



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES ARAGÓN.

## *ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE UN HOSPITAL EN LA CIUDAD DE VERACRUZ, ESTADO DE VERACRUZ*

### TESIS

Que para obtener el título de:

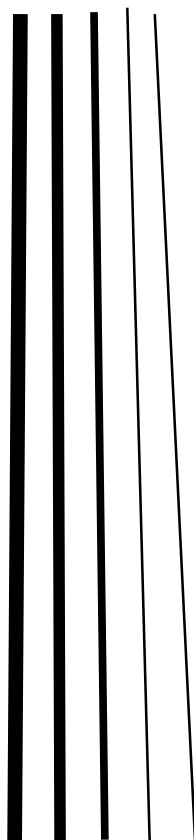
**INGENIERO CIVIL**

PRESENTA:

**FERNANDO BELTRAN LIEVANOS**

DIRECTOR DE TESIS:

**ING. GABRIEL ÁLVAREZ BAUTISTA.**



2009



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.

## **AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS:**

### **A DIOS NUESTRO SEÑOR:**

*Por haberme dado la oportunidad de vivir esta experiencia tan maravillosa junto a las personas que quiero, por darme la oportunidad de realizarme como ser humano y por no abandonarme en todos los momentos difíciles de mi vida.*

### **A MIS PADRES:**

#### **MARIA DE LA LUZ LIEVANOS SANCHEZ.**

*Quiero dedicar este trabajo de tesis a mi madre por darme el apoyo incondicional en todo momento de la vida, porque desde pequeño me guiaste por el buen camino, por motivarme para salir adelante, por estar ahí cuando más te necesito en los momentos más difíciles, por luchar ante todo para que no nos falte nada y por confiar en mí, tú que eres el ejemplo más grande que tengo en la vida, no tengo palabras para agradecerte todo lo que me has dado gracias mama.*

#### **FERNANDO BELTRAN ESPEJEL.**

*Por haberme traído a este mundo, por enseñarme muchas cosas esenciales de la vida demostrándome cariño y comprensión, que aunque no me hayas apoyado en mis estudios sigues siendo muy especial para mí, gracias por todos los momentos que me regalas.*

*También quiero mencionar a una persona que tuvo mucho que ver para que yo haya llegado hasta aquí a mi abuelo Leopoldo Beltrán Linares (†), quien también me apoyo incondicionalmente en todos los aspectos.*

### **A MI AMIGA Y COMPAÑERA:**

#### **MIRELLA NOLASCO ZAMORA.**

*A ti que desde que llegaste a mi vida me has apoyado en todas las decisiones, a ti te agradezco por iluminarme y brindarme esos momentos maravillosos, tú que te desvelabas conmigo haciendo mis tareas, tu eres lo mejor que ha llegado a mí, por eso y muchas cosas más que la verdad me faltarían palabras para decirlo pero que tu sabes que te amo y te quiero con todo mi ser, gracias amor este esfuerzo que he logrado es gracias a ti y por lo cual quiero decir que también eres partícipe de este pequeño logro.*

*A MIS HERMANOS:*

*ARMANDO BELTRAN LIEVANOS*

*PEDRO BELTRAN LIEVANOS*

*A cada uno de ellos les quiero decir que los quiero con todo mi corazón, ya que me apoyaron en esos momentos difíciles de la vida ustedes que siempre están a mi lado desde mi niñez hasta estos momentos de los cuales me han dado sus consejos y ánimos para continuar adelante. A todos mis hermanos les doy las gracias.*

*A MIS PROFESORES:*

*A cada uno de ellos les agradezco infinitamente por haberme brindado sus grandes conocimientos durante toda la carrera, especialmente al ING. GABRIEL ÁLVAREZ BAUTISTA, por compartirme su sabiduría en la teoría, práctica y en el apoyo incondicional en el término de esta tesis. Que al igual que el quiero decirle que lo aprecio como un gran amigo.*





## INDICE

1.-	Introducción	1
2.-	Descripción del proyecto y su localización	7
	2.1.- Localización	8
	2.2.- Descripción del proyecto	9
	2.3.- Colindancias	13
3.-	Exploración del subsuelo	15
	3.1 Pozos a cielo abierto	16
	3.2 Sondeos con equipo mecánico	20
	3.2.1 Método de penetración estándar	20
4.-	Ensayes de laboratorio	32
5.-	Descripción estratigráfica	35
	5.1 Fisiografía	36
	5.2 Geomorfología	36
	5.3 Estratigrafía	36
	5.4 Geología estructural	36
	5.5 Litología	37
	5.6 Sismicidad	37
	5.7 Características estratigráficas y físicas del subsuelo	39
6.-	Alternativas de cimentación	41
	6.1 Solución de cimentación	42
	6.2 Parámetros de diseño	44
	6.3 Capacidad de carga	45
	6.3.1 Pilas de cimentación	45
	6.3.2 En zapatas	47
	6.4 Asentamientos	48



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



7.-	Proceso constructivo	50
	7.1 Estabilidad de taludes considerando falla por traslación	51
	7.2 Presiones temporales sobre muros tablestacados y troqueles	52
	7.3 Presiones a largo plazo sobre muros rígidos	55
	7.4 Revisión por falla de empotramiento de la tablestaca	56
	7.5 Procedimiento constructivo	57
	7.5.1 Detalle de vigas maderas	58
	7.6 Construcción de pilas	60
	7.7 Excavación y construcción de contratrabes	62
	7.8 Sótano de estacionamiento	63
8.-	Conclusiones y recomendaciones	65

Anexos

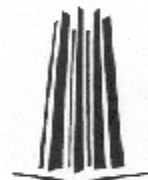
	Figuras	74
	Anexo I Reporte fotográfico	120
	Anexo II Pruebas de laboratorio	143
	Anexo III Procedimiento constructivo de pilas	170
	Anexo IV Proceso constructivo de tablestacado	178
	Bibliografía	183



## INTRODUCCION



FIGURA 1.- FOTOGRAFIA AEREA ISSSTE VERACRUZ



## 1.- INTRODUCCION

El estado de Veracruz se localiza en la parte central de la vertiente del Golfo de México, limitando con 7 Estados Mexicanos.

**Al Norte:** Tamaulipas

**Al Oeste:** San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla

**Al Suroeste y Sur:** Oaxaca

**Al Sureste:** Chiapas y Tabasco

Comparte el Golfo de México con:

### **Cinco Estados de la Unión Americana:**

- Texas
- Louisiana
- Mississippi
- Alabama
- Florida

### **Cinco Estados de la República Mexicana**

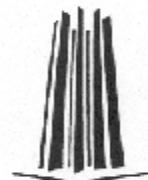
- Tamaulipas
- Tabasco
- Campeche
- Yucatán
- Quintana Roo

### **Geografía**

- La superficie del Estado es de 78,815 kilómetros cuadrados, representando el 3.7% de la superficie del País.
- Coordenadas Geográficas extremas: Al norte 22° 28', al sur 17° 09' de latitud norte; al este 93° 36', al oeste 98° 39' de longitud oeste.
- El litoral Veracruzano es de 745 kilómetros de longitud.
- Altitud: De 0 a 5,610 metros, yendo desde el nivel del mar hasta el volcán Pico de Orizaba.

### **Datos Históricos del Estado**

En el estado de Veracruz se han localizado restos arqueológicos que corresponden, los más antiguos de 1500 a 1200 años a.C. y se calculan en 1200 zonas las distribuidas en todo el estado. En ellas se han encontrado objetos



pertenecientes a varias etapas que van desde la prehistoria hasta el tiempo de la conquista.

El profesor Kart von Terzaghi publicó en 1925 su *Edbaumechanik* (Mecánica de Suelos) en Viena. Entonces nació el término ahora mundialmente usado.

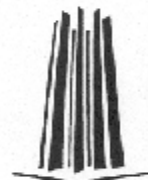
De entonces hacia la fecha ha habido una evolución muy grande y también momentos de gran incertidumbre y desconcierto. Científicos y técnicos han tratado a la Mecánica de Suelos a veces con desdén. “No es una rama científica, está llena de oscuridades y de dificultades, de imágenes puramente impíricas”.

La Ingeniería de Cimentaciones es de interés general para todos los Ingenieros Civiles, cualquiera que sea su especialidad, y porque el diseño y la construcción de cualquier tipo de cimentación requiere de un conocimiento básico general, a nivel operativo, de todos los conceptos en que se apoya la Geotecnia aplicada a la solución práctica de los problemas que plantean los suelos y las rocas como materiales de construcción. Es importante ampliar el conocimiento práctico de esta técnica entre los Ingenieros no especializados en ella.

Algunas veces, no sin razón, la geotecnia es considerada como una cuestión un tanto esotérica. Esta impresión es justificable si se considera la poca disponibilidad de libros en los que el temario, el nivel, la profundidad y el enfoque práctico en el tratamiento de los temas correspondan a las necesidades del ejercicio profesional o a los objetivos de un aprendizaje básico, a la vez que práctico, de la Geotecnia, de manera que el temario pueda ser cubierto dentro tiempo disponible en el aula.

El tema de la Ingeniería de Cimentaciones en la actualidad es todo un reto para los estudiantes de Geotecnia, así como en el pasado y en la actualidad deberán de enfrentarse a los diferentes tipos de suelo que se encuentran en la corteza terrestre, es por ello que el ingeniero ha de enfrentarse a muy diversos e importantes problemas planteados en el terreno.

Antes de iniciar cualquier tipo de construcción en cualquier zona, es de gran importancia que se ejecute el estudio de la Mecánica de Suelos del predio en cuestión, con lo cual se conoceran las características mecánicas y físicas generales del suelo en cuestión, permitiendo al ingeniero Geotecnista analizar de una forma mas general de las condiciones del suelo, con los datos arrojados por el estudio de la Mecánica de Suelos, el ingeniero Geotecnista efectuara el análisis correspondiente para el diseño de la cimentación mas óptima, adecuada y estable, garantizando el adecuado comportamiento de esta.



El estudio Geotécnico del suelo, es indispensable partir del conocimiento detallado de su estratigrafía, para relacionar la obtención de las muestras alteradas e inalteradas, después para la programación de pruebas de laboratorio, definición de criterios de análisis de estabilidad y comportamiento, y finalmente para la selección del procedimiento constructivo.

La cimentación es entonces, el elemento de conexión que permite un apoyo adecuado de la superestructura al suelo, corresponde al Ingeniero Geotecnista definir el tipo de cimentación más adecuado, debiendo tomar en cuenta todos los aspectos que involucren el buen funcionamiento, la economía y la seguridad que necesite el proyecto.

El presente trabajo, tiene como objetivo el análisis del Estudio de Mecánica de Suelos, para la realización del diseño de la cimentación más adecuada, de la ampliación y remodelación de un hospital constituido por estructuras de 1 a 5 niveles más un sótano de doble altura, localizado en la calle: Sayula s/n esquina Av. Díaz Mirón, Fraccionamiento Moderno, Municipio de Veracruz, Estado de Veracruz, México.

Con la finalidad de determinar el tipo de cimentación y los métodos de trabajo más adecuados para su construcción. Proporcionando los lineamientos Geotécnicos que se deben seguir para realizar este tipo de proyecto, examinando las condiciones particulares del subsuelo y analizando las posibles alternativas de cimentación.

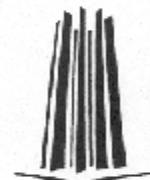
A continuación, se realiza una breve reseña del contenido de cada capítulo del presente trabajo de tesis:

## **CAPITULO I INTRODUCCION.**

Se realiza una pequeña descripción del contenido del trabajo que se pretende mostrar.

## **CAPITULO II DESCRIPCION DEL PROYECTO Y SU LOCALIZACION.**

Se realiza una descripción del predio de interés, definiendo las colindancias del terreno y su ubicación, además de hacer una descripción del proyecto arquitectónico, incluyendo algunos planos y croquis que facilitan la comprensión de lo descrito.



### **CAPITULO III EXPLORACION GEOTECNICA DEL SUBSUELO Y MUESTREO.**

Se determina la estratigrafía mediante las pruebas realizadas en el sitio de estudio, también las condiciones presentes y del pasado que afectaron al predio, así como la descripción de cada uno de los procedimientos e instrumentos empleados en los trabajos.

### **CAPITULO IV ENSAYES DE LABORATORIO.**

Presenta la descripción de los análisis de campo y laboratorio realizados para determinar el tipo de suelo en el que se va a desplantar y apoyar la cimentación del edificio, tales como: contenido de agua, límites de consistencia, densidad de sólidos, ensayos de compresión simple y triaxial, pruebas de consolidación unidimensional y granulometría.

### **CAPITULO V DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA.**

Se describe la Geología del sitio en estudio en forma general, también se obtiene el coeficiente sísmico de acuerdo a la Regionalización sísmica de la República Mexicana y se determina la secuencia estratigráfica del subsuelo encontrada en el sitio de interés de acuerdo a los sondeos realizados.

### **CAPITULO VI ANALISIS GEOTECNICO DE LA CIMENTACION.**

Se define el tipo de cimentación más adecuado de acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas de campo y laboratorio, además se establecen los criterios considerados para su diseño, se realizarán los cálculos correspondientes para determinar la capacidad de carga.

### **CAPITULO VII PROCESO CONSTRUCTIVO.**

Se determina el procedimiento de excavación más adecuado para la rapidez y seguridad de la obra, se hace una descripción detallada del proceso que se debe seguir para que se realice la excavación correctamente y así como las medidas de precaución que se necesitan, para garantizar la seguridad durante esta etapa.

### **CAPITULO VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Se hace una reseña de los resultados obtenidos y las recomendaciones que se hacen en cuanto al tipo de cimentación propuesta.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



**ANEXO I. REPORTE FOTOGRAFICO.**

Las tomas muestran la ubicación del predio, así como los trabajos de campo realizados.

**ANEXO II. PRUEBAS DE LABORATORIO.**

Se presentan los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a los especímenes del suelo del predio de interés.

**ANEXO III . PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE PILAS.**

Se presenta un informe detallado del procedimiento constructivo de las pilas, maquinaria empleada, herramienta y materiales empleados para su realización.

**ANEXO IV . PROCESO CONSTRUCTIVO DE TABLESTACADO.**

Se hace una descripción detallada del proceso que se debe seguir para que se realice la excavación correctamente, también se presentan los diferentes tipos de tablestacas y el equipo de instalación de las mismas.





## DESCRIPCION DEL PROYECTO Y SU LOCALIZACION



**FOTOGRAFIA 1 VISTA PANORAMICA DEL SITIO DE INTERÉS**



**FOTOGRAFIA 2 VISTA PANORAMICA DEL ÁREA EN ESTUDIO**



## 2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SU LOCALIZACIÓN

### 2.1 Localización

Se solicitó la realización del Estudio de Mecánica de Suelos en el predio ubicado en la Avenida Miguel Alemán, entre las calles de Sayula y Avenida Díaz Mirón, Municipio de Veracruz, Estado de Veracruz, donde se proyecta la ampliación y remodelación de la Clínica Hospital Veracruz del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). En las figuras 1 (foto aérea) y 2 se presentan la localización del predio de interés.

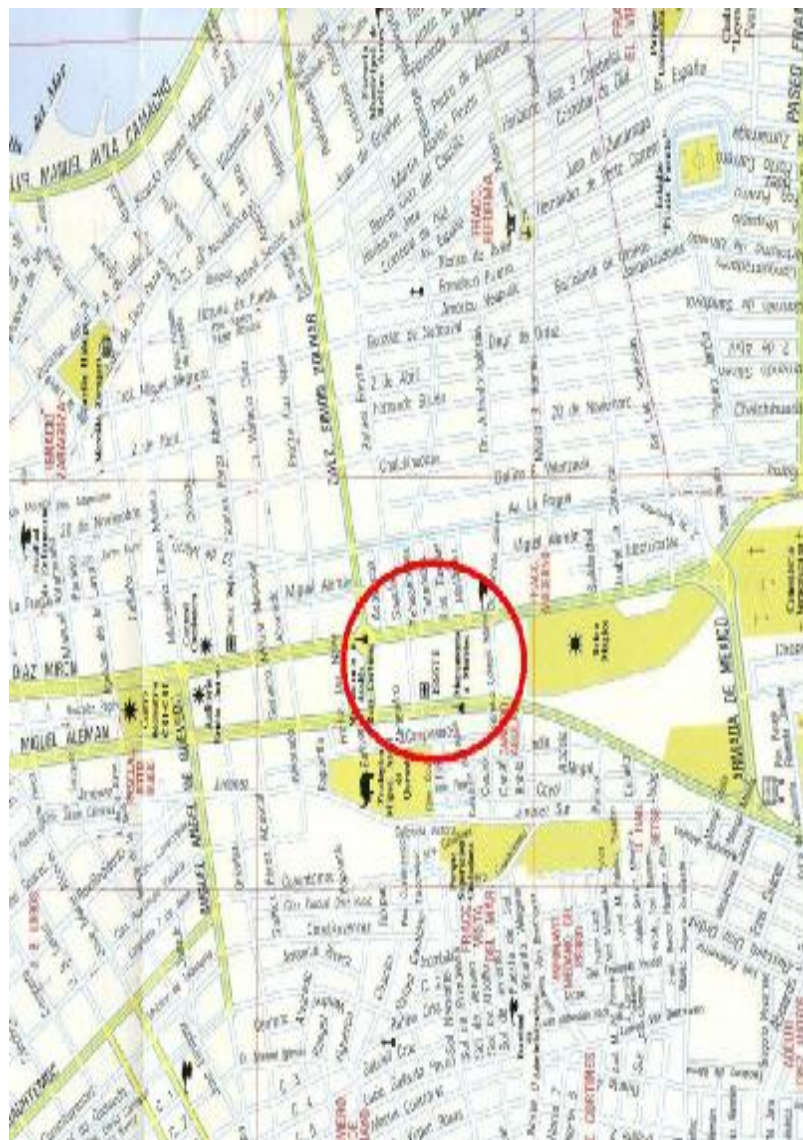


FIGURA 2.- LOCALIZACIÓN DE SITIO DE INTERÉS





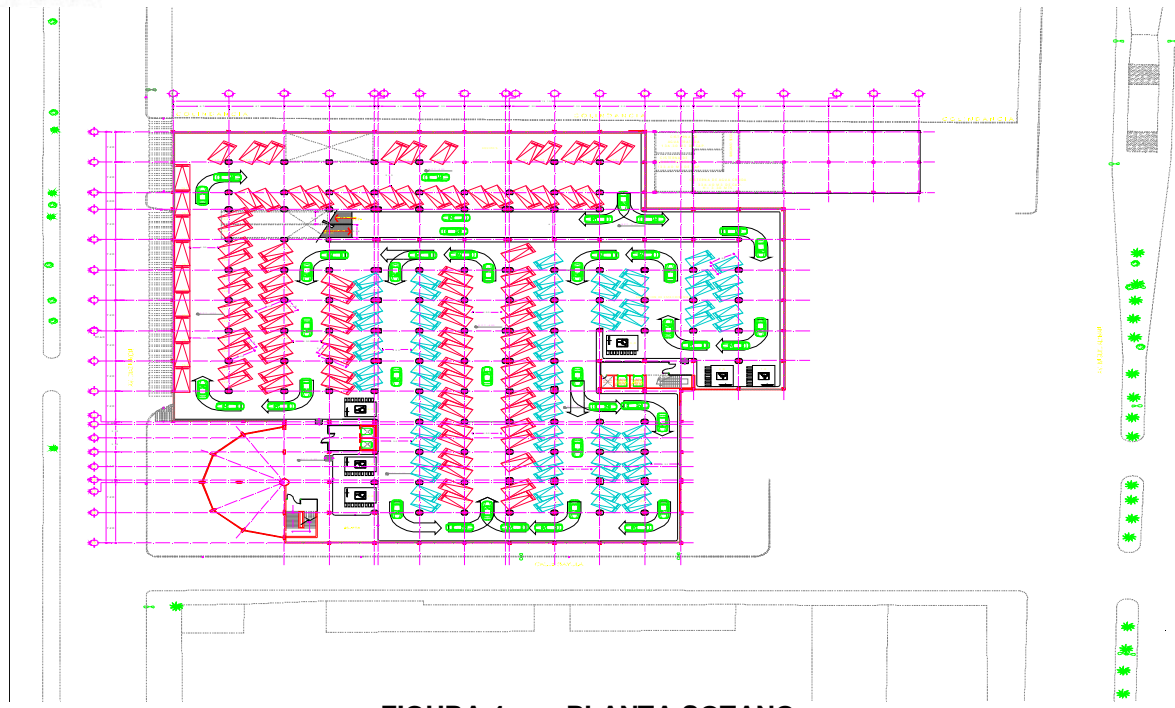
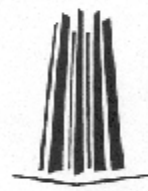


FIGURA 4.- PLANTA SOTANO

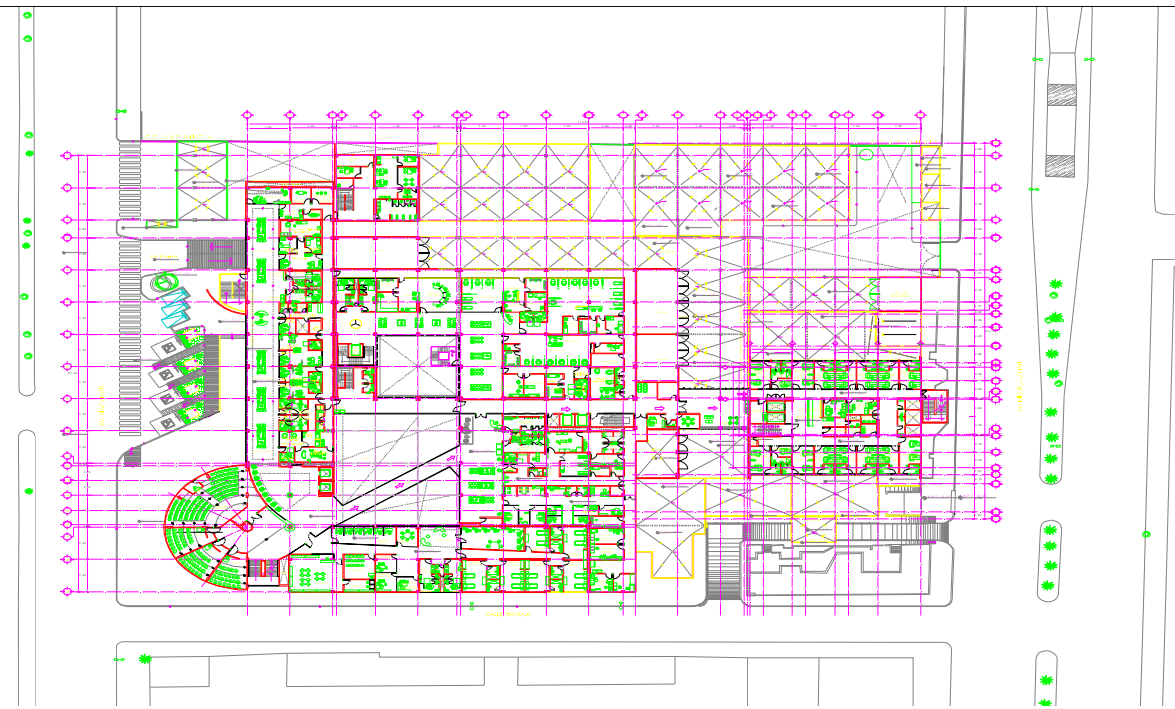
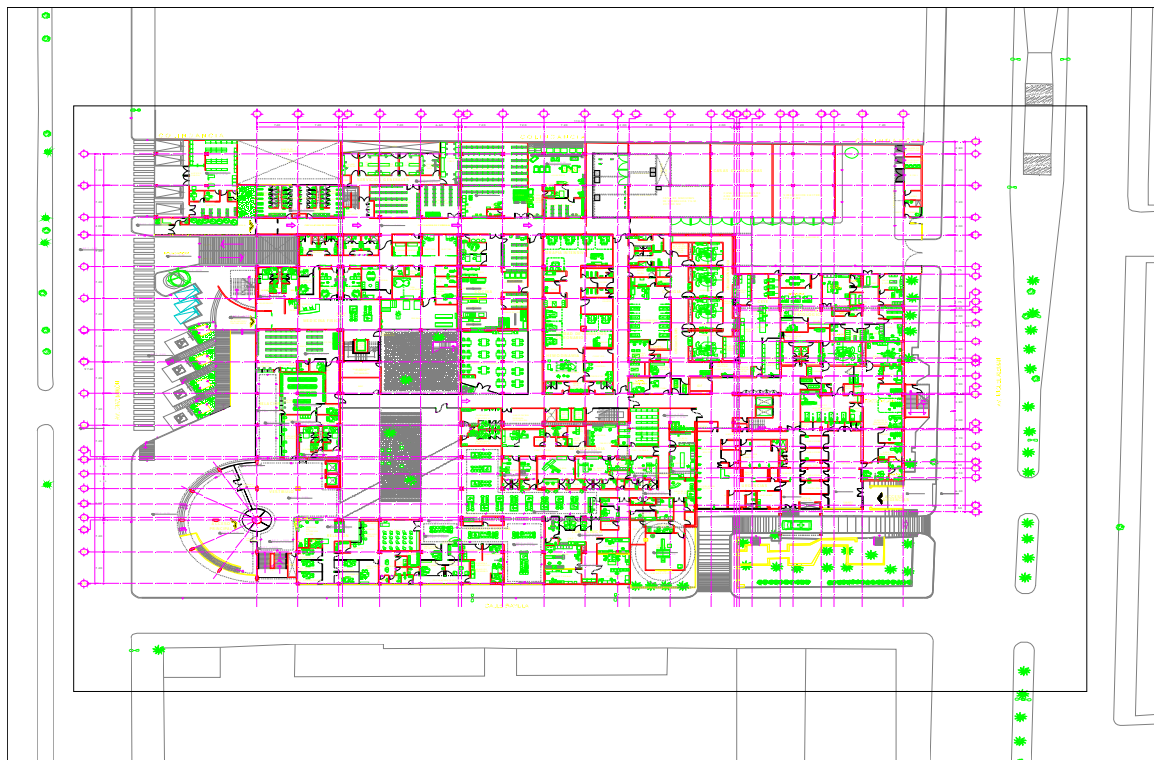
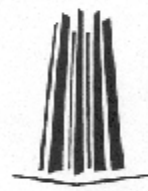


FIGURA 5.- PLANTA BAJA

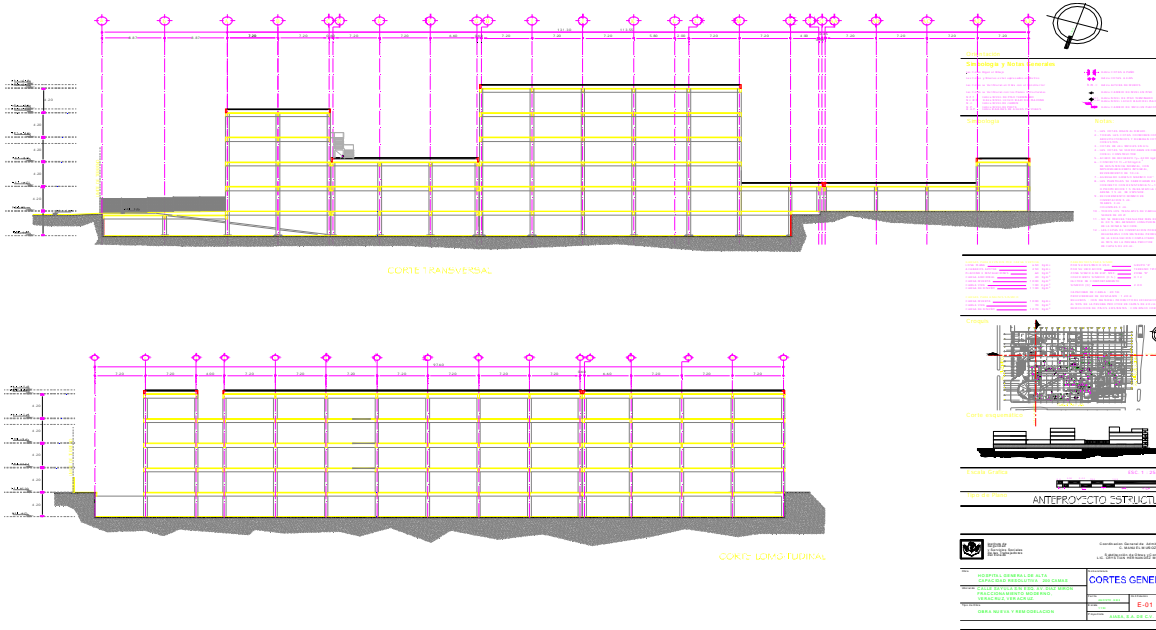


# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

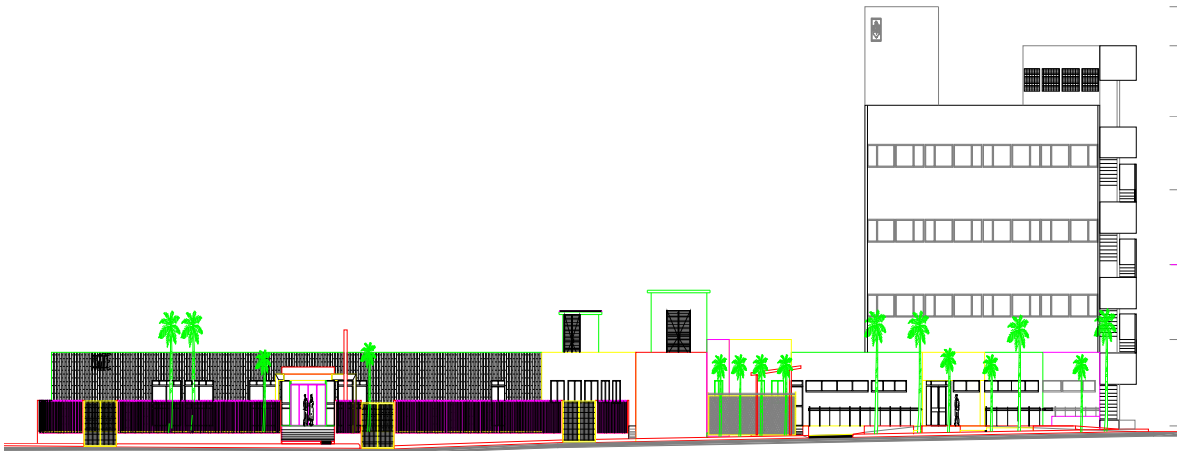
## FES ARAGÓN



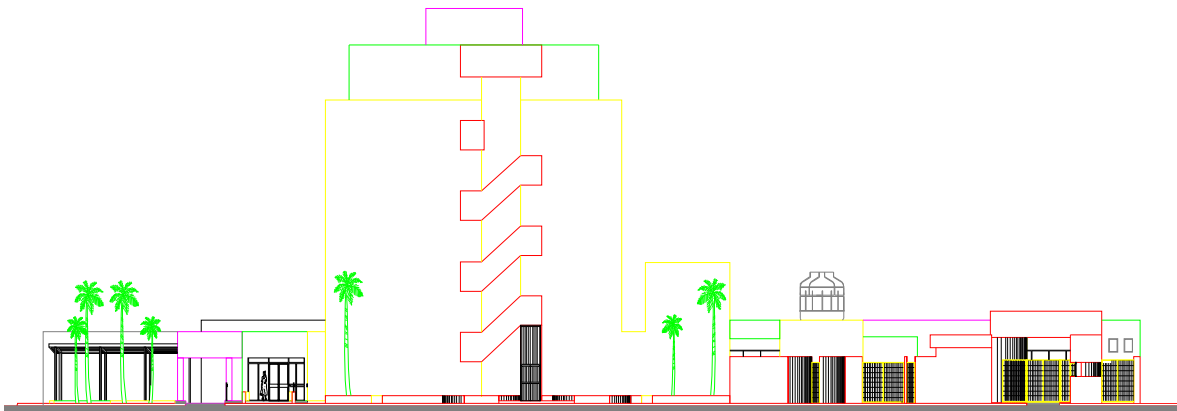
**FIGURA 6.- PLANTA PRIMER NIVEL**



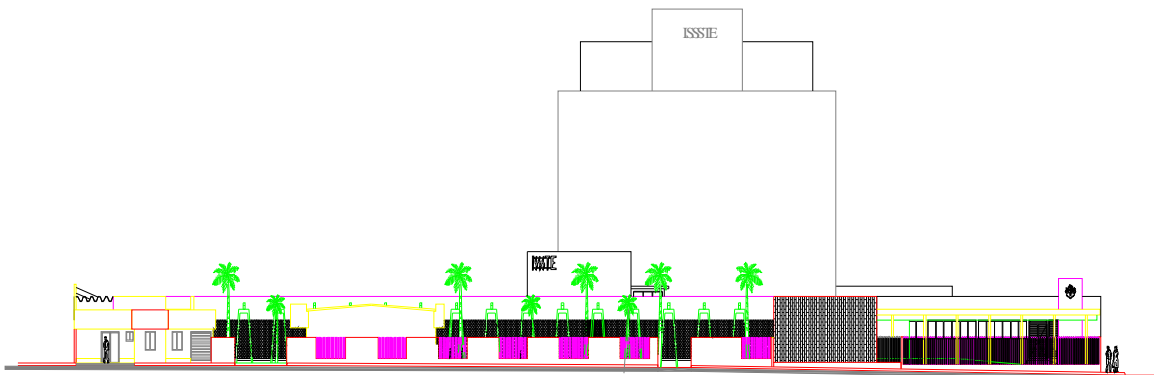
**FIGURA 7.- CORTE LONGITUDINAL**



**FIGURA 8.- FACHADA PRINCIPAL, CALLE SAYULA**



**FIGURA 8.- FACHADA LATERAL, AV. MIGUEL HIDALGO**



**FIGURA 9.- FACHADA LATERAL, AV. DIAZ MIRON**



El área existente para demolición será de 5,156.75 m<sup>2</sup>; y la ampliación proyectada ocupará un área aproximada de 5,776.00 m<sup>2</sup>, en la figura 10 se presenta la planta de conjunto, indicando el área de demolición, ampliación y remodelación proyectada.

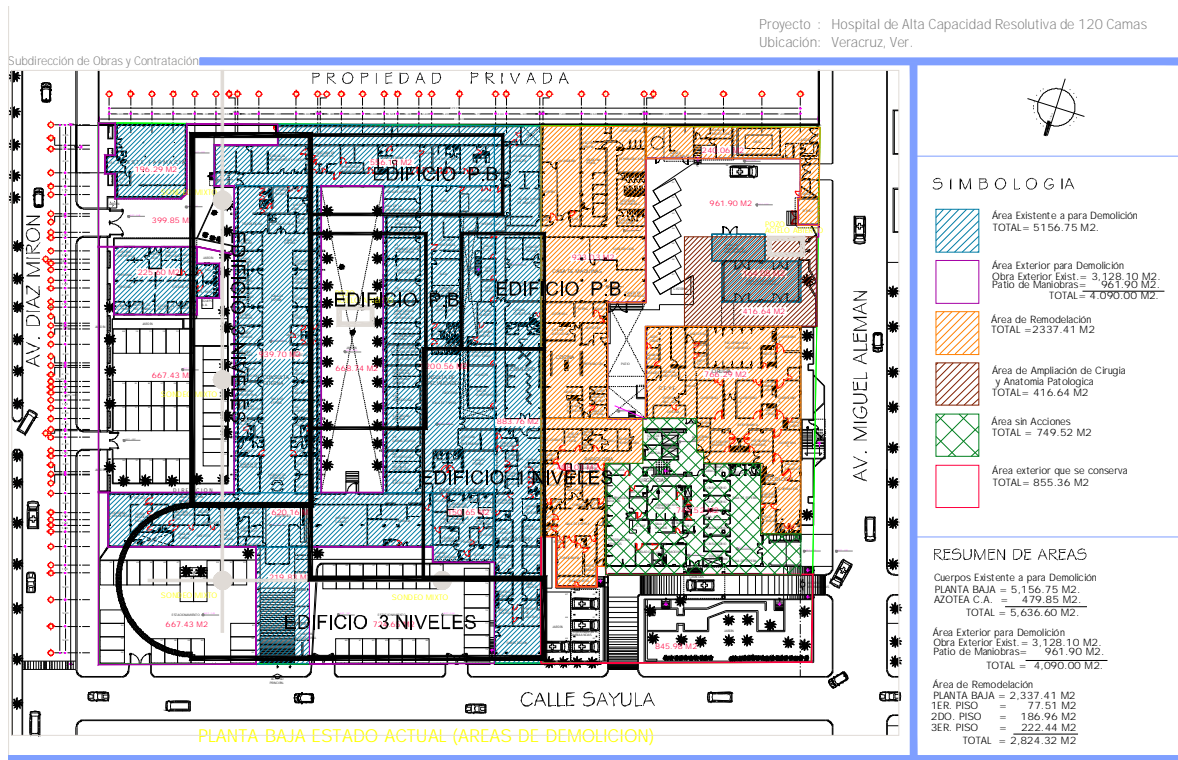


FIGURA 10.- PLANTA DE CONJUNTO, INDICANDO EL ÁREA DE DEMOLICIÓN, AMPLIACIÓN Y REMODELACIÓN PROYECTADA.

### 2.3 Colindancias

El sitio de interés colinda al Norte con la calle de Sayula, al Sur con una propiedad privada, al Oriente con la Avenida Díaz Mirón y al Poniente con la Avenida Miguel Alemán. La topografía actual del predio es sensiblemente horizontal.

De acuerdo a la información recabada la cota cero corresponde al NTP (Nivel de Piso Terminado) de la planta baja del Hospital existente. El nivel de banquetta de la Av. Miguel Alemán se encuentra 30 cm aproximadamente por debajo de la cota 0.00, y el nivel de banquetta de la calle Díaz Mirón se tiene a 70 cm., aproximadamente por debajo de la cota 0.00





El proyecto arquitectónico denominado Hospital de Alta Capacidad Resolutiva de 200 camas, estará constituido por estructuras de 1 a 5 niveles superiores, y en la mayor parte se tendrá un sótano de doble altura con nivel de piso terminado en la cota -4.20 como se muestra en las figuras de 4 a 9, los cuales estarán estructurados con losas, traveses y columnas de concreto armado, así como muros de carga. La distribución de los edificios se presenta en la figura 11.

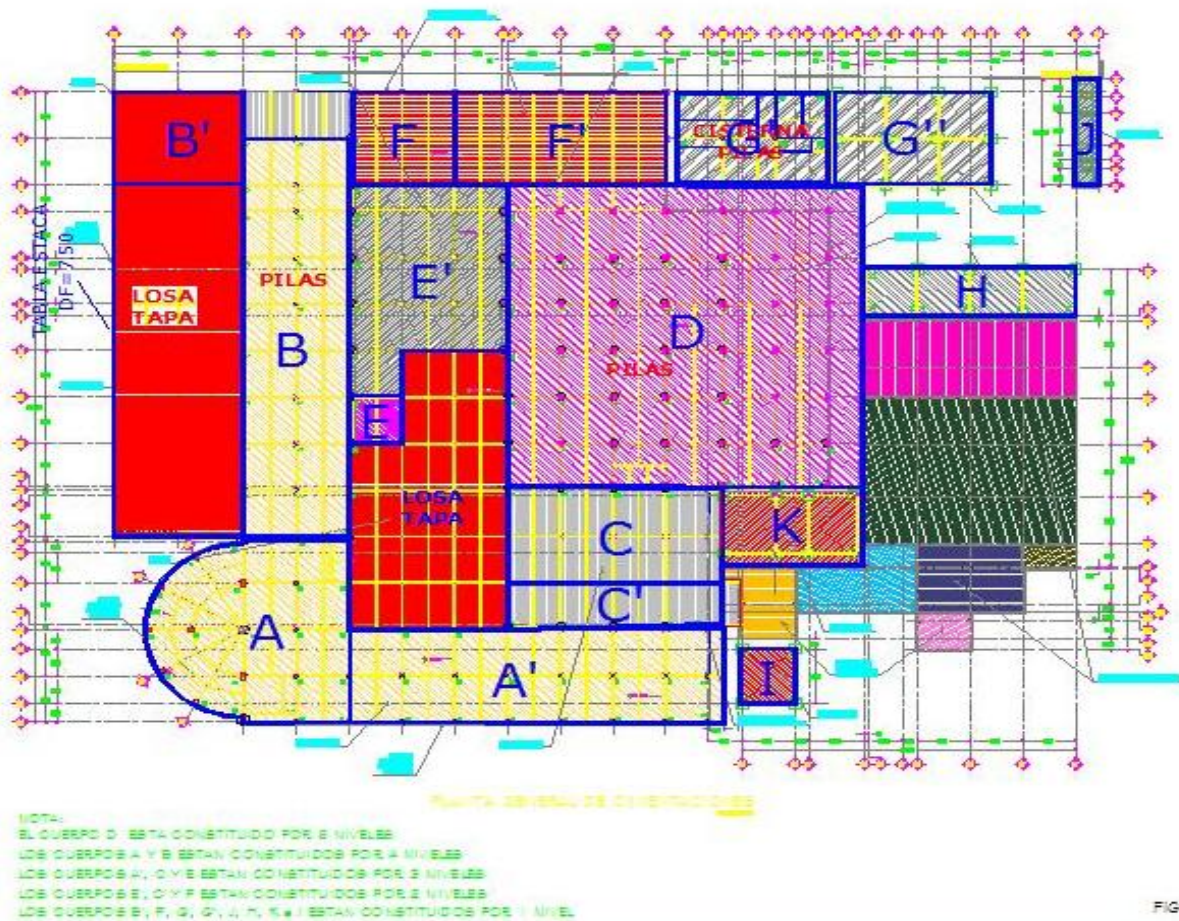


FIGURA 11

FIGURA 11.- DISTRIBUCION DE PLANTAS PROYECTADAS

Con el objeto de determinar la estratigrafía del subsuelo del sitio analizado, sus propiedades índice y mecánicas, la alternativa de cimentación que se juzga más adecuada para las estructuras de interés que garanticen su estabilidad, en este informe se describen los trabajos efectuados en la exploración del subsuelo, se reportan los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados, su interpretación para obtener los parámetros que se emplearon en los análisis geotécnicos desarrollados, el procedimiento constructivo más adecuado para la cimentación propuesta y para la realización de la excavación que alojara el sótano.





## EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO





### 3.- EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

En el sitio de interés con el objeto de conocer las propiedades estratigráfica y físicas de los depósitos del subsuelo, se realizaron cuatro sondeos de penetración estándar a 20 m de profundidad, denominados SPT-1 a SPT-4, y se excavaron dentro del predio seis pozos a cielo abierto denominados PCA-1 a PCA-6 a profundidades variables de 1.2 a 1.5 m de profundidad. En la figura 12 se presenta la ubicación de los sondeos realizados

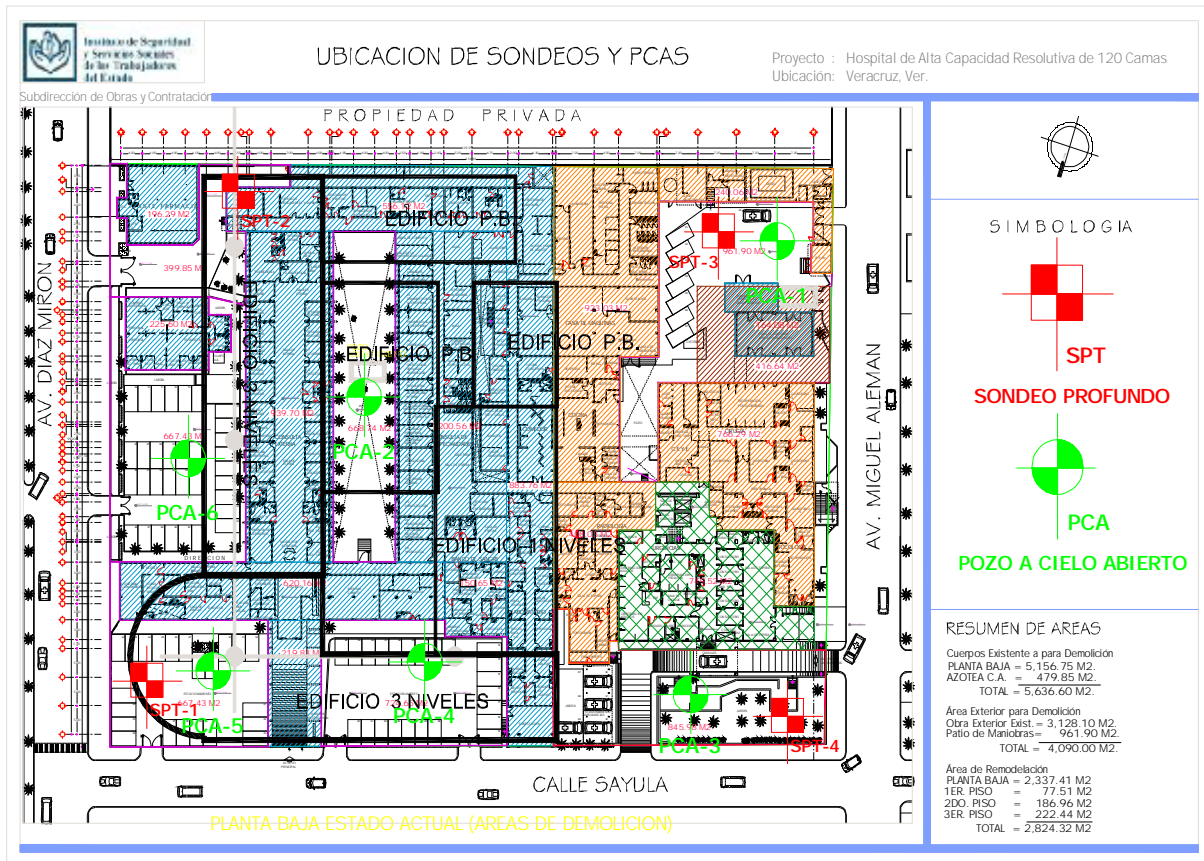


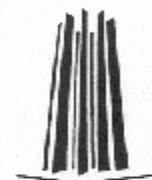
FIGURA 12.- UBICACIÓN DE SONDEOS Y PCA'S

#### 3.1 Pozos a cielo abierto

Para conocer las características superficiales del subsuelo se excavaron y muestrearon seis pozos a cielo abierto, los cuales se ubicaron en el interior del predio de interés, con el objeto de determinar espesores de la capa de suelo vegetal y/o rellenos de mala calidad, obteniendo muestras cúbicas inalteradas de los materiales representativos y determinando la estratigrafía en cada una de las paredes de los pozos mediante técnicas de clasificación de campo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN

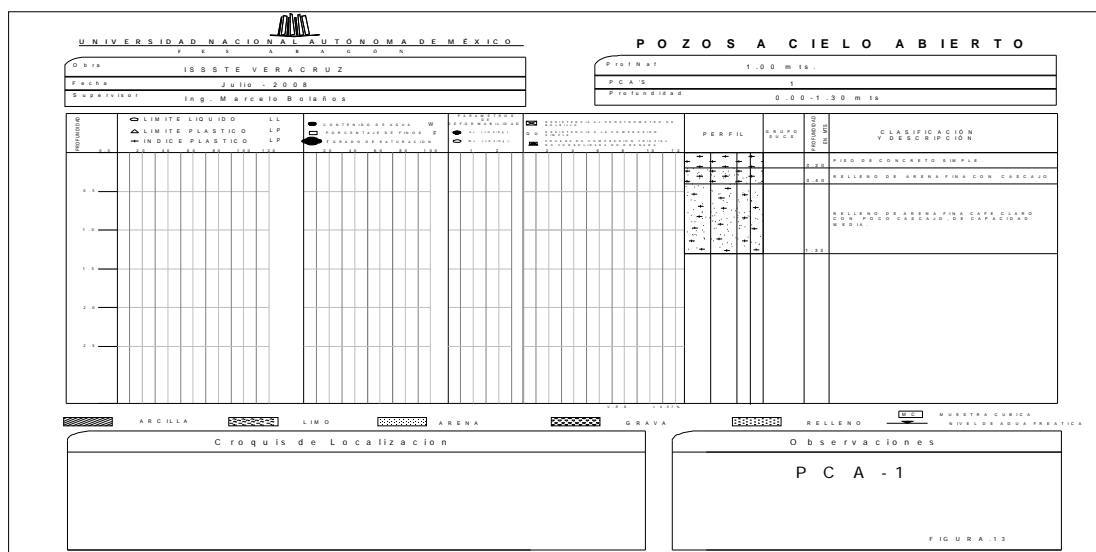


El procedimiento consiste en realizar excavaciones a cielo abierto dentro del predio en estudio de exactamente 0.8 m. x 1.5 m. y profundidad tal que permita determinar las características de los depósitos superficiales (rellenos) y la profundidad a la que se tiene el N.A.F. (Nivel de Agua Freática) que en este caso se detecto a 1.0 m de profundidad promedio con respecto a la cota 0.00, ahora bien si las condiciones de los taludes de la excavación lo permiten se profundiza hasta 2 ó 2.5 m , de lo contrario se ampliará la excavación si se considera conveniente.

