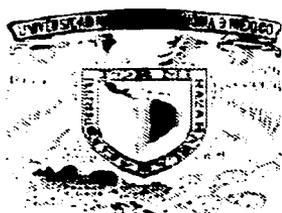


41121
30



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"CAMPUS ARAGÓN"

**La importancia del sistema de anclaje en la
construcción de los sótanos del edificio de
Sony, en Santa Fe, México.**

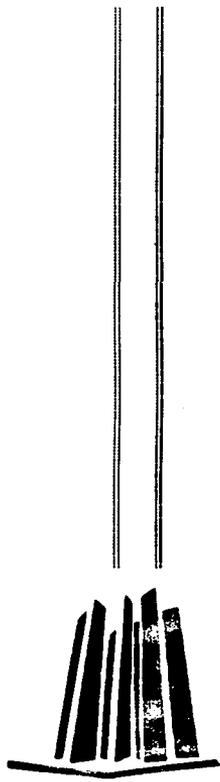
T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
RAFAEL RIVERO MERCADO

Asesor: Ing. Gabriel Álvarez Bautista

San Juan de Aragón, Estado de México

Noviembre del 2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Gracias por haberme permitido llegar a cumplir uno de mis grandes sueños, con mucha fe y cariño.

A MIS PADRES:

Gracias por haberme dado vida y su apoyo incondicional que me han brindado.

A mi Madre, Dra. Luz María Mercado Limón, por su gran esfuerzo y dedicación, que me dio esa gran fuerza para seguir adelante y un buen ejemplo a seguir, por sus noches de desvelos, cariño y comprensión.

A mi Padre, Antonio Rivero Guzmán; a su gran ejemplo y fortaleza que me brindo para guiarme por el camino del bien, sin el no hubiera sido posible su apoyo y sus regaños que me hicieron valorar la vida.

A MI HERMANA:

Donaji Mizuko Rivero Mercado; a su gran alegría y amor, comprensión, que me sirvió de motivación para seguir adelante, y a quien le dedico mi tesis, como un regalo para que siga con la frente muy en alto y siempre adelante, échale todas las ganas que siempre estaré contigo mi querida hermana.

A MI GRAN AMOR:

Adriana Ramírez Angón; por su gran apoyo y comprensión, que siempre estuvo en las buenas y en las malas, que me ayudo a tomar lo bueno y desechar lo malo, y mi futura esposa y madre de mis hijos que también están presentes en mi corazón aunque todavía no estén, con mucho cariño, amor, siempre te amare.

A MI FAMILIA:

A todas mis tías y tíos en donde se encuentren con mucho cariño, Sofía, Mary, Miguel, Bertha, Concha, Tere, Lourdes, Jorge, Juan, Olga, José Luis †, Rafael R†. Mario V, Dora, Pablo, Miguel F, Humberto, Martín, Estela †, Don Pablo G†. Don David †, David †, Alicia, Doña María †, olivia, con gran cariño y respeto

A todos mis primos y primas: Juan, Martín, Jany, Luis Mario, David, Araceli y Jorge y su futuro hijo, Pablito, Abigail, Itandegui, Erika, Erick, Ana, Roberto, Martín M, Jorge M, Estela M, Carlos, Claudia, Cintya, Ariana y Luca, Miguelito, Marisol, Procopio, Monserrat, Brenda, Mario, Paty, Irma, Memo.

A Mis Abuelos: Candelaria Limón, Miguel Mercado †, Martín Rafael Rivero †, María Elena Guzmán †.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A la familia Ramírez Angon, por haberme apoyado y brindado su amistad, Luz Emilia Angon A7, Jorge Ramírez, Jorge Ramírez A, Emilia Ramírez A, Susana Angon, Paco, Diego, Cesar.

A MIS PROFESORES (AS) DE LA ENEP ARAGON:

Con mucho admiración a mi asesor Ing. Gabriel Álvarez Bautista que me ha brindado su apoyo y amistad, Ing. Villegas, Ing. Maria de los Angeles Sánchez, Ing. Quinto, Ing. José Mario Avalos H, Ing. Amílcar Galindo Ing. Karla Ivonne Gutiérrez V. Ing. Juan Antonio, Ing. Pascual García C, Ing. Gabriel Ruiz González y todos mis profesores que impartieron su cátedra a lo largo de toda mi carrera profesional.

A LAS ESCUELAS:

Que fueron testigos de mi educación con mucho amor a, Jardín de niños "Marilu", Primaria Ignacio Manuel Altamirano, Secundaria Isidro Fabela, CCH ORIENTE, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón (A-5,A-8, L-4, Biblioteca) Universidad Nacional Autónoma De México.

A MIS COMPAÑEROS (AS):

A la generación (96-2000), Roberto Méndez, Arturo Palacios, Fernando Reyes, Álvaro Corral, Alejandro Gómez, José Guadalupe Palmerin, Karla, Gaby, Ugalde, Güero, Heidel, Mario, Alonso, Rubén, Tato, Epifanio, Montoya, Edgar (bebas), Isidro, Raúl Barrios, Mario Navarro, a mis amigos del CCH Oriente, de la UAM-I, Chava, Edith, Maribel, Jessica, Cristina, Berenice, Mónica, Angélica. Gustavo, Luis, Fredy, Renato, Rubén, Jacqueline Yunuen, Guadalupe Torres, Ingrid, Ofelia, Maria de Jesús, Gloria, Maricarmen, y todos los que estimaron y recibieron mi amistad, y los que me falta mencionar.

