

6
2ej 870115

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"APLICACION DE LA COMPUTADORA EN LA INTERPRETACION
DE RESULTADOS DE LA PRUEBA TRIAXIAL"

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
GABRIEL DE JESUS ESCOBAR DEL BARCO
GUADALAJARA, JALISCO 1989



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 está 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.

INDICE

CAPITULO I

INTRODUCCION	1
--------------	---

CAPITULO II

TOMA DE MUESTRAS Y ANALISIS EN EL LABORATORIO	4
. 2.1 OBTENCION DE MUESTRAS	5
. 2.2 ANALISIS EN EL LABORATORIO	12
2.2.1 PESO VOLUMETRICO	13
2.2.2 DENSIDAD (RELATIVA)	15
2.2.3 HUMEDAD NATURAL	16
2.2.4 LIMITES DE ATTERBERG	17
2.2.5 LIMITE PLASTICO	24
2.2.6 INDICE DE PLASTICIDAD	27
2.2.7 CONSISTENCIA RELATIVA	28
2.2.8 INDICE DE LIQUIDEZ	28
2.2.9 LIMITE DE CONTRACCION	30
2.2.10 CONTRACCION LINEAL	35

CAPITULO III

PRUEBA EN LABORATORIO	38
. 3.1 PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL	38
3.1.1. PRUEBA TRIAXIAL LENTA	45
3.1.2 PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE	46
3.1.3 PRUEBA RAPIDA CONSOLIDADA	46

. 3.2	EQUIPO Y PROCEDIMIENTO	48
3.2.1	PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE	48
3.2.2	PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA	56
CAPITULO IV		
	PROPOSICION DEL PROGRAMA	61
. 4.1	DIAGRAMA DE FLUJO	62
. 4.2	CODIFICACION AL LENGUAJE BASIC	64
. 4.3	EJEMPLO DE LAS PRUEBAS	85
4.3.1	PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE	36
4.3.2	PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL (VALORES DE RUPTURA)	87
4.3.2	PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL (VARIAS LECTURAS)	82
.4.4	INTERPRETACION DE RESULTADOS	97
CAPITULO V. ✓		
	CONCLUSIONES	107
CAPITULO VI		
	BIBLIOGRAFIA	112

CAPITULO I

INTRODUCCION

Las aplicaciones de los ordenadores, comúnmente llamados "computadoras", tienen mucha importancia en todas las áreas, tanto en las administrativas como en las exactas, - por su versatilidad, ya que se puede usar como un elemento de consulta por un lado, y como una herramienta de cálculo por otro.

En el caso particular del laboratorio de mecánica de suelos, además de emplearla como elemento de consulta y de cálculo, se le pueden dar otras aplicaciones como la de - gráficador, ayudándonos a interpretar los resultados de - cualquier proceso que propongamos en una forma rápida, con fiable y sencilla.

La prueba triaxial es muy utilizada en los laborato---rios, porque con ella conocemos la resistencia al esfuerzo cortante, el ángulo de fricción interna; en el caso de los suelos cohesivos, conoceremos el valor de dicha cohesión, - mediante la ayuda de los Círculos de Mohr.

El procedimiento de la prueba triaxial es una simula---ción, porque en base a ella conocemos el comportamiento de

la muestra a una determinada profundidad.

En los primeros capítulos de este trabajo, se describen una serie de pruebas que son más utilizadas en los laboratorios, así como una explicación básica del proceso para la obtención de las muestras en campo.

Por otro lado, la aplicación de la computadora en la interpretación de resultados en la prueba triaxial, el lenguaje que se propuso fue el Basic, por ser sencillo y adaptable a la solución que deseamos.

El programa que se propone, tiene el objetivo de que cualquier usuario no tenga problemas en la ejecución del mismo.

Lo que se pretende con este trabajo, es darse cuenta de las ventajas que se tienen, al aplicar el ordenador en la rama de la mecánica de suelos, nos podemos dar una idea con este programa de los usos que puede tener la computadora en la ingeniería civil.

En el transcurso del trabajo se explica detalladamente las diferentes pruebas triaxiales, que son similares pero no iguales, es decir, que en cada prueba cambian de condiciones durante la prueba, por otro lado, se señala la interpretación de resultados mediante los Círculos de Mohr.

Se dá un reconocimiento a la Secretaría de Comunicacio

nes y Transportes al permitirme el uso del laboratorio de -
Mecánica de Suelos para el desarrollo de las pruebas y tam-
bién a la Universidad Autónoma de Guadalajara por brindarme
su apoyo para el manejo de las computadoras, que me facili-
tó en el desarrollo de este trabajo.

CAPITULO II

2. TOMA DE MUESTRAS Y ANALISIS EN
EL LABORATORIO.

El objetivo de la obtención de muestras representativas de materiales, para llevarlas a laboratorio, es conocer las propiedades físicas que tienen, ya que podemos comparar en algunas pruebas como modelos en simulación que nos representan en una forma sencilla el comportamiento del suelo en determinadas condiciones, que será sometido. Debido a la importancia de los resultados de las muestras, es necesario que el sondeo y los cálculos de las pruebas sean hechas por personal calificado, porque de esos datos muchas veces se basa el diseño de estructuras, como edificios, presas, etc.

Las muestras pueden ser de dos tipos:

- Alteradas, o
- Inalteradas.

La muestra alterada, es cuando el material no conserva las mismas condiciones que tenía antes de extraerla y las muestras inalteradas, son las que sí conservan sus mismas condiciones; es decir, las propiedades físicas que tiene el suelo no se altera en el momento de su extracción.

2.1 OBTENCION DE LAS MUESTRAS

Para obtener las muestras alteradas, el muestreo debe ser adecuado para el fin que se persiga, es decir, que la profundidad del sondeo depende de lo que se quiera construir en el lugar, como ejemplo, se puede mencionar la cimentación de un edificio.

Para tomar muestras en un sondeo a cielo abierto se necesita hacer un pozo de las medidas aproximadas de 1.5 X 1.5 mts., de sección y la profundidad, es dado a la necesidad que se tenga con respecto al tipo de obra en estudio.

- a) Se desplaza el terreno, es decir, que se debe limpiar la superficie de todo escombros y de materia orgánica existente.
- b) Se procede a la excavación a la profundidad requerida con las dimensiones del pozo antes mencionadas.
- c) Ya teniendo el pozo, se localizan los diferentes estratos y se rebajan de la parte suelta y seca del terreno con el propósito de obtener una superficie fresca.
- d) Se tomará una muestra de cada carpas, de los diferentes estratos, metiéndolos en una bolsa de plástico a las que se les coloca una tarjeta de identifica--



ción.

- e) Las muestras se envían al laboratorio para su estudio, en donde se conocerán sus características y propiedades.

Para obtener las muestras inalteradas, el caso más simple corresponde al de cortar un determinado trozo de suelo del tamaño deseado (normalmente de 0.30 m. x 0.30 m. x 0.30 m.), envolviéndolo con la manta de ciclo o gasa, protegiendo esta tela con parafina licuada, untándosela con una brocha, para evitar pérdidas de humedad y empacándolo debidamente para su envío al laboratorio. A continuación se mencionarán diferentes maneras de obtener dichas muestras inalteradas.

Si se desea tener una muestra inalterada de una super-

ficie más o menos regular, el procedimiento a seguir es el siguiente:

- a) Se limpia y se uniformiza la superficie del terreno y se marca el contorno del trozo.
- b) Se excava una zanja alrededor del contorno del trozo.



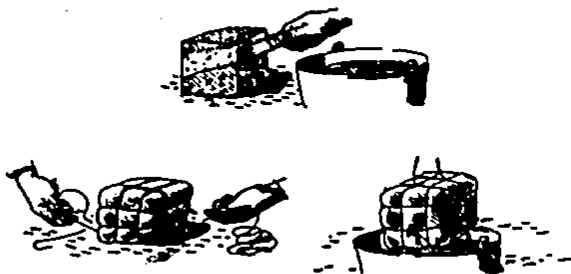
- c) Se ahonda la zanja y se cortan los lados del trozo empleando un cuchillo de hoja delgada.



- d) Se corta la muestra con el cuchillo y se retira del hoyo hecho.
- e) La cara del trozo extraído que corresponda al nivel superior del terreno debe tener una seña cualquiera para que se identifique rápido la posición que ocu-

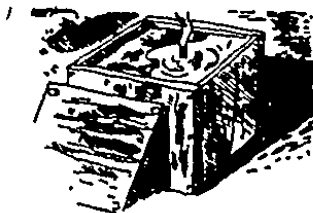
paba en el lugar de origen. Después se achaflanan las aristas del trozo y se procede a la aplicación de tres capas de parafina, mezclada con brea caliente con una brocha, en la proporción brea-parafina - en peso 60-40%.

- f) Si la muestra no va a ser usada pronto, necesitamos una protección más a las tres capas de parafina ya indicadas. Esto consiste en envolver la muestra - con una tela blanda, amarrándola con un cordel, posteriormente, se sumerge la muestra entera en la mezcla de brea-parafina fundida, hasta el grado de alcanzar el espesor de unos 4 mm. que es suficiente - para garantizar su impermeabilidad.



Si las muestras inalteradas necesitan ser transportadas a un laboratorio lejano del lugar de extracción de las mismas, es necesario aún más protección.

La protección mencionada consiste en recubrir la muestra con un espesor mayor que la preparación anterior y empaquetarla con aserrín, paja o papel periódico, en una pequeña caja como se puede apreciar en la figura siguiente:



Por otro lado, si se quiere obtener una muestra inalterada de una pared de un sondeo a cielo abierto o de una pared de corte, el procedimiento a seguir, es el siguiente:

- a) Se limpia y alisa cuidadosamente la cara de la superficie y se marca el contorno.
- b) Se excava alrededor y por la parte de atrás dándole forma de trozo. Para esto, se puede usar un cuchillo de hoja delgada.
- c) Se corta el trozo con el cuchillo y se retira del hoyo con precaución, después se señala la parte superior de la muestra.
- d) Se protege la muestra como ya sabemos, para su tras

lado al laboratorio.



La excavación de pozos a cielo abierto rinde siempre una información correcta hasta donde él llega, porque permite la inspección visual de los estratos del suelo. Pero cabe decir, que la mayoría de las investigaciones del suelo requieren estudios del terreno a profundidades mayores que las que pueden ser alcanzadas satisfactoriamente con excavaciones a cielo abierto. Por eso, para tener la excavación a la profundidad del cimiento, no da ninguna información con respecto a la naturaleza del terreno que quedará debajo de los cimientos y hasta cierta profundidad de los mismos, y este es, precisamente, el que tiene que soportar la estructura. De esto tenemos, para poder obtener la información requerida para hacer un buen análisis de los cimientos, es necesario hacer perforaciones de profundidad. Estas perforaciones pueden hacerse mediante el uso de barrenas hasta llegar al estrato requerido y ahí sacar con un muestreador especial, como el tubo Shelby, la mues-

tra inalterada. Las barrenas pueden ser de diferentes tipos. La gran mayoría de ellas son relativamente cortas, variando su tamaño desde 5 a 6 centímetros, hasta medio metro aproximadamente.

Estas barrenas se hincan en el suelo por rotación haciendo uso de uno o varios tubos de un maneral. El suelo que se barrena, va cortando y es detenido en la misma, la cual se saca del agujero cada vez que se llena.

Otro tipo que puede emplearse para hacer el agujero es la llamada posteadora. Los bordes cortantes deben mantenerse afilados y limpios. El diámetro de las posteadoras es comúnmente de 10.16 cms. (4"), pero existen de diámetros mayores.

En cada muestra representativa, es necesario identificarla, mediante etiquetas, en ellas se anotan los datos necesarios, tales como: el lugar o zona donde procede la muestra, la localización exacta dentro de la zona, anotando claramente de donde se extrajo, asimismo, la fecha en que se tomó la muestra.

A continuación se presenta una etiqueta usada comúnmente en los laboratorios:

NUESTRA No. _____ PROFUNDIDAD _____

Lugar o zona: _____

Localización: _____

Tipo de suelo a simple vista: _____

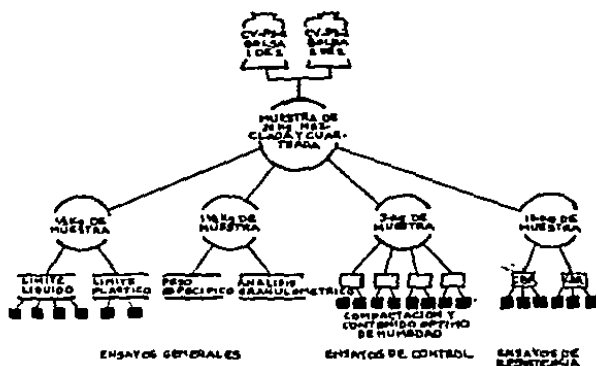
Fecha: _____

Operador: _____

3.2 ANALISIS EN EL LABORATORIO

Un aspecto importante es saber cuánto material debemos llevar al laboratorio para que podamos hacerle diferentes pruebas y que nos alcance el material. Como podemos ver - es dado con la experiencia, lo mejor es sacar la cantidad suficiente para tener la seguridad de que se tenga lo necesario para elaborar nuestras pruebas satisfactoriamente.

A continuación presentamos el diagrama correspondiente a las cantidades de materiales que usualmente se emplean, tanto en algunos ensayos generales, como en algunos de control y de resistencia de los suelos:



Una vez teniendo el material en el laboratorio se obtienen los siguientes datos: Peso volumétrico, densidad - relativa, humedad natural, límites de Atterberg, índice de plasticidad, consistencia relativa, índice de liquidez, límite de contracción, contracción lineal.

Que con estos datos, se puede decir, que son generalmente de rutina para las muestras que obtengamos del suelo en estudio, porque con estas pruebas conocemos el suelo, así nos podemos dar cuenta del tipo de material que estamos estudiando.

2.2.1 PESO VOLUMETRICO

Este dato se obtiene mediante la división del peso de la muestra y el volumen del mismo, esta prueba puede ser con dos estados diferentes del material que es el peso vo-

lumétrico seco suelto y el peso volumétrico varillado compacto.

a) **Peso volumétrico seco y suelto (PVSS).**

Para obtener el PVSS, tenemos que disgregar y secar la muestra, posteriormente se cuartea, y tomando de los cuartos opuestos se llena un recipiente de volumen conocido, cuidando que la altura de caída no sea mayor de 20 cms., debido a que se está considerando suelto. Por otro lado, el cálculo del PVSS, será la división del peso de la muestra entre el volumen que la misma ocupa en el recipiente.

b) **Peso volumétrico seco varillado compacto (PVSC).**

Se procede a llenar el mismo recipiente, en tres capas que a cada una de ellas se le aplicarán 25 golpes con una varilla de 5/8 in., con punta de bala y se procede a hacer el mismo cálculo que en la prueba anterior.

$$PV = Wm/Vm$$

En donde:

Wm: peso de la muestra.

Vm: volumen de la muestra

Las unidades son en kg/m³

2.2.2 DENSIDAD (relativa)

La densidad de un suelo, es la relación entre el peso de los suelos (muestra) y el peso del volumen del agua que desaloja. El valor de la densidad es un valor adimensional, por la relación de pesos, que nos define la cualidad que se está determinando, que es la densidad.

En el caso de materiales gruesos, la determinación de la densidad es sencilla, ya que primeramente se limpia la muestra y se pone en un recipiente a hervir, produciendo - con esto una saturación, después con una báscula se registra el peso de la muestra y teniendo un pignómetro aforado con un volumen conocido, se procede a introducir la muestra en el recipiente registrando el volumen desalojado y - con una probeta graduada se procede a efectuar la operación dividiendo el peso de sólidos con el peso del volumen desalojado. (Este procedimiento se utiliza actualmente en los laboratorios de la S.C.F. por considerarlos más exactos). Por otro lado, en las muestras de materiales finos es el mismo procedimiento, pero se registran valores de peso del matraz, en dos situaciones: el peso del matraz aforado sin la muestra y el peso del matraz aforado con la - muestra y se calcula la densidad mediante la ecuación siguiente:

$$D_r = \frac{W_s}{W_{fw} + W_s - W_{fws}}$$

En donde:

W_s : peso de los sólidos.

V_s : Volumen de los sólidos.

W_{fw} : Peso del matraz aforado con agua

W_{fws} : Peso del matraz con el material.

2.2.3 HUMEDAD NATURAL ($\%W$).

Es la relación de peso del agua contenida en una muestra, entre el peso de los sólidos de dicha muestra.

Donde se pesan 200 grs., de la muestra húmeda natural y que luego se secan en el horno hasta estar seguros de que esté totalmente seca, después se procede a registrar el peso obtenido, y con estos datos, sustituyendo en la ecuación siguiente, se calcula la cantidad de agua contenida en la muestra en porcentaje:

$$\%W = (W_w/W_s) \times 100 = ((W_{hn} - W_s)/W_s) \times 100$$

Donde:

- Ww: Peso del agua contenida en la muestra.
Ws: Peso de los sólidos seco.
Whn: Peso de la muestra húmeda natural.

2.2.4 LIMITES DE ATTERBERG

Estos límites se refieren a los límites de plasticidad característica de los suelos cohesivos, en donde se clasifican las arcillas, o los suelos que contienen partes de arcillas y de arenas (cohesivos-friccionantes).

Para determinar estos límites, se toma una muestra de suelo, que después se cuartea y desgruma, posteriormente la muestra es pasada por la malla No. 40, obteniendo una cantidad aproximada de 500 grs., para la elaboración de la prueba. Se coloca la muestra a saturar, agregándole agua, dejándola saturar por 24 hrs., y con esa muestra, con las condiciones dadas se procede a elaborar las siguientes pruebas.

a) Límite de líquido.

Que es la frontera entre los estados: semilíquido y el estado plástico de un suelo. Estos datos son expresados en porcentajes de humedad. Esto se determina con la copa de Casa Grande, al cerrar la ranura a lo largo de 1/2 in., mediante la aplica--

ción de 25 golpes, como se explicará más adelante. El procedimiento de esta prueba es el siguiente:

1. Se toman unos 100 grs. de material que pasa la -
malla No. 40, ya hecha la pasta se coloca en una
cápsula de porcelana y con una espátula se hace
una mezcla pastosa homogénea y de consistencia -
suave, agregándole una pequeña cantidad de agua
durante el mezclado.
2. De la mezcla obtenida, se coloca una porción con
la espátula en la Copa de Casa Grande, formando
una torta alisada con un espesor aproximado de -
un centímetro, en la parte de máxima profundi- -
dad. Hay que tener cuidado de que la pasta que-
de prácticamente pegada a la Copa de Casa Gran--
de; es decir, que no se deslice.
3. El suelo colocado en la Copa de la Casa Grande, -
se divide en la parte media en dos porciones uti-
lizando para ello un ranurador. El ranurador de
berá mantenerse en todo el recorrido, normal a -
la superficie interior de la copa. El movimien-
to del ranurador debe ser de arriba hacia abajo,
que con cierta práctica se adquiere soltura para
que en un suelo arcilloso bien mezclado, se pue-
de hacer la ranura con una pasada del ranurador

trapezoidal. En los suelos arenosos, es preferible - hacer uso del ranurador laminar en vez del trapezoidal, ya que este último, al ranurar no rebana el - suelo, sino que lo desplaza, lo que provoca que se rompa la adherencia entre el suelo y la Copa de Casa Grande, por lo que los resultados no son correctos.



En los suelos arenosos la profundidad del surco debe incrementarse en cada pasada del ranurador laminar y solamente en la última pasada debe rasarse el fondo de la copa. Cuando no se pueda hacer la ranura ni siquiera con el ranurador laminar, es necesario entonces, hacer la ranura con la espátula y comprobar

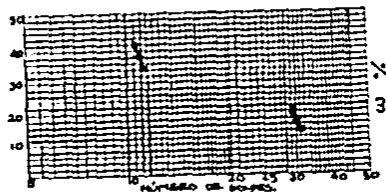
las dimensiones del ranurador.

4. Hecha la ranura sobre el suelo, se acciona la copa a razón de dos golpes por segundo, contando el número de golpes necesarios para que la parte inferior del talud de la ranura hecha se cierre; es decir, - que se junten ambos taludes, precisamente 1.27 cms. ($\frac{1}{2}$ in.), si la ranura no se cierra los 1.27 cms. - ($\frac{1}{2}$ in.) entre los 6 y 35 golpes, se recoge el material de la copa, se añade agua y se vuelve a mezclar, o se seca la muestra hasta que alcance una consistencia dentro de este intervalo.
5. Cuando se ha obtenido un valor consistente al número de golpes, comprendido entre los 6 y 35 golpes, - se toman unos 10 grs. aproximadamente de suelo de la zona próxima a la ranura cerrada y se determina el contenido de agua de inmediato. Se repite el ensayo y si se obtiene el mismo número de golpes, que el primero o que no exista una diferencia mayor a un golpe, se repite el ensayo hasta que los tres ensayos consecutivos den una conveniente serie de números, tales como: 10-12-10. 30-28-30.
6. Repítase los pasos 2 a 5, teniendo el suelo otros contenidos de humedad. Para humedecer el suelo hágase uso de un gotero, remodelando la mezcla hasta

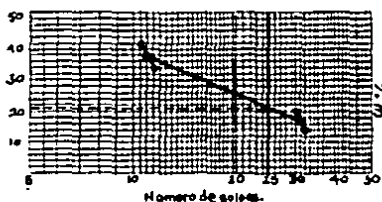
que el agua añadida quede uniformemente incorporada.

Para secar el suelo úsese la espátula, remezclando en suelo para producir evaporación. De ninguna manera debe secarse el suelo para producir evaporación de una forma violenta, ni añadiendo suelo seco a la mezcla.

De este modo deberán tenerse, por lo menos, dos grupos de dos a tres contenidos de humedad, uno entre los 25 y 35 golpes y el otro, entre los 6 y 20 golpes, con el fin de que la curva de fluidez no se saiga de su intervalo en la que puede considerarse recta, según lo indica Casa Grande.



7. Se unen los dos o tres puntos marcados para el intervalo entre 6 y 20 golpes con una línea recta y se señala el punto medio. Se repite para los dos o tres puntos dentro del intervalo de 25 a 35 golpes.



3. Se conectan los dos puntos medio con una línea recta que se llama curva de fluidez. El contenido de humedad indicado por la intersección de esta línea con la de los 35 golpes, es el límite líquido del suelo. La ecuación de la curva de fluidez es la siguiente:

$$w = if \cdot \log N + C$$

En donde:

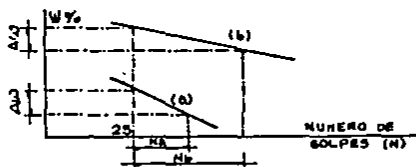
- w: Porcentaje en peso, de humedad.
- If: Índice de fluencia (pendiente de la curva de flujo), igual a la variación del contenido de agua correspondiente a un ciclo de la escala logarítmica, o sea, por ejemplo, igual a la diferencia de los contenidos de humedad a 4 y a 40 golpes, o a 5 y a 50 golpes, etc.
- N: Número de golpes, si el número de golpes es menor de 10 se deben aproximar al medio golpe.

