

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA CIMENTACION
DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE
PETROLEO CRUDO

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

ING. CARLOS BAHENA PRENDES



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Universidad Nacional
Autónoma

FACULTAD DE INGENIERIA
EXAMENES PROFESIONALES
60-1-126

Al Pasante señor CARLOS BAHENA PRENDES,
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor M. en I. Gustavo Rafael Aranda Hernández, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.

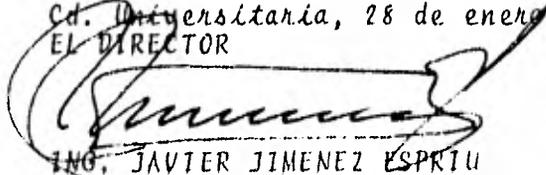
"DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA CIMENTACION DE TANQUES PARA
PETROLEO CRUDO"

1. Introducción.
2. Recomendaciones para la cimentación de tanques de almacenamiento de 500,000 barriles para petróleo crudo.
3. Estudio de mecánica de suelos para el diseño de la cimentación de tanques de almacenamiento.
4. Especificaciones generales para la construcción de obras.
5. Conclusiones.
6. Bibliografía.

Anexos.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

A t e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, 28 de enero de 1982
EL DIRECTOR


ING. JAVIER JIMENEZ ESPRIU

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA CIMENTACION DE TANQUES
DE ALMACENAMIENTO DE PETROLEO CRUDO**

RESUMEN

1. INTRODUCCION
2. RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACION DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE 500,000 BARRILES PARA PETROLEO CRUDO.
 - 2.1 Antecedentes
 - 2.2 Proyecto
 - 2.3 Terreno elegido y subsuelo
 - 2.4 Desplante de tanques
 - 2.5 Asentamientos
 - 2.6 Prueba hidrostática de tanques
 - 2.7 Estructuras complementarias
 - 2.8 Recomendaciones de construcción
 - 2.9 Observaciones de construcción
- 3: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACION DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO.
 - 3.1 Antecedentes
 - 3.2 Descripción
 - 3.3 Recomendaciones de construcción
4. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE OBRAS.
 - 4.1 Trazo, nivelación y deslinde
 - 4.1.1 Requisitos de ejecución
 - 4.1.2 Criterios de medición
 - 4.2 Desmonte
 - 4.2.1 Requisitos de ejecución
 - 4.2.2 Conceptos de trabajo
 - 4.2.3 Criterios de medición
 - 4.3 Despalme
 - 4.3.1 Requisitos de ejecución
 - 4.3.2 Conceptos de trabajo
 - 4.3.3 Criterios de medición

4.4 Corte

4.4.1 Materiales

4.4.2 Requisitos de ejecución

4.4.3 Criterios de medición

4.4.4 Conceptos de trabajo

4.5 Préstamos

4.5.1 Materiales

4.5.2 Requisitos de ejecución

4.5.3 Criterios de medición

4.5.4 Conceptos de trabajo

4.6 Plantilla para cimientos

4.7 Acero de refuerzo para concreto

4.8 Cimbra

4.9 Concreto

5. CONCLUSIONES

6. BIBLIOGRAFIA

ANEXO I Plano LT-101, Plano R-182-87-01

ANEXO II Perfiles correspondientes a cada sondeo

ANEXO III Círculos de Mohr

ANEXO IV Gráficas de relación de vacíos, presión, deformación-tiempo y deformación total _ presión.

RESUMEN

Se presenta el estudio de mecánica de suelos de una Refinería construída en el país (Refinería de Salina Cruz)

Se presentan los perfiles estratigráficos del suelo obtenidos con sondeos y pozos a cielo abierto, con el fin de proporcionar recomendaciones para el diseño de la cimentación de los tanques de almacenamiento. Este estudio es de gran importancia para el Ingeniero, ya que permite conocer las condiciones que imperan en el lugar, para producir diseños adecuados. En este trabajo también se ilustra la secuencia de construcción de la cimentación.

1. INTRODUCCION

Salina Cruz nació como terminal marítima terrestre de la línea transísmica, que comunica el Oceano Pacífico -- con el Golfo de México, en donde se estableció la terminal_ de Puerto México hoy Coatzacoalcos.

El proyecto de alcances internacionales cuya reali- dad fuera un éxito entre 1907 y 1914, no pudo competir con_ el canal de Panamá. Por muchos años, no obstante el empeño_ de los gobiernos Federal y Estatal, Salina Cruz no pudo de- sarrollarse; observándose en la década de 1960 a 1969, in- cluso una disminución en su tasa de crecimiento demográfico.

La política para un desarrollo equilibrado del -_ país ha obligado a crear condiciones que tiendan a fortale- cer la economía de la región.

La instalación del dique seco para recuperación de embarcaciones y la del sincroelevador han mejorado la ofer- ta de trabajo en la ciudad.

Los estudios realizados indican que el puerto, dado su tamaño, podrá saturarse en 20 años aproximadamente, por lo cual, se ha considerado la posibilidad de un puerto alternativo, en la Laguna Superior, en el mismo estado de Oaxaca. La reciente desición de establecer una importante despuntadora de Petróleos Mexicanos, apoya fuertemente el renacimiento del mencionado puerto (Septiembre de 1975).

El Gobierno Federal, ha planteado construir en la zona del istmo, un corredor industrial de productos para exportación además de industrias del consumo.

Por otra parte, el aumento en la demanda de combustible en la zona del Pacífico, requiere de un mayor abastecimiento por lo que, PEMEX instala una nueva refinería a inmediaciones de la zona urbana de Salina Cruz. En la actualidad se tiene ya cubierta la primera etapa de la refinería.

Se cuenta ya con una planta primaria; una planta merox; una planta de alto vacío; una planta catalítica, una planta de servicios auxiliares; una planta de hidros; una planta de pretratamiento de agua cruda; una planta de azufre; una planta etílica; talleres eléctricos y de almacenamiento; clínica de PEMEX; estación de bomberos; edificio de personal; superintendencia de construcción; terminal de ventas; planta de almacenamiento de crudo, y más de 80 tanques de almacenamiento de los diferentes productos obtenidos en la refinería, (gasolina crudos, naftas, aceite de recuperación diluyente, kerosina primaria, diesel primario, gasolinas finales, combustóleos y diáfano).

Se estima que con este nuevo avance de Pemex, se cubrirá la mayor parte de necesidades en lo que respecta a combustibles y a productos derivados del Petróleo.

La refinera de Salina Cruz, cuenta con 5 tanques de almacenamiento de petrleo crudo, los que se destinaran para exportar.

El petrleo, procede de los pozos ubicados en Minatitlan Reforma, Chiapas., Cactus y Coatzacoalcos. Llega a esta refinera a traves del Oleoducto, directamente a los tanques de almacenamiento. Se contempla que en fechas futuras se pueda exportar al Japon, parte de el, por medio de un Buque-Tanque con una capacidad de 500,000 barriles.⁺

Esta refinera trabaja actualmente al 80% de su capacidad.

+ La capacidad de un barril de Petrleo crudo es de 154 Litros

2. RECOMENDACIONES PARA LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE 500,000 BARRILES PARA PETROLIO CRUDO

2.1 Antecedentes

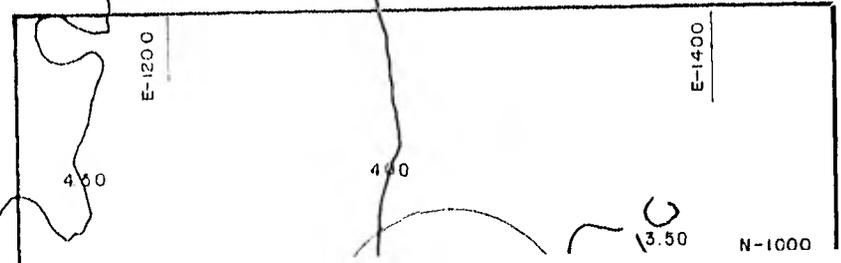
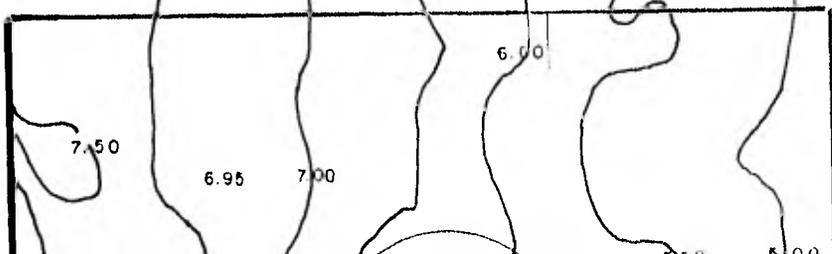
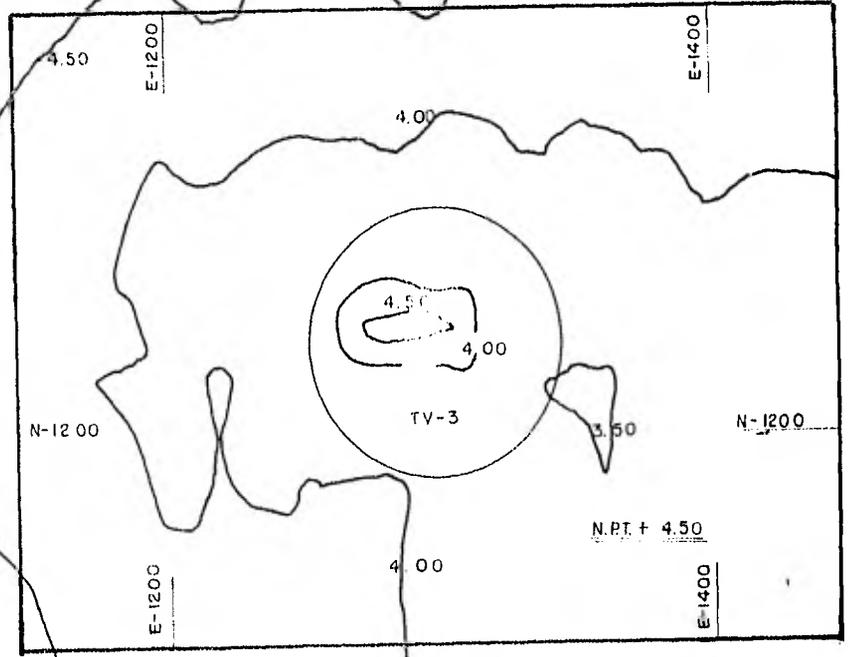
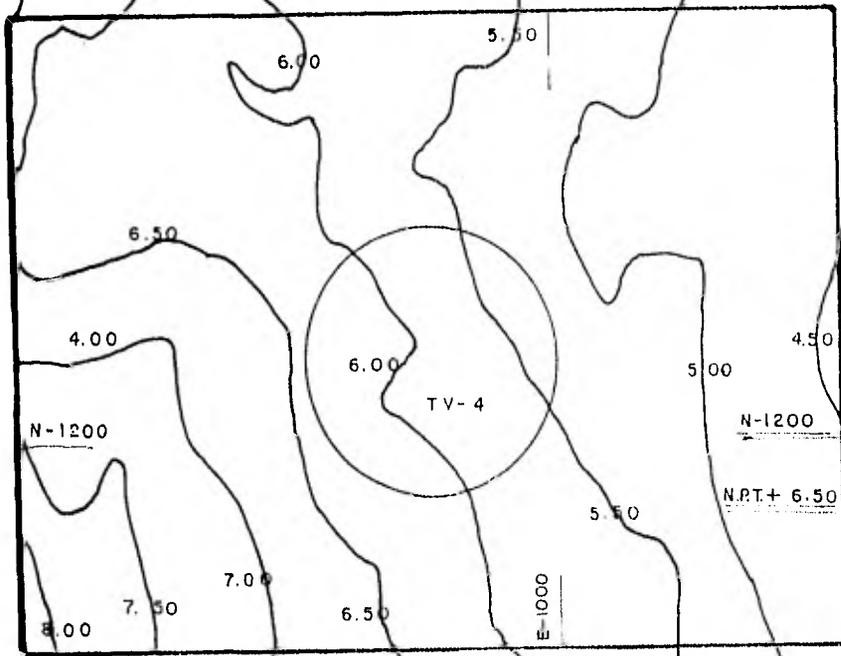
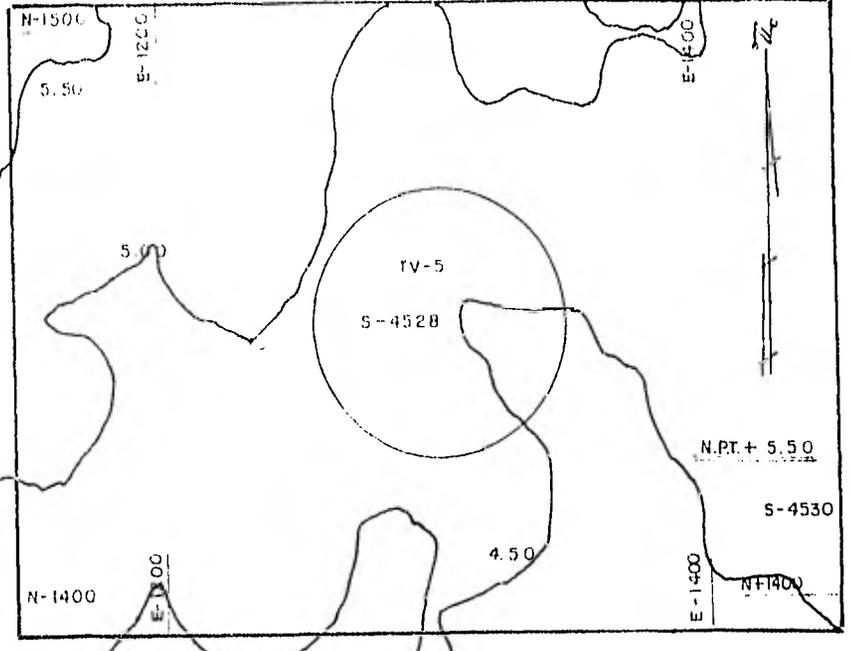
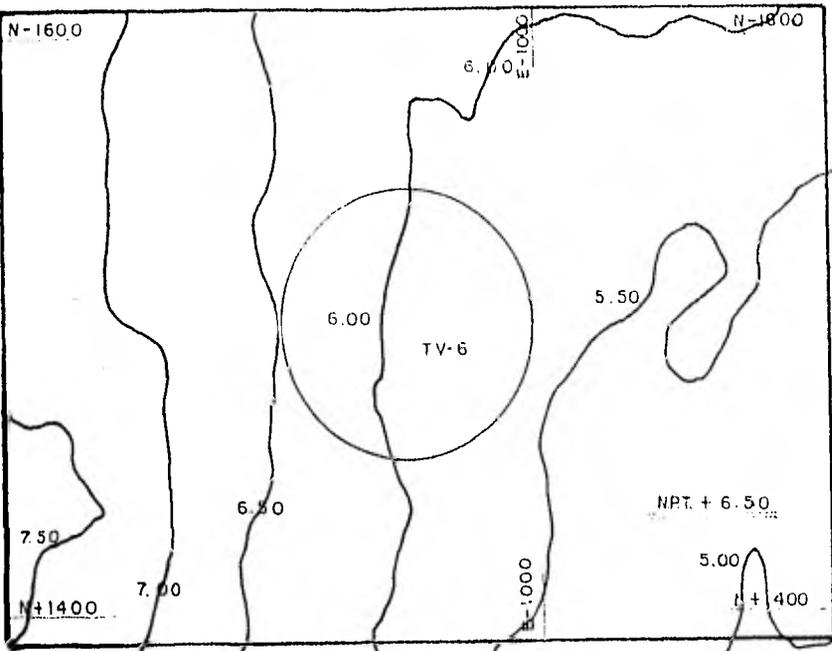
El departamento de plantas de almacenamiento y obras portuarias de PEMEX, solicitó a su departamento de Geotecnia el estudio de mecánica de suelos del área seleccionada para la instalación de la planta de almacenamiento de crudo (P-182-61-00). Esta se localiza al suroeste de la refinería de Salina Cruz, Oax., entre las coordenadas Este 770-1700 y Norte 800-1700, considerándose una futura ampliación hasta la coordenada Norte -- 300 (fig.1).

2.2 Proyecto

Las instalaciones y equipos considerados en el proyecto son 6 tanques de almacenamiento de crudo, casa de bombas, edificio de control, diques, áreas de circulación, patios de tanques y obras secundarias, cuya localización se presenta en el plano LT-101 del Anexo I.

Los tanques constituyen las estructuras principales del proyecto; son cilindricos de lámina de acero, fondo plano, techo flotante, diámetro 85.344 m, altura 14.63m nivel de piso terminado de + 3.50 a + 6.50 m y 85.191 T de peso en prueba hidrostática

Para el diseño de cimentaciones de las estructuras y equipos descritos con anterioridad, se solicitó el estudio de mecánica de suelos de manera que se obtuviera la capacidad de carga del subsuelo y se recomendara el tipo de desplante para garantizar, además de la seguridad de ejecución de las estructuras, un comportamiento se -



tisfactorio a corto y largo plazo con deformaciones por asentamientos totales no mayores de 30 cm. en el caso de los tanques y asentamientos diferenciales en el fondo de éstos, de 1/2 cm. por cada metro. El estudio también deberá recomendar las características de diseño y los procedimientos de construcción para las obras complementarias, como patios de tanques, pavimentos, diques y bordos.

2.3 Terreno elegido y subsuelo

El terreno como ya se hizo referencia anteriormente es una porción del elegido para el proyecto de la refinería de Pemex en el Pacífico; es una área poco variada con elevación de + 7.50 a + 3.50 sobre el nivel del mar, con pendiente descendiente hacia el sureste. Fisiográficamente constituyen una porción de las llanuras costeras formadas por la erosión y la sedimentación de la desembocadura de los ríos hacia el mar, donde probablemente durante los períodos de estiaje la corriente del río estaba confinada a su cauce y la sedimentación estaba balanceada por la erosión; en los períodos de crecidas las corrientes rebasaban el cauce e inundaban el valle, por lo que se formaron lagos y extensiones de aguas poco profundas, consecuentemente, se formaron los depósitos o estratos de arena con arcilla y algunas lentes de arena que constituyen las formaciones superficiales detectadas en todas las exploraciones de la región.

Los resultados que se discuten en la tesis están basados en 4 exploraciones de los sondeos programados, además del conocimiento del subsuelo en la región, proporcionado por los estudios de mecánica de suelos efectuados para las áreas que constituyen la refinería y que se localizan entre las coordenadas N-1700, E-1600, N-3000 y E-3400.

De las exploraciones se puede establecer, en términos generales, que el subsuelo sobre el que se desplantarán las estructuras y equipos en proyecto está constituido de 0.40m aproximadamente, de suelo con porcentajes variables de materia orgánica, a los que subyace un estrato de arcilla arenosa de consistencia rígida a muy rígida o dura, con espesores variables hasta de 5.00 m de profundidad máxima, en la que se localizan arenas densas, sucias de arcilla que en algunos casos presentan mezclas con grava y que constituyen todo el depósito aluvial que, a profundidades mayores de los 24.00 m se convierte en un conglomerado. La fig. 2.2 muestra un perfil norte-sur del terreno en estudio.

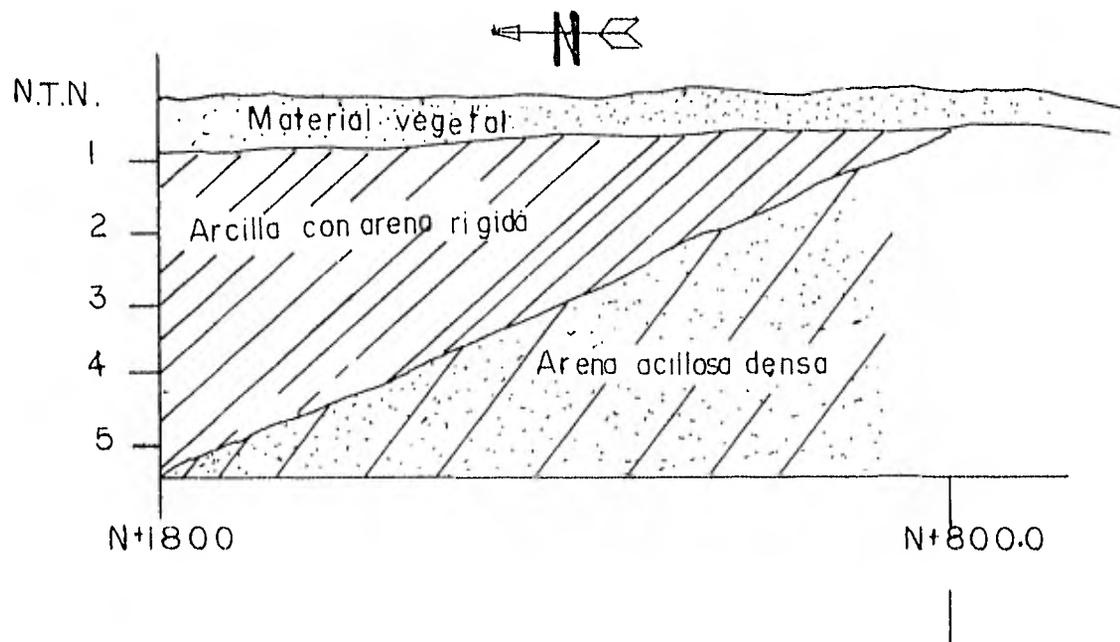


fig. 2.2 Perfil norte-sur

2.4 Desplante de tanques

Por la variación en la configuración del terreno y el -- proyecto del nivel de piso terminado en los tanques, las ca-

racterísticas del desplante de estos tendrán condiciones variables en cuanto a la formación de piso para el apoyo de cada uno de ellos. En la fig. 2.3 se indican los apoyos típicos para cada tanque, mismos que condicionarán la recomendación que se formulará para su desplante.

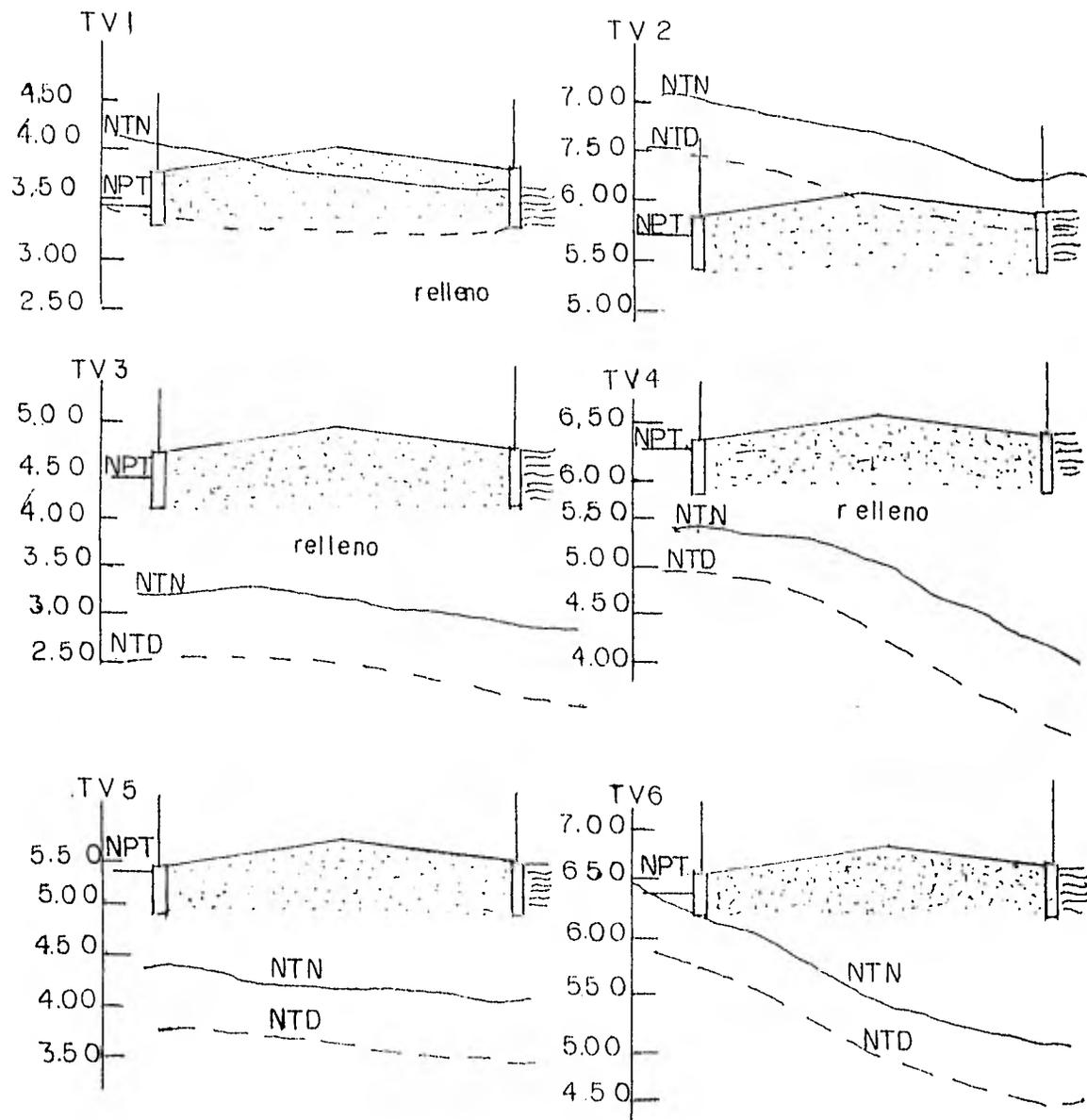


fig. 2.3 Apoyos típicos de tanques

Los análisis de mecánica de suelos previos a una recomendación de desplante o cimentación en tanques son:

- a).- De capacidad de carga para falla general, condición que en estas estructuras pierde importancia por la imposibilidad de la generación de un mecanismo tal, como lo suponen las hipótesis en este tipo de falla, ya que las dimensiones gigantescas de estas estructuras y su rigidez, densifican la dureza de los materiales encontrados incrementándose con la profundidad.
- b).- Falla local por falta de resistencia de alguna capa blanda en el subsuelo, provocando una deformación brusca en alguna zona del tanque si el mismo es cargado rápidamente; condición determinada solo para una altura crítica de llenado rápido de 16 m de agua, y deberá preverse con seguridad con el programa de llenado en prueba hidrostática que se recomienda posteriormente.

2.5 Asentamientos

La determinación de estos es la que condiciona el diseño de las cimentaciones de los tanques. En el presente estudio, una vez evaluado que los mismos estarán por abajo de los permisibles, se recomienda el desplante superficial como se indica a continuación:

Tanques TV-1 y TV-2

Se localizan en un área formada con cortes al nivel del terreno natural, por lo que el desplante en forma general será sobre una plantilla de material bien graduado, o material utilizado como base de pavimento flexible, confinada por un anillo de concreto (fig. 2.º).

