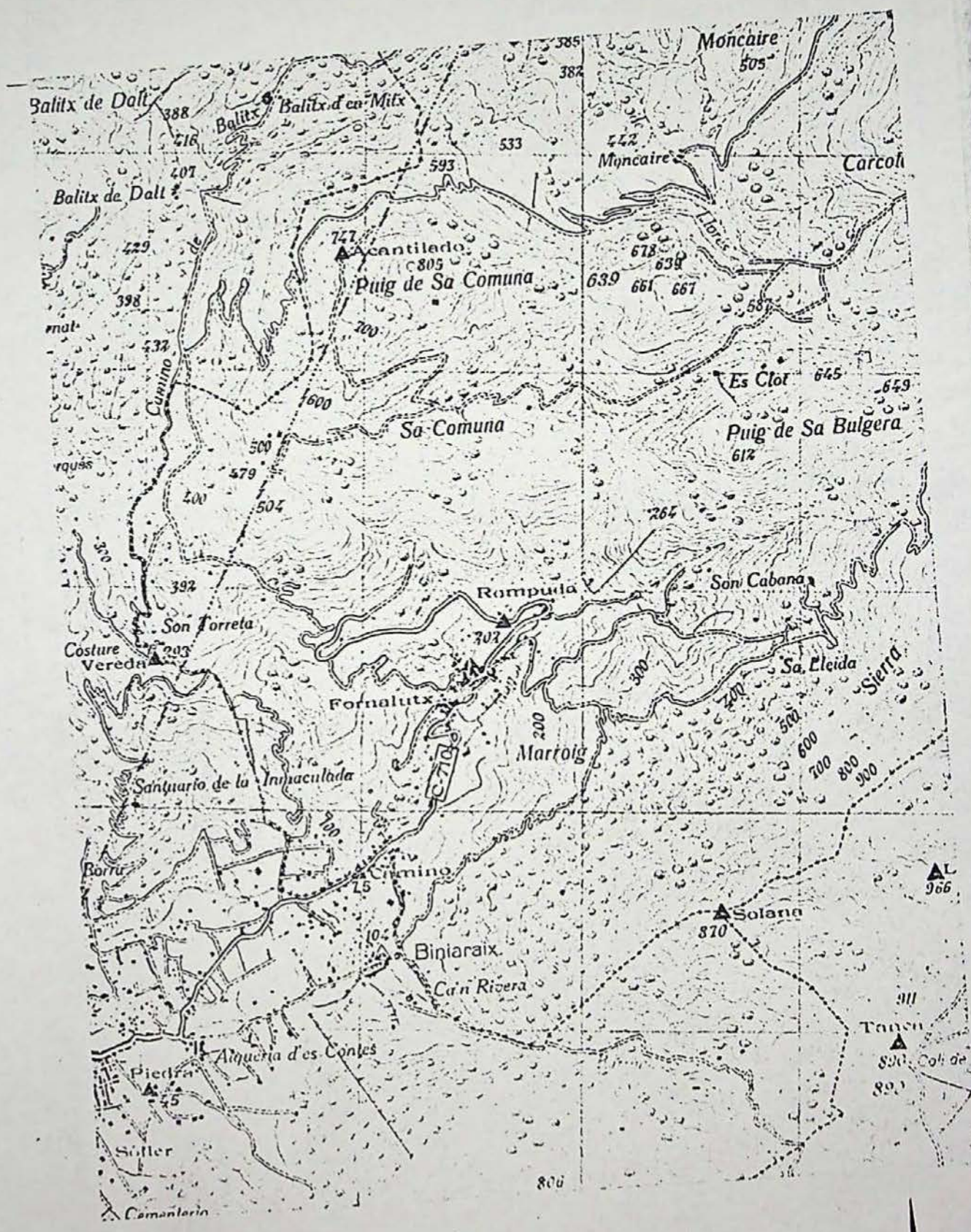
- GRAFICOS DE LOS SONDEOS
- TABLAS DE ANALISIS DE LABORATORIO
- DIAGRAMAS DE PERMEABILIDAD
- GRAFICOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO
- DOCUMENTOS HISTORICOS SOBRE CRECIDAS DEL TORRENTE DE FORMALUTX
- FOTOGRAFIAS



0.- INTRODUCCION :

Solicitados por D. Mateo Castelló, Dr. Ingerlero de Montes y Jefe Provincial de I C O N A de Baleares, se ha procedido al Estudio Geotécnico de la margen izquierda del Torrente de Fornalutx, situada a la altura de la Villa del mismo nombre, el cual presenta síntomas de posibles deslizamientos ( Ver plano de situación Pl. 01 ).

Para ello, basándonos en el INFORME 75/43 de Octubre de 1.975 de HIDROTEC - GEINCO, se han efectuado once sondeos mecánicos a rotación, con extracción de muestras inalteradas y su posterior análisis en laboratorio, a fin de establecer los parámetros de cálculo adecuados para hallar las superficies críticas de deslizamiento, y para posteriormente establecer un criterio de soluciones de detención de dichos movimientos.



MAPA DE SITUACION

ESCALA: 1:25.000





0.1.- ANTECEDENTES :

En el referido informe 75/43 de  
HIDROTEC - GEINCO, se llega a las siguientes conclusiones:

Se delimita al tirazal en dos Sectores:

SECTOR SUPERIOR :

Deslizamientos tipo CREEP estacional -  
gravitacional con estrato afectado de arcilla y gravas de 1 m.  
de potencia.

Dada la influencia de las aguas  
meteoricas de infiltración, en el desencadenamiento del  
deslizamiento, se optó por drenar la superficie a través  
de zanjas rellenas de gravas, drenes que en la actualidad  
se están efectuando.

SECTOR INFERIOR :

Corresponde este Sector a la mitad  
inferior de la ladera, hasta el cauce del torrente.

Se ve afectado por fallas rotacionales  
compuestas regresivas, y caídas superficiales actuales.

Al no conocerse la estratigrafía de la  
ladera, se recomendó un estudio con sondeos mecánicos.

El presente INFORME, se refiere al  
estudio de este último SECTOR.



1.- GEOLOGIA :

1.1.- ESTRUCTURA GENERAL DE LA ZONA :

( Ver mapa Geológico en Pl.02 )

La zona estudiada se halla en el tramo inferior de la ladera W de la Sierra de Alfabia, entre Biniaraix y el Puig Mayor.

La Sierra de Alfabia consiste en un gran anticlinal tumbado y fallado con direcciones tectónicas dirigidas hacia el NW.

El tramo en estudio se halla constituido por materiales triásicos del núcleo anticlinal, con numerosas intrusiones de rocas eruptivas.

A los pies de la Sierra de Alfabia, aparecen, numerosas canchales de pie de monte, que forman depósitos de bloques generalmente calizos, formados durante el Cuaternario antiguo ( RISS ).

Estos depósitos, descansan sobre materiales del Keuper ( arcillosos ), por lo que en la región, son comunes los deslizamientos de ladera, sobre todo, tras fuertes tormentas. En los anexos incluimos unas fotocopias de las reseñas de varios periódicos sobre los deslizamientos ocurridos en 1.924 en "Es Mernnigs", situado a 1 Km. al SE de Fornalutx ( es decir, a 1 Km. al SE de la zona estudiada, aguas arriba ).







1.2.- GEOLOGIA DE LA LADERA :

1.2.1.- ESTRATIGRAFIA Y LITOLOGIA :

En la figura "a" adjunta se presenta la columna estratigráfica de la ladera en estudio. En ella se observa una capa superficial de tierra vegetal, seguida de un conjunto de arcillas con vestigios de gravas, y algunos paquetes caídos de materiales del KEUPER, formados por arcillas de color vinoso con intercalaciones de estratos de poca potencia ( 20 cm ) de areniscas grisáceas vinosas.

Debajo, siguen los derrubios en forma de granos de arcillas, formando un paquete de unos siete metros de potencia.

A estas capas de gravas, en la zona de aguas abajo, subyacen lutitas oscuras muy tectonizadas y rotas, con tramos de aspecto margoso de alteración.

Aguas arriba, entre las lutitas y las gravas con arcillas, se encuentra un conjunto de grandes bloques de calizos y de basaltos amigdalóideos, algunas senas, y otras con signos de Karstificación acusada, o alteración meteórica. Ello constituye un depósito de caídos de pie de monte, que en parte ha sido ocasionado por el torrente.