A LA MUSICA:

Panteón Rococó, Maldita Vecindad, Nirvana, Guns n' Roses, Aerosmiht, y a todos los grupos que con sus ritmos me mantuvieron con mucha vibra.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INDICE

Introducción	I
CAPITULO 1.- Antecedentes.	1
1.1 Ubicación Geográfica del sitio de interés	2
1.1 Historia y antecedentes del sitio.	6
1.3 Investigación aerofotográfica.	11
1.4 Tipo de edificación a construir.	14
CAPITULO 2. - Muestreo y exploración del subsuelo.	16
2.1 Investigación y Exploración del Subsuelo.	18
2.1.1 Pozos a cielo abierto.	21
2.1.2 Sondeos con equipo mecánico.	23
2.1.3 Método de penetración estándar	
2.2 Pruebas de laboratorio.	26
2.2.1 Muestras alteradas	27
CAPITULO 3. Características estratigráficas y físicas del subsuelo.	29
3.1 Levantamiento geológico local.	31
3.2 Características estratigráficas y físicas del subsuelo en el sitio de interés.	32

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO 4. Análisis de cimentación.	36
4.1 Alternativa Zapatas.	43
4.1.1 Elección de la alternativa de Cimentación.	43
4.1.2 Determinación de la Capacidad de Carga.	44
4.1.3 Dimensionamiento de las Zapatas.	46
4.2 Estado Limite de Falla en condiciones Estáticas.	47
4.3 Estado Limite de Falla en condiciones Dinámicas.	48
4.4 Estado Limite de Servicio.	50
4.5 Empujes sobre muros rígidos	51

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

CAPITULO 5. Proceso constructivo.	53
5.1 Determinación del procedimiento para la excavación que alojara los sótanos.	55
5.2 Estabilidad de taludes	60
5.2.1 Análisis de estabilidad del talud	62
5.2.2 Procedimiento de análisis de estabilidad de un talud dado.	63
5.2.3 Revisión de la estabilidad del talud en condiciones estáticas	64
5.2.4 Revisión de la estabilidad del talud en condiciones dinámicas	67
5.3 Procedimiento constructivo para la excavación de las zapatas	71
5.4 Procedimiento constructivo para la excavación de los taludes perimetrales.	73
5.4.1 Taludes no anclados	73
5.4.2 Taludes anclados	74
5.5 Procedimiento constructivo de terracería	77
5.6 Cuantificación del mejoramiento recomendado para la estabilidad del talud.	79

CAPITULO 6. Sistemas de anclaje	84
6.1 La tensión y longitud de anclas	89
6.2 Especificaciones para concreto lanzado	90
6.3 Presiones temporales sobre muros de concreto lanzado	97
6.4 Instalación de las anclas.	100
6.4.1 Perforación de barrenos.	100
6.4.2 Características de las anclas.	101
6.4.3 Inyección de los barrenos.	102
6.4.4 Prueba de control de calidad de la lechada de inyección.	103
6.4.5 Tensado de las anclas	104
CAPITULO 7. Conclusiones y recomendaciones.	107
Bibliografía.	119
Anexo I Reporte fotográfico	
Anexo II Planos	
Anexo III Figuras	
Anexo IV Pruebas de laboratorio	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ENEP ARAGON



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Ingeniería: término aplicado a la profesión en la que el conocimiento de las matemáticas y la física, alcanzado con estudio, experiencia y práctica, se aplica a la utilización eficaz de los materiales y las fuerzas de la naturaleza. El término ingeniero alude a la persona que ha recibido preparación profesional en ciencias puras y aplicadas; sin embargo, otras personas como técnicos, inspectores o proyectistas también aplican técnicas científicas y de ingeniería para solventar problemas técnicos. El ingeniero que desarrolla su actividad en una de las ramas o especialización de la ingeniería ha de tener conocimientos básicos de otras áreas afines, ya que muchos problemas que se presentan en ingeniería son complejos y están interrelacionados. Por ejemplo, un ingeniero químico que tiene que diseñar una planta para el refinamiento electrolítico de minerales metálicos debe enfrentarse al diseño de estructuras, maquinaria, dispositivos eléctricos, además de los problemas estrictamente químicos.

Mecánica: Parte de la física que trata del movimiento y el equilibrio y de las fuerzas que los producen; ciencia y arte de idear, construir, reparar o manejar máquinas: cuántica, teoría de los cuantos que describe un sistema mediante operaciones dependientes del tiempo.

Suelo: Superficie de la tierra: Sitio o solar de un edificio, Pavimento, Piso de un cuarto o vivienda, Terreno destinado a siembra o producciones herbáceas.

Mecánica de suelos: ciencia que estudia el comportamiento del suelo, como su esfuerzo, deformación, resistencia, y comportamiento, ante los diferentes efectos ya sean químicos, físicos o mecánicos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Geotecnia: Parte de la geología aplicada que estudia la composición y propiedades de la zona más superficial de la corteza terrestre, para el asiento de todo tipo de construcciones y obras públicas.

Ancla: Pieza de hierro que sirve para trabar el tirante o la viga con el muro. Elemento de anclaje o enlace entre las partes de una construcción.

Excavar: Hacer hoyo o cavidad [en una cosa] quitándole parte de su masa, hacer en el terreno [hoyos, pozos, galerías subterráneas, quitar la tierra de alrededor [de las plantas] y descubrir el pie de éstas para beneficiarlas.

Talud: Inclinación de un terreno o del paramento de un muro.

Desde hace muchos años la mecánica de suelos ha sido una ciencia que ha estado con el hombre, desde los egipcios con sus grandes pirámides asentadas sobre arenas, así como la construcción de grandes templos y magnas obras como la Gran Muralla una fortificación que llegó a alcanzar una longitud superior a los 6.000 km, y se construyó con tierra y piedra, y se revistió de ladrillos, los griegos con la Acrópolis ciudadela fortificada, construida en la cima de un enorme promontorio calizo, de grandes castillos de la época medieval, los aztecas con la sorprendente Ciudad Tenochtitlán, capital de los aztecas, levantada sobre un pequeño grupo de islotes en el lago de Texcoco; fundada ésta hacia 1325, fue destruida en 1521 por las tropas del conquistador español Hernán Cortés, tras un largo asedio. Sobre sus restos se erigió la que en la actualidad es la ciudad de México, El recinto ceremonial de esta gran ciudad comprendía el Templo Mayor, varias pirámides-santuarios, un Juego de pelota, viviendas para los sacerdotes y otros edificios sagrados, Desde el recinto partían las tres grandes calzadas, Tlacopan, Iztapalapa y Tepeyac, que comunicaban a la ciudad. Tenochtitlán

contaba con muy pocas calles de tierra firme, ya que la mayoría eran canales y el tránsito se realizaba mediante canoas. La ciudad fue destruida a consecuencia de la conquista española, en 1521, comunicada con la tierra firme circundante por cuatro calzadas, su población llegó a superar los 300.000 habitantes y ha sido considerada una de las ciudades más hermosas que haya construido el hombre.