C: Valor que representa la ordenada de la abscisa de un golpe. Se calcula prolongando el trazo de la curva de fluidez.

En el caso de el valor "C", Casa Grande, explica el significado físico de la curva de fluidez.

La resistencia del suelo a la deformación de los lados de la ranura hecha es la resistencia al corte del mismo; - por lo tanto, el número de golpes necesarios para cerrar - la ranura, es una medida de la resistencia al corte del - suelo a ese contenido de humedad.

Supóngase que dos diferentes suelos presentan el mismo valor del índice plástico pero que presentan curvas de - fluidez muy diferentes, tales como las mostradas a conti- - nuación con las letras "a" y "b".



En la presentación anterior de las dos curvas de fluidez puede observarse que para un idéntico cambio (Δw) en la humedad, el suelo con curva más plana necesita más número de golpes, que el que tiene la curva más parada, o sea que N_b es mayor que N_a .

De lo anterior, se desprende que los suelos con curvas de fluidez planas poseen una mayor resistencia al corte de aquellos que tienen curvas más pronunciadas, ya que el número de golpes en la prueba del límite líquido es una medida de dicha resistencia a ese contenido de humedad. Los datos obtenidos se tabulan en una tabla que en seguida se muestra.

TABLA DE DATOS

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO				
Operador: <u>Gabriel Escobar</u>	Fecha:			
Muestra del:	Km. 4 + 250. Base del Camino Monterrey - Saltillo			
Recipiente No.:	1	2	3	4
No. de golpes:	29.51-29	31.30	15+0	17-18
Muestra húmeda más recipiente, grs.:	48.65	43.88	40.97	44.96
Muestra seca más recipiente, grs.:	43.97	40.60	38.23	41.36
Peso del agua, grs.:	4.68	3.28	2.74	3.60
Peso del recipiente, grs.:	31.28	31.76	31.40	31.92
Peso de la muestra seca.	2.69	3.84	5.33	9.44
Porcentaje de humedad.	36.9	37.1	40.1	38.1

2.2.5 LIMITE PLASTICO

El límite plástico (LP), se define como el contenido de humedad, expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para la cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado semi-plástico. Para determinar el límite plástico, generalmente se hace uso del material que, mezclado con agua, ha sobrado en la prueba del límite líquido y la cual se le evapora humedad por mezclado, hasta obtener una mezcla plásti

ca que sea fácilmente moldeable. Se forma una pequeña bola que deberá en seguida rodillarse en la palma de la mano o en una placa de vidrio, aplicando la suficiente presión a efecto de formar filamentos.

En la siguiente figura nos podemos dar una idea más clara del procedimiento de esta prueba.



Cuando el diámetro del filamento resultante sea de 3.17 mm. (1/8 in.), sin romperse, deberá juntarse la muestra de nuevo, mezclarse en forma de bola y volverse a rodillar. El proceso debe continuarse hasta que se produzca el rompimiento de los filamentos al momento de alcanzar 1/8 in. de diámetro. Los suelos que no puedan rodillarse con ningún contenido de humedad, se consideran como no plásticos (NP). Cuando al rodillar la bola de suelo se rompa el filamento al diámetro de 1/8 in., se toman todos

los pedacitos, se pesan y secan al horno en un vidrio, ya secos se vuelven a pesar y se determina la humedad correspondiente al límite plástico, así:

$$LP = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100 = \frac{Pw}{Ps} \times 100$$

En la que:

- LP: Humedad correspondiente al límite plástico en %.
- Ph: Peso de los trocitos de filamentos húmedos, en gramos.
- Ps: Peso de los trocitos de filamentos secos en gramos.
- Pw: Peso del agua contenida en los filamentos pesado en gramos.

El límite plástico es muy afectado por el contenido orgánico del suelo, ya que eleva su valor sin aumentar simultáneamente el límite líquido. Por tal razón, los suelos con contenido orgánico tienen bajo índice plástico y límites líquidos altos.

La tabla de datos para la determinación del límite plástico, es del mismo tipo a la usada para determinar el límite líquido.

TABLA DE DATOS		
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO		
Operador: Gabriel Escobar		Fecha:
Muestra de:		Km. 4 + 250 - Base del Camino
Recipiente No.:		Monterrazo - Saltillo
	5	6
Muestra húmeda más recipiente, grama:	34.64	37.11
Muestra seca más recipiente, grama:	34.15	36.13
Peso del agua, gramo:	0.49	0.98
Peso del recipiente sec.:	31.56	31.71
Peso de la muestra seca ars.	2.27	4.42
Porcentaje de humedad	21.6	22.2

L.P. = 22%.

2.2.6 INDICE DE PLASTICIDAD

Se denomina de plasticidad o índice plástico (IP) a la diferencia numérica entre los límites líquido y plástico, e indica el margen de humedades dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo definen los ensayos.

Tanto el límite líquido como el líquido plástico dependen de la cantidad y tipo de arcilla del suelo, sin embargo, el índice plástico, depende generalmente de la cantidad de arcilla del suelo.

Comparando el índice de plasticidad con el que marque las especificaciones respectivas, se puede decir si un determinado suelo presenta las características adecuadas para cierto uso.

2.2.7 CONSISTENCIA RELATIVA

Para obtener la consistencia relativa, necesitamos los datos anteriores, tanto el límite líquido, como el índice plástico y aplicar la ecuación siguiente:

$$C.R. = \frac{L.L. - w_n}{I.P.}$$

Siendo w_n la humedad del suelo en su estado natural. - En el caso de que la consistencia relativa resulte negativa, o sea, cuando la humedad del suelo sea mayor que la de su límite líquido, el amasado del suelo lo transforma en un barro viscoso. Consistencias relativas muy cercanas a cero indican un suelo con esfuerzo a ruptura (q_u) a compresión axial no confinada, comprendido entre 0.25 y 1.0 kg/cm². Si la consistencia relativa es aproximadamente igual a uno, ello indica que su " q_u " puede estar comprendida entre 1.0 y 5.0 kg/cm².

En general, el esfuerzo de corte de un suelo crece a medida que C.R. varía de 0 a 1.

2.2.8 INDICE DE LIQUIDEZ

En los suelos plásticos, el índice de liquidez es indi

cativo de la historia que los esfuerzos a que ha estado so
metido el suelo.

Si su valor del índice de liquidez es cercano a cero, -
se considera que el suelo está preconsolidado, y si es cer-
cano a uno, entonces se le considera como normalmente con-
solidado. La expresión para obtener el índice de liquidez
es:

$$I_L = \frac{w_n - L.P.}{I.P.}$$

Si la humedad inicial de un suelo corresponde a un ín-
dice de liquidez igual a 0.2 o a más, el suelo, aún siendo
altamente plástico, tendrá poca o nula expansión. Una re-
lación aproximada entre el índice de liquidez y la sensibi-
lidad de la arcilla, puede obtenerse de la tabla siguien-
te:

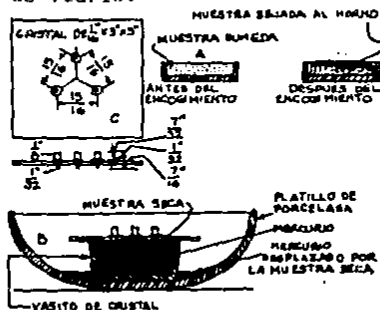
I_L	SENSIBILIDAD
0.0	1.0
0.2	1.0
0.4	2.0
0.7	4.0
0.9	5.0
0.85	6.0
0.9	7.0
0.05	8.0
1.00	9.0
1.05	10.0
1.30	20.0
1.50	45.0
2.00	200.00

2.2.9 LIMITE DE CONTRACCION

El límite de contracción (LC) de un suelo se define como el porcentaje de humedad, con respecto al peso seco de la muestra, con el cual, una reducción de agua no ocasiona la disminución de volumen del suelo. La diferencia entre el límite plástico y el límite de contracción se llama índice de contracción (IC) y señala el rango de humedad para

el cual el suelo tiene una consistencia semisólida.

Para la determinación del límite de contracción, es necesario contar con el equipo siguiente: vasito de cristal de fondo plano de 1.27 cms. ($\frac{1}{2}$ in.) de alto y un diámetro interior de 4.4 cms. ($1 \frac{3}{4}$ in.); mercurio líquido de cantidad aproximada de 300 cm³, regla metálica con bordes lisos para alisar la superficie de mercurio colocado en el vasito de porcelana; placa de vidrio con tres agujas, colocadas según se indica en la figura; una probeta de cristal graduada con capacidad de 25 c.c., con graduaciones de 0.2 c.c.; vaso de cristal con bordes lisos, cápsula de porcelana; espátula, balanza con sensibilidad de 0.01 grs., y una placa lisa de vidrio.



El procedimiento a seguir en la determinación del límite de contracción (LC) es el siguiente:

1. Se determina el volumen del vasito de porcelana llenán-

dolo con mercurio líquido y nivelada su superficie con la placa de cristal. Habiéndose llenado el vasito, para medir su volumen, se vacía el mercurio en la probeta graduada.

2. Tómese unos 30 grs. de material que pase la malla No. - 40 y añádasele agua hasta formar una mezcla pastosa cuya consistencia sea, aproximadamente, la misma que tiene el suelo cuando su contenido de humedad es igual al límite líquido.
3. Para que el material no se adhiera a las paredes del va sito de porcelana, dichas paredes deben cubrirse con - una capa muy delgada de vaselina o de aceite.
4. Se coloca la capa pastosa en el vasito de porcelana en tres capas iguales, se golpea sobre una superficie lisa hasta obtener una distribución uniforme de material.
5. Una vez lleno el vasito con la masa pastosa, alísele la superficie, quitando el material sobrante con la regla metálica. El volumen de esta masa de material húmedo - será igual a la del vasito de porcelana (Vh).
6. Se pesa el vasito de porcelana con la masa pastosa y añ tes de colocarla al horno deje que la masa se seque un poco al aire libre.

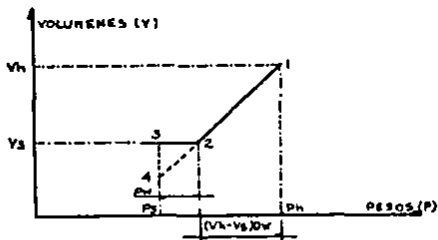
7. Métase el vasito con la muestra al horno a una temperatura de 100 - 110°C, hasta tener un secado completo.
8. Sáquese del horno el vasito con la muestra seca y estando a temperatura ambiente pésese y registre dicho peso (P_s).
9. El volumen (V_s) de la muestra seca, se obtiene como sigue: Llénese el vasito de cristal de mercurio líquido y nivélense su superficie con la placa de vidrio que tiene agujas. Introdúzcase el panecillo seco cuidadosamente evitando las burbujas de aire en el vaso lleno de mercurio, espújándolo con agujas de la placa de vidrio. Al introducirse al panecillo de suelo, el desalojará una cantidad de mercurio igual al su volumen (V_s).
10. Se calcula el límite de contracción con la ecuación siguiente:

$$L.C. = \frac{P_h - P_s - (V_h - V_s) D_w}{P_s} \times 100 = w \frac{(V_h - V_s) D_w}{P_s} \times 100$$

Para interpretar la ecuación anterior se van a dibujar las cantidades obtenidas en la prueba: (V_h , V_s , P_h , P_s), marcando los pesos en el eje de las abscisas y los volúmenes en el eje de las ordenadas.

Estas dos escalas tienen el mismo módulo, tal que, el

segmento que representa un gramo en una, es igual al que -
representa un centímetro cúbico en la otra; así la rela-
ción de disminución de peso al perderse agua durante el se-
cado, respecto a la correspondiente pérdida del volumen, -
es una recta a 45° , para humedades superiores al límite de
contracción.



En la gráfica, el punto 2 representa el límite de con-
tracción del suelo, obtenido secándolo desde sus condicio-
nes iniciales de humedad 1. Al continuar el secado hasta
llegar al total del mismo, o sea, al punto 3, ya no hay -
prácticamente variación volumétrica.

En verdad la curva de secado no presenta un quiebre -
brusco en 2 como se ve en la gráfica, sino que presenta -
una transición gradual.

De la figura anterior, y aplicando la definición de un
contenido de humedad, se obtiene la ecuación ya indicada -
para el límite de contracción.

Un suelo húmedo se contrae hasta que alcanza la humedad del límite de contracción natural del mismo. Un suelo que tenga una humedad natural menor que la del límite de contracción natural, ya no se contrae.

2.2.10 CONTRACCION LINEAL

La contracción lineal (CL), se define como el porcentaje de contracción, con respecto a la dimensión original, que sufre una barra de suelo de 2.0 X 2.0 X 10.0 cms. al secarse al horno a 10-110°C, desde una humedad equivalente a la humedad del límite de contracción.

La prueba de contracción lineal se ejecuta de la manera siguiente:

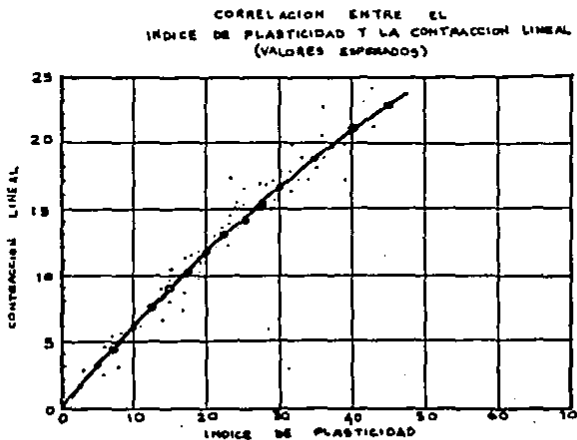
1. Con una misma pasta usada en la determinación del límite líquido se llena un molde de las dimensiones ya conocidas, haciendo el llenado en dos capas, golpeando el molde contra algún lugar duro para expulsar el aire atrapado. Teniendo el molde lleno se enrasa y se deja al aire libre un buen rato para que se seque un poco y después se mete al horno para su secado.
2. Estando el material seco, se extrae de la barra y se mide su longitud (L_2).

3. La relación entre la longitud que se contrajo ($L_1 - L_2$) y la longitud original (L_1) de la barra de su suelo húmedo y multiplicada por 100, da el porcentaje de contracción o contracción lineal del suelo.

$$CL = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100$$

Un valor que se emplea bastante en el cálculo de asentamientos de estructuras para suelos normalmente consolidados, es el siguiente, dado por Terzaghi-Peck, llamado "Índice de Compresión":

$$Cc = 0.009 (LL - 10)$$



La compresibilidad de los suelos puede expresarse así:

Baja C_c de 0.0 a 0.19

Media C_c de 0.2 a 0.39

Alta C_c de 0.4 o más

CAPITULO III

3. PRUEBA EN LABORATORIO

En este capítulo trataremos las diferentes pruebas triaxiales conocidas, con sus diferentes condiciones de cada una de ellas.

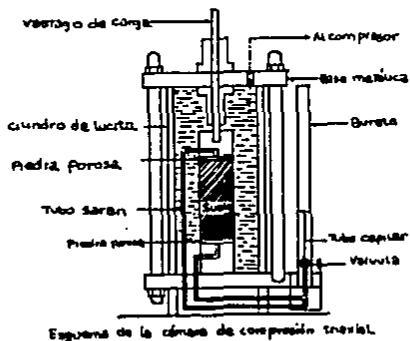
En la mayoría de los laboratorios la más usada es la prueba triaxial rápida confinada, que se explicará más adelante y en esta prueba en particular, se propondrá el programa para la computadora.

3.1 PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

Las pruebas de compresión triaxial son mucho más refinadas que las de corte directo y en la actualidad son, con mucho, las más usadas en los laboratorios de mecánica de suelos para determinar las características de esfuerzo-deformación y de la resistencia de los suelos. En forma teórica la prueba se puede variar a voluntad de las presiones actuales en tres direcciones ortogonales sobre un espécimen de suelo, efectuando mediciones sobre sus características mecánicas en una forma completa. En la actualidad buscando la forma más sencilla de elaborar estas pruebas, los

esfuerzos en dos direcciones son iguales, los especímenes son cilíndricos y están sujetos a presiones laterales de un líquido, por lo general es agua, el espécimen se protege con una membrana permeable. Para lograr el denso confinamiento, la muestra se coloca en el interior de una cámara cilíndrica y hermética de lucita, con bases metálicas.

En las bases de la muestra se colocan piedras porosas cuya comunicación con una bureta exterior puede establecerse a voluntad con segmentos de tubo plástico (Tubo serón). El agua que está dentro de la cámara puede adquirir cualquier presión deseada por la acción de un compresor comunicado con ella. La carga axial que se le transmite a la muestra es por medio de un vástago que atraviesa la base superior de la cámara.



La presión que ejerce el agua dentro de la cámara hidrostática; es decir, que los esfuerzos principales del es

pécimen son iguales en todas direcciones, tanto lateral como axialmente. En las bases del espécimen actuará, además de la presión del agua, el efecto transmitido por el vástago de la cámara desde el exterior.

La prueba triaxial desarrollada, que es la más usada en los últimos años y aún actualmente, es aquella en la que se transmite al espécimen una presión por medio del vástago; el valor de esa presión (p), sumada a la del agua (σ_c), dará el esfuerzo axial actualmente sobre la muestra (σ_a):

$$\sigma_a = \sigma_c + p$$

En épocas más recientes se han desarrollado otras modalidades de pruebas triaxiales. En una de ellas, ya bastante conocida, el esfuerzo transmitido por el vástago es de tensión, disminuyendo así la presión axial actualmente sobre la muestra durante la prueba; en la otra, se varía la presión lateral, modificando la presión de cámara dada con el agua, pero se mantiene la presión axial constante, para lo que son precisos los ajustes correspondientes en la presión transmitida por el vástago.

Finalmente sobre todo en los trabajos de investigación, se están efectuando pruebas en las que se hace variar tan-

to al esfuerzo axial como al lateral.

Las pruebas triaxiales se pueden clasificar en dos - - grandes grupos: pruebas de Compresión y de Tensión; ésta última en la actualidad se usa poco.

Las de compresión son aquellas en la que la dimensión original axial del espécimen disminuye y en la de extensión, aquellas en las que dicha dimensión se hace aumentar durante la prueba.

Una prueba de compresión puede tener, evidentemente, - varias modalidades de laboratorio; en efecto, la dimensión axial del espécimen se puede hacer disminuir aumentando el esfuerzo axial por aumento de la carga transmitido por el vástago o manteniendo constante el esfuerzo axial, pero haciendo disminuir el lateral, dado por el agua (que es necesario hacer ajustes en la carga transmitida por el vástago, para mantener la misma presión axial), o, finalmente, aumentando la presión axial y disminuyendo la lateral simultáneamente; lo más común de este tipo es aquella en que cada tipo de incremento de presión axial sobre la muestra es el doble del decremento de presión lateral, de modo que es el promedio aritmético de los esfuerzos normales principales se mantiene constante.

Por otro lado, las pruebas de extensión pueden tener -

también varias modalidades. En la primera, la dimensión axial del espécimen se hace aumentar disminuyendo la presión axial, pero se deja constante la presión lateral; en práctica esto se logra haciendo que el vástago ejerza una tracción sobre el espécimen. En la segunda modalidad, la presión axial se hace permanecer constante (con los precisos ajustes con el vástago), pero se hace aumentar la presión dada con el agua.

Finalmente en la tercera modalidad posible, se hace disminuir la presión axial, a la vez que se aumenta la lateral; en este tipo de prueba también es muy usual que la disminución de la presión axial sea, en cada variación de carga aplicada, doble del aumento de la presión lateral, buscando una vez más, que el promedio aritmético de los esfuerzos normales principales se mantenga.

Es común identificar σ_1 , σ_2 , σ_3 a los esfuerzos principales mayor, intermedio y mínimo, respectivamente.

En una prueba de compresión, la presión axial siempre es el esfuerzo principal mayor, σ_1 ; los esfuerzos intermedio y menor son iguales ($\sigma_2 = \sigma_3$) y quedan dados por la presión lateral.

El estado de los esfuerzos en un instante dado se considera uniforme en toda la muestra y puede analizarse recu

riendo a las soluciones gráficas de Mohr (que se explicará ampliamente en el siguiente capítulo en la interpretación de resultados); con σ_1 y σ_3 , como esfuerzos principales mayor y menor, respectivamente. De observarse que en una cámara triaxial el suelo está sujeto a un estado de esfuerzos tridimensionales, que aparentemente debería tratarse con la solución general de Mohr, que envuelve el manejo de tres círculos diferentes; pero como la prueba dos de los esfuerzos principales son iguales, en realidad los tres círculos devienen a uno sólo y el tratamiento resulta simplificado.

La resistencia al esfuerzo cortante, sobre todo, en los suelos cohesivos, es variable y depende de diversos factores circunstanciales. Al tratar de reproducir en el laboratorio las condiciones a que el suelo estará sujeto en la obra en que se trate, será necesario tomar en cuenta cada uno de esos factores, tratando de reproducir las condiciones reales de ese caso particular. Por ello no es posible pensar en una prueba única que refleje todas las posibilidades de la naturaleza.

Parece que, en cada caso, deberá montarse una prueba especial que lo representará fielmente; sin embargo, es obvio que esto no es práctico, dado el funcionamiento de un laboratorio común. Lo que se ha hecho es reproducir aque-

llas circunstancias más típicas e influyentes en algunas pruebas estandarizadas. Estas pruebas se refieren a comportamientos y circunstancias extremas; sus resultados han de adaptarse al caso real, interpretándolos con un criterio sano y teniendo siempre presente las normas de la experiencia.

Las pruebas triaxiales suelen considerarse constituidas por dos etapas, la primera es aquella en que se aplica a la muestra la presión de cámara (σ_c); durante ella puede o no permitirse al drenaje de la muestra, abriendo o cerrando la válvula de salida del agua a través de las piedras porosas. En la segunda etapa de carga propiamente dicha, la muestra se sujeta a esfuerzos cortantes, sometiéndola a esfuerzos principales que ya no son iguales entre sí; esto requiere variar la presión que comunica el vástago de acuerdo con alguna de las líneas de acción ya mencionadas (Pruebas de compresión o de extensión); esta segunda etapa puede también ser o no drenada, según se maneje la misma válvula mencionada. En realidad, la alternativa en la segunda etapa sólo se presenta si la primera etapa de la prueba fue drenada, pues no tiene mucho sentido permitir drenaje en la segunda etapa, después de no haberlo permitido en la primera.

La descripción de las pruebas se hace con base en la más familiar, que es la prueba de compresión aumentando el

esfuerzo axial por la aplicación de una carga a través del vástago.