Los asentamientos cuantificados para un desplante y para un tanque en operación son de 10 cm en el centro del fondo del tanque, y de 6 cm en el casco del mismo.

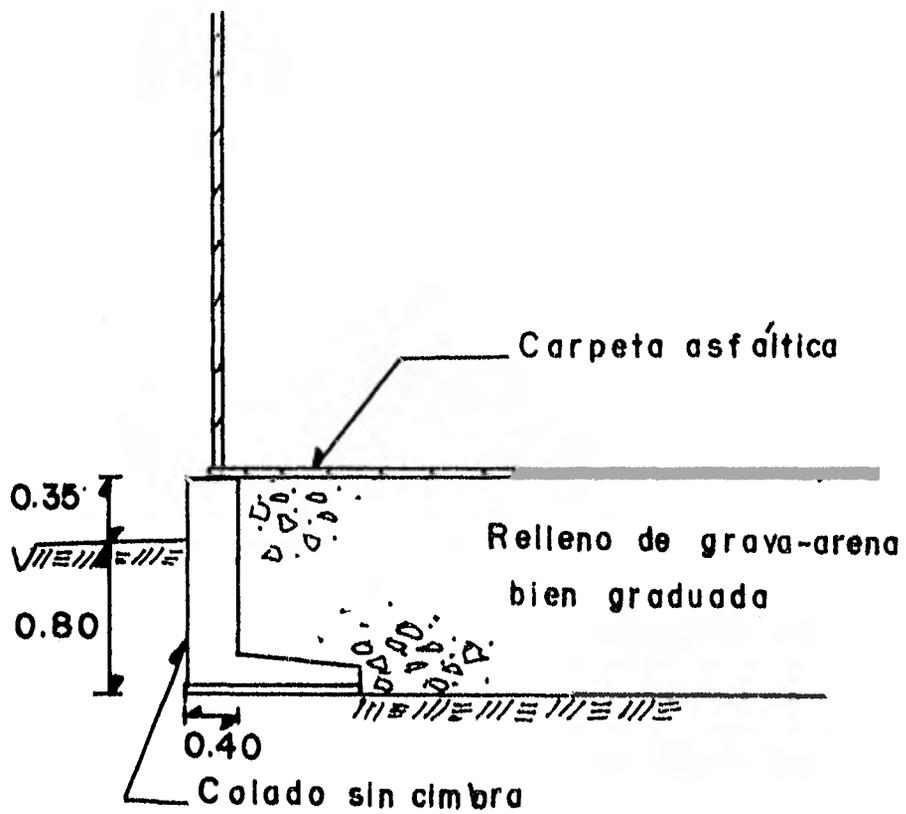


fig. 2.4 Anillo de concreto para los tanques TV-1 y TV-2.

Tanques "TV-2, TV-4, TV-5, TV-6"

El nivel de piso terminado de los mismos se definirá con rellenos, por lo que para determinar el mismo, una vez desplazado el terreno natural, deberá constabirse un relleno en el área del tanque, con las recomendaciones y materiales que se indican en la fig. 2.5.

Por las características del subsuelo y considerando los resultados en pruebas de deformabilidad de suelos - en condiciones similares en la misma región de Salina Cruz, los asentamientos que generaría un desplante como el propuesto se estimarán en 13 cm en el centro, y 7 cm en la periferia, por lo que los mismos son menores a los especificados como tolerables. No hay a largo plazo pues no son considerables.

2.6 Prueba hidrostática de tanques

Como en algunos tanques quedará un espesor de estrato de suelos plásticos de rigidez media, con una cohesión aproximadamente de 4.00 Ton/m^2 , se recomienda que la prueba hidrostática se controle de acuerdo con la gráfica de la fig. 2.6 con objeto de evitar una deformación brusca por flujo plástico.

2.7 Estructuras complementarias

La cimentación de estas estructuras se mejorará con una mayor superficie de contacto, debiéndose diseñar -- con una capacidad de carga de 7.00 Ton/m^2 , y desplantados a 1.00 m de profundidad de acuerdo con las condiciones más críticas encontradas en la zona. Para la cimentación de maquinaria, bombas y generadores, se propone sanear el subsuelo en una profundidad de 2.00 m con respecto al nivel de piso terminado y colocar material de base compactado en espesor no mayores de 15 cm (fig.2.7)

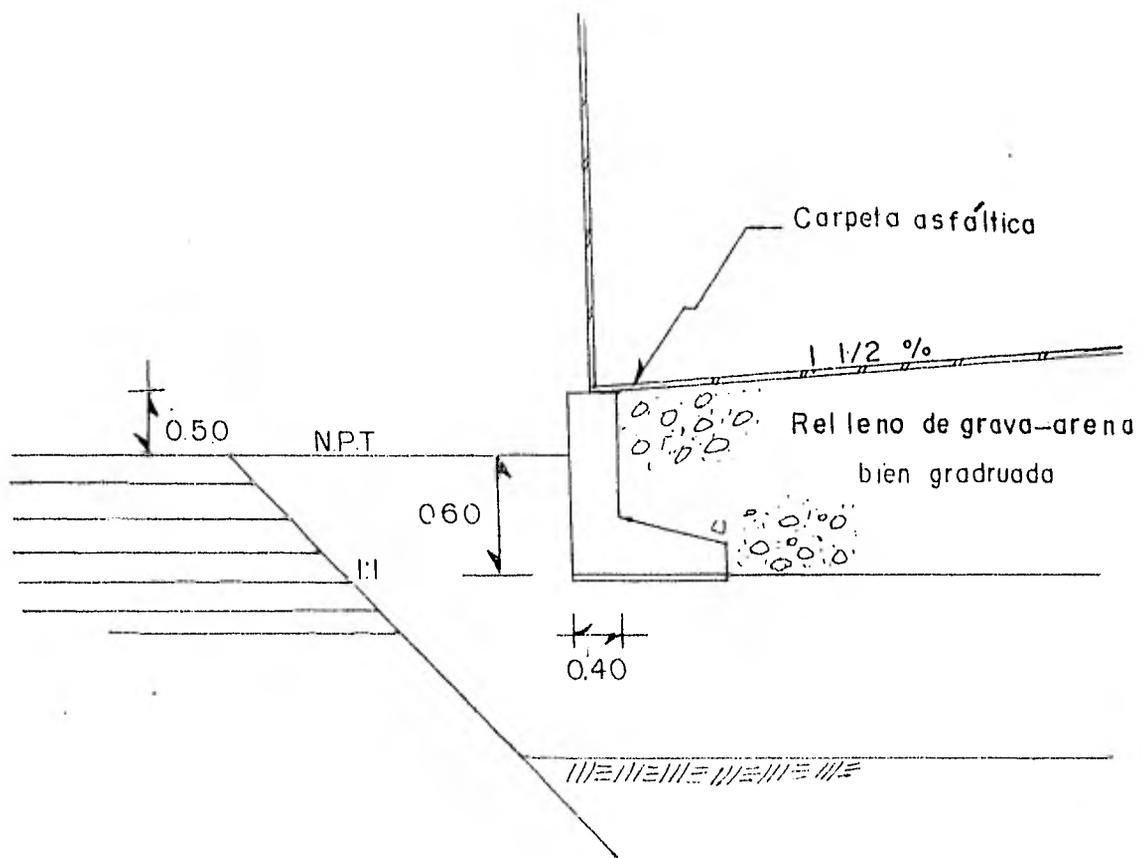


fig. 2.5 Anillo de concreto para los tanques TV-3, TV-4, TV-5 y TV-6

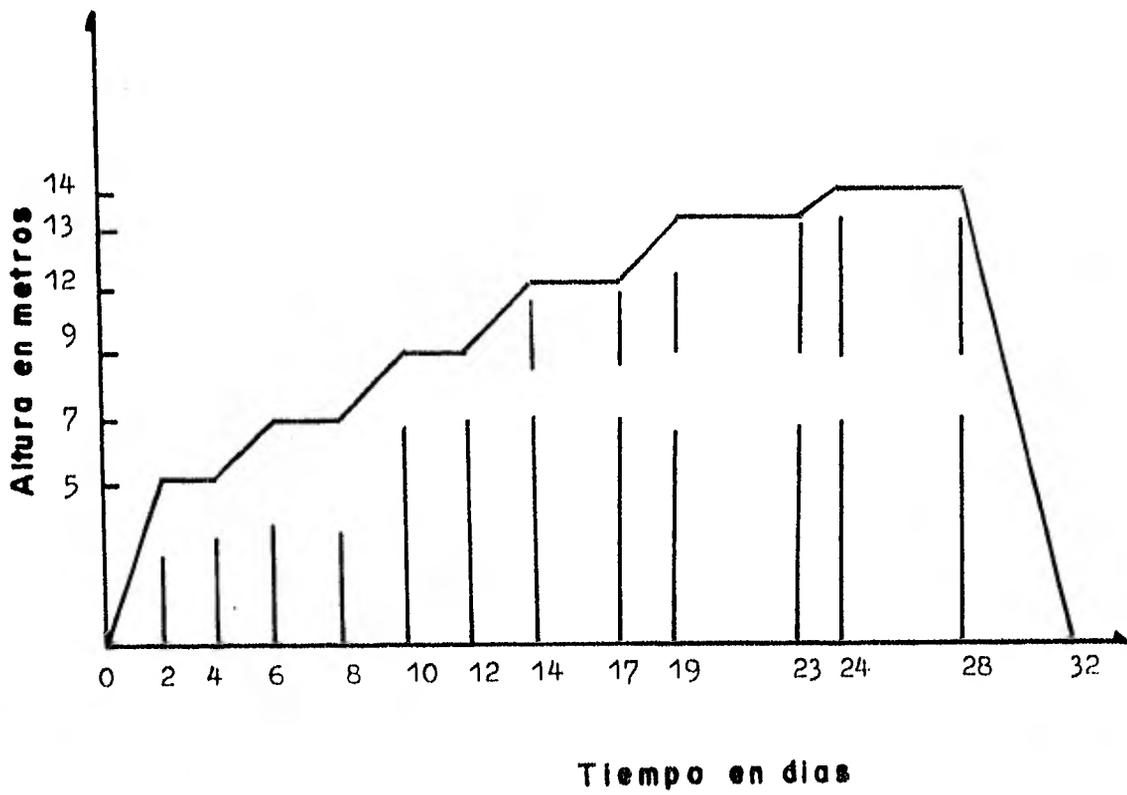


fig. 2.6 Prueba hidrostática.

Los bordos se deberán realizar con arcillas arenosas, pudiéndose usar material de los cortes adyacentes al área en estudio, o material del banco Huilotepec (banco de préstamo) libre de materia orgánica y compactados en capas no mayores de 15 cm con equipo neumático, hasta alcanzar el 95% mínimo del peso volumétrico obtenido en prueba Próctor Estándar con el contenido de humedad del lado de la rama húmeda.

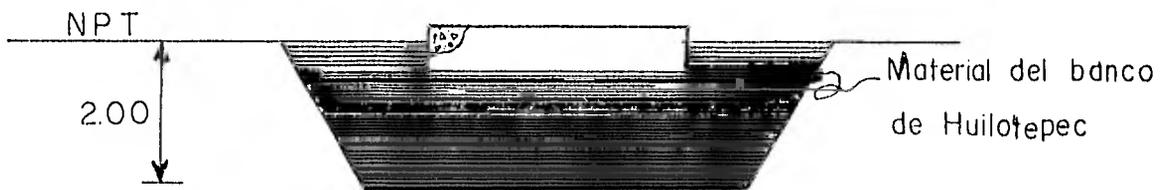


fig. 2.7 Relleno para la cimentación de estructura complementaria.

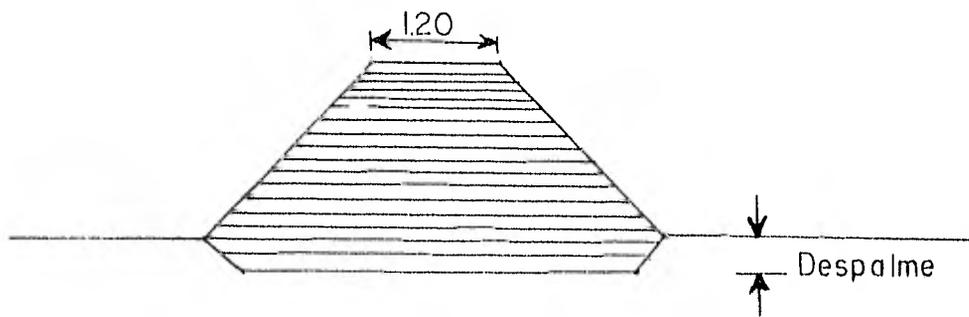


fig. 2.8 Bordos

Para disminuir los tal dres se podrán utilizar las de -
de plásticos de 0.20 m de espesor con separación de 0.50 m
previa escarificación de la superficie entre cada capa
de relleno.

2.2 Recomendaciones de construcción

Se deberá despolvar y remover el material superficial
contaminado de materia orgánica, a un espesor de 0.50m
desechándose éste en el proceso de construcción

Para la formación de los rellenos de los patios se --
podrá utilizar material de corte de la parte noroeste --
el área libre de materia orgánica y compactado con el --
equipo de rodillo neumático hasta alcanzar el 95% de --
compactación en prueba Proctor Estándar; las capas no --
serán mayores de 30 cm y deberá estabilizarse la capa --
superficial con cal al 6% con el siguiente proceso:

a.- El material del banco deberá taerse disgre-
gado con partículas no mayores a 2.5 cm teniendo en ---
cuenta lo siguiente:

a.1 Eliminar las impurezas que pudiera tener -
el material tendido, y secarlo con pasadas de motocon-
formadora o arado múltiple.

a.2 En caso que por la dureza del material sea
difícil la pulverización del mismo, previamente hume-
dézcase con agua y cal durante 24 o 48 horas.

b.- La cantidad de cal a usar, en función del --
peso volumetrico suelto de material por estabilizar, --
será del 4 al 6%. El contenido de agua deberá estar --
próximo al óptimo de la prueba de compactación Proctor
Está dar.

c.- El procedimiento de mezclado será mediante el uso de un arado agregando al material, previamente secado, la mezcla de agua y cal necesaria para que se obtenga finalmente el 6% de cal en peso y la humedad óptima. Se usarán cisternas que distribuyen uniformemente la mezcla de cal-agua, se asegurará que el mezclado con el suelo sea mediante control de laboratorio, atendiendo:

c.1 Que para evitar la contaminación del ambiente cal se recomienda que ésta se transporte ya mezclada con el agua necesaria para tener el material la humedad óptima.

c.2 Prepararse únicamente lo necesario que se pueda usar de inmediato.

c.3 Se debe continuar el mezclado hasta que la cal no sea visible a simple vista.

En la formación de la plantilla para desplantar los tanques se deberá utilizar material que cumpla los requisitos para ser usado como base, llevando el siguiente proceso:

c.3.1 En los tanques en corte se colocará el anillo de confinación a 0.80 m de profundidad con respecto al nivel de piso terminado, procediendo posteriormente al tendido de material de base.

c.3.2 En los tanques en relleno se colocará el material de base hasta el nivel del terreno despalmado y una vez efectuado el relleno hasta el nivel de piso terminado se procederá a colar el anillo a una profundidad de 0.80 m con respecto al nivel de piso terminado.

El tendido de este material se hará por medio de capas de 15 cm. El material se colocará con el uso de vibradores y se compactará hasta elevar el CBR de su densidad relativa, con un

Entre el material de base y la carpeta asfáltica, se deberán colocar un riego de impregnación con asfalto rebajado de fraguado rápido hasta que penetre 3 mm en el material granular, después un riego de liga con un asfalto de características similares al anterior. Posteriormente, se colocará la carpeta asfáltica compuesta de materiales seleccionados y -- que cumplen las siguientes condiciones:

Tamaño máximo del agregado de 3/8" y menos del 6% de finos, contracción lineal máxima del 2%, prueba de desgaste -- Los Angeles 40% máxima, prueba de desprendimiento por fric--ción 25%, máxima, cubrimiento por asfalto 90%.

La capacidad de carga para diseñar los anillos de confinamiento será de 7 ton/m² para el TV-1 y TV-2 y de 10 ton/m² para los restantes.

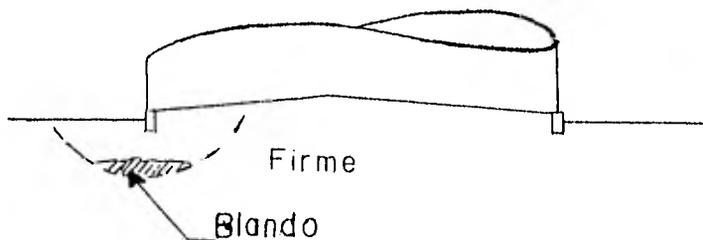
Para la formación de bordos, se deberá utilizar un material arcillo-arenoso del banco Huilotepec, en capas de 15 cm se compactarán con rodillos neumáticos y la corona se afinará con rodillos lisos.

Los bordos deberán protegerse contra la erosión en sus taludes interiores con mortero de cal hidratada-cemento-are-na-agua, se deberán rellenar los agrietamientos que se pro--duzcan al fraguar el mortero con asfalto.

Todos los procedimientos de compactación y supervisión de materiales y equipos a utilizar en los rellenos y bordos, serán controlados por el laboratorio.

Para el diseño de pavimentos flexibles deberá adoptarse 7% como valor relativo de soporte promedio de la rasante que junto con las condiciones de tráfico y carga, definirán el - espesor de dicho pavimento. Este constará de base, sub-base

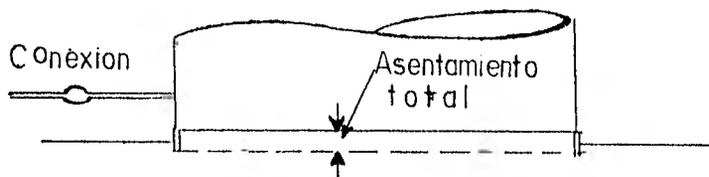
Que no se produzcan fallas locales por falta de resistencia al corte en zonas del área cubierta por el tanque, por bolsas de suelos blandos o por una capa blanda. (fig 2.10)



Falla probable en Salina Cruz, si no se sanea adecuadamente la capa superior o si no se coloca un relleno compactado.

fig. 2.10 falla local

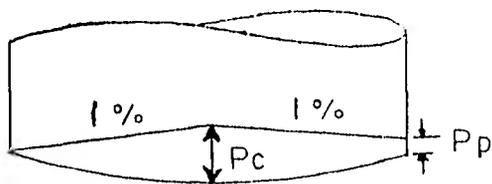
Que los asentamientos totales promedio en el área del tanque no afecten su operación ni a las instalaciones o conexiones.



Tolerables hasta 1cm o más, si se preve en conexiones, instalaciones y operación. (fig 2.11)

fig. 2.11 Asentamiento total

Que los asentamientos diferenciales en el fondo del tanque no causen esfuerzos altos en las juntas cercanas al casco, ni su ruptura además; no deberá existir mal drenaje en el fondo. (fig-2.12)



Asentamiento diferencial máximo.

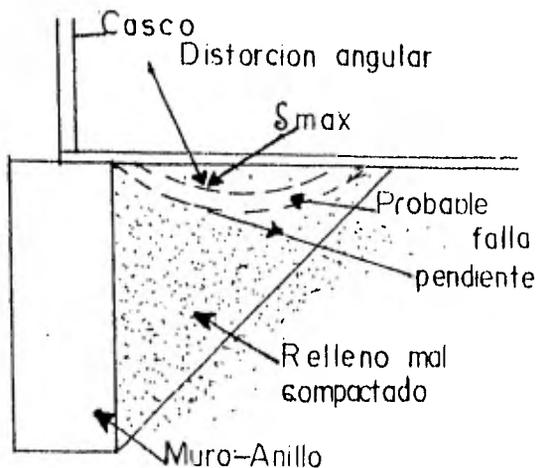
$$P_c - P_p = S_{max} = 0.110 \text{ o } 0.048D$$

Tolerancia Salina Cruz 10 - cm hasta 7 cm.

Si se hace un buen relleno y una buena limpieza, que - dará dentro del rango de se - guridad.

fig.2.12 Asentamientos diferenciales en el fondo del tanque.

Que los asentamientos diferenciales cercanos al casco no - causen distorsiones angulares excesivas en zonas donde las fallas son más probables (fig 2.13).

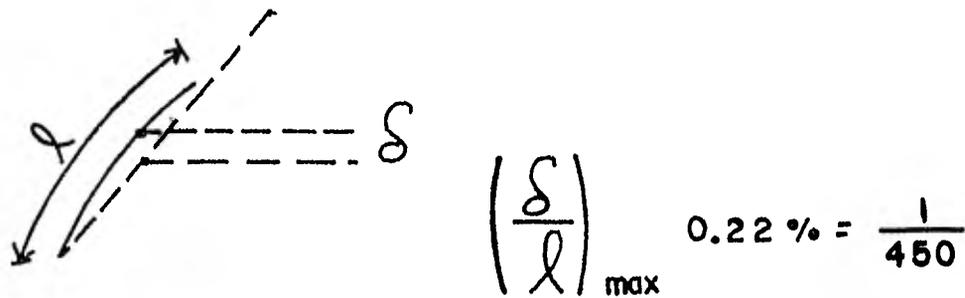


Tolerancia: distorsión angular, que provoca pendientes no mayores de 5 o 10%.

Salina Cruz: - esto es probable por mala - compactación y material ina - decuado en la ejecución de la plantilla.

fig 2.13 Asentamientos diferenciales en el casco.

Que los asentamientos excesivos en el casco o perímetro -- del tanque no ocasionen ovalación o desplazamiento de algu - nos puntos del casco y atascamiento del techo flotante.



$\frac{1 \text{ cm}}{450 \text{ cm}} = \text{Asentamiento diferencial}$
 casco (longitud)

fig. 2.14 Tolerancia

Esto es posible en Salina Cruz si se emplea apoyo del anillo en estrato compresible con espesor variable.

Los procedimientos de construcción se pueden resumir en:

- a).- Trazo del tanque con un diámetro de 90 m con objeto de lograr una limpieza con área mayor que la requerida (fig - 2.15).
- b).- Determinación del nivel de corte por medio de 6 pozos a cielo abierto o sondeos en donde se determine que $q_u = 2 \text{ -- } 2 \text{ Kg/cm}^2$ o penetración estándar de 10 golpes o con torcómetro (veleta manual) 2 Kg/cm^2 . En cada tanque con pruebas de 0.5 m de variación de profundidad y como mínimo que se verifique en tres continuas.

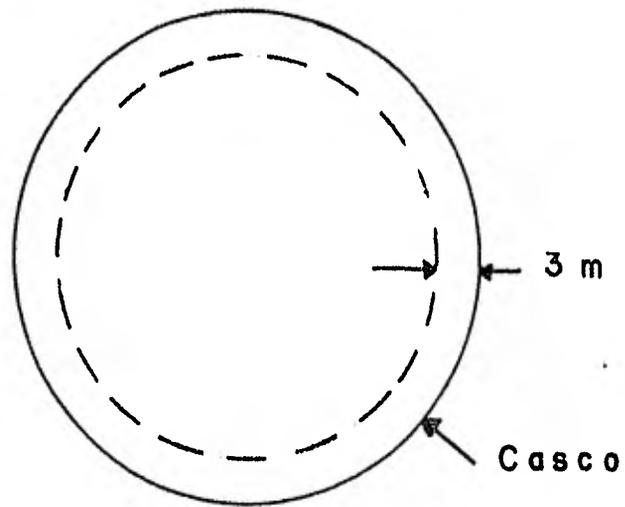


fig 2.16 Faja perimetral del anillo de cimentación.

El terminado de la corona del muro del anillo de concreto no deberá variar en pendientes mayores a 0.1 %.

3. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACION DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

3.1 Antecedentes

El presente estudio se realiza con el fin de proporcionar las recomendaciones para diseñar la cimentación de los tanques de almacenamiento que se construirán en la refinería de Salina Cruz.

El área donde se construirán los tanques de almacenamiento se encuentra localizada entre las coordenadas -- N-2880, E-3180, N-2347, E-2560, N-2595 y E-2040 (fig 3.1) la cual es sensiblemente plana y varía de la elevación + 5 m hacia el suroeste a la + 6.50 al noroeste. En dicha superficie quedan los tanques distribuidos según se marca en el plano R-182-87-01 del Anexo I, en el que se indica la identificación y capacidad de cada uno de ellos. Como especificación para la cimentación superficial de dichos tanques se requiere, de una capacidad de trabajo del suelo, a nivel de desplante, de 15 Ton/m², con factor de seguridad de 3.0 para condiciones normales de operación y de 1.5 para carga rápida. Los asentamientos máximos permisibles serán de 30 cm totales y de 5 cm diferenciales en el fondo en 10.0 m de longitud.

3.2 Descripción

Para la realización del mismo, se efectuaron nueve pozos a cielo abierto y tres sondeos estandar, cuyas características principales se presentan en la tabla 1.