Como consecuencia en todas estas grandes obras hubo un procedimiento forzoso llamado excavación, este proceso que en algunas obras tuvieron gran dificultad dando que las condiciones del suelo no eran muy favorables inclusive en algunas excavaciones se tuvieron que usar explosivos, pero en otras fue más complejo, ya que este proceso de excavación se tenía que hacer por secciones o con elementos de retención o sistema de anclaje, como es el caso de las arenas o las arcillas expansivas (suelos muy inestables), en algunos casos el hombre empezó a utilizar elementos de retención, como fue el uso de las tablaestacas, algunos cementantes que lanzaban alrededor de la excavación así como la utilización de Talud. En diferentes partes del mundo se fueron creando diferentes procesos de excavación, esto dependía mucho del tipo de obra a construir y las condiciones del suelo.

En los años 50' al 70' en México, se empezaron a construir muchas obras civiles importantes y de gran magnitud, como ejemplo tenemos, El Estadio Azteca construido sobre el pedregal de San ángel, El palacio de los deportes, La Torre Latino, El WTC, Cd. Universitaria, La Línea 1 del Metro, El Edificio de Petróleos Mexicanos, actualmente la Torre Mayor en Chapultepec y Reforma siendo la mas alta de México, cada una de ellas, con su grado de dificultad, y asentadas en diferentes tipos de suelos, simplemente podemos decir que el suelo de la ciudad de México es uno de los mas variables del mundo. En la Torre Latino, el proceso de excavación fue difícil, ya que es la Zona de Lago, y el suelo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

es muy inestable, donde la presión hacia el suelo era alta, por los edificios que están a los costados, en el caso de la línea 1 del metro, la excavación fue muy diferente, a base de muros Milán, con excavaciones seccionada y losas precoladas (cajón), muy diferente fue la del estadio Azteca, ya que el terreno donde fue construido (pedregal de San Ángel) es prácticamente casi roca, y fue muy difícil la excavación y se utilizaron explosivos, en la Torre mayor el sistema de cimentación fue muy complejo a base de pilotes, como podemos analizar es muy diferente los procesos de excavación de las diferentes obras ya que en una requirieron de sistemas de retención y otras no eran necesarios debido al tipo de suelo.

En otras ciudades del mundo se fueron creando nuevas teorías en mecánicas de suelos en referencia a las excavaciones, algunas muy favorables, en donde los pioneros fueron Collin (1845) hablo por primera vez de las superficies de deslizamiento curvas en las fallas, Ch. A. Coulomb (1776) quien preconizo la falla plana en taludes, W. Fellenius (1927) uno de los investigadores mas importantes del campo de los taludes, el Dr. Karl Von Terzaghi, fundador y guía de la mecánica de suelos moderna. En México, también hubo grandes investigadores como es el Ing. José A. Cuevas, precursor de la Mecánica de suelos en México, el Dr. Nabor Carrillo Flores, relevante investigador de la escuela Mexicana de mecánica de suelos, el Dr. Eulalio Juárez Badillo, el M. En I, Alfonso Rico Rodríguez, que han sido fuente de inspiración para entregarme a la investigación de la mecánica de suelos.

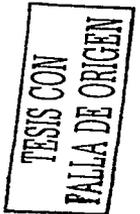
Conforme ha pasado el tiempo en base a las teorías ya existente, muchos ingenieros se han preocupado por mejorar los sistemas de excavación, utilizaron las más alta tecnología y adelantos con la mayor tecnología.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Antes de mediados del siglo XVIII los trabajos de construcción a gran escala se ponían en manos de los ingenieros militares. La ingeniería militar englobaba tareas tales como la preparación de mapas topográficos, la ubicación, diseño y construcción de carreteras y puentes, y la construcción de fuertes y muelles. Sin embargo, en el siglo XVIII se empezó a utilizar el término ingeniería civil o de caminos para designar a los trabajos de ingeniería efectuados con propósitos no militares. Debido al aumento de la utilización de maquinaria en el siglo XIX como consecuencia de la Revolución Industrial, la ingeniería mecánica se consolidó como rama independiente de la ingeniería; posteriormente ocurrió lo mismo con la ingeniería de minas.

Los avances técnicos del siglo XIX ampliaron en gran medida el campo de la ingeniería e introdujeron un gran número de especializaciones. Las incesantes demandas del entorno socioeconómico del siglo XX han incrementado aún más su campo de acción; y se ha producido una gran diferenciación de disciplinas, con distinción de múltiples ramas en ámbitos tales como la aeronáutica, la química, la construcción naval, de caminos, canales y puertos, las telecomunicaciones, la electrónica, la ingeniería industrial, naval, militar, de minas y geología e informática. Además en los últimos tiempos se han incorporado campos del conocimiento que antes eran ajenos a la ingeniería como la investigación genética y nuclear.

Es difícil deducir si la ingeniería ha crecido con las urbes o las urbes a la ingeniería, en muchas ciudades el crecimiento ha sido acelerado y descontrolado, algunas han sido planeadas muy bien como el caso de la ciudad de Brasilia, capital de Brasil, ciudades como New York, Chicago, París han sido urbanizadas con moderación, pero hablemos de la ciudad de México, una ciudad que ha crecido como un monstruo incontrolable, sin planificación, y construida sobre el lago



de Texcoco, que esto a provocado que sea una zona de suelos muy blandos, la gran sobre explotación de los mantos acuíferos a generado que surgan asentamientos y fallas, zonas como el centro histórico tienen tantos problemas de hundimientos, la mala urbanización a ocasionado problemas sociales, como el ambulante, la inseguridad, el tráfico, contaminación, problemas que el ingeniero civil debe de prepararse para resolver con inteligencia no con caprichos políticos, como el segundo piso del periférico o el aeropuerto de Texcoco que solamente han ocasionado mas problemas sociales, debe de crear mas vías de comunicación accesible, mejorar las salidas principales de comunicación con la área metropolitana.