Una vez hecha la excavación, en una de las paredes del pozo se va abriendo una ranura vertical de sección uniforme de la cual se obtiene una muestra cúbica de aproximadamente 25 cm. de lado por 20 cm. de profundidad, este trozo de suelo se empaca debidamente y se envía al laboratorio para su estudio. Si se detectan a simple vista varios estratos de suelo, se tomarán muestras de cada uno de ellos de la misma forma.

Es importante mencionar que la excavación y todos los trabajos fueron supervisados por un ingeniero especialista en Mecánica de Suelos, para que ahí mismo realice sencillas pruebas de campo que determinen de manera preliminar el tipo de suelo sobre las paredes del pozo, y algunas de sus características como granulometría, plasticidad, entre otras.

En la figura 12 se presenta un croquis del terreno con la ubicación en planta de cada uno de los pozos a cielo abierto excavados, y en las figuras 13 a 18 se presentan los perfiles de cada uno de los pozos excavados.

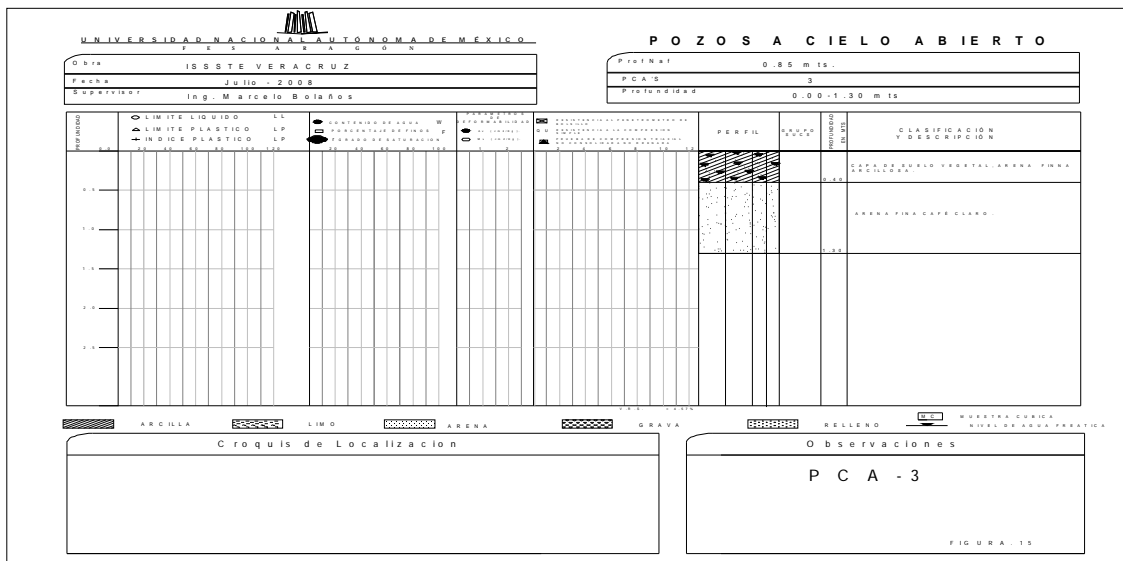
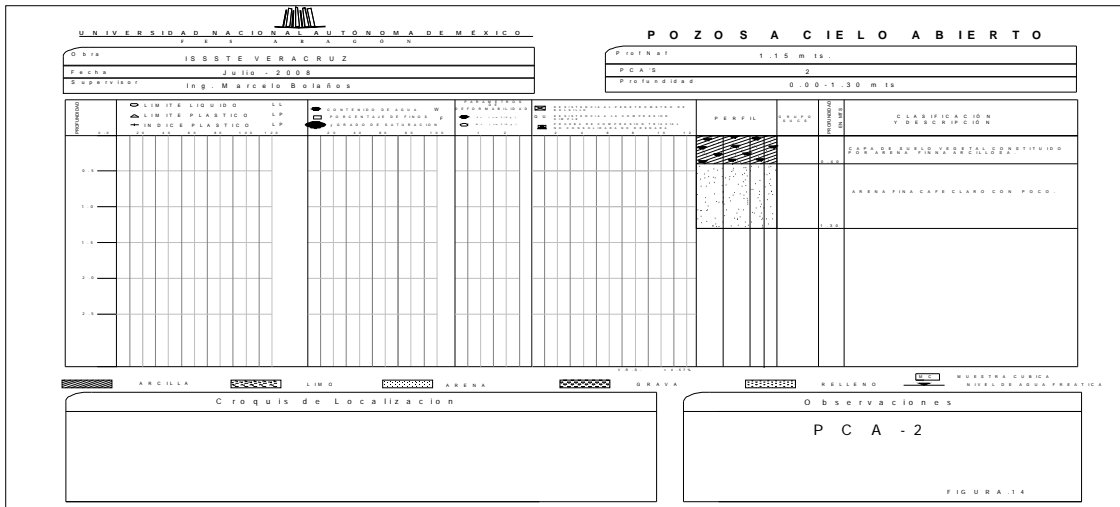
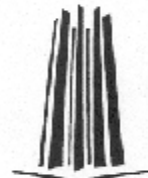


**FIGURA 13.- PERFIL DEL PCA 1**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FES ARAGÓN

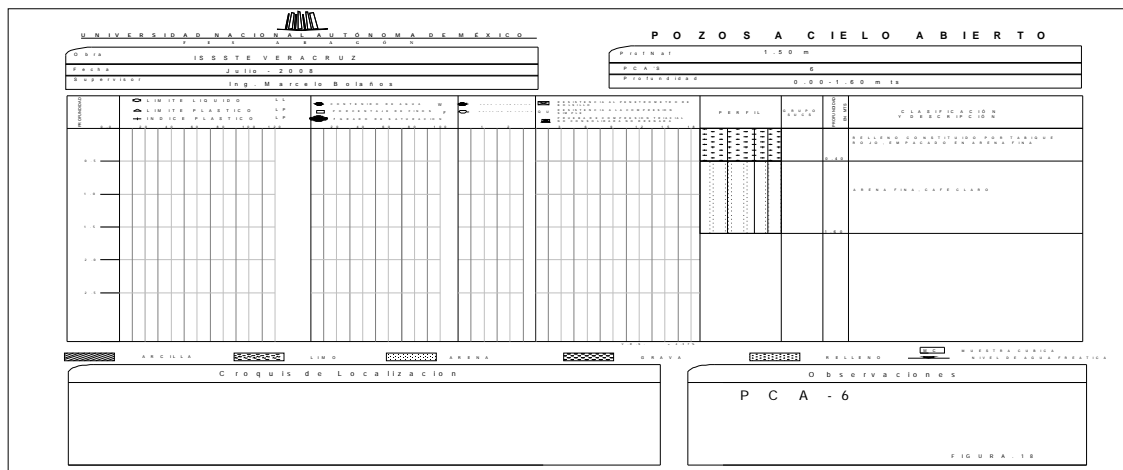
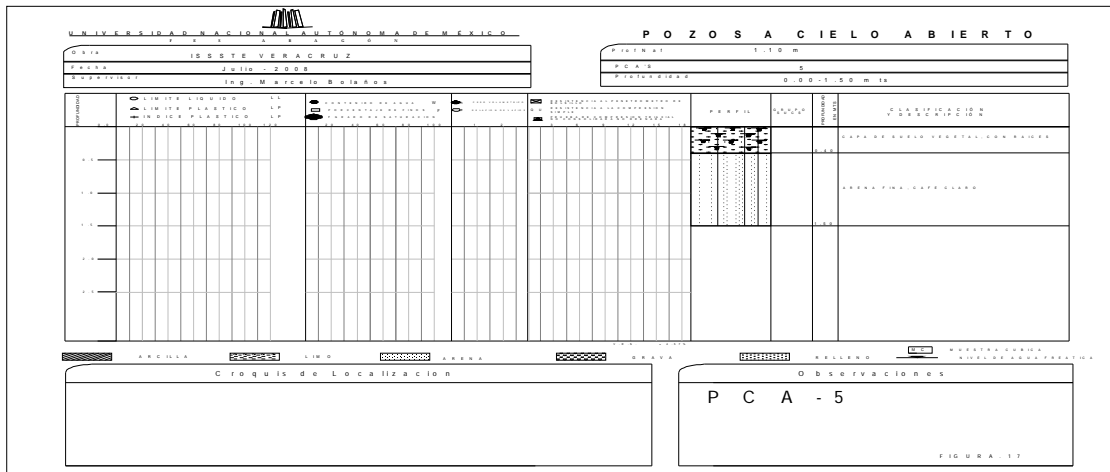
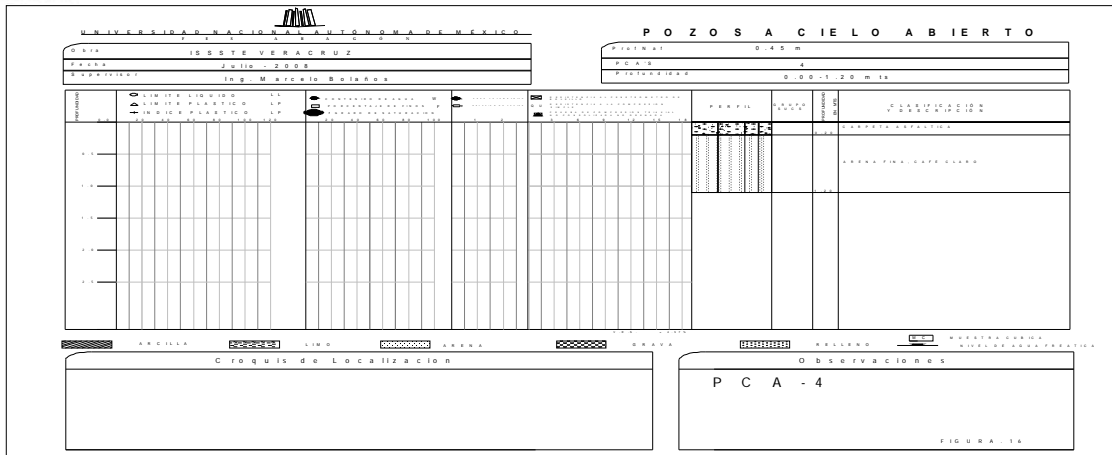


FIGURAS 14 y 15.- PERFILES DE LOS PCA'S 2 - 3



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FES ARAGÓN



**FIGURAS 16 a 18.- PERFILES DE LOS PCA'S 4 a 6**



### 3.2 Sondeos con equipo mecánico

Los sondeos profundos realizados fueron de tipo penetración estándar con la ubicación que se presenta en la figura 12, a continuación se presenta en que consiste:

#### 3.2.1 Método de penetración estándar

Con este método se obtiene principalmente muestras alteradas de suelo, la importancia y utilidad mayores de la prueba de penetración estándar radican en las correlaciones realizadas en el campo y en el laboratorio en diversos suelos, sobre todo en arenas, que permiten relacionar aproximadamente la compacidad, el ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) en arenas y el valor de la resistencia a la compresión simple ( $q_u$ ) en arcillas.

La prueba se realiza dejando caer un martillo que pesa 63.5 Kg. sobre la barra de perforación, desde una altura de 76 cm. El número de golpes N necesarios para producir una penetración de 30 cm. se considera la resistencia a la penetración. Para considerar la falta de apoyo, los golpes de los primeros 15 cm. de penetración no se toman en cuenta; los necesarios para aumentar la penetración de 15 a 45 cm. constituyen el valor de N.

En el caso de las arenas, los valores obtenidos de N son bastante seguros como para usarlos en el proyecto de las cimentaciones, en el caso de las arcillas plásticas, los valores de N deben tomarse con criterio pues no son tan dignos de crédito. A continuación se presenta una tabla que correlaciona el número de golpes con la compacidad relativa, en el caso de las arenas, y la consistencia, en el caso de las arcillas, según Terzaghi y Peck:

#### Correlación entre la resistencia a la penetración y las propiedades de los suelos a partir de la prueba de penetración estándar.

ARENAS BASTANTE SEGURAS	
No. DE GOLPES POR 30 CM. N	COMPACIDAD RELATIVA
0 - 4	MUY SUELTA
5 - 10	SUELTA
11 - 30	MEDIA
31 - 50	COMPACTA
MAS DE 50	MUY COMPACTA

ARCILLAS (RELATIVAMENTE INSEGURA)	
No. DE GOLPES POR 30 CM. N	CONSISTENCIA
MENOS DE 2	MUY BLANDA
2 - 4	BLANDA
5 - 8	MEDIA
9 - 15	FIRME
15 - 30	MUY FIRME
MAS DE 30	DURA





Los sondeos exploratorios se efectuaron con profundidad de 20 m., empleando la prueba de penetración estándar de acuerdo con la norma ASTM D-1586, obteniendo muestras representativas alteradas a cada 60 cm y midiendo, simultáneamente el índice de resistencia a la penetración de más de 50 golpes para penetrar los 30 cm intermedios del penetrómetro.

En todos los casos en que la resistencia a la penetración estándar fue mayor de 50 golpes se avanzó con broca tricónica hasta completar 60 cm de perforación.



En las figuras 19 a 26 se presentan los registros de campo de los sondeos profundos realizados, y en las figuras 27 a 30 se muestran los perfiles estratigráficos de los sondeos profundos realizados en el interior del predio.

En el Anexo I se presenta un reporte fotográfico de los trabajos realizados y de las colindancias existentes.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FES ARAGÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN

## REPORTE DIARIO DE PERFORACIÓN

OBRA: ISSSTE VERACRUZ		COORDENADAS: X _____ Y _____ Z _____	
LOCALIZACIÓN: VERACRUZ		FECHA DE INICIO: 22/07/2008 Hrs. _____	
POZO No: 1		TERMINACIÓN: 22/07/2008 Hrs. _____	
TIPO DE SONDEO: SPT		BOMBA: MOYNO CUE	
LONGITUD AR 24			

MUESTRA No	PROFUNDIDAD m.			RECUPERACIÓN			PENETRACIONES POR PUNTO DEL MARTILLO 60 KG A 760 GRS. CADA T.P.M.			TIPO DE MUESTREO	CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL	AVANCE	m.	%	CPM (G/GRS)	15 cm.	30 cm.	15 cm.		
1	0.00	0.80	0.80	0.45			3	10	8	T.P.	Arena fina poco limosa con raíces, café oscuro.
2	0.80	1.20	0.80	0.12			4	6	2	T.P.	Arena fina poco limosa, café oscuro.
3	1.20	1.80	0.80	0.24			2	3	2	T.P.	Arena fina poco limosa, café oscuro.
4	1.80	2.40	0.80	0.18			1	1	1	T.P.	Limo arenoso con arena fina, café oscuro.
5	2.40	3.00	0.80	0.17			2	3	2	T.P.	Arena fina poco limosa, café oscuro.
6	3.00	3.80	0.80	0.26			2	6	3	T.P.	Arena fina poco limosa, café verdoso.
7	3.80	4.20	0.80	0.42			7	25	17	T.P.	Arena fina poco limosa, gris verdoso.
8	4.20	4.80	0.80	0.27			7	27	12	T.P.	Arena fina poco limosa, gris poco oscuro.
9	4.80	5.40	0.80	0.22			6	15	7	T.P.	Arena fina poco limosa, gris poco oscuro.
10	5.40	6.00	0.80	0.22			4	5	7	T.P.	Arena fina poco limosa, gris poco oscuro.
11	6.00	6.80	0.80	0.32			7	24	24	T.P.	Arena fina poco limosa, gris oscuro.
12	6.80	7.20	0.80	0.42			10	26	22	T.P.	Arena fina poco limosa, gris oscuro.
13	7.20	7.80	0.80	0.45			9	45	22	T.P.	Arena fina poco limosa, gris oscuro.
14	7.80	8.40	0.80	0.26			10	27	25	T.P.	Arena fina poco limosa, gris claro.
15	8.40	9.00	0.80	0.29			5	45	24	T.P.	Arena fina poco limosa, gris oscuro.
16	9.00	9.80	0.80	0.26			14	49	26	T.P.	Arena fina poco limosa, gris oscuro.
17	9.80	10.20	0.80	0.25			10	25	15	T.P.	Arena fina poco limosa con grumos, gris oscuro.
18	10.20	10.80	0.80	0.29			11	42	46	T.P.	Arena fina poco limosa, gris oscuro.
19	10.80	11.15	0.25	0.25			22	3020	-	T.P.	Arena fina poco limosa, gris oscuro.
-	11.15	11.40	0.25	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca Inconica 2" 1/2.
20	11.40	12.00	0.80	0.40			20	26	13	T.P.	P.S. Arena fina, P. Limo arcillosa con arena fina, gris.
21	12.00	12.60	0.80	0.25			5	25	13	T.P.	Limo arenoso con arena arcillosa, gris.
22	12.60	13.20	0.80	0.25			10	31	20	T.P.	Arena fina arcillosa, gris verdoso.
23	13.20	13.81	0.41	0.25			10	3026	-	T.P.	Arena fina poco arcillosa, gris verdoso.
-	13.81	13.80	0.49	-			AVANCE			S.S.	Avance con broca Inconica 2" 1/2.

NIVEL PRÁCTICO (m): _____	TURNO: _____	HRS: _____	PROF. PROYECTO: 20.00 mts.
OBSERVACIONES GENERALES: _____			PROF. REAL: 20.40 mts.
			OPERADOR: Dustano Joaquín.
ADICIONALES (m): _____			SUPERVISOR: _____
			FECHA: _____

FIGURA - 19



FIGURA 19.- REGISTRO DEL SONDEO SPT – 1





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FES ARAGÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN

## REPORTE DIARIO DE PERFORACIÓN

OBRA: ISSSTE VERACRUZ		COORDENADAS: X Y Z	
LOCALIZACIÓN: VERACRUZ		FECHA DE INICIO: 22/07/2008 Hrs.	
POZO No: 1		TERMINACIÓN: 22/07/2008 Hrs.	
TIPO DE SONDEO: SPT		BOMBAS: MOYNO 318	
LONGITUD AR 24			

MUESTRA No	PROFUNDIDAD m.			RECUPERACIÓN			PENETRACION ESTANDAR PESO DE MARTILLO & KG ALTURA CAIDA 75 cm N° DE GOLPES EN			TIPO DE MUESTRO	CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL	AVANCE	m.	%	CRV (DEBES)	15 cm.	30 cm.	15 cm.		
24	13.00	11.40	0.45	0.34			12	5026	-	T.P.	Arena fina poco arenosa, gris verdoso.
-	14.25	12.00	0.15	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca helicoidal 2" 1/2.
25	14.40	12.80	0.36	0.24			25	5021	-	T.P.	Arena fina poco arenosa, gris verdoso.
-	14.75	13.20	0.24	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca helicoidal 2" 1/2.
26	15.00	13.00	0.26	0.25			24	5011	-	T.P.	Arena poco limosa, gris verdoso.
-	15.25	13.60	0.24	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca helicoidal 2" 1/2.
27	15.60	13.85	0.25	0.24			23	5012	-	T.P.	Arena fina poco limosa, gris verdoso.
-	15.85	14.20	0.22	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca helicoidal 2" 1/2.
28	16.20	14.55	0.25	0.20			20	5020	-	T.P.	Arena fina poco limosa, gris verdoso.
-	16.55	14.80	0.25	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca helicoidal 2" 1/2.
29	16.80	17.15	0.25	0.25			29	5020	-	T.P.	Arena fina poco limosa, gris verdoso.
-	17.15	17.40	0.25	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca helicoidal 2" 1/2.
30	17.40	17.83	0.43	0.25			30	5025	-	T.P.	Arena fina poco limosa, gris verdoso.
-	17.83	18.00	0.17	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca helicoidal 2" 1/2.
31	18.00	18.41	0.41	0.30			18	5026	-	T.P.	Arena fina con conchitas poco limosa, gris verdoso.
-	18.41	18.60	0.19	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca helicoidal 2" 1/2.
32	18.60	18.85	0.25	0.20			26	5020	-	T.P.	Arena fina con conchitas poco limosa, gris verdoso.
-	18.85	19.20	0.25	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca helicoidal 2" 1/2.
33	19.20	19.65	0.45	0.30			29	50	-	T.P.	Arena fina con conchitas poco limosa, gris verdoso.
-	19.65	19.80	0.15	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca helicoidal 2" 1/2.
34	19.80	20.40	0.60	0.25			20	48	30	T.P.	Arena fina con conchitas poco limosa, gris verdoso.

NIVEL PRÁCTICO (m):	UNIDAD:	HRS:	PROP. PREVISTO: 20.00 mts.
OBSERVACIONES GENERALES:			PROP. REAL: 20.40 mts.
			OPERADOR: DUSTANO JOAQUIN.
			SUPERVISOR: _____
ADICIONALES (m):			FECHA: _____

FIGURA - 20



**FIGURA 20.- REGISTRO DEL SONDEO SPT – 1**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FES ARAGÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN

## REPORTE DIARIO DE PERFORACIÓN

OBRA: ISSSTE VERACRUZ		COORDENADAS: X		Y		Z					
LOCALIZACIÓN: VERACRUZ		FECHA DE INICIO: 24/07/2008		Hrs.							
POZO No. 2		TERMINACIÓN: 24/07/2008		Hrs.							
TIPO DE SONDEO: SPT											
LONGITUD 24						BOMBA: MOYNO 3US					
MUESTRA No.	PROFUNDIDAD m.			RECUPERACIÓN			PENETRACIÓN ESTÁNDAR (PSD) DEL MARTILLO SPT (ALTURA CADA 30 cm. N° DE GOLPES EN)			TIPO DE MUESTREO	CLASIFICACIÓN Y/OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL	AVANCE	m.	%	CR% (GOLPES)	15 cm.	30 cm.	15 cm.		
-	0.00	0.20	0.20	-			AVANCE			BT	Avance con broca helicoidal 3" 1/8.
1	0.20	0.80	0.60	0.27			5	13	8	T.P.	arena fina poco limosa, café oscuro.
S/R	0.80	1.40	0.60	S/R			5	6	2	T.P.	Sin recuperación.
S/R	1.40	2.00	0.60	S/R			P.H	1	4	T.P.	Sin recuperación.
2	2.00	2.60	0.60	0.17			4	7	5	T.P.	arena fina poco limosa, café oscuro.
3	2.60	3.20	0.60	0.20			5	13	7	T.P.	arena fina poco limosa, café claro.
4	3.20	3.80	0.60	0.27			5	12	9	T.P.	arena fina poco limosa, café claro.
5	3.80	4.40	0.60	0.30			7	22	20	T.P.	arena fina poco limosa, café claro.
6	4.40	5.00	0.60	0.27			5	19	10	T.P.	arena fina poco limosa, café claro.
7	5.00	5.60	0.60	0.27			6	10	7	T.P.	P.S. arena fina poco limosa, café claro. P. arena fina arcillosa limosa oscura.
8	5.60	6.20	0.60	0.60			2	5	5	T.P.	arena fina arcillosa limosa oscura.
9	6.20	6.80	0.60	0.15			6	26	15	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
10	6.80	7.40	0.60	0.36			6	24	13	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
11	7.40	8.00	0.60	0.25			6	23	16	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
12	8.00	8.60	0.60	0.32			5	19	14	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
13	8.60	9.20	0.60	0.22			6	24	14	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
14	9.20	9.80	0.60	0.22			7	24	14	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
15	9.80	10.40	0.60	0.27			7	25	19	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
16	10.40	11.00	0.60	0.34			10	20	14	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
17	11.00	11.60	0.60	0.50			6	24	15	T.P.	Arcilla arenosa poco limosa, oscura.
18	11.60	12.20	0.60	0.57			6	20	17	T.P.	Arcilla arenosa poco limosa, gris verdoso.
19	12.20	12.80	0.60	0.36			7	26	24	T.P.	Arcilla arenosa poco limosa, gris verdoso.
20	12.80	13.25	0.45	0.35			11	30	-	T.P.	P.S. Arcilla arenosa gris verdoso. P. arena fina.
-	13.25	13.40	0.15	-			AVANCE			BT	Avance con broca helicoidal 3" 1/8.
21	13.40	14.00	0.60	0.35			16	24	11	T.P.	arena fina poco limosa con grumos de arena cementada, gris verdosa.
NIVEL PRÁCTICO (m)				TUNELAS		HRS.		PROP. PROYECTO: 20.00 mts.			
OBSERVACIONES GENERALES:								PROP. REAL: 19.75 mts.			
								OPERADOR: DUSTANO JOAQUIN			
								SUPERVISOR:			
								FECHA:			
ADICIONALES (m)								FIGURA - 21			



**FIGURA 21.- REGISTRO DEL SONDEO SPT – 2**







UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## FES ARAGÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN

### REPORTE DIARIO DE PERFORACIÓN

OBRA: ISSSTE VERACRUZ		COORDENADAS: X _____ Y _____ Z _____										
LOCALIZACIÓN: VERACRUZ		FECHA DE INICIO: _____ Hrs. _____										
POZO No. 3		TERMINACIÓN: _____ Hrs. _____										
TIPO DE SONDEO: SPT		BOMBA: NOYND 316										
LONGITUD 24												
MUESTRA No.	PROFUNDIDAD m.		RECUPERACIÓN			PENETRACIONES POR PUNTO DEL MARTILLO & 10 ALTURAS CADA 15 cm. N° DE GOLPES EN			TIPO DE MUESTRO	CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES		
	INICIAL	FINAL	MINUS	m.	%	CR% (GOLPES)	15 cm.	30 cm.			15 cm.	
1	0.00	0.60	0.60	0.21			2	9	6	T.P.	arena fina arcillosa con nubes verdosas, café oscuro.	
2	0.60	1.20	0.60	0.26			6	9	3	T.P.	arena fina poco arcillosa, café oscuro.	
3	1.20	1.80	0.60	0.45			1	1	1	T.P.	arena fina poco arcillosa, gris oscuro.	
4	1.80	2.40	0.60	0.45			1	2	7	T.P.	arena fina poco arcillosa, café claro.	
5	2.40	3.00	0.60	0.45			2	5	4	T.P.	arena fina poco arcillosa, café claro.	
6	3.00	3.60	0.60	0.40			3	9	7	T.P.	arena fina poco limosa, café claro.	
7	3.60	4.20	0.60	0.27			4	12	13	T.P.	arena fina poco limosa, café grisáceo.	
8	4.20	4.80	0.60	0.26			5	21	11	T.P.	arena fina poco limosa, café grisáceo.	
9	4.80	5.40	0.60	0.25			4	5	5	T.P.	P.S. arena fina oscura. Pí. Arcilla arenosa, café oscuro.	
10	5.40	6.00	0.60	0.25			2	5	3	T.P.	Arcilla arenosa poco limosa oscura.	
11	6.00	6.60	0.60	0.47			3	27	27	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.	
12	6.60	7.20	0.60	0.25			12	22	25	T.P.	arena fina poco limosa, café grisáceo.	
13	7.20	7.80	0.60	0.25			7	26	26	T.P.	arena fina poco limosa, café grisáceo.	
14	7.80	8.40	0.60	0.33			10	25	16	T.P.	arena fina poco limosa, café grisáceo.	
15	8.40	9.00	0.60	0.30			5	20	10	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.	
16	9.00	9.60	0.60	0.25			4	15	17	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.	
17	9.60	10.20	0.60	0.30			5	26	21	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.	
18	10.20	10.80	0.60	0.24			13	26	21	T.P.	arena fina poco limosa, gris verdoso.	
19	10.80	11.40	0.60	0.34			9	12	12	T.P.	P.S. arena fina oscura. Pí. Arcilla arenosa, café oscuro.	
20	11.40	12.00	0.60	0.20			7	20	12	T.P.	Arcilla arenosa poco limosa, gris oscura.	
21	12.00	12.60	0.60	0.60			5	14	12	T.P.	Arcilla arenosa limosa con nubes fofas, gravillas gris verdoso.	
22	12.60	13.20	0.60	0.26			4	25	26	T.P.	Arcilla arenosa limosa gris verdosa con gravillas de arena cementada.	
23	13.20	13.80	0.60	0.30			23	41	33	T.P.	arena fina limosa con grumos de arena cementada, gris verdosa.	
24	13.80	14.40	0.60	0.44			13	25	24	T.P.	arena fina poco limosa, gris verdoso.	
25	14.40	14.83	0.43	0.29			13	50/25	-	T.P.	arena fina poco limosa, gris verdoso.	
NIVEL PRÁCTICO (m): _____		TUBOS: _____		HRS: _____		PROF. PROYECTO: _____		PROF. REAL: _____		OPERADOR: <u>Dustano Joaquín</u>		FIGURA - 23
OBSERVACIONES GENERALES: _____		SUPERVISOR: _____		FECHA: _____								
ADICIONALES (m): _____												



**FIGURA 23.- REGISTRO DEL SONDEO SPT – 3**







UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## FES ARAGÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN

### REPORTE DIARIO DE PERFORACIÓN

OBRA: ISSSTE VERACRUZ		COORDENADAS: X _____ Y _____ Z _____	
LOCALIZACIÓN: VERACRUZ		FECHA DE INICIO: 23/07/2008 Hrs. _____	
POZO No: 4		TERMINACIÓN: 23/07/2008 Hrs. _____	
TIPO DE SONDEO: SPT		BOMBA: MOYNO 3LE	
LONGITUD AR 24			

MUESTRA No	PROFUNDIDAD m.			RECUPERACIÓN			PENETRACIONES POR PESO DEL MARTILLO 60 KG ULTRADE CILINDRO 15 cm. N° DE GOLPES EN			TIPO DE MUESTRO	CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL	AVANCE	m.	%	GRS (DESGR)	15 cm.	30 cm.	15 cm.		
1	0.00	0.60	0.60	0.3			3	5	4	T.P.	ARENA FINA CON ESCASA ARCILLA CON RAICES COLOR CAFÉ OSCURO
-											
S/R	0.60	1.20	0.60				1	2	1	T.P.	SIN RECUPERACIÓN
2	1.20	1.50	0.60	0.42			1	2	2	T.P.	ARENA FINA POCO ARCILLOSA CAFÉ OSCURO
3	1.50	2.40	0.60	0.47			2	4	2	T.P.	ARENA FINA POCO ARCILLOSA CAFÉ OSCURO
4	2.40	3.00	0.60	0.45			3	11	6	T.P.	ARENA FINA POCO ARCILLOSA GRIS
5	3.00	3.60	0.60	0.40			4	12	11	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS
6	3.60	4.20	0.60	0.35			5	12	11	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS
7	4.20	4.50	0.60	0.25			7	24	14	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO
8	4.50	5.40	0.60	0.37			6	22	16	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO
9	5.40	6.00	0.60	0.40			10	31	21	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO
10	6.00	6.60	0.60	0.30			13	35	23	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO
11	6.60	7.20	0.60	0.37			5	32	22	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO
12	7.20	7.50	0.60	0.35			10	35	35	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO
13	7.50	8.30	0.40	0.25			12	50/25		T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO
-	8.30	8.40	0.20	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 15
14	8.40	8.82	0.42	0.34			16	50/25		T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO
-	8.82	9.00	0.17	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 15
15	9.00	9.45	0.45	0.30			17	50		T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO
-	9.45	9.60	0.15	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 15
16	9.60	10.20	0.60	0.42			13	32	25	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO
17	10.20	10.55	0.35	0.25			19	50/20		T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO
-	10.55	10.80	0.25	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 15
18	10.80	11.40	0.60	0.45			5	24	15	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO LIMO ARCILLOSO
-											ARENOSO GRIS VERDOSO

NIVEL FREÁTICO (m): _____	TUNELAS: _____	HRS: _____	PROP. PROYECTO: 20.00 mts.
OBSERVACIONES GENERALES:			PROP. REAL: 20.40 mts.
			OPERADOR: DUSTANO JOAQUIN
			SUPERVISOR: _____
ADICIONALES (m): _____			FECHA: _____

**FIGURA - 25**



**FIGURA 25.- REGISTRO DEL SONDEO SPT – 4**





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FES ARAGÓN



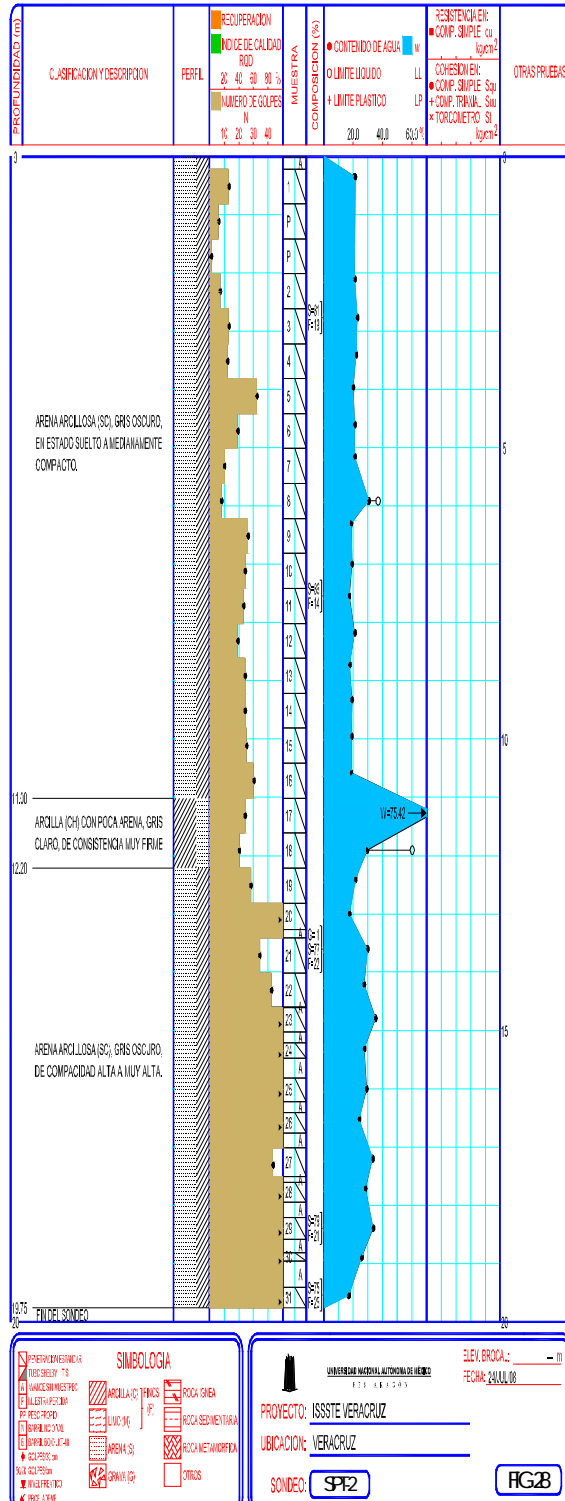
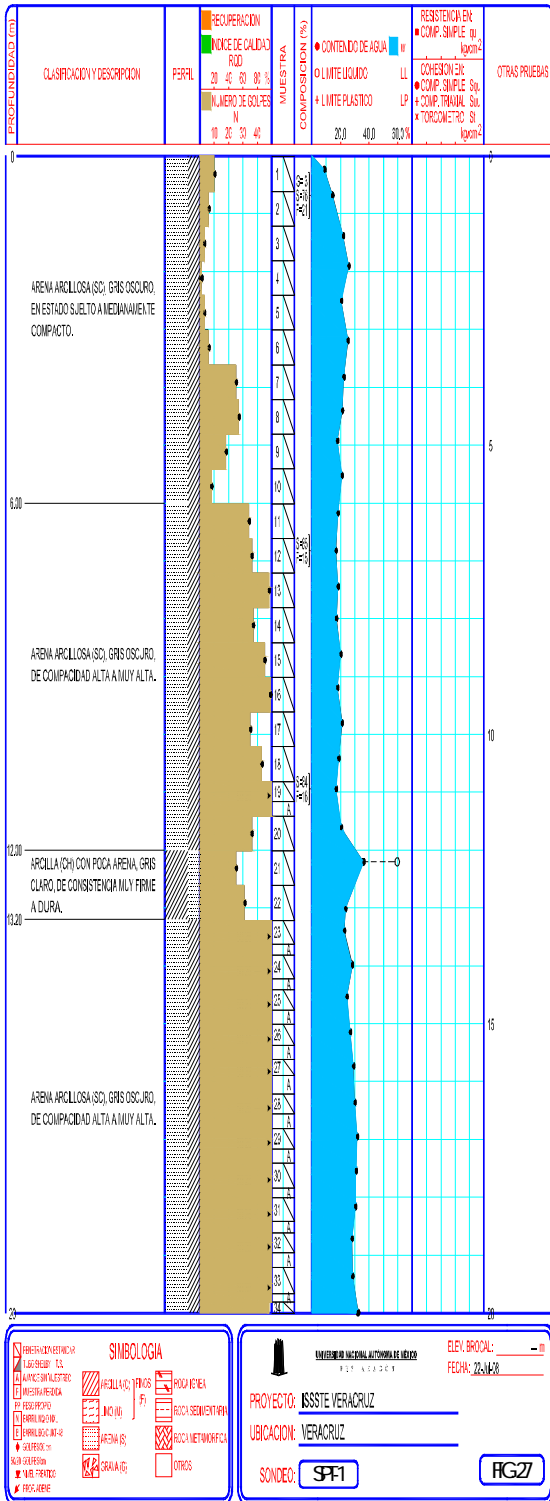
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN

## REPORTE DIARIO DE PERFORACIÓN

OBRA: ISSSTE VERACRUZ		COORDENADAS: X _____ Y _____ Z _____									
LOCALIZACIÓN: VERACRUZ		FECHA DE INICIO: 23/07/2008 Hrs. _____									
POZO No. 4		TERMINACIÓN: 23/07/2008 Hrs. _____									
TIPO DE SONDEO: SPT		SONDA: MOYNO JUE									
MUESTRA No.	PROFUNDIDAD m.		RECUPERACIÓN			PENETRACION ESTÁNDAR PESO DEL MARTILLO 63 kg ALTURA CAÍDA 1.25 m N° DE GOLPES EN			TIPO DE MUESTREO	CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES	
	INICIAL	FINAL	AVANCE	m.	%	CRS (OSQRS)	15 cm.	30 cm.			15 cm.
19	11.40	12.00	0.60	0.46			5	27	17	T.P.	ARCILLA LIMOSA ARENOSA CON GRUMOS DE ARENA CEMENTADA
20	12.00	12.60	0.60	0.47			6	24	28	T.P.	ARCILLA ARENOSA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
21	12.60	13.20	0.60	0.48			9	27	23	T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
22	13.20	13.80	0.60	0.36			12	44	39	T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
23	13.80	14.17	0.37	0.27			19	50/22		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
-	14.17	14.40	0.23	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
24	14.40	14.73	0.33	0.25			27	50/18		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
-	14.73	15.00	0.27	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
25	15.00	15.32	0.32	0.27			25	50/17		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
-	15.32	15.60	0.28	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
26	15.60	15.92	0.32	0.27			26	50/17		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
-	15.92	16.20	0.28	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
27	16.20	16.49	0.29	0.24			30	50/14		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
-	16.49	16.80	0.31	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
28	16.80	17.15	0.35	0.25			28	50/20		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
-	17.15	17.40	0.25	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
29	17.40	17.67	0.27	0.22			47	50/12		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA CON CONCHILLAS GRIS VERDOSA
-	17.67	18.00	0.33	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
30	18.00	18.32	0.32	0.27			27	50/17		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA CON CONCHILLAS GRIS VERDOSA
-	18.32	18.60	0.28	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
31	18.60	18.85	0.25	0.24			27	50/13		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA CON CONCHILLAS GRIS VERDOSA
-	18.85	19.20	0.35	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
32	19.20	19.50	0.30	0.22			25	42	31	T.P.	ARENA FINA CON CONCHILLAS CON INCLUSIONES DE CARBONATO
33	19.50	20.05	0.55	0.25			26	50/10		T.P.	P.S. ARENA FINA POCO LIMOSA CON CONCHILLAS GRIS OSCURAS
-	20.05	20.40	0.35	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
NIVEL FREÁTICO (m): _____		TURBIDA: _____		HRS: _____		PROF. PROYECTO: 20.00 mts.					
OBSERVACIONES GENERALES: _____		_____		_____		PROF. REAL: 20.40 mts.					
_____		_____		_____		OPERADOR: DUSTANO JOAQUIN					
_____		_____		_____		SUPERVISOR: _____		FIGURA.- 26			
ADICIÓN (m): _____		_____		_____		FECHA: _____					



FIGURA 26.- REGISTRO DEL SONDEO SPT – 4



FIGURAS 27 y 28.- PERFILES DE LOS SONDEOS







# ENSAYES DE LABORATORIO



Prueba límites de consistencia



Prueba compresión simple



Prueba triaxial



Prueba de consolidación



#### 4.- ENSAYES DE LABORATORIO

Las pruebas de laboratorio se realizaron siguiendo las especificaciones establecidas en el Manual de Laboratorio de la S.A.R.H.



#### EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE LABORATORIO

Todas las muestras obtenidas se clasificaron en forma visual y al tacto, en estado húmedo y seco mediante pruebas del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se determinó también su contenido natural de agua. (ver figuras Anexo II).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



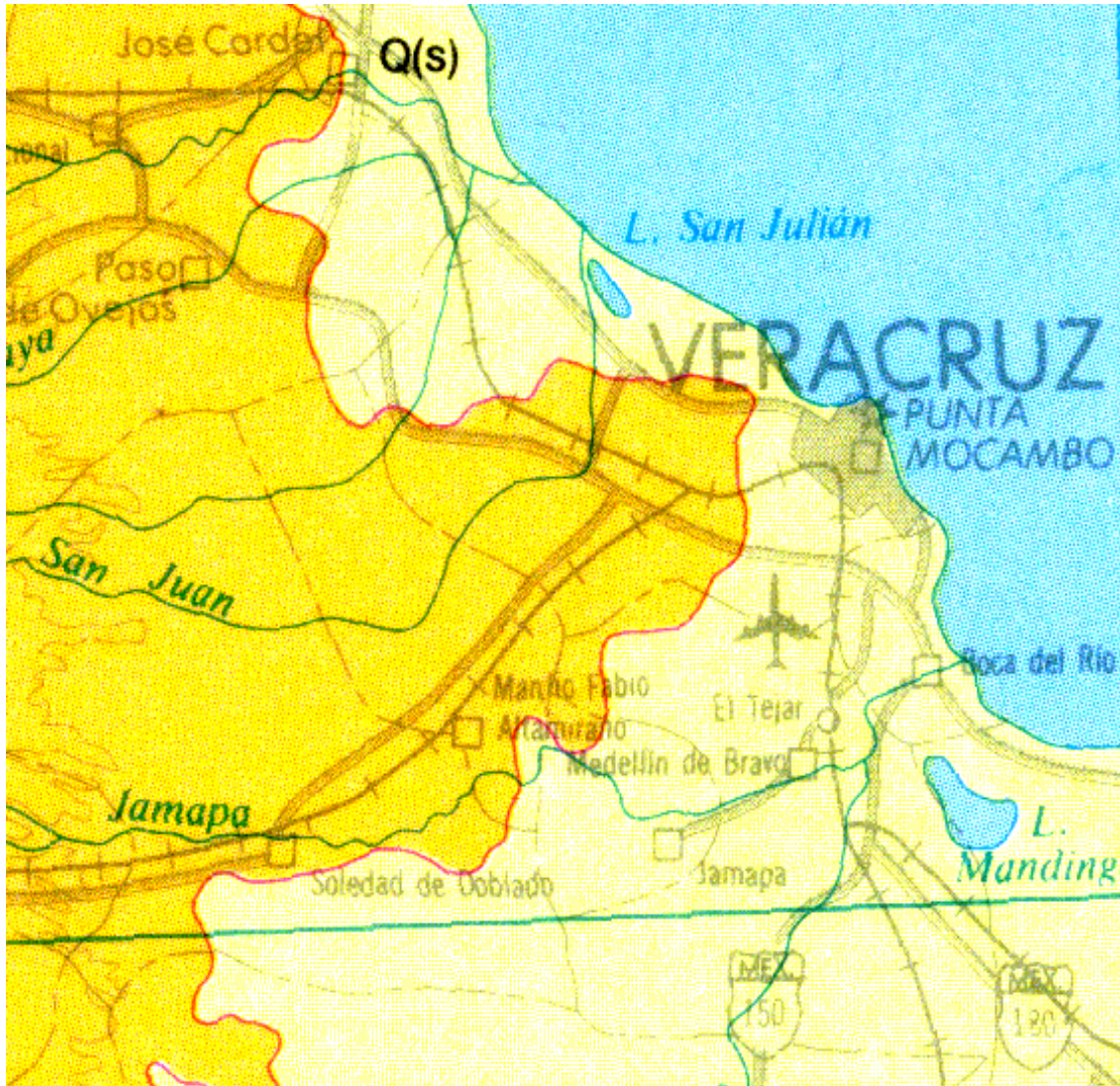
En estratos representativos se hicieron límites de consistencia o granulometría por mallas según se tratara de suelos finos o gruesos; se obtuvo en ambos casos la densidad de sólidos, los resultados se muestran en las figuras del Anexo II.