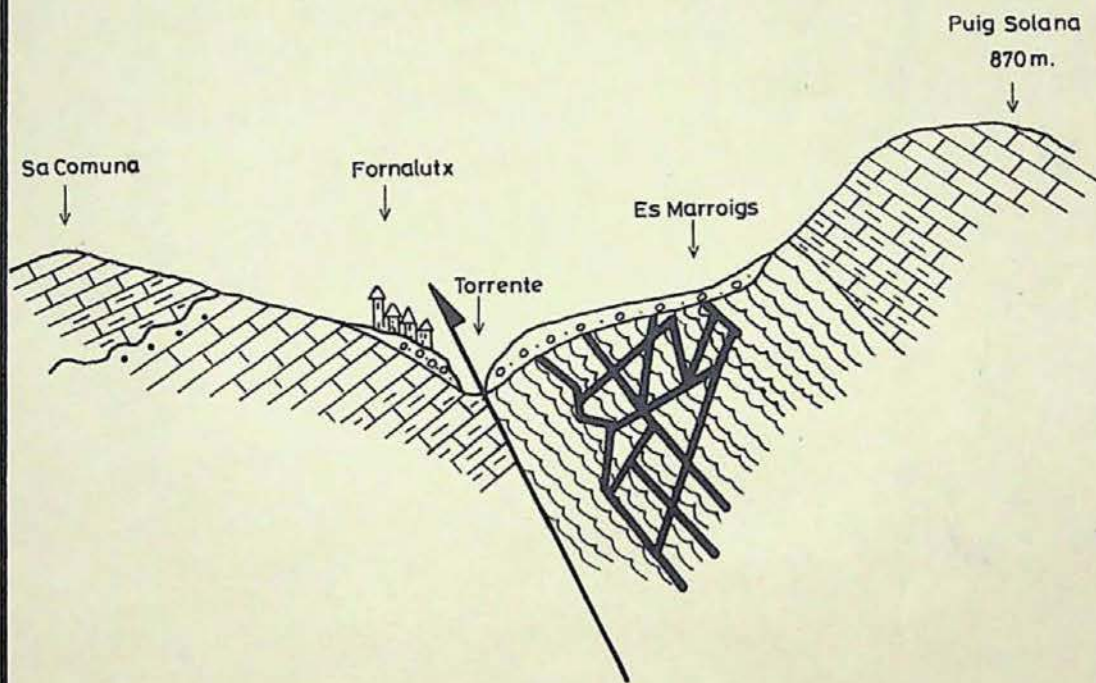
Los cortes geológicos de los planos 05 y 06, muestran lo anteriormente dicho.



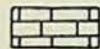
Respecto a los deslizamientos, opinamos que en principio sólo afectaría la zona de gravas con arcilla y capas superiores de modo que el depósito de bloques y las lutitas, no se moverían.

Ello no obstante, en el Estudio Geotécnico se tratará con detalle.

N W-SE



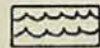
PIE DE MONTE CUATERNARIO.



CALIZAS LIAS INFERIOR



DOLOMIAS Y CARNIOLAS MUSCHELKALK



ARCILLAS Y ARENISCAS KEUPER



ROCAS INTRUSIVAS.

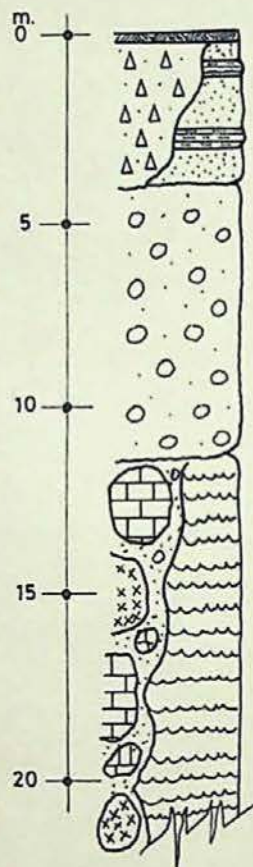


FALLA

1 Km.

CORTE GEOLOGICO GENERAL

Plano-03



TIERRA VEGETAL

ARCILLAS CON ALGO DE GRAVAS Y ARCILLAS DEL KEU PER CON ALTERNANCIA DE ARENISCAS.

GRAVAS Y BOLOS CON ARCILLAS

BOLOS Y BLOQUES, CALIZAS Y BASALTICAS, LUTITAS TECTONIZADAS.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA LADERA.

Fig. "a"

2.- HIDROLOGIA SUPERFICIAL :2.1.- REGIMEN DE LLUVIAS :2.1.1.- CLIMA

La cuenca hidrológica de la zona de Fornalutx - Soller, se halla en un clima seco subhúmedo y mesotérmico, con exceso hídrico en invierno, de fórmula THORNWAITE : C, B'<sub>9</sub> s a'

THORNWAITE : C, B'<sub>9</sub> s a'

C<sub>1</sub> = Índice hídrico: subhúmedo de pradera

B'<sub>9</sub> = Región térmica: mesotérmica

s = Índice hídrico : superavit invernal

a' = Subregión húmedica : verano húmedo

2.1.2.- PLUVIOMETRIA :

Los valores medios y extremos anuales de precipitaciones en la cuenca son las siguientes:

( años 1969 - 70 y 1.974 - 75 )

	MAXIMO ( m/m )	MINIMO ( m/m )	MEDIO ( m/m )
MOYNABER	2,058,6	1013,5	1364,2
SOLLER	1.420,3	545,1	994,6

meses de máxima precipitación : Oct. y Nov.

meses de tormentas primaverales y otoñales: Abril y Septiembre.

Las tormentas de máxima intensidad ( fuertes aguaceros ) pueden sobrepasar los 400 m/m en 48 h.

Las intensidades instantáneas máximas de aguaceros, si bien se carece de datos concretos, pueden estimarse de 10 a 15 m/m/hora, a partir de aguaceros catastróficos de época histórica ( ver anexos



Los caudales instantáneos máximos medidas en la cuenca Soller - Fornalutx ( años 1969 - 74 ) son del orden de 5 - 10 m<sup>3</sup>/seg, con velocidades de 1 a 6 m/seg.

2.2.- CUENCA :

Detallamos tan sólo la cuenca del torrente de Fornalutx, a partir del pueblo aguas arriba :

- Superficie : 9,3 Km<sup>2</sup> ( Ver mapa de fig a )
- Recorrido longitudinal : 5 Km
- Desnivel : 0,55 Km.
- Pendiente media : 9,09 %
- Infiltración en fuertes aguaceros : 20 - 30 %

2.3.- CAUDAL DE MAXIMA ESCORRENTIA :

Para su cálculo hemos utilizado varias fórmulas. Consideramos como la más adecuada la siguiente:

$$Q = \frac{C \cdot I_t \cdot A}{360}$$

Siendo :

Q = Caudal máximo previsible en m<sup>3</sup>/seg para un periodo de retorno de 100 años.

C = Coeficiente de escorrentía

A = Superficie de la cuenca (Has)







$I_t$  = Intensidad de lluvia máxima previsible en m/m/h para un P.R. de 100 años, y correspondiente a una precipitación de duración igual al tiempo de concentración.

$$I_t = 9,25 \cdot I_h \cdot t_c^{-0,55}$$

Siendo :

$I_h$  = Intensidad máxima horaria, para un período de retorno de 100 años, en m/m/h

$t_c$  = Tiempo de concentración en minutos

$$t_c = \left( \frac{0,871 \cdot L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Siendo :

$L$  : Longitud recorrida por el agua en Km

$H$  : Desnivel en m.

$t_c$  : Tiempo de concentración en horas

Datos :

$$C = 0,3$$

$$A = 930 \text{ Ha}$$

$$I_h = 15 \text{ m/m/h}$$

$$L = 5 \text{ Km}$$

$$H = 550 \text{ m}$$

$$\text{P.R.} = 100 \text{ años}$$

Cálculo :

$$t_c = \left( \frac{0,871 \cdot 5^3}{550} \right)^{0,385} = 0,536 \text{ h.} = 32,161 \text{ min.}$$

$$I_t = 9,25 \cdot 15 \cdot 32,161^{-0,55} = 20,56$$

$$Q = \frac{0,3 \cdot 20,56 \cdot 930}{360} = 15,94 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 16 \text{ m}^3/\text{seg} \text{ para un período de } \dots \text{ de } 100 \text{ años}$$



3.- SONDEOS MECANICOS

3.1.- EJECUCION :

En los terrenos de la ladera del torrente de FORNALUTX, se han efectuado 11 sondeos mecánicos a rotación, con extracción de muestras alteradas por batería doble, inalteradas, y ensayos de S.P.T. ( STANDARD PENETRATION TEST )

La máquina empleada ha sido una " MOBILE - DRILL", modelo B - 30 - S, de las siguientes características :

- Potencia par : 480 m/tg.
- Varillaje helicoidal y hueco de 300 m/m
- Varillaje convencional

El diámetro de los sondeos ha sido de 86 m/m iniciales y 65 m/m en profundidad. Se han estado todos los sondeos con tubo P.V.C. de 60 m/m de diámetro, con ranuras para el paso del agua.

Se han utilizado tales entubaciones, como piezómetros para los ensayos de permeabilidad " in situ".



Las muestras han sido extraídas a presión de hínca, sin utilización de agua, salvo en las zonas de gravas, en las que se ha utilizado la hínca de golpeo. Estas muestras, han sido examinadas a pie de obra, excepto las inalteradas, que lo han sido en laboratorio.

3.2.- SITUACION :

Ver plano 04

La ubicación de los sondeos ha sido formando una línea paralela al torrente, excepto los sondeos S - 8 y S - 11, que forman una alineación perpendicular a dicho torrente. No se han efectuado los demás sondeos siguiendo esta tónica de alineaciones perpendiculares al torrente, como hubiera sido lógico para este tipo de estudio, a causa de la imposibilidad de efectuar los accesos pertinentes por la pendiente del talud.

3.3.- GRAFICOS DE LOS SONDEOS :

En los gráficos de los sondeos, que figuran en los ANEXOS, se describe brevemente la columna estratigráfica expresando la litología, profundidad, espesor del estrato, y muestras extraídas, significando :

I = INALTERADA      S = SUELO      R = ROCA

Debajo de la cota del nivel freático estático, se sitúa la fecha de su medición.



El S.P.T. se expresa en Nº de golpes para penetrar 30 cm, en tres tongadas de 15 cm cada una, no contabilizándose la primera para mayor seguridad en la medición. La letra "R" significa RECHAZO.

Las características del ensayo son las siguientes :

- Peso de la maza : 65,3 Kg
- Altura de caída : 76,2 cm

Los grados de Fracturación, Resistencia y Karstificación son estimaciones clasificadas como : A = ALTO, M = MEDIO y B = BAJO.