El crecimiento urbano de santa fe en los últimos años, ha sido muy alto, y me atrevería a decir que planeado a futuro, pero este desarrollo urbano es para gente de dinero, esto ha triado como consecuencia el incremento de automóviles y la alta demanda de estacionamiento, debido a que no hay tantos espacios destinados a este rubro, esto dio el surgimiento de una nueva alternativa de estacionamiento subterráneos.

Lo cual podría generar que esta zona crezca en desorden urbano, en donde se perjudicaran la vías de comunicación, la seguridad de los peatones, mayor contaminación, esto no se ha visto tanto ya que esta zona es de alto poder económico, y se le ha opuesto mucha atención por parte de la delegación y del a iniciativa privada, dándole mantenimiento a las vías de comunicación, áreas verdes, transporte publico, seguridad publica; sin en cambio si fuera Iztapalapa no se le pusiera tanta atención. Pero si no se toma mas en cuenta en el transcurso de 10 años el incremento poblacional se vera afectado ya que las construcciones de edificios en esta zona aumenta al 200%, o mas, lo que traerá consigo mas automóviles, alta demanda de transporte publico, mas servicios de limpieza, mas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

seguridad, y el cuidado de las áreas verdes. Debemos de tomar en cuenta que el 97% de la población es flotante, y lo que mas se requiere son mejores vías de comunicación, estacionamientos que cubran la altas demanda, transporte publico eficiente, y una obra metro (necesaria).

Santa Fe, no esta excluido de los problemas de trafico, y estacionamiento, otras zonas como la del Centro Histórico, Reforma, zona de hospitales, estos tiene una gran problemática de estacionamiento, lo que le ha generado, trafico, inseguridad, contaminación, inseguridad para los peatones, ha y por si fuera poco el ambulante nos ayuda un poquito.

Se deben de hacer muchos estudios en esta zona como:

- ↓ Estudios socioeconómicos.
- ↓ Estudios urbanos.
- ↓ Estudios ambientales
- ↓ Estudios culturales.
- ↓ Estudios de mecánica de suelos.
- ↓ Estudios hidráulicos.
- ↓ Estudios históricos.
- ↓ Estudios de transito y trafico.
- ↓ Estudios aéreos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para que tengan un buen desarrollo y ordenamiento, y se convierta en la zona financiera de México (World-wide center of finanzas of México), ya que puede llegar a niveles como el (WTCF New York), ya que esta es una de las mejores planeadas a nivel mundial, y santa fe no esta lejos, para el beneficio de México.

Santa Fe, México: Zona de desarrollo más moderna e importante de la Ciudad de México: lugar donde se encuentran muchas de las oficinas corporativas de empresas líderes y que cuenta con la infraestructura y servicios necesarios para un desarrollo de esta magnitud.

<http://www.santafe.com.mx/>

El edificio que esta planeado construir será de oficinas corporativas de Sony, una de las empresas de electrónica más importante del mundo, el cual alojará tres sótanos para estacionamiento, que por lógica diré que la mayoría de los ejecutivos que lo usaran tendrán al menos un coche, y esto requerirá un gran área de estacionamiento, que esta planeada. Si quieres un poco más de información de Sony puedes consultar esta página WEB: <http://www.sony.com.mx/corp/fsHistoria.jsp>

En los primeros capítulos se describirá, los estudios preliminares de mecánica de suelos, la exploración de lugar y la información que se recolectó, la topografía, la investigación aerofotográfica, la investigación del subsuelo, los métodos que se utilizaron para la exploración en el capítulo 4, se analizaron las alternativas de cimentación y como se diseñaron, en el capítulo 5, se explica los procesos de excavación, las especificaciones de los taludes, de las zapatas, en el capítulo 6, se explica el sistema de anclaje y por que es importante en la seguridad de una obra, como y por que se utilizaron las anclas, la especificaciones y los procesos de construcción de las mismas, y por ultimo en el capítulo 7 se dan las conclusiones y las recomendaciones para su construcción y supervisión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PAGINACIÓN DISCONTINUA



ENEP ARAGON



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO 1

ANTECEDENTES

1.1 Ubicación geográfica del área de interés.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El edificio se localiza en la Av. Santa Fe, en la delegación Álvaro Obregón, México DF que se construirá en el predio con un área de 4000.00 m² donde se proyecta construir un edificio para la SONY de tres niveles para estacionamiento, planta baja y cuatro niveles. La localización del sitio de interés se indica en la Plano 1, la distribución general de la lotificación general del sitio de interés se presenta en el Plano 2.

Distrito Federal (México), entidad político-administrativa de la República Mexicana que se localiza entre la parte austral de la altiplanicie Mexicana y el sistema Volcánico transversal, ocupando la porción suroeste de la cuenca de México. Limita al norte, oeste y este con el estado de México y al sur con el estado de Morelos. Por su extensión territorial, 1.499 km², ocupa el último lugar de las entidades administrativas de rango superior.

Su relieve está conformado por una mitad norte plana, con una altitud superior a 2.200 m interrumpida por pequeñas elevaciones: al norte, la sierra de Guadalupe y el cerro del Chiquihuite; al centro, el

cerro de la Estrella, y al este, el cerro de San Nicolás y la sierra volcánica de Santa Catarina. Al sur y oeste el terreno se eleva en la región conocida como Las Lomas hasta las grandes alturas de más de 3.900 m, como la sierra del Ajusco, en la zona meridional, que lo separa del valle de Cuernavaca, y la sierra de las Cruces, al oeste, que lo separa del valle de Toluca. Posee un clima templado semiseco en el noreste, templado subhúmedo en el centro y semifrío subhúmedo en las alturas superiores a 2.800 m. Mantiene un régimen de lluvias de verano y poca oscilación térmica anual, aunque la diurna es muy marcada. Numerosos ríos descienden de las sierras, pero sus aguas son captadas por presas y obras reguladoras construidas en las laderas que, además de controlar las avenidas, distribuyen las aguas por medio de canales y ríos entubados para el consumo local. De los antiguos lagos de Xochimilco y Tláhuac, sólo quedan algunos canales.

