

74

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO



FACULTAD DE INGENIERIA

"REVISION DE LA ESTABILIDAD DE UNA PRESA DE
JALES EN OPERACION, CONSIDERANDO LA
SOBRE-ELEVACION DE LA CORONA"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N

ANA ESPERANZA LEONEL DE CERVANTES MORENO
MARTHA GABRIELA ESCANDON ESCALERA



201534

MEXICO, D. F.

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/023/01

Señoritas
ANA ESPERANZA LEONEL DE CERVANTES MORENO
MARTHA GABRIELA ESCANDON ESCALERA
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. HECTOR A. LEGORRETA CUEVAS**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

**"REVISION DE LA ESTABILIDAD DE UNA PRESA DE JALES EN OPERACIÓN,
CONSIDERANDO LA SOBRE-ELEVACION DE LA CORONA"**

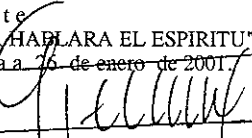
INTRODUCCION

- I. ANTECEDENTES**
- II. METODOLOGIA DEL PROGRAMA "ESTABILI"**
- III. EXPLORACION Y PROPIEDADES GEOTECNICAS DEL SITIO**
- IV. CONDICIONES PARA LA REVISION DE ESTABILIDAD**
- V. INTERPRETACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS**
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
- BIBLIOGRAFIA**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 25 de enero de 2001.
EL DIRECTOR


M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/GMP/mstg.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarnos la oportunidad invaluable de estudiar una carrera universitaria.

A la Facultad de Ingeniería, por darnos los estudios en Ingeniería Civil.

Al Ing. Héctor A. Legorreta Cuevas por compartir sus conocimientos con nosotras, por su asesoría y paciencia durante la elaboración de ésta Tesis.

A los miembros del Jurado quienes nos han brindado conocimientos en diversas materias y en la evaluación del presente trabajo:

Ing. Gonzalo López de Haro.
Ing. Álvaro Ortiz Fernández
Ing. José Luis Esquivel Ávila
Ing. Ana Aurora Aburto Guerra.

A todos ellos gracias.

A mi madre: Por ser el ejemplo de fuerza, coraje y decisión que me ha inspirado para poder alcanzar mis metas, además por el apoyo y dedicación que me has brindado y porque sabes que este triunfo es también tuyo.

A Sandra: Por todo el apoyo que he recibido de ti a lo largo de mi desarrollo como estudiante, por tu preocupación en mi formación, y por ser, junto con Carlos, la familia que me apoya

A Ana: Por compartir este proyecto conmigo, además de todas las experiencias que nos han hecho crecer juntas y han hecho que nuestra amistad sea una de las cosas más valiosas en nuestras vidas. Gracias por tu apoyo, por tus consejos, por los grandes momentos compartidos y por todo lo demás.

A la Lic. Ma. Elena Moreno: Por el apoyo que me ha brindado en todos los aspectos, pero principalmente por su cariño y paciencia, y por contar con su amistad incondicional.

Al Ing. Humberto Leonel de Cervantes Padilla: Con admiración y respeto, en reconocimiento a la orientación y al apoyo que me ha brindado en mi desarrollo profesional y muy especialmente, por su colaboración en este proyecto, gracias.

A Ericka y Perla. Por estar conmigo en las buenas y en las malas, durante tantos años, en los que hemos sabido ser las mejores amigas, confidentes y hasta cómplices. Por los momentos que seguimos compartiendo y porque he aprendido que a veces la amistad se puede transformar en hermandad.

A mis amigos: A todas aquellas personas que han compartido conmigo los momentos importantes y que celebran junto conmigo las metas alcanzadas.

GABRIELA ESCANDON ESCALERA

A mi Papá, quien de una manera u otra ha sido mi ejemplo a seguir.
Gracias Papi

A mi Mamá, quien todo el tiempo a estado a mi lado, dándome todo el apoyo y amor que sólo una madre puede dar.
Gracias Mami.

A mi Hermano Humberto, quien con su especial forma de ser, siempre ha estado a mi lado.
Gracias sapito.

A mi amiga y compañera de tesis Gabilonda, con quien he vivido muchos de los mejores momentos de mi vida, y los que nos faltan.
Gracias Gabilonda.

A aquellos que tuvieron que partir antes y a quienes yo sé, les hubiera encantado compartir conmigo este momento.

A todos mis amigos y compañeros con quienes viví miles de alegrías y experiencias a lo largo de esta etapa.

Ana Leonel de Cervantes Moreno

INDICE

CAPITULO	PAGINA
INTRODUCCION	1
I.- ANTECEDENTES	
Condicion inicial	8
Figuras	11
II.- METODOLOGIA DEL PROGRAMA ESTABILIZADO	
Método de dovelas	14
Operación del programa "Estabiliz"o	16
Ejemplo comparativo	23
Comentarios	29
III.- EXPLORACION Y PROPIEDADES GEOTECNICAS DEL SITIO	
Geología Regional	31
Sondeos de exploración	32
Condiciones estratigráficas	34
Distancias piezométricas	36
Figuras	37
IV.- CONDICIONES PARA LA REVISION DE ESTABILIDAD	
Análisis efectuados	53
Resultados Obtenidos	54
Conclusiones respecto a las propiedades	56
Tablas y figuras	57
V.- INTERPRETACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS	
Parámetros mecánicos	71
Estabilidad de Taludes	72
Drenaje de la Presa	73
Recargue de la Presa	74
Instrumentación	75
Presiones sobre las alcantarillas	75
Corridas "Estabiliz"o	76
Figuras	98

INDIC.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
Composición general de los suelos	100
Estabilidad del Talud	101
Crecimiento de la presa	102
Observaciones	103
Instrumentación	104
Figura	105
ANEXO FOTOGRAFICO	107
BIBLIOGRAFIA	120

INTRODUCCION

INTRODUCCION.

Los jales mineros, en forma de bordo o presas han estado presentes en algunas ciudades mexicanas por aproximadamente cuatro siglos. Hasta hace relativamente poco, su diseño, construcción y operación se basó en buena medida en el empirismo, las costumbres y la tradición. Sin duda, ha habido avances en los que la ingeniería Geotécnica ha jugado un papel relevante.

Desde hace décadas, la industria minera mexicana está teniendo un gran desarrollo que ha requerido de la construcción de presas cada vez más grandes para el almacenamiento de los residuos sólidos (jales) más el agua de transporte, provenientes de las plantas concentradoras del mineral.

Se han estudiado las causas de falla en las presas de jales mexicanas y se han establecido procedimientos para mejorar su proyecto, construcción y operación. Las presas de jales son las únicas obras de ingeniería que se construyen y operan al mismo tiempo, en contraste con las presas para almacenamiento de agua, cuya operación se inicia al término de su construcción.

Los criterios básicos para el Proyecto, la Construcción y la Operación de las presas de jales en México se han ido desarrollando paulatinamente hasta lograr que se consideren en las normas oficiales.

A continuación se describen algunos conceptos importantes relativos a los jales y las presas

JALES.

El material procedente de la mina se muele o tritura hasta un espesor similar al de la arena fina. El mineral con valor comercial se extrae en la forma de un "concentrado" por un proceso químico de "flotación". El producto sin valor comercial que queda al final ("coia") del proceso de molienda, flotación y espesado, se denomina jal o jales (tailings).

Por conveniencia y economía se utiliza el agua como medio de transporte para llevar los jales y depositarlos en la "estructura" de almacenamiento (presa de jales).

PRESAS DE JALES.

Las presas de jales retienen los lodos de jal (sólidos + agua) y durante el proceso de sedimentación, permiten que las partículas dejen de estar en suspensión, se asienten y se depositen gradualmente en el fondo del vaso de almacenamiento. Para remover y reutilizar el agua libre y clarificada, que se concentra en el estanque del vaso de almacenamiento, se utilizan sistemas de decantación y drenaje a base de alcantarillas o se extrae directamente mediante sifones o bombas montadas en balsas.

Las presas de jales tienen como función principal el almacenamiento de sólidos y tienen muchas características en común con las presas para almacenamiento o derivación de agua. Sin embargo, sus necesidades de operación son diferentes, como lo son también muchas consideraciones en cuanto a los programas de trabajo, a las técnicas de construcción y a las características del mineral.

Las presas de jales se proyectan para "abandonarse" cuando están colmadas.

Las presas de jales tienen 4 elementos básicos

- a) La cortina contenedora. Se construye con los métodos denominados "aguas arriba", "aguas abajo" o combinados.
- b) El vaso de almacenamiento. Se delimita con los parteaguas y las obras de encauzamiento y/o derivación. En todas las etapas de construcción y operación del depósito de jales, el estanque de agua libre (clarificada) debe localizarse lo más alejado posible de la cortina contenedora.
- c) La alcantarilla o tubería de decantación y drenaje. Se constituye por tuberías de concreto reforzado con o sin perforaciones, de sección cuadrada, circular o sección portal. Se recomiendan las alcantarillas de concreto reforzado, ciclópeo o de mampostería, con torres de decantación.
- d) El vertedor de demasías o excedencias: Puede alojarse "en firme" (tajo en terreno natural). Es importante hacer notar que, además de formar parte del sistema decantador drenante, una alcantarilla tipo sección portal puede servir de vertedor de excedencias y constituir una galería de inspección.

Puesto que el objetivo final de las presas de jales es el almacenamiento de residuos sólidos y no la captación de agua, que es sólo incidental en su operación, no se recomienda la aplicación directa de la tecnología para presas de agua, ya que tal aplicación puede resultar onerosa.

Una cortina contenedora convencional para almacenar agua generalmente se construye de material controlado con especificaciones estándar. En cambio, una cortina

contenedora para almacenar sólidos de jales normalmente se construye con los mismos jales (con o sin separación de arenas), materiales sobrantes o de préstamo, procesados o con una combinación de ambos, incidentalmente se almacena agua

En virtud de que la vida útil de las presas de jales en forma general aumenta paulatinamente hasta su abandono, las geometrías de las cortinas contenedoras pueden variar, según cambien los procesos de las minas y de las plantas concentradoras

Durante el proyecto, la construcción y operación de las presas de jales intervienen simultáneamente los aspectos económicos, geotécnicos, hidráulicos, constructivos, entre otros, por lo que se deben tomar en cuenta algunos criterios básicos en el proyecto de dichas obras de ingeniería.

En cuanto a los métodos constructivos, es conveniente seleccionar el más aplicable al caso en estudio, a partir de la información disponible de índole topográfica, hidrológica, sísmológica, geotécnica, ecológica, económica y sobre disponibilidad de materiales de construcción

En el vaso de almacenamiento es indispensable mantener el agua del estanque alejada de la cortina contenedora, ya que los jales se reblandecen por saturación, reducen su capacidad de carga y aumentan su deformabilidad, lo cual disminuye el factor de seguridad contra el deslizamiento de taludes.

Además es conveniente efectuar los análisis de estabilidad estática y/o dinámica de la cortina contenedora, con el fin de obtener los factores de seguridad esperados durante la construcción y operación, así como para seleccionar el tipo de instrumentación más adecuado

El análisis de estabilidad de una presa de jales ubicada en el Estado de Guanajuato, a la cual se le aumentó la altura de su sección es el motivo del desarrollo de este trabajo

El Capítulo I trata de las características de la presa, se hace una descripción general, se indica su ubicación y se habla del método constructivo empleado

En el Capítulo II se explica una metodología conocida como es el "Método de Dovelas", que es muy preciso, pero también muy laborioso, por lo que se hace necesario el uso de un programa de computación, llamado "ESTABILI", que nos simplifica el trabajo de analizar todas aquellas superficies de falla. También se explica el procedimiento para la utilización de este programa

El Capítulo III se refiere a los trabajos de exploración en la presa, así como a los ensayos que se llevaron a cabo, para poder determinar la estratigrafía y las propiedades físicas y mecánicas de los materiales encontrados, y poder efectuar el análisis de la estabilidad de la presa.

En el Capítulo IV se establecen las condiciones para la revisión de la estabilidad, como son los parámetros utilizados, así como la sección transversal de la misma. Además se lleva a cabo el análisis, utilizando la metodología propuesta en el Capítulo II.

En el Capítulo V se lleva a cabo la interpretación y el análisis de los resultados obtenidos y se establece el Factor de Seguridad.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se llegaron por medio de la metodología aplicada en este trabajo.

1. ANTECEDENTES

I.- ANTECEDENTES

La Presa en estudio se encuentra a una distancia aproximada de 13 km, al oriente de la ciudad de Guanajuato, Gto., cercana al poblado El Cubo, como se indica en la fig 1.

La construcción y operación de la Presa de Jales en el análisis, ha sido realizada con el método tradicional "aguas arriba", utilizando la técnica de almacenamiento con hidrociclones, en esta técnica, la tubería de alimentación de lodos se coloca inicialmente en la base (o al pie) del bordo iniciador de la presa y el producto del flujo inferior de los hidrociclones ("gruesos") se vacía en el perímetro interior de dicho bordo (es decir, aguas arriba de la tubería de alimentación) y parcialmente sobre los finos de la playa, la que se forma al mismo tiempo. (ver figura 2). De acuerdo a información obtenida, el procedimiento de construcción de la Presa de Jales, es el siguiente:

Los bordos de la Presa están desplantados en un bordo iniciador construido con materiales de préstamo conformando una sección trapezoidal con una base de 43 metros de ancho, una altura de 13.0 metros y una corona de 5 metros de ancho, está integrado al bordo un corazón de arcilla y drenes hechos con arena y recubiertos con tepetate.

Una vez construido el bordo iniciador, se desplantaron los bordos subsiguientes construidos con "Jal", de tal forma que el material más grueso se queda en el bordo y el fino con la mayor cantidad de agua se proyecta hacia el vaso de la Presa, para alejar el agua hacia el extremo opuesto del bordo y proceder a recuperarla.

La separación de gruesos y finos en los jales se realiza por medio de un ciclón, instalado al final de la tubería de descarga; sin embargo, se ha notado que los ciclones se

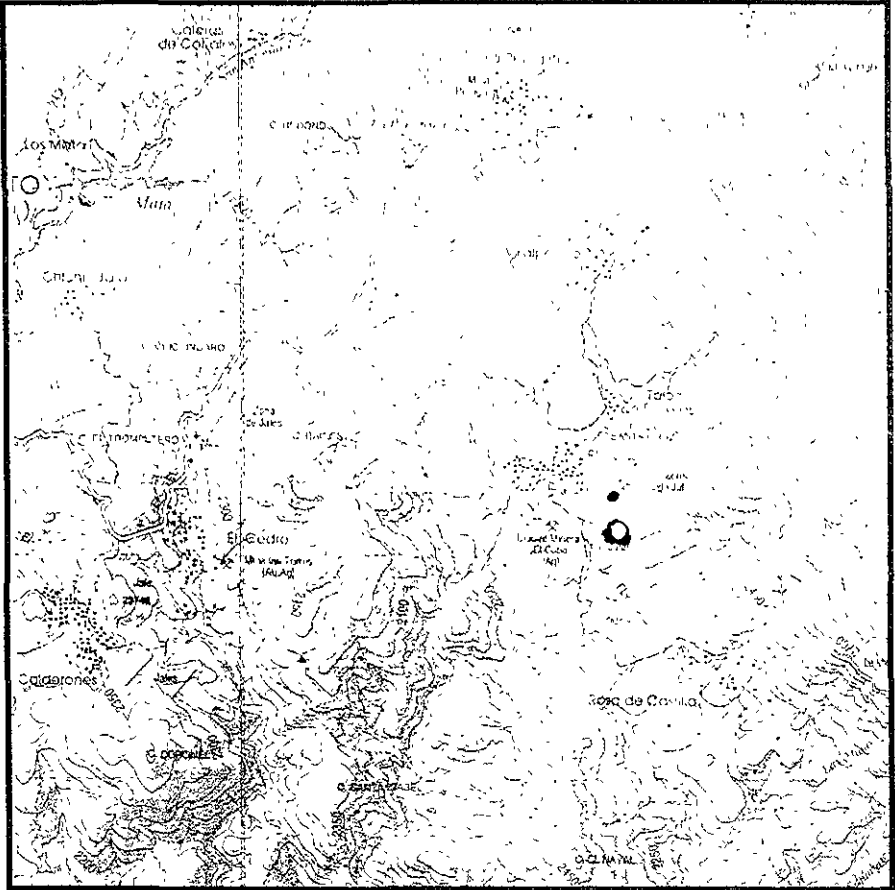
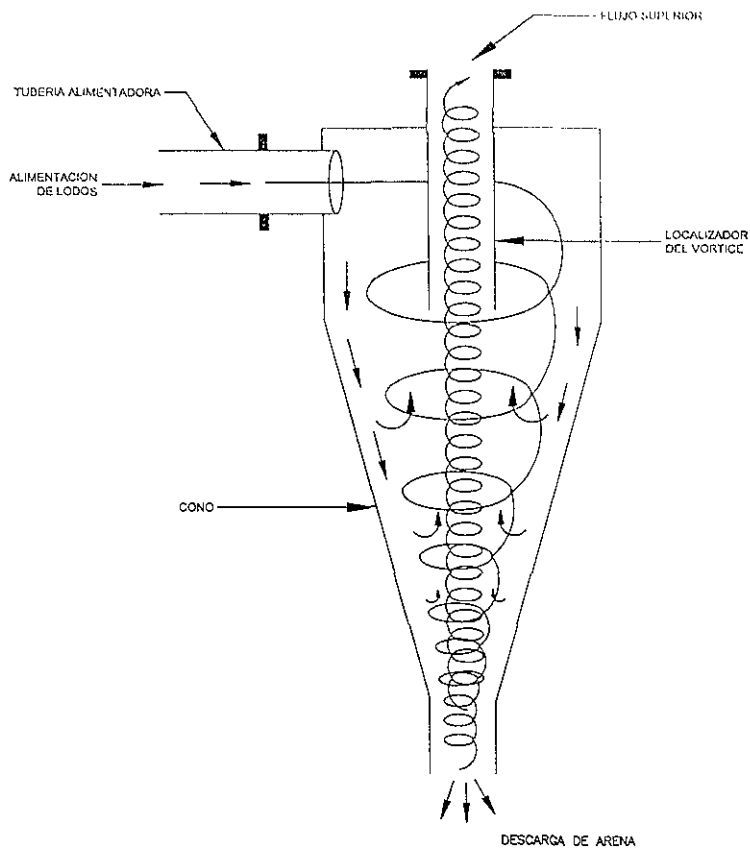


FIGURA 1

Localización de la Presa en estudio.



PRESA DE JALES
GUANAJUATO, GTO.

HIDROCICLON

ESCAMON ESCALERA MARTHA GABRIELA
LEONES DE CERVANTES MORENO ANA E.

FIG. 2



II. METODOLOGIA DEL PROGRAMA "ESTABIL"

II.-METODOLOGIA DEL PROGRAMA "ESTABI"

METODO DE DOVELAS

Para calcular la estabilidad de los taludes en suelos cuya resistencia depende del esfuerzo normal, es necesario calcular el esfuerzo normal efectivo a lo largo de la superficie de falla. No se dispone de una solución rigurosa para los esfuerzos normales, pero el método de la dovelas, desarrollado por Fellenius, ha comprobado que es suficientemente aproximado para estos cálculos.

La zona de falla se divide en rebanadas verticales como se muestra en la figura del ejemplo; no es necesario que todas tengan el mismo ancho y para facilitar los cálculos se hace que sus límites coincidan con las intersecciones de la circunferencia con los estratos de suelo por abajo y con el paramento del talud por arriba. Al hacer el análisis se considera que cada rebanada actúa independientemente de las colindantes: no se desarrolla esfuerzo cortante entre ellas y las presiones normales en cada lado de la dovela producidas por las colindantes son iguales.

La fuerza vertical que actúa en cada rebanada, W , incluye el peso del suelo más el del agua directamente arriba de ella, también incluye el peso de cualquier carga externa, como una estructura. La fuerza neta o efectiva que actúa hacia abajo en la parte curva de la rebanada, es el peso total menos la fuerza hacia arriba debida al esfuerzo neutro, $W' = W - U$. La fuerza hacia arriba U , se halla multiplicando el esfuerzo neutro u por el ancho de la dovela.

Si la rebanada es suficientemente estrecha, la curva inferior se puede substituir por una línea recta que forme el ángulo ψ con el eje horizontal. La componente de la

fuerza vertical normal al plano, W'_N se calcula por la expresión $W'_N = W' \cos \psi$. La resistencia a esfuerzo cortante en ese segmento de arco se puede expresar en la forma siguiente:

$$\rho' \tan \theta',$$

$$s = c' + (W'_N / L) \tan \phi'$$

El momento resistente total de todos los segmentos de arco se halla, como anteriormente, por la ecuación.

$$M_R = c + N' \tan \phi$$

El momento de las fuerzas verticales es la suma algebraica de los momentos del peso total W de cada una de las dovelas con respecto al centro de la circunferencia, W_d . A este momento hay que añadir, algebraica, los momentos totales de la componente horizontal de la presión del agua sobre el talud y de la presión del agua en las grietas

Se han hecho muchas variaciones y refinamientos de éste método básico. Aunque ninguno es riguroso, se he comprobado que son suficientemente exactos para el análisis y proyecto.

Para hacer el análisis es necesario tantear un gran número de posibles superficies de falla; la que tenga el factor de seguridad menor será la superficie más crítica, esto es, la superficie en la cual es más probable que ocurra la falla. La forma tabular o la computadora digital son las indicadas para resolver los problemas cuando se emplea esta forma de análisis, a las cuales se adapta bien. Se fija una cuadrícula donde se sitúan los centros de las posibles circunferencias de falla y se establece un rango de valores para los radios de las circunferencias correspondientes a cada centro.

OPERACIÓN DEL PROGRAMA "ESTABILÍ"

1) Introducción:

Se presenta en este procedimiento la forma de utilización del programa Estabilí versión 2, que fue diseñado para calcular el FACTOR DE SEGURIDAD, FS, de un talud en materiales térreos. El método de cálculo es el método de Fellenius. La diferencia más importante respecto a la versión 1 consiste en la posibilidad de considerar flujo establecido de agua a través del cuerpo del talud, además de algunos cambios que hacen al programa más amigable.

2) Capacidad y limitaciones del programa.

El programa ESTABILÍ calcula el FACTOR DE SEGURIDAD, FS, de taludes de prácticamente cualquier geometría. La sección transversal del talud que se desea analizar puede ser simulada con casi tantos estratos de suelo como se desee ya que, tiene capacidad para 200 líneas (una para cada material) lo que para fines prácticos es más que suficiente.

Por lo antes mencionado, puede decirse que las limitaciones más importantes son las mismas que impone el método de cálculo de Fellenius y las hipótesis de desarrollo del método.

La búsqueda del círculo más crítico es automática y se lleva a cabo mediante un algoritmo interno transparente al usuario; sin embargo, es conveniente efectuar varias corridas, comenzándolas con círculos iniciales distintos, para estar seguro de que el programa ha explorado todo el talud analizado.

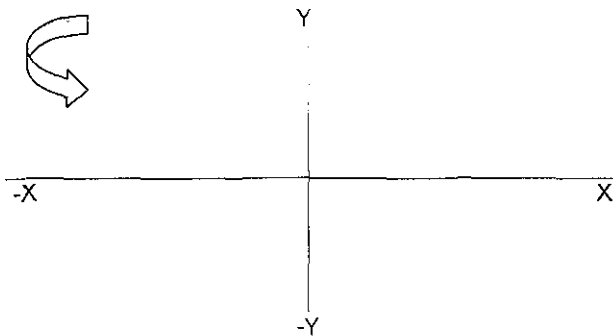
3) Procedimiento

El programa funciona desde MSDOS

3.1 Preparación de datos:

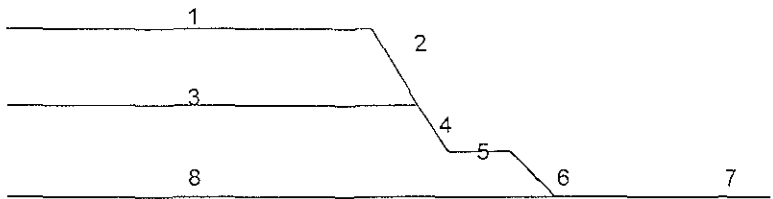
Lo primero que debe hacerse para estudiar la Estabilidad de un talud es dibujar a escala, la sección transversal del talud por analizar utilizando para ello únicamente líneas rectas (ver ejemplo). En el caso de que exista flujo establecido de agua a través del talud, la línea superior de flujo formará parte de la sección transversal del talud tal cual si fuese una línea estratigráfica

El origen del sistema coordenado (X,Y), estará ubicado en el extremo superior derecho del talud con el eje "X" positivo hacia la derecha, y el eje "Y" positivo, hacia arriba. El programa solo analiza círculos con rotación hacia la derecha (giro en sentido contrario a las manecillas del reloj), por lo que así habrá que dibujar la sección por analizar. Se numerarán todas las líneas que definen la sección transversal del talud. La numeración debe hacerse en forma sistemática comenzando con la línea número 1, iniciando en la parte superior del talud, de derecha a izquierda y de arriba abajo. **Ninguna línea debe tener numeración menor que otra que se encuentre arriba o a la derecha de ella.**



Es necesario también delimitar el problema (definir una frontera) por la parte inferior de la sección con una o varias líneas

Ejemplo.



3.1.1 Para cada línea de las que forman la sección transversal del talud, deben proporcionarse los siguientes datos:

- Coordenadas (x,y) del extremo izquierdo de la línea (en metros).
- Coordenadas (x,y) del extremo derecho de la línea (en metros).
- Peso volumétrico del material bajo la línea (en ton/m^3). Si existe flujo establecido en el talud, el peso volumétrico (total) del material se dará con signo negativo para aquellos materiales que se encuentren bajo de la línea superior de flujo.
- Cohesión del material bajo la línea (en ton/m^2).
- Ángulo de fricción interna del material bajo la línea de carga (en grados)

3.1.2 Deberán proporcionarse también los siguientes datos:

- Un letrero que será impreso como título de la corrida (máximo 70), no deben utilizarse los caracteres coma (,) ni punto y coma (;). Se sugiere que contenga datos alusivos al proyecto.

- Incremento para las coordenadas (x,y) del centro y radio del círculo. La búsqueda del círculo de falla más crítico es automática pero el programa buscará moviendo tanto las coordenadas del centro del círculo como el radio, según el incremento que el usuario defina. Este valor debe ser igual a 0.5 m o múltiplos de 0.5 m
- Coeficiente sísmico como fracción del peso propio (0.1, 0.2, 0.3, etc.). Fuerza que actúa horizontalmente en el centroide de cada dovela con una magnitud igual a 0.1W, 0.2W, 0.3W, etc., donde W es el peso de la dovela.
- Número de líneas que definen la sección (máximo 200)
- Ancho de la corona (en metros)
- Elegir el talud de análisis: derecho (2) ó izquierdo (1)
- Por último, proporcionar los datos del primer círculo que se analizará, o sea coordenadas del círculo inicial y radio del mismo con el que el programa comenzará los cálculos. Los círculos siguientes serán generados automáticamente y su número puede variar dentro de rangos muy amplios, dependiendo de que tan cerca del mismo se encuentre el más crítico el círculo inicial dado y de la magnitud del incremento dado por el usuario.

3.2 Ejecución del programa:

Una vez definidos todos los datos, puede procederse al estudio de la Estabilidad del talud. La corrida se inicia con "ESTABIL" <enter>, el programa solicitará las claves de acceso. Si estas no se escriben correctamente, aparecerá un mensaje de versión pirata, de lo contrario, el menú principal se desplegará en la pantalla, y este es

MENU PRINCIPAL

1.- Crear un nuevo archivo de datos.

2.- Efectuar un análisis de estabilidad utilizando los datos de un archivo creado con la opción anterior.

3.- Terminar la corrida y regresar al Sistema operativo.

Tanto al crear un archivo de datos como al efectuar una corrida, el programa solicitará el nombre del archivo de trabajo que debe ser de 8 caracteres de longitud o menor y sin extensión.

Al crear el archivo (opción 1), el programa solicitará el nombre del archivo que se creará, para su posterior utilización en un análisis (opción 2).

A Continuación el usuario deberá introducir uno a uno los datos solicitados por el programa.

Para realizar un análisis, habrá que elegir la opción 2 y teclear enseguida el nombre del archivo a utilizar. Los cálculos comenzarán inmediatamente, desplegando primero los datos para su verificación y a continuación los resultados obtenidos para cada uno de los círculos estudiados, aunque invariablemente el primero es el proporcionado por el usuario.

Simultáneamente, se generará y grabará en disco duro el archivo de resultados, que tendrá el mismo nombre que el de datos pero con la extensión .res y podrá, si así se desea, imprimirse o consultarse por pantalla, para ello se puede utilizar el comando PRINT, el comando TYPE, o un editor

3.3 Para imprimir los resultados

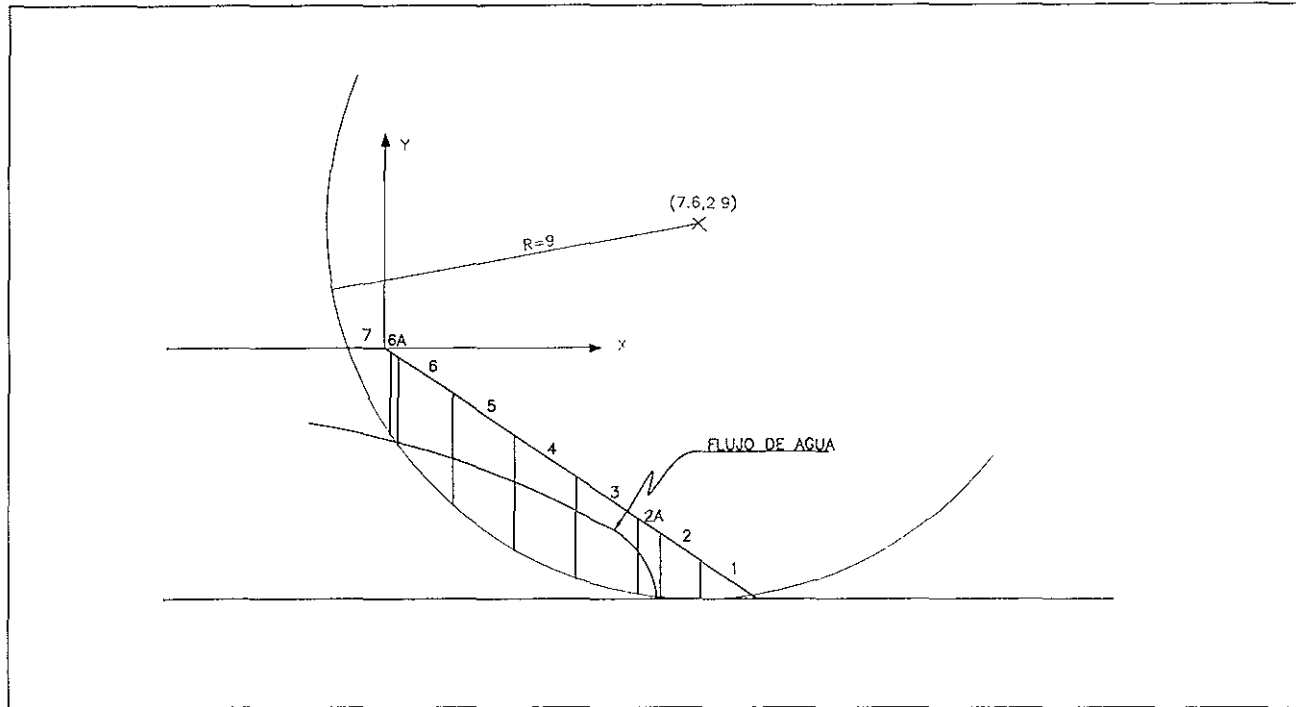
- Elegir en el menú principal "salir y regresar al sistema operativo"
- Con el comando PRINT y el nombre del archivo, se imprimen los datos utilizados.
- Con el comando PRINT y el nombre del archivo. res, se imprimen los resultados

3.4 Interpretación de resultados

Los resultados son impresos con los encabezados y letreros suficientes para su fácil interpretación; sin embargo, se considera conveniente mencionar que en las primeras tres columnas de los resultados en sí, aparecen las fuerzas resistentes a los deslizamientos, tanto las debidas a la cohesión del material, $c*L$, donde c es la cohesión y L la longitud del arco de círculo, como las correspondientes a la fricción, $N(\tan \phi)$, donde N es fuerza normal en la base de la dovela y ϕ , el ángulo de fricción interna del material.