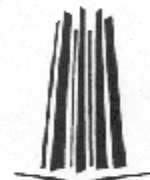
En las figuras del Anexo II se presentan los registros de laboratorio de las pruebas realizadas.





## DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA





## **5.- DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA**

### **5.1 Fisiografía**

El área en cuestión se ubica dentro de la provincia fisiográfica denominada Provincia Planicie Costera del Golfo, se manifiestan como lomeríos y cerros aislados que presentan una pendiente general hacia el noreste, hasta perderse en la Subprovincia de tierras bajas; la planicie aparece modificada por mesas y mesetas, que le imprimen un relieve peculiar.

La región es drenada hacia el Golfo de México, por una red hidrográfica de gran densidad y muy integrada; entre las corrientes fluviales perennes.

### **5.2 Geomorfología:**

El área esta conformada por montañas plegadas y por una planicie costera compleja; estos elementos geomorfológicos están cubiertos parcialmente, por formas volcánicas. Las montañas plegadas tienen una orientación sureste – noroeste; se localiza en la porción noroeste, en donde aparecen profundamente disectadas por las corrientes fluviales; así se observan profundos cañones transversales.

### **5.3 Estratigrafía.**

En esta región están expuestas unidades geológicas que representan un lapso comprendido entre el Mesozoico y el Cuaternario; unidades que están distribuidas según franjas de orientación sureste – noroeste, de forma tal que las más antiguas aparecen al suroeste y las más recientes al noreste. Del Cuaternario están expuestos los depósitos de arcillas no consolidadas.

### **5.4 Geología Estructural.**

La secuencia del mesozoico y paleoceno aparece dispuesta según estructuras plegadas orientadas hacia el noroeste; la primera según pliegues amplios, algunos bufantes, la secuencia paleocena forma pliegues angostos. El resto de las unidades sedimentarias del terciario forman un homoclinal de pendiente suave hacia el oriente.

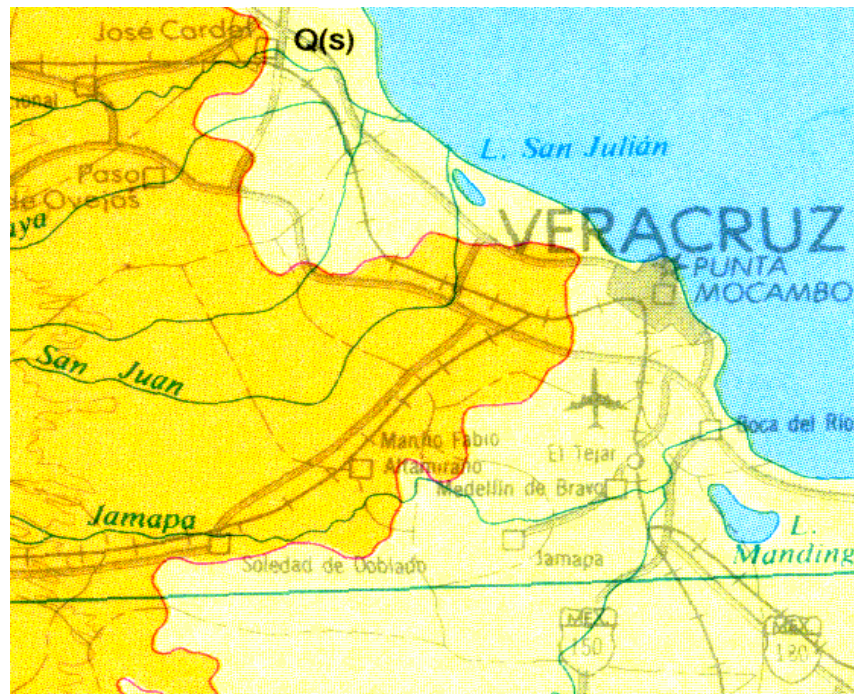


## 5.5 Litología

### Aluvial, Q (al).

Esta unidad representa a los depósitos aluviales y algunos coluviales del área, está constituida por arcillas, limos, arenas y gravas no consolidadas. Hacia las estribaciones de los cerros el suelo es areno-gravoso; en la parte central del área, por lo general, es arcillo-arenoso con clásticos de caliza, arenisca, pedernal y de rocas volcánicas.

Esta unidad forma abanicos aluviales, aparece como relleno de valles fluviales y forma planicies aluviales. En la figura 31 se presenta la carta geológica de la zona de interés.



**FIGURA 31.- GEOLOGIA DEL SITIO DE INTERES**

## 5.6 Sismicidad

De acuerdo a la zonificación sísmica de la República Mexicana, la Ciudad de Veracruz se encuentra en la zona B, como se muestra en la figura 32.





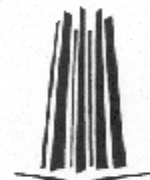
Tabla 1. Parámetros de los espectros de diseño para la República Mexicana

Zona sísmica	Tipo de suelo	$a_r$ (g)	$c$ (g)	$T_c$ (s)	$T_b$ (s)	$r$
A	I	0.02	0.08	0.2	0.6	1/2
	II	0.04	0.16	0.3	1.5	2/3
	III	0.05	0.20	0.6	2.9	1
B	I	0.04	0.14	0.2	0.6	1/2
	II	0.08	0.30	0.3	1.5	2/3
	III	0.10	0.36	0.6	2.9	1
C	I	0.36	0.36	0.0	0.6	1/2
	II	0.64	0.64	0.0	1.4	2/3
	III	0.64	0.64	0.0	1.9	1
D	I	0.50	0.50	0.0	0.6	1/2
	II	0.86	0.86	0.0	1.2	2/3
	III	0.86	0.86	0.0	1.7	1

FIGURA 32.- REGIONALIZACION SISMICA DE LA REPUBLICA MEXICANA

De acuerdo con la zonificación sísmica de la República Mexicana, el predio de interés se encuentra en la zona B-II de transición, por lo que el coeficiente sísmico que deberá adoptarse de acuerdo a los periodos de vibración y los periodos naturales del suelo será de 0.30 para estructuras del tipo B; sin embargo, la estructura proyectada corresponde al grupo A, por lo que el coeficiente sísmico se deberá incrementar en un 50%.





## **5.7 Características estratigráficas y físicas del subsuelo**

De acuerdo a los resultados de los trabajos de exploración y muestreo del subsuelo realizado en el sitio de interés, las características estratigráficas y físicas generales de los depósitos del subsuelo son las siguientes:

Superficialmente, hasta profundidades de 6.00 m se encontraron arenas finas arcillosas, color gris oscuro, con un contenido natural de humedad de 20%. La compacidad de estos materiales, es variable entre suelta a media, variando el número de golpes de 1 a 21 para los 30 cm intermedios del penetrómetro estándar; con 81% de arena y 19% de finos.

Entre 6.0 m y hasta la profundidad variable de 11.0 a 12.0 m, se tiene una arena arcillosa, fina, color gris oscuro, con contenido de agua medio de 20%, de compacidad alta a muy alta, y un número de golpes representativos de 20 a más de 50 golpes para los 30 cm intermedios del penetrómetro estándar; con 86% de arena y 14% de finos.

Subyaciendo a los materiales anteriores se tiene una capa de una arcilla poco arenosa, con espesor variable entre 1.0 a 3.0 m, hasta una profundidad media de 15.0 m, color gris claro, con contenido de agua medio de 30%, de consistencia muy firme, con número de golpes en prueba de penetración estándar de 20 golpes, para los 30 cm intermedios del penetrómetro estándar; con límite líquido de 50%, límite plástico de 22% e índice de plasticidad de 28%, pertenece al grupo CH, según el SUCS, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

Finalmente, por debajo de este depósito arcilloso y hasta la máxima profundidad explorada de 20 m, se presenta un estrato de arena fina arcillosa, color gris oscuro, con un índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes para penetrar los 30 cm intermedios del penetrómetro, lo que significa un estrato resistente, compacto a muy compacto; y con un contenido natural de humedad de 20%; constituido por 77% de arena y 23% de finos.

Con los sondeos de exploración se elaboro un corte estratigráfico descriptivo, que se muestran en la figura 33.

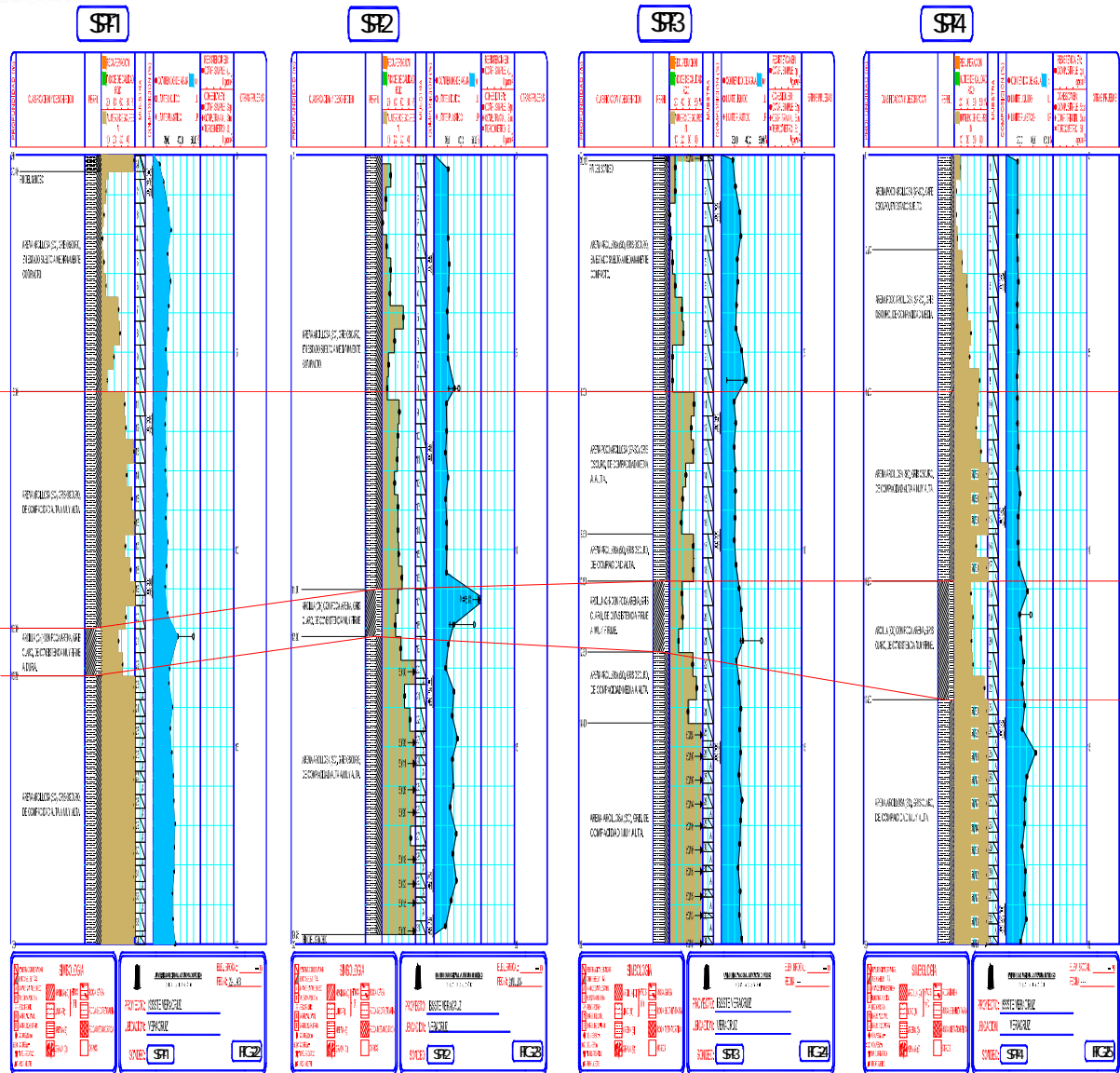


FIGURA 33 CORTE ESTRATIGRAFICO

FIGURA 33.- CORTE ESTRATIGRAFICO

El nivel freático se encontró a una profundidad variable de 0.85 a 1.50 m, con respecto al nivel actual de la superficie del terreno, en la fecha en la que se realizó la exploración.

Considerando las características de rigidez de la cimentación que más adelante se define, la deformabilidad de los materiales del subsuelo y la presión de contacto aplicada a los materiales de apoyo por la cimentación, el módulo de reacción del suelo deberá considerarse de  $2 \text{ kg/cm}^3$ .



# ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN





## **6.- ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN**

### **6.1 Solución de cimentación.**

Tomando en cuenta la magnitud de las cargas que se transmitirán al suelo por las estructuras proyectadas, la estratigrafía del sitio y las propiedades mecánicas del subsuelo, la cimentación se resolverá de la manera siguiente:

**a)** Para los Edificios de más de dos niveles y sótano, la cimentación será mediante pilas rectas circulares, apoyados en el estrato resistente de arena fina arcillosa, color gris oscuro, y un índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes para penetrar los 30 cm intermedios del penetrómetro, lo que significa un estrato resistente, de compacto a muy compacto, detectado a partir de una profundidad promedio de 14.0 m con respecto al nivel actual del terreno; por lo que las pilas profundas quedarán desplantadas a una profundidad de 16.5 m con respecto a la cota 0.00. Ver figura 34.

**b)** Para los Edificios con planta baja y un nivel, sin sótano. La cimentación será mediante zapatas, desplantadas en la arena re-compactada. Ver figura 35.

Para el caso de las cimentaciones superficiales, deberá realizarse un mejoramiento en su compacidad, con el objeto de evitar una posible falla por licuación de las arenas existentes, siguiendo el siguiente procedimiento:

1.- Abrir caja de 1.85 m de profundidad con respecto a la cota de nivel de piso existente (N.P.E).

2.- Compactar superficialmente los materiales para mejorar su compacidad, utilizando medios mecánicos (rodillo liso vibratorio).

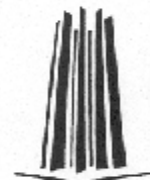
3.- Posteriormente se efectuara el mejoramiento a base de un pedraplen con 40 cm de espesor con materiales de banco agregado grueso (grava) de 3" para romper la capilaridad que se genere, dicho material será debidamente bandeado.

4.- Sobre el pedraplen se colocara un mejoramiento con relleno controlado (tepetate) en capas de 20 cm., compactado al 95 % de su peso volumétrico seco máximo. Con este relleno se alcanzara el nivel que recibirá el firme (Nivel de Piso Terminado) marcado en proyecto.

5.- Para la construcción de las zapatas, se excavarán zanjas de las profundidades requeridas según el peralte de las zapatas, marcadas en proyecto mas 5 cm para la colocación de plantilla de mortero de  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ .

6.- Una vez fraguada la plantilla de mortero se procederá al habilitado del acero para la construcción de las zapatas.

7.- 72 horas después de construidas las zapatas, se colocara un relleno a base de tepetate colocado en capas de 20 cm de espesor, compactado al 95 % de su peso volumétrico seco máximo, según la prueba Proctor estándar, hasta alcanzar el nivel que recibirá el firme (Nivel de Piso Terminado).



**c)** Para las zonas que tienen solo un nivel de sótano. La cimentación será resuelta mediante una losa de cimentación de 25 cm de espesor y adicionalmente una losa de concreto armado con espesor de 90 cm., sumando un espesor del conjunto de 115 cm, de tal manera que funcione como lastre, reduciendo el efecto de subpresión provocado por el agua que reaccione contra el peso de la estructura al momento de dejar de bombear, consiguiendo así mantenerla en equilibrio. Para recibir el elemento conformado por las losas, se colocara previamente un mejoramiento a base de un pedraplen de 20 cm de espesor debidamente bandeado, colocado con el objeto de romper la capilaridad del agua freática, y para dar firmeza al desplante de la estructura se colocara plantilla de mortero de  $f'c= 100 \text{ kg/cm}^2$ ., con 5 cm de espesor. Ver figura 36.

- Para la estructura de la tienda que se conformara por un sótano y un solo nivel, la cimentación será resuelta con un lastre (losa armada) de 0.30 m. de espesor adicional a la losa de cimentación de 25 cm de espesor, para reducir el efecto de subpresión generado por el agua freática. También para este caso se tendrá que mejorar el terreno colocando el pedraplen de 20 cm más la plantilla de mortero de 5cm para recibir las losas. Ver figura 36a.

Durante el proceso del mejoramiento del terreno con el material compactado, se deberá verificar mediante un laboratorio de Mecánica de Suelos la compactación alcanzada, realizando por lo menos seis calas por capa en las zonas indicadas por la supervisión.

- La manera en que se deberá efectuar la compactación de los materiales para mejorar su compacidad relativa será en forma ordenada delimitando las zonas ya compactadas en campo para tener un mejor control.

Los materiales arenosos antes mencionados tienen compacidades sueltas con índice de resistencia a la penetración estándar inferiores a 10 golpes en sus primeros tres metros y al encontrarse bajo el nivel freático, lo cual, los hace susceptibles a la licuación ante la ocurrencia de un sismo, razón por la cual es necesario incrementar su compacidad relativa mediante medios mecánicos, es decir, empleando un rodillo liso vibratorio con un peso mínimo de 20 ton en condiciones estáticas, con una frecuencia de 600 ciclos por minuto y a una velocidad de 10 m por minuto para que alcancen índices de resistencia a la penetración estándar superiores a 20 golpes. Se recomiendan efectuar varios sondeos de penetración estándar a 15 m de profundidad después de la compactación realizada, para verificar que la compacidad relativa se ha incrementado en las arenas que se encuentran bajo el nivel freático.

Previo a cualquier excavación para retirar los materiales sueltos y sustituirlos por materiales de banco que se compactaran, hay que colocar un sistema de bombeo profundo mediante un sistema de Well Point con separación de 1 m entre





bombas, y propuesto perimetralmente considerando además la colocación de bombas adicionales al centro de la excavación para complementar el bombeo, que permitan abatir en forma adecuada la zona que se mejorará y su tirante se mantenga por lo menos un par de metros por debajo del nivel de máxima excavación. Como ya se menciona, el bombeo se comenzará previo a cualquier excavación, considerando que el tablestacado ya deberá estar instalado, ya que el bombeo se realizara en el interior de dicho sistema de contención. Ver figura 37.

El sistema de bombeo se activará un par de semanas antes de realizar cualquier excavación, y el agua bombeada se vaciará a un colector de agua, únicamente en la colindancia con estructuras se re-inyectara al subsuelo. El bombeo se efectuará en forma permanente y durante el tiempo que duren los trabajos de mejoramiento de la plataforma.

Previo al inicio de la excavación se efectuará la revisión de que el tirante de agua se mantenga dos metros por debajo del nivel de máxima excavación. Con ayuda de la instrumentación podrá ser factible determinar si las bombas pueden subirse.

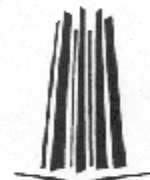
Cabe mencionar que el bombeo no afectara las construcciones de las colindancias, ya que el bombeo estará delimitado por el tablestacado, además se debe considerar que se tendrá un control con testigos colocados en los hombros de las excavaciones para monitorear el comportamiento de los taludes

Una vez alcanzado el nivel 15 cm antes de la máxima excavación, dejando una berma perimetral con taludes perimetrales 1.5: 1.0 (horizontal : vertical), se procederá a excavar los últimos 15 cm en forma manual.

## 6.2 Parámetros de diseño.

Con base en la correlación del número de golpes, obtenida de la prueba de penetración estándar, con la compacidad relativa del suelo, a continuación se resume la estratigrafía general y se indican las propiedades mecánicas promedio de los diferentes estratos del suelo.

Estratos (m)	No. De golpes	$\gamma_m$ (Ton/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (en °)	Kh (kg/cm <sup>3</sup> )
0.0 – 3.0	1 a 10	1.5	29	0.25
3.0 – 6.0	10 a 20	1.6	31	0.50
6.0 – 12.0	20 a 35	1.8	32	6.0
12.0 – 14.0	14 a 20	1.6	---	6.0
14.0 – 20.0	35 a >50	1.7	36	10.0



Como en arenas finas bajo el nivel freático, se incrementan los valores de N (índice de penetración), dicho valor se corrigió empíricamente para obtener el valor real del número de golpes de la resistencia a la penetración en arenas.

Así mismo, en la estratigrafía anterior, se proporcionan los módulos de reacción lateral del suelo ( $K_h$ ) para los diferentes estratos.

### **6.3 Capacidad de carga.**

#### **6.3.1 Pilas de cimentación.**

La capacidad de carga admisible ( $Q_a$ ) para las pilas, se obtiene mediante la expresión:

$$Q_a = \frac{Q_{pu} + Q_{fu}}{FS}$$

donde:

$Q_{pu}$  capacidad de carga última por punta, ton.

$Q_{fu}$  capacidad por fricción en el fuste de la pila, ton.

$FS$  Factor de Seguridad; 3 (estático) y 2 (sísmico).

#### **a) La capacidad de carga última ( $Q_{pu}$ ) del suelo, se calcula con**

$$Q_{pu} = q_p A_p$$

donde:

$A_p$  es el área de la punta de la pila ( $m^2$ )

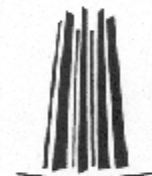
$q_p$  la capacidad de carga del suelo, obtenida con la expresión de Meyerhof, para suelos friccionantes, que vale.

$$q_p = \gamma_m D_f N_q'$$

donde

$D_f$  profundidad de desplante de la pila, m.

$N_q'$  factor de capacidad de carga.



**b) La fuerza de fricción en el fuste de la pila se determina con**

$$Q_{fu} = \frac{1}{2} p D \gamma' c L^2 \tan \phi$$

donde

$\pi D$     perímetro de la pila y D, diámetro de la pila, m.

$\gamma' c$     peso volumétrico sumergido del concreto, Ton/m<sup>3</sup>.

L        longitud de la pila, m.

$\phi$         ángulos de fricción interna del material.

Los valores de la Tabla I muestran la capacidad de carga admisible ( $Q_a$ ) a compresión, para los edificios de uno a cinco niveles, en función del diámetro para longitud de pilas de 12.25 m, obtenidas a partir de las ecuaciones anteriores y considerando los parámetros mecánicos antes mencionados.

**TABLA I. CARGA ADMISIBLE EN PILAS PROFUNDAS.**

Diámetro m	Longitud efectiva m	Capacidad admisible ( $Q_a$ ) Ton/pila		Capacidad a la tensión (ton/pila)
		ESTATICA	DINAMICA	
0.60	12.25	253	380	53
0.80	12.25	348	522	71
1.00	12.25	459	699	88
1.20	12.25	586	879	106
1.50	12.25	806	1209	133

**Nota.- La longitud efectiva de la pila mostrada en la tabla anterior se considero tomando en cuenta una excavación de 4.5 m más el peralte de la contratrase de cimentación. (Ver figura 34)**

Cabe mencionar que los valores de capacidad de carga admisibles ( $Q_a$ ) manifestados en la Tabla I, son para emplearse con las cargas estructurales sin factorizar.



### c) Revisión de la capacidad estructural de la pila.

La capacidad estructural última de una pila se expresa

$$Q_u = 0.85 (f'_c A_c + f_y A_s)$$

La capacidad de carga admisible ( $Q_{ae}$ ), se obtiene

$$Q_{ae} = \frac{0.85 (f'_c A_c + f_y A_s)}{FS}$$

donde:

$f'_c$  resistencia del concreto en compresión igual a 250 kg/cm<sup>2</sup>

$f_y$  esfuerzo de fluencia plástica del acero igual a 4200 kg/cm<sup>2</sup>

$A_c$  y  $A_s$  áreas de concreto y acero en la sección transversal de la pila, m<sup>2</sup>.

$FS$  factor de seguridad (carga estática, 2 ; dinámica 1.7)

$A_s \cong 0.01 A_c$ .

De lo anterior se puede observar, que considerando la resistencia a la compresión simple del concreto ( $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ ) en la pila, se obtiene un valor mayor que la capacidad de carga admisible del suelo, por lo tanto, se obtiene un diseño eficiente de la capacidad estructural de la pila.

### d) Capacidad de carga a la tensión.

La fricción en el fuste de las pilas para revisar tensiones en las mismas, se calculo con la misma expresión de  $Q_{fu}$  y Factor de Seguridad de 1.7, la cual se presenta también en la Tabla I.

#### 6.3.2 En zapatas.

En vista que el material de apoyo que gobernará la capacidad de carga es la arena fina arcillosa, se utilizó la teoría para suelos friccionantes, afectada por un factor de seguridad (FS), para obtener la capacidad de carga admisible ( $Q_a$ ), cuya expresión es:

$$Q_a = \frac{\gamma_m D_f N_q \delta_q + \frac{1}{2} \gamma_m B N_\gamma \delta_\gamma}{FS}$$





donde:

Df profundidad de desplante, m

$\gamma_m$  peso volumétrico del material, Ton/m<sup>3</sup>

B ancho de la zapata, m.

N<sub>q</sub> y N<sub>γ</sub> factores de capacidad de carga en función del ángulo de fricción interna.

FS factor de seguridad igual a 3.

$\delta_q$  y  $\delta_\gamma$  factores de forma.

Aplicando la expresión anterior, la capacidad de carga admisible (Q<sub>a</sub>) para zapatas será de 7.0 Ton/m<sup>2</sup> en condiciones estáticas y para condiciones sísmica de 10.5 Ton/m<sup>2</sup>.

Para la revisión estructural de la losa corrida y considerando las características de la arena semi-compacta, al nivel de desplante de la misma, el módulo de reacción (k<sub>v</sub>) vertical, se tomará igual a 6 kg/cm<sup>3</sup>.

## 6.4 Asentamientos.

### a) Pilas

Los asentamientos esperados por deformación elástica del material de apoyo, que será su principal componente, al actuar las cargas impuestas por la estructura, se obtuvieron utilizando la expresión.

$$S_{te} = \frac{Q_a \left[ \frac{L + \pi (1 - \mu^2) D}{4 E_s} \right]}{E_c}$$

donde:

Q<sub>a</sub> carga admisible de la pila, Ton/m<sup>2</sup>

L longitud promedio de la pila, m.

E<sub>c</sub> módulo de elasticidad del concreto con f'c= 250kg/cm<sup>2</sup>

E<sub>s</sub> modulo de elasticidad del estrato de apoyo, 2500 kg/cm<sup>2</sup>



$\mu$  relación de Poisson, 0.3

D diámetro de la pila, m.

Para las condiciones analizadas, los asentamientos máximos esperados son del orden 1.95 cm y se presentarán prácticamente durante la construcción de la estructura.

### b) Zapatas y losas

Dado el tipo de material donde se desplantará la cimentación, los movimientos susceptibles de presentarse son de origen elásticos, cuya magnitud se estimó en función de la capacidad de carga admisible ( $Q_a$ ), mediante la expresión

$$\lambda = \frac{Q_a B (1 - \mu^2) I_w}{E}$$

donde:

$\lambda_e$  asentamientos elásticos, cm

B ancho de la cimentación, cm.

$\mu$  Relación de Poisson igual a 0.35

E modulo de elasticidad del material igual a 200 Kg/cm<sup>2</sup>

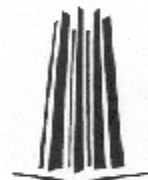
$I_w$  coeficiente adimensional, que depende de la forma y rigidez del cimient.

Para las condiciones analizadas, los asentamientos máximos esperados son del orden de 1.5 cm, con un diferencial máximo de 10 mm, los cuales se presentarán prácticamente durante la construcción.



## PROCESO CONSTRUCTIVO





## **7.- PROCESO CONSTRUCTIVO**

Con objeto de dar rapidez y seguridad a la excavación que alojará al sótano de estacionamiento, resulta necesario que esta se efectúe limitándola mediante el uso de un ademe troquelado. Entre las diferentes alternativas de ademe se escogió un muro de tablestacas de acero, que se hincara en el perímetro del área de excavación que contempla el proyecto.

El tablestacado alcanzara una profundidad de 6.5 m al tenerlo en el perímetro, excepto en la zona donde se tendrá lastre cuya profundidad será de 7.5 m, funcionara como una pantalla que impida el flujo de agua hacia la excavación.

El muro constituido por el hincado de las tablestacas tendrá las siguientes funciones:

- a) Contener los cortes verticales como se establecerá en el procedimiento de la excavación.
- b) Reducir el flujo horizontal de agua hacia las zonas de excavación de los estratos superficiales de mayor permeabilidad.
- c) Reducir el riesgo de falla de fondo por supresión.

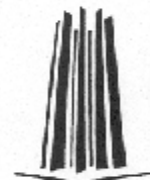
Para la definición detallada del procedimiento de excavación se hicieron los siguientes análisis:

- Estabilidad de taludes considerando falla por traslación
- Presiones temporales sobre muros tablestaca y troqueles
- Presiones a largo plazo sobre muros rígidos
- Revisión de la pata en tablestacas

### **7.1 Estabilidad de taludes considerando falla por traslación.**

En vista de que la capa superficial es arena fina, arcillosa, de compacidad suelta a semi-compacta, con un contenido natural de humedad de 20%, se considera dicho material prácticamente semi-seco, por lo tanto, puede tener pérdida casi total de la resistencia al esfuerzo cortante, a consecuencia de un desplazamiento brusco de la estructura granular suelta, por no tener el talud el ángulo de reposo.

La estabilidad de un talud homogéneo con suelo de cimentación, construido en material "puramente friccionante", tal como arena limpia, es una consecuencia de



la fricción que se desarrolla entre las partículas constituyentes; por lo que para garantizar la estabilidad bastará que el ángulo del talud ( $\alpha$ ) sea menor que el ángulo de fricción interna de la arena ( $\phi$ ), que en un material suelto se acerca al ángulo de reposo. Por ello, se recomienda que en la práctica el factor de seguridad (FS) sea mayor de 1.25, obtenido con la expresión.

$$FS = \frac{\text{tg } \phi}{\text{tg } \alpha}$$

Con dicha expresión, se determino que para taludes con 4.50 m de altura, la inclinación necesaria sería 2:1 horizontal: vertical. No habiendo suficiente espacio para desarrollar los taludes

La geometría que deberán adoptar los taludes para satisfacer el factor de seguridad elegido de 1.5, deberá ser tal que la inclinación del talud sea 2:1 (horizontal: vertical). Por lo que para adoptar taludes verticales será necesario un muro de **tablestaca de acero**, hincadas en el perímetro del área de excavación que contempla el proyecto.

## 7.2 Presiones temporales sobre muros tablestacados y troqueles

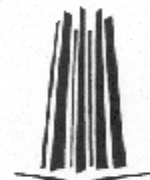
En la determinación de las presiones para el diseño e instalación de troqueles se consideró una excavación con profundidad máxima de 4.5 m, con taludes verticales retenidos por muros a base de tablestacas, con una sobrecarga superficial y siguiendo las recomendaciones establecidas en el Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión federal de Electricidad, tomando en cuenta los siguientes efectos:

- La presión hidráulica que ejerce el agua obtenida como el producto de su peso volumétrico por la profundidad.
- La presión de la masa de suelo en condición de reposo para diseño de troqueles y en condición activa para la instalación de troqueles, obtenida como el producto acumulado del peso volumétrico total para profundidades sobre el nivel freático, y bajo este el peso volumétrico sumergido, por los espesores en que estos pueden considerarse del mismo valor, afectados por el coeficiente de presión de tierras correspondiente.
- La acción de una sobrecarga uniformemente repartida actuando en la superficie del terreno, en un área rectangular contigua al muro, obteniéndose los esfuerzos inducidos bajo un punto en la parte media lateral del área,





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



afectados por el coeficiente de presión de tierras en reposo o activo, según se requiera determinar la presión para diseño o instalación de troqueles.

- Para tomar en cuenta las sollicitaciones sísmicas, se determinó una componente horizontal expresada como el producto del peso de la masa de suelo deslizante por un coeficiente sísmico de 0.30 (Zona de Transición).

Una vez calculados los valores de estos tres efectos se superponen obteniéndose la envolvente de presiones horizontales, la cual es transformada a la distribución equivalente propuesta por Peck<sup>2</sup> en la que el volumen de esfuerzo es igual a una envolvente trapezoidal con base mayor igual al 75% de dicha profundidad y altura dada por la siguiente expresión:

$$h = \frac{2A}{B + b}$$

donde:

h: presión horizontal máxima.

A: volumen de esfuerzo considerando la superposición de las presiones debidas al agua, al suelo y a la sobrecarga.

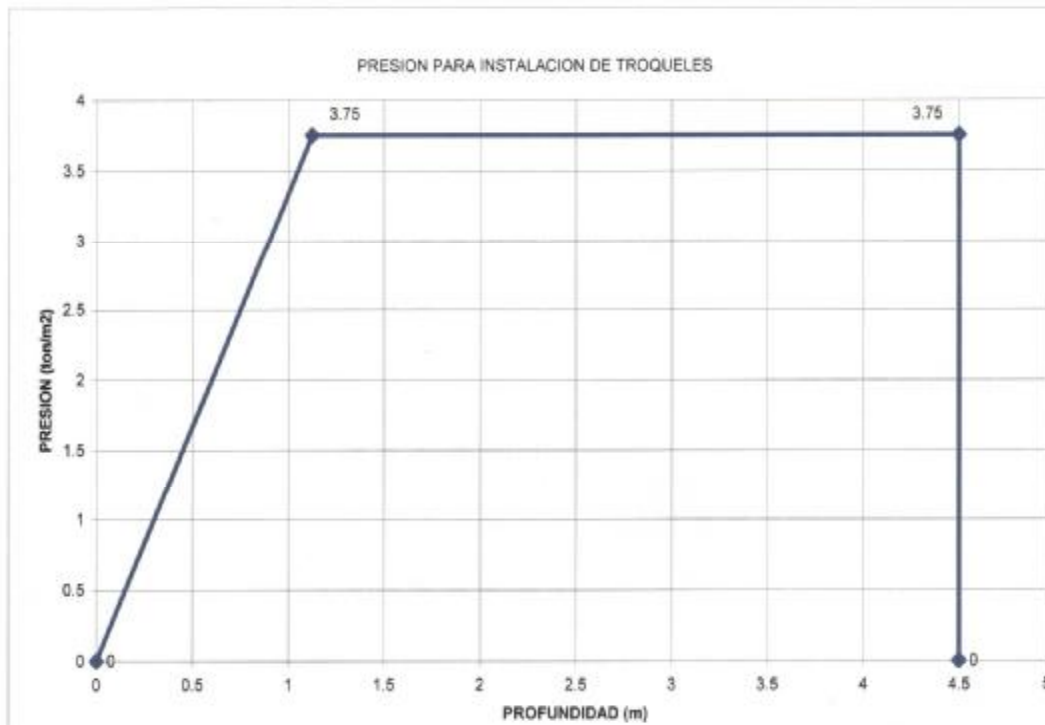
B: profundidad máxima de excavación

b: 0.75 B

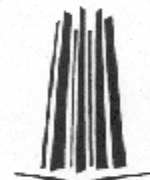
La envolvente de presión para diseño de troqueles se presenta en las figuras 38 y la que corresponde a la presión de instalación de troqueles en la figura 39.

---

<sup>2</sup> VII International Conference of Soil Mechanics and Foundations Engineering State of the Art. Vol. México, 1969 pp. 275 - 281.



FIGURAS 38 y 39.- PRESIONES PARA INSTALACION DE TROQUELES



### **7.3 Presiones a Largo plazo sobre muros rígidos**

Tomando en cuenta las características estratigráficas y físicas de los materiales del subsuelo, así como las del proyecto, la determinación de los empujes a largo plazo sobre los muros perimetrales de los cajones de cimentación se realizó siguiendo las recomendaciones establecidas en el Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, bajo la condición de empuje de suelo en reposo y considerando los siguientes efectos:

- La presión que ejerce el agua, expresada como el producto de su peso por la profundidad.
- La presión que ejerce la masa de suelo en condiciones de reposo, obtenida como el producto acumulado del peso volumétrico total para profundidades sobre el nivel freático, y bajo este, el peso volumétrico sumergido, por los espesores en los que se considera el mismo valor, afectados por el coeficiente de presión de tierras en reposo.
- La acción de una sobrecarga uniformemente repartida, actuando en un área contigua al muro, obteniéndose los esfuerzos inducidos bajo un punto en la parte media lateral del área, afectada por el coeficiente de presión de tierras en reposo.
- Para tomar en cuenta las solicitaciones sísmicas, se determinó una componente horizontal expresada como el producto del peso de la masa de suelo deslizante por un coeficiente sísmico de 0.30.

Una vez calculados los valores de los cuatro efectos, se superpusieron obteniéndose la envolvente de empujes horizontales totales que deberán ser considerados en el diseño o revisión de los muros. En la figura 40 se muestran los valores obtenidos en forma gráfica, los que deberán ser considerados en el diseño o revisión de los muros perimetrales.



EMPUJES SOBRE MUROS RIGIDOS PERIMETRALES DEL SOTANO

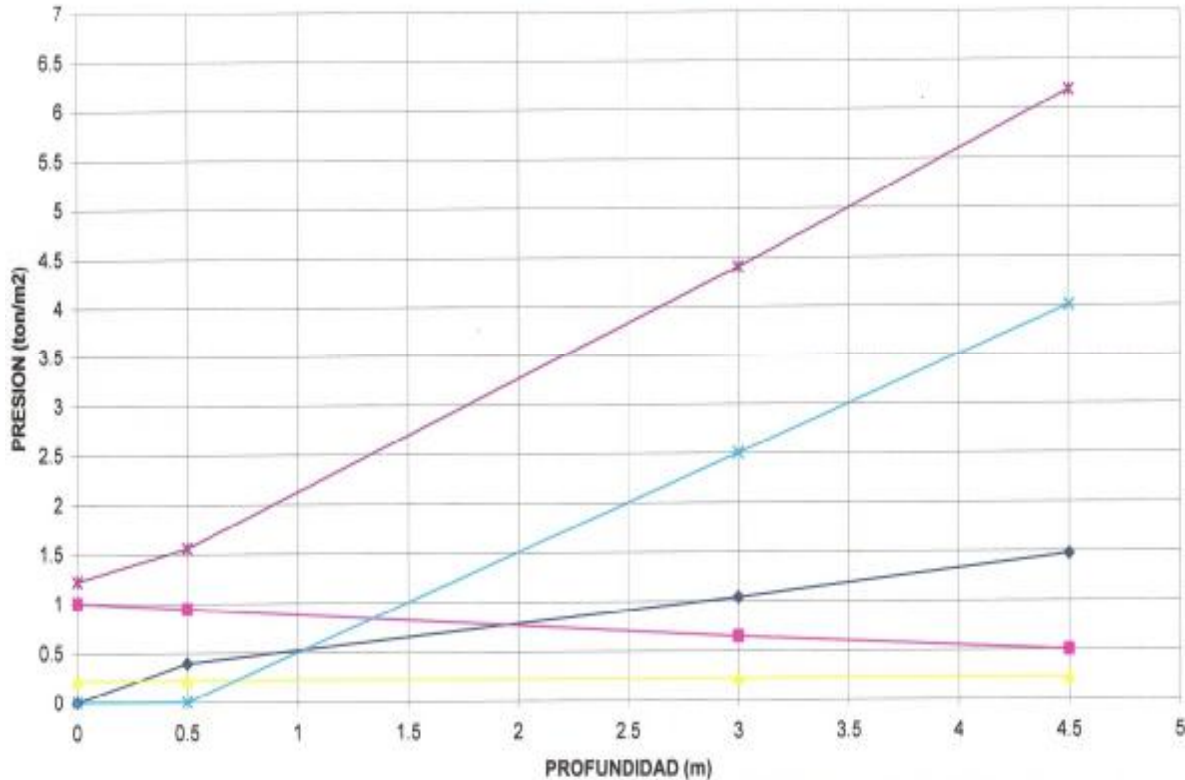


FIGURA 40.- EMPUJES SOBRE MUROS RIGIDOS

#### 7.4 Revisión por falla de empotramiento de la tablestaca

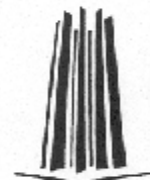
La falla por empotramiento de la tablestaca se produce cuando la pata de tablestaca se desliza al vencer la resistencia del suelo frente a la ataguía. Considerando que al nivel del último troquel colocado a 3.5 m de profundidad en esta etapa de excavación se genera una articulación plástica, el factor de seguridad se evaluó con la expresión:

$$F_s = \frac{c L r + w l + M_p}{P_{prom} D^2 / 2}$$

Donde:

c: resistencia al corte no drenado promedio, en la superficie de falla.

L: longitud de la superficie de falla.



- r: radio de la superficie de falla
- w: peso saturado del suelo dentro de los límites de la superficie de falla.
- l: distancia del paño del muro de la tablestaca al centro de gravedad del suelo resistente.
- M<sub>p</sub>: momento flexionante resistente del muro de la tablestaca, considerado despreciable
- P<sub>PROM</sub>: presión promedio sobre el muro de la tablestaca
- D: longitud del muro entre el último nivel de troquelamiento y el nivel de desplante del muro.

Considerando una resistencia al esfuerzo cortante de 4 ton/m<sup>2</sup>, que la punta de la tablestaca quedará a 2.0 m de profundidad con respecto al nivel de máxima excavación que tendrá 4.5 m de profundidad y despreciando el momento flexionante de la tablestaca, se obtuvo un factor de seguridad de 2.71 que es admisible.

## 7.5 Procedimiento constructivo

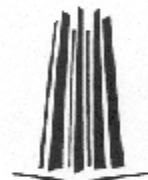
A continuación se indica el procedimiento constructivo de la excavación del sótano de estacionamiento.

El procedimiento constructivo para la excavación que alojará al cajón de estacionamiento, se estableció considerando las características geométricas de la excavación, en particular su profundidad de 4.50 m respecto al nivel actual del terreno, así como las estratigráficas y físicas del subsuelo, en particular la baja resistencia de los materiales en que se realizará la excavación, considerando además la existencia del nivel de aguas freáticas a partir de 1.0 m de profundidad media con respecto al nivel actual de la superficie del terreno.

El proceso de excavación se realizará con una estructura de contención constituida por tablestacas de acero hincadas como se muestra en la figura 41, de acuerdo con el procedimiento siguiente:

Inicialmente se realizara una excavación a 1.0 m de profundidad, para retirar los restos de cimentaciones existentes, considerando que en caso de existir cimentaciones a profundidades mayores, se deberá excavar hasta alcanzar el nivel de desplante de estas para extráelas.





Posteriormente se realizara el hincado perimetral de las tablestacas metálicas, hasta 2.0 m abajo del máximo nivel de excavación, para el caso de las zonas con lastre la tablestaca tendrá 7.5 m de longitud y en la zona restante 6.5 m. Se deberá garantizar la correcta unión entre tablaestacas verificando constantemente que cada una de ellas se hinca con la verticalidad adecuada.

El método convencional es dejar ahogadas las tabla-estacas tomando en cuenta que el retirarlas implica un gasto adicional además de tener que compensar los vacios que se generan al retirarla, sin embargo por la información proporcionada por el cliente, se especifica que para este proyecto se retirara el mayor número de elementos dando prioridad a los de la vialidad, los cuales estrictamente se deberán de extraer. La compensación de los vacios se hará a base de arena fina colocada a volteo, a la que se le incorporara agua para humedecerla provocando el reacomodo de dichos materiales y un ligero confinamiento.(ver anexo IV).

Posteriormente se realizará la excavación central previo bombeo dos semanas antes, dejando una berma perimetral de 2 m de ancho y un talud con pendiente 1.5:1 (horizontal:vertical), hasta el nivel de máxima excavación, en caso necesario se protegerán los materiales expuestos de los taludes contra el intemperismo y perdida de humedad mediante un repellido de 4 cm. Posteriormente se efectuará la construcción de la estructura central.

Cuando se tenga construida la zona central cuando menos a nivel de banqueta se procederá a excavar la berma perimetral en módulos de 6 m de longitud, en forma alternada y simultanea. Para lo anterior se colocarán puntales y vigas mdrinas las cuales se apoyaran en la estructura central.

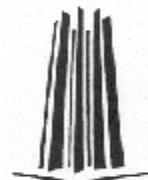
### **7.5.1 Detalle vigas mdrinas**

Estas vigas "*mdrinas*" se colocarán en los niveles indicados en el plano estructural; los puntales de  $\Phi$  igual a 6" y 8", de tipo tubular cédula 40 E o equivalente ratificado por el estructurista, se colocarán y soldarán inmediatamente después de instalada la viga "*mdrina*", apoyándose sus extremos en la viga "*mdrina*".

Cada puntal se colocará con una precarga de 3 Ton, mediante un gato operado con una bomba manual o eléctrica, que se apoyará en otro puntal más corto. El sistema gato-bomba deberá tener un manómetro para medir la magnitud de la presión aplicada; la capacidad del gato será mínima de 15 Ton y 30 cm de carrera.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



Habiendo colocado los dos niveles de puntales que se especifican en el plano estructural, se excavará en dos etapas y por módulos alternados de 6m hasta alcanzar la máxima profundidad de proyecto, colando inmediatamente la plantilla y posteriormente la losa de piso del sótano con su respectivo muñón. En caso de que sea factible excavar la altura total hasta el nivel de máxima excavación y que se troquele el mismo día en los dos niveles propuesto, se podrá proceder a excavar el modulo subsecuente.

Veinticuatro horas después de colada la losa de piso contra las viguetas hincadas se retirará el segundo nivel, y se continuará con la construcción del muro estructural perimetral y columnas, empleando como cimbra las viguetas hincadas.