3.1.1 PRUEBA TRIAXIAL LENTA

Prueba de consolidación y con drenaje (L). La característica fundamental de la prueba es que los esfuerzos aplicados al espécimen son efectivos. Primeramente se sujeta al suelo a una presión hidrostática (σ_c), teniendo abierta la válvula de comunicación con la bureta y dejando - - transcurrir el tiempo necesario para que haya una completa consolidación bajo la presión actuante. Cuando el equilibrio estático interno se haya establecido, todas las fuerzas exteriores estarán actuando sobre la fase sólida del - suelo; es decir, producen esfuerzos efectivos, en tanto - que los esfuerzos neutrales en el agua corresponden a la - condición hidrostática. La muestra es llevada a la falla a continuación, aplicando la carga axial en pequeños incrementos, cada uno de los cuales se mantiene el tiempo necesario para que la presión del agua, en exceso de hidrostática, se reduzca a cero.

3.1.2 PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE

Esta prueba no es realmente triaxial y no se clasifica

como tal, pero en muchos aspectos se parece a una prueba rápida. Los esfuerzos exteriores al principio de la prueba son nulos, pero existen en la estructura del suelo esfuerzos efectivos no muy bien definidos, debidos a tensiones capilares en el agua intersticial, es decir, el agua contenida en la muestra.

3.1.3 PRUEBA RAPIDA

Prueba sin consolidación y sin drenaje (R). En este tipo de prueba no se permite en ninguna etapa consolidación de la muestra. La válvula de comunicación entre el espécimen y la bureta permanecen siempre cerradas impidiendo el drenaje. En primer lugar se aplica al espécimen una presión hidrostática y, de inmediato, se hace fallar al suelo con una aplicación rápida de la carga axial. Los esfuerzos efectivos en esta prueba no se conocen bien, ni tampoco su distribución, en ningún momento, sea anterior o durante la aplicación de la carga axial.

3.1.4 PRUEBA RAPIDA CONSOLIDADA

Prueba con consolidación y sin drenaje (Rc). En esta prueba, el espécimen se consolida primeramente bajo la presión hidrostática (σ_c), como en la primera etapa de la prueba lenta; así, el esfuerzo σ_c llega a ser efectivo -

($\bar{\sigma}_c$), actuando sobre la fase sólida del suelo. En seguida, la muestra es llevada a la falla por un rápido incremento de la carga axial, de manera que no se permite cambio de volumen. El hecho esencial de este tipo de prueba es el no permitir ninguna consolidación adicional durante el período de falla, en la aplicación de la carga. Esto se logra fácilmente en una cámara de compresión triaxial, cerrando la válvula de salida de las piedras porosas a la bureta; una vez hecho esto, el requisito es cumplido independientemente de la velocidad de aplicación de la carga axial; sin embargo, cabe decir que no existe duda de que la velocidad influye en la resistencia del suelo, aunque el drenaje esté totalmente restringido.

En la segunda etapa de una prueba rápida-consolidada - podría pensarse que en todo esfuerzo desviador fuera tomado por el agua de los vacíos y se sabe que parte de esa presión axial es tomada por la fase sólida del suelo, sin que, hasta la fecha, se hayan dilucidado por completo ni la distribución de esfuerzos, ni razones que la gobiernan. De hecho no hay ninguna razón en principio para que el esfuerzo desviador sea íntegramente tomado por el agua en forma de presión neutral; si la muestra estuviese lateralmente confinada, como el caso de una prueba de consolidación si ocurría esa distribución siempre del esfuerzo vertical, pero en una prueba triaxial la muestra puede deformarse late

ralmente y por eso la estructura toma esfuerzos cortantes desde un principio.

3.2 EQUIPO Y PROCEDIMIENTO

En este inciso abordaremos las pruebas más comunes en lo que se refiere a la compresión triaxial, en los laboratorios de mecánica de suelos. En la ciudad de Guadalajara existen varios laboratorios pero, cabe mencionar que la recopilación de los datos fue en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.), y en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Autónoma de Guadalajara (C.I.D.I.).

En la investigación fue común en ambos laboratorios utilizar solamente dos pruebas que son: la prueba de compresión simple y la prueba de compresión triaxial rápida sin drenaje. A continuación detallaremos el procedimiento para la correcta elaboración de cada prueba.

3.2.1. PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE

El procedimiento de la prueba de compresión simple es similar que la de la prueba triaxial, pero sin el uso de la cámara, ya que como su procedimiento no la necesita, por ser una prueba meramente de compresión. Los pasos a seguir

en la prueba de compresión simple son los siguientes:

1. De la muestra inalterada se labra un espécimen con un tubo muestreador, que después se procede a recortarlo con una sierra de alambre fino o con un cuchillo, procurando dejar una relación de esbeltez de 2 a 3.
2. Se coloca el espécimen en la máquina de compresión simple o en su defecto la máquina de compresión triaxial pero sin la cámara, cuidando que quede centrada en el plato de la máquina. Un brazo que trae el aparato nos permite conocer la magnitud de la deformación vertical por medio de un micrómetro.
3. Se le aplica la carga a una velocidad que haga comprimir el espécimen a una razón de 0.5 a 1.0% de su altura por minuto, la carga aplicada se muestra en la carátula que se encuentra en la parte superior, dentro del anillo del aparato.
4. La falla la localizamos fácilmente cuando el micrómetro del anillo baja de velocidad, titubea o se para, y se regresa mientras se le sigue aplicando la carga.
5. Se obtiene la carga p de ruptura leída en el micrómetro haciendo uso de la curva de calibración que cada aparato tiene.

El esfuerzo unitario de ruptura será:

qu = $\sigma = \frac{P}{A \text{ corregida}} = 2 C_1$; y el área corregida es:

$$A \text{ corregida} = \frac{A_m}{1 - \text{Def. Unit.}}$$

El área corregida será igual al área inicial A de la muestra dividida entre uno menos la deformación unitaria, o sea:

$$A \cdot h = A' \cdot h'$$

$$A \cdot h = a' \cdot h (1 - \epsilon)$$

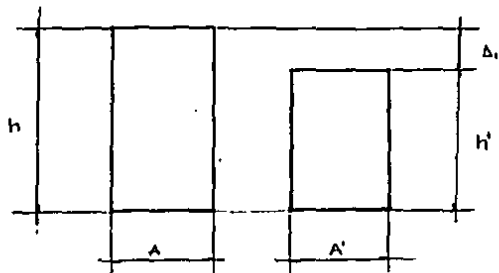
$$A' = \frac{A}{1 - \epsilon}$$

Donde:

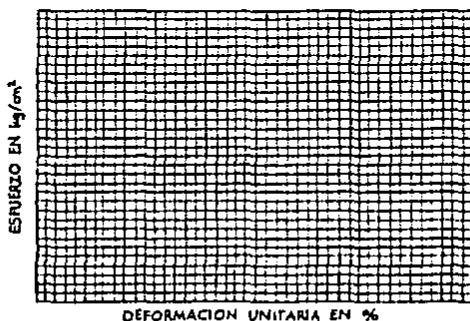
ϵ : Deformación unitaria

A' = Área corregida

h = Altura de la muestra



Con los datos de la prueba que obtuvimos construimos - una gráfica de esfuerzos-deformaciones unitarias, con la - cual obtenemos el módulo de elasticidad aproximado del sug lo:



En la hoja de reporte de la prueba de compresión simple primeramente se toman las medidas de la muestra y se escriben todos los datos que en ella se ocupe.

En el caso de las medidas de la muestra en la hoja de - reporte, vienen tres diámetros, que es el superior, central e inferior designados como: D_s , D_c , D_i respectivamente. - Por otro lado, la altura de la muestra es designada como - h_m ; y una cosa muy similar pasa en el caso de las áreas que hay: A_s , A_c , A_i para señalar la superior, central e infe--rior, respectivamente, con la cual obtenemos una área prome dio mediante la ecuación que se encuentra en la hoja de cál culo:

$$AM = \frac{As + JAc + Ai}{6} = \text{Cm}^2$$

En seguida pesamos la muestra y con los datos del diámetro que nos sirve para conocer el área y multiplicando - por la altura h_m obtenemos el volumen, que con estos datos tendremos el peso volumétrico del material.

En la misma hoja se debe poner la velocidad de aplicación de la carga y se procede a llenar la tabla correspondiente a la carga en kilogramos, que se lee en el micrómetro calibrado en kgs., o en su defecto, con un deformímetro que tenga una curva de calibración, en ese caso se deberá dividir en dos esa columna y en el lado izquierdo poner la lectura del micrómetro, que posteriormente, en el derecho con el auxilio de la curva de calibración obtenemos el valor de la carga dada en kgs., se anota en la hoja de registro. Por otro lado, en una forma simultánea se toma la lectura del micrómetro que corresponde a la deformación que va teniendo la muestra durante la prueba, es necesario que dos personas estén atentas en la lectura en ambos micrómetros, por la exactitud en el transcurso de la prueba.

En el caso de la lectura en el micrómetro para el cálculo de la deformación total, si tenemos que la graduación

sea en pulgadas, la lectura del micrómetro se multiplica - por 25.4 mm y el producto es dividido entre 100 para obtener la deformación total en milímetros:

$$S_t = \frac{\text{Lectura} \times 25.4 \text{ m.m.}}{100}$$

En el caso de la deformación unitaria, el cálculo es - muy sencillo, porque el dato de la deformación total antes obtenida lo dividimos entre el valor de l_{0a} (mm).

$$S_{\text{unit}} = \frac{S_t}{l_{0a} \text{ (mm.)}}$$

En las columnas posteriores, el área corregida ya sabemos como obtenerla, y por otro lado, el esfuerzo se calcula con la división de la carga en el intervalo dado entre el - área corregida y las unidades son el Kg/cm^2 .

En la misma hoja de registro de datos encontramos los - datos para determinar el contenido de agua y otros datos importantes, como se describe en el capítulo II, sección 2.2 para tener el conocimiento más objetivo del material que estamos estudiando.

Los formatos en la prueba de compresión simple es muy -

similar en ambos laboratorios, ya que la única diferencia es que la hoja está membretada con la razón social de cada empresa, a continuación mostramos la hoja utilizada en la -
Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.), donde se puede apreciar todos los incisos que hemos explicado antes:

**SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS**

DEPENDENCIA _____

CENTRO SOP _____ UNIDAD DE LABORATORIOS 55

RESIDENCIA _____

COMPRESION SIMPLE

DESCRIPCION DE LA MUESTRA _____	ENSAYE N° _____
ESTUDIO POR EFECTUAR _____	FECHA DE INICIACION _____
PROCEDENCIA _____	FECHA DE TERMINACION _____
LABORATORISTA _____	

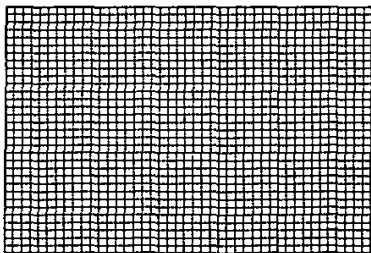
MEDIDAS DE LA MUESTRA:

Ds = _____ cm As = _____ cm² Wl = _____ g
 Dc = _____ cm Ac = _____ cm² Vm = _____ cm³
 Di = _____ cm Ai = _____ cm² ym = _____ kg/m³
 Hm = _____ cm Am = $\frac{As + 4 Ac + Ai}{6}$ = _____ cm²

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA:

$\frac{\delta}{A \text{ cada } \delta}$

TIEMPO TRANSCURRIDO min	CARGA kg	LECTURA MICROMETRO mm	DEFORMACION TOTAL mm	DEFORMACION UNITARIA	1 - DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²



(AREA CORREGIDA = $\frac{Am}{1 - Del. unil.}$)

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:

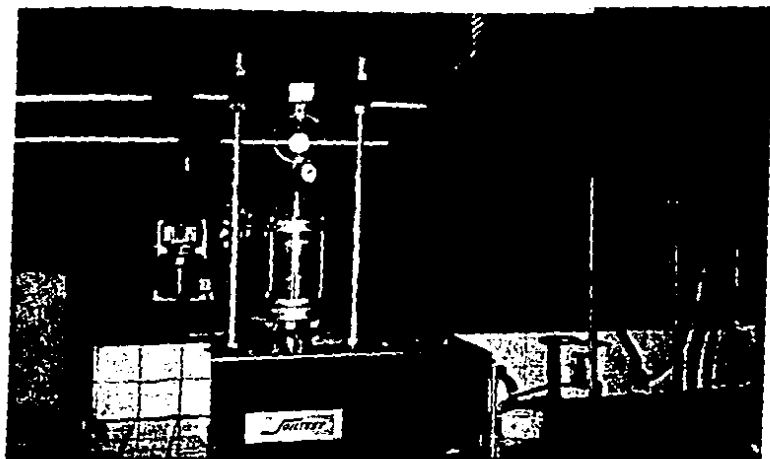
DEFORMACION UNITARIA EN %

OBSERVACIONES: _____

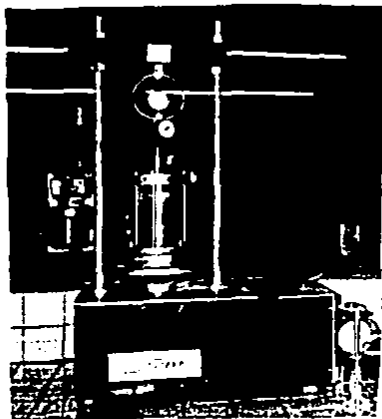
3.2.2 PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

La prueba de compresión triaxial rápida sin drenar es la más utilizada en los laboratorios, en seguida procederemos a aplicar el desarrollo de la prueba.

1. De la muestra inalterada se obtiene un espécimen por medio de un muestreador que las propiedades de dicha muestra son similares a la prueba de compresión simple, - - acerca de la relación de esbeltez de 2 a 3, teniendo cuidado de no fracturar la muestra.
2. Se pesa el espécimen y se mide su longitud o altura y - posteriormente se pone a secar 100 grs. de dicha muestra para determinar el contenido de humedad.
3. La probeta se cubre con una membrana impermeable, dicha membrana es de hule latex, con el propósito de aislar la probeta del agua. Al poner la membrana con la ayuda de un aparato que en la fotografía siguiente se muestra:



4. Se procede a bajar el plato inferior hasta que pueda liberar a la probeta al colocarla en la máquina, la cámara triaxial; después se coloca la probeta de manera que quede vertical y que quede perfectamente bien aislada; es decir, que la membrana esté sujeta con las bases por medio de una liga.



5. Se coloca la cámara triaxial, procurando que el vástago haga contacto con la base superior de la probeta, colocando el reloj micrómetro en ceros (carga) después se cierran las válvulas de la cámara previamente cerrada herméticamente y se llena la cámara de agua, verificando la presión por medio del manómetro esté a 0.25 kg/cm^2 . y al abrir lentamente la válvula para que la presión en la cámara no sea brusca.
6. Se coloca el deformímetro en ceros, y se procede a efectuar el ensaye, con la velocidad del aparato, ya que existen electrónicos y manuales y se toman los datos como en la prueba de compresión simple, que en el aspecto de cálculo es igual y obtenemos una gráfica donde vemos el esfuerzo del material.

La prueba termina cuando la muestra se deforme un 25% -

de su altura y después se ensaya a una presión de 0.5, -
0.75 kg/cm². que con estos datos obtenemos la solución grá-
fica de Mohr.

La hoja de reporte es parecida a la de compresión sim-
ple, así como también los cálculos de la hoja de registro.

A continuación se muestra una hoja de registro de la -
Secretaría de Comunicaciones y Transportes de la prueba de
compresión triaxial rápida sin drenaje:

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
 DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS
 DIRECCION DE ESTUDIOS
 SUBDIRECCION DE LABORATORIOS
 DEPARTAMENTO DE ENSAYE DE MATERIALES

60

COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

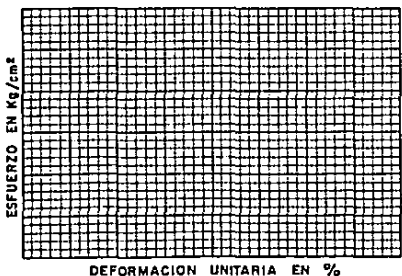
OBRA: _____ LOCALIZACION: _____ SONDEO NUM.: _____ ENSAJE NUM.: _____ MUESTRA NUM.: _____ PROF.: _____ DESCRIPCION: _____	FECHA: _____ OPERADOR: _____ CALCULO: _____
---	---

MEDIDAS DE LA MUESTRA:

1 D _s = _____ cm	5 A _s = _____ cm ²	9 W _i = _____ g
2 D _c = _____ cm	6 A _c = _____ cm ²	10 V _t = _____ cm ³
3 D _i = _____ cm	7 A _i = _____ cm ²	11 Y _m = _____ Ton/m ³
4 H _m = _____ cm	8 A _m = $\frac{A_s + 4A_c + A_i}{6}$	12 V _s = _____ cm ²

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA: _____ Kg/cm²

13	14	15	16	17	18	19	20	CONTENIDO DE AGUA	
TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	I - DEF. UNIT.	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR		
MIN.	Kg	mm	mm	—	—	cm ²	Kg/cm ²		
								21	CAPSULA NUM
								22	PESO CAP. + sh.
								23	PESO CAP + s.s.
								24	PESO AGUA
								25	PESO CAPSULA
								26	PESO SUELO SECO
								27	W %
								$e_1 = \frac{V_1}{V_s} - 1$ $V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots =$ $e_1 = \dots - 1 =$ $e_1 = \frac{S_s \bar{T}_w}{T_s}$ $S_s \bar{T}_w = \dots - \bar{T}_s =$ $e_1 = \dots =$ $G_w = \frac{W_s S_s}{e}$ $G_w = \dots = \%$	



NOTA: AREA CORREG. = $\frac{A_m}{1 - \text{DEF. UNIT.}}$
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:

OBSERVACIONES: _____

CAPITULO IV

4. PROPOSICION DEL PROGRAMA

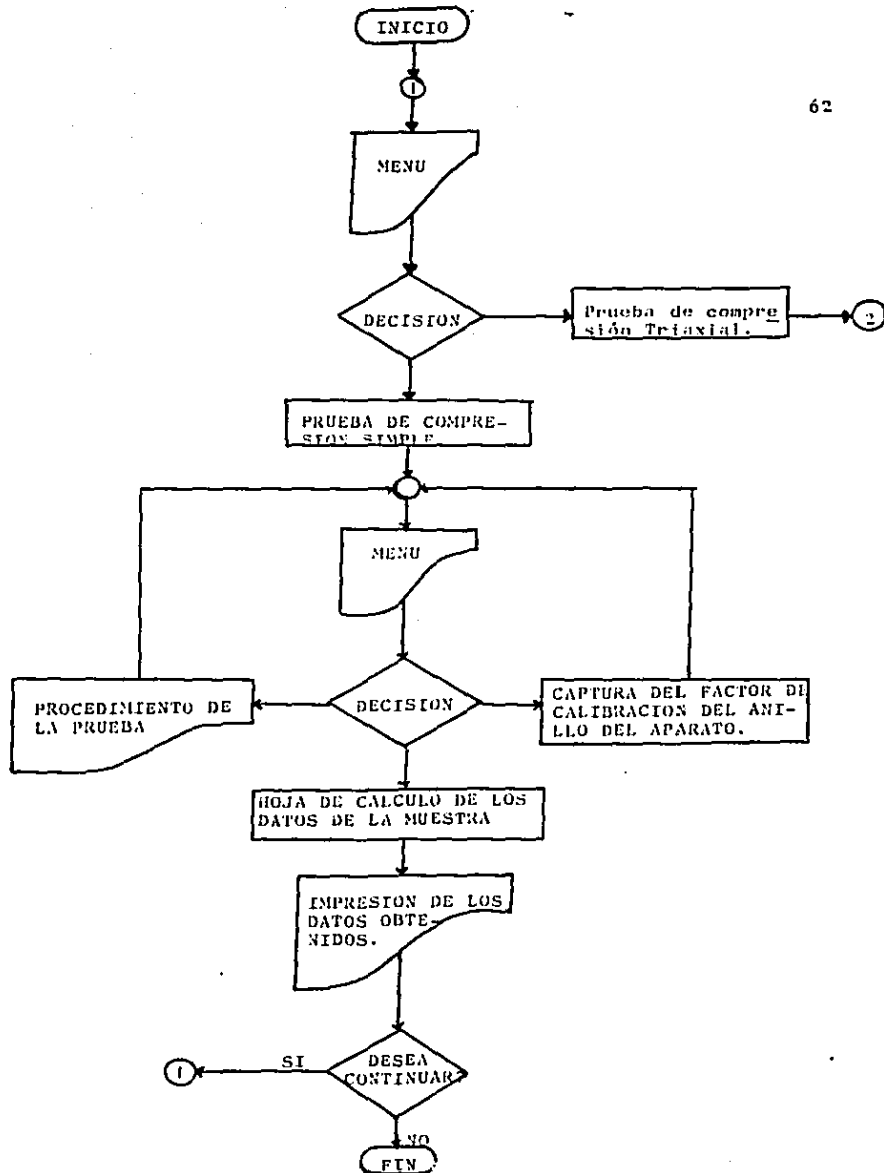
El programa fue elaborado para dos tipos de pruebas:

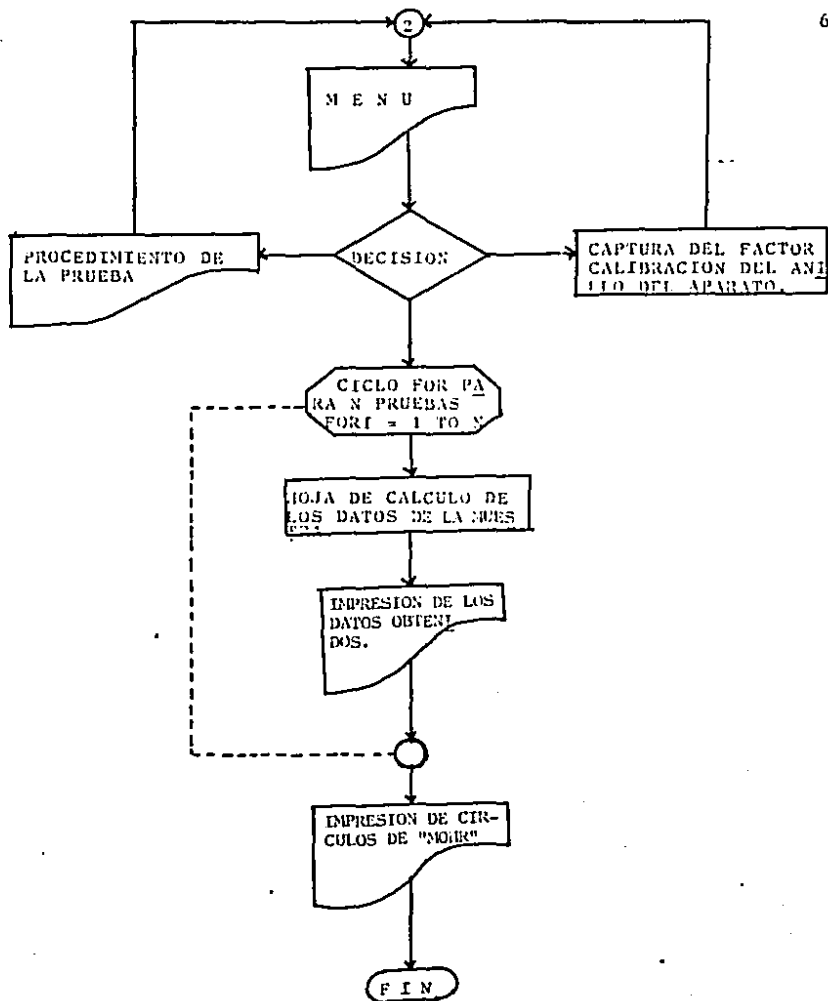
La prueba de Compresión Simple y la Prueba de Compresión Triaxial Rápida sin Drenaje, por ser las más usadas en los laboratorios.

