

28
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
"ARAGON"

"ESTUDIO GEOTECNICO PARA EL PROYECTO
PRESA DE ALMACENAMIENTO EL ROSARIO,
MUNICIPIO DE TEPOTZOTLAN, ESTADO
DE MEXICO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
JULIO CESAR PACO PALAZUELOS

MEXICO, D. F.

1988.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

I N D I C E

CAPITULO	PAGINA
I. INTRODUCCION	1 AL 3
I.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO	4
I.2 LOCALIZACION Y ACCESO PLANO DE LOCALIZACION	5 AL 7 8
II. GEOLOGIA REGIONAL	9 Y 10
II.1 FISIOGRAFIA	11 Y 12
II.2 ESTRATIGRAFIA	13
III. ESTUDIOS DEFINITIVOS	14
III.1 TRABAJOS DE CAMPO	15
III.1.1.1 VASO	16 AL 19
III.1.1.2 BOQUILLA	20 AL 24
III.1.1.3 OBRA DE DEMASIAS	25
III.1.1.4 OBRA DE TOMA	26
III.1.1.5 OBRA DE DESVIO	26
TOPOGRAFIA OBRA DE DEMASIAS	27
III.1.2 BANCOS DE MATERIALES	28
TOPOGRAFIA BANCO DE MATERIAL EL ROSARIO I	29
TOPOGRAFIA BANCO DE MATERIAL EL ROSARIO II	30
TOPOGRAFIA BANCO DE MATERIAL SANTA MARIA	31

III.1.3. EXPLORACION	32 AL 33
III.1.4. MUESTREO.	34 AL 36
III.2. TRABAJOS DE LABORATORIO.	36
III.2.1. PRUEBAS INDICE	37 AL 41
RESULTADOS PRUEBAS INDICE.	42 AL 47
III.2.2. PRUEBAS MECANICAS.	48 AL 52
PRUEBAS TRAXIALES.	53 AL 73.
PRUEBAS DE CONSOLIDA- CION UNIDIMENSIONAL.	74 AL 80
PRUEBAS DE PERNEABILI DAD.	81 AL 88
IV. DETERMINACION DE PARAMETROS DE LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE	89 AL 92
V. PROCEDIMIENTOS DE EXPLOTACION.	93 AL 94
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
ESTRATIGRAFIA DE LA BOQUILLA	96
TOPOGRAFIA DEL VASO	97
PLANO GENERAL BANCOS DE MATERIALES.	98
BIBLIOGRAFIA.	99

" ESTUDIO GEOTECNICO PARA EL PROYECTO PRESA DE ALMACE-
NAMIENTO EL ROSARIO, MUNICIPIO DE TEPOTZOTLAN, ESTADO
DE MEXICO "

Las presas de tierra para el almacenamiento de agua para riego, como lo atestiguan la historia y -- los restos que sobreviven de las antiguas estructuras-- se han usado desde los primeros días de la civilización. En nuestros días como en el pasado, las Presas de Tierra continúan siendo el tipo más común de Presa Pequeña principalmente porque en su construcción se utilizan materiales en su estado natural con un mínimo de tratamiento .

Hasta en los tiempos modernos todas las Presas de Tierra se proyectan por procedimientos empíricos, y la Literatura de Ingeniería esta repleta de relatos de fallas. Estas fallas obligaron a darse cuenta de los -- métodos empíricos debían reemplazarse por procedimientos racionales de Ingeniería, tanto en el proyecto como en la construcción. El rápido avance de la ciencia de -- la Mecánica de Suelos, ha dado por resultado el desarrollo de procedimientos de Proyectos muy mejorados para-- las Presas de Tierra .

Para el estudio y construcción de las presas para irrigación, son empleados métodos técnicamente completos, precisos y confiables.

En obras pequeñas de capacidad reducida cuyas cortinas no excedan a los 5.00 mts., de altura, por lo general se usaban procedimientos expeditos para su estudio, y prácticos para su construcción, siendo mínima la técnica aplicada, en la actualidad todos son de gran importancia.

Entre estas obras y las grandes, existen otras de magnitud intermedia a las que se les ha dado el nombre de pequeños almacenamientos que demandan el desarrollo de estudios mucho más tecnificados, entendiéndose como pequeños almacenamientos a todos aquellos aprovechamientos cuyas cortinas sean de tierra de sección homogénea u homogénea modificada con altura igual o menor 15.00 mts. y cuya capacidad total no exceda de tres millones de metros cúbicos.

El propósito del presente trabajo, se encausará en relación al estudio Geotécnico (Mecánica de Suelos) de un almacenamiento, mismo que será de gran utilidad para el diseño del proyecto de la Presa de Almacenamiento " EL ROSARIO ", sitio que servirá para embalsar el agua en los períodos de lluvias y utilizarla en el estiaje, específicamente para aprovechar las

aguas que se conducen a través del arroyo San Pablo--
afluente del Río Cuautitlán, beneficiando la irri--
gación de terrenos de cultivo del ejido de Santa María--
Tianquistengo, Municipio de Tepotzotlán, Estado de Mé--
xico .

Las Presas de almacenamiento, tienen como finali
dad la captación de agua de los escurrimientos produci
dos por las precipitaciones pluviales o los deshielos,
y según su fin de operación, suministrarla de acuerdo a
las necesidades de los cultivos en los meses en que se
presenta la sequía, logrando así cubrir el ciclo de --
crecimiento de las plantas .

1.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se realizó el estudio geotécnico de el Vaso y demás sitios donde se alojarán las estructuras (cortina, obra de demasías, obra de toma, etc.) a fin de conocer las características físico-mecánicas de los suelos, y en base a ello poder llevar a cabo con mayor precisión el diseño de todas y cada una de estas obras de que constará el proyecto, mismas que servirán para una correcta ejecución, operación y protección de la misma.

V A S O, - Sitio donde se llevarán a cabo varias exploraciones con equipo mecánico de perforación a fin de poder conocer el grado de permeabilidad del suelo ya que en él se almacenará el agua que detendrá la cortina.

En la parte mas estrecha del vaso, deberá quedar ubicada la cortina, siendo la boquilla el sitio el cual será objeto de un programa de exploraciones y sondeos a todo lo largo del eje de ésta, llevando a cabo el muestreo del suelo conveniente para su identificación en el laboratorio, también podremos conocer su estratigrafía y el coeficiente de permeabilidad.

El vertedor u obra de excedencias, es la estructura-

que sirve para el alivio de la Presa, no poniendo en peligro la cortina, en el cual será suficiente realizar una exploración y un pozo a cielo abierto con el objeto de conocer sus características físico-mecánicas.

OBRA DE TOMA.- Estas importantes obras auxiliares se construyen generalmente de concreto y pueden desarrollarse o bien en túnel a través de las laderas que forman la boquilla de la presa, o bien en tubos a través de la propia cortina, siendo su objetivo extraer agua de acuerdo con una ley determinada, variando mucho el diseño de acuerdo con las condiciones geológicas y topográficas del terreno.

OBRA DE DESVÍO.- Tendrá por objeto dejar en seco el sitio de construcción de la cortina y sus obras auxiliares durante el período de trabajo, para lo cual será necesario desviar temporalmente el escurrimiento del río.

1.2.- LOCALIZACION Y ACCESO

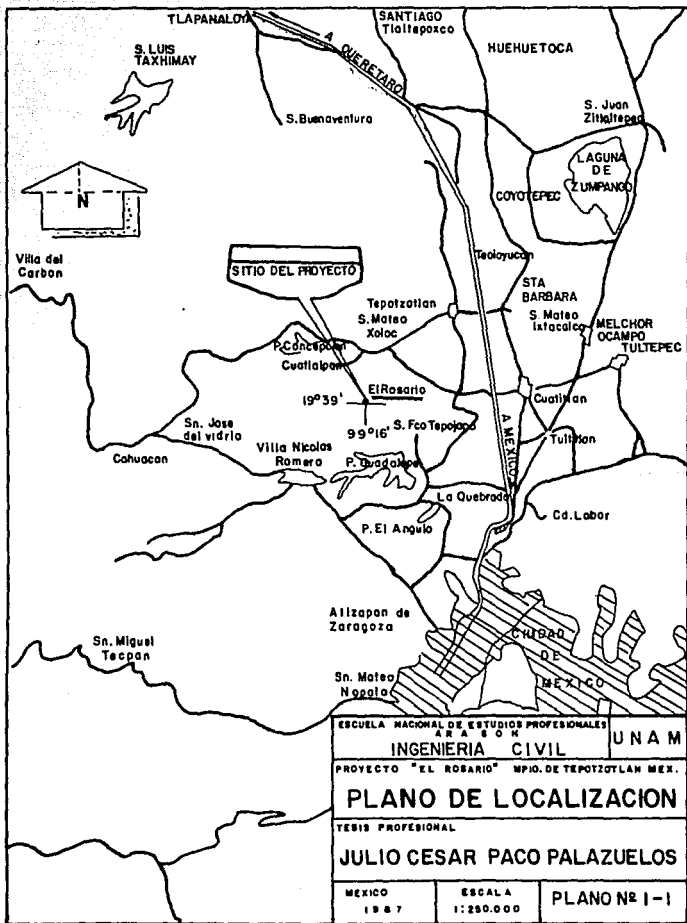
El proyecto denominado " EL ROSARIO ", se ubica dentro de lo que es el Municipio de Tepetzotlán, Estado de México, quedando comprendido éste entre los paralelos 19°40' y 19°42' de latitud norte, y entre los meridia-

nos 99°13' y 99°16' de longitud oeste de Greenwich, según datos obtenidos de la carta Topográfica E14 A-29 de la Detenal.

Como lo muestra el plano I-1, en la región se localizan los siguientes centros de población; tomando como centro el poblado de Santa María Tlanguistengo, tenemos: al norte Huilango y San Mateo Xofox, al sur la Piedad y San Francisco Tepojaco, al este Buenavista y al oeste El Rosario y Santiago Cuautlalpan, poblaciones dedicadas a la agricultura de temporal y ganadería en pequeña escala, en los meses en que se presenta la sequía, periodo en que se dedican a las actividades del sector secundario, se trasladan a las zonas industriales más cercanas como son Cuautitlán, Tultitlán y la Ciudad de México, donde son empleados como obreros.

En el sitio del proyecto se tiene un clima predominante del tipo sub-húmedo, con lluvias en verano teniendo se una temperatura media anual de 15°C y una precipitación media anual de 756 mm.

A C C E S O . - Para llegar al sitio del proyecto, partiendo de la Ciudad de México, D. F., se toma la carretera No. 57 Autopista México - Querétaro, por la cual se recorren 44.0 Km. tomando a la izquierda se llega al poblado de Tepotzotlán, se continúa por la carretera Tepotzotlán - Villa del Carbón recorriéndose 8.5 kms. para después desviarse a la izquierda llegando al ejido de Santa María Tanguistengo finalmente para llegar al sitio del proyecto, se recorren 4.5 Kms. de camino de terracería, encontrándose en este. Se anexa croquis de localización



II. GEOLOGIA REGIONAL

La cuenca del Valle de México comprende áreas con --
formaciones marinas plegadas del Mesozoico y depósitos --
volcánicos continentales del cenozoico, dislocados y frac-
turados en su mayor parte, quedando por lo tanto compren-
didas las manifestaciones geológicas ocurridas en los úl-
timos cien millones de años.

La Cuenca del Valle de México comprende las forma-
ciones volcánicas aluviales y lacustres pertenecientes al
terciario medio, al terciario superior y al cuaternario;-
las más antiguas están ocultas.

La determinación de edades para estas formaciones -
se base en evidencias fósiles muy escasas, y la geología
de campo se apoya principalmente en conceptos morfológi-
cos y en la simple superposición relativa de las formacio-
nes.

La geología de la cuenca de captación del Arroyo San Pa-
blo se encuentra formada por suelos del tipo arenisco y -
tobas, producto de las rocas sedimentarias e Igneas, ade-
más de suelos tipo aluvial, según datos tomados de -

la carta geológica E-14 A-29 de la Detenal.

El vasto complejo volcánico del terciario medio representado por tobas, conglomerados, brechas y lavas de composición petrográfica muy variada, forman las bases de la sierra de Guadalupe. En el complejo de esta época es difícil reconocer formas de volcanes individuales, pues la erosión los ha deformado totalmente y además aparecen a menudo alterados los elementos del terciario medio y se hayan coronados por los últimos restos de grandes volcanes pliocénicos que derramaron sus lavas.

El Valle de México se haya en un sitio donde la corteza terrestre ha sufrido desde comienzos del terciario, es decir desde el fin de la orogenia Laramide, el efecto de esfuerzos tectónicos extraordinarios que rompieron y fracturaron sus formaciones a fondo. Dichos esfuerzos han sido principalmente de carácter tensional, y que el magna emana de las entrañas de la tierra únicamente cuando la corteza sufre tensión. Tal tensión pudo haberse producido, en primer lugar, por el levantamiento que ha sufrido gran parte del País a través del terciario, al ritmo que emerge el continente del mar; pero también está comprobado que se formaron " geotumores " en franjas alargadas mismos que al hundirse sus partes centrales, permitieron la emisión de magmas por un sin fin de fallas paralelas. Finalmente, se verificaron también movimientos horizontales a lo largo de dichas fajas, causando así la formación de fracturas tensionales secundarias que también habrieron el camino a las lavas .

El estudio de los sistemas de fracturas y fallas en la cuenca del Valle, revela que las manifestaciones volcánicas desde el terciario inferior hasta el terciario medio, obedecieron a impulsos del levantamiento del continente. A partir de entonces, los movimientos ejecuta

dos por dos grandes líneas de debilidad cortical dominaron la tectónica.

Primero se formó la línea de fracturamiento Chapala - Acambay, que atraviesa la cuenca de oeste a este en su parte central y meridional; esta es muy probablemente un ramal de la conocida falla de San Andrés que, partiendo desde la Costa de Nayarit, se extiende a través de México en dirección Sureste. Esta zona de fracturamiento se produjo probablemente en el terciario medio y ha continuado sus movimientos hasta la actualidad. Después se formó la línea de fracturamiento Clarion, idéntica con el alineamiento Humboldt, que rige el vulcanismo en el sur de la Cuenca. Esta línea se extiende, desde las Islas Revillagigedo en el Océano Pacífico hasta el Pico de Orizaba y probablemente hasta el complejo volcánico de San Andrés Tuxtla, en Veracruz. Su actividad data del terciario superior.

Ambas fajas tectónicas representan líneas de extrema debilidad en la corteza terrestre y es precisamente en un sitio en que las dos se acercan hasta estar separadas por solo unos 50 kms. donde se sitúa la cuenca del Valle de México. El conocimiento de las características y movimientos de estas dos líneas tectónicas nos ayudan a comprender de una manera mejor los pasos que dio la naturaleza al crear la cuenca.

La estatigrafía del sitio del proyecto es homogénea, superficialmente existe una capa de suelo vegetal, de aproximadamente 20 cms. de espesor promedio, de consistencia blanda a lo largo del trazo de la boquilla, -- subyaciendole se intersactó un extracto de toba areno -- arcillosa, color café, y posteriormente se encontro una toba brechosa según lo muestra el plano II.2, en lo que viene siendo el vaso se encuentra cubierto por terrazas aluviales, propicias para el cultivo, encontrándose en la parte media y cola del vaso afloramiento de toba, también en está aflora un conglomerado muy compacto, constituido por fragmentos de andesitas y riolitas en una matriz areno-arcillosa

Para el diseño y construcción de Presas, las propiedades físicas de los suelos, tales como peso unitario, permeabilidad, resistencia al esfuerzo cortante y compresibilidad, son de primordial importancia, siendo indispensable para el buen diseño final, la exploración y muestreo de los suelos .

Complementandolo con pruebas de laboratorio que determinan las características de comportamiento del suelo.

III.1.-

TRABAJOS DE CAMPO

Se realizará un reconocimiento de los sitios--
identificados previamente, para así poder llevar a cabo
un mejor diseño de las obras .

Dado que para la realización del estudio de mecánica de
suelos, será fundamental la obtención de muestras alte-
radas e inalteradas, obteniéndose estas por medio de --
pozos a cielo abierto, con pala de postear o con tubos-
muestreadores de pared delgada, requiriéndose en gene--
ral muestras de 40 a 50 kg., cantidad suficiente para -
realizar todas las pruebas de laboratorio y aún repetir
las incorrectas o aquellas cuyos resultados sean dudo--
sos .

III.1.1.-

P R E S A

La presa quedará constituida por sus obras au-
xiliares como son el mismo vaso, la boquilla lugar donde
se desplantara la cortina, la obra de demaslas, la obra-
de toma y la obra de desvío ; lugares en donde será nece-
saria la exploración del suelo de acuerdo al tipo de ---
pruebas a realizarle a éste, según lo requiera el tipo -

de obra describiéndose cada una de ellas en su inciso correspondiente .

III.1.1.1.- V A S O

En el vaso aflora el basalto y hacia la cola del mismo, está cubierto de sedimentos de origen volcánico transportados y por rocas andesíticas en las proximidades de la boquilla .

La permeabilidad del suelo es el punto que más interesa en este sitio, puesto que será el lugar donde se almacenara el agua que retenga la cortina, fue necesario efectuar un estudio topográfico, esc. 1:4000 para que auxiliado en él poder definir la localización de los sitios a explorar, además, se procedió a realizar una visita al sitio llevando a cabo una inspección ocular.

De acuerdo al estudio topográfico y la inspección ocular se consideró necesario efectuar tres pruebas de permeabilidad tipo LeFranc en el campo, mismas que se muestran en el plano No. III-3 (Topografía del vaso) y en base a ellas poder decir el grado de permeabilidad que tiene este suelo: ya que el gradiente hidráulico creado por la presencia de un almacenamiento de agua hacen circular esta a través de las fisuras, finalmente las mediciones que se puedan hacer de la permeabilidad son sencillas a ----- .

los efectos de escala y al estado de esfuerzo de la formación.