La construcción de la losa-tapa se realizará treinta y seis horas después de colar el muro perimetral y las columnas o después de quitar la cimbra, sin retirar el primer nivel de puntales.

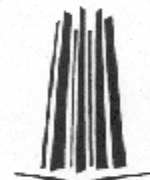
El primer nivel de puntales y "madrinas", se podrá retirar setenta y dos horas después de colado el muro perimetral y la losa tapa.

Con el fin de eliminar los materiales superficiales, que interferirían con el procedimiento de construcción de la excavación, inicialmente se efectuará una excavación a un metro de profundidad.

El sistema de bombeo se mantendrán funcionando hasta que se termine la construcción de los muros perimetrales, incluyendo la losa con lastre, en caso necesario, se lastrara con arena o con agua para incrementar el peso del sótano mientras se construye la estructura superior.

Una vez armados los muros perimetrales y la losa tapa del sótano, se dejaran al centro de los cárcamos un tubo metálico ranurado de 4" de diámetro, y roscado en su parte superior, al que se conectará la manguera de una bomba para mantener abatida el agua dentro del cárcamo, se rellenará con grava gruesa el cárcamo y se terminará de construir la losa de cimentación. Una vez que el concreto tenga la resistencia suficiente se suspenderá el bombeo y se colocará en el tubo un tapón de cachucha roscado.

Al concreto de los sótanos se les deberá implementar un aditivo impermeabilizante y considerar bandas ojilladas en las juntas.



## **7.6 Construcción de pilas.**

Se construirán pilas de concreto armado, coladas en el sitio, rectas y de sección circular, cuya ubicación, características y dimensiones definitivas se indican en los planos estructurales correspondientes.

Para llevar a cabo la construcción de las pilas, deberán seguirse los lineamientos expuestos a continuación:

### a) Perforación.

Una vez localizado topográficamente el sitio donde se construirá cada pila, se instalará un equipo de perforación que cuente en su extremo inferior con broca espiral o helicoidal de diámetro igual al de la sección de la pila elegida, que garantice la ejecución de la perforación vertical hasta la profundidad de desplante. Teniéndose especial cuidado que dicho equipo tenga la capacidad para perforar fragmentos duros en el transcurso de la perforación.

Dada las características desfavorables de los materiales por atravesar y la presencia del nivel freático, deberá preverse el hincado de ademe metálico recuperable en toda la longitud de la pila, para contener los materiales que conforman la perforación.

La pila deberá desplantarse a 16.50 m de profundidad con respecto a la cota 0.00, para lo cual será necesario emplear la herramienta apropiada a fin de disgregar y extraer el material perforado.

Alcanzada la profundidad de desplante de cada pila, se verificará que la broca extraiga el material seleccionado como apoyo, posteriormente deberá limpiarse cuidadosamente dicho fondo mediante bomba air-lift con una potencia suficiente que garantice la extracción de los sedimentos sueltos.

Antes de terminar la perforación deberá tenerse habilitado el armado de la pila para colocarse a la brevedad.

Al inicio y durante la ejecución de cada perforación deberá verificarse que el barretón o kelly este perfectamente vertical, revisando en dos direcciones ortogonales entre si, por lo cual debe colocarse un nivel de mano en la barra guía de la perforadora. El desplome máximo permisible del eje longitudinal de la perforación será de 3% de su longitud; el recubrimiento del acero de refuerzo será mayor de 7 cm., y con ademe metálico recuperable será mayor de 14 cm.; el diámetro interior del tubo tremie debe ser mayor de 10 veces el tamaño máximo de agregados del concreto y menor de 12"; Las uniones del tubo tremie serán impermeables si se introducen en agua; el revenimiento del concreto se aceptará



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



mayor de 20 cm. y menor de 22 cm.; el tamaño máximo del agregado será de  $\frac{3}{4}$ "; se tendrá que verificar que la excentricidad radial con relación al trazo de la pila medido en la plataforma de trabajo sea del 15 % del diámetro de la sección de la pila.

Terminada la perforación, y efectuada la limpieza del fondo de la misma, se procederá a la colocación del armado y el colado de la pila en un lapso máximo de 4 horas. Bajo ninguna circunstancia se permitirá introducir el acero a la perforación si no se tiene previsto colar a la brevedad.

La perforación no deberá quedar abierta por más de 12 h, por lo que, cuando se trate de un fin de semana o día festivo, se podrá iniciar dicha perforación, siempre y cuando se tenga previsto el personal y material necesario para efectuar el colado de la pila.

b) Armado

Una vez que se tenga limpia y sin azolves la perforación, se procederá a introducir el armado dentro de la misma en forma vertical. El recubrimiento se garantizará mediante la colocación de separadores de concreto con forma de roles o donas, cuyos ejes deberán ser los estribos o zunchos del armado.

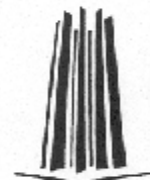
Introducido el armado, se deberá verificar que éste mantenga su posición vertical y su sección transversal en forma circular; enseguida, se procederá al colado de la pila.

c) Colado

Instalado el acero de refuerzo se procederá al colado, mismo que se efectuará mediante el uso de tubería "tremie", la cual deberá tener un diámetro 8 veces mayor al del agregado grueso máximo, con espesores de pared entre 6 y 8 mm, en tramos no mayores de 3.0 m; la tubería deberá ser perfectamente lisa por dentro y estanca, acoplada en toda su longitud, a fin de facilitar el flujo continuo y uniforme del colado, y así evitar que dicha tubería se atore en el armado previamente instalado.

Una vez instalada la tubería dentro de la perforación y antes de iniciar el colado, se colocará en el fondo de una tolva instalada exprofeso en el extremo superior de la tubería, un tapón deslizante o diablo (pelota de hule inflada o una esfera de polipropileno), cuya función será evitar la segregación del concreto al iniciarse el colado.

Al empezar el colado, el extremo inferior de la tubería deberá quedar arriba del fondo de la perforación una distancia no mayor del diámetro de la tubería para que



permita la salida del tapón y del primer volumen de concreto. Durante el colado, en presencia de agua, el extremo inferior de la tubería se mantendrá embebido dentro del concreto fresco como mínimo 50 cm; además, la operación del colado deberá realizarse en forma continua para evitar taponamiento y juntas frías, llevándose para ello un registro continuo de los niveles reales de concreto alcanzados, especialmente en el momento de acortar la tubería.

El colado de la pila se efectuará hasta 50 cm por arriba del nivel de proyecto, con el fin de demoler posteriormente ésta altura adicional de concreto contaminado, y ligar el acero de refuerzo con el de la contratrabe y dado, tal como lo indican los planos estructurales correspondientes. El concreto sano deberá penetrar un mínimo de 5 cm en el dado o contratrabe correspondiente.

El colado se suspenderá en el momento en que se garantice que la superficie, de concreto sano, sin contaminación de lechada bentonítica, se encuentre al nivel superior de proyecto de la pila.

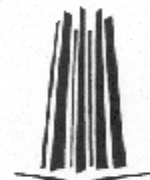
Deberán evitarse recesos mayores de 30 minutos en el transcurso del colado con el fin de eliminar las juntas frías para lo cual podría ser factible emplear un aditivo retardante.

El concreto a utilizar, deberá tener un revenimiento mínimo de 20 cm y agregado máximo de 20 mm (3/4"), cuya resistencia a 28 días será de 250 kg/cm<sup>2</sup>. De ser necesario se agregara fluidificante y retardador de fraguado para mantener las características de fluidez del concreto, durante el tiempo que tome el colado de la pila completa. En el anexo III se presenta el proceso constructivo de pilas.

## **7.7 Excavación y construcción de contratrabes.**

- a) Terminada de construir las pilas, se continuara con la excavación de las zanjas para alojar las contratrabes de liga, mediante taludes laterales 1:1, horizontal a vertical. Alcanzado el nivel de desplante de las contratrabes, se procederá al colado, de una plantilla de concreto simple, de 5 cm de espesor, con  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  y después del fraguado de la misma, se ligará el armado de las pilas con el acero de refuerzo de las contratrabes y dado de cimentación. Efectuado la unión estructural de ambos elementos, se procederá al cimbrado y colado de las contratrabes, y dados de cimentación, según las indicaciones del proyecto estructural, dejando las preparaciones necesarias para la liga estructural con el firme de concreto del nivel de Planta Baja.
- b) Setenta y dos horas después de coladas las contratrabes, se podrá nivelar y rellenar en los sitios adyacentes, para dar el nivel de la losa de concreto del





sótano. Previo al colado del firme del piso se colará una plantilla de concreto simple, de 5 cm de espesor, con  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  y después del fraguado de la misma, se colará el firme del piso, tal como se indica en los planos estructurales correspondientes.

Durante el colado de la losa del sótano deberán dejarse las preparaciones necesarias para la liga estructural con las columnas y el muro perimetral.

### **7.8 Sótano de estacionamiento.**

La excavación para alojar al sótano se realizará a cielo abierto dejando perimetralmente taludes inclinados 1.5:1.0 horizontal a vertical, respectivamente. Previamente se coloca la tabla-estaca.

Alcanzada la profundidad de desplante de la losa, se procederá a extraer el material suelto del fondo de la excavación para iniciar el colado de una plantilla de concreto simple con  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ , de 5 cm de espesor, y después del fraguado de la misma, se podrá iniciar la colocación del armado y cimbrado, así como el colado de la losa, según las indicaciones del proyecto estructural.

Durante la construcción de la losa deberá construirse un muñon o segmento de muro estructural, debiendo dejarse ahogada en el una banda de PVC, para formar la junta del colado y evitar filtraciones, de acuerdo con el detalle estructural correspondiente.

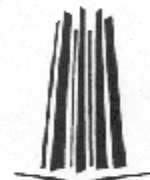
Treinta y seis horas después del colado de la losa de piso, se continuara con el armado cimbrado y colado de los muros perimetrales, previamente limpiando y preparando cuidadosamente la junta de colado del segmento de muro.

Alcanzada la resistencia especificada de los muros perimetrales del sótano, se iniciara la colocación del relleno con material arena limosa, producto de banco o arena limpia, bien graduada, entre el talud dejado por la tabla-estaca y el muro estructural.

En el caso de requerir rellenos controlados, el material que se empleara para rellenar, será arena limosa, producto de banco o arena limpia, bien graduada, debiendo cumplir con las características siguientes:



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



Límite líquido	30% máximo
Porcentaje de material que Pasa a la malla No. 200	30% ,máximo (no plástico)
Partículas no mayores de	7.56 cm (3").

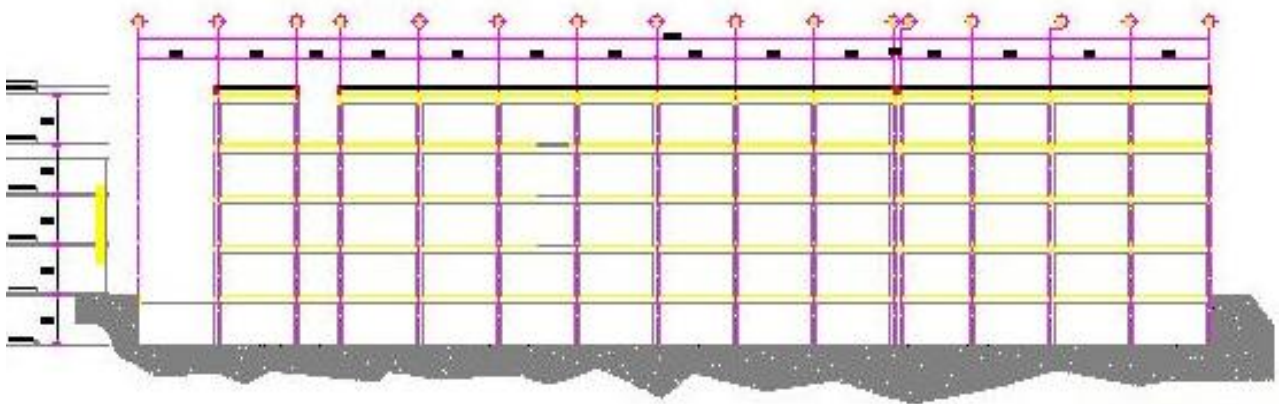
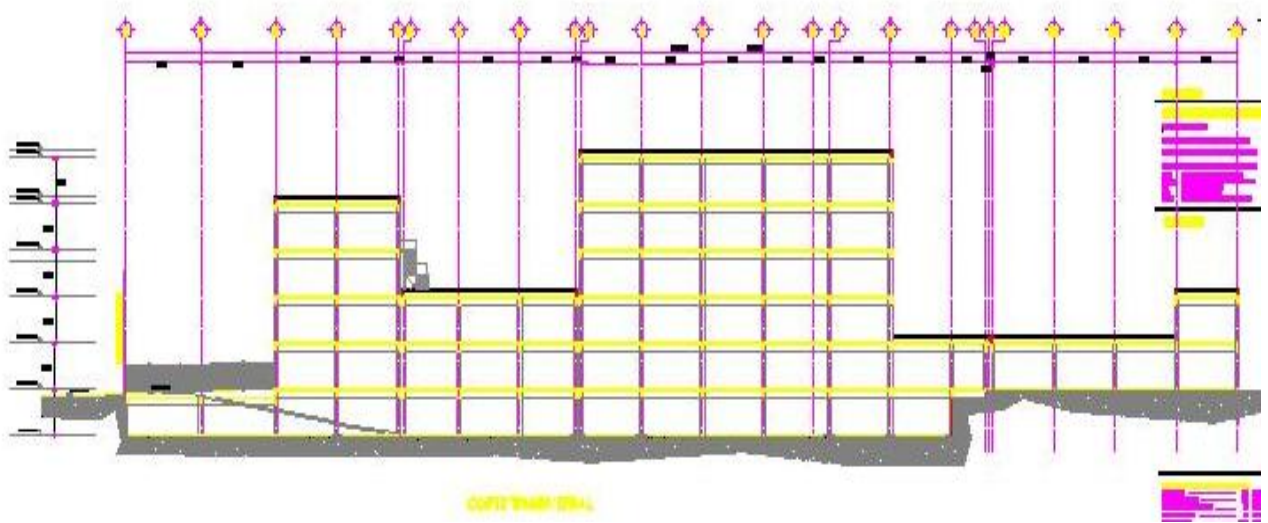
El relleno se colocará en capas de 30 cm de espesor, compactadas al 90% con respecto a la Norma AASHTO estándar T 99-74, variante "A" y energía específica de 6.02 kg-cm/cm<sup>3</sup>. Las últimas dos capas de relleno deberán compactarse al 95% con respecto a la misma prueba.

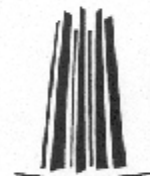
A continuación se indica el procedimiento constructivo para las excavaciones necesarias para alojar **las zapatas de cimentación** de las estructuras:

- a) Las excavaciones necesarias para alojar las zapatas se hará dejando taludes de 0.8: 1 (horizontal: vertical).
- b) Las excavaciones para alojar a las zapatas se podrán hacer empleando maquinaria hasta 0.15 m arriba del nivel de desplante, esta última capa se excavará a mano para evitar el remoldeo del material de apoyo.
- c) Una vez alcanzado el nivel de desplante recomendado, deberá colocarse a la brevedad posible una plantilla de concreto pobre que proteja al material del remoldeo y del tránsito de obreros.
- d) En las zonas en que el nivel de la superficie del terreno sea mayor al nivel del proyecto se efectuarán los cortes correspondientes, el material producto de los cortes se acamellonarán en los linderos del área de las plataformas para ser usado en la construcción de los terraplenes de las zonas deprimidas.
- e) El nivel de desplante de las zapatas de cimentación deberá ser revisado por un ingeniero especialista en mecánica de suelos, que verifique que el desplante se realice en los materiales considerados en el análisis.
- f) Se procederá a colocar el armado y a colocar las zapatas.
- g) Se rellenarán las cepas de cimentación con material producto de la excavación humedeciéndolo y compactándolo, para que alcance un grado de compacidad adecuado, mayor al 90%; o con material tepetate, compactándolo al 92% de su peso volumétrico seco máximo según la prueba próctor estándar.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES





## **8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SU LOCALIZACIÓN**

Se solicitó la realización del Estudio de Mecánica de Suelos en el predio ubicado en la Avenida Miguel Alemán, entre las calles de Sayula y Avenida Díaz Mirón, Municipio de Veracruz, Estado de Veracruz, donde se proyecta la ampliación y remodelación de la Clínica Hospital Veracruz del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE).

El predio de interés tiene una superficie aproximada de 13,682.20 m<sup>2</sup>, en la figura 3 se presenta la planta del estado actual de las construcciones existentes. En las figuras 4 a 9 se presentan algunos cortes y fachadas arquitectónicas de las estructuras proyectadas.

El sitio de interés colinda al Norte con la calle de Sayula, al Sur con una propiedad privada, al Oriente con la Avenida Díaz Mirón y al Poniente con la Avenida Miguel Alemán. La topografía actual del predio es sensiblemente horizontal.

De acuerdo a la información recabada la cota cero corresponde al NTP (Nivel de Piso Terminado) de la planta baja del Hospital existente. El nivel de banqueteta de la Av. Miguel Alemán se encuentra 30 cm aproximadamente por debajo de la cota 0.00, y el nivel de banqueteta de la calle Díaz Mirón se tiene a 70 cm., aproximadamente por debajo de la cota 0.00

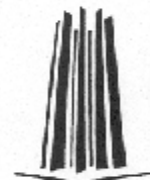
El proyecto arquitectónico denominado Hospital de Alta Capacidad Resolutiva de 200 camas, estará constituido por estructuras de 1 a 5 niveles superiores, y en la mayor parte se tendrá un sótano de doble altura con nivel de piso terminado en la cota -4.20 como se muestra en las figuras de 4 a 9, los cuales estarán estructurados con losas, trabes y columnas de concreto armado, así como muros de carga. La distribución de los edificios se presenta en la figura 11.

### **EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO**

En el sitio de interés con el objeto de conocer las propiedades estratigráfica y físicas de los depósitos del subsuelo, se realizaron cuatro sondeos de penetración estándar a 20 m de profundidad, denominados SPT-1 a SPT-4, y se excavaron dentro del predio seis pozos a cielo abierto denominados PCA-1 a PCA-6 a profundidades variables de 1.2 a 1.5 m de profundidad.



## UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FES ARAGÓN



En la figura 12 se presenta un croquis del terreno con la ubicación en planta de cada uno de los pozos a cielo abierto excavados, y en las figuras 13 a 18 se presentan los perfiles de cada uno de los pozos excavados.

En las figuras 19 a 26 se presentan los registros de campo de los sondeos profundos realizados, y en las figuras 27 a 30 se muestran los perfiles estratigráficos de los sondeos profundos realizados en el interior del predio.

En el Anexo I se presenta un reporte fotográfico de los trabajos realizados y de las colindancias existentes.

### **ENSAYES DE LABORATORIO**

En las figuras del Anexo II se presentan los registros de laboratorio de las pruebas realizadas.

### **DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA**

De acuerdo con la zonificación sísmica de la Republica Mexicana, el predio de interés se encuentra en la zona B-II de transición, por lo que el coeficiente sísmico que deberá adoptarse de acuerdo a los periodos de vibración y los periodos naturales del suelo será de 0.30 para estructuras del tipo B; sin embargo, la estructura proyectada corresponde al **grupo A**, por lo que el coeficiente sísmico se deberá incrementar en un 50%.

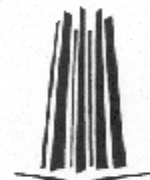
De acuerdo a los resultados de los trabajos de exploración y muestreo del subsuelo realizado en el sitio de interés, las características estratigráficas y físicas generales de los depósitos del subsuelo son las siguientes:

Superficialmente, hasta profundidades de 6.00 m se encontraron arenas finas arcillosas, color gris oscuro, con un contenido natural de humedad de 20%. La compacidad de estos materiales, es variable entre suelta a media, variando el número de golpes de 1 a 21 para los 30 cm intermedios del penetrómetro estándar; con 81% de arena y 19% de finos.

Entre 6.0 m y hasta la profundidad variable de 11.0 a 12.0 m, se tiene una arena arcillosa, fina, color gris oscuro, con contenido de agua medio de 20%, de compacidad alta a muy alta, y un número de golpes representativos de 20 a más de 50 golpes para los 30 cm intermedios del penetrómetro estándar; con 86% de arena y 14% de finos.

Subyaciendo a los materiales anteriores se tiene una capa de una arcilla poco arenosa, con espesor variable entre 1.0 a 3.0 m, hasta una profundidad media de





15.0 m, color gris claro, con contenido de agua medio de 30%, de consistencia muy firme, con número de golpes en prueba de penetración estándar de 20 golpes, para los 30 cm intermedios del penetrómetro estándar; con límite líquido de 50%, límite plástico de 22% e índice de plasticidad de 28%, pertenece al grupo CH, según el SUCS, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

Finalmente, por debajo de este depósito arcilloso y hasta la máxima profundidad explorada de 20 m, se presenta un estrato de arena fina arcillosa, color gris oscuro, con un índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes para penetrar los 30 cm intermedios del penetrómetro, lo que significa un estrato resistente, compacto a muy compacto; y con un contenido natural de humedad de 20%; constituido por 77% de arena y 23% de finos.

Con los sondeos de exploración se elaboro un corte estratigráfico descriptivo, que se muestran en la figura 33.

El nivel freático se encontró a una profundidad variable de 0.85 a 1.50 m, con respecto al nivel actual de la superficie del terreno, en la fecha en la que se realizó la exploración.

Considerando las características de rigidez de la cimentación que más adelante se define, la deformabilidad de los materiales del subsuelo y la presión de contacto aplicada a los materiales de apoyo por la cimentación, el módulo de reacción del suelo deberá considerarse de  $2 \text{ kg/cm}^3$ .

## **ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN**

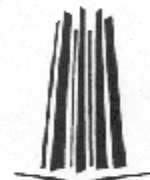
Tomando en cuenta la magnitud de las cargas que se transmitirán al suelo por las estructuras proyectadas, la estratigrafía del sitio y las propiedades mecánicas del subsuelo, la cimentación se resolverá de la manera siguiente:

Para los Edificios de más de dos niveles y sótano, la cimentación será mediante pilas rectas circulares, apoyados en el estrato resistente de arena fina arcillosa, color gris oscuro, y un índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes para penetrar los 30 cm intermedios del penetrómetro, lo que significa un estrato resistente, de compacto a muy compacto, detectado a partir de una profundidad promedio de 14.0 m con respecto al nivel actual del terreno; por lo que las pilas profundas quedarán desplantadas a una profundidad de 16.5 m con respecto a la cota 0.00. Ver figura 34.

Para los Edificios con planta baja y un nivel, sin sótano. La cimentación será mediante zapatas, desplantadas en la arena recompactada y a 1.30 m de profundidad como mínimo, respecto a la cota 0.00. Ver figura 35.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



Para el caso de las cimentaciones superficiales, deberá realizarse un mejoramiento en su compacidad, con el objeto de evitar una posible falla por licuación de las arenas existentes, previamente se abrirá una caja a 1.30 con respecto a la cota 0.00, posteriormente se efectuara el mejoramiento a base de un pedraplen con 40 cm de espesor con materiales de banco agregado grueso (grava) de 3" para romper la capilaridad que se genere, dicho material será debidamente bandeado; posteriormente se colocara un mejoramiento en capas de 20 cm., con relleno controlado (tepetate) compactado al 95 % de su peso volumétrico seco máximo, hasta alcanzar el nivel de proyecto.

Para las zonas que tienen solo un nivel de sótano. La cimentación será resuelta mediante una losa de cimentación de 25 cm de espesor y adicionalmente un lastre sobre esta losa que estará constituido por un espesor adicional de 90 cm de losa de concreto armado, de tal manera que el conjunto funcione como lastre, reduciendo el efecto de subpresión provocado por el agua que reaccione contra el peso de la estructura al momento de dejar de bombear, consiguiendo así mantenerla en equilibrio. Ver figura 36.

Para la estructura de la tienda que se conformara por un sótano y un solo nivel, la cimentación será resuelta también mediante una losa y un lastre de 0.30 m. de espesor adicional a la losa de cimentación, para reducir el efecto de subpresión generado por el agua freática. Ver figura 36a.

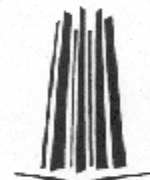
Finalmente se deberá verificar mediante un laboratorio de Mecánica de Suelos la compactación alcanzada, realizando por lo menos seis calas por capa en las zonas indicadas por la supervisión.

La manera en que se deberá efectuar la compactación de los materiales para mejorar su compacidad relativa será en forma ordenada delimitando las zonas ya compactadas en campo para tener un mejor control.

Los materiales arenosos antes mencionados tienen compacidades sueltas con índice de resistencia a la penetración estándar inferiores a 10 golpes en sus primeros tres metros y al encontrarse bajo el nivel freático, lo cual, los hace susceptibles a la licuación ante la ocurrencia de un sismo, razón por la cual es necesario incrementar su compacidad relativa mediante medios mecánicos, es decir, empleando un rodillo liso vibratorio con un peso mínimo de 20 ton en condiciones estáticas, con una frecuencia de 600 ciclos por minuto y a una velocidad de 10 m por minuto para que alcancen índices de resistencia a la penetración estándar superiores a 20 golpes. Se recomiendan efectuar varios sondeos de penetración estándar a 15 m de profundidad después de la compactación realizada, para verificar que la compacidad relativa se ha incrementado en las arenas que se encuentran bajo el nivel freático.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



Previo a cualquier excavación para retirar los materiales sueltos y sustituirlos por materiales de banco que se compactaran, hay que colocar un sistema de bombeo profundo mediante un sistema de Well Point con separación de 1 m entre bombas, y propuesto perimetralmente considerando además la colocación de bombas adicionales al centro de la excavación para complementar el bombeo, que permitan abatir en forma adecuada la zona que se mejorará y su tirante se mantenga por lo menos un par de metros por debajo del nivel de máxima excavación. Como ya se menciona, el bombeo se comenzará previo a cualquier excavación, considerando que el tablestacado ya deberá estar instalado, ya que el bombeo se realizara en el interior de dicho sistema de contención. Ver figura 37.

El sistema de bombeo se activará un par de semanas antes de realizar cualquier excavación, y el agua bombeada se vaciará a un colector de agua, únicamente en la colindancia con estructuras se re-inyectara al subsuelo. El bombeo se efectuará en forma permanente y durante el tiempo que duren los trabajos de mejoramiento de la plataforma.

Previo al inicio de la excavación se efectuará la revisión de que el tirante de agua se mantenga dos metros por debajo del nivel de máxima excavación. Con ayuda de la instrumentación podrá ser factible determinar si las bombas pueden subirse.

Cabe mencionar que el bombeo no afectara las construcciones de las colindancias, ya que el bombeo estará delimitado por el tablestacado, además se debe considerar que se tendrá un control con testigos colocados en los hombros de las excavaciones para monitorear el comportamiento de los taludes

Una vez alcanzado el nivel 15 cm antes de la máxima excavación, dejando una berma perimetral con taludes perimetrales 1.5: 1.0 (horizontal:vertical), se procederá a excavar los últimos 15 cm en forma manual.

Los valores de la Tabla I que se indican en el capítulo 6 muestran la capacidad de carga admisible ( $Q_a$ ) a compresión, para los edificios de uno a cinco niveles, en función del diámetro para longitud de pilas de 12.25 m.

La capacidad de carga admisible ( $Q_a$ ) para zapatas será de 7.0 Ton/m<sup>2</sup> en condiciones estáticas y para condiciones sísmica de 10.5 Ton/m<sup>2</sup>.

En el capítulo 7 se indica la determinación del proceso constructivo de la excavación y el procedimiento constructivo de la cimentación.

En el Anexo I se presenta un reporte fotográfico  
En el Anexo II se presentan las pruebas de laboratorio.



En el Anexo III se presentan las especificaciones para la construcción de las pilas.

### **Recomendaciones**

A continuación se presentan las recomendaciones de instrumentación para el control de la excavación, que alojara a los sótanos y a la cimentación del proyecto.

Previamente al inicio de los trabajos de excavación se instrumentará el suelo que rodeará a la excavación para verificar que la construcción se realice dentro de la seguridad proyectada así como para advertir el desarrollo de condiciones de inestabilidad, y obtener información básica del comportamiento del suelo, que comparado con el previsto en el diseño, permita concluir sobre la confiabilidad del mismo, detectar errores y en caso necesario fundamentar modificaciones en los análisis y en la construcción.

Mediante la instrumentación se observará el comportamiento de la masa de suelo en la que se efectuará la excavación, a través de la determinación de la evolución con el tiempo de las deformaciones verticales y horizontales, en los puntos más representativos de la masa de suelo.

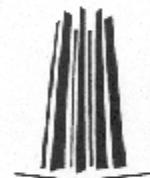
Se instalarán referencias superficiales constituidas por bancos de nivel superficiales. La información recopilada de la instrumentación debe ser constante examinada por un ingeniero especialista en mecánica de suelos para asegurarse que se obtiene con ella la utilidad que se le consideró.

Los instrumentos de medición se deben instalar siguiendo las recomendaciones que se describen a continuación, en los que también se indica la frecuencia de las mediciones.

### **Referencias Superficiales.**

Tendrá por objeto medir los desplazamientos horizontales y verticales que ocurran en la superficie del terreno que circundará la excavación. Estas mediciones permiten detectar oportunamente el desarrollo de condiciones de inestabilidad, o bien deformaciones inadmisibles.

Las referencias superficiales son puntos fijos de la superficie del terreno que se instalarán definiendo líneas de colimación paralelas al borde de la excavación, observando las líneas de colimación con un tránsito, se detectan los desplazamientos horizontales, mientras que con el nivel óptico y estadales se determinan los desplazamientos verticales.



Las características de las referencias superficiales antes mencionadas se describen a continuación:

### **Testigo Superficial.**

Es un cilindro de concreto simple de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, con un perno convencional empotrado en su extremo superior: el perno es de cabeza esférica de 5/8 x 4 pulgadas y tiene una línea grabada en la dirección perpendicular a la ranura para desarmador. La ranura sirve de guía a la regla de medición, que está graduada en milímetros, y cuenta con un nivel de burbuja y mira para enfocar el tránsito.

### **Criterio de Instalación.**

Los testigos superficiales se instalarán principalmente definiendo líneas de colimación, apoyadas en dos puntos de referencia fijos, alejados de los extremos de la excavación para evitar que sufran desplazamientos durante el proceso de construcción.

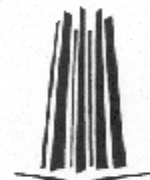
Las líneas de colimación serán paralelas al borde de la excavación, señalando una a cada lado de la excavación, en la colindancia con la vía pública; la separación entre testigos superficiales será de 5 m.

Todas las referencias deberán instalarse antes de la excavación, según los procedimientos que se describen a continuación:

### **Testigos superficiales.**

- Se trazan las líneas de colimación paralelas a la excavación y a las distancias recomendadas.
- Se perforarán los sitios que alojarán los testigos.
- Se colocarán los testigos en las perforaciones, confinándolos con mortero, inmediatamente se comprueba con un tránsito la alineación de la línea grabada.
- Se marcarán los testigos con su clave de identificación y se protegen hasta que haya fraguado el mortero.





### **Procedimiento de medición.**

El tránsito que se utilice deberá tener plomada óptima de centrado y precisión de 15 seg.; las mediciones se harán dos veces en cada posición del aparato.

Es indispensable que se compruebe frecuentemente el ajuste del eje vertical del aparato. El nivel topográfico deberá ser de precisión, con radio de curvatura de 20 m y amplificación de 25 diámetros.

Las nivelaciones serán diferenciales, con el aparato nivelado equidistante a los puntos de medición y lecturas máximas a 100 m, utilizando estadales con nivel de burbuja y graduados en milímetros; las mediciones se efectuarán cuando la reverberación sea mínima.

Los desplazamientos horizontales se registrarán con la ayuda del tránsito y la regla metálica, colocándola en cada una de las ranuras de las cabezas de los tornillos, deslizándola horizontalmente hasta que la mira coincida con la línea de colimación.

En la escala posterior de la regla, el cadenero medirá el desplazamiento horizontal entre la marca del perno y la mira; la medición se realizará con aproximadamente de + 0.5 mm.

Para conocer el comportamiento de la estructura, el Reglamento de Construcción especifica que deberán instalarse referencias de nivelación para conocer los movimientos verticales que se produzcan desde el inicio de la obra. Se correrán nivelaciones semanales durante la construcción de la cimentación y terminada ésta, las referencias se fijarán en columnas o muros y las nivelaciones se realizarán mensualmente hasta terminar la construcción de la superestructura.

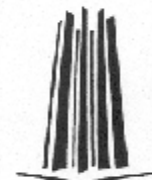
Las nivelaciones deberán referirse a un banco de nivel superficial instalado fuera de la influencia de las áreas cargadas.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



# FIGURAS



---

## **FIGURAS**

### **LISTA DE FIGURAS**

- FIGURA 1. FOTOGRAFIA AEREA ISSSTE VERACRUZ**
- FIGURA 2. LOCALIZACIÓN DEL SITIO DE INTERES**
- FIGURA 3. PLANTA ARQUITECTONICA DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CONSTRUCCIONES**
- FIGURA 4. PLANTA DE SOTANO**
- FIGURA 5. PLANTA BAJA**
- FIGURA 6. PLANTA PRIMER NIVEL**
- FIGURA 7. CORTE LONGITUDINAL**
- FIGURA 8. FACHADA PRINCIPAL CALLE SAYULA**
- FIGURA 8. FACHADA LATERAL AV. MIGUEL HIDALGO**
- FIGURA 9. FACHADA LATERAL AV. DIAZ MIRON**
- FIGURA 10. PLANTA DE CONJUNTO INDICANDO EL AREA DE DEMOLICION, AMPLEACION Y REMODELACION PROYECTADA**
- FIGURA 11. DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS PROYECTADAS**
- FIGURA 11a. PLANTA DE SOTANOS**
- FIGURA 12. UBICACIÓN DE SONDEOS**
- FIGURA 13 A 18. PERFILES DE LOS PCA'S**
- FIGURA 19 A 26. REGISTROS DE SONDEOS SPT'S**
- FIGURA 27 A 30. PERFILES DE LOS SONDEOS**
- FIGURA 31. GEOLOGIA DEL SITIO DE INTERES**
- FIGURA 32. REGIONALIZACIÓN SISMICA DE LA REPUBLICA MEXICANA**
- FIGURA 33. CORTE ESTRATIGRAFICO**