La ciudad es la capital de los Estados Unidos Mexicanos y cumple funciones vitales para el país, al ser el principal centro industrial, comercial, de comunicaciones y transportes, demográfico, administrativo y cultural. Posee una vasta red de vías de comunicación de todo tipo, lo que la convierte en la entidad mejor comunicada, pues convergen en ella las principales carreteras y autopistas del país. Las líneas férreas la unen también con los centros urbanos y regiones más destacadas. Dispone además del principal aeropuerto de la república con servicio nacional e

internacional. Su industria está altamente diversificada y desarrollada. Son de primer orden las ramas metálica y sus productos derivados, el ensamblado de automóviles, así como las industrias de productos químicos, alimenticios, textiles, petrolíferos y eléctricos. Existe un sinnúmero de lugares de interés para visitar, tanto de tipo arquitectónico como arqueológico y cultural.

Población

Desde la década de 1940 la ciudad ha tenido un crecimiento constante y acelerado de población por lo que ha rebasado sus límites administrativos para conformar una de las metrópolis más grandes del mundo. En tan sólo el 1% del territorio se concentra aproximadamente el 20% de la población nacional (lo que supone una densidad de población de 5.684 hab/km²) y el 50% de la actividad industrial; estos datos tienen en cuenta a los municipios del estado de México conurbados con el Distrito Federal y con el que constituyen la ciudad de México, administrativamente dividida en 16 delegaciones, ocho de las cuales conservan una parte de su territorio con usos de suelo no urbanos. Población del Distrito Federal (según estimaciones para 2000), 8.591.309 habitantes; población del área metropolitana (aglomeración urbana integrada por el Distrito Federal y municipios conurbados), 16.900.000 habitantes

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Álvaro Obregón, delegación del Distrito Federal; suelo montañoso con numerosas barrancas. Gran densidad de población: 6.948,6 hab/km². Tiene minas e industria cementera. Población (según estimaciones para 1995), 676.930 habitantes.

El Distrito Federal comprende de 16 delegaciones.

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| • Álvaro Obregón | • Iztapalapa o Ixtapalapa |
| • Azcapotzalco | • La Magdalena Contreras |
| • Benito Juárez | • Miguel Hidalgo |
| • Coyoacán | • Milpa Alta |
| • Cuajimalpa de Morelos | • Tláhuac |
| • Cuauhtémoc | • Tlalpan |
| • Gustavo A. Madero | • Venustiano Carranza |
| • Iztacalco o Ixtacalco | • Xochimilco |

y los municipios del estado de México que se encuentran conurbados a los cuales se les denomina área metropolitana.

- | | |
|------------------------|------------------|
| • Acolman | • Ecatepec |
| • Atenco | • Huixquilucan |
| • Atizapán de Zaragoza | • Ixtapaluca |
| • Chalco | • Jaltenco |
| • Chicoloapan | • Melchor Ocampo |
| • Chimalhuacán | • Naucalpan |
| • Coacalco | • Nezahualcóyotl |
| • Cuautitlán | • Nicolás Romero |
| • Cuautitlán Izcalli | • La Paz |



La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México

Rafael Rivero Mercado

Antecedentes

- | | |
|---------------|----------------|
| • Tecámac | • Tlalnepantla |
| • Teoloyucan | • Tultepec |
| • Tepetzotlán | • Tultitlán |
| • Texcoco | • Zumpango |

De forma habitual, aunque inexacta, se emplean como sinónimos, incluso por parte de organismos oficiales, los términos ciudad de México y Distrito Federal para designar esta área metropolitana, la más populosa del mundo, que es, además es la capital de la República Mexicana.

1.2 Historia y antecedentes del sitio

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El Distrito Federal fue establecido como lugar de residencia de los poderes federales del país por la Constitución de 1824. Posteriormente ha sufrido ampliaciones y cambios que lo definían compuesto por la ciudad de México y las 12 municipalidades circundantes: Azcapotzalco, Coyoacán, Cuajimalpa, Gustavo A. Madero, Ixtacalco, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Álvaro Obregón, Tiáhuac, Tlalpan y Xochimilco. En 1928 se llevó a cabo una reforma que suprimió las municipalidades existentes y las convirtió en delegaciones: las cuatro en que se dividió a la ciudad (Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Cuauhtémoc y Venustiano Carranza) y las doce en que se convirtieron las municipalidades circundantes; un total, entonces, de 16 delegaciones. En la actualidad está abierto un amplio proceso de reforma política y

administrativa que dará al Distrito Federal una configuración más moderna y democrática. En este sentido, en julio de 1997 se eligió por primera vez y democráticamente un regente del Distrito Federal, cargo que pasó a desempeñar el político mexicano Cuauhtémoc Cárdenas.

El sitio de interés se encuentra en la zona I denominada zona de Lomas esta formada por suelos areno limosos (tobas) compactos, de alta capacidad de carga y baja deformabilidad. Para esta zona se han detectado varios tipos de suelos que se clasifican de acuerdo a los problemas de cimentación y que se describen como sigue:

- a) Tobas estables aun bajo la acción erosiva de agua, compuesta por mezclas de arena y grava en proporciones variables, cementadas por una matriz de suelos finos con alta capacidad de carga. Cuando estos suelos aparecen limpios son los mejores para utilizarse como agregados pétreos; si embargo su localización no se puede ubicar en un plano, pues depende en gran medida de las condiciones en que se depositaron, y en la mayoría de los casos han sido cubiertas por emisiones volcánicas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

b) **Tobas inestables bajo la acción erosiva del agua.** Estos suelos están compuestos en gran proporción por arcilla de plasticidad media a alta con cementación pobre. Como materiales de relleno son muy malos. A menos que se cubran debidamente y se aislen de los cambios de humedad, sus propiedades de resistencia después de compactados disminuyen notablemente si se saturan.

c) **Suelos pumíticos.** Dentro de las formaciones características de la zona se encuentran espesores variables entre 1 y 3 m de arena pumítica limpia. Estos materiales sufren rotura de grano si se someten a presiones de contacto altas (2.5 Kg/cm²). Los estratos en que aparecen son sensiblemente horizontales y con gran frecuencia se ubican en capas de mucha mayor dureza. En algunas ocasiones se encuentran mezclas de arena pumítica con suelos finos que disminuyen en cierto grado su compresibilidad por rotura.