EJEMPLO COMPARATIVO

EJEMPLO COMPARATIVO



METODO DE FELLENIIUS

EJEMPLO COMPARATIVO; METODO DE FELLENIUS, DESARROLLO TABULAR

DATOS

$$\begin{aligned} \gamma &= 2.00 \text{ ton/m}^3 \\ c &= 0.44 \text{ ton/m}^2 \\ \phi &= 32^\circ \end{aligned}$$

DOVELA	ANCHO m	ALTURA MEDIA m	W DOVELA ton	θ	$\text{sen } \theta$	$W_{\text{DOVELA}} \text{ sen } \theta$ ton	$\text{cos } \theta$	$W_{\text{DOVELA}} \text{ cos } \theta$ ton	u ton/m	v m	U ton	V ton
1	1.35	0.48	1.30	-1.72	-0.03	-0.04	1.00	1.30	0	1.32	0	1.00
2	0.96	1.26	2.42	2.86	0.05	0.12	1.00	2.42	0	0.95	0	2.42
2A	0.54	1.74	1.88	8.04	0.14	0.26	0.99	1.86	0.15	0.57	0.09	1.77
3	1.50	2.22	6.66	14.47	0.25	1.67	0.97	6.46	1.03	1.59	1.64	4.82
4	1.50	2.70	8.10	24.83	0.42	3.40	0.91	7.37	1.38	1.63	2.32	5.05
5	1.50	2.79	8.37	35.45	0.58	4.85	0.81	6.78	1.20	1.85	2.23	4.55
6	1.32	2.52	6.65	47.73	0.74	4.92	0.67	4.46	0.55	2.91	1.13	3.00
6A	0.18	2.01	0.72	55.08	0.82	0.59	0.57	0.41	0	0.35	0	0.41
7	0.96	1.14	2.19	60.45	0.87	1.90	0.49	1.07	0	2.19	0	1.07
			38.29			17.69		32.13		12.54		24.73

$$F = \frac{c \sum \Delta l_i + \tan \phi \sum N_i}{\sum W_{\text{DOVELA}} \text{ sen } \theta} = \frac{20.969}{17.69} = 1.1853$$

PROGRAMA "ESTABILÍ"

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN OBRAS TERREAS

D A T O S I N I C I A L E S

EJEMPLO COMPARATIVO METODO TEORICO Y PROGRAMA
 FECHA (MM-DD-AA) 03-07-2001 HORA : 17:32:57

TALUD ANALIZADO -----> DERECHO
 NUMERO DE LINEAS QUE FORMAN LA SECCION -----> 14
 ANCHO DE LA CORONA -----> 100

N	X IZQ	Y IZQ	X DER	Y DER	PSO V	COHESION	FRICC
1	-5.80	0.00	0.00	0.00	2.00	0.44	32.00
2	0.00	0.00	2.60	-1.80	2.00	0.44	32.00
3	-5.80	-1.80	-1.80	-1.80	-2.00	0.44	32.00
4	2.60	-1.80	4.40	-3.00	2.00	0.44	32.00
5	-1.80	-1.80	2.60	-3.00	-2.00	0.44	32.00
6	4.40	-3.00	6.30	-4.20	2.00	0.44	32.00
7	2.60	-3.00	5.20	-4.20	-2.00	0.44	32.00
8	6.30	-4.20	7.60	-5.10	2.00	0.44	32.00
9	5.20	-4.20	6.30	-5.10	-2.00	0.44	32.00
10	7.60	-5.10	9.00	-6.10	2.00	0.44	32.00
11	6.30	-5.10	6.60	-6.10	-2.00	0.44	32.00
12	9.00	-6.10	16.00	-6.10	-2.70	500.00	45.00
13	6.60	-6.10	9.00	-6.10	-2.70	500.00	45.00
14	-5.80	-6.10	6.60	-6.10	-2.70	500.00	45.00

ABSCISA INICIAL DEL CENTRO DEL CIRCULO DE FALLA -----> 6.63
 ORDENADA INICIAL DEL CENTRO DEL CIRCULO DE FALLA -----> 1.89
 RADIO INICIAL DEL CIRCULO DE FALLA -----> 7.99
 INCREMENTO PARA ABSCISA, ORDENADA Y RADIO -----> .5
 COEFICIENTE SISMICO (FRACCION DEL PESO PROPIO) -----> 0

RESULTADOS OBTENIDOS EN CADA UNO DE LOS CIRCULOS ANALIZADOS
 ARCHIVO UTILIZADO -----> d:/ana/tesis/ejetesi2

FUERZAS C*L	RESISTENTES N*TAN(FI)	FZA.MOTORA T	ABSCISA	ORDENADA	RADIO	FS
5.5750	17.3918	19.1592	6.63	1.89	7.99	1.1987
2931.4121	25.5726	23.8499	6.63	1.89	8.49	123.9829
5.4052	15.2059	17.2646	7.13	1.89	7.99	1.1938
2931.4119	22.4770	22.1696	7.13	1.89	8.49	133.2406
5.2275	13.0419	15.0476	7.63	1.89	7.99	1.2141
2931.4121	19.5429	20.0583	7.63	1.89	8.49	147.1186

5.5288	16.4100	18.4411	7.11	2.39	8.49	1.1911
3015.6650	23.9498	23.3441	7.13	2.39	8.99	130.2089
5.3493	14.2145	16.3534	7.63	2.39	8.49	1.1963
3015.6653	20.9745	21.3508	7.63	2.39	8.99	142.2261
5.7004	13.6381	20.1128	6.63	2.39	8.49	1.2047
3015.6653	27.0544	24.9571	6.63	2.39	8.99	121.9180
5.6498	17.6562	19.5237	7.13	2.89	8.99	1.1937
3097.6279	25.3559	24.3792	7.13	2.89	9.49	128.1003
5.4688	15.3799	17.5117	7.63	2.89	8.99	1.1906
3097.6284	22.3874	22.5133	7.63	2.89	9.49	138.5856
5.2784	13.1217	15.2148	8.13	2.89	8.99	1.2094
3097.6294	19.4996	20.3413	8.13	2.89	9.49	153.2415
5.5859	16.5375	18.5519	7.63	3.39	9.49	1.1925
3177.4812	23.7734	23.5678	7.63	3.39	9.99	135.8316
5.3943	14.2391	16.3739	8.13	3.39	9.49	1.1991
3177.4810	20.8019	21.4971	8.13	3.39	9.99	148.7774

EL MINIMO PARA EL CIRCULO INICIAL ELEGIDO ES --> 1.1906
TOTAL DE CIRCULOS ANALIZADOS 22

PARA FINES PRACTICOS WS --> 1.19

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN OBRAS TERREAS

E S T A B I L I (ver 2.0)
15 de marzo de 1992
revisión : marzo 1996

COMENTARIOS

Una vez realizado el análisis por el método de dovelas, obtuvimos un factor de seguridad de 1.1859, procedimos a realizarlo por medio del programa "ESTABILI" y obtuvimos un factor de seguridad de 1.1906

Realizando el redondeo, en ambos casos el factor de seguridad es igual a 1.19, con lo cual se puede validar el uso del programa para este tipo de análisis.

En las experiencias obtenidas al usar el programa "ESTABILI" se ve su gran aplicación para realizar estos análisis cuando se presentan flujo de agua y efectos de sismo.

**III. EXPLORACION Y PROPIEDADES
GEOTECNICAS DEL SITIO**

III.- EXPLORACIÓN Y PROPIEDADES GEOTECNICAS DEL SITIO

A) GEOLOGÍA REGIONAL

A partir de los resultados de la exploración, así como de la inspección visual superficial de la zona y utilizando la carta geológica de la República Mexicana y la carta geológica regional del I N E G. I., se concluye lo siguiente:

La Presa se encuentra en un cauce natural localizado al oriente de Guanajuato, Gto., Ciudad ubicada en la provincia fisiográfica denominada meseta central, caracterizada por estar rodeada de zonas altas y colinas bajas, la mayoría de ellas son conos volcánicos extintos.

En el sitio estudiado se encuentra superficialmente una formación de conglomerado, denominado "conglomerado rojo de Guanajuato"; esta roca pertenecía al final del Eoceno y principios del Oligoceno, es detrítica, su composición es de fragmentos angulosos de basalto, diorita, riolitas, esquistos y caliza. El espesor de este material es muy potente.

Subyaciendo al conglomerado se puede encontrar la formación Losero de arenisca estratificada del Plioceno; corresponde a una acumulación de cenizas volcánicas. Así mismo en zonas aledañas se encuentran afloramientos recientes, constituidos por rocas de origen ígneo extrusivo ácido y básico.

Con base a la ubicación topográfica y geológica de zona en estudio, al tipo de suelo encontrado en el sitio, y de acuerdo a la regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (Manual de Diseño de Obras Civiles – DISEÑO POR SISMO – 1993), EL COEFICIENTE SÍSMICO “C”, tiene un valor de 0.14, sin embargo, en los análisis de estabilidad de taludes se usó $C=0.15$

B) SONDEOS DE EXPLORACIÓN.

Para determinar la naturaleza y condiciones estratigráficas de la Presa y del subsuelo, se realizaron 3 Pozos a Cielo Abierto (PCA) y 4 Sondeos de tipo mixto (SM) (penetración estándar y muestreo inalterado), localizados de tal manera que fueran representativos de las áreas estudiadas. En la Fig. 4 se presenta en planta la ubicación de los Sondeos realizados y en la Fig. 5 se presenta una sección transversal de localización de los mismos.

La exploración de los materiales localizados en la parte superficial del terreno, se realizó mediante la excavación de los pozos a cielo abierto, llegando a una profundidad variable entre 1.30 m y 4 m. Los materiales hallados en estos pozos se clasificaron en campo, con objeto de determinar cuales materiales deberían ser muestreados en forma inalterada. De las paredes de los PCA, se recolectaron muestras alteradas e inalteradas representativas de los materiales del subsuelo.

Las muestras inalteradas extraídas en forma cúbica, de aproximadamente 25 cm por lado, fueron cuidadosamente protegidas contra pérdidas de humedad, y empacadas para evitar que fueran dañadas o alteradas durante su transportación al laboratorio, donde se efectuaron los ensayos correspondientes.

Para la realización del sondeo mixto SM-4, fue necesario previamente construir una plataforma donde se apoyó el equipo de perforación, ya que en esta zona de trabajo superficialmente se encuentran materiales en estado suelto e incluso en suspensión, en los cuales es imposible apoyar directamente las herramientas y el personal de perforación. En el caso del sondeo SM-3, fue necesario utilizar un tipo de balsa especial para lograr transportar el equipo de perforación hasta el punto de estudio, debido a que en esta zona existe un tirante de agua de 70 0 cm aproximadamente

El muestreo inalterado se realizó mediante tubos de pared delgada tipo Shelby, hincados en el terreno mediante presión hidráulica proporcionada por la perforadora; además, alternadamente se efectuó la prueba de Penetración Estándar por medio del muestreador de media caña de 2" de diámetro y 60 cm de longitud, mismo que se hinca en el terreno mediante la energía que proporciona un martinete de 65 kg., el cual se deja caer libremente de una altura constante de 75 cm. Al contar el número de golpes necesarios para que dicho muestreador penetre 30 cm, es posible conocer la compacidad de los suelos atravesados; permitiendo recuperar muestras alteradas al mismo tiempo de ser ejecutada dicha prueba. Tanto las muestras inalteradas como las alteradas, fueron protegidas cuidadosamente para evitar daños y pérdidas de humedad y enviadas al laboratorio para su análisis.

Las muestras obtenidas sirvieron para conocer las condiciones estratigráficas de la Presa y del subsuelo; además, a partir del ensaye de las muestras obtenidas, se determinaron las propiedades índice y mecánicas de resistencia y compresibilidad de los materiales explorados, que se emplearon en los análisis de estabilidad.

La coordinación de los trabajos estuvo a cargo de un supervisor especializado quien se encontraba al mando de la brigada de perforación.

Así mismo se efectuaron visitas de reconocimiento y recorridos de campo con objeto de observar las características geotécnicas superficiales de mayor interés.

C) CONDICIONES ESTRATIGRAFICAS.

De las observaciones de campo y ensaye de laboratorio efectuados en las muestras obtenidas en los sondeos mixtos y PCA, se determinaron los perfiles estratigráficos, que se presentan en las Figs. 6,7,8 y 9 (SM) y 10,11 y 12 (PCA), donde aparecen las propiedades índice determinadas, esto es: clasificación manual y visual de los materiales, clasificación S.U.C.S, contenido de agua natural, composición granulométrica, límites de Atterberg y densidad de sólidos, tanto en muestras alteradas como inalteradas; también resistencia al Penetrómetro y Resistencia a la penetración estándar en los suelos donde se realizó esta prueba. Estos datos sirvieron para determinar las características Estratigráficas, en los sondeos efectuados, la cual se describe a continuación:

Las características estratigráficas de la Presa, presenta series de intercalaciones de estratos formados por arenas finas, limos y arcillas de poco a muy arenosos; la disposición de los materiales dentro de la Presa es totalmente heterogéneo; debido al procedimiento de depositación de los jales, principalmente a los períodos prolongados en que se encuentran los hidrociclones en un mismo punto, provocando de esta manera que no se dispersen los materiales en el vaso de manera adecuada, por el contrario se forman depósitos de materiales no homogéneos; por otra parte se considera que los depósitos difieren en *granulometría debido a que las producciones realizadas por las minas en el área, no han sido constantes durante la operación de la Presa*

NOTA: La nomenclatura empleada en los perfiles se indica en la Fig. 13

PRESA

Considerando los sondeos realizados en el lugar, se puede observar que la tendencia de la estratigrafía de la Presa es que en la zona de talud se detectan depósitos de materiales formados por arenas finas poco limosas, de colores café y gris, de compactación semicompacta a muy compacta, con un contenido de agua del orden del 20%, teniendo una baja compresibilidad, el número de golpes en penetración estándar es variable entre 8 y 20, con algunos estratos de hasta 30 golpes, contiene carbonatos de calcio y muy poca materia orgánica.

Conforme se avanza hacia el interior de la Presa, se detectan las arenas con un contenido de limos arcillosos mayor que las arenas antes descritas, intercalándose en ellas estratos de arcillas y limos arenosos en disposición no uniforme, teniendo un número de golpes a la penetración estándar entre 5 y 15, se encuentra en un estado suelto a semicompacto, su compresibilidad es media, con un contenido de agua natural del orden del 25%, con muchos carbonatos de calcio y poca materia orgánica.

En el vaso de la Presa prácticamente se presentan los materiales limo arcillosos de baja resistencia al corte, presentando en los primeros 11.0 m de profundidad depósitos con números de golpes de 0 a 2 en la prueba de penetración estándar y a mayor profundidad aumenta el número de golpes a valores entre 4 y 15, su contenido promedio de agua es de 30%, tiene una consistencia muy suave a suave, su compresibilidad es alta, contiene carbonatos de calcio y baja cantidad de materia orgánica. Presenta lentes de arena fina poco limosa dispuestos en formas erráticas.

En toda la base de la Presa se encuentran materiales limo arcillosos de consistencia rígida y de baja compresibilidad, estos depósitos están preconsolidados debido a que el terreno natural les proporcionó drenaje para su consolidación, además de la carga de los materiales sobreyacentes.

D) DISTANCIAS PIEZOMETRICAS.

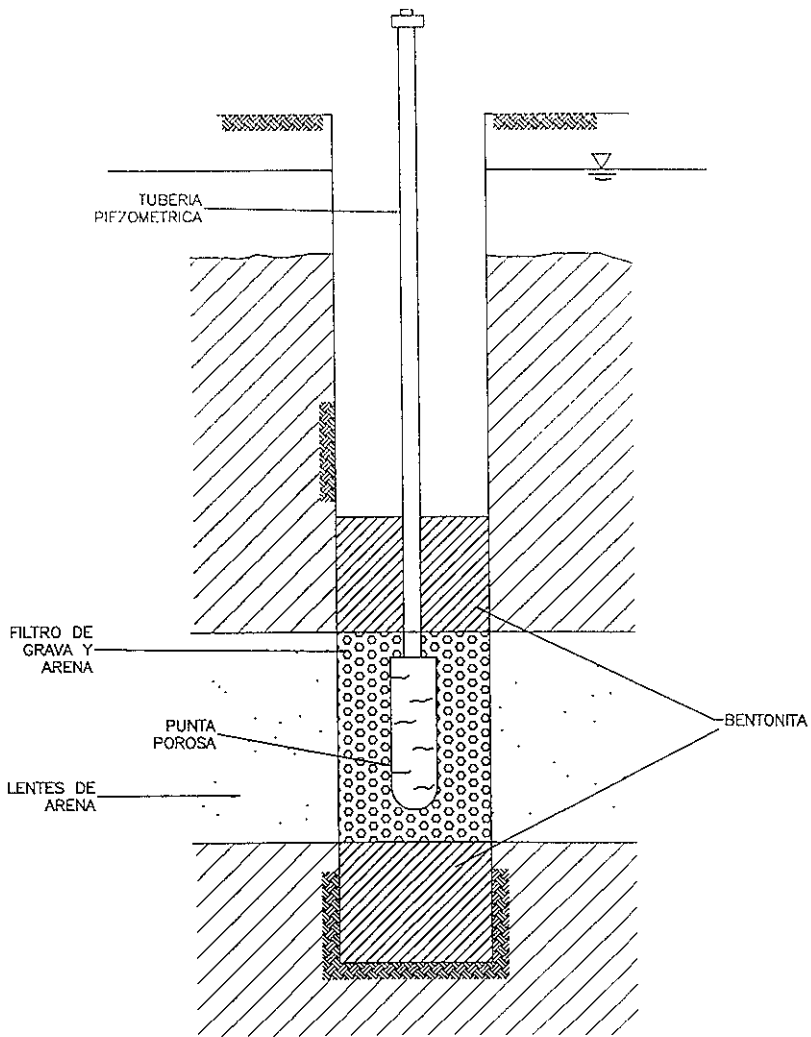
Con objeto de conocer las presiones del agua contenida en el subsuelo y materiales de la Presa, se instalaron 9 piezómetros abiertos tipo Casagrande (ver fig. 3), localizados en planta como se indica en la Fig. 4 y en la sección longitudinal presentada en la Fig. 14. Para realizar las perforaciones donde se instalaron los piezómetros PZ-4 a PZ-8, fue necesario construir la plataforma ya indicada, para apoyar el equipo de perforación.

Las lecturas de las columnas de agua en los piezómetros se realizaron durante el periodo comprendido entre el 1 de diciembre de 1999 y hasta el 10 de febrero de 2000, el registro de las lecturas se refirió al nivel del brocal de las perforaciones, y este se presenta en forma tabular en la Tabla 1.

Mediante el análisis de las presiones piezométricas, se determinaron las líneas de flujo superior del agua de la Presa mismas que se consignan en la Fig. 14.

TABLA 1: PIEZOMETROS TIPO CASAGRANDE

No PZ	PROFUNDIDAD DEL PIEZOMETRO (m)	PROF DE LECTURA (m)	COLUMNA DE AGUA (m)	PRESIÓN (Ton/m ²)
1	31.50	19.80	12.42	12.42
2	16.93	13.07	3.87	3.87
3	24.66	14.93	9.73	9.73
4	25.00	15.64	9.36	9.36
5	19.95	11.85	8.10	8.10
6	13.00	9.62	3.38	3.38
7	12.10	9.02	3.08	3.08
8	15.75	13.85	1.90	1.90
9	14.40	11.64	2.76	2.76



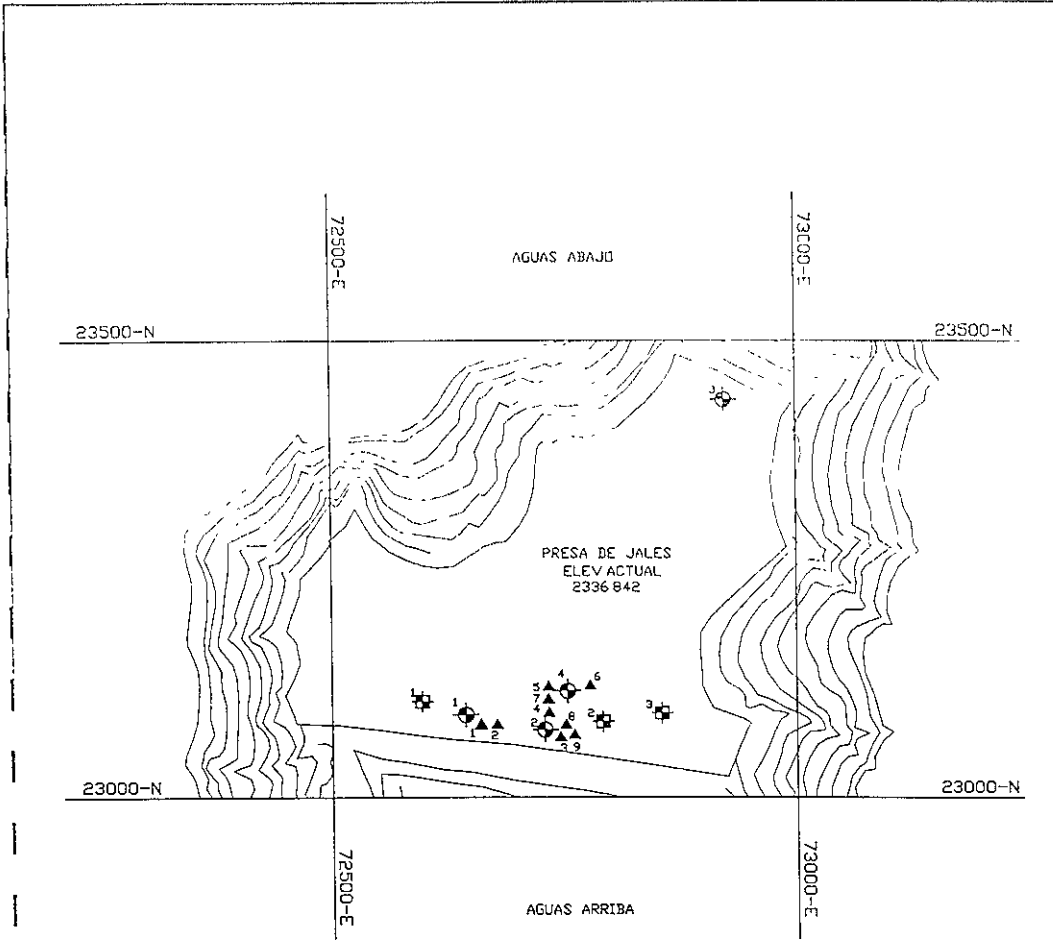
PRESA DE JALES
GUANAJUATO, GTO.




PIEZOMETRO No. 1



ORGANISMO ESCUELAS NATIONALES DE INGENIERIA
LEONEL DE CERDANYES MORONO AMA S. C.

FIG. 3



-  SM = SONDEOS MIXTOS
-  PCA= POZOS A CIELO ABIERTO
-  Pz = PIEZOMETROS

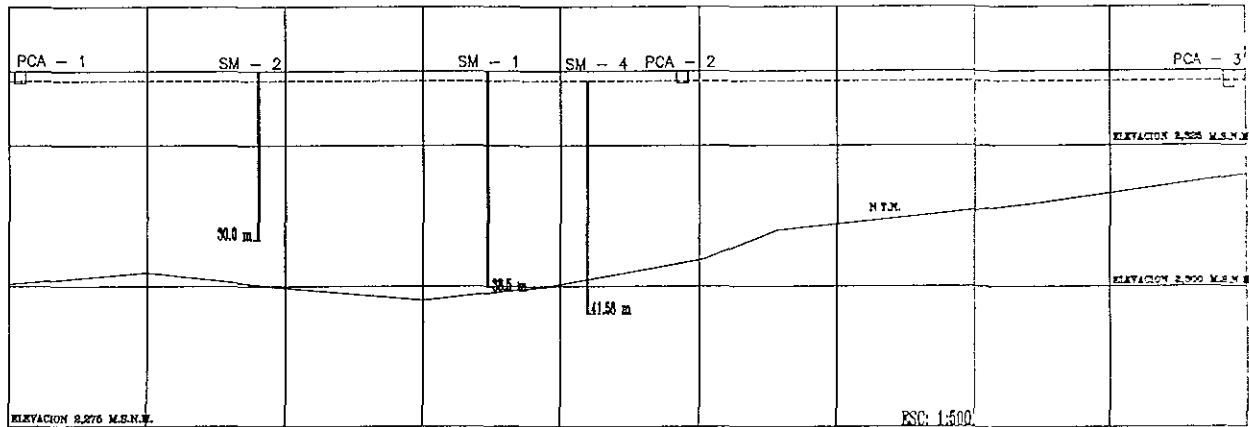
PRESA DE JALES
GUANAJUATO, GTO.

**LOCALIZACION DE SONDEOS
Y PIEZOMETROS**



ESCAMDON ESCALERA MARTHA GABRIELA
LEONEL DE CORYARTES MORENO AMA E.

FIG. 4



NOMENCLATURA:
 SM - SONDEO MIXTO
 PCA - POZO A CIELO ABIERTO

PRESA DE JALES
 G. JALISCO, GTO

LOCALIZACION EN SECCION TRANSVERSAL
 DE SONDEOS Y POZOS

ESPANION ESCALA MATRIZ: GABRIELA
 LEONEL DE OBTENIENDO MORDEN JVA. C.

