

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

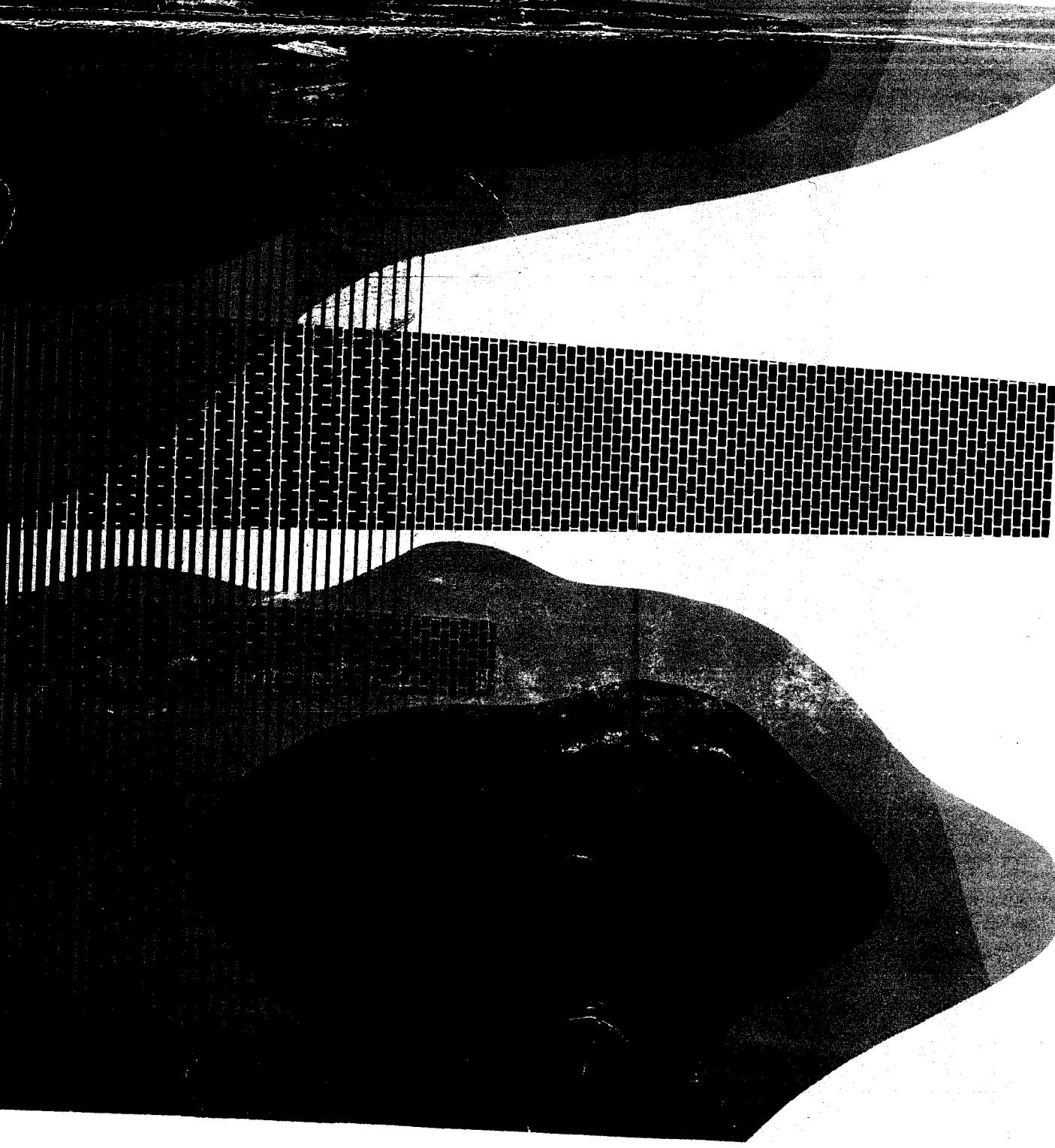
PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA

PLAN NACIONAL DE LA MINERIA

## PROGRAMA SECTORIAL DE INVESTIGACION GEOTECNICA NACIONAL

**ESTUDIO GEOTECNICO PARA  
RECONOCIMIENTO DE UN TA-  
LUD DESLIZADO EN BENAMEJI  
(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE  
AMPLIACION DEL NUCLEO UR-  
BANO.**

**MEMORIA**



00114

EL PRESENTE ESTUDIO HA SIDO REALIZADO  
POR GENIV, ENGENIERIA Y INGENIERIA CI-  
VIL, S.A. EN REGIMEN DE CONTRATACION  
CON EL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO -  
DE ESPAÑA

ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO DE UN TALUD DESLIZADO EN BENAMEJI  
(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION DEL NUCLEO URBANO

I N D I C E

M E M O R I A Y A N E J O S

1. EXPOSICION

- 1.1. Introducción
  - 1.1.1. Antecedentes
  - 1.1.2. Objeto del estudio
- 1.2. Descripción de la zona de estudio
- 1.3. Métodos de trabajo
- 1.4. Información estadística y bibliográfica

2. FOTOGRAMETRIA Y TOPOGRAFIA

3. GEOLOGIA DE LA ZONA

- 3.1. Bosquejo geológico general
- 3.2. Geología de la zona del talud deslizado
- 3.3. Geología de la zona de ampliación del núcleo urbano
- 3.4. Hidrología superficial

4. MATERIALES

5. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

- 5.1. Estudio de la zona del talud deslizado
  - 5.1.1. Consideraciones de orden general
  - 5.1.2. Descripción del sondeo de reconocimiento
  - 5.1.3. Ensayos de laboratorio
  - 5.1.4. Cálculo de la estabilidad del talud
  - 5.1.5. Soluciones de estabilización del talud
  - 5.1.6. Conclusiones

- 5.2. Estudio de la zona de ampliación del núcleo urbano
  - 5.2.1. Consideraciones de orden general
  - 5.2.2. Espesor de la capa vegetal
  - 5.2.3. Nivel freático. Drenaje y saneamiento
  - 5.2.4. Problemas geotécnicos específicos
  - 5.2.5. Resistencia y carga admisible del terreno y su distribución.
  - 5.2.6. Compresibilidad y asientos previsibles
  - 5.2.7. Conclusiones

## 6. ANEJOS

- 6.1. Estudio de la zona del talud deslizado
  - 6.1.1. Ficha de sondeo
  - 6.1.2. Resultados de laboratorio
  - 6.1.3. Cálculos del talud
- 6.2. Estudio de la zona de ampliación del núcleo urbano
  - 6.2.1. Fichas de sondeo
  - 6.2.2. Fichas de penetraciones
  - 6.2.3. Fichas de pocillos y calicatas
  - 6.2.4. Resultados de laboratorio
  - 6.2.5. Climatología y meteorología
  - 6.2.6. Fichas geotécnicas

## PLANOS

1. Plano de situación
2. Plano geológico general
3. Planta de Labores
4. Estudio de la zona del talud deslizado
  - 4.1. Plano geológico talud deslizado
  - 4.2. Planta general zonas deslizadas
  - 4.3. Cortes geológicos
  - 4.4. Plano topográfico 1:2000, vuelo 1972
  - 4.5. Plano topográfico 1:5000, vuelo 1956
5. Estudio de la zona de ampliación del núcleo urbano
  - 5.1. Formaciones superficiales a 0 m.
  - 5.2. Formaciones superficiales a 4 m.
  - 5.3. Cortes geotécnicos
  - 5.4. Zonas geotécnicas

6. Drenaje superficial y escorrentía

8. FOTOGRAFIAS

ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO DE UN TALUD DESLIZADO EN BENAMEJI  
(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION DEL NUCLEO URBANO

1. EXPOSICION

1.1. Introducción

1.1.1. Antecedentes

El Instituto Geológico y Minero de España y de acuerdo con el correspondiente proyecto, ha realizado el presente "Estudio geotécnico para reconocimiento de un talud deslizado en Benamejí (Córdoba) y de la zona de ampliación del núcleo urbano", estando enmarcado dentro del Programa Nacional de Investigaciones Mineras bajo el aspecto de geotecnia urbana.

La justificación del Proyecto se basa en los hechos observados de que en el Pueblo de Benamejí, desde antiguo, se han producido deslizamientos, que han afectado a construcciones dentro del casco urbano y concretamente en el mes de febrero de 1.963 el deslizamiento progresó de forma rapidísima adquiriendo dimensiones catastróficas para edificios habitados. Desde esta última fecha los deslizamientos progresan a muy variada velocidad, afectando cada vez más a las edificaciones, entre las cuales se encuentran monumentos históricos y religiosos.

Por otra parte del fenómeno de deslizamiento se desprende, - tal como se hace constar en dicha justificación, la necesidad de estudiar nuevas zonas para la ubicación de nuevas construcciones de ampliación de Benamejí, situadas fuera de su área de influencia.

Como consecuencia de lo expuesto se determina la necesidad - de, por un lado el estudio del deslizamiento y su zona de influencia; - por otro el estudio de viabilidad constructiva al Norte de Benamejí donde radicar la población afectada y ampliación del casco urbano.

### 1.1.2. Objeto del estudio

El objeto del presente estudio lo constituye en primer lugar la investigación de los círculos de rotura del talud y por medio del conocimiento de sus características intrínsecas, determinar la máxima zona que puede afectar el deslizamiento.

De otra parte y por medio de una exploración geotécnica adecuada conocer las características de los materiales de las proximidades del pueblo, en especial de la zona N. hacia donde se presupone la ampliación del núcleo urbano, también se investigan las posibles soluciones para estabilizar la zonas deslizadas y la influenciada por el cerramiento.

Este estudio comprende, pues, dos partes diferenciadas; por un lado el talud deslizado y por otro la ampliación urbana. Cada una de ellas se tratará independientemente si bien diversos aspectos comunes se presentan en conjunto tales como topografía, geología general, hidrología y algunos otros.

Con este fin se han estudiado, entre otros los siguientes aspectos geotécnicos:

A) Para el talud deslizado

- a) Trabajos fotogramétricos y topográficos
- b) Sondajes de reconocimiento
- c) Reconocimiento geológico
- d) Cálculos con ordenador
- e) Informe

B) Para la ampliación del núcleo urbano

- a) Trabajos topográficos
- b) Geología de campo
- c) Obras y ensayos de campo
- d) Ensayos de laboratorio
- e) Informe

### 1.2. Descripción de la zona de estudio

La zona investigada geotécnicamente se ubica en el pueblo de Benamejí (Córdoba) y sus alrededores.

Este estudio comprende dos partes diferenciadas, cuyas áreas se determinan como sigue:

#### 1º Zona del talud deslizado

Comprende la ladera situada al Sur de Benamejí desde el centro del pueblo hasta el río Genil. Aproximadamente es un área de forma cuadrada de 1000 x 1000 m., con una pendiente de 10° a 15° desde el río al límite del pueblo oscilando sus cotas desde la 295 a la 455. La zona del propio pueblo es sensiblemente plana y con una ligera pendiente hacia el río.

#### 2º Zona de ampliación del núcleo urbano

Comprende los alrededores del pueblo, en sus partes N. NO. y NE., es decir una franja de más de 500 m. de ancha por unos 1000 m. de desarrollo. Su superficie es de unas 55 Has. La topografía es suave, con áreas sensiblemente llanas y con ligeras pendientes, siendo los desniveles máximos de unos 20 m.

### 1.3. Método de trabajo

De modo general indicaremos el proceso seguido para la realización del presente estudio geotécnico.

La base topográfica utilizada en este estudio está realizada a escala 1:2000 con equidistancia de 1 m.

Previamente se realizó una recopilación y análisis de la bibliografía existente para un mejor conocimiento de la zona a investigar y sus alrededores. Posteriormente se realizó la restitución fotogramétrica

ca y el estudio geológico de la zona para la ubicación racional de las obras y ensayos a realizar en campo.

En total han sido realizados 7 sondeos mecánicos con sonda de rotación-percusión y 7 penetraciones dinámicas. Las profundidades alcanzadas y los cortes estratigráficos, se especifican en los Anejos 6.1.1. y 6.2.1. En los sondeos además de la obtención de muestras inalteradas y testigo continuo, se realizaron Standard Penetración Test, a diferentes cotas con el fin de obtener el grado de compacidad de los niveles atravesados. Todas las muestras obtenidas, tanto alteradas como inalteradas han sido analizadas y clasificadas en el laboratorio.

Las penetraciones dinámicas han sido realizadas con penetrómetro tipo Borro con varilla de 32 mm de diámetro y punta de sección cuadrada de 40 x 40; el golpe ha sido realizado por medio de una maza de 65 Kg - que se deja caer desde una altura de 0,50m.. Los ensayos que se realizaron se llevaron a una profundidad de hincada inferior a 0,1 cm/golpe. Los gráficos de las penetraciones se han incluido en el Anejo 6.2.2.

Para recogida de muestras se realizan, además de los sondeos - mecánicos, calicatas y pocillos, en número que se indica en el "Plano de - situación de Labores". De estas labores se analizaron y ensayaron las más representativas. Los gráficos se incluyen en el Anejo 6.2.3.

Las muestras alteradas e inalteradas y los testigos parafinados procedentes de sondeos, pocillos y calicatas pasan al laboratorio, donde se han efectuado los siguientes ensayos:

En el sondeo S-7, correspondientes a la zona del talud deslizado y presentados en el Anejo 6.1.2. como siguen:

- 35 Gramulometrias
- 35 Límites de Atterberg
- 32 Densidad aparente
- 32 Humedad natural
- 32 Peso específico
- 35 Presencia de sulfatos
- 35 Cuantitativo de carbonatos

13 Cortes directos

17 Ensayos triaxiales, consolidado rápido

En los sondeos S-1 a S-6 y calicatas y pocillos, presentados en el Anexo 6.2.4. como sigue:

18 Granulometrías

18 Límites de Atterberg

2 Densidad aparente

2 Humedad natural

2 Peso específico

2 Edómetros

4 Próctor

2 C.B.R.

#### 1.4. Información estadística y bibliográfica

Entre las fuentes bibliográficas consultadas para este estudio destacan las siguientes:

- Mapas geológicos 1:200.000 de Merón de la Frontera (4-11), Granada - Málaga (5-11), Jaén (5-10). Universidad de Granada.
- Application de la Géologie aux travaux de l'ingénieur, Jean Coguel, Éd. Masson y Cie, Paris, 1959.
- Les glissements de talus routiers. Ministère de l'Equipement y du Logement. Laboratoire Central et Laboratoires Régionaux des Ponts et Chaussées (Diciembre 1968).
- Etude d'un glissement de terrain. J. Michel (Bull Liaison, Karzo-Abril 1971).
- Stabilité des talus et ordinateur. N. Sysli (Lausanne, 4 octubre 1969).
- Estabilidad de Presas de Tierra y Escollera, Ventura Escario, Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo, 1966.

- El empleo de computadores en el análisis de la estabilidad de taludes R.V. Whitman y W.A. Bailey. Journal of the Soil Mechanics (Julio 1957)
- Inyección de suelos, Henri Cambefort. Ed. Omega, 1968.
- Geotecnia y Cimientos, Prof. Jiménez Salas. Ed. Rueda, 1971
- Apuntes de Geotecnia y Cimientos, Prof. José Entrecanales, Escuela T.S. de Ingenieros de Caminos.
- Manual de Drenaje y Productos de Construcción (ARCO)
- Estudio Geotécnico del polígono de Calatayud (Zaragoza)
- Datos climáticos para carreteras y balance hídrico. Publicación del Ministerio de Obras Públicas.

## 2. FOTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Para la determinación de las características geométricas que han de tenerse en cuenta en el cálculo del talud deslizado en la actualidad así como del proceso seguido por el fenómeno de deslizamiento en los períodos anteriores, es necesario programar una restitución adecuada — aprovechando las disponibilidades de vuelos realizados anteriormente y — completar con una restitución actual el material básico de nuestro estudio.

En primer lugar se ha realizado una restitución a escala 1:5000 con curvas cada 5 m. partiendo del vuelo llevado a cabo por la Air Force Mapping Service en 1956, también se ha restituído un vuelo anterior de la misma procedencia y año 1943 pero la calidad del material existente ha dado resultados que no se han considerado satisfactorios — por lo cual no se incluye en este estudio. Esta primera restitución se ha hecho sin apoyo de campo, siendo la escala aproximada del vuelo 1:33000.

En segundo lugar se ha realizado una restitución fotogramétrica, con vuelo llevado a cabo en mayo de 1972 y con este exclusivo fin la escala de los fotogramas es aproximada de 1:5000 por lo que se ha optado por una restitución más detallada a 1:2000 (en lugar de la 1:5000 prevista en proyecto) y cuadricula de 1 ... para las curvas de nivel. Esta restitución se ha realizado con apoyo topográfico de campo.

Los objetivos de ambas restituciones han sido también los de servir para los estudios geológicos de detalle y la precisa ubicación de las obras de campo así como para los mencionados de los cálculos y conclusiones del estudio geotécnico que se proyecta.

Por otra parte los fotogramas a escala 1:5000 han servido para el estudio fotogeológico y observación estereoscópica de la zona.

Estos trabajos de fotogrametría y topografía han sido efectuados por la firma TRABAJOS FOTOGRÁFICOS AEREOS, S.A., de Madrid.

### 3. GEOLOGIA DE LA ZONA

#### 3.1. Bosquejo geológico

Geológicamente se pueden distinguir en la provincia de Córdoba tres regiones naturales bien diferenciadas tanto geológica, como topográficamente que son las siguientes:

- Al N. un Paleozoico y rocas intrusivas, constituyendo la zona montañosa del centro de Sierra Morena.
- Una franja central que constituye la campiña cordobesa, que está formada principalmente por materiales terciarios y separada de la anterior por el río Guadalquivir.
- Al Sur se encuentra la 3º región constituida por materiales mesozóicos y terciarios.

La región que estudiamos de Benamejí se encuentra en ésta - última y entra de lleno en la llamada zona Subbética.

La tectónica de esta zona es bastante compleja, lo que dificulta el estudio estratigráfico, presentando numerosos deslizamientos y cabalgamientos, asociados a fallas y fracturas.

La microfauna es abundante lo que permite una mayor exactitud en la datación.

Se distinguen las siguientes formaciones:

#### TRIASICO

Dunt y Keuper compuestos por arcillas, margas, yesos y sales en el que está intercalado el Muschalkalk caliza. Supra Keuper de dolomías y carniolas.

### JURASICO

Lias - Dogger de Dolomías, calizas blancas y margo-calizas y Jurásico Superior (Bathonense - Titónico) de calizas (ocres, rojas y nodulosas).

### CRETACICO

Inferior: Neocomiense - Albense de margas y margo-calizas a veces finamente detriticas y rico en ammonites.

Superior: Margas, margo-calizas y calizas algo arcillosas - y de facies pelágica.

### PALEOCENO Y EOCENO

Difícil de diferenciar del Cretácico Superior, el paleoceno tiene la misma litología y hacia su parte superior se hace de carácter detritico siéndolo más el Eoceno.

### OLIGOCENO

Estampiense - Aquitaniense, Calizas, calizas-margosas, margas y calizas.

### MIOCENO

Está representado muy completo, con margas, calizas, margas azules y ocres y en el Tortonense Alto serie detritica de areniscas - bien estratificadas amarillas y grises y cemento calizo.

### CUATERNARIO

a) Un diluvial detritico compuesto en general por limos y por conglomerados y arenas de colores rojo-naranja vivos y margas y arcillas. En el inferior suele haber costras calcáreas.

- b) Un aluvial reciente compuesto por gravas y arenas y cantos y en su parte superior unos limos más o menos arcillosos.

No existen afloramientos de edad inferior al Triásico en la zona, por lo que nos limitaremos a describirla a partir de este, el cual es causante por su plasticidad de los principales fenómenos, como ya veremos. No se conoce pues el Paleozoico, pero sin embargo el zócalo va sufriendo desde la meseta un hundimiento hacia el Sur, estando afectado, al Sur de la depresión del Guadalquivir, por una serie de fracturas de doble dirección, bética (paralela al Guadalquivir) y hercínica y siendo aquella probablemente la causante de este hundimiento.

Comienza pues la transgresión empezando con unos de óxitos conglomeráticos del Buntsandstein, siguiendo la deposición normal del Triás.

Este Triás germánico-andaluz es completo y muy plástico, sobre el que sedimenta un conjunto calizo-margoso de facies en general profunda, formando una serie completa, desde el Triás hasta el Mioceno

Sobre esto y discordantes descansan diversos niveles terciarios.

Este conjunto triásico es alóctono al Norte, habiendo deslizado sobre un yacente autóctono diverso.

El Secundario se sumerge, siempre claramente, debajo del Triás deslizado, teniendo encima el Mioceno.

Al Sur el Secundario es autóctono

Las condiciones de sedimentación del triásico son de área cerrada, aunque con alguna intercalación marina, presente por el episodio calizo del Muschelkalk.

Parece ser que el Triás se deposita durante el Bunt normalmente en toda el área, teniendo las areniscas basales y pasando a mar-

gas y margas yesíferas como las del Keuper. A continuación se deposita el episodio marino, con las calizas fétidas del Muschelkalk, que presentan una buena estratificación pero debido a la tectónica están fuertemente transtornadas.

A continuación tendríamos la deposición del Keuper compuesta también por margas y yesos como los del Duntsandstein. Sin embargo es posible distinguirlo debido a que siempre encontramos en el Bunt - las areniscas (exclusivos de él) y en su ayuda la presencia normal sobre el Keuper de las carniolas del Supra Keuper.

Sobre este tendríamos normalmente el Jurásico. Ahora bien, se nos presenta una zona en la que el Cretácico está directamente sobre el Trias, y otra zona en la que el Jurásico está representado integramente, y sobre él, el Cretácico.

Se supone que en la 1<sup>a</sup> Zona ó Prebética no hubo sedimentación jurásica depositándose directamente el Cretácico, mientras que en la parte Sur o Subbética la deposición fue normal. Posteriormente y durante o a fines del Cretácico se inician las primeras tralaciones, debidas en gran parte a deslizamientos gravitatorios y que usando el Trias (inferior o medio) como lubricante, deslizando el Trias superior y parte del Jurásico y Cretácico sobre un Trias autóctono situado mas al Norte y formando grandes mantos de corrimiento.

Como consecuencia de la fuerte tectonización y del carácter muy plástico de este Trias, el conjunto se encuentra fuertemente transtornado, siendo imposible un estudio de la sedimentación original, al no ser la estratificación visible, reflejo de esta. Las calizas, bien estratificadas originalmente, del Muschelkalk han sido imbuidas en la masa plástica del conjunto no siendo significativa su estratificación.

Así pues en toda la gran mancha Triásica de la zona de - Huente - Genil, Benamejí, etc., se supone compuesta por el contacto de los dos Trias.

Uno Prebético autóctono, y otro subbético que ha deslizado sobre él, y siendo ambos de análogas características, presentando frecuentemente estructuras caóticas, debido a su plasticidad y fenómenos de diapirismo.

Continuando la geología de la región, hemos visto que la sedimentación triásica fue análoga en las dos regiones Prebética y Subbética. Posteriormente al Triásico se inician los fenómenos de basculamiento, elevándose la zona prebética y deprimiéndose la otra, diferenciándose entonces dos dominios paleogeográficos.

La sedimentación es continua durante el Jurásico iniciándose como ya hemos dicho los deslizamientos, afianzándose hacia el Sur las condiciones de deposición de mar abierto y avanzando éste hacia el país Prebético hacia el final del Jurásico. La sedimentación en ambas zonas se vuelve a hacer análoga durante el Cretácico, iniciándose durante el Paleogeno un movimiento de elevación que se continúa durante el Eoceno, en el subbético, dando lugar a formaciones cada vez más detriticas. Encontramos otra vez sedimentos Oligocénicos lo que indica una transgresión. Durante el Burdigaliense, parte del subbético, está emergido mientras que el prebético ocupa una depresión, lo que favorece que aquel deslice sobre el prebético, ayudando el proceso gravitatorio que ya hemos hablado y formando los mantos de deslizamiento que hemos hablado. Retrocede posteriormente el mar finalizando la regresión hasta aproximadamente los límites actuales en el Mioceno.

Posteriormente y durante el Cuaternario se formarían las terrazas actuales y aparecerían las extensas llanuras margosas y arcillosas procedentes de la descomposición de los terrenos terciarios subyacentes.

### 3.2. Geología de la zona del talud deslizado

#### 3.2.1. Componentes litológicos

La ladera está compuesta por un conjunto de facies de arcoillas y margas con yesos subordinados a afloramientos de bancos de caliza.

El conjunto es bastante homogéneo a lo largo de todo el talud, aunque sin embargo se pueden diferenciar dos zonas.

Se ha datado la ladera como Keuper diferenciándose claramente dos paquetes, denominados formación K<sub>1</sub> y formación K<sub>2</sub>, los cuales se describen a continuación.

Formación K<sub>1</sub>

(Suprakeuper 6  
Infralías)

Se caracteriza por la mayor abundancia de margas y arcillas de tonos claros, predominando los colores grises pálidos, así como por la ausencia de niveles calizos.

Formación K<sub>2</sub>

(Keuper pro-  
piamente di-  
cho)

En esta formación abundan las arcillas de aspecto abigarrado y tonos rojizos, en ocasiones negruzcos. Está caracterizado también, por la presencia de diferentes niveles calizos intercalados en la masa plástica, como se comprueba en la ladera y en el sondeo S-7, comprobándose sus diferentes escalonamientos.

### 3.2.2. Tectónica

La tectónica general de deslizamientos que ha afectado al Subbético y Prebético, ha originado frecuentes fallas y fracturas lo cual, unido con la especial plasticidad del Keuper han originado en esta zona fenómenos locales de deslizamiento.

Se observan dos sistemas de fallas conjugadas de dirección aproximada N 40° E y N 35° W.

La falla principal discurre con dirección aproximada N 65° E y en parte de ella va encajado el río Genil, al pie de la ladera.

Al Sur de la falla los yesos aparecen en masas de colores rojos, generalmente, así como también de colores blancuzcos y negros ; en cambio al N de dicha falla, los yesos se encuentran más dispersos.

En el conjunto, se observa un ligero buzamiento hacia el - Norte.

### 3.3. Geología de la zona de ampliación del núcleo urbano

Benamejí se encuentra emplazado en un conjunto de tierras de edad tercio-cuaternaria que componen extensas llanadas margo-arcillosas, que descansen sobre un subyacente Mesozoico, procedentes de la descomposición de este subyacente, datado Oligoceno-Mioceno indiferenciado

Este Oligoceno presenta una facies margosa típica de haber sido una sedimentación cerca de la costa.

En la parte inferior se encuentran unas margas arcillosas - y localmente bancos de calizas, en algunos sondeos realizados en las zonas exteriores del pueblo.

A medida que se asciende en la serie las formaciones son - más arcillosas, presentando con margas arcillosas compactas y niveles - aislados de margas blancas y calizas arenosas, duras, gris, con microfauna y bien estratificadas que afloran en superficie formando bancos - continuos.

Pasándose otra vez a margas y margas-arcillosas de colores más oscuros y ferruginosos.

En los términos superiores predominan los tonos marrones.

Finalmente sobre los niveles cuaternarios aparecen las tierras de labor.

Estas formaciones son bastante permeables permitiendo que el agua las atraviese y discurra sobre el subyacente impermeable, que por presentar fallas, fracturas, etc, y por su elevado contenido en evaporitas, permite el paso de las aguas infiltradas de la gran masa, que empape los niveles margo-arcillosos atacando a su vez las evaporitas y produce como consecuencia la movilidad de estas masas.

Este conjunto, está discordante sobre un trias subbético - alóctono, recubierto por formaciones más modernas y autóctonas dan un relieve de valles amplios, de suave erosión efectuando el drenaje de - amplias zonas.

#### 3.4. Hidrología superficial

La litología de la zona condiciona de forma decisiva el drenaje superficial del área estudiada. En general el drenaje es bueno - aunque predominen los terrenos arcillosos pues la infiltración es favorecida debido a los terrenos de cultivo asentados sobre un relieve ondulado, esto facilita la mayor absorción de agua y el alcance de niveles freáticos altos quedando la escorrentía superficial bastante restringida. Las aguas infiltradas que se suponen que repercutirán en la zona - del talud se ven favorecidas en el substrato inferior como sucede en los sondeos S-1 y S-5 al ser de naturaleza mas arenosa y también debido a niveles calizos fracturados.

En lo que concierne a la escorrentía superficial del talud adquiere mayores valores debido solamente a la mayor pendiente y a la convergencia de la zona deslizada aunque esta está contrarrestada por - la gran capacidad de absorción de estos suelos movilizados.

Concretando, sobre la hidrología del área se distinguen tres cuencas de recepción, una al N. y otra al NE. no muy acusadas debido a la pequeña escorrentía y a la que vierten las aguas del casco urbano y zona de ampliación. Estas dos cuencas pueden influenciar de forma muy - decisiva sobre una tercera cuenca (zona del talud) por su escorrentía - subterránea que a su vez drenará en el río Genil.

La configuración del drenaje superficial en su conjunto - aparece reflejado en el plano nº 6 donde también se indican los coeficientes de escorrentía estimados.

#### 4. MATERIALES

Describiremos de forma muy abreviada los materiales existentes en las proximidades a la zona donde se realizó el estudio del talud deslizado y zonas de ampliación del núcleo urbano. Dado que la construcción no tendrá un volumen importante y el proceso de ejecución será el normal de crecimiento de una población del tipo de Benamejí, estimamos que los materiales procederán de fuentes normales utilizados por los constructores locales. No obstante en la zona pueden destacarse las siguientes procedencias.

##### a) Canteras

Los materiales que pueden ser utilizados son principalmente calizas y yesos.

Ambos, calizas y yesos, se sitúan en la parte sur de la falla que en parte está recorrida por el río Genil.

##### b) Yacimientos granulares

En lo que respecta a yacimientos granulares no se prevé ningún aprovechamiento que no sea el de los aluviones del río.

##### c) Terrenos de préstamos y explanaciones

Se han realizado una serie de pocillos de los que se obtuvieron una serie de muestras para ensayos Próctor y C.B.R. De esta forma puede examinarse la posibilidad de utilizar el terreno como cimiento de firmes y soleras, sin necesidad de recurrir a la eliminación del mismo. La situación de los mismos puede verse en el Anejo correspondiente (6.2.3.).

Los resultados de los ensayos para estos fines han sido para los pocillos que se enumeran, los siguientes:

Pozos	Densidad max.	Humedad %
A-1	1,43	25,10
A-2	1,58	20,70

A-3	1,70	16,50
A-4	1,62	18,10

Los datos obtenidos para C.B.R. se enumeran en el Anejo (6.2.4.) en función de las densidades. También se hace referencia al entumecimiento que se alcanza en cada caso y que servirá para usar la densidad más apropiada si ha de tenerse en cuenta la expansión de las arcillas.

## 5. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

### 5.1. Estudio de la zona del talud deslizado

#### 5.1.1. Consideraciones de orden general

##### 1. Causas o efectos de deslizamiento de taludes naturales

Antes de iniciar el estudio de las características geotécnicas de este área, indicaremos los factores y otras consideraciones teóricas generales que nos han llevado a las conclusiones finales.

En primer lugar nos referimos a los datos básicos que nos permitirán abordar el estudio de estabilidad del talud situado entre Benamejí y el río Genil.

Estos datos básicos los componen fundamentalmente las características topográficas e hidrogeológicas de la zona.

La topografía actual queda determinada por la restitución fotogramétrica del vuelo efectuado en mayo de 1.972 a escala 1:2000 con curvas de metro en metro, complementada con el estudio fotogeológico de los pares de fotogramas a escala 1:5000 de dicho vuelo. Este material nos permite valorar la influencia de la topografía de la zona en las causas de tipo geométrico que participan en los fenómenos de deslizamiento. Esta participación presenta distintos aspectos, que en una relación de orden general se pueden enumerar como sigue:

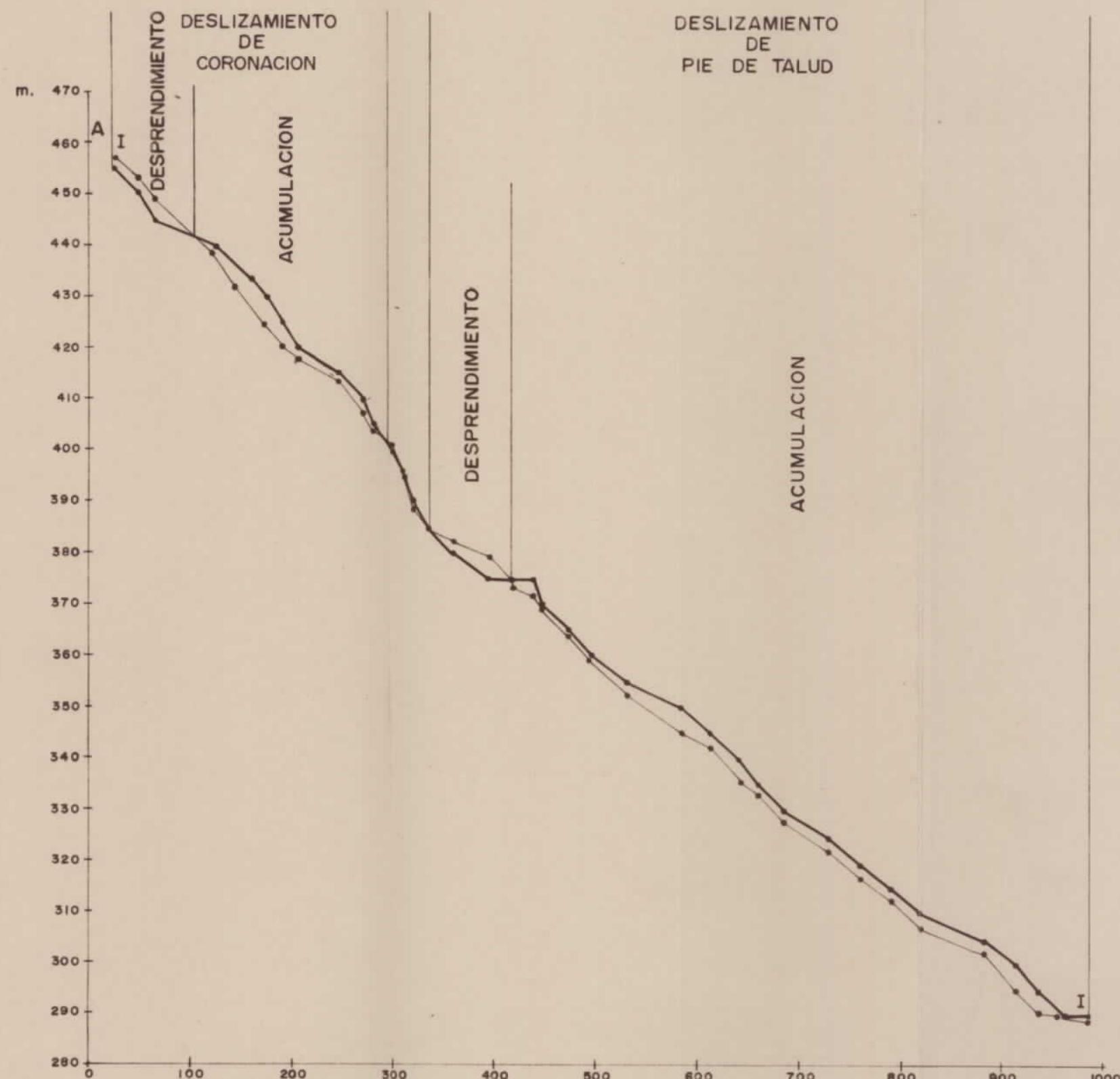
- a) Erosión del río que puede provocar falta de soporte lateral ó en la base de los distintos taludes deslizados. Esta acción se ha observado directamente en la zona y en las fotografías de los vuelos.
- b) Deslizamientos, desprendimientos y hundimientos anteriores, los cuales se han podido comprobar al comparar las observaciones fotogeológicas de los pares de fotogramas correspondientes al vuelo 1.956-57 y al actual de 1.972. Este aspecto se analiza y refleja en el plano nº 4.2.

"Planta general zonas deslizadas"

- c) Pendientes de los taludes en sus distintas partes y direcciones. En este aspecto se analizan las diferencias observadas en un estudio comparativo de puntos y perfiles representándose el más característico (que pasa por las proximidades del punto de sondeo S-7), es decir el que se presenta en el plano adjunto, "Evolución del Perfil del año 1.956 al año 1.972"
- d) Erosión de aguas superficiales y subterráneas. La primera en forma de cauces de torrenteras y la segunda por efecto de arrastre y disolución de suelos.

Las características geológicas se han determinado en la forma que se refleja en los bosquejos geológicos generales y en la geología de la zona, descritos en los apartados anteriores sobre la materia y presentados en los correspondientes planos geológicos, plano general nº 2 a escala 1:200.000, plano geológico de la zona nº 4.1. a escala 1:2000, así como los cortes geológicos más característicos presentados en plano nº 4.3. a escala 1:2000. Esta información nos ha permitido programar la investigación geotécnica mediante sondeo profundo con la toma de muestras y su posterior ensayo en Laboratorio. La participación de la geología en los fenómenos de deslizamiento puede resumirse en los distintos aspectos siguientes:

- a) Características y naturaleza de los distintos estratos afectados en toda su profundidad, determinados por el ensayo de las muestras del sondeo tal como se describirá en los apartados correspondientes 5.1.2. y 5.1.3. y anejo de ensayo 6.1.2.
- b) Presencia de rocas falladas o diaclasadas tal como se presenta en el plano geológico de la zona y en los cortes geológicos



### EXPLICACION

— Perfil año 1956

— Perfil año 1972

NOTA: Distancia en metros a partir del punto A.

Corte I-I segun plano 42

00114

EVOLUCION DEL PERFIL  
DEL AÑO 1956 AL AÑO 1972

ESCALA VERTICAL = 1/1000  
" HORIZONTAL = 1/5000

- c) Buzamientos desfavorables, los cuales se presentan principalmente en desprendimientos locales.
- d) Alternancia de estratos de materiales permeables e impermeables o plásticos determinando la presencia y la circulación de aguas subterráneas.
- e) Cambio de la estructura del suelo por fenómenos de retracción de los suelos plásticos que como analizaremos más adelante tiene una gran influencia en el proceso de deslizamientos.

Por último la hidrología de la zona juega un papel primordial en el proceso de deslizamiento. Su influencia puede resumirse en los siguientes aspectos:

- a) Erosiones superficiales en riadas y torrenteras constituyendo un acceso a la infiltración del agua en la masa del talud.
- b) Disolución de materiales, tales como yeso, calizas, provocando cavernas y fallas que debilitan el efecto resistente de los mismos.
- c) Arrastres por las aguas subterráneas de materiales finos produciendo efectos similares a los anteriormente descritos.
- d) Imbibición del terreno por la infiltración de aguas de lluvia o de aguas subterráneas, con variación de su densidad.
- e) Efecto de la entrada en carga del agua en las grietas o cavernas.

- f) Tensiones internas debidas a la expansión por hidratación de las arcillas, los yesos o las anhidritas.
- g) Variación del valor del ángulo de rozamiento interno en su relación con el grado de humedad.

## 2. Configuración de deslizamientos en la zona

Teniendo en cuenta los factores o causas de deslizamiento que se enumeran pasamos a analizar el efecto de cada una de ellas y obtener un resultado final en cuanto a coeficientes de seguridad al deslizamiento y una imagen del proceso que se desarrolla en una serie de deslizamientos progresivos.

Como puede observarse son varios los desprendimientos producidos en la zona tal como se representa en el plano citado de desprendimientos, y del estudio comparativo de las fotografías se deduce el gran deslizamiento central desde la coronación hasta el río que se sitúa ocurrido en febrero de 1.963 y que afectó más directamente a Benaméjí y que en caso de progresar y producirse de nuevo sería de unas consecuencias catastróficas más evidentes. No obstante de las observaciones en campo y de los movimientos del perfil ocurrido entre los vuelos 1.956-57 y 1.972 se desprende que se compone de dos deslizamientos uno de coronación y otro de pie de talud estando, sin duda, ligados ambos fenómenos. Es decir que ha podido producirse un descalce de pie de talud en las proximidades del río (erosión, socavación, etc) provocando, con la presencia de otros efectos o causas, el deslizamiento y al mismo tiempo producir otro descalce de talud de la parte superior provocando el deslizamiento o desprendimiento de esta última parte. O bien un primer deslizamiento de la parte superior ha producido una sobrecarga en coronación de la parte inferior y provocado su posterior deslizamiento.

Este mismo proceso ha podido ocurrir, a menor escala en los restantes deslizamientos observados en la zona.

Se desconoce el proceso real de estos deslizamientos en cadena, y cual ha precedido al anterior, así como el tiempo transcurrido

entre ambos y sus duraciones. Caben varias alternativas, incluida la de producirse con independencia habiendo sido provocados por las restantes causas que se han enumerado, siendo las más importantes el factor de presiones hidráulicas y la disminución de los coeficientes de resistencia del terreno.

### 3. Hipótesis de deslizamiento

El núcleo o masa de un talud natural está sometido a un cierto número de esfuerzos, de los cuales consideramos en un cálculo de estabilidad: a) el peso propio, b) las presiones de agua sobre una superficie dada de deslizamiento y c) la resistencia al corte del terreno

Al producirse la rotura de equilibrio de estas fuerzas el volumen afectado se pone en movimiento y desliza a lo largo de una superficie que a priori no tiene una forma bien definida. En rellenos homogéneos es prácticamente un círculo, en taludes naturales es una superficie más plana y en roca es de forma irregular con superficies planas de desprendimiento.

Como ya se ha indicado, en apartados anteriores, el estado de equilibrio depende de las condiciones geométricas (altura, pendiente), de las características geotécnicas del suelo y de las condiciones hidráulicas pero el tiempo es un factor que también puede intervenir de forma determinante. La estabilidad evoluciona de una situación inicial al fin de la estabilidad y a una situación de equilibrio a largo plazo, que pueden ser consecutivos (arenas y materiales muy permeables) o estar separados por varios meses o años (limos ó arcillas) siendo este tiempo mayor cuanto menor es la permeabilidad. Depende pues de la variación de las presiones intersticiales del agua. A corto plazo está ligado al cambio de las tensiones internas del núcleo del talud, mientras que a largo plazo depende del régimen hidráulico permanente que se ha establecido.

Los riesgos de deslizamiento se valoran por el coeficiente de seguridad generalmente calculado a rotura segun curvas circulares. En orden geológico estos cálculos necesitan la determinación de las características geotécnicas del suelo, principalmente la resistencia al

corte y la evaluación del régimen hidráulico.

#### 4. Características particulares de la zona

La evolución morfológica de la ladera en estudio aparte de ser de tipo tectónico y erosivo lo es esencialmente de origen litológico.

La existencia de una falla al sur de las áreas de deslizamiento, que en parte está recorrida por el río Genil condicionaría la mecánica de los deslizamientos desde sus comienzos. En este aspecto hay que tener en cuenta que el régimen del río ha sido regulado dentro de estos períodos reduciendo su influencia en el descalce por erosión del pie de la ladera.

El material de la ladera se compone principalmente de masas arcillosas coronadas en su parte superior por formaciones cárboreas fisuradas. Es decir que las masas inferiores pueden moverse en sentido de traslación y las superiores por desprendimientos en planos más o menos verticales. Las roturas superiores serían de tipo intermitente y rápido mientras que las inferiores se desplazarían lentamente.

El movimiento profundo del material plástico provoca tensiones en la coronación traduciéndose en un agrietamiento de las capas superiores calcáreas y la aparición de grietas más allá de la cabeza del deslizamiento. Estas grietas facilitan el acceso de las aguas de escorrentía produciendo una acumulación en contacto con el material plástico sobre el cual puede actuar desfavorablemente de las diversas formas que han sido enumeradas.

Es decir que en nuestro caso, hay que considerar las presiones de carga hidrostática a través de estas grietas imbibiendo el material plástico aumentando su saturación y por lo tanto su peso y disminuyendo sus características resistentes, es decir su ángulo de rozamiento interno. Por otra parte hay que considerar la posibilidad de que estas grietas progresen en las capas inferiores por efecto de erosión y disolución. Es más no se descarta la posibilidad de otro fenómeno frecuente en arcillas debido a que en un período de sequía prolongada y por efecto

to de las temperaturas elevadas que se pueden registrar en la zona se produzca una baja del nivel de agua freática con una disminución de la humedad en las arcillas y por lo tanto una retracción de las mismas lo cual se traduciría en un agrietamiento y nuevo acceso a aguas de lluvia posteriores, con los consiguientes efectos desfavorables ya conocidos y enumerados.

Por otra parte estos fenómenos de fisuración y acción del agua es más acentuado cuando se produce a través de fallas, las cuales como ya se ha observado son numerosas en la zona que nos ocupa. En consecuencia también puede afectar a profundidades superiores.

Otro aspecto actual que debe considerarse es la aparente sobrecarga en los bordes superiores debida al vertido de escombros. Por último hay que mencionar el grado de sismicidad de la zona, la cual se traduce en un coeficiente de mayoración en el cálculo si bien estimamos que su influencia es inferior a los errores debidos a la estimación de las restantes causas. El correspondiente a la zona es el grado VII.

A continuación se hace una descripción del sondeo de reconocimiento seguido de la discusión de los ensayos de laboratorio. Mas adelante se aborda el cálculo del talud más característico considerando varias hipótesis en las cuales se introducen los efectos de las causas hidráulicas en distintos grados.

#### 5.1.2. Descripción del sondeo de reconocimiento

El sondeo de reconocimiento que ha servido de base para la obtención de muestras continuas con el fin de obtener un corte geológico completo del mismo y de muestras inalteradas para su ensayo posterior en el Laboratorio, figura situado en el plano de labores (nº 3) en una situación tal que se ha considerado como la más adecuada para cortar todos los estratos que pueden intervenir en el mecanismo de un posible deslizamiento. Se ha situado en la coronación del talud total deslizado, desde Benamejí hasta el río Genil y con una profundidad de 150 m., es decir del mismo orden del desnivel existente entre pueblo y río.

El diámetro de sondeo ha sido tal que ha permitido tomar muestras inalteradas del orden de 100 mm de diámetro con el fin de poder tallarse tres muestras de ensayo en una misma sección.

Los resultados obtenidos durante la perforación se reflejan en la ficha de sondeo incluida en el anexo 6.1.1. En ella se describen las muestras y tipos de las mismas indicando su profundidad y espesor, los resultados de los ensayos de penetración normal (S.P.T.). A continuación la descripción del terreno en forma de corte estratigráfico y finalmente los resultados de ensayos de identificación.

En líneas generales tenemos una primera capa de arcillas con niveles calizos hasta los 25,5 metros. Esta formación aparece compacta a juzgar por los resultados de penetración de la cuchara Standard de 2" y del tomamuestras.

Entre los 25,5 y 27,2 encontramos un estrato de arenisca fisurada para continuar con una sucesión de estratos de arcilla margosa y marga arcillosa con espesores de 3 a 4 m. en los cuales se intercalan niveles calizos hasta alcanzar del orden de 36 m.

Desde 36 a los 46 m. aparece un estrato más uniforme de arcilla margosa. Los 10 metros siguientes se componen de dos estratos de margas arcillosas con niveles calizos entre los cuales se intercala otro de arcilla.

A partir de los 56 metros las margas arcillosas aparecen más homogéneas hasta los 69 metros en que de nuevo encontramos un nivel calizo de unos 2 metros sobre otro de arcilla de unos 4 metros, lo cual se presenta más o menos margosa entre los 75 m. y los 90 m.

Desde los 90 m. hasta los 120 m., es decir en un espesor de 30 m. encontramos una arcilla homogénea que pasa a margosa en los 6 m. siguientes donde aparece un nuevo y último nivel calizo auscultado, con 2,5 m. de espesor.

Por último desde 130 hasta el final del sondeo el terreno está formado por un estrato margoso de 20 m.

Si bien todo el sondeo muestra un material de compacidad media a alta se observa que tiene una plasticidad elevada y su contenido de humedad es próximo al correspondiente al límite plástico.

En definitiva son los ensayos de laboratorio los que determinarán las características geotécnicas y resistentes del material para un cálculo de estabilidad al deslizamiento.

#### 5.1.3. Ensayos de Laboratorio

En el Anejo 6.1.2. se incluyen los resultados obtenidos en el laboratorio correspondientes al sondeo S-7.

En total se han realizado ensayos de diversos tipos sobre un total de 35 muestras, como representativas de todos los estratos atravesados.

Sobre la totalidad se han hecho ensayos de identificación, humedad natural, densidad aparente, peso específico de las partículas, presencia de sulfatos y cuantitativo de carbonatos.

Por último sobre las muestras seleccionadas como tipos, para determinar las características específicas del cálculo de estabilidad de taludes, se han realizado ensayos de corte directo y triaxiales con lo cual obtenemos el ángulo de rozamiento interno ( $\gamma$ ) y la cohesión (c) que junto con el peso específico aparente ( $\gamma'$ ), constituyen los parámetros intrínsecos del suelo a introducir en el cálculo además de las condiciones geométricas de pendiente de talud y la estratificación y las condiciones hidráulicas de saturación y carga hidrostática de agua. En total se han realizado 17 ensayos de triaxiales y 13 de corte directo.

Del análisis de los ensayos anteriores se observa que algunos resultados no son concordantes es decir que no se puede determinar

exactamente una línea recta tangente a los círculos de rotura en los triaxiales ni una línea recta de unión entre los puntos de corte directo.

Las causas primeras se deben a la naturaleza de las muestras en testigos parafinados que sufren cierto grado de alteración propia del procedimiento de la toma con batería. No ha sido posible la penetración del tomamuestras normal a presión ó a percusión debido a la compacidad del suelo, lo cual puede comprobarse también por la penetración de la cuchara Standard que ha dado rechazo antes del final del ensayo. En el corte del sondeo se indica el intento de la muestra inalterada las cuales han sido insuficientes excepto la más superficial de los 4,0 m. Otras causas son imputables a la naturaleza del suelo que no presenta una homogeneidad granulométrica sobre todo las que contienen nódulos calizos y las de tipo margoso.

De todas formas se ha intentado extraer unos valores medios de interpolación que pueden considerarse representativos.

Estos ensayos han sido realizados en el Laboratorio de la División de Geotecnia del Instituto Geológico y Minero de España.

#### 5.1.4. Cálculo de estabilidad del talud

Uno de los objetivos del presente estudio lo constituye la determinación de los círculos de deslizamiento del talud deslizado, en especial el más desfavorable.

Como puede deducirse de la geología de la zona, de los cortes geológicos y de la complejidad de zonas deslizadas el problema presenta muchas dificultades. En apartados anteriores se ha hecho una exposición amplia de los factores que pueden intervenir, así como una estimación de su grado de influencia. Los hechos observados muestran la existencia de deslizamientos anteriores, su posible progresión actual y la posibilidad evidente de que se repitan en tanto no se modifiquen las causas que los han provocado.

El último fin perseguido lo constituye en primer lugar la determinación del coeficiente de seguridad mínimo al deslizamiento en las condiciones en que se encuentra la zona afectada en el momento de la prospección, es decir el periodo del 18 de mayo a 27 de julio de 1.973 - en cuyo momento el área es estable, y en segundo lugar introducir una variación en determinados parámetros y calcular su influencia en dicho coeficiente de seguridad. Esto es lo que constituirá las distintas hipótesis de cálculo..

El planteamiento de este cálculo consta de las siguientes - consideraciones:

a) Elección del método de cálculo

La primera consideración a tener en cuenta para el cálculo - del coeficiente de seguridad es fijar la supuesta superficie de rotura.

La falta de homogeneidad en el material nos inclina a elegir la superficie circular en todo su desarrollo, el cual es en cualquier caso de gran longitud y por lo tanto puede considerarse como una interpolación de la superficie real compuesta que se asimilará a la circular en los estratos de rellenos o zonas alteradas, a la plana en el caso de arcillas sobre estratos más compactos y la rotura quebrada en niveles calizos y areniscas fisuradas. De todas formas el grado de curvatura del círculo elegido - la acercará a uno u otro tipo de superficie. Con radios muy grandes resulta prácticamente un plano de deslizamiento en los estratos arcillosos y margosos y la pendiente muy pronunciada en orografía la asimilará a un plano, próximo a la vertical, para los estratos consolidados o más petrificados.

Por otra parte se tantearán familias de círculos con una variación suficientemente grande en el valor de sus radios.

Una vez elegida la superficie circular de deslizamiento podemos optar por cualquiera de los métodos de cálculo conocidos y mas usuales entre los cuales son más utilizados el de Fellenius

y el de Bishop entre otros. El primero resulta más conservador y como podemos comprobar posteriormente en algún caso considerando en que hemos obtenido valores del coeficiente de seguridad próximos a la unidad nos conducirá a valores inferiores a la unidad ya que se ha comprobado en multitud de estudios que las diferencias de los obtenidos entre ambos métodos es del orden del 10% o incluso superior y el estado actual de la zona es de estabilidad.

Así pues, a la vista de lo expuesto nos inclinamos por el método de Bishop considerándolo adecuado para nuestro caso.

b) Aplicación del Ordenador al método de cálculo

Ante la complejidad del cálculo por un lado, debido al número de parámetros que intervienen, a la amplitud de familias de círculos con variación de sus radios y a la necesidad de introducir varias hipótesis más desfavorables a las actuales, es necesario recurrir al cálculo mecanizado.

Se ha adoptado, en consecuencia, el método de Bishop programado para el ordenador IBM 1130 según la firma GEOTENIC, S.A., - que al propio tiempo se ha encargado de dicho cálculo.

Esta programación permite introducir cinco estratos diferentes con sus correspondientes parámetros. Por otro lado puede variarse el radio del círculo hasta cinco veces sin modificar las coordenadas del centro, y por último se puede introducir fuerzas de empuje hidrostático en grietas con carga de agua.

En los gráficos de representación de los círculos con menor coeficiente de seguridad, en cada una de las hipótesis, aparecen reflejados los términos anteriormente expuestos. Y en el anexo - 6.1.3. de cálculos de talud se incluyen todos los círculos tangentes.

c) Elección de parámetros según sondeo

Se han fijado cinco estratos diferenciados, de acuerdo con el programa, determinándose sus espesores conforme a la estratigrafía, litología y características geotécnicas del corte geológico del sondeo. Las profundidades resultantes son de 27, 50, 90-125 y más de 125 m., asignándoles unos valores medios para  $\gamma$ ,  $c$  y  $\phi$  teniendo en cuenta los resultados de los ensayos triaxiales y de corte directo. Estos valores están reflejados en los gráficos adjuntos, a escala 1:2000, correspondiente a las hipótesis consideradas.

La estratificación de los estratos diferenciados se ha supuesto plana y con una inclinación también supuesta como resultado de consideraciones de orden geológico.

En todos los casos se estima la existencia de la falla a pie de talud que marca una discordancia del terreno de suerte que la naturaleza del núcleo correspondiente al río posee unas características resistentes mayores. También se refleja la inclinación de dicha discordancia estimada como plana y con una inclinación del orden de los 45°.

d) Hipótesis de cálculo y resultados

Se han tenido en cuenta cinco hipótesis como siguen:

- 1º Corresponde a familias de círculos por pie de talud (PT), - con valores medios de parámetros, según ensayos de laboratorio y primer estrato saturado.
- 2º Corresponde a familias de círculos de pie de talud, (PT) con va-lores medios de parámetros, según ensayos de laboratorio in-troduciéndose el agrietamiento de los dos estratos superiores con cohesión y ángulo de rozamiento nulos.
- 3º Corresponde a familias de círculos por coronación (CO), ó de talud con los mismos parámetros de la hipótesis 2º.

00114

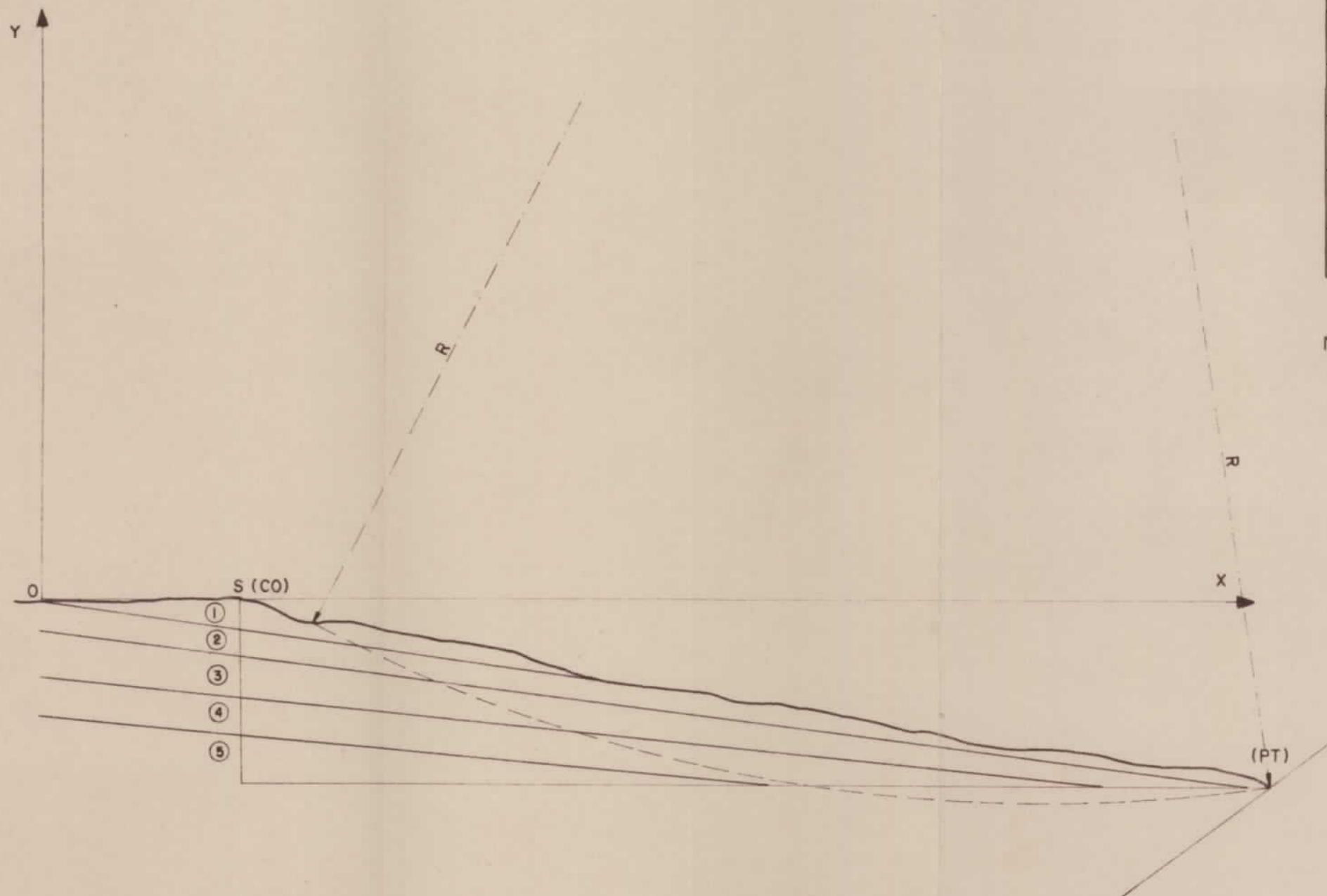
- 31 -

I<sup>a</sup> HIPOTESIS

CIRCULO POR PIE DE TALUD (PT)

ESTRATO	C'	TAN Ø'	GAMMA
(1)	0,40	0,141	1,98
(2)	0,80	0,364	2,07
(3)	0,30	0,249	2,03
(4)	0,30	0,213	1,98
(5)	0,40	0,268	2,10

NOTA: Se considera saturado el estrato (1)



Se han tanteado 102 círculos, siendo el de coeficiente de seguridad mínimo el representado en la figura.