Como se mencionó anteriormente se realizaron tres pruebas de tipo leñanc a flujo variable horizontal, en las que consistió en determinar la velocidad con que varía el nivel del agua dentro del tubo de Ademe en un tramo determinado.

EQUIPO Y DISPOSITIVOS PARA LAS PRUEBAS

El equipo con que se realizaron las exploraciones consistió, en una perforadora marca LONYEAR 34 IDW - 525-529, con que se perforó, y Ademe con diámetro NQ y NW de 0.0762 m.

MATERIALES Y EQUIPO ACCESORIO

1. ADEME NQ Y NW (0.0762 m.)
2. TANQUE DE 200 LTS. DE NIVEL CONSTANTE MEDIANTE UN -- VERTEDOR.
3. TUBERIA Y CONEXIONES DE 1/2" DE DIAMETRO PARA LAS -- INSTALACIONES DE LAS DIFERENTES VALVULAS, EL MEDIDOR Y PARA PROTECCION DE LA SONDA.

- 4.- VALVULA DE CONTROL DE 1/2 "
- 5.- VALVULA DE PASO DE 1/2"
- 6.- MEDIDOR DE VOLUMENES ACUMULADOS DE 1/2" DIAMETRO
- 7.- SONDA ELECTRICA PARA MEDIR PROFUNDIDADES DEL AGUA DEL POZO.
- 8.- CRONOMETROS CON ACUMULADORES DE SEGUNDOS .
- 9.- GRAVA PARA FILTROS DE 1/2" A 3/4 "
- 10.-MANGUERAS DE 1/2" PARA LA ALIMENTACION DEL POZO.

LA PRUEBA CONSISTIÓ EN LO SIGUIENTE .

Verter dentro del pozo un gasto constante y determinar la altura a la que se establece el nivel del agua con ese gasto. En cada sitio de prueba se realizaron 5 - observaciones, determinando en cada una el nivel al que se establece el agua dentro del pozo cuando se agrega un gasto constante .

Las determinaciones de alturas del agua dentro -- del tubo de Ademe se hicieron por medio de una sonda --- utilizando un tubo de 1/2" para proteger ésta.

Con objeto de comprobar que los datos de la prueba son correctos, y que éstas se desarrollan en condiciones normales, se tabularon los valores de $\frac{AH}{AT}$ y AH quedando razonablemente alineados a lo largo de una línea recta que pasa por el origen .

PERMEABILIDAD .

$$K = 2 CA \frac{AH}{H} / AT .$$

III.1.1.2

BOQUILLA

En la boquilla, el arroyo ha labrado una sección asimétrica; topográficamente, la margen izquierda presenta en la parte alta un cantil de 10 mts. de altura, a partir de la base de este cantil y hasta el cauce tiene pendiente que cambia de suave a fuerte .

La margen derecha, en los primeros 10 mts., de altura a partir del cauce, es de pendiente fuerte y se abate hacia arriba hasta la elevación 2290 mts., límite aproximado de la corona de la cortina .

La sección está labrada en rocas ígneas andesíticas y basálticas con brecha de la misma composición.

Con el objeto de conocer geológicamente el sitio donde se desplantará la cortina, se hizo el siguiente programa de exploraciones a todo lo largo del eje, como se indica en el plano No. II-2

MARGEN IZQUIERDA .

EXP. No. I	EST. 0 + 065	ELEV. 2285.00
EXP. No. II	EST. 0 + 095	ELEV. 2273.00
P.E.A. No. 1	EST. 0 + 057	ELEV. 2288.00
P.C.A. No. 2	EST. 0 + 111	ELEV. 2264.00

C A U C E .

EXP. No. III	EST. 0 + 120	ELEV. 2261.00
EXP. No. IV	EST. 0 + 135	ELEV. 2251.00
EXP. No. V	EST. 0 + 155	ELEV. 2259.00

MARGEN DERECHA .

EXP. No. VI	EST. 0 + 187.50	ELEV. 2274.00
EXP. No. VII	EST. 0 + 212.50	ELEV. 2285.00
P.C.A. No. 3	EST. 0 + 165	ELEV. 2262.60
P.C.A. No. 4	EST. 0 + 220	ELEV. 2287.70

En las cuatro exploraciones efectuadas en ambas margenes se encontraron condiciones físicas semejantes en la roca en ninguna de estas se reportaron suelo, ya que estas son de poco espesor: todas las perforaciones penetraron 30.0 mts. predominando las tobas brechosas.

La exp. I inicio la perforación en tobas areno-arcillosas hasta 5.00 mts. de profundidad; hacia abajo estas tobas brechosas y arenosas.

La recuperación de la muestra es baja y solamente se ha considerado aquella obtenida en el barril muestreador, siendo de 14.5% en la margen izquierda no hubo necesidad de ademar ni de cementación durante la perforación no se encontraron pérdidas del agua de lavado y el nivel del espejo del agua de prueba no se encontró.

En la margen derecha, las dos exploraciones efectuadas también a 30.0 mts. de profundidad encontraron las mismas condiciones descritas para la margen izquierda; pero si hubo necesidad de ademarlas a 25.0 mts. de profundidad y solamente en la exp. VI se reportó el nivel del espejo del agua de prueba a 4.80 mts. cuando se tenía una profundidad de 10.0 mts. no registrándose pérdidas del agua de lavado.

CAUCE.

Las tres exploraciones efectuadas en el cauce también con profundidad de 30,0 mts, después de pasar el aluvión penetraron hasta su profundidad total en las más mas tobas ya descritas para ambas margenes y solamente en la exp. IV, a las profundidades de 2,50 mts, a 5,00 mts. y de 15,00 a 18,00 mts, se recuperó muestra de toba brechosa de regular consolidación. También en estas exploraciones no se registraron pérdidas del agua de lavado y solamente en la exploración V hubo necesidad de ademar a 25,00 mts.

Fue necesario la obtención de muestras de material para el ensayo, precisamente para la determinación en el laboratorio de los resultados de pruebas Índice y mecánicas; estas muestras inalteradas se obtuvieron mediante la excavación de 4 pozos a cielo abierto distribuidos a todo lo largo del eje de la boquilla, quedando localizadas las siguientes estaciones; Pozo No. 1 0+057, Pozo No. 2 0+111, Pozo No. 3 0+165 y Pozo No. 4 0+220.

FORMA DE OBTENCIÓN

Se excavaron 4. P.C.A. de 1.00 Mts. X 1.50 Mts. a profundidad de 1.5 y 2.0 mts., se procedió el muestreo de la siguiente forma: una vez llegando a la profundidad deseada, se labraron las caras de lo que sería la muestra, cubriéndolas con manta a la que después se les iba embarrando breca, para posteriormente guardarlas en cajones y así poder transportarlas al laboratorio de materiales.

III.1.1.3.-

OBRA DE DEMASIAS

Obra de demasias o vertedor, el cual dado las condiciones para lo que se proyecta la Presa y la capacidad de almacenamiento de la misma, podrá quedar alojado - su inicio en la margen derecha del eje de la cortina, por lo que fué necesario practicar pruebas de permeabilidad - y obtener muestras de material para conocer sus características físico - mecánicas, habiéndose hecho un programa de muestreo y exploración previa realización de trazo y - cadenamiento donde quedará alojado éste, ver plano No. -- 111.5

Se programó una exploración en el km. 0+082 elev. - 2270.20 y 1 P.C.A. en el km. 0+134 elev. 2258.60 del trazo de apoyo.

Se efectuó perforación con equipo LONG YEAR 34 IDW 525, con Ademe NQ y NW a fin de obtener los datos necesarios para conocer el grado de permeabilidad del suelo.

Del P.C.A. hecho se obtuvo una muestra de 10.0 kg. - misma que se labró con las medidas necesarias y se guardó para poder conservar sus características originales procediéndose a su transporte al laboratorio de materiales.

III.1.1.4.-

O B R A D E T O M A

La obra de toma servirá para dar salida al agua al macenada en la Presa, cuando así se requiera .

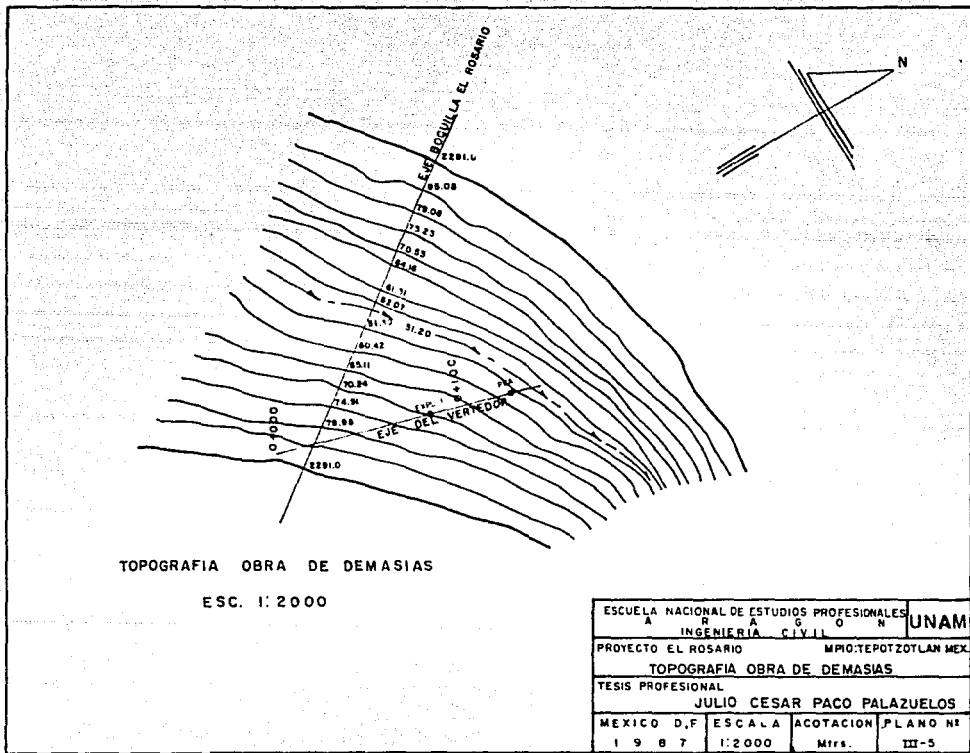
Para este proyecto, se propone utilizar el cuerpo de la cortina para en ella olojar esta obra, no siendo ne cesario el incremento de pruebas al eje de la cortina, -- siendo útiles las ya efectuadas .

III.1.1.5.-

O B R A D E D E S V I O

Con el objeto de desarrollar los trabajos en mate rial seco, será necesario desviar el agua antes de en-- trar al vaso, pudiendose hacer esto 150 mts. aguas arri- ba del vaso en la elevación 2310.0 .

En virtud de considerarse una obra de tipo tempo- ral, se cree no necesario efectuar un estudio de mecdni- ca de suelos, por lo que bastara con una visita al sitio a fin de poder dar las recomendaciones para la formación del desvto, ayudando con ello para la selección de la ma quinaria a utilizar .



III.1.2.- BANCOS DE MATERIALES

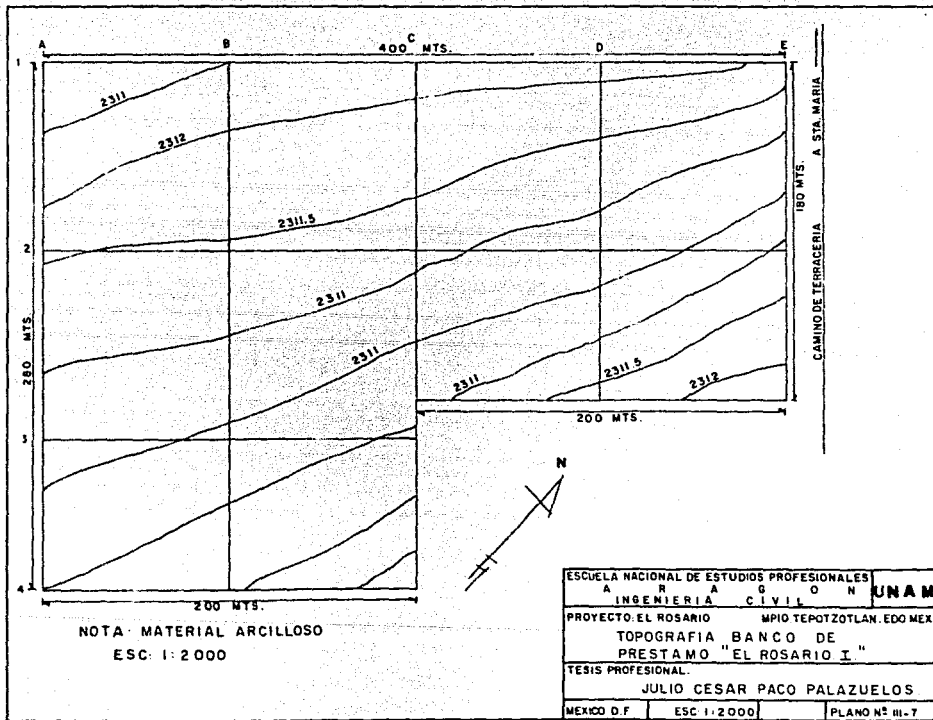
Tomando en consideración el costo de la obra, se buscaron los bancos de materiales más apropiados en cuanto a distancia y volumen.

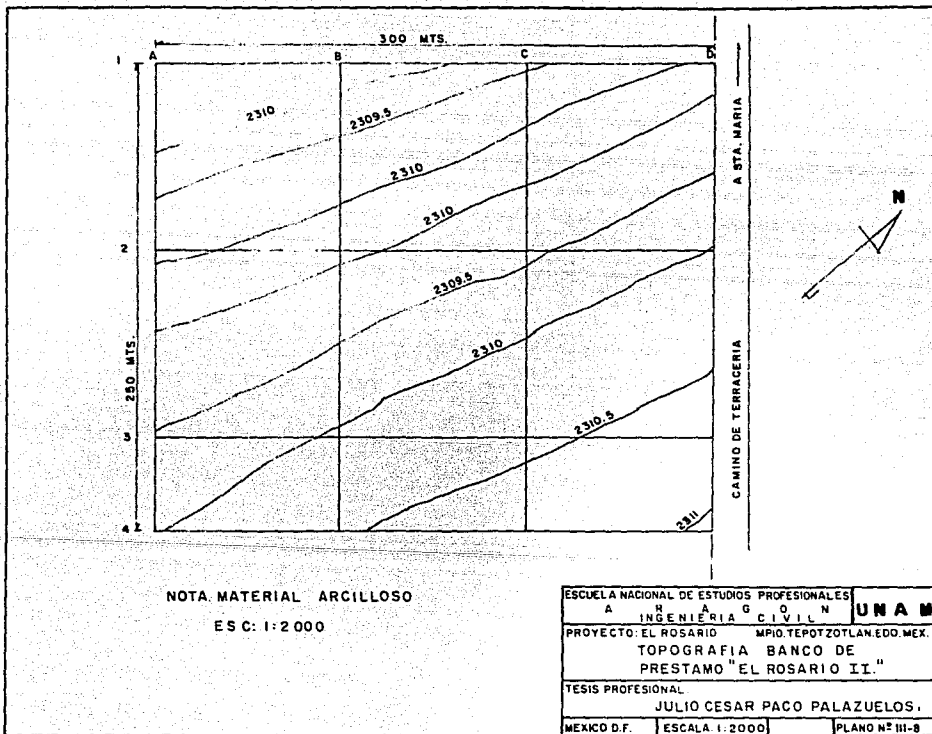
Se procedió a realizar localización en lugares - cercanos a la presa y extenderse alejándose en todas direcciones.

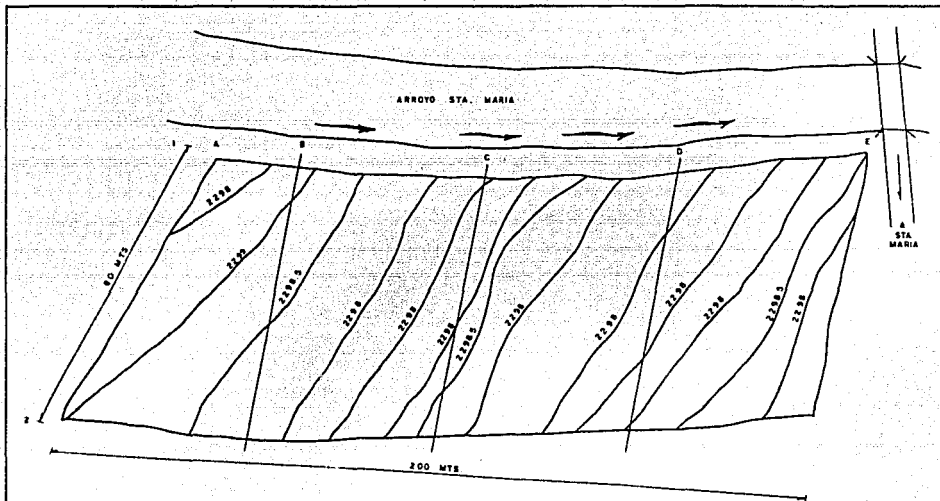
Se dispuso los bancos de materiales " EL TANQUE " " EL ROSARIO I ", " EL ROSARIO II" y "SANTA MARIA", mismos que se encuentran a 1.5km, 1.0, 1.5 y 4.0 km. de distancia a la obra respectivamente, mismos que se indican en el plano No. III.6.

Posteriormente se envió a una brigada de topografía a -- realizar un levantamiento de los mismos, según se muestra en los planos No. III-7, III-8 y III-9.

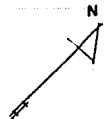
También se recurrió a los habitantes de los pueblos que rodean a la zona del proyecto preguntándoseles acerca -- de posibles sitios con material tipo arcilla y grava.