Para esto, se hizo una visita en esta ciudad, llegando todos a una misma conclusión, que estas dos pruebas se obtienen todos los datos necesarios para los fines prácticos.

4.1 DIAGRAMA DE FLUJO

A continuación se presenta el diagrama de flujo del programa, en el cual se refiere en una forma compacta el desarrollo del mismo:





4.2 CODIFICACION AL LENGUAJE "BASIC"

En seguida se presenta la codificación del diagrama de flujo al Lenguaje Basic (GW) por la ventaja de adaptabilidad a la resolución de gráficas. el cual fue elaborado en las terminales de la Universidad Autónoma de Guadalajara, - que son computadoras IBM P/C, que son en la actualidad las más usadas en cualquier rama, ya sea en el aspecto administrativo como el ingenieril.

```

10 REM PRESENTACION DEL PROGRAMA 11
20 CLS :KEY OFF:SCREEN 1
30 REM DIMENSIONAMIENTO PARA LAS VARIABLES DE LAS PRUEBAS
40 DIM C(20),M(20),F(20),DEFT(20),DEFU(20),L(20),AC(20),ESF(20)
50 DIM CT(20,20),MT(20,20),BST(20),DCT(20),DIT(20),HMT(20)
60 DIM WIT(20),GS(20),FT(20,20),DEFTT(20,20),DEFUT(20,20),ACTT(20,20)
70 DIM LT(20,20),ACT(20),ESFT(20,20),AMT(20),AST(20),AIT(20)
80 DIM VMT(20),GAMAT(20)
90 LOCATE 1,1
100 LINE(150,47)-(500,155),,B
110 LINE(100,20)-(550,183),,B
120 PAINT(110,35),1
130 SOUND 900,3,SGUND 700,2:FOR I=1 TO 2: SOUND 900,2:NEXT
140 LOCATE 8,33:PRINT"TESIS PROFESIONAL"
150 LOCATE 10,27:PRINT"QUE PARA OBTENER EL TITULO DE"
160 LOCATE 12,33:PRINT"INGENIERO CIVIL"
170 LOCATE 14,38:PRINT"PRESENTA"
180 LOCATE 16,15:PRINT"GABRIEL DE JESUS ESCOBAR DEL BARCO"
190 LOCATE 18,29:PRINT"GUADALAJARA, JALISCO 1933"
200 FOR I=1 TO 4500
210 NEXT I
220 CLS
230 LINE (150,47)-(500,155),,B
240 LINE (100,20)-(550,183),,B
250 PAINT(110,35),1
260 LOCATE 10,33:PRINT" APLICACION DE LA COMPUTADORA"
270 LOCATE 12,26:PRINT"EN LA INTERPRETACION DE"
280 LOCATE 14,33:PRINT"DE RESULTADOS DE"
290 LOCATE 16,22:PRINT"LA PRUEBA TRIAXIAL"
300 FOR I=1 TO 4000
310 NEXT I
320 REM AGADA PRESENTACION Y EMPIEZA EL PRIMER MENU
330 CLS
340 LINE (150,47)-(500,155),,B
350 LINE (100,20)-(550,183),,B
360 PAINT(110,35),1
370 LOCATE 10,33:PRINT"MENU"
380 LOCATE 12,28:PRINT"A. PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE"
390 LOCATE 14,26:PRINT"B. PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA"
400 LOCATE 16,23:PRINT"QUE OPCION DESEA:"
410 IF INKEYS<>" " THEN 410
420 OOS=INKEYS:IF OOS="" THEN 410
430 IF OOS="A" OR OOS="a" THEN OOS="A":OBS="PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE":GOTO 4
440 IF OOS="B" OR OOS="b" THEN OOS="B":OBS="PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL":GOTO 4
450 GOTO 400
460 REM EMPIEZA MENU DE LA PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE
470 CLS
480 LINE (150,47)-(500,155),,B
490 LINE (100,20)-(550,183),,B
500 PAINT(110,35),1
510 LOCATE 9,39:PRINT"MENU"
520 LOCATE 11,28:PRINT :OBS
530 LOCATE 13,28:PRINT"A. PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA"
540 LOCATE 14,26:PRINT"B. CALIBRACION DEL ANILLO DEL"
550 LOCATE 15,29:PRINT"APARATO"
560 LOCATE 16,26:PRINT"C. HOJA DE CALCULO"
570 LOCATE 5,10
580 LOCATE 18,30:PRINT "QUE OPCION DESEA."
590 IF INKEYS<>" " THEN 590
600 OCS=INKEYS:IF OCS="" THEN 600
610 IF OCS="A" OR OCS="a" THEN 6480
620 IF OCS="B" OR OCS="b" THEN 650

```

```

630 IF Q25="C" OR Q25="C" THEN 700
640 GOTO 580
650 REM ACABA MENU PARA COMPRESION SIMPLE
660 REM LLAMA SUBROUTINA PARA LLAMAR EL FACTOR DE CONVERSION DEL ANILLO
670 REM DEL APARATO DADO EN GRAMOS
680 GOSUB 2790
690 GOTO 460
866
700 REM SE COMPRUEBA SI LA BANDERA ES="PASO" SE ENCENDIO O NO!!
710 IF ES="PASO" THEN 740
720 REM BANDERA APAGADA, SE LLAMA SUBROUTINA PARA CARGAR EL FACTOR
730 GOSUB 2790
740 REM LLAMA SUBROUTINA PARA CARGAR EL FORMATO DE LA HOJA DE CALCULO
750 GOSUB 2920
760 REM EMPIEZA CAPTURA DE DATOS DE LA MUESTRA EN COMPRESION SIMPLE
770 LOCATE 5,15:INPUT;P5
780 LOCATE 5,61:INPUT;E5
790 LOCATE 6,14:INPUT;E5
800 LOCATE 6,61:INPUT;T5
810 LOCATE 7,17:INPUT;L5
820 LOCATE 8,13:INPUT;U5
830 LOCATE 13,5:INPUT;D5
840 LOCATE 14,5:INPUT;D5
850 LOCATE 15,5:INPUT;D1
860 LOCATE 16,5:INPUT;M5
870 LOCATE 13,49:INPUT;W1
880 LOCATE 17,35:INPUT;V5
890 LOCATE 17,65:INPUT;C5
900 REM LLAMA SUBROUTINA POSIBLES ERRORES EN LOS DATOS DE LA MUESTRA
910 GOSUB 3440
920 REM EMPIEZA CALCULOS DE AREAS GAMA VOLUMEN
930 P1=3.1416
940 AS=(D52*P1)/4
950 AC=(D52*P1)/4
960 A1=(D12*P1)/4
970 LOCATE 13,27:PRINT USING "###.###";AS
980 LOCATE 14,27:PRINT USING "###.###";AC
990 LOCATE 15,27:PRINT USING "###.###";A1
1000 AM=(AS+A1+AC)/6
1010 LOCATE 16,44:PRINT USING "###.###";AM
1020 VM=AM*MM
1030 LOCATE 14,49:PRINT USING "###.###";VM
1040 GAMA=W1/(VM*1000)
1050 LOCATE 15,49:PRINT USING "##.#****";GAMA
1060 REM ACABA CALCULOS DE AREAS GAMA VOLUMEN
1070 LOCATE 23,8:PRINT "<<presione la barra espaciadora para continuar>>"
1080 IF INKEYS<>" " THEN 1080
1090 CMDS=INKEYS:IF CMDS="" THEN 1090
1100 IF CMDS<>" " THEN 1090
1110 REM LLAMA SUBROUTINA DE LA HOJA DE CALCULO 23. PARTE
1120 GOSUB 3160
1130 REM EMPIEZA CAPTURA DE LECTURAS DE LOS DEFORMIMETROS CARGA DEFORMACION
1140 REM CON LAS VARIABLES DE: C(1), M(1)
1150 FOR I=1 TO 100
1160 PRINT TAB(2)";":INPUT;C(1)
1170 PRINT TAB(23)";":INPUT;M(1)
1180 REM COMPRUEBA LA ULTIMA CAPTURA DE DATOS
1190 IF C(1)<>0 THEN 1220
1200 N=1-I
1210 GOTO 1230
1220 NEXT I
1230 REM LLAMA SUBROUTINA POSIBLES ERRORES EN LA CAPTA DE LAS LECTURAS
1240 GOSUB 3920
1250 REM EMPIEZA EL CALCULO DE LA HOJA DE DATOS

```

```

1260 GOSUB 3160
1270 FOR I=1 TO N
1280 P(I)=C(I)*F
1290 DEFT(I)=M(I)*25.4/1000
1300 DEFU(I)=DEFT(I)/(HM*10)
1310 L(I)=1-DEFU(I)
1320 AC(I)=AM/(L(I))
1330 ESF(I)=F(I)/AC(I)
1340 PRINT TAB(2)USING "44.4";C(I);PRINT TAB(13)USING "44.4";F(I);
1350 PRINT TAB(23)USING "44.4";M(I);PRINT TAB(33)USING "44.4";DEFT(I);
1360 PRINT TAB(13)USING "44.4";DEFU(I);
1370 PRINT TAB(23)USING "44.4";L(I);
1380 PRINT TAB(37)USING "44.4";AC(I);PRINT TAB(75)USING "44.4";ESF(I)
1390 NEXT I
1400 IF INKEY$="" THEN 1400
1410 CMD$=INKEY$:IF CMD$="" THEN 1410
1420 IF CMD$="" THEN 1410
1430 REM PREGUNTA SI QUIERE IMPRESION DE LA HOJA DE CALCULO
1440 CLS:LOCATE 18,28:PRINT"QUIERE IMPRIMIR LOS RESULTADOS S/N ?"
1450 IF INKEY$="" THEN 1450
1460 CMD$=INKEY$:IF CMD$="" THEN 1460
1470 IF CMD$="S" OR CMD$="s" THEN 1500
1480 IF CMD$="N" OR CMD$="n" THEN 1520
1490 GOTO 1430
1500 REM LLAMA SUBROUTINA PARA LA IMPRESION DE LA HOJA DE CALCULO(IMPRESOR)
1510 GOSUB 3200
1520 REM FINALIZA EL PROGRAMA PREGUNTANDO SI DESEA HACER OTRA PRUEBA
1530 CLS
1540 LOCATE 11,11:PRINT"DESEA HACER OTRA PRUEBA S/N?"
1550 IF INKEY$="" THEN 1550
1560 CMD$=INKEY$:IF CMD$="" THEN 1560
1570 IF CMD$="S" OR CMD$="s" THEN 1570
1580 IF CMD$="N" OR CMD$="n" OR CMD$="0" OR CMD$="00" THEN 1610
1590 IF CMD$="" OR CMD$=" " OR CMD$=" " OR CMD$=" " THEN 1610:PRINT
HE DEB MUCHO GRASIAS DEVIERTETE US FOR I=1 TO 10:PRINT I:GOTO 1590
1600 GOTO 1540
1600 FOR I=1 TO 1000:PRINT#TOP
1610 REM FINALIZA EL PROGRAMA PARA COMPRESION SIMPLE !!!
1620 REM EMPIEZA MENU PARA LA COMPRESION TRIAXIAL
1630 CLS
1640 LINE (110,17)-(500,113),,B
1650 LINE (100,20)-(520,155),,B
1660 PAINT(110,20),1
1670 LOCATE 9,59:PRINT"MENU"
1680 LOCATE 11,19:PRINT,055
1690 LOCATE 11,26:PRINT "A. PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA"
1700 LOCATE 14,26:PRINT "B. CALIBRACION DEL ANILLO DEL"
1710 LOCATE 16,29:PRINT "APARATO"
1720 LOCATE 18,29:PRINT "C. HOJA DE CALCULO"
1730 LOCATE 19,29:PRINT "QUE OPCION DESEA."
1740 IF INKEY$="" THEN 1740
1750 C$=INKEY$:IF C$="" THEN 1750
1760 IF C$="A" OR C$="a" THEN 1820
1770 IF C$="B" OR C$="b" THEN 1810
1780 IF C$="C" OR C$="c" THEN 1840
1790 GOTO 1730
1800 REM ACABA EL MENU PARA LA PRUEBA TRIAXIAL
1810 REM LLAMA SUBROUTINA PARA CARGAR EL FACTOR DEL ANILLO DEL APARATO
1820 GOSUB 2720
1830 GOTO 1620
1840 REM AVISO A TRES PRUEBAS MINIMO Y/O OPCION A MAS PRUEBAS
1850 CLS
1860 LINE (115,95)-(550,135),,B
1870 LINE (105,90)-(560,140),,B
1880 PAINT(110,92),1

```

```

1390 LOCATE 14,17:PRINT "NECESITA HACER TRES ENSAYES MINIMO A DIFERENTES G3"
1900 LOCATE 15,17:PRINT "SI DESEA HACER MAS ENSAYES, DEME EL NO. DE ENSAYES;"
1910 LOCATE 16,17:INPUT "DE LO CONTRARIO OPRIMA <<RETORNO>>:,"X3
1920 IF X3=0 OR X3=3 THEN X3=3
1930 REM COMPROBABA SI YA ESTA CARGADO EL FACTOR DEL ANILLO
1940 IF SS="PASO" THEN 1970
1950 REM BANDEIRA APAGADA!!! LLAMA SUBROUTINA PARA CARGAR EL FACTOR DEL ANILLO
1960 GOSUB 3790
1970 REM PREGUNTA TOMAR VARIAS LECTURAS O SOLO LAS DE FALLA
1980 CLS
1990 LINE (100,100)-(560,125),,B
2000 LINE (110,100)-(570,130),,B
2010 FACHT(110,100),1
2020 LOCATE 15,17:PRINT "DESEA TOMAR VARIAS LECTURAS EN CADA MUESTRA: S/N:"
2030 IF INKEYS="" THEN 2030
2040 ABCDS=INKEYS:IF ABCDS="" THEN 2040
2050 IF ABCDS="S" OR ABCDS="s" THEN 2080
2060 IF ABCDS="N" OR ABCDS="n" THEN ABCDS="NO".GOTO 3830
2070 GOTO 3020
2080 REM LLAMA SUBROUTINA FORMATO HOJA DE CALCULO
2090 GOSUB 3820
2100 REM EMPIEZA CAPTURA DE DATOS GENERALES DE LA MUESTRA INALTERADA.
2110 REM TAMPO COMO LA VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA DEL APARATO
2120 LOCATE 3,13:INPUT ,FS
2130 LOCATE 5,31:INPUT ,FS
2140 LOCATE 6,14:PRINT " " :LOCATE 3,13:PRINT "? ENSAYE"
2150 LOCATE 6,31:INPUT ,FS
2160 LOCATE 7,17:INPUT ,LS
2170 LOCATE 8,13:INPUT ,US
2180 LOCATE 17,35:INPUT ,VS
2190 REM LLAMA SUBROUTINA DE POSIBLES ERRORES DE LOS DATOS GENERALES P.O.TRIAXIAL
2200 GOSUB 3810
2210 REM EMPIEZA A FORMAR UN CICLO "FOR" PARA LAS N PRUEBAS
2220 FOR M=1 TO N
2230 REM LLAMA SUBROUTINA PARA EL FORMATO DE LA HOJA DE CALCULO
2240 GOSUB 3820
2250 LOCATE 3,13:PRINT,FS
2260 LOCATE 5,31:PRINT ,FS
2270 LOCATE 6,14:PRINT ,M:LOCATE 3,13:PRINT "? ENSAYE"
2280 LOCATE 6,31:PRINT ,FS
2290 LOCATE 7,17:PRINT ,LS
2300 LOCATE 8,13:PRINT ,US
2310 LOCATE 17,35:PRINT ,VS
2320 REM LLAMA SUBROUTINA PARA LA CAPTURA DE DATOS DE LA MUESTRA
2330 GOSUB 3830
2340 REM LLAMA SUBROUTINA PARA CORRECCIONES DE POSIBLES ERRORES DE LOS DATOS
2350 GOSUB 3830
2360 REM LLAMA SUBROUTINA DE CALCULO DE AREAS VOLUMEN Y GAMA
2370 GOSUB 3890
2380 LOCATE 21,3:PRINT "<<esprieme la barra espaciadora para continuar>>"
2390 IF INKEYS="" THEN 2390
2400 CMDS=INKEYS:IF CMDS="" THEN 2400
2410 IF CMDS="" THEN 2400
2420 REM LLAMA SUBROUTINA PARA LA SEGUNDA PARTE DE LA HOJA DE CALCULO
2430 GOSUB 3160
2440 REM LLAMA SUBROUTINA LECTURA DE DATOS DE LOS DEFORMIMETROS CARGA-DEF(C,M)
2450 GOSUB 3790
2460 REM LLAMA SUBROUTINA CORRECCIONES DE POSIBLES ERRORES DE DATOS ANTERIORES
2470 GOSUB 3830
2480 REM LLAMA SUBROUTINA 2APARTE DE LA HOJA DE CALCULO
2490 GOSUB 3160
2500 REM EMPIEZA EL CALCULO DE LA HOJA DE DATOS DE C Y M EN LA PRUEBA TRIAXIAL
2510 FOR I=1 TO N
2520 FT(M,I)-CT(M,I)*F

```



```

2530 DEFTT(M,I)=MT(M,I)*25.4/1000
2540 DEFTU(M,I)=DEFTT(M,I)/(HMT(M)*10)
2550 LT(M,I)=1-DEFUT(M,I)
2560 ACTT(M,I)=AMT(M)/(LT(M,I))
2570 ESFT(M,I)=PT(M,I)/ACTT(M,I)
2580 PRINT TAB(1)USING "###.#####";CT(M,I);;PRINT TAB(11)USING "###.###";PT(M,I)
.
2590 PRINT TAB(21)USING "###.#####";MT(M,I);;PRINT TAB(31)USING "###.#####";E
FTT(M,I);
2600 PRINT TAB(41)USING "###.#####";DEFUT(M,I);
2610 PRINT TAB(54)USING "###.#####";LT(M,I);
2620 PRINT TAB(63)USING "###.#####";ACTT(M,I);;PRINT TAB(73)USING "###.###";ES
T(M,I)
2630 NEXT I
2640 FOR I=1 TO 4000 :NEXT
2650 GOSUB 3030
2660 NEXT M
2670 REM LLAMA SUBROUTINA DE LOS CIRCULOS DE MCHR
2680 GOSUB 3090
2690 REM FINALIZA EL PROGRAMA PREGUNTANDO SI DESEA HACER OTRA PRUEBA
2700 CLS
2710 LOCATE 14,10:PRINT "DESEA HACER OTRA PRUEBA. S/N"
2720 IF INKEYS="" THEN 2730
2730 OFS=INKEYS:IF OFS="" THEN 2700
2740 IF OFS="S" OR OFS="s" THEN 2700
2750 IF OFS="N" OR OFS="n" THEN CLS:LOCATE 14,10:PRINT"ME DID MUCHO GUSTO SERVIR
TE "
FOR I=1 TO 10: SOUND 400,1:NEXT I:GOTO 2730
2760 GOTO 2730
2770 FOR I=1 TO 3000 :NEXT:STOP
2780 REM ***** AGNE EMPREBAN TODAS LAS SUBROUTINAS *****
2790 REM ***** SUBROUTINA PARA CARGAR EL FACTOR DE CONVERSION DEL ANILLO DEL APARATO *****
2800 REM ***** Y ESTE SE LE DARA EN GRANOS *****
2810 CLS
2820 LINE (100,90)-(100,100),B
2830 LINE (100,90)-(100,100),B
2840 PRINT "###.###"
2850 LOCATE 14,10:PRINT "CARGA EL FACTOR DE CONVERSION DEL ANILLO DEL"
2860 LOCATE 15,10:PRINT "APARATO EN GRANOS. 0.001 IN",F
2870 REM SE ENCIENDE LA BANDERA INDICADORA ES="PASO"
2880 ES="PASO"
2890 REM TERMINA LA SUBROUTINA DE LA CARGA DE FACTOR DEL ANILLO DE CARGA DEL
2900 REM APARATO
2910 RETURN
2920 REM EMPREBA LA SUBROUTINA PARA EL FORMATO DE LA HOJA DE CALCULO
2930 CLS
2940 LOCATE 1,30:PRINT "-----"
2950 LOCATE 2,18:PRINT "--- UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA ---"
2960 LOCATE 3,22:PRINT "-----"
2970 LOCATE 4,1:PRINT "*****"
2980 LOCATE 5,3:PRINT "PROCEDENCIA. FECHA DE INICIACION"
.
2990 LOCATE 6,3:PRINT "ENSAYE No.: FECHA DE TERMINACION"
.
3000 LOCATE 7,3:PRINT "LABORATORISTA:"
3010 LOCATE 8,3:PRINT"UBICACION:"
3020 IF OFS="A" THEN OPOS=" DE COMPRESION SIMPLE" :GOTO 3040
3030 IF OFS="B" THEN OPOS=" TRIAXIAL RAPIDA SIN DRENAR"
3040 LOCATE 9,28:PRINT "PRUEBA";OPOS
3050 LOCATE 10,1:PRINT "*****"
3060 LOCATE 11,30:PRINT "MEDIDAS DE LA MUESTRA"