Nº de bandas	X	Y	Radio	Coeficiente
22	945	1320	1506,59	1,30

Escala 1:5000

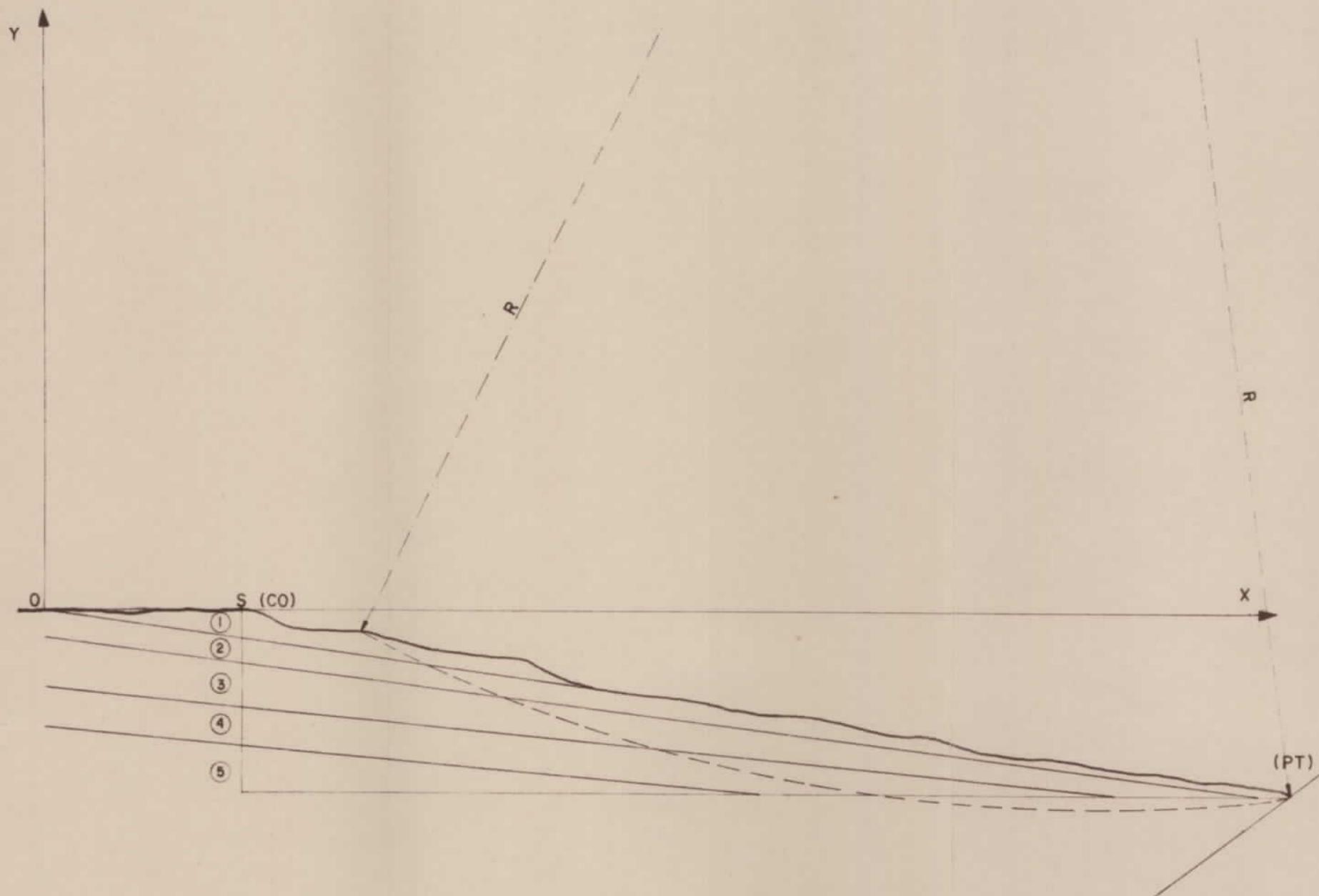
00114

- 32 -

## 2º HIPOTESIS

CIRCULO POR PIE DE TALUD (PT)

ESTRATO	C'	TAN $\theta'$	GAMMA
(1)	0,00	0,000	1,94
(2)	0,00	0,000	2,07
(3)	0,30	0,249	2,03
(4)	0,30	0,213	1,98
(5)	0,40	0,268	2,10



Se han tanteado 117 círculos, siendo el de coeficiente de seguridad mínimo el representado en la figura.

Nº de bandas	X	Y	Radio	Coeficiente
21	980	1330	1511,73	1,12

Escala 1:5000

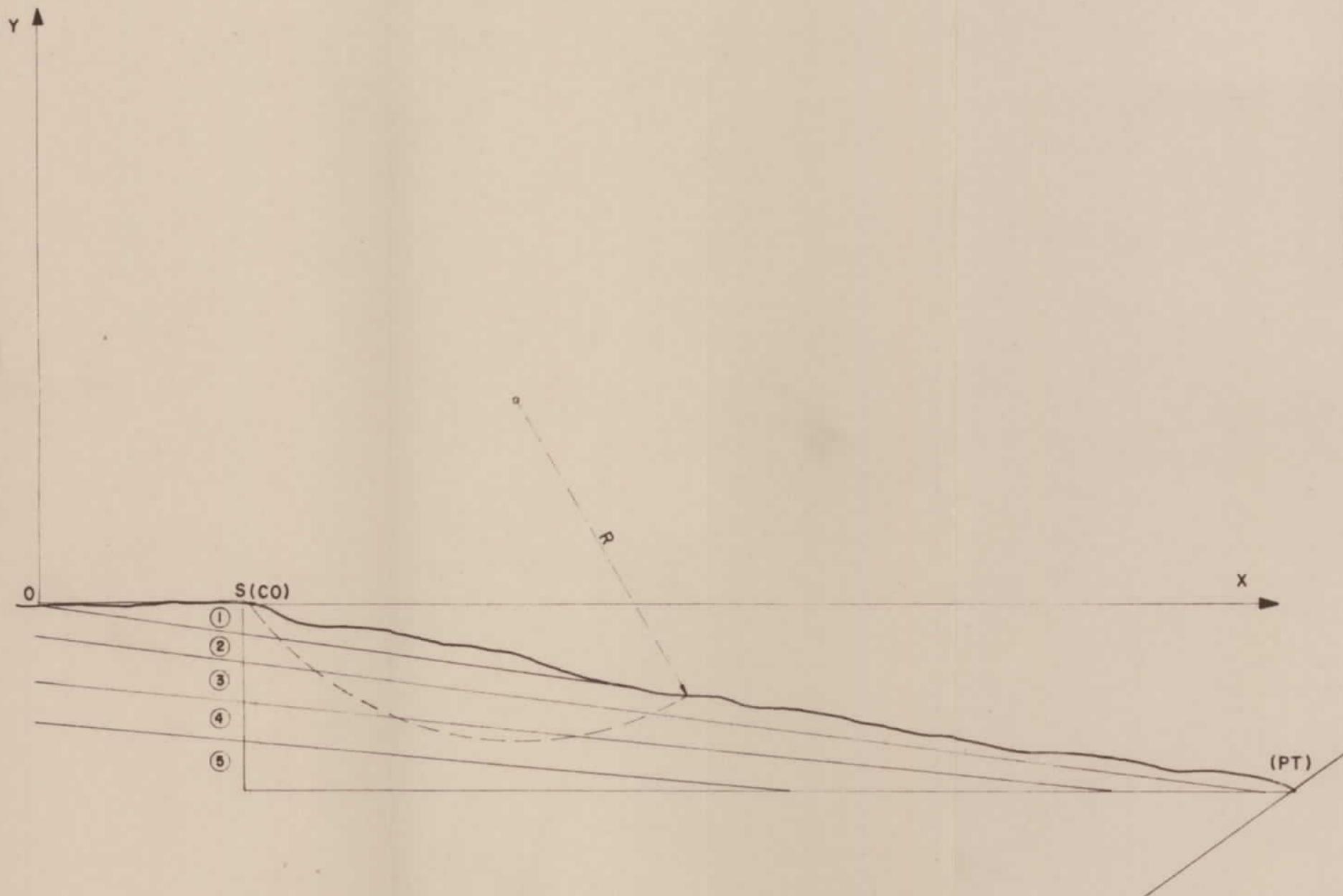
00114

- 33 -

3<sup>a</sup> HIPOTESIS

CIRCULO POR CORONACION (CO)

ESTRATO	C'	TAN $\theta'$	GAMMA
(1)	0,00	0,000	1,94
(2)	0,00	0,000	2,07
(3)	0,30	0,249	2,03
(4)	0,30	0,213	1,98
(5)	0,40	0,268	2,10



Se han tanteado 93 círculos, siendo el de coeficiente de seguridad mínimo el representado en la figura.

Nº de bandas	X	Y	Radio	Coeficiente
8	445	190	330	1,05

Escala 1:5000

00114

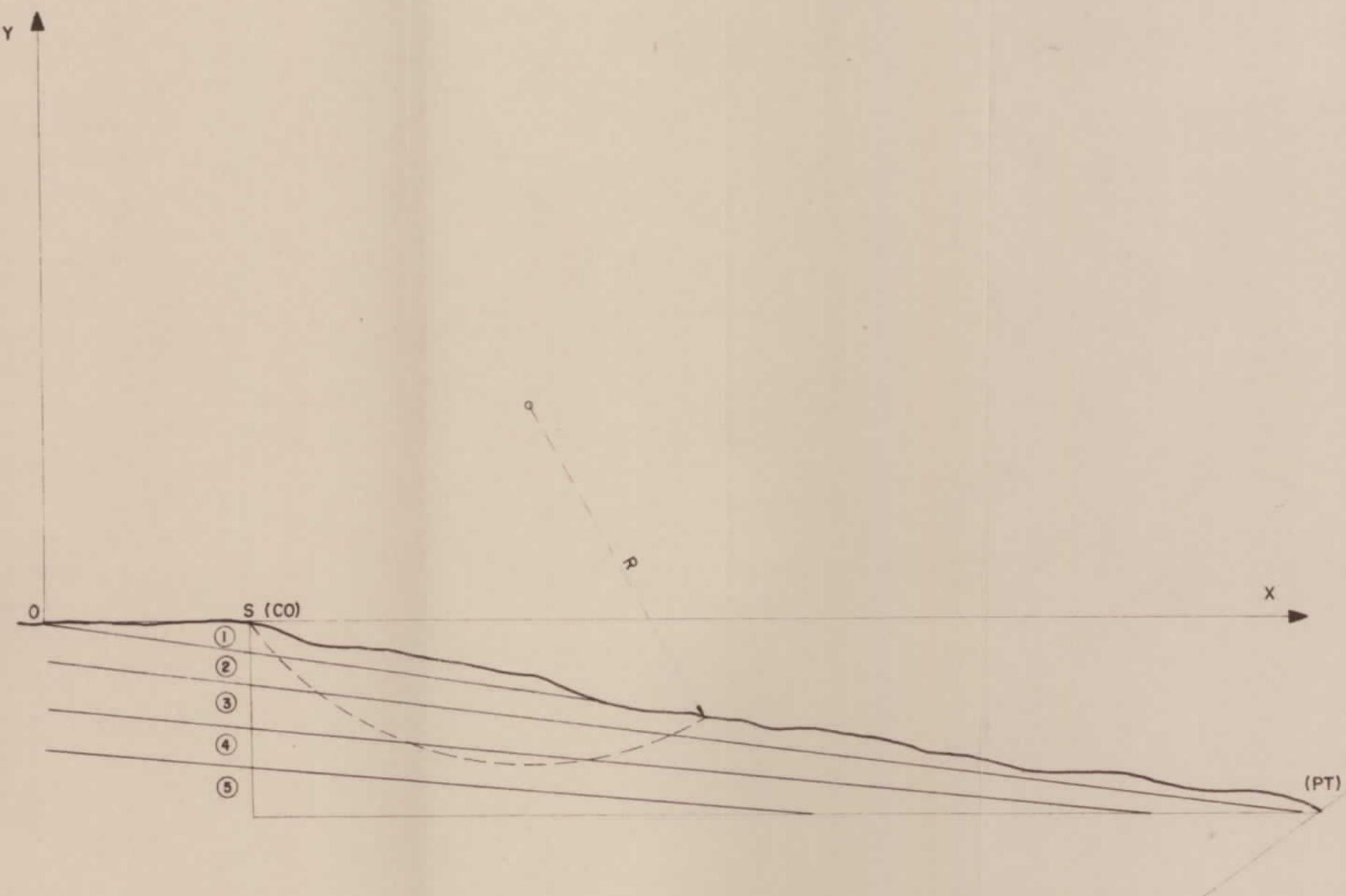
- 34 -

4<sup>a</sup> HIPOTESIS

CIRCULO POR CORONACION (CO)

ESTRATO	C'	TAN Ø'	GAMMA
(1)	0,40	0,141	1,98
(2)	0,80	0,364	2,07
(3)	0,30	0,249	2,03
(4)	0,30	0,213	1,98
(5)	0,40	0,268	2,10

NOTA: Se considera saturado el estrato (1)



Se han tanteado 93 círculos, siendo el de coeficiente de seguridad mínimo el representado en la figura.

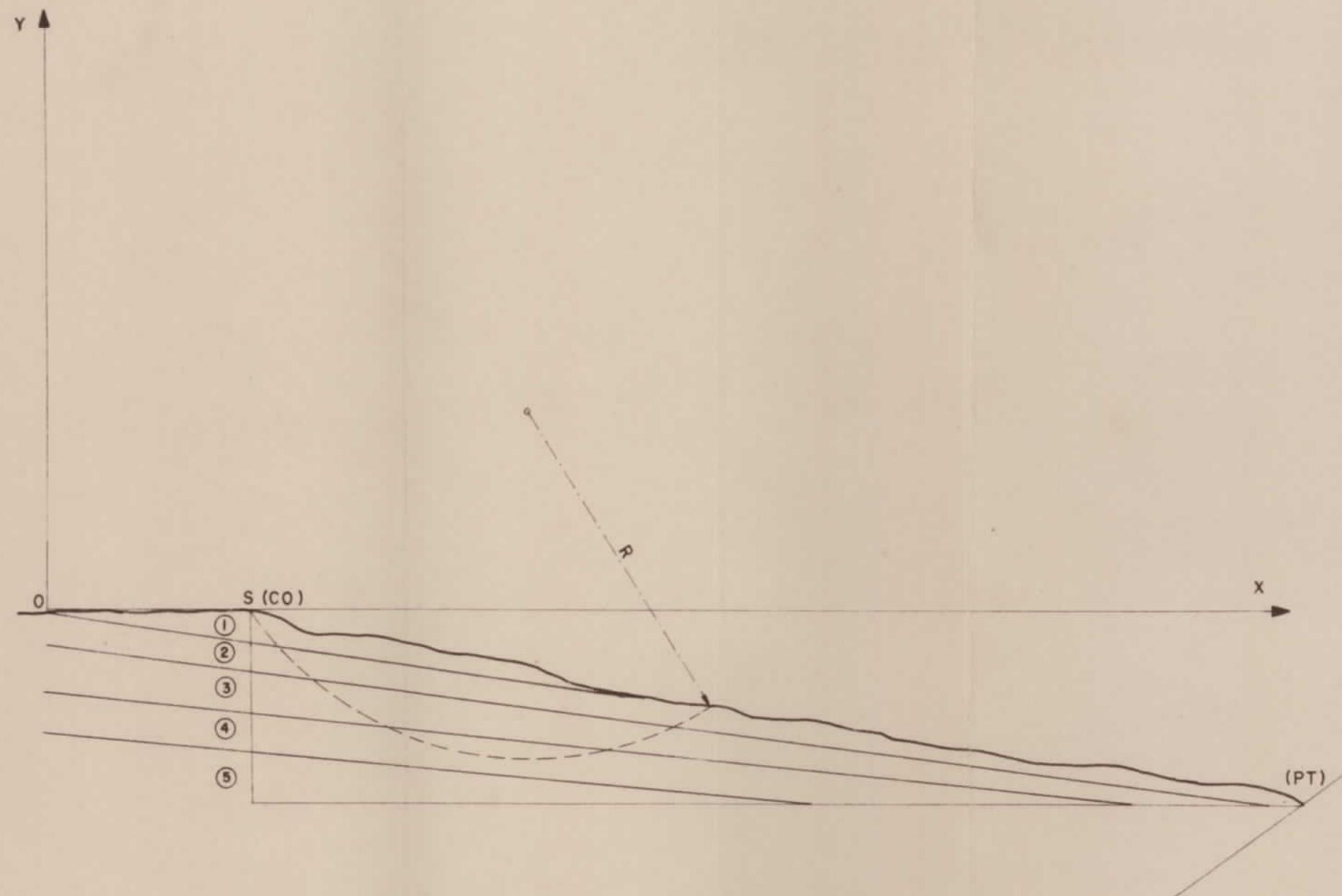
Nº de bandas	X	Y	Radio	Coeficiente
8	445	190	330	1,17

Escala 1:5000

5<sup>a</sup> HIPOTESIS

CIRCULO POR CORONACION (CO)

ESTRATO	C'	TAN Ø'	GAMMA
(1)	0,00	0,000	1,94
(2)	0,00	0,000	2,07
(3)	0,30	0,249	2,03
(4)	0,30	0,213	1,98
(5)	0,40	0,268	2,10



NOTA: Se considera empuje hidrostático de agua en los estratos (1) y (2)

Se han tanteado 93 círculos, siendo el de coeficiente de seguridad mínimo el representado en la figura.

Nº de bandas	X	Y	Radio	Coeficiente
8	445	190	330	1,02

Escala 1:5000

4º Corresponde a familias de círculos por coronación (CO) 6 de talud, con los mismos parámetros de la hipótesis 1º.

5º Corresponde a familias de círculos por coronación (CO), 6 de talud, con los mismos parámetros de la hipótesis 1º introduciéndole la fuerza de empuje hidrostático de carga de agua - en los dos estratos superiores.

El número de círculos y de rebanadas se indica en los gráficos de círculos adjuntos. El primero oscila entre 93 y 117 círculos, el segundo entre 8 y 22 rebanadas.

En todos los casos, los círculos de menor coeficiente, correspondientes a círculos altos de talud, pasan próximos al borde de cabeza, y para círculos de pie cortan al talud.

Los coeficientes obtenidos son 1,30, 1,12, 1,05, 1,17 y 1,02 de la 1º a la 5º hipótesis sucesivamente.

e) Delimitación de zonas que en un futuro puedan ser afectadas por el deslizamiento

Un segundo objetivo del presente estudio, como consecuencia del anterior, lo constituye la previsión de sucesivos deslizamientos y su magnitud. En cambio a tenor de lo expuesto y del pequeño margen de seguridad que ofrece la zona ante unas condiciones de orden hidráulico adversas todo parece indicar que esta situación precaria de la zona exige una decisión inmediata sobre soluciones de estabilidad, evitando su proceso de deslizamientos sucesivos.

En la actualidad existen edificaciones al borde de la cabeza del talud las cuales serían afectadas en la primera aparición del fenómeno.

En primer lugar deben ser tomadas las medidas que se apuntarán en las conclusiones subsiguientes y en segundo lugar se observarán mediante puntos de control en los taludes deslizados el

movimiento general de la zona y la aparición de nuevas grietas - en el casco urbano así como la variación de su magnitud en las - existentes. En la mayoría de otros casos estudiados se ha observado que la rotura en una superficie plana que limita superiormente la cabeza de un talud, se produce según una línea próxima al punto medio entre la cabeza del talud y la última grieta que aparece en dicha superficie plana. Por lo tanto, se estima que dentro del área agrietada, al menos del orden de la mitad próxima al borde del talud se encuentra en situación de hundimiento. Todo ello sin perjuicio de que toda la zona agrietada sea considerada ruinosa por daños en las estructuras y que se encontraría posteriormente en riesgo inminente ante una nueva situación de inestabilidad.

En principio, salvo que se tomen medidas eficaces de estabilidad, debe considerarse en precario todas las áreas con signos externos de agrietamiento.

#### 5.1.5. Soluciones de estabilidad de talud

Teniendo en cuenta que hemos partido de unas hipótesis y de unos resultados obtenidos en un solo punto de sondeo investigado y que - una modificación desfavorable de cualquiera de los múltiples factores - que intervienen puede influir de suerte que el coeficiente de seguridad resultante sea más próximo a la unidad o inferior a la unidad, el riesgo de deslizamiento se puede considerar alto y se hace necesario pensar en posibles soluciones de mejora ó previsión.

Las medidas a tomar son de tres ordenes:

- 1º Medidas de tipo geométrico (disminución de las pendientes y de las alturas de taludes).
- 2º Medidas de tipo hidráulico (sanamiento y drenaje de la zona próxima y del talud), supresión de erosión del río en el pie de talud).

3º Medidas de refuerzo (muros de contención parciales o totales).

En la situación actual, es decir en aquella en que se encontraba la zona en la finalización del sondeo, consideramos que los factores de tipo hidráulico serían los responsables de nuevos deslizamientos por lo tanto son éstos los primordiales que deben ser corregidos en la medida exigida. La corrección de los factores geométricos y de refuerzo se consideran más costosos y menos eficaces.

5.1.6. Conclusiones

A la vista de las consideraciones y resultados expuestos en apartados anteriores se desprende que la estabilidad de la zona presenta un bajo coeficiente de seguridad al deslizamiento, al menos en las secciones estudiadas, y sin perjuicio de que existan otras con menor grado de estabilidad por presentar características geotécnicas más desfavorables.

Por otra parte, no se descarta la progresión lenta de deslizamientos que deben ser estudiados mediante observación periódica de puntos de control tanto en la ladera como en el casco urbano.

En consecuencia, se recomienda llevar a cabo las primeras medidas de estabilidad y control como sigue:

A) Medidas de estabilidad de taludes

- a) Evitar la erosión del río Genil y por lo tanto el descalce del pie del talud, lo cual dependerá del estado actual y futuro de regulación del río con respecto a febrero del año 1.963. De lo contrario se imponen medidas correctivas mediante regulación, o erección de muros de protección a base guijarros y soluciones similares, desviación del curso del río en el tramo curvo situado frente al talud, o cualquier otra alternativa aprobada por los Organismos pertinentes.

- b) Prohibición de vertido de escombros en la coronación del talud en su límite con Benamejí
- c) Saneamiento general de la zona del pueblo comprendida en la cuenca de escorrentía hacia el talud deslizado, es decir se evitarán todas las infiltraciones en suelo de aguas procedentes de precipitaciones o cualquier otra procedencia, mediante pavimentación y alcantarillado o soluciones similares.
- d) Saneamiento de la superficie total de la ladera mediante la ejecución de canales protegidos para evitar la infiltración de aguas procedentes de precipitaciones en dicha superficie, así como cualquier surgencia de aguas subterráneas. Es un punto importante la zona media del gran talud deslizado, entre Benamejí y el río Genil, es decir en la zona de estrangulación o estrechamiento del talud deslizado.
- e) Saneamiento superficial de las cuencas de escorrentía al NO y NE de Benamejí, para evitar infiltraciones a través de estratos permeables o fisurados cuya dirección o corriente se desconoce y que pudiera afectar a las capas subyacentes en la ladera. De hecho se observa un nivel freático alto en el área del pueblo siendo su procedencia del almacenamiento en los estratos permeables y fisurados situados en una amplia zona al N. de Benamejí.

Es posible que las cinco medidas apuntadas sea suficiente para garantizar la estabilidad de la zona. En caso contrario, es decir si las medidas de control revelan la existencia de una progresión lenta de deslizamiento o un proceso de agrietamiento activo, sería necesario la toma de medidas nuevas más efectivas tales como:

- f) Realización de un dren longitudinal, paralelo al borde superior del talud y en sus proximidades y también en la zona de estrechamiento del talud deslizado.

- g) Drenes horizontales, mediante perforación e instalación de tubos drenantes en una profundidad de 30 metros o posiblemente más.
- h) Impermeabilización y consolidación del suelo mediante inyección de morteros de cemento y bentonitas, preferentemente en fallas, fracturas y agrietamientos.
- i) Tratamiento del talud de la ladera mediante vegetación, arbollado etc.
- j) Por último, y en caso extremo, ejecución de refuerzos con muros de contención o modificaciones en las pendientes de talud.

B) Medidas de control y comprobación

En todos los casos se establecerá una serie de puntos fijos en el pueblo y en la ladera para su observación periódica desde el momento actual, durante la ejecución de las medidas de estabilidad y posteriormente, hasta plazos de varios años.

En cada operación se tomarán datos antes y después de las obras para la evaluación correcta del grado de mejora logrado.

## 5. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

### 5.2. Estudio de la zona de ampliación del núcleo urbano

#### 5.2.1. Consideraciones de orden general

Antes de iniciar el estudio de las características geotécnicas de esta zona en particular; indicaremos los métodos de cálculo y consideraciones teóricas generales que nos han conducido a las conclusiones finales.

En primer lugar describiremos algunos detalles referentes a los Anejos adjuntos que pueden presentar dificultades en su interpretación.

El Anejo nº 6.2.1. contiene en su parte izquierda un conjunto de datos obtenidos en campo durante la ejecución de los sondeos. Aclaremos que en la columna denominada "Ensayos Standard" cada número especifica el número de golpes necesarios para hincar la cuchara 15 cm. En la parte derecha y bajo la denominación de "Resultados de los ensayos" aparece un resumen de los resultados de laboratorio, obtenido a partir de las muestras seleccionadas. En la columna denominada "% de humedad" se pretende dar una idea gráfica de las variaciones que experimentan los límites de Atterberg a lo largo de la columna del sondeo. Se recomienda para conocer determinado dato de forma rigurosa, consultar el Anejo nº 6.2.4. en el que se especifican de forma detallada los resultados de laboratorio.

El Anejo 6.2.2. contiene los gráficos de penetración dinámica. En ellos se expresan en ordenadas las profundidades en metros de la penetración y en abcisas los cm/golpe.

En el Anejo 6.2.4. se incluyen de forma sistemática los resultados obtenidos en el laboratorio, a partir de las muestras recogidas. Estos resultados son los que permiten obtener la base experimental para el diagnóstico geotécnico que se realiza unido, claro está, a todos los demás datos que se manejan.

Para los cálculos referentes a la capacidad portante del terreno, se sigue de forma general el siguiente método operativo; teniendo en cuenta además los conocimientos que aporta la litología superficial de la zona.

Utilizando los gráficos referentes a las penetraciones dinámicas se puede razonar de forma aproximada con la expresión:

$p$  = abcisa de la curva a la profundidad deseada

$$q = 4 - p$$

$q$  = carga en  $\text{Kg}/\text{cm}^2$

Esta fórmula obtenida de forma empírica, proporciona datos relativos a la capacidad del terreno, y correlacionados a posteriori con los conseguidos de las muestras extraídas de los sondeos y anotaciones efectuadas sobre el terreno dan una primera aproximación sobre la capacidad de carga. Queremos indicar que la expresión  $q = 4 - p$ , nunca puede particularizarse de forma aislada para cualquier caso.

A continuación y basándose en la resistencia a la compresión simple para el caso de las arcillas y en la resistencia a la Penetración Standard ( $N$ ) para las arenas, se asigna, a cada horizonte del terreno, una carga admisible aconsejable y otra de rotura. Comunmente se sigue los ábacos de K. Terzaghi y R.B. Peck. Queremos añadir, que ante la complejidad de variables que intervienen en los problemas relacionados con la Mecánica del Suelo, estos ábacos tienen una validez relativa, y tiene que existir una concordancia y compatibilidad con los demás resultados obtenidos.

Conociendo los intervalos de variación de las cargas así obtenidas se pasará a calcular los asientos que estas puedan producir.

Para el cálculo de asientos con ayuda de los gráficos edométricos, se calcula el "Índice de Compresión" ( $C_c$ ) y la presión efectiva ( $P_E$ ) a la que se encuentra sometido el terreno por el peso de "la tapada". Después y mediante los ábacos de Stembrenner, se calculan las profundidades hasta donde llegará la zona de influencia de las

cargas (siempre que los estratos sean suficientemente potentes)

Mediante la fórmula:

$$S = H \frac{C_c}{1 + e_0} \log \frac{p_0 + \Delta p}{p_0}$$

S = Asiento  
C<sub>c</sub> = Índice de compresión  
e<sub>0</sub> = Índice de poros "in situ"  
p<sub>0</sub> = Presión efectiva  
Δ p = Carga a aplicar  
H = Potencia de la capa de suelo cohesivo

de K. Terzaghi, se determinan los asientos para las diversas cargas - (Δ p).

En aquellos terrenos tipo arenas y gravas, en los que no - puede aplicarse la teoría del edómetro, los asientos pueden estimarse - por comparación con otros terrenos similares; además de utilizar los - resultados de otros ensayos realizados.

Para conocer la cohesión y el ángulo de rozamiento interno de los diversos materiales, se realizan los ensayos triaxiales y de - corte. De esta forma se inicia el estudio del comportamiento de los taludes a realizar en los futuros desmontes. Otros ensayos tipo Próctor y C.B.R. tienen finalidades específicas descritas en el apartado de materiales.

Son de gran importancia para todas las fases del estudio, los datos que aporten los ensayos granulométricos y límites de Atterberg que permite clasificar los suelos, desde el punto de vista geotécnico. La clasificación utilizada es la U.S.C.S.; de la cual y por el - grupo en que se incluye un suelo, puede atribuirsele un comportamiento mecánico especial.

Por el inconveniente que supone, el no conocer la clase de edificación que se va a construir, se efectúan todos los cálculos bajo el supuesto de realizar cimentaciones con zapatas cuadradas (1 m x 1 m) y empleando un coeficiente de seguridad para la rotura del suelo = 3.

Se puede observar que en las conclusiones finales de este tipo de informes, no interviene un factor específico sino la comparación de diversos métodos de auscultación y ensayos de los que actualmente dispone la Mecánica del Suelo.

Como complemento a los estudios antes descritos se ha incluido un anexo destinado a climatología y meteorología, muy adecuado para auxiliar el proyecto de futuras obras.

#### 5.2.2. Espesor de la capa vegetal

Sobre la superficie de la zona de ampliación se han desarrollado suelos de origen aluvial, muy permeables a expensas de los materiales cuaternarios. En general se encuentran las tierras de labor.

La potencia de la capa vegetal es muy irregular, oscilando alrededor de los 0,5 m. y llegando en la zona NW a desaparecer.

#### 5.2.3. Nivel freático. Drenaje y saneamiento

Con anterioridad hemos indicado la estratigrafía de la zona de ampliación del núcleo urbano de forma general. Dicha estratigrafía queda bien reflejada en los cortes geotécnicos y en las columnas estratigráficas de los sondeos mecánicos realizados.

El nivel más superficial que aparece está compuesto de tierras de labor de naturaleza arcillosa.

Estas formaciones son algo permeables permitiendo que el agua los atraviese y discorra por el subyacente impermeable.

A continuación aparece un segundo nivel en el que alternan las arcillas y margas con caliza en proporciones y potencias variables. Este estrato en su naturaleza impermeable puede dar origen a acuíferos aislados no influenciado generalmente por variaciones estacionales.

Debemos indicar que cualquier proyecto de cimentación que transmita al terreno grandes cargas deberá tener en cuenta la posible presencia de estos acuíferos.

El drenaje de la zona es superficial y el nivel freático - se encuentra a partir de los 3,80 m. de profundidad salvo en la zona - más al NW en el que se encuentra más superficial (2,0 m.).

#### 5.2.4. Problemas geotécnicos específicos

No son de presuponer desplomes por cavidades cársticas en los terrenos miocenos infrayacentes a los niveles cuaternarios, pero - de ningún modo pueden quedar excluidos de forma segura.

La presencia de sulfatos en forma diseminada o maciza es - patente, con problemas de agresividades que dichos materiales presentan.

#### 5.2.5. Resistencia y carga admisible del terreno y su distribución

Atendiendo a sus características geotécnicas (resistencia a las tensiones verticales, asientos, profundidad de cimentación, etc), - se ha dividido el área del polígono en tres zonas geotécnicas.

Todas ellas presentan en general parecidas características estratigráficas, y responden a la descripción de los niveles que hemos descrito con anterioridad.

En las tres zonas tenemos un nivel más próximo a la superficie constituido por arcillas plásticas, a veces mezcladas con limo - araña. A continuación aparecen las arcillas y arcillas margosas con intercalaciones de niveles calizos.

El presente apartado se completa con las fichas geotécnicas que se adjuntan.

#### Zona I

Se sitúa al NE. y al SO. de la zona de ampliación y está -

constituida por materiales mesozoicos y terciarios, en la que aparecen diferenciados los estratos arcillosos y arcillosos-margosos.

Denominando:  $h_c$  : Profundidad de cimentación

$\sigma$  = Tensiones verticales admisibles

Podemos decir que:

$$\begin{aligned} h_c &\leq 2 \text{ m} ; & \sigma &\leq 2 \text{ Kg/cm}^2 \\ 2 \text{ m} < h_c &< 4 \text{ m} ; & 2 < \sigma < 3 \text{ Kg/cm}^2 \\ h_c &\geq 4 \text{ m} ; & \sigma &\geq 3 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

### Zona II

Se sitúa al NO. y al SE. de la zona de ampliación y está constituida por una capa superficial de arcilla plástica. A continuación aparecen las intercalaciones de niveles calizos.

Utilizando la notación antes indicada para:

$$\begin{aligned} h_c &\leq 1,5 \text{ m} ; & \sigma &\leq 1 \text{ Kg/cm}^2 \\ 1,5 \text{ m} < h_c &< 4 \text{ m} ; & 2 < \sigma < 3 \text{ Kg/cm}^2 \\ h_c &\geq 4 \text{ m} ; & \sigma &\geq 3 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

### Zona III

Esta ocupa la mitad Sur del área central siendo sus características estratigráficas similares a las anteriores pero de características geotécnicas más desfavorables.

Siguiendo las mismas notaciones anteriores tenemos que para:

$$\begin{aligned} h_c &\leq 3 \text{ m} ; & \sigma &\leq 1,2 \text{ Kg/cm}^2 \\ 3 \text{ m} < h_c &< 5 \text{ m} ; & \sigma &< 2 \text{ Kg/cm}^2 \\ h_c &\geq 5 \text{ m} ; & \sigma &\geq 2 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

#### 5.2.6. Converosibilidad y asientos previsibles

Los niveles más compresibles corresponden a las arcillas plásticas superficiales.

Se han realizado ensayos edemétricos que nos permiten determinar en cada caso los asientos previsibles de acuerdo con el procedimiento indicado en el apartado 5.2.1.

Los asientos calculados en función de diferentes cargas ( $\Delta p$ ) a aplicar se reflejan en las fichas geotécnicas adjuntas, así como en el plano denominado "Zonas Geotécnicas", partiendo de una dimensión de zapata cuadrada del orden de 1,0 m. Si estas fueran mayores deberá hacerse la corrección correspondiente.

#### 5.2.7. Conclusiones

- 1) El área correspondiente a la zona de ampliación estudiada está constituida por arcillas y arcillas margosas en las capas superficiales, presentando niveles calizos en los estratos más profundos.
- 2) Para el tipo de cimentación normal en edificación se prevé la posibilidad de proyectar cimentaciones superficiales en toda la zona de acuerdo con las profundidades, cargas admisibles y previsión de asientos que se indica en el plano de "Zonas Geotécnicas" y las fichas geotécnicas correspondientes.
- 3) Se han diferenciado tres zonas de características constructivas peculiares para cada una, observándose condiciones más favorables en la zona I y las menos favorables en la zona III que presentaría problemas de asientos en estructuras rígidas al igual que la zona II.
- 4) Todas las conclusiones expuestas se basan en datos y ensayos puntuales, pudiendo interpolarse en puntos intermedios con las debidas reservas.

ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO DE UN TALUD DESLIZADO EN BENAMEJI  
(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION DEL NUCLEO URBANO

6. A N E J O S

6.2. Estudio de la zona del talud deslizado

6.2.6. Fichas geotécnicas

Sondeos con ensayo S-1, S-5, S-6

Penetraciones PD-1; PD-2; PD-5; PD-6

Calicatos C-1; C-2

Pozos A-1; A-3; A-5

S.E.V.

## GEOLOGIA

Se sitúa en la denominada zona "Subbética" constituida por materiales mesozoicos y terciarios. El nivel más próximo a la superficie está constituido de forma predominante por arcillas (tipo CH) a veces mezclada con limo o arena. Estos materiales tienen un límite líquido superior a 50%. A continuación y en profundidad aparecen las arcillas y arcillas margosas con intercalaciones calizas.

## HIDROLOGIA

Su nivel freático accusa variación en los distintos sondeos efectuados en la zona, debido mas que a la topografía a su disposición litológica de materiales con diferencias de permeabilidad.

## CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

La primera capa de arcilla tiene una capacidad portante elevada así como una alta plasticidad.

De forma general podemos decir que para profundidad de cimentación  $h_c \leq 2$  m. se admiten tensiones verticales  $\sigma_{adm} \leq 2 \text{ Kg/cm}^2$  con asientos totales de 4 cm. Aumentando la profundidad de cimentación para valores de  $h_c \geq 2$  m. tenemos tensiones admisibles  $\sigma_{adm} \leq 3 \text{ Kg/cm}^2$  y asientos totales  $S \leq 5$  cm.

## OBSERVACIONES

Los asientos previstos han sido calculados para zapatas cuadradas de 1,0 m. de lado, si las cargas a aplicar dieran mayores dimensiones de zapatas estos originarían un aumento en los asientos previstos.

En cimentaciones superficiales no deberá tenerse en cuenta la influencia del nivel freático.

Sondeos con ensayo S-2 ; S-4

Penetraciones PD-3 ; PD-7

Calicatas C-3; C-10; C-8

Pozos

S.E.V.

#### GEOLOGIA

Similar a la anterior.

El nivel más próximo a la superficie está constituido por arcilla de alta plasticidad en casi la totalidad de la zona con límite líquido superior a 50.

Aparece con la profundidad intercalaciones de calizas.

#### HIDROLOGIA

Presenta niveles freáticos altos en algunas zonas como consecuencia de que las infiltraciones son favorecidas por el esponjamiento de las tierras de cultivo.

#### CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

El primer nivel arcilloso tiene una capacidad portante baja bien como una alta plasticidad.

Para profundidades de cimentación  $h_c \leq 1,5$  m. se admiten tensiones verticales  $\sigma_{adm} \leq 1 \text{ Kg/cm}^2$  y asientos totales  $S \leq 3 \text{ cm}$ .

Para profundidades de cimentación  $1,5 < h_c < 4$  m. las tensiones verticales quedan comprendidas entre  $1 \text{ Kg/cm}^2$  y  $3 \text{ Kg/cm}^2$  y sus asientos entre 3,5 y 4 cm.

Para profundidades de cimentación  $h_c \geq 4$  m. se admiten tensiones verticales  $\sigma_{adm} \geq 3 \text{ Kg/cm}^2$  y asientos totales de  $S \geq 4 \text{ cm}$ .

#### OBSERVACIONES

No de oreverse para la presente zona importantes asientos diferenciales.

Sondeos con ensayo S-3

Penetraciones PD-4

Calicatos C-6; C-7

Pozos A-2; A-4

S.E.V.

## GEOLOGIA

Las características estratigráficas son similares a las descritas en las anteriores zonas.

## HIDROLOGIA

Presenta el nivel freático más alto y está ligada a terrenos más permeables en superficie, sus cambios estacionales serán más bruscos que el resto de las zonas.

## CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

Las arcillas CH y CL que constituyen el primer nivel presentan delficientes características geotécnicas.

Para profundidades de cimentación  $b_0 \leq 3$  m. tenemos tensiones verticales admisibles  $\sigma_{adm} \leq 1,2 \text{ Kg/cm}^2$  y asientos totales  $s \approx 3,5 \text{ cm}$ .

Para profundidades de cimentación  $b_0$  comprendidas entre 3 y 5 m. las tensiones verticales admisibles están comprendidas entre  $1,2 \text{ Kg/cm}^2$  y  $2 \text{ Kg/cm}^2$  y los asientos totales ( $s$ ) entre 3,5 y 4 cm.

Para profundidades de cimentación  $b_0 > 5$  m., las tensiones verticales admisibles son  $\sigma_{adm} > 2 \text{ Kg/cm}^2$  y los asientos totales  $s \approx 4 \text{ cm}$ .

## OBSERVACIONES

Doblen de tenerse en cuenta las recomendaciones indicadas en las anteriores fichas geotécnicas.

ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO DE UN TALUD DESLIZADO EN BENAMEJI  
(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION DEL NUCLEO URBANO

I N D I C E

MEMORIA Y ANEXOS

1. EXPOSICION

- 1.1. Introducción
  - 1.1.1. Antecedentes
  - 1.1.2. Objeto del estudio
- 1.2. Descripción de la zona de estudio
- 1.3. Métodos de trabajo
- 1.4. Información estadística y bibliográfica

2. FOTOGRAMETRIA Y TOPOGRAFIA

3. GEOLOGIA DE LA ZONA

- 3.1. Bosquejo geológico general
- 3.2. Geología de la zona del talud deslizado
- 3.3. Geología de la zona de ampliación del núcleo urbano
- 3.4. Hidrología superficial

4. MATERIALES

5. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

- 5.1. Estudio de la zona del talud deslizado
  - 5.1.1. Consideraciones de orden general
  - 5.1.2. Descripción del sondeo de reconocimiento
  - 5.1.3. Ensayos de laboratorio
  - 5.1.4. Cálculo de la estabilidad del talud
  - 5.1.5. Soluciones de estabilización del talud
  - 5.1.6. Conclusiones

- 5.2. Estudio de la zona de ampliación del núcleo urbano
  - 5.2.1. Consideraciones de orden general
  - 5.2.2. Espesor de la capa vegetal
  - 5.2.3. Nivel freático. Drenaje y saneamiento
  - 5.2.4. Problemas geotécnicos específicos
  - 5.2.5. Resistencia y carga admisible del terreno y su distribución.
  - 5.2.6. Compresibilidad y asientos previsibles
  - 5.2.7. Conclusiones

## 6. ANEJOS

- 6.1. Estudio de la zona del talud deslizado
  - 6.1.1. Ficha de sondeo
  - 6.1.2. Resultados de laboratorio
  - 6.1.3. Cálculos del talud
- 6.2. Estudio de la zona de ampliación del núcleo urbano
  - 6.2.1. Fichas de sondeo
  - 6.2.2. Fichas de penetraciones
  - 6.2.3. Fichas de pocillos y calicatas
  - 6.2.4. Resultados de laboratorio
  - 6.2.5. Climatología y meteorología
  - 6.2.6. Fichas geotécnicas

## PLANOS

1. Plano de situación
2. Plano geológico general
3. Planta de Labores
4. Estudio de la zona del talud deslizado
  - 4.1. Plano geológico talud deslizado
  - 4.2. Planta general zonas deslizadas
  - 4.3. Cortes geológicos
  - 4.4. Plano topográfico 1:2000, vuelo 1972
  - 4.5. Plano topográfico 1:5000, vuelo 1956
5. Estudio de la zona de ampliación del núcleo urbano
  - 5.1. Formaciones superficiales a 0 m.
  - 5.2. Formaciones superficiales a 4 m.
  - 5.3. Cortes geotécnicos
  - 5.4. Zonas geotécnicas

6. Drenaje superficial y escorrentía

8. FOTOGRAFIAS

ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO DE UN TALUD DESLIZADO EN BENAMEJI  
(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION DEL NUCLEO URBANO

6. A N E J O S

6.1. Estudio de la zona del talud deslizado

6.1.1. Ficha de sondeo

MINISTERIO DE INDUSTRIA

## DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

## DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

**TRABAJO N.<sup>o</sup>**

FECHA 18-5-72 a 30-5-72

LOCALIDAD BENAMEJI

SONDEO S-7

PROFUNDIDAD 150,0

HOJA N.<sup>o</sup> 1

0011400700114

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Mod. 21 Imp JEC - Tel. 255 04 77

MUESTRA N.º L	PROFUND. metros	CORTE ESTRATIGRÁFICO		ENSAYO STANDARD	OBSERVACIONES
		Columna	Descripción del terreno		
0			RELENO		
1					
2					
3			ARCILLA LIMOSA		
4	I 4,00-4,38				25-65-70
5	S 5,00-5,52			13 24 34 50	
6			ARCILLA MARGOSA ROJIZA		
7			ARCILLA GRISES CON NIVELES CALIZOS		
8	I 8,00-8,27		ARCILLA ROJIZA		29-50-R
9	T 8,27-8,77				Parafinado
10					
11			ARCILLA ROJIZA CON NIVELES CALIZOS		
12	I 12,00-12,08				50-R
13					
14	T 14,00-14,50		NIVELES CALIZOS		Parafinado
15	S 15,00-15,32			20 40 50 R	
16					
17					
18	T 18,00-18,50		ARCILLA MARGOSA CON INTERCALACIONES DE NIVELES CALIZOS		Parafinado
19					
20					
21					
22					

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS										Mod. 21	Imp. J.C. - Tel. 255 04 77				
% HUMEDAD	COMP. SIMPLE			EDOMETRO		CORTE		% SO <sub>3</sub>	% CO <sub>3</sub>	% M.O.	% QUE PASA				CLAS
	DENS. SECA	Kg/cm <sup>2</sup>	% DEFOR	Cc	e <sub>o</sub>	Φ	c				4	10	40	200	
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100															
■ □ ▲											100	100	98,9997,63	CL	
■ □ ▲											100	100	97,7695,02	CH	
■ □ ▲											100	100	99,4998,26	CH	
■ □ ▲											100	100	98,9898,09	CL	

LEYENDA— A = Muestra alterada      T = Testigo  
I = Muestra inalterada  
S = Muestra standard

- = Límite líquido
- = Límite plástico
- ▲ = % de humedad natural

## OBSERVACIONES GENERALES

## MINISTERIO DE INDUSTRIA

## DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

## DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

TRABAJO N.<sup>o</sup>

FECHA 31-5-72 a 8-6-72

00114007

**LOCALIDAD BENAMEJI**

SONDEO S-7

PROFUNDIDAD 150,0

HOJA N.º 2

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Mod. 91 Imp. JEC - Tel. 955 04 77

MUESTRA N.º L	PROFUND. metros	Columna	CORTE ESTRATIGRÁFICO Descripción del terreno	ENSAYO STANDARD	OBSERVACIONES
22	T 22,0-22,12 T 22,12-22,62			0 15 25 45 60	50-R Parafinado
23			ARCILLA CON NIVELES CALIZOS		
24	I 24,0-24,10 T 24,1-24,6				50-R Parafinado
25	S 25,0-25,4		ARCILLA MARGOSA	13 39 50 R	
26			ROCA ARENISCA FISURADA		
27	T 26,7-27,2				Parafinado
28	I 28-28,08 T 28-28,5		ARCILLA MARGOSA		50-R Parafinado
29					
30	T 30,0-30,5				Parafinado
31			MARGAS ARCILLOSA		
32	I 32,0-32,07 T 32,0-32,5				50 - R Parafinado
33					
34			ARCILLA CON NIVELES CALIZOS		
35	S 35-35,05 T 35,0-35,5			50 R	Parafinado
36	I 36,0-36,07				50 - R
37					
38					
39	T 38,5-39,0		ARCILLA MARGOSA		Parafinado
40					
41	T 41,0-41,5				Parafinado
42					
43					
44					

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS										Mod. 21 Imp. JEC - Tel. 255 04 77				
% HUMEDAD	COMP. SIMPLE			EDOMETRO		CORTE		% SO <sub>3</sub>	% CO <sub>3</sub>	% M.O.	% QUE PASA			CLAS.
	DENS. SECA	Kg/cm <sup>2</sup>	% DEFOR	Cc	e.c	Φ	C				4	10	40	
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	100	100	70,17 59,91	C
□▲	•	■	◆	○	△	○	●	○	○	○	100	100	96,77 95,26	CH
□▲	•	■	◆	○	△	○	●	○	○	○	100	100	99,02 98,36	CH
□	▲	•	◆	○	△	○	●	○	○	○	67,11 64,18	58,14 55,56	CH	
□▲	•	■	◆	○	△	○	●	○	○	○	100	100	98,69 96,58	CH
□	▲	•	◆	○	△	○	●	○	○	○	100	100	97,76 96,08	CH

LEYENDA — A = Muestra alterada      T = Testigo  
I = Muestra inalterada  
S = Muestra standard

- = Límite líquido
- = Límite plástico
- ▲ = % de humedad natural

## OBSERVACIONES GENERALES

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

TRABAJO N.<sup>o</sup>

FECHA 8-6-72 a 14-6-72

00114007

00114

LOCALIDAD BENAMEJI

SONDEO S-7

PROFUNDIDAD 150,0

HOJA N.<sup>o</sup> 3

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Mod. 21 Imp. JEC - Tel. 255 04 77

MUESTRA N. <sup>o</sup> L	PROFUND. metros	CORTE ESTRATIGRÁFICO Columna	Descripción del terreno	ENSAYO STANDARD ○ □ ▲ ▷ ▷ ▷	OBSERVACIONES	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS											
						○	□	▲	▷	▷	▷	○	□	▲	▷	▷	▷
44	T 44,0-44,05 44,0-44,5				50-R Parafinado												
45	S 45,0-45,12		ARCILLA MARGOSA	50 R													
46	T 46,0-46,5				Parafinado												
47			MARGAS ARCILLOSA CON NIVELES CALIZOS														
48	I 48,0-48,05 T 48,0-48,5				50-R Parafinado												
49																	
50	T 50,0-50,5		ARCILLA		Parafinado												
51																	
52	I 52,0-52,06 T 52,0-52,5				50 - R Parafinado												
53			MARGAS ARCILLOSAS CON NIVELES CALIZOS														
54	T 54,3-54,8				Parafinado												
55	S 55,0-55,12			50 R													
56																	
57	T 57,0-57,5				Parafinado												
58																	
59	T 59,0-59,5		MARGAS ARCILLOSAS		Parafinado												
60																	
61	T 61,0-61,5				Parafinado												
62																	
63	T 62,6-63,0				Parafinado												
64	T 63,8-64,2				Parafinado												
65																	
66	T 65,5-65,75				Parafinado												

LEYENDA — A = Muestra alterada T = Testigo

I = Muestra inalterada

S = Muestra standard

• = Límite líquido

□ = Límite plástico

▲ = % de humedad natural

OBSERVACIONES GENERALES

## MINISTERIO DE INDUSTRIA

## DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

## DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

**TRABAJO N.<sup>o</sup>**

FECHA 14-6-72 a 24-6-72

00114007 C0114

LOCALIDAD BENAMEJI

SONDEO S-7

PROFUNDIDAD 150,0

HOJA N.<sup>o</sup> 4

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Mod. 91 Imp. JEC - Tel. 955 04 77

LEYENDA — A = Muestra alterada      T = Testigo  
I = Muestra inalterada  
S = Muestra standard

- = Límite líquido
- = Límite plástico
- ▲ = % de humedad natural

## OBSERVACIONES GENERALES

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

TRABAJO N.

FECHA 24-6-72 a 6-7-72

00114007

00114

LOCALIDAD BENAMEJI

SONDEO S-7

PROFUNDIDAD 150,0

HOJA N.º 5

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Mod. 21 Imp. JEC - Tel. 255 04 77

MUESTRA N.º L	PROFUND. metros	CORTE ESTRATIGRÁFICO Columna	Descripción del terreno	ENSAYO STANDARD	OBSERVACIONES						
					0	15	30	45	60		
88											
89											
90	T 90,3-90,6		ARCILLA MARGOSA								
91											
92	T 92,0-92,3										
93											
94	T 93,7-94,0										
95	T 95,2-95,4										
96											
97			ARCILLA								
98	T 97,4-97,6										
99											
100	T 100,2-100,5										
101											
102											
103											
104	T 104,2-104,5										
105											
106											
107											
108	T 108,2-108,5										
109											
110											

LEYENDA — A = Muestra alterada T = Testigo  
I = Muestra inalterada S = Muestra standard

• = Límite líquido  
□ = Límite plástico  
▲ = % de humedad natural

%	HUMEDAD					COMP. SIMPLE	EDOMETRO	CORTE	%	%	%	QUE PASA	CLAF. USCS				
	0	10	20	30	40									4	10	40	200
0																	
10																	
20																	
30																	
40																	
50																	
60																	
70																	
80																	
90																	
100																	
110																	

OBSERVACIONES GENERALES

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

TRABAJO N.<sup>o</sup>

FECHA 6-7-72 a 21-7-72

00114007

00114

LOCALIDAD

BENAMEJI

SONDEO S-7

PROFUNDIDAD 150,00

HOJA N.<sup>o</sup> 6

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Mod. 21 Imp. JEC - Tel. 255 04 77

MUESTRA N. <sup>o</sup> L	PROFUND. metros	CORTE ESTRATIGRÁFICO Columna	ENSAYO STANDARD	OBSERVACIONES				
				0	15	30	45	60
110								
111								
112	T 112,2 - 112,5							
113								
114								
115								
116	T 116,2 - 116,8							
117								
118								
119								
120	T 120,2 - 120,5							
121								
122								
123								
124	T 124,2 - 124,5							
125								
126								
127								
128	T 128,2 - 128,5							
129								
130								
131								
132								

LEYENDA — A=Muestra alterada  
 I=Muestra inalterada  
 S=Muestra standard  
 T=Testigo

•=Límite líquido  
 □=Límite plástico  
 ▲=% de humedad natural

% HUMEDAD	COMP. SIMPLE		EDOMETRO	CORTE	%	%	%	%	CLAF.
	DENS. SECA	Kg/cm <sup>2</sup>							
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
100	100	99,62	97,72	CH					
100	100	99,52	98,70	CH					
100	100	98,65	97,64	MH-OH					
100	100	99,89	99,75	CH					
100	100	98,99	98,31	CH					

OBSERVACIONES GENERALES

## MINISTERIO DE INDUSTRIA

## DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

## DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

TRABAJO N.<sup>o</sup>

FECHA 21-7-72 a 27-7-72

00114007

**LOCALIDAD . . . BENAMEJI**

SONDEO S-7

PROFUNDIDAD 150,00 mts

HOJA N.<sup>o</sup> 7

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Mod. 91 Imp. JEC - Tel. 955 04 77

MUESTRA N.º L	PROFUND. metros	CORTE ESTRATIGRAFICO		ENSAYO STANDARD	OBSERVACIONES
		Columna	Descripción del terreno		
132	T 132,5-132,8			0 15 20 45 8	Parafinado
133					
134					
135					
136	T 136,5-136,8				Parafinado
137					
138					
139			MARGAS		
140					
141	T 140,5-140,8				Parafinado
142					
143					
144					
145	T 144,5-144,8				Parafinado
146					
147					
148					
149					
150			150,0		
151					
152					
153					
154					

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS										Mod. 21	Imp. JEC - Tel. 255 04 77	CLAF. USCS		
% HUMEDAD	COMP. SIMPLE			EDOMETRO		CORTE		% SO <sub>3</sub>	% CO <sub>3</sub>	% M.O.	% QUE PASA			
	DENS. SECA	Kg/cm <sup>2</sup>	% DÉFOR	Cc	e <sub>o</sub>	Φ	c				4	10	40	200
100											100	100	99,06	92,86 CH
100											100	100	97,42	93,02 CL
100											100	100	94,75	86,45 CL
100											100	100	97,22	93,05 CH

LEYENDA— A = Muestra alterada      T = Testigo  
I = Muestra inalterada  
S = Muestra standard

- = Límite líquido
- = Límite plástico
- ▲ = % de humedad natural

OBSERVACIONES GENERALES NF 4,0

ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO DE UN TALUD DESLIZADO EN BENAMERI  
(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION DEL NUCLEO URBANO

6. A N E J O S

6.1. Estudio de la zona del talud deslizado

6.1.2. Resultados de laboratorio

## MINISTERIO DE INDUSTRIA

D. G. DE MINAS Y COMBUSTIBLES

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

00114

LABORATORIO

TRABAJO N.<sup>o</sup>

DENOMINACION

BENAMEJI

CLIENTE

Med. 26 J.E.C.-T. 23

SONDEO Nº	MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD (m)	LIMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRIA				HUMEDAD NATURA- % %	DENSID. APARENTE	Pe DE PARTICULAS	COMPRE- SION SIMPLE Kg/cm <sup>2</sup>	MATERIA ORGANICA	EQUIVA- LENCE DE ARENA %	PRESENIA DE SULFATOS	CARBO- NATO CALCICO %	CLASIFI- CION U. S. C. S.	
			Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	% que pasa tamiz n. <sup>o</sup>	4	10	40										
7	1	4,00-4,38	29,76	18,56	11,19	100	100	98,99	97,63	33,52	1,90	2,721			si	86,00	CL		
7	3	8,00-8,27	90,13	13,43	76,69	100	100	97,76	95,02	31,91	1,94	2,697			si	4,80	CH		
7	5	14,00-14,50	93,50	22,71	70,78	100	100	99,49	98,26	28,00	1,94	2,818			si	1,00	CH		
7	7	18,00-18,50	67,43	20,53	46,90	100	100	98,98	98,09	24,33	1,97	2,724			si	16,10	CH		
7	8	22,12-22,62	37,55	20,28	17,27	100	100	70,17	59,91	23,30	1,95	2,841			si	61,60	CL		
7	11	26,70-27,20	61,62	16,97	44,64	100	100	96,77	95,26	25,00	2,08	2,734			si	31,20	CH		
7	66	30,00-30,50	71,95	18,31	53,64	100	100	99,02	98,36	28,39	2,00	2,870			si	10,00	CH		
7	67	32,00-32,50	64,28	4,63	59,65	67,11	64,18	58,14	55,56	28,76	2,10	2,699			si	25,00	CH		
7	68	38,50-39,00	77,87	25,39	52,47	100	100	98,69	96,58	26,54	2,07	2,719			si	8,00	CH		
7	69	41,00-41,50	60,56	17,89	42,67	100	100	97,76	96,08	41,33	2,13	2,737			si	18,53	CH		
7	70	44,00-44,50	70,03	19,70	50,33	100	100	99,93	99,70	21,28	2,01	2,742			si	6,00	CH		
7	73	48,00-48,50	54,04	16,78	37,25	100	100	99,07	97,24	25,22	2,10	2,760			si	30,00	CH		
7	75	52,00-52,50	77,92	21,89	56,02	100	100	99,83	99,59	25,50	2,05	2,670			si	3,04	CH		
7	79	57,00-57,50	75,16	29,09	54,07	100	100	99,31	98,03	28,73	2,00	2,731			si	6,40	CH		
7	81	61,20-61,60	55,76	16,43	39,33	100	100	47,24	95,18	27,54	2,02	2,736			si	36,40	CH		
7	84	65,50-65,75	82,69	25,07	57,61	100	100	99,28	98,04	27,29	2,12	2,800			si	3,16	CH		
7	87	71,00-71,40	86,01	17,42	68,58	100	100	99,17	97,80	23,68	2,13	2,744			no	3,04	CH		
7	91	76,10-76,50	67,81	25,10	42,71	100	100	98,71	97,63	22,24	1,87	2,701			si	9,52	CH		
7	93	79,00-79,25	79,85	26,49	53,35	100	100	99,77	99,06	20,29	2,06	2,745			si	1,76	CH		
7	95	82,50-82,80	90,57	22,51	68,06	100	100	99,93	99,74	16,01	1,93	2,771			si	7,56	CH		
7	96	84,00-84,40	91,48	17,55	73,93	100	100	99,97	99,89	26,44	2,08	2,745			si	1,64	CH		
7	98	87,80-88,00	71,87	17,29	54,57	100	100	99,82	99,43	18,83	2,10	2,712			si	10,13	CH		
7	100	92,00-92,30	112,74	27,09	85,64	100	100	99,90	99,79	31,61	1,95	2,733			si	0,36	CH		
7	102	95,20-95,40	112,56	21,67	90,88	100	100	98,60	97,80	27,69	1,98	2,605			si	4,91	CH		
7	105	104,2-104,50	100,79	19,19	81,60	100	100	99,27	98,61	23,05	2,05	2,700			no	0,40	CH		
7	122	108,20-108,5	122,55	15,17	107,38	100	100	99,97	99,71	29,52	2,01	2,846			si	0,00	CH		
7	123	112,0-112,50	89,72	15,38	74,34	100	100	99,62	97,72	27,83	1,97	2,669			si	0,04	CH		
7	124	116,1-116,80	77,91	24,70	53,20	100	100	99,52	98,70	27,99	1,90	2,722			si	0,00	CH		
7	125	120,2-120,50	70,69	36,86	33,83	100	100	98,65	97,64	18,46	1,98	2,743			si	6,88	MH-OH		
7	126	124,2-124,50	125,42	24,94	100,48	100	100	99,89	99,75	29,81	1,98	2,603			no	1,04	CH		
7	127	128,1-128,50	119,92	19,34	100,58	100	100	98,99	98,31	16,72	1,96	2,742			si	14,40	CH		

## MINISTERIO DE INDUSTRIA

D. G. DE MINAS Y COMBUSTIBLES

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

00114

LABORATORIO

Mod. 28 JEC-T. 23

TRABAJO N.<sup>o</sup>

DENOMINACION

BENAMEJI

CLIENTE

SONDEO Nº	MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD (m)	LIMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRIA				HUMEDAD NATURA. %	DENSID. APARENTE	Pe DE PARTICULAS	COMPRE- SION SIMPLE Kg/cm <sup>2</sup>	MATERIA ORGANICA	EQUIVA- LENCIAS DE ARENA %	PRESENIA DE SULFATOS	CARBO- NATO CALCICO %	CLASIFI- CION U.S.C.S.
			Limite Líquido	Limite Plástico	Indice Plástico	% que pasa tamiz n. <sup>o</sup>	4	10	40									
7	129	136,5-136,80	54,59	22,89	31,69	100	100	99,06	92,86	19,10	2,17	2,600				si	48,40	CH
7	130	140,5-140,80	42,78	21,74	21,03	100	100	97,42	93,02							si	54,00	CL
7	131	144,5-144,80	39,11	15,81	23,29	100	100	94,75	86,45							si	56,80	CL
7	132	144,8-150,0	56,79	21,46	35,33	100	100	97,22	93,05							si	49,20	CH

TRABAJO N°

LOCALIDAD Benamejí

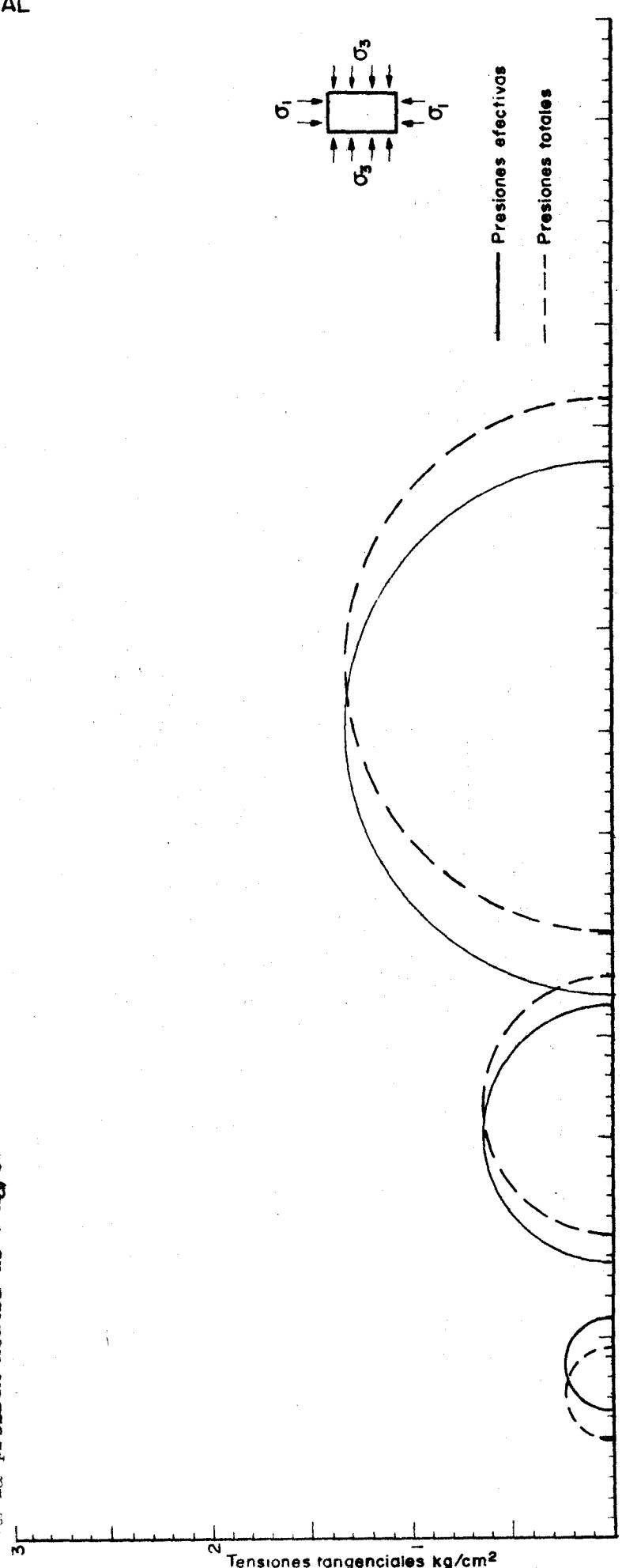
MUESTRA N.º 3

**ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL**  
**CÍRCULOS DE MOHR**

Tipo de muestra TESTIGO PARA FINADO  
 Tipo de ensayo con consolidación previa y rotura  
 sin drenaje con medidas de las presiones intersticiales.