NOTA: MATERIAL TIPO GRAVA



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		
A	R	A
INGENIERIA CIVIL		
UNAM		
PROYECTO: EL ROSARIO. MPIO: TEPOTZOTLAN. EDO. MEX.		
TOPOGRAFIA BANCO DE PRESTAMO "STA. MARIA"		
TESIS PROFESIONAL.		
JULIO CESAR PACO PALAZUELOS.		
MEXICO D. F.	ESC 11000	PLANO N° III-9

III.1.3 EXPLORACION

Una vez seleccionados los bancos de materiales, se procedió a programar las exploraciones y muestreos necesarios a fin de poder conocer la potencialidad y calidad de éstos.

Para la exploración de los bancos de préstamos, fue necesario el levantamiento topográfico de los mismos trazando en el plano cuadrículas de 50 a 100 mts. de lado, realizando en las intersecciones las exploraciones o sondeos.

Se utilizó el método de P.C.A., obteniendo de ahí mismo muestras de material alterado e inalterado, tomando las medidas necesarias para las muestras inalteradas.

Se abrieron P.C.A. con pico y pala hasta una profundidad de 5.00 mts. para delimitar y determinar las áreas de los distintos materiales, así como la profundidad media estimada y los volúmenes de material aprovechable.

R O C A .

Esta se puede obtener del afloramiento existente_ aguas abajo de la boquilla a una distancia de 1.5 km. del sitio del proyecto, consistente en una andesita porfídica de color café rojizo compacta, en el flanco sur presenta una pseudo extratificación algo ondulada, esta característica obligarla a abrir varios frentes de pruebas alrededor del cerro, con el fin de seleccionar el más conveniente.

AGREGADOS GRUESOS.

Los agregados como arena y grava podrán obtenerse_ del banco Santa María.

A R C I L L A

El material para el corazón impermeable de la cortina, se obtendrá de los bancos de materiales "EL ROSARIO I" y "EL ROSARIO II", siendo estos de espesor y extensión considerable.

III.1.4.-

M U E S T R E O

Para la realización de las pruebas índice y mecánicas a los bancos de materiales, fué necesario el muestreo de éstos .

Para realizar la clasificación de laboratorio a los materiales de los bancos explorados, se llevó a cabo un muestreo a cada uno de ellos .

Se extrajeron muestras inalteradas de 40 X 40 X 40 cms., así como alteradas a fin de poder llevar a cabo las siguientes pruebas :

I N D I C E

DENSIDAD DE SOLIDOS

CONTENIDO NATURAL DE AGUA

G R A N U L I M E T R I A

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

C O M P A C T A C I O N P R O C T O R

M E C A N I C A S

E S F U E R Z O C O R T A N T E

C O N S O L I D A C I O N U N I D I M E N S I O N A L

P E R M E A B I L I D A D

I D E N T I F I C A C I O N D E L A S M U E S T R A S .

Todo sondeo se registro y refirio para conocer su

localización, se anoto profundidades y cotas del terreno, así como la clase de material.

Toda muestra llevó identificación tanto interior como en el exterior del envase.

III.2.- TRABAJOS DE LABORATORIO

Después de haber obtenido las muestras representativas de los diferentes sitios (vaso, boquilla, vertedor, etc...), y tomando la porción de la muestra que pasa por el tamiz # 4 (4.69 m.m.) se procedió - - llevar a cabo las diferentes pruebas (índice y mecánicas) a las muestras obtenidas en el campo.

Los resultados obtenidos de las pruebas a realizar a las muestras de material traídas de los sitios explorados, determinan los parámetros de diseño y la calidad de estos materiales.

III.2.1.- PRUEBAS INDICE

Son todas aquellas que se realizan para identificar y clasificar los diferentes materiales encontrados en los sitios de localización de las obras.

Se llevaron a cabo los siguientes ensayos a las muestras traídas del sitio del proyecto.

DENSIDAD DE SÓLIDOS

CONTENIDO DE AGUA

GRANULOMETRÍA

LIMITES DE CONSISTENCIA: Límite Líquido, Límite plástico y Límite de Contracción.

COMPACTACION PROCTOR.

Se enlistan en formato, resultados obtenidos en laboratorio de ensayos a muestras obtenidas de 4 P.C.A. - en la boquilla y 1 P.C.A. en la obra de demasías; además resultados de muestras de P.C.A. tomadas de los bancos - de préstamo.

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG.

Las propiedades de un suelo formado por partículas finamente divididas, dependen en gran parte de la humedad. Cuando el contenido de agua es muy elevado en realidad se tiene una suspensión muy concentrada sin resistencia estática al esfuerzo cortante; al perder humedad va aumentando su resistencia hasta alcanzar su estado plástico en -- que el material es fácilmente moldeable; si el secado continúa, el suelo llega a adquirir las características de un sólido, pudiendo resistir esfuerzos de compresión y tensión considerables.

Arbitrariamente A. Atterberg marcó las fronteras de los tres estados en que pueden presentarse los materiales finos, fijando los siguientes límites; Líquido, Plástico y de Contracción. El primero es la frontera entre el Estado Líquido y el Plástico, el segundo entre el Estado Plástico y el Semisólido; y el tercero separa el estado semisólido del sólido.

El Límite Líquido (L.L.) lo fija el contenido de agua (expresado en por ciento del peso seco) que debe tener un suelo remoldeado para que una muestra del mismo, - en que se haya practicado una ranura de dimensiones Estándar, al someterla al impacto de 25 golpes bien definidos, se cierra sin resbalar en su apoyo.

LIMITE LIQUIDO.

Del material que pasó la malla No. 40 se pone en una cápsula de porcelana una cantidad de 250 grs. -- aproximadamente se le agregan pequeñas cantidades de -- agua y se mezcla hasta que ésta sea Homogénea; con una espatula, se vierte en la copa del aparato 50 grs. aproximadamente se ranura en la parte superior (centro), se comienza a dar de dos golpes por segundo, contando el número de golpes requeridos hasta que se cierre el fondo de la ranura en una distancia de 1 cm. repitiéndose la operación para la verificación del No. de golpes durante cuatro veces.

Se ponen aproximadamente 30 grs. de la porción de la muestra que está próxima a la ranura en un vidrio de reloj, y se pesa, se introducen las muestras en un -- horno a 110°C durante 18 horas mínimo.

El límite líquido se encuentra donde el contenido de agua en la curva corresponde a 25 golpes.

LÍMITE PLÁSTICO

Se consigue, rodando material con la mano sobre una superficie limpia y lisa, no absorbente como una placa de vidrio, hasta formar un cilindro de 3.2 m.m. de diámetro, y de 15 cms. aproximadamente de largo. Se amasa la tira y se vuelve a rodar, repitiendo la operación tantas veces como se necesite para reducir, gradualmente la humedad por evaporación, hasta que el cilindro se empiece a endurecer .

El Límite de contracción (L.C.) es el contenido de agua que saturaría a un suelo contralado por secamiento de evaporación .

C O M P A C T A C I O N

Se entiende por compactación de los suelos el mejoramiento artificial de sus propiedades mecánicas por medios mecánicos.

Generalmente, es conveniente compactar un suelo para incrementar su resistencia al esfuerzo cortante, reducir su compresibilidad y hacerlo más impermeable.

La prueba nos proporciona valores que en general corresponden a los pesos volumétricos máximos que pueden obtenerse en el campo,

De la muestra traída del campo, se tomaron 2.5 kgs, vaciándose en una charola de lámina desbaratando los grumos, agregándole una poca de agua, llenando el cilindro Proctor de compactación en tres capas dándoseles 25 golpes en cada capa, se enrasa y se toma su peso cilindro + material, se toman muestras de 100 grs. del material (centro de la muestra compactada) se pesan y se guardan en un horno a 110°C durante 18 horas mínimo registrándose el peso seco de la muestra,

Efectuando el procedimiento las veces necesarias incrementando la cantidad de agua,

RESULTADOS OBTENIDOS DE LABORATORIO
DE PRUEBAS INDICE REALIZADAS A LAS MUESTRAS

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES			UNAM
A	B	C	
INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: EL ROSARIO.		MPIO. TEPOTZOYLAN, MEX.	
TESIS PROFESIONAL.			
JULIO CESAR PAGO PALAZUELOS			
MEXICO D.F.		ESCALA.	PLANO N°

OBRA: PROYECTO "EL ROSARIO"

LOCALIZACION	ESTACION	% W NATURAL	GRANULOMETRIA			LIMITES			PROCTOR			Simbolo Suces.
			FINOS	ARENA	GRAVA	LL	L.P.	I.P.	B	opt	opt	
BOQUILLA	0 + 057	25.0	43.4	56.6		42.7	14.2	27.9	1436.	225.1	Sc	
BOQUILLA	0 + 111	26.7	53.1	16.9		46.7	32.1	14.0	1460	26.2	MZ	
BOQUILLA	0 + 165	34.5	86.4	13.6		44.2	33.3	10.9	1350	25.6	MZ	
BOQUILLA	0 + 220	31.0	47.1	52.9		45.1	15.6	29.5	1325	33.6	Sc	
ORRA DE DENASTIAS	0 + 134	30.6	48.2	51.8		46.9	13.4	32.5	1380	24.2	Sc	

RESULTADOS OBTENIDOS DE LABORATORIO
DE PRUEBAS. INDICE REALIZADAS A LAS MUESTRAS

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		UNAM
A R A C I O N INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: EL ROSARIO. MPIO. TEPOTZOTLAN. MEX.		
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CEBAR PACO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA	PLANO N°

OBRA: BANCO DE PRESTAMO EL ROSARIO I

LOCALIZACION	S#	% W NATURAL	GRANULOMETRIA			LIMITES			PROCTOR		Simbolo Suces.
			FINOS	ARENA	GRAVA	L.L.	L.P.	I.P.	U opt	W opt	
1-A	2.697	21.36	80.46	19.54	0.0	70.19	27.16	43.03	1558	20.19	CH
1-B	2.691	22.46	89.34	10.66	0.0	72.14	28.31	43.83	1510	20.45	CH
1-C	2.706	23.61	93.12	6.88	0.0	73.16	32.60	40.56	1494	23.0	CH
1-D	2.719	23.80	93.31	6.69	0.0	85.39	22.13	59.26	1487	19.92	CH
1-E	2.654	23.15	91.37	8.63	0.0	79.89	29.65	50.24	1405	30.0	CH
2-A	2.618	21.46	92.06	7.94	0.0	80.35	32.31	47.84	1510	19.44	CH
2-B	2.702	23.12	90.17	9.83	0.0	86.12	30.60	55.52	1487	21.02	CH
2-C	2.717	21.98	83.77	16.23	0.0	61.05	23.55	37.50			CH
2-D	2.692	22.60	91.54	8.46	0.0	86.35	30.06	56.29	1499	19.10	CH
2-E	2.697	22.94	93.37	6.63	0.0	74.13	32.13	42.00	1501	18.79	CH
3-A	2.685	23.01	91.08	8.92	0.0	81.10	30.31	50.79	1495	19.31	CH
3-B	2.703	23.04	92.69	7.31	0.0	89.31	31.12	58.19	1469	19.16	CH
3-C	2.712	22.91	93.06	6.94	0.0	86.47	32.28	54.19	1507	20.31	CH

RESULTADOS OBTENIDOS DE LABORATORIO
DE PRUEBAS INDICE REALIZADAS A LAS MUESTRAS

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES			UNAM
A	R	O	
INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: EL ROSARIO.		MPIO. TEPOZOTLAN. MEX.	
TERRA PROFESIONAL			
JULIO CEBAR PAGO PALAZUELOS			
MEXICO D.F.	ESCALA	PLANO N°	

OBRA: BANCO DE PRESTAMO EL ROSARIO I

LOCALIZACION	S _s	% W NATURAL	GRANULOMETRIA			LIMITES			PROCTOR		Simbolo Suc.
			FINOS	ARENA	GRAVA	LL	LP	IP	H	opt	
3-D	2.636	20.34	89.36	10.64	0.0	50.17	31.36	48.81	1491	19.16	CH
3-E	2.757	21.02	90.69	9.31	0.0	54.16	32.14	52.07	1574	26.12	CH
4-A	2.671	20.98	93.64	6.36	0.0	78.19	31.87	46.28	1487	20.14	CH
4-B	2.525	20.66	91.38	8.62	0.0	75.14	31.34	43.83	1343	27.80	CH

RESULTADOS OBTENIDOS DE LABORATORIO
DE PRUEBAS INDICE REALIZADAS A LAS MUESTRAS

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES			UNAM
A B D INGENIERIA CIVIL N			
PROYECTO: EL ROBARIO.			MPIO. TEPOTZOTLAN, MEX.
TESIS PROFESIONAL			
JULIO CESAR PACO PALAZUELOS			
MEXICO D.F.	ESCALA.	PLANO N°	

OBRA: BANCO DE PRESTAMO EL ROSARIO II

LOCALIZACION	S _s	% W NATURAL	GRANULOMETRIA			LIMITES			PROCTOR		Simbolo Sucs.
			FINOS	ARENA	GRAVA	L.L.	L.P.	I.P.	g	opt	
1-A	2531	20.02	66.06	33.94	0.0	29.2	12.39	16.81	1767	16.79	CL
1-B	2531	20.44	70.08	29.92	0.0	32.82	18.16	14.66	1702	17.02	CL
1-C	2594	21.08	79.84	20.16	0.0	34.31	19.37	14.94	1693	18.12	CL
1-D	2517	27.30	97.44	2.56	0.0	59.6	18.35	21.25	1706	20.64	CL
2-A	2536	20.64	88.10	11.90	0.0	39.3	20.3	19.00	1701	20.64	CL
2-B	2526	22.46	79.82	20.18	0.0	53.22	14.1	19.05	1702	15.10	CL
2-C	2541	20.98	85.14	14.86	0.0	46.1	24.13	21.99	1666	16.36	CL
2-D	2,586	21.31	86.17	13.83	0.0	46.16	19.1	26.99	1613	15.47	CL
3-A	2571	20.03	88.18	11.82	0.0	41.03	21.04	19.95	1658	15.92	CL
3-B	2599	21.12	89.15	10.85	0.0	41.03	24.13	16.90	1626	15.99	CL
3-C	2544	20.44	85.13	14.87	0.0	40.12	21.3	18.79	1677	16.01	CL
3-D	2568	21.16	88.10	11.90	0.0	39.8	22.3	17.49	1601	15.98	CL
4-A	2536	20.63	79.82	20.18	0.0	34.1	14.3	19.82	1700	15.50	CL

**RESULTADOS OBTENIDOS DE LABORATORIO
DE PRUEBAS INDICE REALIZADAS A LAS MUESTRAS**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES			UNAM
A INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: EL ROSARIO.		MPIO. TEPOTZOTLAN. MEX.	
TESIS PROFESIONAL			
JULIO CESAR PACO PALAZUELOS			
MEXICO D.F.	ESCALA.	PLANO N°	

OBRA: BANCO DE PRESTAMO EL ROSARIO II

LOCALIZACION	S _s	% W NATURAL	GRANULOMETRIA			LIMITES			PROCTOR		Simbolo Suces.
			FINOS	ARENA	GRAVA	L.L.	L.P.	I.P.	opt ₁	opt ₂	
4-B	2.537	19.16	85.36	14.64	0.0	41.1	17.4	23.7	1637	17.10	CL
4-C	2.516	20.13	88.14	11.66	0.0	40.6	18.1	22.2	1658	17.31	CL
4-D	2.598	20.87	86.26	13.74	0.0	41.71	18.37	25.34	1761	16.97	CL

RESULTADOS OBTENIDOS DE LABORATORIO
DE PRUEBAS INDICE REALIZADAS A LAS MUESTRAS

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		
A	R	UNAM
INGENIERIA CIVIL N		
PROYECTO: EL ROSARIO		MPIO: TEPOTZOTLAN, MEX.
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR PACO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA.	PLANO N°

OBRA: BANCO DE PRESTAMO SANTA MARTA

LOCALIZACION	ESTACION	% W NATURAL	GRANULOMETRIA			LIMITES			PROCTOR		Simbolo Suces.
			FINOS	ARENA	GRAVA	L.L.	L.P.	I.P.	8 opt	ca opt	
1-A			2.20	5.95	91.85						Gb
1-B			4.27	5.27	87.44						Gb
1-C			3.12	5.60	91.28						Gb
1-D			1.29	2.03	96.68						Gb
1-E			3.04	12.11	84.85						Gb
2-A			5.60	10.22	84.18						Gb
2-B			6.15	6.89	86.96						Gb
2-C			1.66	4.19	94.15						Gb
2-D			3.21	5.17	91.62						Gb
2-E			4.12	5.63	90.20						Gb

Para la obtención de los parámetros de diseño y construcción de la obra, fue necesario el ensaye de los materiales en laboratorio, realizándoles las siguientes pruebas mecánicas ;

- 1.- PRUEBAS TRIAXIALES
- 2.- PRUEBAS DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL
- 3.- PRUEBAS DE PERMEABILIDAD

Para proyectar satisfactoriamente una cortina y sus obras auxiliares, es necesario obtener los parámetros de resistencia para diferentes condiciones de trabajo como son; durante la construcción, a presa llena y a vaciado rápido .

Se utilizaron pruebas triaxiales rápidas saturadas que es la más adecuada y que mejor representa la condición inicial de trabajo de una cortina .

Para la condición a vaciado rápido de una presa, se utilizó la prueba triaxial rápida saturada consolidada.

LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE ,

La resistencia de un suelo al esfuerzo cortante se expresa mediante la fórmula de Coulomb, siendo este dato primordial para conocer el grado de estabilidad de las obras de tierra .

FÓRMULA COULOMB :

$$S = C + N \text{ TAN } \phi$$

EN DONDE :

S = Resistencia al esfuerzo cortante .