```

```

3070 LOCATE 13,2:PRINT "Ds= Cm As= Cm2 w1=
gr"
3080 LOCATE 14,2:PRINT "Dc= Cm Ac= Cm2 Vm=
Cm3"
3090 LOCATE 15,2:PRINT "D1= Cm A1= Cm2 Qm=
Kg/cm3"
3100 LOCATE 16,2:PRINT "Hm= Cm Am=( As+4*Ac+A1 )/6= 70
Cm2"
3110 IF C02="A" THEN LOCATE 17,2:PRINT "VELOCIDAD DE APLICACION DE CARGA:
A CADA ".GOTO 3130
3120 LOCATE 17,2:PRINT "VELOCIDAD DE APLICACION DE CARGA:
G3="
3130 LOCATE 18,1:PRINT "*****"
3140 REM ACABA SUBROUTINA PARA LA HOJA DE CALCULO 1a. PARTE
3150 RETURN
3160 REM EMPIEZA SUBROUTINA HOJA DE CALCULO 2a. PARTE
3170 GLS
3180 LOCATE 3,1:PRINT "CARGA"
3190 LOCATE 3,2:PRINT "LECTURA"
3200 LOCATE 3,3:PRINT "DEFORMACION"
3210 LOCATE 3,4:PRINT "DEFORMACION"
3220 LOCATE 3,5:PRINT "1-DEFORMA-"
3230 LOCATE 3,6:PRINT "ARDA"
3240 LOCATE 3,7:PRINT "ESPESOR"
3250 LOCATE 3,8:PRINT "SECTURA"
3260 LOCATE 3,9:PRINT "MICROMETRO"
3270 LOCATE 3,10:PRINT "ESCALA"
3280 LOCATE 3,11:PRINT "UNIDADES"
3290 LOCATE 3,12:PRINT "SECCION CUESTA"
3300 LOCATE 3,13:PRINT "SIDRE-"
3310 LOCATE 3,14:PRINT "SI"
3320 LOCATE 3,15:PRINT "MICRAS-"
3330 LOCATE 3,16:PRINT "MM"
3340 LOCATE 3,17:PRINT "ARA"
3350 LOCATE 3,18:PRINT "SECA"
3360 LOCATE 3,19:PRINT "K/GCM2"
3370 LOCATE 3,20:PRINT "TRQ"
3380 LOCATE 3,21:PRINT "E"
3390 LOCATE 3,22:PRINT "CMOI"
3400 PRINT "-----"
3410 REM TERMINA SUBROUTINA DEL FORMATO DE LA HOJA DE CALCULO COMPRESION SIMPLE
3420 REM PARA PRUEBAS ADICIONALES
3430 RETURN
3440 REM SUBROUTINA DE CORRECCIONES DE POSIBLES ERRORES EN LOS DATOS DE LA
3450 REM MUESTRA DE LA PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE
3460 LOCATE 19,10:PRINT "DESEA HACER ALGUNA CORRECCION ? S/N"
3470 IF INKEYS<>" " THEN 3470
3480 ABCS=INKEYS:IF ABCS="" THEN 3480
3490 LOCATE 19,10:PRINT " "
3500 IF ABCS="S" OR ABCS="s" OR ABCS="SI" OR ABCS="si" THEN 3500
3510 IF ABCS="N" OR ABCS="n" OR ABCS="NO" OR ABCS="no" THEN 3510
3520 GOTO 3460
3530 LOCATE 20,2:PRINT "[A] Procedencia"
3540 LOCATE 20,54:PRINT "[C] Velocidad de carga"
3550 LOCATE 21,2:PRINT "[B] Ensayo No."
3560 LOCATE 20,40:PRINT "[G] Ds"
3570 LOCATE 22,2:PRINT "[C] Laboratorista"
3580 LOCATE 21,45:PRINT "[H] Dc"
3590 LOCATE 20,20:PRINT "[D] Fecha de iniciación"
3600 LOCATE 22,45:PRINT "[I] D1"
3610 LOCATE 21,20:PRINT "[E] Fecha de terminación"
3620 LOCATE 22,51:PRINT "[L] Hm"

```

```

3640 LOCATE 21,54:PRINT "[K] W1"
3650 LOCATE 23,7:PRINT "QUE OPCION DESEA CORREGIR"
3660 IF INKEYS<>" " THEN 3660
3670 C3=INKEYS:IF C3="" THEN 3670
3680 IF C3="A" THEN LOCATE 9,15:INPUT ;P3:GOTO 3810
3690 IF C3="B" THEN LOCATE 8,14:INPUT ;E3:GOTO 3810
3700 IF C3="C" THEN LOCATE 7,17:INPUT ;L3:GOTO 3810
3710 IF C3="D" THEN LOCATE 5,61:INPUT ;F3:GOTO 3810
3720 IF C3="E" THEN LOCATE 6,51:INPUT ;T3:GOTO 3810
3730 IF C3="F" THEN LOCATE 8,11:INPUT ;U3:GOTO 3810
3740 IF C3="G" THEN LOCATE 17,31:INPUT ;V3:LOCATE 17,33:INPUT ;C3:GOTO 3810
3750 IF C3="H" THEN LOCATE 13,8:INPUT ;D3:GOTO 3810
3760 IF C3="I" THEN LOCATE 14,3:INPUT ;DC:GOTO 3810
3770 IF C3="J" THEN LOCATE 15,3:INPUT ;DI:GOTO 3810
3780 IF C3="K" THEN LOCATE 16,3:INPUT ;DM:GOTO 3810
3790 IF C3="L" THEN LOCATE 13,45:INPUT ;M1:GOTO 3810
3800 GOTO 3830
3810 REM EMPIEZA EL ANUNCIO QUE VA CORRIGIENDO EL ERROR
3820 LOCATE 10,70:PRINT "OK".FOR C=1 TO 10: SOUND 400,1:NEXT C
3830 FOR I=1 TO 300
3840 NEXT I
3850 LOCATE 10,70:PRINT " "
3860 FOR I=1 TO 1
3870 LOCATE 11,71:PRINT " "
3880 NEXT I
3890 GOTO 3930
3900 REM TERMINA SUBROUTINA CORRECCION DATOS GENERALES CORRECCION SIMPLE
3910 RETURN
3920 REM SUBROUTINA CORRECCIONES DE C Y H PRUEBAS C,SIMPLE Y TRIAXIAL
3930 LOCATE 8,21:PRINT "DESEA HACER ALGUNA CORRECCION. S/N"
3940 IF INKEYS<>" " THEN 3940
3950 A=C3-INKEYS:IF A<0<>" " THEN 4000
3960 LOCATE 10,21:PRINT " "
3970 IF A=C3="S" OR A=C3="E" OR A=C3="I" OR A=C3="T" THEN 4000
3980 IF A=C3="H" OR A=C3="M" OR A=C3="D" OR A=C3="M1" OR A=C3="T1" THEN 4000
3990 GOTO 4000
4000 LOCATE 8,11:PRINT "CUAL DE LAS DOS LECTURAS DESEA CORREGIR ?"
4010 LOCATE 9,31:PRINT "1) LECTURA DEL MICROMETRO DEL ANILLO DE CARGA"
4020 LOCATE 10,31:PRINT "2) LECTURA MICROMETRO DEFORMACION"
4030 LOCATE 11,31:INPUT "QUE OPCION DESEA?";C
4040 IF C<>"2" THEN 4110
4050 IF C=1 THEN 4080
4060 IF C=2 THEN 4080
4070 GOTO 4080
4080 LOCATE 12,31:INPUT "DEME EL NO.DE RENGLON.";C1
4090 IF C=2 THEN 4120
4100 LOCATE 13,31:INPUT "nueva lectura C(M)=" ;C1M;
4110 GOTO 4130
4120 LOCATE 13,31:INPUT "nueva lectura M(M)=" ;M1M;
4130 LOCATE 14,70:PRINT "OK".FOR C=1 TO 10: SOUND 400,1:NEXT C
4140 FOR I=1 TO 400
4150 NEXT I
4160 LOCATE 14,70:PRINT " "
4170 FOR I= 6 TO 13
4180 LOCATE I,31:PRINT " "
4190 NEXT I
4200 GOTO 3930
4210 REM EMPIEZA CORRECCION DE C Y M DE LA PRUEBA TRIAXIAL
4220 IF C=1 THEN 4260
4230 IF C=2 THEN 4260
4240 LOCATE 12,36:PRINT " "
4250 GOTO 4080
4260 LOCATE 12,30:INPUT "DEME EL NO. DE RENGLON.";C1

```

```

4270 IF C-2 THEN 4300
4280 LOCATE 13,32:INPUT "lectura correcta CT(M,C1)=-":CT(M,C1)
4290 GOTO 4310
4300 LOCATE 13,32:INPUT "lectura correcta MT(M,C1)=-":MT(M,C1)
4310 LOCATE 14,75:PRINT "Ok":FOR O=1 TO 10: SOUND 400,1:NEXT O
4320 FOR I=1 TO 360
4330 NEXT I
4340 LOCATE 14,75:PRINT " "
4350 FOR I= 3 TO 13
4360 LOCATE I,32:PRINT " "
4370 NEXT I
4380 GOTO 4390
4390 REM ACABA SUBROUTINA CORRECCIONES DE C Y M EN COMPRESION SIMPLE Y TRIAXIAL
4400 LOCATE 6,33:PRINT " "
4410 RETURN
4420 REM SUBROUTINA PARA IMPRIMIR DATOS GENERALES MUESTRA TRIAXIAL EN LAS
4430 REM PRUEBAS SUBSECUENTES
4440 REM LLAMA SUBROUTINA PARA EL FORMATO DE LA HOJA DE CALCULO
4450 GOSUB 4990
4460 LOCATE 6,15:PRINT ,FS
4470 LOCATE 6,31:PRINT ,FS
4480 LOCATE 6,14:PRINT ,M:LOCATE 6,17:PRINT " ? ENGASTE"
4490 LOCATE 6,31:PRINT ,TS
4500 LOCATE 7,17:PRINT ,LS
4510 LOCATE 6,13:PRINT ,US
4520 LOCATE 17,31:PRINT ,VS
4530 REM TERMINA SUBROUTINA PARA IMPRIMIR LOS DATOS GENERALES MUESTRA TRIAXIAL
4540 REM EN LAS PRUEBAS SUBSECUENTES
4550 RETURN
4560 REM SUBROUTINA PARA OBTENER DATOS GENERALES DE LA PRUEBA TRIAXIAL
4570 LOCATE 13,32:PRINT "DESEA HACER ALGUNA CORRECCION? Y/N"
4580 IF ANSWER="" THEN 4610
4590 IF ANSWER="Y" THEN 4610
4600 IF ANSWER="N" THEN 4610
4610 LOCATE 13,32:PRINT " "
4620 IF ANSWER="Y" OR ANSWER="y" OR ANSWER="Y" OR ANSWER="y" THEN 4640
4630 IF ANSWER="N" OR ANSWER="n" OR ANSWER="N" OR ANSWER="n" THEN 4610
4640 GOTO 4670
4650 LOCATE 15, 7:PRINT "[A] Procedencia"
4660 LOCATE 16,41:PRINT "[D] Fecha de determinación"
4670 LOCATE 20, 7:PRINT "[E] Laboratorista"
4680 LOCATE 20,42:PRINT "[F] Ubicación "
4690 LOCATE 21, 7:PRINT "[C] Fecha de iniciación"
4700 LOCATE 21,42:PRINT "[T] Velocidad de aplicación de carga"
4710 LOCATE 22,26:PRINT "QUE OPCION DESEA CORREGIR."
4720 IF ANSWER="" THEN 4710
4730 CS=ANSWER:IF CS="" THEN 4750
4740 IF CS="A" THEN LOCATE 6,15:INPUT ,FS:GOTO 4860
4750 IF CS="E" THEN LOCATE 7,17:INPUT ,LS:GOTO 4860
4760 IF CS="C" THEN LOCATE 6,31:INPUT ,TS:GOTO 4860
4770 IF CS="D" THEN LOCATE 6,31:INPUT ,FS:GOTO 4860
4780 IF CS="E" THEN LOCATE 6,13:INPUT ,US:GOTO 4860
4790 IF CS="T" THEN LOCATE 17,31:INPUT ,VS:GOTO 4860
4790 GOTO 4730
4800 FOR I=19 TO 23
4810 LOCATE 23,26:PRINT " "
4820 LOCATE I, 7:PRINT " "
4830 LOCATE I,41:PRINT " "
4840 NEXT I
4850 GOTO 4570
4860 LOCATE 23,73:PRINT "Ok":FOR O=1 TO 10: SOUND 400,1:NEXT O
4870 FOR I=1 TO 400
4880 NEXT I
4890 LOCATE 23,73:PRINT " "

```

```

4900 GOTO 4800
4910 REM TERMINA SUBROUTINA CORRECCIONES DATOS GENERALES MUESTRA TRIAXIAL
4920 RETURN
4930 REM EMPIEZA SUBROUTINA CAPTURA DE DATOS DE LA MUESTRA TRIAXIAL INCLUYE G3
4940 LOCATE 13,5:INPUT ;DST(M)
4950 LOCATE 14,5:INPUT ;DCT(M)
4960 LOCATE 15,5:INPUT ;DIT(M)
4970 LOCATE 16,5:INPUT ;HMT(M)
4980 LOCATE 13,49:INPUT ;WLT(M)
4990 LOCATE 17,66:INPUT ;G3(M)
5000 REM ACABA SUBROUTINA DE CAPTURA DE DATOS DE LA MUESTRA TRIAXIAL
5010 RETURN
5020 REM EMPIEZA SUBROUTINA DE POSIBLES ERRORES EN LA CAPTURA DE DATOS DE LA
5030 REM MUESTRA DE LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL
5040 LOCATE 19,10:PRINT "DESEA HACER ALGUNA CORRECCION: S/N"
5050 IF INKEYS<>" " THEN 5050
5060 ABCS=INKEYS:IF ABCS="" THEN 5060
5070 LOCATE 19,10:PRINT " "
5080 IF ABCS="S" OR ABCS="s" OR ABCS="SI" OR ABCS="si" THEN 5110
5090 IF ABCS="N" OR ABCS="n" OR ABCS="NO" OR ABCS="no" THEN 5380
5100 GOTO 5040
5110 LOCATE 20,8:PRINT "[A] DC"
5120 LOCATE 20,34:PRINT "[D] HM"
5130 LOCATE 21,8:PRINT "[B] UC"
5140 LOCATE 21,34:PRINT "[E] WI"
5150 LOCATE 22,8:PRINT "[C] DI"
5160 LOCATE 22,34:PRINT "[F] G3"
5170 LOCATE 23,8:PRINT "QUE OPCION DESEA CORREGIR:"
5180 IF INKEYS<>" " THEN 5180
5190 CS=INKEYS:IF CS="" THEN 5190
5200 IF CS="A" THEN LOCATE 13,5:INPUT;DST(M):GOTO 5270
5210 IF CS="B" THEN LOCATE 14,5:INPUT ;DCT(M):GOTO 5270
5220 IF CS="C" THEN LOCATE 15,5:INPUT ;DIT(M):GOTO 5270
5230 IF CS="D" THEN LOCATE 16,5:INPUT ;HMT(M):GOTO 5270
5240 IF CS="E" THEN LOCATE 13,49:INPUT ;WLT(M):GOTO 5270
5250 IF CS="F" THEN LOCATE 17,66:INPUT ;G3(M):GOTO 5270
5260 GOTO 5170
5270 LOCATE 23,8:PRINT " "
5280 FOR I=20 TO 23
5290 LOCATE I,8:PRINT " "
5300 LOCATE I,34:PRINT " "
5310 NEXT I
5320 LOCATE 23,73:PRINT "OK":FOR O=1 TO 10: SOUND 400,1:NEXT O
5330 FOR I=1 TO 400
5340 NEXT I
5350 LOCATE 23,73:PRINT " "
5360 GOTO 5040
5370 REM ACABA SUBROUTINA CORRECCION DE DATOS MUESTRA TRIAXIAL
5380 RETURN
5390 REM EMPIEZA SUBROUTINA CALCULO DE AREAS, GAMA Y VOLUMEN
5400 P1=3.1416
5410 AST(M)=(DST(M)^2*P1)/4
5420 ACT(M)=(DCT(M)^2*P1)/4
5430 AIT(M)=(DIT(M)^2*P1)/4
5440 LOCATE 13,27:PRINT USING "###.###";AST(M)
5450 LOCATE 14,27:PRINT USING "###.###";ACT(M)
5460 LOCATE 15,27:PRINT USING "###.###";AIT(M)
5470 AMT(M)=(AST(M)+4*ACT(M)+AIT(M))/6
5480 LOCATE 16,44:PRINT USING "###.##";AMT(M)
5490 VMT(M)=AMT(M)*HMT(M)
5500 LOCATE 14,49:PRINT USING "###.###";VMT(M)
5510 GAMAT(M)=WLT(M)/(VMT(M)*1000)
5520 LOCATE 15,49:PRINT USING "##.##" ;GAMAT(M)

```

```

5530 REM ACABA SUBROUTINA DE CALCULO AREAS GAMA Y VOLUMEN EN PRUEBA TRIAXIAL
5540 RETURN
5550 REM EMPIEZA SUBROUTINA CAPTURA DE DATOS DE C Y M EN LA PRUEBA TRIAXIAL
5560 FOR I=1 TO 100
5570 PRINT TAB(2)"";:INPUT ;CT(M,I)
5580 PRINT TAB(23)"";:INPUT ;MT(M,I)
5590 REM COMPRUEBA LA ULTIMA CAPTURA DE LOS DATOS
5600 IF CT(M,I)=0 THEN N=I-1:GATO=N:GOTO 5620
5610 NEXT I
5620 REM ACABA SUBROUTINA DE CAPTURA DE DATOS DE C Y M PRUEBA TRIAXIAL
5630 RETURN
5640 REM EMPIEZA SUBROUTINA DE CALCULO DE LA HOJA DE DATOS DE C Y M DE LA
5650 REM PRUEBA TRIAXIAL
5660 FOR I=1 TO N
5670 FT(M,I)=CT(M,I)*F
5680 LOCATE 6-I,13:PRINT USING "###.##";FT(M,I)
5690 DEFTT(M,I)=MT(M,I)*25.4/1000
5700 LOCATE 6+I,33:PRINT USING "###.#####";DEFTT(M,I)
5710 DEFUT(M,I)=DEFTT(M,I)/(HMT(M)*10)
5720 LCCATE 6-I,45:PRINT USING "###.#####";DEFUT(M,I)
5730 LT(M,I)=1-DEFUT(M,I)
5740 LCCATE 6-I,56:PRINT USING "###.#####";LT(M,I)
5750 ACT(M,I)=AMT(M)/(LT(M,I))
5760 LOCATE 6+I,67:PRINT USING "###.#####";ACT(M,I)
5770 ESFT(M,I)=FT(M,I)/ACT(M,I)
5780 LOCATE 6-I,75:PRINT USING "###.#####";ESFT(M,I)
5790 NEXT I
5800 REM ACABA SUBROUTINA CALCULO DE LA HOJA DE DATOS DE C Y M DE LA
5810 REM PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL
5820 RETURN
5830 REM EMPIEZA PROGRAMA PARA PRUBA TRIAXIAL SOLO PARA LAS LECTURAS DE RUP-
5840 REM TURA
5850 REM LLAMA SUBROUTINA PARA EL FORMATO DE LA HOJA DE CALCULO
5860 GOSUB 2920
5870 LOCATE 5,15:INPUT ;FS
5880 LOCATE 5,61:INPUT ;FS
5890 LOCATE 6,61:INPUT ;TS
5900 LOCATE 7,17:INPUT ;LS
5910 LOCATE 8,13:INPUT ;US
5920 LOCATE 17,35:INPUT ;VS
5930 REM LLAMA SUBROUTINA POSIBLES ERRORES DE LOS DATOS GENERALES TRIAXIAL
5940 GOSUB 4560
5950 FOR M=1 TO XC
5960 REM LLAMA SUBROUTINA PARA IMPRIMIR DATOS PARTICULARES DE LA MUESTRA TRIAXIAL
5970 GOSUB 4420
5980 REM LLAMA SUBROUTINA CAPTURA DE DATOS PARTICULARES DE LA MUESTRA TRIAXIAL
5990 GOSUB 4930
6000 REM LLAMA SUBROUTINA CORRECCION DE POSIBLES ERRORES DE LOS DATOS PARTICU-
6010 REM LARES DE LA MUESTRA TRIAXIAL
6020 GOSUB 5020
6030 REM LLAMA SUBROUTINA PARA EL CALCULO DE AREAS VOLUMEN Y GAMA DE LA MUES-
6040 REM TRA INALTERADA PRUEBA TRIAXIAL
6050 GOSUB 5390
6060 LOCATE 22,14:PRINT " << Presione la barra espaciadora para continuar >>
6070 IF INKEYS<>="" THEN 6070
6080 CHDS=INKEYS:IF CHDS="" THEN 6080
6090 IF CHDS<>"" THEN 6080
6100 REM EMPIEZA CAPTURA DE C Y M EN PRUEBA TRIAXIAL
6110 REM LLAMA SUBROUTINA PARA LA IMPRESION DE LA 2a PARTE DE LA HOJA DE CAL
6120 REM CULO
6130 GOSUB 3160
6140 PRINT TAB(2)"";:INPUT ;C(M)
6150 PRINT TAB(23)"";:INPUT ;M(M)

```

75

```

6160 REM LLAMA SUBROUTINA POSIBLES ERRORES EN LA CAPTURA DE C Y M TRIAXIAL
6170 GOSUB 11240
6180 REM EMPIEZA EL CALCULO DE LA HOJA DE DATOS
6190 P(M)=C(M)*F
6200 DEFT(M)=M(H)*25.4/1000
6210 DEFU(M)=DEFT(M)/(HMT(M)*10)
6220 L(M)=1-DEFU(M)
6230 AC(M)=AHT(M)/L(M)
6240 ESF(M)=F(M)/AC(M)
6250 PRINT TAB(2)USING "##.#0000",C(M);:PRINT TAB(13) USING "##.#00":P(M);
6260 PRINT TAB(23)USING "##.#0000",M(H);:PRINT TAB(33)USING "##.#0000",DEFT(M);
6270 PRINT TAB(43)USING "##.#0000";DEFU(M);
6280 PRINT TAB(53)USING "##.#0000";L(M);
6290 PRINT TAB(67)USING "##.#00",AC(M);:PRINT TAB(75)USING "##.#0",ESF(M)
6300 LOCATE 12,14:PRINT "<< Presione la barra espaciadora para continuar >>"
6310 IF INKEYS<>" " THEN 6310
6320 CHDS=INKEYS:IF CHDS="" THEN 6320
6330 IF CHDS<>" " THEN 6320
6340 REM LLAMA SUBROUTINA PARA LA IMPRESION DE LA HOJA DE CALCULO (IMPRESORA)
6350 GOSUB 8280
6360 NEXT M
6370 REM LLAMA SUBROUTINA DE LOS CIRCULOS DE MOHR
6380 GOSUB 9090
6390 REM FINALIZA EL PROGRAMA PREGUNTANDO SI DESEA HACER OTRA PRUEBA
6400 CLS
6410 LOCATE 14,15:PRINT "DESEA HACER OTRA PRUEBA: ? S/N"
6420 IF INKEYS<>" " THEN 6420
6430 CFS=INKEYS:IF CFS="" THEN 6430
6440 IF CFS="S" OR CFS="s" OR CFS="SI" OR CFS="si" THEN 600
6450 IF CFS="N" OR CFS="n" OR CFS="NO" OR CFS="no" THEN CLS:LOCATE 14,15:PRINT "
E HIC MUCHO GUSTO SERVIRTE ",LS.FOR C-1 TO 10.SOUND 900,1.NEXT C.GOTO 6470
6460 GOTO 6410
6470 FOR I=1 TO 500:NEXT:STOP
6480 REM EMPIEZA LA DESCRIPCION DE LA PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE
6490 CLS:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
6500 PRINT "
EQUIPO"
6510 PRINT " - Una báscula de carga u otro aparato que cubras sus fines."
6520 PRINT " - Cortador para el espécimen, següeta de alambre, ect."
6530 PRINT " - Recipientes para determinación del contenido de agua"
6540 PRINT " - Extensómetro."
6550 PRINT " - Balanza
6560 PRINT " - Cilindro metálico y demás equipo para preparar un espécimen de
6570 PRINT " suelo remoldeado, si éste es el caso"
6580 PRINT :PRINT :PRINT
6590 PRINT " << presione la barra espaciadora para continuar>>"
6600 IF INKEYS<>" " THEN 6600
6610 CHDS=INKEYS:IF CHDS="" THEN 6610
6620 IF CHDS<>" " THEN 6610
6630 CLS:PRINT :PRINT
6640 PRINT "
PREPARACION DE LA MUESTRA"
6650 PRINT " a) Especímenes de suelo inalterado."
6660 PRINT
6670 PRINT " Cúrtese prismas de unos 5 cms de lado de base y unos 12 ó 13
"
6680 PRINT " cms de longitud de la arcilla inalterada. con un cortador y
una"
6690 PRINT " següeta de alambre afínese los especímenes hasta su forma de
fi"
6700 PRINT " tiva cilíndrica de 3.6 cm de diámetro de base, y 9 cm de alt
u"