---

## **FIGURAS**

**FIGURA 34. CIMENTACION MEDIANTE PILAS**

**FIGURA 35. CIMENTACION MEDIANTE ZAPATAS**

**FIGURA 36. LASTRE PARA SOTANOS**

**FIGURA 36a. LASTRE PARA FARMACIA**

**FIGURA 37. SISTEMA DE BOMBEO WELL POINT.**

**FIGURAS 38 Y 39. PRESIONES PARA INSTALACION DE TROQUELES**

**FIGURA 40. EMPUJE SOBRE MUROS RIGIDOS PERIMETRALES DEL SOTANO**

**FIGURA 41. SEMBRADO DEL TABLAESTACADO**

**FIGURA 42. SISTEMA DE TROQUELES**

**FIGURA 43. PLANTA DE LOS CORTES**

**FIGURA 43a. CORTE 1-1**

**FIGURA 43b. CORTE 3-3**

**FIGURA 43c. CORTE 2-2**

**FIGURA 43d. CORTE 4-4**



## FIGURAS

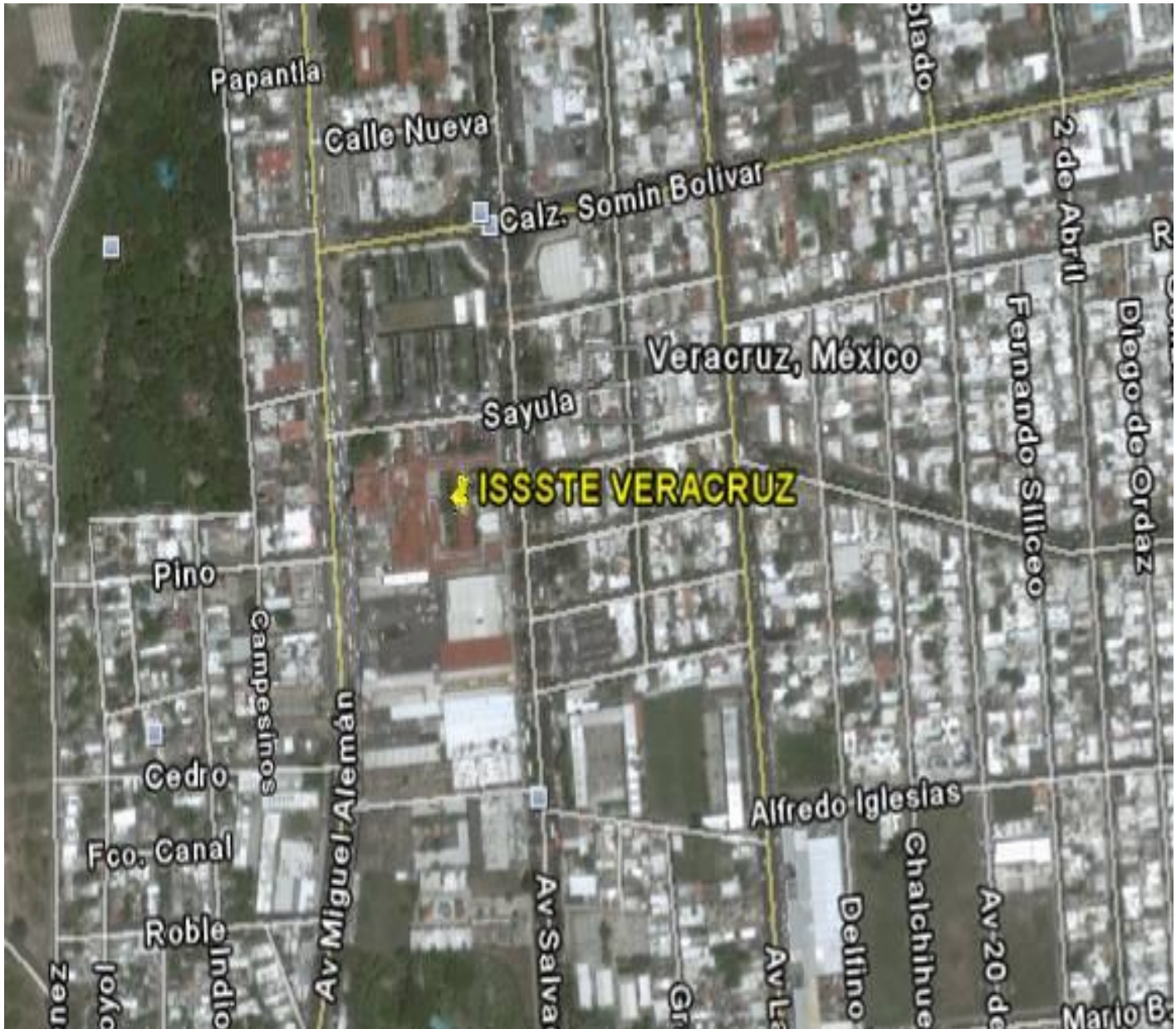


FIGURA.- 1 FOTOGRAFÍA AEREA





FIGURAS

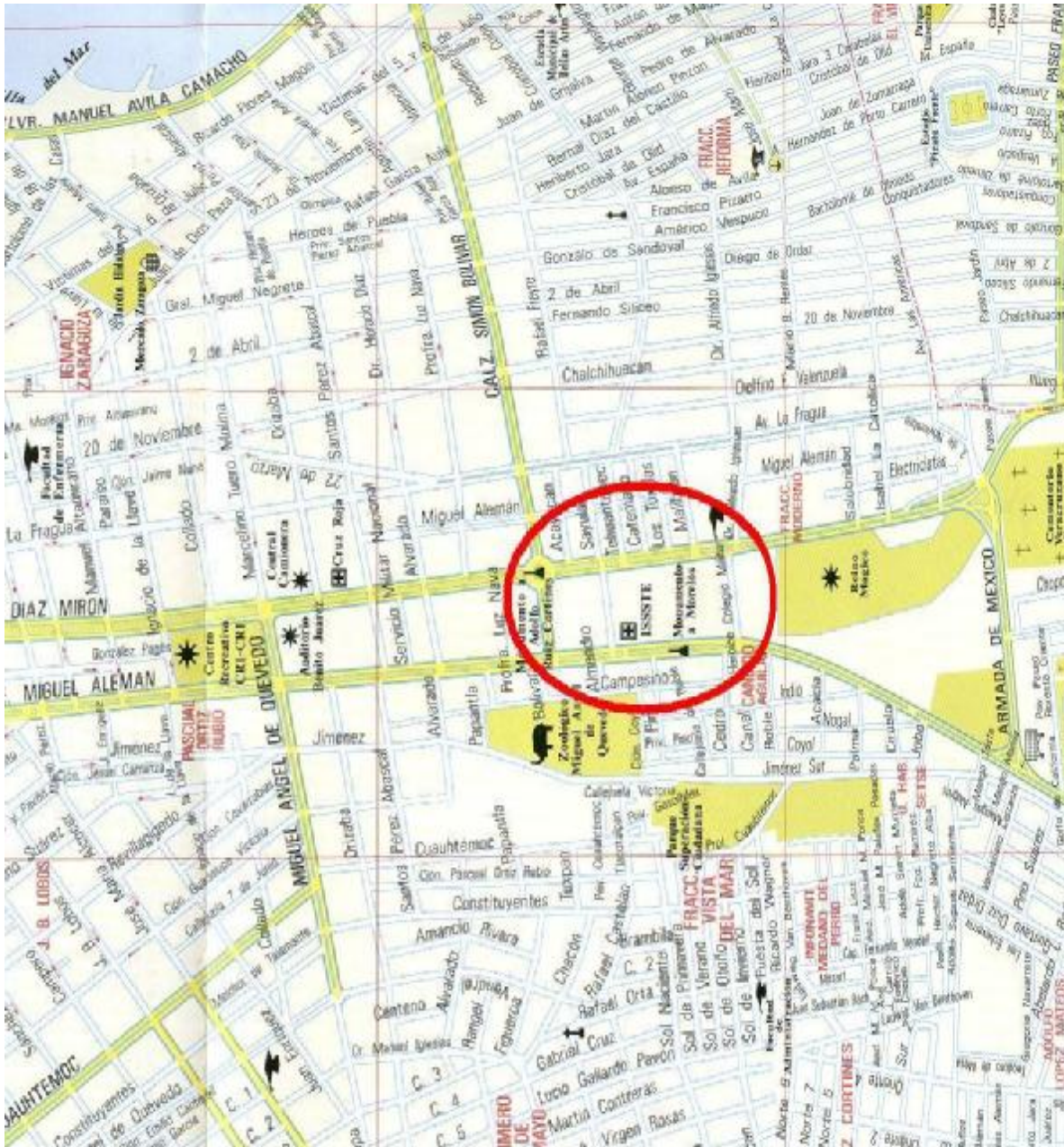


FIGURA.- 2 LOCALIZACIÓN DEL SITIO DE INTERES



## FIGURAS

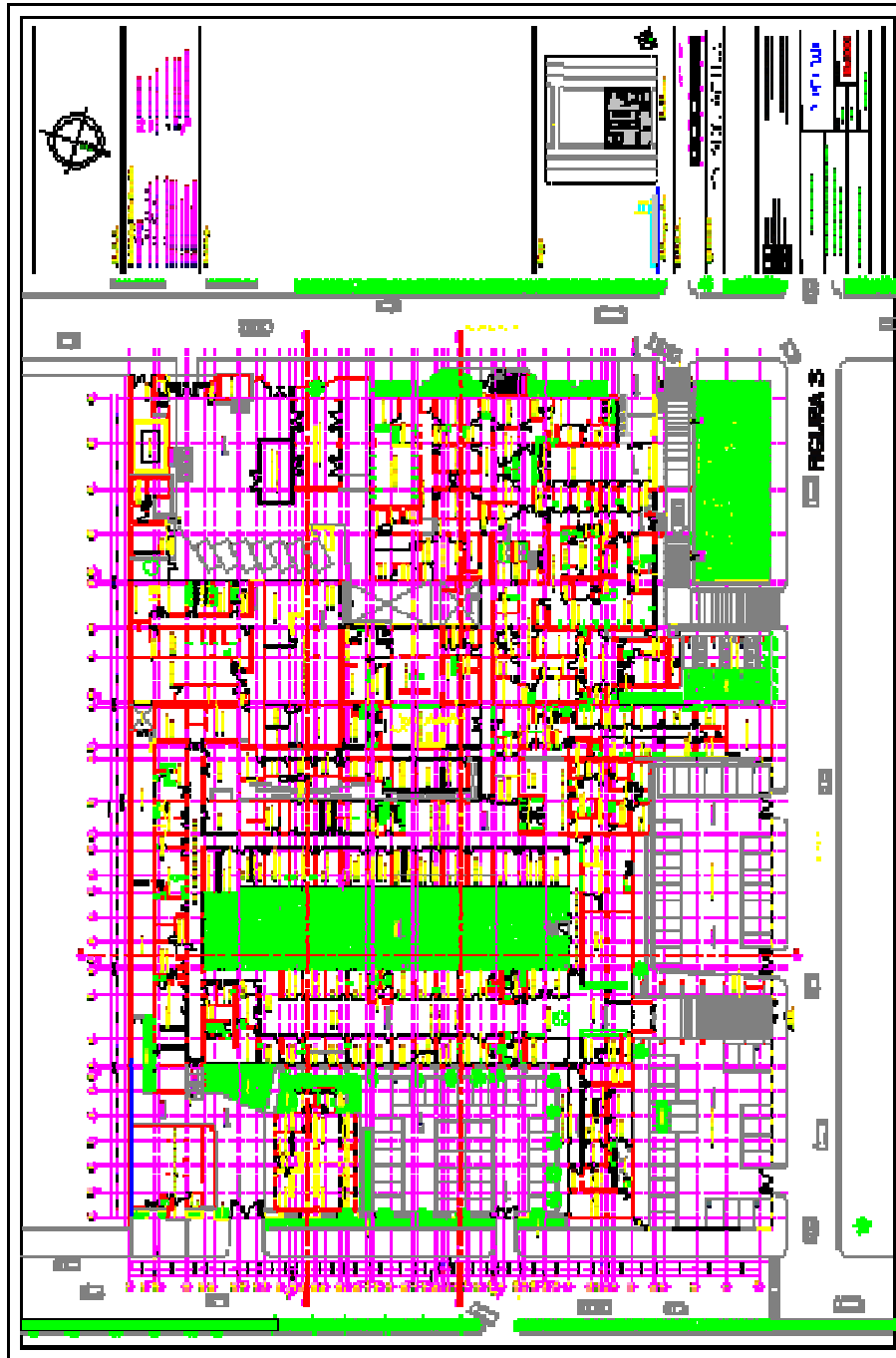


FIGURA.- 3 PLANTA ARQUITECTONICA DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CONSTRUCCIONES



## FIGURAS

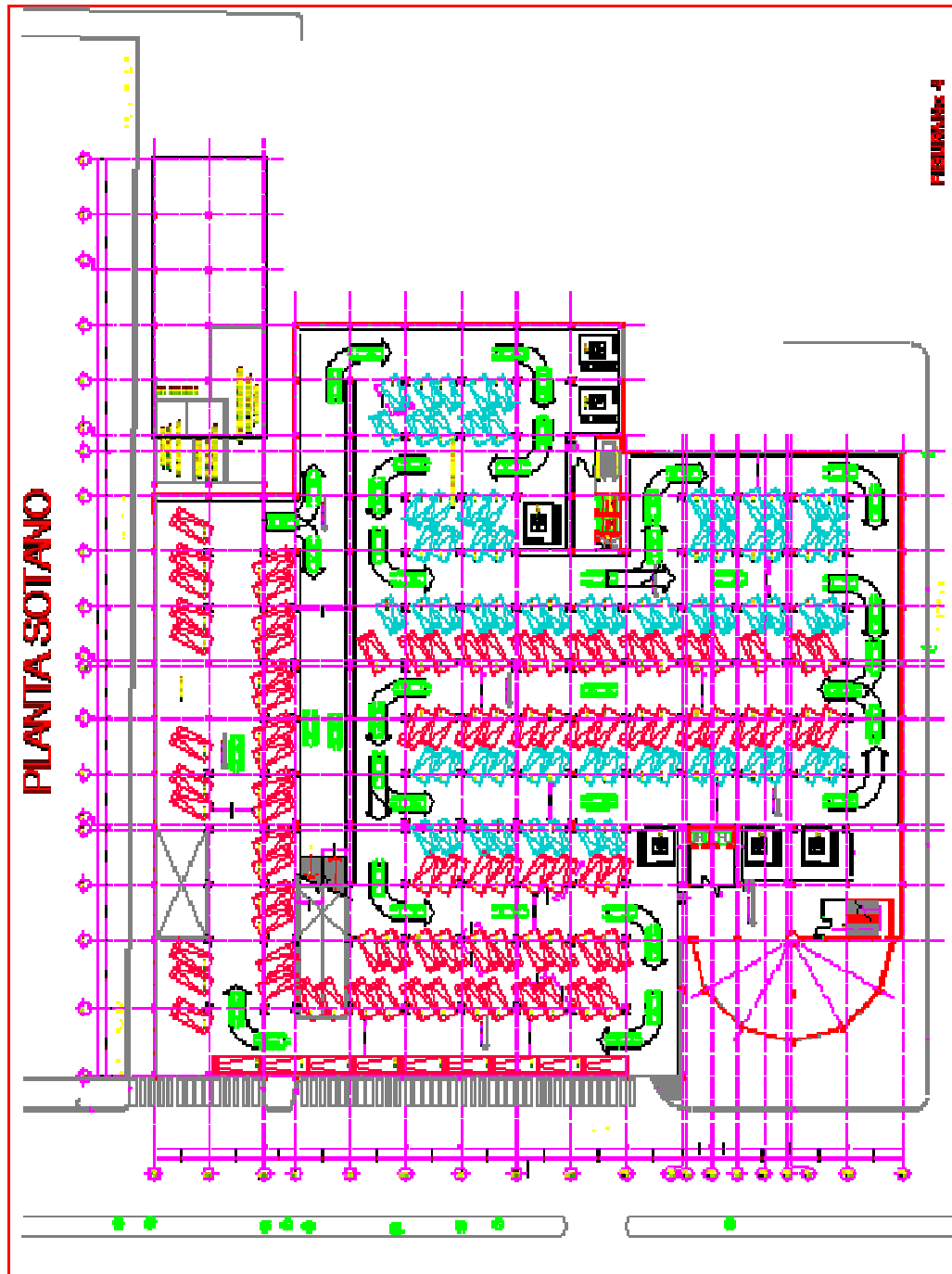


FIGURA.- 4 PLANTA DE SOTANO



## FIGURAS

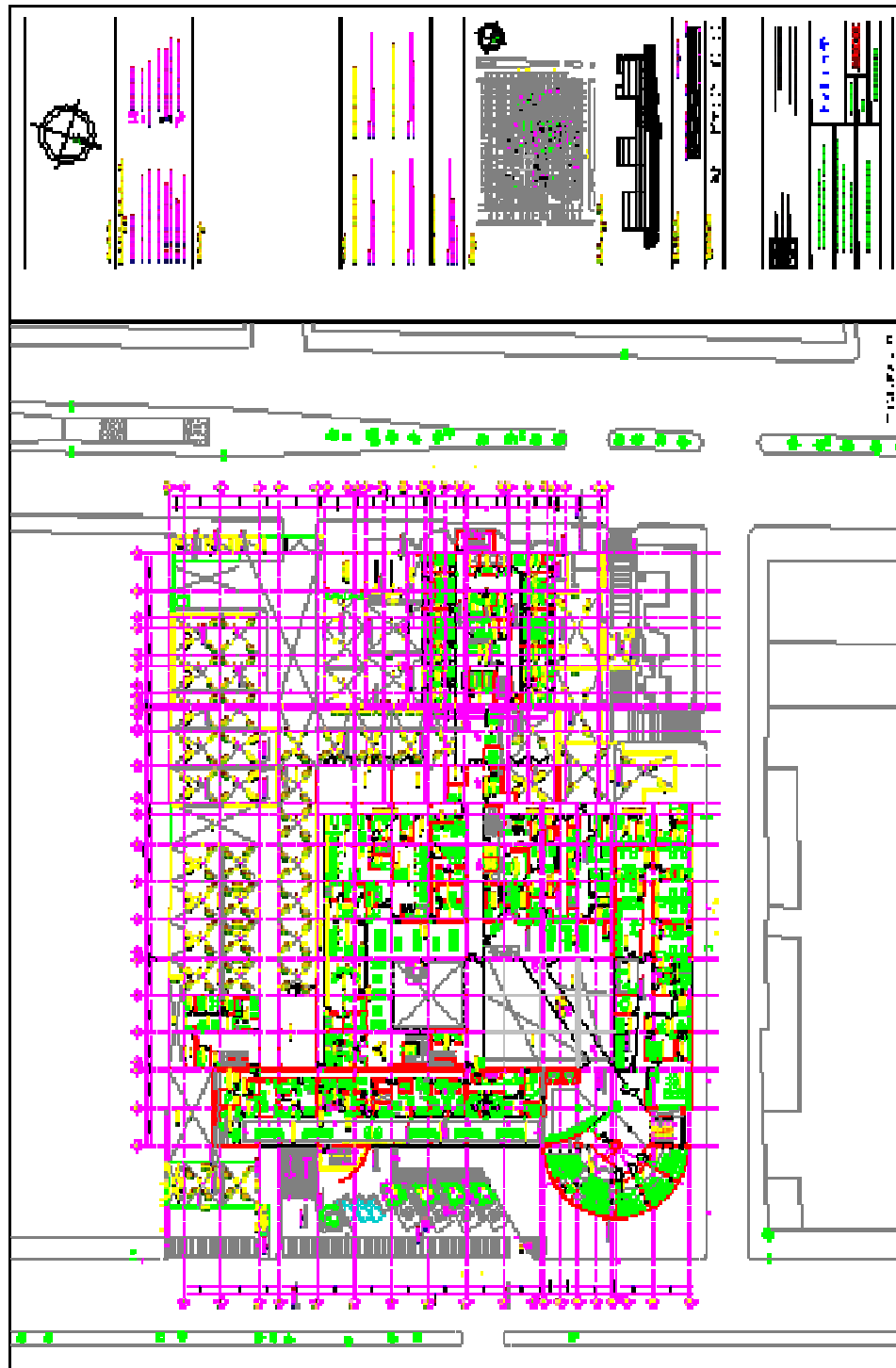


FIGURA.- 5 PLANTA BAJA



## FIGURAS

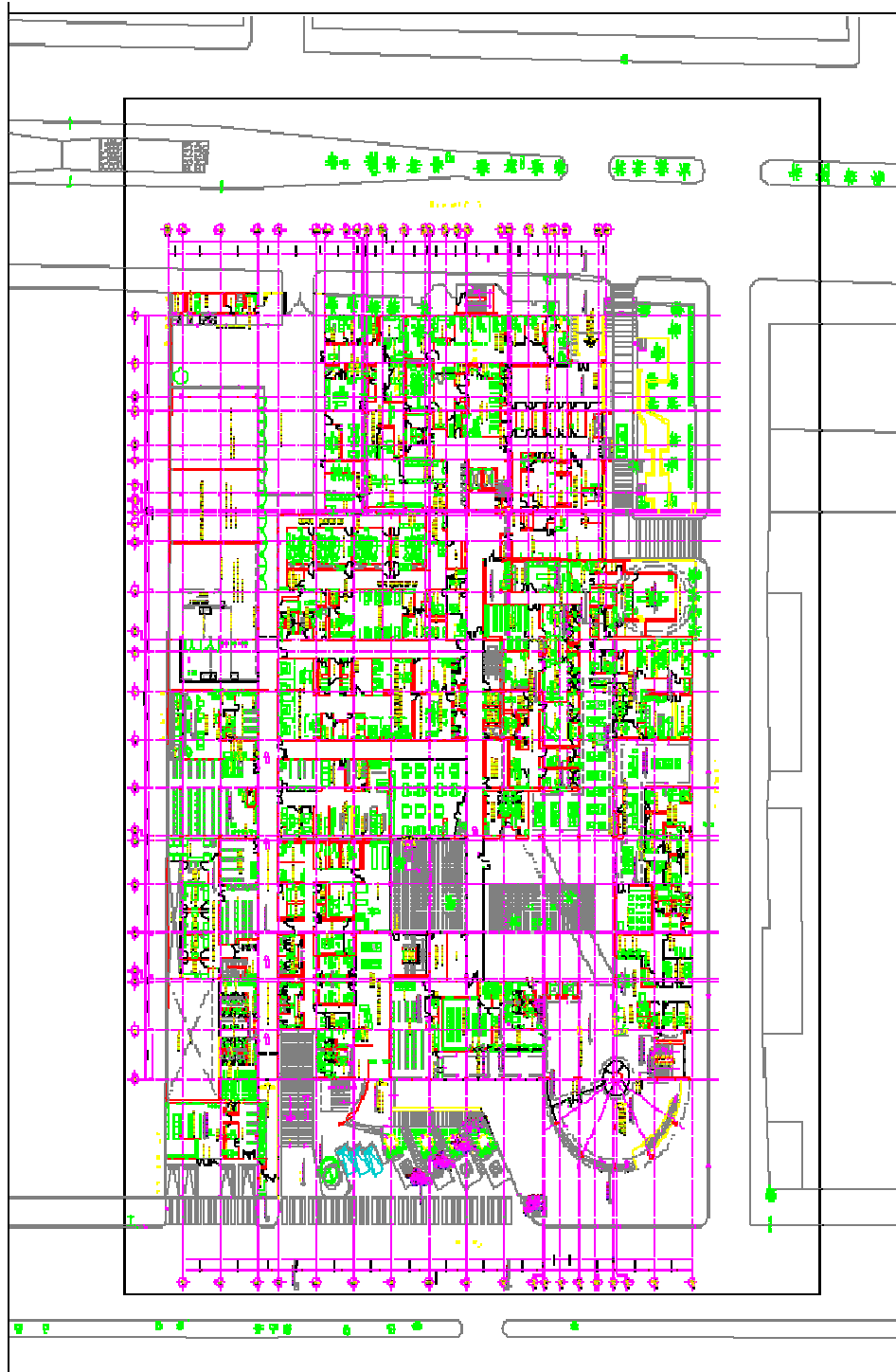
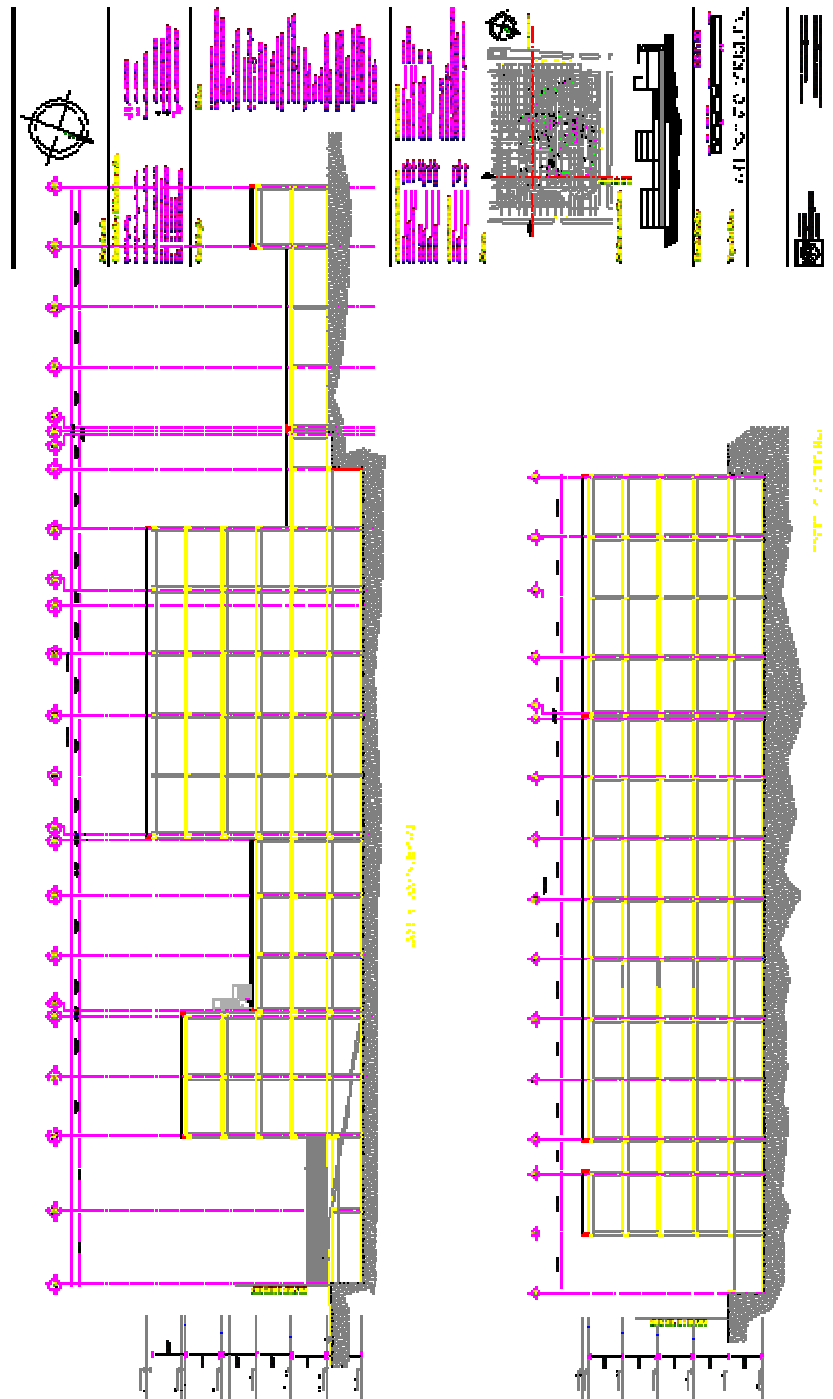


FIGURA.- 6 PLANTA PRIMER NIVEL





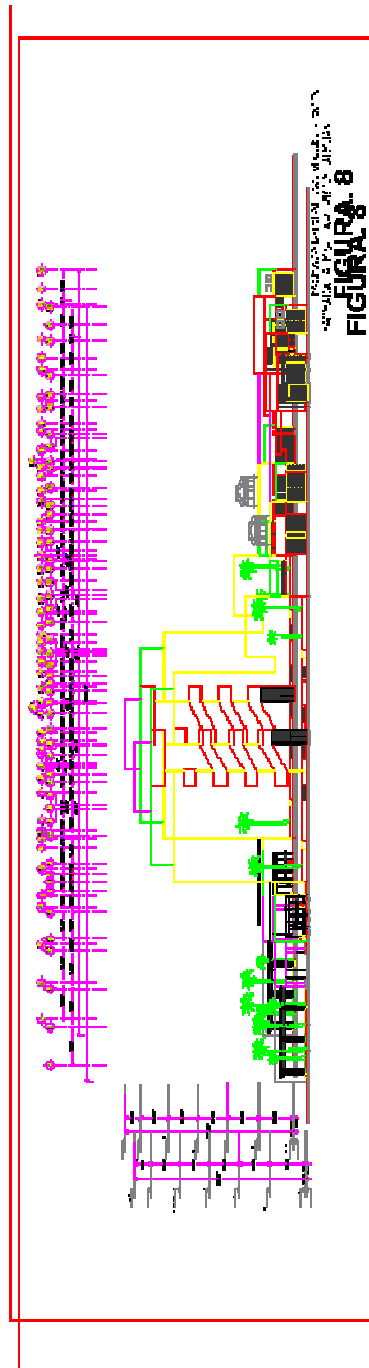
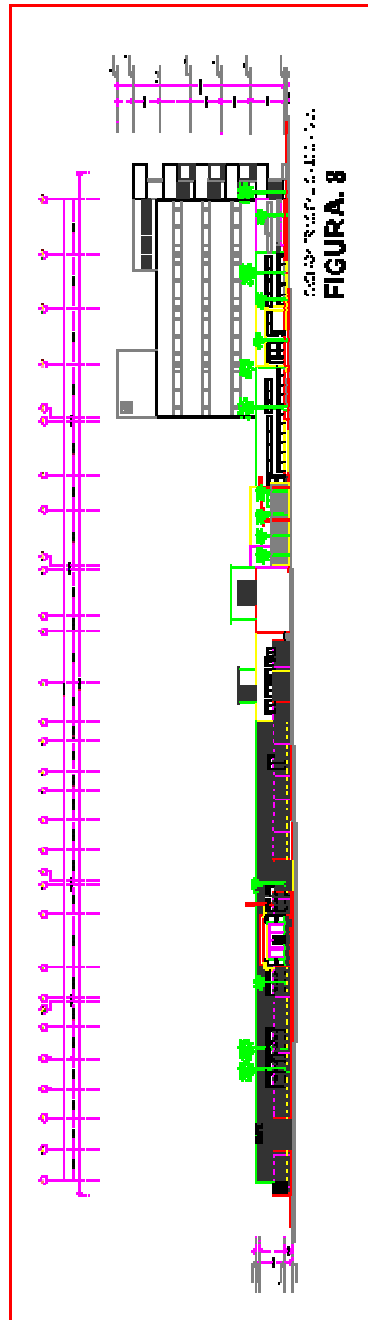
**FIGURAS**



**FIGURA.- 7 CORTES GENERALES**



**FIGURAS**



**FIGURA.- 8 FACHADA PRINCIPAL CALLE SAYULA Y FACHADA LATERAL AV. MIGUEL HIDALGO**



## FIGURAS

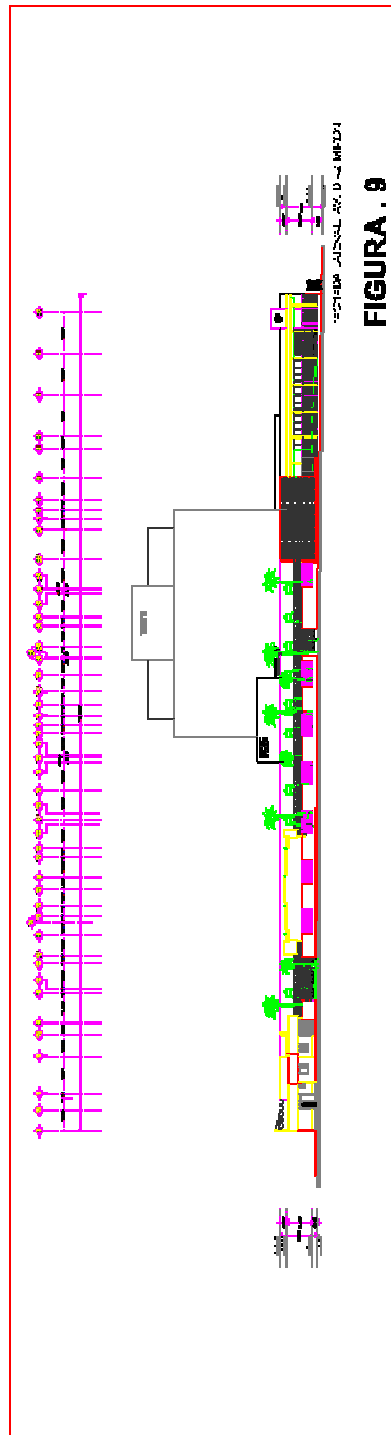


FIGURA.- 9 FACHADA LATERAL AV. DIAZ MIRON



## FIGURAS

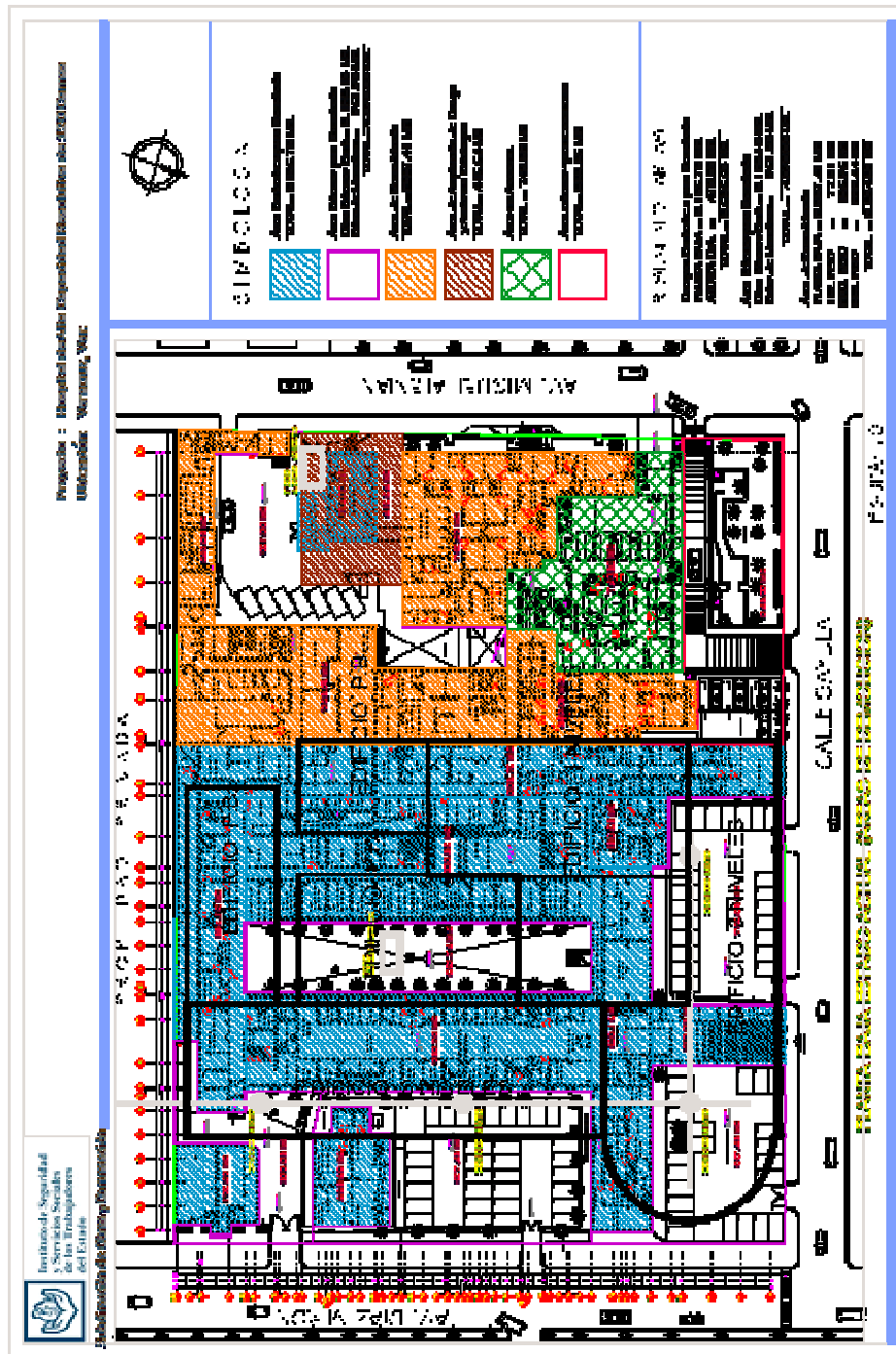
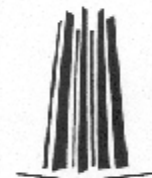


FIGURA.- 10 PLANTA DE CONJUNTO INDICANDO EL AREA DE DEMOLICION, AMPLIACION Y REMODELACION PROYECTADA.



## FIGURAS

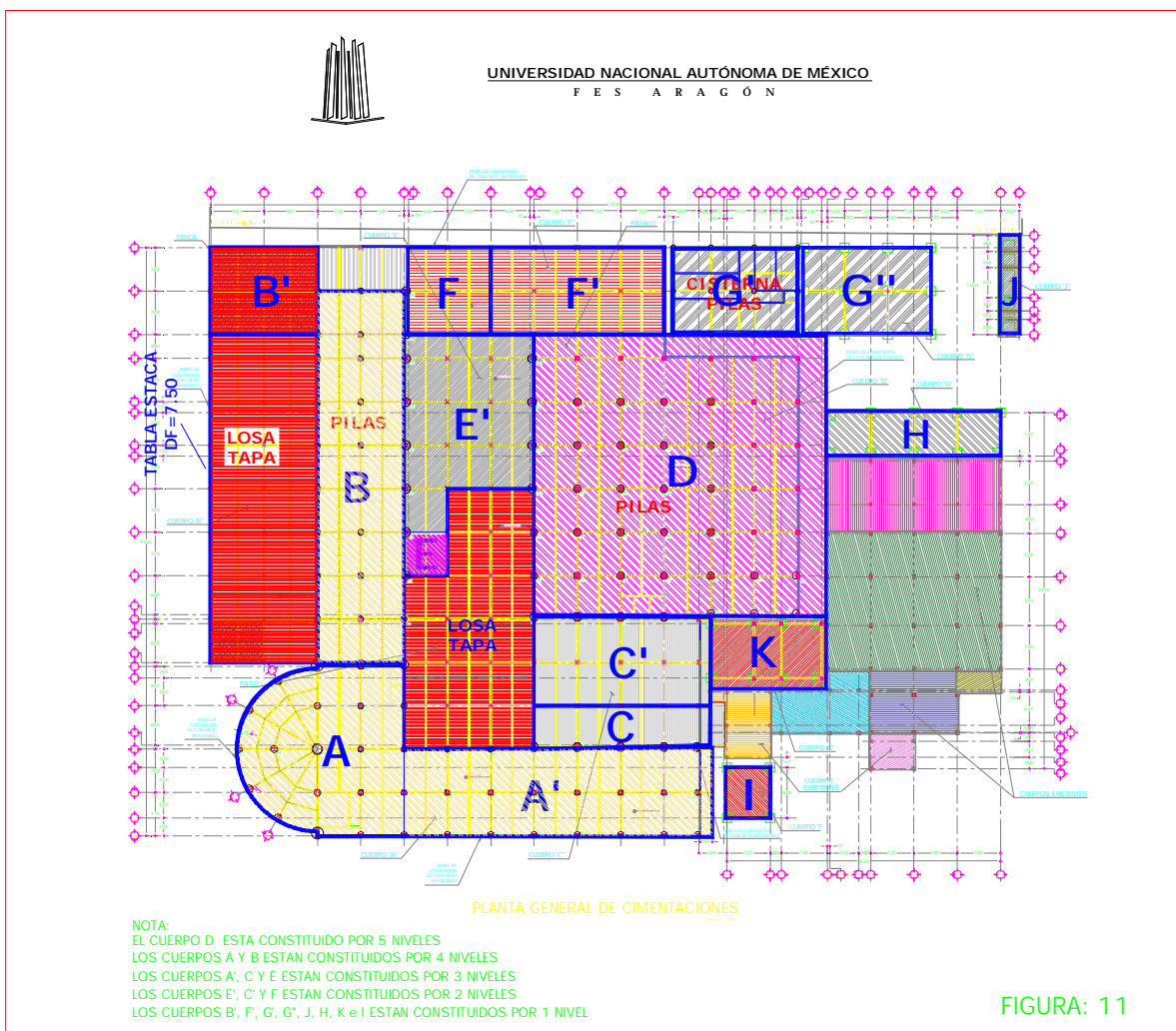


FIGURA: 11

FIGURA.- 11 DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS PROYECTADAS









## FIGURAS

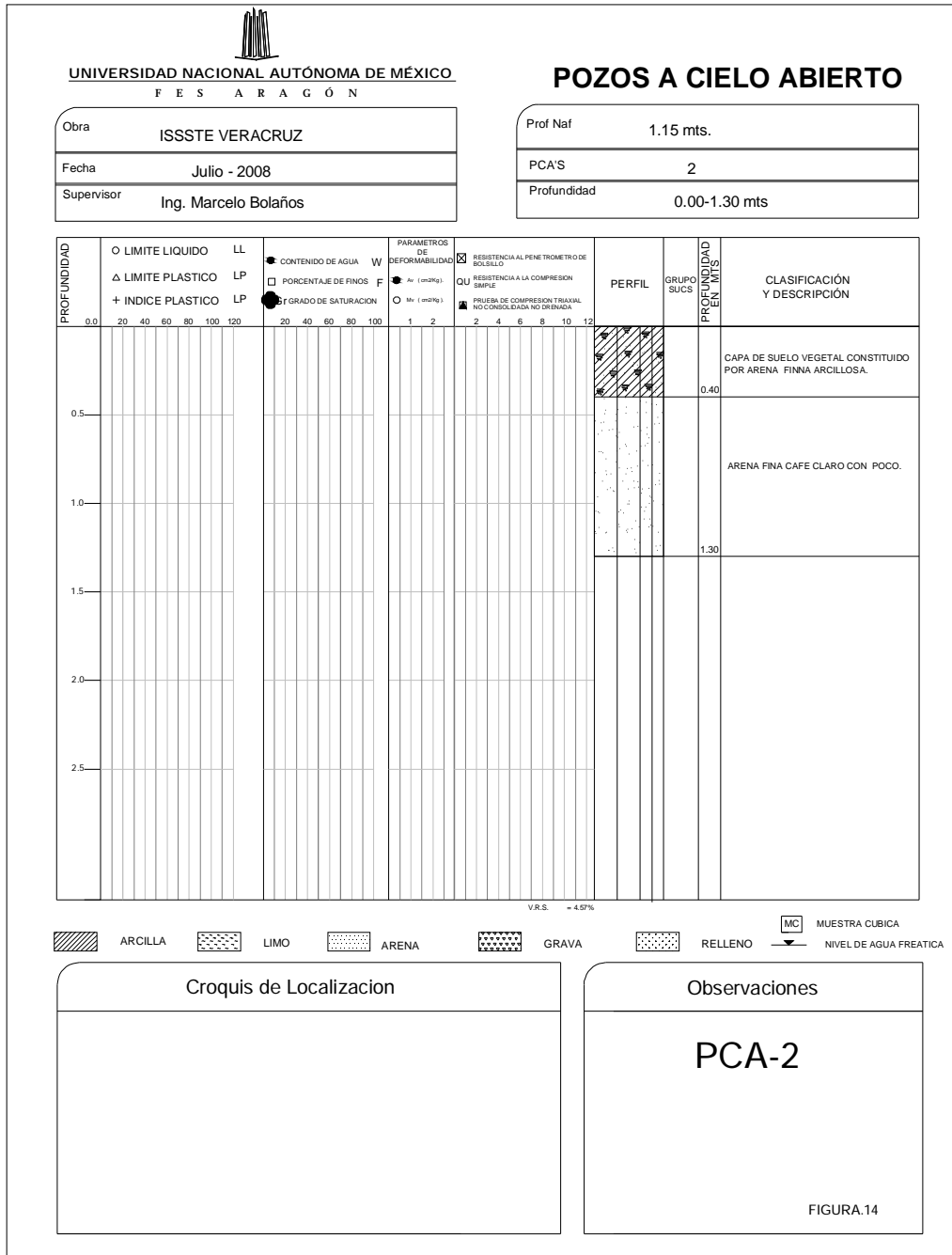


FIGURA.- 14 PERFIL DEL PCA-2



## FIGURAS

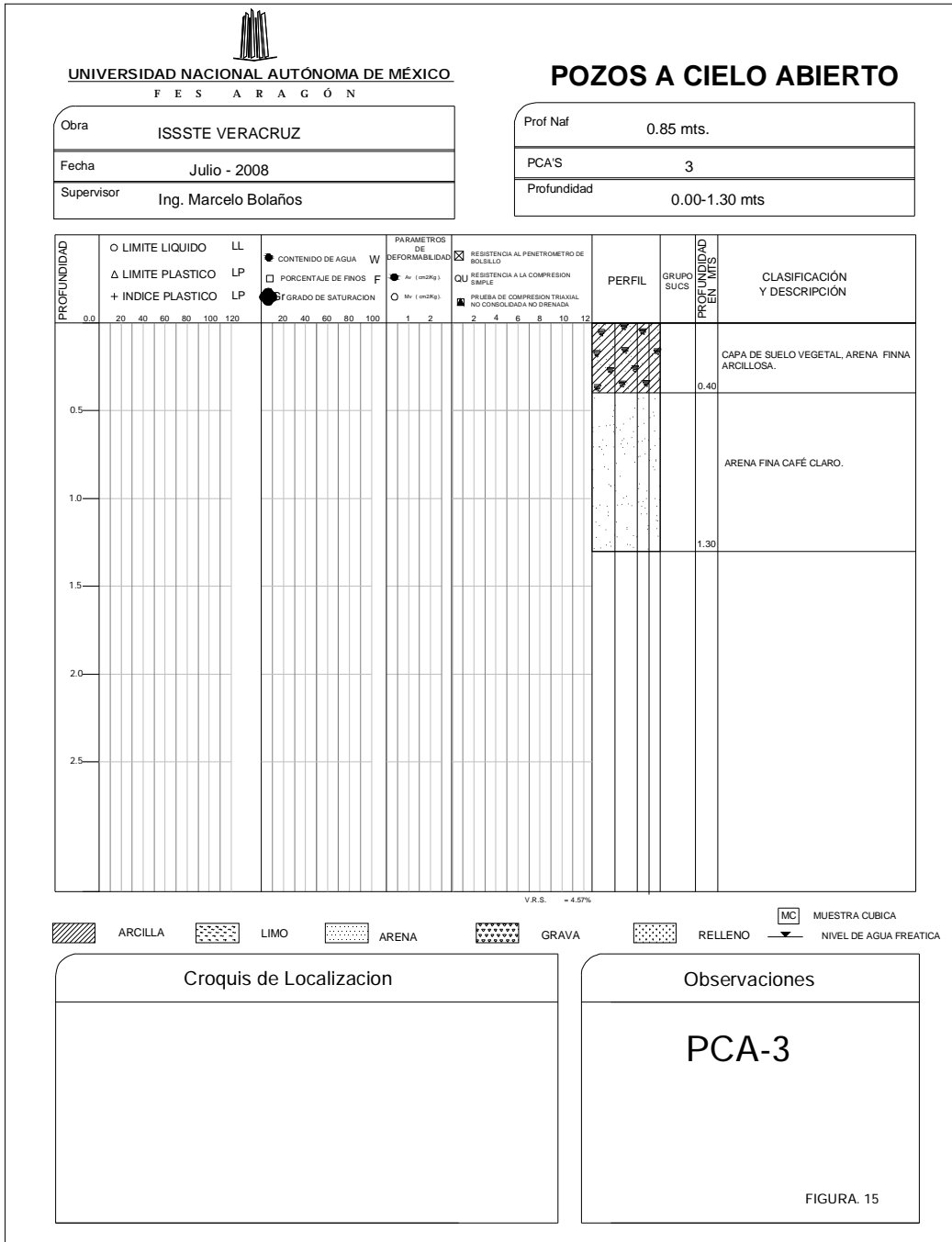


FIGURA.- 15 PERFIL DEL PCA-3



## FIGURAS

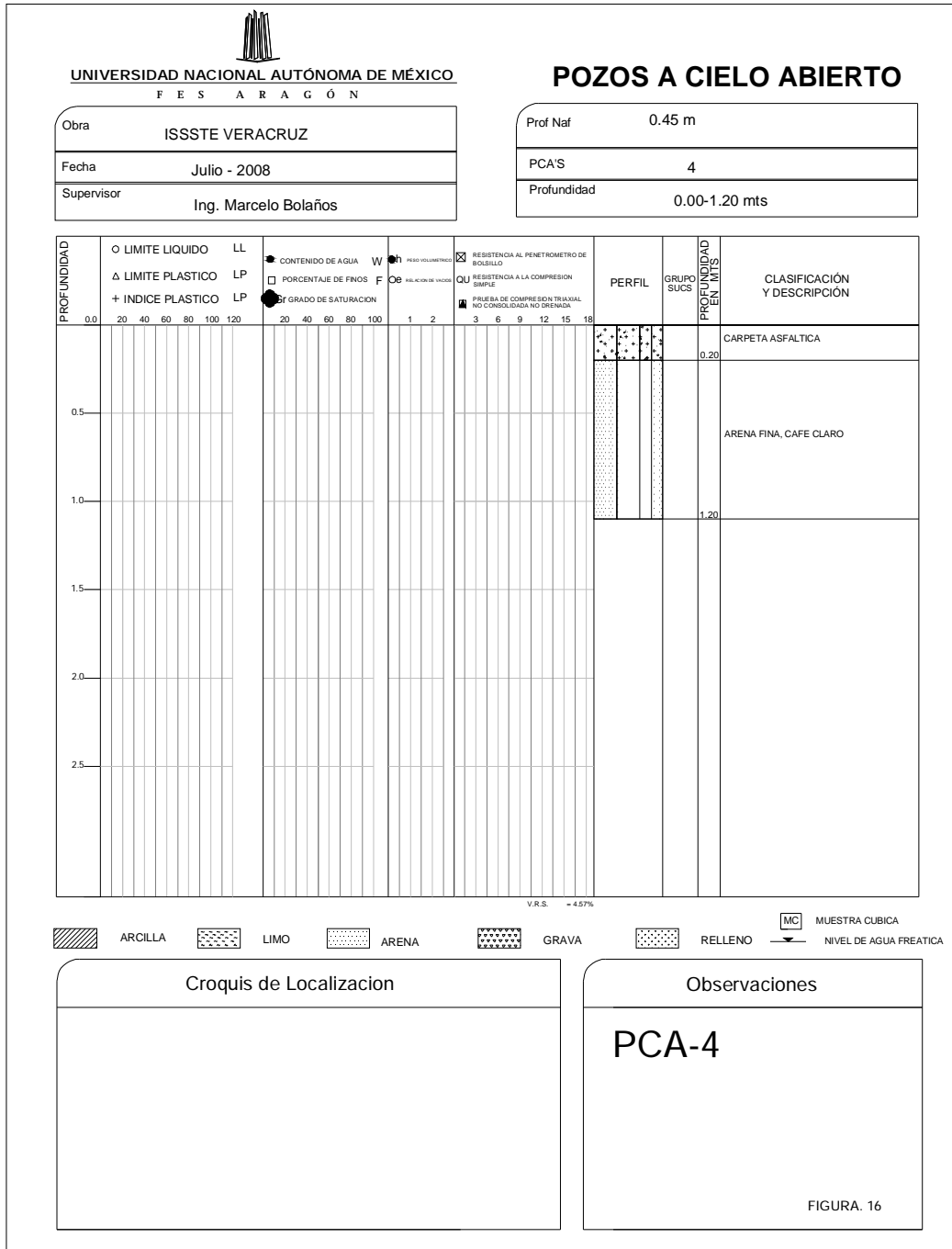


FIGURA.- 16 PERFIL DEL PCA-4



## FIGURAS

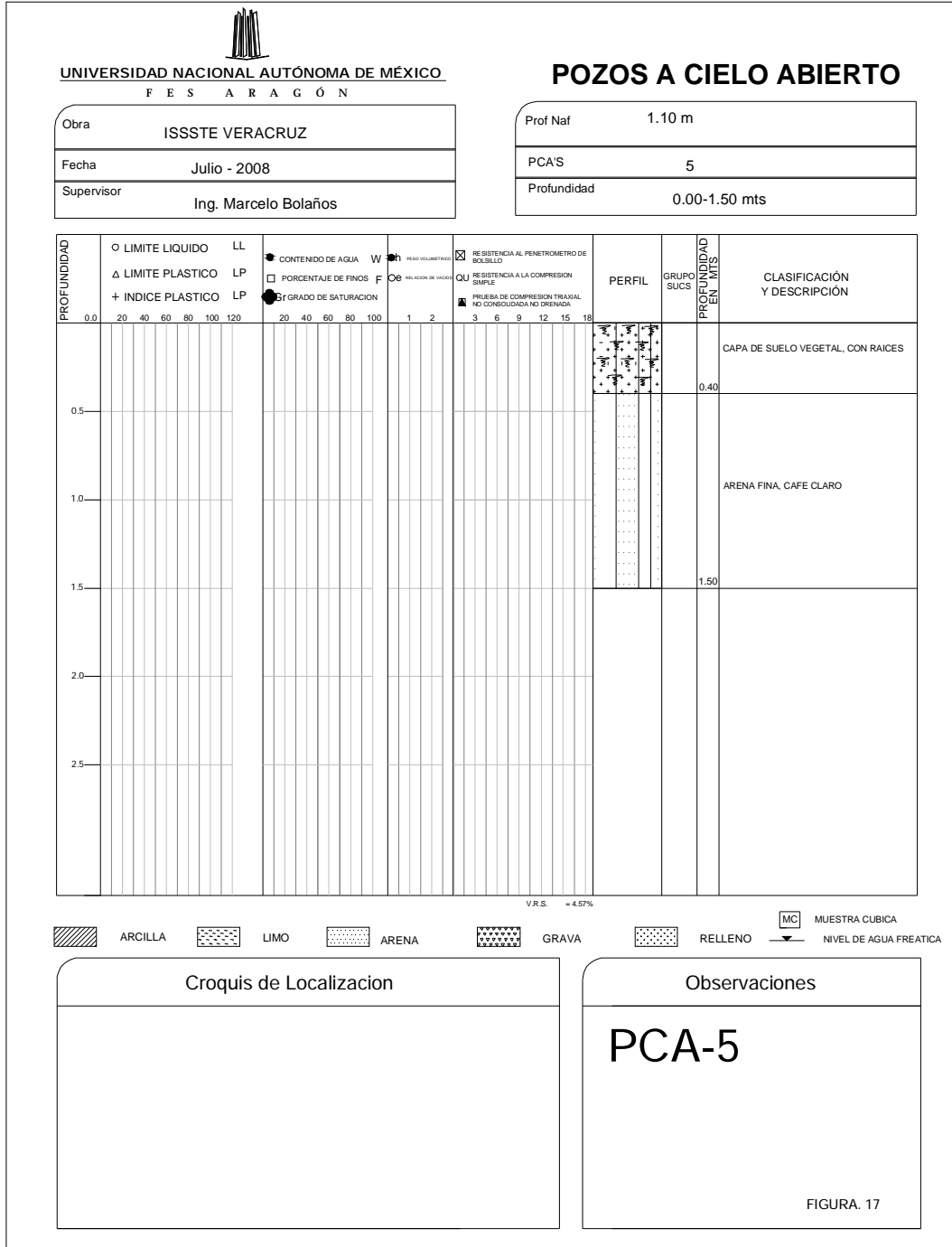


FIGURA.- 17 PERFIL DEL PCA-5





## FIGURAS

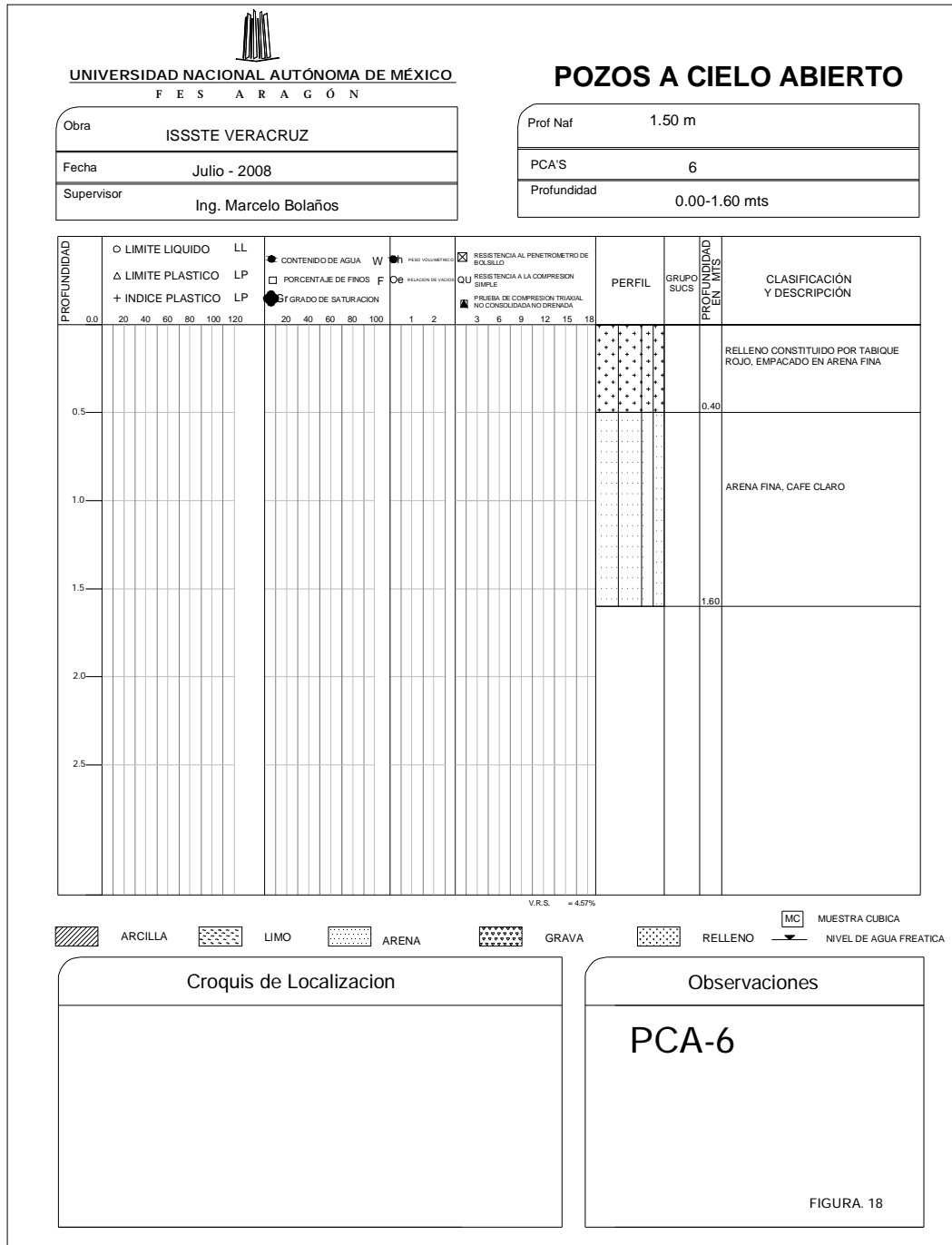


FIGURA.- 18 PERFIL DEL PCA-6



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FIGURAS

MUESTRA No.		PROFUNDIDAD m.			RECUPERACIÓN			PENETRACION ESTIMADA PRESION DEL MARTILLO A 60 ALTURA DE 60/80/12 cm. N° DE GOLPES EN			TIPO DE MUESTRO	CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES
		INICIAL	FINAL	AVANCE	m.	%	CRN (PS/CM)	15 cm.	30 cm.	15 cm.		
1		0.00	0.60	0.60	0.45			3	10	6	T.P.	arena fina poco limosa con raíces, café oscuro.
2		0.60	1.20	0.60	0.12			4	6	2	T.P.	arena fina poco limosa, café oscuro.
3		1.20	1.80	0.60	0.34			2	3	2	T.P.	arena fina poco limosa, café oscuro.
4		1.80	2.40	0.60	0.18			1	1	1	T.P.	limo arenoso con arena fina, café oscuro.
5		2.40	3.00	0.60	0.17			2	3	3	T.P.	arena fina poco limosa, café oscuro.
6		3.00	3.60	0.60	0.36			2	6	3	T.P.	arena fina poco limosa, café verdoso.
7		3.60	4.20	0.60	0.42			7	25	17	T.P.	arena fina poco limosa, gris verdoso.
8		4.20	4.80	0.60	0.37			7	27	12	T.P.	arena fina poco limosa, gris poco oscuro.
9		4.80	5.40	0.60	0.22			6	16	7	T.P.	arena fina poco limosa, gris poco oscuro.
10		5.40	6.00	0.60	0.22			4	5	7	T.P.	arena fina poco limosa, gris poco oscuro.
11		6.00	6.60	0.60	0.22			7	24	24	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
12		6.60	7.20	0.60	0.42			10	26	22	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
13		7.20	7.80	0.60	0.45			9	46	22	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
14		7.80	8.40	0.60	0.36			10	27	25	T.P.	arena fina poco limosa, gris claro.
15		8.40	9.00	0.60	0.39			5	45	24	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
16		9.00	9.60	0.60	0.36			14	49	26	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
17		9.60	10.20	0.60	0.36			10	35	15	T.P.	arena fina poco limosa con grumos, gris oscuro.
18		10.20	10.80	0.60	0.39			11	42	46	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
19		10.80	11.15	0.35	0.25			22	30/20	-	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
-		11.15	11.40	0.25	-			AVANCE			A.T.	Avance con broca triconica 2" 1/2.
20		11.40	12.00	0.60	0.40			20	26	13	T.P.	P.S. arena fina, P.L. limo arcilloso con arena fina gris.
21		12.00	12.60	0.60	0.36			5	25	13	T.P.	limo arenoso con arena arcillosa gris.
22		12.60	13.20	0.60	0.56			10	31	20	T.P.	arena fina arcillosa gris verdoso.
23		13.20	13.61	0.41	0.35			10	30/26	-	T.P.	arena fina poco arcillosa gris verdoso.
-		13.61	13.80	0.19	-			AVANCE			G.S.	Avance con broca triconica 2" 1/2.
NIVEL PRÁCTICO (m):					TUNEL:						HRS:	
OBSERVACIONES GENERALES:											PROF. PROYECTADO: 20.00 mts.	
											PROF. REAL: 20.40 mts.	
											OPERAOR: Gustavo Joaquín.	
											SUPERVISOR:	
											FECHA:	