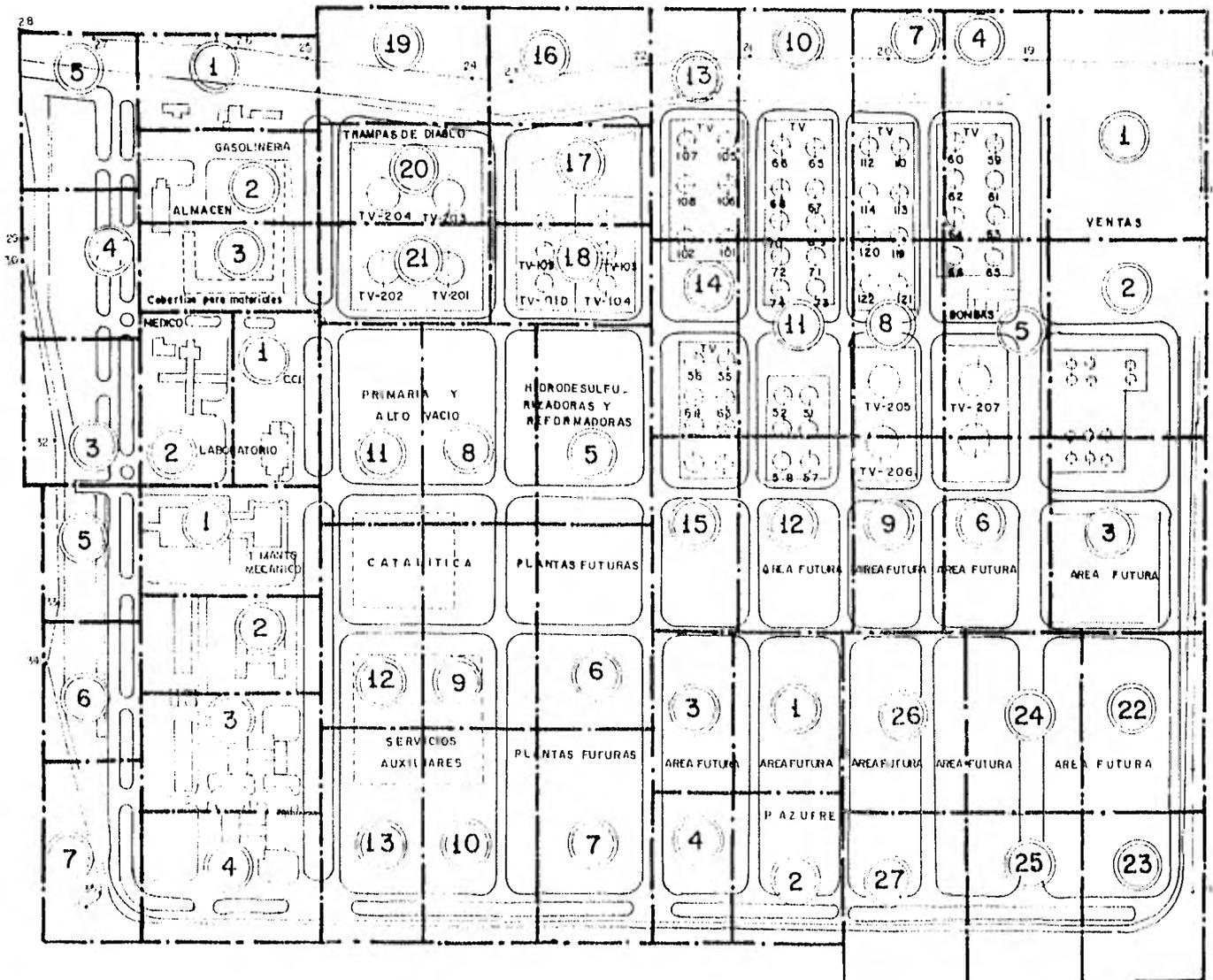


FIG. 3.1 LOCALIZACION DE AREAS POR PROYECTO

Tabla 1 Niveles y coordenadas de los pozos a cielo abierto y sondeos.

Sondeo		Coordenadas		Cota	Cota Nivel	Prof.	Muestras	
No.	Tipo	Norte	Este	Nivel Terreno	Agua Freát.	Expl.	Recuperadas	
							Alte rada.	Inalte rada.
		+	+	+	+	+		
2069	PCA	2450	3000	5.94	3.54	3.00		4
2070	PCA	2700	3000	6.10		2.50		3
2071	PCA	2550	2700	5.40	3.42	2.40		3
2073	PCA	2500	2875	5.50	3.60	2.50		3
2074	PCA	2730	2605	5.56	3.30	2.40		1
2077	PCA	2403	2403	5.35	3.40	2.00		1
2078	SE	2175	2715	5.52	3.57	19.45	20	0
2079	PCA	2100	2715	5.59	3.69	3.00		3
2084	SE	2775	2420	5.87	3.82	10.45	11	
2085	SE	2570	2570	5.61	3.63	16.20	17	

(+) en metros

Para definir la secuencia estratigráfica del subsuelo en el lugar, sirvieron de base los informes de las exploraciones efectuadas y las pruebas realizadas, a las muestras recuperadas en los sondeos. Se empleó la clasificación del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Juárez, E., y Rico, A.- Mecánica de -- suelos).

La estratigrafía encontrada fué la siguiente:

De elevación de la boca de los sondeos que varía entre las cotas + 4.85 y la + 5.94 m y con espesores entre 0.25 y 0.50 m, se encuentra un material limo-arenoso con arcillas de alta plasticidad parcialmente saturadas, de consistencia blanda y color café. De los 2.30, hasta 6.00 m, aproximadamente, se tiene una arcilla café de alta plasticidad con arena. Subyace a los anteriores una a-

rena arcillosa café, de compacidad media a muy densa hasta una profundidad entre los 11.00 y 13.00 m, y de los 14.00 m - 18.00 m se encuentra una arcilla arenosa dura color café. Finalmente, a la máxima profundidad explorada (16.50 - 19.50 m) se encontró una arena arcillosa gris muy densa. El nivel de aguas freáticas se encontró entre las elevaciones + 2.95 y + 3.82 m, los perfiles correspondientes a cada sondeo se incluyen en el Anexo II .

Tabla 2 Resultado de las pruebas de resistencias al esfuerzo cortante.

Sondeo	Muestra	Profundidad	Prueba	qu	G	Ø	Sitio
			Tipo	Ton/m ²	Ton/m ²		
2069	1	0.50- 0.75				10	1.700
2069	2	1.28-11.50	Q	10.0	3	7	1.700
2069	3	1.75- 2.00	Q y q	10.0	2.0	20	1.910
2069	4	2.50- 2.75	Q y q		8.0		1.792
2070	1	0.25- 0.50		42.0		2	
2070	2	1.00- 1.25	Q y q		5.5	18	
2070	3	2.25- 2.50		10.0			
2071	1	0.50- 0.75	Q y q	9.0	1.0	1	1.200
2071	2	1.00- 1.25	Qsat-q	37.0	2.5	24	1.904
2071	3	2.00- 2.25	q	28.6	7.0	10	1.756
2073	1	0.75- 1.00	Qsat-q	16.3	1.5	15	1.880
2073	2	1.75- 2.00	Qsat-q		1.9	20	1.940
2074	1	0.75- 1.00	Q	14.0	8.0		1.840
2076	1	0.50- 0.75	q	6.0		7	
2076	2	1.25- 1.50	Q y q	16.0	6.0	11	1.872
2077	1	0.50- 0.75	Qsat-q		2.0	14	
2079	2	0.75- 1.00	Qsat	16.3	4.0	23	1.840
2079	3	2.10- 2.35	Q y q		7.5		2.000

A las muestras del tipo cúbicas inalteradas obtenidas de los pozos a cielo abierto, además de las pruebas índice para su clasificación, se les efectuaron pruebas de resistencia al esfuerzo cortante para determinar con círculos de Mohr, los parámetros de cohesión y el ángulo de fricción interna que se presenta en la tabla 2, incluyendo en el Anexo III las gráficas detalladas.

Además, se estimó la compresibilidad in situ de los suelos con base en pruebas de consolidación unidimensional. A continuación se presenta un resumen de los suelos ensayados (tabla 3). En el Anexo IV se proporcionan las gráficas de relación de vacíos, presión-deformación tiempo y deformación total presión para cada prueba.

Tabla 3 Resultado de las pruebas de consolidación unidimensional.

Sondeo	Muestra	Profundidad	W _i %	e _i ⁺	G %	av ⁺⁺ cm/Kg	mv cm/Kg
2069	3	1.75 - 2.00	19	0.735	68	0.060	0.034
2069	4	2.50 - 2.75	28	0.876	86	0.014	0.007
2070	3	2.25 - 2.50	27	0.955	76	0.016	0.008
2079	2	0.75 - 1.00	14	0.649	57	0.047	0.029
2079	3	2.00 - 2.30	16	0.481	88	0.023	0.015

Como puede verse en el plano R-182-87-01, se definen niveles variables de piso terminado para cada una de las diez manzanas en que se distribuyeron los tanques. Además, debido a que se tienen distintos niveles de fondo, se requieren rellenos con diversos espesores del área. En la tabla 4 se muestran estos niveles estipulados de donde se deduce que se tendrán rellenos para lograr el nivel de piso terminado de hasta 0.90 m en los pa-

+

++

tios y hasta de 1.80 m en las bases de los tanques.

Como puede notarse en las exploraciones efectuadas, el subsuelo in situ, salvo la capa de limo superficial (de 0.30m a 0.50 m de espesor). está formado de materiales con la resistencia indispensable para que la cimentación de los tanques sea de tipo superficial, aun con los rellenos que se deberán efectuar para definir los niveles de proyecto. Para este tipo de tanques, se debe tener el cuidado de seguir un criterio para determinar la cimentación adecuada, en función de los asentamientos que se presenten y no de la capacidad de carga convencional.

Tabla 4 Niveles de fondo de los tanques

Tanques No.	Producto	Capacidad barriles	Patio		Fondo Tanque
			del	a la	
TV-201, 202, 203, 204 TV-103, 104, 109 y 110	crudo residuo	200 000	5.40	6.20	6.40
TV-101 y 102	primario gasolina	100 000	5.30	5.80	6.70
TV-105, 106, 107 y 108	primaria carga F.C.	100 000	5.30	5.90	6.70
TV-55, 56, 63, 64 y 74	aceite de recupera ción di--	100 000	6.20	6.90	7.60
TV-65 y 66	luente Kerosina	55 000	5.90	5.90	6.70
TV-67, 68 y 69	primaria turbosina	55 000	6.50	7.20	8.00
TV-70, 71, 72 y 73	diesel pri mario	55 000	6.20	6.60	7.60
TV-51, 51, 52, 53, 54, 55 y 58	gasolinas	55 000	5.80	6.30	7.20
TV-111, 112, 113 y 114	diesel	55 000	5.60	6.20	7.00
TV-119, 120 y 121	gasolinas finales	100 000	6.20	6.80	7.60
TV-205 y 206	combustó- leo	100 000	5.70	6.30	7.10
TV-59, 60, 61 y 62	diáfano y turbosina	200 000	5.70	6.60	7.20
TV-115, 116, 117 y 118	gasolinas finales	55 000	6.40	6.80	7.80
TV-207	combustó- leos	100 000	6.20	6.30	7.60
		200 000	6.00	6.20	7.40

Para cuantificar la presión máxima permisible en el desplante de manera que no se produzca flujo plástico en las arcillas, se empleo la siguiente expresión (Terzaghi, K., y Peck, R. - Soil mechanics in engineering practice) :

$$P_{max} = 4c$$

siendo c la cohesión del estrato más blando; si $c = 5.5 \text{ T/m}^2$, la presión máxima resulta de 22 T/m^2 ; con un factor de seguridad de 1.5 se obtiene $P_{perm} = 14.67 \text{ T/m}^2$.

Se calcularon los asentamientos máximos que probablemente se presenten en los tanques de mayor capacidad, considerando como desplante el indicado en la fig. 3.2, una presión de contacto de 17 T/m^2 (15 por el tanque y 2 por el relleno) y en función de las pruebas de consolidación unidimensional realizadas con probetas de los suelos in situ. El resultado fue de 30 cm al centro del área cargada y de 17 cm en el perímetro del tanque, lo cual se considera admisible para este tipo de estructura.

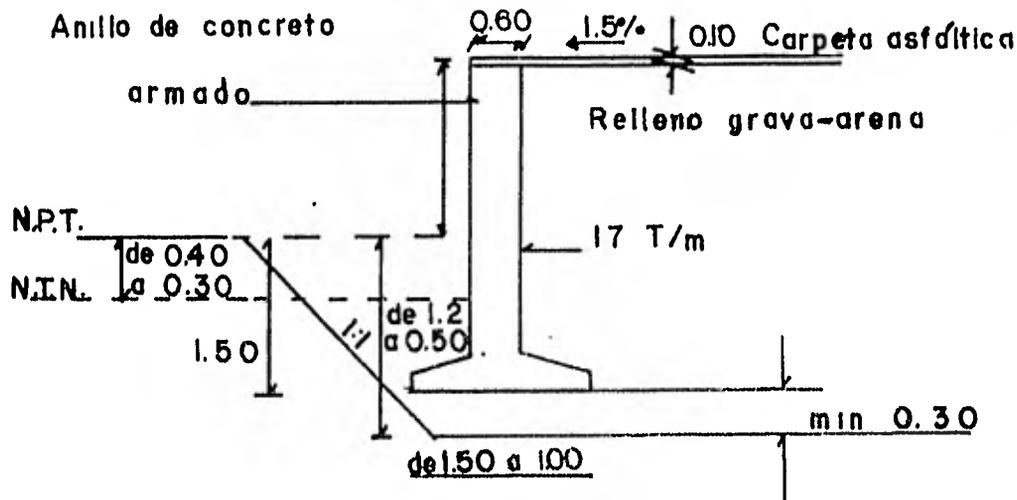


fig. 3.2 Anillo de confinamiento perimetral

3.3 Recomendaciones de construcción

- a).- En los lugares donde se localizarán los tanques de almacenamiento, se propone que se excave una área circular con diámetro mayor en cuatro metros al diámetro del tanque y una profundidad tal que se cumpla lo indicado en la fig 2.15 .
- b).- Rellenar dicha excavación con material gravo-arenoso en capas de 30 cm compactando cada una al 95% de su densidad relativa.
- c).- Colar el anillo de confinamiento perimetral con las características requeridas por el proyecto y la cimentación propuesta en la fig 3.1 .
- d).- Rellenar las bases de los tanques con material gravo-arenoso en capas de 20 cm, compactando cada una 95% de la densidad relativa del material, hasta alcanzar el nivel

de fondo del tanque.

- e).- Construir el tanque de acuerdo con los asentamientos - que se han predicho.
- f).- Efectuar la prueba hidrostática de los tanques según - la secuencia mostrada en la fig 3.3
- g).- Para controlar los asentamientos con el tiempo, se pro - pone que se fijen testigos de nivel en el anillo de --- los tanques con la orientación indicada en la fig 3.4
- h).- Se controlen todas las terracerías por el departamento de Ingeniería Experimental, verificando compactación - del 95% (mínimo) del máximo peso volumétrico de la --- prueba Próctor.

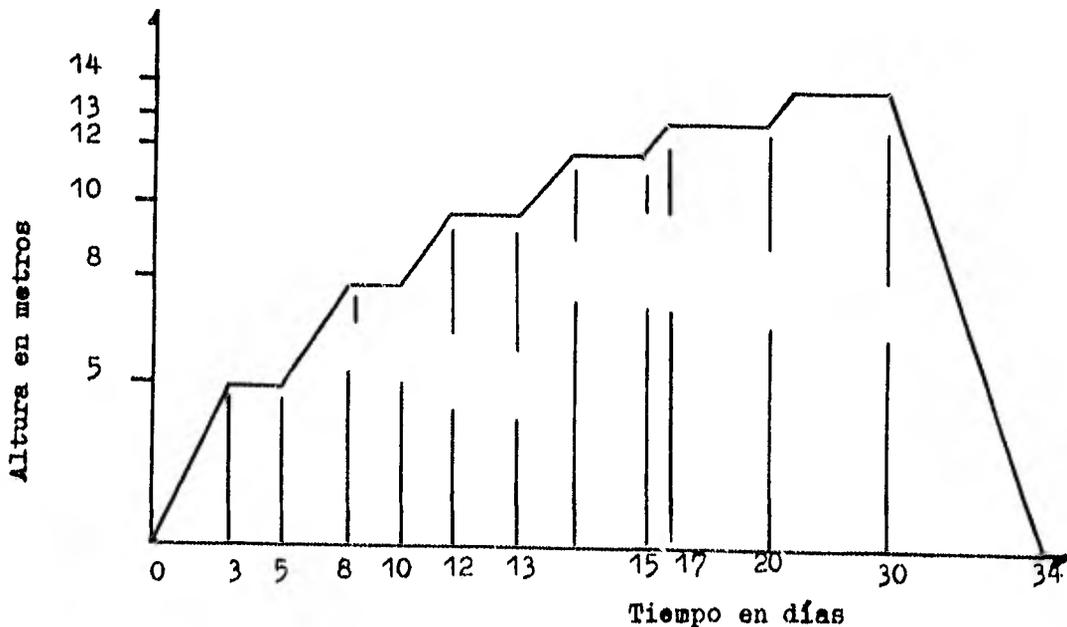


fig. 3.3 Prueba hidrostática

○ Testigo de nivel

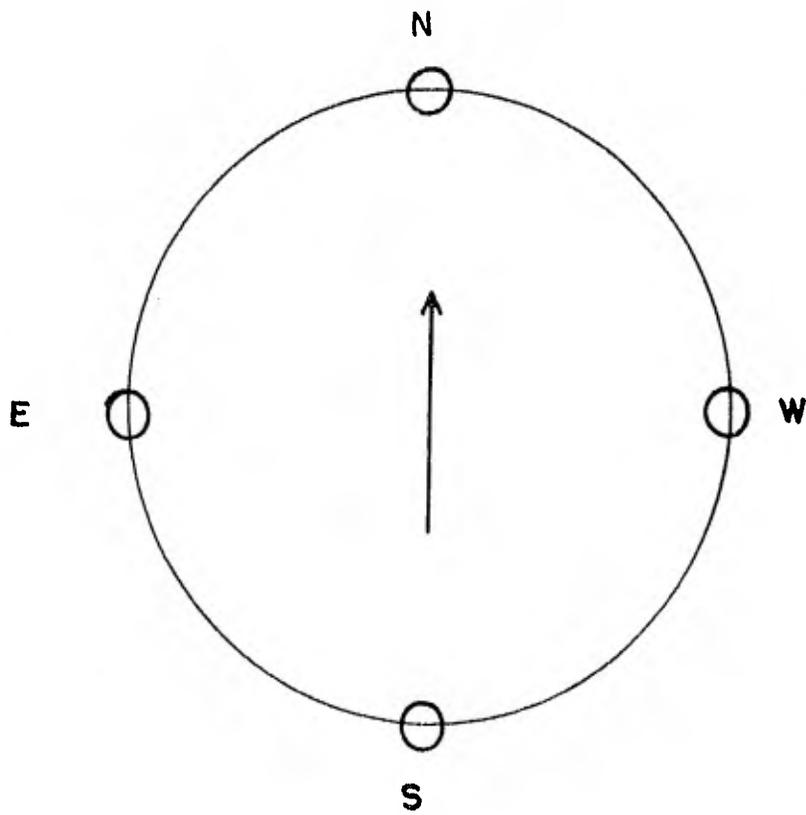


fig 3.4 Localización de testigos de nivel

4. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE OBRAS

4.1 Trazo, nivelación y deslinde

Mediante una brigada de topografía se dan el trazo, nivelación y deslinde. Se procede a determinar los ejes de construcción de un conjunto y los específicos de cimentación de cada edificio o instalación, así como de las líneas de instalación y conducción.

Se dan los niveles de proyecto. Son los datos contenidos en los planos constructivos, referidos al banco de nivel, el cual se fijará en el terreno mediante una mojonera de concreto con una varilla o una saliente que define el punto. Este es fijo, notable e invariable.

4.1.1 Requisitos de ejecución. Una vez realizado el trabajo de trazo, nivelación y deslinde, se procede a ---cuantificarlo y a realizar la estimación correspon---diente para cubrir el importe de la obra efectuada.

A menos que en los documentos del convenio o contrato se indique lo contrario, los conceptos de materiales y su acarreo dentro de la obra incluyen todos los recursos directos e indirectos necesarios para efectuar el trabajo; tales como: mano de obra, operación y mantenimiento de equipo, administración y dirección de obra.

Los conceptos que aparecen a continuación son los correspondientes al Catálogo de Precios Unitarios Publicados por Petroleos Mexicanos.

- a).- Trazo y nivelación en el terreno.
- b).- En el suministro y colocación de travesaños o puentes de madera.
- c).- Trazo y nivelación en el terreno de ejes poligonales abiertas o cerradas.
- d).- Levantamiento topográfico de terrenos.
- e).- Configuración de topografía de terrenos.

4.1.2 Criterio de medición. El trazo y nivelación de ejes de construcción se considera por metro cuadrado con aproximación de un decimal.

El trazo y nivelación de poligonales, se considera por metro o kilometro, con aproximación de 0.1% de la longitud total.

El levantamiento de terreno para fijar puntos de interés se considera por metro cuadrado o hectárea.

Las referencias y los bancos de nivel se consideran por piezas colocadas en su sitio.

La configuración topográfica de un terreno se considera por hectárea, con aproximación de un decimal.

4.2 Desmonte

Se entiende por desmonte la eliminación total de la vegetación existente en zonas de construcción de obras de drenaje, derecho de vía, zonas de préstamo y banco de material para la construcción de la obra.

4.2.1 Requisitos de ejecución. El desmonte se realizará - con herramienta manual solo en los casos siguientes.

- a).- En lugares inaccesibles para la maquinaria.
- b).- En lugares alejados o aislados, en los que del costo del transporte de la maquinaria resulte un precio unitario superior al correspondiente cuando se ejecuta el trabajo con herramienta manual.
- c).- En una franja limitada por líneas situadas a tres metros de cada lado del eje de algún tubo señalado por la empresa. En caso de existir varios tubos, los límites de la franja estarán a tres metros de los ejes de los tubos extremos.
- d).- En una franja limitada por líneas situadas a tres metros de los parámetros de cualquier construcción.
- e).- En las zonas indicadas en a) y d) no se permitirá el uso de maquinaria.
- f).- El desmonte se efectuará realizando las operaciones siguientes:
 - f.1.- Tala de árboles y arbustos
 - f.2.- Roza, a ras del terreno de la maleza, hierba, zacate o residuos de siembra.
 - f.3.- Desenraíce, que consiste en la remoción de la materia vegetal fuera de las áreas, con el fin de que no se mezcle con el material destinado a la construcción, sin obstruir los cauces naturales del desagüe.

f.4.- Quema, que consiste en la incineración de la materia vegetal no aprovechable.

En el caso de que se ordene la quema del producto no utilizable del desmonte, ésta se efectuará a una distancia no menor de 200 metros de cualquier instalación, a menor distancia se hace bajo la supervisión del personal de la Gerencia de Seguridad Industrial.

4.2.2 Concepto de trabajo.

a).- Desmonte en _____ (lugar) _____
que incluye _____ (operaciones) _____
ejecutado con _____ (formas de ejecución) _____
en _____ (tipo de vegetación) _____
con _____ (% densidad de vegetación) _____

Lugar

Localización del desmonte

Operaciones

Tala

Roza

Desenraíce

Limpia

Quema

Forma de ejecución

Herramienta manual

Maquinaria

Tipo de vegetación

Región desértica, cultivada o pastizal

Región árida o semi-árida

Región de selva o bosque

Región de manglar

4.2.3. Criterios de medición. Los desmontes se medirán en el lugar, tomando como unidades el metro cuadrado o la hectárea, aproximando el resultado a 1 o 2 decimales respectivamente.

Los porcentajes de vegetación que se tomarán en cada caso se medirán como sigue:

- a).- Región desértica, cultivada o pastizal, se considerará 100% en todos los casos.
- b).- Región árida o semiárida, se considerará 100% cuando haya 50 metros cuadrados de superficie de corte de madera por hectárea, medida 1.50 metros de altura en arboles, y a 60 cm en arbustos. Para otra superficie de corte de madera por hectárea, se aplicará el precio unitario al porcentaje correspondiente.
- c).- Región de selva o bosque, se considerará 100% cuando haya 100 metros cuadrados de superficie de corte de madera por hectárea, medida a 1.50 de altura en arboles y 60 cm en arbustos. Para otra superficie de corte de madera por hectárea, se aplicará el precio unitario al porcentaje correspondiente.
- d).- Región de manglar, se considerará 100% en todos los casos.

4.3 Despalme

Se entiende por despalme, la extracción y retiro de la capa superficial del terreno natural que, por sus características sea inadecuada para la construcción de caminos. Se ejecuta en cortes, prestamos de bancos de materiales y desplantes de terraplenes.

4.3.1 Requisitos de ejecución. El despalme se ejecutará solamente en material tipo A, exepcto en el caso de bancos - de materiales para revestimiento, sub-base, bases y car - petas asfálticas, en que la supervisión podra autorizar despalme en material B.

En zonas destinadas al desplante de terraplenes, se fijará en cada caso la longitud mínima del tramo des--- plantado que debe mantenerse adelante del frente de ata que de las terracerías.

El despalme en zonas de préstamos y bancos, se indi - cará después de que se haya efectuado el seccionamiento necesario, debiendo alterarse durante la ejecución del despalme, las referencias y los bancos de nivel. Una -- vez despalmados los prestamos a los bancos, se secciona rán nuevamente antes de ser usados o atacados.

El despalme se hará con herramientas manuales solo - en los siguientes casos:

a).- En lugares inaccesibles para la maquinaria.

b).- En lugares alejados o aislados, en los que por el costo de transporte de la maquinaria resulte un precio unitario superior al correspondiente cuando se ejecute el trabajo con herramienta manual.

4.3.2 Conceptos de trabajo. Despalme en material tipo _____ (A,B), de 0.0 a 2.0 metros de profundidad, de 2.0 a 4.0 metros, de 4.0 a 6.0 metros con _____ (forma - de ejecución).

Formas de ejecución

Maquinaria

Herramienta manual

Incluye extracción, carga, acarreo libre, descarga del material en el sitio autorizado, abundamiento y el tiempo de los vehículos empleados en el acarreo, durante la carga y descarga.

- 4.3.3 Criterios de medición. Los volúmenes de despalme se obtendrán del proyecto, pero si este ha sido modificado, se determinarán en el lugar mediante seccionamiento, antes y después del despalme.

En caso de que en el despalme se encuentre material B, se determinarán los volúmenes de material A y B como se indica más adelante.

4.4 Corte

El corte es la excavación que se hace a cielo abierto, para formar la sección del camino, o la que se requiere, la cual queda alojada abajo del terreno natural.

Se considerán también como cortes la ampliación o abatimiento de taludes, rebajes de la corona en cortes o terraplenes, escalones y extracción de derrumbe.

Se entiende por reafinamiento la excavación y movimiento de materiales con volumen máximo de tres mil metros cúbicos por kilometro, necesario para afinar, rehacer o modificar la sección del proyecto.

4.4.1 Materiales. Los materiales excavados en los cortes se clasifican, de acuerdo con la dificultad que presenten para su extracción y carga en material A, Material B, Material C, la clasificación se hará durante la extracción.

El material A es el poco o nada cementado, que se puede manejar eficientemente sin ayuda de maquinaria, aunque ésta se utilice para obtener mayores rendimientos.

Se considera como Material A los limos, las arenas y cualquier material blando o suelto con partículas hasta de 7.5 centímetros.

El material B es el que, pudiendo excavarse a mano, por sus características solo puede ser excavado y cargado eficientemente con maquinarias. Se consideran como Material B las rocas muy alteradas los conglomerados medianamente cementados, las areniscas blandas, los tepetates y la piedra suelta menor de setenta y cinco centímetros y mayores de siete punto cinco centímetros.

El material C, es el que sólo puede ser excavado mediante el empleo de explosivos. Se consideran como Material C las rocas basálticas, las areniscas y conglomerados fuertemente cementados las calizas, las riolitas, los granitos, las andesitas y las piedras sueltas mayores de setenta y cinco centímetros.