```

```

6710 PRINT " ra. El material producto del labrado debe conservarse, protegido del secado."
6720 PRINT "
6730 PRINT "
6740 PRINT " b) Especímenes de suelo remodelado."
6750 PRINT "
6760 PRINT " Remoldéese la arcilla a mano hasta formar una masa homogénea, sin grumos, de material inalterado. Prepárese un fragmento de tubo de bronce o latón y una placa de vidrio, aceítandolas ligeramente. Con la arcilla fórmese una bola del tamaño de una nuez y colóquese ésta dentro del cilindro colocado sobre la placa de vidrio; apisonese el material. Estas operaciones han de repetirse hasta llenar el molde. Finalmente, extrágase el espécimen del molde"
6770 PRINT "
6780 PRINT "
6790 PRINT "
6800 PRINT "
6810 PRINT "
6820 PRINT "
6830 PRINT "
6840 PRINT "
6850 PRINT "
6860 IF INKEYS<>="" THEN 6860
6870 CMD$=INKEYS:IF CMD$="" THEN 6870
6880 IF CMD$<>"" THEN 6870
6890 CLS:PRINT
6900 PRINT "
6910 PRINT "
6920 PRINT "
6930 PRINT "
6940 PRINT "
6950 PRINT "
6960 PRINT "
6970 PRINT "
6980 PRINT "
6990 PRINT "
7000 PRINT "
7010 PRINT "
7020 PRINT "
7030 PRINT "
7040 PRINT "
7050 PRINT "
7060 PRINT "
7070 PRINT "
7080 PRINT "
7090 PRINT "
7100 PRINT "
7110 IF INKEYS<>="" THEN 7110
7120 CMD$=INKEYS:IF CMD$="" THEN 7120
7130 CLS:PRINT :PRINT :PRINT
7140 PRINT "

```

PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA".PRINT

Los métodos de la prueba dependen del equipo de carga disponibles, " a continuación, se detallan los dos casos más comunes. sin embargo, " como criterio general es de señalar que es conveniente que dure de 5 a 10 min. Si la carga se aplica en incrementos, es lográndose haciendo obrar cada minuto valores del orden de 1/2 de la carga de falla estimada (al hacer ésta estimación debe presentarse que la resistencia de las arcillas remodeladas, en es mucho menor que la de las mismas en estado inalterado)." El procedimiento se ajustará a lo siguiente:"

- 1.- MÓntese el espécimen, con su base y cabezal ya instalados bien - " centrado bajo el marco de carga."
- 2.- Colocando una pequeña mesita en la ménsula, asegúrese un tacto entre el espécimen y el marco de carga a través del b alín y " la placa del cabezal. verifíquese previamente que el peso de de carga está correctamente balanceado por el contrapeso."
- 3.- MÓntese un extensómetro sensible al centésimo de milímetro en su "

7150 PRINT " soporta, adosado al marco de carga. Ajustese a una lectura inicial de "

7160 PRINT " cero."

7170 PRINT " 77

7180 PRINT " 4.- Echése a andar un cronómetro y, simultaneamente, aplique se el pri mer incremento de carga de la ménsula, inmediatamente antes de apli car el siguiente incremento de carga deberá observarse y registrarése"

7200 PRINT " la lectura del extensómetro. Cada incremento de carga debe aplicarse durante un minuto y la lectura del extensómetro debe hacerse 5 seg"

7230 PRINT " antes de aplicar el siguiente."

7240 PRINT " 5.- Conforme la muestra se acerque a la falla deberá ser cuidadosamente observada para detectar las grietas o posibles planos de falla y "

7270 PRINT " otros puntos de interés."

7280 PRINT " <<presione la barra espaciadora para continuar>>"

7290 PRINT " <<presione la barra espaciadora para continuar>>"

7300 IF INKEYS<>" THEN 7300

7310 CHD\$=INKEYS:IF CHD\$="" THEN 7310

7320 IF CHD\$<>" THEN 7310

7330 CLS:PRINT :PRINT :PRINT :PRINT :PRINT :PRINT :PRINT :PRINT

7340 PRINT " 6.- Si la muestra falla bruscamente regístrese el tiempo transcurrido tras la aplicación del último incremento de carga, después de quitar se las pesas de la ménsula. Si no hay falla brusca, la prueba será por terminada al sufrir la muestra una deformación unitaria del orden de 30%."

7380 PRINT " 7.- Quitese la muestra del aparato y hágase un esquema de su falla y agrietamientos a una escala correcta"

7410 PRINT " <<presione la barra espaciadora para continuar>>"

7420 PRINT " <<presione la barra espaciadora para continuar>>"

7430 PRINT " <<presione la barra espaciadora para continuar>>"

7440 IF INKEYS<>" THEN 7440

7450 CHD\$=INKEYS:IF CHD\$="" THEN 7450

7460 IF CHD\$<>" THEN 7450

7470 CLS

7480 PRINT:PRINT :PRINT :PRINT :PRINT :PRINT :PRINT :PRINT :PRINT

7490 PRINT " 8.- Córtese una laja delgada, de unos tres centímetros de espesor, paralela al plano de falla, para la determinación del contenido de agua. El resto del espécimen se pondrá a secar para el mismo fin."

7520 PRINT " 9.- Calcúlese las deformaciones correspondientes a los diferentes esfuerzos, según los datos observados, calculando con áreas circulares y dibújese un diagrama esfuerzo deformación"

7550 PRINT " <<presione la barra espaciadora para continuar>>"

7560 PRINT :PRINT :PRINT :PRINT

7570 PRINT " <<presione la barra espaciadora para continuar>>"

7580 IF INKEYS<>" THEN 7580

7590 CHD\$=INKEYS:IF CHD\$="" THEN 7590

```

7600 IF CMDS<>" " THEN 7590
7610 GOTO 460
7620 REM EMPieza DESCRIPCION DE LA PRUEBA TRIAXIAL
7630 CLS:PRINT :PRINT :PRINT "                << EQUIPO >>"
7640 PRINT :PRINT :PRINT :PRINT :PRINT :PRINT
7650 PRINT "          - Cámara Triaxial"
7660 PRINT "          - Marco con soporte con anillo ó deformímetro cuya escala equi-
ivalenete"
7670 PRINT "          - Base"
7680 PRINT "          - Manivela"
7690 LOCATE 23,14:PRINT "                << presione la barra espaciadora para continuar>>"
7700 IF INKEYS<>"" THEN 7700
7710 CMDS=INKEYS:IF CMDS="" THEN 7710
7720 IF CMDS<>" " THEN 7710
7730 CLS:PRINT :PRINT :PRINT :PRINT
7740 PRINT "                << PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA >>"
7750 PRINT
7760 PRINT "          1.- Se descubre la muestra y se labra el espécimen con el tubo
mues-"
7770 PRINT "          treader, acomodando la muestra en la prensa para obtener I
a pro-"
7780 PRINT "          beta."
7790 PRINT
7800 PRINT "          2.- La relación de esbeltés deberá estar comprendida entre 2.5
y 3"
7810 PRINT "          cms (diámetro-alura)."
7820 PRINT
7830 PRINT "          3.- Se pesa el espécimen midiendo su longitud, posteriormente
se pone"
7840 PRINT "          a secar 100 grs de dicha muestra para determinar el porcen-
taje de"
7850 PRINT "          humedad"
7860 PRINT
7870 PRINT "          4.- Se coloca la probeta con la base inferior de la cámara don-
de se"
7880 PRINT "          localiza una piedra porosa, para esto se coloca una membrea
de"
7890 PRINT "          de hule latex para su aislamiento, fijandola con una liga,
y se"
7900 PRINT "          deja de una forma que se cubra toda la muestra."
7910 PRINT :PRINT "                <<presione la barra espaciadora para contin-
uar>>"
7920 IF INKEYS<>"" THEN 7920
7930 CMDS=INKEYS:IF CMDS="" THEN 7930
7940 IF CMDS<>" " THEN 7930
7950 CLS:PRINT :PRINT :PRINT :PRINT
7960 PRINT "          5.- Se pone la varilla transmisora de carga en la parte superi-
or"
7970 PRINT "          de la piedra porosa, debe de estar haciendo contacto con l
a"
7980 PRINT "          base del anillo del deformímetro; subiendo o bajando la ba-
se"
7990 PRINT "          del asiento del aparato, sellamos con grasa el orificio de
"
8000 PRINT "          salida de la varilla, se coloca en ceros el reloj deformím-
e"
8010 PRINT "          tro, aplicando a continuación la carga lentamente. La prue-
ba"
8020 PRINT "          se dará por terminada cuando la muestra se deforme un 25%
de"
8030 PRINT "          su altura.
"
8040 PRINT
8050 PRINT "          6.- En seguida se determina el diámetro y el área así como la
car"

```

```

8080 PRINT " ya, para obtener el resultado.
8070 PRINT
8080 PRINT " 7.- Después se ensayan otros dos especímenes, para efectuar la
"
8090 PRINT " prueba con presiones de 1,2 kgs/cm2; obteniendo en cada u
na"
8100 PRINT " de ellas los esfuerzos y procedemos al trazo de los círcul
os"
8110 PRINT " de MUHR."
8120 PRINT:PRINT " <presione la barra espaciadora para contin
uar>"
8130 IF INKEYS<>="" THEN 8130
8140 CMDS=INKEYS:IF CMDS="" THEN 8140
8150 IF CMDS<>="" THEN 8140
8160 CLS:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
8170 PRINT " 8.- Después se traza la envolvente siendo tangente a los círcu
los"
8180 PRINT " desechando el más desproporcionado, hasta encontrar el eje
de"
8190 PRINT " las ordenadas, se mide la pendiente y se saca el ángulo re
spec"
8200 PRINT " tivo, que es el ángulo de fricción interna, y en el eje de
las"
8210 PRINT " y's es la cohesión de la muestra."
8220 PRINT:PRINT:PRINT
8230 PRINT " << presione la barra espaciadora para continuar >>"
8240 IF INKEYS<>="" THEN 8240
8250 CMDS=INKEYS:IF CMDS="" THEN 8250
8260 IF CMDS<>="" THEN 8250
8270 GOTO 1630
8280 REM SUBROUTINA PARA LA IMPRESION DE LA HOJA DE CALCULO
8290 CLS
8300 LPRINT TAB(22)"=====
8310 LPRINT TAB(18)"=== UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA ==="
8320 LPRINT TAB(22)"=====
8330 LPRINT "
-----
8340 LPRINT TAB(3)"PROCEDENCIA:";PS;:LPRINT TAB(49)"FECHA DE INICIACION:";FS
8350 IF UOS="B" THEN LPRINT TAB(3)"ENSAYE NO.:";M;:LPRINT TAB(17)"ENSAYE:";LPR
INT TAB(48)"FECHA DE TERMINACION:";TS;GOTO 8370
8360 LPRINT TAB(3)"ENSAYE NO.:";ES;:LPRINT TAB(48)"FECHA DE TERMINACION:";TS
8370 LPRINT TAB(3)"LABORATORISTA:";LS
8380 LPRINT TAB(3)"UBICACION:";US
8390 IF UOS="A" THEN OP05=" DE COMPRESION SIMPLE":GOTO 8410
8400 IF UOS="B" THEN OP05=" TRIAXIAL RAPIDA SIN DRENAJ"
8410 LPRINT TAB(21)"PRUEBA";OP05
8420 IF UOS="B" THEN 8760
8430 LPRINT "
-----
8440 LPRINT TAB(29)"MEDIDAS DE LA MUESTRA"
8450 LPRINT TAB(3)"US:";US;:LPRINT TAB(19)"CM AB=";AB;:LPRINT TAB(49)"CM2 W1
=";W1;:LPRINT TAB(72)"GIG"
8460 LPRINT TAB(2)"UC:";UC;:LPRINT TAB(19)"CM AC=";AC;:LPRINT TAB(49)"CM2 V1
=";V1;:LPRINT TAB(72)"CM3"
8470 LPRINT TAB(2)"DI=";DI;:LPRINT TAB(19)"CM AL=";AL;:LPRINT TAB(49)"CM2 W2
=";W2;:LPRINT TAB(72)"GAMA;:LPRINT TAB(72)"Kg/cm3"
8480 LPRINT TAB(2)"HMS:";HM;:LPRINT TAB(19)"CM AM=( AS+4*AC+AL )/6=";AM;:LPRINT
TAB(72)"CM2"
8490 IF UOS="A" THEN LPRINT TAB(2)"VELOCIDAD DE APLICACION DE CARGA:";VS;:LPRINT
TAB(65)"A CADA:";CS;GOTO 8510
8500 LPRINT TAB(2)"VELOCIDAD DE APLICACION DE CARGA:";VS;:LPRINT TAB(72)"G3";G3
8510 LPRINT "
-----
8520 LPRINT TAB(8)"CARGA";:LPRINT TAB(22)"LECTURA";

```

ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

```

8530 LPRINT TAB(32)"DEFORMACION";
8540 LPRINT TAB(44)"DEFORMACION";LPRINT TAB(56)"1-DEFORMA-";
8550 LPRINT TAB(68)"AREA";LPRINT TAB(74)"ESFUER"
8560 LPRINT TAB(4)"LECTURA";LPRINT TAB(21)"MICROMETRO";LPRINT TAB(34)"TOTAL";
8570 LPRINT TAB(45)"UNITARIA";LPRINT TAB(56)"CLON UNITA";
8580 LPRINT TAB(67)"CORRE- 20"
8590 LPRINT TAB(4)"MICROME-";LPRINT TAB(23)"(mm)";LPRINT TAB(56)"KIA" 80
8600 LPRINT TAB(67)"GIDA";LPRINT TAB(74)"kg/cm2"
8610 LPRINT TAB(6)"TRU";LPRINT TAB(15)"P";LPRINT TAB(67)"(CM2)"
8620 LPRINT "-----"
8630 IF US="B" THEN 8860
8640 FOR I=1 TO N
8650 LPRINT TAB(2)USING "###.#----";C(I);LPRINT TAB(13)USING "###.##";P(I);
8660 LPRINT TAB(23)USING "###.#----";M(I);
8670 LPRINT TAB(33)USING "###.#----";DETT(I);
8680 LPRINT TAB(45)USING "###.#----";DEUT(I);
8690 LPRINT TAB(56)USING "###.#----";L(I);
8700 LPRINT TAB(67)USING "###.##";AC(I);
8710 LPRINT TAB(75)USING "###.##";ESE(I)
8720 NEXT I
8730 LPRINT CHR$(12)
8740 REM ACABA SUBROUTINA PARA LA IMPRESION (COMPRESION SIMPLE)
8750 RETURN
8760 REM EMPLEZA SUBROUTINA PARA LA IMPRESION DE LA PRUEBA TRIAXIAL
8770 LPRINT "-----"
8780 LPRINT TAB(29)"MEDIDAS DE LA MUESTRA"
8790 LPRINT TAB(2)"DS=";DST(M);LPRINT TAB(19)"CM AS=";AST(M);LPRINT TAB(49)"
8800 LPRINT TAB(2)"WT(M);LPRINT TAB(72)"GOS"
8810 LPRINT TAB(2)"DUS=";DUT(M);LPRINT TAB(19)"CM ACS=";ACT(M);LPRINT TAB(49)"
8820 LPRINT TAB(2)"VH=";VHT(M);LPRINT TAB(72)"CM3"
8830 LPRINT TAB(2)"DUL=";DUT(M);LPRINT TAB(19)"CM AL=";ALT(M);LPRINT TAB(49)"
8840 LPRINT TAB(2)"HM=";HMT(M);LPRINT TAB(72)"kg/cm3"
8850 LPRINT TAB(2)"HM=";HMT(M);LPRINT TAB(19)"CM AH=( AS+4*AC+AL )/6=";AMT(M)
8860 LPRINT TAB(73)"CM2"
8870 LPRINT TAB(2)"VELOCIDAD DE APLICACION DE CARGA:";VVS;LPRINT TAB(67)"U3:";U3
8880 LPRINT "-----"
8890 GOTO 8520
8900 REM EMPLEZA SUBROUTINA PARA LA IMPRESION (COMPRESION TRIAXIAL)
8910 IF ACUS="NO" THEN 9000
8920 FOR I=1 TO N
8930 LPRINT TAB(2)USING "###.#----";UT(M,I);LPRINT TAB(13)USING "###.##";PT(M,I)
8940 LPRINT TAB(23)USING "###.#----";MT(M,I);
8950 LPRINT TAB(33)USING "###.#----";DETT(M,I);
8960 LPRINT TAB(45)USING "###.#----";DEUT(M,I);
8970 LPRINT TAB(56)USING "###.#----";LT(M,I);
8980 LPRINT TAB(67)USING "###.##";ACT(M,I);
8990 LPRINT TAB(75)USING "###.##";ESE(M,I)
9000 NEXT I
9010 LPRINT CHR$(12)
9020 REM ACABA SUBROUTINA PARA LA IMPRESION DE LA PRUEBA TRIAXIAL
9030 RETURN
9040 REM IMPRIME LOS RESULTADOS DE LA HOJA DE CALCULO
9050 LPRINT TAB(2)USING "###.#----";C(M);LPRINT TAB(13)USING "###.##";P(M);
9060 LPRINT TAB(23)USING "###.#----";M(M);
9070 LPRINT TAB(33)USING "###.#----";DETT(M);
9080 LPRINT TAB(45)USING "###.#----";DEUT(M);
9090 LPRINT TAB(56)USING "###.#----";L(M);

```

9070 LPRINT CHR\$(12)
9080 RETURN
9090 REM SUBROUTINA DE LOS CIRCULOS DE MORH
9100 SCREEN 2,1,0
9110 CLS
9120 FOR J=25 TO 185
9130 PSET(25,J),1
9140 NEXT J
9150 FOR I=25 TO 600
9160 FSET(I,185),1
9170 NEXT I
9180 PSET(5,185)
9190 REM LLAMA EL NO 0
9200 DRAW"R2E1U4H1L3G1D4F1"
9210 PSET(5,127.5)
9220 REM LLAMA EL NO 1
9230 DRAW"R2H1U5G1"
9240 PSET(24,125.5)
9250 DRAW"L5"
9260 REM LLAMA UN PUNTO
9270 FSET(2,157)
9280 FSET(4,156)
9290 REM LLAMA EL 5
9300 DRAW"R1R3E1U2H1L4U2R3"
9310 FSET(3,68)
9320 FSET(21.5,185)
9330 DRAW"L5"
9340 REM LLAMA EL NO 1
9350 FSET(3,78)
9360 DRAW"R2H1U5G1"
9370 FSET(3,68)
9380 FSET(12,87)
9390 REM LLAMA EL NO 3
9400 DRAW"R1R3E1U2H1L4U2R3"
9410 FSET(21.5,68)
9420 DRAW"L3"
9430 FSET(3,68)
9440 REM LLAMA EL NO 2
9450 DRAW"L4E4U1H1L2G1"
9460 FSET(20,66)
9470 DRAW"L1"
9480 FSET(4,40)
9490 REM LLAMA EL NO 2
9500 DRAW"L4E4U1H1L2G1"
9510 FSET(8,40),1
9520 FSET(12,39)
9530 REM LLAMA EL NO 5
9540 DRAW"R1R3E1U2H1L4U2R3"
9550 FSET(24.5,37)
9560 DRAW"L3"
9570 FSET(165,195)
9580 REM LLAMA EL NO 1
9590 DRAW"R2H1U5G1"
9600 FSET(303,195)
9610 REM LLAMA EL NO 2
9620 DRAW"L4E4U1H1L2G1"
9630 FSET(166,185)
9640 DRAW"U3"
9650 FSET(306,185)
9660 DRAW"U3"
9670 FSET(446,195)
9680 REM LLAMA EL NO 3
9690 DRAW"R1R3E1U1H2E2L5"
9700 FSET(447,185)

```

9710 DRAW"U3"
9720 N=CATO
9730 IF ABCDS="KO" THEN 10520
9740 REM EMPIECA PARA LOS CIRCULOS DE MOHR PARA VARIAS LECTURAS
9750 FOR I=1 TO K3
9760 CACHO=0
9770 FOR N1=1 TO 19
9780 IF ESFT(I,N1)=0! THEN 9810
9790 IF CACHO<=ESFT(I,N1)THEN CACHO=ESFT(I,N1):GOTO 9800
9800 NEXT N1
9810 N=N1-1
9820 IF G2(I)-.25 THEN 9880
9830 IF G3(I)-.5 THEN 10010
9840 IF G2(I)-.75 THEN 10110
9850 IF G2(I)-1! THEN 10210
9860 IF G3(I)-1.5 THEN 10320
9870 IF G3(I)-2! THEN 10380
9880 REM DATOS PARA LA ESCALA G3(I)=0.25
9890 IF ESFT(I,N)<=.4 THEN ESC=.7:GOTO 10440
9900 IF ESFT(I,N)<=.5 THEN ESC=.76:GOTO 10440
9910 IF ESFT(I,N)<=.7 THEN ESC=.84:GOTO 10440
9920 IF ESFT(I,N)<=.9 THEN ESC=.92:GOTO 10440
9930 IF ESFT(I,N)<=1! THEN ESC=.98:GOTO 10440
9940 IF ESFT(I,N)<=1.5 THEN ESC=1.02:GOTO 10440
9950 IF ESFT(I,N)<=1.9 THEN ESC=1.06:GOTO 10440
9960 IF ESFT(I,N)<=2.3 THEN ESC=1.08:GOTO 10440
9970 IF ESFT(I,N)<=2.9 THEN ESC=1.1:GOTO 10440
9980 IF ESFT(I,N)<=3.4 THEN ESC=1.12:GOTO 10440
9990 ESC=1.14
10000 GOTO 10440
10010 REM DATOS PARA LA ESCALA G3(I)=.5
10020 IF ESFT(I,N)<=.9 THEN ESC=.98:GOTO 10440
10030 IF ESFT(I,N)<=1! THEN ESC=1.01:GOTO 10440
10040 IF ESFT(I,N)<=1.5 THEN ESC=1.05:GOTO 10440
10050 IF ESFT(I,N)<=1.9 THEN ESC=1.07:GOTO 10440
10060 IF ESFT(I,N)<=2.3 THEN ESC=1.1:GOTO 10440
10070 IF ESFT(I,N)<=2.9 THEN ESC=1.12:GOTO 10440
10080 IF ESFT(I,N)<=3.4 THEN ESC=1.14:GOTO 10440
10090 ESC=1.16
10100 GOTO 10440
10110 REM DATOS PARA LA ESCALA G3(I)=0.75
10120 IF ESFT(I,N)<=.9 THEN ESC=1! :GOTO 10440
10130 IF ESFT(I,N)<=1.3 THEN ESC=1.04:GOTO 10440
10140 IF ESFT(I,N)<=1.7 THEN ESC=1.06:GOTO 10440
10150 IF ESFT(I,N)<=1.9 THEN ESC=1.08:GOTO 10440
10160 IF ESFT(I,N)<=2.3 THEN ESC=1.11:GOTO 10440
10170 IF ESFT(I,N)<=2.9 THEN ESC=1.12:GOTO 10440
10180 IF ESFT(I,N)<=3.4 THEN ESC=1.15:GOTO 10440
10190 ESC=1.16
10200 GOTO 10440
10210 REM DATOS PARA LA ESCALA G3(I)=1
10220 IF ESFT(I,N)<=1.1 THEN ESC=1.06:GOTO 10440
10230 IF ESFT(I,N)<=1.4 THEN ESC=1.07:GOTO 10440
10240 IF ESFT(I,N)<=1.5 THEN ESC=1.08:GOTO 10440
10250 IF ESFT(I,N)<=1.7 THEN ESC=1.09:GOTO 10440
10260 IF ESFT(I,N)<=1.9 THEN ESC=1.1:GOTO 10440
10270 IF ESFT(I,N)<=2.3 THEN ESC=1.11:GOTO 10440
10280 IF ESFT(I,N)<=2.6 THEN ESC=1.12:GOTO 10440
10290 IF ESFT(I,N)<=2.9 THEN ESC=1.13:GOTO 10440
10300 IF ESFT(I,N)<=3.6 THEN ESC=1.14:GOTO 10440
10310 ESC=1.15
10320 GOTO 10440
10330 REM DATOS PARA LA ESCALA G3(I)=1.5
10340 IF ESFT(I,N)<=1.9 THEN ESC=1.1:GOTO 10440