C = Cohesión .

N = Esfuerzo Normal .

ϕ = Angulo de Fricción Interna .

En este estudio se emplearon exclusivamente pruebas de compresión triaxial, consiguiéndose con estas pruebas reducir el problema tridimensional a un problema plano en que se aplican dos esfuerzos normales en direcciones perpendiculares, sin producir concentraciones de esfuerzos en la zona de ruptura .

Los parámetros de resistencia que se obtuvieron fueron la cohesión y el ángulo de fricción interna del material, utilizando para ello el círculo de Mohr.

Se realizaron este tipo de pruebas exclusivamente a las muestras tomadas de los bancos de préstamo de material impermeable, no considerándose útil para la obtención de parámetros las muestras tomadas del eje de la boquilla, ya que cuando se lleve a cabo la limpieza de la zona para el desplante de la cortina, estas muestras obtenidas de los P.C.A. no serán representativas, y según la estratigrafía de la boquilla se tiene material tipo toba abajo del sitio de toma de muestra .

Los materiales ensayados de los bancos de material, fueron trabajados con presiones confinantes de 1.0 hasta 6.0 Kg/cm^2 , aplicándose presiones diferentes a los 3 cilindros de prueba de muestra, lográndose con esto la obtención de los círculos de Mohr ayudando a la obtención de los valores de cohesión y ángulo de fricción del material .

PROCESO DE EJECUCION DE LAS PRUEBAS TRIAXIALES

TRIAxIAL RAPIDA SATURADA CONSOLIDADA.

TRIAxIAL RAPIDA SATURADA

De la muestra inalterada se labran cuatro cilindros de 8.0 cms. X 3.5 cms, que son las dimensiones del cilindro de prueba, se toma testigo de humedad de la muestra se montan en las camaras triaxiales y se procede a la saturación de las muestras sometidas a presiones de 0.5, 1.5, 3.0 y 5.0 Kg/cms.², tomando lecturas de pipeta, tanque, micrómetro y vástago, se le abre la llave para la saturación, se espera el otro día para volver a hacer las lecturas, previos cálculos para el volumen de agua por agregar sabremos cuando las muestras se encuentran saturadas, es decir, la diferencia de volumen debe ser mayor o igual que el volumen de agua por agregar, si esto no sucede se continúa con la saturación.

Si la prueba es consolidada, lo que sigue es la consolidación de la muestra tomando lecturas de micrómetro, pipeta y tanque en intervalos de tiempo ya establecidos hasta completar 1.0 Hrs., si la lectura de la pipeta no se estabiliza continúa la prueba tomando lecturas al siguiente día o hasta que suceda lo dicho, lográndose así la consolidación de la muestra. Pasando la cámara a la báscula de falla; lo que si sucede con las tria-

xiates rápidas saturadas también con las consolidadas - es aplicar presión lateral a la muestra en intervalos de tiempo no constantes en un lapso de 17 min, registrándose las cargas, se dibuja la forma final de los cilindros de prueba y se toman diámetros, se grafican los valores tiempo - deformación lineal y tiempo - deformación volumétrica, procediéndose al cálculo de los valores de la cohesión y el ángulo de fricción interna del material.

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

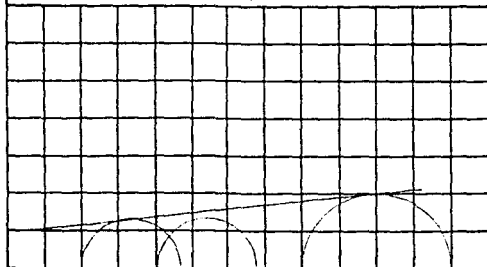
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		UNAM
A R C O N INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: EL ROSARIO.		MPIO. TEPOTZOTLAN, MEX.
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR PACO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA.	PLANO N°

PRUEBA	ω_1	ω_2	θ_1	θ_2	G_1	G_2	σ_1	$\sigma_2 - \sigma_3$	θ
1	42.32		1.05		99.0		1	3.0	
2	42.12		1.09		95.50		2	3.6	
3	41.71		1.13		100.0		3	9.6	
Promedio	42.1		1.03		99.2				

PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS		$\phi = 5.2$ $C = 5.0$
f	kg m^3	INICIALES	FINALES	
ρ	1.017	T_0	1.206	
ω	20.10 %	T_m	1.727	
G	85.21 %	T_{sat}	1.731	
S_r	6.97	%C	95.87	

T. R.
 T. R. C.
 T. R. S.
 T. R. S. C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm²)



ESFUERZO NORMAL (kg/cm²) ESC: 6:3.0



DEFORMACION UNITARIA (%)

Procedencia..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pozo..... 1-8-1..... Prof..... Muestra..... Estación.....
 Observaciones..... Cálculo.....

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

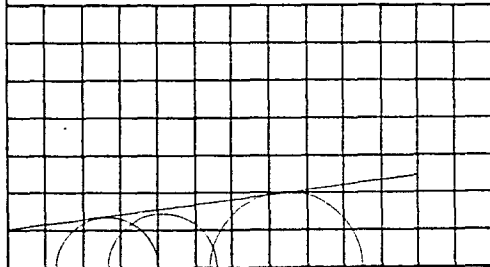
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		
A	R	UNAM
INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: EL ROSARIO.		MPIO. TEPOZOTLAN, MEX.
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR PAGO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA.	PLANO N°

PRUEBA	ω_j	C_{jt}	e_i	e_f	G_i	G_f	σ_1	$\sigma_1 - \sigma_3$	θ
	42.54	1.58	1.08	1.05	99.49	100.0	1	2.09	
	42.98	1.66	1.09	1.05	99.43	1	2	2.15	
	42.77	1.71	1.09	1.04	99.73	1	3	2.08	
Promedio:	42.76	1.79	1.09	1.01	99.22	100.0			

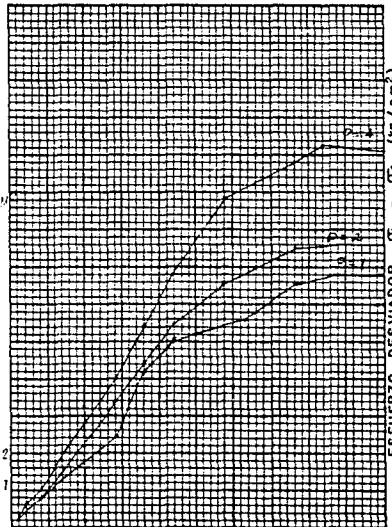
PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS	
$T = 1558 \text{ kg/m}^3$	INICIALES	FINALES	
$e = 1.017$	T_d 1212	1264 kg/m^3	$\phi = 7.5^\circ$
$\omega = 34.20 \%$	T_m 1730	1766 kg/m^3	
$G = 85.31 \%$	T_{sat} 1734	1766 kg/m^3	
$S_u = 2.697$	$\%C$ 9634		

T. R.
 T. R. C.
 T. R. S.
 T. R. S. C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm²)



ESFUERZO NORMAL (kg/cm²) ESC:.....1:7.5



DEFORMACION UNITARIA (%) 20

Procedencia.....J-A..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pozo.....I-A-I..... Pref..... Muestra..... Estación..... Celulo.....
 Observaciones.....

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES			UNAM
A R R A G O N			
INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: EL ROSARIO		MPIO. TEPOTZOTLAN. MEX.	
TESIS PROFESIONAL			
JULIO CESAR PACO PALAZUELOS			
MEXICO D.F.	ESCALA.	PLANO #2	

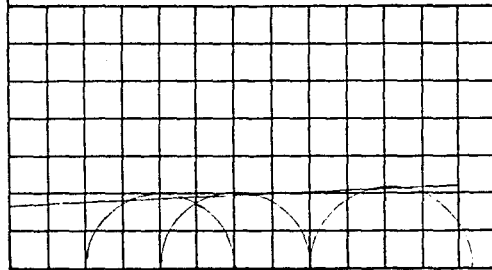
PRUEBA	σ_1	σ_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	$\sigma_1 + \sigma_3$	$\sigma_1 - \sigma_3$	$\sigma_1 + \sigma_3$	$\sigma_1 - \sigma_3$	$\sigma_1 + \sigma_3$	$\sigma_1 - \sigma_3$	$\sigma_1 + \sigma_3$
1	4.96	1.53	3.43	6.49	1	7.02				
2	5.78	1.20	4.58	6.98	2	7.91				
3	7.16	1.26	5.90	8.42	3	9.68				
Promedio	5.75	1.20	4.55	7.17						

PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS	
ρ	w	INICIALES	FINALES
$\rho = 1.405$	$w = 1.095$	$\rho_d = 1.141$	$\rho_s = 1.638$
$w = 30.00$	$\% = 69.23$	$\rho_m = 1.684$	$\rho_{sat} = 1.684$
$S_u = 2.654$	$\%C = 94.69$		

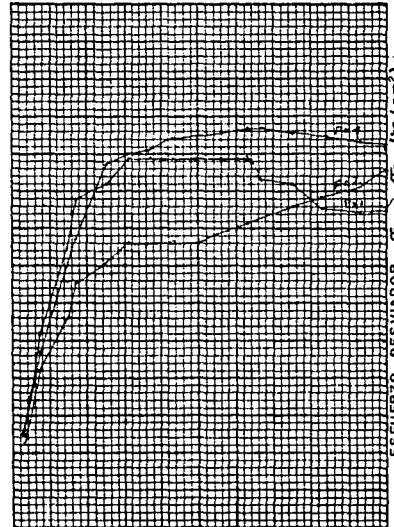
$\phi = 3.0^\circ$
 $C = 8.07/12$

T. R. T. R. C. T. R. S. T. R. S. C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm²)



ESFUERZO NORMAL (kg/cm²) ESC:.....1:1.50



DEFORMACION UNITARIA (%) 20

Procedencia..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pozo..... I.C.I..... Prof..... Muestra..... Estación..... Cálculo.....
 Observaciones.....

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

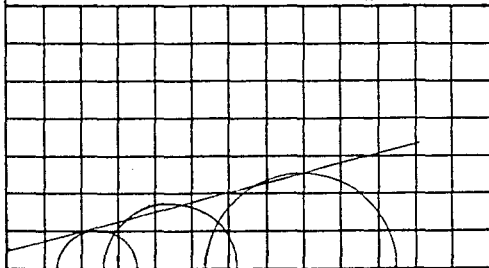
PRUEBA	σ_1	σ_3	σ_1	σ_3	σ_1	σ_3	σ_1	σ_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	θ
1	29,29	4,9	13	1,23	1,23	1,00	1,100	0,1	2,24	
2	29,33	8,8	17	2,39	2,39	1,00	1,100	0,2	2,59	
3	29,30	16,2	21	4,51	4,51	1,00	1,100	0,4	3,34	

Promedio 19,348 0,17 23,1 2,19 1,00 1,100 0

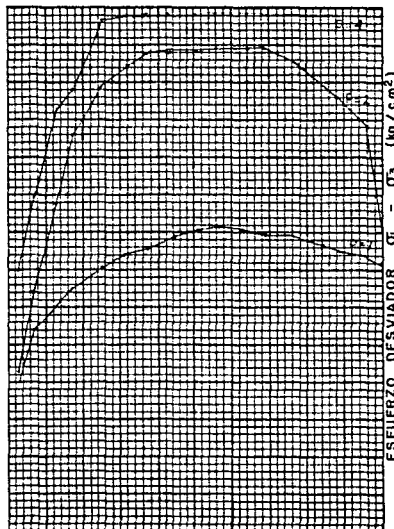
PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS		$\phi = 12,6^\circ$
ρ	w	INICIALES	FINALES	
$\rho = 1,205$	$w = 30,0$	$\rho_d = 1,126$	$\rho_{max} = 1,688$	$C = 4,4T/112$
$w = 49,23$	$\rho_{rel} = 93,44$	$\rho_m = 1,661$	$\rho_{rel} = 1,688$	
$S_u = 26,54$	$\%C = 93,44$			

T. R. T. R. C. T. R. S. T. R. S. C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm²)



ESFUERZO NORMAL (kg/cm²) ESC: 1:75



DEFORMACION UNITARIA (%) 20

Procedencia..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pozo: I-E-1..... Prof..... Muestra..... Estación..... Calculo.....
 Observaciones.....

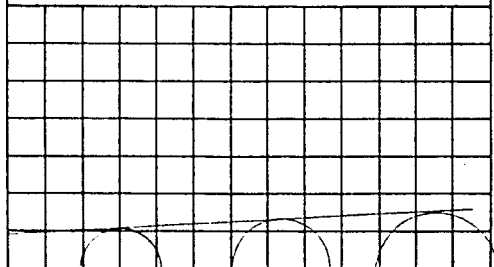
PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

PRUEBA	ω_i	ω_f	θ_i	θ_f	σ_i	σ_f	σ'_i	$\sigma'_f - \sigma'_i$	θ
1	22.52		0.67		33.3		1	1.04	
2	22.63		0.67		45.7		3	1.36	
3	23.01		0.70		57.6		4	1.50	
Promedio	22.72		0.68		45.5				

PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS		$\phi = 4^\circ$
γ	kg m ⁻³	INICIALES	FINALES	
θ	%	γ_d	1417	$C = 1.57 / \mu^2$
ω	%	γ_m	1278	
G	%	γ_{sat}	2015	
S_a	2.717	% C		

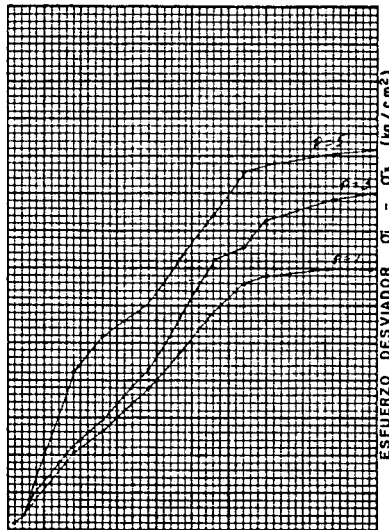
T. R.
 T. R. C.
 T. R. S.
 T. R. S. C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm²)



ESFUERZO NORMAL (kg/cm²) ESC: 1:50

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		UNAM
INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: EL ROSARIO.		MPIO. TEPOTZOTLAN. MEX.
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR PAGO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA	PLANO #2



DEFORMACION UNITARIA (%)

Procedencia: Identificación de Laboratorio: Banco:
 Peso: 2-C-1 Prof.: Muestra: Estación: Cálculo:
 Observaciones:

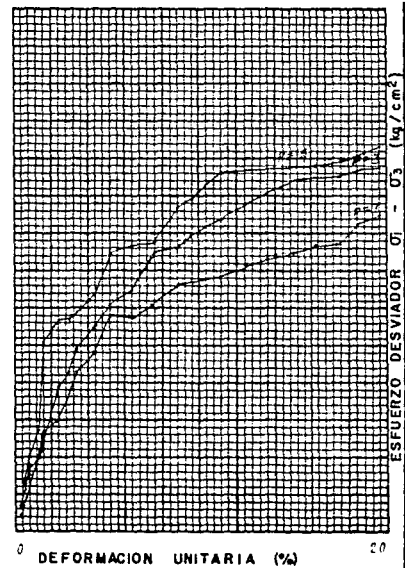
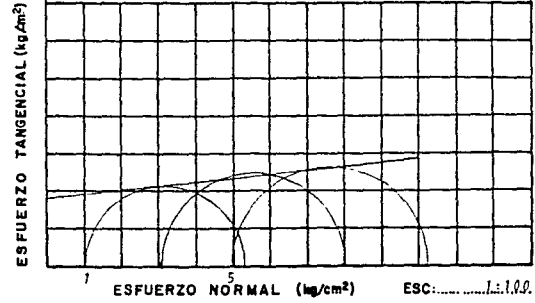
PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		
A	INGENIERIA CIVIL	UNAM
PROYECTO: EL ROSARIO, MPIO. TEPOZOTLAN, MEX.		
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR PAZO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA	PLANO H#

PRUEBA	σ_1	σ_2	σ_3	σ_1	σ_2	σ_3	σ_1	σ_2	σ_3	θ
1	22.14	25.85	688	702	55.65	100.0	1	4.27		
2	22.53	25.29	660	654	92.84	100.0	3	4.95		
3	22.14	25.29	690	714	91.07	100.0	5	5.00		
Promedio 22.27 25.74 682 701 90.84 100.0										

PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS		$\phi = 6^\circ$
T	kg m ³	INICIALES	FINALES	
e		T_d 1615	1592 kg/m ³	
C_u	%	T_m 1983	2070 kg/m ³	
G	%	T_{sat} 2000	2017 kg/m ³	
S_u = 2.717	% C			

T. R. T. R. C. T. R. S. T. R. S. C.



Procedencia..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pozo..... 2-C-1..... Prof..... Muestra..... Estación..... Cálculo.....
 Observaciones.....