Probeta N°	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	6,500	7,500	9		
% Hum. inicial	30,1	29,4	29,9		
% Hum. final	34,2	32,4	31,6		
Densidad seca	1,249	1,251	1,249		
% Deformación a la rotura	6	8	15		
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.	25	25	25		

OBSERVACIONES: Saturación con contrapresión de 6 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Las presiones totales se han dibujado una vez descontada  
 de la presión neutra de 6 Kg/cm<sup>2</sup>



TRABAJO N°

LOCALIDAD: BENAMEJI

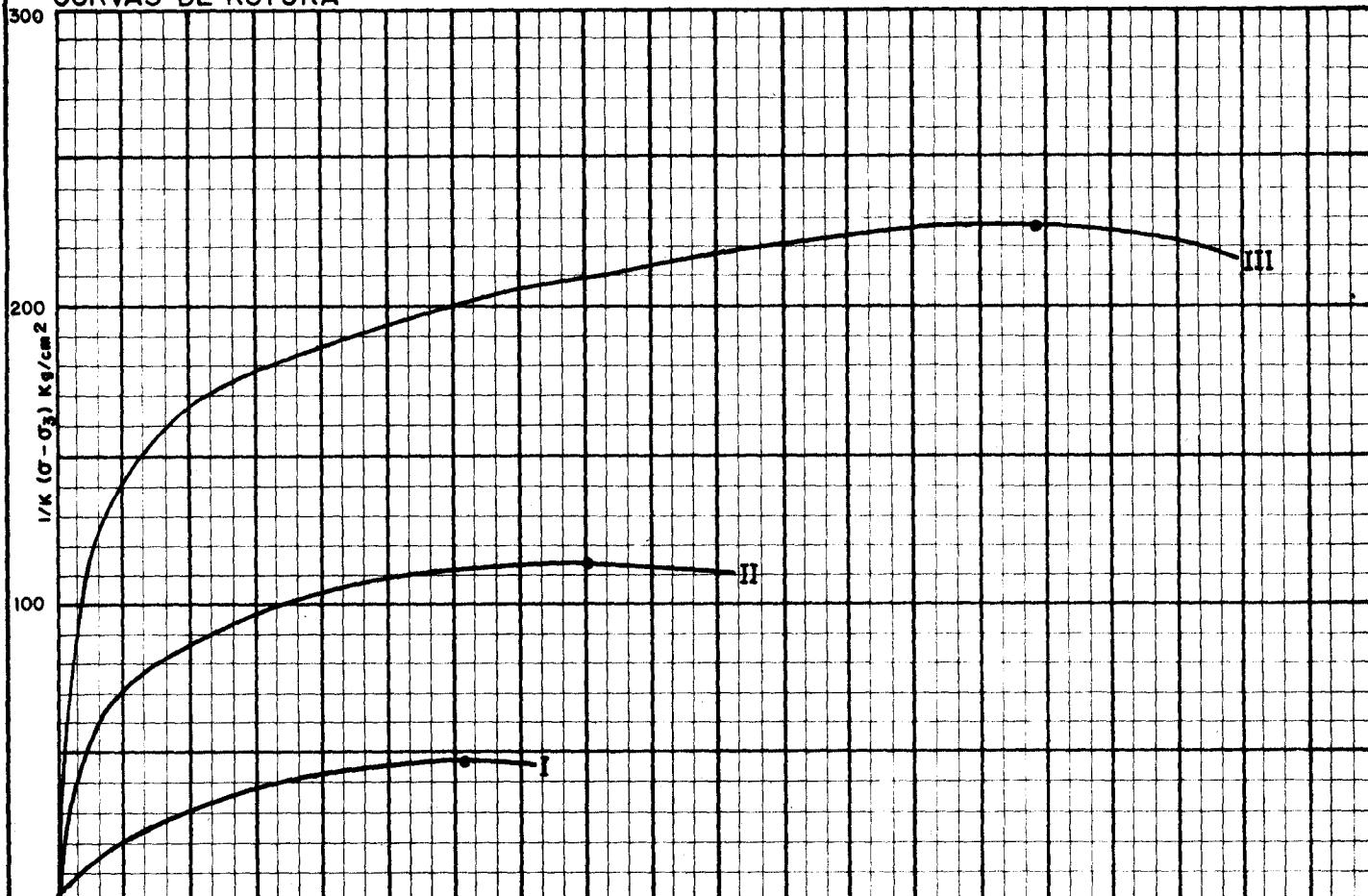
MUESTRA N°

3

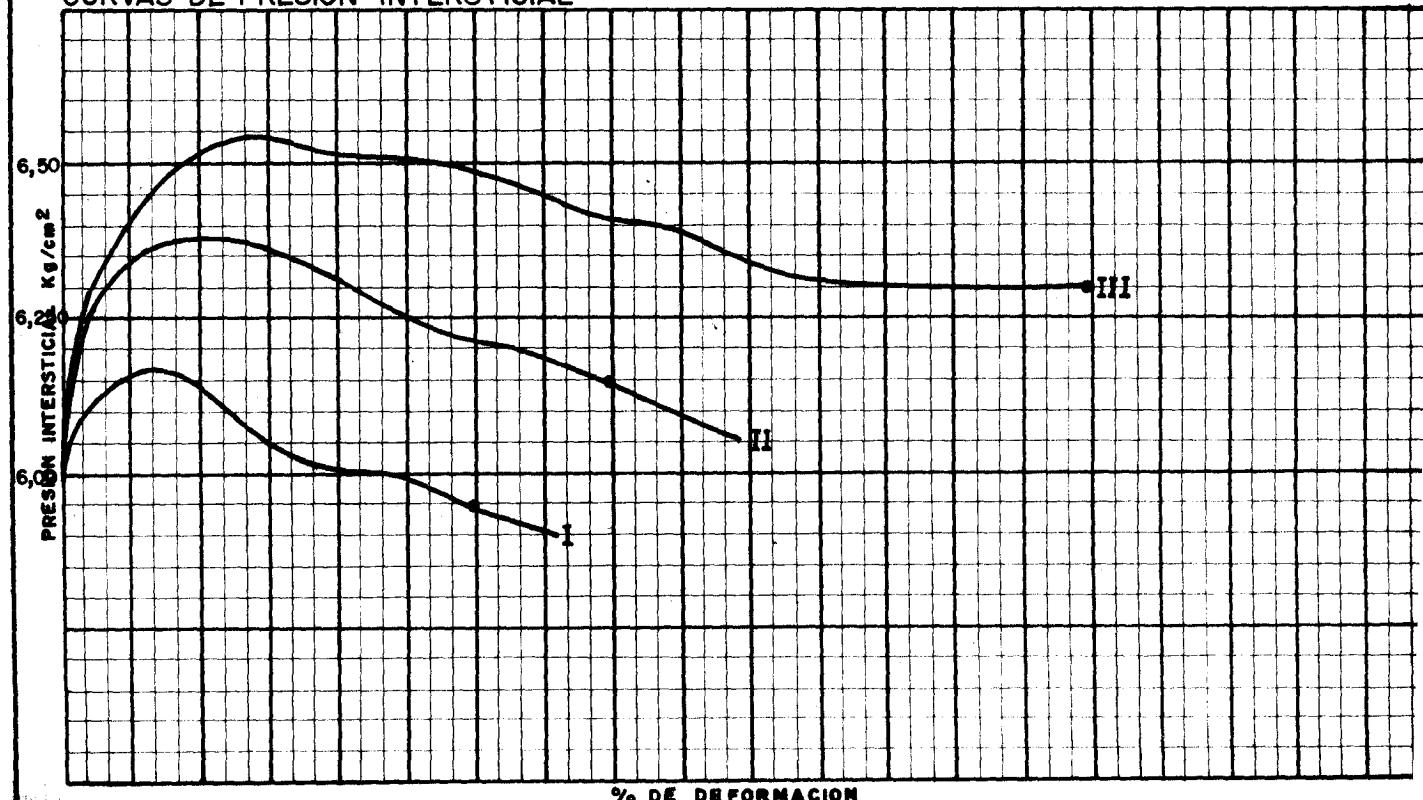
## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROBETA N°	I	II	III		
$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	6,500	7,500	9		
VALORES DE K	0,01173	0,01155	0,01155		

## CURVAS DE ROTURA



## CURVAS DE PRESION INTERSTICIAL



TRABAJO N°

LOCALIDAD Benamejí

MUESTRA N° 5

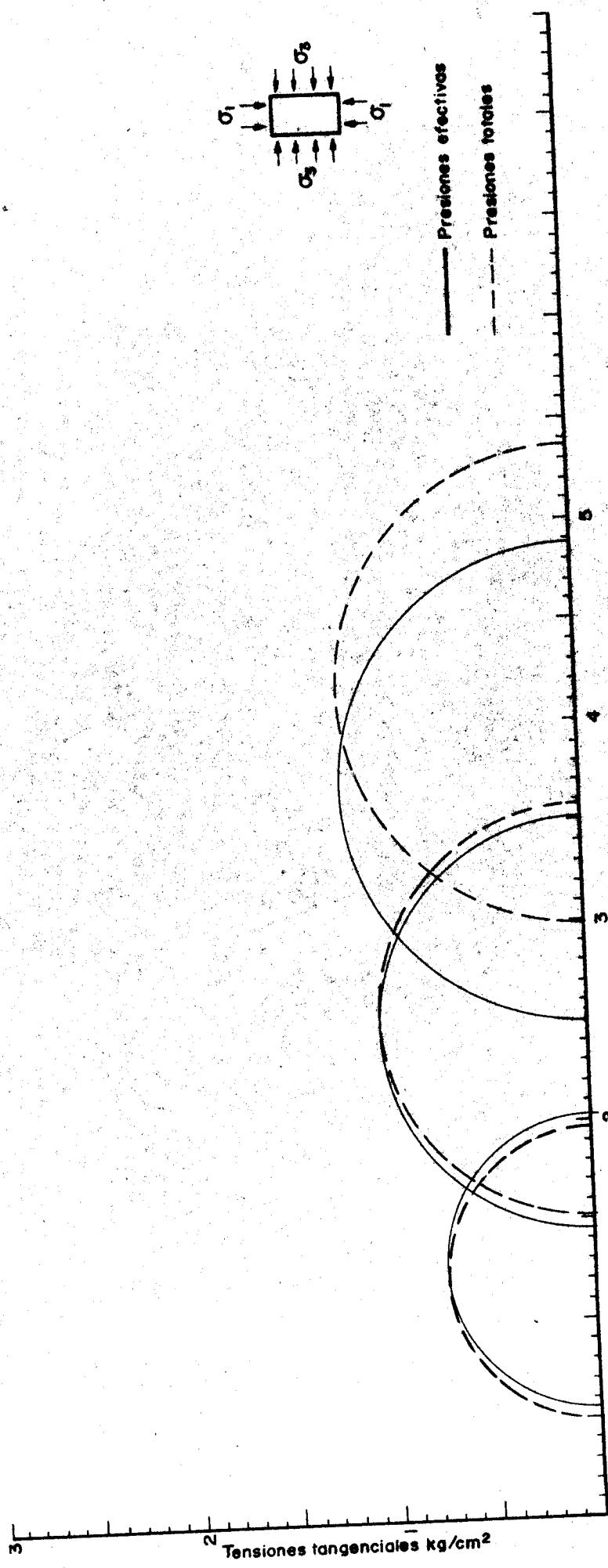
ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL  
CIRCULOS DE MOHR

## TIPO DE MUESTRA TESTIGO PARA FRIALDADO

Tipo de ensayo con consolidación previa y rotura  
sin drenaje con medidas de las presiones interesticiales.

Probeta N°	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	6,500	7,500	9		
% Hum. inicial	27,8	31,2	30,6		
% Hum. final	32,8	35,4	32,8		
Densidad seca	1,52	1,49	1,50		
Deformación a la rotura	10	10	8		
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.	25	25	25		

OBSERVACIONES: Saturación con contrapesos de 6 Kg/cm<sup>2</sup>.  
Las presiones totales se han dibujado una vez descontada la presión neutra de 6 Kg/cm<sup>2</sup>.



TRABAJO N°

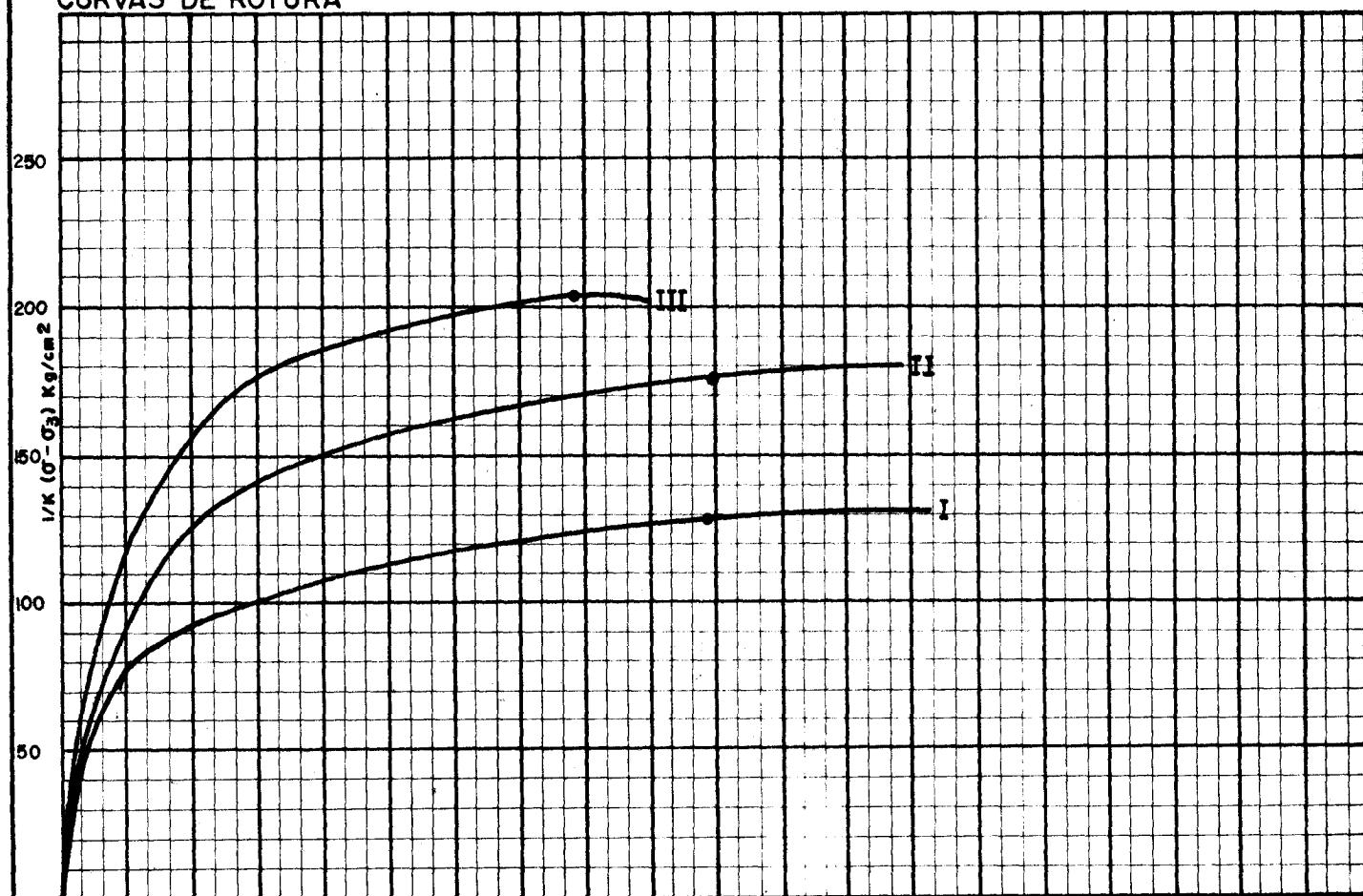
LOCALIDAD: BENAMEJI

MUESTRA N° 5

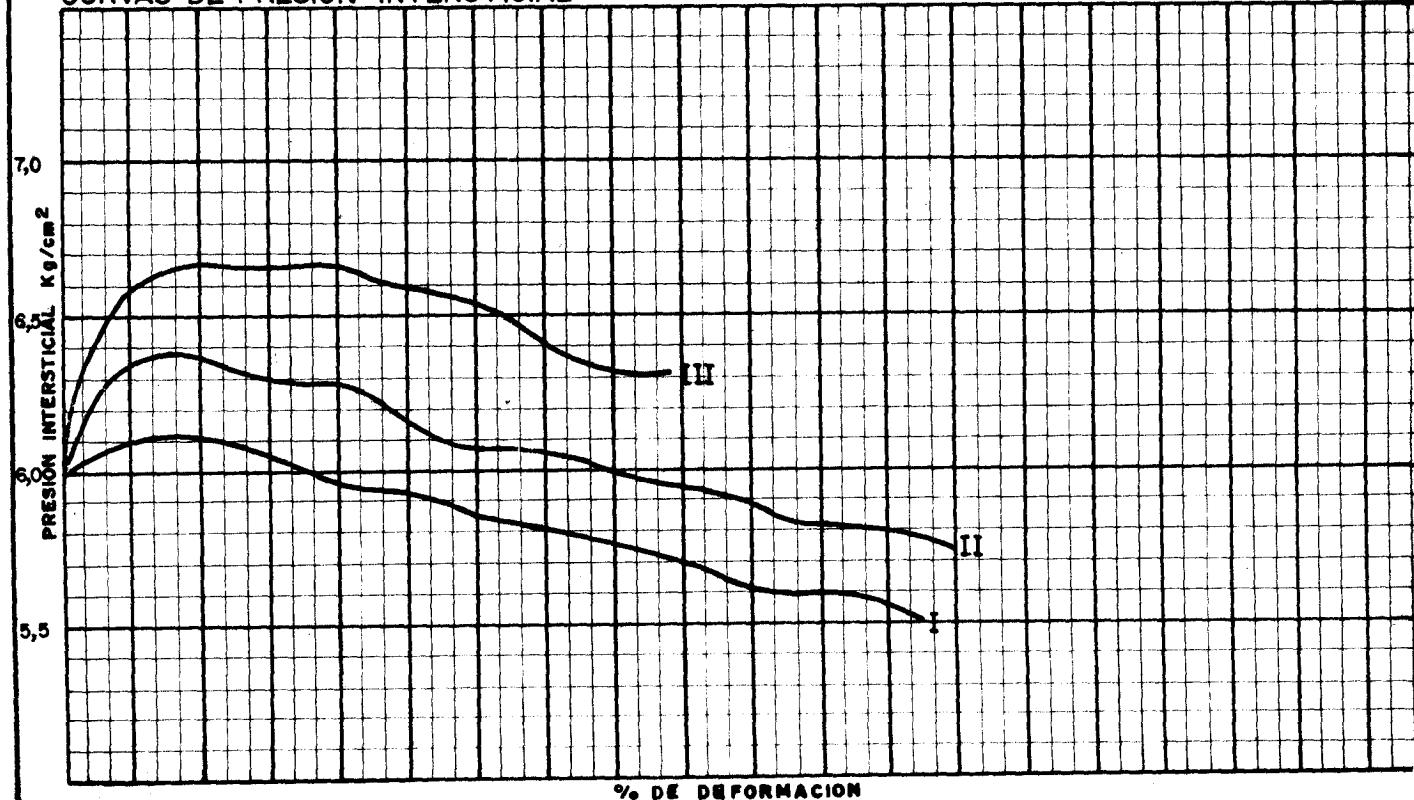
## ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROBETA N°	I	II	III			
$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	6,500	7,500	9			
VALORES DE K	0,01130	0,01142	0,01155			

## CURVAS DE ROTURA



## CURVAS DE PRESIÓN INTERSTICIAL



TRABAJO N°

LOCALIDAD Bedmar

MUESTRA N° 7

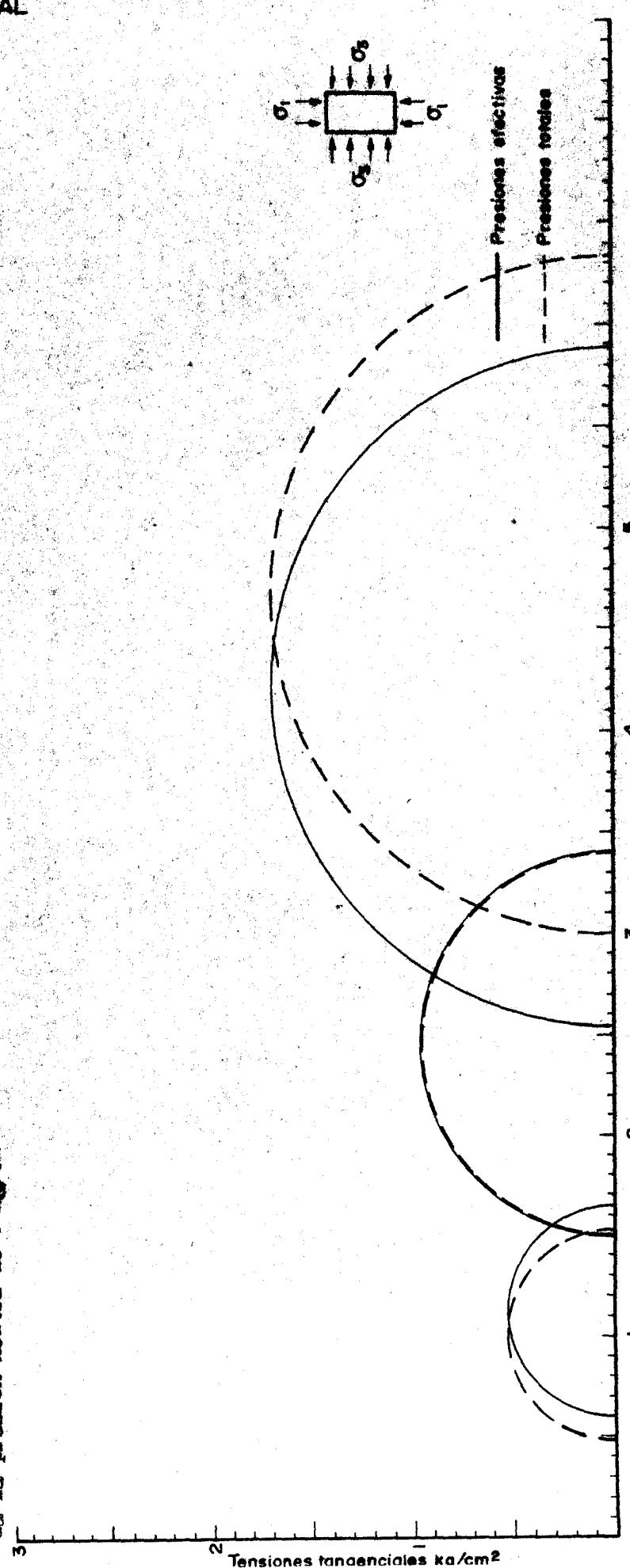
**ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL  
CÍRCULOS DE MOHR**

Tipo de muestra TESTIGO PARA PINTADO

Tipo de ensayo con consolidación pronta y rotura  
sin drenaje con medidas de las presiones terrestres.

Probeta N°	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	6.500	7.500	9		
% Hum. Inicial	22,2	24,3	23,4		
% Hum. final	28,5	28,2	25,9		
Densidad seca	1,61	1,60	1,61		
% Deformación a la rotura	8	12	5		
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.	25	22	25		

OBSERVACIONES: Saturación con contrapeso de 6 Kg/cm<sup>2</sup>  
Las presiones totales se han dividido una vez descontada  
la presión neutra de 6 Kg/cm<sup>2</sup>



TRABAJO N°

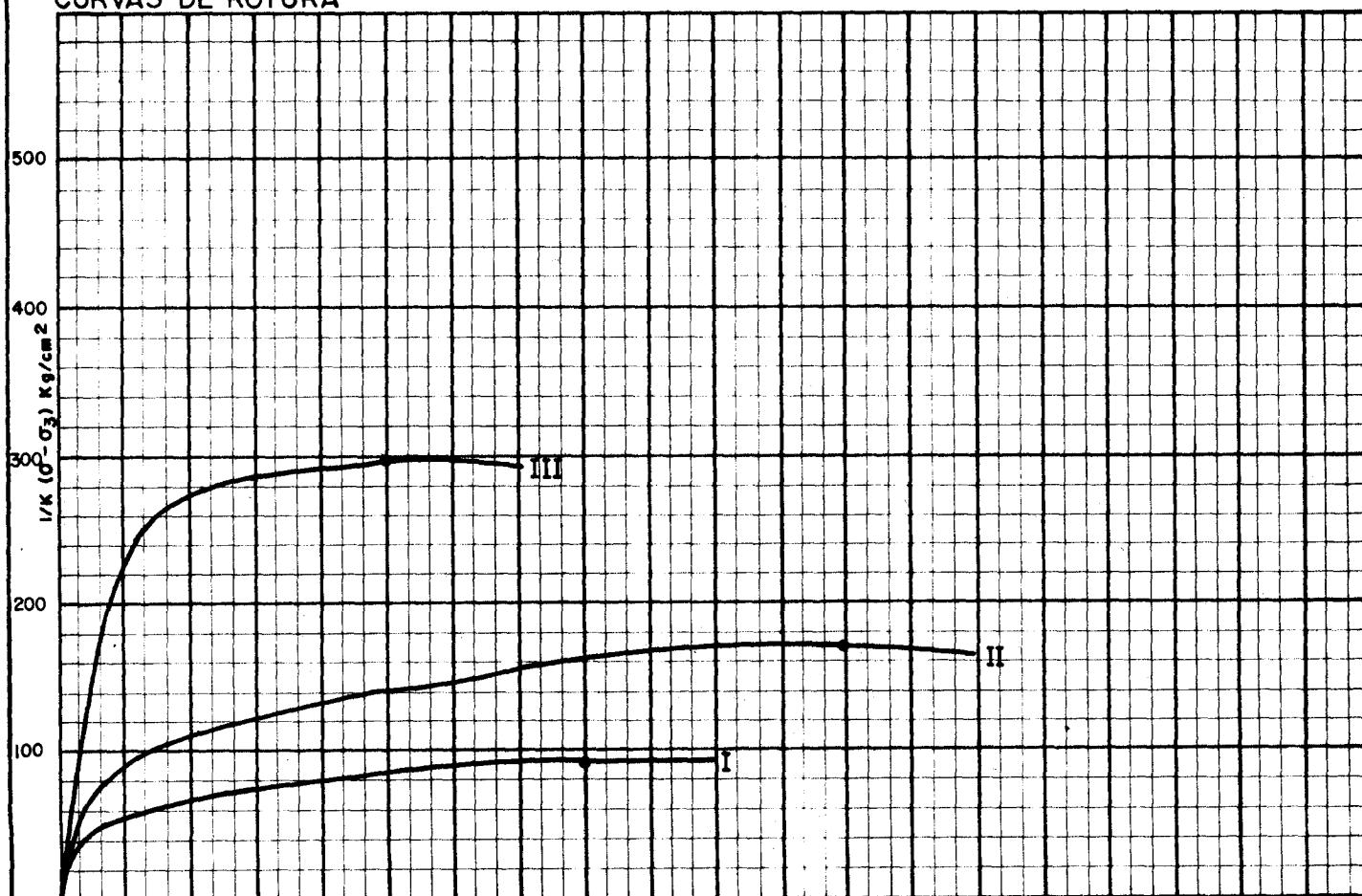
LOCALIDAD: BENAMEJI

MUESTRA N° 7

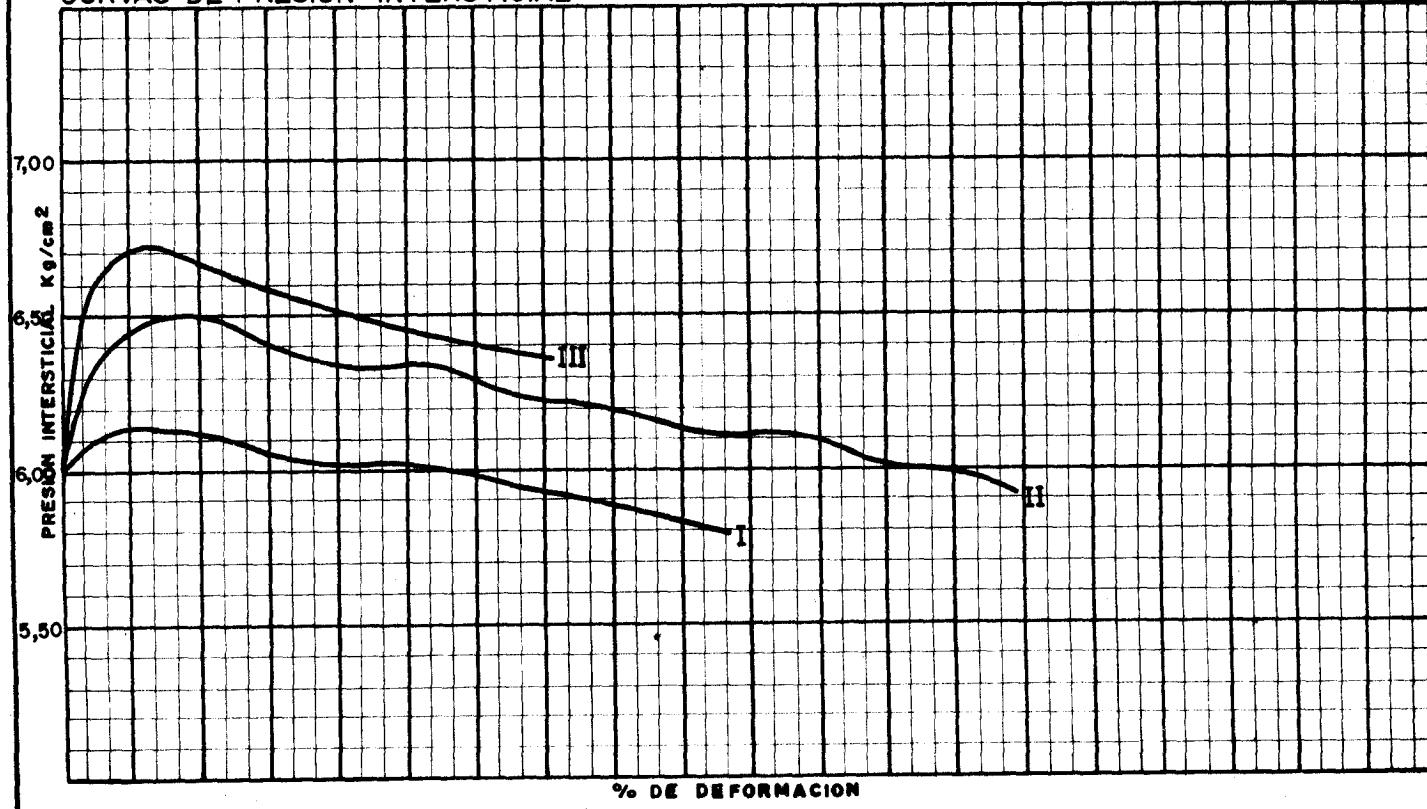
## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROBETA N°	I	II	III			
$\sigma_3$ Kg/cm <sup>2</sup>	6,500	7,500	9			
VALORES DE K	0,01130	0,01142	0,01142			

## CURVAS DE ROTURA



## CURVAS DE PRESION INTERSTICIAL



TRABAJO N.º

LOCALIDAD Benamejí

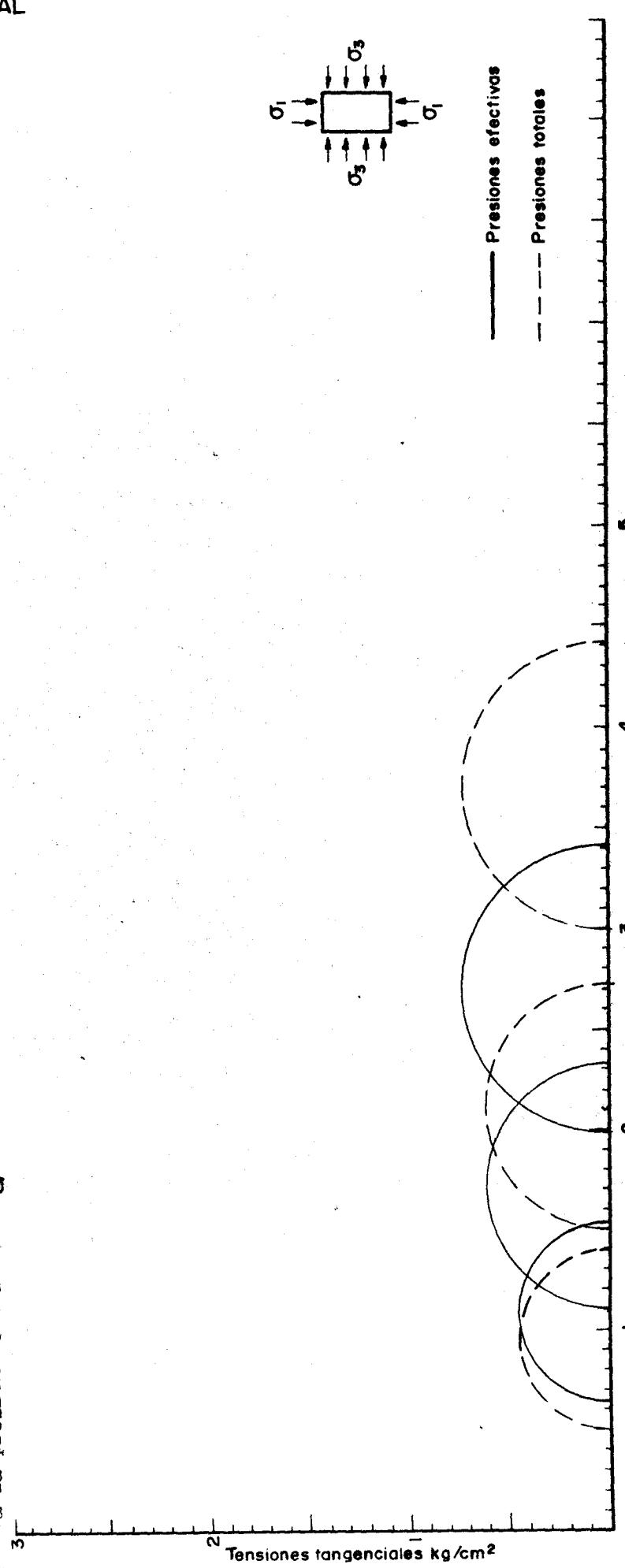
MUESTRA N.º 11

**ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL**  
**CÍRCULOS DE MOHR**

Tipo de muestra TESTIGO PARA FINADO  
 Tipo de ensayo con consolidación previa y rotura  
 sin drenaje con medidas de las presiones intersticiales.

Proyecto N.º	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	6.500	7.500	9		
% Hum. inicial	21,3	27,5	22,5		
% Hum. final	23,7	29,4	23,2		
Densidad seca	1,71	1,52	1,62		
% Deformación a la rotura	6	7	8		
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.	25	25	25		

OBSERVACIONES: Saturación con contrapeso de 6 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Las presiones totales se han dibujado una vez descontada la presión neutra de 6 Kg/cm<sup>2</sup>



TRABAJO N°

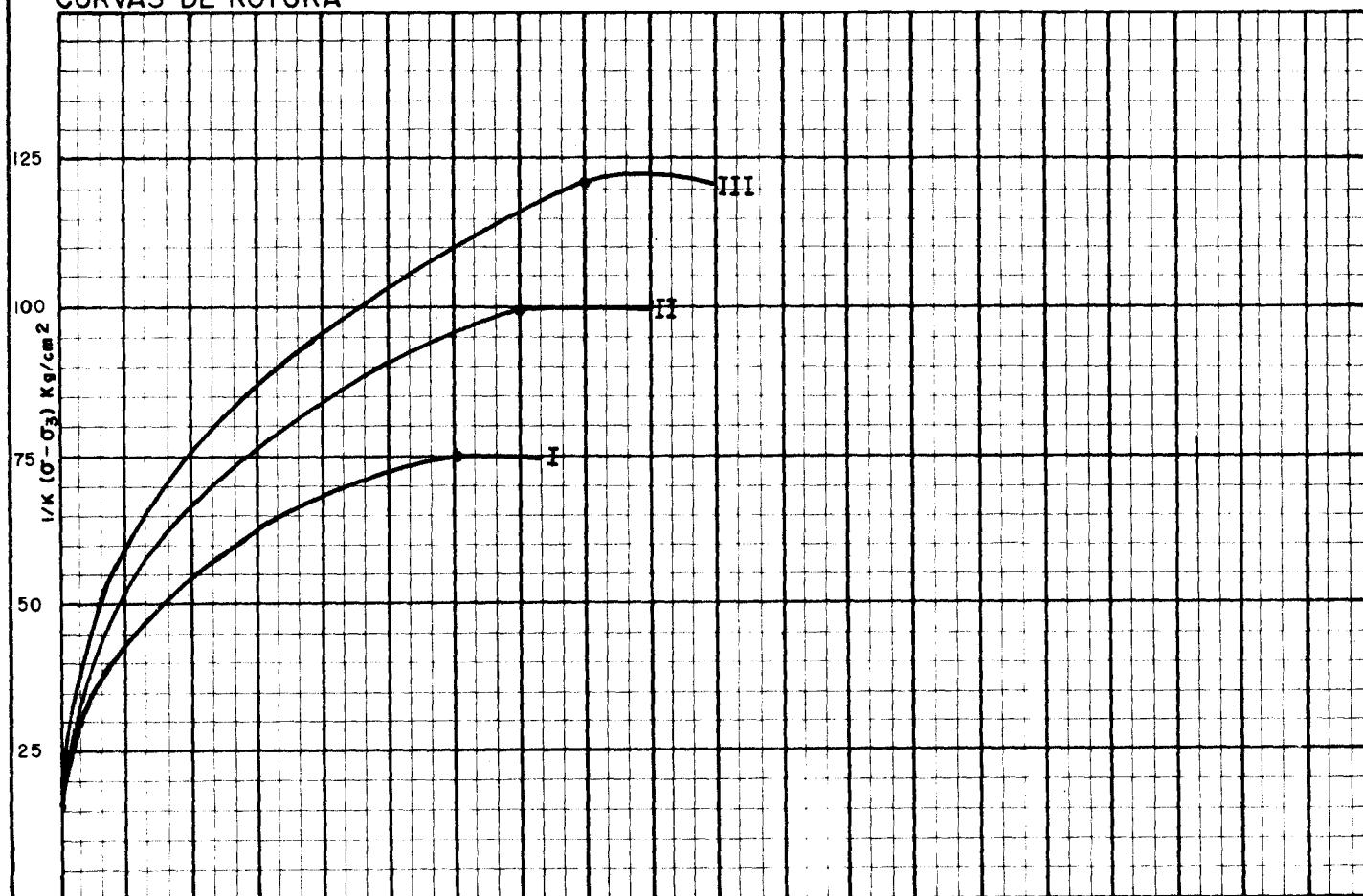
LOCALIDAD: BENAMEJI

MUESTRA N° 11

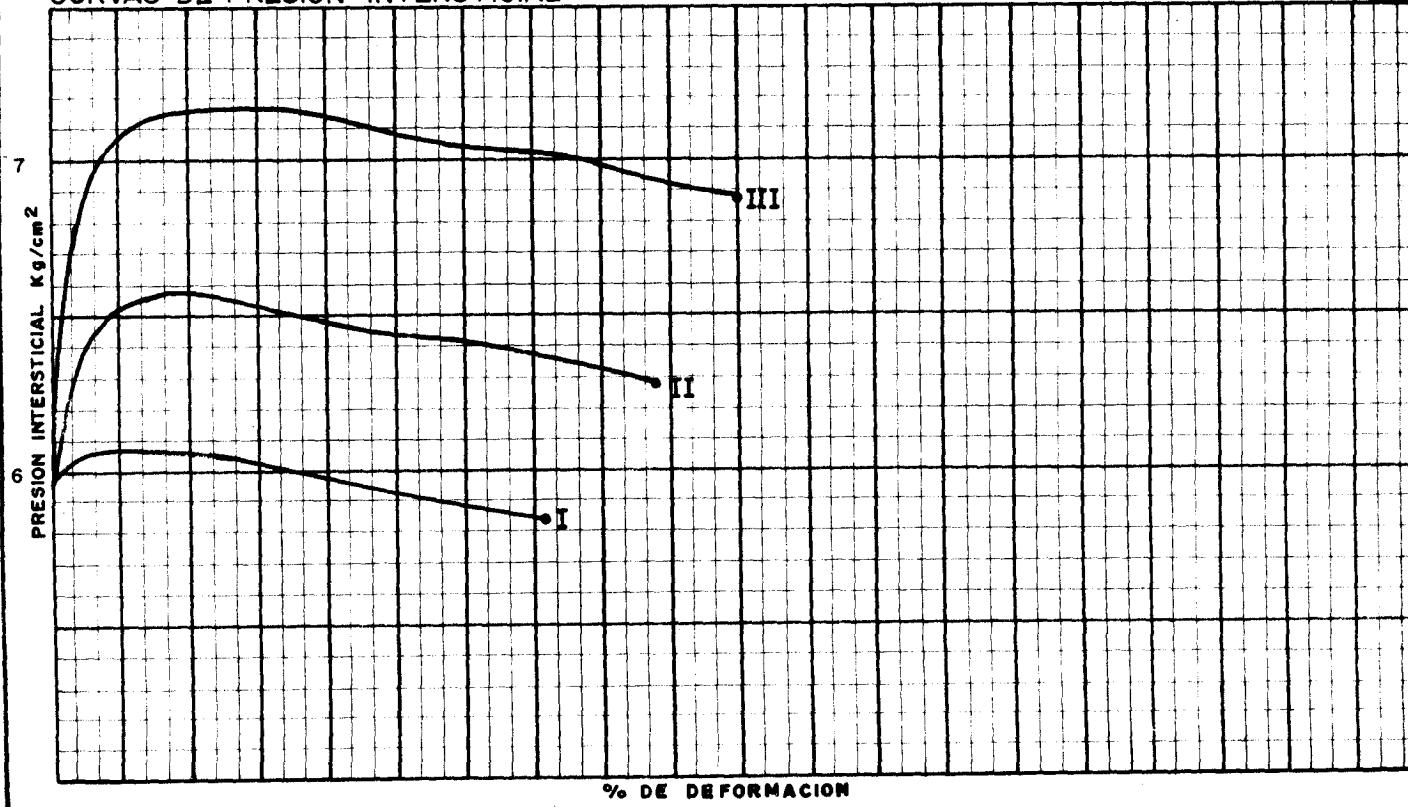
## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROBETA N°	I	II	III
$\sigma_3$ Kg/cm <sup>2</sup>	6,500	7,500	9
VALORES DE K	0,01165	0,01218	0,01173

## CURVAS DE ROTURA



## CURVAS DE PRESION INTERSTICIAL



TRABAJO N°

LOCALIDAD Benamejí

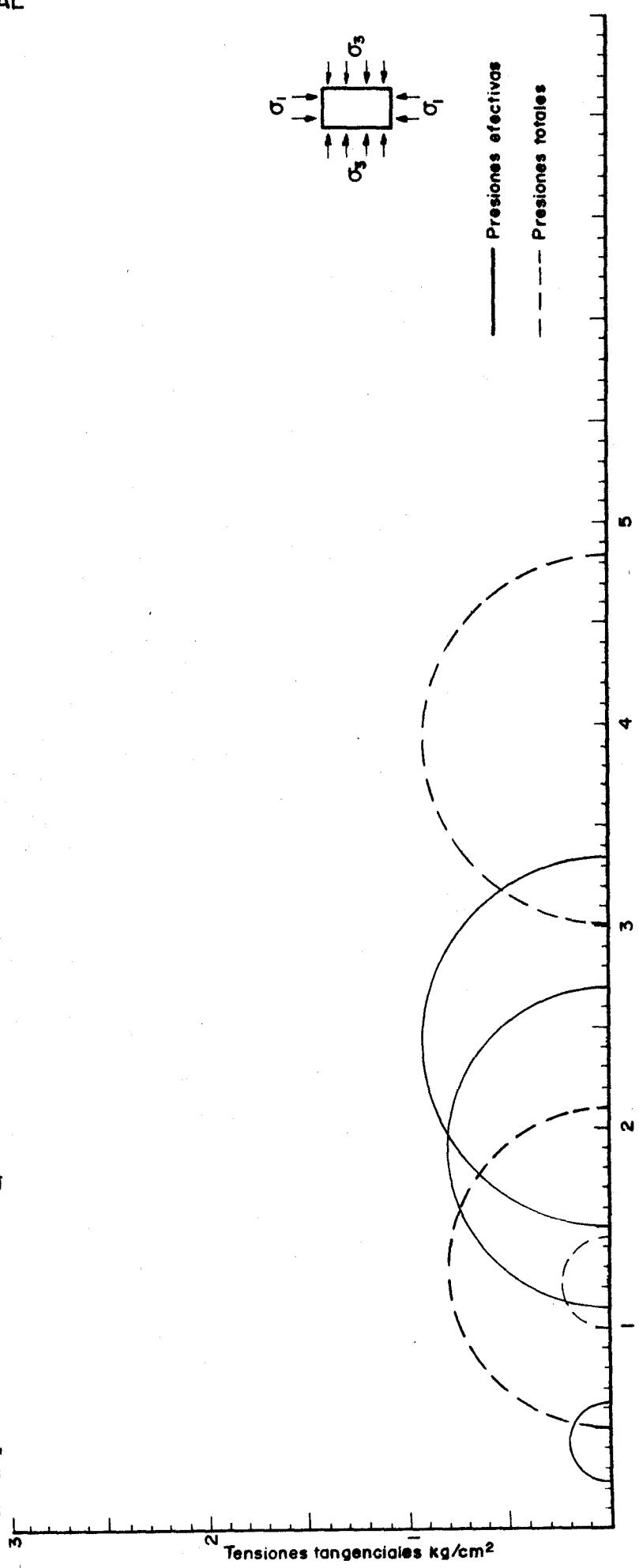
MUESTRA N° 66

**ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL**  
**CÍRCULOS DE MOHR**
**Tipo de muestra TESTIGO PARA FINEADO**

Tipo de ensayo con consolidación previa y rotura sin drenaje con medidas de las presiones intersticiales.

Probeta N°	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	6,570	7,500	9		
% Hum. inicial	24,66	28,30	25,11		
% Hum. final	29,64	29,93	25,36		
Densidad seca	1,61	1,57	1,55		
% Deformación a la rotura	15,4	2	14,1		
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.	25	25	25		

**OBSERVACIONES:** Saturación con contrapeso de 6 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Las presiones totales se han dibujado una vez descontada la presión neutra de 6 Kg/cm<sup>2</sup>



TRABAJO N°

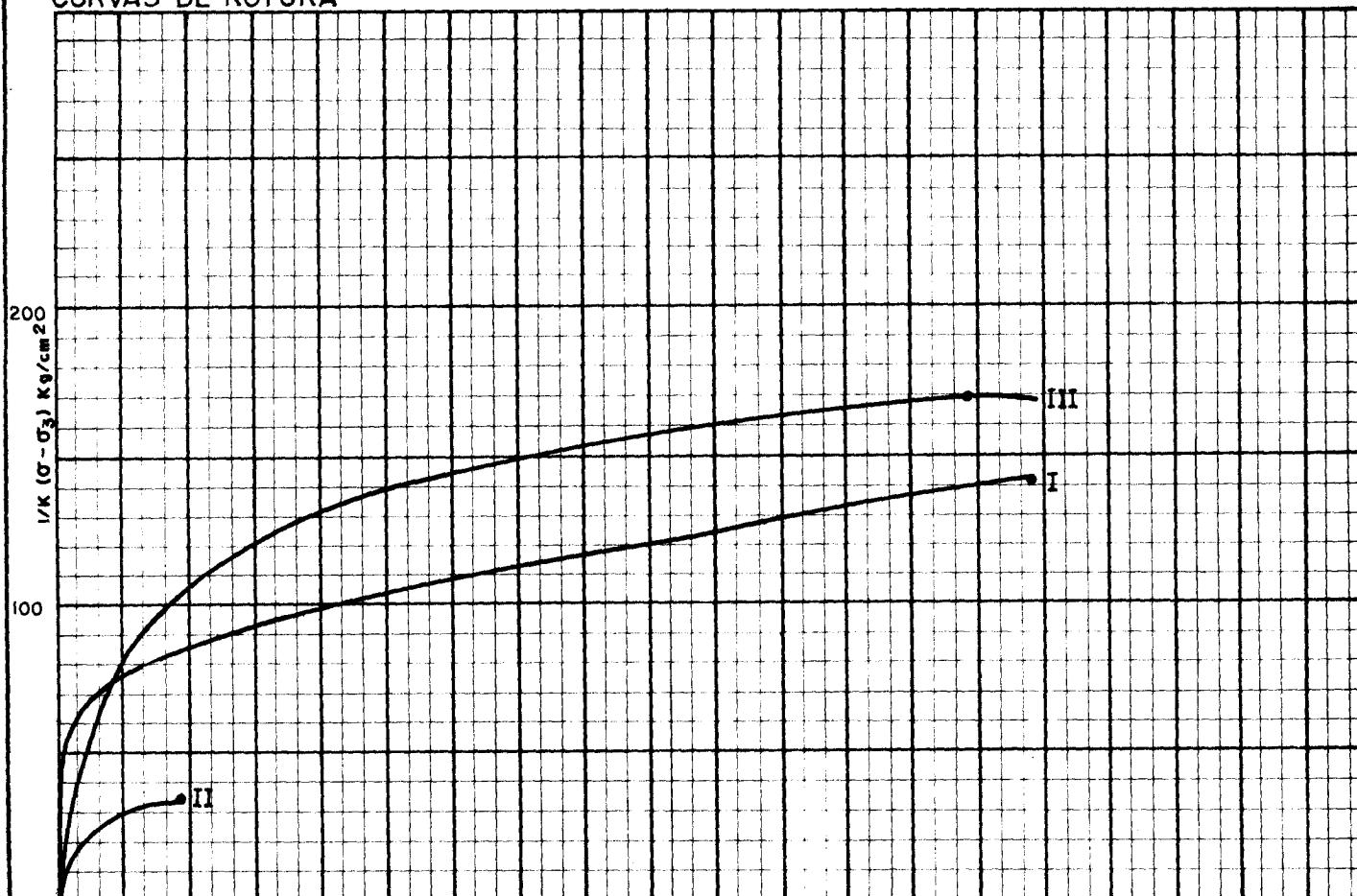
LOCALIDAD: BENAMEJI

MUESTRA N° 66

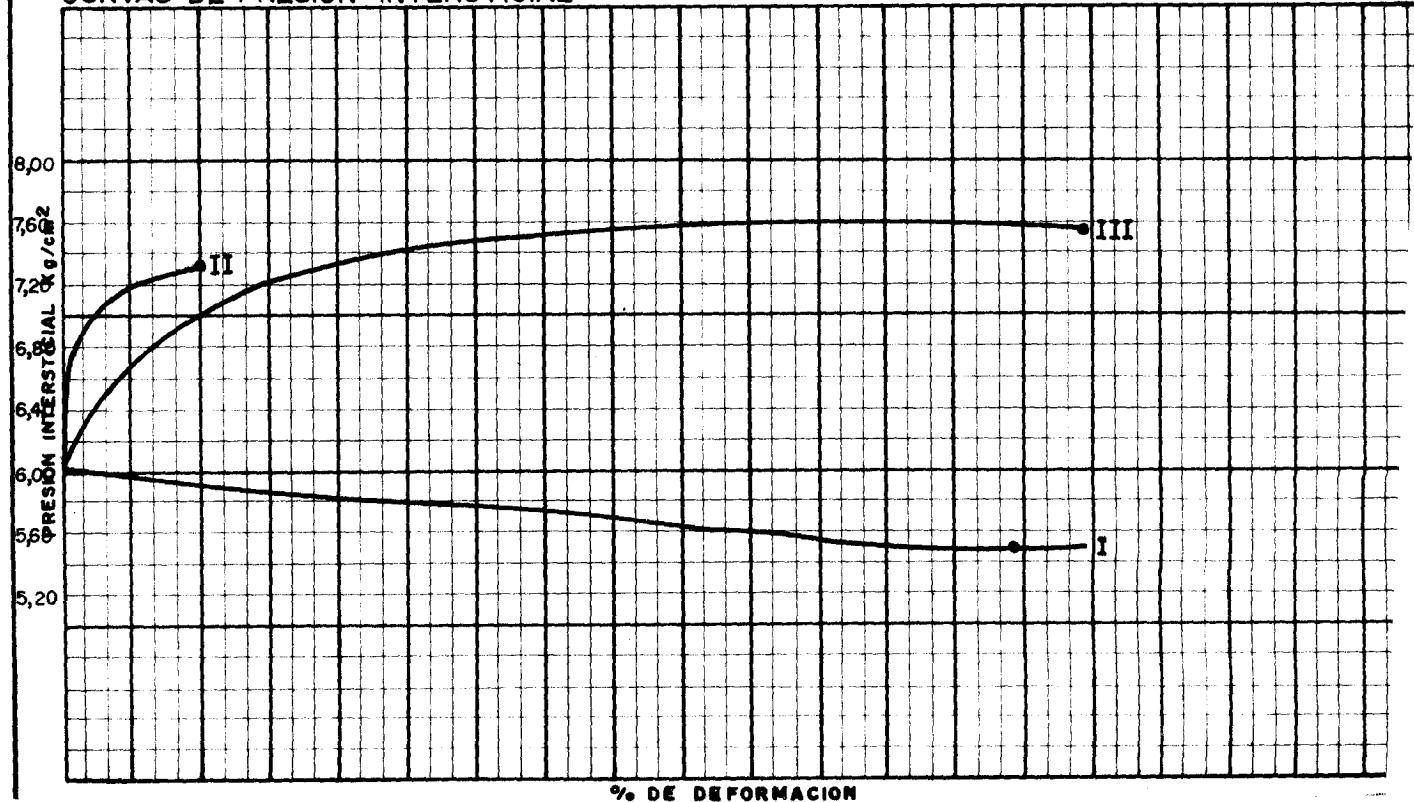
## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROBETA N°	I	II	III			
$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	6,500	7,500	9			
VALORES DE K	0,01130	0,01152	0,01024			

## CURVAS DE ROTURA



## CURVAS DE PRESION INTERSTICIAL



TRABAJO N.º

LOCALIDAD Benamejí

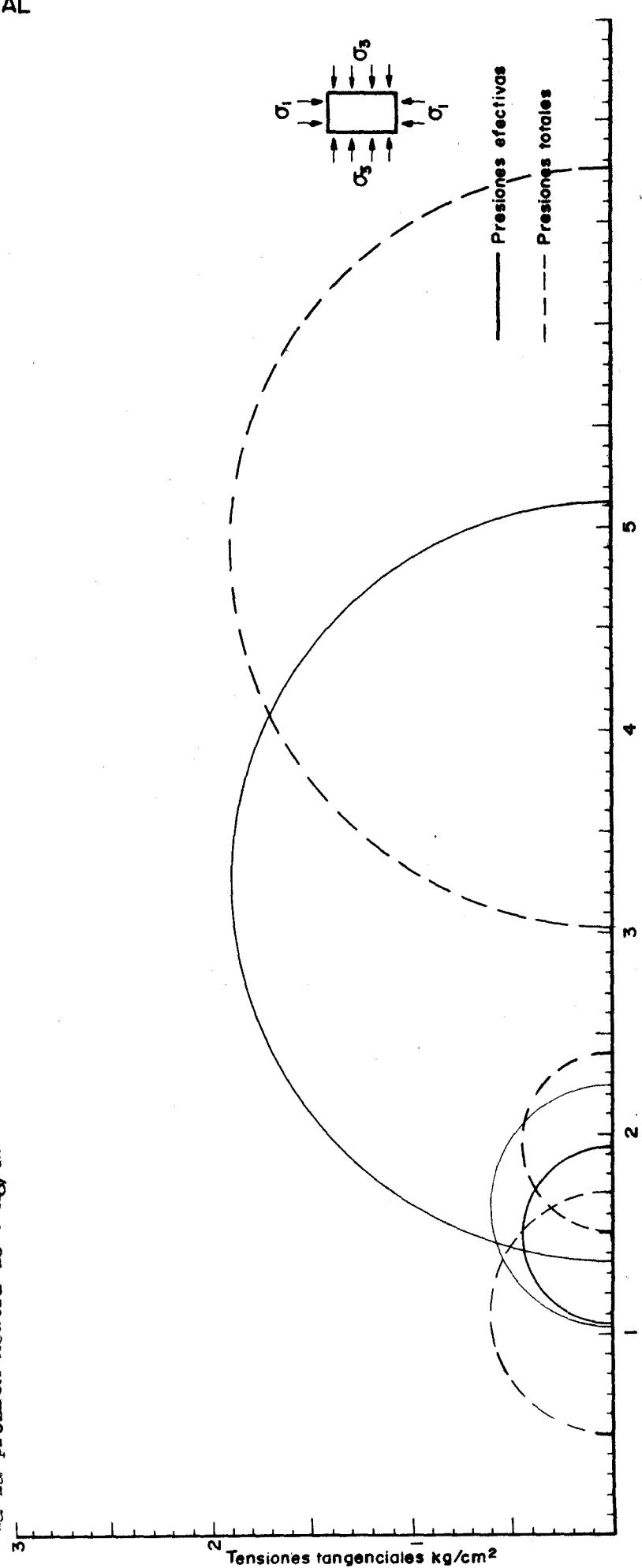
MUESTRA N.º 68

**ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL**  
**CÍRCULOS DE MOHR**

Tipo de muestra TESTIGO PARA FINADO  
 Tipo de ensayo con consolidación previa y rotura  
 sin drenaje con medidas de las presiones intersticiales.