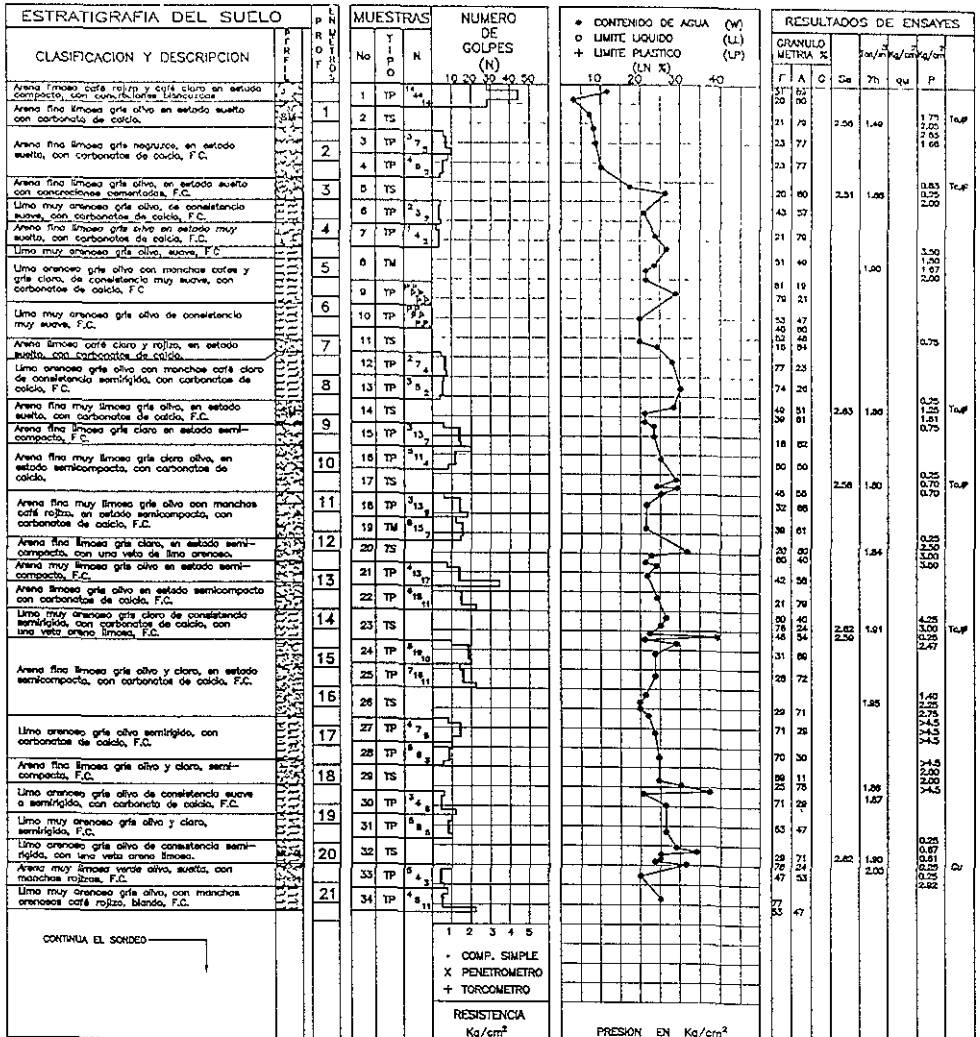
FIG. 5



PERFIL ESTRATIGRAFICO

SONDEO MIXTO No. 1

PRESA DE JALES, GUANAJUATO

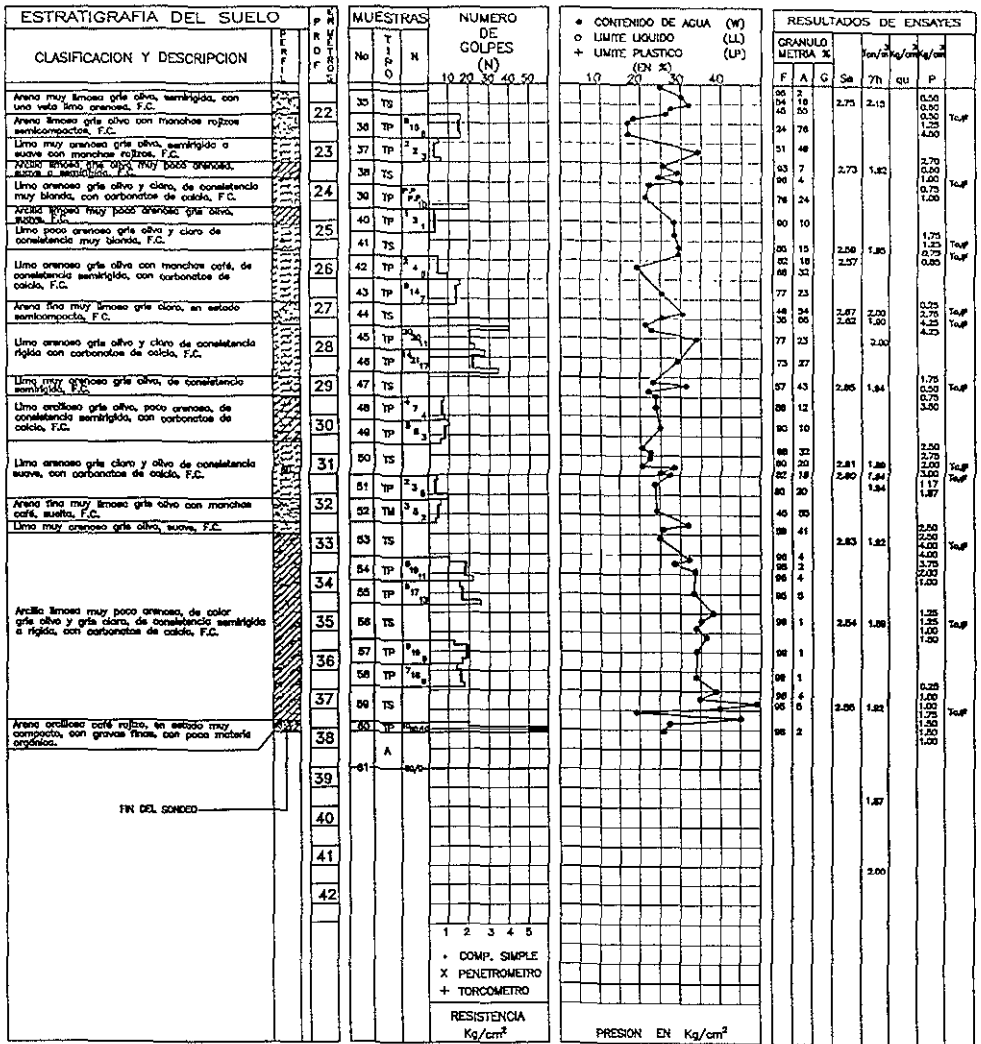


VER NOMENCLATURA EN FIG. No. 5

FIG. 6
1-2

PERFIL ESTRATIGRAFICO

SONDEO MIXTO No. 1
PRESA DE JALES, GUANAJUATO

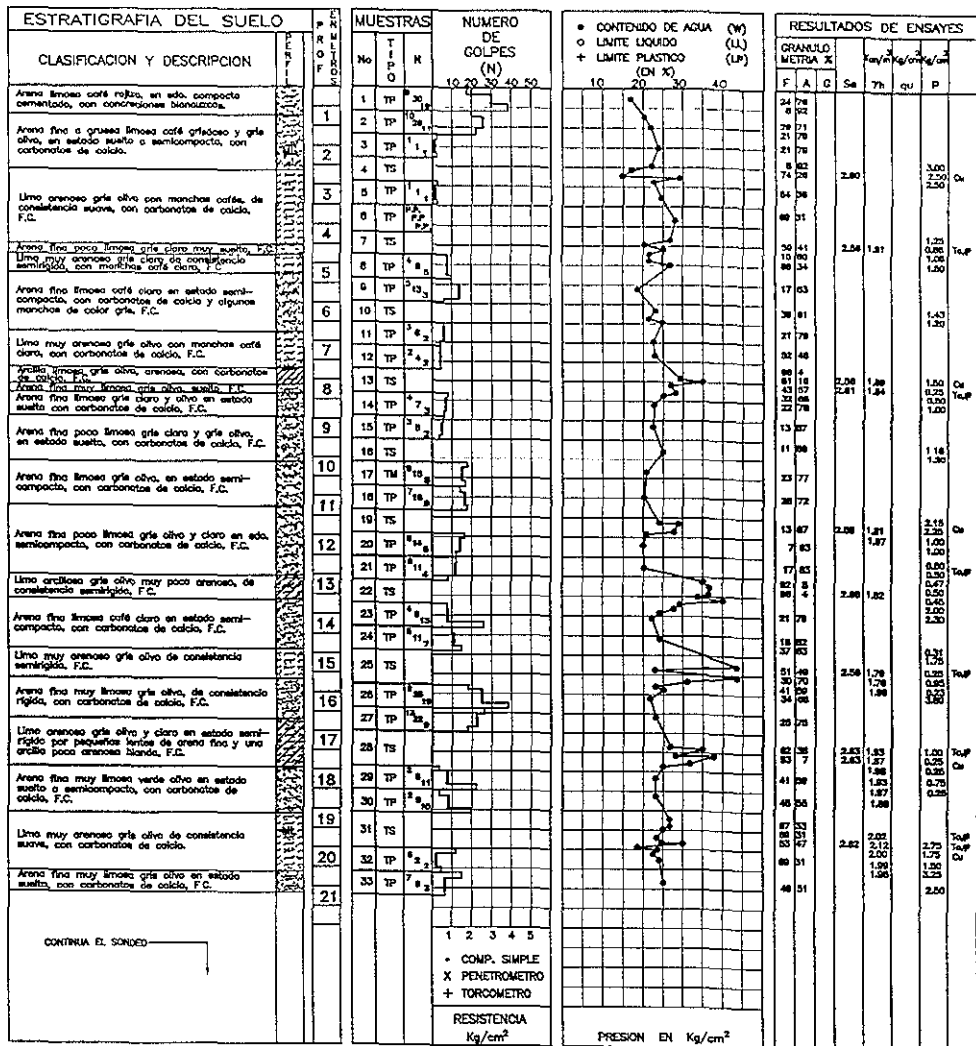


VER NOMENCLATURA
EN FIG. No. 5

FIG. 6
2-2

PERFIL ESTRATIGRAFICO

SONDEO MIXTO No. 2
PRESA DE JALES, GUANAJUATO



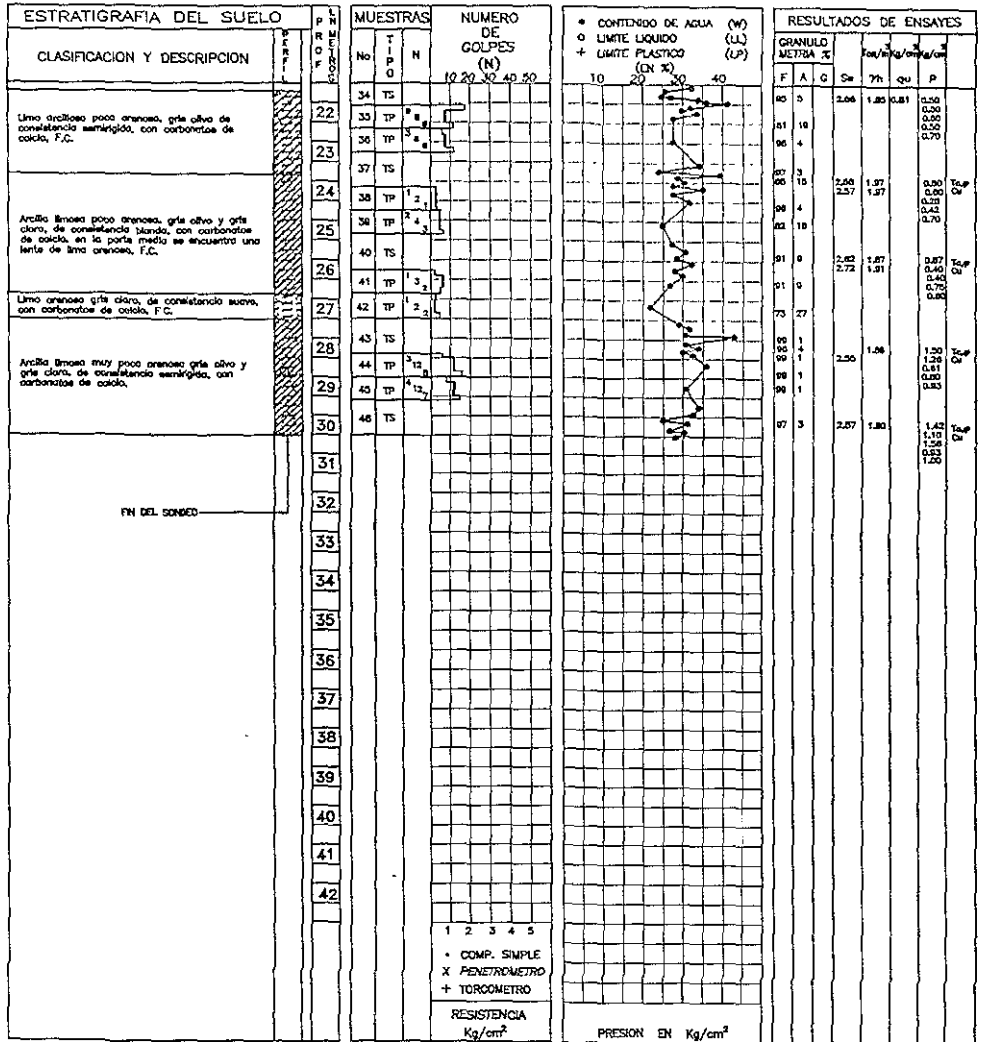
VER NOMENCLATURA EN FIG. No. 5

FIG. 7
1-2

PERFIL ESTRATIGRAFICO

SONDEO MIXTO No. 2

PRESA DE JALES, GUANAJUATO



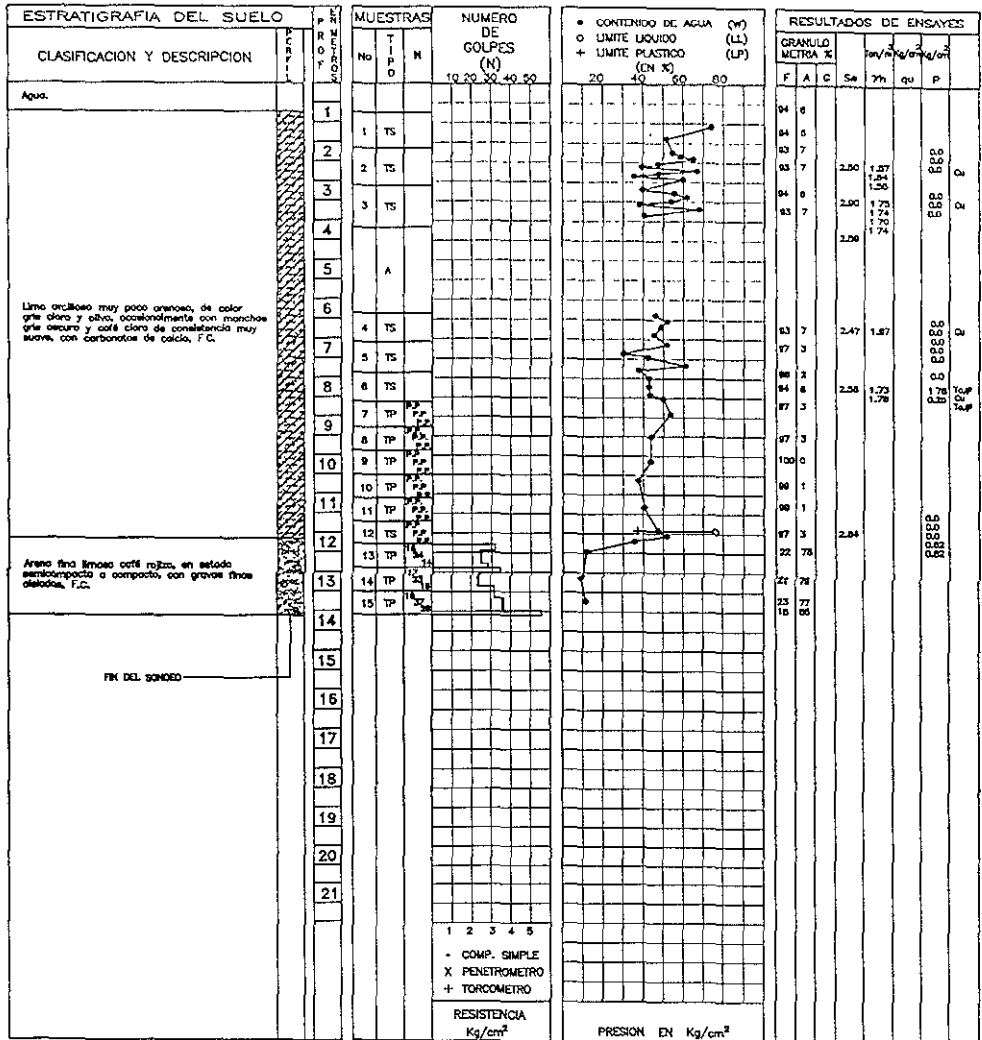
VER NOMENCLATURA
EN FIG. No. 5

FIG. 7
2-2

PERFIL ESTRATIGRAFICO

SONDEO MIXTO No. 3

PRESA DE JALES, GUANAJUATO



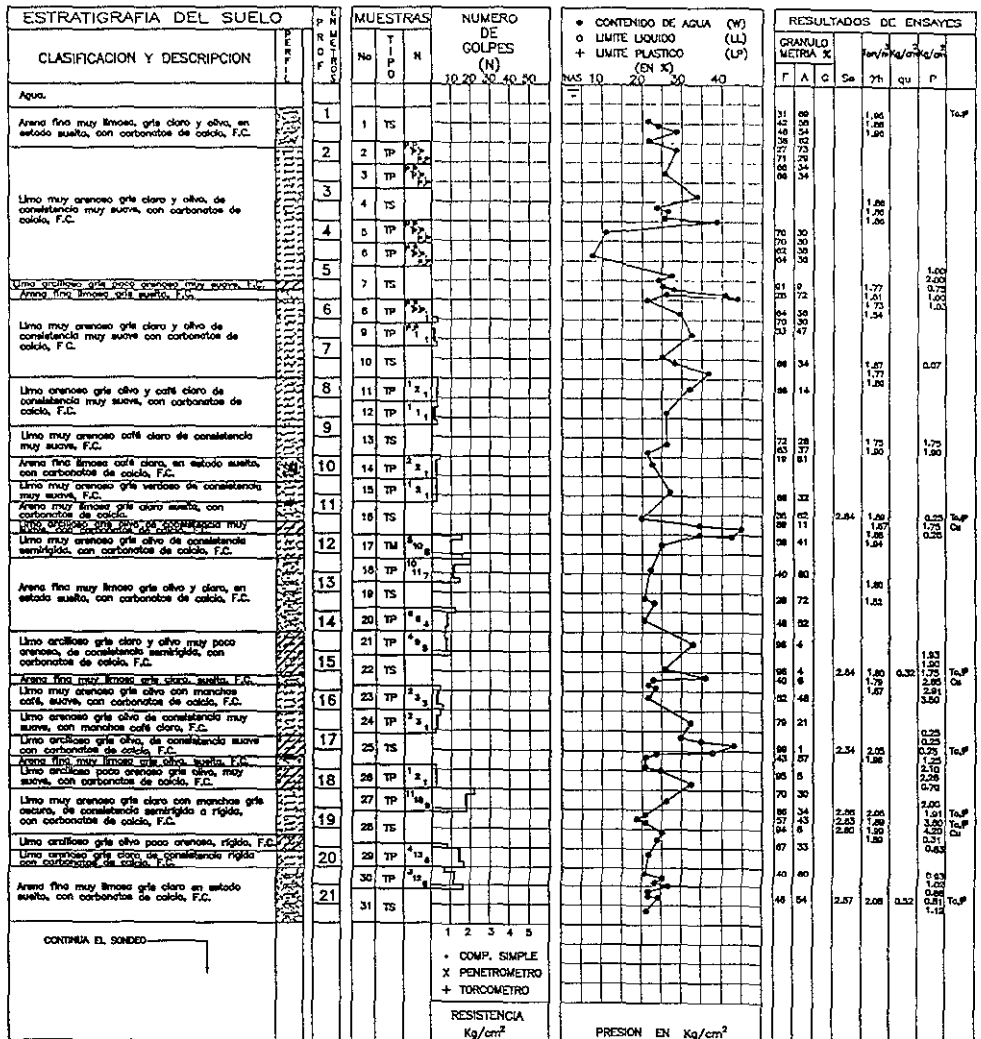
VER NOMENCLATURA
EN FIG. No. 5

FIG. 8
1-1

PERFIL ESTRATIGRAFICO

SONDEO MIXTO No. 4

PRESA DE JALES, GUANAJUATO



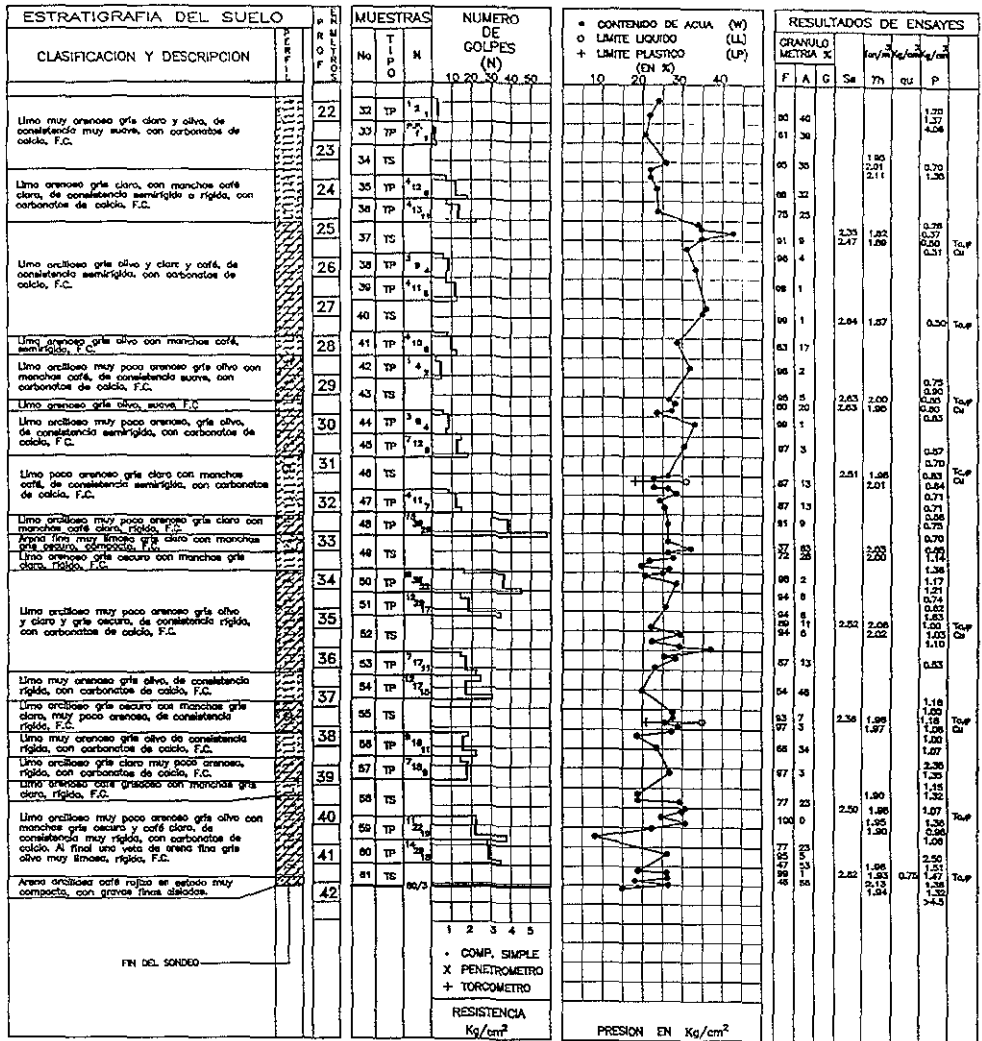
VER NOMENCLATURA EN FIG. No. 5

FIG. 9
1-2

PERFIL ESTRATIGRAFICO

SONDEO MIXTO No. 4

PRESA DE JALES, GUANAJUATO

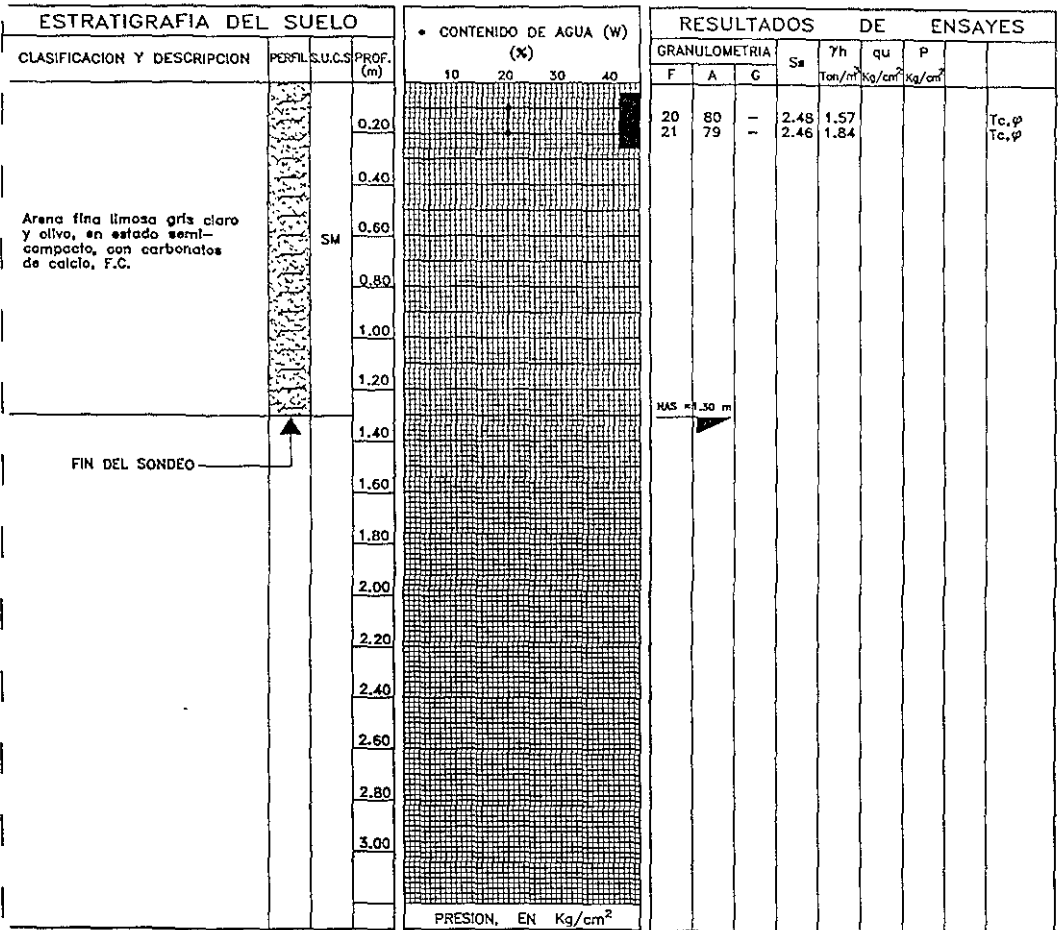


VER NOMENCLATURA
EN FIG. No. 5

FIG. 9
2-2

JALSM-2, D.W.C./P-100

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO



JALESPCA1 DWG/P-100

NOMENCLATURA:

- F - FINOS
- A - ARENA
- G - GRAVA
- S_s - DENSIDAD DE SOLIDOS
- 7h - PESO VOLUMETRICO
- qu - PBA. DE COMP. SIMPLE
- P - PENETROMETRO
- C.L. - CONTRACCION LINEAL
- P.C. - POCOS CARBONATOS
- MMO - MUCHA MATERIA ORGANICA
- FC - FUERTEMENTE CARBONATADO
- E - ESPESOR

SIMBOLOGIA:

- ARCILLA
- LIMO
- ARENA
- GRAVA
- ASFALTO
- CONCRETO
- MUESTRA CUBICA
- MUESTRA INTEGRAL

PRESA DE JALES

GUANAJUATO, GTO.

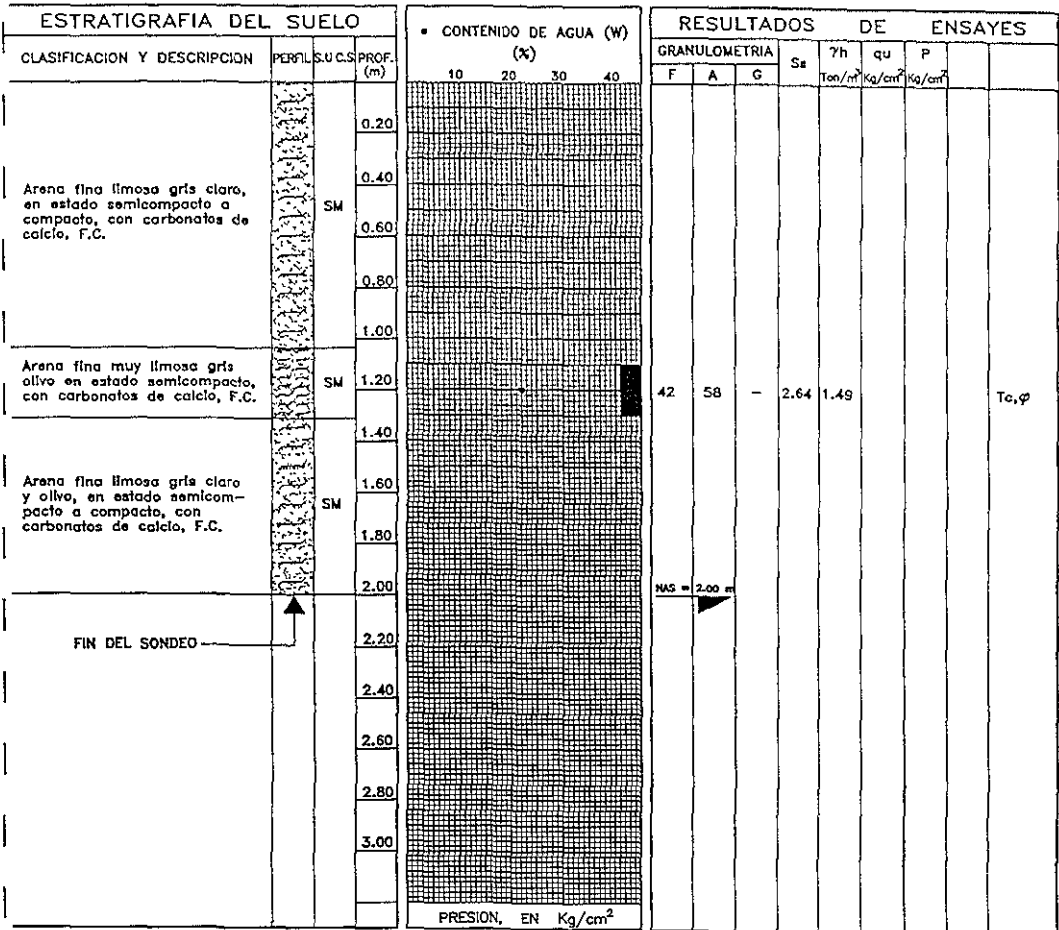
PERFIL ESTRATIGRAFICO

PCA No. 1

ESCAÑON ESCALERA MARTHA GARRERA
LEONEL DE CERVANTES MORENO ANA E.

FIG. 10

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO



JALES/PCA/LUG/P-100

NOMENCLATURA:

- F - FINOS
- A - ARENA
- G - GRAVA
- S_s - DENSIDAD DE SOLIDOS
- γ_h - PESO VOLUMETRICO
- qu - PBA. DE COMP. SIMPLE
- P - PENETROMETRO
- C.L - CONTRACCION LINEAL
- P.C. - POCOS CARBONATOS
- MMO - MUCHA MATERIA ORGANICA
- FC - FUERTEMENTE CARBONATADO
- E - ESPESOR

SIMBOLOGIA:

- ARCILLA
- LIMO
- ARENA
- GRAVA
- ASFALTO
- CONCRETO
- MUESTRA CUBICA
- MUESTRA INTEGRAL

PRESA DE JALES

GUANAJUATO, GTO.

PERFIL ESTRATIGRAFICO

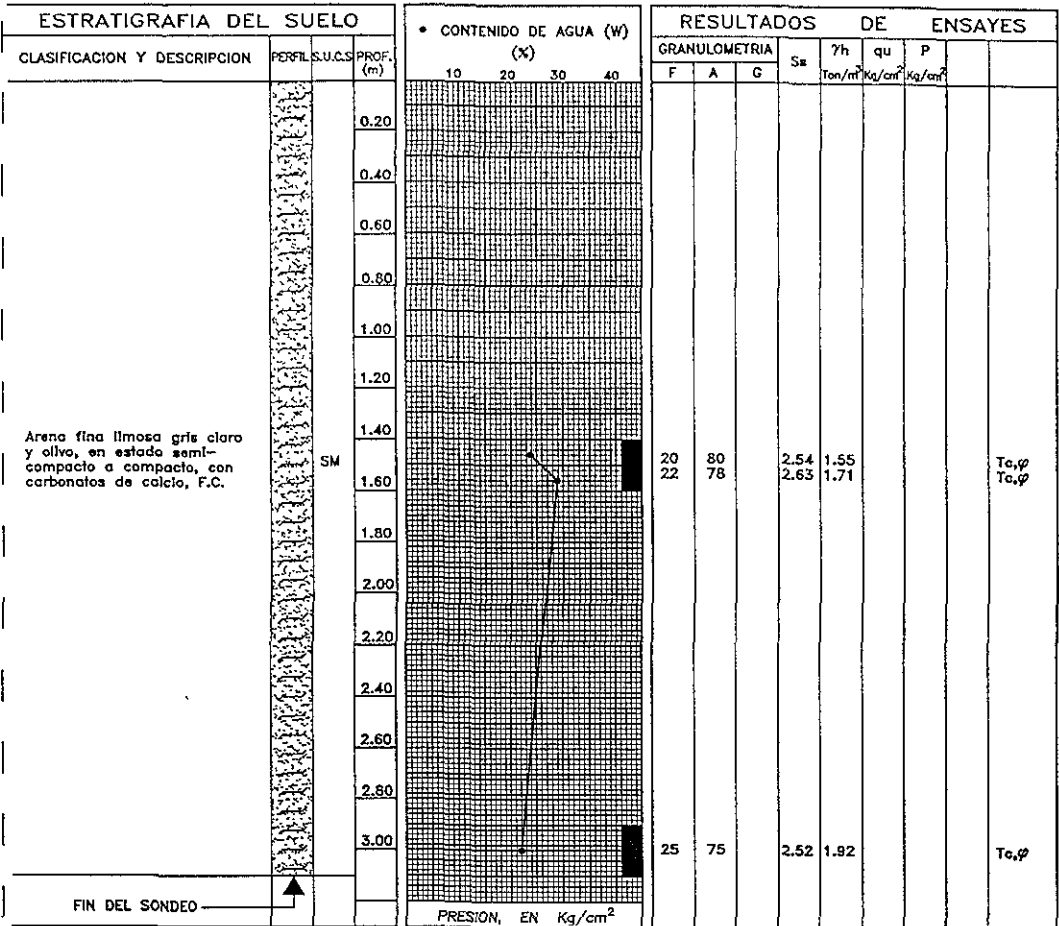
PCA No. 2

ESCANDON ESCALERA MARTHA GABRIELA
LEONEL DE CERVANTES MORENO ARA E.