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

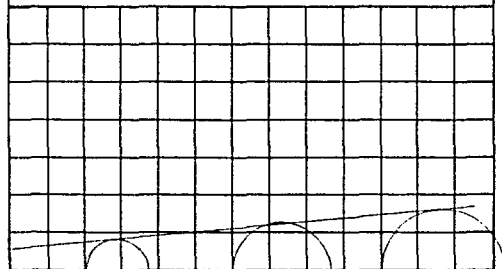
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		UNAM
INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: EL ROSARIO. MPIO TEPOTZOTLAN, MEX.		
TECNOLOGIA PROFESIONAL		
JULIO CESAR PAGO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA	PLANO N°

PRUEBA	σ_1	σ_3	θ_1	θ_3	σ_1	σ_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	$\theta_1 - \theta_3$	θ
1	20.30	1.014			55.10		1	0.56	
2	21.1	1.070			59.20		3	1.31	
3	22.0	1.09			58.10		5	1.65	
Promedio	21.1	1.053			56.8				

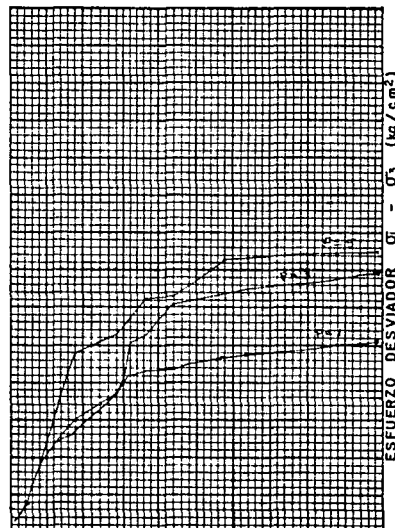
PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS		$\phi = 5.5^\circ$
γ	w	INICIALES	FINALES	
$\gamma = 1574$	$w = 1.05\%$	$\gamma_d = 1474$		$C = 2.5 T/H^2$
$w = 26.10\%$		$\gamma_m = 2035$		
$G = 84.32$		$\gamma_{sat} = 2060$		
$S_s = 2.757$		$\%C = 96.12$		

T. R.
 T. R. C.
 T. R. S.
 T. R. S. C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm²)



ESFUERZO NORMAL (kg/cm²) ESC:..... 1:50



DEFORMACION UNITARIA (%)

Procedencia..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pozo..... 3 F-7..... Prof..... Muestra..... Estación..... Cálculo.....
 Observaciones.....

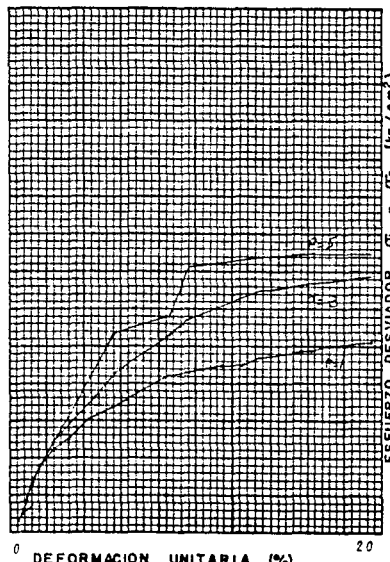
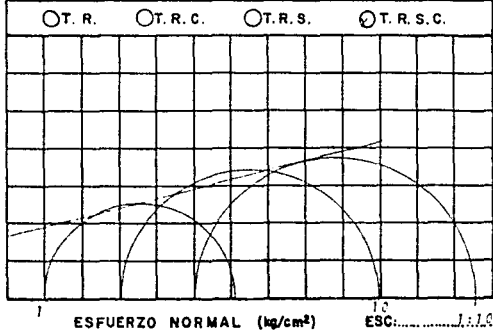
PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		
A	R	UNAM
INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: EL ROSARIO, MUNICIPIO DE TEPIC, ZONA SUR, JALISCO, MEX.		
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR PAGO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA	PLANO N°

PRUEBA	C_u	C_{51}	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5	θ_6	$\theta_7 - \theta_8$	e
1	20.6	24.9	.713	.713	82.5	99.21	1	5.04		
2	21.5	24.9	.695	.713	83.73	100.0	2	4.69		
3	22.1	25.3	.704	.725	88.73	100.3	3	7.54		
Promedio: 21.44 25.04 .704 .717 87.03 99.94										

PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS		$\phi = 14.2^\circ$	$C = 17.1 T/M$
T	kg/m^3	INICIALES	FINALES		
e		T_e	1675 1663 kg/m^3		
w	%	T_w	2035 2081 kg/m^3		
G	%	T_{rel}	2060 2052 kg/m^3		
s_s	2.757	%C			

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm^2)



Procedencia..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pazo 3-E-1 Prof..... Muestra..... Estación..... Cálculo.....
 Observaciones.....

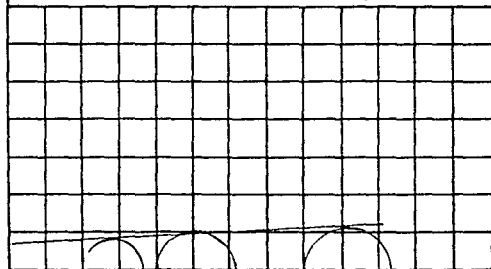
PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

PRUEBA	σ_1	σ_2	σ_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	ϕ
1	59.26	1.002	0.003	58.25	1.01
2	38.55	1.002	0.003	37.55	1.07
3	33.57	1.002	0.003	32.57	1.15
Promedio	38.55	1.002	0.003	37.95	

PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS		$\phi = 2.7^\circ$ $C = 3.6 T/4$
ρ	1343 kg/m ³	INICIALES	FINALES	
e	0.550	ρ_d	1261 kg/m ³	
w	27.30 %	ρ_m	1751 kg/m ³	
G	70.76 %	ρ_{sat}	1771 kg/m ³	
S_u	2.525	%C	95.50	

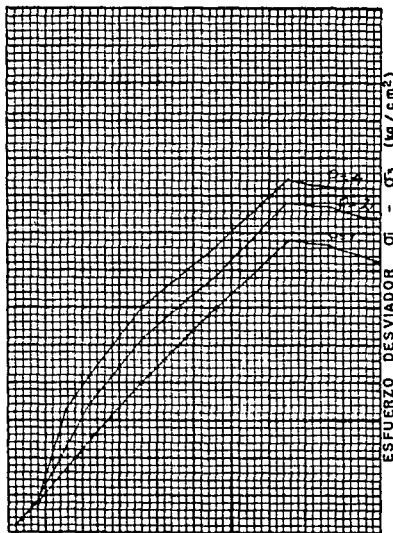
T. R.
 T. R. C.
 T. R. S.
 T. R. S. C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm²)



ESFUERZO NORMAL (kg/cm²) ESC: 1:50

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL UNAM
 PROYECTO: EL ROSARIO, MUNICIPIO DE TEPOTZOTLAN, MEX.
 TESIS PROFESIONAL:
 JULIO CESAR PACO PALAZUELOS
 MEXICO D.F. ESCALA PLANO N°



DEFORMACION UNITARIA (%) 20

Procedencia..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pozo..... J-S-7..... Prof..... Muestra..... Estación..... Cálculo.....
 Observaciones.....

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

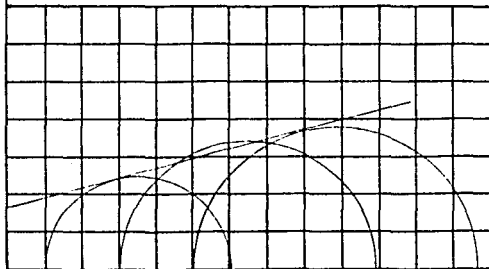
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		UNAM
A INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: EL ROSARIO		MPIO: TEPOZOTLAN, MEX.
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR PAGO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA	PLANO 11°

PRUEBA	C ₁	C ₂	σ ₁	σ ₂	G ₁	G ₂	σ ₁	σ ₂	σ ₃
1	20.5	24.5	708	706	83.1	100.3	1	1.06	
2	21.3	24.92	699	711	83.3	99.89	3	6.89	
3	22.1	25.42	704	721	88.3	100.0	5	7.58	
Promedio	21.3	25.07	704	713	86.7	100.74			

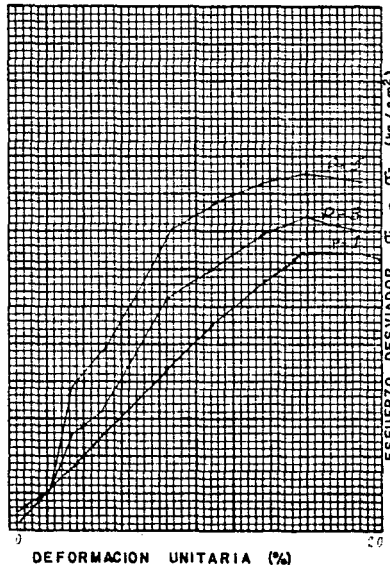
PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS		φ = 14.7
↑	kg/m ³	INICIALES	FINALES	
σ		↑d	1665	1659 kg/m ³
C ₂	%	↑m	2031	2084 kg/m ³
G	%	↑sol	2056	2086 kg/m ³
S ₆	2.525	%C		16.0 T/M

T. R.
 T. R. C.
 T. R. S.
 T. R. S. C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm²)



ESC: 1:100



Procedencia..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pozo..... Prof..... Muestra..... Estación..... Calcular.....
 Observaciones.....

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

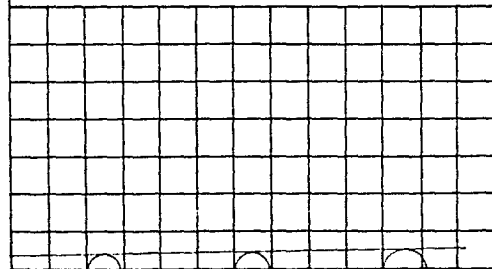
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		
A R A G O N		(UNAM)
INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: EL ROSARIO. MPID TEPOTZOTLAN, MEX.		
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR PACO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA	PLANO #E

PRUEBA	σ_1	σ_2	σ_3	σ_1	σ_2	σ_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	$\sigma_2 - \sigma_3$	θ
1	10.60		0.535	20.60		0.535	1	0.45	
2	21.57		0.535	27.73		0.535	3	0.50	
3	30.04		0.535	38.05		0.535	5	0.55	
Promedio		20.02	0.535	26.66					

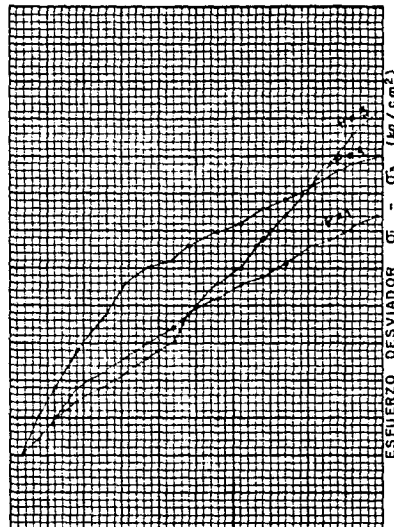
PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS		$\phi = 1.0^\circ$
γ	kg m^3	INICIALES	FINALES	
γ	17.57	γ_d	16.61	$C = 1.9 \text{ T/M}^2$
θ	0.361	γ_m	20.15	
C	16.70 %	γ_{sat}	20.30	
G	0.557 %	% C	0.5.13	
S_w	0.551			

O.T.R.
 O.T.C.
 O.T.R.S.
 O.T.R.S.C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm²)



ESFUERZO NORMAL (kg/cm²) ESC:.....1:50.....



DEFORMACION UNITARIA (%) 20

Procedencia..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pozo..... I-A-11 Prof..... Muestra..... Estación..... Cálculo.....
 Observaciones.....

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

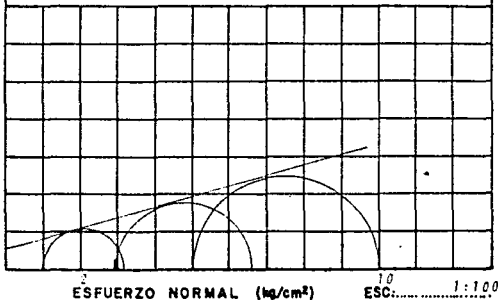
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		UNAM
A B A G O N INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO. EL ROSARIO. MPIO. TEPOTZOTLAN. MEX.		
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR PAGO PALAZUELOS		
MEXICO D F	ESCALA.	PLANO N°

PRUEBA	(ω)	(C_d)	(σ_1)	(σ_3)	(σ_1)	(σ_3)	(σ_1)	(σ_3)	($\sigma_1 - \sigma_3$)	(σ)
1	19.47	15.41	533	398	96.69	100.0	1	2.13		
2	20.63	16.2	542	418	96.23	100.0	3	5.49		
3	20.53	15.59	540	402	97.94	100.0	5	5.05		
Promedio: 20.36 15.74 538 406 97.59 100.0										

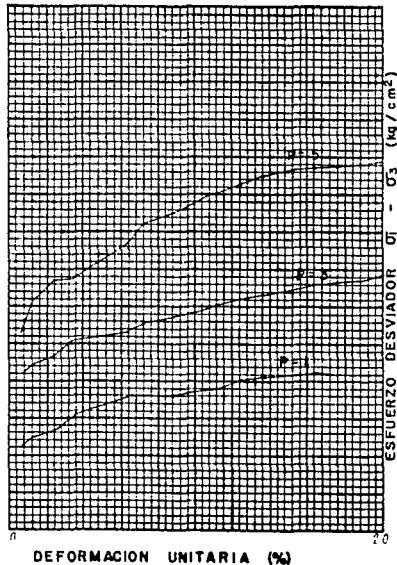
PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS		$\phi = 47.7^\circ$	C = 5.6 T/112
γ = 1757	kg m ³	INICIALES	FINALES		
$e = 0.461$		$\gamma_d = 1677$	kg/m ³		
$\omega = 16.70\%$		$\gamma_m = 2019$	kg/m ³		
$G = 93.57\%$		$\gamma_{sat} = 2027$	kg/m ³		
$S_g = 2.531$		%C = 94.31			

T. R. T. R. C. T. R. S. T. R. S. C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm²)



ESFUERZO NORMAL (kg/cm²) ESC.: 1:100



DEFORMACION UNITARIA (%)

Procedencia..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pozo..... 1 A-11..... Prof..... Muestra..... Estación..... Calculó.....
 Observaciones.....

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		
A	R	UNAM
INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: EL ROSARIO. MUNICIPIO TEPOTZOTLAN, MEX.		
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR PACO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA	PLANO N°

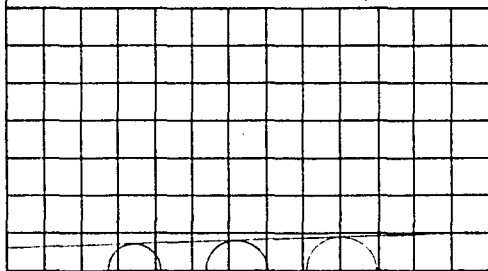
PRUEBA	W _i	W _f	Q _i	Q _f	Q _i	Q _f	Q _s	Q _i -Q _s	e
1	6.61		0.65		102.45		2	1.06	
2	7.75		0.67		104.01		3	1.19	
3	7.32		0.66		103.45		4	1.33	
Promedio			0.66		103.10				

PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS	
f = 15.62 kg/m ³		INICIALES	FINALES
e = 0.677		T _d 1513	kg/m ³
W = 20.64 %		T _m 1726	kg/m ³
G = 85.82 %		T _{sat} 1926	kg/m ³
S _a = 2.517		%C 93.76	

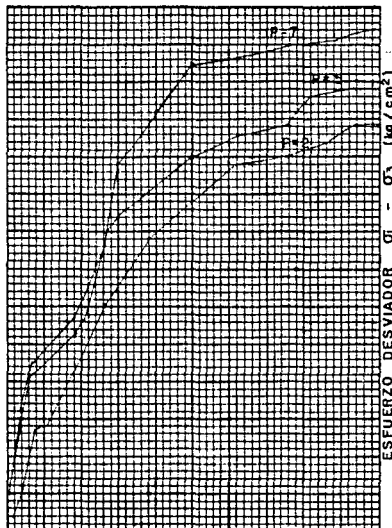
φ = 1.5°
C = 5.0T/14²

T.R. T.R.C. T.R.S. T.R.S.C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm²)



ESFUERZO NORMAL (kg/cm²) ESC:..... 1:75



DEFORMACION UNITARIA (%) 20

Procedencia..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pozo..... I-P-11..... Prof..... Muestra..... Estación..... Cálculo.....
 Observaciones.....

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

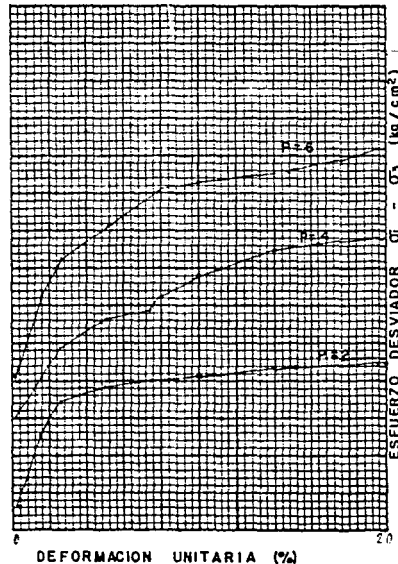
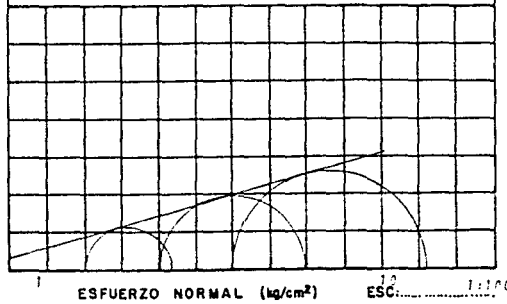
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		
A I N T E R N A C I O N A L	C I V I L	UNAM
PROYECTO. EL ROSARIO. MUNICIPIO TEPOTZOTLÁN, MEXICO.		
TESIS PROFESIONAL		
JULIAN CESAR PAGO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA	PLANO N°

PRUEBA	σ_1	σ_2	σ_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	σ_1	σ_2	σ_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	$\sigma_1 - \sigma_2$	$\sigma_2 - \sigma_3$	$\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3$
1	27.4	23.5	7.0	5.9	20.4	10.0	0	10.4	10.4	10.4	30.8
2	27.4	21.7	7.0	5.4	18.3	10.0	0	8.3	10.4	10.4	28.7
3	27.5	20.9	6.9	5.2	16.3	10.0	0	6.3	10.4	10.4	26.7
Promedio	27.57	22.03	6.99	5.55	19.2	10.0	0	9.2	10.4	10.4	28.6

PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS		$\phi = 15.7$
T	w	INICIALES	FINALES	
$T = 15.67$	$w = 20.64\%$	$T_0 = 13.60$	$T_1 = 16.79$	$C = 3.5 T/11^2$
$w = 20.64\%$	$T_m = 15.67$	$T_{10} = 13.76$	$T_{20} = 16.79$	
$G = 85.32\%$	$\%C = 92.33$	$G_{10} = 11.90$	$G_{20} = 12.74$	
$S_u = 1.517$				

T.R.
 T.R.C.
 T.R.S.
 T.R.S.C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm²)



Procedencia..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pozo..... 1-D-31..... Prof..... Muestra..... Estación..... Cálculo.....
 Observaciones.....