```

```

10350 IF ESFT(I,N)<=2 THEN ESC=1.13:GOTO 10440
10360 IF ESFT(I,N)<=2.9 THEN ESC=1.15:GOTO 10440
10370 ESC=1.16
10380 GOTO 10440
10390 REM DATOS PARA LA ESCALA G3(I)=2.0
10400 IF ESFT(I,N)<=2.1 THEN ESC=1.145:GOTO 10440
10410 IF ESFT(I,N)<=2.6 THEN ESC=1.15:GOTO 10440
10420 IF ESFT(I,N)<=3.4 THEN ESC=1.16:GOTO 10440
10430 ESC=1.17
10440 RADIO=(ESFT(I,N)-G3(I))/2*10/.07
10450 CENTRO=((ESFT(I,N)-G3(I))/2+G3(I))*175/ESC
10460 CIRCLE(CENTRO,185),RADIO
10470 NEXT I
10480 IF INKEYS<>" "THEN 10480
10490 AEC5-INKEYS:IF AEC5=""THEN 10490
10500 IF AEC5<>" "THEN 10490
10510 RETURN
10520 REM CIRCULOS DE MOHR PARA PRUEBAS DE RUPTURA
10530 FOR I=1 TO XL
10540 IF G3(I)=.25 THEN 10600
10550 IF G3(I)=.5 THEN 10730
10560 IF G3(I)=.75 THEN 10830
10570 IF G3(I)=1 THEN 10930
10580 IF G3(I)=1.5 THEN 11030
10590 IF G3(I)=2 THEN 11110
10600 REM DATOS PARA LA ESCALA G3(I)=.25
10610 IF ESF(I)=.4 THEN ESC=.7:GOTO 11160
10620 IF ESF(I)=.5 THEN ESC=.76:GOTO 11160
10630 IF ESF(I)=.6 THEN ESC=.84:GOTO 11160
10640 IF ESF(I)=.7 THEN ESC=.92:GOTO 11160
10650 IF ESF(I)=.8 THEN ESC=1.02:GOTO 11160
10660 IF ESF(I)=.9 THEN ESC=1.08:GOTO 11160
10670 IF ESF(I)=1.0 THEN ESC=1.06:GOTO 11160
10680 IF ESF(I)=1.1 THEN ESC=1.03:GOTO 11160
10690 IF ESF(I)=1.2 THEN ESC=1.1:GOTO 11160
10700 IF ESF(I)=1.3 THEN ESC=1.13:GOTO 11160
10710 ESC=1.14
10720 GOTO 11160
10730 REM DATOS PARA LA ESCALA G3(I)=0.5
10740 IF ESF(I)=.5 THEN ESC=.95:GOTO 11160
10750 IF ESF(I)=1 THEN ESC=1.01:GOTO 11160
10760 IF ESF(I)=1.5 THEN ESC=1.03:GOTO 11160
10770 IF ESF(I)=1.8 THEN ESC=1.07:GOTO 11110
11170 IF ESF(I)=2.3 THEN ESC=1.1:GOTO 11160
10780 IF ESFT(I)=2.3 THEN ESC=1.1:GOTO 11160
10790 IF ESF(I)=2.8 THEN ESC=1.12:GOTO 11160
10800 IF ESF(I)=3.4 THEN ESC=1.14:GOTO 11160
10810 ESC=1.15
10820 GOTO 11160
10830 REM DATOS PARA LA ESCALA G3(I)=0.75
10840 IF ESF(I)=.9 THEN ESC=1.1:GOTO 11160
10850 IF ESF(I)=1.3 THEN ESC=1.04:GOTO 11160
10860 IF ESF(I)=1.7 THEN ESC=1.06:GOTO 11160
10870 IF ESF(I)=1.9 THEN ESC=1.08:GOTO 11160
10880 IF ESF(I)=2.8 THEN ESC=1.11:GOTO 11160
10890 IF ESF(I)=2.9 THEN ESC=1.12:GOTO 11160
10900 IF ESF(I)=3.4 THEN ESC=1.15:GOTO 11160
10910 ESC=1.16
10920 GOTO 11160
10930 REM DATOS PARA LA ESCALA G3(I)=1
10940 IF ESF(I)=1.1 THEN ESC=1.06:GOTO 11160
10950 IF ESF(I)=1.4 THEN ESC=1.07:GOTO 11160
10960 IF ESF(I)=1.5 THEN ESC=1.08:GOTO 11160

```

```

10970 IF ESF(I) <= 1.7 THEN ESC=1.09:GOTO 11160
10980 IF ESF(I) <= 1.9 THEN ESC=1.11:GOTO 11160
10990 IF ESF(I) <= 2.3 THEN ESC=1.11:GOTO 11160
11000 IF ESF(I) <= 2.6 THEN ESC=1.12:GOTO 11160
11010 IF ESF(I) <= 2.9 THEN ESC=1.13:GOTO 11160
11020 IF ESF(I) <= 3.6 THEN ESC=1.14:GOTO 11160
11030 ESC=1.15
11040 GOTO 11160
11050 REM DATOS PARA LA ESCALA G3(I)=1.5
11060 IF ESF(I) <= 1.9 THEN ESC=1.11:GOTO 11160
11070 IF ESF(I) <= 2.1 THEN ESC=1.13:GOTO 11160
11080 IF ESF(I) <= 2.9 THEN ESC=1.15:GOTO 11160
11090 ESC=1.16
11100 GOTO 11160
11110 REM DATOS PARA LA ESCALA G3(I)=2.0
11120 IF ESF(I) <= 2.1 THEN ESC=1.14:GOTO 11160
11130 IF ESF(I) <= 2.6 THEN ESC=1.15:GOTO 11160
11140 IF ESF(I) <= 3.4 THEN ESC=1.16:GOTO 11160
11150 ESC=1.17
11160 RADIO=(ESF(I)-G3(I))/C*10/CG
11170 CENTRO=((ESF(I)-G3(I))/D-G3(I))*175/ESC
11180 CIRCLE(CENTRO,185),RADIO
11190 NEXT I
11200 IF INKEYS<>" " THEN 10430
11210 ABCS=INKEYS:IF ABCS=" " THEN 10490
11220 IF ABCS<>" " THEN 10490
11230 RETURN
11240 REM CORRECCIONES EN LA PRUEBA TRIAXIAL PARA VALORES DE RUPTURA C Y M
11250 LOCATE 9,33:PRINT "DESEA HACER ALGUNA CORRECCION: S/N ?"
11260 IF INKEYS<>" " THEN 11250
11270 ABCS=INKEYS:IF ABCS=" " THEN 11270
11280 IF ABCS="S" OR ABCS="s" THEN 11210
11290 IF ABCS="N" OR ABCS="n" THEN 11490
11300 GOTO 11250
11310 LOCATE 9,33:PRINT " "
11320 LOCATE 9,33:PRINT "CUAL DE LAS DOS LECTURAS DESEA CORREGIR ?"
11330 LOCATE 9,32:PRINT "[1] Lectura del micrómetro del anillo de carga"
11340 LOCATE 10,32:PRINT "[2] Lectura del moedómetro de deformación"
11350 LOCATE 11,32:INPUT "Qué opción desea: ";C
11360 IF C=2 THEN 9990
11370 IF C=1 THEN LOCATE 10,32:INPUT "Nueva lectura C(M)=-";C(M):GOTO 11400
11380 IF C=2 THEN LOCATE 13,32:INPUT "Nueva lectura M(M)=-";M(M):GOTO 11400
11390 GOTO 10620
11400 FOR I=6 TO 14
11410 LOCATE I,32:PRINT " "
11420 NEXT I
11430 LOCATE 14,73:PRINT "OK":FOR I=1 TO 10: SOUND 400,1:NEXT I
11440 LOCATE 14,73:PRINT " "
11450 GOTO 11250
11460 LOCATE 9,32:PRINT " "
11470 RETURN
11480 END

```


4.3 EJEMPLO DE LAS PRUEBAS

En este capítulo se presentan las pruebas que se elaboraron en la secretaría de Comunicaciones y Transportes, las cuales se hicieron ensayos para la prueba de compresión triaxial y la de compresión simple.

En el caso de la prueba de compresión simple se hizo un sólo ensayo, por otro lado, en la prueba de compresión triaxial se hicieron dos ensayos. Uno para valores de ruptura, es decir, la última lectura que tomamos fue cuando falla la muestra; la otra fue para varias lecturas desde su inicio hasta la falla de la muestra.

A continuación se presentan los informes que nos proporciona la computadora para ambas pruebas.

4.3.1 PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE

=====
 === UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA ===
 =====

86

PROCEDENCIA: GUADALAJARA JALISCO
 ENSAYE No.: UNICO
 LABORATORISTA: GABRIEL ESCOBAR DEL BARCO
 UBICACION: CIUDAD

FECHA DE INICIACION: 10/15/1988
 FECHA DE TERMINACION: 10/15/1988

 PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE

MEDIDAS DE LA MUESTRA

DS= 4	cm	AS= 12.5664	cm ²	WT= 192	grs
DC= 4	cm	AC= 12.5664	cm ²	VM= 113.0976	cm ³
DT= 4	cm	AI= 12.5664	cm ²	AM= 1.7E-03	kg/cm ³
Hm= 9	cm	AM= (AS+4*AC+AI)/6 = 12.5664			cm ²

VELOCIDAD DE APLICACION DE CARGA: A CADA:

CARGA	LECTURA	DEFORMACION	DEFORMACION	1-DEFORMA-	AREA	ESFUER
LECTURA	MICROMETRO	TOTAL	UNITARIA	CION UNITA	CORRE-	ZO
MICRO-	(mm)			RIA	GIDA	Kg/cm ²
TRO	P				(CM ²)	
25.0E-02	3.58	1.0E-02	25.40E-05	28.22E-07	10.00E-01	12.57 0.3
28.0E-02	4.00	5.0E-02	17.70E-04	14.11E-06	10.00E-01	12.57 0.3
30.0E-02	4.29	8.9E-02	22.61E-04	25.12E-06	10.00E-01	12.57 0.3
40.0E-02	5.72	1.0E-01	25.40E-04	28.22E-06	10.00E-01	12.57 0.5
50.0E-02	7.15	1.9E-01	48.26E-04	53.62E-06	99.99E-02	12.57 0.6
80.0E-02	11.44	2.0E-01	50.80E-04	56.44E-06	99.99E-02	12.57 0.9
12.0E-01	17.16	2.9E-01	73.66E-04	81.84E-06	99.99E-02	12.57 1.4
12.5E-01	17.88	3.0E-01	76.20E-04	84.67E-06	99.99E-02	12.57 1.4
15.0E-01	21.45	8.0E-01	20.32E-03	22.58E-05	99.98E-02	12.57 1.7

**4.3.2 PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL
(VALORES DE RUPTURA)**

=====

=== UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA ===

=====

PROCEDENCIA: GUADALAJARA JAL
 ENSAYE No.: 1 ° ENSAYE
 LABORATORISTA: GABRIEL ESCOBAR DEL BARCO
 UBICACION: CIUDAD

SS
 FECHA DE INICIACION: 10/15/1988
 FECHA DE TERMINACION: 10/15/1988

PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA SIN DRENAR

MEDIDAS DE LA MUESTRA

DS= 4	cm	AS= 12.5664	cm2	WI= 192	grs
DC= 4	cm	AC= 12.5664	cm2	VM= 113.0976	cm3
DI= 4	cm	AI= 12.5664	cm2	WM= 1.7E-03	kg/cm3
Hm= 9	cm	AM= (AS+4*AC+AI)/6= 12.5664			cm2

VELOCIDAD DE APLICACION DE CARGA:

G3: .25

CARGA	LECTURA	DEFORMACION	DEFORMACION	1-DEFORMA-	AREA	ESFUER
LECTURA	MICROMETRO	TOTAL	UNITARIA	CION UNITA	CORRE-	ZO
MICROME-	(mm)			RIA	GIDA	Kg/cm2
TRO	"P"				(CM2)	

12.8E-01	18.30	5.0E-01	12.70E-03	14.11E-05	99.99E-02	12.57	1.5
----------	-------	---------	-----------	-----------	-----------	-------	-----

PROCEDENCIA: GUADALAJARA JAL
 ENSAYE No.: 2 ° ENSAYE
 LABORATORISTA: GABRIEL ESCOBAR DEL BARCO
 UBICACION: CIUDAD

FECHA DE INICIACION: 10/15/1988
 FECHA DE TERMINACION: 10/15/1988

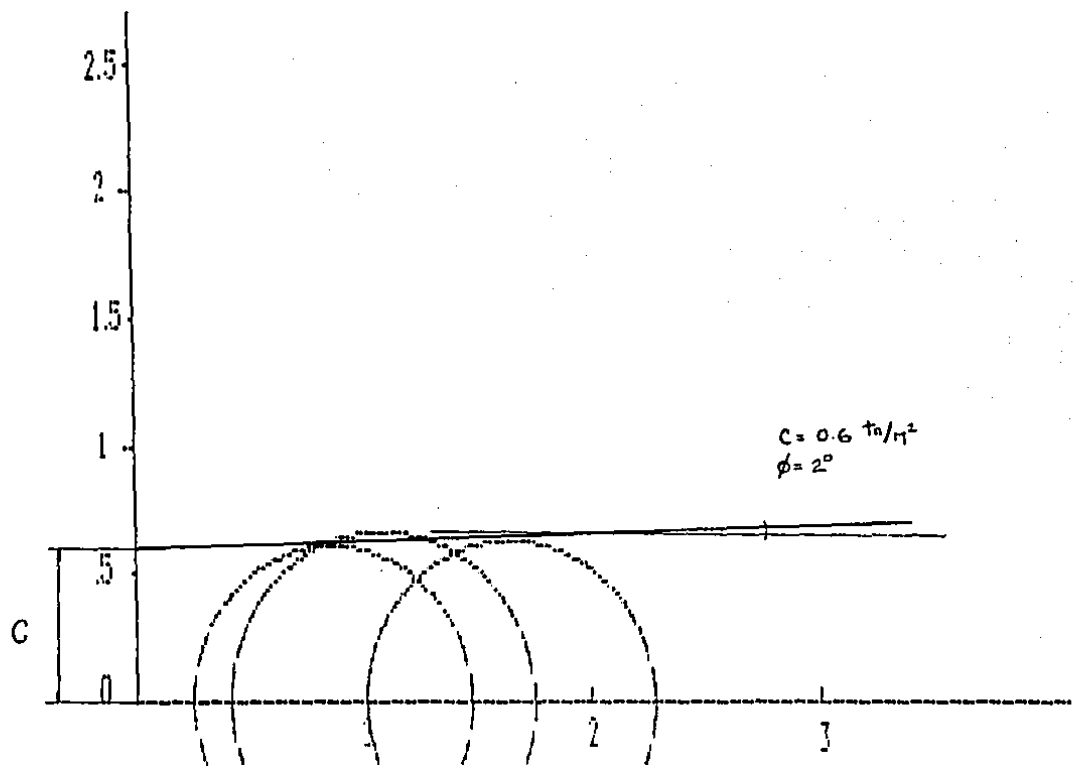
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA SIN DRENAR

MEDIDAS DE LA MUESTRA

DS= 4	cm	AS= 12.5664	cm2	WT= 192	grs
DC= 4	cm	AC= 12.5664	cm2	VM= 113.0976	cm3
DI= 4	cm	AT= 12.5664	cm2	θM= 1.7E-03	kg/cm3
Hm= 9	cm	AM=(AS+4*AC+AI)/6= 12.5664			cm2
VELOCIDAD DE APLICACION DE CARGA:					G3: .5

CARGA	LECTURA	DEFORMACION	DEFORMACION	1-DEFORMA-	AREA	ESFUER
LECTURA	MICROMETRO	TOTAL	UNITARIA	CION UNITA	CORRE-	Zo
MICROME-	(mm)			RIA	GIDA	Kg/cm2
TRO	'P'				(CM2)	

16.0E-01	22.88	4.0E-01	20.32E-03	22.58E-05	99.98E-02	12.57	1.8
----------	-------	---------	-----------	-----------	-----------	-------	-----



4.3.3 PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

(VARIAS LECTURAS)

PROCEDECENCIA: GUADALAJARA JALISCO

 ENSAYE NO. 1 1^o ENSAYE

 LABORATORISTA: GABRIEL ESCOBAR DEL BARCO

 UBICACION: CIUDAD

FECHA DE INICIACION: 10/15/1988

 FECHA DE TERMINACION: 10/15/1988

PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA SIN DRENAJ

MEDIDAS DE LA MUESTRA

DS= 4	CM	AS= 12.5664	CM ²	WI= 192	GR
DC= 4	CM	AC= 12.5664	CM ²	VH= 113.0976	CM ³
DI= 4	CM	AI= 12.5664	CM ²	WM= 1.7E-05	KG/CM ³
HM= 9	CM	AM= (AS+4*AC+AI)/6= 12.5664			CM ²

VELOCIDAD DE APLICACION DE CARGA:

Q3: .36

CARGA		LECTURA	DEFORMACION	DEFORMACION	1-DEFORMA-	AREA	ESFUER
LECTURA		MICROMETRO	TOTAL	UNITARIA	CION UNITA	CORRE-	ZO
MICROME-		(MM)			RIA	GIDA	KG/CM ²
TRO	P					(CM ²)	
25.0E-02	3.58	1.0E-02	25.40E-05	28.32E-07	10.00E-01	12.57	0.3
28.0E-02	4.00	3.0E-02	12.70E-04	14.11E-06	10.00E-01	12.57	0.3
50.0E-02	7.15	1.0E-01	25.40E-04	28.32E-05	10.00E-01	12.57	0.8
50.0E-02	7.15	1.9E-01	48.26E-04	53.62E-05	99.99E-02	12.57	0.8
80.0E-02	11.44	2.0E-01	50.80E-04	56.44E-05	99.99E-02	12.57	0.9
90.0E-02	12.87	3.0E-01	76.30E-04	84.67E-05	99.99E-02	12.57	1.0
10.0E-01	14.30	4.0E-01	10.16E-03	11.20E-05	99.99E-02	12.57	1.1
12.5E-01	17.88	4.5E-01	11.43E-03	12.70E-05	99.99E-02	12.57	1.4
12.8E-01	18.30	5.0E-01	12.70E-03	14.11E-05	99.99E-02	12.57	1.5

50.00-00	7.15	1.00-01	48.580-00	53.520-00	59.990-00	12.37	0.0
50.00-00	11.48	2.00-01	50.500-00	58.440-00	59.990-00	12.37	0.0
50.00-00	12.27	3.00-01	63.500-00	70.580-00	59.990-00	12.37	1.0
50.00-01	14.30	4.00-01	73.880-00	81.880-00	59.990-00	12.37	1.1
50.00-01	17.88	5.00-01	76.000-00	84.970-00	59.990-00	12.37	1.4
50.00-01	19.50	6.00-01	12.700-00	14.110-00	59.990-00	12.37	1.5
50.00-01	18.59	7.00-01	17.780-00	19.760-00	59.990-00	12.37	1.6
50.00-01	20.00	8.00-01	20.520-00	22.580-00	59.990-00	12.37	1.7
50.00-01	21.45	9.00-01	21.590-00	23.990-00	59.990-00	12.37	1.8
50.00-01	22.88	9.00-01	22.580-00	25.400-00	59.990-00	12.37	1.8

CARGA	ELECTRO- MECANICO	ELECTRO	TOTAL	UNIFORMIA	UNIFORMIA	UNIFORMIA	UNIFORMIA
-------	----------------------	---------	-------	-----------	-----------	-----------	-----------

RENDIDAS DE LA MUESTRIA

US 4	CM	AS	12.5684	CM2	WT = 192
US 4	CM	AS	12.5684	CM2	VN = 113.0976
US 4	CM	AS	12.5684	CM2	VM = 1.72-03
HME 9	CM	AS	AS+ACTUAL / 8 = 12.5684	CM2	CS: 5