A los materiales que por sus características no pueden ser considerados totalmente dentro de una de las clasificaciones anteriores, se les fijará una clasificación intermedia asignando porcentajes de Material A, B y C, respectivamente en proporción con las cantidades y características de cada uno de los materiales que intervienen, mencionando los tres mediante el porcentaje que corresponda a cada uno de ellos, siempre en el orden A, B y C y de la manera que la suma de los tres sea cien (100).

4.4.2 Requisitos de ejecución. Las excavaciones en los cortes se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que facilite su drenaje particular, construyendo las cunetas con la oportunidad necesaria para que desaguen, pero sin -- perjudicar los terraplenes.

Con los materiales obtenidos de los cortes se formarán los terraplenes. Cuando el material no sea utilizable, se depositará en el lugar indicado.

En los cortes en los que no se haya ordenado sobre -- excavación y relleno abajo de la subrasante, si es necesario y lo ordena la supervisión, se escarificará y se compactará la superficie de la capa subrasante al grado de compactación que se fije.

En los tramos de terracerías compensadas, antes de e -- fectuar prestamos para ajustes supuestos, se vaciarán -- totalmente los cortes y se formarán los terraplenes con el material utilizable.

4.4.3 Criterios para medición. Los cortes se medirán en el lu -- gar de ejecución sin conciderar los exedentes a los vo -- lúmenes de proyecto.

Cuando se midan avances parciales en una estación, -- de veinte metros, se clasificará el volumen correspon-- diente a cada avance parcial, según los materiales en-- contrados en cada medición. Si a la terminación de la -- excavación se observa que las clasificaciones parciales mensuales no corresponden a la clasificación mensual ge -- neral, se hará el ajuste que se requiera.

Los derrumbes deberán clasificarse y medirse directa -- mente en el material derrumbado. La medición del derrum

be se hará mediante seccionamiento. No se medirán los -
derrumbes ni el retiro de los materiales inestables ---
cuando, a juicio de la supervisión, aquellos sean provo-
cados por deficiencias de los procedimientos de construc-
ción.

El reafinamiento se medirá en kilómetros, con aproxi-
mación de un decimal.

- 4.4.4 Conceptos de trabajo. Excavación en corte, ampliación o
abatimiento de taludes, sobre excavación abajo de la ca-
pa subrasante, rebajes de corona en cortes o terraple-
nes existentes, escalones o extracción de derrumbes _____
_____ (1).

(1)

Material A

Material B

Material C

Incluyen las que corresponden de las siguientes ope-
raciones: extracción, carga, acarreos libres, descarga
(para formar terraplenes o de desperdicios, depositando
el material en el sitio indicado), afinamiento de los
cortes y los tiempos de los vehículos, empleados en el
acarreo del material durante la carga y la descarga.

4.5 Préstamos

Se entiende por préstamos excavaciones ejecutadas pa-
ra obtener materiales para rellenos o para terraplenes
que no se construyen con material producto de cortes --
(terracerías no compensadas).

Se distinguirán dos tipos de préstamo:

- a).- Lateral
- b).- De banco

Préstamos laterales, son los ejecutados a distancias no mayores de 100 metros del eje del camino, a uno u otro lado de él. La superficie excavada será sensiblemente rectangular. Con su eje mayor paralelo al del camino y, proyectada sobre dicho eje, ninguno de sus extremos distará más de 20 metros, del correspondiente extremo del terraplén que pueda construirse con el material extraído (fig. 4.1). El acarreo es libre y por lo tanto no se medirá.

Préstamos de banco, son los ejecutados a distancias mayores de 100 metros del eje del camino; o distancias menores pero cuyos materiales se empleen en la construcción de terraplenes que no sean laterales, a dichos préstamos, tomando en cuenta la distancia de 20 metros indicada ya.

- 4.5.1 Materiales. Los despalmes en los sitios de préstamos, - cuando son necesarios se ejecutarán únicamente en material A.

Los préstamos laterales únicamente en material A y B.

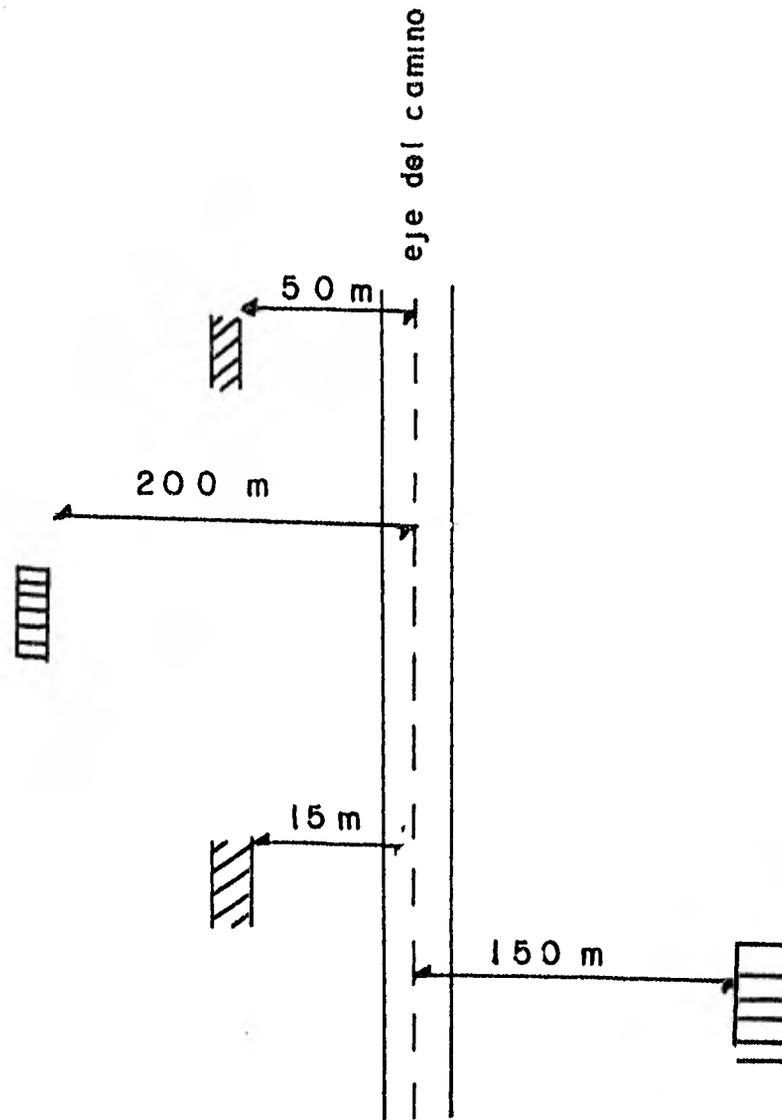


Fig. 4.1 Préstamos laterales y de banco

4.5.2 Requisitos de ejecución. La ubicación y las dimensiones de los préstamos serán fijadas por la supervisión.

No se autorizará el inicio de la excavación de un préstamo hasta que haya sido trazado y seccionado y además cuente con la autorización del supervisor, el cual determinará si es necesario despalar el sitio de préstamo. Después del despalle, se seccionará nuevamente antes de ser atacado.

Se dejarán referencias y bancos de nivel en lugares adecuados, de manera que no vayan a ser destruidos o alterados durante la excavación del préstamo.

Los préstamos se ejecutarán en seco hasta la profundidad autorizada por la supervisión y en la forma más regular posible para facilitar su medición, en los tramos de terracerías compensadas solamente se harán préstamos, llamados préstamos de ajuste, cuando el material aprovechable de los cortes no sea suficiente para la formación del terraplén.

Cuando se ejecuten préstamos laterales cercanos a la terracería, se dejará una berma o banquetta, con un ancho mínimo de 3.0 metros, entre la línea de los cerros del terraplén y el límite lateral del préstamo.

No se ejecutarán excavaciones con maquinaria en una franja limitada por líneas situadas a tres metros a cada lado del eje del tubo señalado. En el caso de existir tubos, los límites de la franja estarán a tres metros de los ejes de los tubos extremos.

Los préstamos quedarán drenados en forma natural, es

pecialmente los laterales. Cuando esto no sea posible,- el supervisor ordenará la ejecución de los trabajos que estime convenientes para drenar los préstamos.

- 4.5.3 Criterios de medición. La medición se hará en el lugar, seccionando la excavación cada 20 metros o menos si es necesario, clasificando los materiales en A, B y C.

No se conciderarán los volúmenes que hayan sido excavados en exceso a los necesarios indicados en los planos.

- 4.5.4 Conceptos de trabajo.

- a).- Despalme en material A
b).- Préstamo lateral en _____ (1) Ejecutado
con maquinaria

(1)

Material A
Material B

Incluye extracción del material, carga, acarreo, descarga en el terraplén a cualquier altura, y el tiempo durante la carga de los vehículos que transportan el material.

Préstamo de banco en _____ (1) Ejecutado
con maquinaria

(1)

Material A
Material B
Material C

Incluye extracción y carga del material del equipo de acarreo.

4.6 Plantilla para cimientos

Las plantillas son capas de concreto o de material inerte cementado, sobre las cuales se desplantan las cimentaciones, de edificios o estructuras en general. Sirven como piso de trabajo y como elemento de nivelación del fondo de las excavaciones.

Las plantillas serán de dos clases de materiales:

De pedacería de tabique, tezontle, grava natural o piedra triturada con mortero cal-arena, en proporción 1:4 o cemento-arena 1:6 en volúmen. De concreto pobre, en proporción cemento-arena-grava 1:4:6 en volúmen, para obtener una resistencia aproximada de 70 kg/cm^2 a los 28 días.

Antes de hacer la plantilla, el fondo de la excavación estará libre de basura, piedras o cualquier objeto que pueda alterar la calidad o el acabado del trabajo y se humedecerá con agua.

La plantilla se tenderá al día siguiente, a más tardar de terminado el tramo de excavación correspondiente para evitar que el terreno sea afectado por el intemperismo.

Cuando por razones constructivas sean más anchas que el cimiento, el ancho de la plantilla será determinado por el supervisor en el lugar de la obra. En cualquier caso la plantilla deberá sobresalir de 5 a 10 centímetros del perímetro del cimiento.

Para la construcción de plantillas de pedacería de -

tabique, tezontle o piedra triturada, se procederá como sigue: se tenderán dichos materiales sobre la superficie que llevará la plantilla, después de apisonados se humedecerán, en seguida se vaciará el mortero lo suficientemente fluido para que penetre en los huecos del material inerte; finalmente la plantilla se compactará con pisón.

Las plantillas de concreto pobre se nivelarán con regla y se compactarán con pisón o con la misma regla. El uso del pisón es adecuado cuando el concreto alcanza consistencia plástica, antes de que fragüe.

El espesor de la plantilla de mortero o de concreto, será de 5 a 10 centímetros según lo indique el proyecto.

Tolerancias

	Espesor	Nivel
Plantilla con mortero	1.0 cm	1.0 cm
Plantilla de concreto	0.5 cm	1.0 cm

Las plantillas se medirán por metro cuadrado para su espesor determinado en el lugar de su ejecución.

Los conceptos de trabajo de las plantillas de 50, 70, y 100 kg/cm² de 5-10 cm de espesor incluyen :

La preparación de la superficie sobre la que se va a colocar; elaboración de la mezcla, apisonado y retiro de los materiales sobrantes.

a).- Elaboración de concreto (1), (2), (3).
Incluye dosificación, mezclado y descarga de la revolvedora.

- (1) Resistencia f'_c a los 28 días de edad.
- (2) Tamaño máximo de agregado.
- (3) Tipo de cemento.

4.7 Acero de refuerzo para concreto

El acero de refuerzo es aquel que se coloca ahogado en la masa de concreto para tomar los esfuerzos debidos a cargas, contracción por fraguado y cambios de temperaturas.

Las varillas de esfuerzos que se reciben en la obra deberán clasificarse por diámetros y almacenarse bajo el cobertizo, colocadas sobre tarimas o polines para aislarse del terreno natural.

Antes de su corte y habilitado, se examinará que las varillas no esten dañadas por golpes o deformaciones por un largo periodo de almacenamiento. La superficie estará libre de lodo, aceite, pintura u otras materias que impidan o disminuyan la adherencia del concreto. Se permitirá la presencia de oxido y escamas ligeras; se considerarán como ligeras siempre que al limpiar las varillas con cepillo de alambre, no se alteren las dimensiones ni el peso mínimo especificados.

Las varillas deberán corresponder a la clase, diámetro y número indicados en los planos autorizados. Todo el acero deberá estar sujeto con amarres de alambre recocido o el tipo de sujeción que se especifique. Los separadores para dar recubrimiento al acero deberán ser cubos de mortero o concreto y silletas de acero, deberán usarse para este objeto gravas, trozos de madera o pedazos de metal diferente del acero.

Las paredes que vayan a estar en contacto con el concreto se recubrirán con aceite mineral o grasa antes de cada uso, para evitar la adherencia de la mezcla. Cualquier producto que se aplique a la superficie para evi-

tar la adherencia a la cimbra deberá ser aprobada por la supervisión y se verificará que se aplique conforme a las recomendaciones del fabricante.

Antes de colocar el acero de refuerzo se verificará la localización, niveles y dimensiones de las formas, y antes de colar el concreto deberán estar limpias de tierra, basura o cualquier material suelto cuya presencia sea accidental o por consiguiente, no tenga ninguna función que desempeñar en la estructura.

4.8 Cimbra

La cimbra es una estructura temporal empleada para soportar el concreto fresco durante el tiempo que este tarda en alcanzar una resistencia determinada.

Su selección se hace tomando en cuenta la seguridad de la construcción, la economía y el tipo de acabado de las superficies de concreto.

Las piezas de madera no deberán estar torcidas, ni tener nudos cuando trabajen a tensión.

La cimbra deberá construirse conforme a los planos a probados, en los cuales estarán claramente anotadas la localización, dimensiones y niveles.

El espesor de las paredes y la rigidez de los moldes deberán ser tales, que la cimbra conserve su forma y posición durante su uso. Al mismo tiempo las formas deberán estar proyectadas para desmantelarse con facilidad, para no dañar al concreto durante su retiro.

En los planos de construcción se deberá indicar las aberturas en la cimbra, así como las juntas de construcu

ción, de colado o de expansión. Se indicará el tipo de material de contacto y cuando se considere necesario, el procedimiento de construcción de la cimbra. El retiro de las formas deberán efectuarse hasta que el concreto alcance tal resistencia cuando menos 48 horas después del vaciado, que no se dañe el descimbrado; no se permitirá calafatear las juntas, ya que estas deberán ajustarse perfectamente.

Los conceptos de trabajo incluyen lo que corresponde a las siguientes operaciones:

Trazo, corte, manejo, armado, colocación en el sitio de trabajo, incluyendo pasarelas o rampas, apuntalamiento, obra falsa, separadores, calafateo y terminación de la superficie de contacto de acuerdo al proyecto; en cimbras aparentes, engrasado de la superficie de contacto, recuperación después de su uso (descimbrado), rehabilitado, acarreo y estibado para nuevo uso.

a).- Cimbras en :

Reglas y fronteras

Zapatas

Contratraves

muros de:

0.0 m hasta 2.0 m de altura

2.0 m hasta 4.0 m de altura

4.0 m hasta 6.0 m de altura

cerchas hasta 10 m de diámetro

TABLA 5 Peso volumétrico de algunos materiales

<u>Materiales</u>	<u>Peso volumétrico: T/m³</u>		
Tepetate	de 0.75	a 1.60	seco
Tepetate	1.30	1.95	sat.
Tezontle	0.65	1.25	seco
Tezontle	1.15	1.55	sat.
Arena	1.55	1.90	seco
Arena	1.95	2.20	sat.
Concreto simple	2.20	2.40	
Concreto simple	2.10	2.20	

4.9 Concreto

El concreto se compondrá de cemento-arena y agregado grueso, agua, incluso de aire y cloruro de calcio, --- cuando se requieran todos estos materiales se mezclarán muy bien y con la consistencia adecuada.

Los trabajos se medirán en toneladas con aproxima --- ción de dos decimales.

Dosificación.-La arena y el agregado grueso junto con el cemento, se mezclarán en la proporción siguiente de acuerdo a la resistencia que se refiera en los planos.

PROPORCION PARA CONCRETO

f'_c	Cemento kg/ m ³	Proporción
50	210	1:3:6
90	266	1:3:4
100	266	1:3:4
150	313	1:3:4
175	334	1:2:3 1/2
200	362	1:2:3
210	362	1:2:3
250	434	1:1 1/2:2 1/2
300	521	1:1 1/2:2 1/2

El reventamiento del concreto no será menor de 8.0 cm ni mayor de 12.0 cm

El primer número de esta proporción (1:3:6) indica una parte de cemento, el segundo número (1:3:6) indica que por cada parte de cemento se pondrán tres partes de grava, el tercer número indica (1:3:6) que por cada parte de cemento se pondrán 6 partes de arena.

BIBLIOGRAFIA

1. Departamento de Ingeniería Experimental de la Gerencia de Proyectos y Construcción- Estudio de mecánica de suelos- Estudio No. 52-23 y 52-33 - México, D.F. - 1980.
2. Juárez, E., y Rico, A. - Mecánica de suelos - Tomos I y II - Limusa - 1973.
3. Lambe, T., y Whitman, R. - Mecánica de suelos - Limusa-Wiley - 1972.
4. Petroleos Mexicanos - Normas y especificaciones de construcción - Publicación del departamento de normas, especificaciones y alcances de Petróleos Mexicanos - México, D.F. - 1970.
5. Rico, A. - Ingeniería de vías terrestres - Tomos I y II - Limusa - 1975.
6. Terzaghi, K., y Peck, R. - Soil mechanics in engineering practice - Jhon Wiley and Sons Inc - New York - 1967.

5. CONCLUSIONES

Los resultados que se tratan en esta tesis están basados en cuatro exploraciones de los siete sondeos programados, además, en nueve pozos a cielo abierto y el conocimiento del subsuelo de la región.

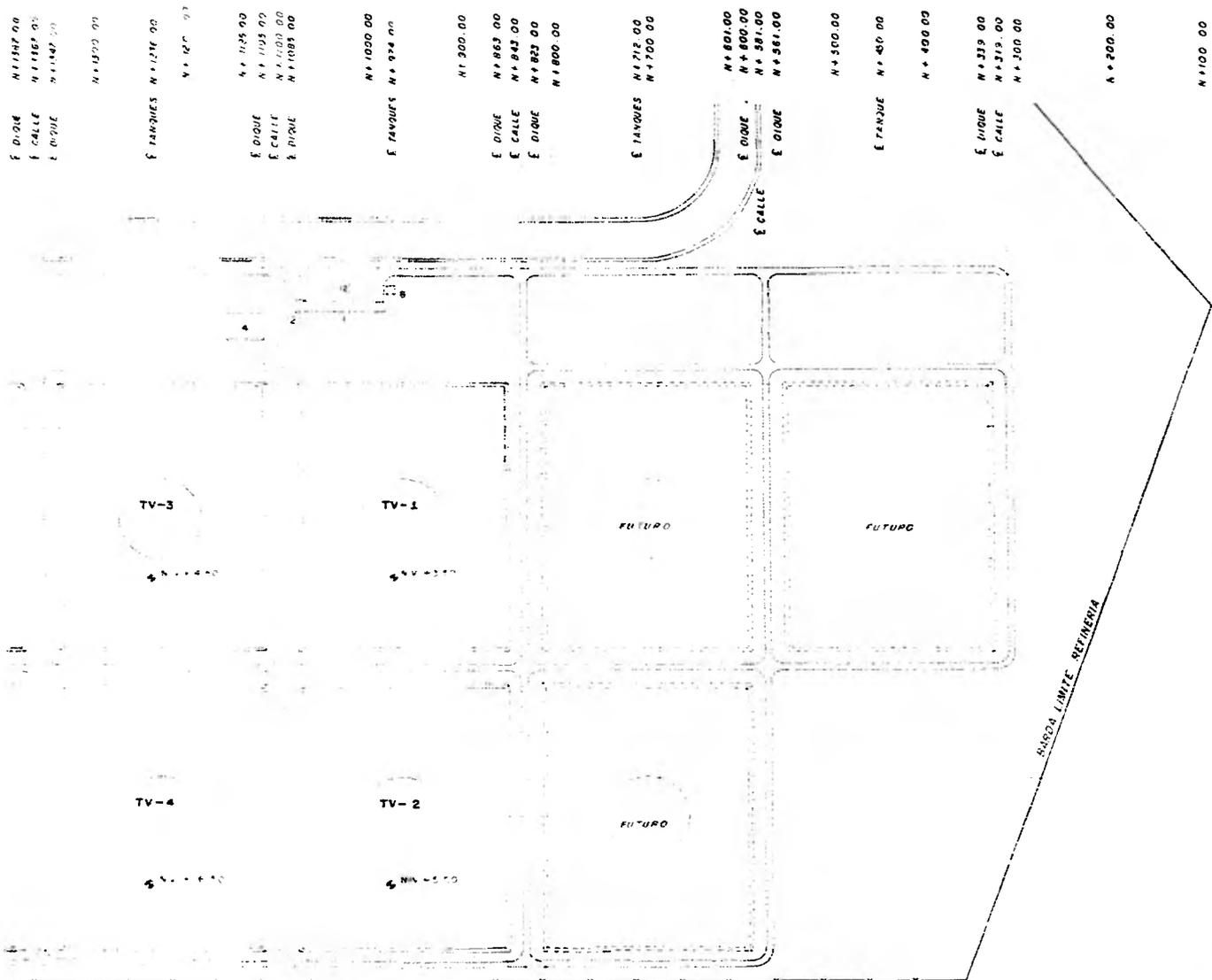
Para determinar la cimentación adecuada, se hará en función de los asentamientos y no solo de la capacidad de carga convencional.

Se deberá eliminar la capa de suelo compresible de rigidez media o blando, sustituyendolo por un relleno a adecuado preferiblemente grava-arena o material para sub base o base de pavimentos flexibles.

Se propone que se fijen testigos de nivel en los tan ques para llevar un control de los asentamientos.

Para tener una mayor resistencia del terreno, se deberá estabilizar este con cal; la cantidad a usar será del 4% al 6%, y el contenido del agua deberá estar próximo al óptimo de la prueba de compactación Proctor Estándar.

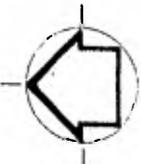
ANEXO I : Plano IT-101, plano R-182-87-01



CODIFICACION

- 1- CASA DE BOMBAS
- 2- EDIFICIO DE CONTROL
- 3- BODEGA
- 4- PLATAFORMA PARA MEDICION
- 5- SUBESTACION ELECTRICA
- 6- TANQUE ELÉVICO
- 7- CONERTZO PARA EL SISTEMA DE EQUIPAMIENTO
- 8- BARRIOS Y VEREDORES
- 9- OFICINA ADMINISTRATIVA
- 10- CASETA DE VIGILANCIA
- 11- TRAMPE DE DIABLOS
- 12- PANTO DE MANIOBRAS

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
CARLOS BAHENA PRENDES	LT- 101
LOCALIZACION AREA DE TANQUES 500.000 BLS.	