FIGURA.- 19

FIGURA.- 19 REGISTRO DEL SONDEO SPT-1



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FIGURAS

MUESTRA No.		PROFUNDIDAD m.			RECUPERACIÓN			PENETRACION ESTÁNDAR PRÓO DEL MARTILLO 6 KG ALTURA DE CAÍDA 75 cm. N° DE GOLPES EN			TIPO DE MUESTRO	CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES
		INICIAL	FINAL	AVANCE	m.	%	CR% (DESP)	15 cm.	30 cm.	15 cm.		
24	-	12.50	11.40	0.45	0.34			12	50/26	-	T.P.	Arena fina poco arcillosa, gris verdoso.
		14.25	12.00	0.15	-			AVANCE			Q.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8.
25	-	14.40	12.80	0.26	0.24			25	50/21	-	T.P.	Arena fina poco arcillosa, gris verdoso.
		14.76	13.20	0.24	-			AVANCE			Q.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8.
26	-	15.00	13.20	0.26	0.25			24	50/11	-	T.P.	Arena poco limosa, gris verdoso.
		15.36	13.80	0.24	-			AVANCE			Q.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8.
27	-	15.60	13.55	0.25	0.24			22	50/12	-	T.P.	Arena fina poco limosa, gris verdoso.
		15.85	14.20	0.22	-			AVANCE			Q.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8.
28	-	16.20	14.55	0.25	0.20			20	50/20	-	T.P.	Arena fina poco limosa, gris verdoso.
		16.55	14.80	0.25	-			AVANCE			Q.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8.
29	-	16.80	15.15	0.25	0.25			25	50/20	-	T.P.	Arena fina poco limosa, gris verdoso.
		17.15	15.40	0.25	-			AVANCE			Q.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8.
30	-	17.40	15.83	0.43	0.25			30	50/25	-	T.P.	Arena fina poco limosa, gris verdoso.
		17.85	16.00	0.17	-			AVANCE			Q.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8.
31	-	18.00	16.41	0.41	0.30			18	50/26	-	T.P.	Arena fina con conchillas poco limosa, gris verdoso.
		18.41	16.80	0.19	-			AVANCE			Q.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8.
32	-	18.60	16.55	0.25	0.20			26	50/20	-	T.P.	Arena fina con conchillas poco limosa, gris verdoso.
		18.95	16.20	0.25	-			AVANCE			Q.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8.
33	-	19.20	16.85	0.45	0.30			25	50	-	T.P.	Arena fina con conchillas poco limosa, gris verdoso.
		19.65	16.20	0.15	-			AVANCE			Q.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8.
34	-	19.80	20.40	0.60	0.35			20	45	20	T.P.	Arena fina con conchillas poco limosa, gris verdoso.

FIGURA.- 20 REGISTRO DEL SONDEO SPT-1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FIGURAS

MUESTRA No.		PROFUNDIDAD m.		RECUPERACIÓN			PENETRACION ESTANDAR PRÓXIMO MUESTRO 90 KG SITUACIÓN CADA 15 cm. N° DE GOLPES EN			TIPO DE MUESTRO	CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES
INICIAL	FINAL	AVANCE	m.	%	CRG (GOLPES)	15 cm.	30 cm.	15 cm.			
-	0.00	0.20	0.20	-			AVANCE			BT.	Avance con broca triconica 2" 1/8.
1	0.20	0.80	0.60	0.27			5	13	8	T.P.	Areña fina poco limosa, café oscuro.
S/R	0.80	1.40	0.60	S/R			5	8	2	T.P.	Sin recuperación.
S/R	1.40	2.00	0.60	S/R			PH	1	4	T.P.	Sin recuperación.
2	2.00	2.60	0.60	0.17			4	7	3	T.P.	Areña fina poco limosa, café oscuro.
3	2.60	3.20	0.60	0.20			5	13	7	T.P.	Areña fina poco limosa, café claro.
4	3.20	3.80	0.60	0.37			5	12	9	T.P.	Areña fina poco limosa, café claro.
5	3.80	4.40	0.60	0.30			7	22	20	T.P.	Areña fina poco limosa, café claro.
6	4.40	5.00	0.60	0.37			5	19	10	T.P.	Areña fina poco limosa, café claro.
7	5.00	5.60	0.60	0.27			6	10	7	T.P.	P.S. Areña fina poco limosa, café claro. P. Areña fina arcillosa limosa oscura.
8	5.60	6.20	0.60	0.60			2	5	3	T.P.	Areña fina arcillosa limosa oscura.
9	6.20	6.80	0.60	0.15			6	26	15	T.P.	Areña fina poco limosa, gris oscuro.
10	6.80	7.40	0.60	0.36			6	24	13	T.P.	Areña fina poco limosa, gris oscuro.
11	7.40	8.00	0.60	0.25			6	23	16	T.P.	Areña fina poco limosa, gris oscuro.
12	8.00	8.60	0.60	0.22			5	19	14	T.P.	Areña fina poco limosa, gris oscuro.
13	8.60	9.20	0.60	0.22			6	24	14	T.P.	Areña fina poco limosa, gris oscuro.
14	9.20	9.80	0.60	0.22			7	24	14	T.P.	Areña fina poco limosa, gris oscuro.
15	9.80	10.40	0.60	0.27			7	25	19	T.P.	Areña fina poco limosa, gris oscuro.
16	10.40	11.00	0.60	0.24			10	30	14	T.P.	Areña fina poco limosa, gris oscuro.
17	11.00	11.60	0.60	0.50			6	24	16	T.P.	Areña arenosa poco limosa, oscura.
18	11.60	12.20	0.60	0.37			6	20	17	T.P.	Areña arenosa poco limosa, gris verdoso.
19	12.20	12.80	0.60	0.35			7	26	24	T.P.	Areña arenosa poco limosa, gris verdoso.
20	12.80	13.25	0.45	0.35			11	30	-	T.P.	P.S. Areña arenosa gris verdoso. P. Areña fina.
-	13.25	13.40	0.15	-			AVANCE			BT.	Avance con broca triconica 2" 1/8.
21	13.40	14.00	0.60	0.35			16	24	11	T.P.	Areña fina poco limosa con grumos de arena cementada, gris verdosa.

NIVEL PRÁCTICO (m): \_\_\_\_\_ TUBOS: \_\_\_\_\_ HRS: \_\_\_\_\_ PROF. PROYECTO: 20.00 mts.  
 OBSERVACIONES GENERALES: \_\_\_\_\_ PROF. REAL: 19.75 mts.  
 OPERADOR: DUSTANO JOAQUIN SUPERVISOR: \_\_\_\_\_ FIGURA - 21  
 ADEMÁS (m): \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

FIGURA.- 21 REGISTRO DEL SONDEO SPT-2





UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FIGURAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FES ARAGÓN

REPORTE DIARIO DE PERFORACIÓN

OBRA: ISSSTE VERACRUZ COORDENADAS X Y Z  
 LOCALIZACIÓN: VERACRUZ FECHA DE INICIO: 24/07/2008 Hrs.  
 POZO No: 2 TERMINACIÓN: 24/07/2008 Hrs.  
 TIPO DE SONDEO: SPT BOMBA: MOLINO 245

MUESTRA No	PROFUNDIDAD m.			RECUPERACIÓN			PENETRACIÓN ESTÁNDAR PESO DEL MARTILLO 63 kg ALTURA CAÍDA 75 cm N° DE GOLPES EN			TIPO DE MUESTREO	CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL	AVANCE	m.	%	CR% (0.05%)	15 cm.	30 cm.	15 cm.		
22	14.00	14.59	0.59	0.40			10	42	30/4	T.P.	Arena fina poco limosa, grta. verdosa con gravillas de arena cementada.
-	14.59	14.60	0.01	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8
23	14.60	15.01	0.41	0.35			22	50/26	-	T.P.	Arena fina poco limosa, grta. verdosa.
-	15.01	15.20	0.19	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8
24	15.20	15.46	0.26	0.20			24	50/11	-	T.P.	Arena fina poco limosa, grta. verdosa.
-	15.46	15.50	0.04	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8
25	15.50	16.21	0.71	0.35			22	50/26	-	T.P.	Arena fina poco limosa con conchillas, grta. verdosa.
-	16.21	16.40	0.19	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8
26	16.40	16.75	0.35	0.22			25	50/20	-	T.P.	Arena fina poco limosa con conchillas, grta. verdosa.
-	16.75	17.00	0.25	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8
27	17.00	17.50	0.50	0.35			16	42	30/5	T.P.	Arena fina poco limosa con conchillas, grta. verdosa.
-	17.50	17.60	0.10	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8
28	17.60	17.92	0.32	0.20			26	50/15	-	T.P.	Arena fina poco limosa con conchillas, grta. verdosa.
-	17.92	18.20	0.27	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8
29	18.20	18.57	0.37	0.35			29	50/22	-	T.P.	Arena fina poco limosa con conchillas, grta. verdosa.
-	18.57	18.60	0.03	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8
30	18.60	18.95	0.35	0.15			30	-	-	T.P.	Arena fina poco limosa con conchillas, grta. verdosa.
-	18.95	19.40	0.45	-			AVANCE			S.T.	Avance con broca triconica 3" 1/8
31	19.40	19.75	0.35	0.25			21	50/20	-	T.P.	Arena fina poco limosa con inclusiones de carbonillo, grta. verdosa.

NIVEL FREÁTICO (m): \_\_\_\_\_ TUNEL: \_\_\_\_\_ HRS: \_\_\_\_\_

PROY. PROYECTO: 20.00 mts.  
 PROF. REAL: 19.75 mts.  
 OPERADOR: DUSTANO JOAQUIN  
 SUPERVISOR: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

ADICIONALES (m): \_\_\_\_\_

FIGURA - 22

FIGURA.- 22 REGISTRO DEL SONDEO SPT-2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FIGURAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		FES ARAGÓN		REPORTE DIARIO DE PERFORACIÓN							
CARR: ISSSTE VERACRUZ		COORDENADAS: X		Y	Z						
LOCALIZACIÓN: VERACRUZ		FECHA DE INICIO:									
POZO No: 3		TERMINACIÓN:									
TIPO DE SONDEO: SPT		LONGITUD: 24		BOCINA: MOYNO 25							
MUESTRA No	PROFUNDIDAD m.			RECUPERACIÓN			PENETRACIÓN ESTÁNDAR			TIPO DE MUESTREO	CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL	AVANCE	m.	%	CR% (SPT)	15 cm.	30 cm.	15 cm.		
1	0.00	0.60	0.60	0.21			2	9	6	T.P.	arena fina arenosa con nódulos verdosos, café oscuro.
2	0.60	1.20	0.60	0.36			6	9	3	T.P.	arena fina poco arenosa, café oscuro.
3	1.20	1.80	0.60	0.45			1	1	1	T.P.	arena fina poco arenosa, gris oscuro.
4	1.80	2.40	0.60	0.45			1	2	7	T.P.	arena fina poco arenosa, café claro.
5	2.40	3.00	0.60	0.45			2	5	4	T.P.	arena fina poco arenosa, café claro.
6	3.00	3.60	0.60	0.40			3	9	7	T.P.	arena fina poco limosa, café claro.
7	3.60	4.20	0.60	0.37			4	19	13	T.P.	arena fina poco limosa, café grisáceo.
8	4.20	4.80	0.60	0.36			6	21	11	T.P.	arena fina poco limosa, café grisáceo.
9	4.80	5.40	0.60	0.35			4	5	5	T.P.	P.S. arena fina oscura. P. Anolis arenosa, café oscuro.
10	5.40	6.00	0.60	0.55			2	5	3	T.P.	Anolis arenosa poco limosa oscuro.
11	6.00	6.60	0.60	0.47			3	27	27	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
12	6.60	7.20	0.60	0.35			12	23	25	T.P.	arena fina poco limosa, café grisáceo.
13	7.20	7.80	0.60	0.35			7	26	25	T.P.	arena fina poco limosa, café grisáceo.
14	7.80	8.40	0.60	0.33			10	25	16	T.P.	arena fina poco limosa, café grisáceo.
15	8.40	9.00	0.60	0.30			5	20	10	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
16	9.00	9.60	0.60	0.35			4	15	17	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
17	9.60	10.20	0.60	0.30			5	26	31	T.P.	arena fina poco limosa, gris oscuro.
18	10.20	10.80	0.60	0.34			13	26	21	T.P.	arena fina poco limosa, gris verdoso.
19	10.80	11.40	0.60	0.34			9	19	12	T.P.	P.S. arena fina oscura. P. Anolis arenosa, café oscuro.
20	11.40	12.00	0.60	0.30			7	20	13	T.P.	Anolis arenosa poco limosa, gris oscuro.
21	12.00	12.60	0.60	0.60			5	14	12	T.P.	Anolis arenosa limosa con restos de arena, gravillas gris verdoso.
22	12.60	13.20	0.60	0.35			4	25	26	T.P.	Anolis arenosa limosa con gránulos de arena cementada, gris verdoso.
23	13.20	13.80	0.60	0.30			22	41	22	T.P.	arena fina limosa con gránulos de arena cementada, gris verdoso.
24	13.80	14.40	0.60	0.44			13	25	24	T.P.	arena fina poco limosa, gris verdoso.
25	14.40	14.83	0.43	0.29			13	50/25	-	T.P.	arena fina poco limosa, gris verdoso.
NIVEL PRÁCTICO (m):		TURNO:		HRS:		PROY. PROYECTO:					
OBSERVACIONES GENERALES:						PROY. REGAL:					
						OPERADOR: DUSTANO JOAQUIN					
						SUPERVISOR:					
						FECHA:					
ADOME (m):		FIGURA.- 23									

FIGURA.- 23 REGISTRO DEL SONDEO SPT-3







UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FIGURAS

MUESTRA No.		PROFUNDIDAD m.			RECUPERACIÓN			PENETRACIONES POR PUNTO DEL MARTILLO 6 KG ALTURA DE CAIDA 75 cm. N° DE GOLPES EN			TIPO DE MUESTREO	CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES
INICIAL	FINAL	AVANCE	m.	%	CRN (C/CM)	15 cm.	30 cm.	15 cm.				
1	0.00	0.60	0.60	0.3			3	3	4	T.P.	ARENA FINA CON ESCASA ARCILLA CON RAICES COLOR CAFÉ OSCURO	
-												
S/R	0.60	1.20	0.60				1	2	1	T.P.	SIN RECUPERACION	
2	1.20	1.80	0.60	0.43			1	2	2	T.P.	ARENA FINA POCO ARCILLOSA CAFÉ OSCURO	
3	1.80	2.40	0.60	0.47			2	4	3	T.P.	ARENA FINA POCO ARCILLOSA CAFÉ OSCURO	
4	2.40	3.00	0.60	0.45			2	11	6	T.P.	ARENA FINA POCO ARCILLOSA GRIS	
5	3.00	3.60	0.60	0.40			4	15	11	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS	
6	3.60	4.20	0.60	0.35			5	19	11	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS	
7	4.20	4.80	0.60	0.25			7	24	14	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO	
8	4.80	5.40	0.60	0.37			6	22	16	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO	
9	5.40	6.00	0.60	0.40			10	31	21	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO	
10	6.00	6.60	0.60	0.30			12	35	23	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO	
11	6.60	7.20	0.60	0.37			5	32	22	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO	
12	7.20	7.80	0.60	0.35			10	39	33	T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO	
13	7.80	8.20	0.40	0.25			12	50/25		T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO	
-	8.20	8.40	0.20	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 1' 18"	
14	8.40	8.80	0.40	0.24			16 50/25			T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO	
-	8.80	9.00	0.20	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 1' 18"	
15	9.00	9.45	0.45	0.30			17 50			T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO	
-	9.45	9.60	0.15	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 1' 18"	
16	9.60	10.20	0.60	0.42			12 32 25			T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO	
17	10.20	10.55	0.35	0.25			19 50/20			T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO	
-	10.55	10.80	0.25	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 1' 18"	
18	10.80	11.40	0.60	0.45			5 24 15			T.P.	ARENA FINA POCO LIMO SA GRIS OSCURO LIMO ARCILLOSO	
-											ARENOSO GRIS VERDOSO	
NIVEL FREÁTICO (m)		TURBIDEZ		HRS.		PROP. PROYECTO: 20.00 mts.						
OBSERVACIONES GENERALES:						PROP. REAL: 20.40 mts.						
ADICIONALES (m)						OPERADOR: DUSTANO JOAQUIN				FIGURA - 25		
						SUPERVISOR:				FECHA:		

FIGURA.- 25 REGISTRO DEL SONDEO SPT-4



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FIGURAS



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN

REPORTE DIARIO DE PERFORACIÓN

OBRA: ISSSTE VERACRUZ		COORDENADA S: X		Y	Z						
LOCALIZACIÓN: VERACRUZ		FECHA DE INICIO: 23/07/2008		Hrs.							
POZO No: 4		TERMINACIÓN: 23/07/2008		Hrs.							
TIPO DE SONDEO: SPT		BOMBA: MOYNO 3UB									
MUESTRA No	PROFUNDIDAD m.			RECUPERACIÓN			PENETRACION ESTANDAR PESO DEL MARTILLO 64 KG ALTURA DE CAIDA 75 cm Nº DE GOLPES EN			TIPO DE MUESTRO	CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL	AVANCE	m.	%	CR% (0.05%)	15 cm.	30 cm.	15 cm.		
19	11.40	12.00	0.60	0.48			5	27	17	T.P.	ARCILLA LIMOSA ARENOSA CON GRUPOS DE ARENA CEMENTADA
20	12.00	12.60	0.60	0.47			6	24	26	T.P.	ARCILLA ARENOSA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
21	12.60	13.20	0.60	0.48			9	27	23	T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
22	13.20	13.80	0.60	0.38			12	44	39	T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
23	13.80	14.17	0.37	0.27			19	50/22		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
-	14.17	14.40	0.23	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
24	14.40	14.73	0.33	0.28			27	50/18		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
-	14.73	15.00	0.27	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
25	15.00	15.32	0.32	0.27			25	50/17		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
-	15.32	15.60	0.28	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
26	15.60	15.92	0.32	0.27			26	50/17		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
-	15.92	16.20	0.28	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
27	16.20	16.49	0.29	0.24			30	50/14		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
-	16.49	16.80	0.31	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
28	16.80	17.15	0.35	0.26			26	50/20		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS VERDOSA
-	17.15	17.40	0.25	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
29	17.40	17.67	0.27	0.22			47	50/12		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA CON CONCHILLAS GRIS VERDOSA
-	17.67	18.00	0.33	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
30	18.00	18.32	0.32	0.27			27	50/17		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA CON CONCHILLAS GRIS VERDOSA
-	18.32	18.60	0.28	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
31	18.60	18.88	0.28	0.24			27	50/13		T.P.	ARENA FINA POCO LIMOSA CON CONCHILLAS GRIS VERDOSA
-	18.88	19.20	0.32	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
32	19.20	19.50	0.30	0.22			25	42	31	T.P.	ARENA FINA CON CONCHILLAS CON INCLUSIONES DE CARBONATO
33	19.50	20.05	0.55	0.26			26	50/10		T.P.	PS: ARENA FINA POCO LIMOSA CON CONCHILLAS GRIS OSCURAS.
-	20.05	20.40	0.35	-			AVANCE			A.B.T.	A.B.T. 2' 18"
NIVEL FREÁTICO (m):		TURBIDEZ:		HRS:		PROF. PROYECTO: 20.00 mts.					
OBSERVACIONES GENERALES:						PROF. REAL: 20.40 mts.					
						OPERADOR: DUSTANO JOAQUIN.		SUPERVISOR: FIGURA - 26			
ADICIONALES (m):								FECHA:			

FIGURA.- 26 REGISTRO DEL SONDEO SPT-4



FIGURAS

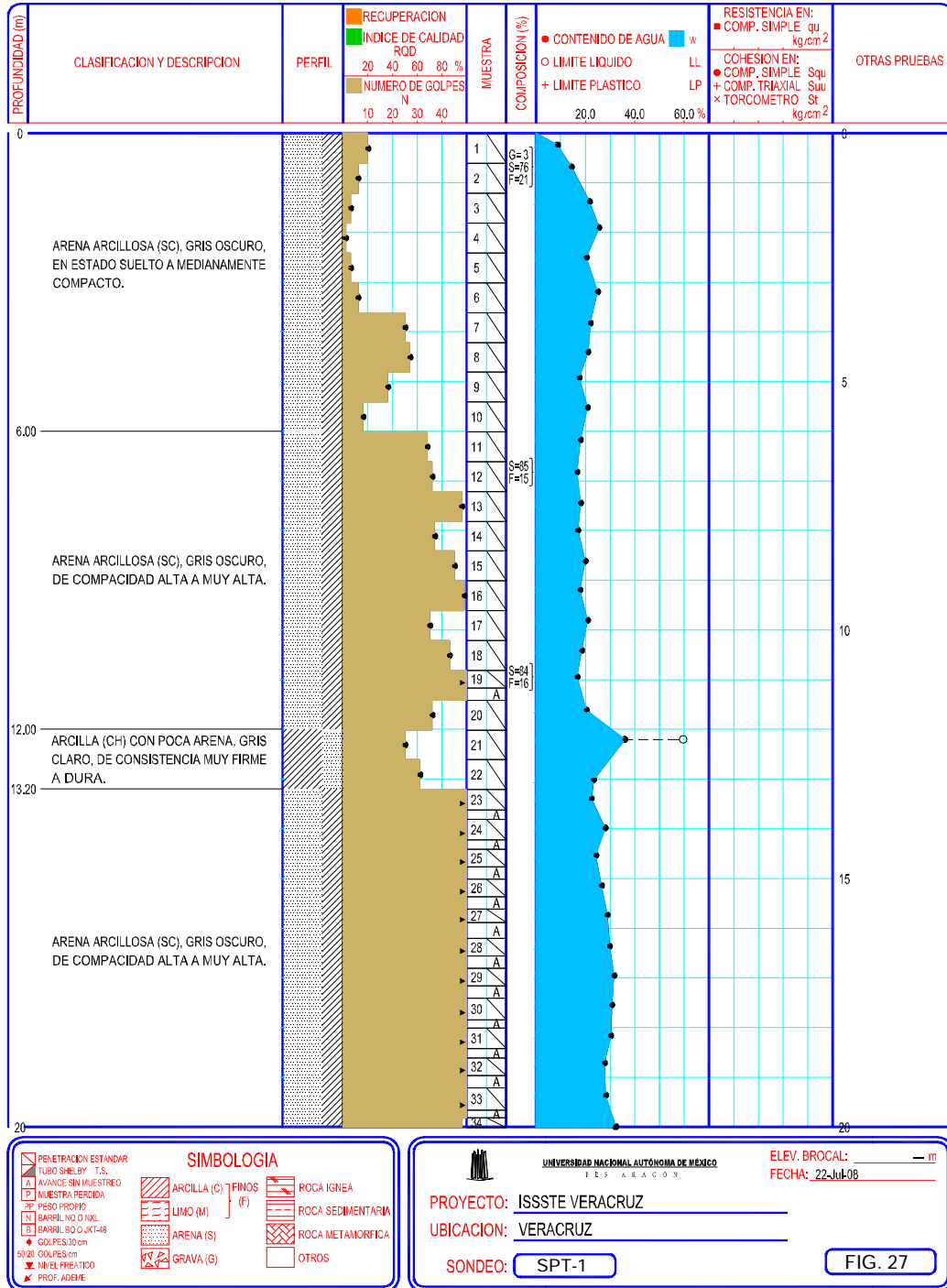


FIGURA.- 27 PERFIL DEL SONDEO SPT-1







## FIGURAS

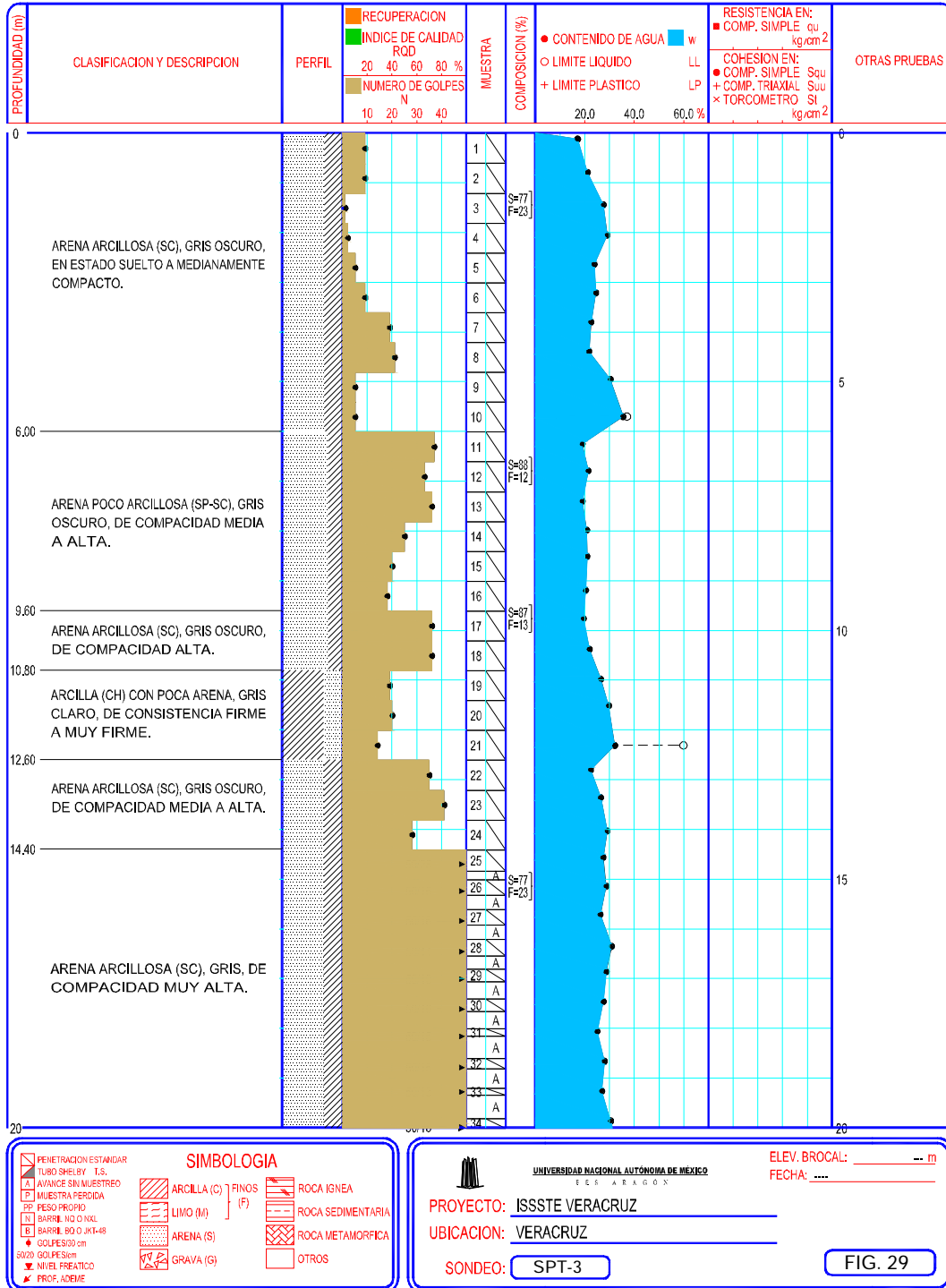


FIGURA.- 29 PERFIL DEL SONDEO SPT-3





## FIGURAS

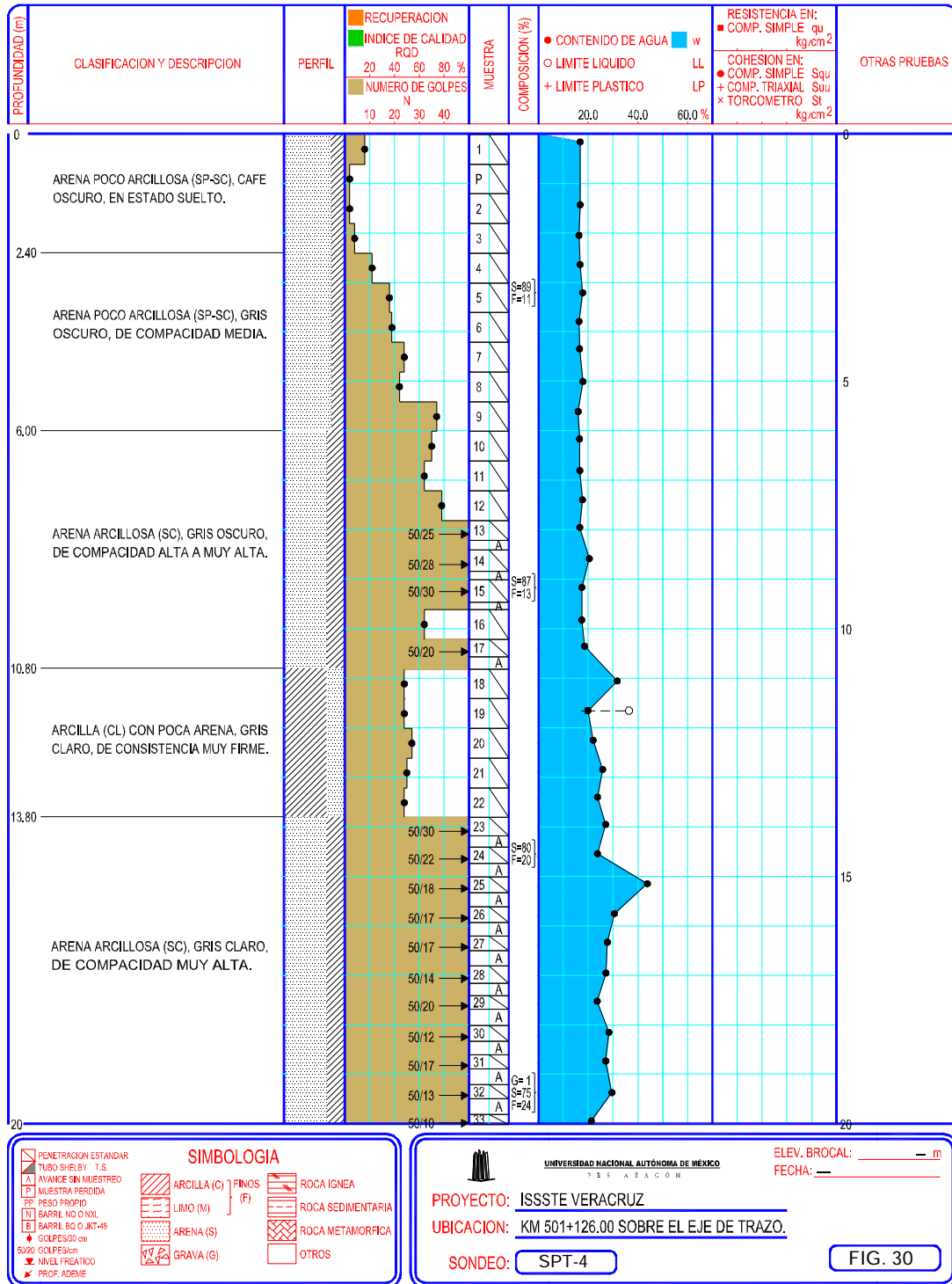


FIGURA.- 30 PERFIL DEL SONDEO SPT-4



---

## FIGURAS

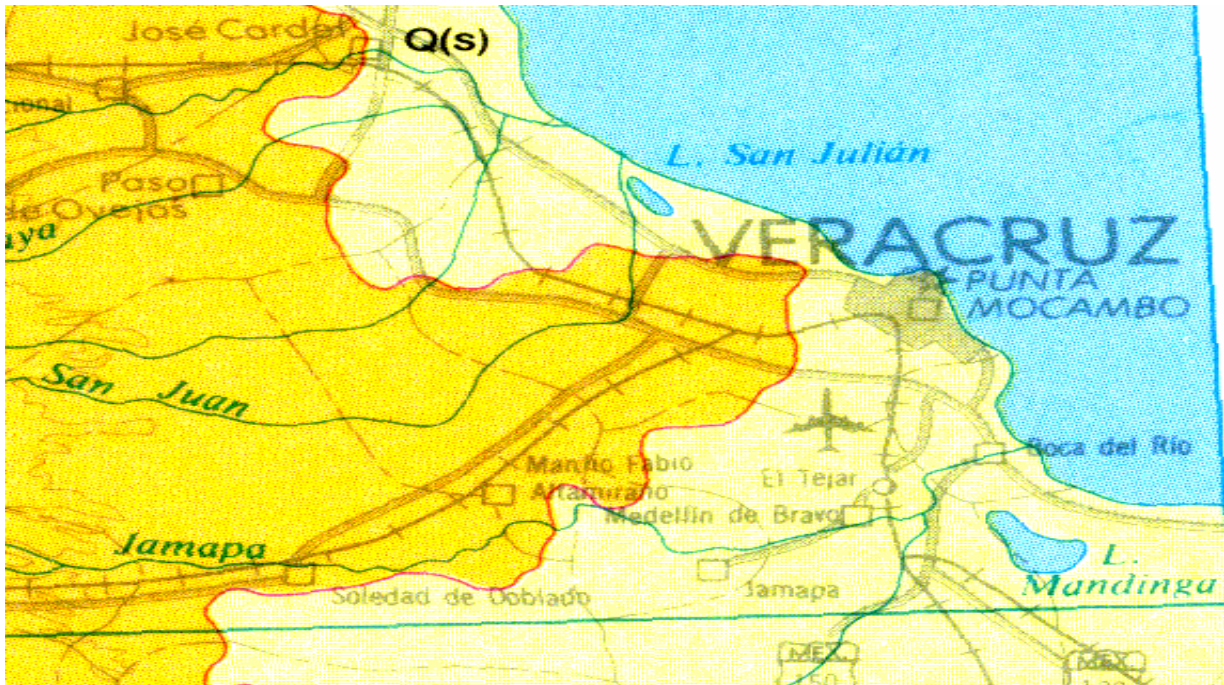


FIGURA.- 31 GEOLOGIA DE LA ZONA DE INTERES



## FIGURAS



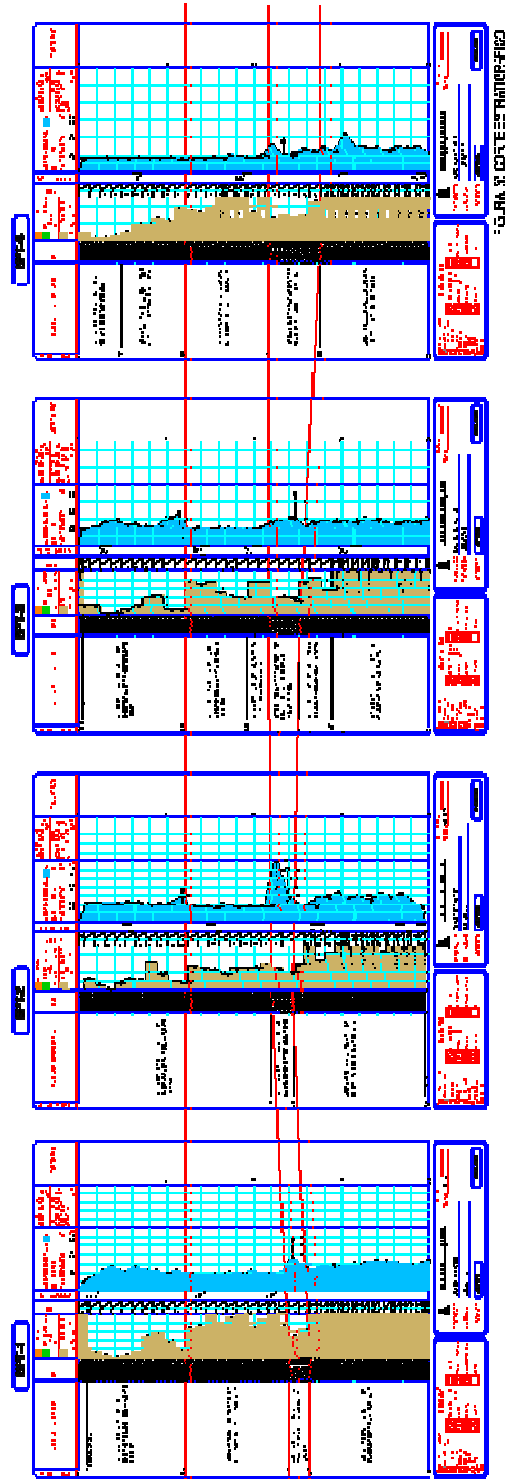
Tabla 1. Parámetros de los espectros de diseño para la República Mexicana

Zona sísmica	Tipo de suelo	$a_0$ (g)	$c$ (g)	$T_0$ (s)	$T_1$ (s)	$r$
A	I	0.02	0.08	0.2	0.6	1/2
	II	0.04	0.16	0.3	1.5	2/3
	III	0.05	0.20	0.6	2.9	1
B	I	0.04	0.14	0.2	0.6	1/2
	II	0.08	0.30	0.3	1.5	2/3
	III	0.10	0.36	0.6	2.9	1
C	I	0.36	0.36	0.0	0.6	1/2
	II	0.64	0.64	0.0	1.4	2/3
	III	0.64	0.64	0.0	1.9	1
D	I	0.50	0.50	0.0	0.6	1/2
	II	0.86	0.86	0.0	1.2	2/3
	III	0.86	0.86	0.0	1.7	1