FIG. 11



PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO



JALESPCAS.DWG/7-106

NOMENCLATURA:

- F - FINOS
- A - ARENA
- G - GRAVA
- S_w - DENSIDAD DE SOLIDOS
- 7h - PESO VOLUMETRICO
- qu - PBA. DE COMP. SIMPLE
- P - PENETROMETRO
- C.L. - CONTRACCION LINEAL
- P.C. - POCOS CARBONATOS
- MMO - MUCHA MATERIA ORGANICA
- FC - FUERTEMENTE CARBONATADO
- E - ESPESOR

SIMBOLOGIA:

- ARCILLA
- LIMO
- ARENA
- GRAVA
- ASFALTO
- CONCRETO
- MUESTRA CUBICA
- MUESTRA INTEGRAL

PRESA DE JALES

GUANAJUATO, GTO.

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PCA No. 3

ESCADORON ESCALERA MARTHA GABRIELA
LEONEL DE CERVANTES MORENO ANA E.

FIG. 12

NOMENCLATURA UTILIZADA EN PERFILES ESTRATIGRAFICOS

NOMENCLATURA :

- F = % de Fina
- A = % de Arena
- G = % de Grava
- Sa = Densidad de Sólidos
- γ_h = Peso Volumetrico en estado natural, en Ton/m^3
- e = Oquedad
- Iw = Índice de Plasticidad
- L.C = Límite de Contracción Volumétrica
- c = Cohesión
- ϕ = Angulo de Fricción Interna
- F.C = Fuertemente Carbonatados
- M.M.O = Mucha Materia Orgánica
- N.A.S = Nivel de Aguas Superficiales
- N = Resistencia Estandar de penetración. Es el numero de golpes necesarios para hacer penetrar 30 cm. una herramienta de 2" ϕ dentro del suelo con un martillo de 65 kg de peso y una altura de caída de 75 cm.

SÍMBOLOS :

-  Arcilla
-  Limo
-  Arena
-  Grava
-  Fósiles
-  Vidrio Volcánico
-  Pedazos de Conchas
-  Roca
-  Umolita
-  Raíces.
- 
- 
- 
-  N Mayor de 60 golpes

ENSAYES :

- Tc, ϕ = Prueba Triaxial
- T σ ϵ = Prueba Triaxial, Esfuerzo-Deformación
- Cu = Prueba de Consolidación
- Exp = Prueba de Expansión
- T μ = Prueba de Torsión
- qu = Prueba de Compresión Simple
- C D = Prueba de Corte Directo
- Abs = Absorción en la Roca
- RQD = Designación de la Calidad en la Roca

TIPO DE MUESTREO

- T.S. = Tubo Shelby
- B.D = Barril Dentado
- P.E = Penetración Estandar
- A = Avance
- M.P = Muestra Perdida
- P.P = Peso Propio
- P.H = Presión Hidráulica
- R = Rotación
- 60/10 = Golpe/cm
- E.M = Excavación a Mano

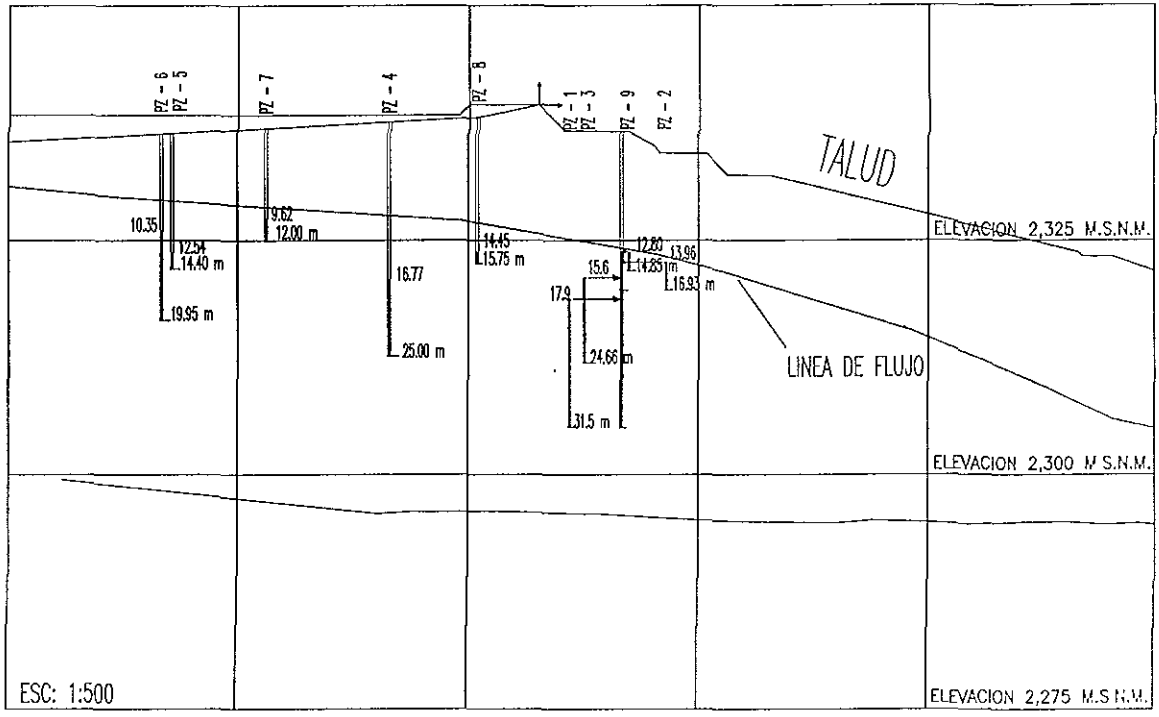
PRESA DE JALES
GUANAJUATO, GTO.

NOMENCLATURA



ESCAMBION ESCALERA MARTHA GABRIELA
LEONEL DE CERVANTES MORENO ANA E.

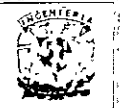
FIG. 13



ESC: 1:500

PRESA DE JALES
GUANAJUATO, GTO.

LOCALIZACION EN SECCION LONGITUDINAL
DE PIEZOMETROS



ENCARGADO ESCALERA MARTHA GARCIA
LEONEL DE OCHOA VIZCARRA

FIG. 14

IV.- CONDICIONES PARA LA REVISIÓN DE ESTABILIDAD

IV.- CONDICIONES PARA LA REVISIÓN DE ESTABILIDAD

A) ENSAYES EFECTUADOS.

Con objeto de definir con la aproximación suficiente el valor y variación de las propiedades índices y mecánicas de los materiales del subsuelo y de los materiales que constituyen la Presa, que intervienen en la evaluación de la estabilidad de la misma, se efectuaron los siguientes ensayos de Laboratorio, a las muestras de suelo obtenidas en los sondeos ejecutados

- a) Clasificación manual y visual de los materiales hallados, determinando sus propiedades índice; esto es: contenido de agua natural, límites de consistencia o de Atterberg, análisis granulométrico, densidad de sólidos y resistencia al Penetrómetro de Laboratorio. Estas pruebas índice se efectuaron para poder encasillar a los suelos encontrados de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (S.U.C.S.).
- b) En las muestras inalteradas obtenidas de los sondeos, se determinó la resistencia de los suelos en estado natural, mediante el Penetrómetro de Laboratorio.
- c) Mediante pruebas de compresión simple, se determinó la resistencia a la compresión no confinada en estado natural de los materiales muestreados en forma inalterada, para obtener su consistencia natural

- d) Las propiedades mecánicas de resistencia al esfuerzo cortante de los materiales muestreados en forma inalterada, fueron determinadas mediante la ejecución de pruebas de compresión triaxial para materiales en estado saturado, que es la condición más crítica a que pueden verse sujetos. También se efectuaron pruebas de este tipo en materiales muestreados en forma inalterada, mismos que fueron posteriormente recompactados con diferentes pesos volumétricos.
- e) Mediante pruebas de consolidación en el odómetro, se obtuvieron los parámetros de compresibilidad en los materiales fundamentalmente arcillosos, de compresibilidad media a alta, en estado saturado.
- f) Se realizaron en el Laboratorio pruebas de permeabilidad de carga variable y carga constante.
- g) Finalmente, con el objeto de conocer el comportamiento de los suelos ante flujo de agua se realizaron pruebas de dispersividad, con lo que se determina básicamente el potencial a la tubificación.

B) RESULTADOS OBTENIDOS.

Los resultados obtenidos en los análisis y ensayos efectuados se consignan cuantitativamente y/o gráficamente, de la siguiente manera:

- Las propiedades índice obtenidas en las pruebas correspondientes, se consignan en los perfiles estratigráficos de las Figs. 6,7,8 y 9 (SM) y 10,11 y 12 (PCA). Además, en la Tabla No 2, se presenta la densidad de sólidos de los materiales analizados

mediante esta prueba. Los resultados de las pruebas de Límites de Atterberg se presentan en la Tabla No 3; esto es Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad

- Los resultados de resistencia determinados mediante el Penetrómetro de Laboratorio, en materiales en estado natural, y en las muestras inalteradas obtenidas de los sondeos; se reportan en los perfiles estratigráficos de las Figs 6 a 9 (SM) y 10 a 12 (PCA)

- Los resultados obtenidos en las pruebas de compresión simple, en materiales en estado natural, se presentan en las Figs 6 a 9 (SM) y 10 a 12 (PCA); o sea, resistencia a la compresión simple "qu".

- En la Tabla 4, se indican los resultados de las pruebas de porcentajes de finos.

- En la Tabla 2, se presentan los resultados obtenidos en las pruebas de compresión triaxial, para determinar los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante en los materiales del subsuelo, en estado Saturado; esto es " ϕ " ángulo de fricción interna y "c" cohesión.

- En la Fig. 15, se reportan los resultados de las curvas de compresibilidad determinadas en pruebas de consolidación unidimensional en el odómetro, obtenidas para determinar el coeficiente de compresibilidad "av" y el de variación volumétrica "mv"; para materiales en estado saturado.

- Los resultados de las pruebas de permeabilidad realizadas en el Laboratorio se presentan en la Tabla 5.1 y 5.2

- En la Tabla 6, se indican los resultados de las pruebas de dispersividad realizadas

C) CONCLUSIONES RESPECTO A LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE SUELO.

De acuerdo con los resultados de Laboratorio y tomando en cuenta las condiciones del sitio en estudio, se puede concluir, que para efectuar los análisis de la estabilidad de la Presa de Jales, deberán usarse las propiedades de los materiales del suelo, contenidas en la Tabla 2, las cuales dentro de la seguridad, son representativas para determinar el comportamiento de las estructuras en estudio. Las propiedades de los materiales empleados en el análisis de estabilidad de los taludes de la Presa, se presentan en la Fig. 16 y la Tabla 6.

TABLA 2: RESULTADO PRUEBAS TRIAXIALES

SONDEO	MUESTRA	PROF. (m)	TIPO	W _L (%)	W _p (%)	W _u (g/m ³)	σ _u (kg/cm ²)	σ ₁ (kg)	σ ₃ (kg)	S _r	CLASIFICACION
SM-1	02-2	1.1	DU	7.5	23.0	1.49	0.45	35.0	3.0	2.58	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS VERDOSO
SM-1	05	2.7	DU	12.34	22.09	1.67	0.27	34.3	5.0	2.57	ARENA FINA POCO LIMOSA DE COLOR GRIS
SM-1	14-2	8.6	DU	22.9	24.3	1.86	0.40	39.0	5.0	2.63	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS Y PARTES CAFE CLARO
SM-1	17-1	10.4	DU	24.8	30.1	1.80	0.30	34.6	5.0	2.58	ARENA MUY FINA LIMOSA GRIS
SM-1	23-3	14.2	DU	28.6	29.3	1.91	0.10	31.0	5.0	2.62	LIMO ARENOSO GRIS OLIVO CON LENTES DE LIMO GRIS
SM-1	35-2	21.7	DU	17.8	20.8	2.15	0.60	40.4	5.0	2.75	ARENA MUY FINA GRIS
SM-1	38-1	23.3	DU	25.3	26.0	1.92	0.42	20.8	5.0	2.73	LIMO POCO ARCILLOSO GRIS
SM-1	41-2	25.1	UU	28.7	26.4	1.95	0.57	8.5	5.0	2.59	LIMO ARENOSO GRIS CON FRANJAS DE LIMO ARCILLOSO CAFE
SM-1	44-1	26.9	DU	18.0	20.6	1.90	0.40	43.3	4.0	2.62	ARENA FINA POCO LIMOSA DE COLOR GRIS
SM-1	44-2	27.1	UU	21.9	24.9	2.00	0.65	39.5	4.0	2.67	ARENA MUY FINA LIMOSA GRIS VERDOSO CON VETAS DE ARENA
SM-1	47-1	28.7	DU	10.1	15.3	1.94	0.22	35.9	6.0	2.65	ARENA FINA POCO LIMOSA DE COLOR GRIS
SM-1	50-3	30.9	DU	30.8	29.0	1.89	0.60	18.0	5.0	2.65	LIMO ARENOSO FINO GRIS
SM-1	50-3	30.9	UU	26.5	26.7	1.94	0.55	20.0	4.0	2.61	LIMO ARENOSO FINO GRIS
SM-1	50-3	30.9	DU	28.1	24.4	1.94	0.50	31.5	5.0	2.61	LIMO ARENOSO FINO GRIS
SM-1	53-4	32.9	DU	23.3	20.9	1.92	0.20	26.5	6.0	2.63	LIMO POCO ARENOSO GRIS
SM-1	56-1	34.7	DU	27.8	24.4	1.89	0.62	19.4	4.0	2.54	LIMO ARCILLOSO GRIS TONO OLIVO
SM-1	59-3	37.0	DU	20.9	23.6	1.92	0.60	27.0	5.0	2.55	LIMO GRIS CON MANCHAS BLANCUZCAS Y CAFES
SM-2	07-2	4.1	DU	21.1	21.9	1.91	0.10	37.5	4.0	2.56	ARENA MUY FINA LIMOSA GRIS CON VETITAS DE ARENA FINA GRIS OLIVO
SM-2	13-2	7.6	DU	25.0	30.8	1.84	0.00	35.0	5.0	2.61	ARENA FINA POCO LIMOSA CAFE CLARO
SM-2	22-2	12.8	DD	33.7	35.9	1.82	0.46	6.0	4.0	2.66	ARCILLA LIMOSA GRIS CON UNA VETITA DE ARENA GRIS
SM-2	25-5	15.2	DU	25.5	23.2	1.99	0.15	38.0	4.0	2.56	LIMO ARENOSO
SM-2	28-5	17.3	DU	25.4	24.4	1.97	0.88	36.0	5.0	2.63	LIMO ARENOSO
SM-2	31-4	19.3	DU	19.4	20.0	2.01	0.88	42.0	4.0	2.62	LIMO ARENOSO
SM-2	31-5	19.4	DU	22.8	22.9	1.99	0.70	41.0	6.0	2.62	LIMO ARENOSO
SM-2	34-5	21.5	DU	32.8	28.5	1.86	0.30	16.7	4.0	2.60	ARCILLA GRIS CON UNA VETITA DE ARENA FINA
SM-2	37-3	23.4	DU	25.0	24.2	1.97	0.23	22.6	5.0	2.57	ARCILLA LIMOSA GRIS CON MANCHAS DE CAFE CLARO
SM-2	40-3	25.6	DU	28.2	25.2	1.91	0.16	23.0	5.0	2.62	ARCILLA POCO ARENOSA GRIS
SM-2	43-2	27.5	DU	27.9	26.8	1.88	0.52	17.7	6.0	2.55	ARCILLA LIMOSA GRIS OLIVO CON VETITAS DE LIMO CAFE CLARO
SM-2	46-3	29.8	DU	26.0	23.4	1.95	0.40	17.0	6.0	2.57	ARCILLA LIMOSA GRIS CON MANCHAS GRIS OBS. CON ALGUNAS VETITAS DE GRAVA MUY FINA

TABLA 2: RESULTADO PRUEBAS TRIAXIALES

SONDEO	MUESTRA	PROF. (m)	TIPO	W _L (%)	W _p (%)	w _p (mm)	U _c (Kg/cm ²)	σ ₃ (t)	d ₅₀	SS	CLASIFICACION
SM-3	06-3	7.1	DU	49.6	32.2	1.71	0.12	13.8	5.0	2.58	LIMO GRIS Y GRIS OLIVO
SM-4	01-1	1.0	DU	18.6	19.1	2.00	0.45	41.0	4.0	2.65	ARENA FINA POCO LIMOSA COLOR GRIS
SM-4	16-3	11.4	DU	30.6	27.8	1.89	0.20	20.0	4.0	2.64	ARCILLA LIMOSA POCO ARENOSA GRIS OLIVO
SM-4	22-1	15.0	DU	37.9	34.2	1.79	0.15	18.5	5.0	2.64	ARCILLA GRIS CON UNA CAPA DELGADA DE ARENA FINA GRIS
SM-4	25-4	17.3	DU	19.8	20.0	2.05	0.60	39.8	4.0	2.50	ARENA FINA POCO LIMOSA
SM-4	28-2	19.0	DU	20.6	18.8	2.06	0.80	45.0	5.0	2.66	LIMO ARENOSO
SM-4	28-4	19.3	DU	29.9	27.3	1.89	0.20	25.0	6.0	2.60	ARCILLA LIMOSA GRIS
SM-4	31-2	21.0	DU	18.7	17.5	2.06	0.65	42.5	4.0	2.57	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS OLIVO
SM-4	37-2	25.2	DU	36.4	30.5	1.82	0.12	16.5	6.0	2.35	ARCILLA CAFE CLARO CON MANCHAS GRIS VERDOSO Y OSCURO
SM-4	40-2	27.3	DU	31.3	24.5	1.87	0.15	16.5	4.0	2.64	ARCILLA LIMOSA GRIS OLIVO CLARO
SM-4	43-2	29.2	DU	26.2	24.3	1.95	0.30	26.0	5.0	2.63	ARCILLA LIMOSA GRIS OLIVO
SM-4	46-3	31.3	DU	24.2	21.6	2.01	0.30	30.0	6.0	2.51	ARCILLA LIMOSA CAFE CLARO CON VETITAS DE ARENA FINA GRIS
SM-4	52-2	35.2	DU	24.1	19.6	2.06	0.15	38.0	6.0	2.52	ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OLIVO CON MANCHAS DE ARENA MUY FINA GRIS
SM-4	55-4	37.5	DU	25.0	21.8	1.96	0.20	24.8	6.0	2.36	ARCILLA GRIS VERDOSO
SM-4	58-3	39.6	DU	25.2	22.2	1.98	0.17	31.7	6.0	2.50	LIMO MUY POCO ARENOSO GRIS VERDOSO
SM-4	61-3	41.5	DU	11.8	13.0	2.05	0.80	31.3	5.0	2.62	LIMO ARCILLOSO CAFE OSCURO CON GRAVITAS PEQUEÑAS
PCA-1	MC-1	0.15	DU	20.0	27.0	1.75	0.15	36.7	4.0	2.48	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS
PCA-1	MC-1	0.15	DU	20.0	23.1	1.84	0.18	39.1	6.0	2.46	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS
PCA-2	MC-1	1.20	DU	22.3	31.9	1.81	0.08	32.8	5.0	2.64	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS
PCA-3	MC-1	1.50	DU	10.6	26.5	1.40	0.00	35.0	3.0	2.63	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS
PCA-3	MC-1	1.50	DU	29.2	35.1	1.71	0.10	31.5	4.0	2.63	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS
PCA-3	MC-2	3.00	DU	22.0	22.6	1.92	0.20	41.3	4.0	2.52	ARENA MUY FINA LIMOSA GRIS
PCA-3	MC-2	3.00	DU	18.6	26.2	1.88	1.30	37.5	6.0	2.52	ARENA FINA POCO LIMOSA DE COLOR GRIS

TABLA No 3 : RESULTADOS DE LIMITES DE CONSISTENCIA

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD	LL	LP	IP	SUCS	CLASIFICACION
SM-1	2	1 00-1 20	N,P	N P	N P	SM	ARENA LIMOSA GRIS OLIVO
SM-1	14	8.10-8 70	N P	N P	N P	SM	ARENA POCO LIMOSA CAFE CLARO
SM-1	32	19 80-20 00	30 4	16 06	14 34	CL	ARCILLA POCO LIMOSA CAFE CLARO
SM-1	50	30 80-31.00	N,P	N P	N P	ML	LIMO ARENOSO CAFE CLARO VERDOSO
SM-2	6	2 18-2.40	24,95	17,78	7 17	CL-ML	ARCILLA LIMOSA CAFE CLARO VERDOSA
SM-2	31-2	18.90-19 05	N P	N P	N P	SM	ARENA LIMOSA CAFE CLARO VERDOSO
SM-2	46	29.70-29 85	34 97	19 5	15 47	CL	ARCILLA POCO LIMOSA CAFE CLARO

**TABLA 6: DESCRIPCION DE MUESTRAS ANALIZADAS
EN PRUEBAS DE DISPERSIVIDAD**

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD	DESCRIPCION DE MATERIA	IP	FC	Ap	TIPO DE SUELO
SM-1	50-30	30,90	LIMO ARENOSO GRIS OLIVO	N P	1 0	0.00	TUBIFICABLE
SM-3	12-1	11.35	LIMO GRIS VERDOSO	5 8	0 0	***	NORMAL
SM-4	16	11 23	ARCILLA POCO LIMOSA GRIS CLARO	12 06	26 5	0 45	DISPERSIVO

NOMENCLATURA

Ip= Indice de Plasticidad (%)

c = Porcentaje de particulas menores de 2 micras

Ap= Actividad para el desarrollo de la tubificación

TABLA No. 4 : RESULTADOS DE PORCENTAJE DE FINOS

SONDEO	MUESTRA	PROF.	MP
--------	---------	-------	----

SM-1	1-2	0 30	19 5
	2-2	1 10	21 0
	3	1 50	22 5
	4	2 10	23 1
	6	3 30	43 0
	7	3 90	20 9
	9	5 40	78 7
	10	6 00	53 0
	12	6 95	77 2
	13	7 80	73 7
	14-2	8 60	49 0
	15	9 00	18 0
	16	9 60	50 0
	17	10 40	44 8
	18	10 80	31 5
	19	11 40	39 0
	21	12 60	42 1
	22	13 20	20 5
	24	14 60	31 1
	25	15 20	27 7
	26-3	16 20	28 9
	27	16 60	70 8
	28	17 20	70 0
	30	18 60	70 9
	31	19 10	53 3
	32-2	19 90	76 0
	33	20 30	46 9
	34	20 90	52 8
	35-2	21 70	45 3
	36	22 10	23 8
	37	22 70	51 2
	38-1	23 30	93 0
	39	23 90	75 6
	40	24 50	89 6
41-2	23 30	65 0	
42	26 70	68 4	
43	26 30	76 5	
45	27 50	76 8	
46	28 10	73 7	
48	29 30	88 4	
49	29 90	90 3	
50-3	30 90	80 0	

SONDEO	MUESTRA	PROF.	MP
--------	---------	-------	----

SM-1	51	31 30	79 9
	53-4	32 95	96 2
	54	33 40	98 0
	55	34 00	95 2
	56-1	34 70	90 6
	57	35 50	98 7
	58	36 10	99 2
	59-3	37 00	95 4
	60	38 03	97 8
	1	0 30	24 0
	2-2	0 90	20 6
	4-2	2 29	73 7
	5	2 70	64 2
	6	3 30	69 4
	7-2	4 10	59 0
	8	4 60	65 6
	10-1	5 76	38 7
11	6 30	20 9	
12	6 90	52 3	
13-1	7 47	80 8	
13-2	7 69	44 0	
14	8 10	22 3	
15	8 70	12 6	
16-1	9 30	11 1	
18	10 50	28 0	
19-1	11 16	13 0	
20	11 70	7 2	
21	12 30	16 9	
22-2	12 83	92 0	
23	13 50	21 1	
24	14 10	17 5	
24-2	14 18	37 3	
25	14 78	41 5	
25-2	15 04	30 0	
25-5	15 23	51 0	
27	16 20	25 3	
28	17 03	92 9	
28-5	17 33	62 0	
29	17 70	40 7	
30	18 30	45 1	
31-4	19 28	69 0	
31-5	19 43	53 0	

SONDEO	MUESTRA	PROF.	MP
--------	---------	-------	----

SM-2	32	19 80	69 1
	33	20 40	49 0
	34 5	21 53	94 9
	35	21 90	80 5
	36	22 75	95 9
	37-1	23 18	56 9
	37-3	23 48	84 9
	38	24 00	95 6
	39	24 60	82 3
	40-3	25 58	91 5
	41	26 10	91 1
	42	26 70	72 7
	43-0	27 26	96 0
	43-2	27 53	99 4
	43-4	27 83	99 1
	44	28 20	98 7
	45	28 80	99 4
46-3	29 78	96 6	
1	1 10	93 8	
2-1	1 70	93 0	
2-2	2 30	92 9	
3-1	2 90	93 6	
3-2	3 50	92 9	
4	6 30	93 2	
5	6 90	96 8	
6-3	7 16	98 4	
6-4	7 32	93 3	
7	8 40	96 6	
8	8 85	97 4	
9	9 60	99 6	
10	10 20	98 7	
11	10 80	98 7	
13	12 00	22 0	
14	12 60	21 0	
15-1	13 20	23 0	
15 2	13 20	15 0	
1-1	0 98	31 2	
2-1	1 80	71 2	
6-2	4 40	70 1	
7-3	5 28	91 0	
8-1	5 80	70 1	
9-1	6 40	52 8	

SONDEO	MUESTRA	PROF.	MP
--------	---------	-------	----

SM-4	10-2	7 13	65 8
	13-1	9 20	63 2
	14	9 80	19 3
	15	10 40	67 8
	16-1	11 14	33 0
	16 3	11 43	69 0
	22-1	15 03	55 2
	22-3	15 33	40 0
	24	16 30	78 6
	25-1	16 88	99 1
	25 4	17 33	43 0
	28-3	19 18	56 7
	28 4	19 35	93 7
	30	20 30	40 3
	31-2	21 03	46 0
	32	21 70	59 9
	37-2	25 18	90 6
	40-2	27 33	99 6
	42	28 39	97 8
	43-2	29 18	95 0
43-3	29 33	60 3	
46-3	31 33	66 7	
49-1	32 83	66 5	
49-3	33 13	71 6	
52 0	34 56	93 8	
52 2	35 23	88 9	
52 3	35 38	94 1	
54	36 56	53 7	
55-3	37 40	96 6	
55 4	37 45	52 5	
58-3	39 55	100 0	
61-1	41 17	95 1	
PCA-1	MC-1	0 15	20 0
PCA-2	MC-1	0 15	21 0
PCA-2	MC-1	1 20	41 2
PCA-3	MC-1	1 50	20 0
PCA-3	MC-1	1 50	22 0
PCA-3	MC-2	3 00	25 0

TABLA 5.1: RESULTADOS DE PRUEBAS DE PERMEABILIDAD DE LABORATORIO (CARGA CONSTANTE).

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD	PERMEABILIDAD	CLASIFICACION
SM-1	32-5	21.60-21.80	1.58E-06	LIMO ARENOSO GRIS OLIVO
SM-1	36-2	21.60-21.90	1.58E-06	LIMO POCO ARCILLOSO GRIS
SM-1	38-1	23.30-23.40	3.27E-07	LIMO POCO ARCILLOSO GRIS
SM-1	53-4	32.90-33.00	6.65E-08	LIMO POCO ARCILLOSO GRIS
SM-2	43-2	27.45-27.60	2.95E-07	ARCILLA LIMOSA GRIS OLIVO
SM-2	40-3	29.70-29.85	1.41E-07	ARCILLA LIMOSA GRIS CON MANCHAS GRIS
SM-4	1-1	0.90-1.05	6.10E-06	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS
PCA-1	MC-1	0.05-0.25	7.62E-05	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS
PCA-3	CAR DER	2.90-3.10	2.51E-05	ARENA FINA LIMOSA GRIS
PCA-3	MC-1	1.40-1.60	4.41E-06	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS
PCA-3	MC-2	2.90-3.10	2.51E-05	ARENA MUY FINA LIMOSA GRIS

TABLA 5.2: RESULTADOS DE PRUEBAS DE PERMEABILIDAD DE LABORATORIO (CARGA VARIABLE).

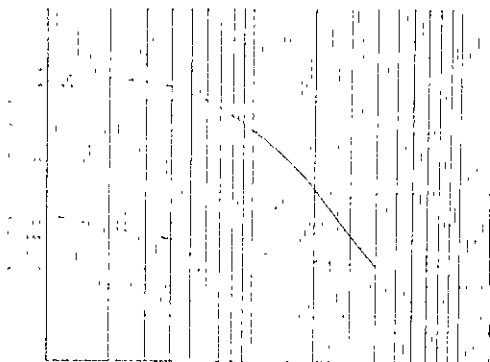
SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD	PERMEABILIDAD	CLASIFICACION
SM-1	23-2	13.90-14.10	4.61E-06	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS
SM-1	41-1	25.00-25.20	1.58E-06	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS
SM-1	50-1	30.40-30.60	4.63E-05	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS
SM-2	34.3	21.15-21.30	3.02E-06	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS
SM-3	3-5	4.25-4.40	3.58E-06	LIMO GRIS Y GRIS OLIVO
SM-3	17-1	11.30-11.40	1.92E-07	ARENA MUY FINA LIMOSA GRIS

**CARACTERISTICAS DE MATERIALES ENCONTRADOS
EN LA PRESA**

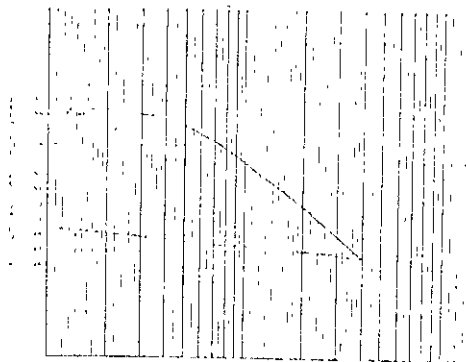
NÚMERO	γ (T/m ³)	c _v (kg/cm ³)	ϕ (°)
1	1.00	0.0	0.0
2	1.70	0.0	0.0
3	1.72	0.5	5.0
4	1.90	0.5	10.0
5	1.90	1.2	16.5
6	1.90	1.5	16.5
7	1.95	2.0	22.0
8	1.98	3.0	26.0
9	2.10	4.0	28.0
10	1.90	2.0	20.0
11	1.90	2.1	21.0
12	1.95	2.4	23.0
13	1.98	2.3	26.0
14	1.80	1.2	14.0
15	1.90	2.0	25.0
16	1.90	3.0	25.0
17	1.95	3.0	26.0
18	1.98	3.1	26.0
19	2.10	3.5	27.0
20	1.90	1.9	30.0
21	1.90	2.1	30.0
22	1.90	2.5	32.0
23	2.10	2.5	32.0
24	1.82	1.7	33.0
25	1.84	1.9	34.0
26	1.88	2.0	36.0
27	2.00	2.0	36.0
28	1.75	1.0	36.0
29	1.76	1.7	37.0
30	1.85	1.7	37.0
31	1.70	1.0	37.0
32	1.72	1.5	38.0
33	1.72	1.5	38.0
34	1.80	1.2	16.0
35	1.80	1.2	16.0
36	2.10	8.0	34.0

TABLA 6

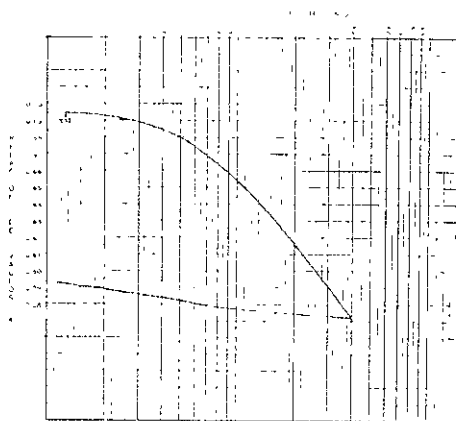
PRESA DE JALES CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL



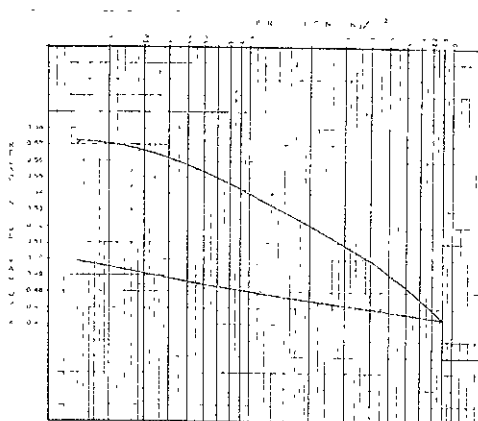
Sondeo SM-1
Profundidad 19.90 m
Clasificación Limo gris claro, con manchas gris claro verdoso



Sondeo SM-2
Profundidad: 2.30 m
Clasificación Limo arcilloso, gris olivo.