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

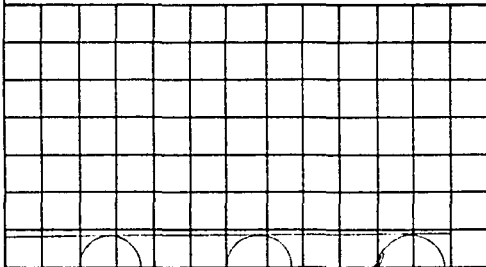
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		UNAM
A R A INGENIERIA CIVIL N		
PROYECTO: EL ROSARIO.		MPIO. TEPOTZOTLAN. MEX.
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR PACO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA.	PLANO N°

PRUEBA	σ_1	σ_2	σ_3	σ_1	σ_2	σ_3	σ_1	$\sigma_2 - \sigma_3$	e
1	22.12		0.562	29.23			1	0.50	
2	22.59		0.559	100.79			3	0.50	
3	22.67		0.571	100.33			5	0.54	
Promedio	22.46		0.584	29.97					

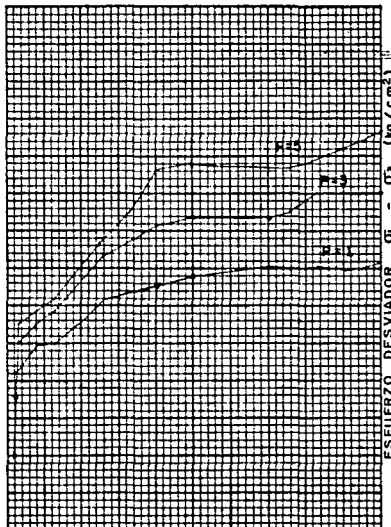
PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS		$\phi = 0^\circ$
f	w	INICIALES	FINALES	
$f = 17.02$	$w = 0.353$	$T_d = 1410$	$T_m = 1972$	
$w = 15.19$	$\% C = 78.78$	$\% C = 75.50$		

T. R.
 T. R. C.
 T. R. S.
 T. R. S. C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm²)



ESFUERZO NORMAL (kg/cm²) ESC: 1:50



DEFORMACION UNITARIA (%)

Procedencia..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pozo..... 2-R-17..... Prof..... Muestra..... Estación..... Cálculo.....
 Observaciones.....

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

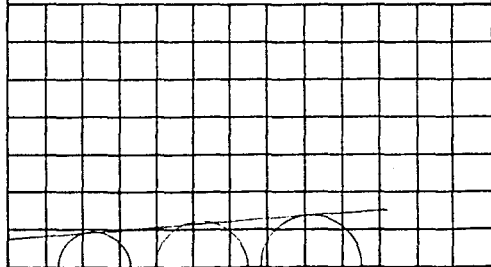
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
A R A C O N UNAM
INGENIERIA CIVIL
 PROYECTO: EL ROSARIO. MUNICIPIO: TEPOZOTLÁN, MEX.
 TESIS PROFESIONAL
 JULIO CESAR PACO PALAZUELOS
 MEXICO D.F. ESCALA PLANO 1/2

PRUEBA	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4	G_1	G_2	G_3	G_4	$\sigma_1 - \sigma_3$	θ
1	22.3	16.43	5.60	4.71	100.098.59				1	1.53
2	22.4	15.9	5.66	4.08	100.098.98				3	1.57
3	22.2	15.4	5.59	3.95	100.098.92				5	2.11
Promedio: 2.36 16.64 5.62 4.25 100.5498.02										

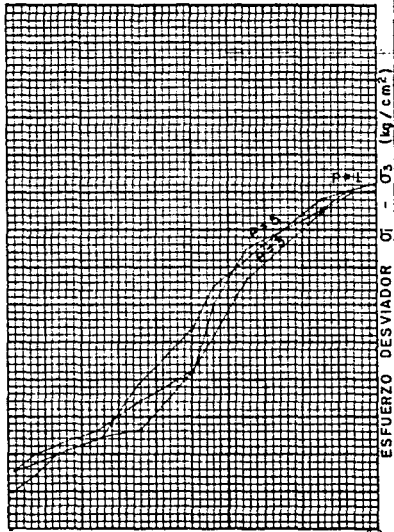
PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS		$\phi = 1.5^\circ$	C = 5.8 T/H	
f	kg/m^3	INICIALES	FINALES			
θ	2.163	T_0	1616			1773 kg/m^3
ω	15.10 %	T_m	1978			2267 kg/m^3
R	78.78 %	T_{sat}	1976	2177 kg/m^3		
S_u	2.526	% C	94.95			

T. R. T. R. C. T. R. S. T. R. S. C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm^2)



ESFUERZO NORMAL (kg/cm^2) ESC:..... 1:25.....



DEFORMACION UNITARIA (%)

Procedencia..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pozo..... 2-R-11..... Prof..... Muestra..... Estación..... Cálculo.....
 Observaciones.....

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

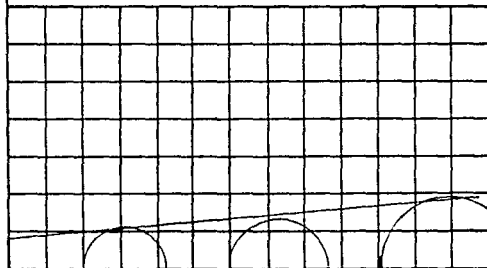
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		
A R A C O N		UNAM
INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: EL ROSARIO. MPIO. TEPOTZOTLAH. MEX.		
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR PACO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA.	PLANO N°

PRUEBA	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4	σ_5	σ_6	σ_7	σ_8	σ_9	σ_{1-0_1}	σ
1	22.11		0.564		0.564		0.564		0.564	1	1.09
2	21.56		0.564		0.564		0.564		0.564	3	1.21
3	21.32		0.553		0.553		0.553		0.553	5	1.45
Promedio			0.557		0.557		0.557		0.557		

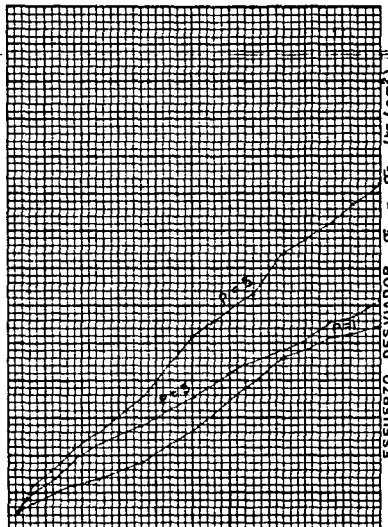
PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS		$\phi = 5^\circ$
$f = 1700 \text{ kg/m}^3$	INICIALES	FINALES		
$e = 0.492$	$T_d = 1426$		kg/m^3	
$w = 15.50 \%$	$T_m = 1987$		kg/m^3	
$G = 79.95 \%$	$\gamma_{sat} = 1966$		kg/m^3	
$S_e = 2.556$	$\%C = 95.76$		kg/m^3	

T.R.
 T.R.C.
 T.R.S.
 T.R.S.C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm^2)



ESFUERZO NORMAL (kg/cm^2) ESC: 1:7.5



DEFORMACION UNITARIA (%)

Procedencia..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pozo..... 4-A-11..... Pref..... Muestra..... Estación..... Cálculo.....
 Observaciones.....

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

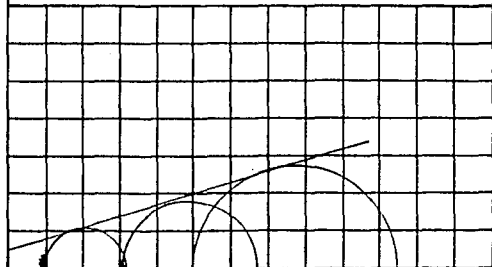
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		
A	R	UNAM
INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: EL ROSARIO.		MPIO. TEPOZOTLAN, MEX.
TESIS PROFESIONAL.		
JULIO CESAR PAGO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA.	PLANO N°

PRUEBA	w _l	w _p	e ₁	e ₁	e ₁	e ₁	e ₁	e ₁ -e ₁	e
1	21.60	20.96	556	531	98.56	100.0	1	2.07	
2	22.58	20.34	586	515	100.43	100.0	3	3.66	
3	21.95	19.04	582	482	99.08	100.0	5	5.40	
Promedio:	2.04	20.10	582.05	499.49					

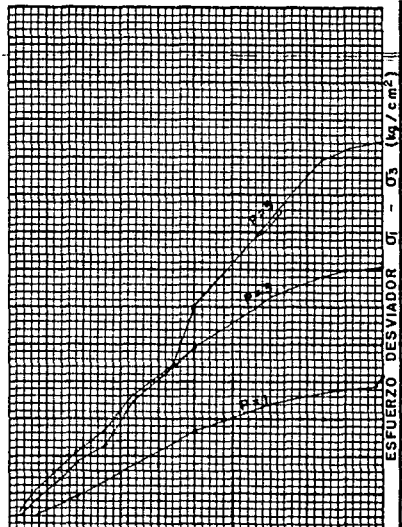
PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS		φ = 16.6°
↑	kg m ³	INICIALES	FINALES	
B = 0.492		↑d	1622	1660 kg/m ³
C _w = 15.50 %		↑m	1980	2018 kg/m ³
G = 79.93 %		↑sat	1983	2018 kg/m ³
S _s = 2.536		%C	95.41	4.7 T/H ²

T. R.
 T. R. C.
 T. R. S.
 T. R. S. C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm²)



ESFUERZO NORMAL (kg/cm²) ESC.: 1:100



DEFORMACION UNITARIA (%)

Procedencia..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pozo..... A-A-11..... Prof..... Muestra..... Estación..... Cálculo.....
 Observaciones.....

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
A **P** **O** **N** **UNAM**
INGENIERIA CIVIL
 PROYECTO: EL ROSARIO. MPIO/TEPOTZOTLAN, MEX.
 TESIS PROFESIONAL.
 JULIO CESAR PAGO PALAZUELOS
 MEXICO D F ESCALA. PLANO 110

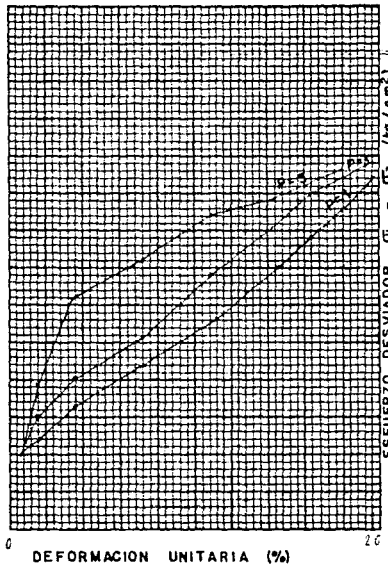
PRUEBA	(w)	Cu	σ ₁	σ ₂	σ ₃	σ ₄	σ ₅	σ ₁ -σ ₃	e
1	4.50		0.534		95.61			0.63	
2	0.21		0.534		97.6		5	0.77	
3	0.70		0.534		98.63		5	0.81	
Promedio	0.04		0.534		96.64				

PROCTOR		PESOS VOLUMÉTRICOS		φ = 1.7°
f	kg m ³	INICIALES	FINALES	
e	0.455	f _s	1667 kg/m ³	C = 2.5 T/4 ²
w	16.97 %	f _m	2002 kg/m ³	
G	94.30 %	f _{sat}	2210 kg/m ³	
s _s	0.598	%C	96.14	

T. R.
 T. R. C.
 T. R. S.
 T. R. S. C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm²)

ESFUERZO NORMAL (kg/cm²) ESC: 1:50



Procedencia: Identificación de Laboratorio: Banco:
 Pozo: J-D-11 Prof: Muestra: Estación: Cálculo:
 Observaciones:

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL

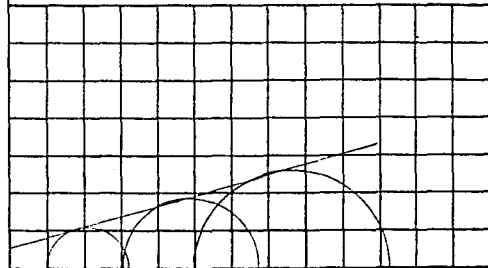
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		
A	C	UNAM
INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO. EL ROSARIO. MUNICIPIO TEPOZOTLAN MEX.		
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR PACO PALAZUELOS		
MEXICO D F	ESCALA	PLANO N°

PRUEBA	C_{v1}	C_{v2}	θ_1	θ_2	G_1	G_2	σ_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	e
1	9.87	15.32	521	456	96.61	100.0	1	2.18	
2	12.71	16.10	537	424	95.32	100.2	3	3.67	
3	10.60	15.63	541	410	94.38	100.0	5	5.23	
Promedio 20.39 15.70 533 423 96.77 100.0									

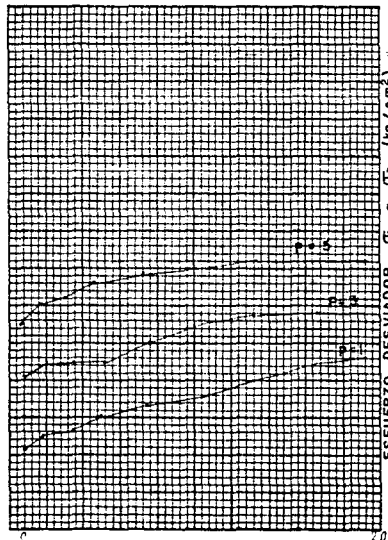
PROCTOR		PESOS VOLUMETRICOS		$\phi = 16^\circ$
ρ	ρ_d	INICIALES	FINALES	
$\rho = 1761 \text{ kg/m}^3$	$\rho_d = 1658 \text{ kg/m}^3$			
$C_w = 0.458$	$\rho_m = 2015 \text{ kg/m}^3$			
$C_u = 16.97 \%$	$\rho_{sat} = 2026 \text{ kg/m}^3$			
$G = 94.32 \%$	$\%C = 95.74$			
$S_u = 2.598$				$C = 5.5 \text{ T/11}^2$

T. R.
 T. R. C.
 T. R. S.
 T. R. S. C.

ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm²)



ESFUERZO NORMAL (kg/cm²) ESC:..... 1:100



DEFORMACION UNITARIA (%)

Procedencia..... Identificación de Laboratorio..... Banco.....
 Pozo..... A. P. II..... Prof..... Muestra..... Estación..... Calculo.....
 Observaciones.....

De las gráficas obtenidas del esfuerzo desviador - deformación unitaria, donde la deformación unitaria al esfuerzo máximo anduvo en el orden del 20.2 %, resultando gráficas que decían que las fallas registradas eran del tipo plástico .

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL .

Los materiales al aplicarseles fuerzas exteriores sufren deformaciones de acuerdo con una determinada relación esfuerzo - deformación . Aún suelo saturado al que se aplican fuerzas exteriores se le provoca una deformación, pero esta no es instantánea .

La prueba de consolidación, consiste en comprimir verticalmente un espécimen del material, confinado en un anillo rígido siguiendo una secuencia de cargas ya establecidas . Para cada incremento de carga el espécimen sufre deformaciones diferentes debido al retraso hidrodinámico, según la teoría de consolidación solo existirá si existe escape de agua hacia el exterior de la masa de suelo .

Las pruebas de consolidación se realizan con el fin de conocer la magnitud de los asentamientos que pueden presentarse bajo distintas cargas en la cistina .

Se realizó esta prueba únicamente a los materiales de baja permeabilidad .

PROCESO DE REALIZACION DE LA PRUEBA DE CONSOLIDACION .

De las muestras inalteradas traídas del campo se labró con el objeto de darle la forma del anillo de consolidación, se obtuvieron dos anillos por muestra a fin de llevar a cabo el ensayo del material con saturación inicial y final .

Se tomaron testigos de humedad pesandolos y metiendolos al horno .

Se colocaron en el consolidómetro los dos anillo, aplicandoseles una primera carga de 0.0 a 0.125 kp. , asiendoles lecturas del microméetro en una secuencia de tiempos , anotandose todas para después graficarlas, concluyendo la prueba para una primera carga cuando al graficar las lecturas tiempo - deformación la curva tiende a estabilizarse .

De los dos anillos colocados en los consolidómetros, a uno de ellos a las veinticuatro horas de aplicación de la primera carga se saturó el material procediendo a la aplicación de las siguientes cargas, el otro anillo se saturó en la última carga es decir a los 8.0 Kg. .

Se desmonta el consolidómetro, tomando testigo de humedad para pasar al cálculo del valor de consolidación del material .

Se enlistan los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a los materiales traídos de campo, de acuerdo con la secuencia de aplicación de cargas hasta un máximo de 3.0 Kg., se tuvieron los siguientes valores.

BANCO DE MATERIAL EL ROSARIO I

Con proceso de saturación inicial,

Def. = 0.548 m.m.

Con proceso de saturación final

Def. = 0.710 m.m.

BANCO DE MATERIAL EL ROSARIO II

Con proceso de saturación inicial,

Def. = 1.098 m.m.