FIGURA.- 32 REGIONALIZACION SISMICA DE LA REPUBLICA MEXICANA



**FIGURAS**



**FIGURA.- 33 CORTE ESTRATIGRAFICO**



FIGURAS

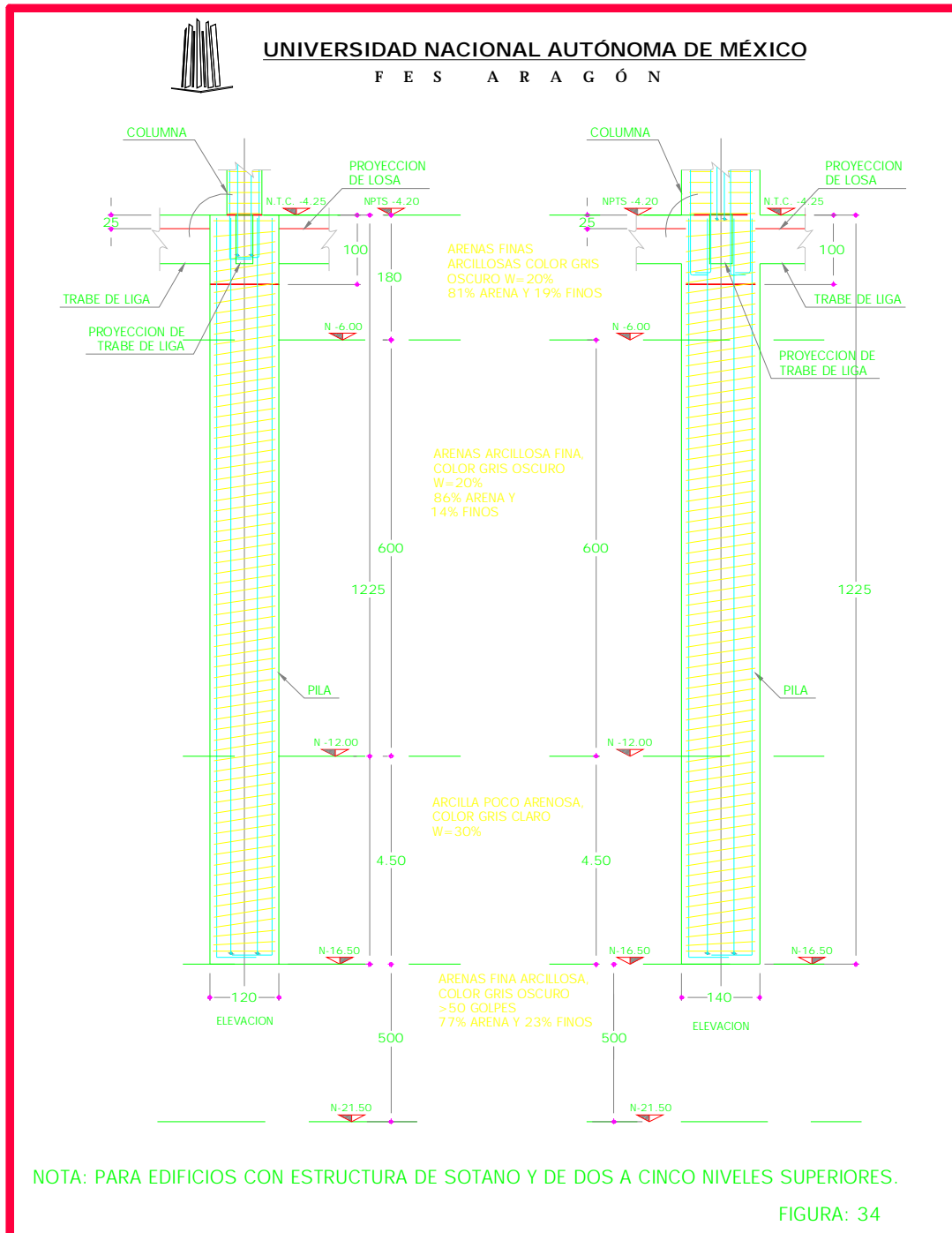


FIGURA.- 34 CIMENTACIÓN MEDIANTE PILAS





FIGURAS

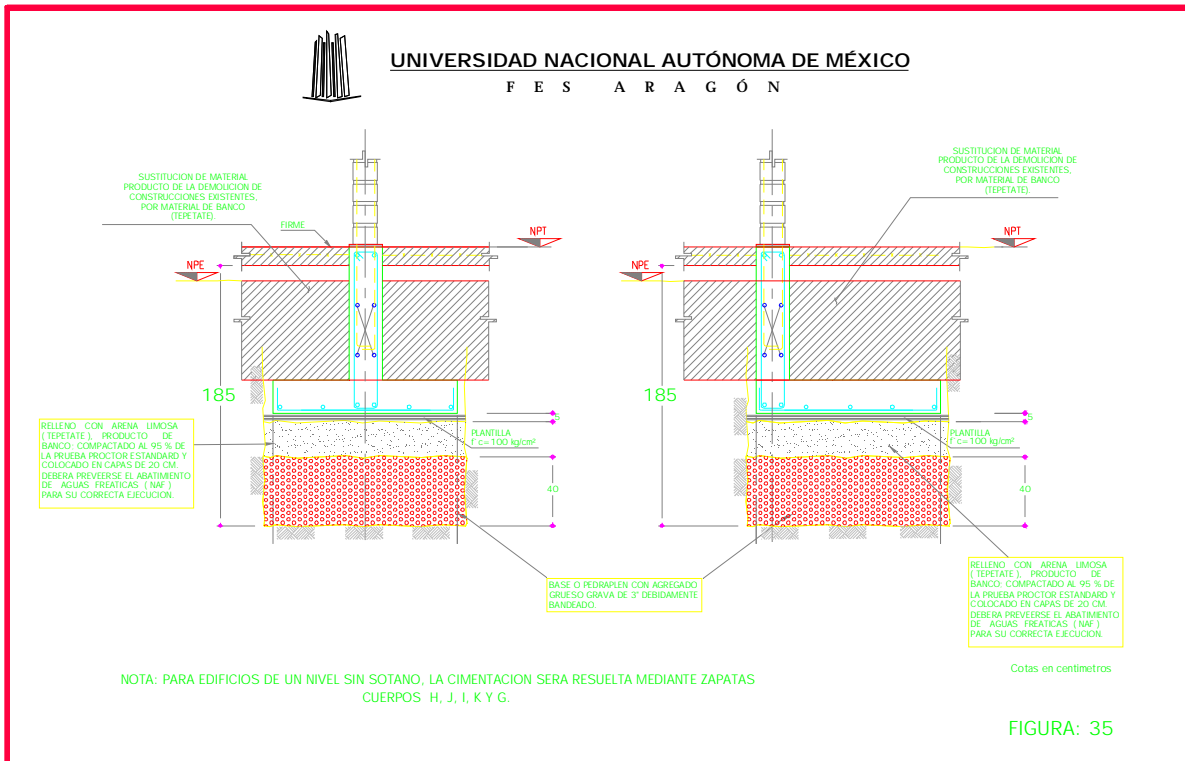


FIGURA.- 35 CIMENTACIÓN MEDIANTE ZAPATAS



FIGURAS

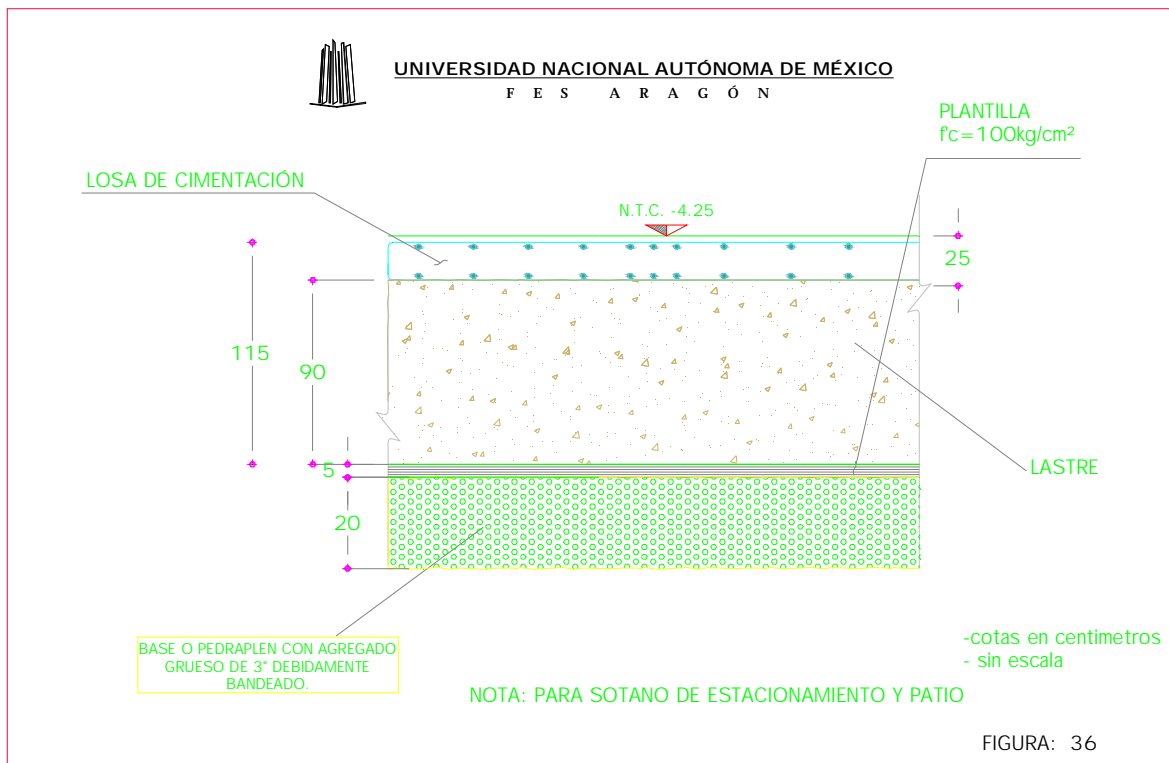


FIGURA.- 36 LASTRE PARA SOTANOS

FIGURAS

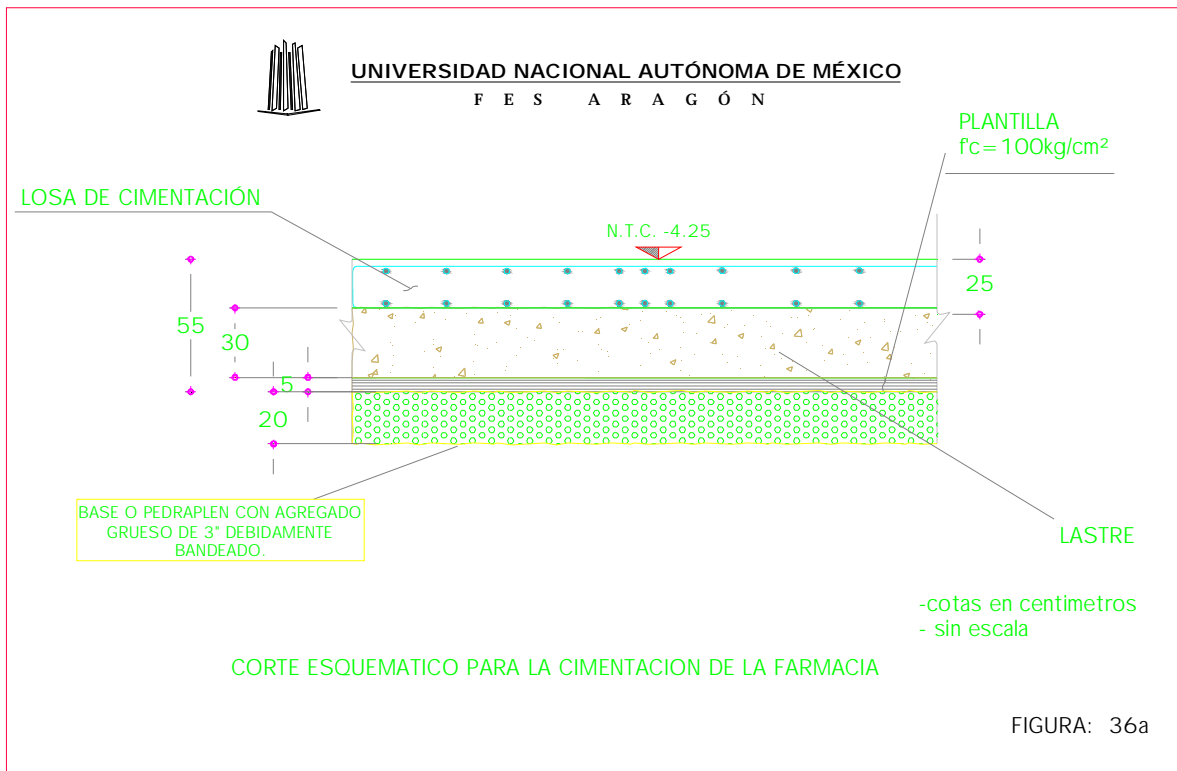


FIGURA.- 36a LASTRE PARA FARMACIA



## FIGURAS

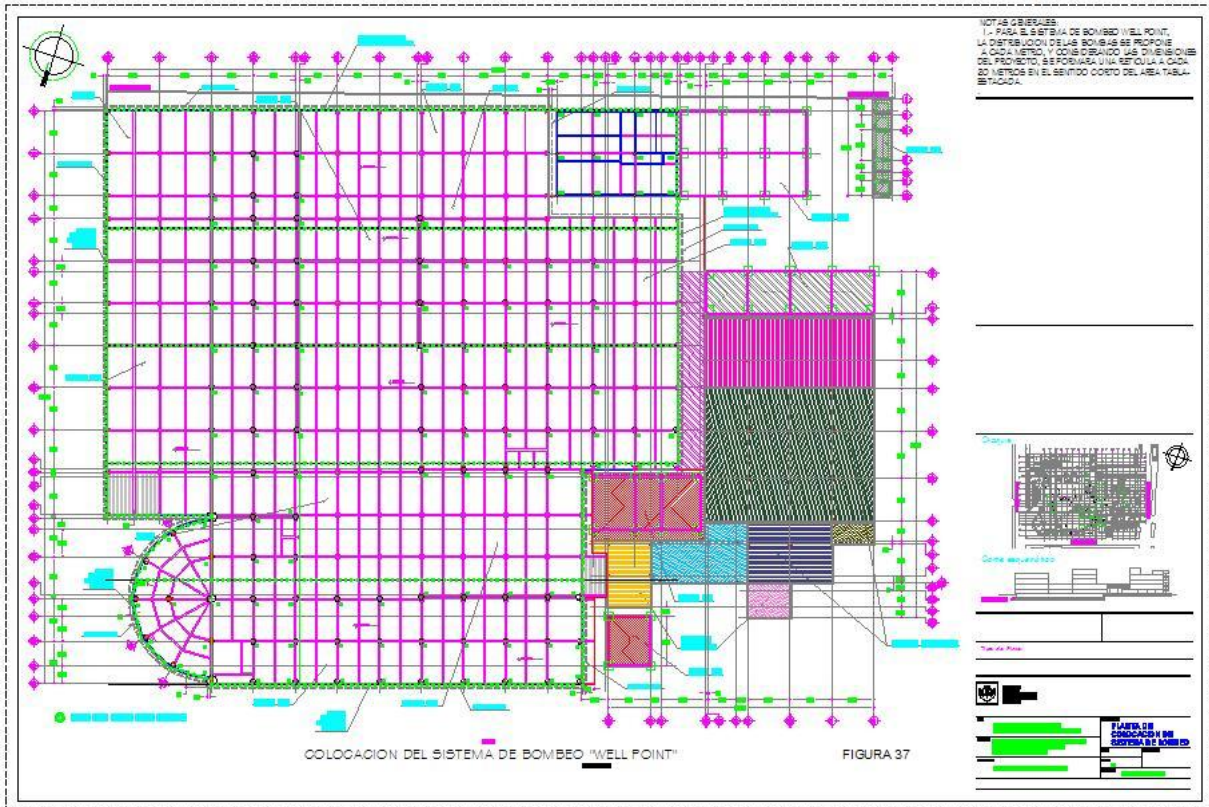
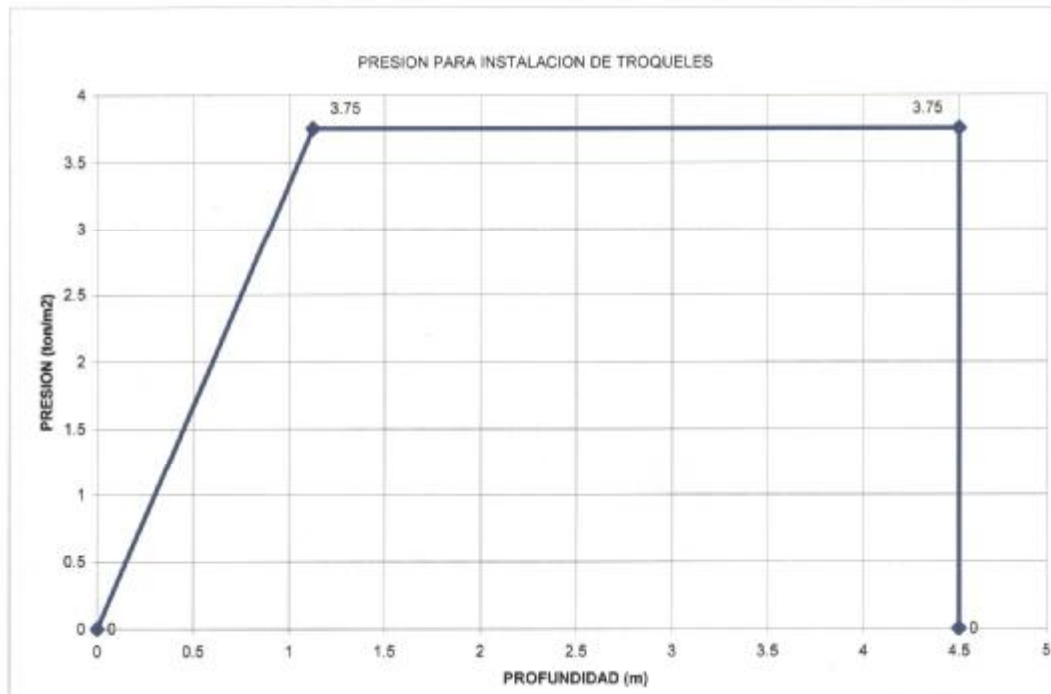


FIGURA.- 37 SISTEMA DE BOMBEO WELL POINT



## FIGURAS



FIGURAS.- 38 Y 39 PRESIONES PARA INSTALACION DE TROQUELES



## FIGURAS

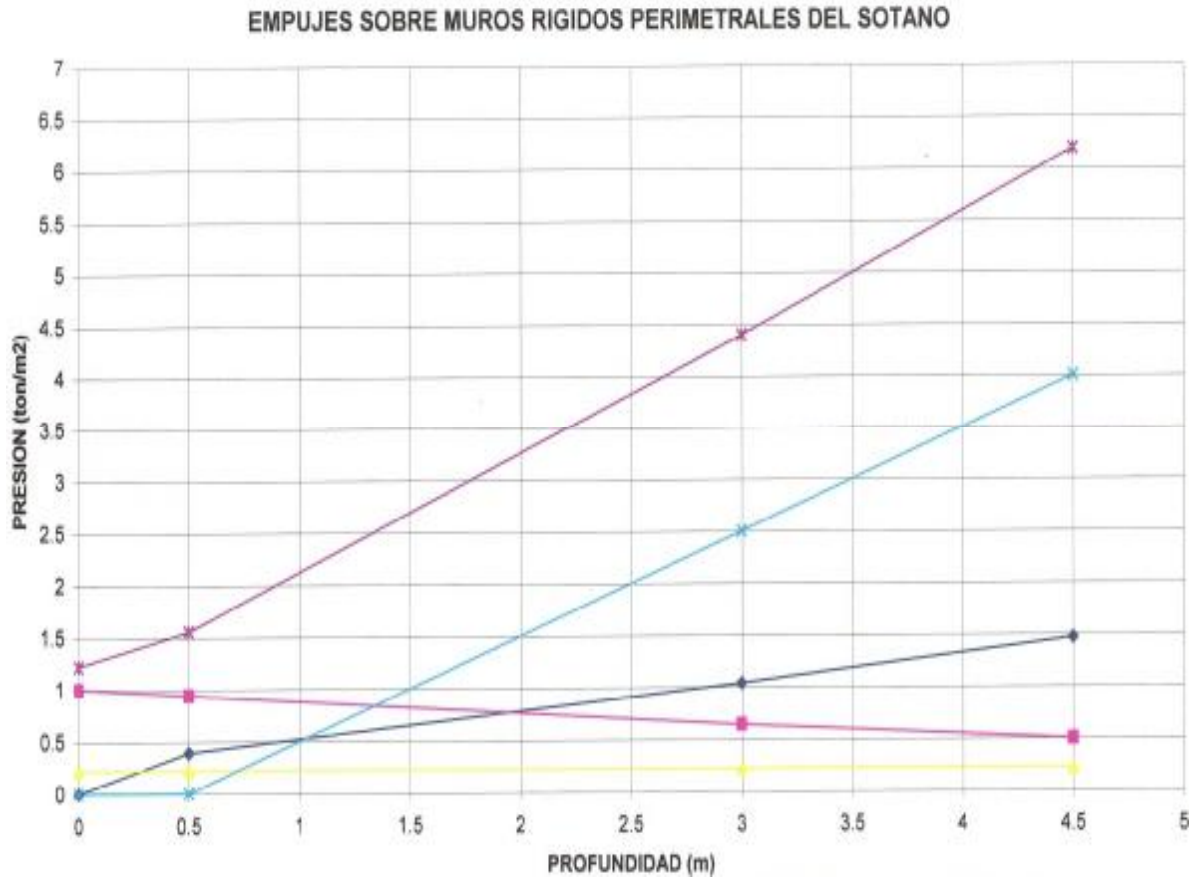


FIGURA.- 40 EMPUJE SOBRE MUROS RIGIDOS







## FIGURAS

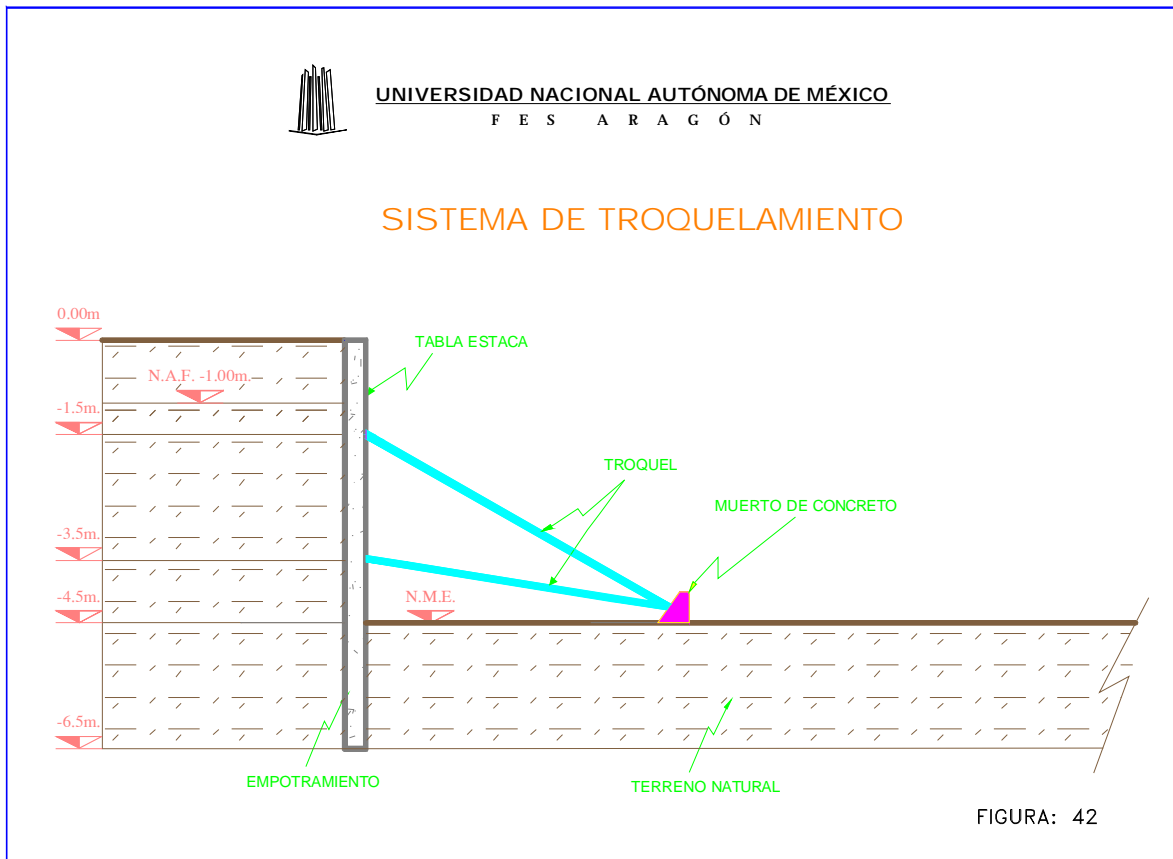
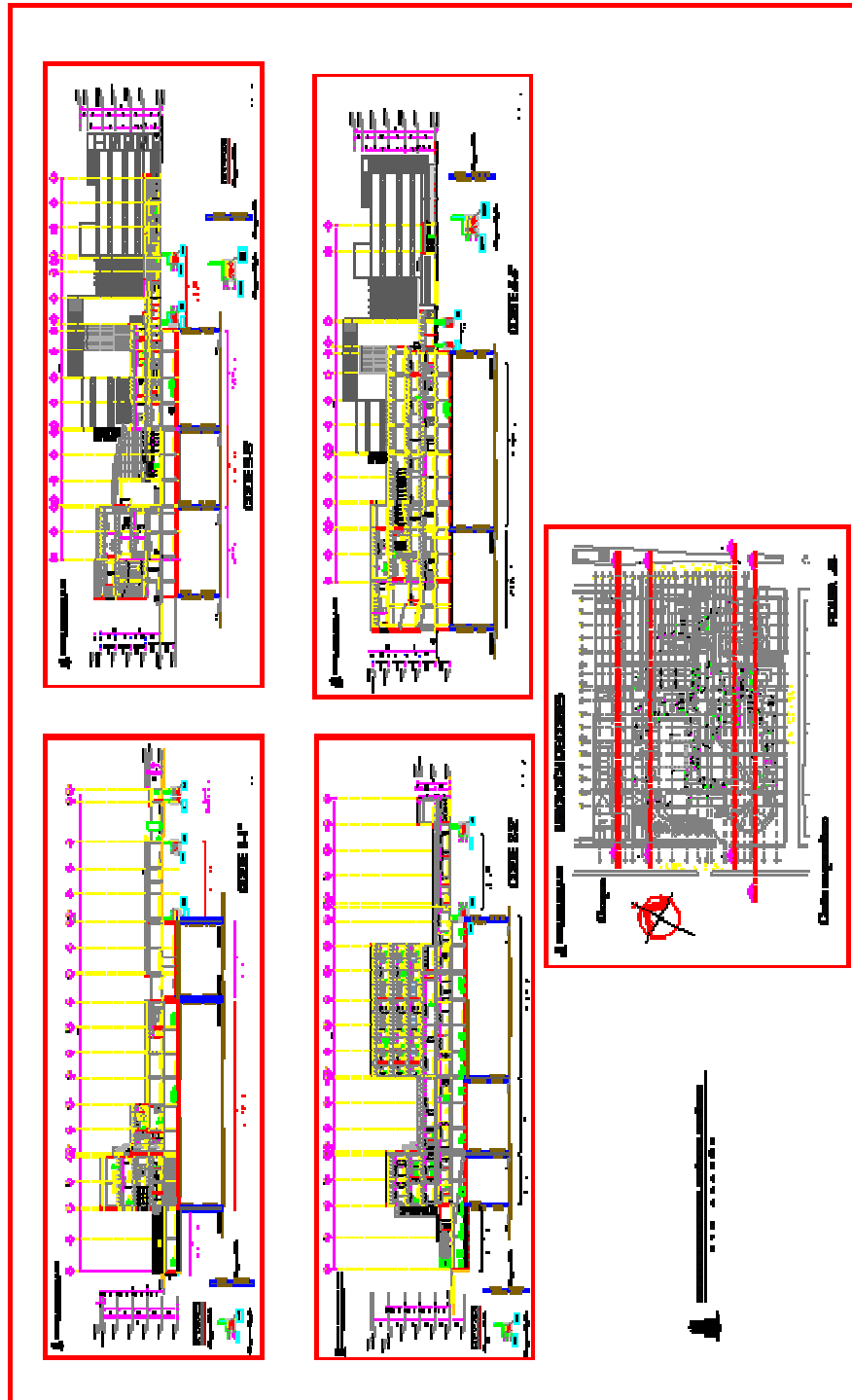


FIGURA.- 42 SISTEMA DE TROQUELES



**FIGURAS**



FIGURAS.- 43, 43a, 43b, 43c Y 43d CORTES DE CIMENTACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



# **ANEXO I REPORTE FOTOGRAFICO**

**REPORTE FOTOGRÁFICO**

**ISSUE VEHICULAR**



VEA A LA IZQUIERDA DEL CRUCE DE CALLES



VEA A LA DERECHA DEL CRUCE DE CALLES



VEA EN LA CARRETERA EN LA DIRECCION DE LA IZQUIERDA



VEA EN LA CARRETERA EN LA DIRECCION DE LA DERECHA

**FES ARAGÓN UNAM**

**VEHICULO**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



REPORTE FOTOGRAFICO

ISSUE VEHICULO



VISTA VEHICULO DE CALLE EN OJO DE CALLE



VISTA PLAZA DE VEHICULO DE CALLE EN OJO DE CALLE



VISTA VEHICULO DE CALLE EN OJO DE CALLE



VISTA VEHICULO DE CALLE EN OJO DE CALLE

FES. ARAGÓN UNAM

VEHICULO



**REPORTEROTÓGRAFICO**

**ISSSTE, VERACRUZ**



EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN



EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN



ENTRADA AL COMPLEJO HOSPITALARIO



ÁREA DE ALMACÉN DE MATERIALES

**FES ARAGÓN INAM**

**VERACRUZ**



**REPORTE FOTOGRAFICO**

**ISSSTE VERACRUZ**



REPOSICION DE LA TORRE DEL CRANEO EN EL AREA DE LA TORRE 24



TRABAJO DE LA TORRE DEL CRANEO EN EL AREA DE LA TORRE 24



TRABAJO DE LA TORRE DEL CRANEO EN EL AREA DE LA TORRE 24



TRABAJO DE LA TORRE DEL CRANEO EN EL AREA DE LA TORRE 24

**FES ARAGÓN UNAM**

**VERACRUZ**

**REPORTE FOTOGRAFICO**

**ISSUE VEHICULO**



PLANTACION DE UN ARBOL EN EL AREA DE LA ESCUELA



CONSTRUCCION DE BARRERAS PARA EL PASILLO



ENTUBACION DE LA OBTURACION DE LOS CABLES EN EL PASILLO



ARREGLAR BARRERAS EN EL PASILLO

**FES ARAGÓN UNAM**

**VEHICULO**

FOTOGRAFÍAS

ISSUE VEHICLE



PERSONA TRABAJANDO CON LA MANTILLA DE PLÁSTICO



PERSONA TRABAJANDO CON EL CARRO DE MANTILLA



PERSONA TRABAJANDO CON LA MANTILLA EN EL CAMIÓN



PERSONA TRABAJANDO CON EL CARRO DE MANTILLA

FES ARAGÓN

VEHICLE



FOTOPERIÓDICO

ISSUE VEHICULAR



EXCAVADOR EN EL SITIO DE TRABAJO CON MATERIALES Y EQUIPO DISPUESTOS AL ALREDEDOR.



TRABAJADOR EN EL SITIO DE TRABAJO CON UNO DE LOS TUBOS DE 30 CM DE Ø.



TRABAJADOR EN EL SITIO DE TRABAJO CON UNO DE LOS TUBOS DE 30 CM DE Ø.



TRABAJADOR EN EL SITIO DE TRABAJO CON UNO DE LOS TUBOS DE 30 CM DE Ø.

FES ARAGÓN UNAM

VEHICULAR



**FOTOGRAFICO**

**ISSUE VEHICLE**



PHOTOGRAPH OF THE TOWER CONSTRUCTION

PHOTOGRAPH OF THE METAL BEAM WORKING



PHOTOGRAPH OF THE TOWER CONSTRUCTION

PHOTOGRAPH OF THE METAL BEAM WORKING

**FES ARAGÓN UNAM**

**VEHICLE**



REPORTER FOTOGRAFICO

ISSSTE VERACRUZ



TRABAJO DE RECONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO DEL VIAL 13



CONSTRUCCIÓN DE TUBO PARA EL PASADIZO DE LA CALLE DE LA PLAZA DEL VIAL 13



TRABAJO DE RECONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO DEL VIAL 13 EN LA CALLE DE LA PLAZA DEL VIAL 13



TRABAJO DE RECONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO DEL VIAL 13 EN LA CALLE DE LA PLAZA DEL VIAL 13

FES ARAGÓN UNAM

VERACRUZ



FOTOGRAFÍA

ISSUE, VEHICULO



... ..

... ..



... ..

... ..

FES ARAGÓN

VEHICULO



**REPORTE FOTOGRAFICO**

**ISSSTE VERACRUZ**



DAÑO EN EL TUBO DE VENTILACION DEL TUBO DE LA CUBIERTA



DAÑO EN EL TUBO DE VENTILACION DEL TUBO DE LA CUBIERTA



ESTRUCTURAS DE LA CUBIERTA DE LA CUBIERTA



ESTRUCTURAS DE LA CUBIERTA DE LA CUBIERTA

**FES ARAGÓN UNAM**

**VERACRUZ**



**FOTOFOTOGRAFICO**

**ISSUE, VEHICULO**



TRABAJO DE REPARACIÓN DE LA PARED DE CONCRETO Y REFORZAMIENTO DE LOS CIMENTOS DE LA SPT 4.



TRABAJO DE REPARACIÓN DE LA PARED DE CONCRETO Y REFORZAMIENTO DE LOS CIMENTOS DE LA SPT 4.



TRABAJO DE REPARACIÓN DE LA PARED DE CONCRETO Y REFORZAMIENTO DE LOS CIMENTOS DE LA SPT 4.



TRABAJO DE REPARACIÓN DE LA PARED DE CONCRETO Y REFORZAMIENTO DE LOS CIMENTOS DE LA SPT 4.

**FES ARAGÓN UNAM**

**VEHICULO**





REPORTEROGRAFICO

ISSSTE, VERACRUZ



SE REALIZA EL MUESTREO DE LA MUESTRA DE SPT 2



SE REALIZA EL MUESTREO DE LA MUESTRA DE SPT 2



SE REALIZA EL MUESTREO DE LA MUESTRA DE SPT 2



SE REALIZA EL MUESTREO DE LA MUESTRA DE SPT 2

FES ARAGÓN UNAM

VERACRUZ

FOTOFOTOGRAFÍCO

ISSUE VEHICULAR



1. HUECO EN PAVIMENTO DE CONCRETO EN LA CALLE DE LA FERIA, EN EL PASEO DE LA FERIA, EN EL MUNICIPIO DE ARAGÓN, ESTADO DE MÉXICO.



2. HUECO EN PAVIMENTO DE CONCRETO EN LA CALLE DE LA FERIA, EN EL PASEO DE LA FERIA, EN EL MUNICIPIO DE ARAGÓN, ESTADO DE MÉXICO.



3. HUECO EN PAVIMENTO DE CONCRETO EN LA CALLE DE LA FERIA, EN EL PASEO DE LA FERIA, EN EL MUNICIPIO DE ARAGÓN, ESTADO DE MÉXICO.



4. HUECO EN PAVIMENTO DE CONCRETO EN LA CALLE DE LA FERIA, EN EL PASEO DE LA FERIA, EN EL MUNICIPIO DE ARAGÓN, ESTADO DE MÉXICO.

FES ARAGÓN UNAM

VEHICULAR

**REPORTER FOTOGRAFICO**

**ISSSTE VERACRUZ**



09/09/2015 15:11:25

25/09/2015 15:11:25



25/09/2015 15:11:25

VISTA PERIFERICA DEL POZON DE LA FOTOGRAFIA 2

**FES ARAGÓN UNAM**

**VERACRUZ**



FOTOFOTOGRAFICO

ISSSTE VERACRUZ



ESTRUCTURA DE ENTERRAMIENTO B. E. 1



ESTRUCTURA DE ENTERRAMIENTO B. E. 2



ESTRUCTURA DE ENTERRAMIENTO B. E. 3



ESTRUCTURA DE ENTERRAMIENTO B. E. 4

FES ARAGÓN INAM

VERACRUZ

FOTOFOTOGRAFICO

ISSSTE, VERACRUZ



1. Vista general del sitio de estudio en el campo.

2. Vista general del sitio de estudio en el campo.



3. Vista general del sitio de estudio en el campo.

4. Vista general del sitio de estudio en el campo.

FES ARAGÓN UNAM

VERACRUZ







REPORTE FOTOGRAFICO

ISSSTE VERACRUZ



7.3.2.2. HUECO DE LA CIMENTACION EN EL FONDO DEL TRENCH EN LA BARRERA.



7.3.2.3. HUECO DE LA CIMENTACION EN EL FONDO.



7.3.2.4. HUECO DE LA CIMENTACION EN EL FONDO DEL TRENCH EN LA BARRERA.



7.3.2.5. HUECO DE LA CIMENTACION EN EL FONDO.

FES ARAGÓN UNAM

VERACRUZ







**REPORTER FOTOGRAFICO**

**ISSSTE, VERACRUZ**



FORMAS FOTOGRAFICAS DE LA MUESTRA DE  
MUELA DE BARRILES

CONTENEDOR DE MUELA DE BARRILES



MUESTRA DE MUELA DE BARRILES EN EL PASEO DE LOS  
CARROS

MUESTRA DE MUELA DE BARRILES EN EL PASEO DE LOS  
CARROS

**FES ARAGÓN UNAM**

**VERACRUZ**

FOTOFOTOGRAFICO

ISSSTE, VERACRUZ



ENTRADA INTERIORES DE LA PUERTA DE LA  
PUERTA PLAZA

ENTRADA INTERIORES DE LA PUERTA DE LA  
PUERTA PLAZA



ENTRADA INTERIORES DE LA PUERTA DE LA  
PUERTA PLAZA

ENTRADA INTERIORES DE LA PUERTA DE LA  
PUERTA PLAZA

FES ARAGÓN UNAM

VERACRUZ



*UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO*  
*FES ARAGÓN*



# **ANEXO II**

# **PRUEBAS DE**

# **LABORATORIO**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FES ARAGÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CLASIFICACION Y CONTENIDO DE AGUA



OBRA: ISSSIE VER.

SONDEO: SPI-1

FECHA:

30072008

Muestra No	Profundidad m.	Tara No	Tara gr.	Wk-t gr.	Ws-t gr.	W %	TORC. kg/cm <sup>2</sup>	CLASIFICACION
1	0.00 0.60	367	3.60	63.90	61.80	8.76		ARENA FINA CAFÉ CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO Y LUNA GRAYA DE 3.8
2	0.60 1.20	312	3.40	56.10	49.50	14.32		ARENA FINA CAFÉ CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
3	1.20 1.80	365	3.50	85.90	71.20	21.71		ARENA FINA CAFÉ CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
4	1.80 2.40	313	3.50	92.10	74.10	25.50		ARENA FINA POCO LIMOSA CAFÉ OSCURO
5	2.40 3.00	350	3.50	76.70	64.30	20.39		ARENA FINA POCO LIMOSA CAFÉ OSCURO
6	3.00 3.60	383	3.50	86.70	70.10	24.92		ARENA FINA CAFÉ GRISADO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
7	3.60 4.20	334	3.50	78.30	64.80	22.02		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
8	4.20 4.80	368	3.60	88.20	73.50	21.03		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
9	4.80 5.40	510	3.50	89.50	76.50	17.53		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
10	5.40 6.00	402	3.50	96.80	80.70	20.55		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
11	6.00 6.60	425	3.50	92.10	78.60	17.98		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
12	6.60 7.20	400	3.50	99.20	85.60	16.57		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
13	7.20 7.80	337	3.60	94.70	80.80	18.01		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
14	7.80 8.40	341	3.50	80.20	69.10	16.92		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FES ARAGÓN  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
CLASIFICACION Y CONTENIDO DE AGUA



OBRA: ISSSTE VER.

SONDEO: SPT-1

FECHA: 3-00/2008

Muestra N°	Profundidad m.	Tara N°	tara gr.	Wt+T gr.	Wt+T gr.	w %	TORC. kg/cm <sup>2</sup>	CLASIFICACION
15	8.40 9.00	505	3.50	116.50	97.70	19.96		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
16	9.00 9.60	371	3.60	96.60	82.60	17.72		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
17	9.60 10.20	328	3.50	111.20	92.60	20.88		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
18	10.20 10.80	495	3.50	94.70	80.50	18.44		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
19	10.80 11.15	392	3.60	103.10	88.90	16.65		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
20	11.40 12.00	488	3.50	103.90	86.90	20.38		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
		549	3.50	49.00	37.30	34.62		ARCILLA GRIS OSCURO NEGRUSCO CON POCA ARENA FINA
21	12.00 12.60	459	3.50	78.00	58.30	35.95		ARCILLA CAFÉ GRISACEO CON ESCASA ARENA FINA
22	12.60 13.20	518	3.50	76.00	62.30	23.30		ARCILLA GRIS VERDOSO CON POCA ARENA FINA
23	13.20 13.61	448	3.50	88.10	72.60	22.43		ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS OSCURO
24	13.80 14.25	412	3.50	72.50	57.40	28.01		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
25	14.40 14.76	325	3.50	85.10	69.20	24.20		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
26	15.00 15.20	531	3.50	80.80	64.60	26.51		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
27	15.60 15.88	532	3.50	67.50	53.20	28.77		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO







UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FES ARAGÓN  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO CLASIFICACION Y CONTENIDO DE AGUA

OBRA: ISSSTE VER.

SONDEO: SPT-2

FECHA: 30/07/2008



Muestra N°	Profundidad m.	Tara N°	Tara gr.	W <sub>h-t</sub> gr.	W <sub>s-t</sub> gr.	W %	TORC. kg/cm <sup>2</sup>	CLASIFICACION
1	0.20 0.80	556	3.50	80.10	66.80	21.01		ARENA FINA CAFÉ GRISACEO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
2	2.00	543	3.50	78.70	65.70	20.90		ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS OSCURO
3	2.60	562	3.50	116.20	95.50	22.50		ARENA FINA CAFÉ GRISACEO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
4	3.20	550	3.50	101.30	83.80	21.79		ARENA FINA CAFÉ GRISACEO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
5	3.80	555	3.50	89.90	75.70	19.67		ARENA FINA CAFÉ GRISACEO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
6	4.40	560	3.50	137.80	114.60	20.88		ARENA FINA CAFÉ GRISACEO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
7	5.00	551	3.50	82.40	68.80	20.83		ARENA FINA CAFÉ GRISACEO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
	5.60	542	3.50	53.90	40.60	35.85		ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS OSCURO NEGRUSCO
8	5.60	548	3.50	99.00	76.70	30.46		ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OSCURO NEGRUSCO CON ESCASA ARENA FINA
9	6.20	561	3.50	99.40	84.50	18.40		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
10	6.80	559	3.50	89.20	75.60	18.86		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
	7.40							
11	7.40	553	3.50	106.00	91.10	17.01		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
	8.00							
12	8.00	563	3.50	100.60	83.90	20.77		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
	8.60							
13	8.60	557	3.50	116.70	100.00	17.31		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
	9.20							



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FES ARAGÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CLASIFICACION Y CONTENIDO DE AGUA



OBRA: ISSSIE VER.

SONDEO: SPT-2

FECHA:

30072008

Universidad Nacional Autónoma de México

Muestra N°	Profundidad m.	Tara N°	tara gr.	W <sub>h-t</sub> gr.	W <sub>s-t</sub> gr.	w %	TORC. kg/cm <sup>2</sup>	CLASIFICACION
14	9.20 9.80	541	3.50	108.30	91.70	18.82		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
15	9.80 10.40	558	3.50	104.40	88.50	18.71		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
16	10.40 11.00	504	3.50	106.10	90.20	18.34		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
17	11.00 11.60	473	3.50	76.30	45.00	35.42		LIMO POCO ARCILLOSO GRIS OSCURO NEGRUESCO
18	11.60 12.20	530	3.50	71.90	56.40	29.30		ARCILLA GRIS CLARO CON ESCASA ARENA FINA
19	12.20 12.80	486	3.50	92.60	76.90	21.39		ARCILLA GRIS CLARO CON ESCASA ARENA FINA
20	12.80 13.25	507 417	3.50	95.40	81.90	17.22		ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OSCURO CON POCA ARENA FINA
			3.50	109.40	91.80	19.93		ARENA POCO ARCILLOSA GRIS OSCURO
21	13.40 14.00	520	3.50	74.80	58.50	29.64		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
22	14.00 14.59	465	3.50	90.20	71.70	27.13		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
23	14.60 15.01	514	3.50	82.20	61.80	34.99		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
24	15.20 15.46	418	3.60	83.80	66.60	27.30		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
25	15.80 16.21	454	3.50	78.90	62.00	28.89		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
26	16.40 16.75	446	3.50	86.60	70.60	23.85		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO







UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FES ARAGÓN  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
CLASIFICACION Y CONTENIDO DE AGUA

OBRA: ISSSIE VER.

SONDEO: SPT-3

FECHA: 30072008



Muestra N°	Profundidad m.	Tara N°	tara gr.	Wt+T gr.	Wst gr.	W %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACION
1	0.00 0.60	413	3.50	118.60	101.80	17.09		LIMO CAFÉ OSCURO CON Poca ARENA FINA
2	0.60 1.20	424	3.50	139.80	116.20	20.94		LIMO CAFÉ OSCURO CON Poca ARENA FINA
3	1.20 1.80	441	3.60	152.50	120.40	27.48		ARENA FINA POCO LIMOSA CAFÉ OSCURO
4	1.80 2.40	490	3.50	166.60	139.90	29.03		ARENA FINA POCO LIMOSA CAFÉ
5	2.40 3.00	462	3.50	163.50	132.80	23.74		ARENA FINA POCO LIMOSA CAFÉ
6	3.00 3.60	526	3.50	168.80	136.40	24.38		ARENA FINA POCO LIMOSA CAFÉ
7	3.60 4.20	410	3.60	158.90	130.40	22.48		ARENA FINA CAFÉ GRISACEO CLARO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
8	4.20 4.80	494	3.50	138.50	114.50	21.62		ARENA FINA CAFÉ GRISACEO CLARO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
9	4.80 5.40	402	3.50	124.00	96.00	30.27		LIMO ARENOSO FINO GRIS OSCURO NEGRUSCO
10	5.40 6.00	451	3.40	119.60	89.20	35.43		ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OSCURO NEGRUSCO CON Poca ARENA FINA
11	6.00 6.60	484	3.50	176.40	148.90	18.91		LIMO ARENOSO FINO GRIS OSCURO NEGRUSCO
12	6.60 7.20	467	3.50	160.60	133.00	21.31		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
13	7.20 7.80	458	3.40	165.90	140.00	18.96		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
14	7.80 8.40	491	3.50	161.70	134.50	20.76		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FES ARAGÓN  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
CLASIFICACION Y CONTENIDO DE AGUA

OBRA: ISSSIE VER.

SONDEO: SPT-3

FECHA: 30/07/2008



Muestra N°	Profundidad m.	Taza N°	taza gr.	W <sub>100</sub> gr.	W <sub>60</sub> gr.	W <sub>425</sub> %	TORC. kg/cm <sup>2</sup>	CLASIFICACION
15	8.40	481	3.50	154.10	128.10	20.87		ARENA FINA Y MEDIA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
16	9.00	439	3.50	164.90	137.70	20.27		ARENA FINA POCO LIMOSA GRIS OSCURO NEGRUSCO
17	9.60	474	3.50	162.40	136.60	19.38		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
18	10.20	492	3.50	163.20	134.60	21.82		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
19	10.80	346	3.50	146.60	116.70	26.41		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
20	11.40	333	3.60	116.60	90.80	29.59		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
21	12.00	356	3.60	115.10	88.00	32.11		ARCILLA GRIS CLARO CON ESCASA ARENA FINA
22	12.60	330	3.60	145.60	119.70	22.31		ARCILLA POCO LIMOSA GRIS CLARO CON POCA ARENA FINA
23	13.20	517	3.50	121.20	96.60	26.42		ARCILLA POCO LIMOSA GRIS CLARO CON POCA ARENA FINA
24	13.80	455	3.50	121.30	94.80	29.03		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
25	14.40	470	3.50	132.00	104.40	27.35		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
26	15.00	483	3.50	135.40	106.10	28.56		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
27	15.60	480	3.50	112.90	90.20	26.18		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
28	16.20	411	3.60	138.70	106.90	30.78		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
	16.54							





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FES ARAGÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CLASIFICACION Y CONTENIDO DE AGUA



OBRA: ISSSTE VER.

SONDEO: SPT-4

FECHA:

30072008

Muestra N°	Profundidad m.	Tara N°	Tara gr.	Wh-t gr.	Ws-t gr.	w %	TORC. kg/cm <sup>2</sup>	CLASIFICACION
1	0.00 0.60	534	3.50	129.80	111.70	16.73		LIMO ARENOSO FINO CAFÉ OSCURO
2	1.20 1.80	536	3.50	197.80	169.90	16.77		LIMO ARENOSO FINO CAFÉ OSCURO
3	1.80 2.40	545	3.50	150.10	129.60	16.26		ARENA FINA POCO LIMOSA CAFÉ OSCURO
4	2.40 3.00	539	3.50	119.50	102.90	16.70		ARENA FINA POCO LIMOSA CAFÉ OSCURO
5	3.00 3.60	533	3.50	135.90	115.90	17.79		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
6	3.60 4.20	535	3.50	130.30	112.50	16.33		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
7	4.20 4.80	537	3.50	139.40	120.10	16.55		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
8	4.80 5.40	538	3.50	168.10	143.20	17.82		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
9	5.40 6.00	544	3.50	169.90	147.00	15.96		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
10	6.00 6.60	546	3.50	157.10	135.30	16.54		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
11	6.60 7.20	351	3.50	159.70	137.40	16.65		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
12	7.20 7.80	529	3.50	154.40	131.70	17.71		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
13	7.80 8.20	493	3.50	145.00	124.80	16.65		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO
14	8.40 8.83	342	3.50	152.40	127.10	20.47		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMO NO COHESIVO





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FES ARAGÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CLASIFICACION Y CONTENIDO DE AGUA



OBRA: ISSSIE VER.