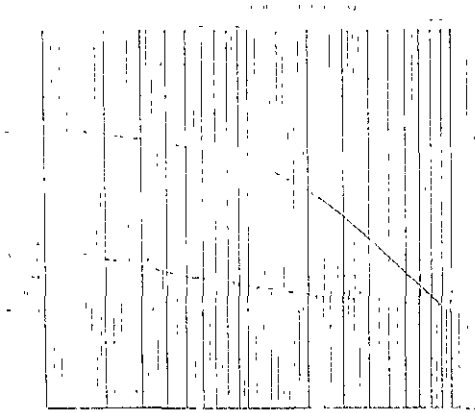


Sondeo SM-2
Profundidad 7.47 m
Clasificación Limo arcilloso gris olivo claro.

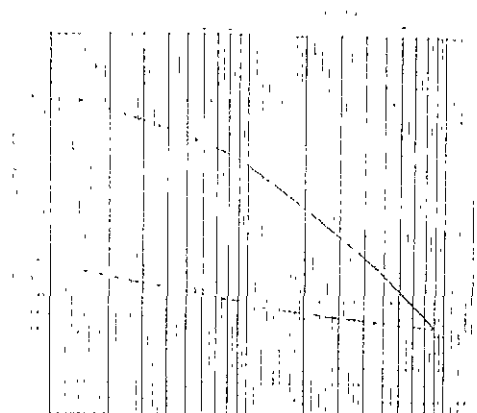


Sondeo SM-2
Profundidad: 11.30 m
Clasificación. Arena fina poco limosa gris olivo

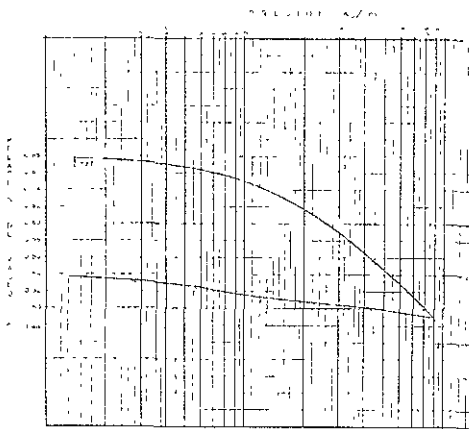
PRESA DE JALES CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL



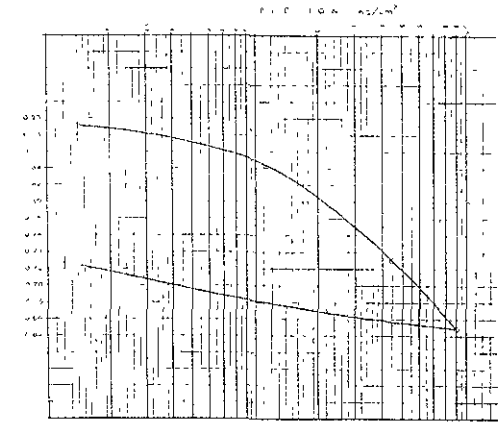
Sondeo SM-2
Profundidad 17.30 m
Clasificación Arcilla limosa gris olivo



Sondeo SM-2
Profundidad: 19.00 m
Clasificación, Limo arenoso gris con manchas gris olivo.

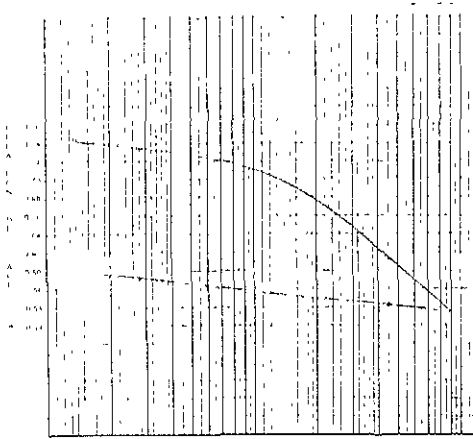


Sondeo SM-2
Profundidad 23.30 m
Clasificación Arcilla gris, con manchas gris claro, gris obscuro y café.

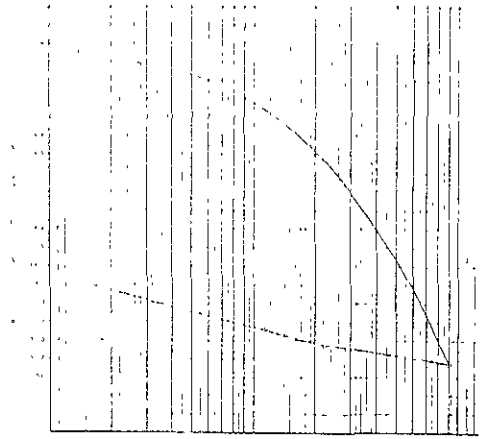


Sondeo SM-2
Profundidad: 25.70 m
Clasificación: Arcilla gris olivo, con manchas café claro

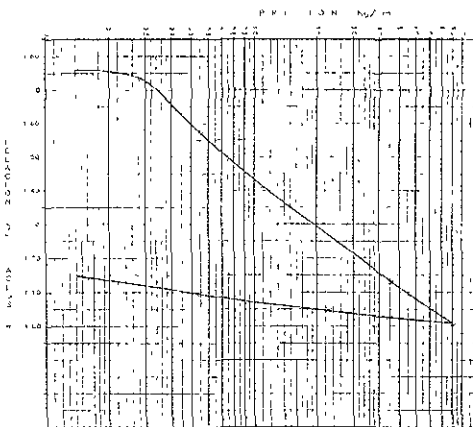
PRESA DE JALES CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL



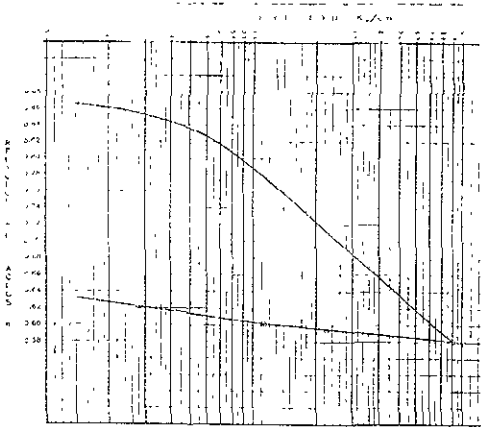
Sondeo : SM-2
Profundidad: 27.70 m
Clasificación: Limo gris olivo con manchas café y gris claro.



Sondeo: SM-2
Profundidad 29.60 m
Clasificación: Arcilla gris con manchas gris claro, gris oscuro y café

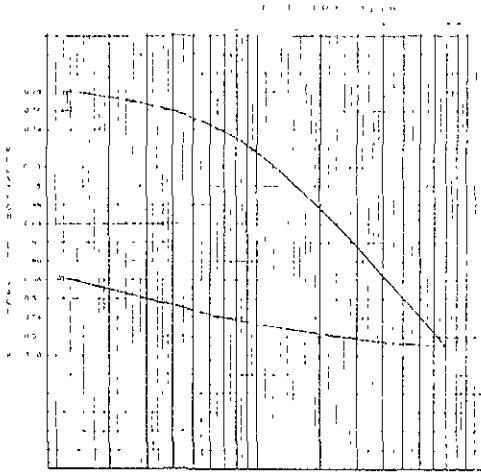


Sondeo : SM-3
Profundidad: 3.18 m
Clasificación: Arcilla gris.

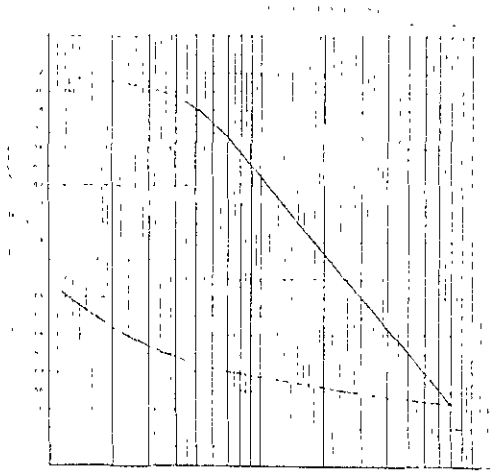


Sondeo: SM-3
Profundidad 4.03 m
Clasificación: Arcilla poco arenosa gris verdoso

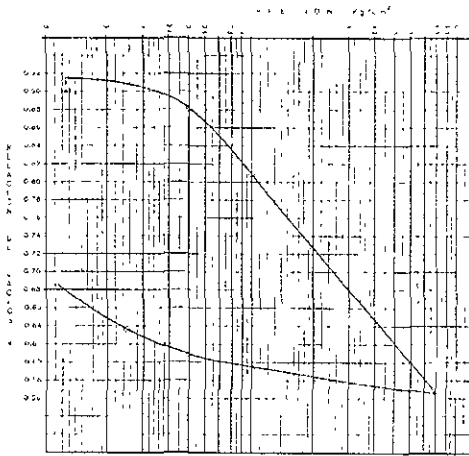
PRESA DE JALES CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL



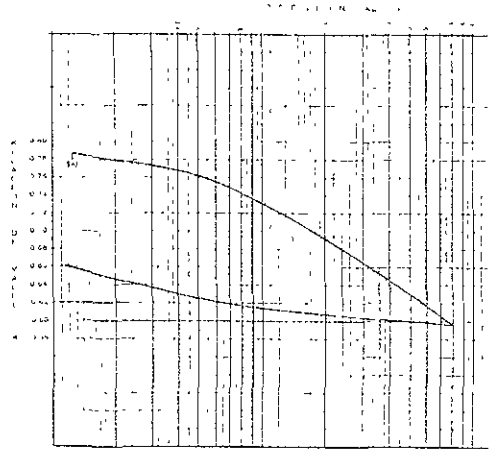
Sondeo : SM-3
Profundidad: 6.20 m
Clasificación: Limo poco arcilloso, gris olivo



Sondeo SM-3
Profundidad: 8.00 m
Clasificación: Arcilla limosa gris y gris olivo

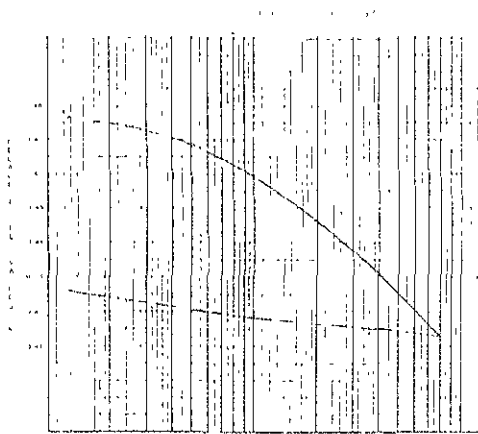


Sondeo : SM-4
Profundidad: 11.25 m
Clasificación: Arcilla limosa poco arenosa, gris olivo.

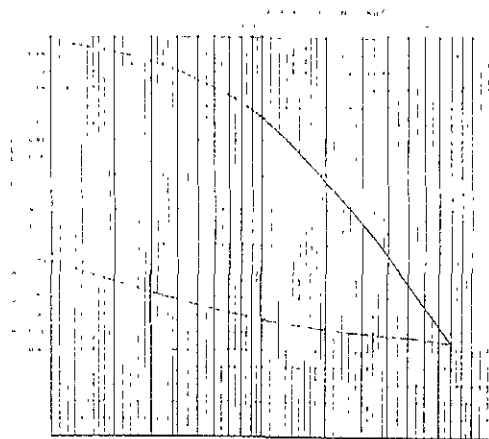


Sondeo SM-4
Profundidad: 15.20 m
Clasificación: Arcilla poco arenosa gris olivo

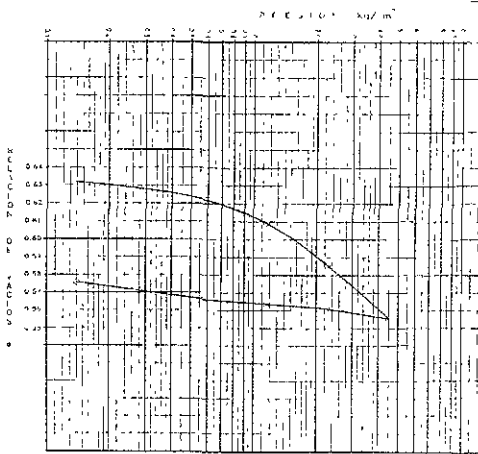
PRESA DE JALES CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL



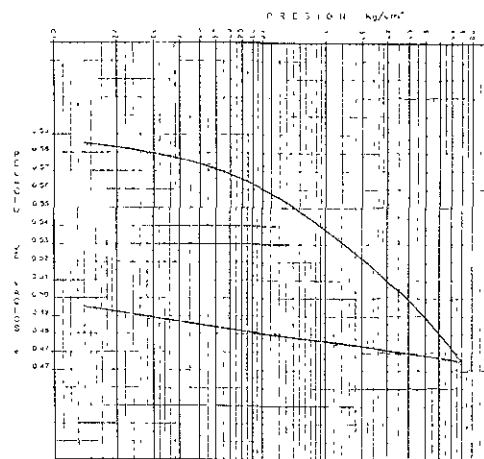
Sondeo : SM-4
Profundidad 18.90 m
Clasificación Arena fina limosa, gris claro



Sondeo SM-4
Profundidad. 25.30 m
Clasificación Limo gris verdoso, con manchas gris olivo y café claro.

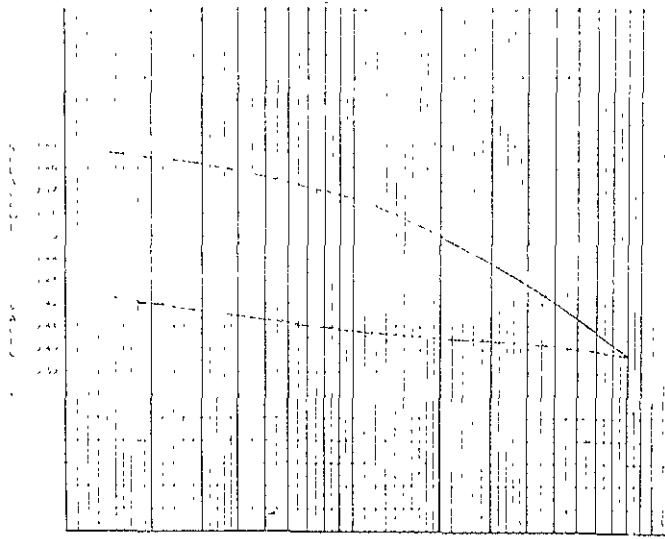


Sondeo : SM-4
Profundidad: 29.15 m
Clasificación Arcilla limosa gris olivo

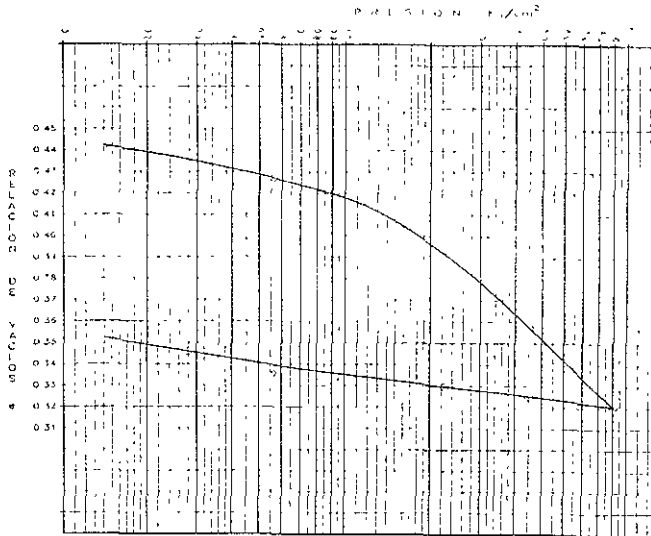


Sondeo SM-4
Profundidad 31.15 m
Clasificación. Arcilla gris oscuro, con manchas café claro.

PRESA DE JALES CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

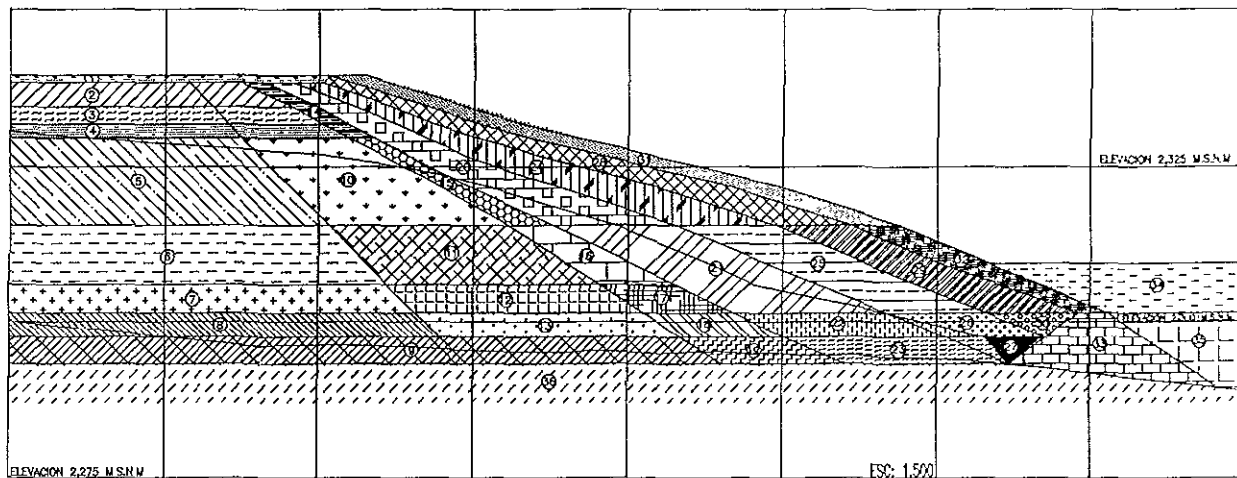


Sondeo : SM-4
 Profundidad: 35.25 m
 Clasificación: Arcilla poco limosa gris olivo, con manchas café claro



Sondeo: SM-4
 Profundidad 37.35 m
 Clasificación: Arcilla limosa gris olivo, con manchas café y gris verdoso

FIG No 15



NOTA:

LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES SE
PRESENTAN EN LA TABLA ANEXA.

PRESA DE JALES
GUANAJUATO, GTO.

LOCALIZACION EN SECCION LONGITUDINAL
DE LOS TIPOS DE MATERIALES

ESCALON ESCALERA MAPITA GUINELA
LEONEL DE GERARTE MORENO ANA E.

FIG. 18



V.- INTERPRETACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

V.- INTERPRETACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS.

En este Capítulo se presentan los resultados obtenidos en el análisis de estabilidad de la Presa, teniendo en cuenta las características topográficas y geométricas, así como las propiedades de los materiales obtenidos tanto en campo como en el laboratorio.

A) PARAMETROS MECANICOS PARA LA REVISION DE LA PRESA.

Como se hace notar en el capítulo III, las características estratigráficas de la Presa no son uniformes, por lo que las fronteras de resistencia se determinaron, como es usual en este tipo de análisis, a través de correlaciones estratigráficas utilizando interpolación y extrapolación de los resultados obtenidos en la exploración de campo y laboratorio, suponiendo que la Presa fue construida mediante el método de "Aguas arriba" usando la técnica de almacenamiento de hidrociclón (ver fig 2), que permite plantear las siguientes hipótesis de trabajo. los materiales arenosos se depositan a cortas distancias del ciclón, formando una corteza de comportamiento friccionante de espesor importante, caracterizada por tener las mayores resistencias al corte debido a su composición granulométrica y a su grado de consolidación alcanzado. Así mismo, es de esperarse que hacia el embalse se encuentren los materiales finos (lamas) los cuales necesitan aguas con velocidades de transporte muy bajas para lograr su depositación, presentándose el ambiente propicio solo a grandes distancias del hidrociclón; como estos materiales requieren de periodos importantes para su consolidación, se considera que en esta zona es donde se tienen las menores resistencias al corte de los suelos que forman la Presa. Finalmente, se considera que hay una zona de transición donde existe un cambio gradual de las resistencias de los suelos, variando sus parámetros entre los obtenidos en los materiales antes indicados. Bajo estas circunstancias y mediante los resultados de las pruebas de compresión triaxial realizadas, así como los datos obtenidos en las pruebas

índice, se llegó a las características estratigráficas idealizadas indicadas en el siguiente inciso, aunque para tener una mejor precisión en las fronteras de resistencia al corte señaladas se propone realizar una mayor exploración para determinar las transiciones de cada estrato indicado.

B) ESTABILIDAD DE TALUDES.

La estabilidad de los taludes de la Presa de Jaies, se revisó utilizando, como ya se mencionó, las propiedades mecánicas de los materiales que componen las estructuras, determinadas mediante las correlaciones de las propiedades mecánicas obtenidas de los sondeos ejecutados en el lugar y las presiones de agua internas, determinadas mediante los análisis del comportamiento hidrodinámico en la masa de suelo

El análisis de la estabilidad de los taludes de la Presa de Jaies, tanto para condiciones estáticas como dinámicas, considerando un coeficiente sísmico $c = 0.15$, se llevó a cabo utilizando el programa "ESTABIL V-2.0", el cual está basado en el método de dovelas desarrollado por Fellenius. En este programa se considera el flujo establecido del agua en la masa de suelo, pudiendo de esta manera abarcar un mayor número de superficies potenciales de falla, hasta encontrar el Factor de Seguridad Mínimo de una familia de superficies.

En la Fig 17 se presentan gráficamente algunos de los círculos de falla analizados para la Presa, cada uno de ellos es el resultante con el Factor de Seguridad Mínimo de una familia de Círculos, entre éstos aparece el Círculo de Falla crítico, cuyos resultados se resumen a continuación.

ELEVACION	CIRCULO DE FALLA			FACTOR DE SEGURIDAD OBTENIDO	FACTOR DE SEGURIDAD RECOMENDADO
	X	y	r		
ACTUAL	49	84	126	1.13	1.10
2355	86	90	144	1.09	1.10

Al final del capítulo se presentan las corridas del programa "ESTABILI V-2 0", de los círculos arriba mencionados, analizados en condiciones dinámicas, así mismo las corridas para condiciones estáticas, cabe mencionar que dichas corridas son considerando la sección actual y la sección modificada; en éstas se indican los siguientes datos:

- Características geométricas.
- Características estratigráficas.
- Peso volumétrico de los materiales.
- Cohesión de los materiales.
- Angulo de fricción interna de los materiales.
- Abscisa del centro del círculo de falla.
- Ordenada del centro del círculo de falla.
- Radio del círculo de falla.
- Coeficiente sísmico.
- Factor de Seguridad para el círculo de falla.

C) DRENAJE DE LA PRESA.

Para captar las filtraciones que viajan en forma perpendicular al eje longitudinal de la presa, se recomienda que los drenes horizontales sean colocados en el pie del talud en dos líneas al tres-bolillo a cada 7.0 m, a todo lo largo del bordo de la Presa, en un primer

nivel de drenes se ubicará en el nivel 2,311.000 msnm y un segundo en el nivel 2,314.000 msnm. La trayectoria de los drenes será paralela al eje longitudinal del bordo y penetrarán formando un ángulo de 2° con la horizontal, hasta alcanzar una longitud de desarrollo de 70.0 m en el interior de la Presa. Para la construcción de los drenes se utilizará una tubería ranurada de 2" de diámetro interior en tres bolillo, un tramo de tubería de 15.0 m de longitud medido desde el inicio del talud al interior de la presa, será ciego. Para evitar arrastre de finos hacia el exterior de la Presa los tubos de los drenes se protegerán con un geotextil tipo Pavitex 350 o similar que funcionará como filtro. El agua que extraigan los drenes "horizontales" deberá ser colectada y conducida fuera de la presa.

D) RECARGUE EN LA PRESA.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó el análisis de la estabilidad del talud, hasta la elevación 2355.000, resultando un factor de seguridad de 1.09 o sea menor que el recomendado, por lo tanto, se requerirá de una cuarta medida correctiva consistente en un recargue en el talud, mediante bermas construidas ya sea por arena de Jales o enrocamiento o materiales de banco. Se deberá considerar la colocación de un filtro de arena graduada entre el talud existente y el recargue, así como, las obras para recolectar el agua proveniente de estos filtros, que a su vez podrán conducir o no el agua extraída por los drenes horizontales.

Los parámetros empleados en los análisis dinámicos de la estabilidad del talud, fueron obtenidos mediante la extrapolación de los resultados de las pruebas efectuadas en los materiales encontrados durante la exploración correspondiente al presente estudio, por lo que éstas deberán ser verificadas cuando la Presa alcance una mayor altura. Cabe hacer notar que se consideró que los materiales de Jales aumentarán su resistencia con el tiempo.

E). INSTRUMENTACIÓN.

Es evidente la importancia de conocer el comportamiento de la Presa durante su operación y después de su abandono, por lo que es recomendable instalar un sistema de instrumentación que ayude a verificar las hipótesis de trabajo que se utilizaron en los análisis de la estabilidad de la Presa. El sistema de instrumentación será formado mediante dispositivos para medir los movimientos verticales y horizontales que sufrirá la Presa, realizando para ello nivelaciones de referencias superficiales y lecturas con inclinómetros, las cuales se localizarán principalmente en la corona y sobre los taludes de la estructura.

F). PRESIONES SOBRE LAS ALCANTARILLAS.