E+1700.00

N+1700.00
N+1689.00
E CALLE

N+1529.00
N+1509.00
N+1600.00
E CALLE
E DIGUE

N+1500.00
N+1498.00
E TANQUES

N+1400.00
N+1387.00
N+1367.00
N+1347.00
E DIGUE
E CALLE
E DIGUE

N+1300.00

N+1250.00
E TANQUES

N+1200.00

N+1125.00
N+1105.00
N+1100.00
N+1085.00
E DIGUE
E CALLE
E DIGUE

N+1000.00
E TANQUES

N+900.00

N+863.00
N+843.00
N+823.00
N+800.00
E DIGUE
E CALLE
E DIGUE

N+712.00
N+700.00
E TANQUES

N+601.00
N+500.00
N+581.00
N+561.00
E DIGUE
E CALLE
E DIGUE

N+500.00

N+450.00
E TANQUE

N+400.00

E+1615.00
E+1600.00

E+1578.00 E CALLE

E+1548.00 E CALLE

E+1500.00

E+1467.00 E CALLE

E+1452.00 E DIGUE

E+1400.00

E+1300.00

E+1297.00

E+1200.00

E+1147.00

E+1127.00

E+1107.00

E+1100.00

E+1000.00

E+937.00

E+900.00

E+807.00

E+800.00

E+792.00

E+770.00

E BANDA

BANDA LIMITE REFINERIA

A. COLONIA

E ZANJON

E TANQUES

E TANQUES

E DIGUE
E CALLE
E DIGUE

TV-5

NIV + 5.50

TV-3

NIV + 4.50

TV-1

NIV + 3.50

FUTURO

FUTURO

TV-6

NIV + 6.50

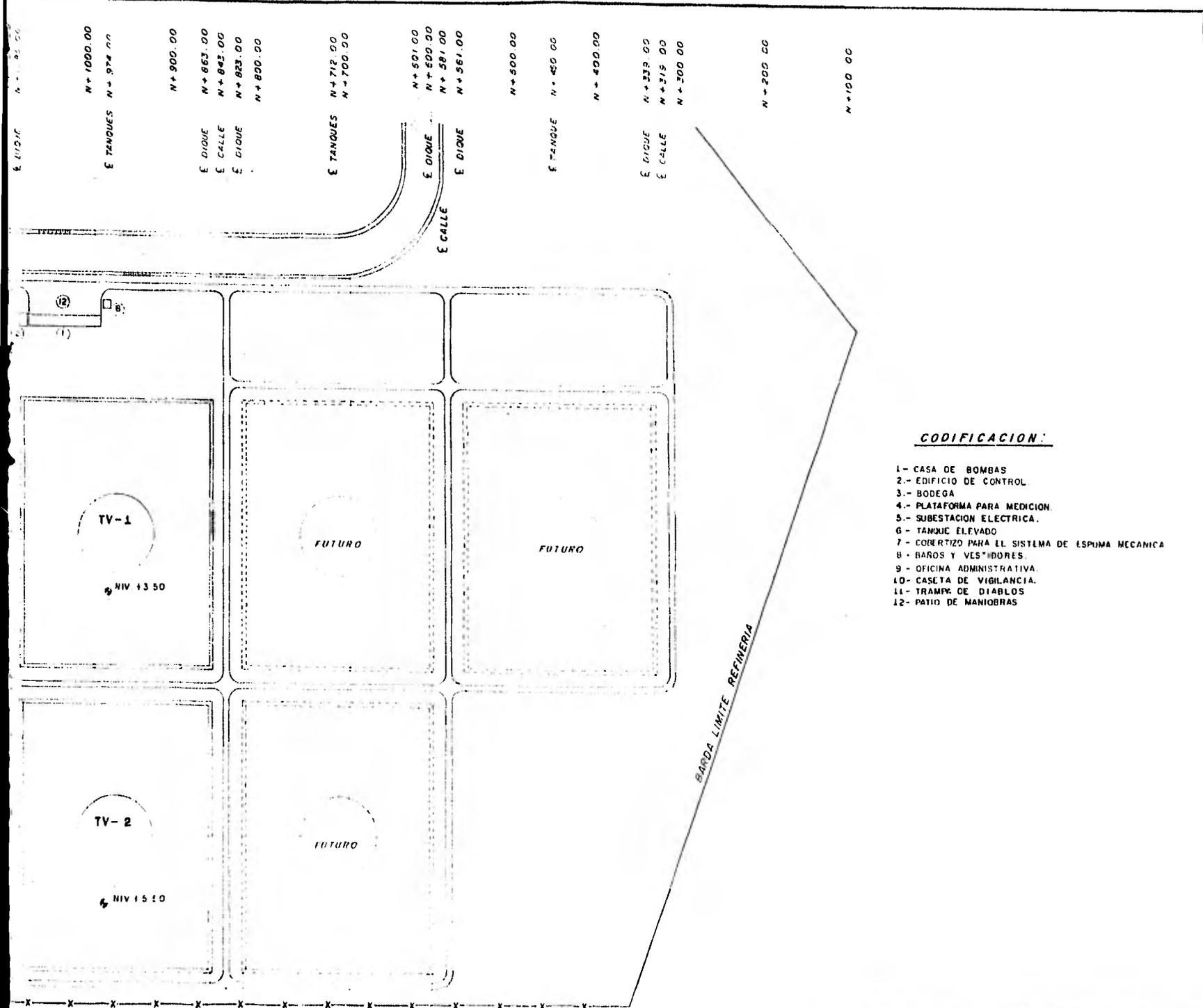
TV-4

NIV + 6.50

TV-2

NIV + 5.50

FUTURO



CODIFICACION:

- 1- CASA DE BOMBAS
- 2- EDIFICIO DE CONTROL
- 3- BODEGA
- 4- PLATAFORMA PARA MEDICION
- 5- SUBESTACION ELECTRICA.
- 6- TANQUE ELEVADO
- 7- COBERTIZO PARA EL SISTEMA DE ESPUMA MECANICA
- 8- BAROS Y VESTIDORES.
- 9- OFICINA ADMINISTRATIVA.
- 10- CASETA DE VIGILANCIA.
- 11- TRAMP. DE DIABLOS
- 12- PATIO DE MANIOBRAS

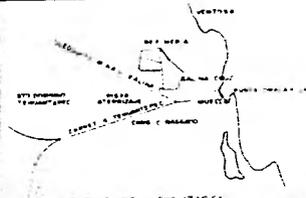
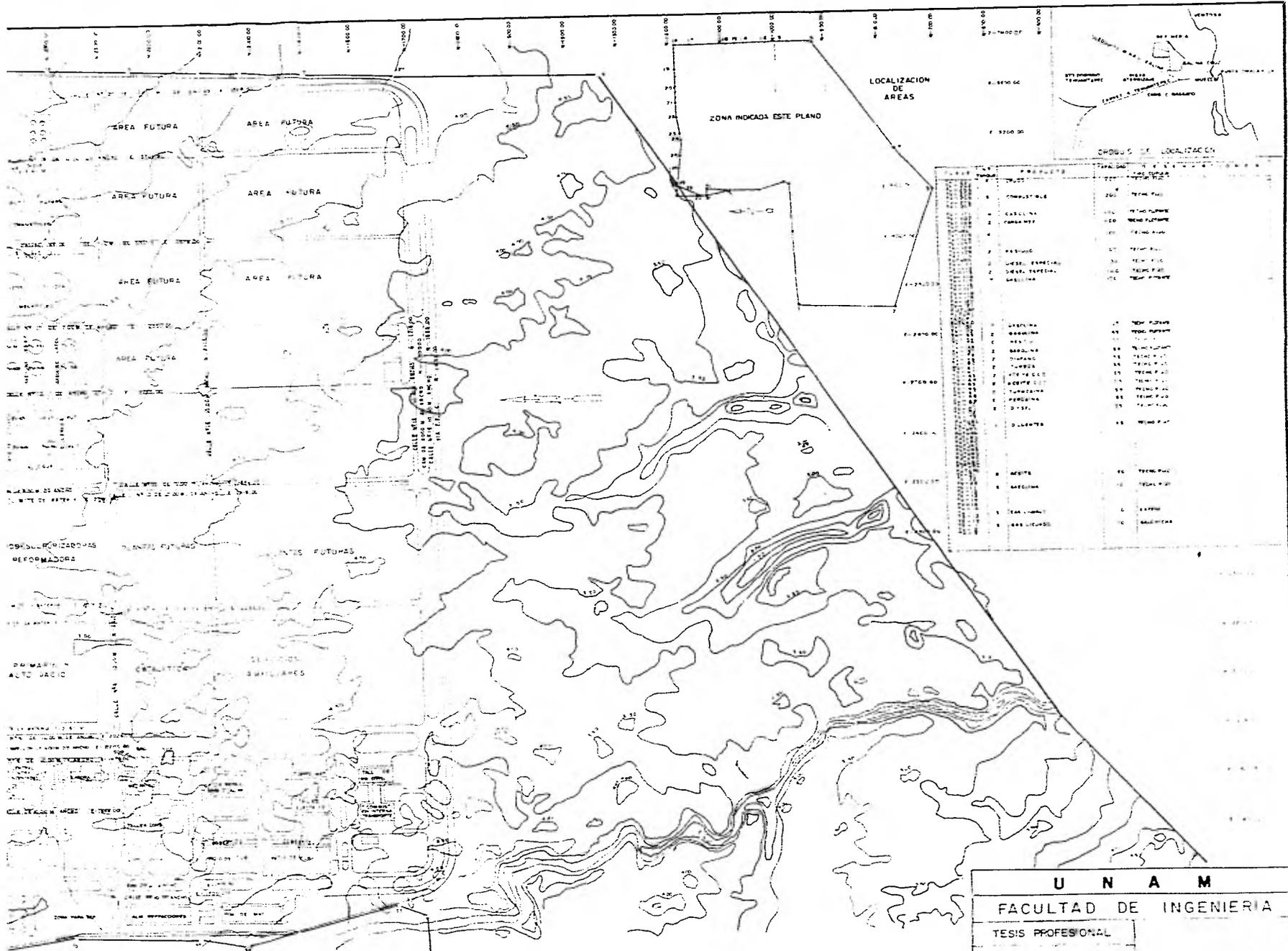
U N A M
FACULTAD DE INGENIERIA

TLS 5 PROFESIONAL

CARLOS BARRERA PRENDES

LT- 101

LOCALIZACION AREA
DE TANQUES
600,000 BLS.



NO. DE AREA	DESCRIPCION	TOTAL AREA	USO
1	COMUNISTAS	200	TERMINADO
2	CAROLINA	100	TERMINADO
3	CAROLINA	100	TERMINADO
4	PARANAPA	100	TERMINADO
5	PARANAPA	100	TERMINADO
6	PARANAPA	100	TERMINADO
7	PARANAPA	100	TERMINADO
8	PARANAPA	100	TERMINADO
9	PARANAPA	100	TERMINADO
10	PARANAPA	100	TERMINADO
11	PARANAPA	100	TERMINADO
12	PARANAPA	100	TERMINADO
13	PARANAPA	100	TERMINADO
14	PARANAPA	100	TERMINADO
15	PARANAPA	100	TERMINADO
16	PARANAPA	100	TERMINADO
17	PARANAPA	100	TERMINADO
18	PARANAPA	100	TERMINADO
19	PARANAPA	100	TERMINADO
20	PARANAPA	100	TERMINADO
21	PARANAPA	100	TERMINADO
22	PARANAPA	100	TERMINADO
23	PARANAPA	100	TERMINADO
24	PARANAPA	100	TERMINADO
25	PARANAPA	100	TERMINADO
26	PARANAPA	100	TERMINADO
27	PARANAPA	100	TERMINADO
28	PARANAPA	100	TERMINADO
29	PARANAPA	100	TERMINADO
30	PARANAPA	100	TERMINADO
31	PARANAPA	100	TERMINADO
32	PARANAPA	100	TERMINADO
33	PARANAPA	100	TERMINADO
34	PARANAPA	100	TERMINADO
35	PARANAPA	100	TERMINADO
36	PARANAPA	100	TERMINADO
37	PARANAPA	100	TERMINADO
38	PARANAPA	100	TERMINADO
39	PARANAPA	100	TERMINADO
40	PARANAPA	100	TERMINADO
41	PARANAPA	100	TERMINADO
42	PARANAPA	100	TERMINADO
43	PARANAPA	100	TERMINADO
44	PARANAPA	100	TERMINADO
45	PARANAPA	100	TERMINADO
46	PARANAPA	100	TERMINADO
47	PARANAPA	100	TERMINADO
48	PARANAPA	100	TERMINADO
49	PARANAPA	100	TERMINADO
50	PARANAPA	100	TERMINADO

U N A M

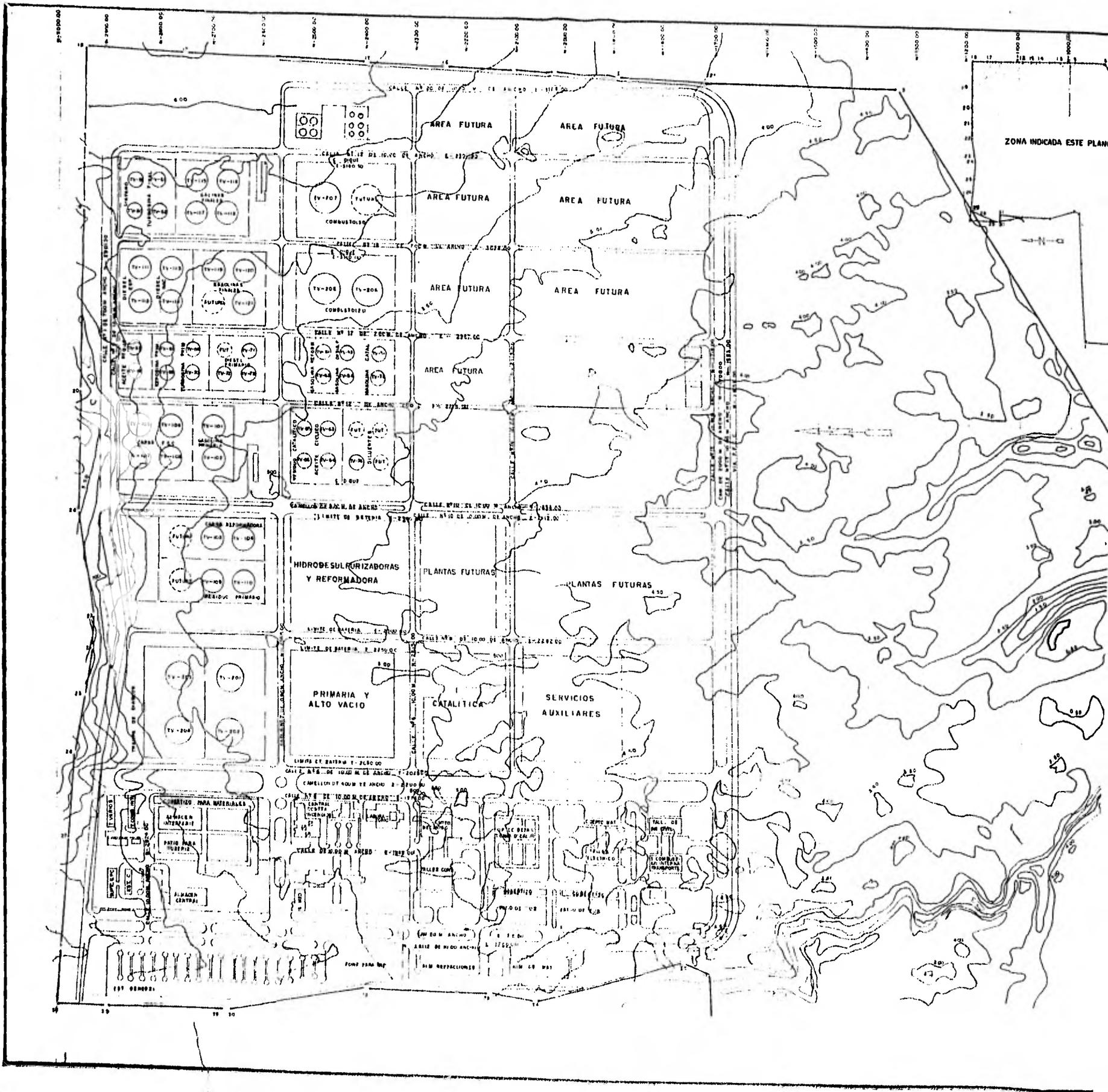
FACULTAD DE INGENIERIA

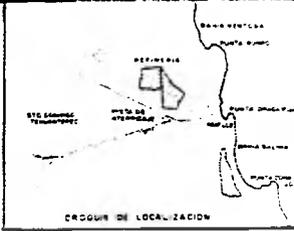
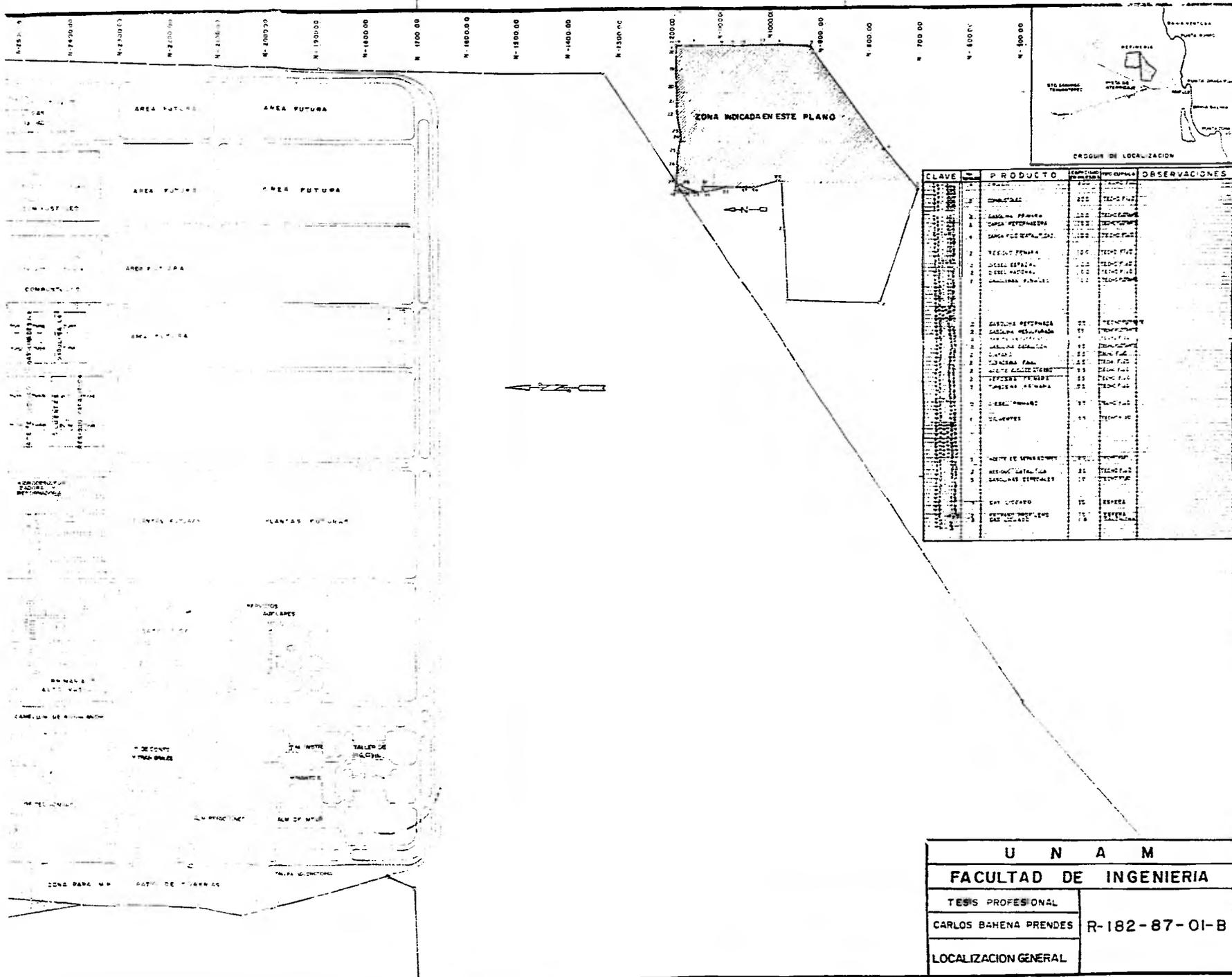
TESIS PROFESIONAL

CARLOS BAHENA PRENDES

LOCALIZACION GENERAL

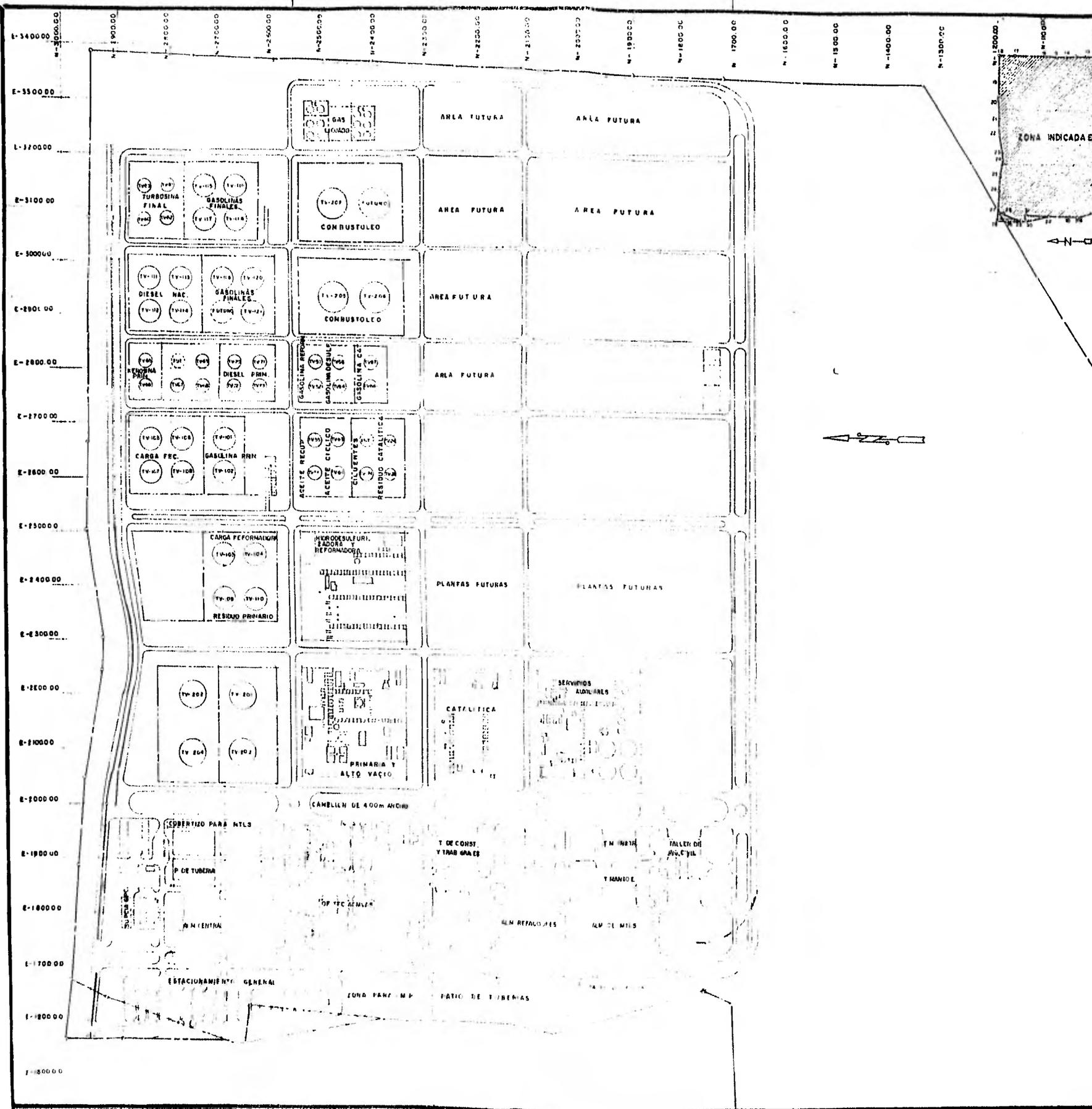
R-182-87-01-A

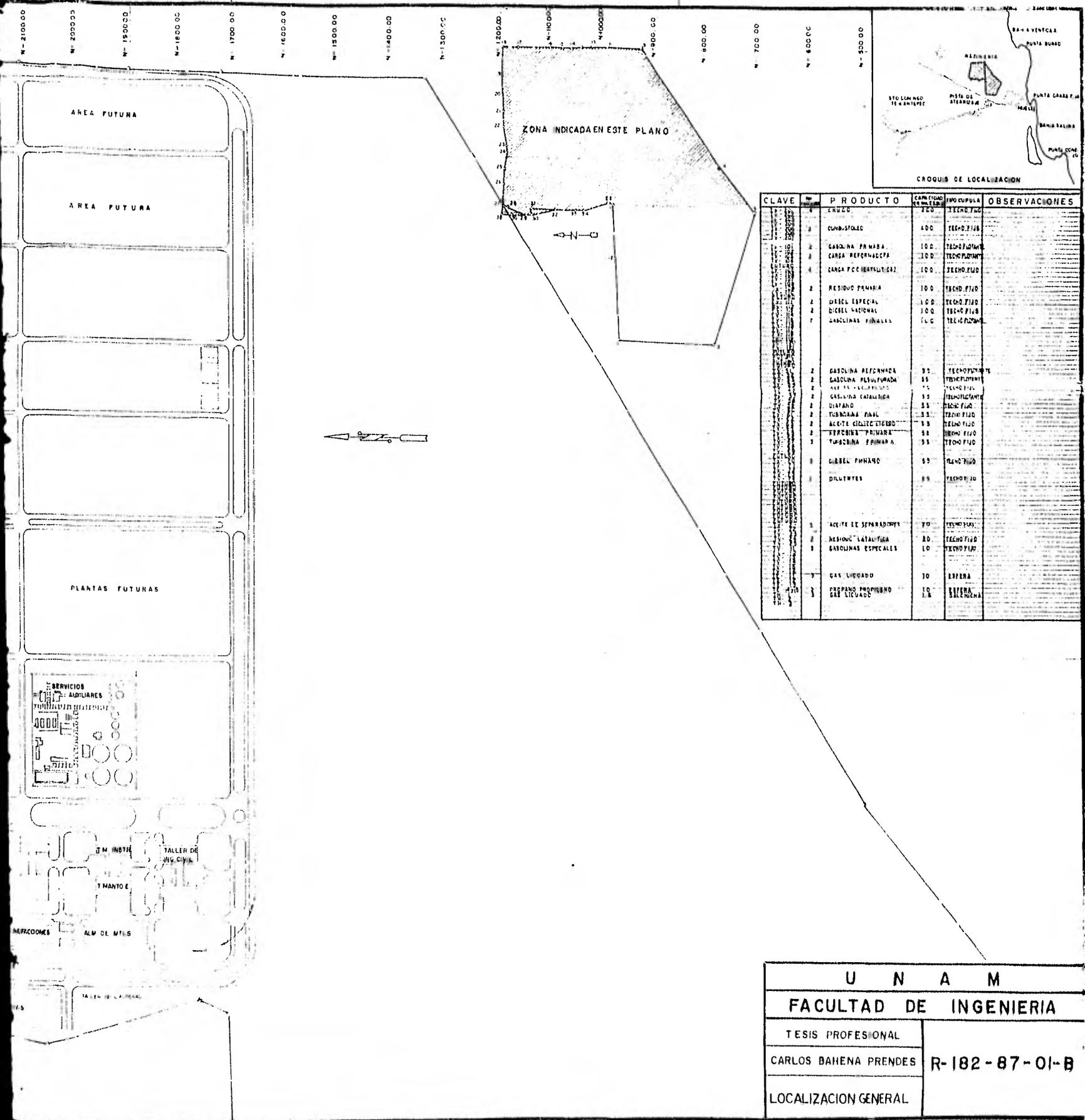




CLAVE	PRODUCTO	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
1	CONCRETO	200	TECNO F-10	
2	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
3	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
4	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
5	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
6	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
7	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
8	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
9	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
10	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
11	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
12	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
13	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
14	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
15	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
16	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
17	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
18	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
19	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
20	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
21	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
22	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
23	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
24	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
25	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
26	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
27	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
28	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
29	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
30	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
31	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
32	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
33	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
34	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
35	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
36	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
37	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
38	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
39	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
40	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
41	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
42	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
43	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
44	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
45	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
46	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
47	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
48	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
49	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	
50	LABORA PERFORA	100	TECNO F-10	

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
CARLOS BAHENA PRENDES	R-182-87-01-B
LOCALIZACION GENERAL	





CLAVE	PRODUCTO	CANTIDAD	POCUPULA	OBSERVACIONES
1	TRUCO	200	TECHO FLD	
2	COMBUSTIBLE	100	TECHO FLD	
3	GASOLINA PRIMARIA	100	TECHO FLD	
4	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
5	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
6	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
7	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
8	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
9	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
10	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
11	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
12	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
13	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
14	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
15	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
16	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
17	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
18	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
19	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
20	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
21	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
22	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
23	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
24	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
25	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
26	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
27	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
28	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
29	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
30	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
31	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
32	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
33	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
34	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
35	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
36	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
37	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
38	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
39	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
40	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
41	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
42	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
43	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
44	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
45	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
46	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
47	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
48	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
49	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
50	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
51	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
52	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
53	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
54	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
55	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
56	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
57	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
58	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
59	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
60	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
61	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
62	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
63	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
64	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
65	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
66	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
67	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
68	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
69	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
70	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
71	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
72	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
73	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
74	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
75	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
76	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
77	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
78	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
79	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
80	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
81	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
82	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
83	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
84	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
85	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
86	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
87	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
88	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
89	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
90	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
91	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
92	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
93	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
94	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
95	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
96	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
97	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
98	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
99	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	
100	GASOLINA REFORMADA	100	TECHO FLD	

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
CARLOS BAHENA PRENDES	R-182-87-01-B
LOCALIZACION GENERAL	

ANEXO II : Perfiles correspondientes a cada sondeo

PENETRACION ESTANDAR	O CONT. DE AGUA			CLASIFICACION			
	● LIM. LIQUIDO	Δ LIM. PLAST.		S _s	U _s	C.L.	
	○	Δ	●	2.56		6	ML
	Δ	○	○	2.60		6	CH
	Δ	○	●	2.62		7	CL
	Δ	○	○	2.53		22	CH
	Δ	○	○	2.58		14	CH
	Δ	○	●	2.61		6	CL
	Δ	○	●	2.66		7	CL
	○			2.64			S.F.
	○			2.64			S.F.
	○			2.64			S.F.
50	○	Δ	○	2.63			S.F.
3	○	Δ	●	2.58		6	S.F.
20	○	Δ	●	2.59		6	S.F.
23	○	Δ	●	2.69		14	S.F.
75	○			2.75			S.F.
55	○			2.75			S.F.
50	○			2.75			S.F.
15	○						S.F.
50	○						S.F.
5	○						S.F.