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

OBSERVACIONES: Saturación con contrapeso de 6 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Las presiones totales se han dibujado una vez descontada la presión neutra de 6 Kg/cm<sup>2</sup>



TRABAJO N°

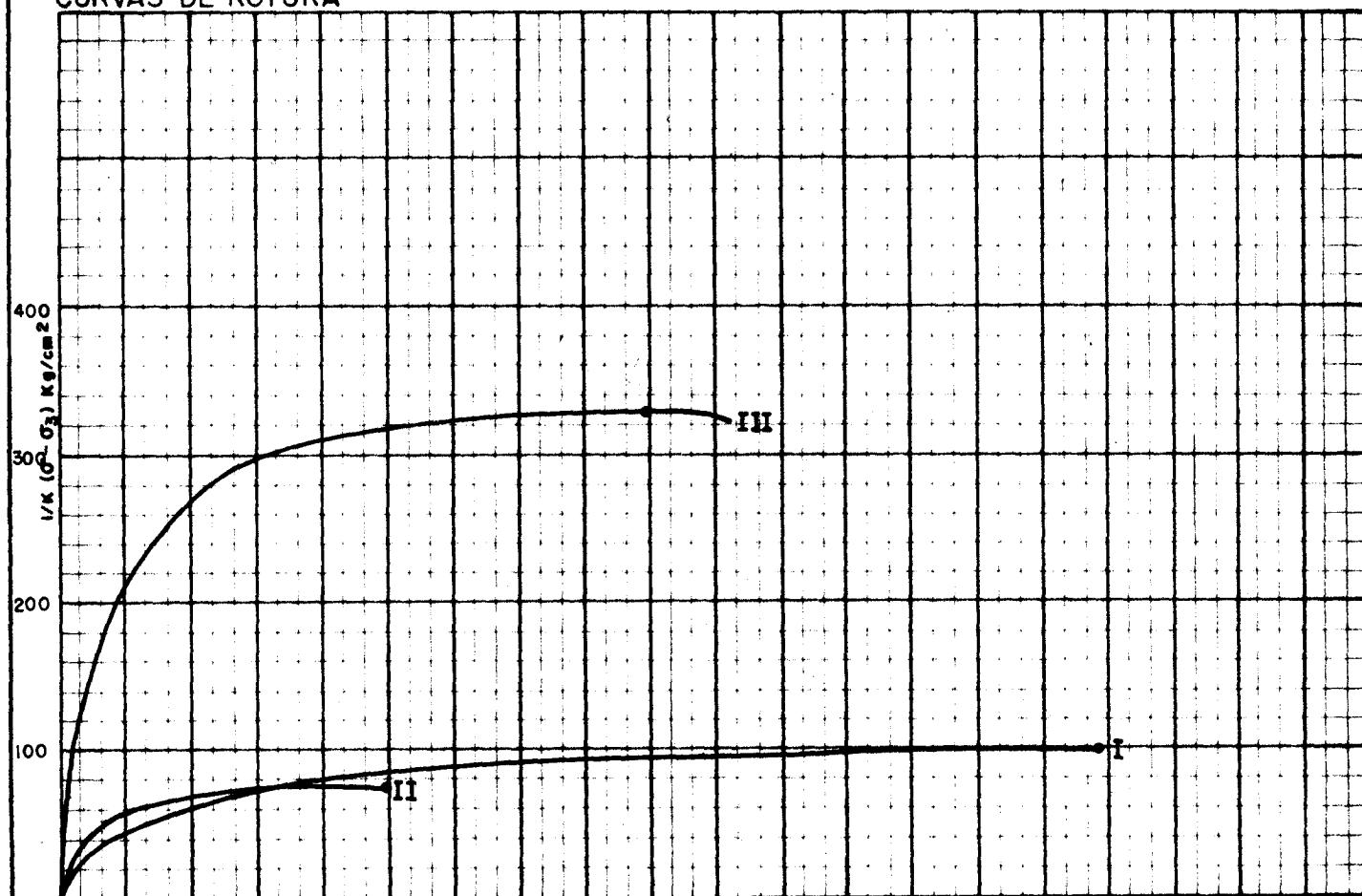
LOCALIDAD: BENAMEJI

MUESTRA N° 68

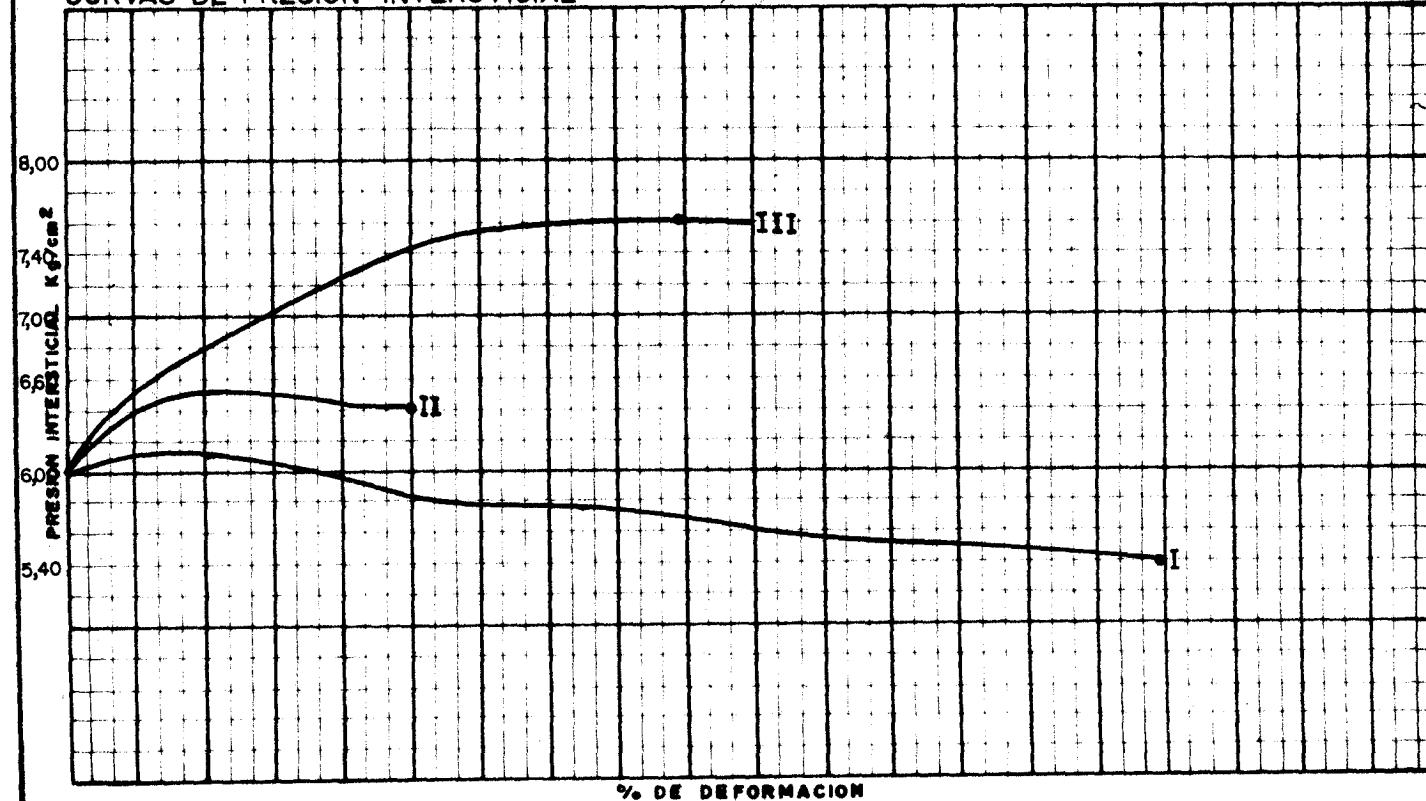
## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROBETA N°	I	II	III
$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	6,500	7,500	9
VALORES DE K	0,01155	0,01155	0,01142

## CURVAS DE ROTURA



## CURVAS DE PRESION INTERSTICIAL



TRABAJO N°

LOCALIDAD Beneméjí

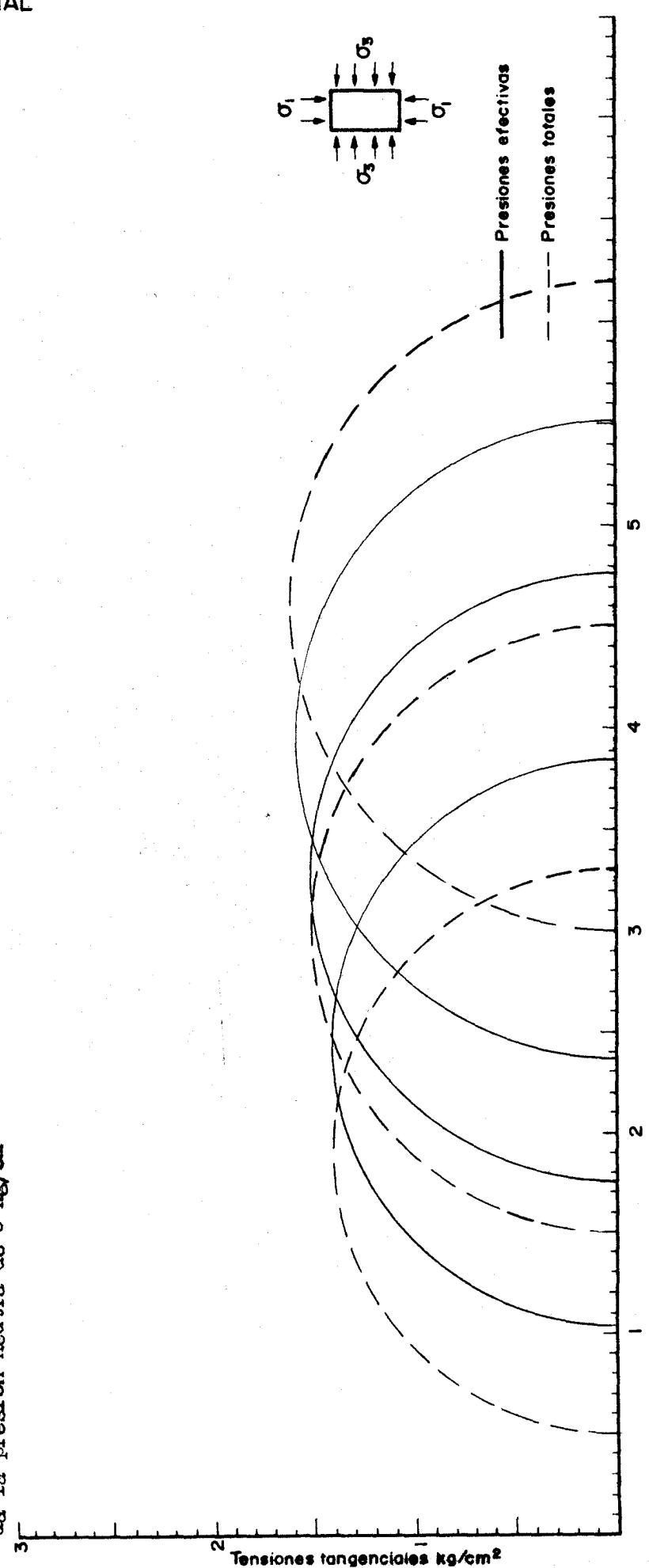
MUESTRA N° 73

**ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL**  
**CÍRCULOS DE MOHR**

Tipo de muestra TESTIGO PARA FINADO  
 Tipo de ensayo con consolidación previa y rotura  
 sin drenaje con medidas de las presiones intersticiales.

Probeta N°	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	6.500	7.500	9		
% Hum. inicial					
% Hum. final					
Densidad seca					
% Deformación a la rotura					
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.					

OBSERVACIONES: Saturación con contrapeso de 6 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Las presiones totales se han dibujado una vez descontada la presión neutra de 6 Kg/cm<sup>2</sup>



TRABAJO N°

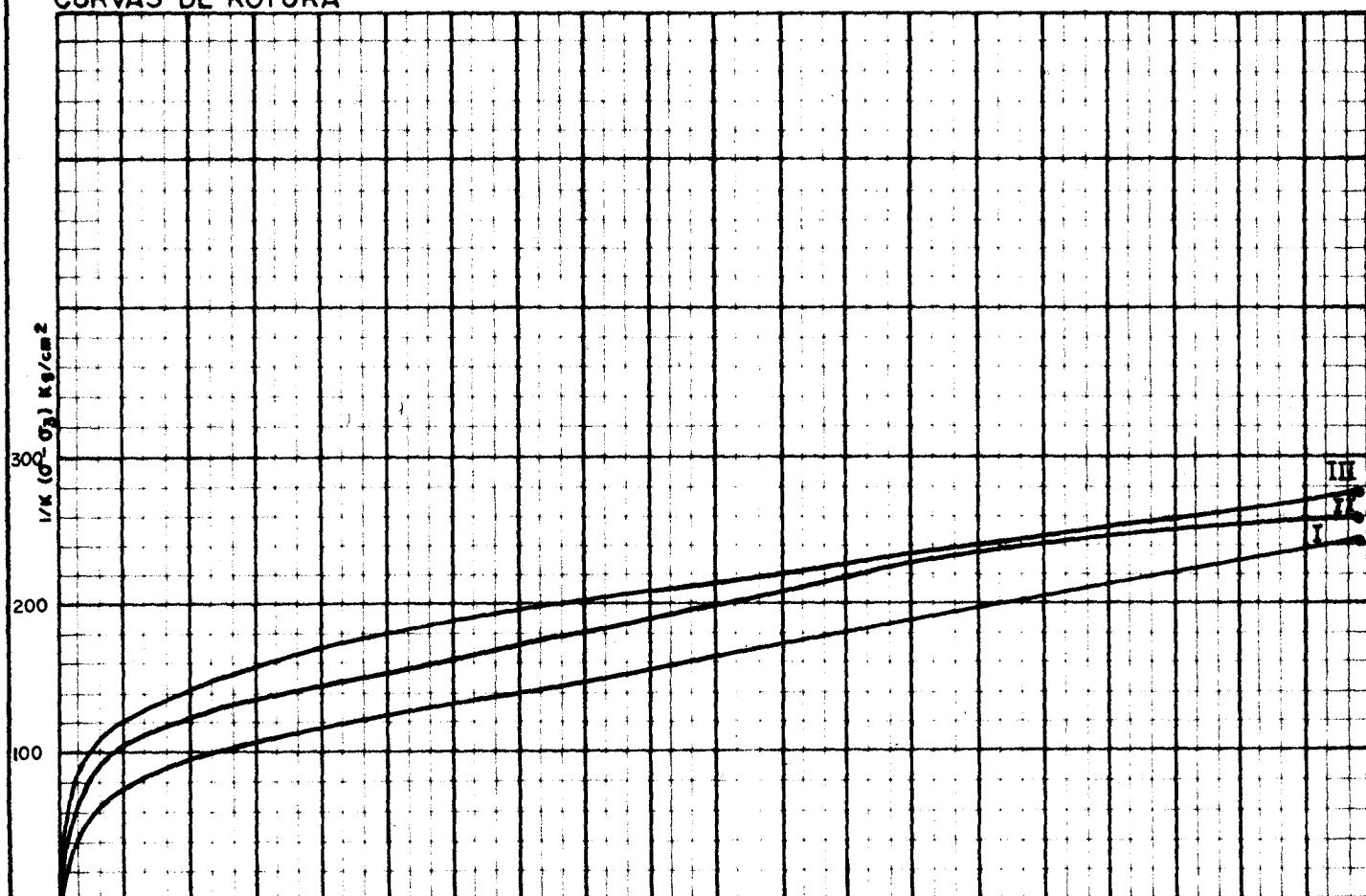
LOCALIDAD: BENAMEJI

MUESTRA N° 73

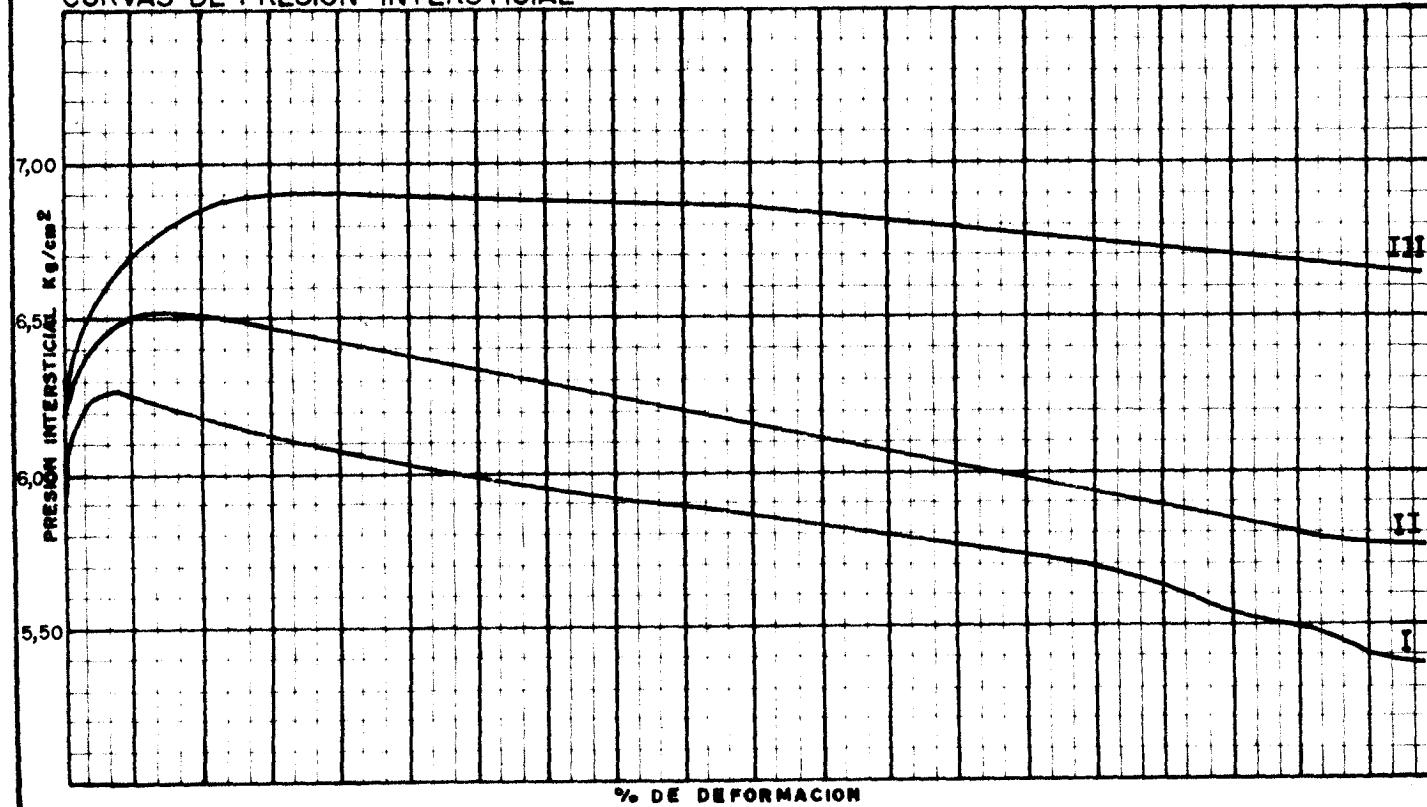
## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROBETA N°	I	II	III
$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	6,500	7,500	9
VALORES DE K	0,01130	0,01140	0,01130

## CURVAS DE ROTURA



## CURVAS DE PRESION INTERSTICIAL



TRABAJO N°

LOCALIDAD Benamejí

MUESTRA N° 75

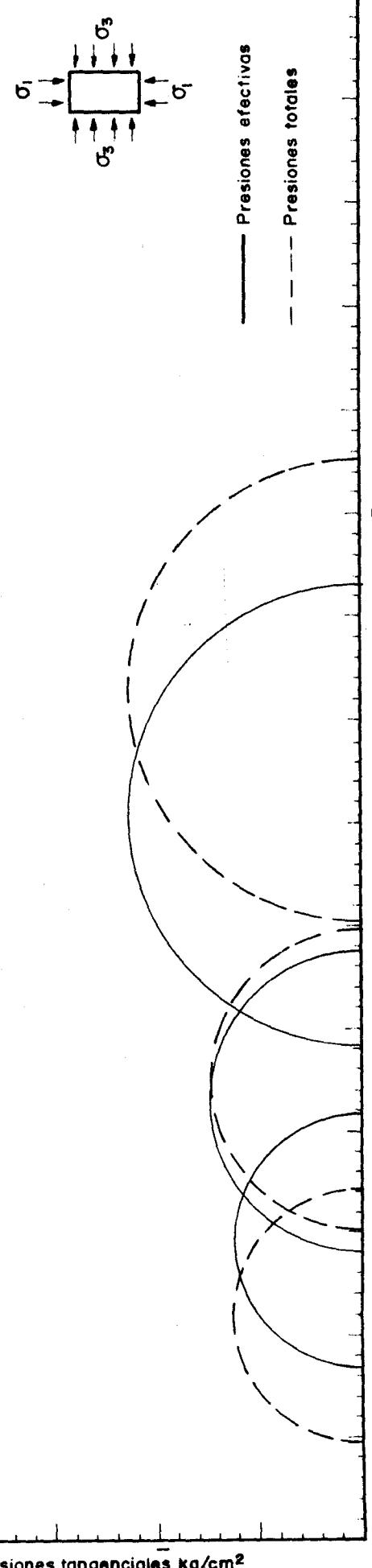
ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL  
CÍRCULOS DE MOHR

Tipo de muestra TIESTE PARA PIEDRA  
 Tipo de ensayo con consolidación previa y rotura  
 sin drenaje con medida de los presiones intersticiales.

Prueba N°	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )					
% Hum. inicial					
% Hum. final					
Densidad seca					
% Deformación a la rotura					
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.					

OBSERVACIONES: Se han aplicado tensiones totales con contrapresión de 6 kg/cm<sup>2</sup>.  
 Las tensiones totales se han aplicado ante una velocidad constante de 1% de deformación neutra de 5 kg/cm<sup>2</sup>.

3

Tensiones tangenciales kg/cm<sup>2</sup>

TRABAJO N°

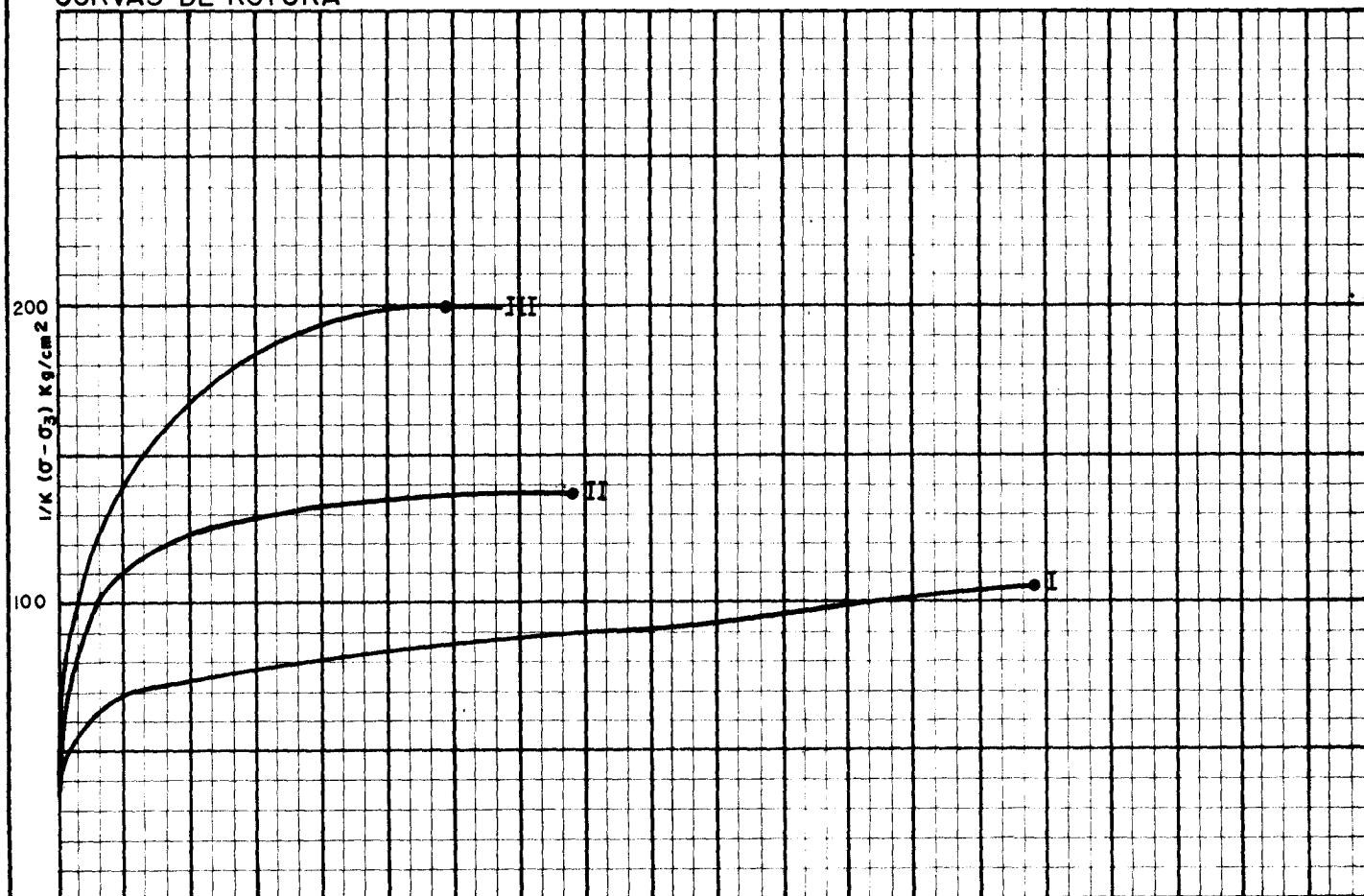
LOCALIDAD: BENAMEJI

MUESTRA N° 75

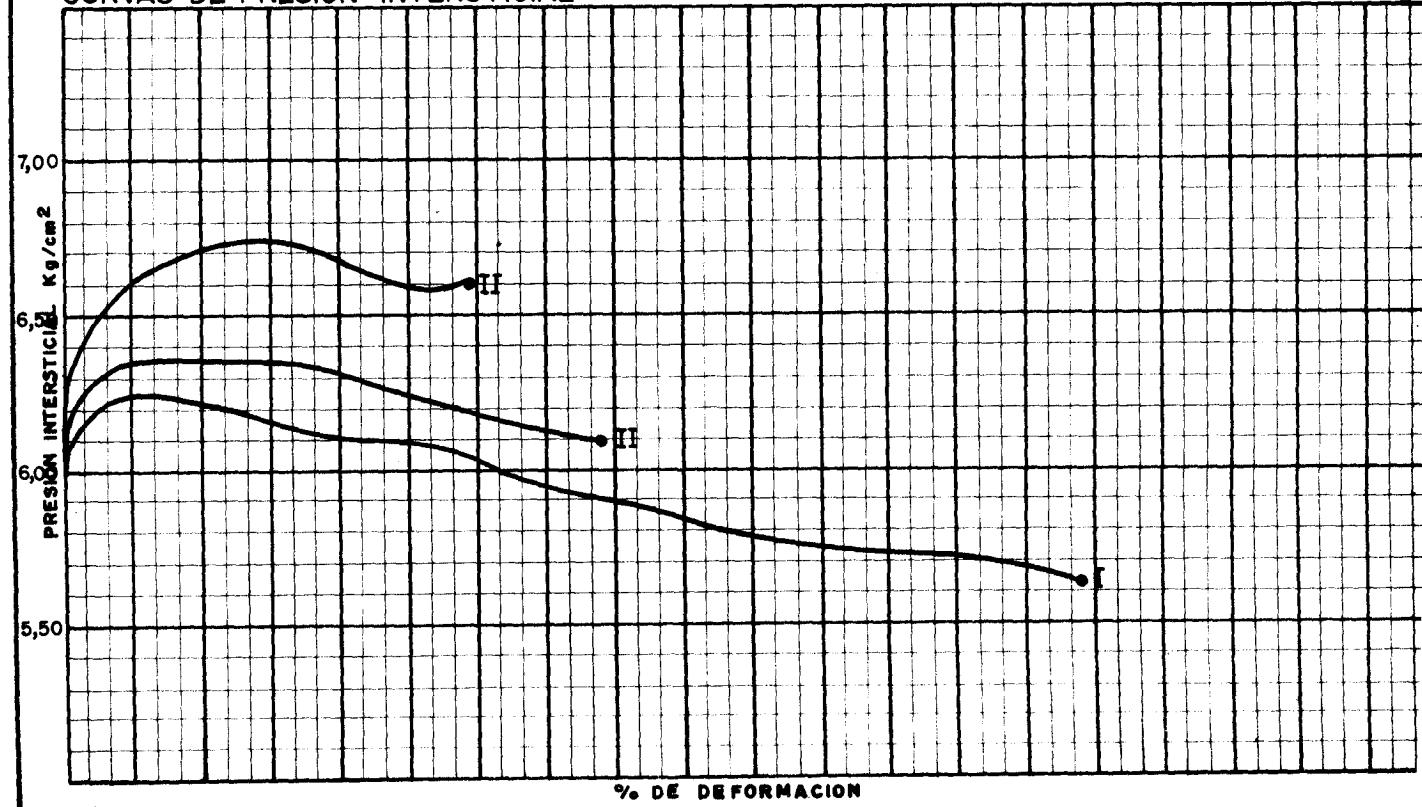
## ENsayo de Compresion Triaxial

PROBETA N°	I	II	III			
$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	6,500	7,500	9			
VALORES DE K	0,61134	0,61106	0,61123			

## CURVAS DE ROTURA



## CURVAS DE PRESION INTERSTICIAL



## ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

CÍRCULOS DE MOHR

TRABAJO N°

LOCALIDAD Benamaeif

MUESTRA N° 34

Tipo de muestra TESTIGO PARAFINADO

Tipo de ensayo con consolidación previa y rotura sin drenaje con medidas de las presiones intersticiales.

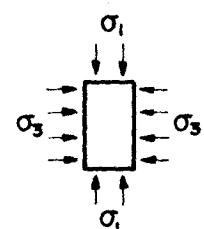
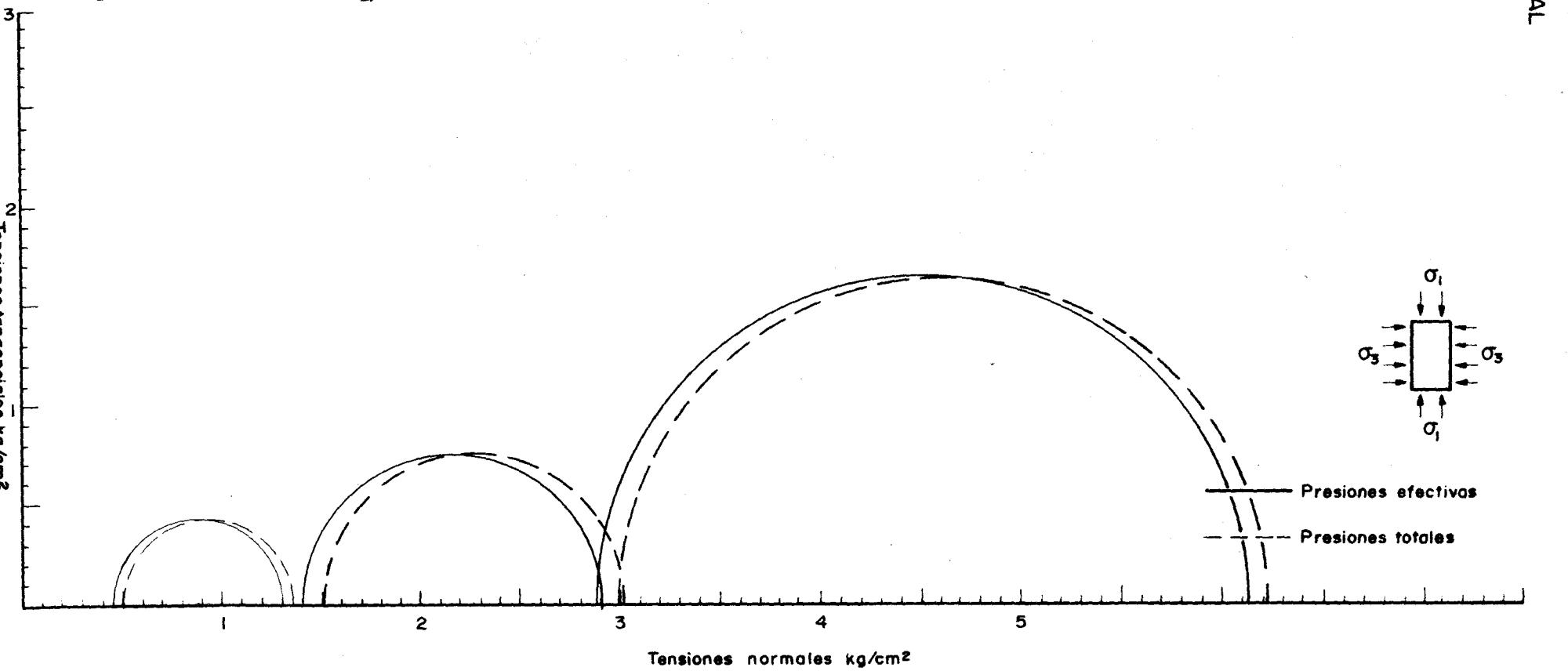
Probeta N°	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	6,500	7,500	9		
% Hum. inicial	21,2	23,1	22,1		
% Hum. final	20,9	26,3	25,3		
Densidad seca	1,60	1,73	1,59		
% Deformación a la rotura	3	4	2		
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.	25	25	25		

OBSERVACIONES: Saturación con contraposición de 6 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Las presiones totales se han dibujado una vez descontada la presión neutra de 6 Kg/cm<sup>2</sup>

3

2

1



Presiones efectivas

Presiones totales

TRABAJO N°

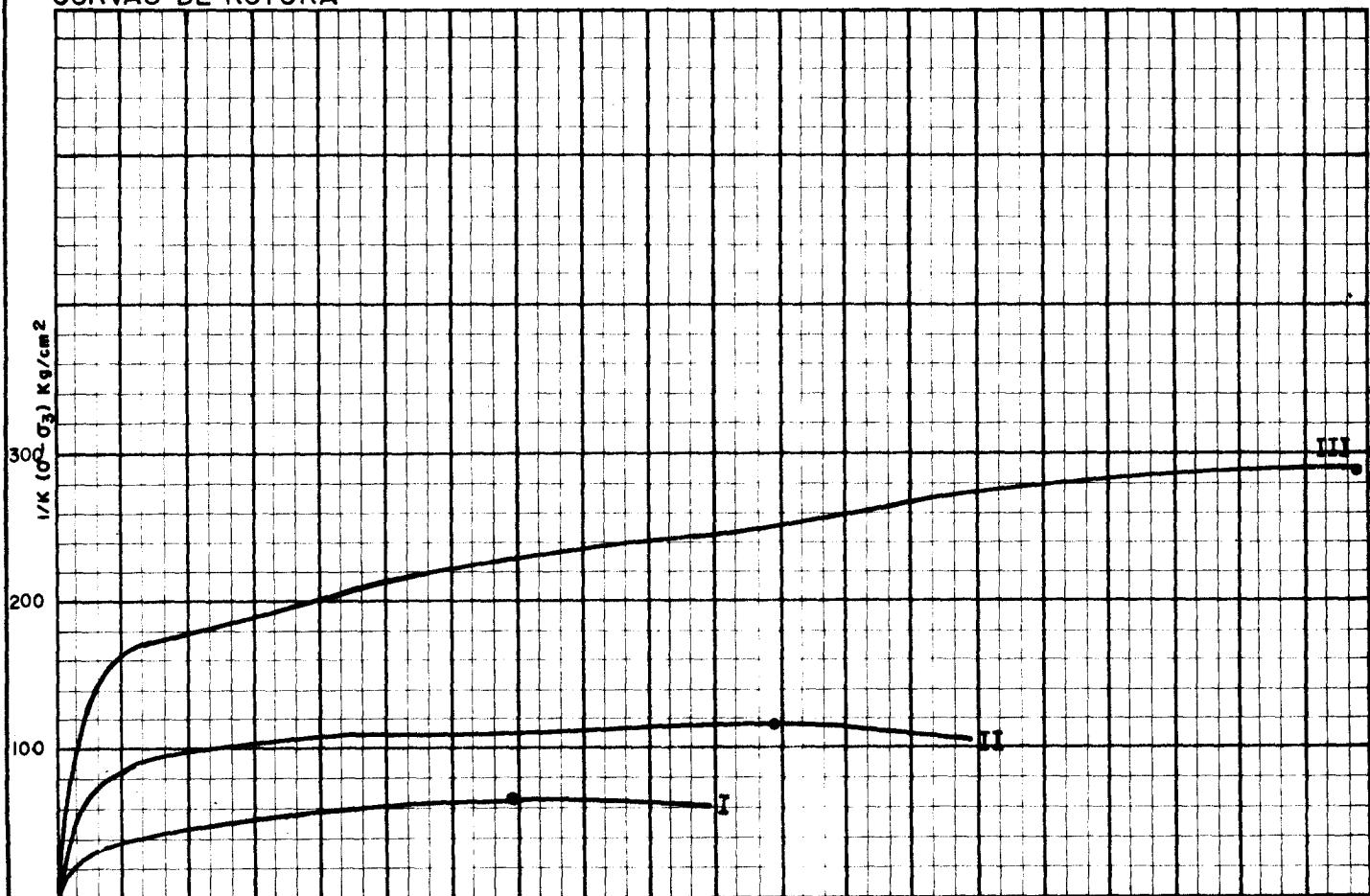
LOCALIDAD: BENAMEJI

MUESTRA N° 84

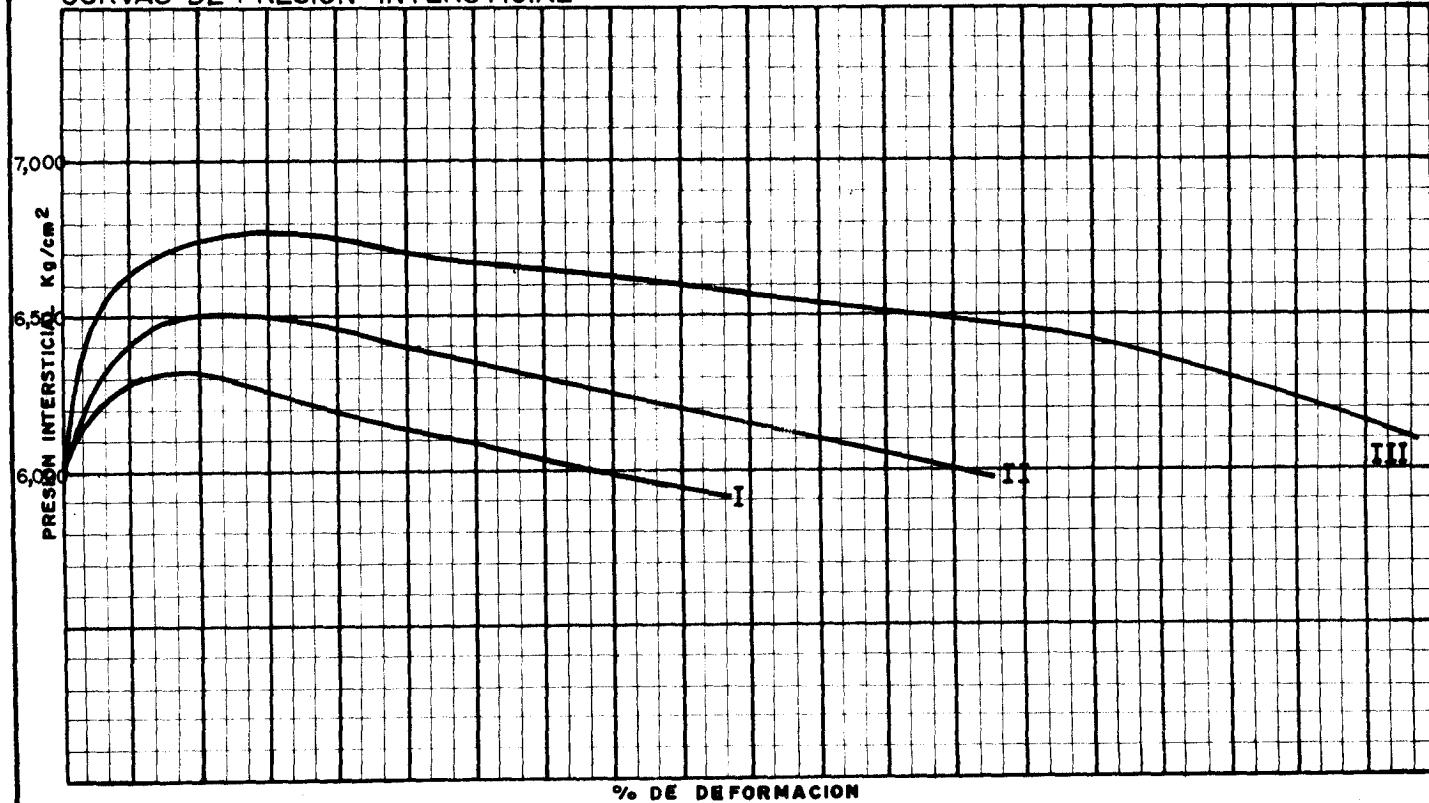
## ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROBETA N°	I	II	III			
$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	6,500	7,500	9			
VALORES DE K	0,01130	0,01165	0,01166			

## CURVAS DE ROTURA



## CURVAS DE PRESIÓN INTERSTICIAL



## MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS Y COMBUSTIBLES

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

## DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

L A B O R A T O R I O

## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

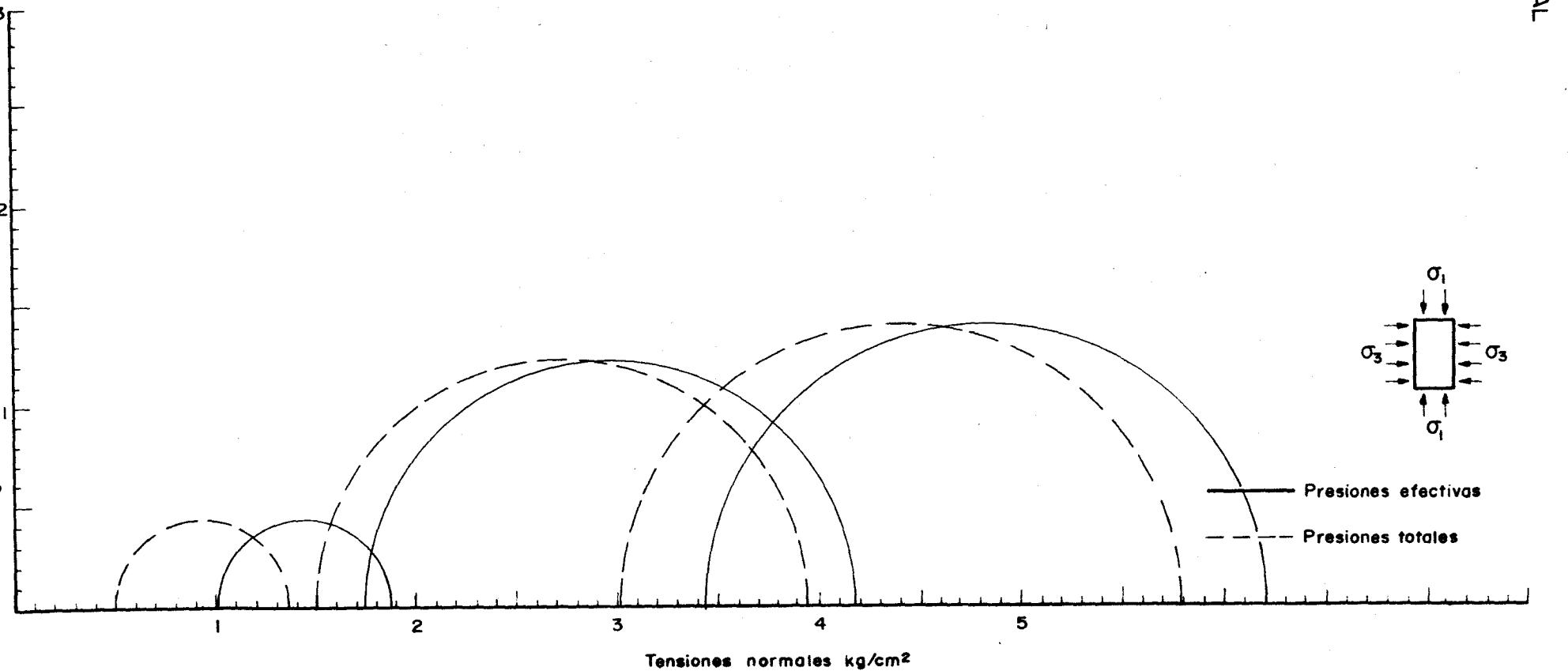
## CIRCULOS DE MOHR

TRABAJO N° LOCALIDAD Beneméjí

MUESTRA N° 37

Probeta N°	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	6,500	7,500	9		
% Hum. inicial	21,35	24,38	24,38		
% Hum. final	24,55	26,19	25,87		
Densidad seca	1,72	1,71	1,69		
% Deformacion a la rotura	16	11	19		
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.	25	25	25		

OBSERVACIONES: Saturación con contrapesión de 5 Kg/cm<sup>2</sup>. Las presiones totales se han dibujado una vez descuadrando la presión neutra de 5 Kg/cm<sup>2</sup>.



TRABAJO N°

LOCALIDAD: BENAMEJI

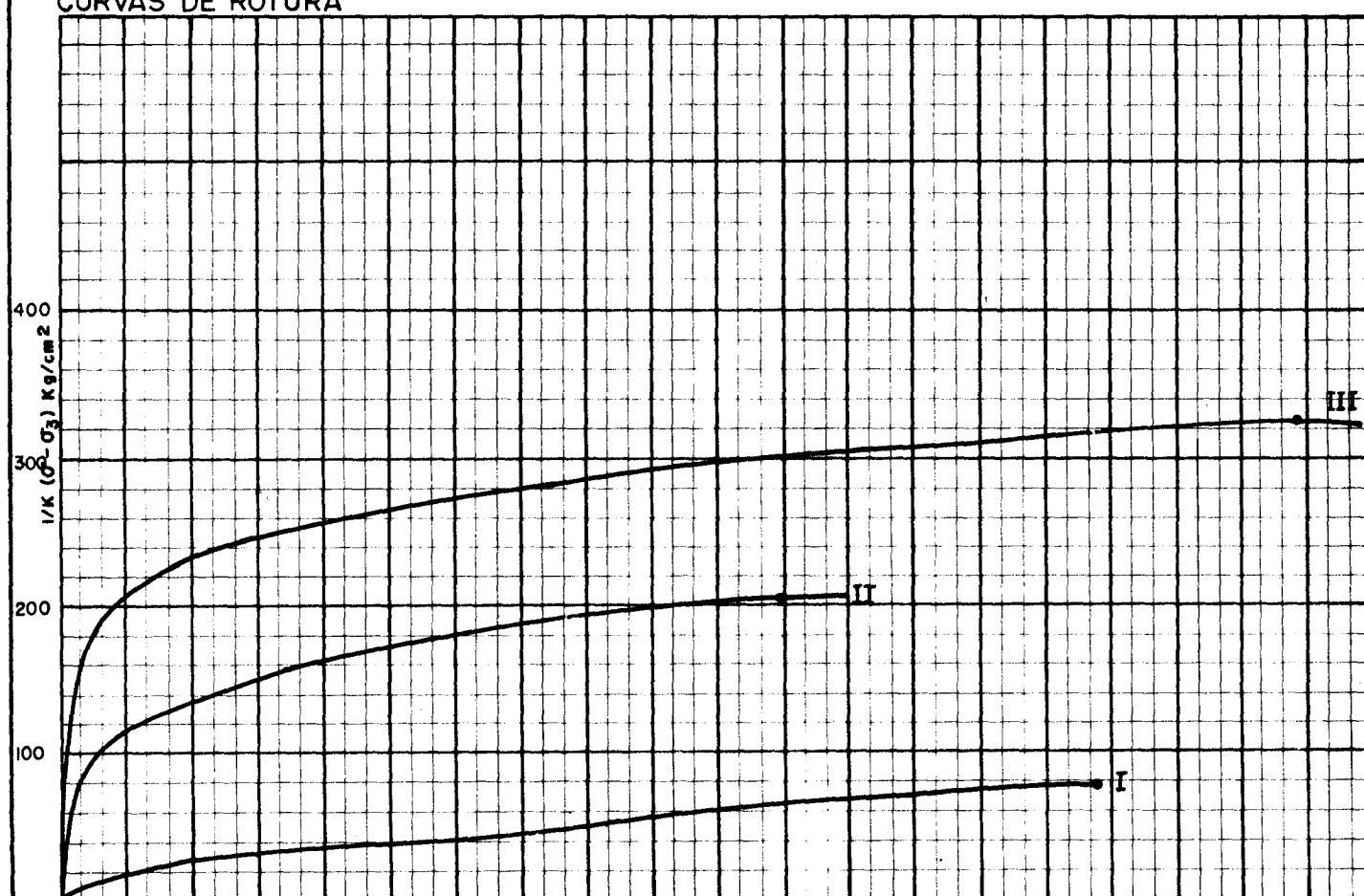
MUESTRA N°

37

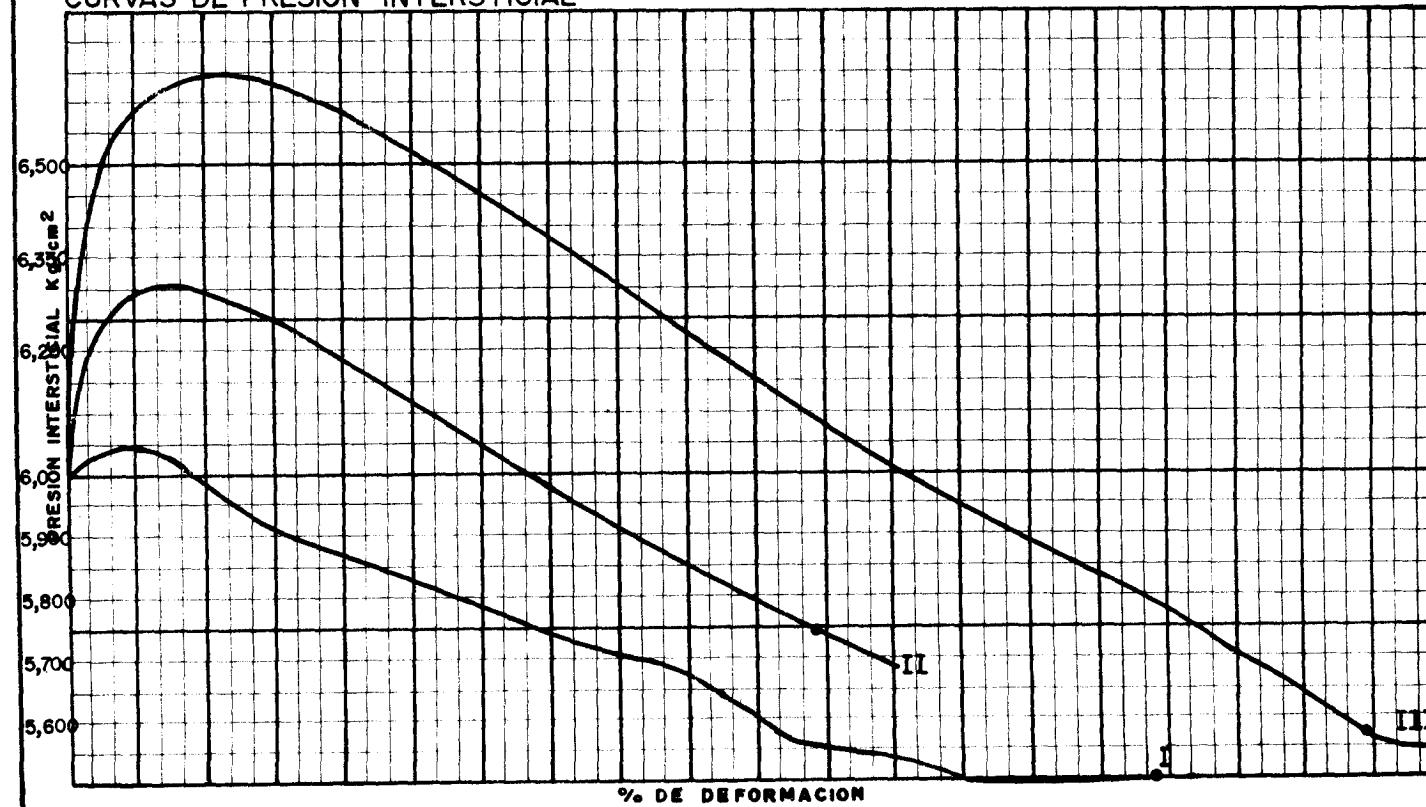
## ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROBETA N°	I	II	III			
$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	6,520	7,300	9			
VALORES DE K	0,01126	0,01165	0,01152			

## CURVAS DE ROTURA



## CURVAS DE PRESIÓN INTERSTICIAL



## ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

## CÍRCULOS DE MOHR

TRABAJO N°

LOCALIDAD Benavent

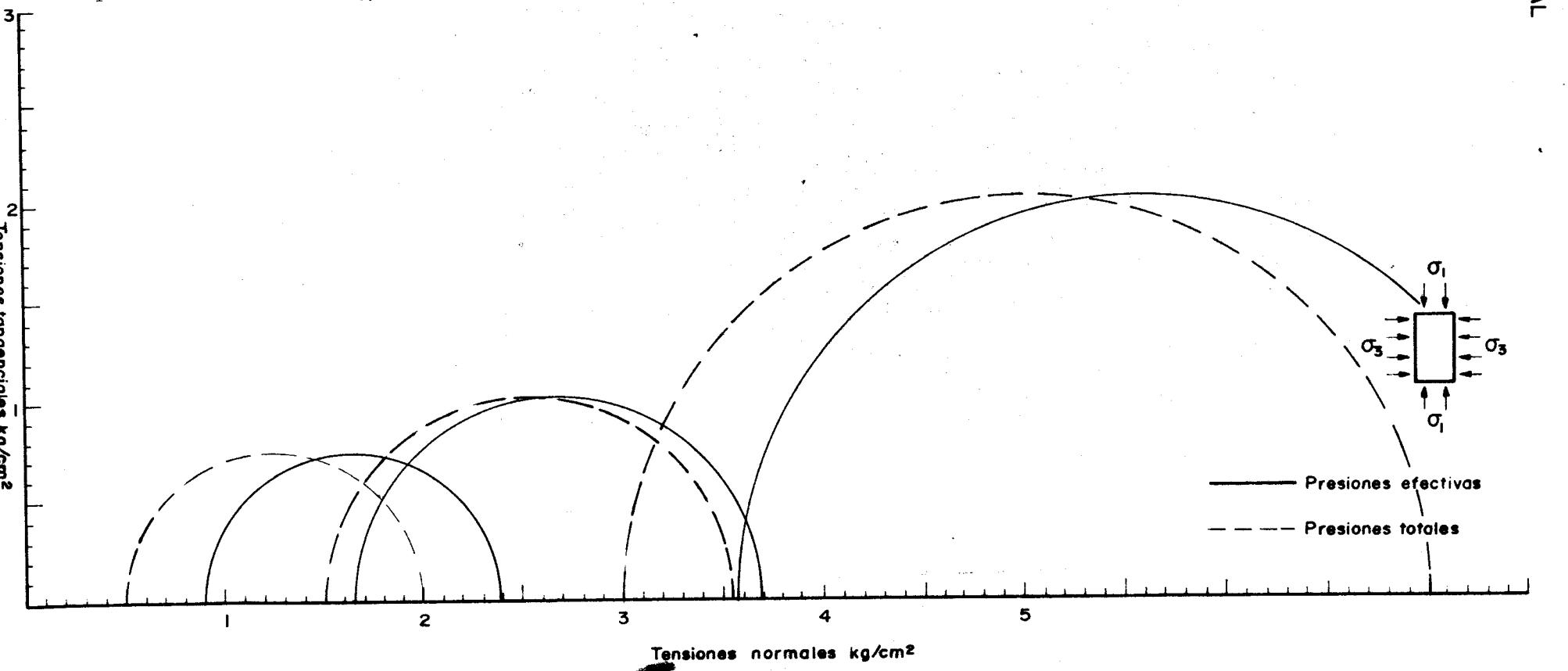
MUESTRA N° 93

Tipo de muestra TESTIGO PARA FRIEDO

Tipo de ensayo con consolidación previa y rotura sin drenaje con medidas de las presiones intersticiales.

Probeta N°	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	6,500	7,500	9		
% Hum. inicial	25,04	22,42	24,37		
% Hum. final	30,05	27,48	25,53		
Densidad seca	1,62	1,67	1,67		
% Deformación a la rotura	25	25	25		
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.					