El R.Q.D. ( Rock Quality Designation ), es un índice de calidad de roca, basado en la recuperación modificada del testigo, dependiendo del grado de alteración y de la diaclasación o fracturación del macizo. Viene expresado en %

4.- ENSAYOS DE PERMEABILIDAD:

En los sondeos S - 1, S - 2, S - 3, S - 5, S - 6, S - 7, S - 8, S - 9, S - 10 y S - 11, se han efectuado ensayos de permeabilidad "in situ", por el método de GILG - GAVARD, consistente en las mediciones de las descargas o de las recuperaciones del nivel freático, tras un llenado o bombeo.

En el sondeo S - 4, se ha efectuado un ensayo de llenado con bomba de caudal 580 cm<sup>3</sup>/seg.

Los resultados de las recuperaciones y descargas del método GILG - GAVARD, se pueden encontrar en formas de gráficos Profundidad tiempo, en los ANEXOS.

Los niveles estáticos medidos en tres fechas, han arrojado los siguientes valores :

<u>SONDEO</u>	<u>N.E. al 16.3.77 (11h)</u>	<u>N.E. al 22.3.77 (18h)</u>	<u>N.E. al 24.3.77</u>
S - 1	seco (8,20)m.	7,10 m.	7,35 m.
S - 2	0,00	0,00	0,00
S - 3	0,80	0,70	0,87
S - 10	3,90	2,60	3,00
S - 4	seco (10,20)	seco (10,20)	seco (10,20)
S - 5	5,60	5,55	5,25
S - 6	0,65	0,35	0,42
S - 9	0,45	0,35	0,37
S - 7	0,30	0,18	0,44
S - 8	2,40	2,38	2,37
S - 11	-	0,0	0,12



Las mediciones efectuadas el 16.3.77 corresponden al final de un periodo de 15 días de ausencia de lluvias. El 21.3.77, llovió en la zona, por lo que los niveles de los días 22 y 24, son más altos que los del 16. Ello no obstante, las diferencias no son notorias, dada la baja permeabilidad del conjunto de pie de monte arcilloso.

En el talud, los niveles estáticos están muy próximos a la cota cero, excepto en la zona del sondeo S - 4, que presenta basaltos muy karstificados lo que ocasiona un abatimiento del nivel freático.

Las permeabilidades halladas son:

- metodo GILG - GAVARD :

$$K = \frac{1308 \cdot d^2 \cdot \Delta h}{A \cdot hm \cdot \Delta t}$$

Siendo :

K = coef. de permeabilidad en cm/seg.

d = diámetro del pozo

$\Delta h$  = Nivel dinámico inicial menos nivel dinámico final  
( referidas al ensayo )

$\Delta t$  = Tiempo en minutos

A = Constante en función de la profundidad y del diámetro.

hm = Altura obtenida de los gráficos

<u>SONDEO</u>	<u>PERMEABILIDAD</u> <u>en cm/seg</u>
S - 1	$4,90 \times 10^{-2}$
S - 2	$5,05 \times 10^{-2}$
S - 3	$2,39 \times 10^{-1}$
S - 5	$1,05 \times 10^{-1}$
S - 6	$3,12 \times 10^{-2}$



S - 7	$4,68 \times 10^{-2}$
S - 8	$5,16 \times 10^{-2}$
S - 9	$8,99 \times 10^{-2}$
S - 10	$3,38 \times 10^{-2}$
S - 11	$3,46 \times 10^{-1}$

En el sondeo S - 4 :

$$K = a \frac{Q}{hm \cdot r} = \frac{2 \times 580}{8,61 \times 3,25} = 1,35 \text{ cm/seg}$$

$$S - 4 \quad K = 1,35 \text{ cm/seg}$$

Los valores de permeabilidad de los sondeos S - 1, S - 2, S - 6, S - 7, S - 8, S - 9 y S - 10 son medios.

Los de los sondeos S - 3, S - 5 y S - 11, son elevados, y el del S - 4, es muy elevado.

Todo ello da a entender que estos valores de permeabilidad corresponden al conjunto bloques, bolos, gravas, arcillas, y no a los de la arcilla que suelen ser mucho más bajos del orden de  $10^{-3}$  a  $10^{-6}$  cm/seg.

El sondeo S - 4, da un valor de permeabilidad muy elevado, debido al drenaje que impone la Karstificación de la zona de bloques basálticos más arriba mencionada.



5.- ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS.-

( Ver tablas de ensayos en los anexos )

5.1.- CRITERIOS DE CLASIFICACION DE SUELOS :

Se han clasificado los suelos, bajo los criterios de CASAGRANDE y del H.R.B. ( Highway Research Board ).

Según los límites de Atterberg y los análisis granulométricos, se han obtenido las siguientes clasificaciones :

CASAGRANDE :

CL : Arcillas inorgánicas de plasticidad baja o media con gravas

ML : Limo arenosos inorgánicos algo plásticos.

SC : Arenas arcillosas mal graduadas

GC : Gravas con arcillas

H.R.B.:

A - 2: gravas y arenas limosas

A - 4: limos arcillosos o limos

A - 5: arcillas limosas

A - 6: arcillas

A través de estas clasificaciones, y de los valores del Índice de Consistencia, se han agrupado los suelos en cuatro niveles geotécnicos: A, B, B' y C, cuyas situaciones se exponen en los cortes de los planos 07 y 08.





Las figuras adjuntas 1, 2 y 3 presentan los Histogramas de frecuencias de clasificación de suelos y de Indices de Consistencia de los suelos de cada sondeo, referidas a los niveles geotécnicos, obteniéndose los siguientes valores

<u>VALOR MODAL DE :</u>	<u>NIVEL A</u>	<u>NIVEL B</u>	<u>NIVEL B'</u>	<u>NIVEL C</u>
CASAGRANDE	CL-ML	CL-ML-GC	GC-CL-ML	GC-CL-ML-SC
H.R.B.	A.4.5.6	A.4.5	A.4.5	A.2.6
CONSISTENCIA	MEDIA	FIRME-DURA	DURA	DURA - MUY DURA

De este modo, los niveles tienen las siguientes características :

( Ver planos 07 y 08 )

- NIVEL A: Arcillas algo limosas con algo de gravas.  
Consistencia media.
- NIVEL B: Arcillas limosas algo arenosas con bastantes gravas.  
Consistencia de firme a dura.
- NIVEL B': Arcillas limosas con interestratificaciones de areniscas en delgadas capas. Consistencia dura.
- NIVEL C : Gravas y bolos con arcillas limo arenosas.  
Consistencia de dura a muy dura.

**5.2.- S.P.T.:**

Se han efectuado 3 S.P.T. Sin embargo, dado la presencia de gravas en casi todo el suelo atravesado, la mayoría de muestras, se han obtenido a base de golpeo.

<u>SONDEO</u>	<u>COTA</u>	<u>GOLPES MI</u> <u>20 + 20 + 20</u> $\frac{\#}{\text{cm.}}$	<u>S.P.T.</u>	<u>N, REDUCIDO A, S.P.T.</u>
S - 1	1'8-2'4	10.19.40	-	44
S - 2	1'0-1'6	17.20.25	-	34
S - 2	2'6-3'2	10. 8.14	-	16
S - 3	4'7-5'2	25.85. R	-	R
S - 3	1'0-1'6	30.38.42	-	60
S - 4	2'0-2'6	23.18.22	-	29
S - 4	3'7-4'1	24.86. R	-	R
S - 4	4'7-5'15	-	16.39, R	R
S - 5	2'2-2'6	-	20. R. R.	R
S - 5	3'8-4'2	36.60. R	-	R
S - 6	4'0-4'45	-	15.35.15	45
S - 6	4'5-4'9	15.35.42	-	57
S - 7	4'4-5'0	40.33. R	-	R
S - 8	4'6-5'0	14.50. R	-	R
S - 11	1'0-1'6	13.17.16	-	25
S - 11	4'2-4'8	6.6.10	-	13

Traducidos el Nº de golpes para hincar el sacamuestras en valores de N del S.P.T., se ha confeccionado el Histograma de la fig. Nº 4 que presenta los siguientes valores modales para cada nivel geotécnico

<u>MODAL</u> <u>VALOR</u> <u>DE N</u> <u>DE S.P.T.</u>	<u>NIVEL A</u>	<u>NIVEL B</u>	<u>NIVEL B'</u>	<u>NIVEL C</u>
	20	35	R	R



Valores que coinciden con la resistencia de las clasificaciones correspondientes a cada nivel geotécnico.

5.3.- HUMEDAD NATURAL :

El tanto por ciento de humedad natural está comprendido entre 12,6 % y 21,6 %, no existiendo relación entre la profundidad de una muestra y su humedad, referido al conjunto global de muestras.

El índice de consistencia oscila entre 0,4 y 1,2

5.4.- DENSIDAD APARENTE :

Las densidades aparentes presentan una gran homogeneidad, oscilando sus valores entre 1,8 a 2,2, presentándose la mayoría de valores entre 1,9 y 2,1.

5.5.- DENSIDAD SECA :

Dadas las divergencias del % de humedad de las muestras, las densidades secas no aparecen tan homogéneas como las aparentes. Oscilan entre 1,46 y 2,05

5.6.- PESO ESPECIFICO DE LAS PARTICULAS :

Se ha obtenido el valor de 2,59 para arcillas.



5.7.- ENSAYOS DE COMPRESION SIMPLE:

Se han realizado ensayos de compresión simple en muestra intacta. Dada la dificultad que presentan las gravas en laboratorio, para este tipo de ensayos, los valores obtenidos se refieren a porciones arcillo - limo - arenosa con vestigios de grava.