Las presiones que actuarán sobre las alcantarillas serán iguales a los esfuerzos efectivos más las presiones hidráulicas que existen en el interior de la masa del suelo de la Presa

Para el cálculo de las presiones se considera que la losa de la alcantarilla propuesta, se encuentra en la elevación 2,303.420 y que sobre ella se localiza el espejo de los jales en el nivel 2,375.000, además, el peso volumétrico de los jales alcanzará hasta un valor promedio de 1.928 ton/m³. Bajo estas consideraciones se tiene:

$$\text{Espesor de Jales} = 2375 - 20303.42 = 71.58 \text{ m}$$

$$\text{Presión sobre la losa de la Alcantarilla} = 71.58 * 1.928 = 138 \text{ ton/m}^2 = \underline{13.80 \text{ kg/cm}^2}$$

Por lo que se refiere a la presión que actualmente se presenta sobre la losa de la alcantarilla, se tiene lo siguiente:

$$\text{Espesor de Jales} = 2338.50 - 2303.42 = 35.08 \text{ m}$$

$$\text{Presión sobre la losa de Alcantarilla} = 35.08 * 1.928 = 67.63 \text{ ton/m}^2 = \underline{6.76 \text{ kg/cm}^2}$$

ANALISIS CON FLUJO Y SISMO (CONDICIONES INICIALES)

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN OBRAS TERREAS

D A T O S I N I C I A L E S

PRESA DE JALES (ANALISIS CON FLUJO CON SISMO)
 FECHA (MM-DD-AA) 02-04-2001 HORA : 19:21:37

TALUD ANALIZADO -----> DERECHO
 NUMERO DE LINEAS QUE FORMAN LA SECCION -----> 165
 ANCHO DE LA CORONA -----> 500

N	X IZQ	Y IZQ	X DER	Y DER	PESO V	COHESION	FRICC
1	-6.00	0.00	0.00	0.00	1.70	1.00	37.00
2	-18.00	0.00	-6.00	0.00	1.00	0.00	0.00
3	-500.00	0.00	-18.00	0.00	1.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	3.80	-1.20	1.70	1.00	37.00
5	-6.00	0.00	-2.30	-1.20	1.75	1.00	36.00
6	-6.80	-1.20	-6.00	0.00	1.75	1.00	36.00
7	-18.00	0.00	-16.00	-1.20	1.00	0.00	0.00
8	-11.50	-1.20	-6.80	-1.20	1.82	1.70	33.00
9	-16.00	-1.20	-11.50	-1.20	1.90	1.90	30.00
10	-20.00	-1.20	-16.00	-1.20	1.80	1.20	14.00
11	-28.70	-1.20	-20.00	-1.20	1.70	0.00	0.00
12	-500.00	-1.20	-28.70	-1.20	1.70	0.00	0.00
13	3.80	-1.20	16.30	-5.00	1.70	1.00	37.00
14	-2.30	-1.20	10.30	-5.00	1.75	1.00	36.00
15	-6.80	-1.20	4.30	-5.00	1.82	1.70	33.00
16	-11.50	-1.20	-1.70	-5.00	1.90	1.90	30.00
17	-16.00	-1.20	-7.70	-5.00	1.80	1.20	14.00
18	-20.00	-1.20	-11.70	-5.00	1.70	0.00	0.00
19	-28.70	-1.20	-24.70	-5.00	1.70	0.00	0.00
20	-11.70	-5.00	-7.70	-5.00	1.80	1.20	14.00
21	-24.70	-5.00	-11.70	-5.00	1.72	0.50	5.00
22	-500.00	-5.00	-24.70	-5.00	1.72	0.50	5.00
23	16.30	-5.00	25.30	-7.70	1.70	1.00	37.00
24	10.30	-5.00	18.30	-7.70	1.75	1.00	36.00
25	4.30	-5.00	11.00	-7.70	1.82	1.70	33.00
26	-1.70	-5.00	5.00	-7.70	1.90	1.90	30.00
27	-7.70	-5.00	-3.00	-7.70	1.80	1.20	14.00
28	-11.70	-5.00	-7.00	-7.70	1.72	0.50	5.00
29	-24.70	-5.00	-22.20	-7.70	1.72	0.50	5.00
30	-500.00	-5.00	-70.00	-7.70	-1.72	0.50	5.00
31	-7.00	-7.70	-3.00	-7.70	1.80	1.20	14.00
32	-22.20	-7.70	-7.00	-7.70	1.90	0.50	10.00
33	-70.00	-7.70	-22.20	-7.70	1.90	0.50	10.00
34	-500.00	-7.70	-70.00	-7.70	-1.90	0.50	10.00
35	25.30	-7.70	34.80	-10.00	1.70	1.00	37.00

36	18.30	-7.70	26.90	-10.00	1.75	1.00	36.00
37	11.00	-7.70	18.40	10.00	1.82	1.70	33.00
38	5.00	-7.70	10.00	-10.00	1.90	1.90	30.00
39	-3.00	-7.70	1.50	-10.00	1.80	1.20	14.00
40	-7.00	-7.70	-2.50	-10.00	1.90	0.50	10.00
41	-22.20	-7.70	-20.00	-10.00	1.90	0.50	10.00
42	-70.00	-7.70	-45.00	-10.00	-1.90	0.50	10.00
43	-2.50	-1					

		0.00	1.50	-10.00	1.90	2.00	25.00
44	-20.00	-10.00	-2.50	10.00	1.90	2.00	20.00
45	-45.00	-10.00	-20.00	-10.00	1.90	1.20	16.50
46	-500.00	-10.00	-45.00	-10.00	-1.90	1.20	16.50
47	34.80	-10.00	42.00	-11.60	1.70	1.00	37.00
48	26.90	-10.00	33.80	-11.60	1.75	1.00	36.00
49	18.40	-10.00	24.60	-11.60	1.82	1.70	33.00
50	10.00	-10.00	13.80	-11.60	1.90	1.90	30.00
51	1.50	-10.00	5.00	-11.60	2.90	2.00	25.00
52	-2.50	-10.00	0.80	-11.60	1.90	2.00	20.00
53	-20.00	-10.00	-18.10	-11.60	1.90	1.20	16.50
54	-45.00	-10.00	-18.10	-11.60	-1.90	1.20	16.50
55	42.00	-11.60	45.40	-12.50	1.70	1.00	37.00
56	33.80	-11.60	37.40	-12.50	1.75	1.00	36.00
57	24.60	-11.60	27.00	-12.50	1.82	1.70	33.00
58	13.80	-11.60	15.50	-12.50	1.90	1.90	30.00
59	5.00	-11.60	6.40	-12.50	1.90	2.00	25.00
60	0.80	-11.60	2.40	-12.50	1.90	2.00	20.00
61	-18.10	-11.60	-7.50	-12.50	-1.90	2.00	20.00
62	-18.10	-11.60	-17.30	-12.50	-1.90	1.20	16.50
63	45.40	-12.50	54.60	-14.60	1.70	1.00	37.00
64	37.40	-12.50	46.00	-14.60	1.75	1.00	36.00
65	27.00	-12.50	34.90	-14.60	1.82	1.70	33.00
66	15.50	-12.50	21.30	-14.60	1.90	1.90	30.00
67	6.40	-12.50	10.30	-14.60	1.90	2.00	25.00
68	2.40	-12.50	6.20	-14.60	1.90	2.00	20.00
69	-7.50	-12.50	6.20	-14.60	-1.90	2.00	20.00
70	-17.30	-12.50	-15.30	-14.60	-1.90	1.20	16.50
71	54.60	-14.60	60.00	-16.00	1.70	1.00	37.00
72	46.00	-14.60	52.00	-16.00	1.75	1.00	36.00
73	34.90	-14.60	40.00	-16.00	1.82	1.70	33.00
74	21.30	-14.60	25.50	-16.00	1.90	1.90	30.00
75	10.30	-14.60	13.00	-16.00	1.90	2.00	25.00
76	6.20	-14.60	13.00	-16.00	-1.90	2.00	25.00
77	6.20	-14.60	9.00	-16.00	-1.90	2.00	20.00
78	-15.30	-14.60	-14.00	-16.00	-1.90	1.20	16.50
79	60.00	-16.00	67.30	-17.80	1.70	1.00	37.00
80	52.00	-16.00	59.30	-17.80	1.75	1.00	36.00
81	40.00	-16.00	47.30	-17.80	1.82	1.70	33.00
82	25.50	-16.00	31.30	-17.80	1.90	1.90	30.00
83	13.00	-16.00	20.00	-17.80	-1.90	1.90	30.00
84	13.00	-16.00	17.00	-17.80	-1.90	2.00	25.00
85	9.00	-16.00	12.10	-17.80	-1.90	2.00	20.00
86	-14.00	-16.00	-12.00	-17.80	-1.90	1.20	16.50
87	67.30	-17.80	86.30	-24.10	1.70	1.00	37.00
88	59.30	-17.80	78.30	-24.10	1.75	1.00	36.00
89	47.30	-17.80	66.30	-24.10	1.82	1.70	33.00
90	31.30	-17.80	50.30	-24.10	1.90	1.90	30.00
91	20.00	-17.80	40.50	-24.10	-1.90	1.90	30.00
92	17.00	-17.80	30.30	-24.10	-1.90	2.00	25.00
93	12.10	-17.80	23.10	-24.10	-1.90	2.00	20.00
94	-12.00	-17.80	-5.90	-24.10	-1.90	1.20	16.50
95	78.30	-24.10	86.30	-24.10	1.72	1.50	40.00
96	66.30	-24.10	78.30	-24.10	1.76	1.70	37.00
97	50.30	-24.10	66.30	-24.10	1.84	1.90	34.00
98	40.50	-24.10	50.30	-24.10	1.90	2.10	30.00
99	30.30	-24.10	40.50	-24.10	-1.90	2.10	30.00
100	23.10	-24.10	30.30	-24.10	-1.90	3.00	25.00
101	-5.90	-24.10	23.10	-24.10	-1.90	2.10	21.00
102	-500.00	-24.10	-5.90	-24.10	-1.90	1.50	16.50

103	86.30	-24.10	100.80	-30.10	1.77	1.50	33.00
104	78.30	-24.10	92.80	-30.10	1.76	1.70	37.00
105	66.30	-24.10	80.80	-30.10	1.84	1.90	34.00
106	50.30	-24.10	64.80	-30.10	1.90	2.10	30.00
107	40.50	-24.10	55.50	-30.10	-1.90	2.10	30.00
108	30.30	-24.10	43.10	-30.10	-1.90	3.00	25.00
109	23.10	-24.10	32.50	-30.10	-1.90	2.10	21.00
110	-5.90	-24.10	0.00	-30.10	-1.90	1.50	16.50
111	100.80	-30.10	500.00	-30.10	1.80	1.20	16.00
112	100.80	-30.10	109.10	-33.50	1.72	1.50	38.00
113	92.80	-30.10	102.50	-33.50	1.76	1.70	37.00
114	80.80	-30.10	89.10	-33.50	1.84	1.90	34.00
115	64.80	-30.10	73.00	-33.50	1.90	2.10	30.00
116	55.50	-30.10	62.80	-33.50	-1.90	2.10	30.00
117	43.10	-30.10	50.20	-33.50	-1.90	3.00	25.00
118	32.50	-30.10	37.80	-33.50	-1.90	2.10	21.00
119	0.00	-30.10	3.40	-33.50	-1.90	1.50	16.50
120	37.80	-33.50	50.20	-33.50	-1.95	3.00	26.00
121	3.40	-33.50	37.80	-33.50	-1.95	2.40	23.00
122	-500.00	-33.50	3.40	-33.50	-1.95	2.00	22.00
123	109.10	-33.50	120.50	-38.10	1.72	1.50	38.00
124	102.50	-33.50	115.50	-38.10	1.76	1.70	37.00
125	89.10	-33.50	100.50	-38.10	1.84	1.90	34.00
126	73.00	-33.50	84.50	-38.10	1.90	2.10	30.00
127	62.80	-33.50	84.50	-38.10	-1.90	2.10	30.00
128	50.20	-33.50	59.70	-38.10	-1.95	3.00	26.00
129	37.80	-33.50	45.20	-38.10	-1.95	2.40	23.00
130	3.40	-33.50	8.10	-38.10	-1.95	2.00	22.00
131	120.50	-38.10	500.00	-38.10	1.80	1.60	18.00
132	115.50	-38.10	120.50	-38.10	1.72	1.50	38.00
133	100.50	-38.10	115.50	-38.10	1.85	1.70	37.00
134	84.50	-38.10	100.50	-38.10	1.88	2.00	36.00
135	59.70	-38.10	84.50	-38.10	-1.90	2.50	32.00
136	45.20	-38.10	59.70	-38.10	-1.98	3.10	26.00
137	8.10	-38.10	45.20	-38.10	-1.98	2.30	26.00
138	-500.00	-38.10	8.10	-38.10	-1.98	3.00	26.00
139	120.50	-38.10	126.10	-42.10	1.72	1.50	38.00
140	110.00	-42.10	115.50	-38.10	1.72	1.50	38.00
141	100.50	-38.10	110.00	-42.10	1.88	2.00	36.00
142	84.50	-38.10	100.00	-42.10	-1.90	2.50	32.00
143	84.50	-38.10	93.90	-42.10	-1.90	2.50	32.00
144	59.70	-38.10	67.80	-42.10	-1.98	3.10	26.00
145	45.20	-38.10	51.00	-42.10	-1.98	2.30	26.00
146	8.10	-38.10	12.00	-42.10	-1.98	3.00	26.00
147	100.00	-42.10	110.00	-42.10	2.00	2.00	36.00
148	93.90	-42.10	100.00	-42.10	-2.10	2.50	32.00
149	67.80	-42.10	93.90	-42.10	-2.10	2.50	32.00
150	51.00	-42.10	67.80	-42.10	-2.10	3.50	27.00
151	12.00	-42.10	51.00	-42.10	-2.10	4.00	28.00
152	-500.00	-42.10	12.00	-42.10	-2.10	4.00	28.00
153	126.10	-42.10	132.50	-46.50	1.72	1.50	38.00
154	104.00	-46.50	110.00	-42.10	1.72	1.50	38.00
155	100.00	-42.10	104.00	-46.50	-2.10	2.50	32.00
156	93.90	-42.10	104.00	-46.50	-2.10	2.50	32.00
157	67.80	-42.10	77.40	-46.50	-2.10	3.50	27.00
158	51.00	-42.10	57.60	-46.50	-2.10	4.00	28.00
159	12.00	-42.10	16.40	-46.50	-2.10	4.00	28.00
160	132.50	-46.50	500.00	-46.50	2.10	8.00	34.00
161	104.00	-46.50	132.50	-46.50	2.10	8.00	34.00
162	77.40	-46.50	104.00	-46.50	-2.10	8.00	34.00

163	57.60	-46.50	77.40	-46.50	-2.10	8.00	34.00
164	16.40	-46.50	57.60	-46.50	-2.10	8.00	34.00
165	-500.00	-46.50	16.40	-46.50	-2.10	8.00	34.00

ABSCISA INICIAL DEL CENTRO DEL CIRCULO DE FALLA	----->	48
ORDENADA INICIAL DEL CENTRO DEL CIRCULO DE FALLA	----->	83
RADIO INICIAL DEL CIRCULO DE FALLA	----->	125
INCREMENTO PARA ABSCISA, ORDENADA Y RADIO	----->	1
COEFICIENTE SISMICO (FRACCIÓN DEL PESO PROPIO)	----->	.15

RESULTADOS OBTENIDOS EN CADA UNO DE LOS CIRCULOS ANALIZADOS
 ARCHIVO UTILIZADO -----> d:/ana/tesis/esta01

FUERZAS C*L	RESISTENTES N*TAN(FI)	FZA.MOTORA T	ABSCISA	ORDENADA	RADIO	FS
300.7751	1911.4744	1958.3359	48.00	83.00	125.00	1.1297
346.7926	2045.6111	2048.8401	48.00	83.00	126.00	1.1677
301.4008	1901.3336	1952.4995	49.00	83.00	125.00	1.1282
346.0431	2033.7269	2043.3954	49.00	83.00	126.00	1.1646
302.3022	1894.5443	1946.5023	50.00	83.00	125.00	1.1286
345.2700	2021.4104	2037.7446	50.00	83.00	126.00	1.1614
302.2540	1907.9916	1959.4017	49.00	84.00	126.00	1.1280
347.1231	2041.7712	2050.5974	49.00	84.00	127.00	1.1650
303.1427	1901.2489	1953.3461	50.00	84.00	126.00	1.1285
346.3240	2029.3468	2044.6157	50.00	84.00	127.00	1.1619
301.7010	1918.8125	1965.0938	48.00	84.00	126.00	1.1300
347.8801	2053.5945	2055.7859	48.00	84.00	127.00	1.1682
303.1335	1915.0469	1966.2472	49.00	85.00	127.00	1.1281
348.1998	2049.7651	2057.7061	49.00	85.00	128.00	1.1654
303.9827	1907.9153	1960.1227	50.00	85.00	127.00	1.1284
347.3751	2037.2502	2051.4377	50.00	85.00	128.00	1.1624

EL MINIMO PARA EL CIRCULO INICIAL ELEGIDO ES --> 1.1280
 TOTAL DE CIRCULOS ANALIZADOS 16

PARA FINES PRACTICOS FS --> 1.13

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN OBRAS TERREAS

 E S T A B I L I (ver 2.0)
 15 de marzo de 1992
 revisión : marzo 1996

ANALISIS CON FLUJO, SIN SISMO
(CONDICIONES INICIALES)

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN OBRAS TERREAS

D A T O S I N I C I A L E S

PRESA DE JALES (ANALISIS CON FLUJO SIN SISMO)
 FECHA (MM-DD-AA) 03-13-2001 HORA : 16:05:54

TALUD ANALIZADO -----> DERECHO
 NUMERO DE LINEAS QUE FORMAN LA SECCION -----> 165
 ANCHO DE LA CORONA -----> 500

N	X IZQ	Y IZQ	X DER	Y DER	PESO V	COHESION	FRICC
1	-6.00	0.00	0.00	0.00	1.70	1.00	37.00
2	-18.00	0.00	-6.00	0.00	1.00	0.00	0.00
3	-500.00	0.00	-18.00	0.00	1.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	3.80	-1.20	1.70	1.00	37.00
5	-6.00	0.00	-2.30	-1.20	1.75	1.00	36.00
6	-6.80	-1.20	-6.00	0.00	1.75	1.00	36.00
7	-18.00	0.00	-16.00	-1.20	1.00	0.00	0.00
8	-11.50	-1.20	-6.80	-1.20	1.82	1.70	33.00
9	-16.00	-1.20	-11.50	-1.20	1.90	1.90	30.00
10	-20.00	-1.20	-16.00	-1.20	1.80	1.20	14.00
11	-28.70	-1.20	-20.00	-1.20	1.70	0.00	0.00
12	-500.00	-1.20	-28.70	-1.20	1.70	0.00	0.00
13	3.80	-1.20	16.30	-5.00	1.70	1.00	37.00
14	-2.30	-1.20	10.30	-5.00	1.75	1.00	36.00
15	-6.80	-1.20	4.30	-5.00	1.82	1.70	33.00
16	-11.50	-1.20	-1.70	-5.00	1.90	1.90	30.00
17	-16.00	-1.20	-7.70	-5.00	1.80	1.20	14.00
18	-20.00	-1.20	-11.70	-5.00	1.70	0.00	0.00
19	-28.70	-1.20	-24.70	-5.00	1.70	0.00	0.00
20	-11.70	-5.00	-7.70	-5.00	1.80	1.20	14.00
21	-24.70	-5.00	-11.70	-5.00	1.72	0.50	5.00
22	-500.00	-5.00	-24.70	-5.00	1.72	0.50	5.00
23	16.30	-5.00	25.30	-7.70	1.70	1.00	37.00
24	10.30	-5.00	18.30	-7.70	1.75	1.00	36.00
25	4.30	-5.00	11.00	-7.70	1.82	1.70	33.00
26	-1.70	-5.00	5.00	-7.70	1.90	1.90	30.00
27	-7.70	-5.00	-3.00	-7.70	1.80	1.20	14.00
28	-11.70	-5.00	-7.00	-7.70	1.72	0.50	5.00
29	-24.70	-5.00	-22.20	-7.70	1.72	0.50	5.00
30	-500.00	-5.00	-70.00	-7.70	-1.72	0.50	5.00
31	-7.00	-7.70	-3.00	-7.70	1.80	1.20	14.00
32	-22.20	-7.70	-7.00	-7.70	1.90	0.50	10.00
33	-70.00	-7.70	-22.20	-7.70	1.90	0.50	10.00
34	-500.00	-7.70	-70.00	-7.70	-1.90	0.50	10.00
35	25.30	-7.70	34.80	-10.00	1.70	1.00	37.00

36	18.30	-7.70	26.90	-10.00	1.75	1.00	36.00
37	11.00	-7.70	18.40	-10.00	1.82	1.70	33.00
38	5.00	-7.70	10.00	-10.00	1.90	1.90	30.00
39	-3.00	-7.70	1.50	-10.00	1.80	1.20	14.00
40	-7.00	-7.70	-2.50	-10.00	1.90	0.50	10.00
41	-22.20	-7.70	-20.00	-10.00	1.90	0.50	10.00
42	-70.00	-7.70	-45.00	-10.00	-1.90	0.50	10.00
43	-2.50	-10.00	1.50	-10.00	1.90	2.00	25.00
44	-20.00	-10.00	-2.50	-10.00	1.90	2.00	20.00
45	-45.00	-10.00	-20.00	-10.00	1.90	1.20	16.50
46	-500.00	-10.00	-45.00	-10.00	-1.90	1.20	16.50
47	34.80	-10.00	42.00	-11.60	1.70	1.00	37.00
48	26.90	-10.00	33.80	-11.60	1.75	1.00	36.00
49	18.40	-10.00	24.60	-11.60	1.82	1.70	33.00
50	10.00	-10.00	13.80	-11.60	1.90	1.90	30.00
51	1.50	-10.00	5.00	-11.60	1.90	2.00	25.00
52	-2.50	-10.00	0.80	-11.60	1.90	2.00	20.00
53	-20.00	-10.00	-18.10	-11.60	1.90	1.20	16.50
54	-45.00	-10.00	-18.10	-11.60	-1.90	1.20	16.50
55	42.00	-11.60	45.40	-12.50	1.70	1.00	37.00
56	33.80	-11.60	37.40	-12.50	1.75	1.00	36.00
57	24.60	-11.60	27.00	-12.50	1.82	1.70	33.00
58	13.80	-11.60	15.50	-12.50	1.90	1.90	30.00
59	5.00	-11.60	6.40	-12.50	1.90	2.00	25.00
60	0.80	-11.60	2.40	-12.50	1.90	2.00	20.00
61	-18.10	-11.60	-7.50	-12.50	-1.90	2.00	20.00
62	-18.10	-11.60	-17.30	-12.50	-1.90	1.20	16.50
63	45.40	-12.50	54.60	-14.60	1.70	1.00	37.00
64	37.40	-12.50	46.00	-14.60	1.75	1.00	36.00
65	27.00	-12.50	34.90	-14.60	1.82	1.70	33.00
66	15.50	-12.50	21.30	-14.60	1.90	1.90	30.00
67	6.40	-12.50	10.30	-14.60	1.90	2.00	25.00
68	2.40	-12.50	6.20	-14.60	1.90	2.00	20.00
69	-7.50	-12.50	6.20	-14.60	-1.90	2.00	20.00
70	-17.30	-12.50	-15.30	-14.60	-1.90	1.20	16.50
71	54.60	-14.60	60.00	-16.00	1.70	1.00	37.00
72	46.00	-14.60	52.00	-16.00	1.75	1.00	36.00
73	34.90	-14.60	40.00	-16.00	1.82	1.70	33.00
74	21.30	-14.60	25.50	-16.00	1.90	1.90	30.00
75	10.30	-14.60	13.00	-16.00	1.90	2.00	25.00
76	6.20	-14.60	13.00	-16.00	-1.90	2.00	25.00
77	6.20	-14.60	9.00	-16.00	-1.90	2.00	20.00
78	-15.30	-14.60	-14.00	-16.00	-1.90	1.20	16.50
79	60.00	-16.00	67.30	-17.80	1.70	1.00	37.00
80	52.00	-16.00	59.30	-17.80	1.75	1.00	36.00
81	40.00	-16.00	47.30	-17.80	1.82	1.70	33.00
82	25.50	-16.00	31.30	-17.80	1.90	1.90	30.00
83	13.00	-16.00	20.00	-17.80	-1.90	1.90	30.00
84	13.00	-16.00	17.00	-17.80	-1.90	2.00	25.00
85	9.00	-16.00	12.10	-17.80	-1.90	2.00	20.00
86	-14.00	-16.00	-12.00	-17.80	-1.90	1.20	16.50
87	67.30	-17.80	86.30	-24.10	1.70	1.00	37.00
88	59.30	-17.80	78.30	-24.10	1.75	1.00	36.00
89	47.30	-17.80	66.30	-24.10	1.82	1.70	33.00
90	31.30	-17.80	50.30	-24.10	1.90	1.90	30.00
91	20.00	-17.80	40.50	-24.10	-1.90	1.90	30.00
92	17.00	-17.80	30.30	-24.10	-1.90	2.00	25.00
93	12.10	-17.80	23.10	-24.10	-1.90	2.00	20.00
94	-12.00	-17.80	-5.90	-24.10	-1.90	1.20	16.50
95	78.30	-24.10	86.30	-24.10	1.72	1.50	40.00

96	66.30	-24.10	78.30	-24.10	1.76	1.70	37.00
97	50.30	-24.10	66.30	-24.10	1.84	1.90	34.00
98	40.50	-24.10	50.30	-24.10	1.90	2.10	30.00
99	30.30	-24.10	40.50	-24.10	-1.90	2.10	30.00
100	23.10	-24.10	30.30	-24.10	-1.90	3.00	25.00
101	-5.90	-24.10	23.10	-24.10	-1.90	2.10	21.00
102	-500.00	-24.10	-5.90	-24.10	-1.90	1.50	16.50
103	86.30	-24.10	100.80	-30.10	1.72	1.50	38.00
104	78.30	-24.10	92.80	-30.10	1.76	1.70	37.00
105	66.30	-24.10	80.80	-30.10	1.84	1.90	34.00
106	50.30	-24.10	64.80	-30.10	1.90	2.10	30.00
107	40.50	-24.10	55.50	-30.10	-1.90	2.10	30.00
108	30.30	-24.10	43.10	-30.10	-1.90	3.00	25.00
109	23.10	-24.10	32.50	-30.10	-1.90	2.10	21.00
110	-5.90	-24.10	0.00	-30.10	-1.90	1.50	16.50
111	100.80	-30.10	500.00	-30.10	1.80	1.20	16.00
112	100.80	-30.10	109.10	-33.50	1.72	1.50	38.00
113	92.80	-30.10	102.50	-33.50	1.76	1.70	37.00
114	80.80	-30.10	89.10	-33.50	1.84	1.90	34.00
115	64.80	-30.10	73.00	-33.50	1.90	2.10	30.00
116	55.50	-30.10	62.80	-33.50	-1.90	2.10	30.00
117	43.10	-30.10	50.20	-33.50	-1.90	3.00	25.00
118	32.50	-30.10	37.80	-33.50	-1.90	2.10	21.00
119	0.00	-30.10	3.40	-33.50	-1.90	1.50	16.50
120	37.80	-33.50	50.20	-33.50	-1.95	3.00	26.00
121	3.40	-33.50	37.80	-33.50	-1.95	2.40	23.00
122	-500.00	-33.50	3.40	-33.50	-1.95	2.00	22.00
123	109.10	-33.50	120.50	-38.10	1.72	1.50	38.00
124	102.50	-33.50	115.50	-38.10	1.76	1.70	37.00
125	89.10	-33.50	100.50	-38.10	1.84	1.90	34.00
126	73.00	-33.50	84.50	-38.10	1.90	2.10	30.00
127	62.80	-33.50	84.50	-38.10	-1.90	2.10	30.00
128	50.20	-33.50	59.70	-38.10	-1.95	3.00	26.00
129	37.80	-33.50	45.20	-38.10	-1.95	2.40	23.00
130	3.40	-33.50	8.10	-38.10	-1.95	2.00	22.00
131	120.50	-38.10	500.00	-38.10	1.80	1.60	18.00
132	115.50	-38.10	120.50	-38.10	1.72	1.50	38.00
133	100.50	-38.10	115.50	-38.10	1.85	1.70	37.00
134	84.50	-38.10	100.50	-38.10	1.88	2.00	36.00
135	59.70	-38.10	84.50	-38.10	-1.90	2.50	32.00
136	45.20	-38.10	59.70	-38.10	-1.98	3.10	26.00
137	8.10	-38.10	45.20	-38.10	-1.98	2.30	26.00
138	-500.00	-38.10	8.10	-38.10	-1.98	3.00	26.00
139	120.50	-38.10	126.10	-42.10	1.72	1.50	38.00
140	110.00	-42.10	115.50	-38.10	1.72	1.50	38.00
141	100.50	-38.10	110.00	-42.10	1.88	2.00	36.00
142	84.50	-38.10	100.00	-42.10	-1.90	2.50	32.00
143	84.50	-38.10	93.90	-42.10	-1.90	2.50	32.00
144	59.70	-38.10	67.80	-42.10	-1.98	3.10	26.00
145	45.20	-38.10	51.00	-42.10	-1.98	2.30	26.00
146	8.10	-38.10	12.00	-42.10	-1.98	3.00	26.00
147	100.00	-42.10	110.00	-42.10	2.00	2.00	36.00
148	93.90	-42.10	100.00	-42.10	-2.10	2.50	32.00
149	67.80	-42.10	93.90	-42.10	-2.10	2.50	32.00
150	51.00	-42.10	67.80	-42.10	-2.10	3.50	27.00
151	12.00	-42.10	51.00	-42.10	-2.10	4.00	28.00
152	-500.00	-42.10	12.00	-42.10	-2.10	4.00	28.00
153	126.10	-42.10	132.50	-46.50	1.72	1.50	38.00
154	104.00	-46.50	110.00	-42.10	1.72	1.50	38.00
155	100.00	-42.10	104.00	-46.50	-2.10	2.50	32.00

156	93.90	-42.10	104.00	46.50	-2.10	2.50	32.00
157	67.80	-42.10	77.40	-46.50	-2.10	3.50	27.00
158	51.00	-42.10	57.60	-46.50	-2.10	4.00	28.00
159	12.00	-42.10	16.40	-46.50	-2.10	4.00	28.00
160	132.50	-46.50	500.00	-46.50	2.10	8.00	34.00
161	104.00	-46.50	132.50	-46.50	2.10	8.00	34.00
162	77.40	-46.50	104.00	-46.50	-2.10	8.00	34.00
163	57.60	-46.50	77.40	-46.50	-2.10	8.00	34.00
164	16.40	-46.50	57.60	-46.50	-2.10	8.00	34.00
165	-500.00	-46.50	16.40	-46.50	-2.10	8.00	34.00

ABSCISA INICIAL DEL CENTRO DEL CIRCULO DE FALLA -----> 48
 ORDENADA INICIAL DEL CENTRO DEL CIRCULO DE FALLA -----> 83
 RADIO INICIAL DEL CIRCULO DE FALLA -----> 125
 INCREMENTO PARA ABSCISA,ORDENADA Y RADIO -----> 1
 COEFICIENTE SISMICO (FRACCION DEL PESO PROPIO) -----> 0

RESULTADOS OBTENIDOS EN CADA UNO DE LOS CIRCULOS ANALIZADOS
 ARCHIVO UTILIZADO -----> d:/ana/tesis/esta01s

FUERZAS C*L	RESISTENTES N*TAN(FI)	FZA.MOTORA T	ABSCISA	ORDENADA	RADIO	FS
300.7751	1957.7494	1090.8602	48.00	83.00	125.00	2.0704
346.7926	2095.0750	1137.7596	48.00	83.00	126.00	2.1462
301.4008	1948.0626	1093.3185	49.00	83.00	125.00	2.0575
346.0431	2083.5225	1140.4760	49.00	83.00	126.00	2.1303
302.3022	1941.9702	1095.4811	50.00	83.00	125.00	2.0487
345.2700	2071.5532	1143.1248	50.00	83.00	126.00	2.1142
303.2438	1935.9639	1097.2478	51.00	83.00	125.00	2.0407
344.4158	2059.8660	1144.8901	51.00	83.00	126.00	2.1000
304.2308	1929.9902	1098.7085	52.00	83.00	125.00	2.0335
343.7962	2050.9724	1146.1454	52.00	83.00	126.00	2.0894
305.2667	1924.0437	1099.7101	53.00	83.00	125.00	2.0272
343.2687	2043.6987	1147.2786	53.00	83.00	126.00	2.0805
306.2850	1918.3073	1100.1964	54.00	83.00	125.00	2.0220
342.5320	2035.8292	1147.9747	54.00	83.00	126.00	2.0718
307.2928	1912.5522	1100.5797	55.00	83.00	125.00	2.0170
341.8225	2028.2771	1147.9823	55.00	83.00	126.00	2.0646
308.3779	1906.3582	1099.6870	56.00	83.00	125.00	2.0140
341.1542	2021.2573	1147.3402	56.00	83.00	126.00	2.0590
309.5484	1900.6360	1099.3031	57.00	83.00	125.00	2.0105
340.5225	2014.3486	1146.6350	57.00	83.00	126.00	2.0537
310.8260	1895.3138	1097.9419	58.00	83.00	125.00	2.0093
339.9496	2007.7668	1145.9569	58.00	83.00	126.00	2.0487
312.4743	1889.7163	1096.0437	59.00	83.00	125.00	2.0092
339.4572	2000.2904	1143.4055	59.00	83.00	126.00	2.0463
314.6250	1883.2655	1093.7349	60.00	83.00	125.00	2.0095
339.0599	1993.3818	1141.2415	60.00	83.00	126.00	2.0438
312.8947	1896.5005	1098.8169	59.00	84.00	126.00	2.0107
340.2269	2007.1499	1146.2437	59.00	84.00	127.00	2.0479
314.9532	1890.0403	1096.6217	60.00	84.00	126.00	2.0107
339.7794	2000.2212	1144.2552	60.00	84.00	127.00	2.0450

EL MINIMO PARA EL CIRCULO INICIAL ELEGIDO ES --> 2.0092
 TOTAL DE CIRCULOS ANALIZADOS 30

ANALISIS CON FLUJO Y SISMO

(SECCION AMPLIADA)