OBSERVACIONES: Saturación con contrapesión de 6 Kg/cm<sup>2</sup>  
Las presiones totales se han dibujado una vez descontada la presión neutra de 6 Kg/cm<sup>2</sup>



TRABAJO N°

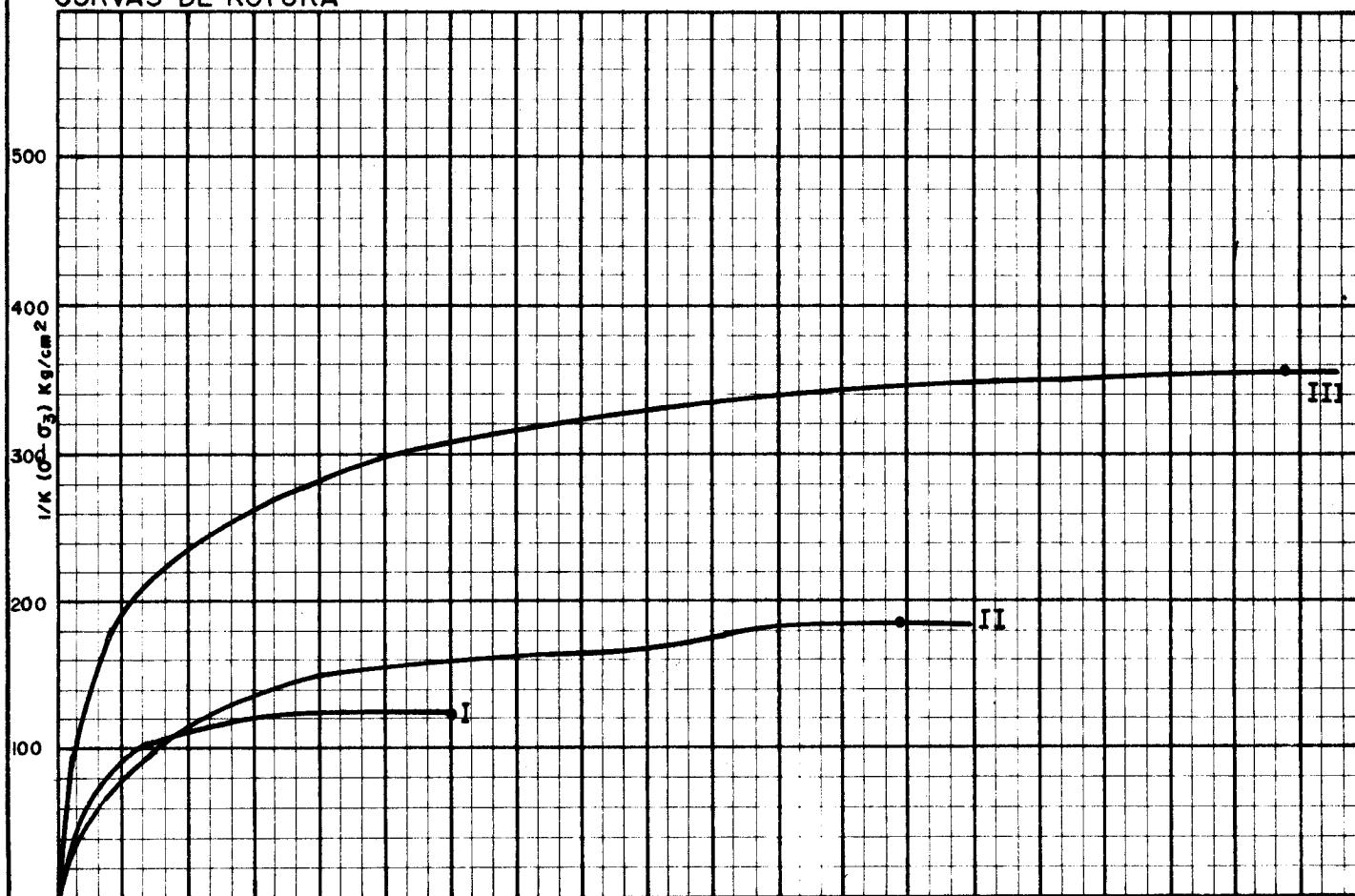
LOCALIDAD: BENAMEJI

MUESTRA N° 93

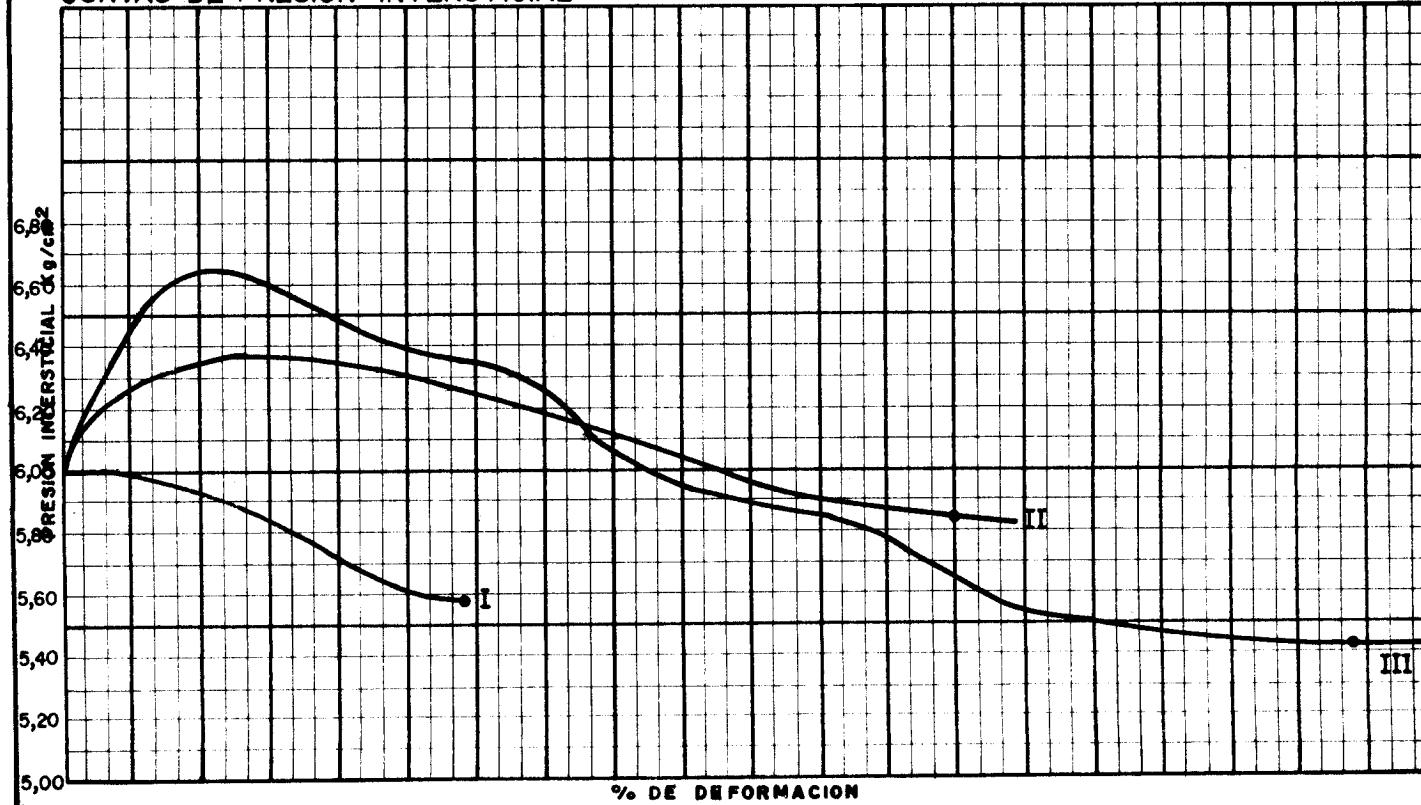
## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROBETA N°	I	II	III		
$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	6,500	7,500	9		
VALORES DE K	0,01190	0,1126	0,1137		

## CURVAS DE ROTURA



## CURVAS DE PRESION INTERSTICIAL



TRABAJO N°

LOCALIDAD Benamejí

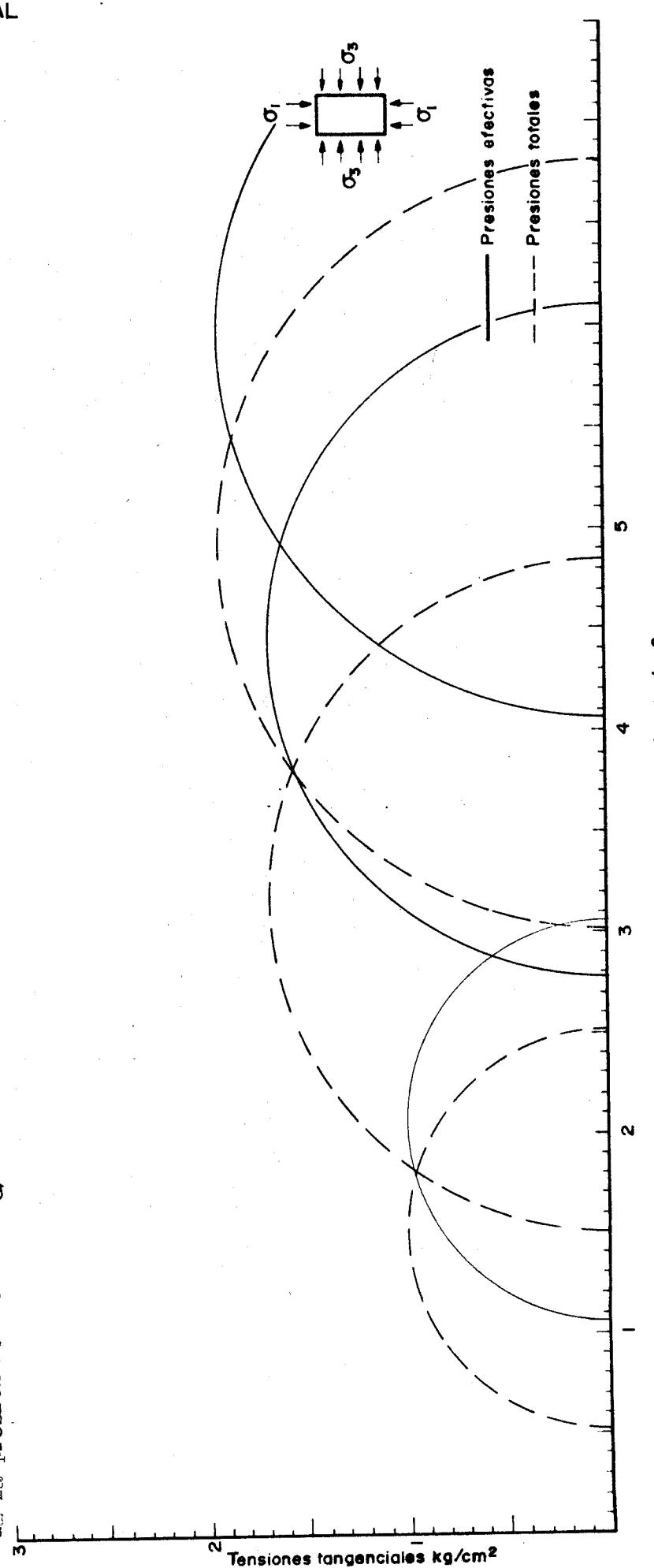
MUESTRA N° 96

**ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL**  
**CIRCULOS DE MOHR**

Tipo de muestra TESTIGO PARA FINADO  
 Tipo de ensayo con consolidación previa y rotura  
 sin drenaje con medidas de las presiones in-  
 tersticiales.

Prueba N°	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )					
% Hum. inicial					
% Hum. final					
Densidad seca					
% Deformación a la rotura					
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.					

OBSERVACIONES: Saturación con contrapresión de 6 Kg/cm<sup>2</sup>.  
 Las presiones totales se han dibujado una vez decentra-  
 da la presión neutra de 5 Kg/cm<sup>2</sup>.



TRABAJO N°

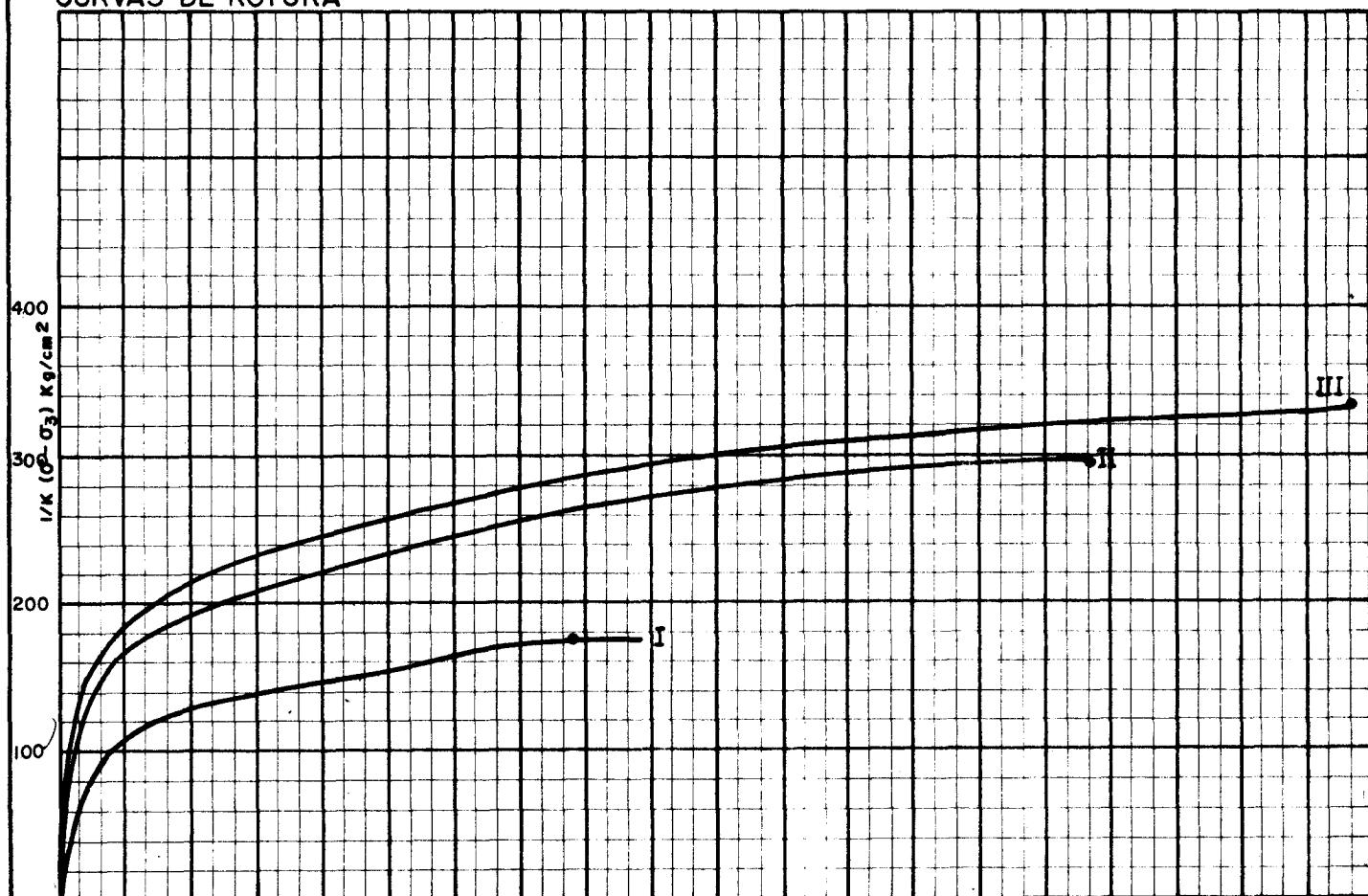
LOCALIDAD: BENAMEJI

MUESTRA N° 26

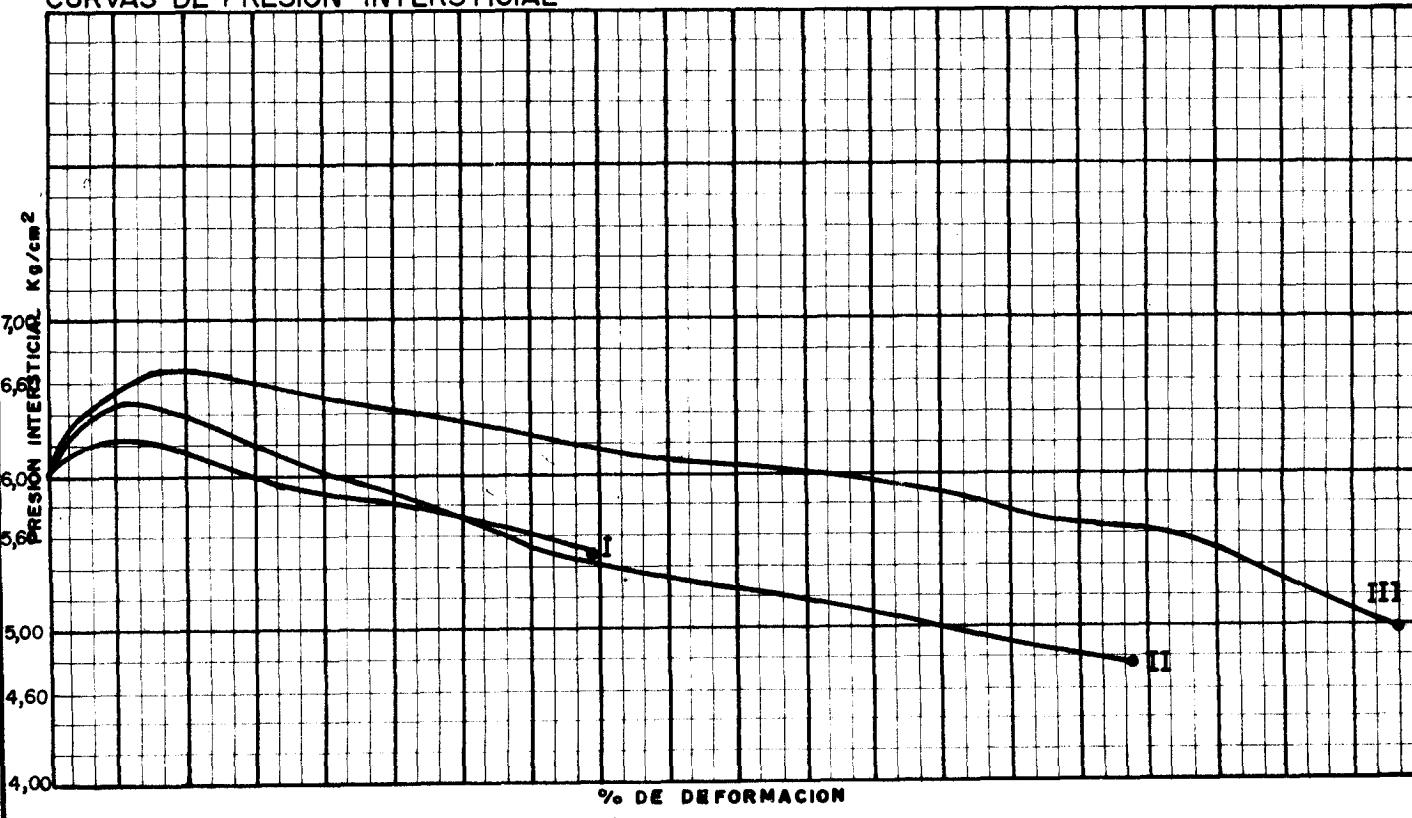
## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROBETA N°	I	II	III	
$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	6,500	7,500	9	
VALORES DE K				

## CURVAS DE ROTURA



## CURVAS DE PRESION INTERSTICIAL



TRABAJO N°

LOCALIDAD Benamejí

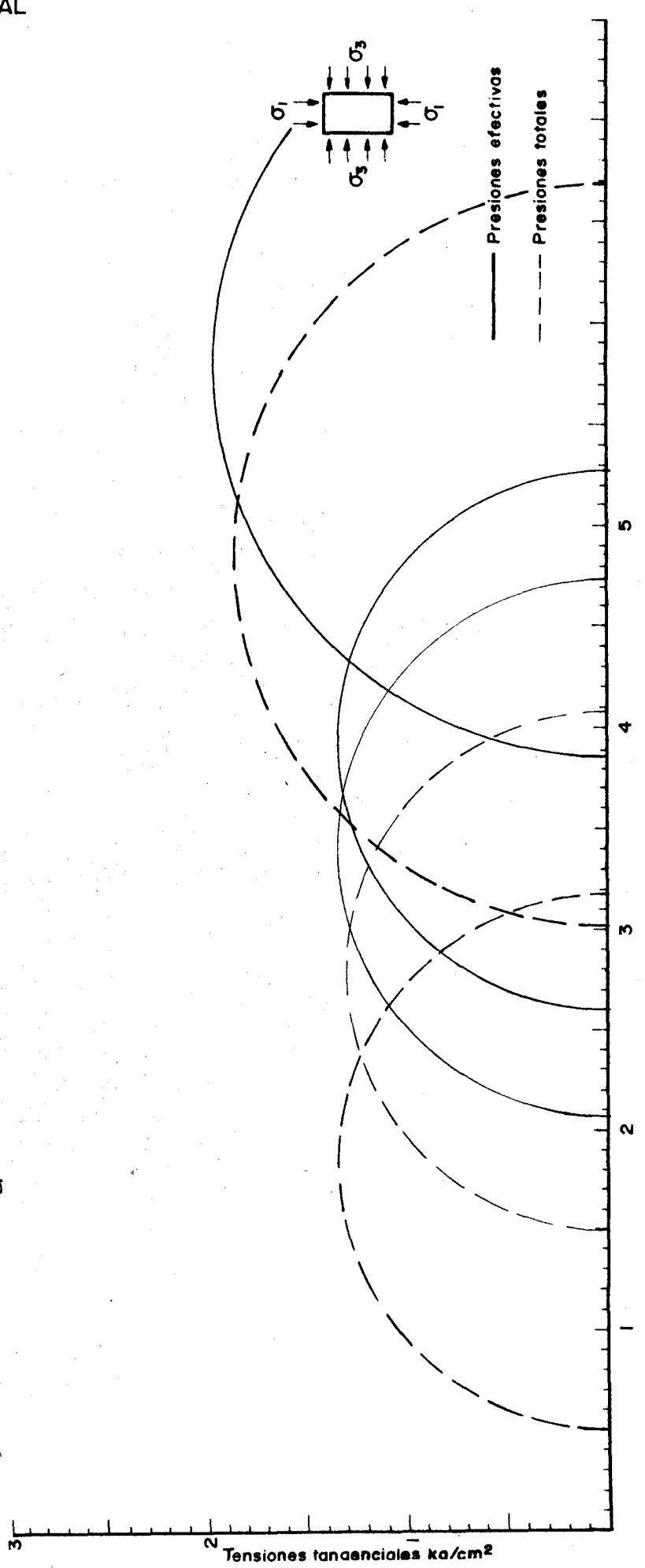
MUESTRA N° 100

**ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL  
CIRCULOS DE MOHR**

TIPO DE MUESTRA TESTIGO PARA FIANADO					
	$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	I	II	III	IV
% Hum. inicial	26,79	28,72	29,38		
% Hum. final	30,60	33,79	31,65		
Densidad seca	1,58	1,51	1,51		
% Deformación a la rotura	20	16	19		
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.	25	25	25		

Prueba N°	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	6,500	7,500	9		
% Hum. inicial	26,79	28,72	29,38		
% Hum. final	30,60	33,79	31,65		
Densidad seca	1,58	1,51	1,51		
% Deformación a la rotura	20	16	19		
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.	25	25	25		

OBSERVACIONES: Saturación con contrapeso de 6 Kg/cm<sup>2</sup>. Las presiones totales se han dibujado una vez descendiendo la presión neutra de 5 Kg/cm<sup>2</sup>.



TRABAJO N°

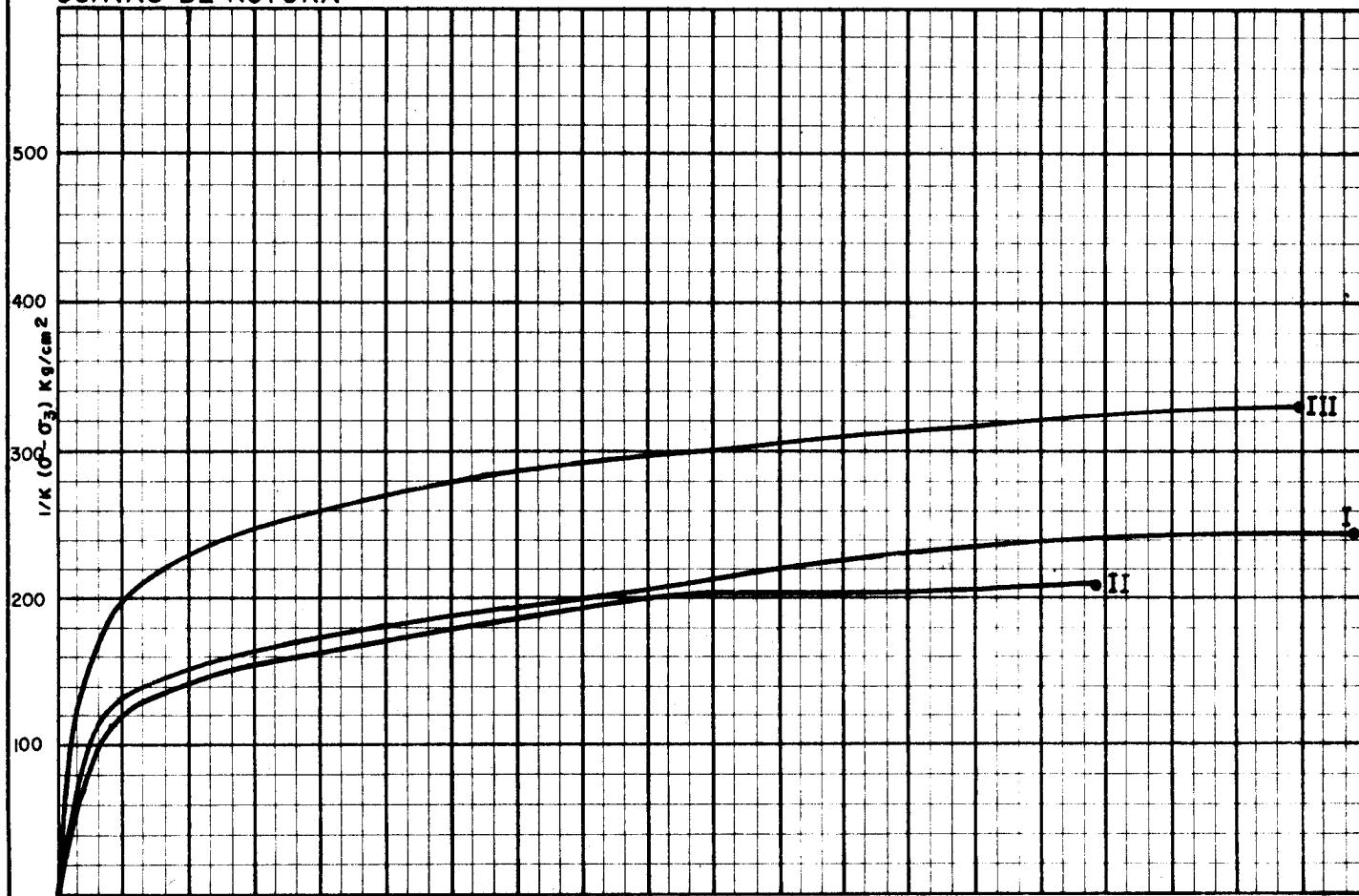
LOCALIDAD: BENAMEJI

MUESTRA N° 100

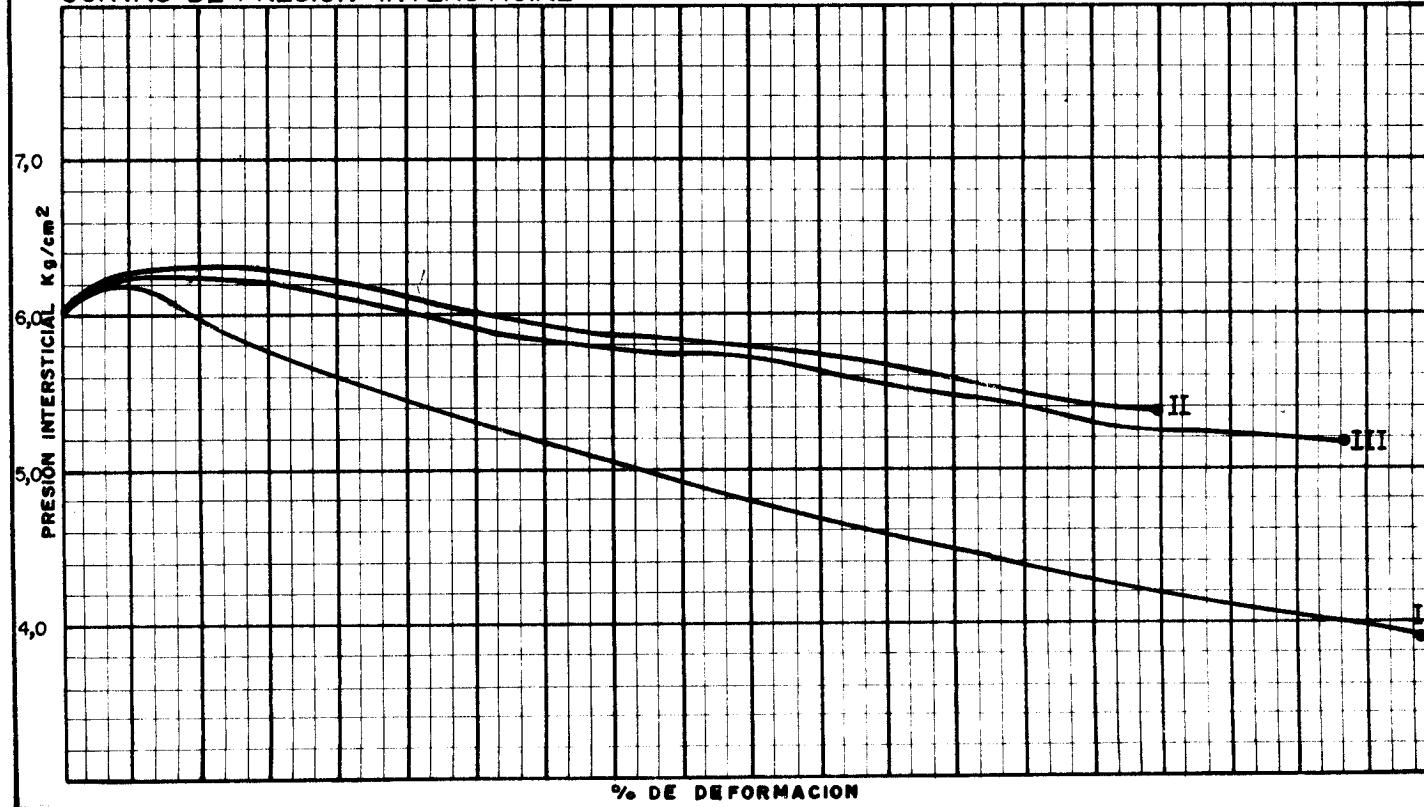
## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROBETA N°	I	II	III			
$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	6,500	7,500	9			
VALORES DE K	0,01117	0,01117	0,01126			

## CURVAS DE ROTURA



## CURVAS DE PRESION INTERSTICIAL



TRABAJO N°

LOCALIDAD Benavente

MUESTRA N° 105

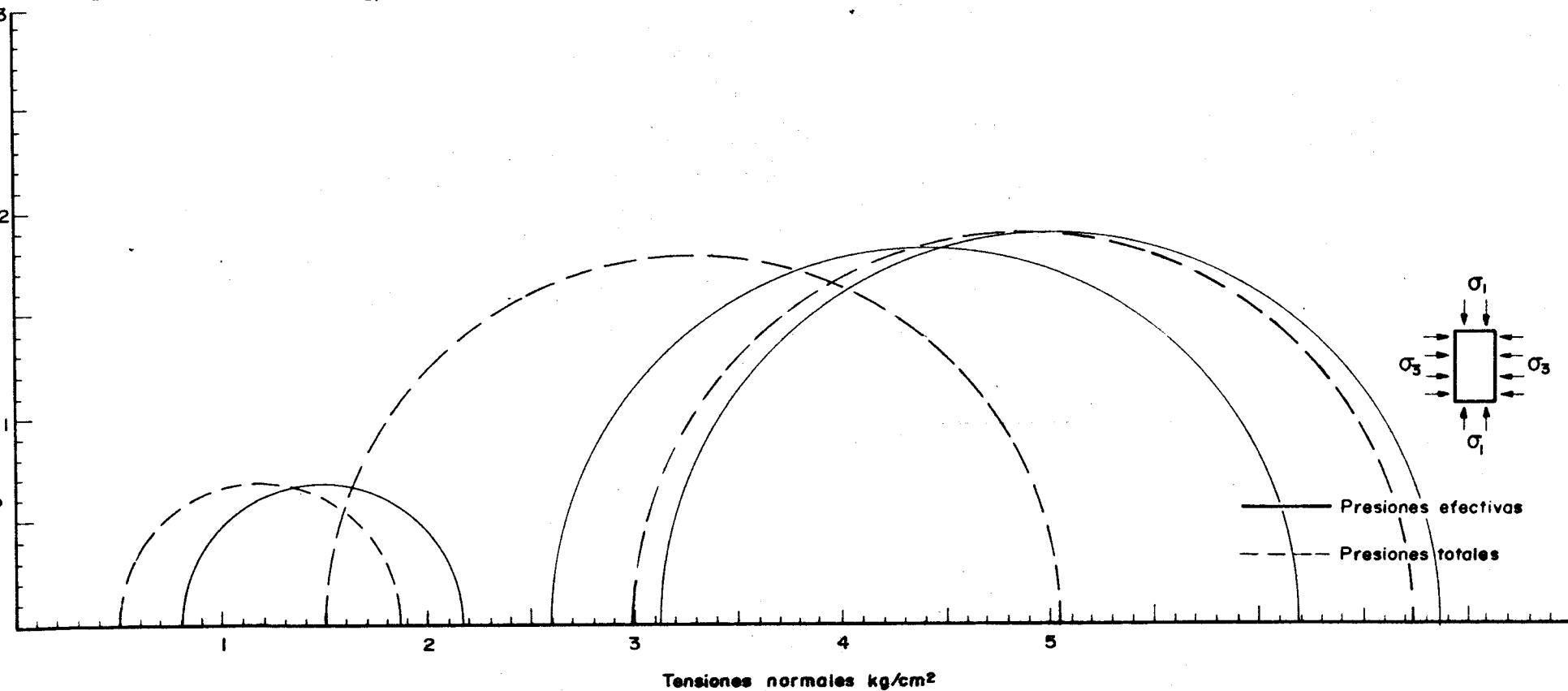
**ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL  
CÍRCULOS DE MOHR**

Tipo de muestra TESTIGO PARAFINADO

Tipo de ensayo con consolidación previa y rotura sin drenaje con medidas de las presiones intersticiales.

Probeta N°	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	6,500	7,500	9		
% Hum. inicial	25,67	19,26	22,03		
% Hum. final	29,40	22,94	26,27		
Densidad seca	1,55	1,72	1,63		
% Deformación a la rotura	9	17	20		
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.	25	25	25		

OBSERVACIONES: Saturación con contrapeso de 6 Kg/cm<sup>2</sup>. Las presiones totales se han dibujado una vez descontada la presión neutra de 6 Kg/cm<sup>2</sup>.



TRABAJO N°

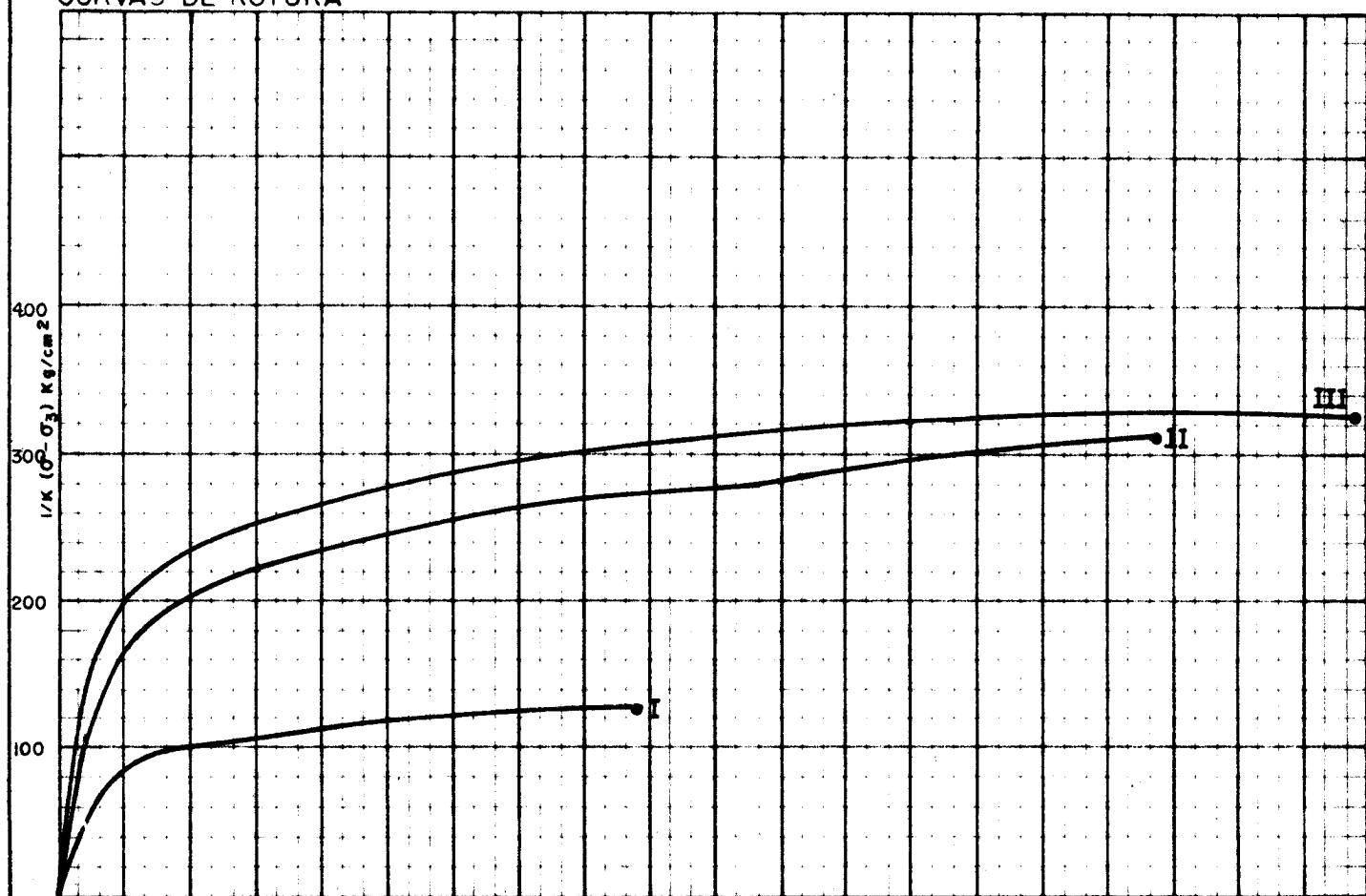
LOCALIDAD: BENAMEJI

MUESTRA N° 105

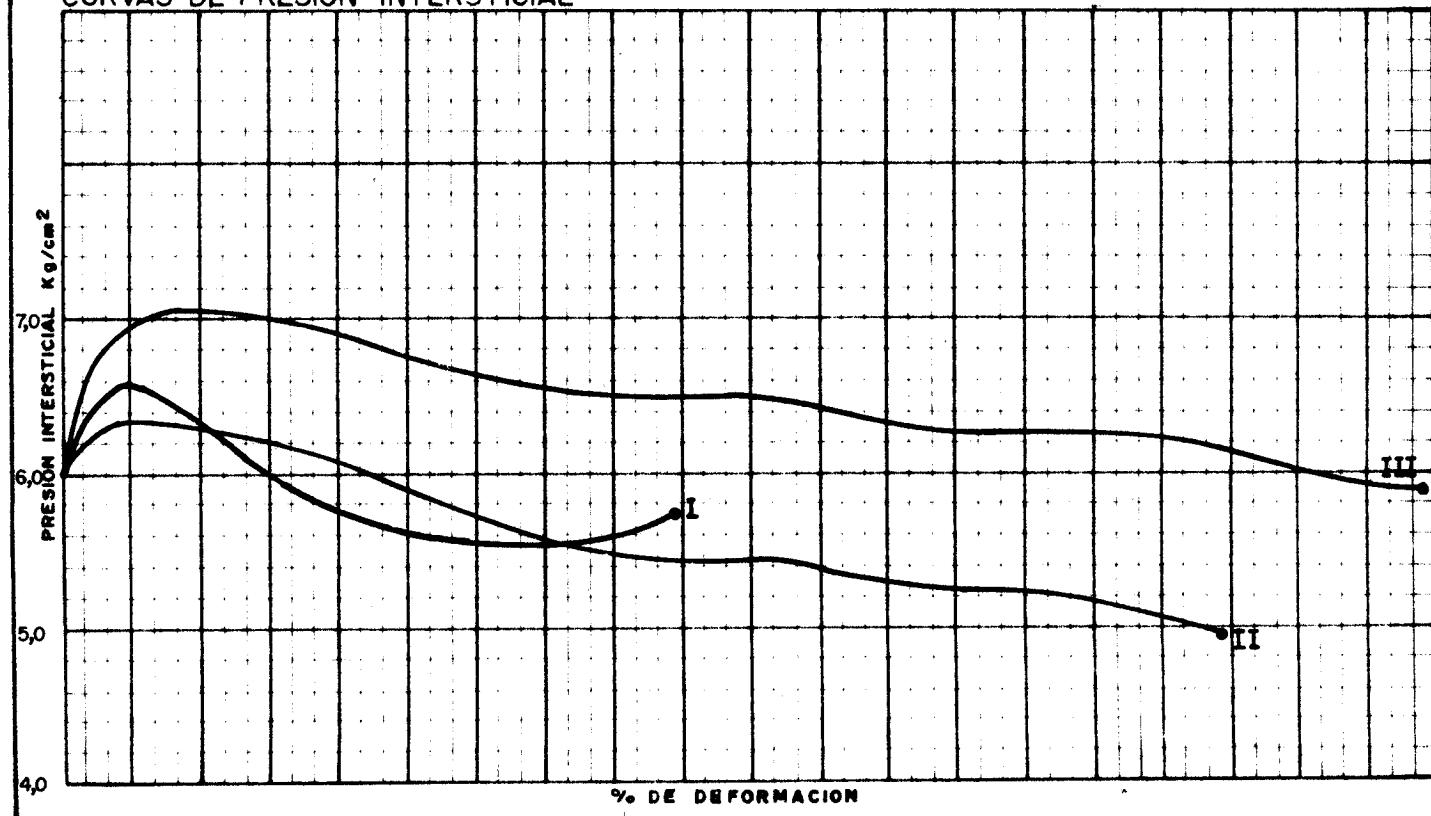
## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROBETA N°	I	II	III
$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	6,500	7,500	9
VALORES DE K	0,01117	0,01129	0,01129

## CURVAS DE ROTURA



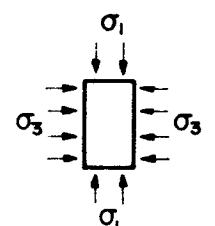
## CURVAS DE PRESION INTERSTICIAL



TRABAJO N°

LOCALIDAD Beneméjí

MUESTRA N° 122

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL  
CÍRCULOS DE MOHR

— Presiones efectivas

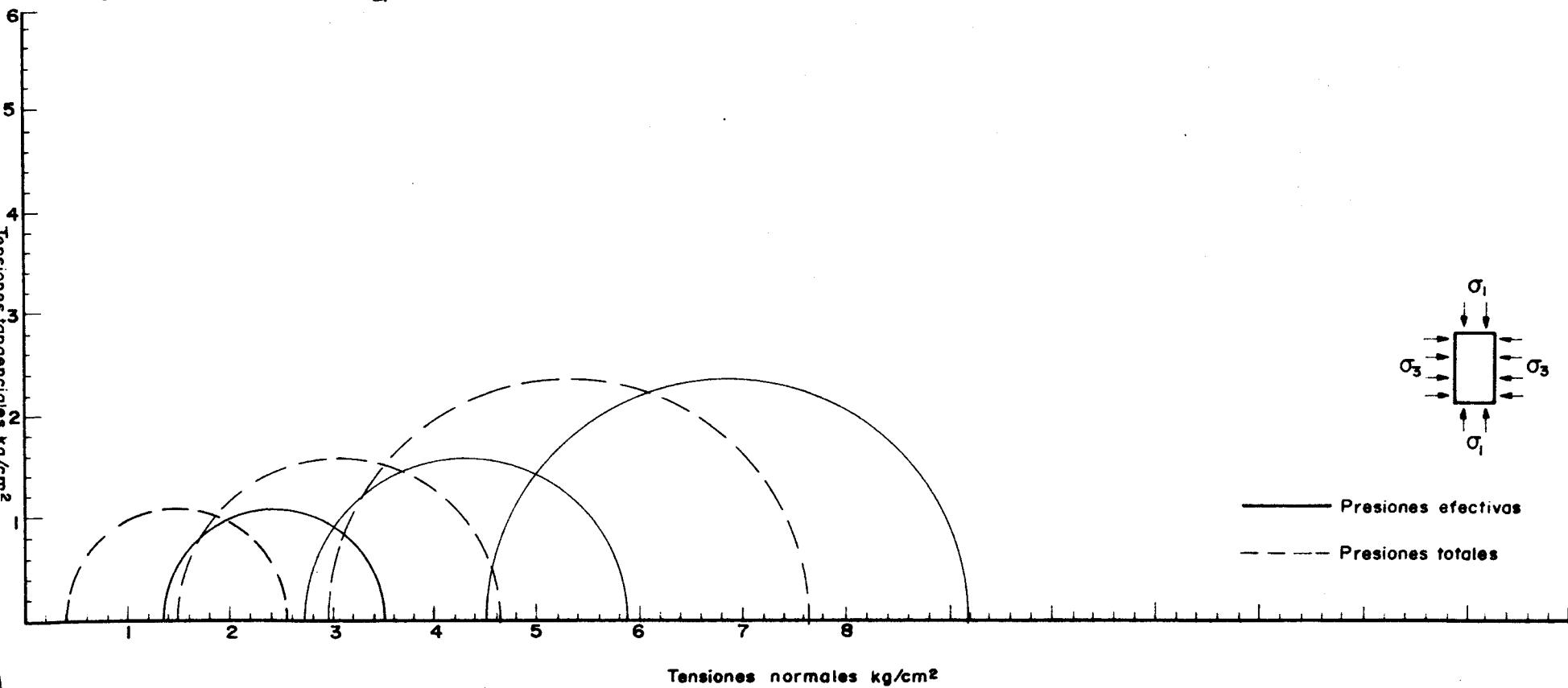
- - - Presiones totales

Probeta N°	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	6,500	7,500	9		
% Hum. inicial	25,44	24,98	24,19		
% Hum. final	30,71	32,65	28,74		
Densidad seca	1,56	1,58	1,60		
% Deformación a la rotura	8	20	12		
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.	25	25	25		

Tipo de muestra TESTIGO PARAFINADO

Tipo de ensayo con consolidación previa y rotura sin drenaje con medidas de las presiones intersticiales.

OBSERVACIONES: Saturación con contraposición de 6 Kg/cm<sup>2</sup>  
Las presiones totales se han dibujado una vez descontada la presión neutra de 6 Kg/cm<sup>2</sup>



TRABAJO N°

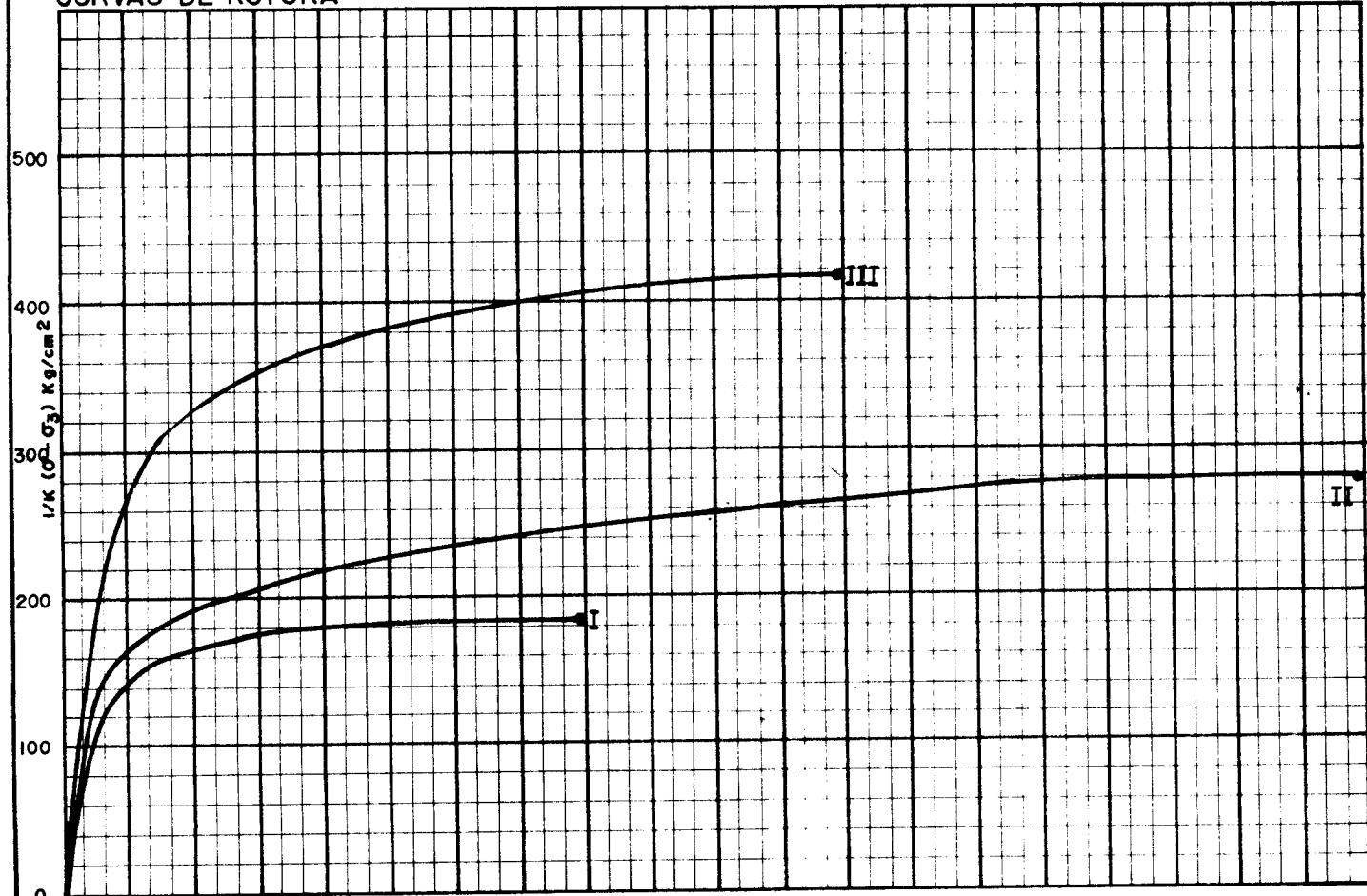
LOCALIDAD: BENAMEJI

MUESTRA N° 123

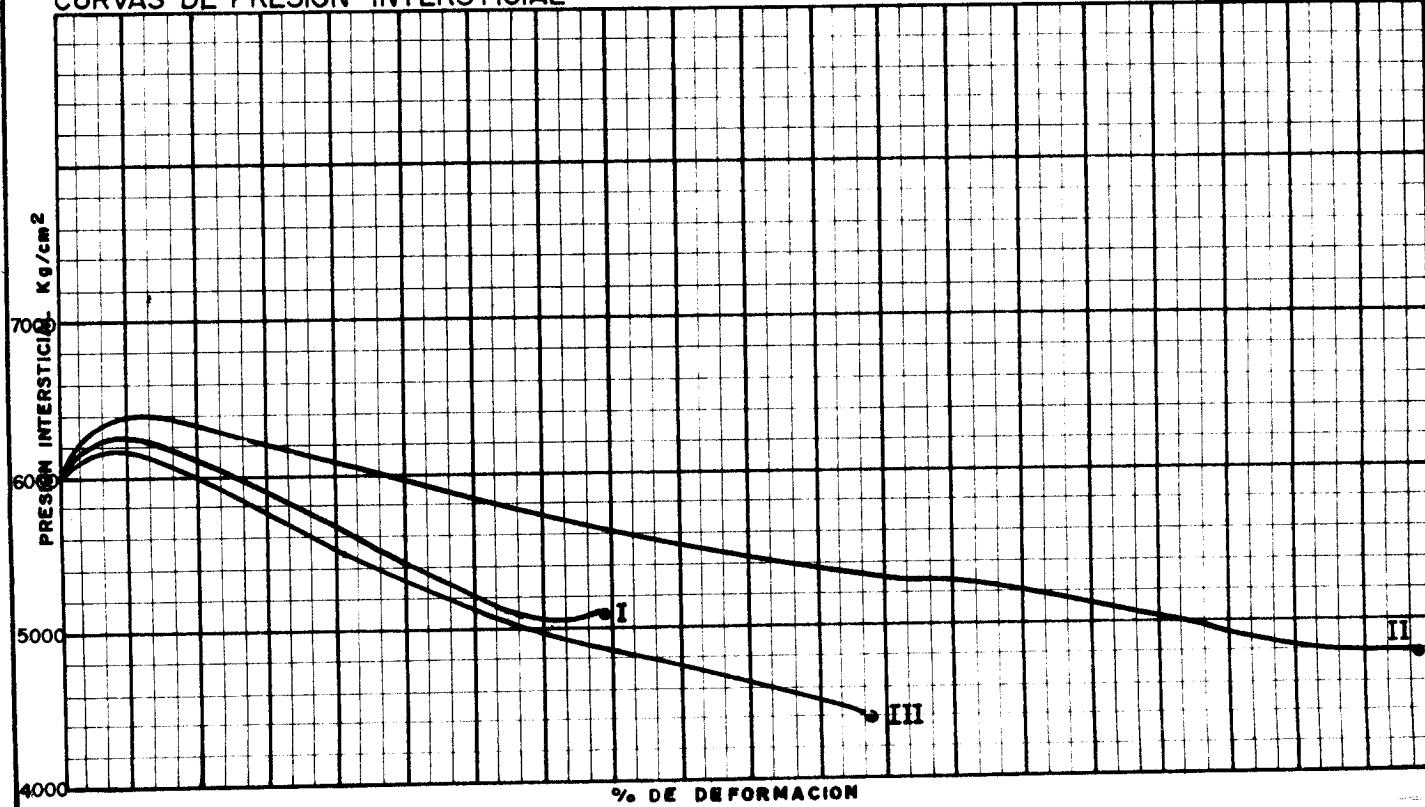
## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROBETA N°	I	II	III			
$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	6,500	7,500	9			
VALORES DE K	0,01117	0,01126	0,01114			

## CURVAS DE ROTURA



## CURVAS DE PRESION INTERSTICIAL



## ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

## CÍRCULOS DE MOHR

TRABAJO N°

LOCALIDAD Beneméjí

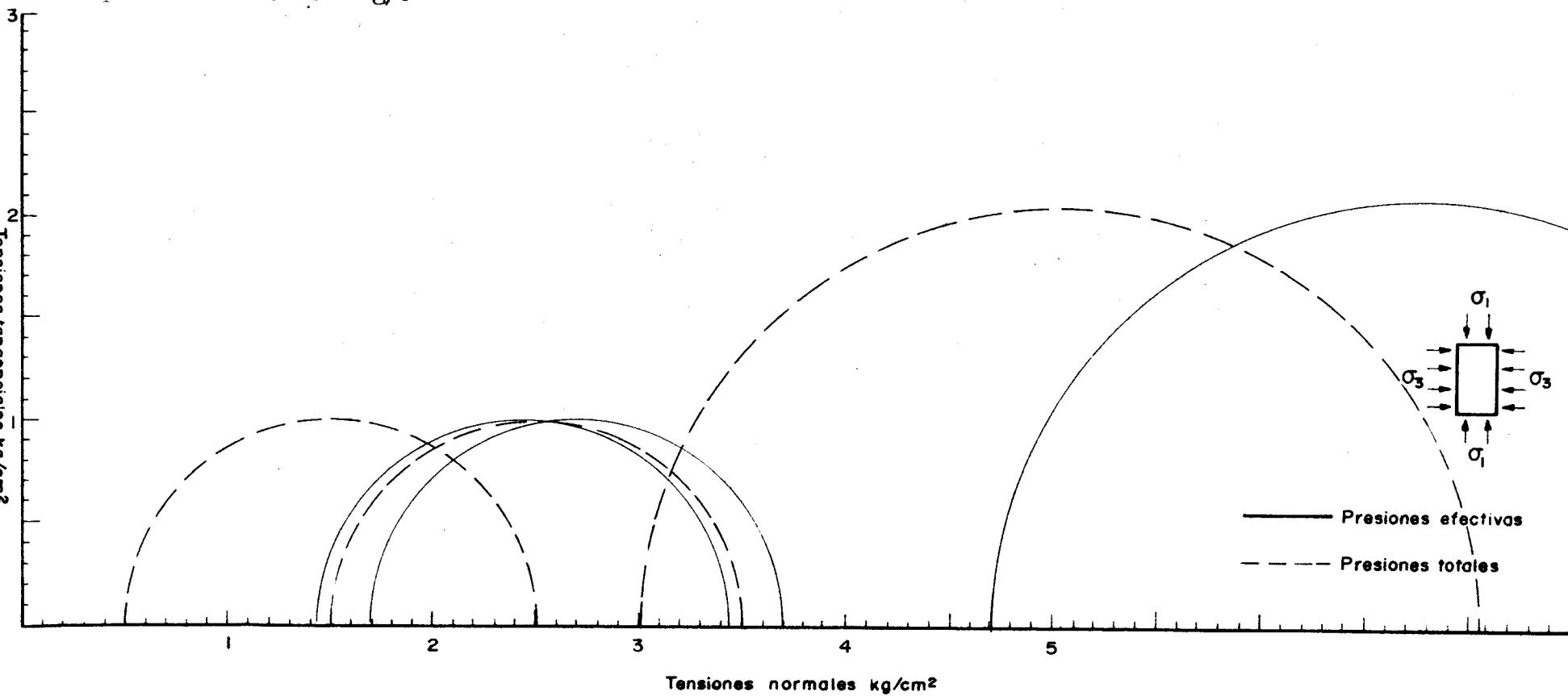
MUESTRA N° 123

Tipo de muestra TESTIGO PARA FILADO

Tipo de ensayo con consolidación previa y retira sin drenaje con medidas de las presiones intersticiales.

Probeta N°	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	6,500	7,500	9		
% Hum. inicial	25,61	24,20	23,57		
% Hum. final	32,93	29,11	27,23		
Densidad seca	1,57	1,62	1,59		
% Deformación a la rotura	13	9	15		
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.	25	25	25		

OBSERVACIONES: Saturación con contraposición de 6 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Las presiones totales se han dibujado una vez descontada la presión neutra de 6 Kg/cm<sup>2</sup>



TRABAJO N°

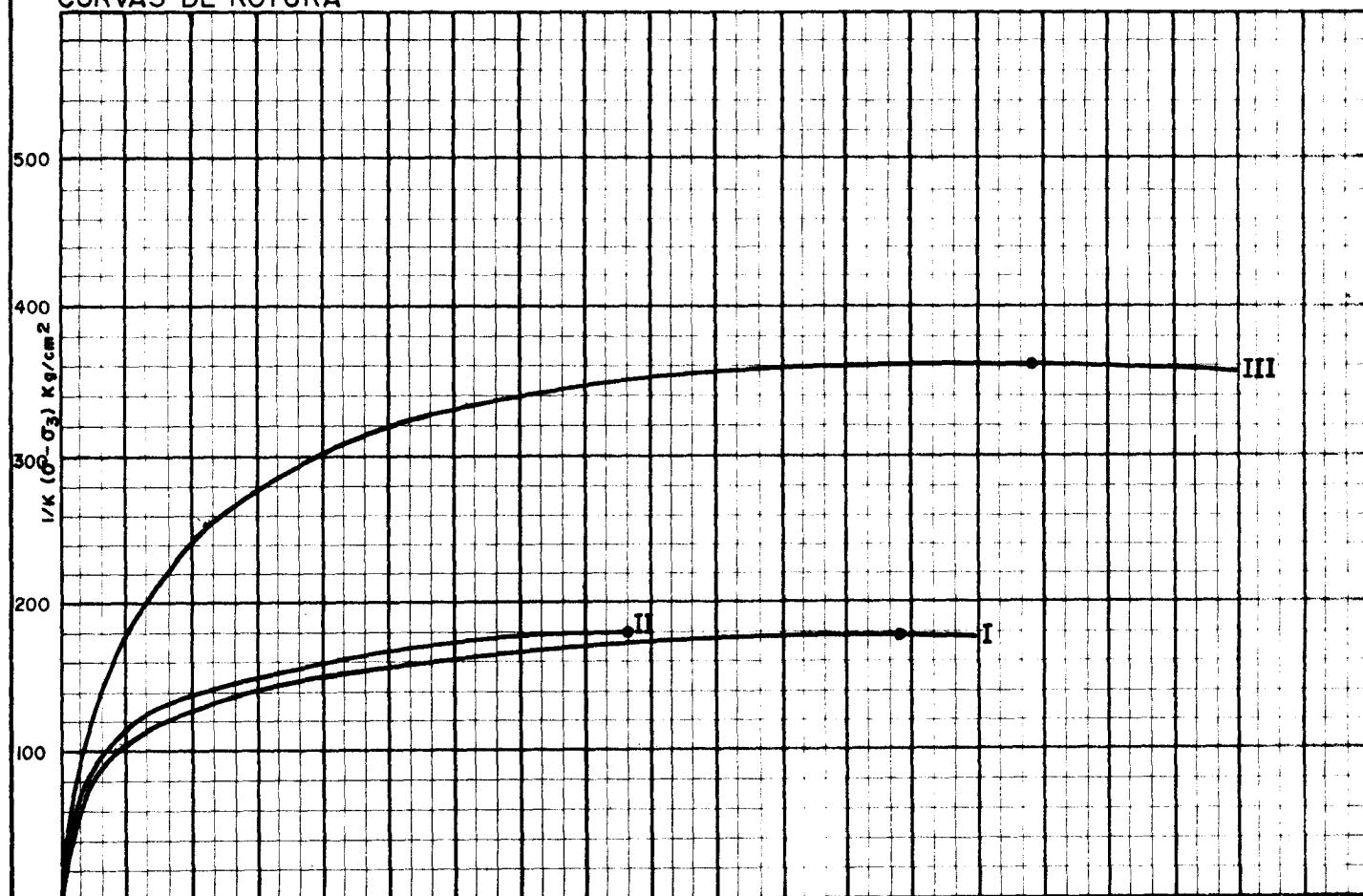
LOCALIDAD: BENAMEJI

MUESTRA N° 123

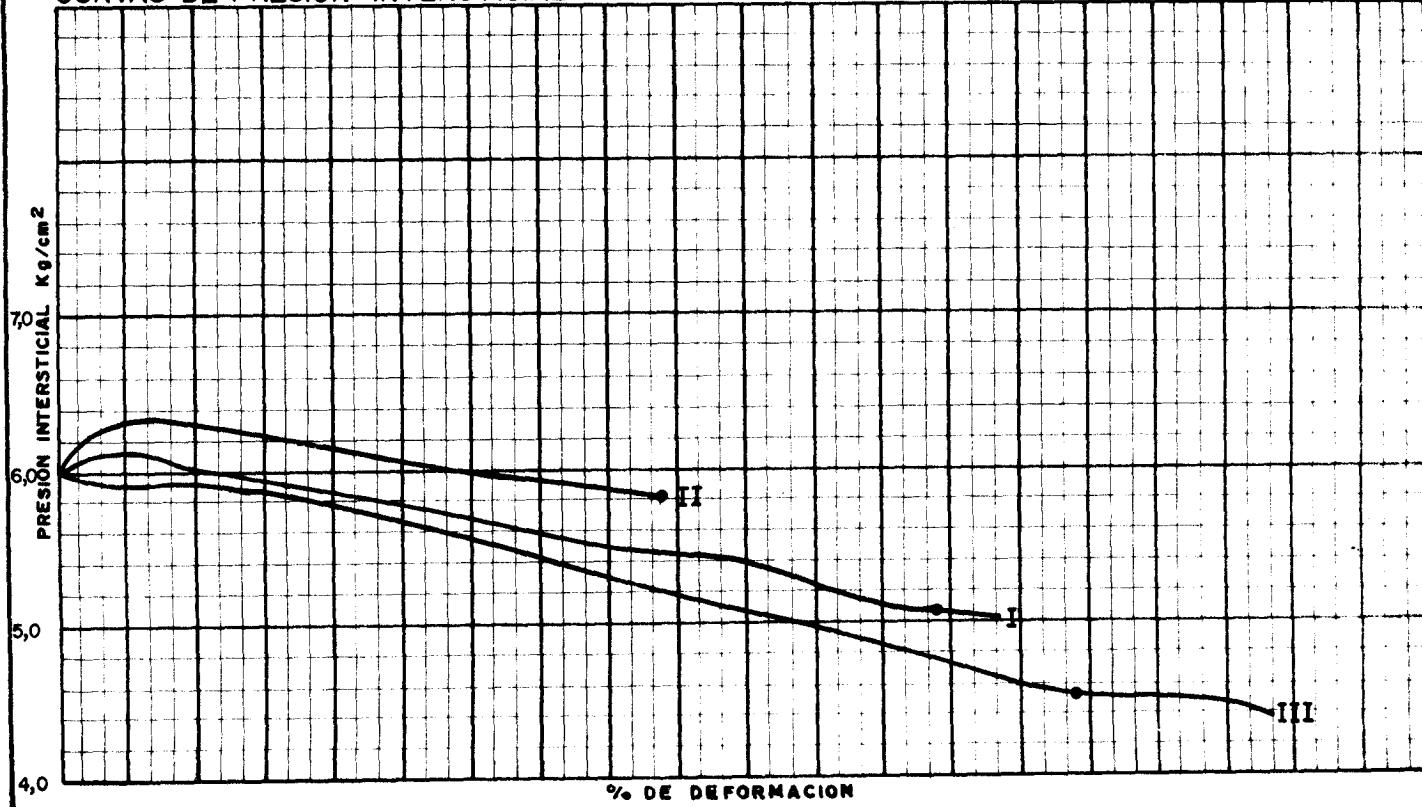
## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROBETA N°	I	II	III
$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	6,500	7,500	9
VALORES DE K	0,01117	0,01117	0,01126

## CURVAS DE ROTURA



## CURVAS DE PRESION INTERSTICIAL



## MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCIÓN GENERAL DE MINAS Y COMBUSTIBLES

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

LABORATORIO

## ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

## CÍRCULOS DE MOHR

TRABAJO N° \_\_\_\_\_

LOCALIDAD Benavente

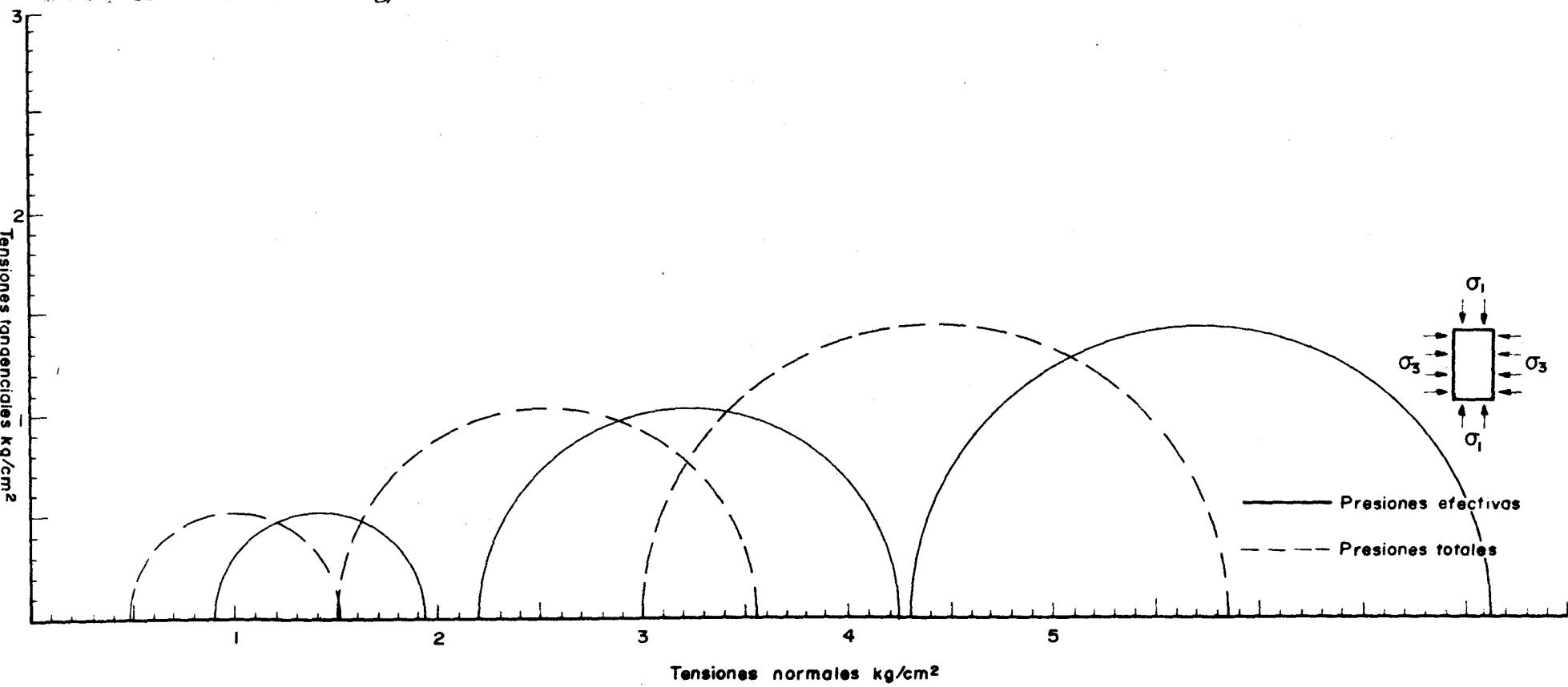
MUESTRA N° 126

## Tipo de muestra TESTIGO PARAFITADO

Tipo de ensayo con consolidación previa y rotura sin drenaje con medidas de las presiones intersticiales.