Por ello, comparando los valores modales del Histograma de la figura Nº 5, con los valores de N del SPT, se observa el diferente comportamiento del terreno de alto o medio contenido en gravas ( "in situ" ), de las muestras seleccionadas de laboratorio :

$$q_u = \frac{N}{a} \quad ( \text{SANGLERAT, 1967} )$$

Siendo :

$q_u$  = Resistencia compresión simple en Kg/cm<sup>2</sup>

N = Nº de golpes Standard

a = constante :

Arcillas : a = 4

Arcilla limosa : a = 5

id. arenosas : a = 7,5

Valores	NIVEL A	NIVEL B	NIVEL B'	NIVEL C
de $q_u$ deducida de SPT (KG/cm <sup>2</sup> )	4	7	8	9,3
Valores de $q_u$ de c.s. (Kgr/cm <sup>2</sup> )	2	2,3	3,7	3,0



Los niveles A, B, B' y C, están ordenados de menor a mayor en cuanto a su valor modal de Índice de Consistencia.

Tanto los valores de  $q_u$  deducidos del SPT, como los de laboratorio, tienen una tónica ascendente desde el nivel A al C ( excepto el 2,9 del nivel C, debido posiblemente al escaso muestreo ).

Sin embargo, los valores comparados de  $q_u$  de SPT y de  $q_u$  de C.S., presentan diferencias de valor creciente de A hacia C, debido a lo apuntado más arriba: Presencia creciente de gravas de A hacia C.

De todas maneras, los valores de laboratorio, presentan buena relación con los índices de consistencia, de modo que entran dentro de los límites de las tablas de Terzagui-Peck :

( Terzagui Peck, 1949 )

<u><math>q_u</math> ( Kg/cm<sup>2</sup> )</u>	<u>CONSISTENCIA</u>
0,5 - 2,0	MEDIA
2,0 - 3,0	FIRME
3,0 - 4,0	DURA

<u>NIVEL</u>	<u>CONSISTENCIA</u>	<u>MODA <math>q_u</math> LABORATORIO Kg/cm<sup>2</sup></u>
A	MEDIA	2
B	FIRME	2,3
B' - C	DURA	3,7 - 3,0



### 5.8.- ENSAYOS DE CORTE DIRECTO.

Se han efectuado ensayos de corte directo con consolidación previa y sin drenaje, hallándose valores aparentes de  $C$  y de  $\psi$  (cohesión y ángulo de rozamiento interno).

Al tener que emplearse valores efectivos como parámetros de cálculo para estabilidad a largo plazo se han comparado los valores efectivos de este tipo de ensayos con los de los triaxiales con medición de las presiones intersticiales, y también modificado, atendiendo a las siguientes cuestiones:

- a - Presencia de gravas detectadas en los ensayos S.P.T. (ver 5.7), y en las granulometrias, de forma que dichas gravas no han intervenido ni en los ensayos de corte ni en los triaxiales. Ello indica que  $C$  y  $\psi$  han de modificarse para cálculo, en función de la presencia de gravas.
- b - Presencia de sobresonsolidaciones, y fisuraciones en las arcillas, que tienden a hacer disminuir la cohesión real en función del tiempo. Los valores de los parámetros adoptados para el cálculo se especifican en el apartado de GEOTECNIA.

En los histogramas de la figura 6 y 7, se presentan las frecuencias de cohesiones aparentes y de ángulos de rozamiento interno aparentes de suelo de cada sondeo, referidos a los niveles geotécnicos.

Los valores modales son los siguientes.

<u>Valores modales</u>	<u>NIVEL A</u>	<u>NIVEL B</u>	<u>NIVEL B'</u>	<u>NIVEL C</u>
$C$ (T/m <sup>2</sup> )	3,0	2,8	6	4,6
$\psi$	15°	24°	26°	30°



Respecto a los valores de  $f$ , hemos efectuado dos comprobaciones de los valores modales de cada nivel:

- a - Midiendo el ángulo de inclinación inicial del plano de rotura con la vertical, de las probetas de compresión uniaxial, hemos hallado los siguientes valores :

$$d = \frac{\pi}{4} - \frac{f_a}{2}$$

Siendo  $f_a$  = ángulo de rozamiento interno real

<u>MUESTRA</u> N.º	<u>α</u>	<u>f<sub>e</sub></u>
1	11º	20º
4	15º	28º
5	9º	16º
9	19º	36º
15	15º	28º
17	13º	24º
19	12º	22º
24	13º	24º
25	10º	18º
26	16º	30º
28	10º	18º
29	7º	12º
32	20º	38º
33	15º	28º
36	15º	28º
CATA "A"	5º	8,4º

El histograma que refiere estos valores de  $f_e$  a los niveles geotécnicos, se halla en la figura 8 adjunta, siendo los siguientes valores modales comparados con los valores de  $f$  aparente :



<u>VALORES MODALES</u>	<u>NIVEL A</u>	<u>NIVEL B</u>	<u>NIVEL B'</u>	<u>NIVEL C</u>
eº	13º	23º	28º	28º
aº	15º	24º	26º	30º

en los que se observa buena relación.

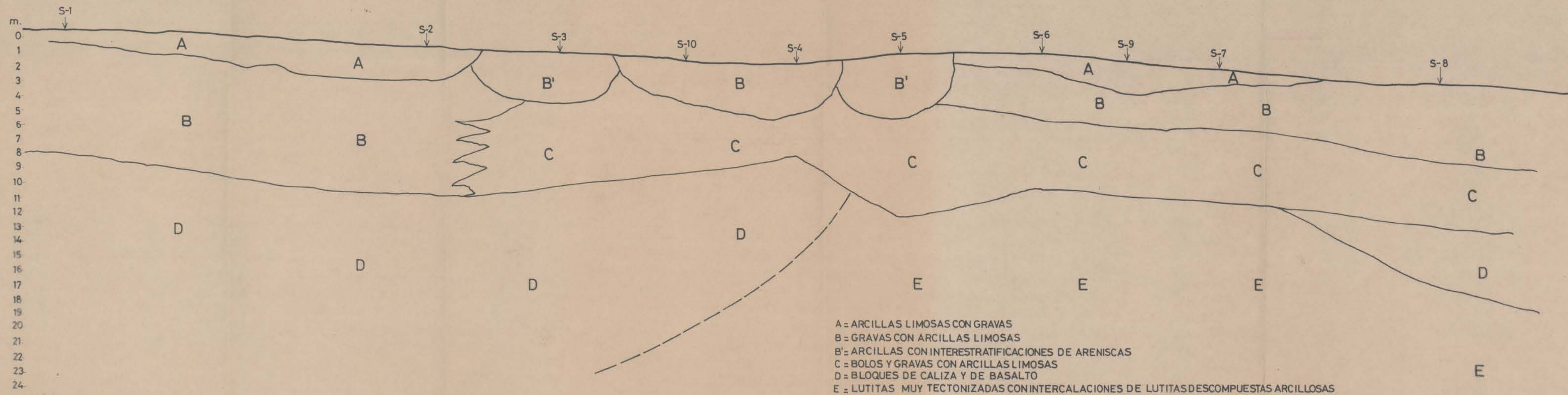
En la figura N° se presenta un gráfico de relación entre los ángulos de rozamiento interno real, y el índice de plasticidad comparado con la curva de Bjerrum y Simons ( 1.960 ), se observa cierta similitud, aunque se nota la falta de datos.

5.9.- ENSAYOS COMPRESION TRIAXIAL :

Se han efectuado ensayos con consolidación previa y sin drenaje, con medición de las presiones intersticiales en dos muestras, arrojando los siguientes valores :