d) **Rellenos.** Debido al intenso crecimiento que tiene la ciudad hacia la zona de lomas, los proyectistas se encuentran con terrenos mas accidentados. En algunos casos se ha tratado de aprovechar las barrancas rellenándolas con material mal compactado. Los problemas de hundimientos que ocurren después de la primera saturación son críticos y continúan aun después de varias estaciones de lluvia.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En particular en esta zona, se tuvieron zonas de minas a cielo abierto que tuvieron diferentes profundidades de explotación, aunado a la existencia original de barrancas y que de acuerdo con la irregularidad que existía y que se dejó en la superficie, se procedió a rellenar a volteo con materiales de relleno de mala calidad constituidos por basura, cascajo residuos de minas que no se trituraron e inclusive se han hallado desechos orgánicos; todo lo antes mencionado fue con el objeto de enrasar y dejar una superficie casi horizontal.

El predio del interés se localiza en parte del área que ocupaban las antiguas minas de Santa Fe, en la que los depósitos naturales del subsuelo fueron explotados a cielo abierto, modificando la topografía superficial del subsuelo, aparentemente sin un orden preestablecido, dando lugar a excavaciones con profundidad, extensión variable y distribución caótica. Recientemente con el propósito de que la superficie del terreno tenga los niveles de banqueta del proyecto urbanístico de la zona, en el área de interés, entre 1987 y 1991, se colocaron a volteo materiales de relleno, constituidos en parte por gravas y boleos empacados en arena poco arcillosa, en algunas zonas contaminados por basura o cascajo, sin llevar un control tanto en el tipo de materiales como en su acomodo, resultando por lo tanto una gran heterogeneidad en la constitución y en la compacidad de los rellenos, con espesor variable de 3 a 20 m,

subyacidos por los materiales resistentes de depósito natural, correspondientes a depósitos volcánicos de tipo lahar.

La topografía actual del terreno presenta áreas con diferentes niveles como se puede observar en la Plano 3, por ejemplo en la parte central del sitio de interés en menos de la mitad de su área total hay zonas altas, que presentan topografía horizontal en la cual actualmente existe una estructura de doble altura, mientras que en la zona más baja se tiene un nivel semejante al de la banqueta de la calle de la Fé, donde actualmente opera un estacionamiento con carpeta asfáltica como superficie de rodamiento y con una topografía horizontal, y en el área restante se tiene un relieve abrupto e irregular cuya pendiente desciende hacia la Av. De la Fé, constituido por materiales resistentes de depósito natural básicamente tobas volcánicas cubiertos por un relleno de mala calidad de espesor variable.

Con objeto de determinar la alternativa de cimentación mas apropiada para la estructura proyectada así como el procedimiento de excavación y construcción tanto de la cimentación como de los sótanos que contempla el proyecto arquitectónico se realizo un estudio de Mecánica de Suelos consistente en exploración y muestreo del subsuelo, pruebas de laboratorio, a las muestras extraídas, análisis de pares estereoscópicos de fotografías aéreas del terreno tomadas en 1966, 1972, 1977, 1980, 1982, 1987, 1991 y 1998, para conocer la evolución que tuvo la explotación de los

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

materiales del subsuelo y análisis para establecer las recomendaciones para el diseño y construcción de la cimentación y del procedimiento de excavación que alojará los sótanos.

En este informe se describen los trabajos realizados, reportando los resultados obtenidos, consignando las recomendaciones para el diseño y construcción de la alternativa de cimentación que se juzga más adecuada; los materiales a emplear y el procedimiento constructivo mas optimo de acuerdo al proyecto.

1.3. Investigación aerofotográfica

Fotogrametría, ciencia desarrollada para obtener medidas reales a partir de fotografías, tanto terrestres como aéreas, para realizar mapas topográficos, mediciones y otras aplicaciones geográficas. Normalmente se utilizan fotografías tomadas por una cámara especial situada en un avión o en un satélite. Las distorsiones de las fotografías se corrigen utilizando un aparato denominado restituidor fotogramétrico. Este proyector crea una imagen tridimensional al combinar fotografías superpuestas del mismo terreno tomadas desde ángulos diferentes. Los límites, las carreteras y otros elementos se trazan a partir de esta imagen para obtener una base sobre la cual se realizará el mapa

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Del análisis de los pares estereoscópicos de fotografías aéreas tomadas en los años 1966, 1972, 1977, 1980, 1982, 1987, 1991 y 1998, se obtuvo la siguiente información:

En los pares estereoscópicos analizados se observa que en año de 1966 se tenía una serie de barrancas que permanecen rellenas a ambos lados del sitio de interés y con una profundidad media de 30 m de profundidad, sin embargo a través del tiempo se inicio su proceso de relleno de la barranca poniente y mientras que la del oriente permanece en condiciones normales, de acuerdo a las fotos aéreas analizadas se observo también que la máxima explotación de materiales del subsuelo en el área que ocupa el predio de interés, corresponde a la que se tenía en el año de 1987, manteniéndose esa condición de explotación, prácticamente sin cambios, hasta el año de 1991, en el que los trabajos de construcción de las vialidades y de urbanización de la zona, incrementaron la excavación en la colindancia del predio con la vialidad lateral.

Posteriormente en el año de 1991 se efectuaron rellenos en el predio que ocupa el área de interés, hasta alcanzar el nivel de la superficie actual del terreno.

Dado que el nivel de la superficie que tenía originalmente el terreno por la existencia de barrancas que fueron rellenas en el

sitio de interés y de la máxima explotación de los materiales del subsuelo en el área de interés, que corresponde a la superficie que presentaba el terreno en el año de 1987, se determino la restitución fotogramétrica de las curvas de nivel que la superficie del terreno que tenia en esa fecha, referidas al nivel medio de banquetta actual y la cual resulto variable entre 10 y 14 m de profundidad en las zonas más criticas con respecto al nivel actual del terreno y que se muestran en las figuras de los cortes estratigráficos que más adelante se muestran.