VELOCIDAD DE APPLICACION DE CARGA:

PROCESAR: GADABAYAKA JALISCO
 ENSAYE NO. 1 2 5 ENSAYE
 LABORATORIO: GARRITO ESCOBAR DEL RANCO
 FECHA DE TERMINACION: 10/13/1988
 FECHA DE INICIACION: 10/13/1988

PROCEDENCIA: GUADALAJARA JALISCO

 ENSAYE NO.: 3 ° ENSAYE

 LABORATORISTA: GAERIEL ESCOBAR DEL BARCO

 UBICACION: CIUDAD

FECHA DE INICIACION: 10/15/1988

 FECHA DE TERMINACION: 10/15/1988

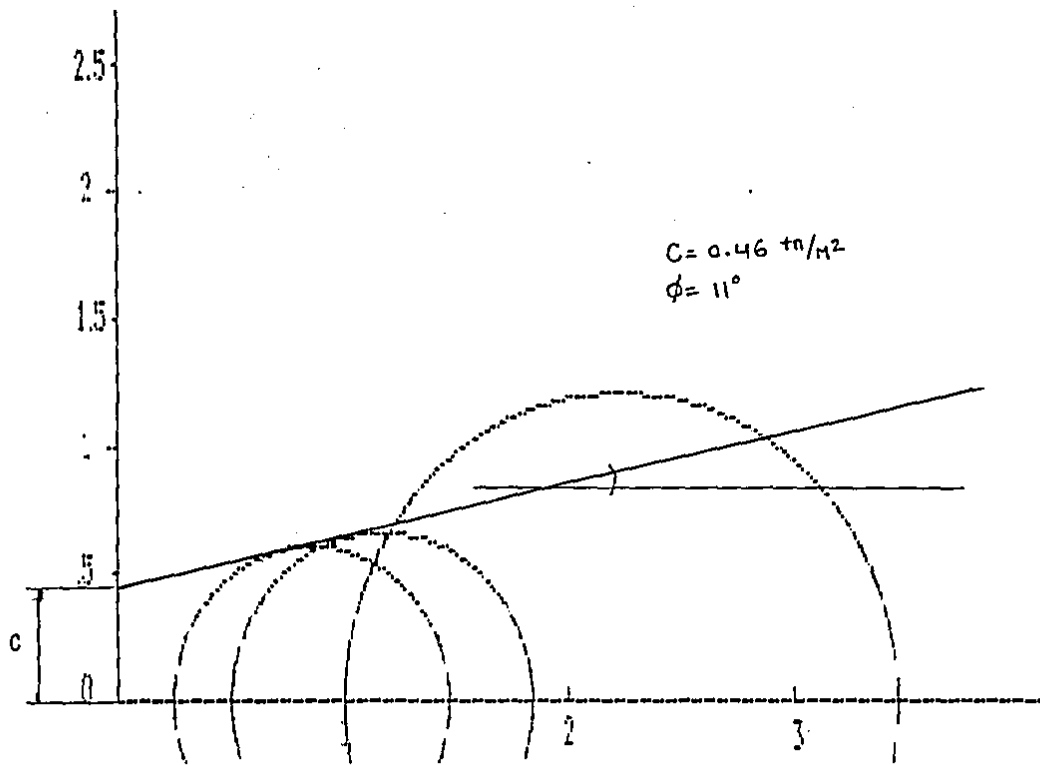
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA SIN DRENAR

MEDIDAS DE LA MUESTRA

DS= 4	CM	AS= 12.5664	CM ²	WI= 192	GRS
DC= 4	CM	AC= 12.5664	CM ²	VM= 113.0976	CM ³
DI= 4	CM	AI= 12.5664	CM ²	WM= 1.7E-03	KG/CM ³
DM= 9	CM	AM= (AS*4*ACTAL)/6= 12.5664			CM ²

VELOCIDAD DE APLICACION DE CARGA: G3: 1

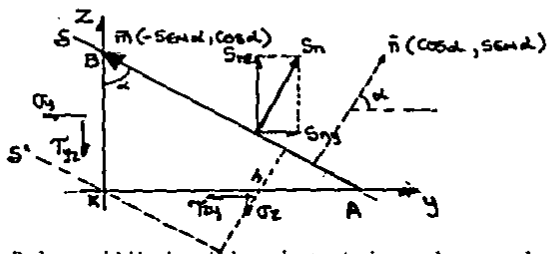
CARGA	LECTURA	DEFORMACION	DEFORMACION	1-DEFORMA-	AREA	ESFUER
LECTURA	MICROMETRO	TOTAL	UNITARIA	CION UNITA	CURVE-	ZO
MICROMETRO	(MM)			RIA	CUDA	KG/CM ²
"P"					(CM ²)	
15.0E-01	21.45	8.0E-01	20.32E-03	22.58E-05	99.98E-02	12.57
15.8E-01	22.31	1.0E+00	23.40E-03	28.22E-05	99.97E-02	12.57
18.0E-01	25.74	1.2E+00	30.48E-03	33.87E-05	99.97E-02	12.57
20.0E-01	28.60	1.4E+00	35.56E-03	39.51E-05	99.96E-02	12.57
22.5E-01	32.18	1.5E+00	38.10E-03	42.33E-05	99.96E-02	12.57
23.8E-01	32.60	1.6E+00	39.62E-03	44.03E-05	99.96E-02	12.57
23.0E-01	32.89	1.6E+00	40.64E-03	45.18E-05	99.95E-02	12.57
25.0E-01	35.75	1.7E+00	42.15E-03	46.85E-05	99.95E-02	12.57
28.0E-01	40.04	1.8E+00	45.72E-03	50.80E-05	99.95E-02	12.57
29.0E-01	41.47	1.9E+00	48.26E-03	53.62E-05	99.95E-02	12.57
30.0E-01	42.90	2.0E+00	50.80E-03	56.44E-05	99.94E-02	12.57



4.4 INTERPRETACION DE RESULTADOS

La teoría de elasticidad nos dice que el estado de esfuerzos plano en un determinado punto está dado cuando se conocen los esfuerzos en dicho punto, asociados a dos planos paralelos al eje "X" cualquiera y perpendiculares mutuamente.

En la figura siguiente podemos darnos una idea de lo anterior, al considerar conocidos los esfuerzos en "P", asociados a los planos "X Y" y "X Z", cuyas trazas con el plano "Y Z" son los ejes "Y" y "Z" respectivamente:



Del equilibrio del prisma triangular en la figura anterior deducimos:

$$\sigma F_Y = 0 : s_{ny} - \sigma_y \cos \alpha - \tau_{yz} \text{SEN} \alpha + 1/2 Yh = 0$$

$$\sigma F_Z = 0 ; s_{ny} - \sigma_z \text{SEN} \alpha - \tau_{zy} \cos \alpha + 1/2 Zh = 0$$

Las fuerzas Y y Z, son las componentes de las fuerzas de masa en las direcciones de los ejes Y y Z, respectivamente.

Si pensamos que $h \rightarrow 0$, con la que también podemos decir que:

$$S_{ny} = \sigma_y \cos \alpha - \tau_{yz} \operatorname{SEN} \alpha$$

$$S_{nz} = \sigma_z \operatorname{SEN} \alpha - \tau_{zy} \cos \alpha$$

Es decir, que si conocemos los esfuerzos en un punto - " P ", asociados a dos planos ortogonales paralelos al eje X puede conocerse el esfuerzo en " P " ligado a cualquier otro plano paralelo al eje X.

Del esfuerzo total S_n , las componentes normal (σ_n) y tangencial (τ_n), asociado al plano \overline{AB} , dado por el vector $\bar{n}(\cos \alpha, \operatorname{SEN} \alpha)$, pueden calcularse sencillamente por medio de productos escalares:

$$\sigma_n = \bar{S}_n \cdot \bar{n}$$

$$\tau_n = \bar{S}_n \cdot \bar{m}$$

donde \bar{n} y \bar{m} son los vectores normal y tangente al plano \overline{AB} , con las direcciones que se muestran en la figura ante-

rior.

Al aplicar el producto escalar en la expresión que conocemos en función de las componentes de los factores:

$$\sigma_n = s_{ny} \cos \alpha - s_{nz} \operatorname{sen} \alpha$$

$$\tau_n = -s_{ny} \operatorname{sen} \alpha - s_{nz} \cos \alpha$$

Que substituyendo las ecuaciones que conocemos en las expresiones anteriores obtenemos:

$$\sigma_n = (\sigma_y \cos \alpha - \tau_{yz} \operatorname{sen} \alpha) \cos \alpha - (\sigma_z \operatorname{sen} \alpha - \tau_{zy} \cos \alpha) \operatorname{sen} \alpha$$

$$\tau_n = -(\sigma_y \cos \alpha - \tau_{yz} \operatorname{sen} \alpha) \operatorname{sen} \alpha - (\sigma_z \operatorname{sen} \alpha - \tau_{zy} \cos \alpha) \cos \alpha$$

al simplificar la expresión nos queda reducida a:

$$\sigma_n = \sigma_y \cos^2 \alpha - \sigma_z \operatorname{sen}^2 \alpha - 2\tau_{yz} \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha$$

$$\tau_n = (\sigma_z - \sigma_y) \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha - \tau_{yz} (\cos^2 \alpha - \operatorname{sen}^2 \alpha)$$

Que estas ecuaciones son fundamentales para la solución gráfica de Mohr.

Al llevar estas ecuaciones a un sistema de planos principales, quedan con índices numéricos para los esfuerzos principales, y queda de la forma siguiente:

$$\sigma_n = \sigma_1 \cos^2 \alpha + \sigma_3 \sin^2 \alpha$$

$$\tau_n = (\sigma_3 - \sigma_1) \sin \alpha \cos \alpha$$

Que σ_1 es el esfuerzo principal mayor, y σ_3 , el menor.

Las ecuaciones pueden expresarse de otra forma, pero - teniendo en cuenta las identidades trigonométricas:

$$\sin^2 \alpha = \frac{1 - \cos 2\alpha}{2}; \quad \cos^2 \alpha = \frac{1 + \cos 2\alpha}{2}; \quad \sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$$

Al sustituir las expresiones anteriores en las ecuaciones anteriores podemos decir que:

$$\sigma_n = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cos 2\alpha$$

$$\tau_n = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin 2\alpha$$

Y lo cual puede quedar como:

$$\sigma_n = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cos 2\alpha$$

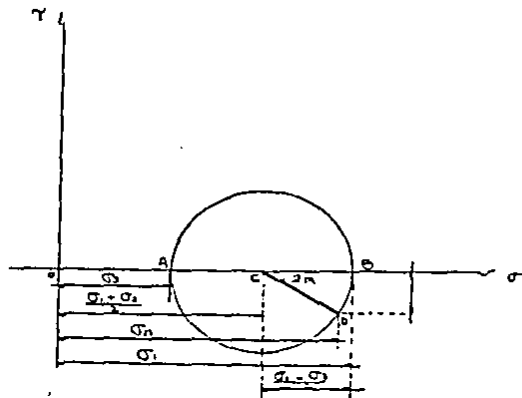
$$\tau_n = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \text{SEN } 2\alpha$$

De las expresiones que obtuvimos, elevamos las dos expresiones al cuadrado y las sumamos, nos da que:

$$\left\{ \sigma_n - \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \right\}^2 + \tau_n^2 = \left\{ \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \right\}^2$$

Que como podemos darnos cuenta en la ecuación anterior es la ecuación de un círculo con el centro en : $(\sigma_1 + \sigma_3/2, 0)$ y de radio $(\sigma_1 - \sigma_3/2)$, que es el círculo de Mohr.

En el siguiente esquema podemos apreciar con más claridad todas las ecuaciones que tenemos, llevando un círculo en un plano cordenado (σ, τ)



En la aplicación de la solución gráfica de Mohr en las pruebas de compresión simple y de la compresión triaxial, - que con los datos que obtenemos en las pruebas conocemos -

σ_3 , σ_1 , que en base a esos esfuerzos aplicando la solución de Mohr nos queda similar a la figura anterior pero como tenemos tres diferentes σ_3 , nos va a dar como resultado tres círculos de Mohr, que la envolvente que junta a los tres círculos, y por lo menos los círculos de los extremos es la llamada envolvente de falla, que al prolongar la a eje de las abscisas, obtenemos la cohesión del material, y, por otro lado, el ángulo de fricción interna es la pendiente de dichas envolventes.

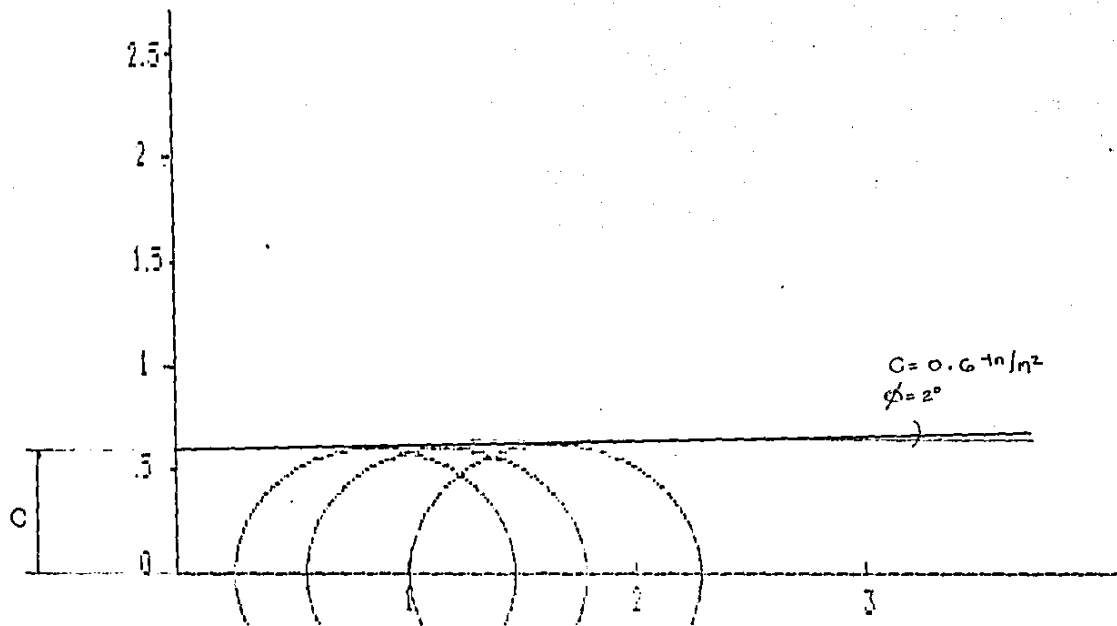
En los resultados que obtenemos mediante la computadora, en el caso de la prueba de compresión simple, son: El valor del esfuerzo, así como la resistencia al esfuerzo - cortante.

En la prueba de compresión triaxial obtenemos la gráfica de la solución de los círculos de Mohr, de esa gráfica

obtenemos la cohesión en el caso de los suelos cohesivos - como son la arcilla; y el ángulo de fricción interna cuando el suelo es friccionante como las arenas.

Existen suelos mezclados, es decir, que son cohesivos friccionantes o friccionantes-cohesivos, eso depende de la cantidad del material cohesivo o friccionante que contenga el suelo.

Mediante la envolvente de los círculos obtenemos la línea de falla, como se puede apreciar en el siguiente esquma:



En donde la inclinación de la envolvente es el ángulo de fricción interna, y la intersección de la misma con el eje de las abscisas es la cohesión del suelo, en el caso de los suelos cohesivo (puramente) el ángulo de fricción será nulo, por otro lado, en los suelos friccionantes la cohesión será nula, pero puede existir la combinación de ambos casos, como mencionamos antes, en los materiales cohesivos friccionantes. A continuación vemos en las gráficas estos casos:

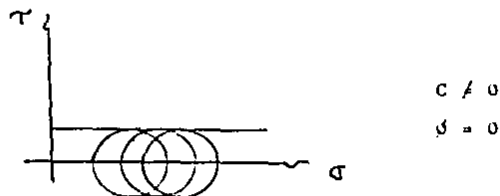


Fig. 1. Línea de falla de un material puramente cohesivo.

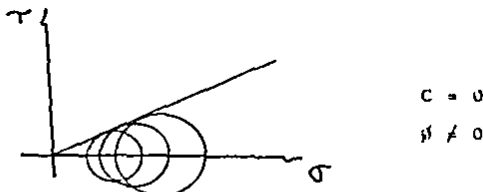


Fig. 2. Línea de falla de un material puramente friccionante.

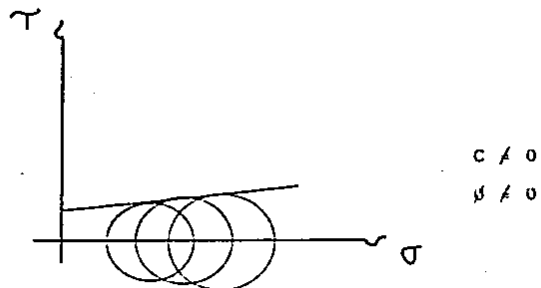


Fig. 3. Línea de falla de un material cohesivo-fric--
cionante.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

En el trayecto de la elaboración de este trabajo, se presentaron dificultades de programación en las gráficas de los círculos de Mohr, y en la gráfica de esfuerzo-deformación, esas dificultades fueron con la escala de la máquina para la graficación, ya que para el uso exacto y preciso (al milímetro) tiene ligeras variaciones y fue imposible encontrar un factor constante para todas las soluciones. Se propuso un factor diferente para cada rango, dicho factor aproxima la escala con un error de $\pm .5$ mm.

Con respecto a los círculos, existió el problema de encontrar los dos puntos tangentes a los círculos mediante procesos matemáticos, lo cual se optó que la envolvente se trazara manualmente y así completar la gráfica.

La velocidad y la versatilidad del computador, se puede aplicar ampliamente en este campo, como se pudo apreciar en la ejecución del programa, nos ayuda a consultar procedimientos de la prueba y nos resuelve los cálculos en una forma rápida y segura, del mismo modo, que nos imprime todos los resultados de dicha prueba.

Un laboratorio de mecánica de suelos con un paquete -

completo de programas para cada prueba, sería de gran ayuda en el desarrollo del trabajo en cada ensaye, porque mediante su empleo eliminaríamos los errores matemáticos y de procedimiento que a menudo suceden en los laboratorios, afectando en forma considerable los resultados de dichas pruebas.

Por otro lado, la aplicación de los resultados obtenidos en la prueba triaxial de la página 92, para encontrar el factor de seguridad con que se encuentra un terrapien (con el método de la cuña) de 10 mts. de altura y un talud de 1.5:1 desplantado sobre un manto de roca resistente y contruido con arena arcillosa, cuyos parámetros de resistencia en prueba rápida son: $\phi = 11^\circ$, $C = 0.46 \text{ tn/M}^2$; el material se había colocado compactándolo hasta alcanzar un peso volumétrico $\gamma_m = 1700 \text{ kg/m}^3$.

DATOS:

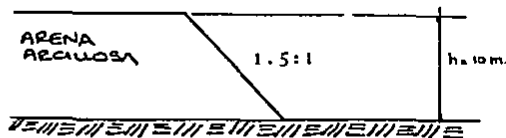
$h = 10 \text{ m}$

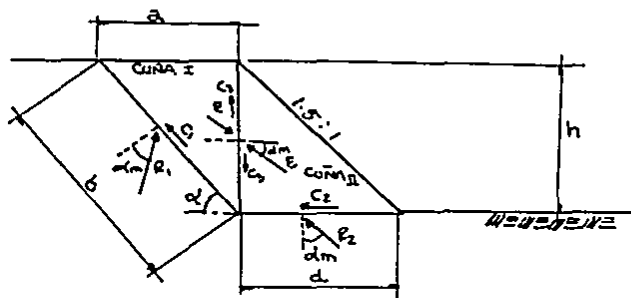
Talud 1.5:1

$\gamma_m = 1700 \text{ kg/m}^3$

$\phi = 11^\circ$

$c = 0.46 \text{ tn/m}^2$





Análisis de estabilidad.

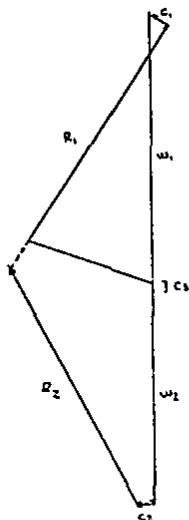
SOLUCION:

Se acepta la hipótesis de que la inclinación del empuje E entre cuñas es igual a:

$$\beta_a = \tan^{-1} \frac{\tan \delta}{F_s}$$

Se procede por tanteos, dividiendo el terraplén en las dos cuñas que se muestran en la Fig. ... y haciendo variar el ángulo α hasta determinar el F_s mínimo que permite que se cierre el polígono dinámico.

Con las fuerzas que intervienen en el equilibrio de las dos cuñas, para un cierto valor de α y supuesto un F_s , se forma el polígono dinámico de la Fig.



Para $\alpha = 42^\circ 30'$ y $F_s = 1.9$

$$\beta_m = \tan^{-1} \frac{\tan 11^\circ}{1.9} = 5.84^\circ$$

$$C_m = \frac{C}{F_s} = \frac{0.6}{1.9} = 0.315$$

$$C_1 = b \times C_m = 14.8 \times 0.315 = 4.66 \text{ ton/m}$$

$$C_2 = d \times C_m = 15.0 \times 0.315 = 4.74 \text{ ton/m}$$

$$C_3 = h \times C_m = 10.0 \times 0.315 = 3.15 \text{ ton/m}$$

$$W_1 = \frac{h \times a}{2} \delta_m = \frac{10 \times 10.9}{2} \cdot 1.700 = 92 \text{ ton/m}$$

$$W_{11} = \frac{h \times C \times d}{2} \delta_m = \frac{10 \times 15}{2} \cdot 1.700 = 128 \text{ ton/m}$$

Aproximando, el valor del factor de seguridad para que -

el polígono dinámico se cierre es de $F_s = 1.95$

Efectuando tanteos similares para diferentes valores -
de se obtiene:

	F_s
40°	2.1
42° 30'	1.95
45°	2.0
50°	2.2

De donde se deduce que el factor de seguridad con el -
que está trabajando el terraplén y para la geometría de cu
das elegida es de $F_s = 1.95$.

BIBLIOGRAFIA

1. MECANICA DE SUELOS (TOMO 1)
Juárez Badillo, Rico Rodríguez
Editorial Limusa.
2. MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES
Carlos Crespo Villalaz
Editorial Limusa
3. MECANICA DEL MEDIO CONTINUO
Serie Shaums.
4. PRACTICAS DE LABORATORIO
(MATERIA GEOTECNIA I, II)
5. PROGRAMACION BASICA.
Víctor F.
Villanueva abuxapqui
Editorial Diana.