Probeta N°	I	II	III	IV	V
$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	6,500	7,500	9		
% Hum. inicial	30,37	26,46	24,56		
% Hum. final	35,37	30,10	27,43		
Densidad seca	1,46	1,56	1,60		
% Deformación a la rotura	11	13	14		
Velocidad del ensayo minutos para 1% Def.	25	25	25		

OBSERVACIONES: Saturación con contrapesión de 6 Kg/cm<sup>2</sup>. Las presiones totales se han dibujado una vez descontada la presión neutra de 5 Kg/cm<sup>2</sup>.



TRABAJO N°

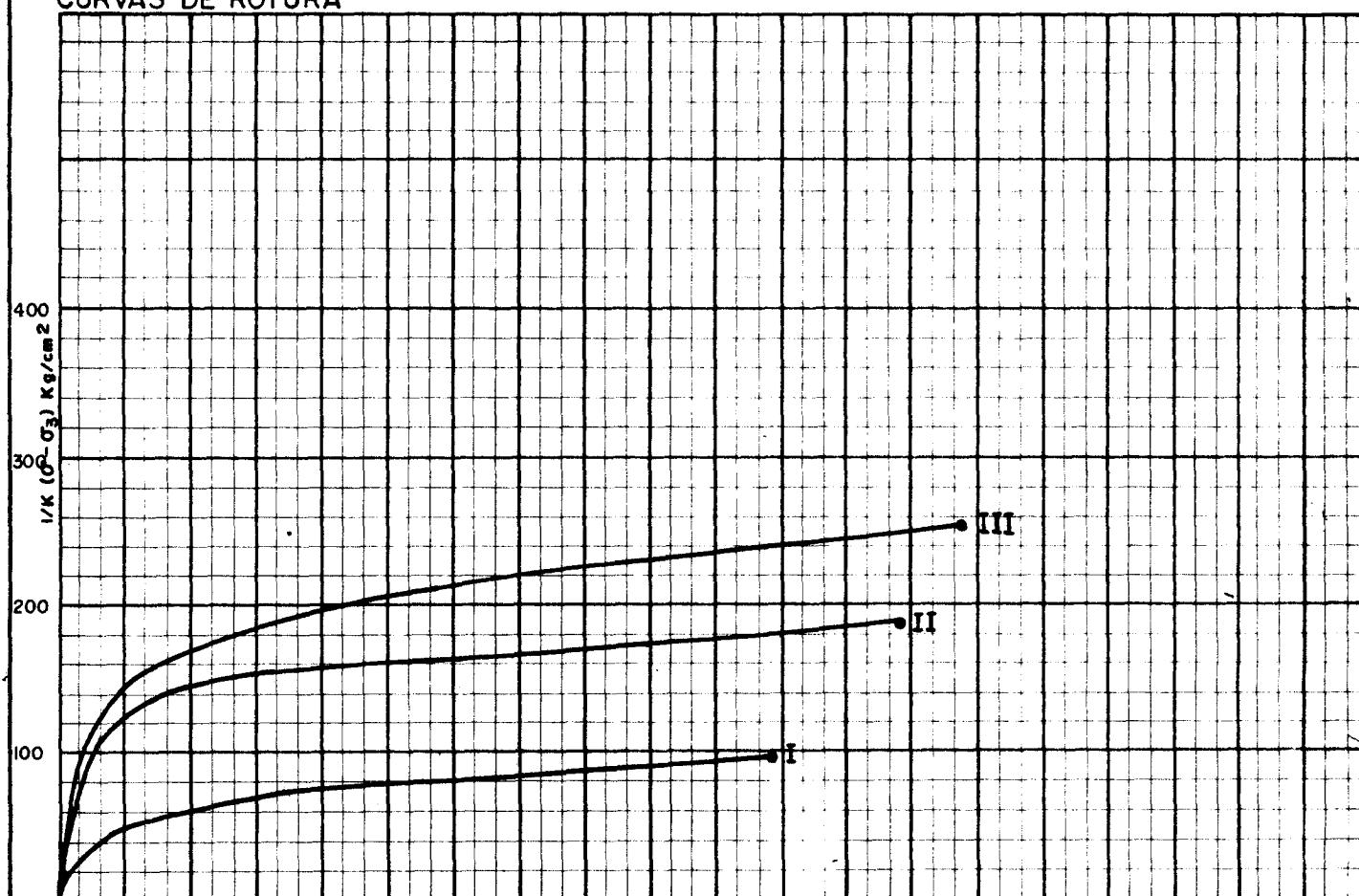
LOCALIDAD: BENAMEJI

MUESTRA N° 126

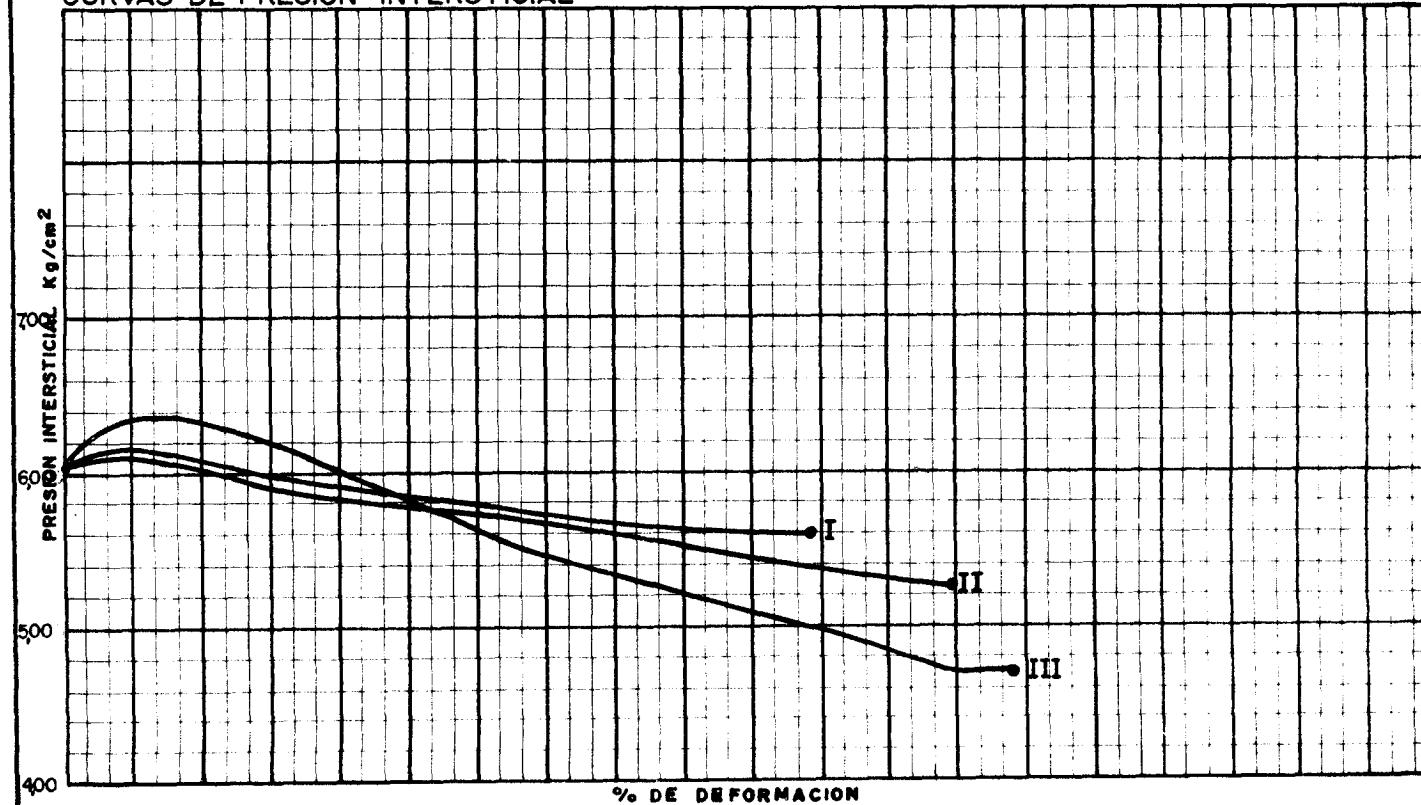
## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROBETA N°	I	II	III
$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	5,00	7,500	2
VALORES DE K	0,01126	0,01126	0,01117

## CURVAS DE ROTURA



## CURVAS DE PRESION INTERSTICIAL



**MINISTERIO DE INDUSTRIA**

DIRECCION GENERAL DE MINAS Y COMBUSTIBLES

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

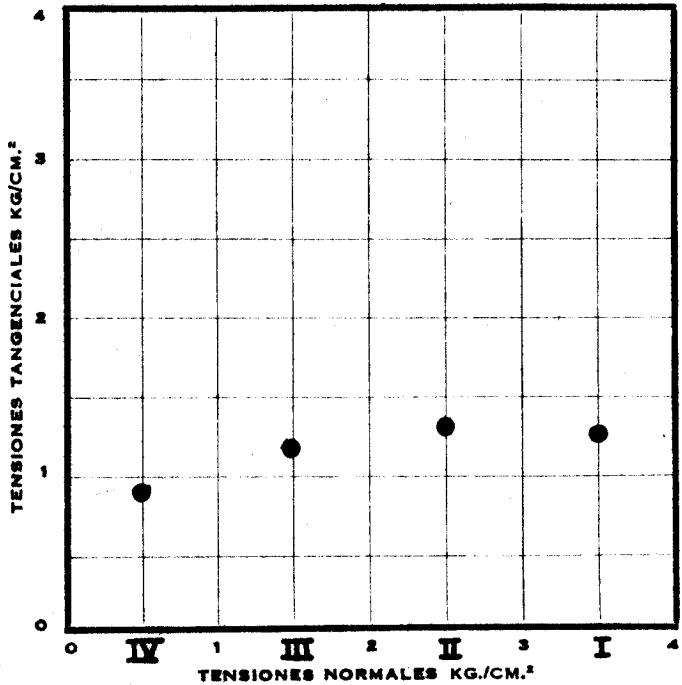
**DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA**

**LABORATORIO**

DENOMINACION Benamejí SONDEO N.º 7 MUESTRA N.º 8 PROFUNDIDAD 22,12-22,62

Trabajo N.º G.E.I.N. Cliente

Tiempos de rotura  
Punto I -  
Punto II -  
Punto III -  
Punto IV -

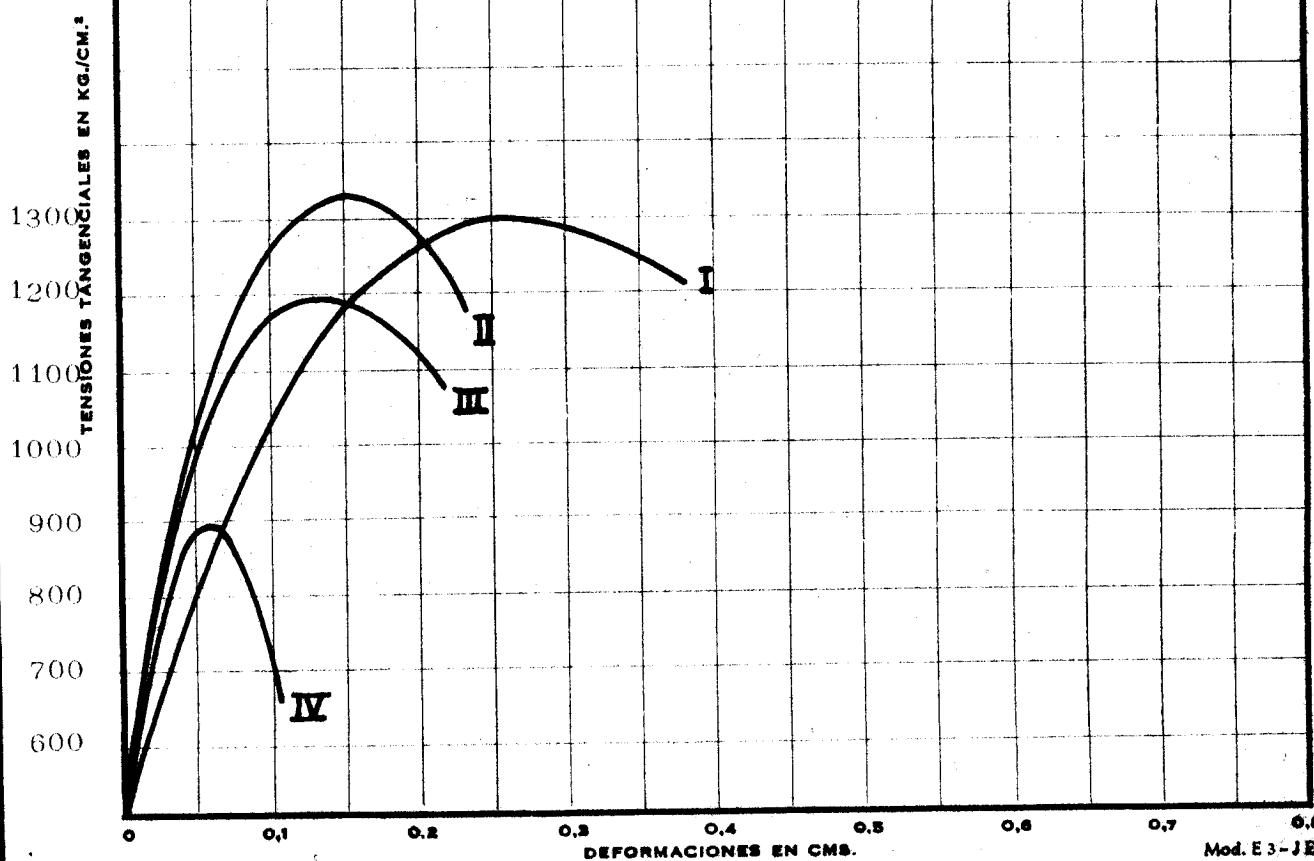


**APARATO DE CASAGRANDE**

**ENSAYO:**

Con muestra inalterada  
y consolidación previa.

Dens. seca -



**MINISTERIO DE INDUSTRIA**

DIRECCION GENERAL DE MINAS Y COMBUSTIBLES

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA**

**LABORATORIO**

DENOMINACION Benamejí SONDEO N.<sup>o</sup> 7 MUESTRA N.<sup>o</sup> 67 PROFUNDIDAD 32-32,50

Tiempos de rotura

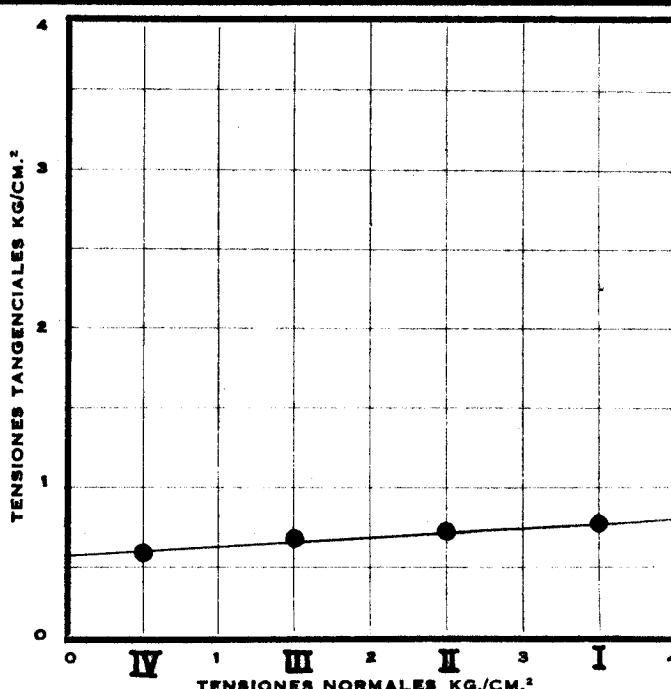
Punto I -

Punto II -

Punto III -

Punto IV -

Trabajo N.<sup>o</sup> G.E.I.N Cliente



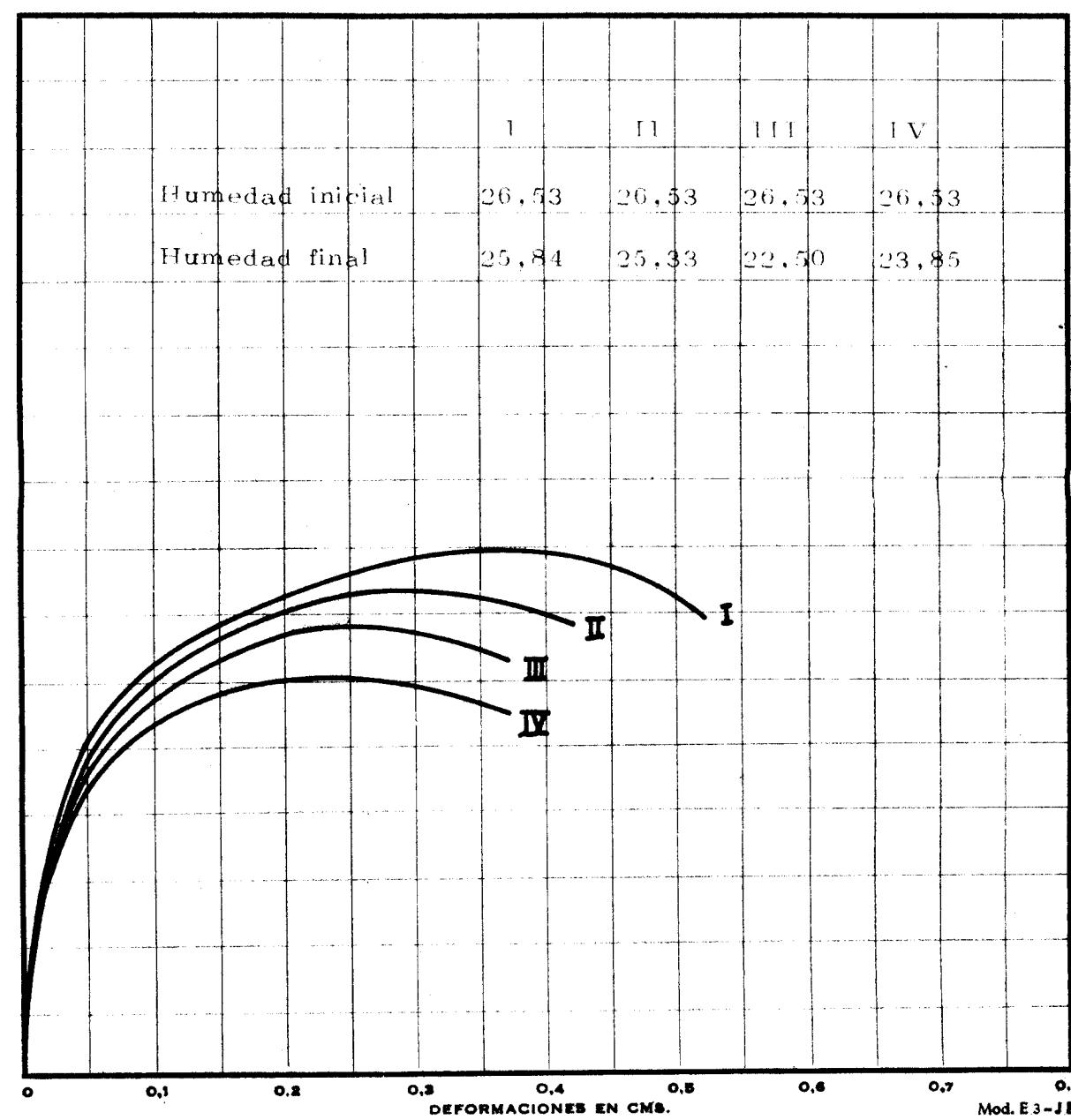
**APARATO DE  
CASAGRANDE**

**ENSAYO:**

Con muestra inalterada  
y consolidación previa.

Dens. seca -

TENSIONES TANGENCIALES EN KG./CM.²



DENOMINACION Benamejí SONDEO N.<sup>o</sup> 7 MUESTRA N.<sup>o</sup> 69 PROFUNDIDAD 41-41,50

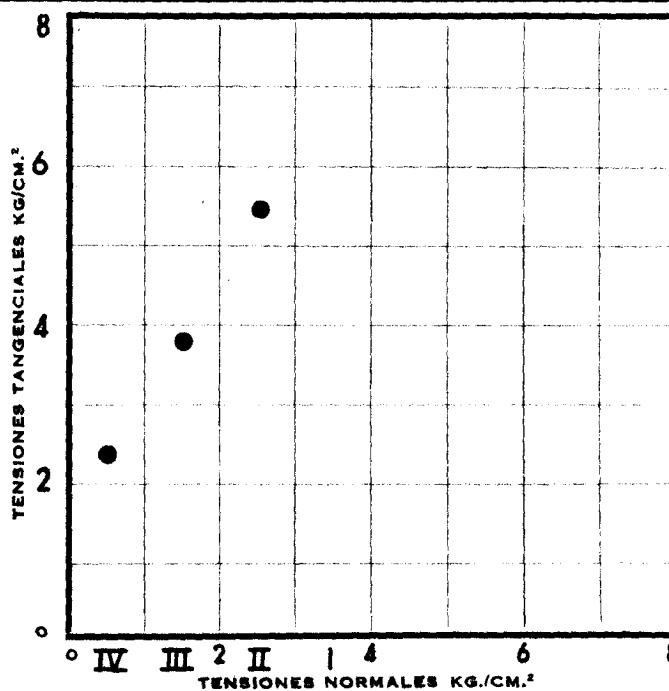
Tiempo de rotura

Punto I -

Punto II -

Punto III -

Punto IV -

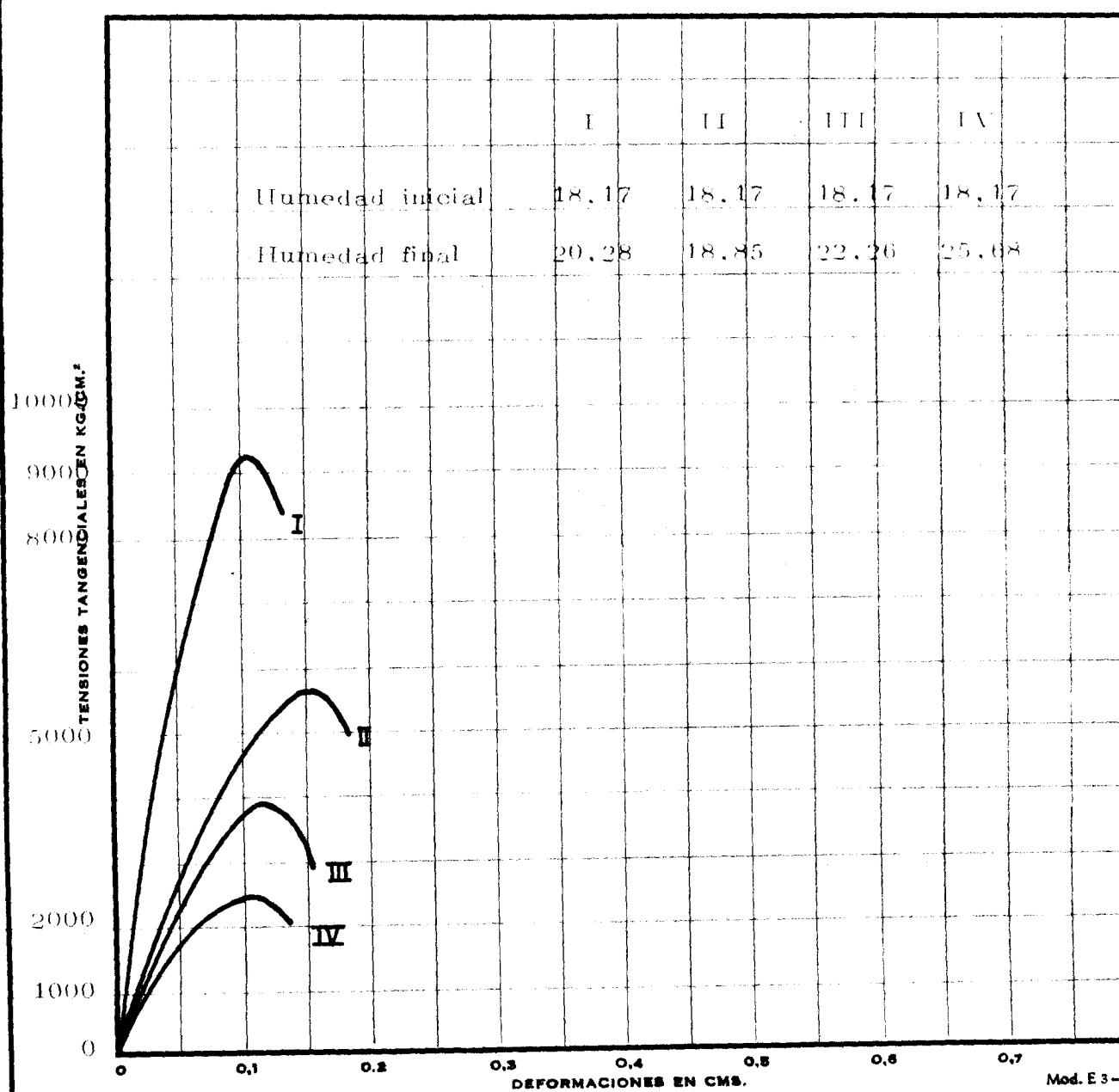


### APARATO DE CASAGRANDE

#### ENSAYO:

Con muestra inalterada  
y consolidación previa.

Dens. seca -



**DENOMINACION Benemérito SONDEO N.<sup>o</sup>**

7

MUESTRA N.<sup>o</sup> 70

**PROFUNDIDAD** 44-44,5

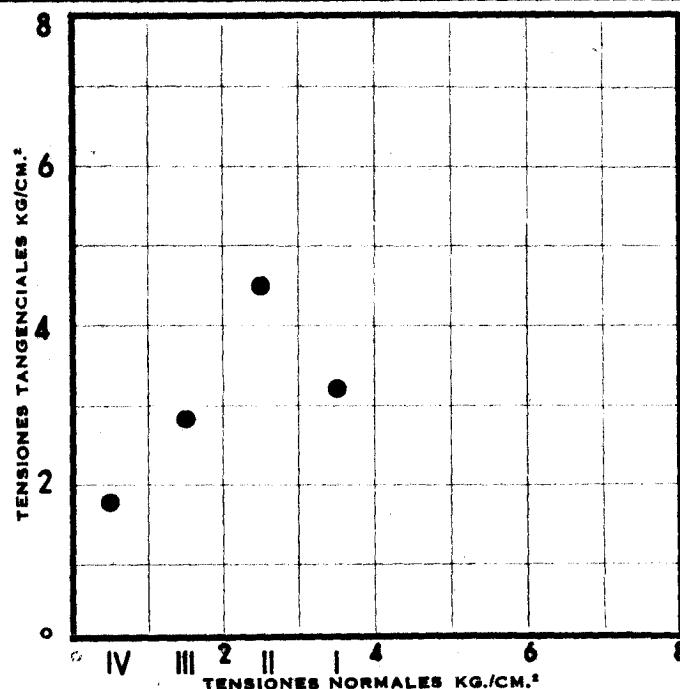
Trabajo N.<sup>o</sup>

#### Tiempos de rotura

**Punto I -**

#### Punto II -

### Punto III -



## APARATO DE CASAGRANDE

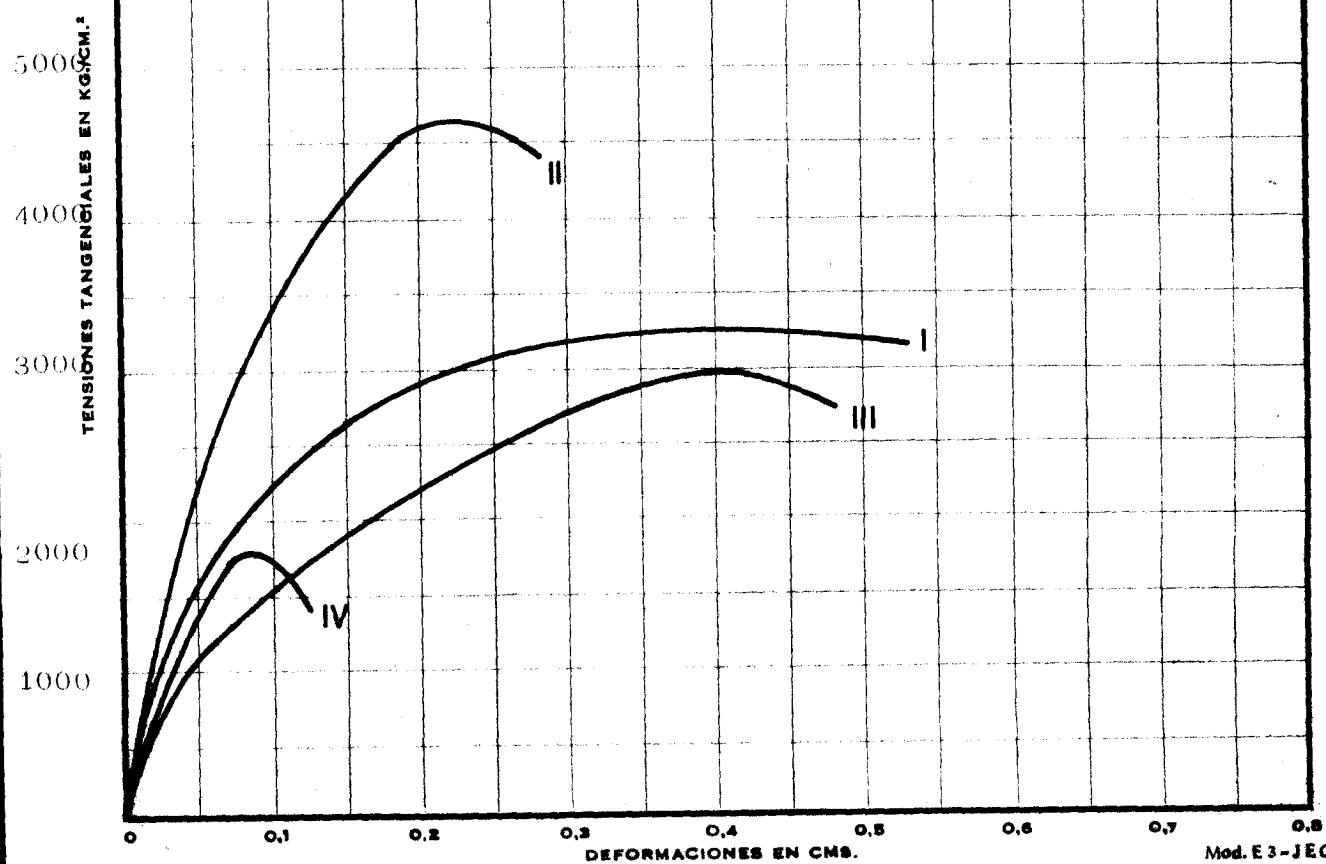
ENSAYO:

Con muestra inalterada  
y consolidación previa.

Dens. seca -

Client

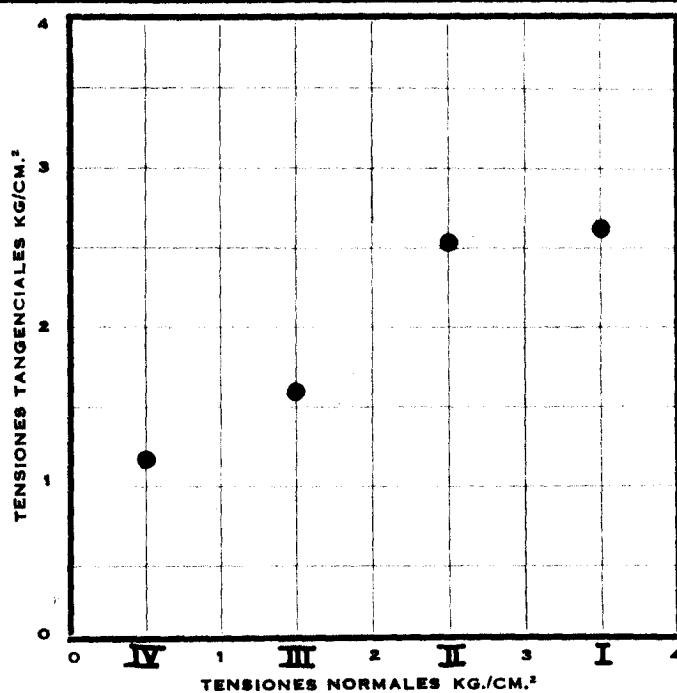
	I	II	III	IV
Humedad inicial	20,70	20,70	20,70	20,70
Humedad final	26,67	24,50	21,27	24,39



DENOMINACION Benamejí SONDEO N.<sup>o</sup> 7 MUESTRA N.<sup>o</sup> 79 PROFUNDIDAD 57-57,50

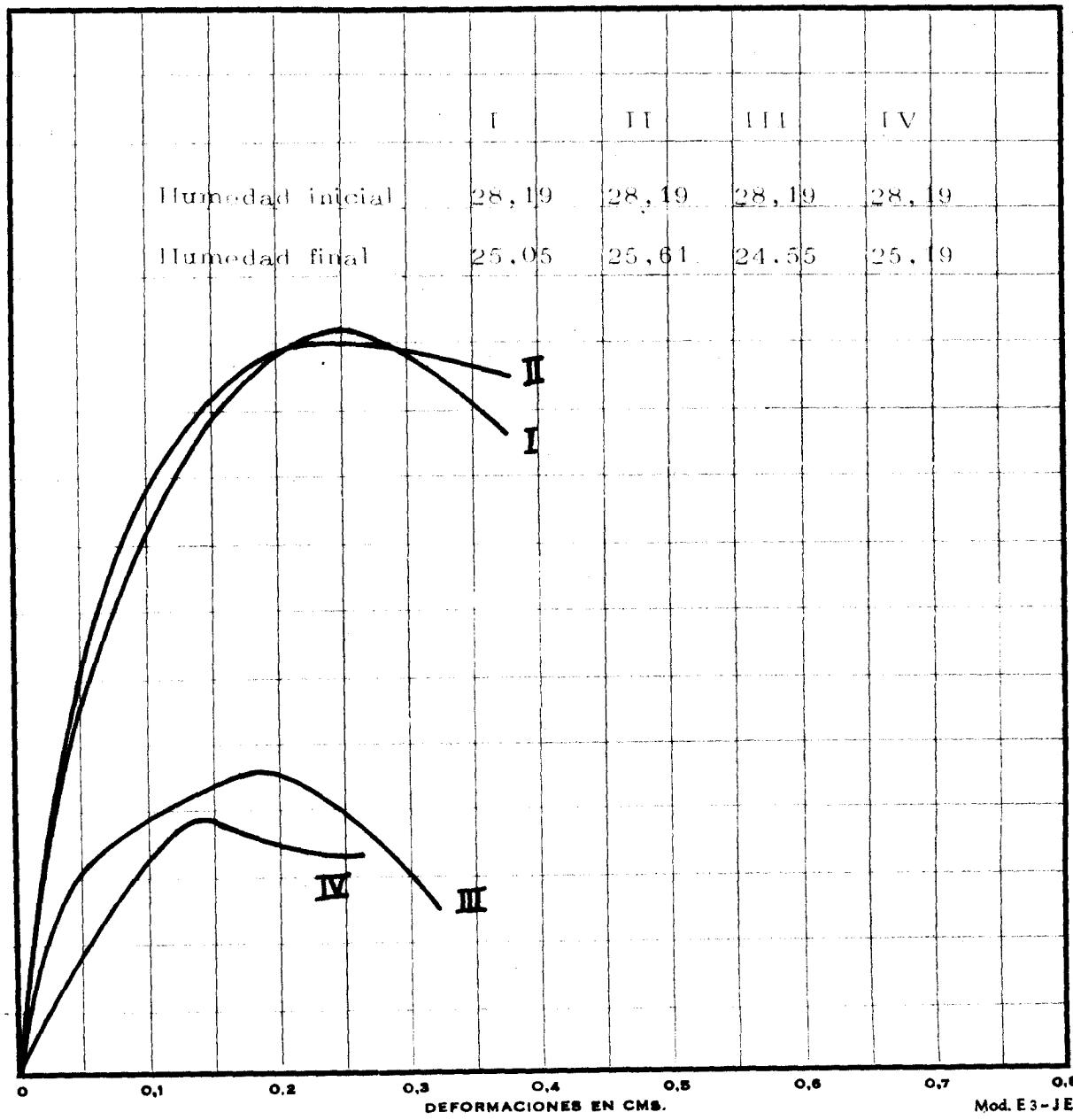
Trabajo N.<sup>o</sup> C.I.E.T.N. Cliente

Tiempos de rotura  
 Punto I -  
 Punto II -  
 Punto III -  
 Punto IV -



2600  
 2400  
 2200  
 2000  
 1800  
 1600  
 1400  
 1200  
 1000  
 800  
 600  
 400

TENSIONES TANGENCIALES EN KG./CM.<sup>2</sup>



DENOMINACION Benamejí SONDEO N.<sup>o</sup>MUESTRA N.<sup>o</sup>

81

PROFUNDIDAD 61,0-61,6

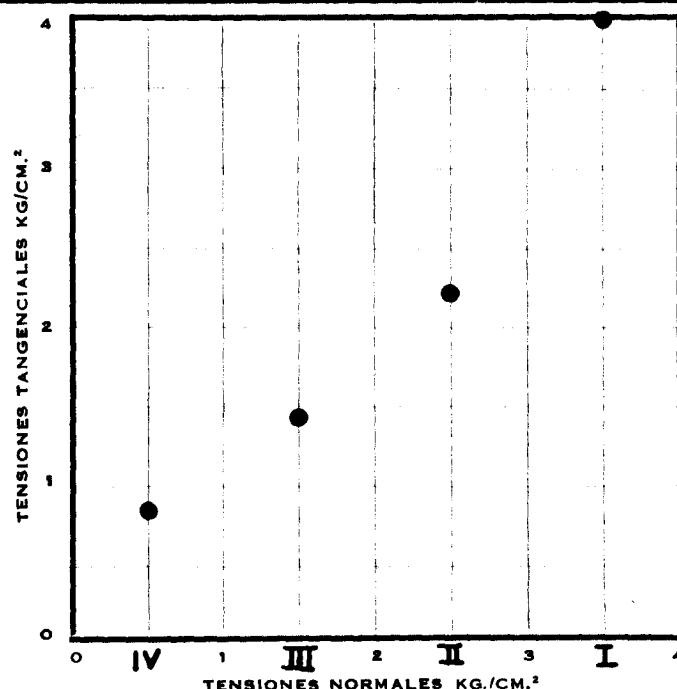
Tiempos de rotura

Punto I -

Punto II -

Punto III -

Punto IV -

APARATO DE  
CASAGRANDE

## ENSAYO:

Con muestra inalterada  
y consolidación previa.

Dens. seca -

Humedad inicial

I

II

III

IV

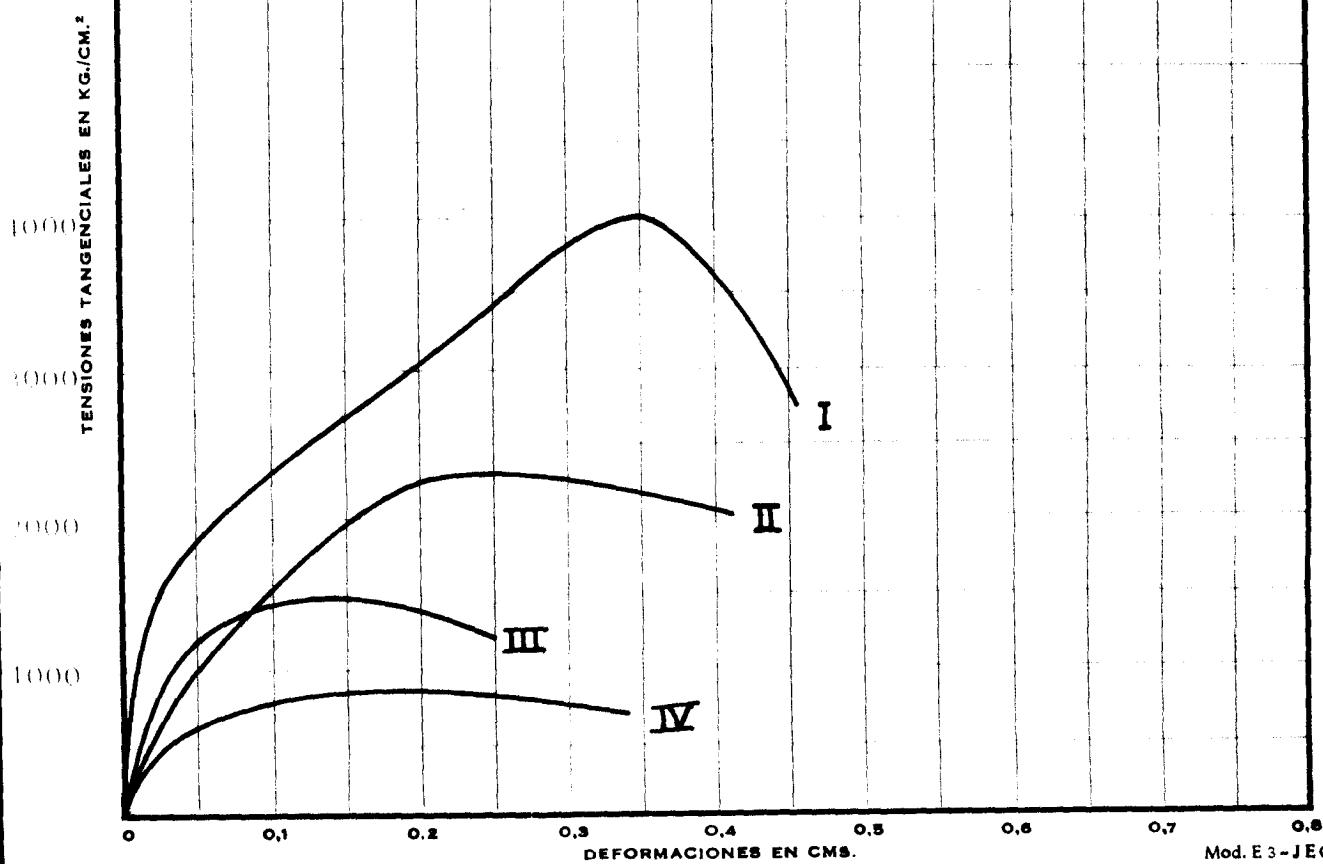
Humedad final

I

II

III

IV



DENOMINACION Benamejí SONDEO N.<sup>o</sup> 7MUESTRA N.<sup>o</sup> 91

PROFUNDIDAD 76,1-76,5

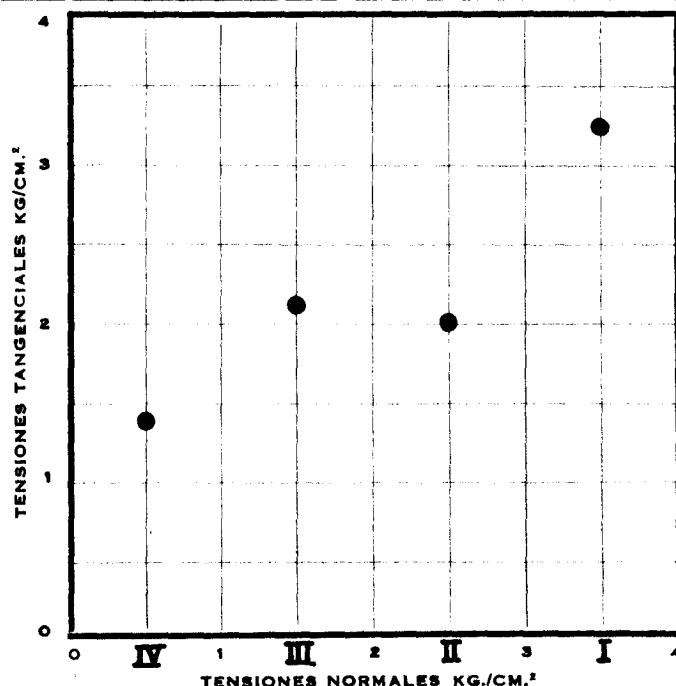
Tiempos de rotura

Punto I -

Punto II -

Punto III -

Punto IV -



Cliente

Trabajo N.<sup>o</sup>

Nombre

Apellido

Domicilio

Localidad

Provincia

C.P.

Teléfono

E-mail

Fax

C.I.F.

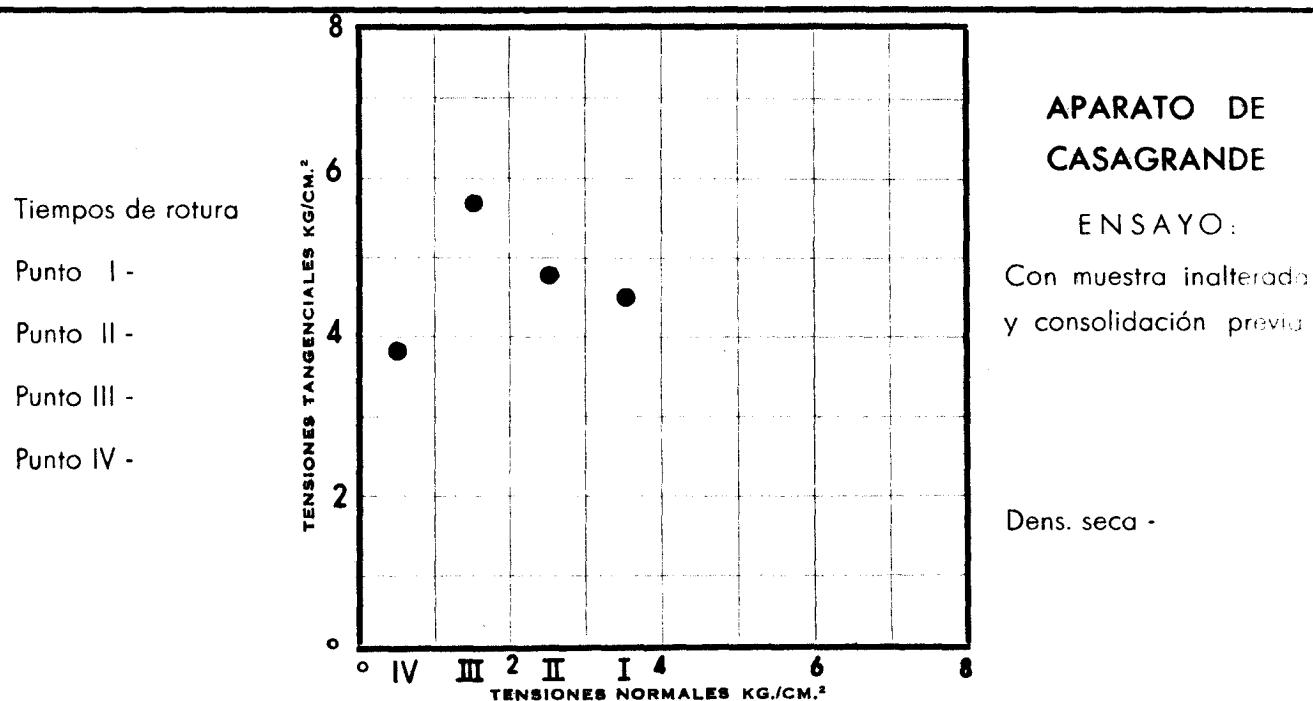
R.G.I.

I.D.E.

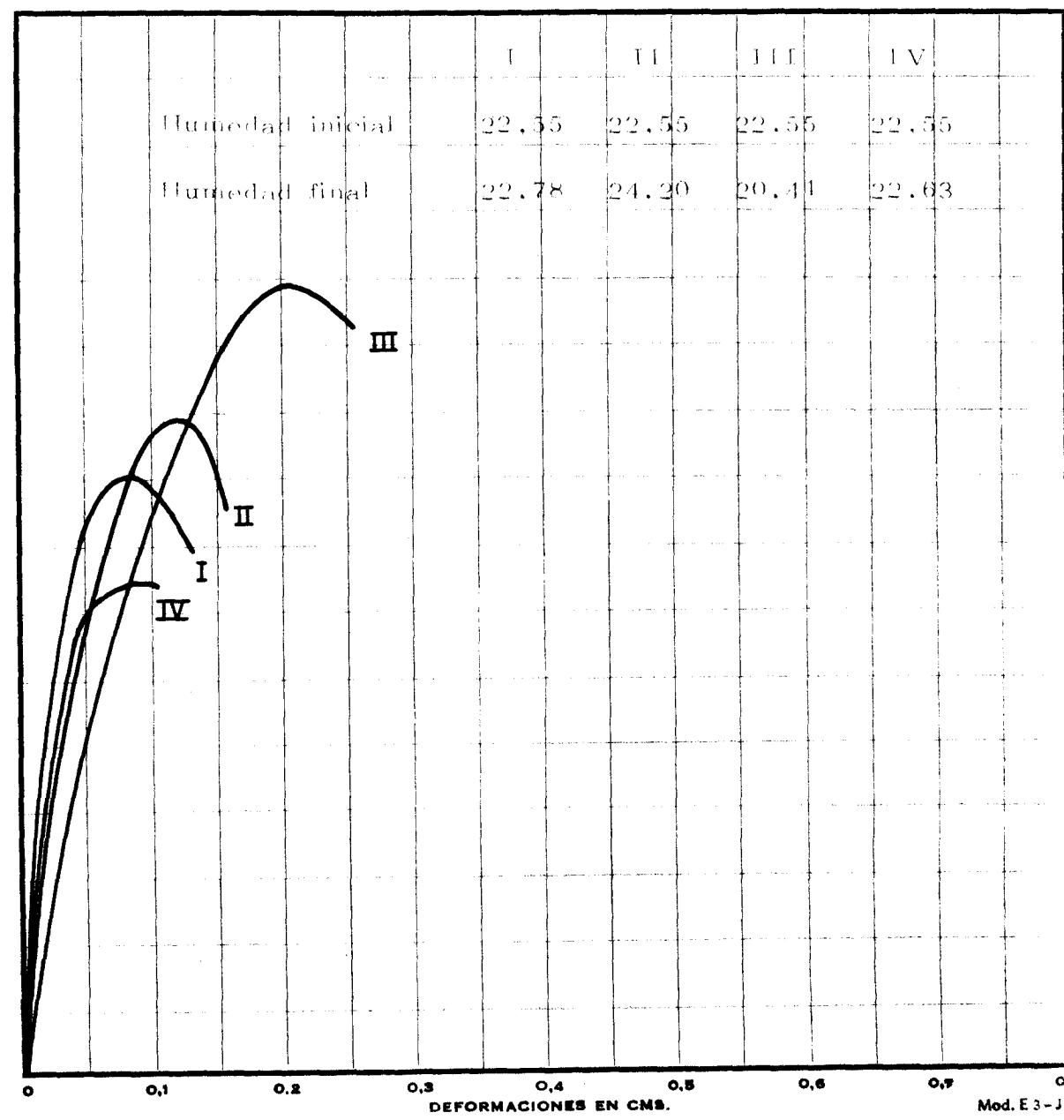
A.P.

A.P.&lt;/

DENOMINACION Benamejí SONDEO N.º 7 MUESTRA N.º 95 PROFUNDIDAD 82,5-0



Cliente G.R.E.N



DENOMINACION Benamejí SONDEO N.<sup>o</sup> 7 MUESTRA N.<sup>o</sup> 98 PROFUNDIDAD 87,8-88,0

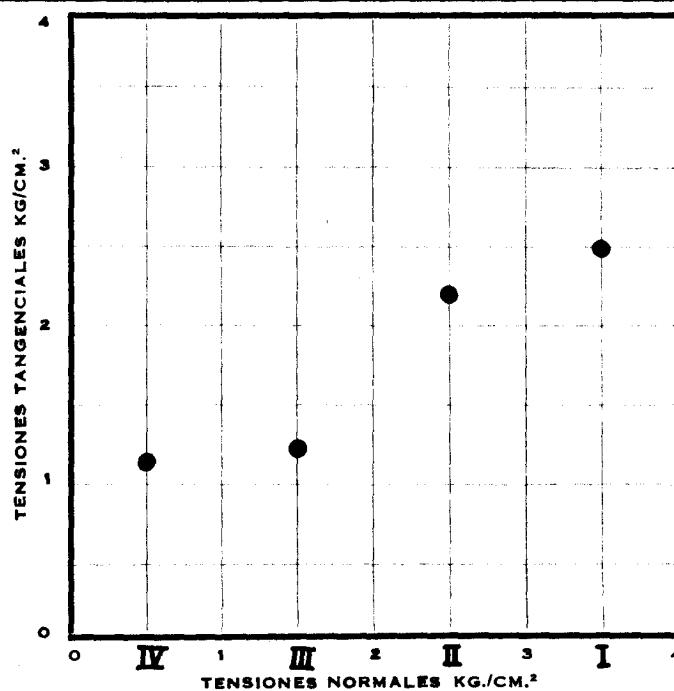
Tiempos de rotura

Punto I -

Punto II -

Punto III -

Punto IV -

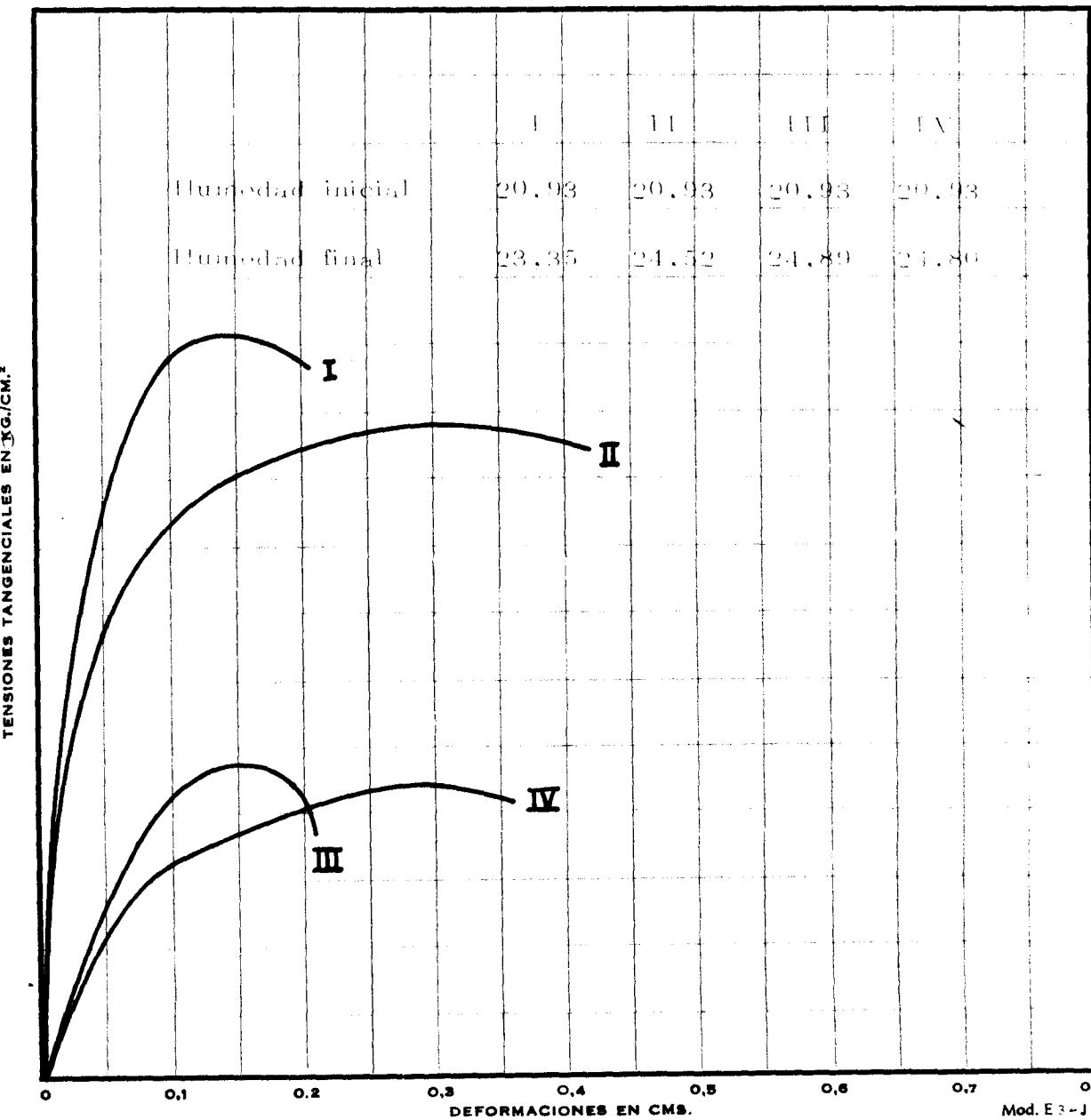
**APARATO DE CASAGRANDE****ENSAYO:**Con muestra inalterada  
y consolidación previa.