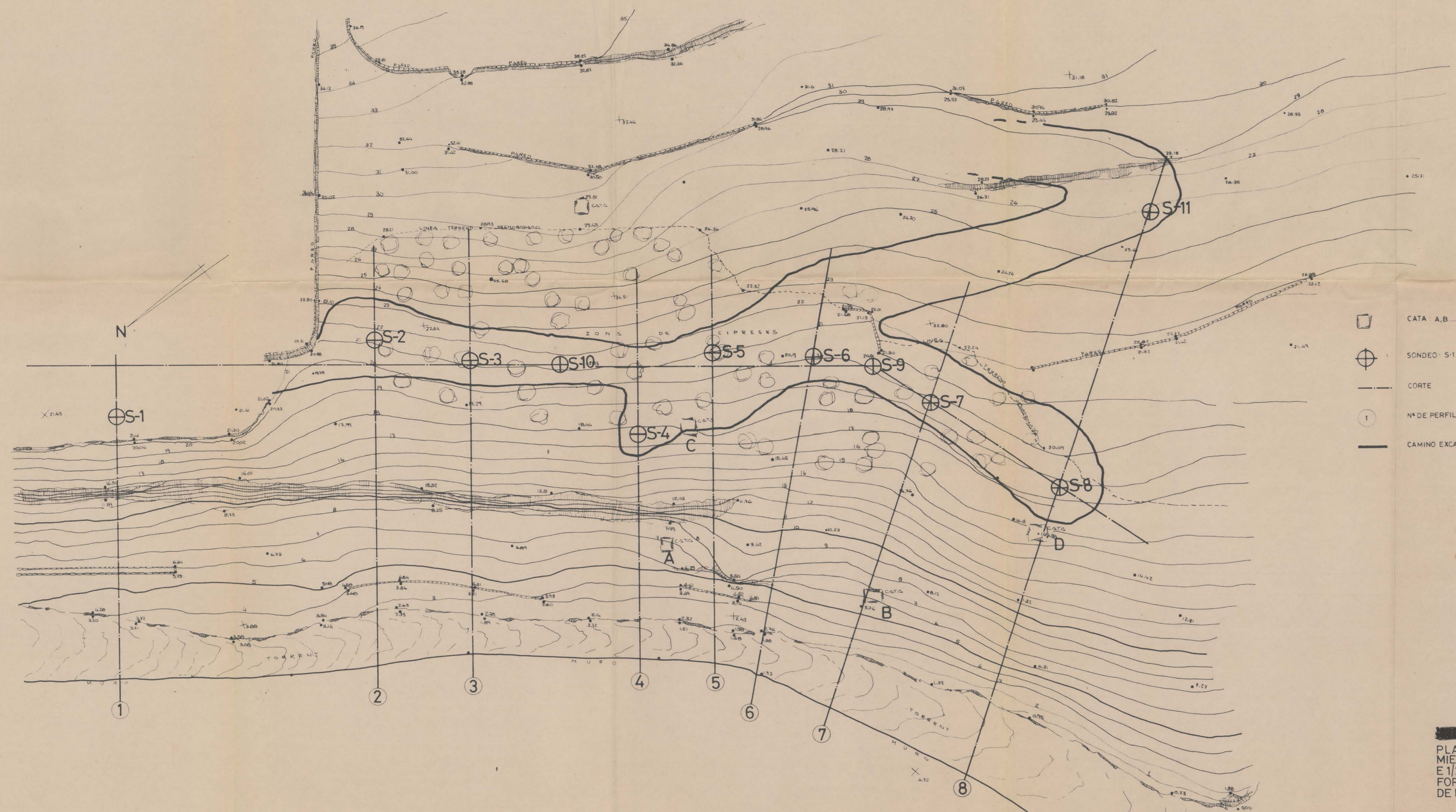
<u>MUESTRA N°</u>	<u>E</u>	<u>C<sub>E</sub> (T/m<sup>2</sup>)</u>	<u>T</u>	<u>C<sub>T</sub> (T/m<sup>2</sup>)</u>
34	15º	2,5	14º	3,5
35	9,5º	2,0	9º	2,3










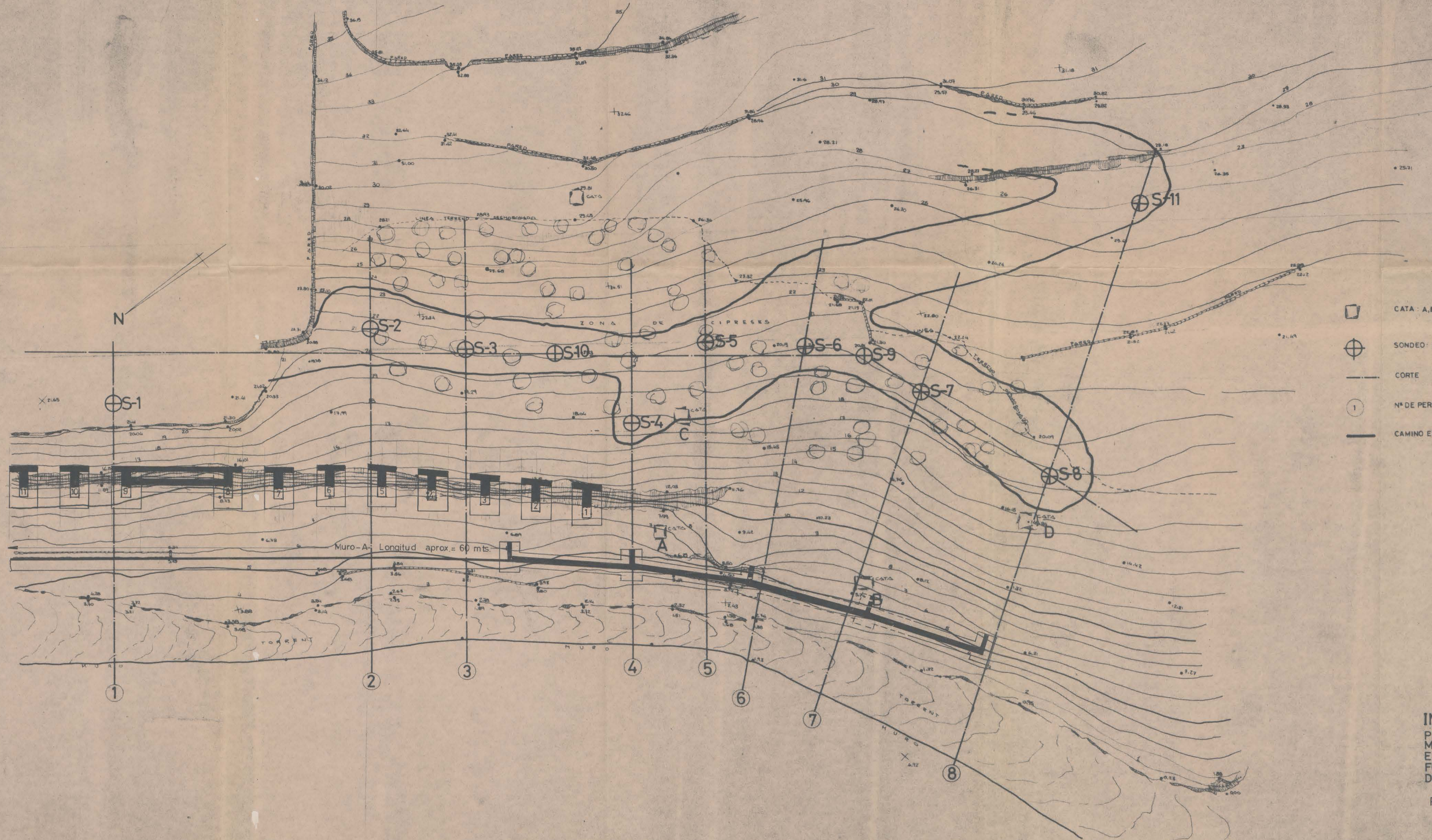
A = ARCILLAS LIMOSAS CON GRAVAS  
 B = GRAVAS CON ARCILLAS LIMOSAS  
 B' = ARCILLAS CON INTERESTRATIFICACIONES DE ARENISCAS  
 C = BOLOS Y GRAVAS CON ARCILLAS LIMOSAS  
 D = BLOQUES DE CALIZA Y DE BASALTO  
 E = LUTITAS MUY TECTONIZADAS CON INTERCALACIONES DE LUTITAS DESCOMPUESTAS ARCILLOSAS

PERFIL GEOTECNICO  
 E.V. : 1/200  
 E.H. : 1/200  
 S = SONDEO



-  CATA A, B, C, D
-  SONDEO S-1, S-2
-  CORTE
-  Nº DE PERFIL GEOTECNICO
-  CAMINO EXCAVADO

PLANO TOPOGRAFICO Y DE EMPLAZAMIENTO DE SONDEOS.  
 E 1/200  
 FORNALUTX LADERA S.E. DEL TORRENT DE FORNALUTX.