N- 2525 00

N.T. + 5.61

CORTE ESTRATIGRAFICO

E- 2570 00

N.A.F. + 3.63

SONDEO 2085

PENETRACION ESTANDAR	O CONT. DE AGUA			CLASIFICACION			
	O LIM. LIQUIDO	Δ LIM. PLAST.		S_g	γ_w	C.L.	
	o			260			
NAF	Δ	o		2.62		12	CH
	o		o	2.64		12	CH
	Δ	o	*	2.55		10	CH
	*			2.64			CH
	o			2.62			
	o			2.62			
	o			2.65			
	o			2.62			SC
	o			2.66			
55	o			2.63			
	o			2.63			
54	o	Δ	*	2.63		6	
50 15	o	Δ	o	2.65		7	
62	Δ	o	o	2.63		13	
49	Δ	o	*	2.56		14	SL
62	*	Δ	o	2.63		7	SL
92 27	*	o		2.62			
96 25	Δ	o		2.64		12	SC
87	o			2.700			

N - 2715.00

NT 5 52

CORTE ESTRATIGRAFICO

E - 2175.00

NAF 3 57

SONDEO 2078

N 2500.00

E 2875.00

POZO A CIELO ABIERTO No. 2073

CLASIFICACION	○ CONTENIDO DE AGUA % ● LIMITE LIQUIDO % Δ LIMITE PLASTICO%	Ss DENSIDAD DE SE			PRUEBA DE COMACT.		PARAMETROS												
		Ss	γs	CL	Yd	Wapl.	TIPO DE PRUEBA												
							qu l/m	φ	σ	Ci/m ²	σ	Ci/m ²	e	G %					
0																			
	LIMO Y ARENA FINA																		
1	CH 1	○ Δ	○				2.67	1.88	13			28.6	10°	SAT 1.5				0.73	7.9
	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD																		
2	CH 2	Δ ○	○				2.64	1.94	12			16.3	15°	SAT 1.9				0.65	9.3
	ARCILLA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD																		
	3	Δ ○					2.69		3										
	CL-ML																		
3																			
4																			
5																			
6																			

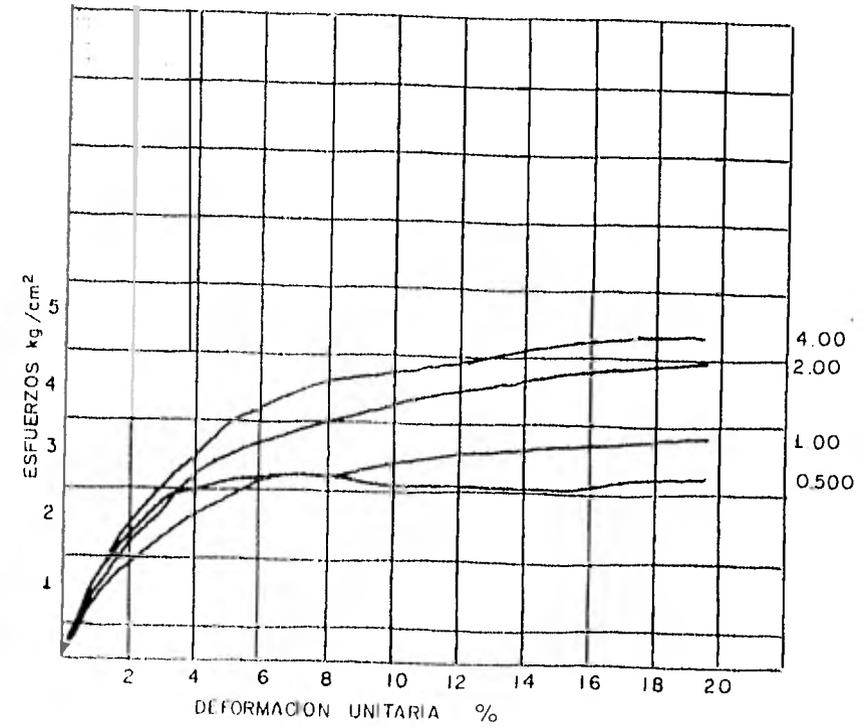
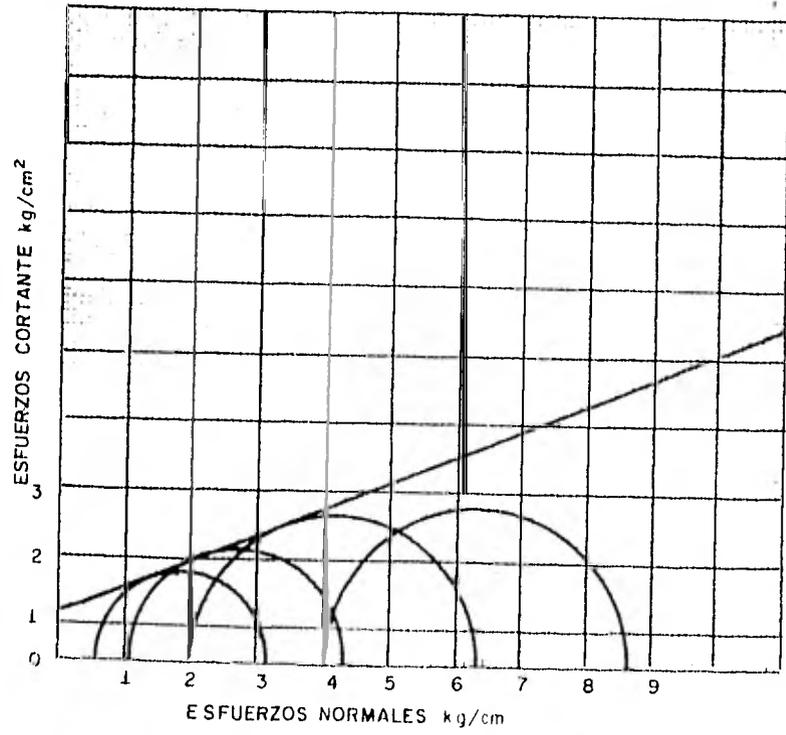
NAF. 3.60

ANEXO III : Círculos de Mohr

CIRCULO DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

PRUEBA	W_i	W_f	E_i	E_f	G_i	G_f	σ_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	γ^h	PARAMETRO DE
No	%	%			%	%	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	RESISTENCIA AL
1	19.02		0.713		71.20		0.500	2.844		ESE CORT
2	22.78		0.760		70.43		1.000	3.221		$\phi = 20$
3	23.02		0.772		70.28		2.010	4.372		$c = e \tau / m^2$
4	22.89		0.785		77.26		4.000	4.701		
5										
6										

SONDEO No 2074
 MUESTRA No _____ PROFUNDIDAD 0.75 - 1.00

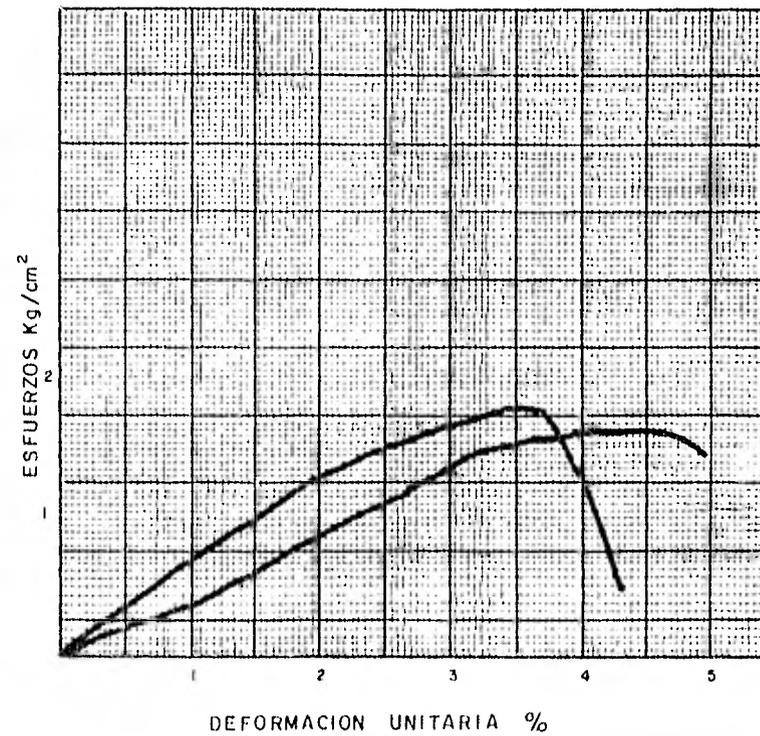
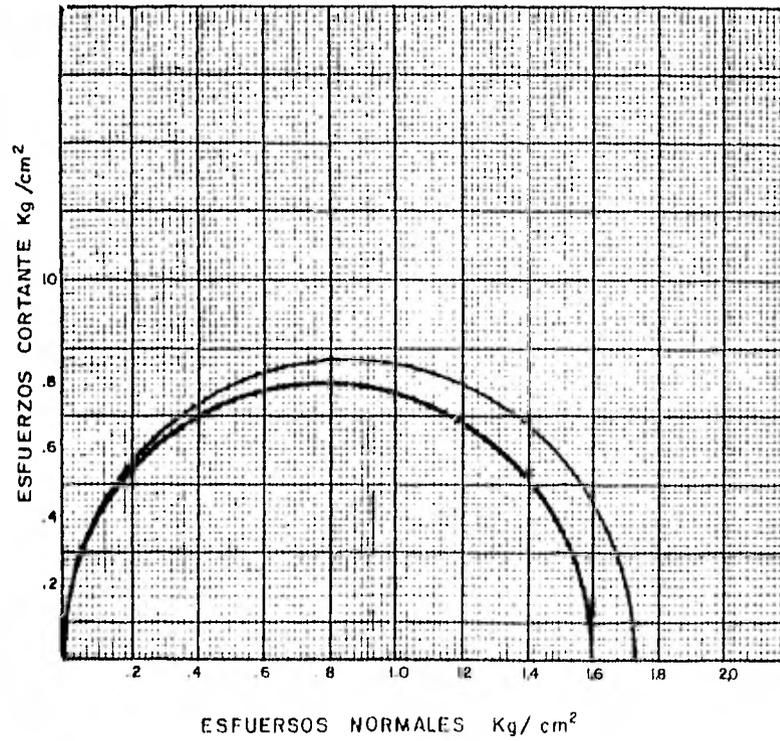


CIRCULO DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL

PRUEBA	W _i	W _f	E _i	E _f	G _i	G _f	σ ₃	σ ₁ -σ ₂	γ _h	PARAMETRO DE
No.	%	%			%	%	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	RESISTENCIA AL
1.	22.80		.707		85.3		0.000	1.772	1.899	ESE CORT.
2	22.80		.709		83.0		0.000	1.634	1.888	φ =
3										C = 16.3 T/m ²
4										
5										
6										

SONDEO N 2073

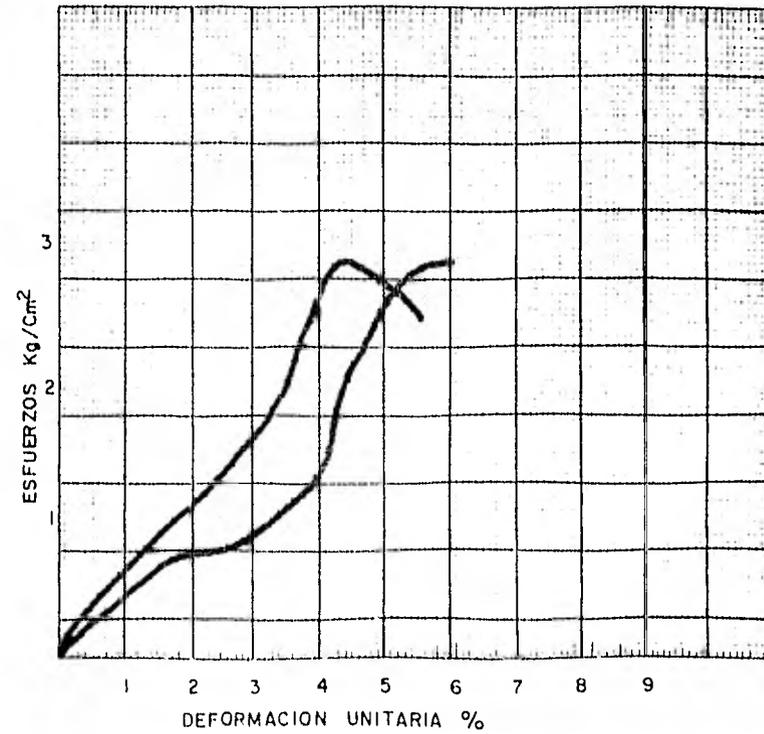
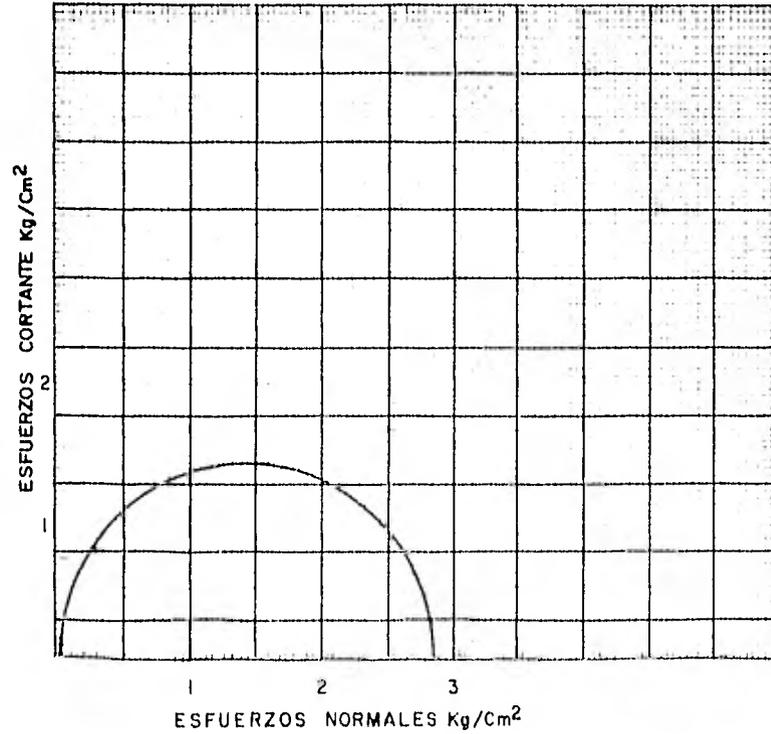
MUESTRA N _____ PROFUNDIDAD 1.75-2.00



CIRCULO DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL.

PRUEBA No	W _i %	W _f %	E _i	E _f	G _i %	G _f %	σ ₃ Kg/Cm ²	σ ₁₋₃ Kg/Cm ²	δ _h Kg/Cm ²	PARAMETRO DE RESISTENCIA AL
1	21.30		.744		77.0		0.000	2,890	1.804	ESE CORT.
2	20.10		.731		73.7		0.000	2,892	1.859	φ =
3										c =
4										
5										qu = 28.6 T/m ²
6										

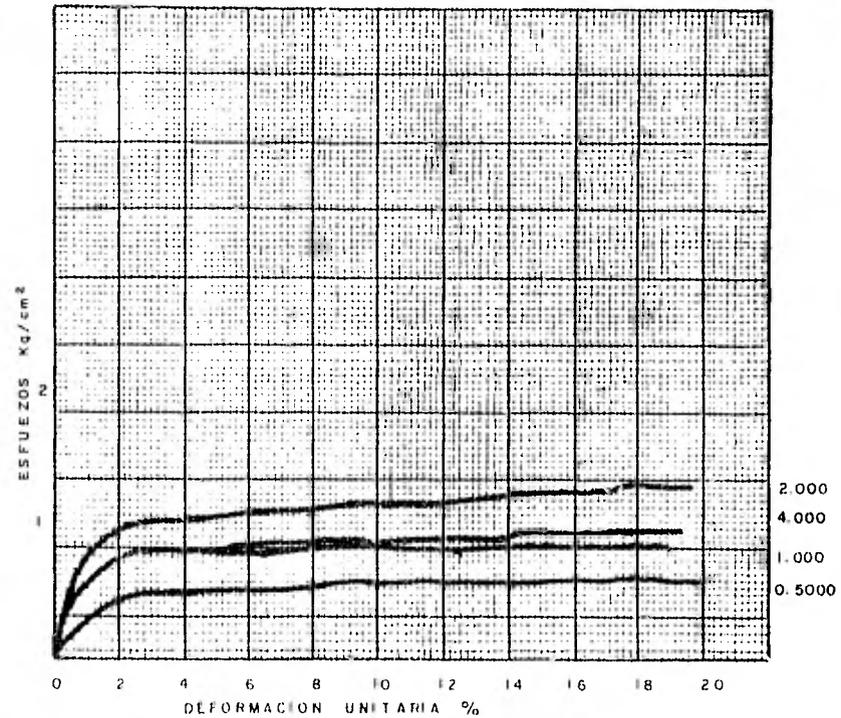
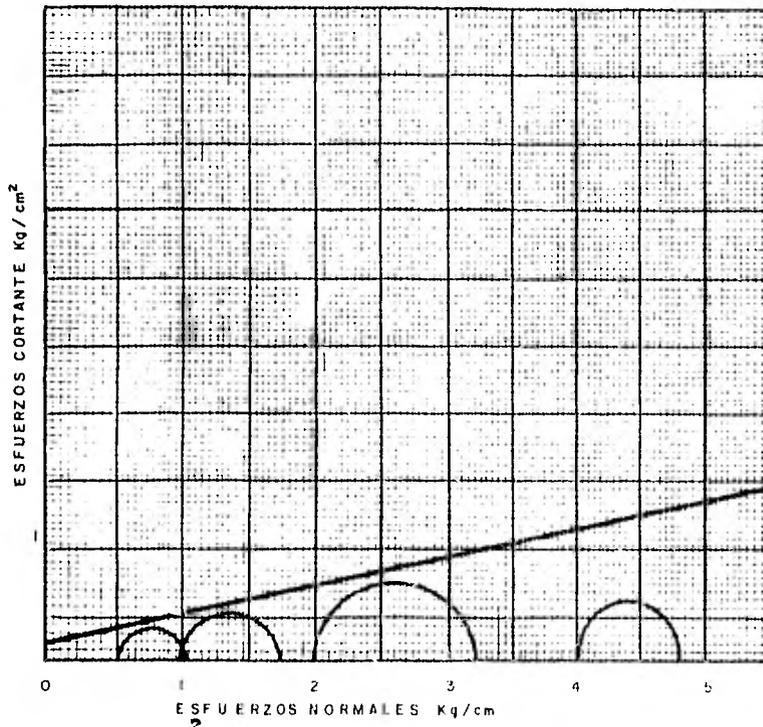
SONDEO No. 2073
 MUESTRA No. PROFUNDIDAD 0.75-1.00



CIRCULO DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL

PRUEBA	W ₁	W ₁	E ₁	E ₁	G ₁	G ₁	V _S	$\bar{\sigma}_1 - \sqrt{2}$	$\gamma_1^1 h$	PARAMETRO DE
No	%	%			%	%	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	RESISTENCIA AL
1	21.37	31.81	7.32	10.35	7.94	8.33	0.500	0.523	19.00	ESE CORT.
2	21.04	7.94	7.19	9.55	7.84	8.2.5	1.000	0.778	16.87	$\phi = 10$
3	22.02	29.62	7.30	9.63	8.08	8.24	2.000	0.234	18.90	$C = 15 \text{ T/m}^2$
4	21.44	31.22	7.33	9.52	7.74	8.6.9	4.000	0.890	18.57	
5										
6										

SONDEO N. 2073
 MUESTRA N. _____ PROFUNDIDAD 0.75 - 100

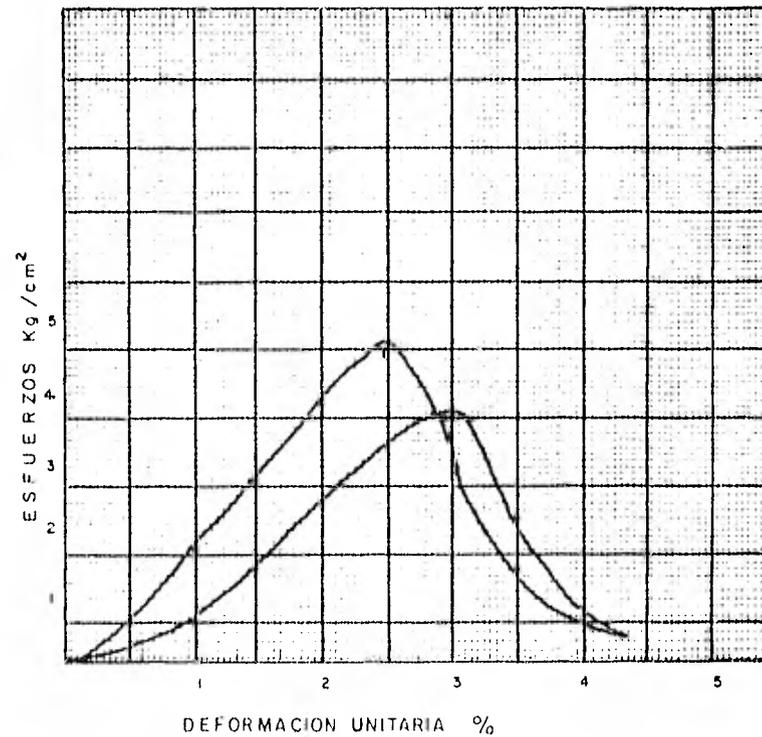
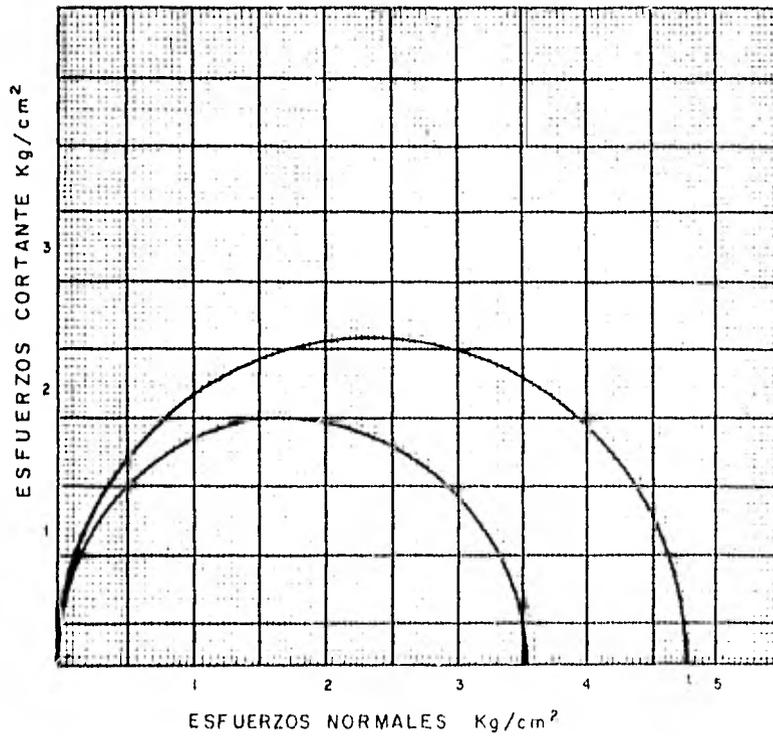


CIRCULO DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL.

PRUEBA	W _i	W _f	E _i	E _T	G _i	G _f	√3	√ _i	√ ₂	h	PARAMETRO DE
No	%	%			%	%	Kg/cm	Kg/cm	Kg/cm		RESISTENCIA AL
1	25.25		0.328		75.03			3.652	1.729		ESE CORT
2	28.85		0.918		82.65			4.821	1.762		φ =
3											C =
4											
5											QU = 37 T/m ²
6											

SONDEO N 2071

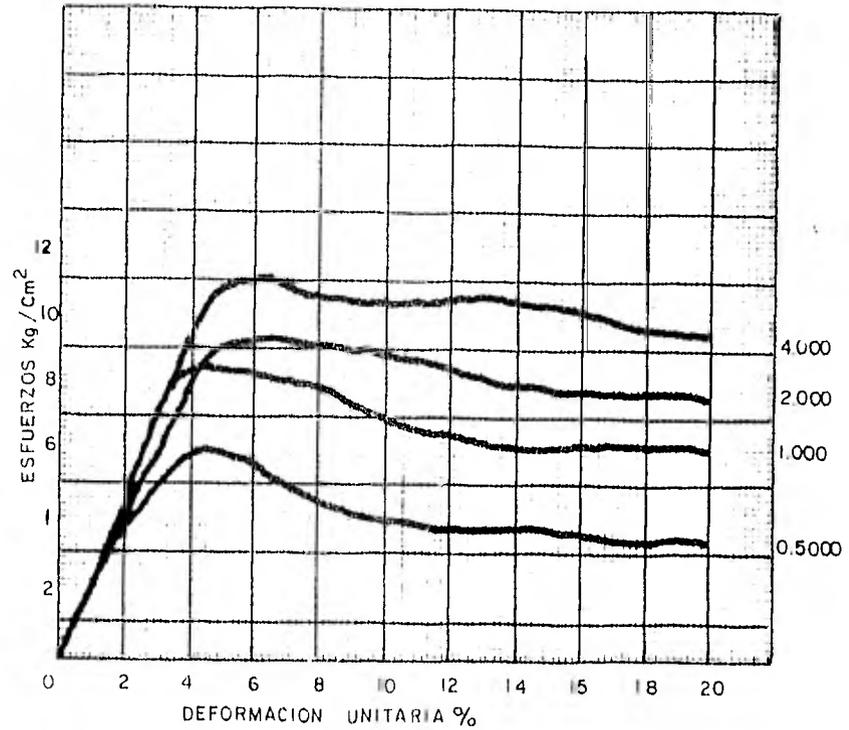
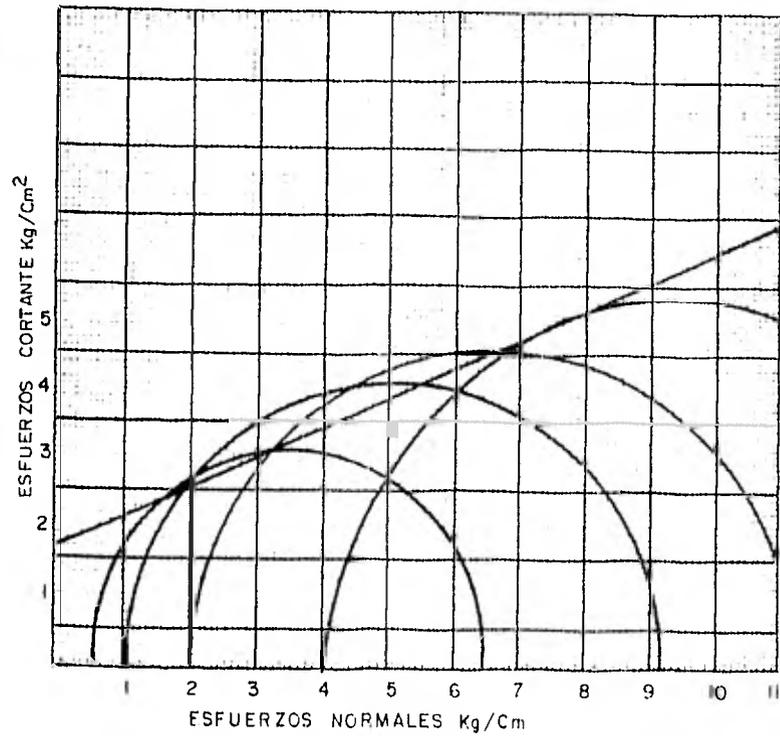
MUESTRA N. PROFUNDIDAD 2.00 2.25



CIRCULO DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL.