Dens. seca -

Trabajo N.<sup>o</sup>

G.E.I.N.

Cliente

2600  
2400  
2200  
2000  
1800  
1600  
1400  
1200  
1000  
800  
600

**MINISTERIO DE INDUSTRIA**

DIRECCION GENERAL DE MINAS Y COMBUSTIBLES

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA**

**LABORATORIO**

DENOMINACION Benaméjí SONDEO N.<sup>o</sup> 7

MUESTRA N.<sup>o</sup> 102

PROFUNDIDAD 95,2-95,40

Tiempos de rotura

Punto I -

Punto II -

Punto III -

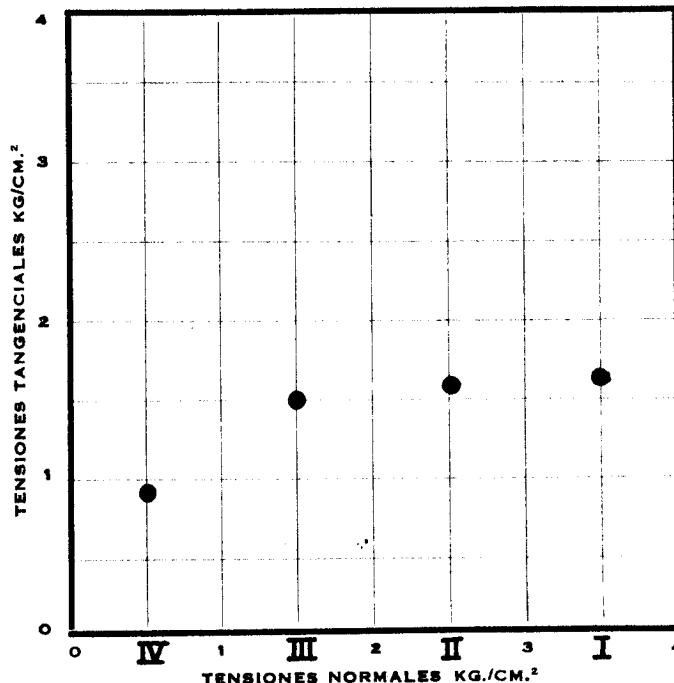
Punto IV -

**APARATO DE  
CASAGRANDE**

**ENSAYO:**

Con muestra inalterada  
y consolidación previa.

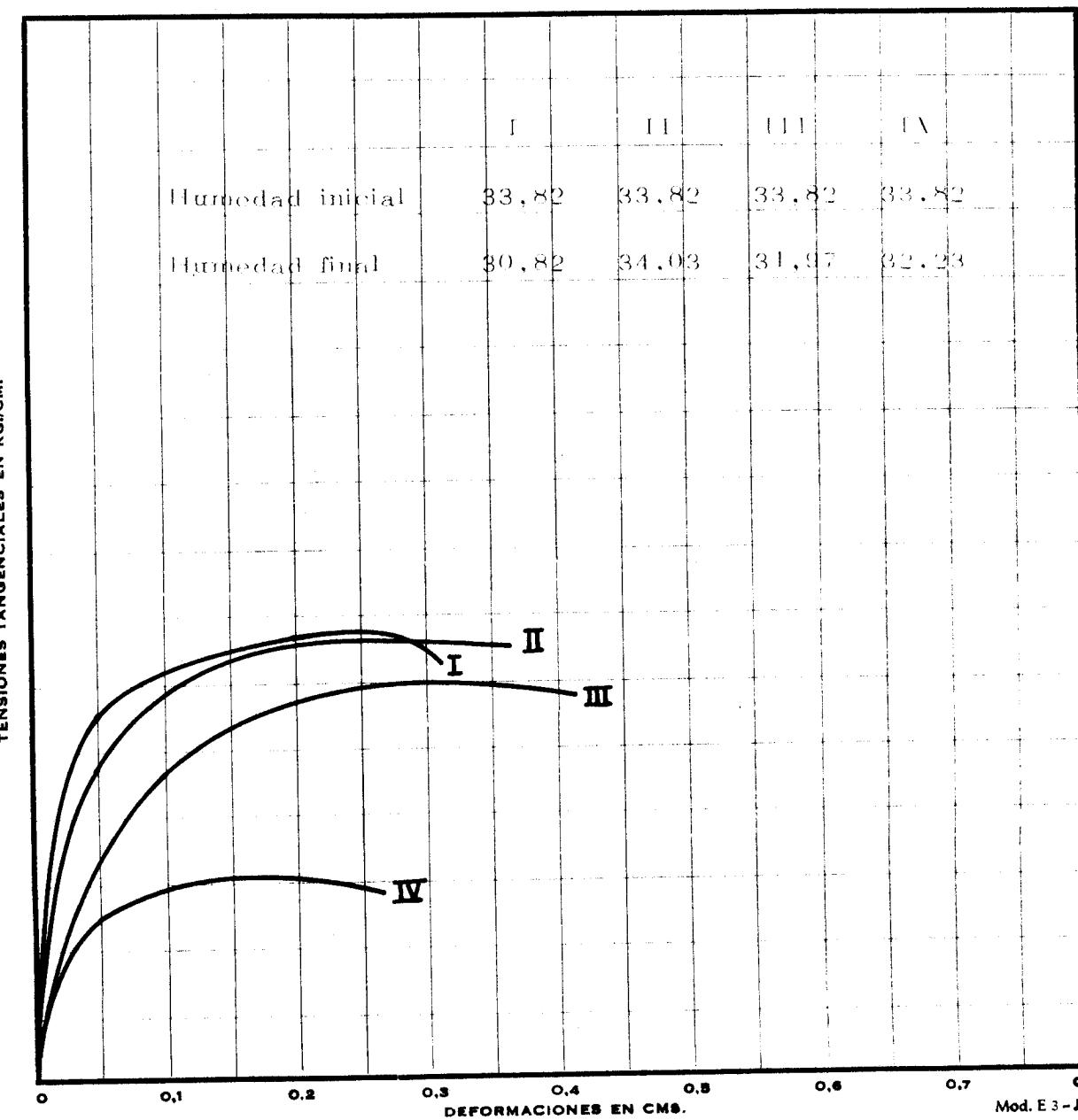
Dens. seca 1



Trabajo N.<sup>o</sup>

Cliente G.R.I.N

2000  
1800  
1600  
1400  
1200  
1000  
800  
600



MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS Y COMBUSTIBLES

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

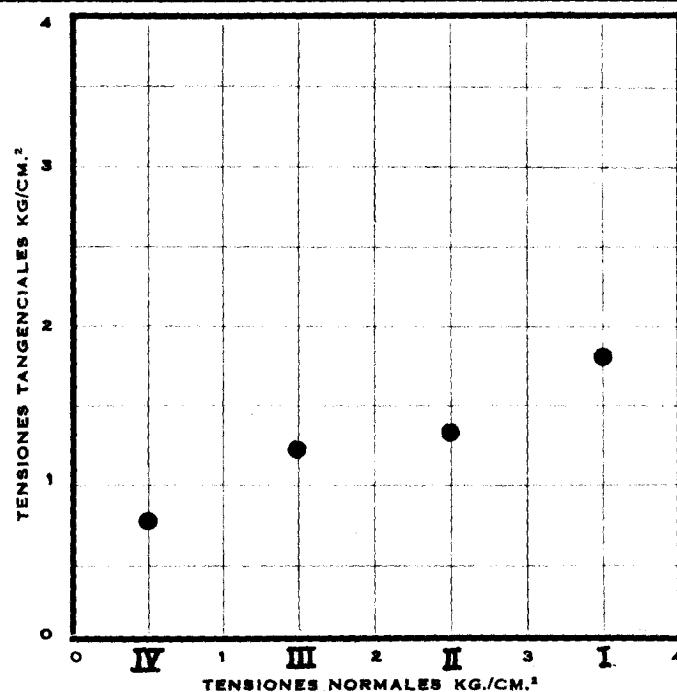
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

LABORATORIO

DENOMINACION Penamexi SONDEO N.<sup>o</sup> 7 MUESTRA N.<sup>o</sup> 124 PROFUNDIDAD 116,1-116,8

GEF N  
Trabajo N.  
Cliente

Tiempos de rotura  
Punto I -  
Punto II -  
Punto III -  
Punto IV -

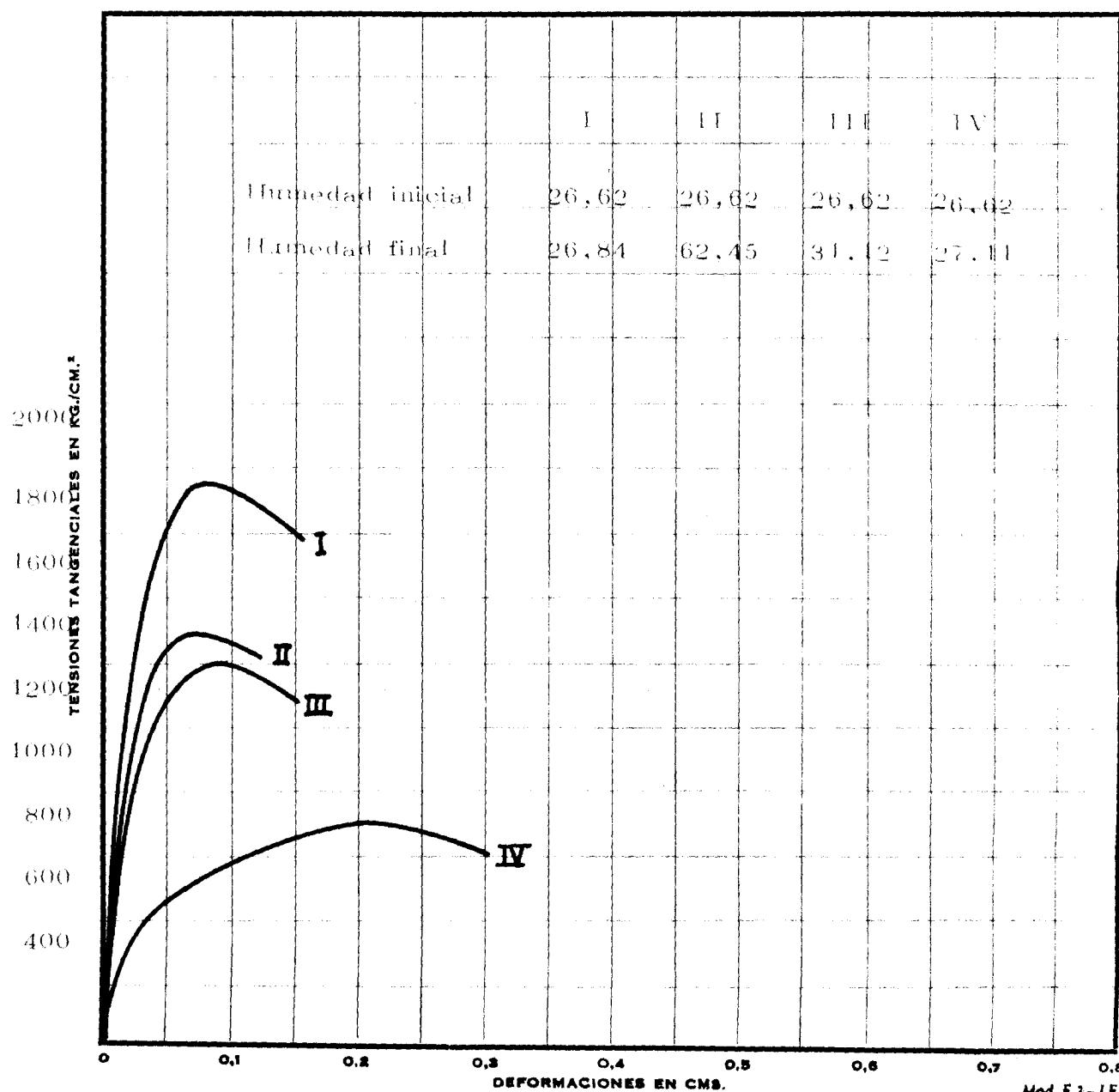


APARATO DE  
CASAGRANDE

ENSAYO:

Con muestra inalterada  
y consolidación previa.

Dens. seca •



DENOMINACION Benamejí SONDEO N.<sup>o</sup>

MUESTRA N.<sup>o</sup>

125

PROFUNDIDAD 120,2-120,5

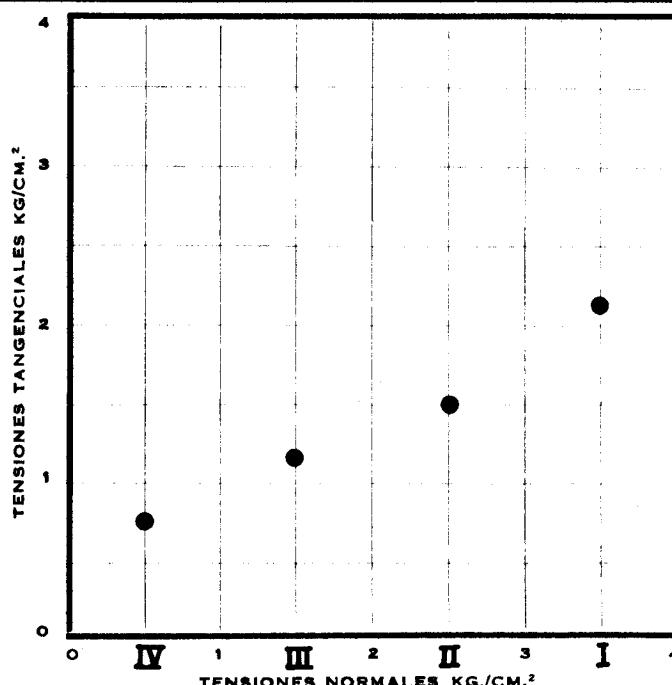
Tiempos de rotura

Punto I -

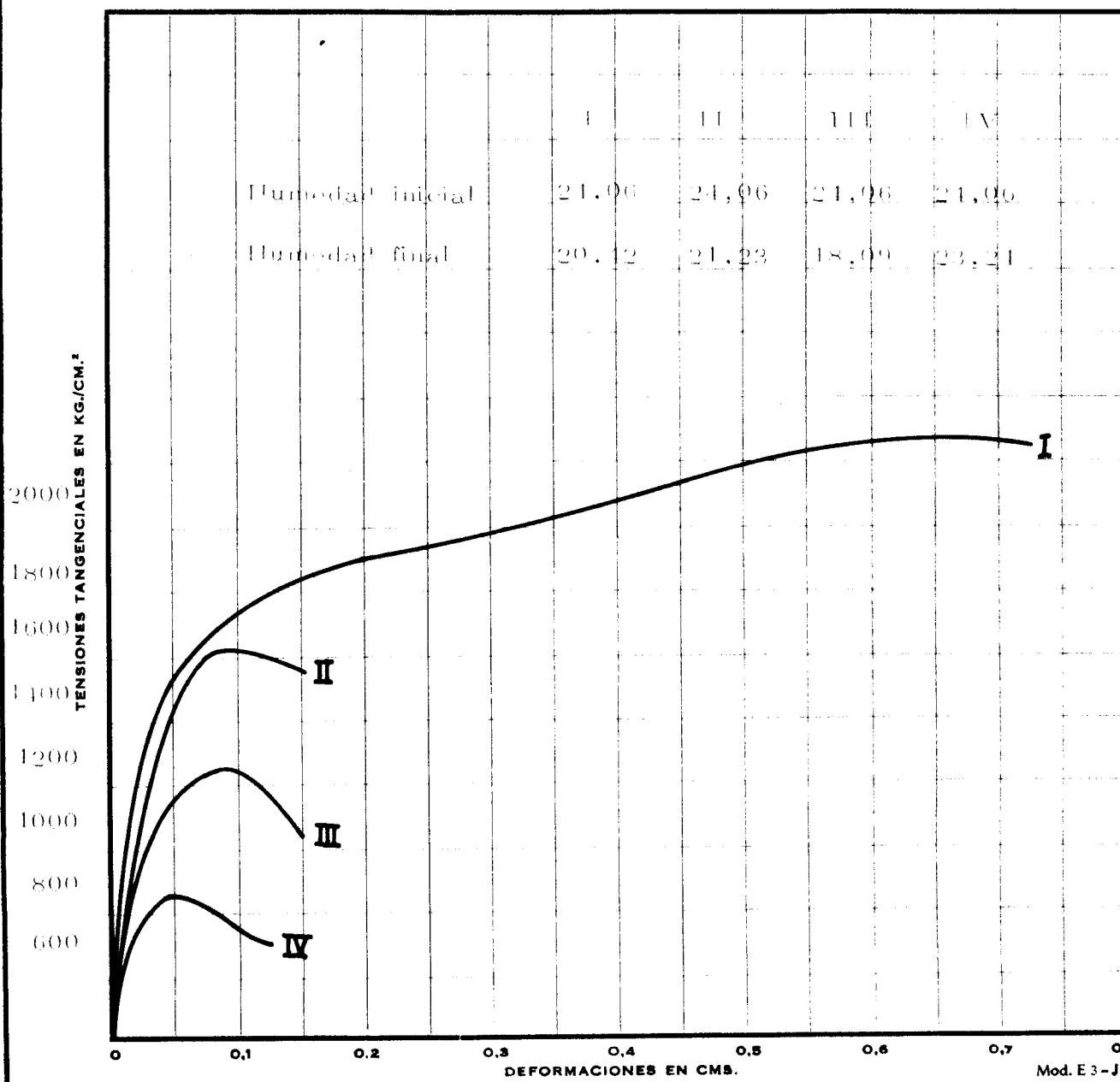
Punto II -

Punto III -

Punto IV -



Cliente



**MINISTERIO DE INDUSTRIA**

DIRECCION GENERAL DE MINAS Y COMBUSTIBLES

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA**

**LABORATORIO**

DENOMINACION Benamejí SONDEO N.<sup>o</sup>

7

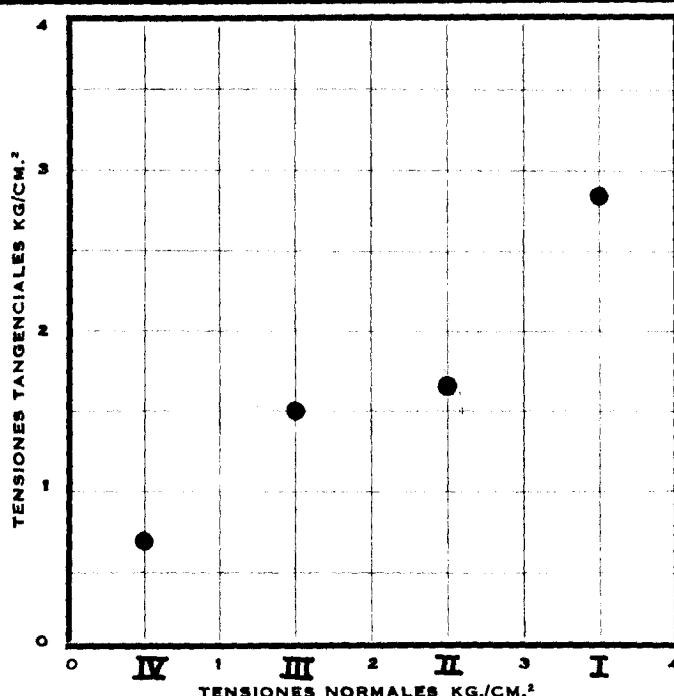
MUESTRA N.<sup>o</sup>

129

PROFUNDIDAD 136,5 - 136,8

Traabajo N.<sup>o</sup> GEIN Cliente

Tiempos de rotura  
Punto I -  
Punto II -  
Punto III -  
Punto IV -



**APARATO DE CASAGRANDE**

**ENSAYO:**

Con muestra inalterada  
y consolidación previa.

Dens. seca -

3000

2800

2600

2400

2200

2000

1800

1600

1400

1200

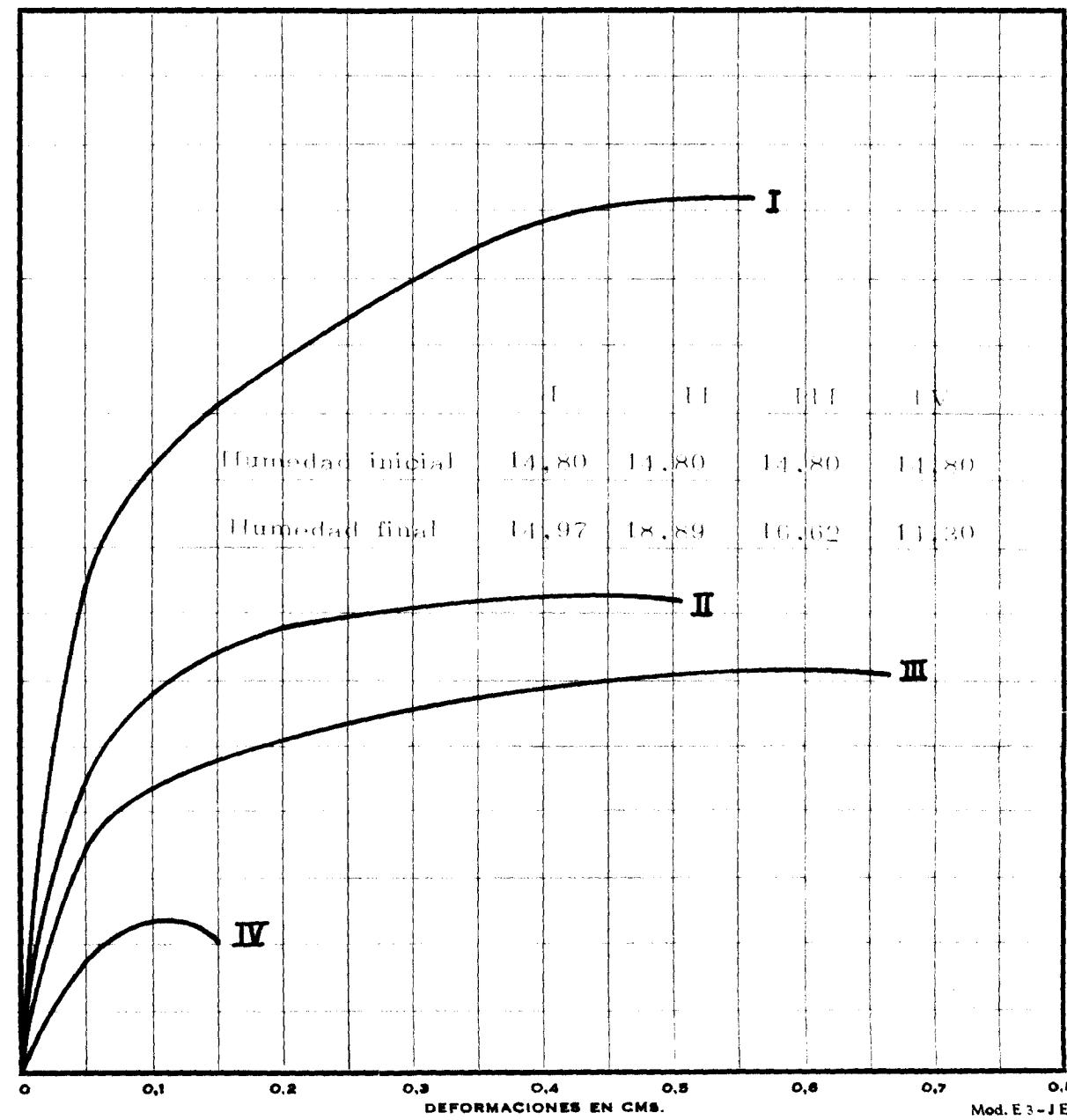
1000

800

600

400

TENSIONES TANGENCIALES EN KG./CM.<sup>2</sup>



ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO DE UN TALUD DESLIZADO EN BENALMÁDENA  
(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION DEL NUCLEO URBANO

6. A N E J O S

6.1. Estudio de la zona del talud deslizado

6.1.3. Cálculos del talud

ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES

CALCULO DE COEFICIENTE DE SEGURIDAD. METODO BISHOP (RF. 38BISHP)

PROYECTO= ESTUDIO. TALUD DESLIZADO EN BENAMEJI

HIPOTESIS= PRIMERA CIRCULO POR PIE DE TALUD (PT)

CARACTERISTICAS DEL TALUD

ESTRATO	C'	TAN $\phi'$	GAMMA
1	0.40	0.141	1.98
2	0.80	0.364	2.07
3	0.30	0.249	2.03
4	0.30	0.213	1.98
5	0.40	0.268	2.10

NO. DE BANDAS	COORD. DEL CENTRO X	RADIO Y	COEF. SEG.	COEF. DE SEG. MINIMO
22	940.000	1320.000	1507.34	1.41
22	945.000	1320.000	1506.59	1.30
21	955.000	1320.000	1505.14	1.36
21	960.000	1320.000	1504.44	1.38
21	970.000	1320.000	1503.09	1.40
21	975.000	1320.000	1502.44	1.38
22	940.000	1325.000	1512.28	1.41
22	945.000	1325.000	1511.54	1.35
21	955.000	1325.000	1510.09	1.36
21	960.000	1325.000	1509.40	1.38
21	970.000	1325.000	1508.05	1.40
21	975.000	1325.000	1507.40	1.38
23	940.000	1330.000	1517.22	1.40
22	945.000	1330.000	1516.48	1.35
21	955.000	1330.000	1515.04	1.36
21	960.000	1330.000	1514.35	1.35
21	970.000	1330.000	1513.01	1.40
				1.40

21	975.000	1330.000	1512.36	1.37	
23	940.000	1335.000	1522.17	1.40	1.40
22	945.000	1335.000	1521.43	1.35	1.35
21	955.000	1335.000	1519.99	1.36	1.36
21	960.000	1335.000	1519.30	1.35	1.35
21	970.000	1335.000	1517.96	1.36	1.36
21	975.000	1335.000	1517.32	1.37	1.37
23	940.000	1340.000	1527.11	1.40	1.40
22	945.000	1340.000	1526.37	1.35	1.35
21	955.000	1340.000	1524.94	1.36	1.36
21	960.000	1340.000	1524.25	1.35	1.35
21	970.000	1340.000	1522.92	1.36	1.36
21	975.000	1340.000	1522.28	1.37	1.37
23	940.000	1345.000	1532.06	1.40	1.40
22	945.000	1345.000	1531.32	1.35	1.35
21	955.000	1345.000	1529.90	1.36	1.36
21	960.000	1345.000	1529.21	1.35	1.35
21	970.000	1345.000	1527.88	1.36	1.36
21	975.000	1345.000	1527.24	1.42	1.42
23	940.000	1350.000	1537.00	1.40	1.40
22	945.000	1350.000	1536.27	1.35	1.35
22	955.000	1350.000	1534.85	1.31	1.31
21	960.000	1350.000	1534.16	1.35	1.35
21	970.000	1350.000	1532.84	1.37	1.37
21	975.000	1350.000	1532.20	1.42	1.42
23	940.000	1355.000	1541.94	1.40	1.40
22	945.000	1355.000	1541.21	1.35	1.35
22	955.000	1355.000	1539.80	1.31	1.31

21	960.000	1355.000	1539.11	1.35	1.35	
21	970.000	1355.000	1537.80	1.37	1.35	
21	975.000	1355.000	1537.16	1.42	1.37	
23	940.000	1360.000	1546.89	1.40	1.42	
23	945.000	1360.000	1546.16	1.34	1.40	
22	955.000	1360.000	1544.75	1.31	1.34	
21	970.000	1360.000	1542.75	1.37	1.35	
21	975.000	1360.000	1542.12	1.42	1.37	
23	940.000	1365.000	1551.84	1.40	1.42	
23	945.000	1365.000	1551.11	1.34	1.40	
22	955.000	1365.000	1549.70	1.31	1.34	
21	970.000	1365.000	1547.71	1.37	1.35	
21	975.000	1365.000	1547.08	1.42	1.37	
23	940.000	1370.000	1556.78	1.39	1.42	
23	945.000	1370.000	1556.06	1.34	1.39	
22	955.000	1370.000	1554.66	1.31	1.34	
21	970.000	1370.000	1552.67	1.37	1.35	
21	975.000	1370.000	1552.04	1.38	1.37	
22	940.000	1290.000	1477.69	1.36	1.38	
21	945.000	1290.000	1476.93	1.35	1.36	
21	955.000	1290.000	1475.45	1.35	1.35	
21	960.000	1290.000	1474.74	1.37	1.37	
21	970.000	1290.000	1473.36	1.38	1.38	
21	975.000	1290.000	1472.70	1.38	1.38	
22	940.000	1295.000	1482.63	1.41	1.41	
22	945.000	1295.000	1481.87	1.31	1.31	

21	955.000	1295.000	1480.40	1.35	
21	960.000	1295.000	1479.69	1.37	1.37
21	970.000	1295.000	1478.31	1.38	1.38
21	975.000	1295.000	1477.65	1.38	1.38
22	940.000	1300.000	1487.57	1.41	1.41
22	945.000	1300.000	1486.81	1.30	1.30
21	955.000	1300.000	1485.35	1.35	1.35
21	960.000	1300.000	1484.64	1.38	1.38
21	970.000	1300.000	1483.27	1.38	1.38
21	975.000	1300.000	1482.61	1.38	1.38
22	940.000	1305.000	1492.51	1.41	1.41
22	945.000	1305.000	1491.76	1.30	1.30
21	955.000	1305.000	1490.30	1.35	1.35
21	960.000	1305.000	1489.59	1.37	1.37
21	970.000	1305.000	1488.23	1.38	1.38
21	975.000	1305.000	1487.57	1.38	1.38
22	940.000	1310.000	1497.45	1.41	1.41
22	945.000	1310.000	1496.70	1.30	1.30
21	955.000	1310.000	1495.24	1.35	1.35
21	960.000	1310.000	1494.54	1.38	1.38
21	970.000	1310.000	1493.18	1.37	1.37
21	975.000	1310.000	1492.53	1.38	1.38
22	940.000	1315.000	1502.40	1.41	1.41
22	945.000	1315.000	1501.65	1.30	1.30
21	955.000	1315.000	1500.19	1.35	1.35
21	960.000	1315.000	1499.49	1.38	1.38
21	970.000	1315.000	1498.14	1.42	1.42
21	975.000	1315.000	1497.48	1.38	1.38

CIRCULO DE COEFICIENTE DE SEGURIDAD MINIMO

NO. DE BANDAS	X	Y	RADIO	COEFICIENTE
22	945.000	1320.000	1506.59	1.30

## ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES

CALCULO DEL COEFICIENTE DE SEGURIDAD.-MÉTODO DE BISHOP (RF. 38BISHP)

PROYECTO= ESTUDIO. TALUD DESLIZADO EN BENAMEJI

HIPOTESIS= SEGUNDA CÍRCULO POR PIE DE TALUD (PT)

## CARACTERISTICAS DEL TALUD

ESTRATO	C'	TAN $\phi'$	GAMMA
1	0.00	0.000	1.94
2	0.00	0.000	2.07
3	0.30	0.249	2.03
4	0.30	0.213	1.98
5	0.40	0.268	2.10

NO. DE BANDAS	COORD. DEL CENTRO		RADIO	COEF. SEG.	COEF. DE SEG. MINIMO
	X	Y			
22	940.000	1290.000	1477.69	1.32	1.32
21	945.000	1290.000	1476.93	1.32	1.32
21	955.000	1290.000	1475.45	1.33	1.33
21	960.000	1290.000	1474.74	1.26	1.26
21	970.000	1290.000	1473.36	1.24	1.24
21	975.000	1290.000	1472.70	1.25	1.25
22	940.000	1295.000	1482.63	1.31	1.31
22	945.000	1295.000	1481.87	1.26	1.26
21	955.000	1295.000	1480.40	1.33	1.33
21	960.000	1295.000	1479.69	1.26	1.26
21	970.000	1295.000	1478.31	1.24	1.24
21	975.000	1295.000	1477.65	1.25	1.25
22	940.000	1300.000	1487.57	1.31	1.31
22	945.000	1300.000	1486.81	1.26	1.26
21	955.000	1300.000	1485.35	1.33	1.33
21	960.000	1300.000	1484.64	1.26	1.26

21	970.000	1300.000	1483.27	1.23	1.23	21
22	940.000	1305.000	1492.51	1.31	1.25	21
22	945.000	1305.000	1491.76	1.26	1.31	21
21	955.000	1305.000	1490.30	1.33	1.26	21
21	960.000	1305.000	1489.59	1.25	1.33	21
21	970.000	1305.000	1488.23	1.23	1.25	21
21	975.000	1305.000	1487.57	1.24	1.23	21
22	940.000	1310.000	1497.45	1.31	1.24	21
22	945.000	1310.000	1496.70	1.26	1.31	21
21	955.000	1310.000	1495.24	1.33	1.26	21
21	960.000	1310.000	1494.54	1.25	1.33	21
21	970.000	1310.000	1493.18	1.23	1.25	21
21	975.000	1310.000	1492.53	1.24	1.23	21
22	940.000	1315.000	1502.40	1.31	1.24	21
22	945.000	1315.000	1501.65	1.25	1.31	21
21	955.000	1315.000	1500.19	1.33	1.25	21
21	960.000	1315.000	1499.49	1.25	1.33	21
21	970.000	1315.000	1498.14	1.23	1.25	21
21	975.000	1315.000	1497.48	1.24	1.23	21
22	940.000	1290.000	1477.69	1.32	1.24	21
21	945.000	1290.000	1476.93	1.32	1.24	21
21	955.000	1290.000	1475.45	1.33	1.32	21
21	960.000	1290.000	1474.74	1.26	1.33	21
21	970.000	1290.000	1473.36	1.24	1.26	21
21	975.000	1290.000	1472.70	1.25	1.24	21
20	985.000	1290.000	1471.42	1.20	1.25	20
20	990.000	1290.000	1470.81	1.21	1.20	20

22	945.000	1295.000	1481.87	1.26	1.26	22	950.000	1295.000	1481.13	1.33	1.33
22	960.000	1295.000	1479.69	1.26	1.26	22	965.000	1295.000	1478.99	1.20	1.20
22	975.000	1295.000	1477.65	1.25	1.25	22	980.000	1295.000	1477.01	1.15	1.15
20	990.000	1295.000	1475.77	1.21	1.21	22	940.000	1300.000	1487.57	1.31	1.21
22	950.000	1300.000	1486.07	1.33	1.33	22	955.000	1300.000	1485.35	1.33	1.33
22	965.000	1300.000	1483.95	1.25	1.25	22	970.000	1305.000	1483.27	1.23	1.25
22	980.000	1300.000	1481.97	1.14	1.14	22	945.000	1305.000	1491.76	1.26	1.26
22	985.000	1300.000	1481.34	1.19	1.19	22	940.000	1305.000	1492.51	1.31	1.19
22	990.000	1305.000	1480.30	1.26	1.26	22	955.000	1305.000	1490.30	1.33	1.26
22	960.000	1305.000	1489.59	1.25	1.25	22	970.000	1305.000	1488.23	1.23	1.25
22	975.000	1305.000	1487.57	1.24	1.24	20	985.000	1305.000	1486.30	1.19	1.24
20	990.000	1305.000	1485.70	1.20	1.20	20	990.000	1305.000	1485.70	1.20	1.19
22	945.000	1310.000	1496.70	1.26	1.26	22	945.000	1310.000	1496.70	1.26	1.20
22	950.000	1310.000	1495.96	1.33	1.33	22	960.000	1310.000	1494.54	1.25	1.25
22	965.000	1310.000	1493.85	1.25	1.25	22	975.000	1310.000	1492.53	1.24	1.24
22	980.000	1310.000	1492.53	1.25	1.25					1.24	

21	980.000	1310.000	1491.89	1.14	1.14
20	990.000	1310.000	1490.66	1.20	1.20
22	940.000	1315.000	1502.40	1.31	1.31
21	950.000	1315.000	1500.91	1.33	1.33
21	955.000	1315.000	1500.19	1.33	1.33
21	965.000	1315.000	1498.81	1.25	1.25
21	970.000	1315.000	1498.14	1.23	1.23
21	980.000	1315.000	1496.85	1.13	1.13
20	985.000	1315.000	1496.23	1.19	1.19
22	940.000	1320.000	1507.34	1.30	1.30
22	945.000	1320.000	1506.59	1.25	1.25
21	955.000	1320.000	1505.14	1.33	1.33
21	960.000	1320.000	1504.44	1.25	1.25
21	970.000	1320.000	1503.09	1.20	1.20
21	975.000	1320.000	1502.44	1.24	1.24
20	985.000	1320.000	1501.19	1.18	1.18
20	990.000	1320.000	1500.59	1.19	1.19
22	945.000	1325.000	1511.54	1.25	1.25
22	950.000	1325.000	1510.81	1.27	1.27
21	960.000	1325.000	1509.40	1.25	1.25
21	965.000	1325.000	1508.71	1.25	1.25
21	975.000	1325.000	1507.40	1.23	1.23
21	980.000	1325.000	1506.77	1.13	1.13
20	990.000	1325.000	1505.55	1.19	1.19
23	940.000	1330.000	1517.22	1.29	1.29
22	950.000	1330.000	1515.75	1.27	1.27
21	955.000	1330.000	1515.04	1.33	1.33
21	965.000	1330.000	1513.67	1.25	1.25

21	970.000	1330.000	1513.01	1.20	
21	980.000	1330.000	1511.73	1.12	1.20
21	985.000	1330.000	1511.12	1.14	1.12
23	940.000	1335.000	1522.17	1.29	1.14
22	945.000	1335.000	1521.43	1.25	1.29
21	955.000	1335.000	1519.99	1.33	1.25
21	960.000	1335.000	1519.30	1.32	1.33
21	970.000	1335.000	1517.96	1.25	1.32
21	975.000	1335.000	1517.32	1.23	1.25
21	985.000	1335.000	1516.08	1.14	1.23
20	990.000	1335.000	1515.48	1.19	1.14
22	945.000	1340.000	1526.37	1.24	1.19
22	950.000	1340.000	1525.65	1.27	1.24
21	960.000	1340.000	1524.25	1.32	1.27
21	965.000	1340.000	1523.58	1.25	1.32
21	975.000	1340.000	1522.28	1.23	1.25
21	980.000	1340.000	1521.65	1.24	1.23
20	990.000	1340.000	1520.45	1.19	1.24
					1.19

CIRCULO DE COEFICIENTE DE SEGURIDAD MINIMO

NO. DE BANDAS	X	Y	RADIO	COEFICIENTE
21	980.000	1330.000	1511.73	1.12

ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES

CALCULO DE COEFICIENTE DE SEGURIDAD.- METODO DE BISHOP (RF. 38BISHP)

PROYECTO= ESTUDIO. TALUD DESLIZADO EN BENAMEJI

HIPOTESIS= TERCERA CIRCULO POR CORONACION (CO)

CARACTERISTICAS DEL TALUD

ESTRATO	C'	TAN $\phi'$	GAMMA
1	0.00	0.000	1.94
2	0.00	0.000	2.07
3	0.30	0.249	2.03
4	0.30	0.213	1.98
5	0.40	0.268	2.10

NO. DE BANDAS	COORD- X	DEL CENTRO Y	RADIO	COEF. SEG.	COEF. DE SEG. MINIMO
8	420.000	160.000	300.00	1.45	1.45
8	425.000	160.000	300.00	1.27	1.27
8	430.000	160.000	300.00	1.21	1.21
8	435.000	160.000	300.00	1.16	1.16
8	440.000	160.000	300.00	1.13	1.13
8	455.000	160.000	300.00	1.39	1.39
8	460.000	160.000	300.00	1.33	1.33
8	420.000	165.000	305.00	1.45	1.45
8	425.000	165.000	305.00	1.26	1.26
8	430.000	165.000	305.00	1.20	1.20
8	435.000	165.000	305.00	1.15	1.15
8	440.000	165.000	305.00	1.12	1.12
8	455.000	165.000	305.00	1.36	1.36
8	460.000	165.000	305.00	1.30	1.30
8	420.000	170.000	310.00	1.44	1.44
8	425.000	170.000	310.00	1.36	1.36
8	430.000	170.000	310.00	1.20	1.20
8	435.000	170.000	310.00	1.15	1.15

8	440.000	170.000	310.00	1.11	
8	445.000	170.000	310.00	1.07	1.11
8	455.000	170.000	310.00	1.33	1.07
8	460.000	170.000	310.00	1.27	1.33
8	420.000	175.000	315.00	1.44	1.27
8	425.000	175.000	315.00	1.36	1.44
8	430.000	175.000	315.00	1.19	1.36
8	435.000	175.000	315.00	1.14	1.19
8	440.000	175.000	315.00	1.10	1.14
8	445.000	175.000	315.00	1.06	1.10
8	455.000	175.000	315.00	1.31	1.06
8	460.000	175.000	315.00	1.25	1.31
8	420.000	180.000	320.00	1.44	1.25
8	425.000	180.000	320.00	1.36	1.44
8	430.000	180.000	320.00	1.19	1.36
8	435.000	180.000	320.00	1.19	1.19
8	440.000	180.000	320.00	1.14	1.19
8	445.000	180.000	320.00	1.09	1.14
8	455.000	180.000	320.00	1.06	1.09
9	450.000	180.000	320.00	1.51	1.06
8	455.000	180.000	320.00	1.51	1.56
8	460.000	180.000	320.00	1.56	1.51
8	420.000	185.000	325.00	1.23	1.56
8	425.000	185.000	325.00	1.44	1.23
8	430.000	185.000	325.00	1.36	1.44
8	435.000	185.000	325.00	1.29	1.36
8	440.000	185.000	325.00	1.29	1.29
8	445.000	185.000	325.00	1.13	1.29
8	450.000	185.000	325.00	1.09	1.13
8	455.000	185.000	325.00	1.05	1.09
9	450.000	185.000	325.00	1.48	1.05
9	455.000	185.000	325.00	1.48	1.46
					1.46

8	460.000	185.000	325.00	1.22	
8	420.000	190.000	330.00	1.45	1.22
8	425.000	190.000	330.00	1.36	1.45
8	430.000	190.000	330.00	1.29	1.36
8	435.000	190.000	330.00	1.13	1.29
8	440.000	190.000	330.00	1.09	1.13
8	445.000	190.000	330.00	1.05	1.09
9	450.000	190.000	330.00	1.46	1.05
9	455.000	190.000	330.00	1.40	1.46
8	460.000	190.000	330.00	1.20	1.40
8	420.000	195.000	335.00	1.45	1.20
8	425.000	195.000	335.00	1.36	1.45
8	430.000	195.000	335.00	1.29	1.36
8	435.000	195.000	335.00	1.23	1.29
8	440.000	195.000	335.00	1.08	1.23
9	445.000	195.000	335.00	1.51	1.08
9	450.000	195.000	335.00	1.44	1.51
9	455.000	195.000	335.00	1.37	1.44
9	460.000	195.000	335.00	1.36	1.37
8	420.000	200.000	340.00	1.45	1.36
8	425.000	200.000	340.00	1.37	1.45
8	430.000	200.000	340.00	1.29	1.37
8	435.000	200.000	340.00	1.23	1.29
8	440.000	200.000	340.00	1.08	1.23
9	445.000	200.000	340.00	1.49	1.08
9	450.000	200.000	340.00	1.42	1.49
9	455.000	200.000	340.00	1.36	1.42
9	460.000	200.000	340.00	1.34	1.36
					1.34

8	420.000	205.000	345.00	1.54	
8	425.000	205.000	345.00	1.37	1.54
8	430.000	205.000	345.00	1.29	1.37
8	435.000	205.000	345.00	1.23	1.29
8	440.000	205.000	345.00	1.08	1.23
9	445.000	205.000	345.00	1.48	1.08
9	450.000	205.000	345.00	1.40	1.48
9	455.000	205.000	345.00	1.34	1.40
9	460.000	205.000	345.00	1.32	1.34
8	420.000	210.000	350.00	1.55	1.32
8	425.000	210.000	350.00	1.38	1.55
8	430.000	210.000	350.00	1.30	1.38
8	435.000	210.000	350.00	1.23	1.30
9	440.000	210.000	350.00	1.68	1.23
9	445.000	210.000	350.00	1.47	1.68
9	450.000	210.000	350.00	1.39	1.47
9	455.000	210.000	350.00	1.33	1.39
9	460.000	210.000	350.00	1.28	1.33
					1.28

CIRCULO DE COEFICIENTE DE SEGURIDAD MINIMO

NO. DE BANDAS	X	Y	RADIO	COEFICIENTE
8	445.000	190.000	330.00	1.05

ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES

CALCULO DE COEFICIENTE DE SEGURIDAD.-METODO BISHOP (RF. 38BISHP)

PROYECTO= ESTUDIO. TALUD DESLIZADO EN BENAMEJI

HIPOTESIS= CUARTA CIRCULO POR CORONACION (CO)

CARACTERISTICAS DEL TALUD

ESTRATO	C'	TAN $\phi'$	GAMMA
1	0.40	0.141	1.98
2	0.80	0.364	2.07
3	0.30	0.249	2.03
4	0.30	0.213	1.98
5	0.40	0.268	2.10

NO. DE BANDAS	COORD. DEL CENTRO	RADIO	COEF. SEG.	COEF. DE SEG. MINIMO
X	Y			
8	420.000	160.000	300.00	1.53
8	425.000	160.000	300.00	1.44
8	430.000	160.000	300.00	1.36
8	435.000	160.000	300.00	1.30
8	440.000	160.000	300.00	1.24
8	455.000	160.000	300.00	1.78
8	460.000	160.000	300.00	1.68
8	420.000	165.000	305.00	1.53
8	425.000	165.000	305.00	1.44
8	430.000	165.000	305.00	1.36
8	435.000	165.000	305.00	1.29
8	440.000	165.000	305.00	1.24
8	455.000	165.000	305.00	1.75
8	460.000	165.000	305.00	1.65
8	420.000	170.000	310.00	1.53
8	425.000	170.000	310.00	1.44
8	430.000	170.000	310.00	1.36
8	435.000	170.000	310.00	1.29

8	440.000	170.000	310.00	1.23	
8	445.000	170.000	310.00	1.18	1.23
8	455.000	170.000	310.00	1.73	1.18
8	460.000	170.000	310.00	1.63	1.73
8	420.000	175.000	315.00	1.53	1.63
8	425.000	175.000	315.00	1.44	1.53
8	430.000	175.000	315.00	1.36	1.44
8	435.000	175.000	315.00	1.29	1.36
8	440.000	175.000	315.00	1.23	1.29
8	445.000	175.000	315.00	1.18	1.23
8	455.000	175.000	315.00	1.71	1.18
8	460.000	175.000	315.00	1.61	1.71
8	420.000	180.000	320.00	1.54	1.61
8	425.000	180.000	320.00	1.44	1.54
8	430.000	180.000	320.00	1.40	1.44
8	435.000	180.000	320.00	1.29	1.40
8	440.000	180.000	320.00	1.23	1.29
8	445.000	180.000	320.00	1.17	1.23
9	450.000	180.000	320.00	1.64	1.17
8	455.000	180.000	320.00	1.59	1.64
8	460.000	180.000	320.00	1.60	1.59
8	420.000	185.000	325.00	1.60	1.54
8	425.000	185.000	325.00	1.54	1.54
8	430.000	185.000	325.00	1.44	1.44
8	435.000	185.000	325.00	1.36	1.44
8	440.000	185.000	325.00	1.29	1.36
8	445.000	185.000	325.00	1.23	1.29
8	450.000	185.000	325.00	1.17	1.23
9	455.000	185.000	325.00	1.62	1.17
9	460.000	185.000	325.00		1.62

9	455.000	185.000	325.00	1.51	
8	460.000	185.000	325.00	1.58	1.51
8	420.000	190.000	330.00	1.55	1.58
8	425.000	190.000	330.00	1.45	1.55
8	430.000	190.000	330.00	1.36	1.45
8	435.000	190.000	330.00	1.33	1.36
8	440.000	190.000	330.00	1.23	1.33
8	445.000	190.000	330.00	1.17	1.23
9	450.000	190.000	330.00	1.60	1.17
9	455.000	190.000	330.00	1.52	1.60
8	460.000	190.000	330.00	1.57	1.52
8	420.000	195.000	335.00	1.55	1.57
8	425.000	1.95.000	335.00	1.45	1.55
8	430.000	1.95.000	335.00	1.37	1.45
8	435.000	195.000	335.00	1.29	1.37
8	440.000	195.000	335.00	1.23	1.29
9	445.000	195.000	335.00	1.23	1.68
9	450.000	195.000	335.00	1.68	1.68
9	455.000	195.000	335.00	1.58	1.58
9	460.000	195.000	335.00	1.50	1.50
9	460.000	195.000	335.00	1.41	1.50
8	420.000	200.000	340.00	1.56	1.41
8	425.000	200.000	340.00	1.46	1.56
8	430.000	200.000	340.00	1.37	1.46
8	435.000	200.000	340.00	1.30	1.37
8	440.000	200.000	340.00	1.27	1.30
9	445.000	200.000	340.00	1.27	1.27
9	450.000	200.000	340.00	1.66	1.66
9	455.000	200.000	340.00	1.57	1.66
9	455.000	200.000	340.00	1.49	1.57
					1.49

9	460.000	200.000	340.00	1.45	
8	420.000	205.000	345.00	1.53	1.45
8	425.000	205.000	345.00	1.47	1.53
8	430.000	205.000	345.00	1.38	1.47
8	435.000	205.000	345.00	1.30	1.38
8	440.000	205.000	345.00	1.27	1.30
9	445.000	205.000	345.00	1.65	1.27
9	450.000	205.000	345.00	1.56	1.65
9	455.000	205.000	345.00	1.47	1.56
9	460.000	205.000	345.00	1.44	1.47
8	420.000	210.000	350.00	1.54	1.44
8	425.000	210.000	350.00	1.47	1.54
8	430.000	210.000	350.00	1.38	1.47
8	435.000	210.000	350.00	1.31	1.38
9	440.000	210.000	350.00	1.76	1.31
9	445.000	210.000	350.00	1.69	1.76
9	450.000	210.000	350.00	1.55	1.69
9	455.000	210.000	350.00	1.47	1.55
9	460.000	210.000	350.00	1.40	1.47
					1.40

CIRCULO DE COEFICIENTE DE SEGURIDAD MINIMO

NO. DE BANDAS	X	Y	RADIO	COEFICIENTE
8	445.000	190.000	330.00	1.17

ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES

CALCULO DE COEFICIENTE DE SEGURIDAD.-METODO BISHOP (RF. 3&BISHP)

PROYECTO- ESTUDIO. TALUD DESLIZADO EN BENAMEJI

HIPOTESIS- QUINTA CIRCULO POR CORONACION (CO)

CARACTERISTICAS DEL TALUD

ESTRATO	C'	TAN $\phi'$	GAMMA	
1	0.00	0.000	1.94	Carga agua
2	0.00	0.000	2.07	Carga agua
3	0.30	0.249	2.03	
4	0.30	0.213	1.98	
5	0.40	0.268	2.10	

NO. DE BANDAS	COORD. DEL CENTRO	RADIO	COEF. SEG.	COEF. DE SEG. MINIMO
	X	Y		
8	420.000	160.000	300.00	1.42
8	425.000	160.000	300.00	1.24
8	430.000	160.000	300.00	1.18
8	435.000	160.000	300.00	1.14
8	440.000	160.000	300.00	1.10
8	455.000	160.000	300.00	1.35
8	460.000	160.000	300.00	1.29
8	420.000	165.000	305.00	1.41
8	425.000	165.000	305.00	1.23
8	430.000	165.000	305.00	1.18
8	435.000	165.000	305.00	1.13
8	440.000	165.000	305.00	1.09
8	455.000	165.000	305.00	1.32
8	460.000	165.000	305.00	1.26
8	420.000	170.000	310.00	1.41
8	425.000	170.000	310.00	1.33

8	430.000	170.000	310.00	1.17	1.17
8	435.000	170.000	310.00	1.12	1.12
8	440.000	170.000	310.00	1.08	1.08
8	445.000	170.000	310.00	1.05	1.05
8	455.000	170.000	310.00	1.30	1.30
8	460.000	170.000	310.00	1.24	1.24
8	420.000	175.000	315.00	1.41	1.41
8	425.000	175.000	315.00	1.33	1.33
8	430.000	175.000	315.00	1.17	1.17
8	435.000	175.000	315.00	1.12	1.12
8	440.000	175.000	315.00	1.08	1.08
8	445.000	175.000	315.00	1.04	1.04
8	455.000	175.000	315.00	1.28	1.28
8	460.000	175.000	315.00	1.22	1.22
8	420.000	180.000	320.00	1.41	1.41
8	425.000	180.000	320.00	1.33	1.33
8	430.000	180.000	320.00	1.16	1.16
8	435.000	180.000	320.00	1.11	1.11
8	440.000	180.000	320.00	1.07	1.07
8	445.000	180.000	320.00	1.03	1.03
9	450.000	180.000	320.00	1.47	1.47
8	455.000	180.000	320.00	1.52	1.52
8	460.000	180.000	320.00	1.20	1.20
8	420.000	185.000	325.00	1.41	1.41
8	425.000	185.000	325.00	1.33	1.33
8	430.000	185.000	325.00	1.26	1.26
8	435.000	185.000	325.00	1.11	1.11
8	440.000	185.000	325.00	1.07	1.07

8	445.000	185.000	325.00	1.03	
9	450.000	185.000	325.00	1.44	1.03
9	455.000	185.000	325.00	1.42	1.44
8	460.000	185.000	325.00	1.19	1.42
8	420.000	190.000	330.00	1.41	1.19
8	425.000	190.000	330.00	1.33	1.41
8	430.000	190.000	330.00	1.26	1.33
8	435.000	190.000	330.00	1.11	1.26
8	440.000	190.000	330.00	1.06	1.11
8	445.000	190.000	330.00	1.02	1.06
9	450.000	190.000	330.00	1.42	1.02
9	455.000	190.000	330.00	1.36	1.42
8	460.000	190.000	330.00	1.18	1.36
8	420.000	195.000	335.00	1.42	1.18
8	425.000	195.000	335.00	1.33	1.42
8	430.000	195.000	335.00	1.26	1.33
8	435.000	195.000	335.00	1.20	1.26
8	440.000	195.000	335.00	1.06	1.20
9	445.000	195.000	335.00	1.47	1.06
9	450.000	195.000	335.00	1.40	1.47
9	455.000	195.000	335.00	1.34	1.40
9	460.000	195.000	335.00	1.33	1.34
8	420.000	200.000	340.00	1.42	1.33
8	425.000	200.000	340.00	1.34	1.42
8	430.000	200.000	340.00	1.26	1.34
8	435.000	200.000	340.00	1.20	1.26
8	440.000	200.000	340.00	1.06	1.20
9	445.000	200.000	340.00	1.46	1.06
					1.46

9	450.000	200.000	340.00	1.38	
9	455.000	200.000	340.00	1.32	1.38
9	460.000	200.00	340.00	1.31	1.32
8	420.000	205.000	345.00	1.50	1.31
8	425.000	205.000	345.00	1.34	1.50
8	430.000	205.000	345.00	1.27	1.34
8	435.000	205.000	345.00	1.20	1.27
8	440.000	205.000	345.00	1.06	1.20
9	445.000	205.000	345.00	1.44	1.06
9	450.000	205.000	345.00	1.37	1.44
9	455.000	205.000	345.00	1.31	1.37
9	460.000	205.000	345.00	1.29	1.31
8	420.000	210.000	350.00	1.51	1.29
8	425.000	210.000	350.00	1.34	1.51
8	430.000	210.000	350.00	1.27	1.34
8	435.000	210.000	350.00	1.20	1.27
9	440.000	210.000	350.00	1.63	1.20
9	445.000	210.000	350.00	1.43	1.63
9	450.000	210.000	350.00	1.36	1.43
9	455.000	210.000	350.00	1.30	1.36
9	460.000	210.000	350.00	1.25	1.30
					1.25

CIRCULO DE COEFICIENTE DE SEGURIDAD MINIMO

NO. DE BANDAS	X	Y	RADIO	COEFICIENTE
8	445.000	190.000	330.00	1.02

ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO DE UN TALUD DESLIZADO EN BENALMÁEN  
(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION DEL NUCLEO URBANO

6. A N E J O S

6.2. Estudio de la zona de ampliación del núcleo urbano

6.2.1. Fichas de sondeo

MINISTERIO DE INDUSTRIA

## DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

## DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

TRABAJO N°

FECHA 5-5-72 a 6-5-72

**LOCALIDAD BENAMEJI**

SONDEO S-1

PROFUNDIDAD 10,00

S-1

PROFUNDIDAD 10,00

HOJA N.º

MUESTRA	PROFUND. metros	CORTE ESTRATIGRÁFICO		ENSAYO STANDARD	OBSERVACIONES
		Columna	Descripción del terreno		
0				0 1 2 3 4 5	
1			ARCILLA MARRÓN		
2	S 1,50 - 2,10			6 10 14 17	
3	I 3,00 - 3,45				15-17-26
4					
5	S 4,50 - 5,10		ARENA ARCILLOSA	15 20 30 37	
6	I 6,00 - 6,14				
7	T 6,14 - 6,44		CALIZA		50-R Parafinado
8	S 7,50 - 8,00			6 35 45 50	
9	I 9,00 - 9,07		ARCILLA		50-R Parafinado
10	T 9,07 - 9,47				
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					

% HUMEDAD	COMP. SIMPLE			EDOMETRO		CORTE		% SO <sub>3</sub>	% CO <sub>3</sub>	% M.O.	% QUE PASA			CLAF. USCS
	DENS. SECA	Kg/cm <sup>2</sup>	% DEFOR	Cc	e o	Φ	c				4	10	40	
100											100	100	78,03	37,25 SC

LEYENDA— A = Muestra alterada T = Testigo  
 I = Muestra inalterada  
 S = Muestra standard

- = Límite líquido
- = Límite plástico
- ▲ = % de humedad natural

OBSERVACIONES GENERALES N.F 6,0

## MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

## DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

TRABAJO N.º

FECHA 8-5-72 a 9-5-72

LOCALIDAD BENAMEJI

SONDEO S-2

PROFUNDIDAD 10,00

HOJA N.º 1

C0114

00114002

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Mod. 21 Imp. JEC - Tel. 255 04 77

MUESTRA N.º L	PROFUND. metros	CORTE ESTRATIGRÁFICO		ENSAYO STANDARD	OBSERVACIONES
		Columna	Descripción del terreno		
0					
1			ARCILLA		
2	S 1,50-2,10			6 7 8 15	
3	I 3,00-3,45		ARCILLA ROJIZA COMPACTA		13-15-38
4					
5	S 4,50-5,10			15 20 24 41	
6	I 6,00-6,45		ARCILLA		23-30-50
7					
8	S 7,50-8,10			12 22 34 42	
9	I 9,00-9,10				50-R
10	T 9,10-9,50				Parafinado
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

LEYENDA— A = Muestra alterada    T = Testigo  
 I = Muestra inalterada  
 S = Muestra standard

• = límite líquido  
 □ = límite plástico  
 ▲ = % de humedad natural

%	HUMEDAD				COMP. SIMPLE	EDOMETRO	CORTE	%	%	%	%	QUE PASA	CLAF. USCS	
	2	8	12	18										
0														
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														

OBSERVACIONES GENERALES N.F. 2,0

## MINISTERIO DE INDUSTRIA

## DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

## DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

TRABAJO N°

FECHA 9-5-72 a 10-5-72

LOCALIDAD \_\_\_\_\_ BENAMEJI

SONDEO

BENAMEJI

S - 3

EJ 00114  
PROFUNDIDAD 8,40

00114  
B&P 8-40

HOJA N.º 1

Med. St. 1—150 no. 2

Mod. 21 Imp. DEC - Tel. 255 04 77

00114003

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Mod. 21 Imp. JEC - Tel. 255 04 77