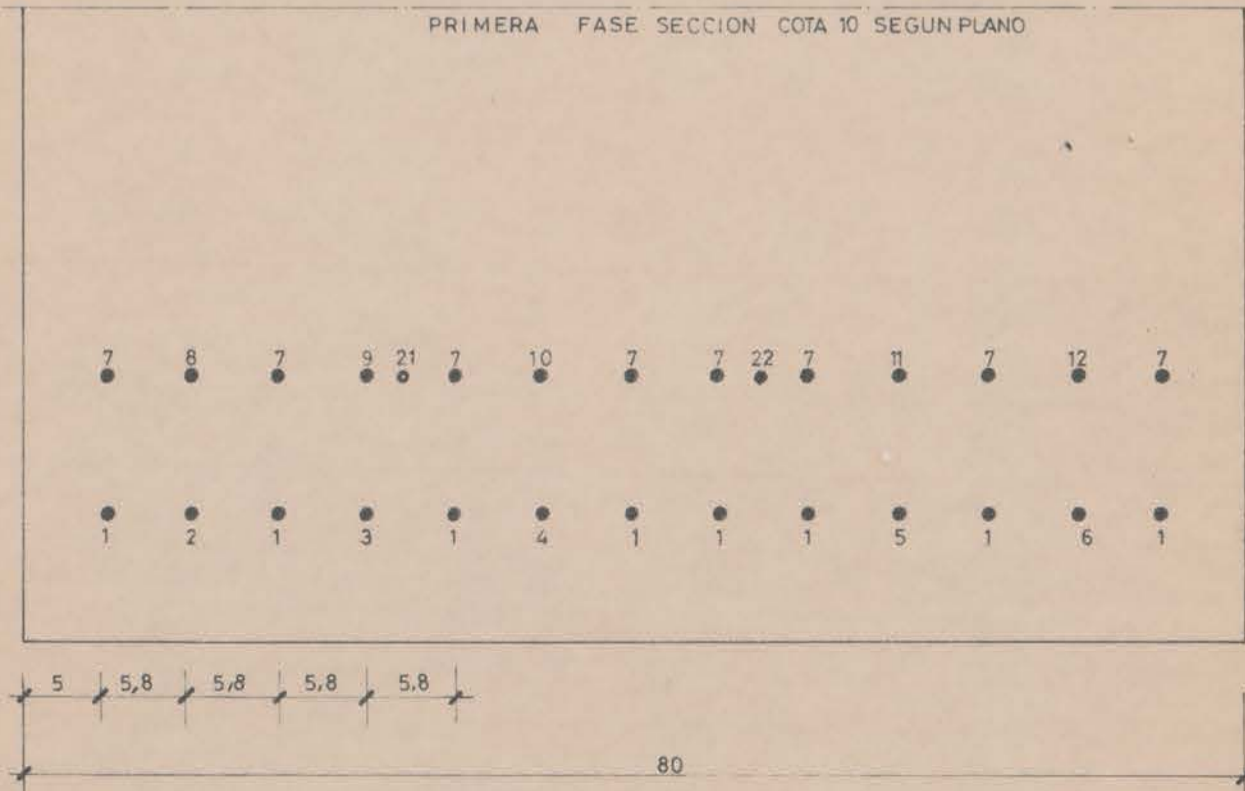
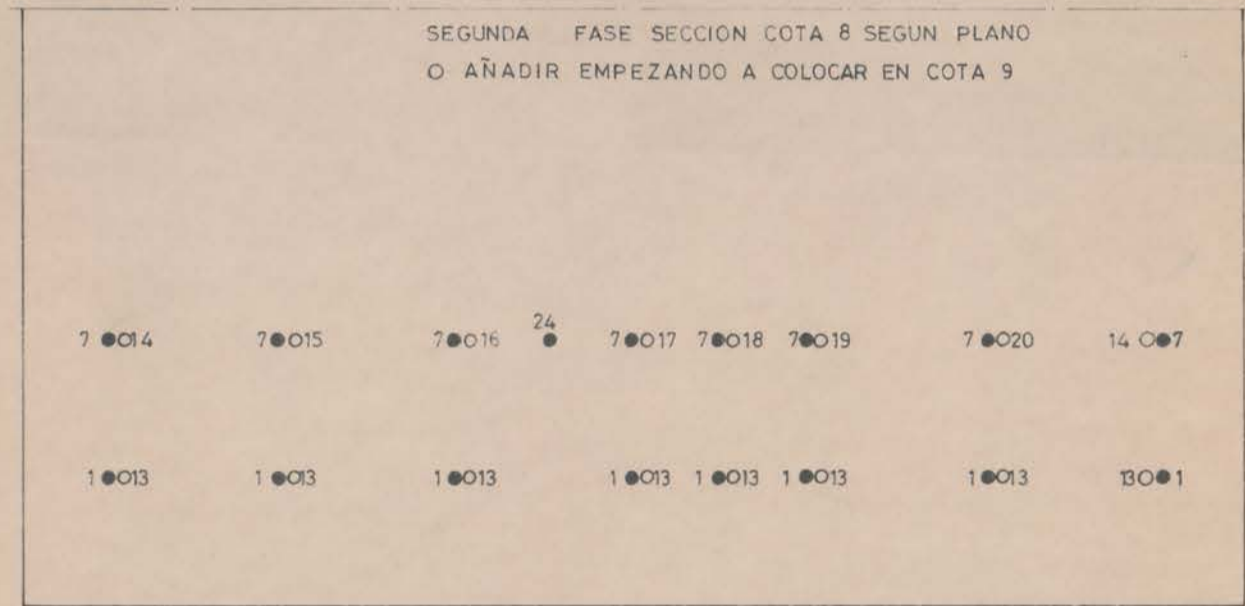
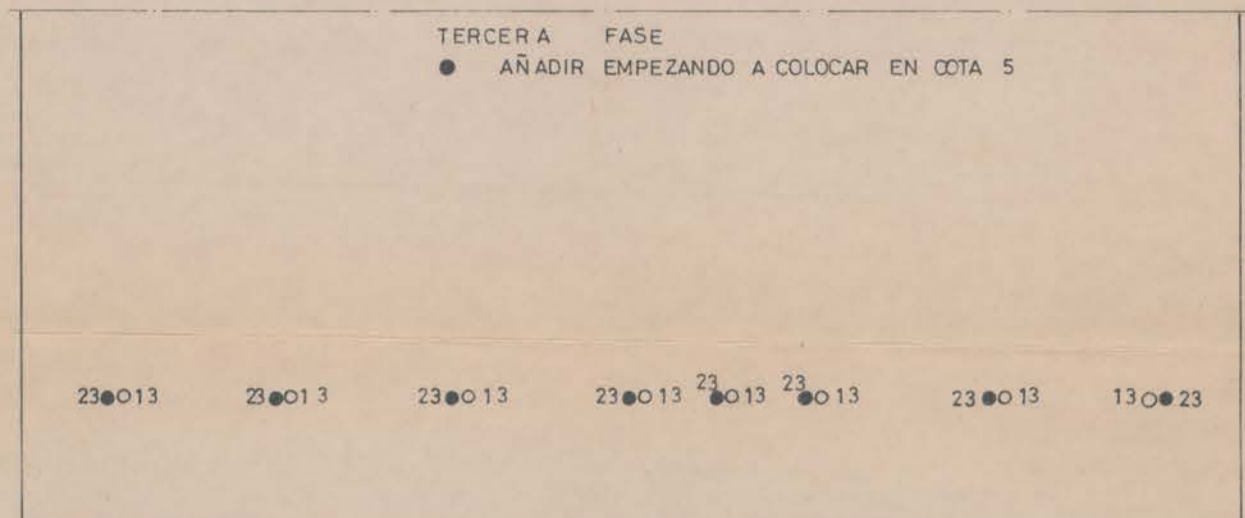
- CATA : A, B, ...
- ⊕ SONDEO : S-1, S-2
- CORTE
- ① Nº DE PERFIL GEOTECNICO
- CAMINO EXCAVADO

INGENIERIA DE SONDEOS  
 PLANO TOPOGRAFICO Y DE EMPLAZA-  
 MIENTO DE SONDEOS.  
 E 1/200  
 FORNALUTX LADERA S.E. DEL TORRENTE  
 DE FORNALUTX.