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN OBRAS TERREAS

D A T O S I N I C I A L E S

PRESAS DE JALES SECCION AMPLIADA (ANALISIS CON FLUJO CON SISMO)
 FECHA (MM-DD-AA) 02-09-2001 HORA : 23:25:21

TALUD ANALIZADO -----> DERECHO
 NUMERO DE LINEAS QUE FORMAN LA SECCION -----> 126
 ANCHO DE LA CORONA -----> 500

N	X IZQ	Y IZQ	X DER	Y DER	PESO V	COHESION	FRICC
1	-10.00	0.00	0.00	0.00	1.70	1.00	36.00
2	-14.00	0.00	-10.00	0.00	1.90	1.70	33.00
3	-18.00	0.00	-14.00	0.00	1.90	1.90	30.00
4	-22.00	0.00	-18.00	0.00	1.60	0.80	10.50
5	-30.00	0.00	-22.00	0.00	1.50	0.00	0.00
6	-500.00	0.00	-30.00	0.00	1.50	0.00	0.00
7	0.00	0.00	22.00	-5.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	20.00	-5.00	1.70	1.00	36.00
9	-10.00	0.00	7.50	-5.00	1.90	1.70	33.00
10	-14.00	0.00	0.50	-5.00	1.90	1.90	30.00
11	-18.00	0.00	-6.40	-5.00	1.60	0.80	10.50
12	-22.00	0.00	-10.80	-5.00	1.50	0.00	0.00
13	20.00	-5.00	22.00	-5.00	0.00	0.00	0.00
14	7.50	-5.00	20.00	-5.00	1.70	1.00	36.00
15	0.50	-5.00	7.50	-5.00	1.90	1.70	33.00
16	-6.40	-5.00	0.50	-5.00	1.90	1.90	30.00
17	-10.80	-5.00	-6.40	-5.00	1.60	0.80	10.50
18	-500.00	-5.00	-10.80	-5.00	1.83	0.50	8.00
19	22.00	-5.00	43.50	-10.00	0.00	0.00	0.00
20	20.00	-5.00	40.25	-10.00	1.70	1.00	36.00
21	7.50	-5.00	24.50	-10.00	1.90	1.70	33.00
22	0.50	-5.00	14.25	-10.00	1.90	1.90	30.00
23	-6.40	-5.00	4.90	-10.00	1.60	0.80	10.50
24	-10.80	-5.00	0.60	-10.00	1.83	0.50	8.00
25	40.25	-10.00	43.50	-10.00	0.00	0.00	0.00
26	24.50	-10.00	40.25	-10.00	1.70	1.00	36.00
27	14.25	-10.00	24.50	-10.00	1.90	1.70	33.00
28	4.90	-10.00	14.25	-10.00	1.90	1.90	30.00
29	0.60	-10.00	4.90	-10.00	1.90	2.00	25.00
30	-17.40	-10.00	0.60	-10.00	1.90	2.00	20.00
31	-500.00	-10.00	-17.40	-10.00	1.90	1.20	16.50
32	43.50	-10.00	74.39	-16.80	0.00	0.00	0.00
33	40.25	-10.00	67.59	-16.80	1.70	1.00	36.00
34	24.50	-10.00	47.60	-16.80	1.90	1.70	33.00
35	14.25	-10.00	33.10	-16.80	1.90	1.90	30.00

36	4 90	10 00	10.10	16 80	1 90	2 00	25.00
37	0 60	10 00	15.60	16 80	1.90	2 00	20.00
38	17 40	-10.00	8.60	16.80	1.90	1 20	16.50
39	67.59	16.30	74.39	-16.80	0.00	0.00	0.00
40	47.60	-16.80	67.59	-16.80	1.70	1.00	36.00
41	33.10	16 80	47.60	-16.80	1.90	1.70	33.00
42	20.10	-16 80	33.10	-16.80	1.90	1.90	30.00
43							

	15.60	16.80	20.10	-16.80	1.90	2.00	25.00
44	-8.60	-16.80	15.60	-16.80	1.90	2.00	20.00
45	-500.00	-16.80	-8.60	-16.80	1.90	1.20	16.50
46	74.39	-16.80	106.00	-24.10	0.00	0.00	0.00
47	67.59	-16.80	91.00	-24.10	1.70	1.00	36.00
48	47.60	-16.80	72.00	-24.10	1.90	1.70	33.00
49	33.10	-16.80	57.25	-24.10	1.90	1.90	30.00
50	20.10	-16.80	40.09	-24.10	1.90	2.00	25.00
51	15.60	-16.80	32.50	-24.10	1.90	2.00	20.00
52	-8.60	-16.80	4.00	-24.10	1.90	1.20	16.50
53	91.00	-24.10	106.00	-24.10	0.00	0.00	0.00
54	72.00	-24.10	91.00	-24.10	1.70	1.50	37.00
55	57.25	-24.10	72.00	-24.10	1.80	1.90	33.00
56	40.09	-24.10	57.25	-24.10	1.90	2.10	30.00
57	32.50	-24.10	40.09	-24.10	1.91	2.00	25.00
58	4.00	-24.10	32.50	-24.10	1.90	2.00	20.00
59	-16.30	-24.10	4.00	-24.10	-1.91	1.90	19.00
60	-500.00	-24.10	-16.30	-24.10	-1.92	1.70	16.50
61	106.00	-24.10	167.50	-38.10	0.00	0.00	0.00
62	91.00	-24.10	138.50	-38.10	1.70	1.50	37.00
63	72.00	-24.10	117.50	-38.10	1.80	1.90	33.00
64	57.25	-24.10	102.75	-38.10	1.90	2.10	30.00
65	40.09	-24.10	79.80	-38.10	1.91	2.00	25.00
66	32.50	-24.10	64.50	-38.10	1.90	2.00	20.00
67	4.00	-24.10	64.50	-38.10	-1.90	2.00	20.00
68	4.00	-24.10	28.20	-38.10	-1.91	1.90	19.00
69	-16.30	-24.10	-1.40	-38.10	-1.92	1.70	16.50
70	138.50	-38.10	167.50	-38.10	0.00	0.00	0.00
71	117.50	-38.10	138.50	-38.10	1.70	1.50	37.00
72	102.75	-38.10	117.50	-38.10	1.80	2.10	34.00
73	79.80	-38.10	102.75	-38.10	1.90	2.30	30.00
74	64.50	-38.10	79.80	-38.10	1.92	3.00	25.00
75	28.20	-38.10	64.50	-38.10	-1.92	2.50	23.00
76	-1.40	-38.10	28.20	-38.10	-1.93	2.20	22.00
77	-500.00	-38.10	-1.40	-38.10	-1.94	2.00	20.00
78	167.50	-38.10	207.10	-46.90	0.00	0.00	0.00
79	138.50	-38.10	167.10	-46.90	1.70	1.50	37.00
80	117.50	-38.10	147.10	-46.90	1.80	2.10	34.00
81	102.75	-38.10	130.10	-46.90	1.90	2.30	30.00
82	79.80	-38.10	103.60	-46.90	1.92	3.00	25.00
83	64.50	-38.10	103.60	-46.90	-1.92	3.00	25.00
84	64.50	-38.10	83.60	-46.90	-1.92	2.50	23.00
85	28.20	-38.10	42.50	-46.90	-1.93	2.20	22.00
86	-1.40	-38.10	7.50	-46.90	-1.94	2.00	20.00
87	207.10	-46.90	500.00	-46.90	1.80	1.20	16.00
88	167.10	-46.90	207.10	-46.90	1.80	1.20	16.00
89	147.10	-46.90	167.10	-46.90	1.70	1.65	37.00
90	130.10	-46.90	147.10	-46.90	1.80	2.20	35.00
91	103.60	-46.90	130.10	-46.90	1.90	2.50	31.00
92	83.60	-46.90	103.60	-46.90	-1.94	3.30	26.00
93	42.50	-46.90	83.60	-46.90	-1.94	3.00	24.00
94	7.50	-46.90	42.50	-46.90	-1.95	2.70	24.00
95	-500.00	-46.90	7.50	-46.90	-1.96	2.50	24.00
96	167.10	-46.90	187.50	-54.90	1.70	1.65	37.00
97	147.10	-46.90	166.80	-54.90	1.80	2.20	35.00
98	130.10	-46.90	150.00	-54.90	1.90	2.50	31.00
99	103.60	-46.90	150.00	-54.90	-1.90	2.50	31.00
100	103.60	-46.90	123.50	-54.90	-1.94	3.30	26.00
101	83.60	-46.90	103.50	-54.90	-1.94	3.00	24.00
102	42.50	-46.90	63.00	-54.90	-1.95	2.70	24.00

103	7.50	46.90	20.40	-54.90	1.96	2.50	24.00
104	187.50	-54.90	500.00	-54.90	1.80	1.60	18.00
105	166.80	-54.90	187.50	-54.90	1.70	1.65	38.00
106	150.00	-54.90	166.80	-54.90	1.85	2.30	37.00
107	123.50	-54.90	150.00	-54.90	-1.90	2.80	33.00
108	103.50	-54.90	123.50	-54.90	-2.05	3.50	30.00
109	63.00	-54.90	103.50	-54.90	-2.05	3.80	29.00
110	20.40	-54.90	63.00	-54.90	-2.05	3.80	28.00
111	-500.00	-54.90	20.40	-54.90	-2.05	3.80	28.00
112	187.50	-54.90	119.00	-63.30	1.70	1.65	38.00
113	166.80	-54.90	188.60	-63.30	1.85	2.30	37.00
114	150.00	-54.90	171.60	-63.30	-1.90	2.80	33.00
115	123.50	-54.90	145.00	-63.30	-2.05	3.50	30.00
116	103.50	-54.90	125.20	-63.30	-2.05	3.80	29.00
117	63.00	-54.90	84.00	-63.30	-2.05	3.80	28.00
118	20.40	-54.90	34.00	-63.30	-2.05	3.80	28.00
119	208.60	-63.30	500.00	-63.30	2.05	8.00	31.30
120	188.60	-63.30	208.60	-63.30	2.05	8.00	31.30
121	171.60	-63.30	188.60	-63.30	2.05	8.00	31.30
122	145.00	-63.30	171.60	-63.30	-2.05	8.00	31.30
123	125.20	-63.30	145.00	-63.30	-2.05	8.00	31.30
124	84.00	-63.30	125.20	-63.30	-2.05	8.00	31.30
125	34.00	-63.30	84.00	-63.30	-2.05	8.00	31.30
126	-500.00	-63.30	34.00	-63.30	-2.05	8.00	31.30

ABCISA INICIAL DEL CENTRO DEL CIRCULO DE FALLA -----> 84
 ORDENADA INICIAL DEL CENTRO DEL CIRCULO DE FALLA -----> 90
 RADIO INICIAL DEL CIRCULO DE FALLA -----> 144
 INCREMENTO PARA ABCISA, ORDENADA Y RADIO -----> 1
 COEFICIENTE SISMICO (FRACCION DEL PESO PROPIO) -----> .15

RESULTADOS OBTENIDOS EN CADA UNO DE LOS CIRCULOS ANALIZADOS
 ARCHIVO UTILIZADO -----> d:/ana/tesis/esta02

FUERZAS C*L	RESISTENTES N*TAN(FI)	FZA.MOTORA T	ABCISA	ORDENADA	RADIO	FS
426.9440	2751.4917	2911.8765	84.00	90.00	144.00	1.0915
444.5206	2905.8381	3026.6130	84.00	90.00	145.00	1.1070
426.4625	2731.9333	2897.2925	85.00	90.00	144.00	1.0901
443.7571	2885.9453	3012.0730	85.00	90.00	145.00	1.1055
426.1021	2712.6348	2881.9099	86.00	90.00	144.00	1.0891
443.0476	2865.9939	2997.1975	86.00	90.00	145.00	1.1040
428.9648	2695.6858	2866.3669	87.00	90.00	144.00	1.0901
442.4095	2846.0750	2981.8455	87.00	90.00	145.00	1.1028
427.1086	2723.8994	2892.4058	86.00	91.00	145.00	1.0894
444.1729	2877.7661	3007.9192	86.00	91.00	146.00	1.1044
428.2691	2705.6411	2876.9585	87.00	91.00	145.00	1.0893
443.5164	2857.8376	2992.7664	87.00	91.00	146.00	1.1031

EL MINIMO PARA EL CIRCULO INICIAL ELEGIDO ES --> 1.0891
 TOTAL DE CIRCULOS ANALIZADOS 12

PARA FINES PRACTICOS FS --> 1.09

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN OBRAS TERREAS

ANALISIS CON FLUJO, SIN SISMO
(SECCION AMPLIADA)

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN OBRAS TERTIAS

D A T O S I N I C I A I E S

PRESAS DE JALES SECCION AMPLIADA (ANALISIS CON FLUJO SIN SISMO)
 FECHA (MM-DD-AA) 03-13-2001 HORA 16:07:32

TALUD ANALIZADO ----- > DERECHO
 NUMERO DE LINEAS QUE FORMAN LA SECCION -----> 126
 ANCHO DE LA CORONA -----> 500

N	X IZQ	Y IZQ	X DER	Y DER	PESO V	COHESION	FRICC
1	-10.00	0.00	0.00	0.00	1.70	1.00	36.00
2	-14.00	0.00	-10.00	0.00	1.90	1.70	33.00
3	-18.00	0.00	-14.00	0.00	1.90	1.90	30.00
4	-22.00	0.00	-18.00	0.00	1.60	0.80	10.50
5	-30.00	0.00	-22.00	0.00	1.50	0.00	0.00
6	-500.00	0.00	-30.00	0.00	1.50	0.00	0.00
7	0.00	0.00	22.00	-5.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	20.00	-5.00	1.70	1.00	36.00
9	-10.00	0.00	7.50	-5.00	1.90	1.70	33.00
10	-14.00	0.00	0.50	-5.00	1.90	1.90	30.00
11	-18.00	0.00	-6.40	-5.00	1.60	0.80	10.50
12	-22.00	0.00	-10.80	-5.00	1.50	0.00	0.00
13	20.00	-5.00	22.00	-5.00	0.00	0.00	0.00
14	7.50	-5.00	20.00	-5.00	1.70	1.00	36.00
15	0.50	-5.00	7.50	-5.00	1.90	1.70	33.00
16	-6.40	-5.00	0.50	-5.00	1.90	1.90	30.00
17	-10.80	-5.00	-6.40	-5.00	1.60	0.80	10.50
18	-500.00	-5.00	-10.80	-5.00	1.83	0.50	8.00
19	22.00	-5.00	43.50	-10.00	0.00	0.00	0.00
20	20.00	-5.00	40.25	-10.00	1.70	1.00	36.00
21	7.50	-5.00	24.50	-10.00	1.90	1.70	33.00
22	0.50	-5.00	14.25	-10.00	1.90	1.90	30.00
23	-6.40	-5.00	4.90	-10.00	1.60	0.80	10.50
24	-10.80	-5.00	0.60	-10.00	1.83	0.50	8.00
25	40.25	-10.00	43.50	-10.00	0.00	0.00	0.00
26	24.50	-10.00	40.25	-10.00	1.70	1.00	36.00
27	14.25	-10.00	24.50	-10.00	1.90	1.70	33.00
28	4.90	-10.00	14.25	-10.00	1.90	1.90	30.00
29	0.60	-10.00	4.90	-10.00	1.90	2.00	25.00
30	-17.40	-10.00	0.60	-10.00	1.90	2.00	20.00
31	-500.00	-10.00	-17.40	-10.00	1.90	1.20	16.50
32	43.50	-10.00	74.39	-16.80	0.00	0.00	0.00
33	40.25	-10.00	67.59	-16.80	1.70	1.00	36.00
34	24.50	-10.00	47.60	-16.80	1.90	1.70	33.00
35	14.25	-10.00	33.10	-16.80	1.90	1.90	30.00

36	4.90	10.00	70.10	16.80	1.90	2.00	25.00
37	0.60	-10.00	15.60	16.80	1.90	2.00	20.00
38	17.40	10.00	-8.60	-16.80	1.90	1.70	16.50
39	67.59	-16.80	74.39	-16.80	0.00	0.00	0.00
40	47.60	-16.80	67.59	-16.80	1.70	1.00	36.00
41	33.10	-16.80	47.60	-16.80	1.90	1.70	33.00
42	20.10	-16.80	33.10	-16.80	1.90	1.90	30.00
43	15.60	-16.80	20.10	-16.80	1.90	2.00	25.00
44	-8.60	-16.80	15.60	-16.80	1.90	2.00	20.00
45	-500.00	-16.80	-8.60	-16.80	1.90	1.20	16.50
46	74.39	-16.80	106.00	-24.10	0.00	0.00	0.00
47	67.59	-16.80	91.00	-24.10	1.70	1.00	36.00
48	47.60	-16.80	72.00	-24.10	1.90	1.70	33.00
49	33.10	-16.60	57.25	-24.10	1.90	1.90	30.00
50	20.10	-16.80	40.09	-24.10	1.90	2.00	25.00
51	15.60	-16.80	32.50	-24.10	1.90	2.00	20.00
52	-8.60	-16.80	4.00	-24.10	1.90	1.20	16.50
53	91.00	-24.10	106.00	-24.10	0.00	0.00	0.00
54	72.00	-24.10	91.00	-24.10	1.70	1.50	37.00
55	57.25	-24.10	72.00	-24.10	1.80	1.90	33.00
56	40.09	-24.10	57.25	-24.10	1.90	2.10	30.00
57	32.50	-24.10	40.09	-24.10	1.91	2.00	25.00
58	4.00	-24.10	32.50	-24.10	1.90	2.00	20.00
59	-16.30	-24.10	4.00	-24.10	-1.91	1.90	19.00
60	-500.00	-24.10	-16.30	-24.10	-1.92	1.70	16.50
61	106.00	-24.10	167.50	-38.10	0.00	0.00	0.00
62	91.00	-24.10	138.50	-38.10	1.70	1.50	37.00
63	72.00	-24.10	117.50	-38.10	1.80	1.90	33.00
64	57.25	-24.10	102.75	-38.10	1.90	2.10	30.00
65	40.09	-24.10	79.80	-38.10	1.91	2.00	25.00
66	32.50	-24.10	64.50	-38.10	1.90	2.00	20.00
67	4.00	-24.10	64.50	-38.10	-1.90	2.00	20.00
68	4.00	-24.10	28.20	-38.10	-1.91	1.90	19.00
69	-16.30	-24.10	-1.40	-38.10	-1.92	1.70	16.50
70	138.50	-38.10	167.50	-38.10	0.00	0.00	0.00
71	117.50	-38.10	138.50	-38.10	1.70	1.50	37.00
72	102.75	-38.10	117.50	-38.10	1.80	2.10	34.00
73	79.80	-38.10	102.75	-38.10	1.90	2.30	30.00
74	64.50	-38.10	79.80	-38.10	1.92	3.00	25.00
75	28.20	-38.10	64.50	-38.10	-1.92	2.50	23.00
76	-1.40	-38.10	28.20	-38.10	-1.93	2.20	22.00
77	-500.00	-38.10	-1.40	-38.10	-1.94	2.00	20.00
78	167.50	-38.10	207.10	-46.90	0.00	0.00	0.00
79	138.50	-38.10	167.10	-46.90	1.70	1.50	37.00
80	117.50	-38.10	147.10	-46.90	1.80	2.10	34.00
81	102.75	-38.10	130.10	-46.90	1.90	2.30	30.00
82	79.80	-38.10	103.60	-46.90	1.92	3.00	25.00
83	64.50	-38.10	103.60	-46.90	-1.92	3.00	25.00
84	64.50	-38.10	83.60	-46.90	-1.92	2.50	23.00
85	28.20	-38.10	42.50	-46.90	-1.93	2.20	22.00
86	-1.40	-38.10	7.50	-46.90	-1.94	2.00	20.00
87	207.10	-46.90	500.00	-46.90	1.80	1.20	16.00
88	167.10	-46.90	207.10	-46.90	1.80	1.20	16.00
89	147.10	-46.90	167.10	-46.90	1.70	1.65	37.00
90	130.10	-46.90	147.10	-46.90	1.80	2.20	35.00
91	103.60	-46.90	130.10	-46.90	1.90	2.50	31.00
92	83.60	-46.90	103.60	-46.90	-1.94	3.30	26.00
93	42.50	-46.90	83.60	-46.90	-1.94	3.00	24.00
94	7.50	-46.90	42.50	-46.90	-1.95	2.70	24.00
95	-500.00	-46.90	7.50	-46.90	-1.96	2.50	24.00

96	167.10	-46.90	187.50	-54.90	1.70	1.65	37.00
97	147.10	-46.90	166.80	-54.90	1.80	2.20	35.00
98	130.10	-46.90	150.00	-54.90	1.90	2.50	31.00
99	103.60	-46.90	150.00	-54.90	-1.90	2.50	31.00
100	103.60	-46.90	123.50	-54.90	-1.94	3.30	26.00
101	83.60	-46.90	103.50	-54.90	-1.94	3.00	24.00
102	42.50	-46.90	63.00	-54.90	-1.95	2.70	24.00
103	7.50	-46.90	20.40	-54.90	-1.96	2.50	24.00
104	187.50	-54.90	500.00	-54.90	1.80	1.60	18.00
105	166.80	-54.90	187.50	-54.90	1.70	1.65	38.00
106	150.00	-54.90	166.80	-54.90	1.85	2.30	37.00
107	123.50	-54.90	150.00	-54.90	-1.90	2.80	33.00
108	103.50	-54.90	123.50	-54.90	-2.05	3.50	30.00
109	63.00	-54.90	103.50	-54.90	-2.05	3.80	29.00
110	20.40	-54.90	63.00	-54.90	-2.05	3.80	28.00
111	-500.00	-54.90	20.40	-54.90	-2.05	3.80	28.00
112	187.50	-54.90	119.00	-63.30	1.70	1.65	38.00
113	166.80	-54.90	188.60	-63.30	1.85	2.30	37.00
114	150.00	-54.90	171.60	-63.30	-1.90	2.80	33.00
115	123.50	-54.90	145.00	-63.30	-2.05	3.50	30.00
116	103.50	-54.90	125.20	-63.30	-2.05	3.80	29.00
117	63.00	-54.90	84.00	-63.30	-2.05	3.80	28.00
118	20.40	-54.90	34.00	-63.30	-2.05	3.80	28.00
119	208.60	-63.30	500.00	-63.30	2.05	8.00	31.30
120	188.60	-63.30	208.60	-63.30	2.05	8.00	31.30
121	171.60	-63.30	188.60	-63.30	2.05	8.00	31.30
122	145.00	-63.30	171.60	-63.30	-2.05	8.00	31.30
123	125.20	-63.30	145.00	-63.30	-2.05	8.00	31.30
124	84.00	-63.30	125.20	-63.30	-2.05	8.00	31.30
125	34.00	-63.30	84.00	-63.30	-2.05	8.00	31.30
126	-500.00	-63.30	34.00	-63.30	-2.05	8.00	31.30

ABCISIA INICIAL DEL CENTRO DEL CIRCULO DE FALLA -----> 84
 ORDENADA INICIAL DEL CENTRO DEL CIRCULO DE FALLA -----> 90
 RADIO INICIAL DEL CIRCULO DE FALLA -----> 144
 INCREMENTO PARA ABCISIA, ORDENADA Y RADIO -----> 1
 COEFICIENTE SISMICO (FRACCION DEL PESO PROPIO) -----> 0

RESULTADOS OBTENIDOS EN CADA UNO DE LOS CIRCULOS ANALIZADOS
 ARCHIVO UTILIZADO -----> d:/ana/tesis/esta02s

FUERZAS C*L	RESISTENTES N*TAN(FI)	FZA.MOTORA T	ABCISIA	ORDENADA	RADIO	FS
426.9440	2839.3386	1744.8324	84.00	90.00	144.00	1.8720
444.5206	2997.7410	1808.5682	84.00	90.00	145.00	1.9033
426.4625	2819.6326	1741.2756	85.00	90.00	144.00	1.8642
443.7571	2977.6868	1805.0822	85.00	90.00	145.00	1.8955
426.1021	2800.1309	1736.8838	86.00	90.00	144.00	1.8575
443.0476	2957.5571	1801.2877	86.00	90.00	145.00	1.8879
428.9648	2783.3301	1732.2585	87.00	90.00	144.00	1.8544
442.4095	2937.4397	1797.0327	87.00	90.00	145.00	1.8808
433.3474	2771.7227	1727.3906	88.00	90.00	144.00	1.8554
443.2383	2917.9268	1792.6986	88.00	90.00	145.00	1.8749
428.2691	2793.3823	1737.6414	87.00	91.00	145.00	1.8540
443.5164	2949.5232	1802.5509	87.00	91.00	146.00	1.8824
432.2145	2779.8948	1732.5369	88.00	91.00	145.00	1.8540
442.9744	2928.9319	1798.2665	88.00	91.00	146.00	1.8751

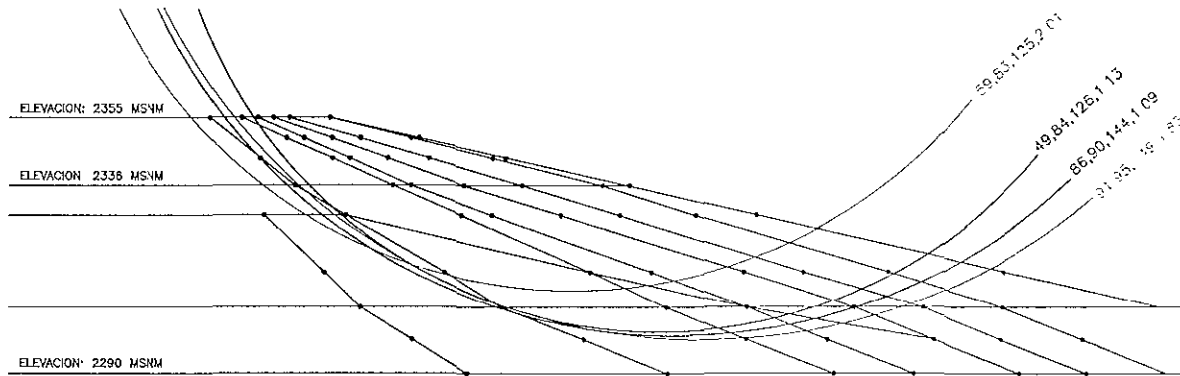
434.9121	2767.4800	1727.3123	89.00	91.00	145.00	1.8540
446.1683	2911.7039	1793.2053	89.00	91.00	146.00	1.8726
436.4459	2753.9111	1721.4656	90.00	91.00	145.00	1.8533
450.6426	2896.8567	1787.9774	90.00	91.00	146.00	1.8722
438.3501	2741.4614	1715.6370	91.00	91.00	145.00	1.8534
452.6083	2880.8323	1782.1375	91.00	91.00	146.00	1.8705
436.6624	2763.5632	1727.1058	90.00	92.00	146.00	1.8529
449.9083	2906.4358	1793.3998	90.00	92.00	147.00	1.8715
438.3936	2750.6477	1721.1183	91.00	92.00	146.00	1.8529
452.9352	2891.0515	1787.7805	91.00	92.00	147.00	1.8705
441.0106	2739.3838	1715.1080	92.00	92.00	146.00	1.8543
454.3906	2876.5959	1781.5685	92.00	92.00	147.00	1.8697
438.5364	2759.8928	1726.5194	91.00	93.00	147.00	1.8525
453.2689	2901.3311	1793.4225	91.00	93.00	148.00	1.8705
440.6842	2747.9497	1720.2769	92.00	93.00	147.00	1.8536
454.6612	2886.6443	1787.4153	92.00	93.00	148.00	1.8694
436.8905	2773.1365	1732.4741	90.00	93.00	147.00	1.8529
448.9131	2915.9321	1798.8511	90.00	93.00	148.00	1.8706
438.6963	2769.2617	1732.0577	91.00	94.00	148.00	1.8521
453.5121	2911.4866	1798.9673	91.00	94.00	149.00	1.8705
440.6172	2756.7419	1725.6544	92.00	94.00	148.00	1.8528
454.9423	2896.5916	1792.9197	92.00	94.00	149.00	1.8693
437.1287	2782.7517	1737.8263	90.00	94.00	148.00	1.8528
448.1260	2925.9355	1804.4008	90.00	94.00	149.00	1.8699
438.8712	2778.6843	1737.6167	91.00	95.00	149.00	1.8517
452.1130	2920.0251	1804.1417	91.00	95.00	150.00	1.8691
440.6911	2765.6443	1730.9333	92.00	95.00	149.00	1.8524
455.2321	2906.5811	1798.4523	92.00	95.00	150.00	1.8693
437.3757	2792.4058	1743.1083	90.00	95.00	149.00	1.8529
447.4796	2936.3506	1809.4064	90.00	95.00	150.00	1.8701
439.0635	2787.9153	1742.5020	91.00	96.00	150.00	1.8519
451.0027	2929.4675	1809.5109	91.00	96.00	151.00	1.8682
440.7874	2774.6411	1736.2198	92.00	96.00	150.00	1.8520
455.5298	2916.6208	1803.9296	92.00	96.00	151.00	1.8693

EL MINIMO PARA EL CIRCULO INICIAL ELEGIDO ES --> 1.8517
TOTAL DE CIRCULOS ANALIZADOS 48

PARA FINES PRACTICOS FS --> 1.85

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN OBRAS TERREAS

E S T A B I L I (ver 2.0)
15 de marzo de 1992
revisión : marzo 1996



NOMENCLATURA:

(X , Y , RAD , FAC. SEG)

RESULTADOS DE LOS CIRCULOS DE FALLA PARA UN COEFICIENTE SISMICO DE 0.15.

PRESA DE JALES
GUANAJUATO, GTO

CIRCULOS DE FALLA
PARA LA AMPLIACION



ESCUELA ESCOLERA MARÍA GABRIELA
LICENCIADO EN INGENIERIA

FIG. 17

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos de la zona donde se encuentra la Presa de Jales, y tomando en cuenta la composición del suelo determinada en los sondeos de exploración efectuados y los resultados de los ensayos de laboratorio realizados en muestras representativas de los materiales típicos hallados, se pueden establecer las siguientes conclusiones en cuanto a la naturaleza y propiedades del subsuelo y las recomendaciones que también se expresan en cuanto a la revisión de la estabilidad de la Presa indicada.

A) COMPOSICION GENERAL DE LOS SUELOS QUE FORMAN LA PRESA

A partir de las observaciones de campo y de los resultados de los ensayos de laboratorio, tendientes a precisar la clasificación de los materiales, se determinó la composición de las materiales que forman la Presa de Jales, misma que se describe en el capítulo III, y se puede observar en los perfiles estratigráficos de las figs. 6 a 9 (SM) y 10 a 12 (PCA).

Considerando los sondeos realizados en el lugar, se puede observar que la tendencia de la estratigrafía de la Presa es que en la zona de talud se detectan depósitos de materiales formados por arenas finas poco limosas, en estado semicompacto a compacto y con una baja compresibilidad. Conforme se avanza hacia el embalse de la Presa, se detectan las arenas con un contenido de limos arcillosos mayor que las arenas antes descritas, intercalándose en ellas estratos de arcillas y limos arenosos en disposición no uniforme, con muchos carbonatos de calcio y poca materia orgánica. En el vaso de la Presa prácticamente se presentan materiales limo arcillosos de baja resistencia al corte, su compresibilidad es alta, contiene carbonatos de calcio y baja cantidad de

materia orgánica, presenta lentes de arena fina poco limosa dispuestos en formas erráticas

B) ESTABILIDAD DE TALUDES.

De acuerdo a los valores de los factores de seguridad mínimos determinados en los análisis de los taludes, se concluye que la Presa de Jales, en las condiciones geométricas e hidráulicas actuales, es decir en cuanto altura, dependientes de los taludes y flujo de agua en la masa de suelo, son estables, recordando que son análisis con sismo.