Con proceso de saturación final

Def. = 1.112 m.m.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		UNAM
A	R	
INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: LL. ROSARIO.		MPIO. ICMOTZOTLAN MEX.
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR PACO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA.	PLANO N°

CONSOLIDACION - REGISTRO

Procedencia..... Identificación de Lab..... *sat. inicial*
 Banco LL. CS. RIO I Pozo 2 C-I Profundidad.....
 Muestra INALTERADA Est. Fecha.....

TEMP.	PRESION P Kg/cm ²	RELACION DE CONSOLIDACION PRIMARIA r	DEFORMACION LINEAL δ mm.	DEFORMACION UNITARIA ε %	ESPESOR COMPRIMIDO 2H mm.	2H - 2H ₀ mm.	e = 2H - 2H ₀ / 2H ₀	Hm cm	Hm ² cm ²	I ₅₀ seg.	C _v cm ² /seg.	C _v / 10 ⁻⁴ cm ² /seg.	Km 20 ⁰ / 10 ⁻⁴ cm/seg.	E _m	P _m kg/cm ²
	0.0		0.0	0.0	24.675	14.275									
	0.125		0.380	1.540	24.275	15.895									
	0.250		0.402	1.630	24.275	15.873									
	0.500		0.506	2.051	24.169	15.769									
	1.000		0.591	2.395	24.084	15.654									
	2.000		0.665	2.776	23.990	15.590									
	4.000		0.812	3.291	23.863	15.463									
	8.000		1.065	3.911	23.710	15.310									
	1.000		1.291	5.232	23.584	15.184									
	2.000		1.336	5.414	23.539	15.139									
	4.000		1.184	4.798	23.491	15.091									
	1.000		1.056	4.190	23.639	15.239									
	0.500		0.988	4.004	23.687	15.287									
	0.250		0.897	3.655	23.778	15.378									
	0.125		0.715	2.898	23.960	15.560									
	0.0		0.548	2.221	24.127	15.727									

Aparato N°.....
 Peso de los sólidos W_s = 135.65 gr
 Densidad de los sólidos S_s = 2.717
 Área de los probeta A_c = 47.99 cm²
 Espesor de los sólidos, 2 H₀ = $\frac{W_s \cdot 10}{A_c \cdot S_s}$ = 10.40 mm
 Espesor inicial 2 H = 24.675 mm

Prueba N°.....
 Relación de consolidación primaria, r = $\frac{d_s - d_{100}}{d_0 - d_1}$
 Coef. de consolidación, C_v = $\frac{0.197 Hm^2}{I_{50}}$, cm²/seg.
 Coef. de compresibilidad, a_v = $\frac{\Delta e}{\Delta p} = \frac{e_2 - e_1}{p_2 - p_1}$, cm²/seg.
 Coef. de permeabilidad, Km = $\frac{C_v \cdot \gamma_w}{(1 + e_m) 1000}$, cm/seg.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		
A	R	UNAM
INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: LL ROSARIO. MPIO. TICHOTZOTLAN MEX.		
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR PAGO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA	PLANO N°

CONSOLIDACION - REGISTRO

Procedencia... 2-C-1 Identificación de Lab. saturación final
 Banco... EL ROSARIO I Pozo..... Profundidad
 Muestra INALTRADA Est. Fecha

TEMP.	PRESION P Kg/cm ²	RELACION DE CONSOLIDACION PRIMARIA r	DEFORMACION LINEAL 6 mm.	DEFORMACION UNITARIA E %	ESPESOR COMPRIMIDO 2H mm.	2H - 2H ₀ mm.	e = 2H - 2H ₀ / 2H ₀	Hm. cm	Hm ² cm ²	ISO seg.	C _v cm ² /kg	C _v 10 ⁻⁴ cm ² /seg	Km 200 10 ⁻⁴ cm/seg	Bm	Pm kg/cm ²
	0.0		0.0	0.0	24.600	14.250	1.377								
	0.125		0.391	1.59	24.209	13.359	1.339								
	0.250		0.437	1.78	24.163	13.813	1.355								
	0.500		0.553	2.27	24.042	13.692	1.323								
	1.000		0.616	2.50	23.981	13.654	1.317								
	2.000		0.748	3.04	23.852	13.502	1.304								
	4.000		0.998	4.06	23.602	13.250	1.250								
	8.000		1.310	5.33	23.290	12.940	1.250								
	4.000		1.524	6.20	23.076	12.726	1.230								
	4.000		1.431	5.82	23.169	12.819	1.239								
	2.000		1.271	4.92	23.360	13.039	1.260								
	1.000		1.165	4.74	23.435	13.085	1.264								
	0.500		1.095	4.45	23.505	13.155	1.271								
	0.250		0.960	3.90	23.640	13.290	1.284								
	0.125		0.831	3.32	23.799	13.440	1.299								
	0.0		0.710	2.89	23.890	13.540	1.308								

Aparato N°.....
 Peso de los sólidos W_s = 125.10 gr
 Densidad de los sólidos S_s = 2.717
 Area de los probeta Ac = 48.02 cm²
 Espesor de los sólidos, 2H₀ = $\frac{W_s \cdot 10}{S_s \cdot A_c}$ 10.35 mm
 Espesor Inicial 2H_i = 24.60 mm

Prueba N°.....
 Relación de consolidación primaria, r = $\frac{d_s - d_{100}}{d_0 - d_1}$
 Coef. de consolidación, C_v = $\frac{0.197 H_m^2}{150}$, cm²/seg.
 Coef. de compresibilidad, a_v = $\frac{\Delta e}{\Delta p} = - \frac{e_2 - e_1}{p_2 - p_1}$, cm²/seg.
 Coef. de permeabilidad, Km = $\frac{C_v \cdot \Delta v \cdot \Delta w}{(1 + e_m) 1000}$, cm/seg.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		
A	R	UNAS
INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: LL ROSARIO		MPIO: TAPATZALAN, MEX.
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR PAGO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA:	PLANO N°:

CONSOLIDACION - REGISTRO

Procedencia..... Identificación de Lab. *saturation inicial*
 Bancp. LL ROSARIO II Pozo. C-B-II Profundidad
 Muestra Est. Fecha

TE. M	PRESION P	RELACION DE CONSOLIDACION PRIMARIA	DEFORMACION LINEAL L	DEFORMACION UNITARIA C	ESPEJOR COMPRESIDO 2H	2H - 2H _o	e = $\frac{2H - 2H_0}{2H_0}$	Hm	Hm ²	t ₅₀	a _v	C _v 10 ⁻⁴	Km 20 ^o 10 ⁻⁶	Bm	Pm
	Kg/cm ²	r	mm.	%	mm.	mm.		cm	cm ²	seg.	cm ² /kg	cm ² /seg	cm/seg		kg/cm ²
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.650	14.400	1.410								
0.125	0.436	1.77	24.014	15.964	1.363										
0.250	0.499	2.00	24.151	15.921	1.361										
0.500	0.581	2.35	24.060	15.859	1.355										
1.000	0.706	2.66	24.947	15.714	1.341										
2.000	0.919	3.73	25.751	15.501	1.320										
3.000	1.000	4.67	26.450	15.200	1.290										
4.000	1.137	5.60	27.014	14.934	1.260										
5.000	1.254	6.47	27.560	14.650	1.237										
6.000	1.325	7.33	28.055	14.350	1.213										
8.000	1.535	8.50	28.117	14.067	1.180										
1.000	1.361	5.52	28.089	13.050	1.076										
0.500	1.266	5.14	28.534	13.154	1.066										
0.250	1.201	4.87	28.440	13.012	1.092										
0.125	1.150	4.64	28.500	13.070	1.097										
0.0	1.096	4.45	28.550	13.000	1.100										

Aparato No.
 Peso de los sólidos $W_s = 131.42$ gr
 Densidad de los sólidos $S_s = 2.526$
 Area de los probeto $A_c = 47.65$ cm²
 Espesor de los sólidos, $2H_o = \frac{W_s \cdot 10}{\rho \cdot W_{SAc}} = 10.25$ mm
 Espesor inicial $2H = 24.650$ mm

Prueba N°.....
 Relación de consolidación primaria, $r = \frac{d_s - d_{p0}}{d_0 - d_t}$
 Coef. de consolidación, $C_v = \frac{0.197 H_m^2}{t_{50}}$, cm²/seg.
 Coef. de compresibilidad, $a_v = \frac{\Delta s}{\Delta p} = - \frac{e_2 - e_1}{p_2 - p_1}$, cm²/seg.
 Coef. de permeabilidad, $K_m = \frac{C_v \cdot a_v \cdot \rho_w}{(1 + e_m) 1000}$, cm/seg.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		UNAM
INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: LL ROSARIO		MPIO TEPOTZOTLAN, MEX.
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR MACO PALAZUELOS		
MEXICO D.F.	ESCALA.	PLANO N°

CONSOLIDACION - REGISTRO

Procedencia Identificación de Lab. saturación final

Banco... FL ROSARIO II Pozo... 2-B-II Profundidad

Muestra Est. Fecha

TEMP.	PRESION P Kg/cm ²	RELACION DE CONSOLIDACION PRIMARIA r	DEFORMACION LINEAL δ mm.	DEFORMACION UNITARIA ε %	ESPESOR COMPRIMIDO 2H mm.	2H - 2H ₀ mm.	e = 2H - 2H ₀ 2H ₀	H _m cm	H _m ² cm ²	150 seg.	Q _v cm ³ /kg	C _v 10 ⁻⁴ cm ² /seg	K _m 20° 10 ⁻⁴ cm/seg	e _m	P _m kg/cm ²
	0.0		0.0	0.0	24.630	13.75	1.258								
	0.125		0.465	1.864	24.215	13.265	1.215								
	0.250		0.596	2.415	24.024	13.154	1.203								
	0.500		0.658	2.666	24.022	13.092	1.198								
	1.000		0.763	3.092	23.917	12.987	1.188								
	2.000		0.998	4.044	23.632	12.752	1.167								
	4.000		1.329	5.385	23.351	12.421	1.136								
	8.000		1.481	6.000	23.199	12.269	1.123								
	8.000		1.802	7.501	22.878	11.948	1.093								
	4.000		1.715	6.949	22.965	12.035	1.101								
	2.000		1.534	6.418	23.096	12.166	1.113								
	1.000		1.412	5.721	23.268	12.338	1.120								
	0.500		1.291	5.230	23.415	12.485	1.128								
	0.250		1.265	5.126	23.415	12.485	1.122								
	0.125		1.210	4.903	23.410	12.510	1.117								
	0.0		1.112	4.506	23.565	12.638	1.156								

Aparato N°

Peso de los sólidos $W_s = 132.29 \dots \text{gr}$

Densidad de los sólidos $S_s = 2.526 \dots$

Area de los probeta $A_c = 47.88 \dots \text{cm}^2$

Espesor de los sólidos, 2 H₀ $\frac{W_s \cdot 10}{\gamma_w S_s A_c} = 10.93 \dots \text{mm}$

Espesor Inicial $2H_0 = 24.680 \dots \text{mm}$

Prueba N°

Relación de consolidación primaria, $r = \frac{d_s - d_{100}}{d_0 - d_f}$

Coef. de consolidación, $C_v = \frac{0.197 H_m^2}{150}$, cm²/seg.

Coef. de compresibilidad, $\alpha_v = \frac{\Delta e}{\Delta p} = \frac{e_1 - e_2}{p_2 - p_1}$, cm/seg.

Coef. de permeabilidad, $K_m = \frac{C_v C_v \gamma_w}{(1 + e_m) 1000}$, cm/seg.

ESTA TESIS NO DEBE SAIR DE LA BIBLIOTECA

PERMEABILIDAD

El coeficiente de permeabilidad "K" depende del tamaño y forma de los granos que componen el suelo de la relación de vacíos del grado de saturación, del contenido de materia orgánica y de la temperatura y solubilidad de sus elementos, siendo este coeficiente distinto para cada tipo de suelo.

La prueba consiste en medir la cantidad de agua que atraviesa una muestra de suelo por diferencia de niveles en un tubo alimentador.

Se practicaron 15 pruebas de permeabilidad tipo legranc a flujo variable horizontal, realizando tres exploraciones en el vaso, obteniéndose los siguientes resultados:

EXPLORACION No. 1 (VASO)

PROFUNDIDAD	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD K (CM/SEG.)
0 - 5	5.77×10^{-6}
5 - 10	4.24×10^{-6}
10 - 15	6.16×10^{-6}
15 - 20	3.31×10^{-6}
20 - 25	4.12×10^{-6}
25 - 30	5.75×10^{-6}

"K" PROMEDIO = 4.89×10^{-6} CM/SEG. 81

EXPLORACION No. 2 [VASO] .

PROFUNDIDAD (H)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD K = [cm/seg.]
0 - 5	3.44×10^{-8}
5 - 10	6.61×10^{-7}
15 - 20	5.11×10^{-8}
20 - 25	4.44×10^{-8}
25 - 30	9.10×10^{-7}

"K" promedio = 3.28×10^{-7} cm/seg.

EXPLORACION No. 3 [VASO] .

PROFUNDIDAD (H)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD K = [cm/seg.]
0 - 5	4.83×10^{-6}
5 - 10	6.76×10^{-6}
10 - 15	7.81×10^{-6}
15 - 20	4.14×10^{-6}
20 - 25	5.18×10^{-6}
25 - 30	8.31×10^{-6}

"K" promedio = 6.17×10^{-6} cm/seg.

En lo que respecta a la boquilla, se hicieron 7 exploraciones a todo lo largo del trazo de ésta, realizándolas con equipo mecánico de perforación, obteniéndose los siguientes valores de permeabilidad.

MARGEN IZQUIERDA

Exp. I; Est. 0+650; Elev. 85.00; Prof. 30.00 mts., se hicieron 6 pruebas Lefranc en tramos de 5.00 mts. cada una; las pruebas efectuadas de 10.00 a 15.00 y de 15.00 a 20.00 mts. resultaron permeables con coeficiente de permeabilidad de $K = 1.75 \times 10^{-4}$ a 7.12×10^{-4} cm/seg; todas las demás pruebas reportaron tramos poco permeables los coeficientes de permeabilidad obtenidos variaron de $K = 3.34 \times 10^{-5}$ a 8.74×10^{-6} cm/seg.

Exp. II. Est. 0+095, Elev. 73.00, Prof. 30.00 mts.

Se efectuaron 6 pruebas tipo Lefranc variable horizontal en tramos de 5.0 mts.

Los cuatro primeros tramos y el último se comportaron poco permeables, los coeficientes de permeabilidad obtenidos fueron de $K = 1.38 \times 10^{-5}$ a 2.20×10^{-5} cm/seg. El tramo de 20.0 a 25.00 mts. resultó impermeable con un coeficiente $K = 4.77 \times 10^{-6}$ cm/seg.

Exp. III Est. 0 + 120 Elev. 61,00 Prof. 30,00 mts. -

Cinco de las pruebas LeFranc de flujo variable horizontal, practicadas en esta exploración resultaron con -- una permeabilidad $K = 1.60 \times 10^{-5}$ a 6.96×10^{-5} cm/seg se comporto como impermeable .

Exp. IV Est. 0 +135 Elev. 51.00 Prof. 30.00 mts.

Los seis tramos probados se efectuaron pruebas LeFranc de flujo variable horizontal; el primer tramo de 0.00- a 5.00 mts. que comprende los aluviones y la toba se-comportaron como impermeables con un coeficiente $K = 2.09 \times 10^{-6}$ cm/seg.; de 5.00 a 25.00 mts. la toba se -- comporto poco permeable con un coeficiente $K = 1.80 \times 10^{-5}$ a 3.50×10^{-5} cm./seg., el último tramo es im-permeable con un coeficiente $K = 1.70 \times 10^{-6}$ cm/seg.

Exp. V Est. 0 + 155 Elev. 59.50 Prof. 30.00 mts.

Los seis tramos probados resultaron poco permeables;-- el primer tramo comprendido en aluvion se obtuvo un -- coeficiente $K = 1.85 \times 10^{-5}$ cm/seg.

En los cinco restantes, la toba se comporto poco per-meable. con un coeficiente de permeabilidad $K = 2.33 \times 10^{-5}$ a 3.65×10^{-6} Cm./Seg.

MARGEN DERECHA.

Exp. VI. Est. 0+187,50 Elev. 74,00 Prof. 30,00 mts.

Las pruebas efectuadas reportaron una zona impermeable -- comprendida de 0,00 a 15,00 mts, con valores coeficiente $K=2,6 \times 10^{-6}$, y $K=9,6 \times 10^{-6}$ cm/seg.

De 15,00 a 30,00 mts. la toba se comportó más impermeable con valor del coeficiente $K=1,88 \times 10^{-8}$ a $3,42 \times 10^{-8}$ cm/seg.

Exp. VII. Est. 0.212,50 Elev. 85,00 Prof. 30,00 mts.

Cinco de las seis pruebas practicadas resultaron poco permeables con un coeficiente $K=1,29 \times 10^{-5}$ a $3,36 \times 10^{-5}$ cm/seg.

El tramo de 20,00 a 25,00 mts. la toba se comportó impermeable con un coeficiente $K=5,82 \times 10^{-8}$ cm/seg.

En la obra de demasías o vertedor, se hizo una exploración a fin de conocer la permeabilidad del suelo donde quedará alojado este, obteniéndose los siguientes valores de permeabilidad:

Exploración No. I

Profundidad	Coefficiente de Permeabilidad K^* (cm/seg.)
0 - 5	2.15×10^{-6}
5 - 10	1.95×10^{-6}
10 - 15	2.20×10^{-6}
15 - 20	1.38×10^{-6}
20 - 25	4.77×10^{-6}
25 - 30	2.53×10^{-6}

"K" Promedio = 2.50×10^{-6} cm/seg.

El valor del coeficiente de permeabilidad de los bancos de material impermeable, se obtuvo con ayuda de permeámetros de carga variable en el laboratorio de materiales.

PROCESO.