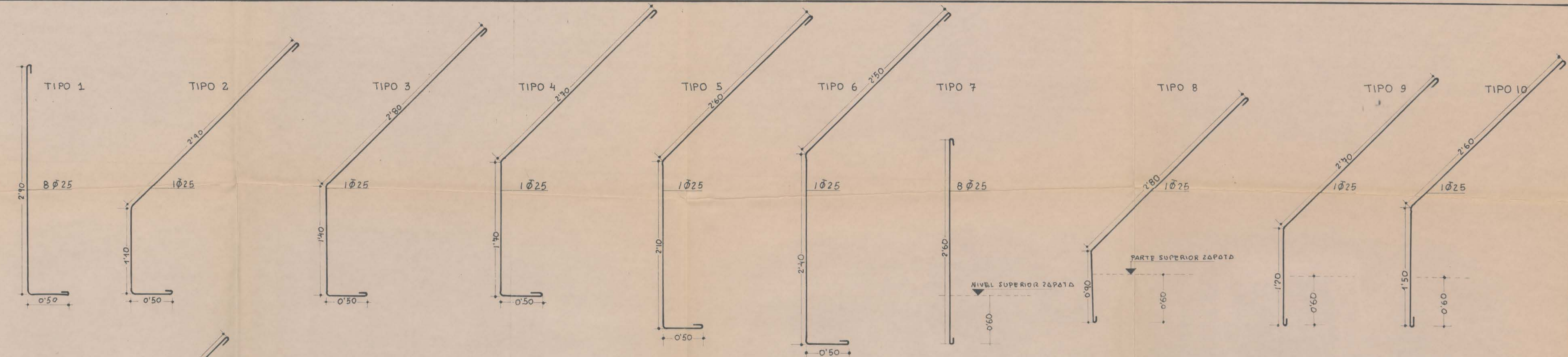
PLANO Nº1



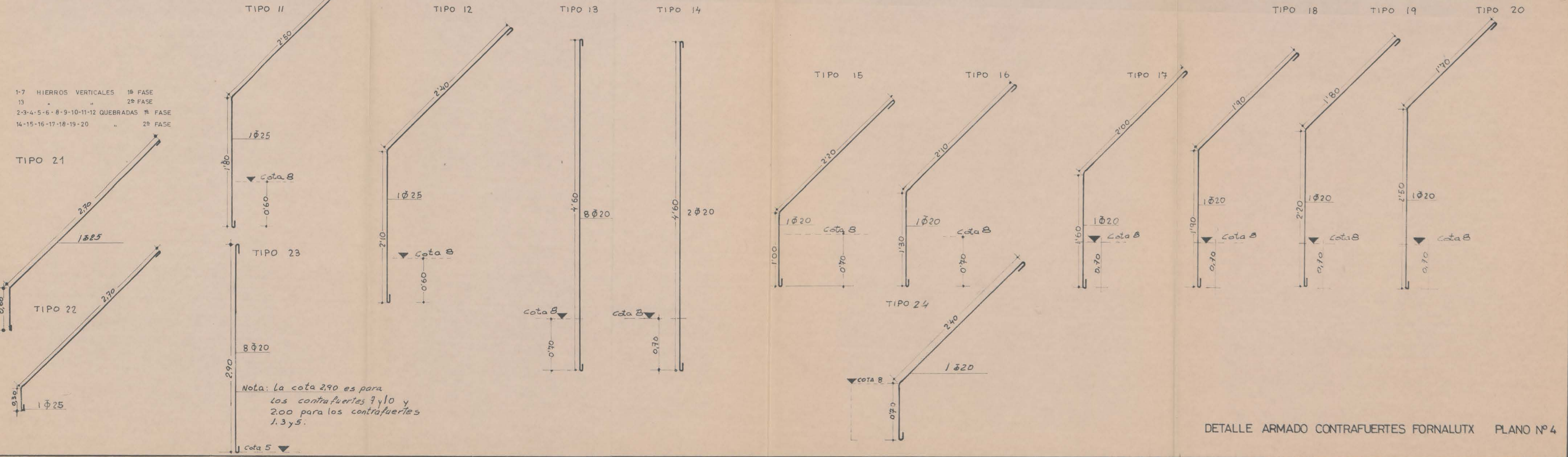




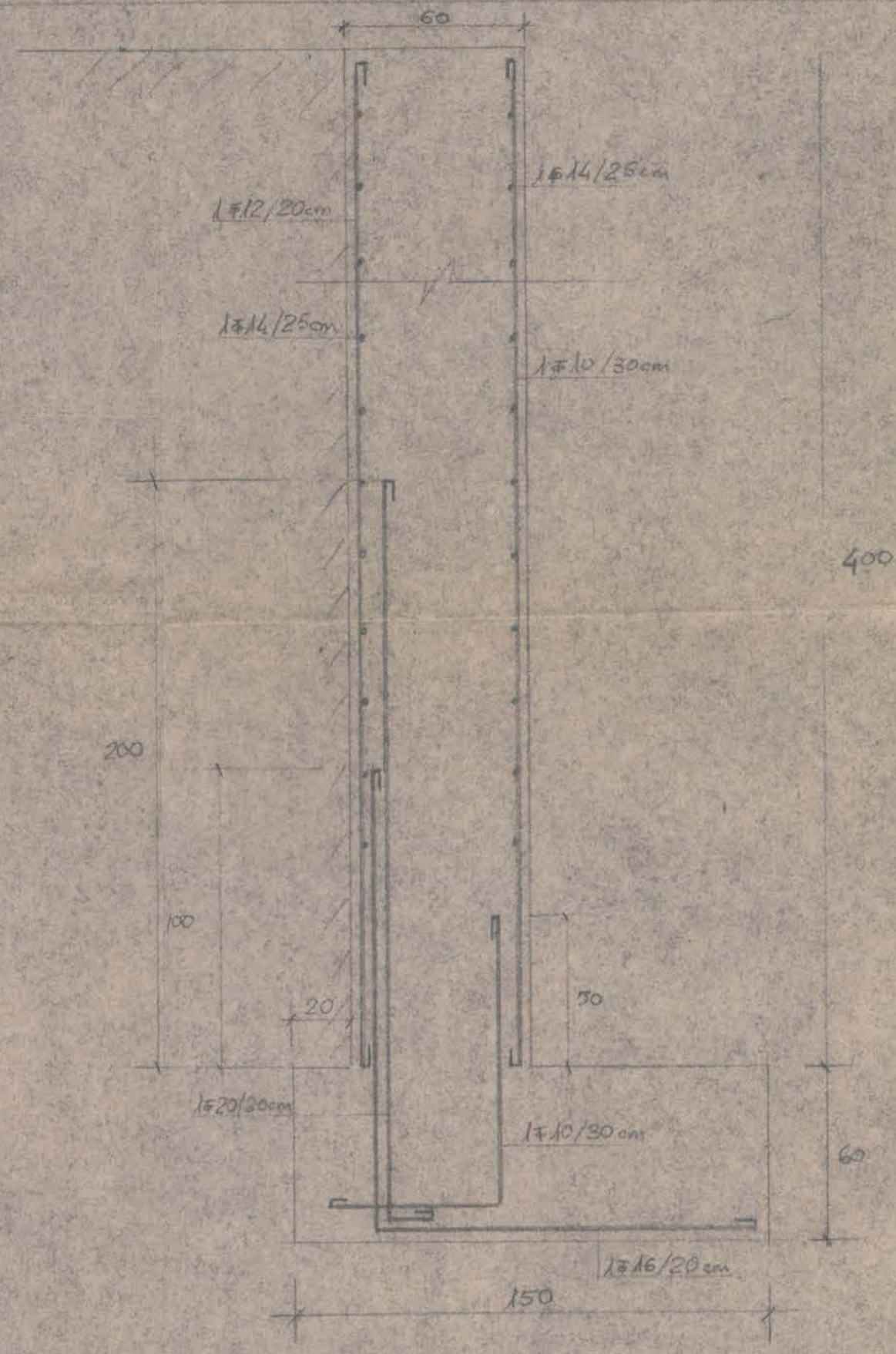
23.- HIERROS VERTICALES 3ª FASE



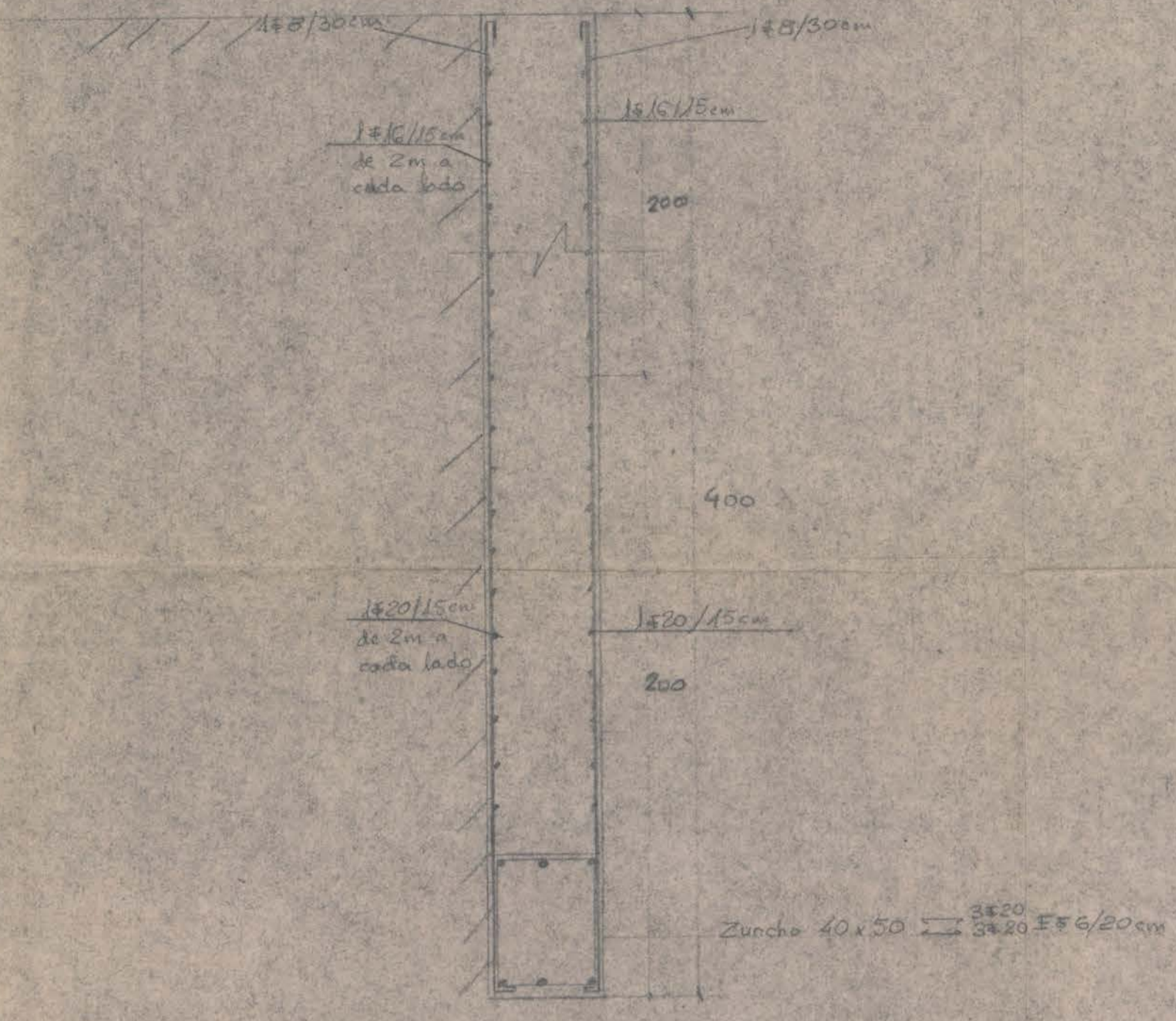
1-7 HIERROS VERTICALES 1ª FASE  
13 " " 2ª FASE  
2-3-4-5-6-8-9-10-11-12 QUEBRADAS 1ª FASE  
14-15-16-17-18-19-20 " 2ª FASE