En la Plano 3 se presenta un plano topográfico con curvas de nivel actuales y que corresponde al predio de interés, donde muestra el perímetro del predio de interés

Considerando el proyecto arquitectónico el desnivel entre el piso de planta baja y el piso de sótano inferior será de 12.2 m por debajo de la correspondiente al nivel medio de banquetta que tiene la Av. de la Fé, resultando entonces que en la mitad del área de interés, en el perímetro y colindante con la Av. de la Fé y en que se efectuará la excavación se tendrá el mayor espesor de rellenos de espesor variable entre 4 y 14 m, mientras en el resto del área a la máxima profundidad de excavación proyectada se tendrán los materiales resistentes de depósito natural (tobas volcánicas) , con excepción en la parte superficial en sus primeros 2 o 3 m que se

llegan a tener materiales de relleno de mala calidad o que corresponden a la capa de suelo vegetal.

1.4 Tipo de edificación a construir.

El proyecto arquitectónico contempla la construcción de una torre de cinco niveles y tres niveles para estacionamiento (ver Planos 4 a 10) los cuales estarán cubriendo un área casi total al del sitio de interés y por debajo del nivel de banquetea de la Av. Santa Fé en su zona más baja, que tiene la cota 581.58, la cual en lo sucesivo de acuerdo al cliente será la cota 0.00 a partir de la cual se profundizará hasta la profundidad de 12.2 m (cota 569.38) a partir del cuál se desplantará el último sótano numerado con el número tres y que cubrirá la totalidad del área del predio, salvo las restricciones perimetrales.

En casi toda el área del sitio de interés los sótanos del edificio se ocuparán para estacionamiento de automóviles, como se observa en la planta de la figura 4, en ellos la estructuración se efectuará mediante columnas, traveses y losas de concreto armado. En la Plano 4 se presenta una planta con la distribución de columnas a nivel del último sótano que corresponde al sótano 3. En el Plano 6 se presenta los cortes verticales esquemáticos del edificio.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Estructuralmente el anteproyecto se proyecta solucionar a base de columnas, traveses y losas de concreto armado con distancias máximas entre columnas de 11 m aprox.

De acuerdo al proyecto arquitectónico que aparece en los Planos 4 a 10, el nivel medio de piso de planta baja será al nivel de banqueta de la Avenida de la Fé, en su parte más baja (cota 581.58), considerando las características del proyecto arquitectónico y las observadas del terreno en la exploración realizada será necesario efectuar una excavación a una profundidad media de 12.2 m con respecto al nivel cero que permitirá construir a los tres sótanos que alojarán a los estacionamientos y que darán servicio al edificio proyectado, por lo que en este estudio se establece el procedimiento constructivo más adecuado para efectuar la excavación que se proyecta realizar para alojar a los sótanos para estacionamiento, garantizando su estabilidad a mediano plazo suficiente para permitir mantener estable la excavación durante el tiempo que se requiera para ejecutar la construcción de los sótanos ya mencionados.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ENEP ARAGON



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO 2

MUESTREO Y EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

Para precisar a la profundidad a la que se encuentran los materiales⁷ de depósito natural, estimada mediante la investigación aerofotográfica, en el predio de interés, se efectuaron siete sondeos exploratorios a profundidades variables entre 12 y 20 m de profundidad, denominados SPT-1 a SPT-7, empleando la herramienta de penetración estándar. Se obtuvieron muestras representativas alteradas, mediante la prueba de penetración estándar, que consiste en determinar el índice de resistencia a la penetración de los materiales atravesados correspondientes al número de golpes necesario para hincar 30 cm. al penetrómetro estándar mediante el impacto de un martinete de 63.5 Kg. que cae libremente desde 76 cm.

Durante la ejecución de los sondeos se puso especial cuidado en observar la pérdida de lodos de perforación o la caída súbita de la herramienta de perforación que pudieran ser indicios de cavidades en el subsuelo o de materiales muy sueltos, así como la observación de la frontera entre los materiales de relleno de mala calidad y los materiales resistentes de depósito natural. La ubicación de los sondeos se ubica en el Plano 11.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.1 Investigación y Exploración del Subsuelo.

La investigación del subsuelo tiene como finalidad averiguar el estado natural de un suelo de cimentación antes de la asignación a un predio de un tipo determinado de estructura o de un arreglo de ellas, para lo anterior se realizaron en el sitio de interés un total de siete sondeos profundos.

Debido a lo heterogéneo y complejo del suelo para la existencia de rellenos de mala calidad se han ideado pruebas de campo y laboratorio que permiten obtener en forma aproximada valores y propiedades índice y mecánicas de los suelos y el espesor de los mismos. Estos datos permiten tener elementos de cálculo para conocer la capacidad de carga del suelo y el asentamiento que se producirá con lo que podrá dictaminarse la recomendación de la cimentación a emplear, así mismo a la explotación de los materiales en esta zona se tienen espesores variables de relleno de mala calidad y tomando en cuenta que se requiere una excavación a 12.2 m de profundidad y que el proyecto requiere ocupar casi toda el área por lo que será necesario establecer el proceso constructivo mas adecuado para la ejecución de la excavación que alojara a los sótanos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La exploración del suelo en campo puede realizarse de dos maneras:

- 1.- Exploración Directa**
- 2.- Exploración Indirecta**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la Exploración Directa se obtienen muestras de suelo alteradas o inalteradas de las cuales se llevarán al laboratorio para su ensaye, mientras que en la *Exploración Indirecta* se obtienen las propiedades físicas del suelo a través de la propagación de ondas sísmicas, conducción de corriente eléctrica, propagación de ondas sónicas.

La Exploración Directa se recomienda para estudios del suelo donde se requiere únicamente tener un criterio general del suelo en el que se cimentara, o bien cuando las construcciones sean de importancia, los sondeos a realizar en esta zona no se requieren a profundidades considerables (más de 15 m. de profundidad). Ahora bien, si se cimentara en zonas minadas, con oquedades por su misma formación geológica o que contengan grandes capas de rellenos ya sean naturales o artificiales, se considerará conveniente utilizar los métodos de Exploración Indirecta, ya que estos nos permitirían conocer una porción más amplia del terreno.