PRUEBA	W _i	W _f	E _i	E _f	G _i	G _f	σ_3	$\sigma - \sigma_3$	γ_h	PARAMETRO DE
N _o	%	%			%	%	Kg/Cm ²	Kg/Cm ²	Kg/Cm ²	RESISTENCIA AL
1	27.38		0.895		80.74		0.5000	6.179	1.774	ESE CORT.
2	28.95		0.939		81.00		1.000	8.393	1,749	$\phi = 24^\circ$
3	28.15		0.913		81.11		2.000	8.362	1.762	C = 17 T/m ²
4	28.60		0.912		82.16		4.000	11.169	1,762	
5										
6										

SONDEO N_o 2071
MUESTRA N_o _____ PROFUNDIDAD 2-00-2.25

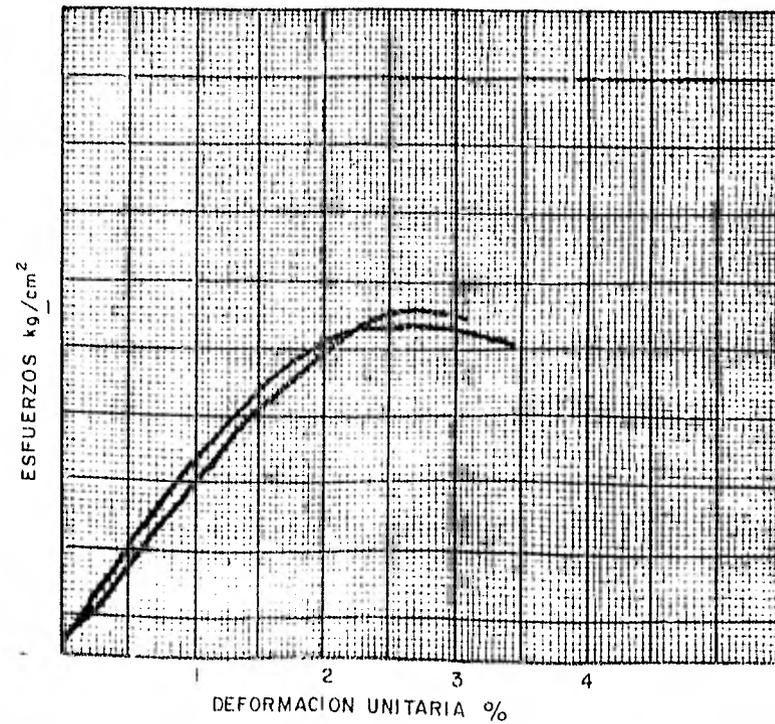
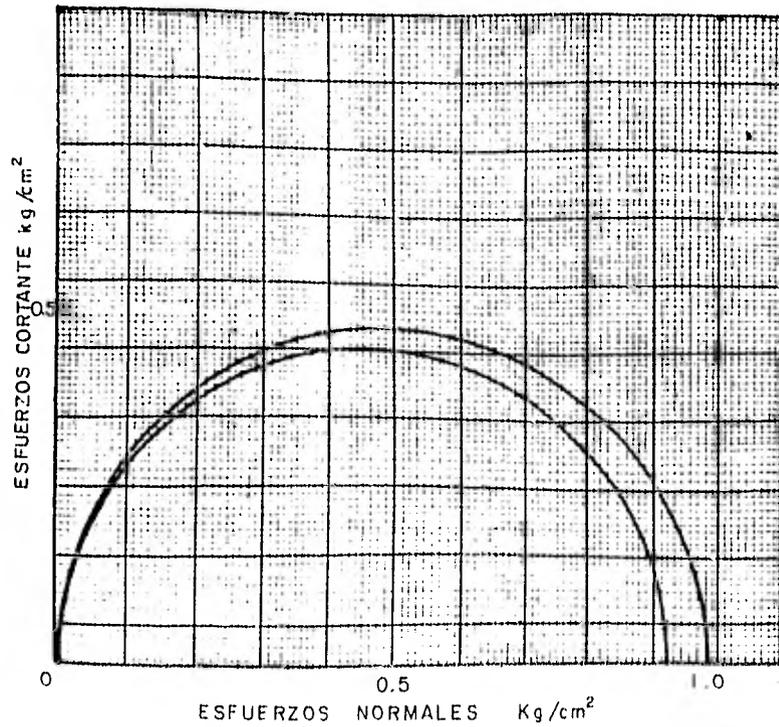


CIRCULO DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL

PRUEBA	W _l	W _l	E ₁	E ₁	G ₁	G ₁	σ_3	σ_1 σ_2	γ_h	PARAMETRO DE
No	%	%			%	%	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	RESISTENCIA AL
1	21.35		0.737		76.73			1.001	1.851	ESE CORT
2	25.93		0.690		99.64			0.941	1.975	ϕ :
3										c :
4										
5										q_u : 5 T/m ²
6										

SONDEO N. 2071

MUESTRA N. _____ PROFUNDIDAD 1.00-1.25

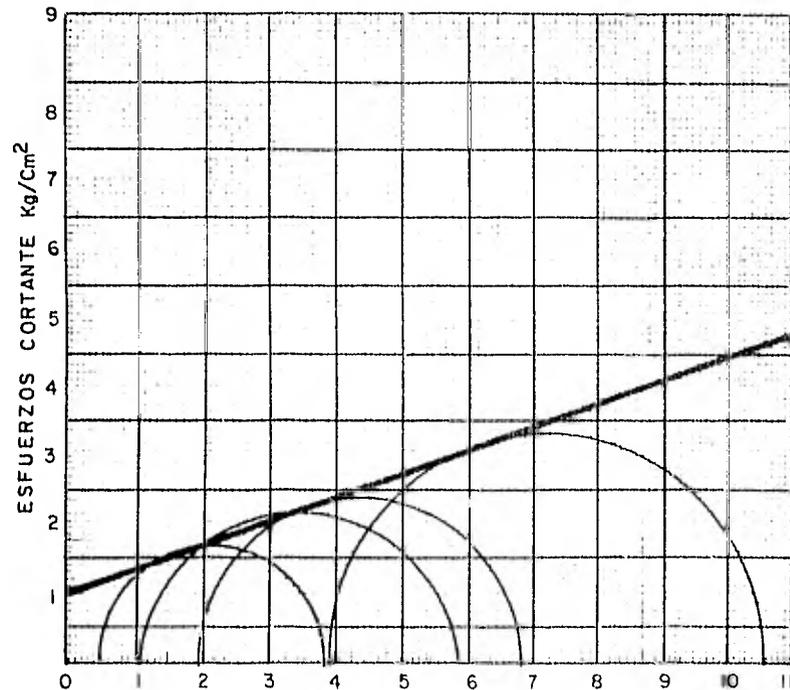


CIRCULO DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL

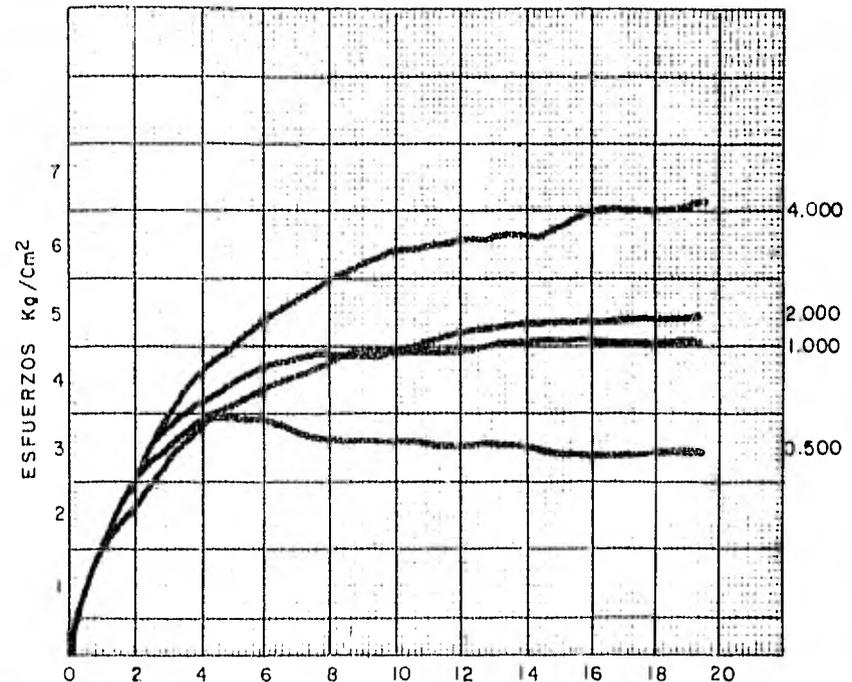
PRUEBA	W_i	W_f	E_i	E_f	G	G_f	$\sqrt{3}$	$\sqrt{I - I_0}$	γ_h	PARAMETRO DE
No	%	%			%	%	Kg/Cm	Kg/Cm	Kg/Cm	RESISTENCIA AL
1	13.70		0.675		54.53		0.580	3.473	1.814	ESE CORT.
2	15.70		0.666		68.47		1.000	4.637	1.827	$\phi = 18^\circ$
3	16.73		0.735		68.50		2.000	4.888	1.808	$C = 11 \text{ T/m}^2$
4	15.87		0.725		59.12		4.000	0.725	1.871	
5										
6										

SONDED No 2071

MUESTRA No _____ PROFUNDIDAD 0.50-0.75



ESFUERZOS NORMALES Kg/Cm²



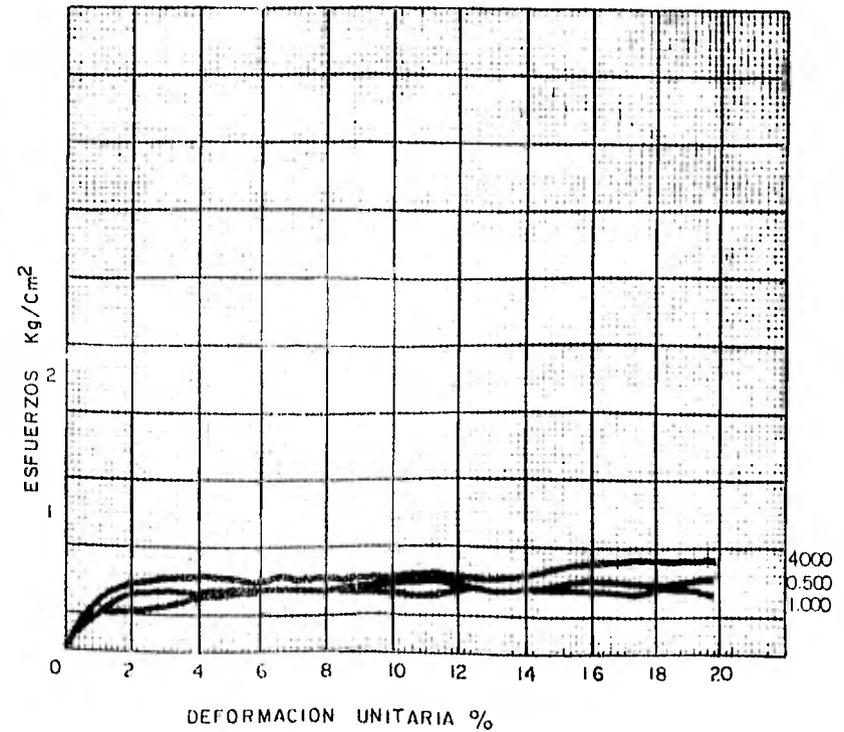
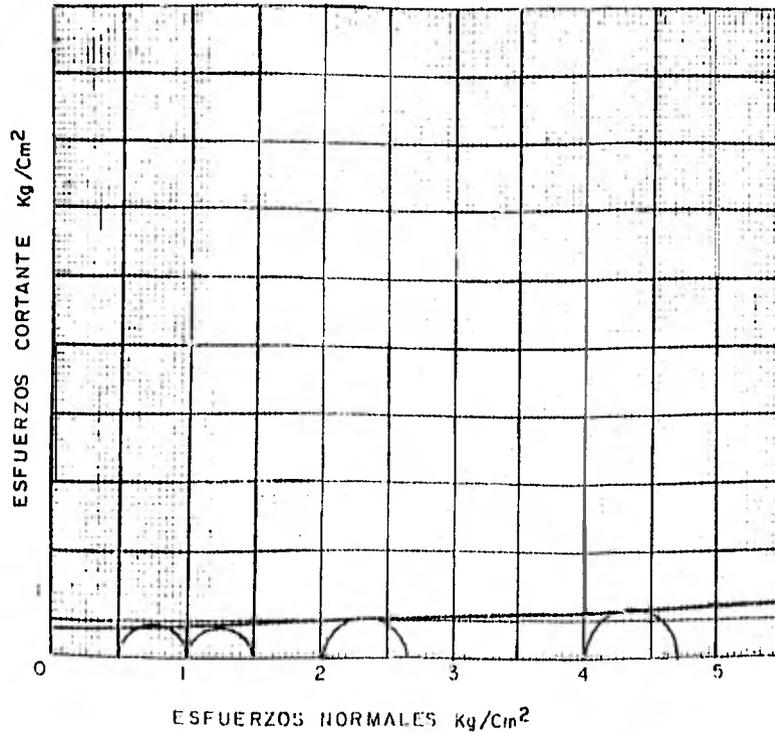
DEFORMACION UNITARIA %

CIRCULO DE MOHR, COMPRESION TRAXIAL

PRUEBA No	W _i %	W _f %	E _i	E _f	G _i %	G _f %	√ ₃ Kg/Cm ²	√ ₁₋₂ Kg/Cm ²	δ _h Kg/Cm ²	PARAMETRO DE RESISTENCIA AL
1	21.55	29.56	0.713	0.783	80.10	100	0.500	0.493	1.881	ESE CORT.
2	22.53	31.51	0.708	0.835	84.36	100	1.000	0.427	1.901	φ = 1°
3	21.78	26.35	0.899	0.754	82.63	100	2.000	0.615	1.907	C = 2.5 T/m ²
4	22.85	31.21	0.696	0.824	86.71	100	4.000	0.581	1.913	
5										
6										

SONDEO No 2071

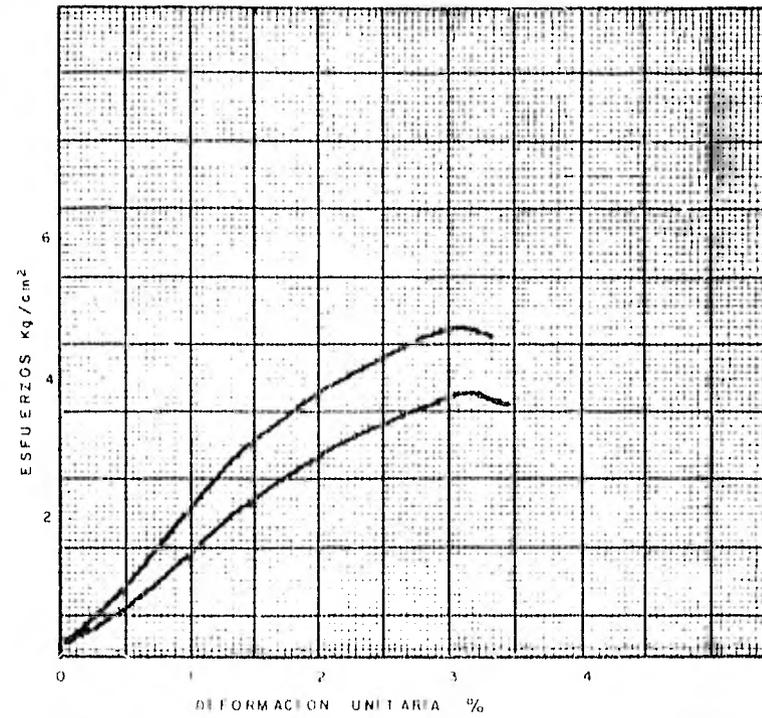
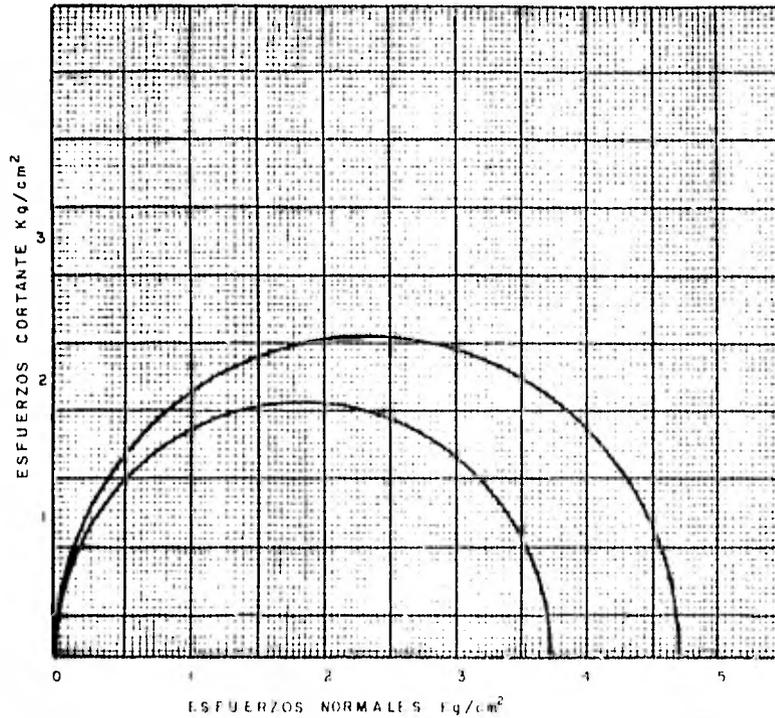
MUESTRA No _____ PROFUNDIDAD 100-125



CIRCULO DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL

PRUEBA	w_i	w_f	E_i	E_f	G_i	G_f	$\nabla 3$	$\nabla 1 - \nabla 3$	σ'_h	PARAMETRO DE
N_o	%	%			%	%	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	RESISTENCIA AL
1	13.24		0.661		54.25			3.462	1.875	ESE CORT
2	12.46		0.666		50.25			4.767	1.615	$\phi =$
3										$C =$
4										
5										$q_u = 42 \text{ T/m}$
6										

SONDEO N 2074
MUESTRA N PROFUNDIDAD 0.50-0.75

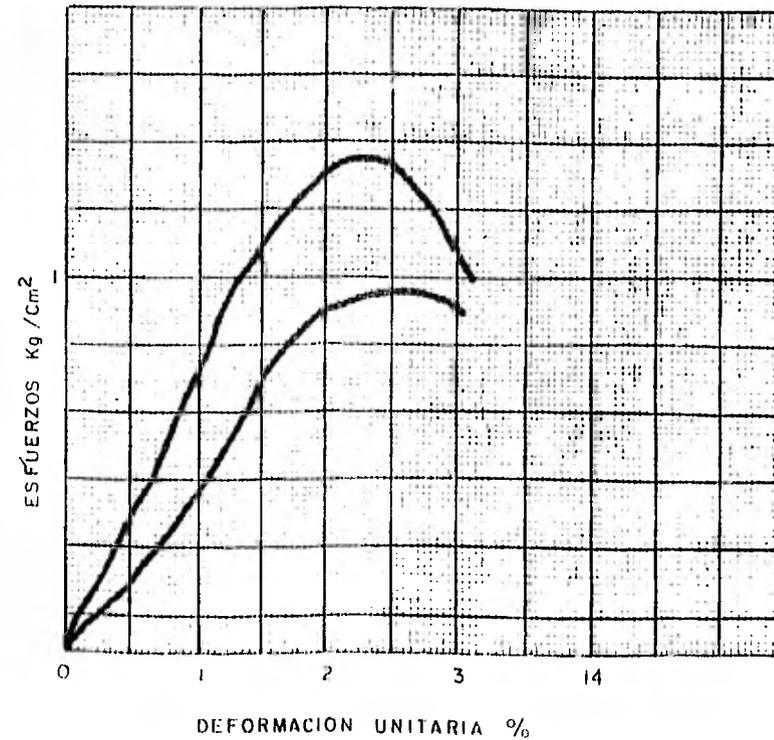
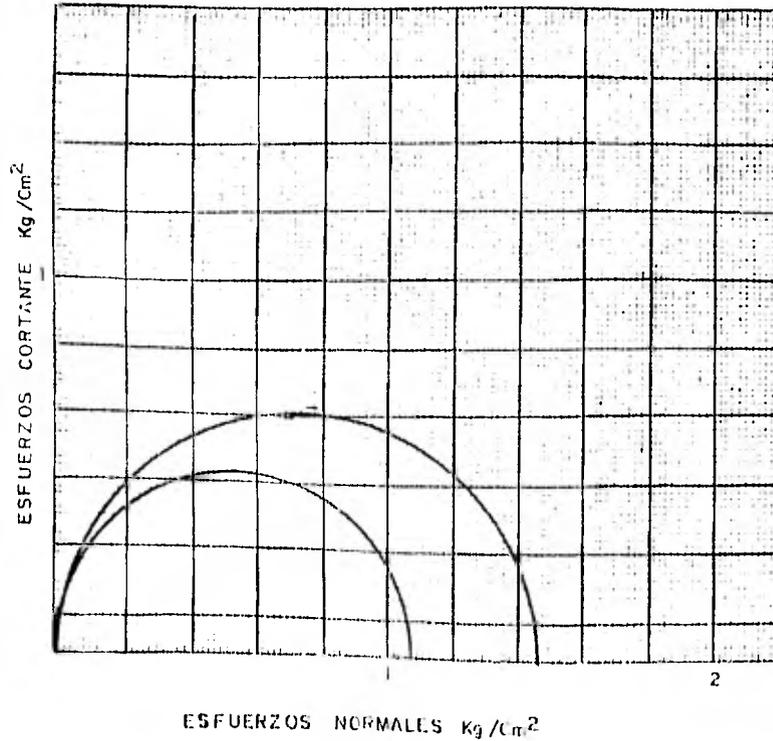


CIRCULO DE MOHR, COMPRESION TRAXIAL

PRUEBA No	W_i %	W_f %	E_i	E_f	G_i %	G_f %	$\sqrt{3}$ Kg/Cm ²	$\sqrt{1-3}$ Kg/Cm ²	δ_h Kg/Cm ²	PARAMETRO DE RESISTENCIA AL
1	23.54		0.837		75.74			1.446	1.808	ESE. CORT.
2	23.60		0.884		76.13			1.067	1.807	$\phi =$
3										$C =$
4										
5										$qu = 10 \text{ T/m}^2$
6										

SONDEO No. 2070

MUESTRA No. _____ PROFUNDIDAD 1.00-1.25

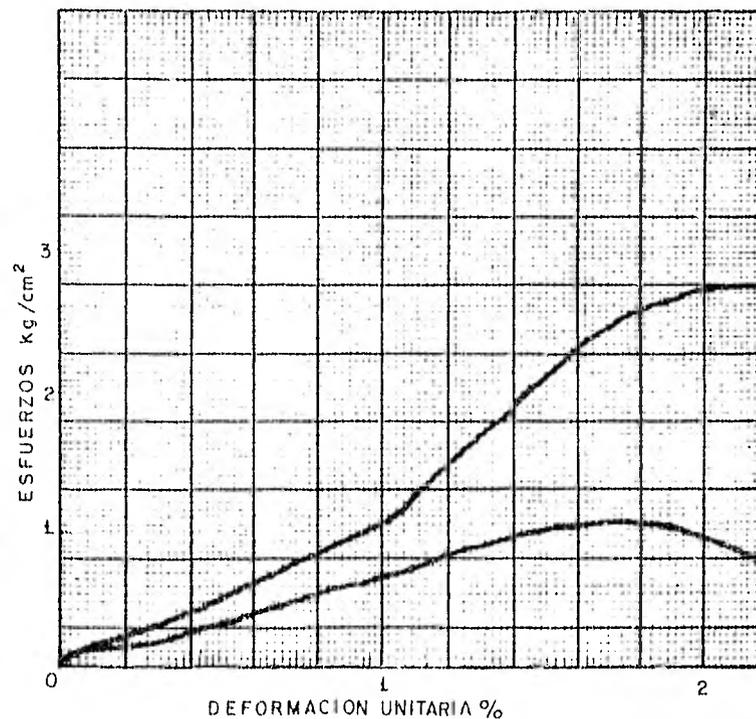
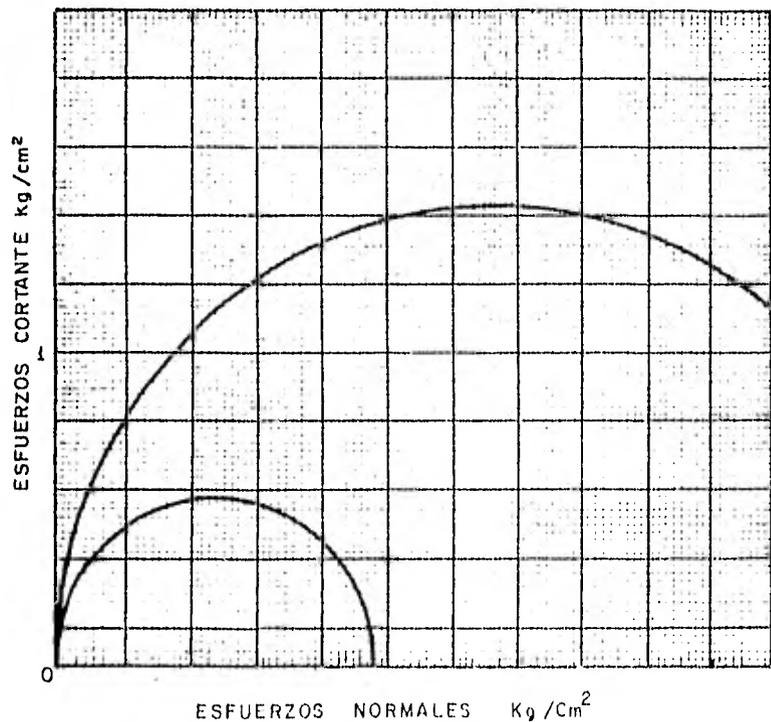