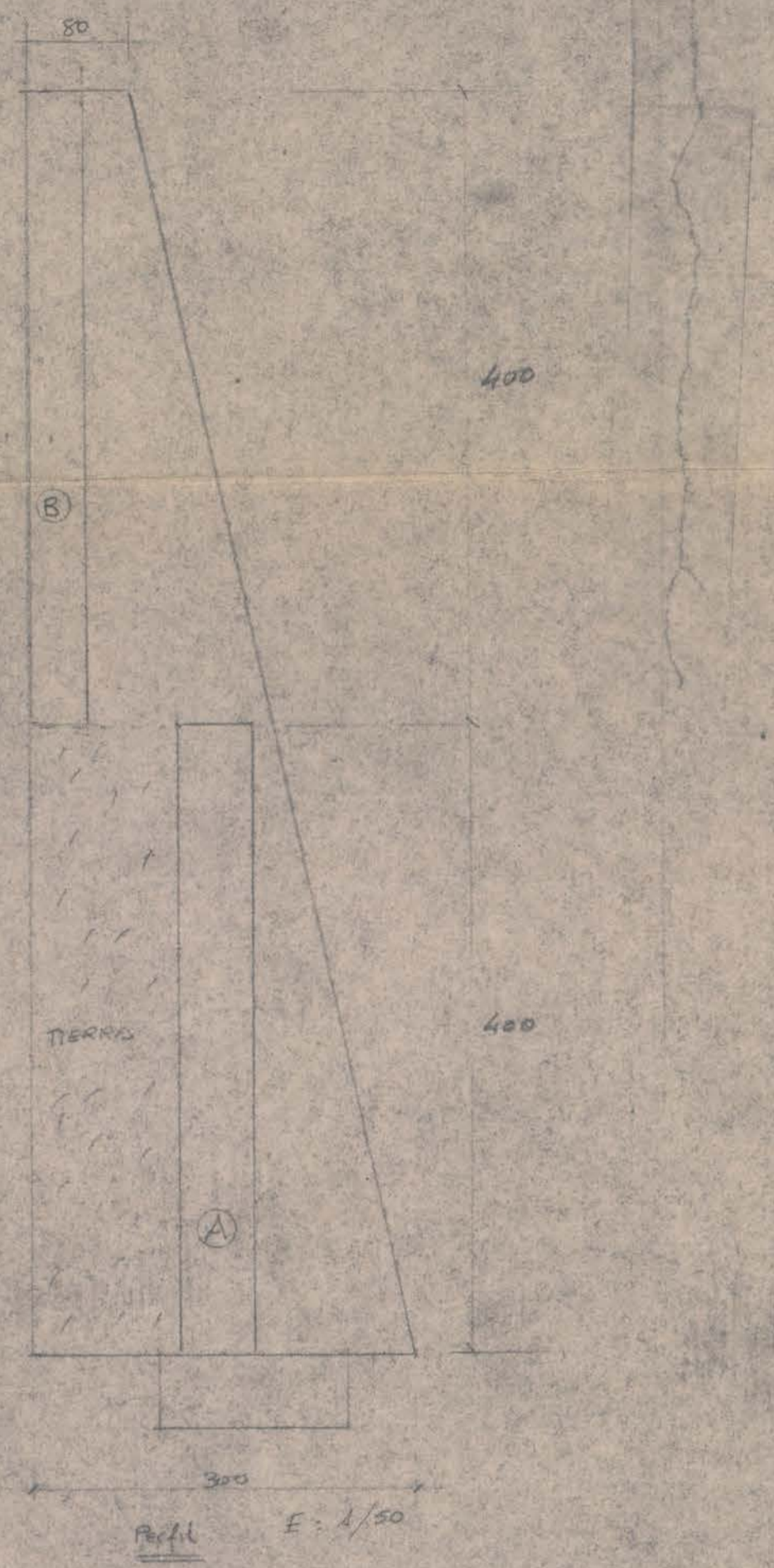
Nota: la cota 2.90 es para los contrafuertes 7 y 10 y 2.00 para los contrafuertes 1, 3 y 5.



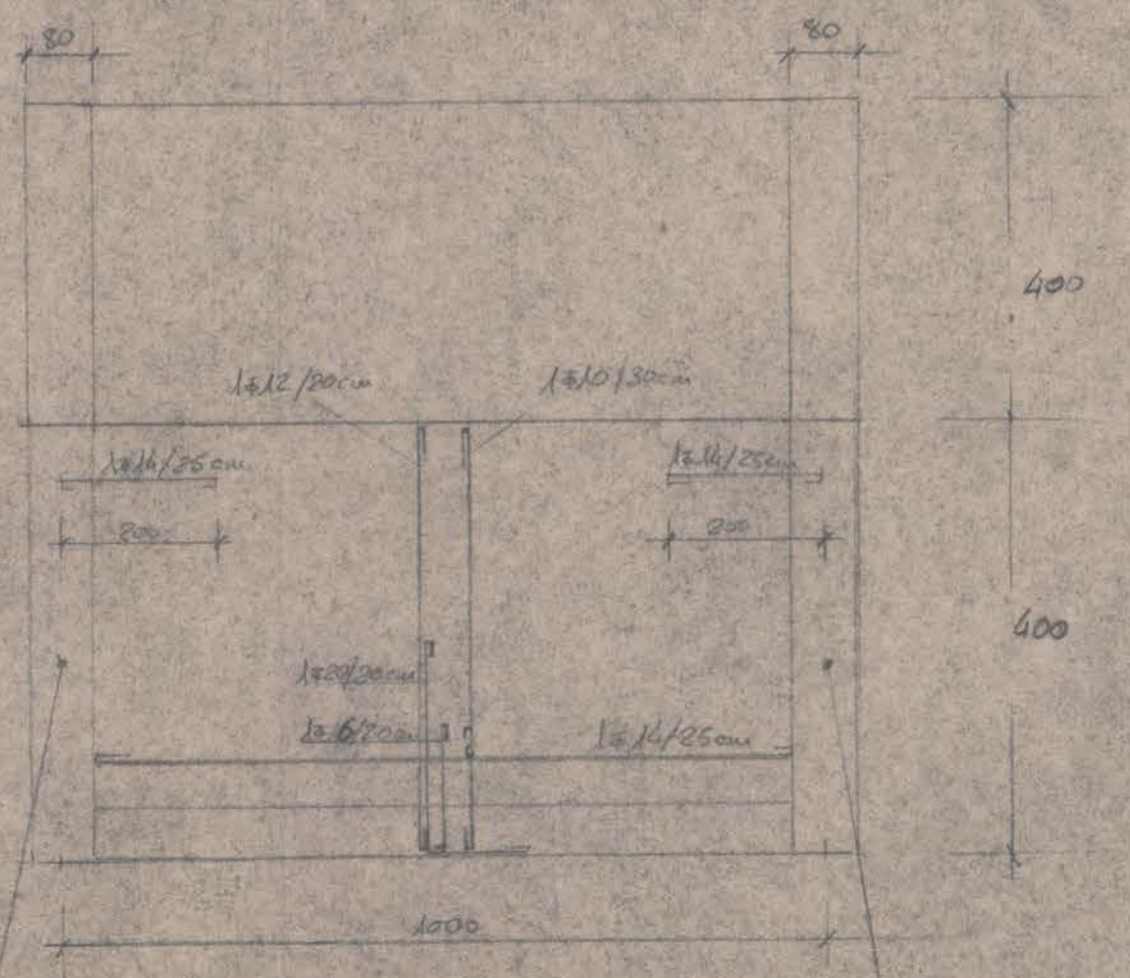
Detalle A E: 1/20



Detalle B E: 1/20

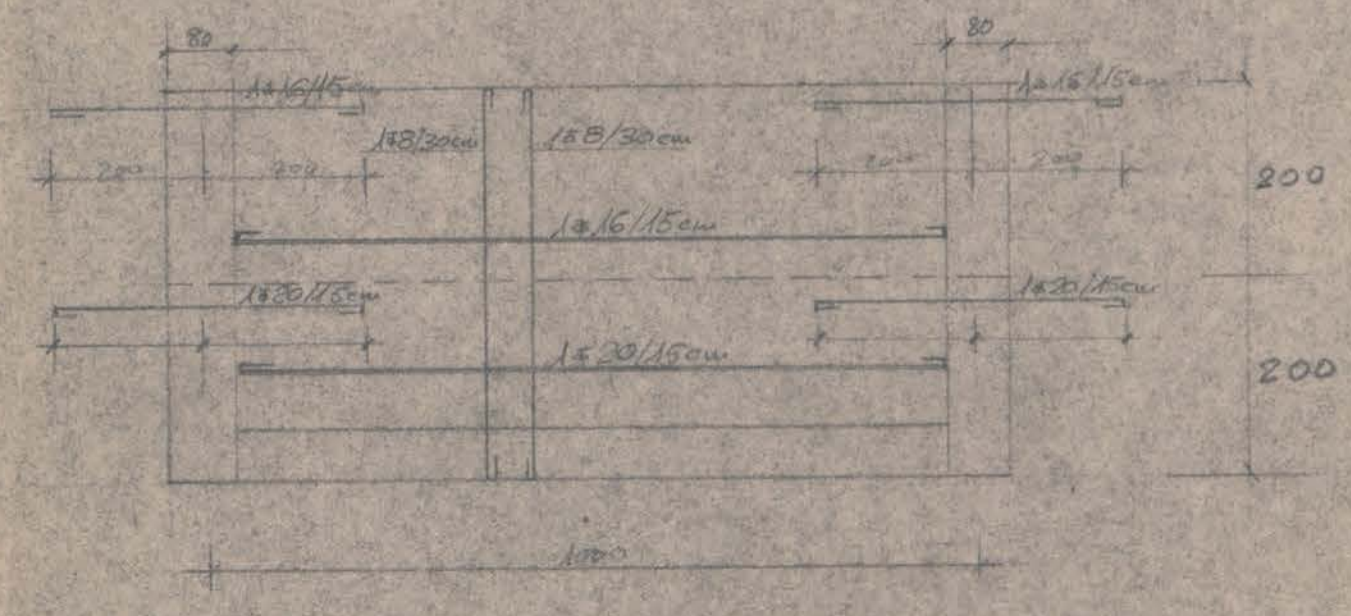


Perfil E: 1/50



PANTALLA A E: 1/100

Nota: picar el contrafuerte un ancho de 260 cm. y una profundidad de 40 cm para empalme PANTALLA -A-. Emplear resina epoxi.



PANTALLA B E: 1/100

Pantalla entre contrafuertes de 10 m.

TORRENTE DE FORNALUTX

Pl. n° 5