SONDEO: SPT-4

FECHA: 30/07/2008

Muestra N°	Profundidad m.	Tara N°	tara gr.	Wh-t gr.	Ws-t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACION
15	9.00 9.45	198	3.50	127.10	108.70	17.49		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMÓ NO COHESIVO
16	9.60 10.20	401	3.50	178.40	152.50	17.58		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMÓ NO COHESIVO
17	10.20 10.55	399	3.40	116.10	98.50	18.51		ARENA FINA GRIS OSCURO CON POCOS FINOS DE LIMÓ NO COHESIVO
18	10.80 11.40	453	3.50	96.20	73.90	31.68		ARCILLA POCO LIMSA GRIS OSCURO CON ESCASA ARENA FINA
19	11.40 12.00	414	3.60	118.70	99.60	19.90		ARCILLA GRIS CON ESCASA ARENA FINA
20	12.00 12.60	512	3.50	133.80	110.30	22.00		ARCILLA GRIS CLARO CON ESCASA ARENA FINA
21	12.60 13.20	415	3.40	112.90	90.40	25.86		ARCILLA GRIS OSCURO CON Poca ARENA FINA
22	13.20 13.80	430	3.50	126.00	102.50	23.74		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMÓ NO COHESIVO
23	13.80 14.40	423	3.50	106.40	84.50	27.04		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMÓ NO COHESIVO
24	14.40 14.73	527	3.50	124.50	101.50	23.72		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMÓ NO COHESIVO
25	15.00 15.32	487	3.50	111.80	78.80	43.82		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMÓ NO COHESIVO
26	15.60 15.92	438	3.50	97.60	75.60	30.51		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMÓ NO COHESIVO
27	16.20 16.49	422	3.60	111.80	88.30	27.74		ARENA FINA GRIS CLARO CON POCOS FINOS DE LIMÓ NO COHESIVO







UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FES ARAGÓN



FES ARAGÓN  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## CALCULO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

PROCEDE DE: ISSSTE VERACRUZ

SONDEO N°: SPT-1 HUESTR# 21 PROF: 12.88-12.88 m.

DESCRIPCION DEL MATERIAL: ARCILLA GRIS OSCURO

N° GOLPES	LIMITE LIQUIDO				
	N° de vueltas	W <sub>L</sub> -T	W <sub>n-1</sub>	W <sub>L</sub>	W <sub>X</sub>
25	113	14.88	18.38	228	5556
28	53	14.88	3.65	228	5818
21	83	14.28	3.63	228	6151
14	33	15.88	3.33	238	6645
	18	6.88	6.88	228	2185
	145	6.38	5.58	228	2424

CONTRACCION LINEAL			
h <sub>max</sub> (mm)	h <sub>min</sub> (mm)	h <sub>med</sub> (mm)	CL (%)
LL	LP	IP	S.U.C.S
58.32	22.65	37.27	CH





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FES ARAGÓN



FES ARAGÓN  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## CALCULO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

PROCEDENCIA: ISSSTE VERACRUZ

SONDEO N°: SPT-2 MUESTRA: 18 PROF: 11.58-12.28 m.

DESCRIPCION DEL MATERIAL: ARCILLA GRIS OSCURO

LIMITE LIQUIDO					
N° GOLPES	N° L <sub>100</sub>	W <sub>L-T</sub>	W <sub>u-1</sub>	W <sub>I</sub>	W <sub>X</sub>
37	152	14.58	5.32	2.18	53.85
23	155	14.38	18.18	2.18	68.88
24	157	14.88	3.56	2.28	68.33
13	128	15.88	18.16	2.28	68.88
	25	6.28	5.48	2.28	25.88
	128	6.68	5.88	2.18	24.62

CONTRACCION LINEAL			
h <sub>max</sub> (cm)	h <sub>min</sub> (cm)	h <sub>med</sub> (cm)	CL (%)
LL	LP	IP	S.M.C.S
68.28	23.31	56.89	CH

LÍNEA U:  $LL = 0.73 \cdot PI + 25$

LÍNEA V:  $LL = 25 - 0.005 \cdot PI$



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FES ARAGÓN



FES ARAGÓN  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## CÁLCULO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROCEDENCIA:		ISSSTE VER.			
SONDEO N.º:	SPT-3	HUESTRON:	18	PROF.:	SABE.01
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:		ARCILLA GRIS OSCURO			
LÍMITE LÍQUIDO					
H' GOLPES	H' L <sub>100</sub>	W <sub>L</sub> (%)	W <sub>p</sub> (%)	WI	WX
25	37	44.58	19.25	2.28	3.531
24	12	45.48	19.78	2.18	3.748
18	118	45.88	19.42	2.28	3.888
12	35	49.78	18.68	2.38	4.874
	45	5.78	5.88	2.28	1.842
	113	5.58	5.58	2.18	1.842
CONTRACCIÓN LINEAL					
h <sub>original</sub>	h <sub>final</sub>	h <sub>original</sub>	CL (%)		
LL	LP	IP	SLCS		
37.18	18.42	18.68	CL		



FES ARAGÓN  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**CALCULO DE LIMITES DE CONSISTENCIA**

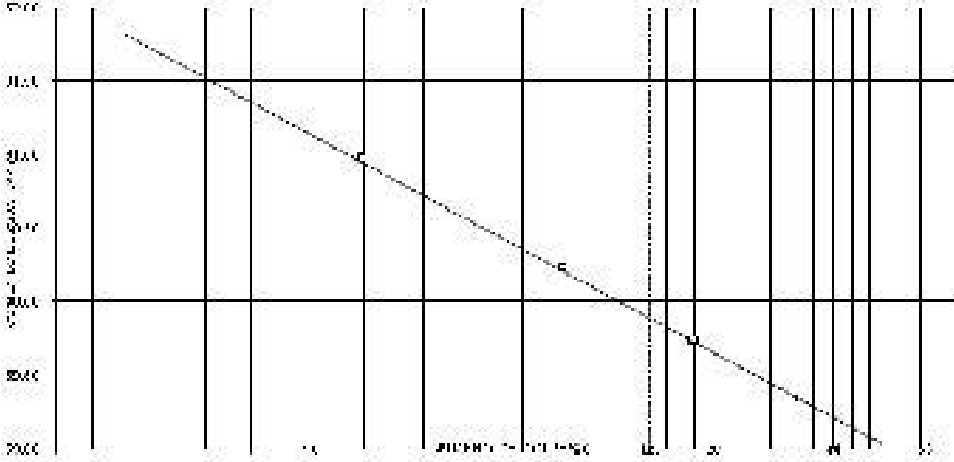
PROCEDER EN: ISSSTE VERACRUZ

SONDEO N°: SPT-3 MUESTRA: 21 PROF: 12.00-12.50 m.

DESCRIPCION DEL MATERIAL: ARCILLA GRIS OSCURO

LIMITE LIQUIDO					
N° GOLPES	N° LUG	W <sub>L</sub> T	W <sub>L</sub> I	WI	WX
25	45	15.00	10.25	220	5535
20	14	15.00	10.25	230	5375
20	70	15.50	10.50	220	5024
12	105	14.10	5.65	230	5030
	11	120	5.30	220	2005
	145	6.50	5.40	220	2045

CONTRACCION LINEAL			
h <sub>original</sub>	h <sub>final</sub>	h <sub>original</sub>	CL (%)
LL	LP	LP	50.05
55.30	28.50	51.52	CH







UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FES ARAGÓN  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



CALCULO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

PROCEDENCIA: ISSSTE VER.

SONDEO N°: SPT-4 MUESTRA: 13 PROF.: 1148-12.88 m.

DESCRIPCION DEL MATERIAL: ARCILLA GRIS CLARO

UNITE LIQUIDO					
N° GOLPES	N° L <sub>100</sub>	W <sub>L</sub> -T	W <sub>p</sub> -1	W <sub>I</sub>	W <sub>X</sub>
35	181	18.88	14.52	2.38	35.82
27	148	18.48	14.18	2.28	36.45
15	75	17.68	13.48	2.28	37.58
13	113	15.38	14.35	2.38	35.82
	25	6.88	5.48	2.28	18.25
	152	6.88	5.38	2.28	18.32

CONTRACCION LINEAL				
	h <sub>max</sub>	h <sub>min</sub>	h <sub>med</sub>	CL (X)
	LL	LP	IP	S.U.C.S
	36.48	18.85	17.57	CL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FES ARAGÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



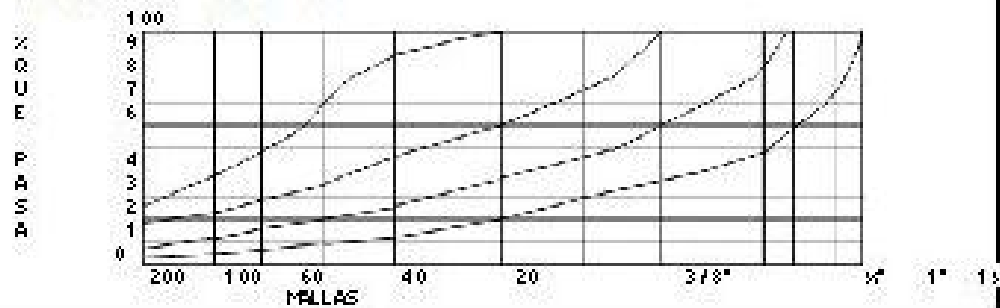
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: ISSSTE VERACRUZ  
 SONDEO: SPT - I PROFUND.: 0.60 - 1.20 m.  
 MUESTRA: 7

DATOS:  
 W TARA: 3.40 Gr      W<sub>s</sub>+T 49.50 Gr  
 W<sub>s</sub>: 46.10 Gr

MALLA N°	W RET. Gr	PERC. %	A PASA %
3"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"	0.50	1.08	98.92
N°4"	0.70	1.52	97.48
10.00	0.10	0.22	97.18
20.00	0.30	0.65	96.35
40.00	2.10	4.56	91.97
60.00	3.70	8.03	83.93
100.00	20.00	43.38	40.38
200.00	3.90	19.31	21.26
PASA 200	9.30	21.16	0.00
SUMA	46.10	100.00	0.00

GRAVA 2.60 %  
 ARENA 76.14 %  
 FINOS 21.26 %  
 SUMA= 100.00 %





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FES ARAGÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

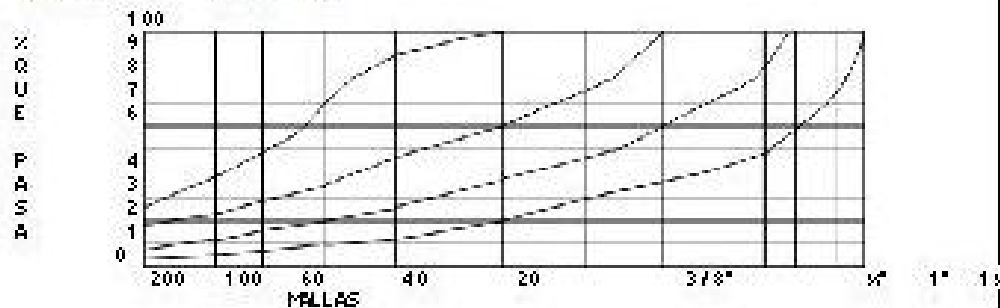
PROYECTO: ISSSTE VERACRUZ  
 SONDEO: SPT - 1 PROFUND.: 6.60 - 7.20 m.  
 MUESTRA: 12

DATOS:

W TARA: 3.50 Gr W<sub>s</sub>+T: 82.60 Gr  
 W<sub>s</sub>: 82.10 Gr

MALLA Nº	W RET. Gr	PERC. %	A PASA %
3"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
Nº4"		0.00	100.00
10.00		0.00	100.00
20.00		0.00	100.00
40.00	2.00	2.44	97.56
60.00	3.00	3.69	96.31
100.00	47.30	57.38	42.62
200.00	13.40	16.18	83.82
PASA 100	12.20	14.86	85.14
SUMA	82.10	100.00	0.00

GRAVA 0.00 %  
 ARENA 85.14 %  
 FINOS 14.86 %  
 SUMA= 100.00 %





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FES ARAGÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



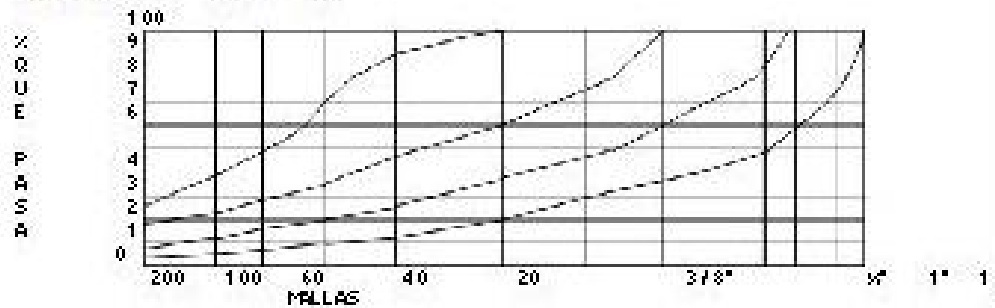
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: ISSSTE VERACRUZ  
 SONDEO: SPT - 2 PROFUND.: 2.60 - 3.20 m.  
 MUESTRA: F

DATOS:  
 W TARA: 3.50 Gr W<sub>s</sub>+T 93.30 Gr  
 W<sub>s</sub>: 92.00 Gr

MALLA Nº	W RET. Gr	RET. %	A PASA %
5"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
Nº4		0.00	100.00
10.00		0.00	100.00
20.00		0.00	100.00
40.00		0.00	100.00
60.00	1.40	1.32	98.68
100.00	37.30	62.33	37.67
200.00	14.90	16.20	19.46
PASA 200	17.90	19.46	0.00
SUMA	92.00	0.00	0.00

GRAVA 0.00 %  
 ARENA 80.54 %  
 FINOS 19.46 %  
 SUMA= 100.00 %





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FES ARAGÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



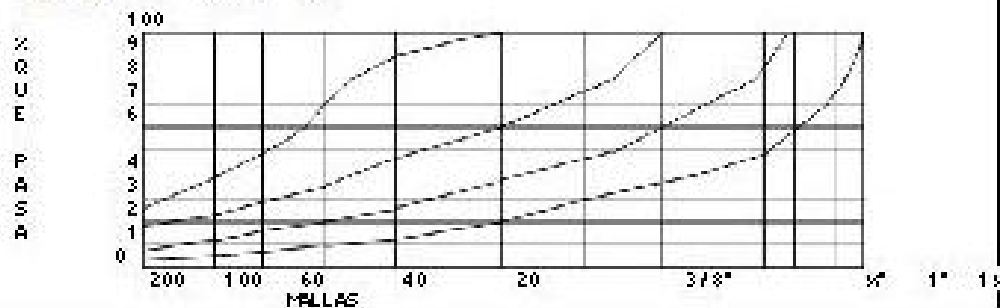
PROYECTO: ISSSTE VERACRUZ  
 SONDEO: SPT - 2 PROFUND.: 7.40 - 8.02 m.  
 MUESTRA: 11

DATOS:

W TARA: 3.50 Gr      W<sub>s</sub>+T 91.10 Gr  
 W<sub>s</sub>: 87.60 Gr

MALLA N°	W RET. Gr	RET. %	A PASA %
3"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
N°4"		0.00	100.00
10.00		0.00	100.00
20.00		0.00	100.00
40.00	1.30	1.48	98.52
60.00	16.30	18.54	79.83
100.00	50.90	58.11	21.33
200.00	6.30	7.19	14.33
PASA 100	11.60	14.33	0.00
SUMA	87.60	0.00	0.00

GRAVA 0.00 %  
 ARENA 85.62 %  
 FINOS 14.33 %  
 SUMA= 100.00 %







UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FES ARAGÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: ISSSTE VER.      PROFUND.: 1.20-1.80 m.

SONDEO: SPT-3

MUESTRA: 3

DATOS:

W TARA: 3.60 Gr      W<sub>s</sub>+T 120.40 Gr

W<sub>s</sub>: 116.80 Gr

MALLA Nº	W RET. Gr	PERC. %	A PASA %
5"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
Nº4"	0.00	0.00	100.00
10.00	0.00	0.00	100.00
20.00	0.10	0.09	99.91
40.00	1.20	1.03	98.97
60.00	3.30	3.25	96.75
100.00	71.30	61.22	38.78
200.00	13.80	11.84	22.77
PASA 200	26.80	22.77	0.00
SUMA	116.80	0.00	0.00

GRAVA 0.00 %

ARENA 77.25 %

FINOS 22.77 %

SUMA= 100.00 %

Y-axis: % QUE PASA

X-axis: MALLAS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FES ARAGÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



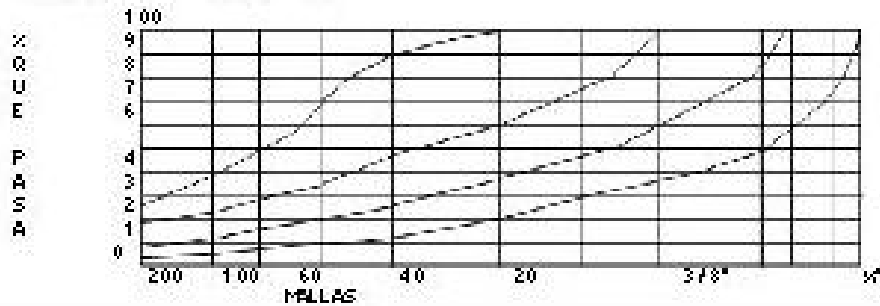
PROYECTO: ISSSTE VER.  
SONDEO: SPI-3 PROFUND.: 9.80-10.30 m.  
MUESTRA: 17

DATOS:

W TARA: 3.50 Gr W<sub>s</sub>+T 136.60 Gr  
W<sub>s</sub>: 133.10 Gr

MALLA N°	W RET. Gr	PERC. %	A. PASA %
3"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
N°4"	0.00	0.00	100.00
10.00	0.00	0.00	100.00
20.00	0.00	0.00	100.00
40.00	0.30	0.23	99.77
60.00	7.20	5.41	94.37
100.00	99.20	74.53	19.83
200.00	5.90	4.69	13.15
PASA 100	17.30	13.15	0.00
SUMA	133.10	0.00	0.00

GRAVA 0.00 %  
ARENA 86.85 %  
FINOS 13.15 %  
SUMA= 100.00 %





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



**FES ARAGÓN**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



PROYECTO: ISSSTE VER.  
 SONDEO: SPT-4 PROFUND.: 3.00-3.60 m.  
 MUESTRA: 5

DATOS:  
 W TARA: 3.50 Gr W<sub>s</sub>+T 113.90 Gr  
 W<sub>s</sub>: 112.40 Gr

MALLA N°	W RET. Gr	PERC. %	A PASA %
3"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
N°4"	0.00	0.00	100.00
10.00	0.00	0.00	100.00
20.00	0.40	0.36	99.64
40.00	27.30	24.29	75.36
60.00	38.30	34.07	41.28
100.00	30.40	27.05	14.25
200.00	3.70	3.29	10.94
PASA 200	12.50	10.94	0.00
SUMA	112.40	0.00	0.00

GRAVA 0.00 %  
 ARENA 89.06 %  
 FINOS 10.94 %  
 SUMA= 100.00 %



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



FES ARAGÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



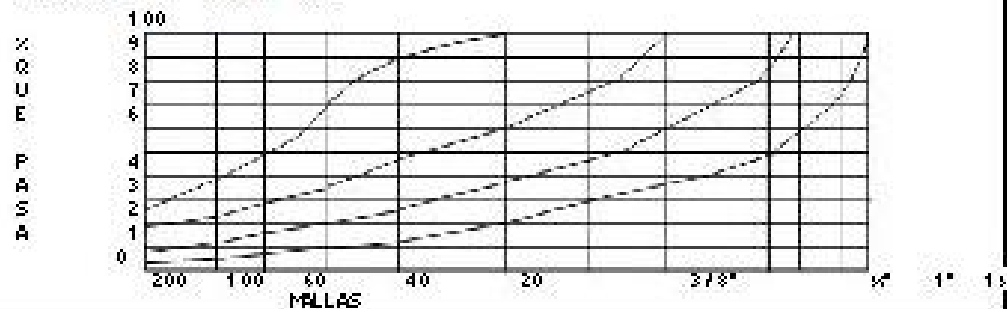
PROYECTO: ISSSTE VER.  
 SONDEO: SPT-4 PROFUND.: 19.30-19.80 m.  
 MUESTRA: 33

DATOS:

W TARA: 3.50 Gr W<sub>s</sub>+T 10190 Gr  
 W<sub>s</sub>: 98.40 Gr

MALLA N°	W RET. Gr	PERC. %	A PASA %
3"			
1"			
1 1/2"			
1			
3/4"			
1/2"			
3/8"	0.00	0.00	100.00
1/4"	0.80	0.81	99.19
N°4	0.00	0.00	99.19
10.00	0.20	0.20	98.98
20.00	0.30	0.30	98.68
40.00	1.90	1.93	96.73
60.00	3.90	6.00	90.73
100.00	47.60	48.37	42.38
200.00	17.90	18.19	24.19
PASA 700	23.80	24.19	0.00
SUMA	98.40	0.00	0.00

GRAVA 0.81 %  
 ARENA 73.00 %  
 FINOS 24.19 %  
 SUMA= 100.00 %





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



# **ANEXO III**

## ***PROCEDIMIENTO***

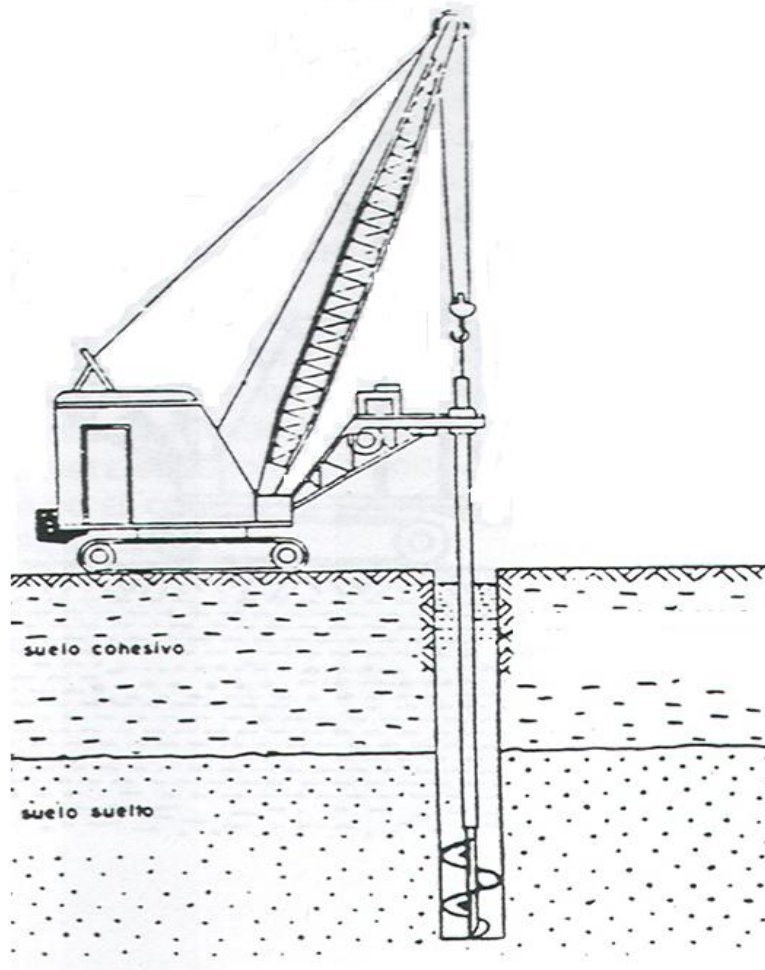
### ***CONSTRUCTIVO DE PILAS***





**EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LAS PILAS SE CONSIGNA A CONTINUACIÓN:**

- a) Localización y trazo de la pilas de cimentación.
- b) La estabilización de perforaciones para pilas usando el ademe metálico recuperable, se aplica a suelos inestables que presenten problemas de derrumbes ya sea por presencia de agua freática o por sus desfavorables propiedades mecánicas. El ademe se colocara hasta la profundidad de desplante de la pila.



**PERFORACION CON TIRANTE DE AGUA**

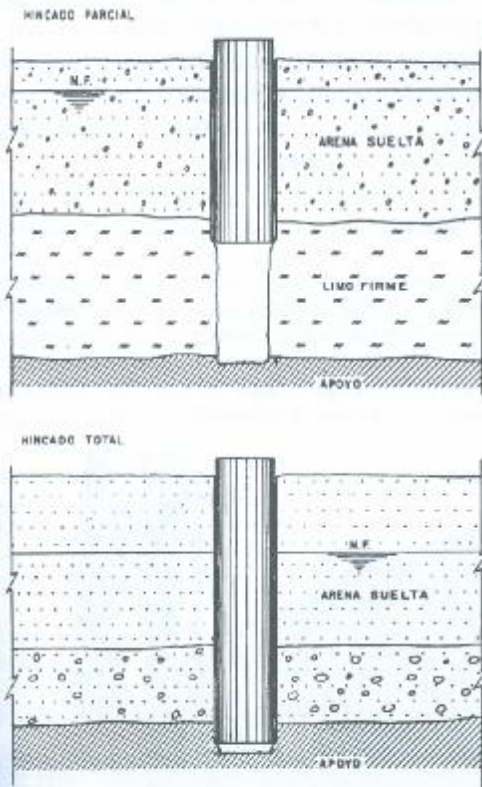


Fig. 5.37, Ademes metálicos

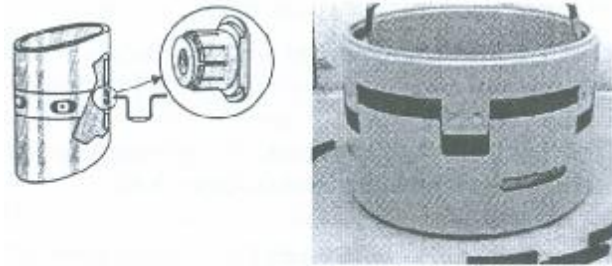
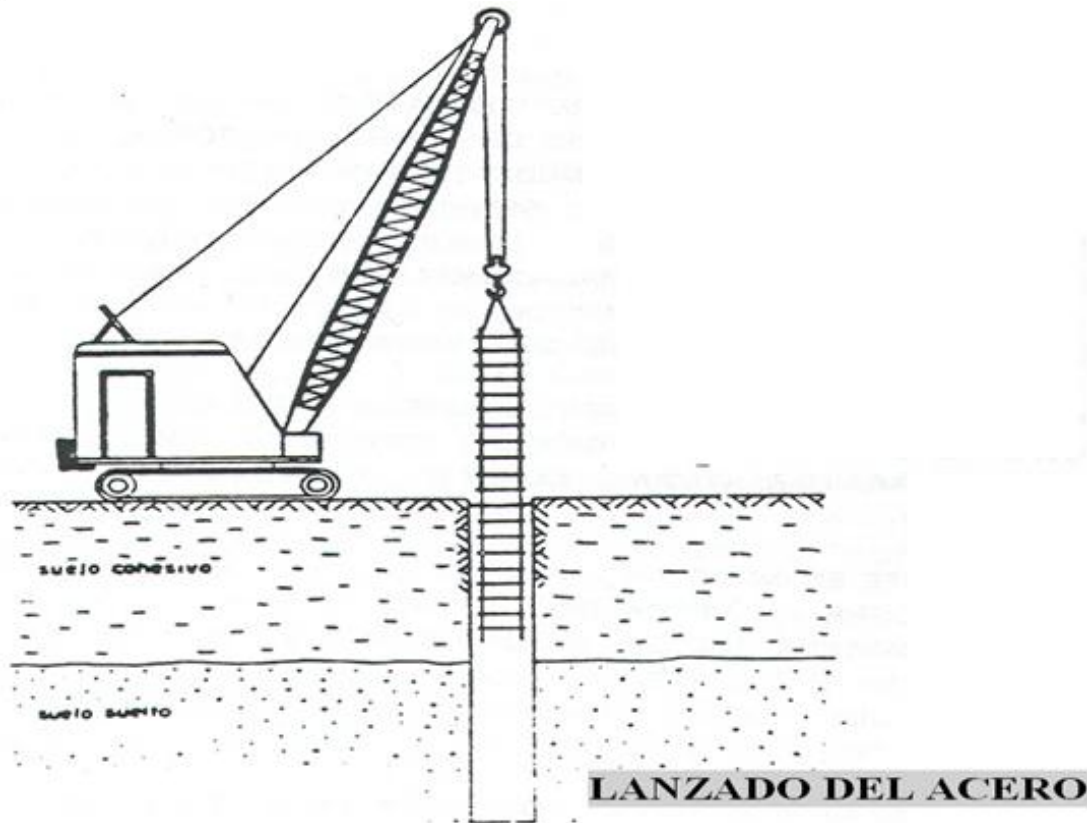


Fig. 5.40, Acoplamiento de ademes metálicos seccionados

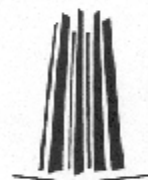
### ADEME METALICO RECUPERABLE

- a) Se continuará con la perforación, hasta el nivel de desplante.
- b) Se inspeccionaran, por un ingeniero especialista en mecánica de suelos que los materiales extraídos mediante la perforación sean de iguales características a los identificados en los sondeos realizados previos a la elaboración de este estudio, y que sean los adecuados para su desplante.
- f) Concluida la excavación con maquina, se realizará limpieza del fondo de la excavación.
- g) Una vez terminada la perforación y realizada la limpieza de todo material suelto se introducirá el armado de las pilas con sus separadores correspondientes para su centrado y se colocará empleando tubo de colado tipo tremie, manteniendo su punta 0.5 m abajo del nivel de concreto.

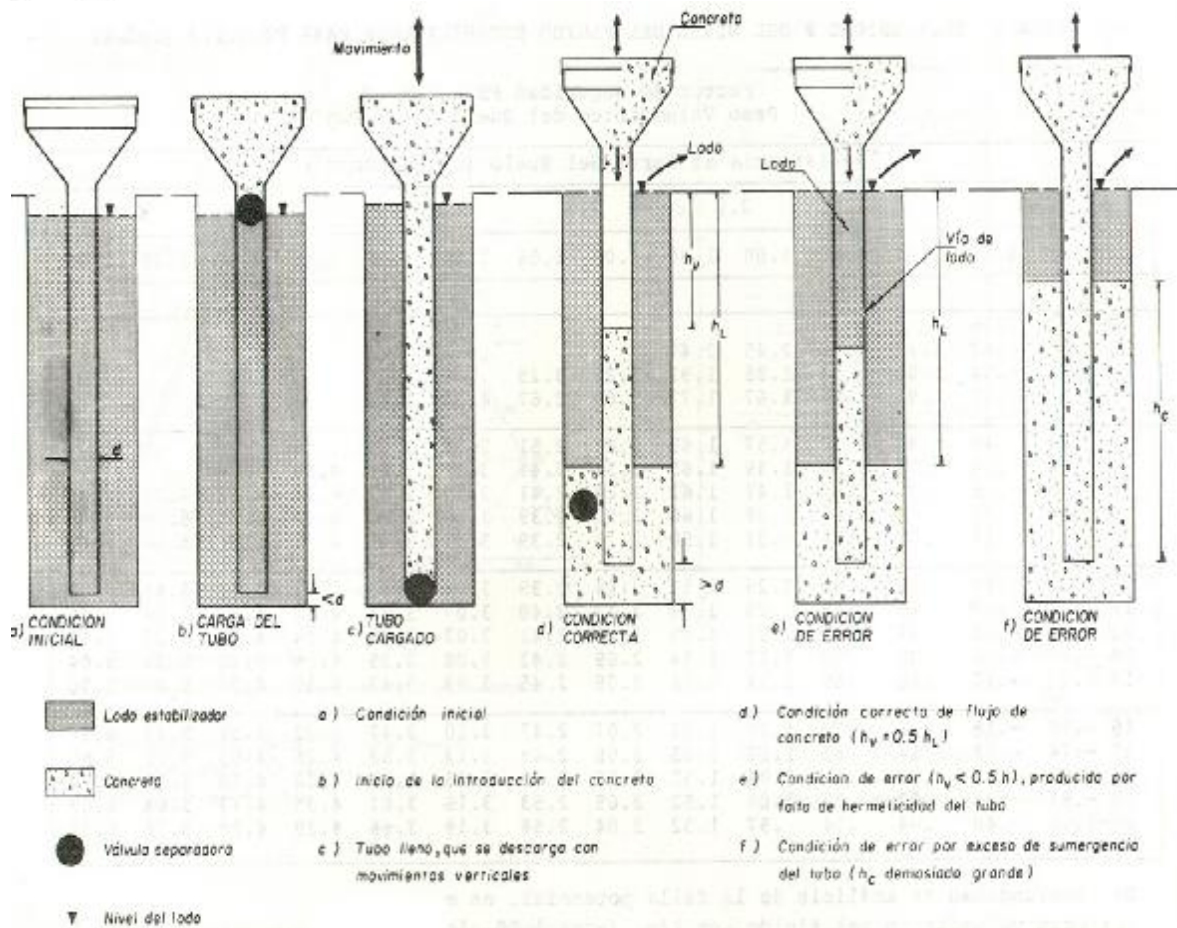


### COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO

- h) Cuando el concreto debe colocarse bajo agua, se acostumbra emplear una o varias tuberías estancas (tremie) de acuerdo con las dimensiones de la pila, para su manejo puede estar integrada por varios tramos de 3 m de longitud como máximo, fácilmente desmontables, por lo que se recomienda que se tengan cuerdas de listón, es imperativo que la tubería sea perfectamente lisa por dentro y aconsejable que también lo sea por fuera, lo primero para facilitar el flujo continuo y uniforme durante el colado y lo segundo para evitar atoramientos de la tubería con el armado. Arriba de la tubería se coloca una tolva para recibir el concreto, de preferencia de forma cónica; y durante la movilización y transporte de los tubos, es recomendable engrasar y proteger sus cuerdas con anillos especiales roscados.



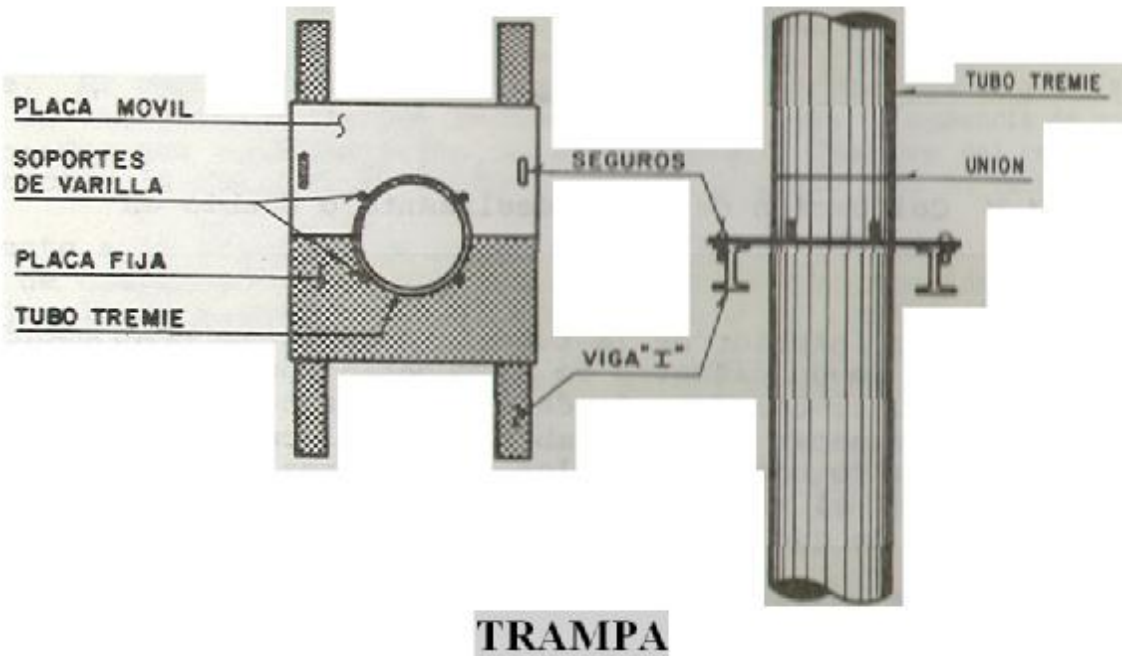
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



**OPERACIÓN TUBO TREMIE**

- i) Para realizar con rapidez las maniobras de acoplamiento y desacoplamiento de la tubería, es conveniente contar con un dispositivo especial para apoyarla y sujetarla (trampa).



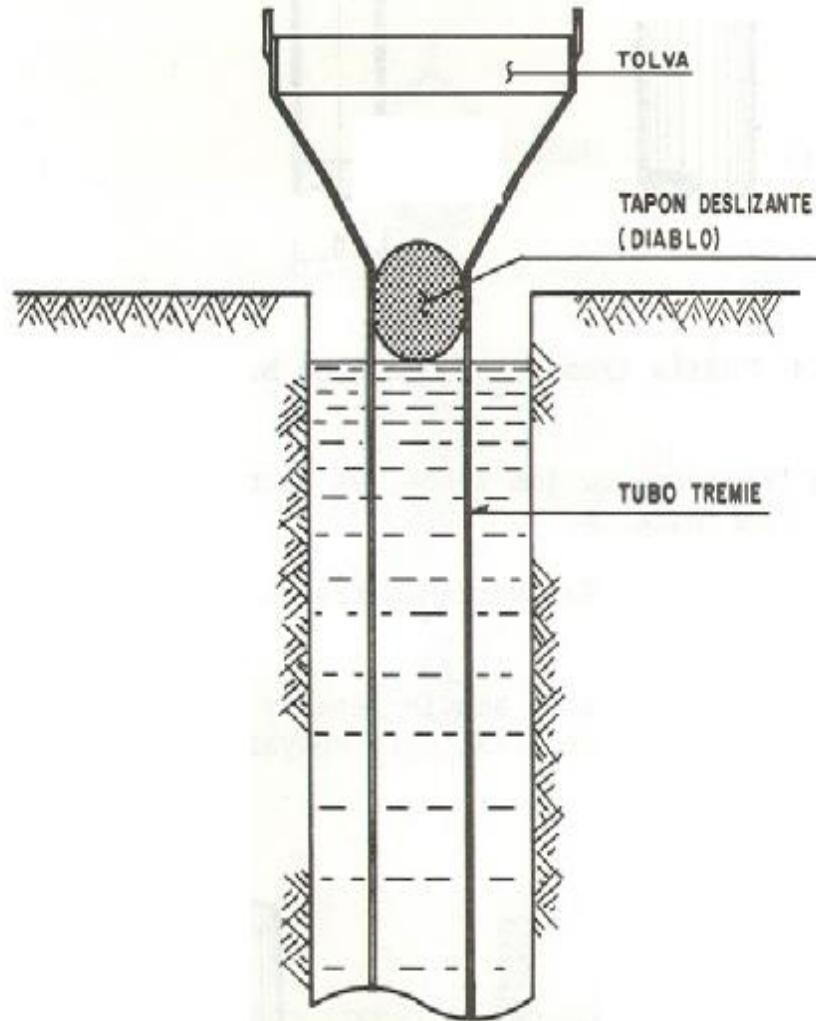


- j) El procedimiento de colado mediante tubería tremie siempre busca colocar el concreto a partir del fondo de la perforación dejando permanentemente embebido el extremo inferior de la misma, así al avanzar el colado tiene lugar un desplazamiento continuo del agua manteniendo una sola superficie de contacto (la del primer volumen de concreto vaciado).
- k) La gran diferencia de densidades entre el concreto ( $2.4 \text{ ton/m}^2$ ) y el agua ( $1.0 \text{ ton/m}^2$ ) ayuda a que dicho desplazamiento se efectuó eficazmente; es conveniente seguir la siguiente recomendación para conseguir buenos resultados:
- § Revisar la tubería antes de que sea colocada dentro de las perforaciones, asegurándose del buen estado y engrasado de las cuerdas y comprobando que no tenga desajustes entre las uniones que puedan provocar la entrada del agua en su interior.
- l) Una vez instalada la tubería dentro de la perforación y antes de empezar el colado, es necesario colocarle en su extremo superior un tapón deslizante (diablo), como se observa en la figura, que puede ser una cámara de balón inflada, una espera de polipropileno, un atado de bolsas vacías de cemento o bentonita, el cual tiene como función primordial evitar la segregación del





concreto al iniciar el colado, ya que después el mismo concreto en el interior de la tubería se encarga de amortiguar la caída evitando este efecto.



### COLOCACION DE TAPON DESLIZANTE O DIABLO EN LA TUBERIA TREMIE

- m) Al iniciar el colado el extremo inferior de la tubería debe estar ligeramente arriba del fondo de la perforación para que permita la salida del tapón y del primer volumen de concreto; después de ello y durante todo el colado, el extremo inferior de la tubería debe permanecer siempre embebido en el concreto fresco, para lo cual es indispensable llevar un registro continuo de los niveles reales del concreto alcanzados durante su colocación para que



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



en el momento que se juzgue conveniente se puedan retirar tramos de la tubería sin el riesgo de que ésta quede fuera del concreto.

- n) La operación de colado debe ser continua, para evitar el peligro de que durante los lapsos de espera el concreto inicie su fraguado y se provoquen taponamientos.
- o) El colado será continuo y con el procedimiento Tremie, deberá llevarse a una altura de 0.5 m arriba del nivel inferior de las contratrabes, con objeto de tener concreto de buena calidad en la unión de dichos elementos
- p) Se llevará un registró de la localización de las pilas, las dimensiones de las perforaciones, fechas de perforación y colado y características del material de apoyo.

Una vez coladas las pilas se procederá a efectuar las contratrabes de cimentación.



*UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO*  
*FES ARAGÓN*



# **ANEXO IV**

# **PROCESO**

# **CONSTRUCTIVO DE**

# **TABLAESTACADO**



## PROCESO CONSTRUCTIVO DE TABLAESTACADO

Las **tablestacas** son un tipo de pantalla, o estructura de contención flexible. Están formadas por elementos prefabricados, estos elementos prefabricados suelen ser de acero, aunque también las hay de hormigón, o vinilo, aluminio, o FRP Composite. No se deben confundir las **tablestacas** de hormigón, con las pantallas de paneles prefabricados de hormigón, que suelen ser de dimensiones mayores.

Los elementos prefabricados que componen las tablestacas se hincan en el terreno mediante vibración. Aunque es muy raro, en ocasiones también se introducen en el terreno por golpeo.

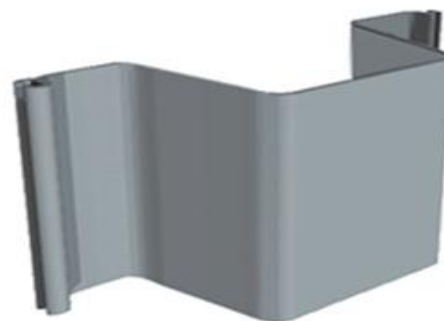
Tiene juntas entre sí, con dos misiones:

- Impermeabilizar el contorno, y evitar que se produzcan filtraciones.
- Guiar las tablestacas contiguas.

Dado que los elementos se colocan mediante hincado, han de tener unas dimensiones (entre ellas el espesor) lo suficientemente pequeñas para que se facilite el hincado. Pero también ha de tener una resistencia mínima. Es por esto por lo que, salvo raras excepciones, se emplea el acero.

Los pequeños espesores pueden dar lugar a que los paneles o planchas metálicas que conforman las tablestacas se pandeen o flechen. Para evitarlo, se alabea la sección, dotándoles de una mayor inercia.

Las secciones típicas son 'en Z' o 'en U'.





## **Martillos-Vibradores**

El equipo vibratorio para instalación puede dividirse en dos categorías básicas - roto martillos- extractoras y compactadoras de placa vibratoria.

Los roto martillos son suspendidos en una grúa, sujetos al extremo de la lámina y efectúan la colocación al transmitir la energía vibratoria.

Las compactadoras de placa también expanden energía vibratoria pero son montadas en el brazo de una excavadora en donde, el beneficio reside en que también empujan la tablestaca.







## **Mandril**

Un mandril puede ser muy efectivo en aplicaciones en donde un apilado ligero de tablestacas debe ser colocado muy profundamente en el suelo. Básicamente, el mandril es una sección de acero pesado diseñado para ajustarse a la ligera tablestaca para instalar. El acero y la tablestaca de poco peso son colocados juntos, entonces la ligera lámina es lanzada y queda en su lugar mientras el acero es retirado y utilizado otra vez, en la siguiente colocación.



## **Excavador**

En las condiciones de algunos suelos es posible empujar la lámina con la pala de una excavadora. Este método no es el más rápido pero sí elimina la necesidad de equipo de colocación especializado.





## **Percusión o Golpeo**

El primer método de colocación de apilado fue el martillo de peso muerto, el cual está todavía en uso. Otras formas de colocación por impacto han evolucionado con el tiempo incluyendo martillos hidráulicos, neumáticos y de diesel. Estas técnicas son comúnmente utilizadas para la colocación de apilados cimentados y pozos sólidos de cimentación. Modelos de menor peso pueden ser muy efectivos en la colocación de tablestacas de resinas compuestas.



## **Excavar y Rellenar**

Zanjas es una opción de instalación cuando las condiciones del suelo son difíciles, o cuando no se cuenta con el equipo de colocación apropiado. Se cava una zanja a la profundidad deseada, la tablestaca es colocada en la zanja, y el suelo es compactado alrededor de la lámina. La zanja también puede ser rellena con un relleno líquido como una mezcla de bentonita, como una alternativa al suelo compactado.

Excavar zanjas se logra fácilmente debido a que el equipo para excavación ya está disponible y puede cavar en casi cualquier condición del suelo.





*UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO*  
*FES ARAGÓN*



# **BIBLIOGRAFIA.**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FES ARAGÓN



- MECANICA DE SUELOS TOMO I.  
(Fundamentos de la Mecánica de Suelos).  
JUAREZ BADILLO, ALFONSO RICO.  
ED. LIMUSA, MÉXICO D.F. 2003
  
- MECANICA DE SUELOS TOMO II.  
(Teoría y aplicaciones de la Mecánica de Suelos).  
JUAREZ BADILLO, ALFONSO RICO.  
ED. LIMUSA, MÉXICO D.F. 2003
  
- INGENIERÍA DE CIMENTACIONES.  
(Conceptos Básicos de la Práctica)  
ENRIQUE TAMEZ GONZÁLEZ.  
TGC GEOTECNIA S.A DE C.V. 2001
  
- MANUAL DE EXPLORACION GEOTECNICA.  
SECRETARIA GENERAL DE OBRAS.  
MÉXICO D.F. 1988
  
- MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES DE LA COMISION  
FEDERAL DE ELECTRICIDAD (CFE).  
JAVIER AVILES L.  
MÉXICO, D.F. OCTUBRE DE 2003