CIRCULO DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL

PRUEBA	W _i	W _f	E _i	E _f	G _i	G _f	\sqrt{s}	$\sqrt{s_1 - s_2}$	γ_h	PARAMETRO DE
No	%	%			%	%	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	RESISTENCIA AL
1	27.12		0.513		80.05			0.985	1.580	ESE CORT.
2	27.57		0.878		82.88			2.760	1.755	ϕ
3										c +
4										
5										$q_u = 10 T/m^2$
6										

SONDEO N. 2074

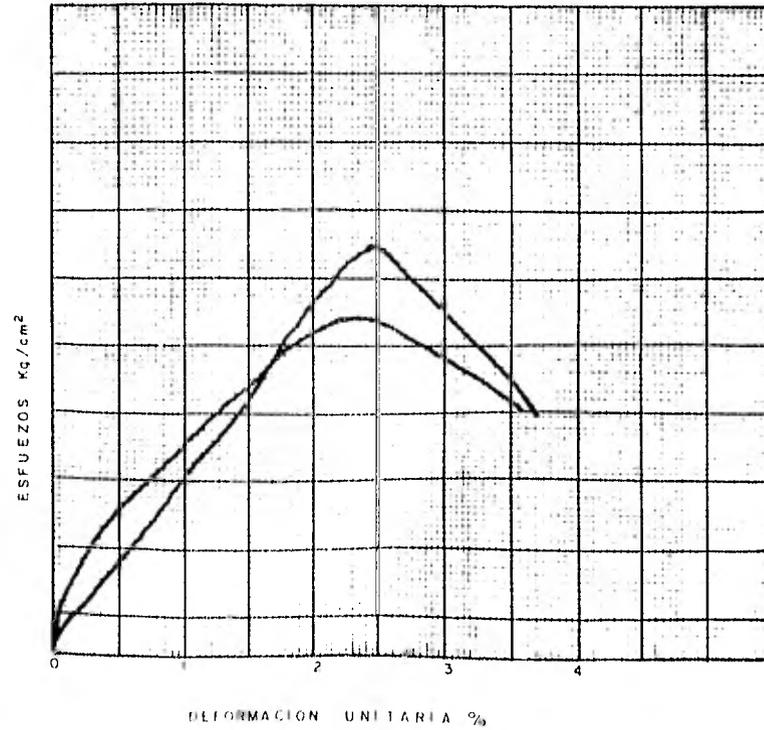
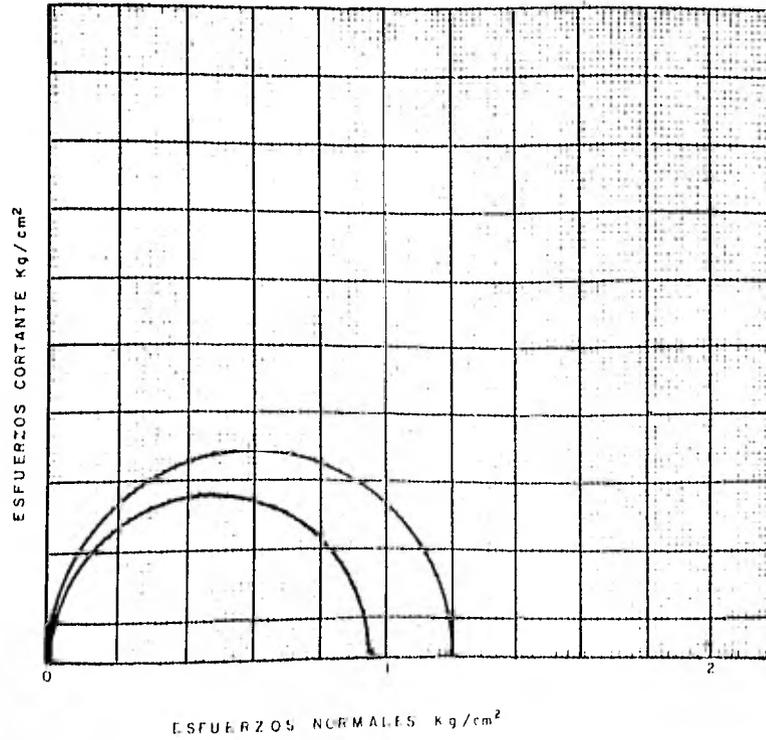
MUESTRA N. _____ PROFUNDIDAD. 2.50 - 2.75



CIRCULO DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL

PRUEBA	W _l	W _f	E _s	E _f	G _l	G _f	V _s	V _f - V _s	h	PARAMETRO DE
N _o	%	%			%	%	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	RESISTENCIA AL
1	15.85		0.842		68.00			0.588	1.890	ESE CORT
2	15.33		0.830		65.20			1.200	1.595	Ø =
3										C =
4										qu = 15 T / m ²
5										
6										

SONDEO N^o 2069
 MUESTRA N^o _____ PROFUNDIDAD 1,75 - 200

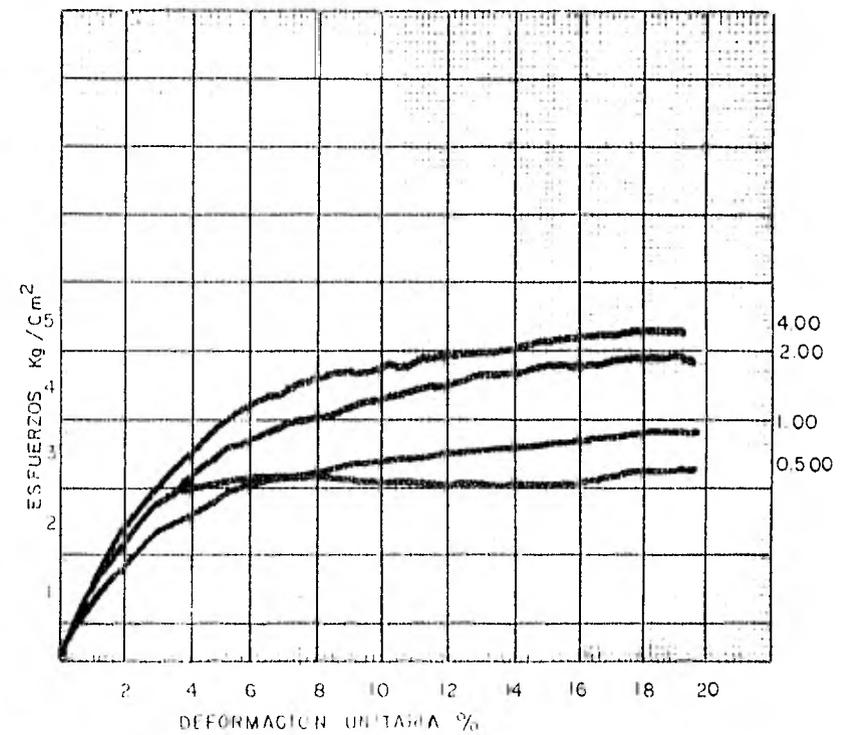
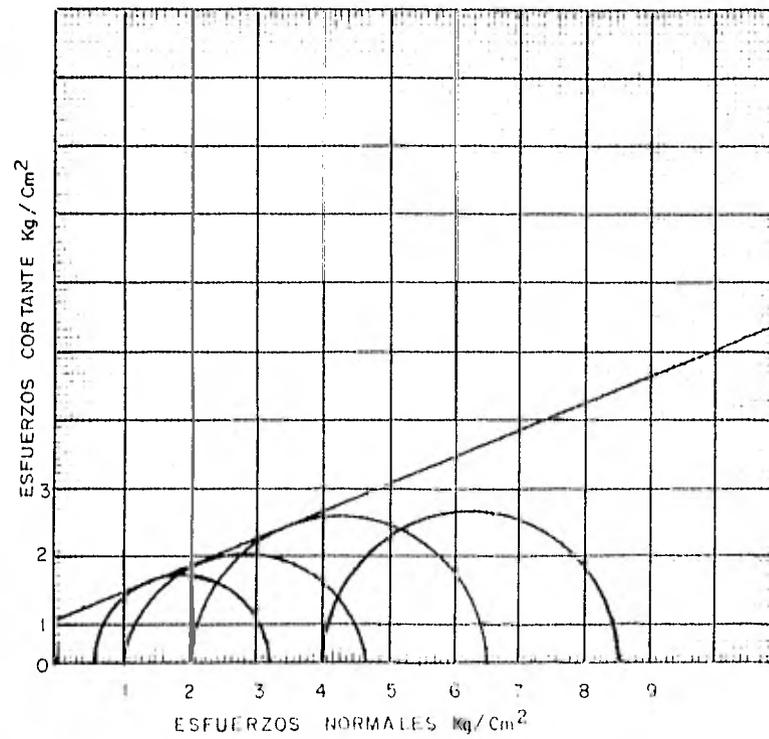


CIRCULO DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL.

PRUEBA No	W _i %	W _f %	E _i	E _f	G _i %	G _f %	\bar{v} Kg/Cm ²	$\bar{\sigma} - \bar{c}$ Kg/Cm ²	γ_h Kg/Cm ²	PARAMETRO DE RESISTENCIA AL ESE CORT
1	19.02		0.713		71.20		0.500	2.844		$\phi = 20$
2	22.78		0.760		70.43		1.000	3.221		C = 8 T/m ²
3	23.02		0.772		70.28		2.000	4.372		
4	22.80		0.785		77.26		4.000	4.761		
5										
6										

SONDEO N^o 2074

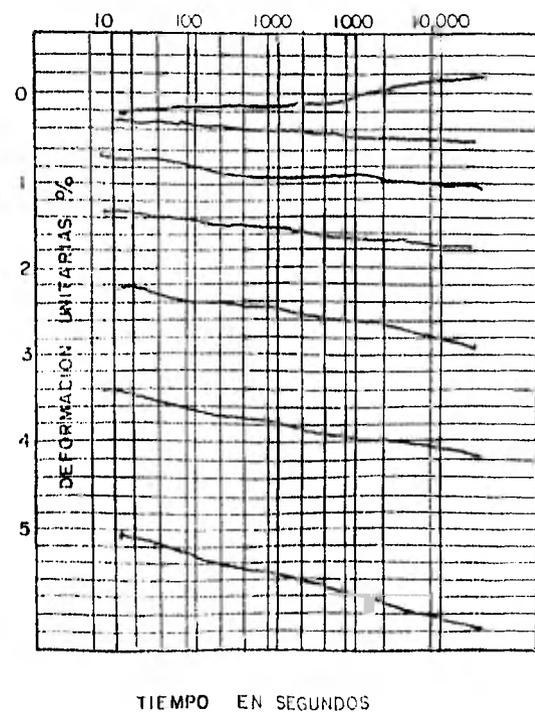
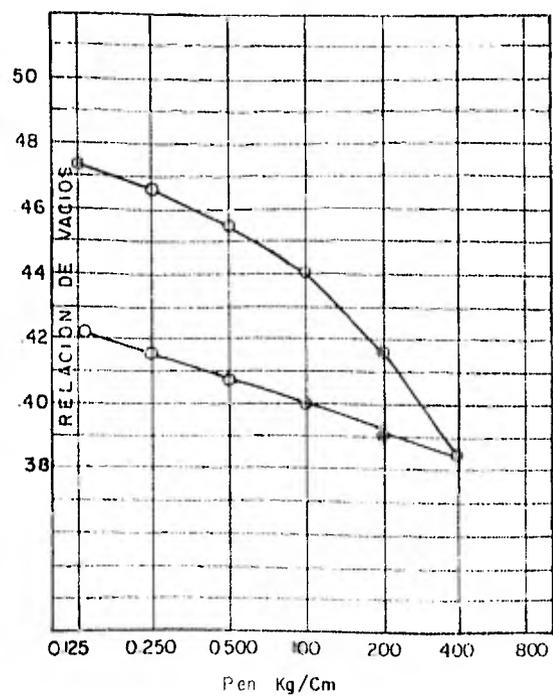
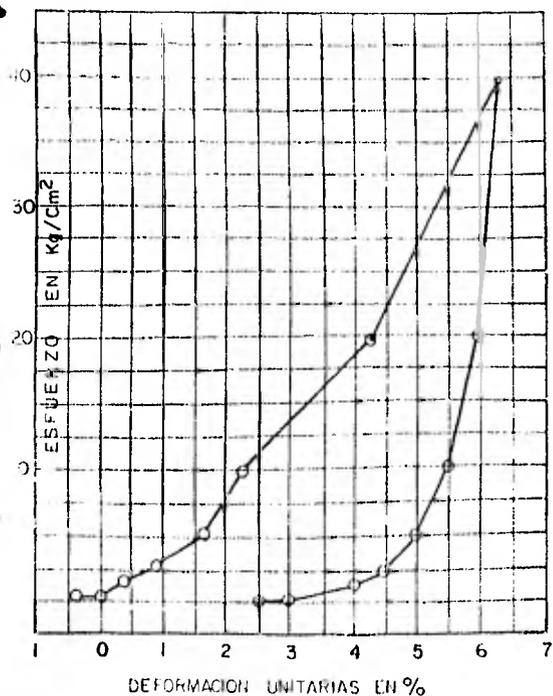
MUESTRA N^o PROFUNDIDAD 0.75-1.00



ANEXO IV : Gráficas de relación de vacíos, presión,
deformación-tiempo y deformación total -
presión.

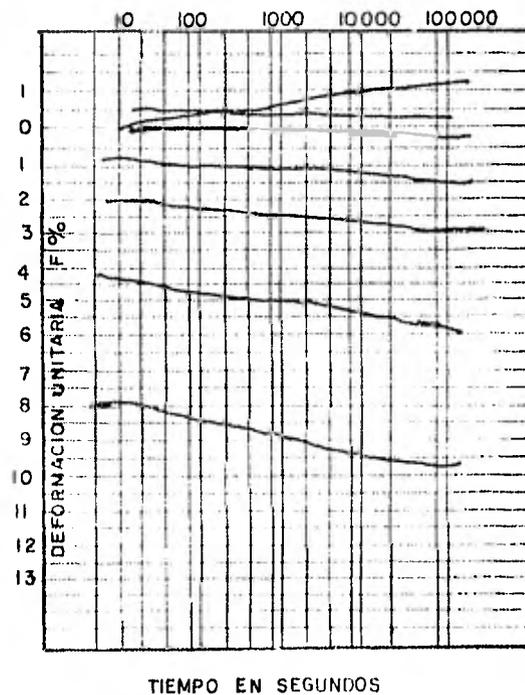
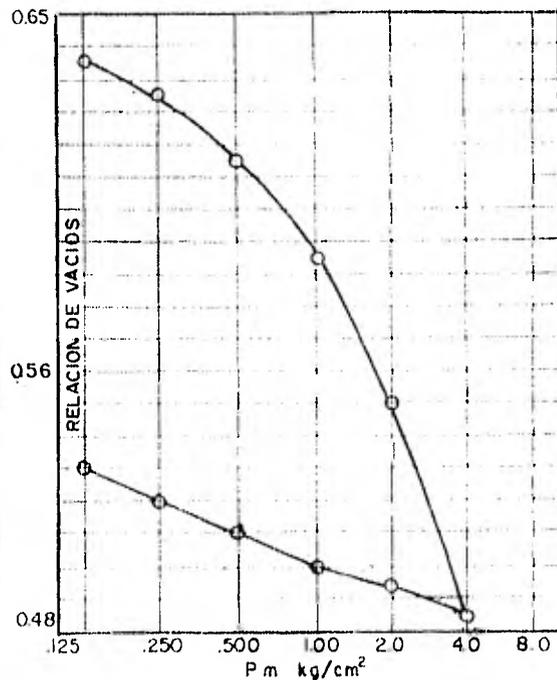
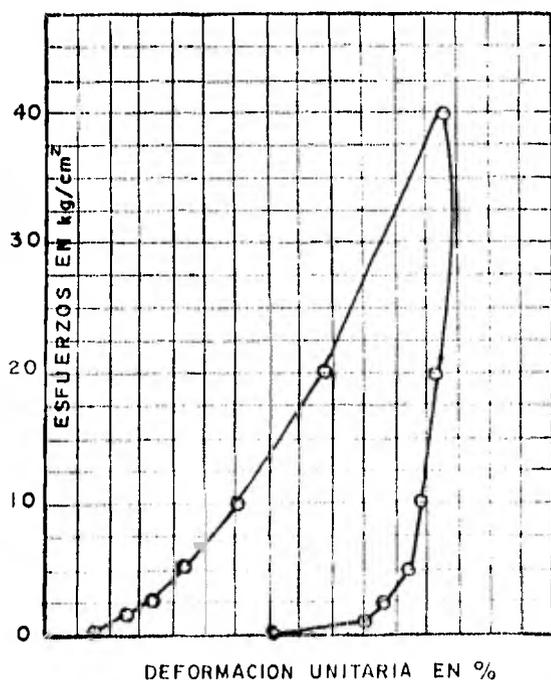
PRUEBA DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

Procedencia _____ Identificación de laboratorio _____ Proceso _____
 Muestra _____ Pozo 207e Banco _____ Profundidad 2.00-2.30
 Prueba No _____
 W Inicial 15.96 E Inicial 0.481 Sat. Inicial 87.53
 W Final 18.08 E Final 0.444 Sat. final 100



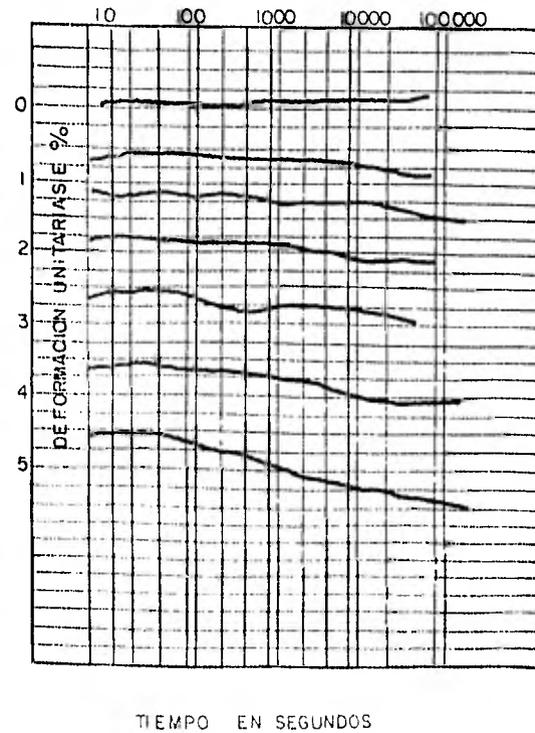
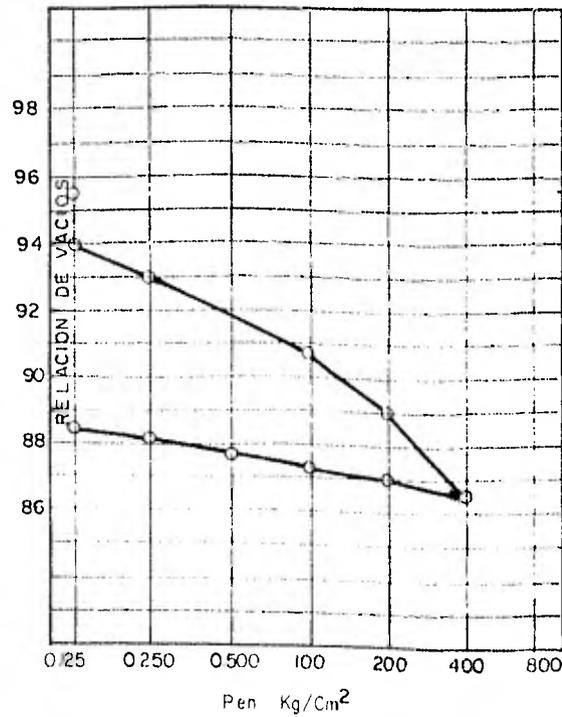
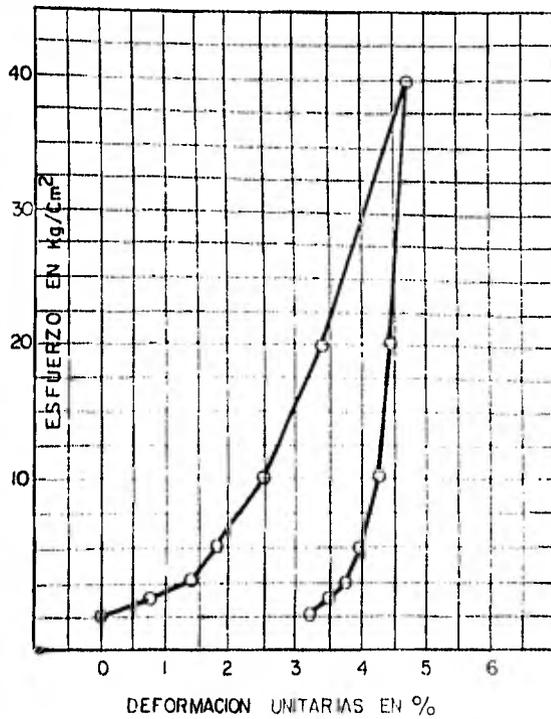
PRUEBA DE CONSOLIDACION UNIDIMENCIONAL

Procedencia _____ Identificación de laboratorio _____ Proceso _____
 Muestra _____ Pozo 2079 Banco _____ Profundidad 0.75 - 1.00
 Prueba No _____
 W Inicial 14.08 E Inicial .649 Sat. Inicial. 56.65
 W Final 23.69 E Final .580 Sat. Final 100



PRUEBA DE CONSOLIDACION UNIDIMENCIONAL

Procedencia _____ Identificación de laboratorio _____ Proceso _____
 Muestra _____ Pozo 2070 Banco _____ Profundidad 2.25—2.50
 Prueba No _____
 W Inicial 26.779 E Inicial 0.055 Sat. Inicial 75.72
 W Final 30.495 E Final 0.895 Sat. Final 02.43



PRUEBA DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

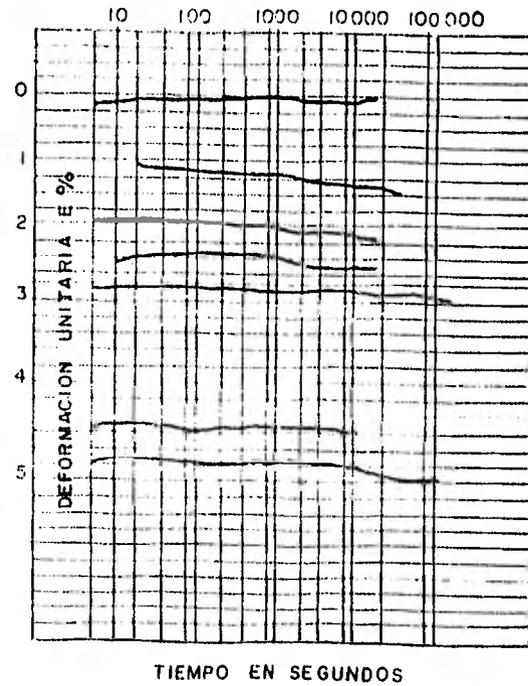
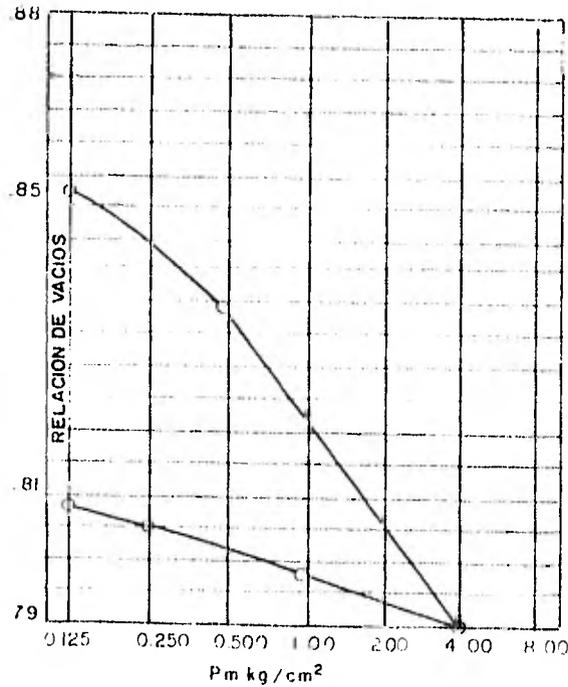
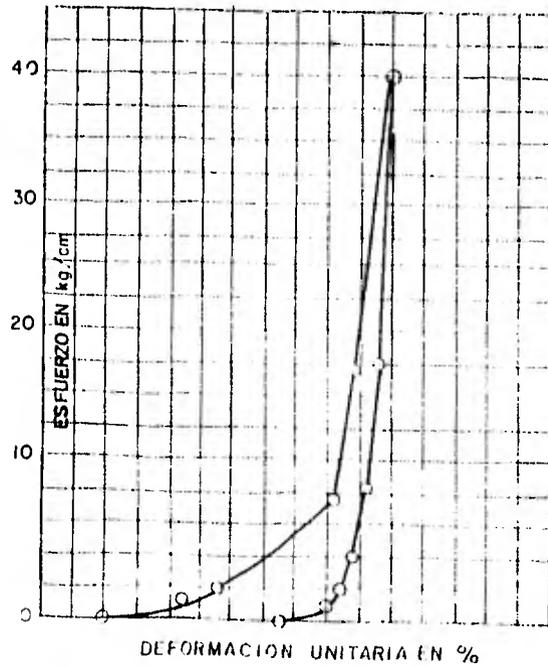
Procedencia _____ Identificación de laboratorio _____ Proceso _____

Muestra _____ Pozo 2069 Banco _____ Profundidad 2.50 - 2.75

Prueba No. _____

W inicial 28.373 e inicial 0.876 Sat. inicial 85.533

W final 30.978 e final 0.822 Sat. final 99.433



PRUEBA DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

Procedencia _____ Identificación de laboratorio _____ Proceso _____

Muestra _____ Pozo _____ Bonco _____ Profundidad 1.75 - 2.90

Prueba No _____

W Inicial 18.87 e inicial 0.735 Sat. inicial 87-78

W Final 23.13 e Final 0.633 Sat. Final 96-44