En caso de requerir una nueva elevación hay que considerar lo siguiente. El factor de seguridad determinado en los análisis descritos, para el caso de condiciones dinámicas y con presiones hidrodinámicas, resulta muy cercano al mínimo recomendado de "1.10", por lo que de continuar creciendo la estructura con los volúmenes de producción actuales, el factor de seguridad se reducirá significativamente hasta convertirse con el tiempo en una Presa inestable

Esto se debe a que la Presa no cuenta con un adecuado sistema de drenaje en la masa de suelo, que ayude a disminuir las presiones hidrodinámicas e incremente la velocidad de consolidación de los materiales depositados, aumentando consecuentemente la resistencia de los materiales que conforman la Presa, lo que ayudaría notablemente a resistir las sollicitaciones futuras a que serán sometidos los suelos cuando aumente el tamaño del embalse.

Bajo estas condiciones, se presentan a continuación las recomendaciones generales que deben seguirse para crecer la Presa, con un factor de seguridad admisible.

C) CRECIMIENTO DE LA PRESA

Como se comentó, la estabilidad la Presa se encuentra por debajo al mínimo factor de seguridad admisible para este tipo de estructuras, por lo que para continuar su crecimiento es necesario emprender las siguientes medidas correctivas en el procedimiento constructivo para incrementar el factor de seguridad por arriba de 1.10 valor recomendado para este tipo de estructuras:

C.1 DRENAJE DE LA PRESA

Primero, para permitir el crecimiento de la Presa de Jales, se deberán colocar drenajes "horizontales" cercanos a la base de la estructura, para aliviar las presiones intersticiales y así aumentar la consolidación de la masa de suelo, además de reducir la posibilidad de un taponamiento de la Presa el cual induciría la elevación de la línea superior de flujo del agua y por lo tanto una disminución del factor de seguridad contra la falla. La ubicación de los drenes recomendada se indica en la Fig. 18.

Segundo, previamente al crecimiento de la Presa, se colocará un drenaje sintético o geored a nivel de la corona actual, con el objeto de conducir el agua contenida en el interior los Jales hacia las zonas laterales de Presa, evitando flujo hacia los taludes de la misma. Se recomienda utilizar una geored tipo DC 1200 ó similar, tendida a todo lo ancho de la Presa y cuando menos 80.0 m de longitud medidos desde el hombro del talud y hacia el interior del embalse.

C.2 DISMINUCION DE LA PENDIENTE DEL TALUD DE LA PRESA

La tercera medida correctiva consistirá en que el crecimiento de la Presa se deberá realizar con taludes de menor pendiente que los actualmente tendidos. Dicha pendiente será 4:1 (horizontal : vertical).

Se recomienda que el uso del hidrociclón sea continuo y adecuado con el propósito de evitar la formación de ríos y lagunas

D. OBSERVACIONES

Se recomienda manejar continua y adecuadamente los hidrociclones con el objeto de evitar la formación de "ríos" y "lagunas" de Jales, ya que esto provoca depósito no uniformes en el cuerpo de la Presa.

De los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que:

- La Presa de Jales, en las condiciones actuales es estable.
- La Presa de Jales podrá crecer satisfactoriamente hasta la elevación 2355.000, siempre y cuando se lleven a cabo las cuatro medidas correctivas consignadas en este Informe.
- Con la finalidad de comprobar las propiedades físicas y mecánicas de resistencia obtenidas por la extrapolación para el análisis de la estabilidad de taludes, se recomienda efectuar una serie de exploraciones y pruebas de mecánica de suelos. Además, de la instalación de la instrumentación que aquí se recomienda, principalmente piezómetros.

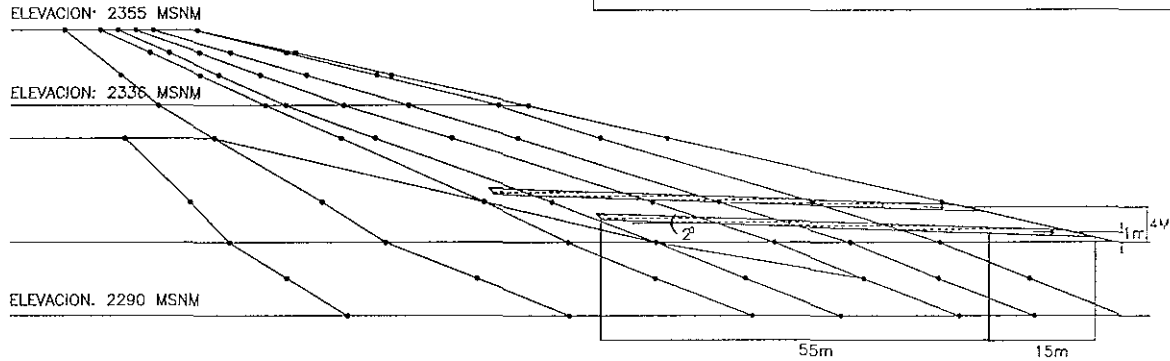
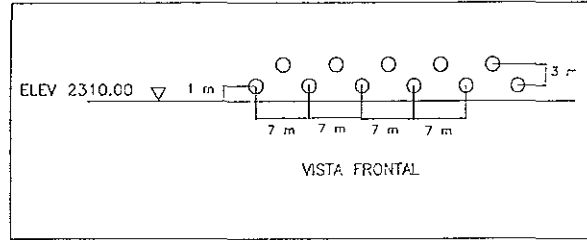
Por lo anterior expuesto, y mientras no se tenga información más abundante y actualizada, no es recomendable efectuar el análisis de estabilidad ni el aumento de altura en el talud de la Presa de Jales, para una altura mayor que la elevación 2355.000

E) INSTRUMENTACION

Es recomendable instalar un sistema de instrumentación que ayude a verificar las hipótesis de trabajo que se utilizaron en los análisis de la estabilidad de la Presa. El sistema de instrumentación será formado mediante dispositivos para medir los movimientos verticales y horizontales que sufrirá la Presa, realizando para ello nivelaciones de referencias superficiales y lecturas con inclinómetros, las cuales se localizarán principalmente en la corona y sobre los taludes de la estructura. También se deberán colocar piezómetros en la Presa para determinar la evolución de las magnitudes de las presiones del agua en el interior del suelo. Todos los resultados, deberán ser graficados y mantenerse constantemente actualizados, para ser consultados en cualquier momento.

Los trabajos de instrumentación se deberán planear tomando en cuenta las observaciones realizadas mediante recorridos hechos en el lugar, principalmente donde se presenten anomalías, como pueden ser incipientes deslizamientos, agrietamientos, tubificación, escurrimientos sobre taludes, etc.

Finalmente, se hace hincapié en que, es indispensable contar con la Supervisión de una empresa Especialista en Mecánica de Suelos con el propósito de verificar constantemente el comportamiento y seguridad de las presas de Jales



PRESA DE JALES
G. JANAJUATO, GTO.

UBICACION DE
DRENES HORIZONTALES

ESQUEMA ESCUELA MARÍA GABRIELA
LÓPEZ DE GORRANTES MORENO S.A. DE C.V.

FIG. 18



ANEXO FOTOGRAFICO

PRESA DE JALES

GUANAJUATO

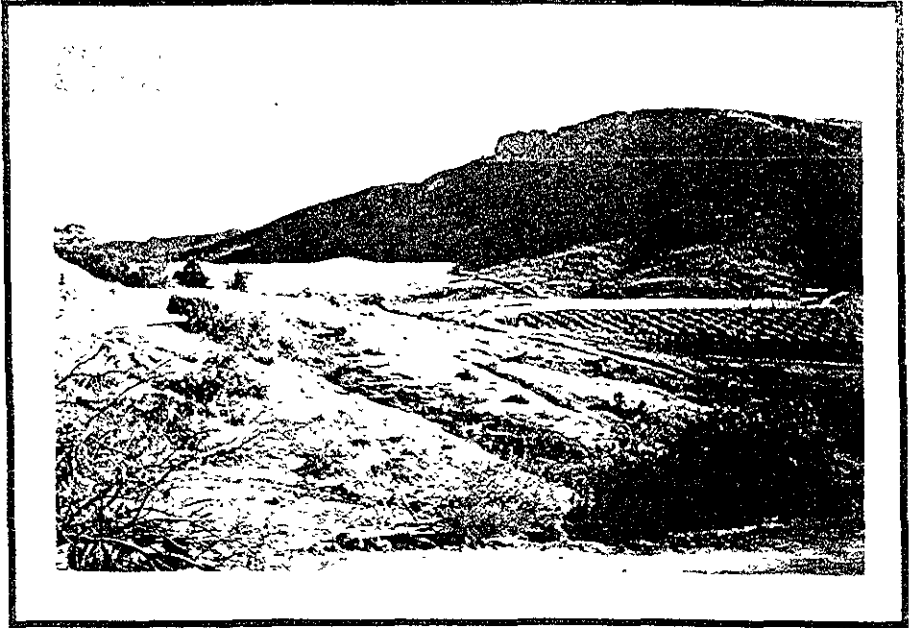


FOTO No 1

PANORAMA DEL TALUD DE LA PRESA

PRESA DE JALES

GUANAJUATO

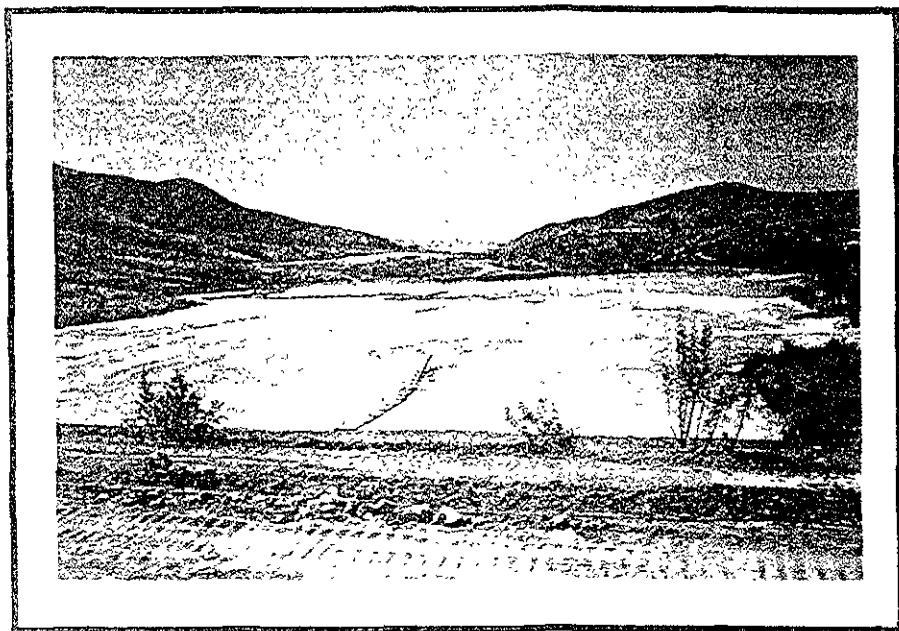


FOTO No 2

PANORAMA DEL VASO DE LA PRESA

PRESA DE JALES

GUANAJUATO

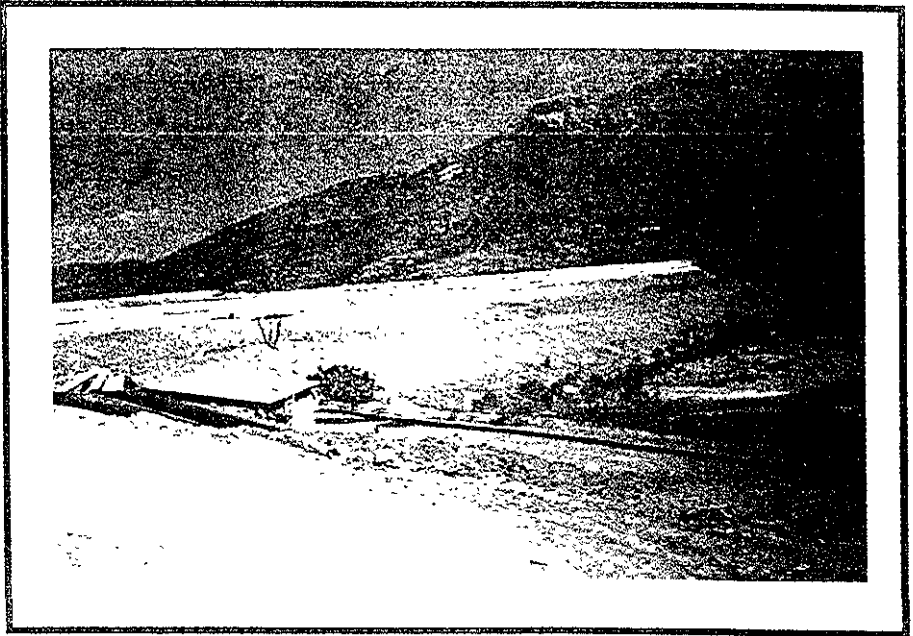


FOTO No 3

VISTA GENERAL DEL TALUD DE LA PRESA

PRESA DE JALES

GUANAJUATO

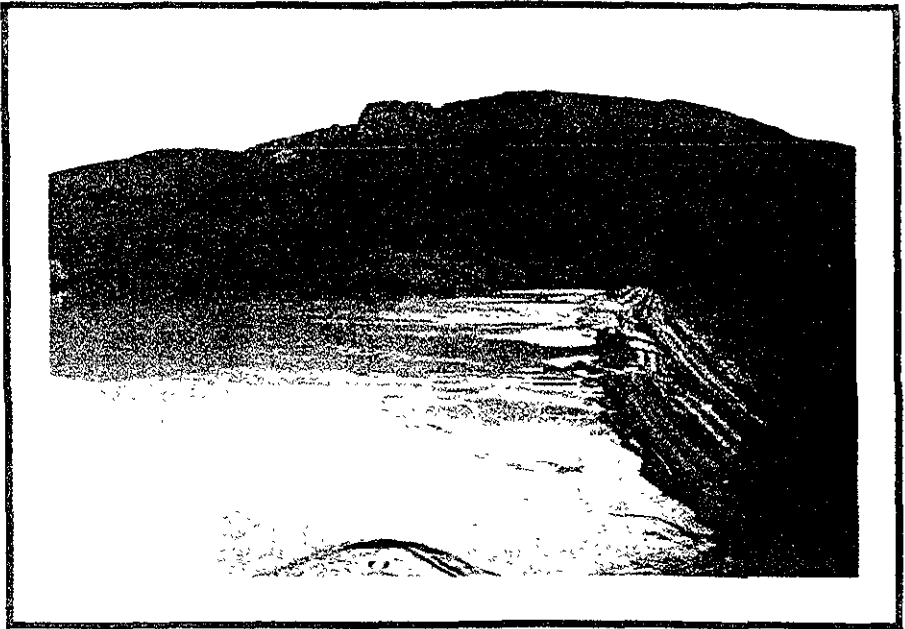


FOTO No 4

PANORAMICA DEL VASO DE LA PRESA

PRESA DE JALES

GUANAJUATO

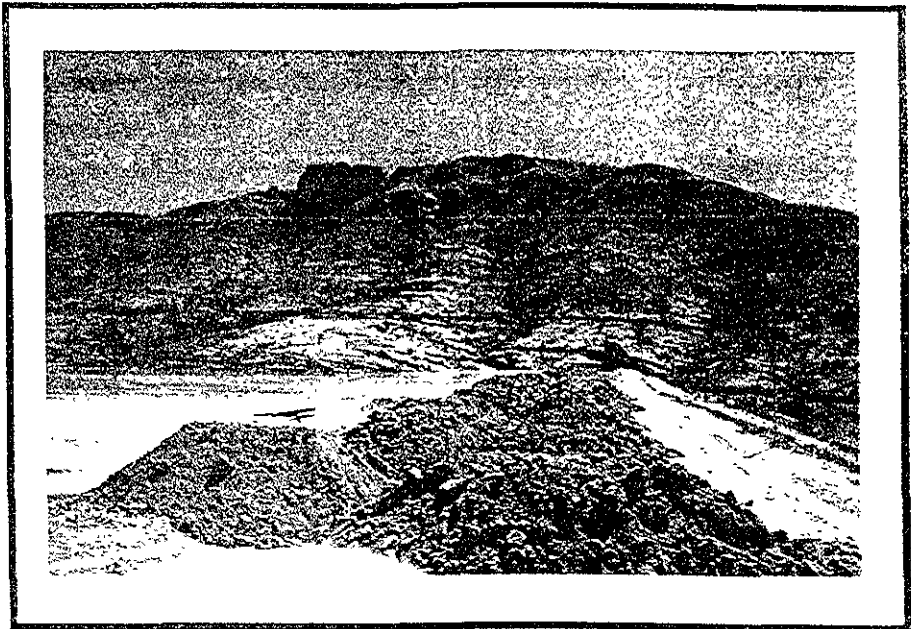


FOTO No 5

MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION DE LOS BORDOS
SECUNDARIOS DE LA PRESA.

PRESA DE JALES

GUANAJUATO

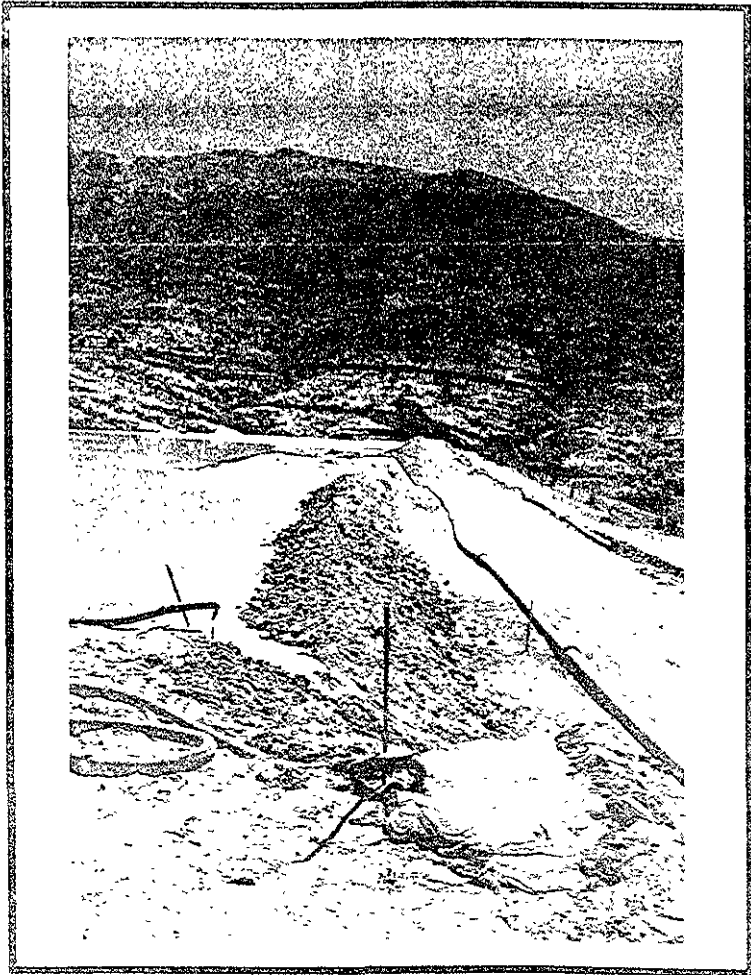


FOTO No 6

PANORAMICA DEL BORDO SECUNDARIO EN LA PRESA

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

PRESA DE JALES

GUANAJUATO

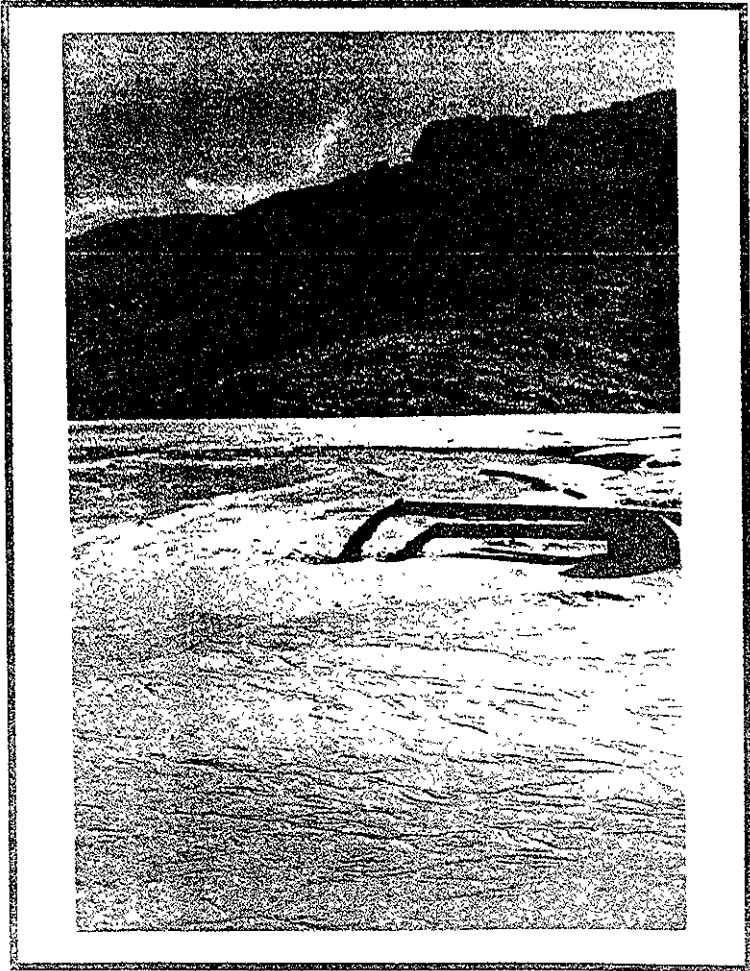


FOTO No 7

HIDROCICLONES EN FUNCIONAMIENTO EN LA PRESA

PRESA DE JALES

GUANAJUATO

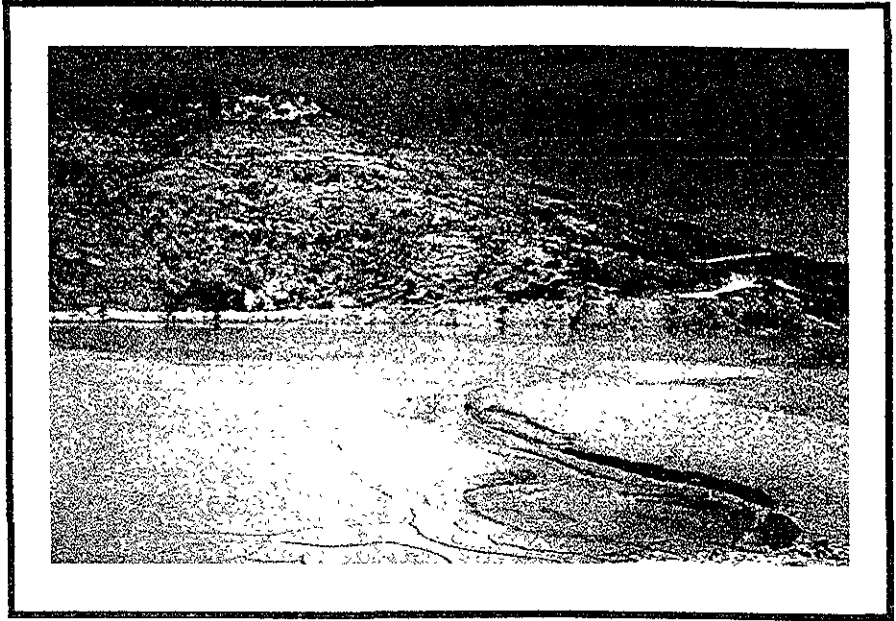


FOTO No 8

OTRA VISTA DE LAS ZONAS DONDE DESCARGAN LOS HIDROCICLONES

PRESA DE JALES

GUANAJUATO

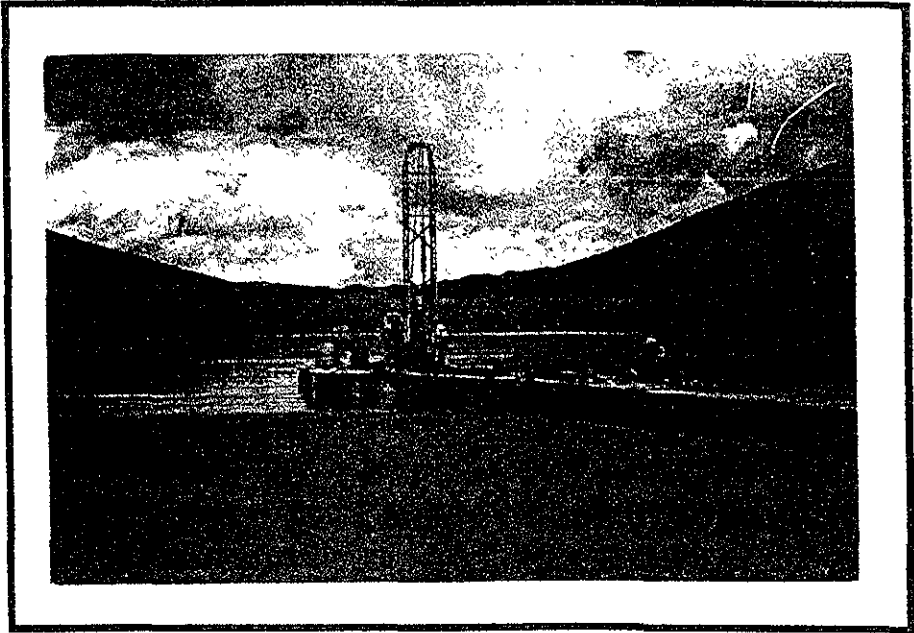


FOTO No 9

PLATAFORMA UTILIZADA PARA REALIZAR LA EXPLORACION EN LA PRESA

PRESA DE JALES

GUANAJUATO



FOTO No 10

TRABAJOS DE EXPLORACION REALIZADOS SOBRE UNA Balsa AUXILIAR

PRESA DE JALES

GUANAJUATO

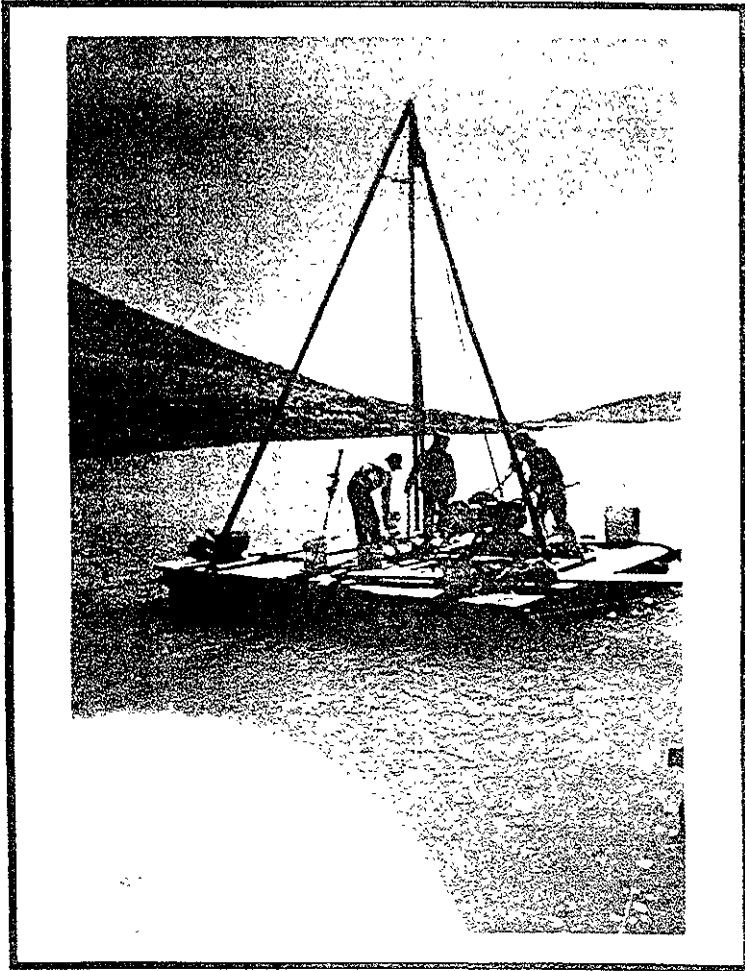


FOTO No 11

ACERCAMIENTO DE LA Balsa AUXILIAR PARA REALIZAR LOS TRABAJOS DE EXPLORACION

PRESA DE JALES

GUANAJUATO

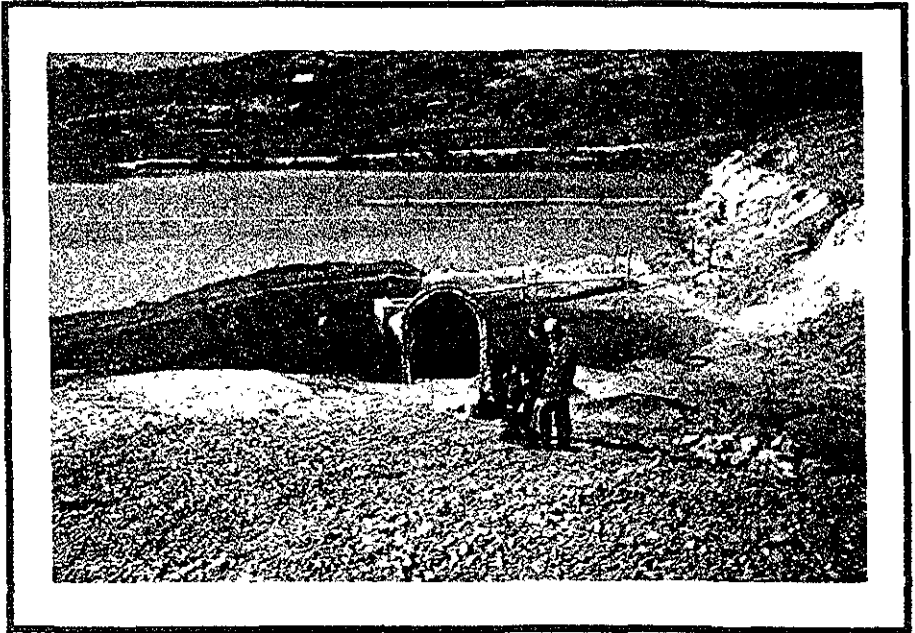


FOTO No 12

SECCION DE LA ALCANTARILLA CONSTRUIDA EN LA DIRECCION
LONGITUDIAL DE LA PRESA.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

"GEOTECNIA Y MANEJO DE RESIDUOS MINEROS", SOCIEDAD MEXICANA DE MECANICA DE SUELOS, A C (1999) SMMS, FUNDACION ICA

"PRESAS DE TIERRA Y ENROCAMIENTO" RAUL J MARSALL, DANIEL RESENDIZ (1979) ED LIMUSA

"MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES, DISEÑO POR SISMO", COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD, 1993

"MECANICA DE SUELOS", WILLIAM LAMBE, ROBERT V WHITMAN, ED. LIMUSA (1990).

"INTRODUCCION A LA MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES", GEORGE B SOWERS, GEORGE F. SOWERS, ED LIMUSA (1986)

"EJERCICIOS DE MECANICA DE SUELOS TEORICA", FACULTAD DE INGENIERIA, SECCION GEOTECNIA, U N A M

"CURSO: PROYECTO, CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE PRESAS DE JALES", M. EN I. RAUL VICENTE OROZCO SANTOYO, DIVISION DE EDUCACION CONTINUA, FACULTAD DE INGENIERIA, U N A M (1995)