LEYENDA — A = Muestra alterada T = Testigo  
 I = Muestra inalterada  
 S = Muestra standard

- = Límite líquido
- = Límite plástico
- ▲ = % de humedad natural

OBSERVACIONES GENERALES N.F 2,40

## **MINISTERIO DE INDUSTRIA**

## DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

TRABAJO N.<sup>o</sup>

FECHA 10-5-72 a 11-5-72

## LOCALIDAD

BENAMEJI

00114

SONDEO. S-4

PROFUNDIDAD 8,40

HOJA N.º 1

MUESTRA N.º L	PROFUND. metros	CORTE ESTRATIGRAFICO		ENSAYO STANDARD	OBSERVACIONES
		Columna	Descripción del terreno		
0				0 4 8 5 8	
1					
2	S 1,50 - 2,10		ARCILLA MARRON COMPACTA	4 4 6 7	
3	I 3,00 - 3,45				7 - 12 - 20
4	S 4,00 - 4,60		ARCILLA	8 8 10 14	
5	I 5,50 - 5,95				16 - 23 - 33
6	S 7,00 - 7,60			8 14 22 25	
7	T 8,00 - 8,40				Parafinado
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

LEYENDA— A = Muestra alterada      T = Testigo  
 I = Muestra inalterada  
 S = Muestra standard

- = Límite líquido
- = Límite plástico
- ▲ = % de humedad natural

OBSERVACIONES GENERALES N.F 7,10

% HUMEDAD	COMP. SIMPLE			EDOMÉTRO		CORTE		% SO <sub>3</sub>	% CO <sub>3</sub>	% M.O.	% QUE PASA				CLAF. USCS
	DENS. SECA	Kg/cm <sup>2</sup>	% DEFOR	Cc	e o	Φ	c				4	10	40	200	
100											100	100	99,90	99,71	CH
100											100	100	100	99,91	CH

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

TRABAJO N.º

FECHA 12-5-72 a 13-5-72

LOCALIDAD BENAMEJI

SONDEO S-5

PROFUNDIDAD 8,30

HOJA N.º 1

60114

00114005

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Mod. 21 Imp. JEC - Tel. 255 04 77

MUESTRA N.º 1	PROFUND. metros	CORTE ESTRATIGRÁFICO		ENSAYO STANDARD	OBSERVACIONES	% HUMEDAD	COMP. SIMPLE		EDOMETRO	CORTE		%	%	%	%	CLAF. USCS				
		Columna	Descripción del terreno				0	10	20	30	40									
	0		ARENA ARCILLOSA																	
	1	S 1,50-1,87			21 50 50 R															
	2	I 3,00-3,27		ARCILLA		32-50-R														
	3	S 4,00-4,35			26 32 50 R															
	4	I 5,00-5,20			40-50-R															
	5	T 5,20-5,45			Parafinado															
	6	S 6,50-6,65			50 R															
	7		ARCILLA MARGOSA			50-R														
	8	I 8,00-8,07			Parafinado															
	9	T 8,00-8,30																		
	10																			
	11																			
	12																			
	13																			
	14																			
	15																			
	16																			
	17																			
	18																			
	19																			
	20																			
	21																			
	22																			

LEYENDA — A = Muestra alterada  
 I = Muestra inalterada  
 S = Muestra standard

— T = Testigo

• = Límite líquido  
 □ = Límite plástico  
 ▲ = % de humedad natural

OBSERVACIONES GENERALES N.F 3,80

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

TRABAJO N.<sup>o</sup>

FECHA 15-5-72 a 17-5-72

LOCALIDAD BENAMEJI

SONDIO S - 6

PROFUNDIDAD 8,30

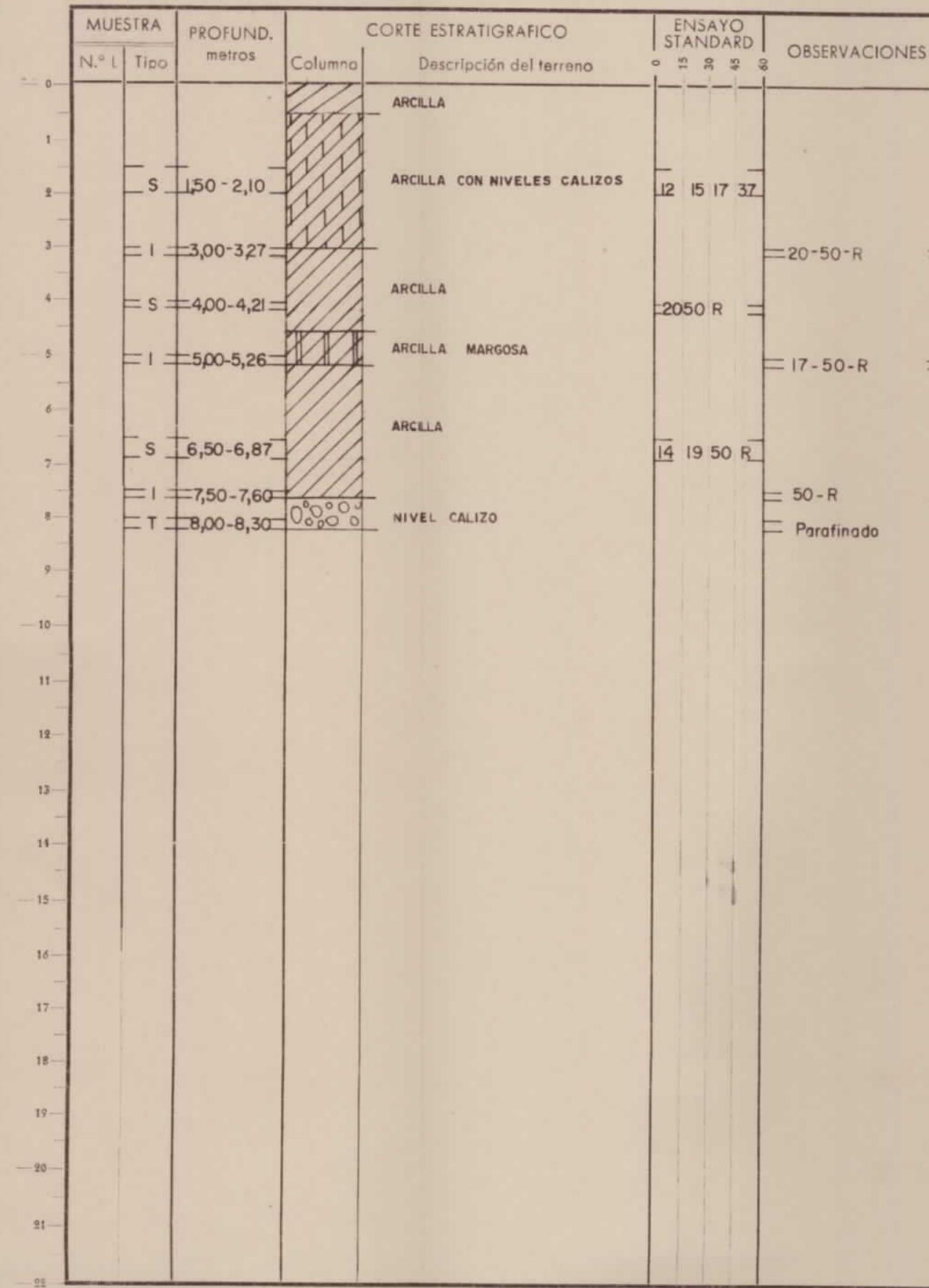
00114

HOJA N.<sup>o</sup> 1

00114006

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Mod. 21 Imp. JEC - Tel. 255 04 77



LEYENDA — A = Muestra alterada  
 I = Muestra inalterada  
 S = Muestra standard

• = Límite líquido  
 □ = Límite plástico  
 ▲ = % de humedad natural

°/ HUMEDAD	COMP. SIMPLE					EDOMETRO	CORTE	°/ SO <sub>4</sub>	°/ CO <sub>2</sub>	°/ M.O.	°/ QUE PASA	CLAF. USCS
	DENS. SECA	Kg/cm <sup>3</sup>	% DEFOR	Cc	e <sub>c</sub>							
0												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												

OBSERVACIONES GENERALES N.F 4,80

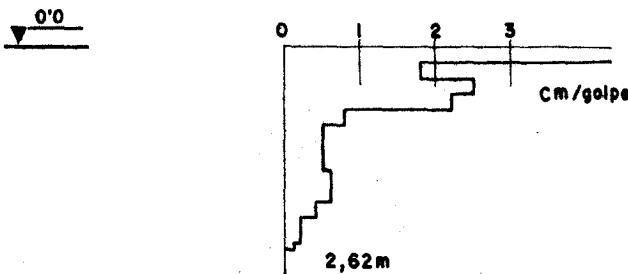
ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO DE UN TABUD DESLIZADO EN BENAMEJI  
(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION DEL NUCLEO URBANO

6. A N E J O S

6.2. Estudio de la zona de ampliación del núcleo urbano

6.2.2. Fichas de penetraciones

# PENETRACION N.º 1



-5'00

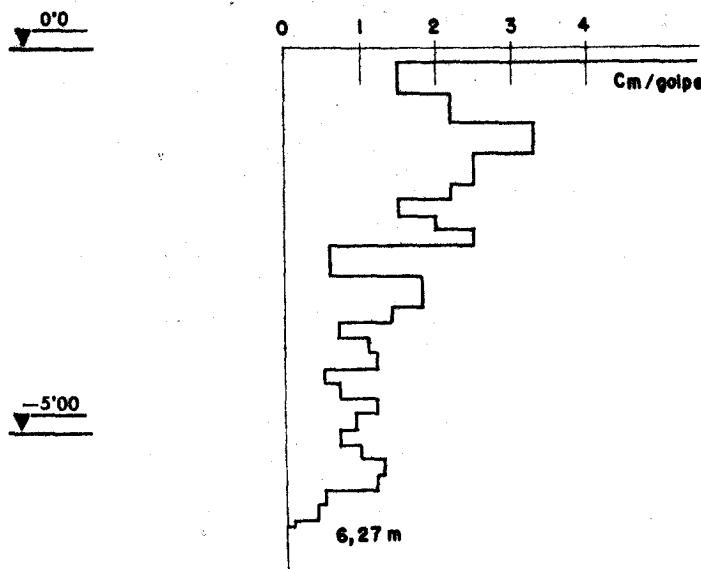
-10'00

-15'00

-20'00

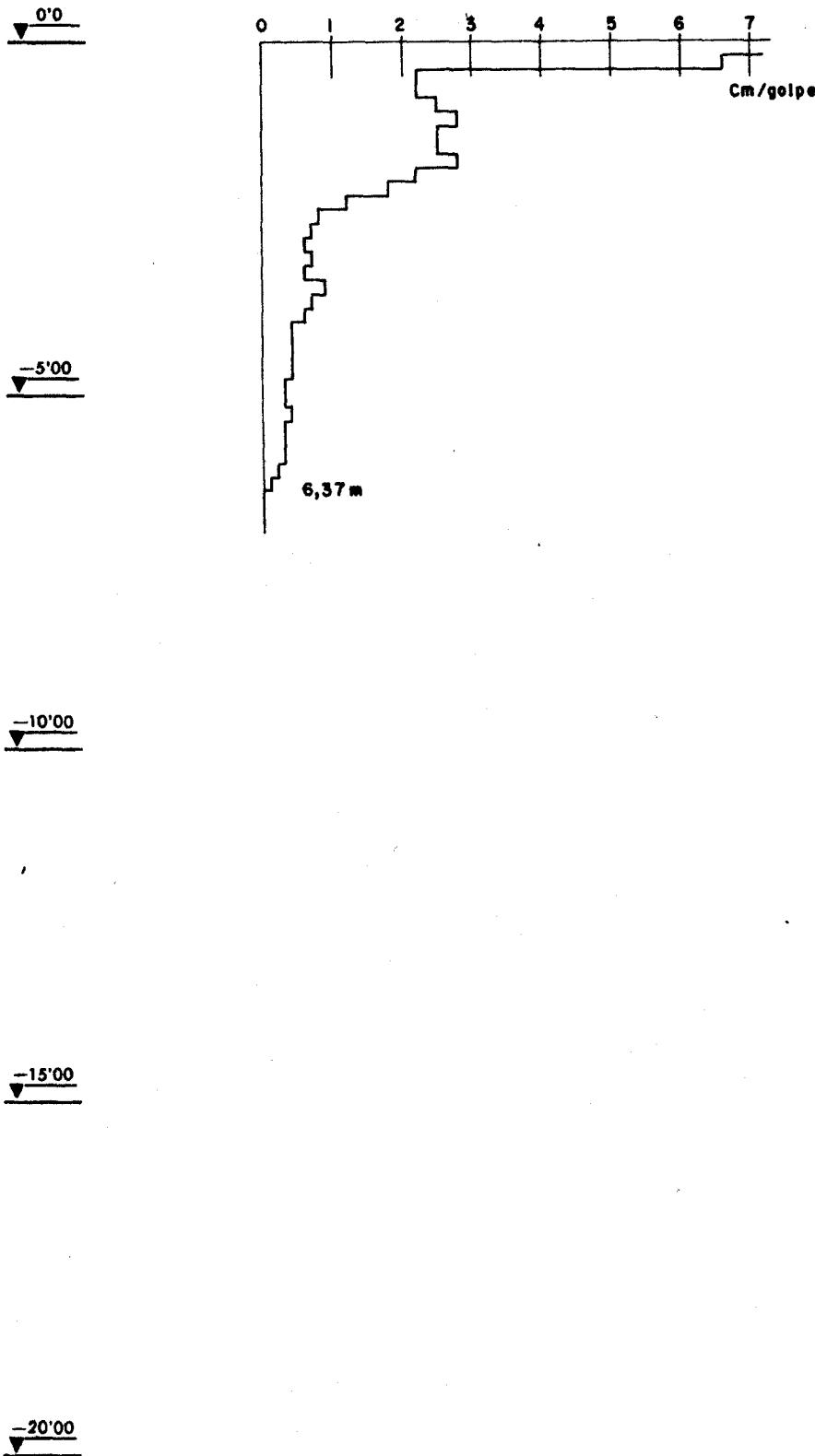
<b>MINISTERIO DE INDUSTRIA</b>	<b>ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO</b>		
<b>DIRECCION GENERAL DE MINAS</b>	<b>DE UN TALUD DESLIZADO EN "BENAMEJI"</b>		
<b>INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA</b>	<b>(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION</b>		
<b>DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA</b>	<b>DEL NUCLEO URBANO.</b>		
	<b>DELINIEACION</b>	<b>J. LAGUNA</b>	<b>ESCALA</b>
	<b>COMPROBACION</b>		<b>1/100</b>
<b>ENSAYO PENETRACION DINAMICA</b>	<b>EL AUTOR DEL INFORME</b>	<b>A. GONZALEZ</b>	<b>HOJA</b>
			<b>N.º</b>

# PENETRACION N.º 2



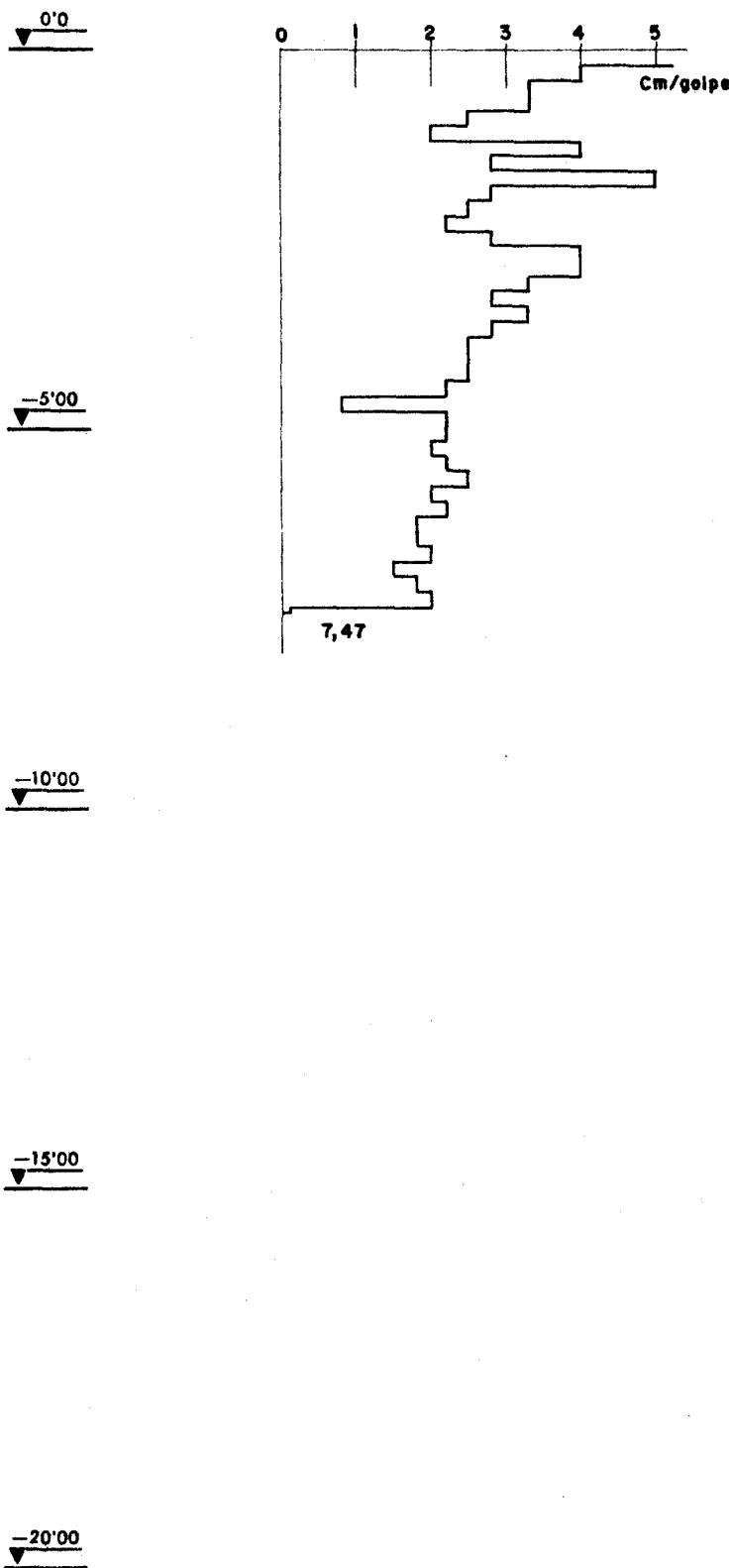
MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO DE UN TALUD DESLIZADO EN "BENAMEJI" (CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION DEL NUCLEO URBANO.		
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA			
	DELINKEACION	J. LAGUNA	ESCALA 1/100
	COMPROBACION		HOJA N.º
ENSAJO PENETRACION DINAMICA	EL AUTOR DEL INFORME	A. GONZALEZ	

# PENETRACION N.º 3



<b>MINISTERIO DE INDUSTRIA</b>	ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO	
DIRECCION GENERAL DE MINAS	DE UN TALUD DESLIZADO EN "BENAMEJI"	
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION	
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	DEL NUCLEO URBANO.	
	DELINIEACION	J. LAGUNA
	COMPROBACION	
ENSAYO PENETRACION DINAMICA	EL AUTOR DEL INFORME	A. GONZALEZ
	ESCALA	1/100
	HOJA	N.º

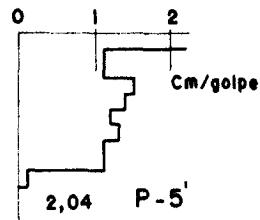
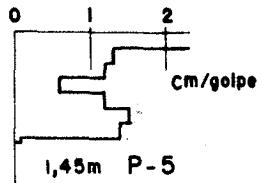
# PENETRACION N.º 4



MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO DE UN TALUD DESLIZADO EN "BENAMEJI" (CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION DEL NUCLEO URBANO.		
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA			
	DELINIEACION	J. LAGUNA	ESCALA 1/100
	COMPROBACION		HOJA N.º
ENSAYO PENETRACION DINAMICA	EL AUTOR DEL INFORME	A. GONZALEZ	

# PENETRACION N.º 5 - 5'

0'0



-5'00

-10'00

-15'00

-20'00

**MINISTERIO DE INDUSTRIA**

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA**

**ENSAYO PENETRACION DINAMICA**

ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO  
DE UN TALUD DESLIZADO EN "BENAMEJI"  
(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION  
DEL NUCLEO URBANO.

DELINKEACION

J. LAGUNA

ESCALA  
1/100

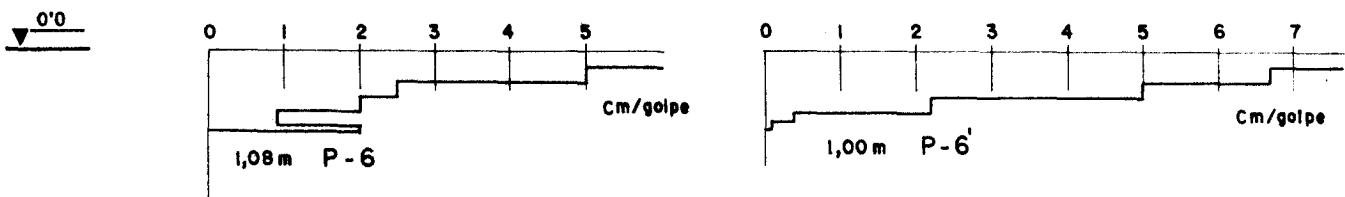
COMPROBACION

HOJA  
N.º

EL AUTOR DEL INFORME

A. GONZALEZ

# PENETRACION N.º 6-6'



-5'00

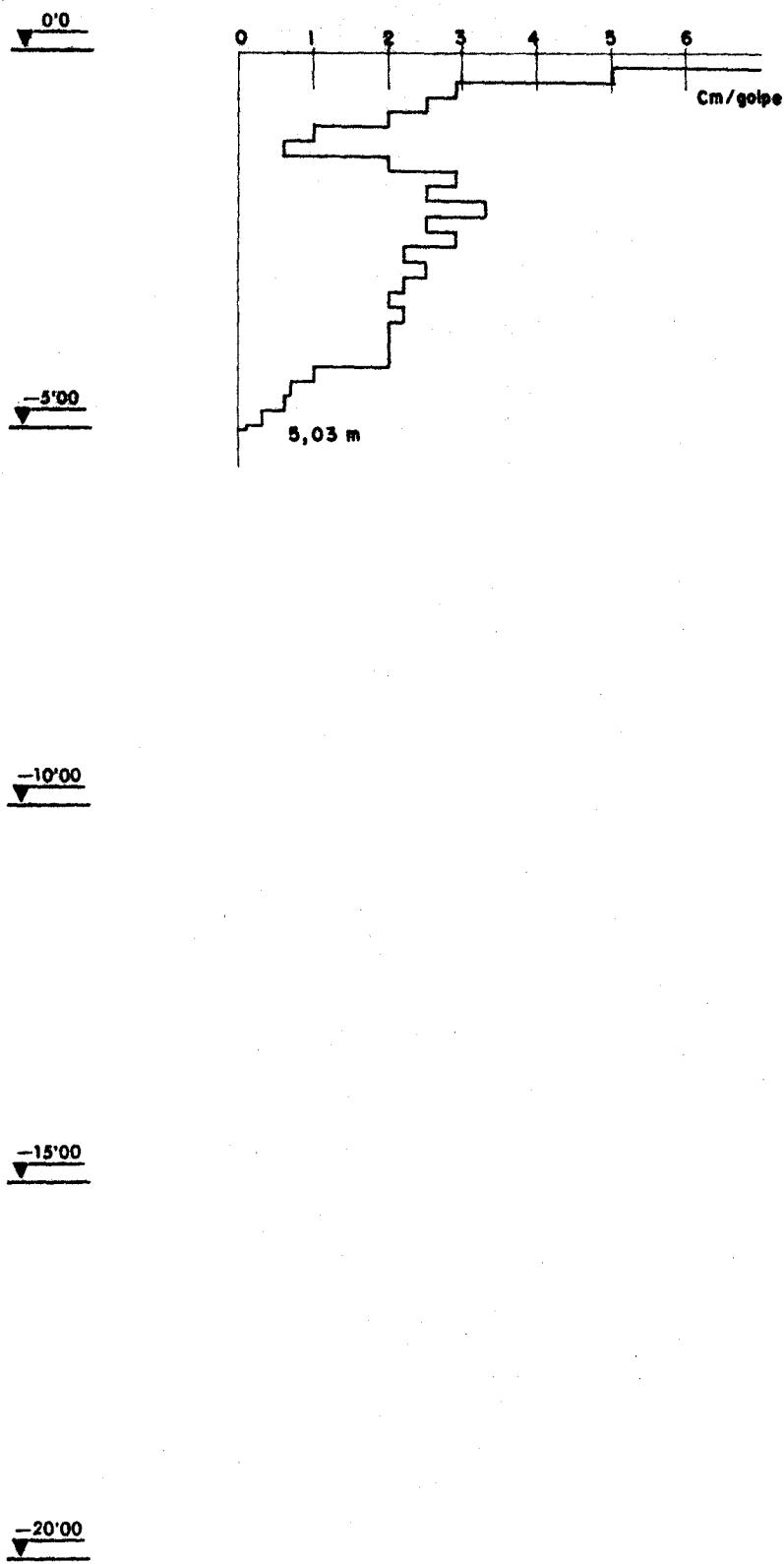
-10'00

-15'00

-20'00

<b>MINISTERIO DE INDUSTRIA</b> <b>DIRECCION GENERAL DE MINAS</b> <b>INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA</b>	<b>ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO DE UN TALUD DESLIZADO EN "BENAMEJI" (CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION DEL NUCLEO URBANO.</b>		
<b>DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA</b>			
	<b>DELINKEACION</b>	<b>J. LAGUNA</b>	<b>ESCALA 1/100</b>
	<b>COMPROBACION</b>		<b>HOJA N.º</b>
<b>ENSAYO PENETRACION DINAMICA</b>	<b>EL AUTOR DEL INFORME</b>	<b>A. GONZALEZ</b>	

# PENETRACION N.º 7



<b>MINISTERIO DE INDUSTRIA</b> DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO DE UN TALUD DESLIZADO EN "BENAMEJI" (CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION DEL NUCLEO URBANO.		
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA			
	DELINAEACION	J. LAGUNA	ESCALA 1/100
	COMPROBACION		HOJA N.º
ENSAYO PENETRACION DINAMICA	EL AUTOR DEL INFORME	A. GONZALEZ	

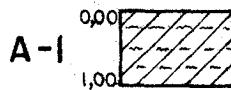
ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO DE UN TALUD DESLIZADO EN BENAMEJI  
(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION DEL NUCLEO URBANO

6. A N E J O S

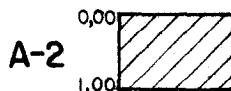
6.2. Estudio de la zona de ampliación del núcleo urbano

6.2.3. Fichas de pocillos y calicatas

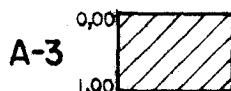
# POCILLOS



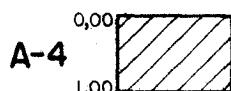
ARCILLA LIMOSA



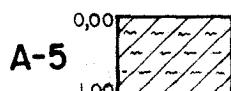
ARCILLA ORGANICA



ARCILLA ORGANICA



ARCILLA ORGANICA



ARCILLA LIMOSA

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
DIRECCION GENERAL DE MINAS  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

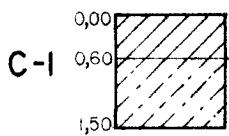
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

POCILLOS

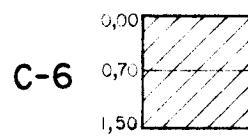
ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO  
DE UN TALUD DESLIZADO EN "BENAMEJI"  
(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION  
DEL NUCLEO URBANO.

DELINIEACION	MR. LUISA	ESCALA 1/100
COMPROBACION		HOJA 11
EL AUTOR DEL INFORME	A. GONZALEZ	

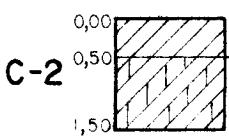
# CALICATAS



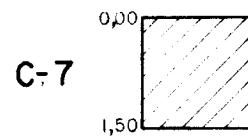
ARCILLA ORGANICA  
ARENA ARCILLOSA



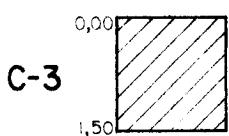
ARCILLA ORGANICA  
ARCILLA ROJIZA



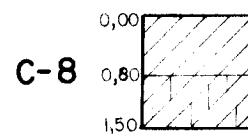
ARCILLA ORGANICA  
ARCILLA CON CALIZA



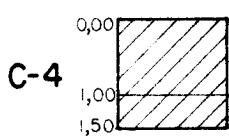
ARCILLA ORGANICA



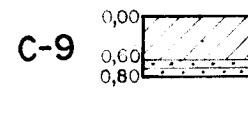
ARCILLA ORGANICA



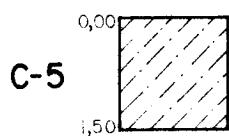
ARCILLA ORGANICA  
ARCILLA CON CALIZA



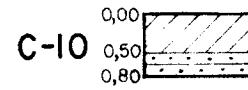
ARCILLA ORGANICA  
ARCILLA AMARILLA



ARCILLA ORGANICA  
ROCA



ARENA ARCILLOSA



ARCILLA ORGANICA  
ROCA

**MINISTERIO DE INDUSTRIA**

DIRECCION GENERAL DE MINAS  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA**

**CALICATAS**

ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO  
DE UN TALUD DESLIZADO EN "BENAMEJI"  
(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION  
DEL NUCLEO URBANO.

DELINIEACION	M. LUISA	ESCALA 1/100
COMPROBACION		
EL AUTOR DEL INFORME	A. GONZALEZ	HOJA N.º

ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO DE UN TALUD DESLIZADO EN BENAVENTE  
(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION DEL NUCLEO URBANO

6. A N E J O S

6.2. Estudio de la zona de ampliación del núcleo urbano

6.2.4. Resultados de laboratorio

## MINISTERIO DE INDUSTRIA

D. G. DE MINAS Y COMBUSTIBLES

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

LABORATORIO

TRABAJO N.<sup>o</sup>

DENOMINACION

BENAJEI

CLIENTE

Mod. 26 JEC-T. 2

SONDEO Nº	MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD (m)	LIMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRIA				HUMEDAD NATURA. %	DENSID. APARENTE	Pe DE PARTICULAS	COMPRE- SION SIMPLE Kg/cm <sup>2</sup>	MATERIA ORGANICA	EQUIVA- LENCIAS DE ARENA %	PRESENCIA DE SULFATOS	CARBO- NATO CALCICO %	CLASIFI- ACION U. S. C. S.	
			Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	4	10	40	200										
1	15	3,00-3,45	32,38	12,71	19,67	100	100	78,03	37,25									SC	
2	23	1,50-2,10	70,23	16,66	53,56	100	100	94,96	91,82									CH	
2	26	6,00-6,45	57,07	23,72	33,35	100	100	97,89	96,81	27,10	2,08	2,767						CH	
3	33	3,00-3,45	88,51	19,99	68,51	100	100	48,82	94,54									CH	
3	35	6,00-6,35	80,65	17,42	63,23	100	100	99,87	99,01									CH	
4	42	3,00-3,45	93,76	21,90	71,85	100	100	99,90	99,71	38,76	1,82	2,715						CH	
4	44	5,50-5,95	89,51	21,00	68,50	100	100	100	99,91									CH	
5	50	3,00-3,27	89,93	11,57	78,36	100	100	98,05	86,61									CH	
6	60	3,00-3,27	96,27	17,01	79,26	100	100	99,28	97,27									CH	
C A L I C A T A S																			
C-1	107	0,60-1,50	54,15	16,53	37,61	78,02	69,68	53,67	40,00									SC	
C-3	110	0,00-1,50	113,21	14,90	98,31	98,79	98,67	98,55	98,45									CH	
C-5	113	0,00-1,50	41,31	16,57	24,74	59,31	50,42	36,50	28,48									SC	
C-6	115	0,70-1,50	58,36	14,80	43,55	78,08	75,87	71,37	64,33									CH	
C-7	116	0,00-1,50	60,69	18,20	42,49	95,77	94,61	91,13	83,70									CH	
C-10	121	0,50-0,80	0,00	0,00	0,00	59,24	46,09	23,93	11,89									SW-SM	
P O C I L L O S																			
A-1			44,50	19,18	25,32	90,79	84,89	69,80	53,53									CL	25,10 1,43
A-2																			20,70 1,58 CB
A-3																			16,50 1,70
A-4			51,73	15,58	36,15	85,32	84,05	82,51	75,86									CH	18,10 1,62 CB
A-5			36,97	17,02	19,94	86,73	80,58	67,75	54,69									CL	

Proctor  
M óptima D máxima

DENOMINACION Benamejí SONDEO N.<sup>o</sup>

4

MUESTRA N.<sup>o</sup> 42

PROFUNDIDAD 3,0-3,15

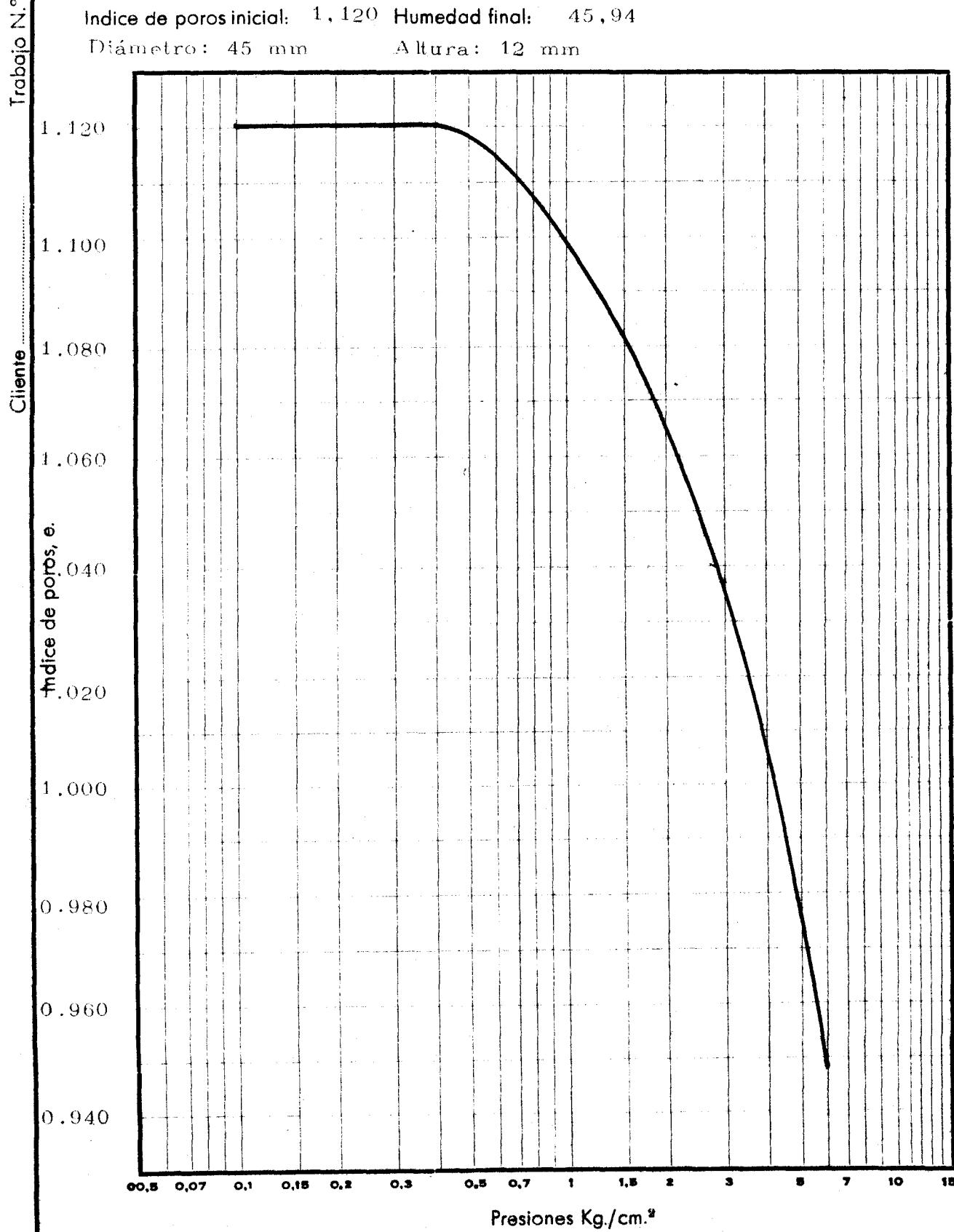
## ENSAYO EDOMETRICO

## CURVA EDOMETRICA

Densidad seca inicial: 1,280 Humedad inicial: 41,73 Peso específico de las partículas: 2,

Índice de poros inicial: 1,120 Humedad final: 45,94

Diámetro: 45 mm Altura: 12 mm



DENOMINACION Benitojí SONDEO N.<sup>o</sup> 2MUESTRA N.<sup>o</sup> 26

PROFUNDIDAD 6,0-6,45

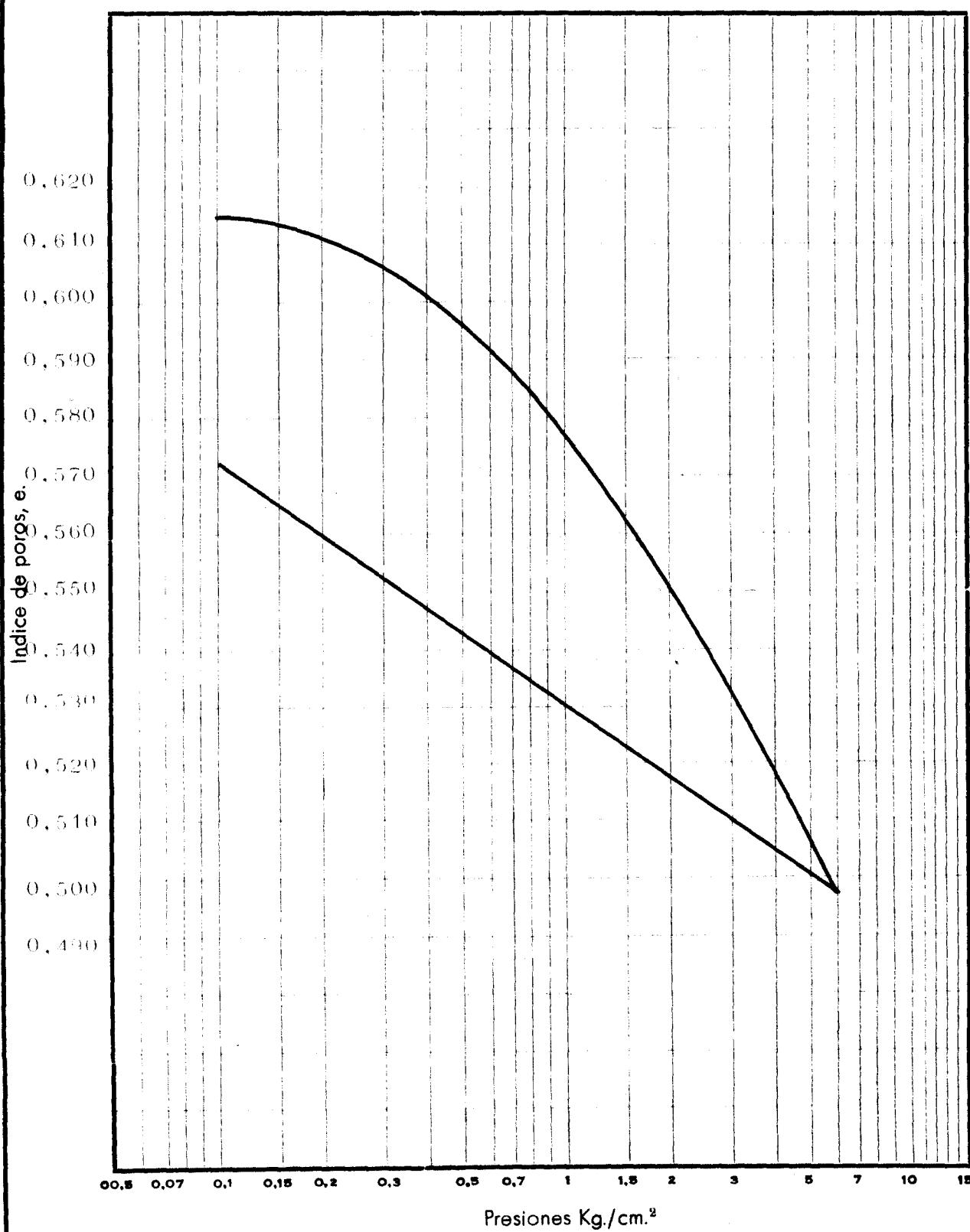
## ENSAYO EDOMETRICO

## CURVA EDOMETRICA

Densidad seca inicial: 1,712 Humedad inicial: 21,72 Peso específico de las partículas: 2,767

Índice de poros inicial: 0,615 Humedad final: 23,43

Diámetro: 45 mm Altura: 12 mm

Trabajo N.<sup>o</sup>

TRABAJO N.º

DENOMINACION Benamejí

CLIENTE

GEIN

MUESTRA N.º A-2

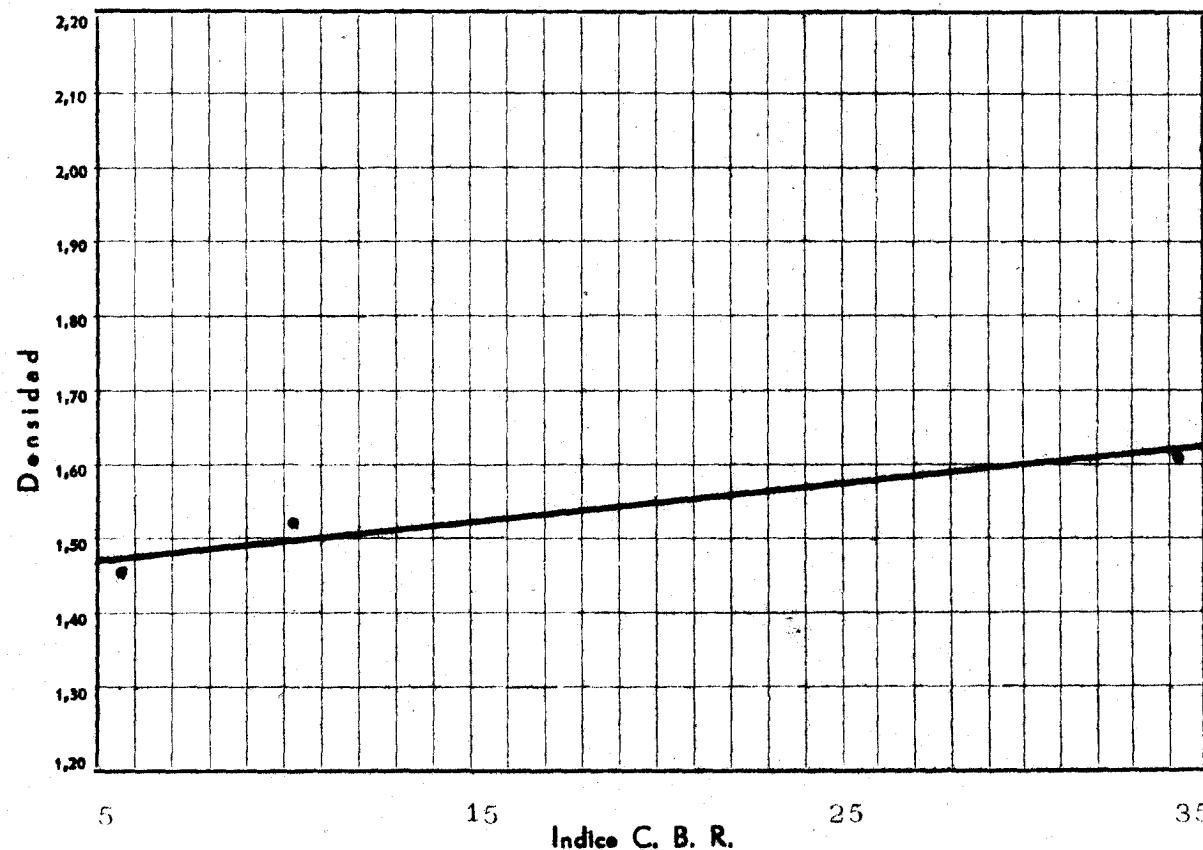
**ENSAYO C. B. R.**

Densidad máxima ..... 1,58

Humedad óptima correspondiente ..... 20,7%

Proporción del material superior a 3/4 \* ..... .

Sobrecarga ..... 15 libras



**RESULTADOS DE ENTUMECIMIENTO**

Humedad de apisonado	Densidad seca	Agua absorbida %	Entumecimiento %
19,39	1.452	8,58	3,94
19,39	1,515	7,42	4,29
19,39	1,606	4,18	3,67

Observaciones:

\* Cuando el suelo contiene material superior a 3/4 de pulgada, la densidad máxima que se da es la obtenida utilizando el mismo material sustituido que se emplea para hacer el ensayo C. B. R. El valor de dicha densidad no coincide, por tanto, con la densidad máxima normal del apisonado obtenida solamente con el material inferior a 3/4.

TRABAJO N.º

DENOMINACION Benamejí

CLIENTE GEIN

MUESTRA N.º A - 4

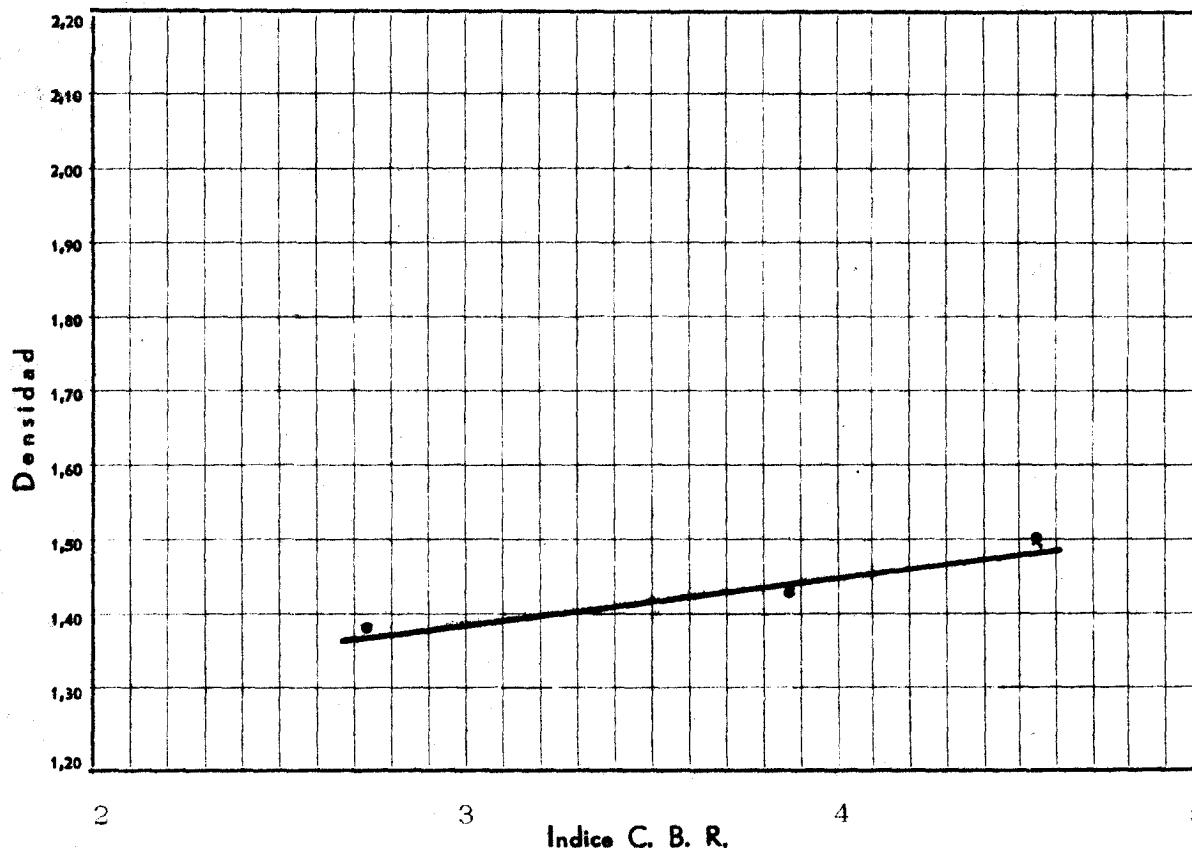
## ENSAYO C. B. R.

Densidad máxima ..... 1,62

Humedad óptima correspondiente ..... 18,10%

Proporción del material superior a 3/4 \* ..... -----

Sobrecarga ..... 15 libras



## RESULTADOS DE ENTUMECIMIENTO

Humedad de apisonado	Densidad seca	Agua absorbida %	Entumecimiento %
17,05	1,389	16,19	4,77
17,05	1,427	15,39	4,73
17,05	1,500	8,84	5,02

Observaciones:

\* Cuando el suelo contiene material superior a 3/4 de pulgada, la densidad máxima que se da es la obtenida utilizando el mismo material sustituido que se emplea para hacer el ensayo C. B. R. El valor de dicha densidad no coincidirá, por tanto, con la densidad máxima normal del apisonado obtenida solamente con el material inferior a 3/4.

ESTUDIO GEOTECNICO PARA RECONOCIMIENTO DE UN TALUD DESLIZADO EN BENAMOR  
(CORDOBA) Y DE LA ZONA DE AMPLIACION DEL NUCLEO URBANO

6. A N E J O S

6.2. Estudio de la zona de ampliación del núcleo urbano

6.2.5. Climatología y meteorología

ANEJO Nº 4

1. CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

A fin de conocer con detalle las características climáticas, se insertan a continuación una serie de datos, obtenidos de la publicación "Datos climáticos para carreteras", editada por el Ministerio de Obras Públicas, que dan una idea global sobre el régimen de precipitaciones y temperaturas en la zona donde se ha efectuado el presente estudio.

a) Precipitación media anual

542,4 mm.

b) Valores medios de las precipitaciones en los distintos meses:

Enero:	68 mm	Julio:	2,1 mm
Febrero:	58,6 mm	Agosto:	4,4 mm
Marzo:	80,2 mm	Septiembre:	23,5 mm
Abril:	52,6 mm	Octubre:	63,6 mm
Mayo:	38,4 mm	Noviembre:	64,1 mm
Junio:	9,4 mm	Diciembre:	78,5 mm

c) Promedio anual de días de lluvia

70

d) Temperatura media anual

17,4° C

c) Temperatura media en los distintos meses:

Enero:	9,5° C	Julio:	26,2° C
Febrero:	10,7° C	Agosto:	26,1° C
Marzo:	13,2° C	Septiembre:	23,3° C
Abril:	15,7° C	Octubre:	16,3° C
Mayo:	18,4° C	Noviembre:	13,7° C
Junio:	22,9° C	Diciembre	10,1° C

f) Temperatura máxima absoluta

43,6° C

g) Temperatura mínima absoluta

-7,3° C

h) Oscilación verano invierno de las temperaturas anuales

18° C

i) Oscilación de los valores medios mensuales de las temperaturas externas

26,5° C

j) Valor medio anual del nº de horas de sol

2833

k) Valor medio del nº de horas de sol en los distintos meses

Enero:	165	Julio:	362,1
Febrero:	124,9	Agosto:	341,4
Marzo:	185,2	Septiembre:	264,1
Abril:	231,6	Octubre:	226,2
Mayo:	281,8	Noviembre:	171,8
Junio:	316,6	Diciembre:	150,9

Todos estos datos corresponden al periodo 1931-1960

Dentro de este Añojo se incluyen:

Los cuadros nº 1 y nº 2, que dan una estadística de precipitaciones y temperaturas dentro del área de Córdoba.

El cuadro nº 3 que contiene los valores del Índice de Evapotranspiración, y el cuadro nº 4 que expresa, de forma gráfica, la variación de la pluviaometría, del índice de evapotranspiración y de la diferencia entre ambos, a lo largo de los distintos meses. Todos estos índices se obtuvieron de la publicación del Ministerio de Obras Públicas "Balance Hídrico" y han sido calculadas según las fórmulas de Turo, González Quijano y Tornwaite.

En el Mapa de drenaje superficial y escorrentía, vienen representadas las distintas cuencas de recepción y los valores del índice de escorrentía de las cuencas sobre las que se sitúa el área en estudio; su determinación se ha hecho a partir de la norma 5.1.- IC, del Ministerio de Obras Públicas.

## 2. PROGRAMACION DE OBRAS

Por ser de suma importancia al conocer el número de días útiles para el trabajo y, con ellos, poder evaluar económicamente los proyectos a realizar en la zona de Benamejí, se facilitan a continuación, una serie de coeficientes de reducción a aplicar al número de días laborables de cada mes, refiriéndolos a las distintas clases de obras a realizar.

Para ello, y siguiendo los criterios de la División de Materiales de la Dirección General de Carreteras, adoptaremos los siguientes coeficientes:

$\eta_m$  : Coeficiente de reducción por helada

$\eta_m$  : nº de días del mes "m" de temperatura mínima de 0º C

nº de días del mes "m"

$C_m$ : Coeficiente de reducción por temperatura límite de riegos, tratamientos superficiales o por penetración

$T_m$ : nº de días del mes "m" en el que la temperatura a las 9 de la mañana es > 10° C

nº de días del mes "m"

$T'_m$ : Coeficiente de reducción por temperatura límite de mezcla bituminosa

$T''_m$ : nº de días del mes "m" en que la temperatura a las 9 de la mañana es > 5° C

nº de días del mes "m"

$\lambda_m$ : Coeficiente de reducción por lluvia

$\lambda'_m$ : nº de días del mes "m" con precipitación 10 mm  
nº de días del mes "m"

$\lambda''_m$ : Coeficiente de reducción por lluvia

$\lambda'''_m$ : nº de días del mes "m" con precipitación 1 mm  
nº de días del mes "m"

El coeficiente de reducción  $C_m$  aplicable a cada clase de obra es:

Hormigones Hidráulicos.....	$C_m = \lambda_m \cdot \lambda''_m$
Explanaciones.....	$C_m = \frac{\lambda_m + \lambda'''_m}{2}$
Producción de áridos.....	$C_m = \lambda_m$
Riegos y tratamientos superficiales o por penetración.....	$C_m = \lambda_m \cdot \lambda''_m$
Mezclas bituminosas.....	$C_m = \lambda'_m \cdot \lambda''_m$

Calculados estos valores, obtenemos un cuadro en el que figuran los coeficientes reductores, para cada tipo de obra, en los distintos meses del año (cuadro nº 5).

En el cálculo de los días útiles para trabajar dentro de cada mes, intervienen dos factores de reducción, el relativo a los días festivos, y el de días de climatología adversa. El producto de estos dos coeficientes nos daría un resultado erróneo, ya que los días festivos, pueden ser también de climatología adversa.

Si se considera que, para un mes determinado Cf representa el coeficiente de reducción por días festivos y Cm el coeficiente de reducción climatológica, entonces  $(1 - Cm)$  representa la probabilidad, de que un día cualquiera del mes, presente climatología adversa y  $(1 - Cf)$  la posibilidad de que un día laborable presente una climatología adversa.

El coeficiente de reducción total, será por tanto:

$$Ct = 1 - (1 - Cm) Cf$$

## CORDOBA

HUMEDAD RELATIVA MEDIA	HELADAS		PRECIPITACION											MESES	
	VALORES MEDIOS		VALORES EXTREMOS OBSERVADOS				VALORES MEDIOS								
			MAXIMA MENSUAL		MINIMA MENSUAL		DIAS CON PRECIPITACION			INAPRECIABLE					
			Nº DE DIAS	Nº MENSUAL	MAXIMA EN 24 HORAS	MINIMA EN 24 HORAS	≥ 1m.m	Nº DE DIAS	% MENSUAL	Nº DE DIAS	% MENSUAL	≥ 10 m.m	Nº DE DIAS	MEDIA MENSUAL	
77	0	92	3	0,0	243,7	67,1	90	3	74	8	1	9	88,4	Enero	
70	0	94	2	2,4	265,1	64,0	89	3	71	8	1	7	66,8	Febrero	
69	0	100	0	10,0	264,6	65,0	87	4	71	9	2	10	110,4	Marzo	
62	0	100	0	0,0	149,4	65,0	93	2	80	6	1	8	60,4	Abril	
58	0	100	0	5,5	152,1	48,5	93	2	84	5	1	7	50,1	Mayo	
48	0	100	0	0,0	50,7	37,8	97	1	93	2	1	2	12,2	Junio	
41	0	100	0	0,0	48,1	41,4	100	0	97	1	1	1	2,6	Julio	
43	0	100	0	0,0	35,5	17,1	100	0	100	0	1	1	3,4	Agosto	
51	0	100	0	0,0	66,1	42,2	97	1	90	3	1	3	22,9	Septiembre	
64	0	100	0	0,0	168,2	80,8	90	3	81	6	2	8	86,0	Octubre	
74	0	100	0	0,0	189,3	85,2	90	3	77	7	2	5	76,5	Noviembre	
78	0	97	1	8,8	362,4	61,2	84	5	68	10	1	10	84,6	Diciembre	

MEDIA MENSUAL DE HORAS DE INSOLACION	TEMPERATURAS											CORDOBA	
	TEMPERATURAS A 9H				VALORES MEDIOS			OSCILACION		EXTREMAS			
	≥ 5° C		≥ 10° C										
	% MENSUAL	Nº DE DIAS	% MENSUAL	Nº DE DIAS	MÍNIMA	MEDIA MENSUAL	MÁXIMA	MEDIA	EXTREMA	MÍNIMA	MÁXIMA		
165,0	26	8	67	21	4,5	9,1	13,7	9,2	29,5	-4,7	24,8	Enero	
174,9	25	7	78	22	5,2	10,7	16,2	11,0	33,8	-6,0	27,8	Febrero	
185,2	58	18	93	29	8,3	13,5	19,0	10,7	30,2	-1,0	29,2	Marzo	
231,6	76	23	100	30	9,9	16,3	22,7	12,8	32,4	3,0	35,4	Abril	
281,8	100	31	100	31	12,7	19,4	26,0	13,3	35,6	3,8	39,4	Mayo	
316,6	100	30	100	30	16,7	24,4	32,0	15,3	34,6	9,0	43,6	Junio	
362,1	100	31	100	31	19,5	27,9	36,2	16,7	32,6	12,0	44,6	Julio	
341,4	100	31	100	31	19,6	27,6	35,5	15,9	32,8	11,2	44,0	Agosto	
264,1	100	30	100	30	17,3	24,3	31,2	13,9	30,2	9,8	40,0	Septiembre	
226,2	90	28	100	31	12,9	18,6	24,4	11,5	34,5	2,0	36,5	Octubre	
171,8	50	15	93	28	8,4	13,6	18,6	10,2	31,2	-1,2	30,0	Noviembre	
150,9	26	8	71	22	5,1	9,6	14,1	9,0	23,8	-3,0	20,8	Diciembre	

## LUCENA-CORDOBA

MESES	INDICES DE EVAPOTRANSPIRACION		
	Turc	Quijano	Thornwaite
Enero	36,1	16,9	13,8
Febrero	55,6	22,2	24,3
Marzo	75,8	38,6	37,8
Abril	104,4	57,2	57,5
Mayo	133,2	86,0	81,9
Junio	169,0	128,6	131,0
Julio	177,9	161,3	158,3
Agosto	167,4	152,3	143,8
Septiembre	119,3	106,8	104,8
Octubre	80,1	68,1	63,2
Noviembre	49,6	30,6	27,4
Diciembre	34,0	17,9	14,8
AÑO	100,2	73,9	71,5

COEFICIENTES DE REDUCCION A APLICAR AL N° DE DIAS  
LABORABLES DE CADA MES EN LAS DISTINTAS CLASES  
DE OBRAS

Media Anual					
MES	Hormigones hidraulicos	Explanaciones	Producciones de aridos	Riegos y tratamientos superficiales	Mezclas bituminosas
Enero	0,819	0,7875	0,91	0,336	0,714
Febrero	0,846	0,7965	0,94	0,249	0,581
Marzo	0,84	0,78	0,84	0,360	0,648
Abril	0,91	0,87	0,91	0,664	0,83
Mayo	0,91	0,915	0,91	0,92	0,92
Junio	0,98	0,96	0,98	0,94	0,94
Julio	1	0,999	1	0,99	0,99
Agosto	1	0,999	1	0,99	0,99
Septiembre	0,98	0,965	0,98	0,95	0,95
Octubre	0,92	0,875	0,92	0,989	0,83
Noviembre	0,90	0,84	0,90	0,468	0,1488
Diciembre	0,88	0,7335	0,88	0,225	0,525

GRAFICOS DE EVAPOTRANSPIRACION, PLUVIOMETRIA Y DIFERENCIA PLUVIOMETRIA-EVAPOTRANSPIRACION  
- CORDOBA -