De las muestras inalteradas traídas de campo, se labraron dos pastillas una en posición vertical y otra horizontal de la muestra, se sacaron testigos de humedad.

Se montan las pastillas en los permeámetros rellorando el espacio entre las pastillas y el permeámetro con cera y arena fina hasta la altura de la pastilla, se tapa el permeámetro, se sumerge en el tanque para que se sature por capilaridad, procediendo a fallar la muestra una vez saturada, tomando varias lecturas de espejo de agua del depósito a primera y segunda altura de agua - en pípeta con sus tiempos. Cuando las alturas se estabilicen concluye la prueba procediendo al calculo con la fórmula $K = 2.3 \frac{L_a}{A} \log. h_1/h_2$ Si $K \geq 20 = U_1/U_2 \text{ KT}$.

Valores del coeficiente de permeabilidad de los bancos de material "EL ROSARIO I, y EL ROSARIO II".

BANCO DE MATERIALES EL ROSARIO I .

Localización	Prof. (mt)	Coefficiente de Per meabilidad. (K)
1 - A	3.40	2.61×10^{-8}
1 - C	2.50	4.62×10^{-8}
1 - E	4.00	9.69×10^{-8}
4 - A	3.50	5.60×10^{-9}
4 - C	3.20	3.43×10^{-9}
3 - C	4.00	1.69×10^{-8}
3 - E	4.00	0.65×10^{-8}
2 - C	3.50	1.15×10^{-9}

K= (cm./seg.)

BANCO DE MATERIALES EL ROSARIO II .

Localización	Prof. (mt)	Coefficiente de Per meabilidad. (K)
1 - A	2.90	2.16×10^{-6}
1 - D	4.10	9.14×10^{-6}
2 - B	3.10	2.12×10^{-6}
2 - C	4.20	3.11×10^{-6}
4 - A	3.90	4.08×10^{-6}
4 - D	4.40	3.19×10^{-6}

K= (cm. /seg.)

IV. DETERMINACIÓN DE PARAMETROS DE LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE

Por los riesgos de su falla y por la inversión que representan, las presas han de proyectarse y construirse con máxima seguridad y cuidado, por lo que será de gran importancia la correcta elección y determinación de los parámetros de diseño.

La estabilidad de los taludes de una cortina se determina por su capacidad de resistir esfuerzos cortantes; pues la falla se produce por deslizamiento a lo largo de una superficie de corte. Los esfuerzos cortantes provienen de las cargas externas aplicadas, como son las del vaso, las producidas por los terremotos y las internas producidas por el peso del material compactado.

El proyecto y la estabilidad de una cortina de tierra estará regido por la adecuada obtención de los parámetros de resistencia obtenidos de las pruebas triaxiales realizadas a los materiales.

De las pruebas triaxiales realizadas a los materiales de los bancos de préstamo, se tuvo variación en los resultados, por lo que tomaremos valores máximos y mínimos para diferentes condiciones de trabajo :

PARA CONDICIÓN INICIAL DE TRABAJO DE LA CORTINA .

Se basó en pruebas triaxiales rápidas saturadas:
para el banco de material " EL ROSARIO I " .

ϕ	C (T/M ²)
MAX. = 5.2 °	MAX. = 8.0
MIN. = 3.0 °	MIN. = 2.5

PARA EL BANCO DE MATERIAL " EL ROSARIO II " .

ϕ	C (T/M ²)
MAX. = 5.0°	MAX. = 5.0
MIN. = 0.0°	MIN. = 1.9

PARA CONDICION A VACIADO RAPIDO DE LA PRESA .

Se utilizaron pruebas triaxiales rápidas saturadas consolidadas: Para el Banco de Material " EL ROSARIO I " .

ϕ
 MAX. = 14.7°
 MIN. = 6.0°

C (T/M²)
 MAX. = 18.1
 MIN. = 4.4

PARA EL BANCO DE MATERIAL " EL ROSARIO II " ,

ϕ
 MAX. = 16.6°
 MIN. = 4.5°

C (T/M²)
 MAX. = 5.8
 MIN. = 3.5

Siendo de gran importancia la obtención del valor ϕ ángulo de fricción interna del material y del valor "C" Cohesión de este, ya que su utilización en los métodos de análisis de estabilidad son básicos .

Método del análisis de estabilidad empleado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos .

$$F.S. = \frac{EN.TG. \phi + C.L.}{E \text{ TANGENCIALES } .}$$

D O N D E :

N = FUERZAS NORMALES

C = COHESION DEL MATERIAL

ϕ = ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA DEL MATERIAL

L = LONGITUD DE ARCO

$$L = \frac{R}{180^\circ}$$

V.- PROCEDIMIENTOS DE EXPLOTACION

Para la explotación de los bancos de materiales permeable e impermeable.

Primeramente se procederá a realizar un desmonte y despulme de los bancos.

Dado que la humedad del material impermeable es baja en relación con la óptima, se le incorporará humedad a éste por medio de bordos de entarquinamiento, complementando éste con un riego adicional al tender la capa por compactar de la cortina, así también en el material con mayor humedad que la óptima bastará con extender el material para su uso.

Ya que por la Homogeneidad del material de los bancos de material impermeable, la explotación se realizará por capas, para lo cual será conveniente usar motoescrepas o palas mecánicas.

Ya que la explotación del banco de material permeable se realizará a la orilla del río, y que al formarse un bordo delimitando el río, se contará con filtraciones al banco, se tendrá que utilizar un procedimiento de dragado a fin de obtener éste, para después hacerle un lavado y quede en condiciones de uso.

El método de ataque para la cantera del material --
útil para la chapa y taludes de la cortina será por ban-
cos escalonados y coyoterías.

En el método de bancos escalonados se desarrollan fren-
tes verticales de 5 al 15 mts., por medio de barrenos --
realizados con Track Drills a distancias y profundidades
previamente determinadas.

El procedimiento de coyoterías, se abren túneles normales
al banco, que se ramifican interiormente; colocándose --
la carga de explosivo necesario para romper y levantar --
la masa de roca, de manera que al caer, se provoque la -
fragmentación deseada.

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

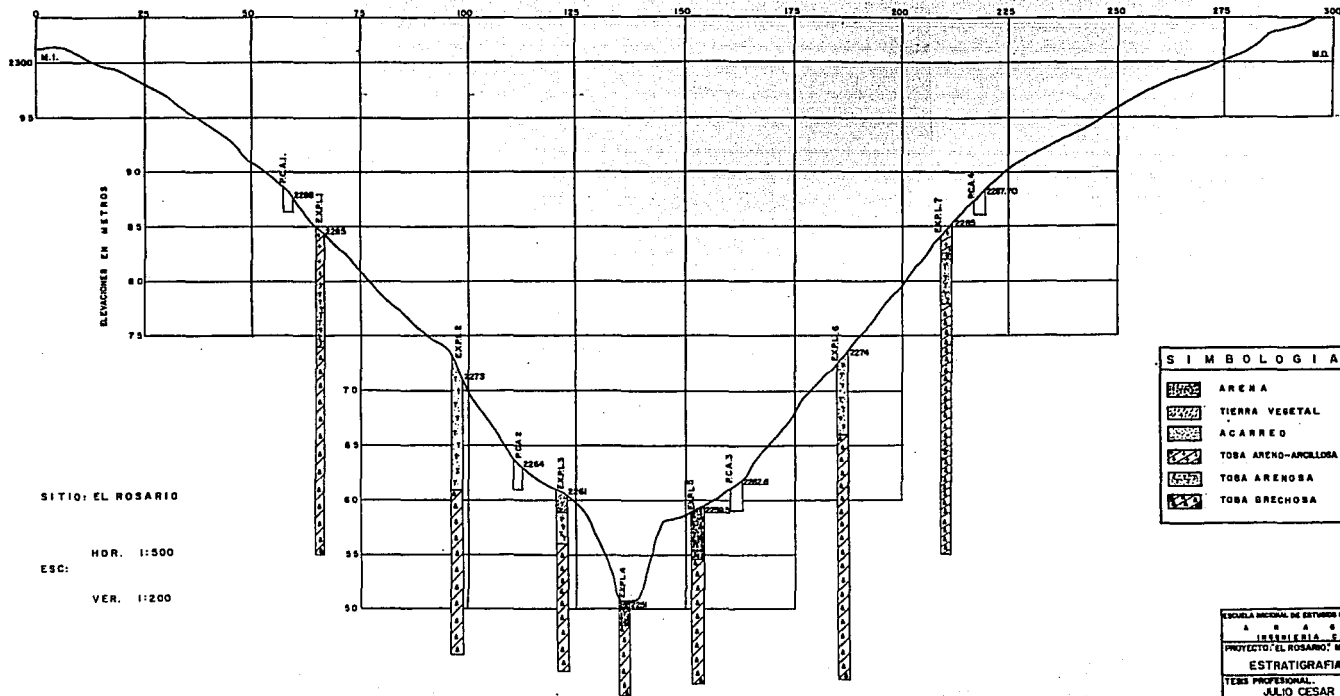
El proyecto de presa con fines de riego sobre el Arroyo San Pablo, en el Municipio de Tepetzotlan, México presenta condiciones favorables para su realización de acuerdo con los resultados obtenidos de la investigación Geológica y de permeabilidad .

La cortina se recomienda sea de materiales graduados, esta estructura se desplantará en toda su longitud en tobas brechosas, con matriz arenosa de naturaleza andesítica, -- de regular consolidación sin mostrar estratificación ni fracturamiento.

En la zona de desplante de material impermeable, habra--necesidad de excavar una trinchera en ambas laderas con profundidad de 3.0 mts., después de realizadas la limpia de aluvión y roca alterada, las pruebas de permeabilidad lefranc de flujo variable horizontal efectuadas en las -- siete exploraciones, reportaron en general tobas poco -- permeables .

Teniendo en cuenta la naturaleza detritica de las tobas, así como su baja permeabilidad, no se recomienda efec--tuar ningún tratamiento de inyectado de impermeabiliza--ción o de consolidación en el desplante de la cortina y--la obra de demasías .

DISTANCIAS EN METROS



SITIO: EL ROSARIO

HDR. 1:500

ESC:

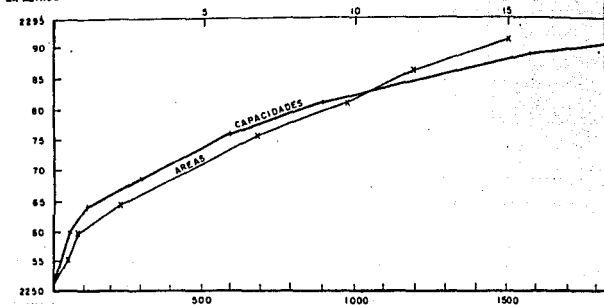
VER. 1:200

SIMBOLOGIA

	ARENA
	TIERRA VEGETAL
	ACARREO
	TOBA ARENO-ANGULOSA
	TOBA ARENOSA
	TOBA BRECHOSA

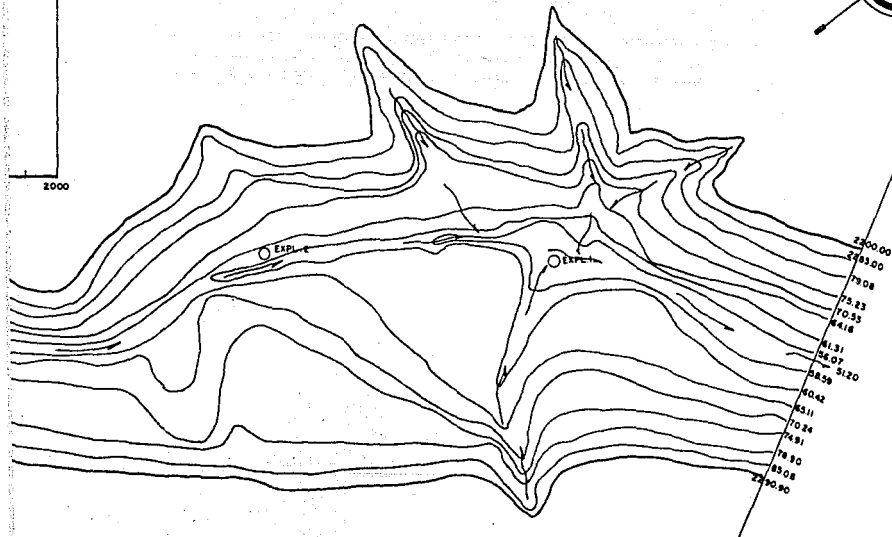
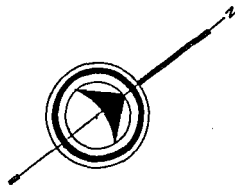
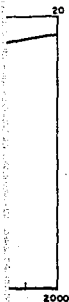
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 A B C D E F
 TESORERIA FISCAL UNAM
 PROYECTO: EL ROSARIO, MPD. TEPICZOTIL, B.H.M.
 ESTRATIGRAFIA DE LA BOQUILLA
 TESIS PROFESIONAL
 JULIO CESAR PAGO PALAZUELOS
 MEXICO, D.F. 1987 ESC: PLANO #123

GRAFICA AREAS - CAPACIDADES
AREA EN HECTAREAS



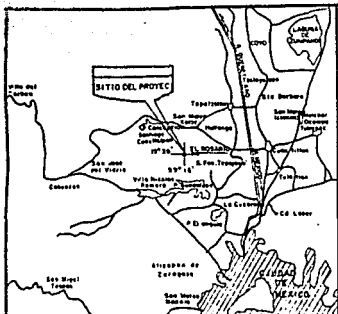
CAPACIDAD EN MILES DE M³



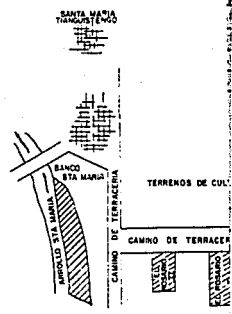


TOPOGRAFIA VASO EL ROSARIO ESC. 1:2000

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		UNAM
A R A G O N INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: EL ROSARIO. MPIO. TEPOTZOTLAN. MEXICO		
TOPOGRAFIA DEL VASO		
TESIS PROFESIONAL		
JULIO CESAR PAGO PALAZUELOS		
MEXICO D.F. 1987	ESC. 1:2000	PLANO III - 5



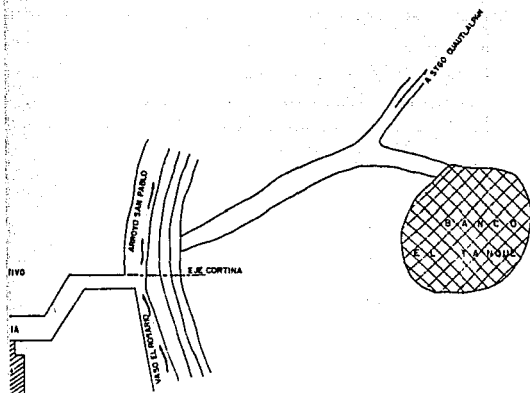
LOCALIZACION



ESC: 1:50.

MATERIAL IMPERMEABLE		
CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES	BANCO EL ROSARIO I	BANCO EL ROSARIO II
HUMEDAD NATURAL (%)	22.3	21.1
LÍMITE LÍQUIDO (%)	79.2	58.7
LÍMITE PLÁSTICO (%)	30.3	18.9
PESO VOLUMÉTRICO (kg/m ³)	1488.5	1679.2
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	21.5	16.93
CLASIFICACIÓN SUCS.	CH	CL

MATERIAL PERMEABLE	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL	BANCO STA. MARIA
PORCIENTO RETENIDO ACUMULADO EN LA MALLA (ABERTURA EN mm)	7.8 (213")
	3.8 (11/2")
	1.9 (1/2")
	4.76 (1/4")
	65.8
PORCIENTO QUE PASA LA MALLA (ABERTURA EN mm)	4.76 (1/4")
	34.2
	0.075 (Nº200)
	2.5
PERDIDA POR LAVADO	6.9



DATOS GENERALES			
BANCO	EMPLEO	ESPESON (M) DESPL. APROX.	VOLUMEN (M ³)
EL ROSARIO I	IMPERMEABLE	0.20 3.0	286,000
EL ROSARIO II	IMPERMEABLE	0.20 3.0	225,000
STA. MARIA	REV. DE TRADICIÓN Y SOBRESITOS	0.00 4.5	72,000
EL TANQUE	EMBOCAMENTO	0.50 3.5	160,000

R O C A	
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	BANCO EL TANQUE
CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA	ANDESITA
DENSIDAD	2.85
ABSORCIÓN	0.75

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES	
INGENIERÍA CIVIL UNAM	
PROYECTO: EL ROSARIO, MPD TEPIC, TLAZAMALCÁN, MEX.	
PLANO GENERAL DE	
BANCO DE	
MATERIALES	
TEXTO PROFESIONAL	
JULIO CESAR PACO PALAZUELOS	
MEXICO D.F. ESC. 1-80000	PLANO Nº 11-6

BIBLIOGRAFIA

1. PEQUEÑOS ALMACENAMIENTOS
IV SEMINARIO LATINOAMERICANO DE IRRIGACION
S.R.H. 1966
2. DISEÑO DE PRESAS PEQUEÑAS
S.R.H. 1967
3. OBRAS HIDRAULICAS
FRANCISCO TORRES HERRERA. 1979
4. PLANEACION, DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PRESAS
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. 1980
5. MANUAL DE MECANICA DE SUELOS
S.R.H. 1970
6. PRESAS DE TIERRA Y ENROCAMIENTO
RAUL MARSAL Y D. RESENDIZ. 1975
7. ESTUDIO GEOTECNICO PARA LA LOCALIZACION DE BANCOS
DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION DE UNA PRESA -
DE TIERRA.
TESIS PROFESIONAL. U.N.A.M. 1981
8. CARRETERAS, CALLES Y AEROPIESTAS
RAUL VALLE RODAS. 1958