Respecto al propósito con el que se toman las muestras, estas se dividen en muestras de inspección y muestras para el laboratorio. De las muestras de inspección solo se requiere que sean

representativas. En cambio, las muestras destinadas a estudios de laboratorio deben llenar una serie de requisitos con respecto al tamaño, método de obtención, embarque, etc.

Tanto las muestras de inspección como las de laboratorio pueden ser *inalteradas*, cuando se toman **todas las precauciones** para procurar que la muestra esté en las mismas condiciones en que se encuentra en el terreno de donde procede y *alteradas* cuando se modifica básicamente su estructura sin cambios químicos.

Las muestras de suelo alteradas pueden ser:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- a) Representativas: cuando han modificado su estructura, conservando sus componentes.
- b) No representativas: cuando además de haber modificado su estructura, han perdido alguno de sus componentes.

Para nuestro propósito, la Exploración Directa con cualquiera de los métodos expuestos es recomendable, por la rapidez en la obtención de las muestras y que requiere de equipo menos sofisticado, lo cual implica que sea más económico el estudio y se obtienen buenos resultados. Cabe aclarar que cuando el suelo de cimentación sea conflictivo, en el caso de minas u oquedades por

ejemplo, no se restringirá el uso de uno o más de los métodos de exploración Indirectos.

2.2.1 Pozos a cielo abierto

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Este sondeo es de los comúnmente empleados y recomendados para determinar las propiedades superficiales del subsuelo debido a que las muestras obtenidas son prácticamente inalteradas.

El método queda limitado principalmente al tipo de material y posición del nivel de agua freática (N.A.F), sin embargo si el nivel freático se encontrara antes de cumplir con los objetivos de esta investigación, esto no deberá considerarse como limitante de la profundidad del pozo, el cual deberá continuarse, aunque se requiera utilizar equipo de bombeo. Esta condición nos llevara a encarecer el costo de la cimentación y deberá tomarse en cuenta al escoger el tipo de estructura a construir en el sitio.

El procedimiento consiste en realizar excavaciones a cielo abierto dentro del predio en estudio de exactamente 0.8 m. x 1.50 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 no se detecto hasta máxima profundidad explorada, 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.

El pozo debe realizarse con pico y pala, 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 realizados deberán estar 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 y algunas de sus características como granulometría, plasticidad, entre otras.

La ubicación y número de pozos a realizar será en función del tamaño del predio, del área que abarque la nueva construcción, del conocimiento previo de las construcciones que existan y de las colindancias.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Se deberá cuidar que la ubicación de los pozos sea tal que permita la mayor información con el mínimo costo y tiempo dependiendo de las condiciones antes citadas.

Los pozos también deben permitir obtener información acerca del desplante de las estructuras colindantes y de las cimentaciones antiguas en el predio mismo en el que caso de que existan.

Para este caso no se realizaron pozos a cielo abierto debido a que la magnitud y profundidad de la excavación a ejecutar, es mayor a la información que se adquirirá con estos sondeos, por lo que no se justifica.

2.1.2 Sondeos con equipo mecánico

Como parte principal del Estudio de Mecánica de Suelos, fue conveniente realizar sondeos profundos en el sitio de interés. Por lo que se efectuaron Siete sondeos de tipo Exploratorio, denominados SPT-1 a SPT-7 ejecutados a profundidades variables entre 15 y 20 m de profundidad.

Los sondeos profundos realizados son de tipo exploratorio con la ubicación que se presenta en el plano 11, a continuación se presenta en que consiste.

2.1.3 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 (ϕ) 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:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

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

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para conocer las características estratigráficas y físicas del subsuelo se realizaron siete sondeos en el sitio de interés de tipo exploratorio a profundidades variables entre 15 y 20 m.

En las figuras 1 a 15 se presentan los registros de campo de cada uno de los sondeos realizados y los perfiles estratigráficos de los sondeos profundos denominados SPT-1 a SPT-7 respectivamente.

En los Planos 12 a 17 se presentan los cortes estratigráficos realizados en forma longitudinal y transversal del sitio de interés tomando en cuenta el nivel de terreno actual, la profundidad de la frontera entre los materiales de relleno y los materiales resistentes de depósito natural y las características de estos últimos. En el Plano 11 se presenta la ubicación de cada uno de los sondeos ejecutados

2.2 Pruebas de laboratorio

Las pruebas de laboratorio se realizaron siguiendo las especificaciones establecidas en el Manual de Laboratorio de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivera Mercado

MUESTREO Y EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

Una vez obtenidas las muestras, se emplearon para obtener las propiedades índice y mecánicas del suelo, que se muestran en el Anexo IV

2.2.1 Muestras alteradas

A las muestras representativas alteradas obtenidas mediante la prueba de penetración estándar se les efectuaron las siguientes pruebas de laboratorio:

Propiedades Índice

- 1.- Clasificación Visual y al Tacto
- 2.- Contenido de Humedad
- 3.- Análisis Granulométrico mediante malla
- 4.- Límites de Consistencia o de Atterberg
- 5.- Densidad de Sólidos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Presentación de resultados

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.

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. Todos los

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México
Rafael Rivero Mercado

MUESTREO Y EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

resultados de las pruebas de laboratorio realizadas se presentan en el Anexo IV.

Los perfiles estratigráficos del subsuelo se encuentran de tal forma que corresponden al sitio donde se efectuaron los sondeos, que incluyen los resultados de las pruebas de laboratorio y el índice de resistencia a la penetración de los materiales atravesados.

En las figuras 1 a 7 y los planos 12 a 17 se presentan en forma gráfica los resultados de los sondeos de tipo exploratorio realizados en el sitio de interés, incluyendo los valores del índice de resistencia a la penetración estándar de los depósitos atravesados.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ENEP ARAGON



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO 3

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivero Mercado

CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRAFICAS Y FÍSICAS DEL SUBSUELO

CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRAFICAS Y FÍSICAS DEL SUBSUELO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El área de interés forma parte de la Sierra de las Cruces, ubicada al Occidente de la Cuenca del Valle de México, conocida como zona Lomas de acuerdo a la zonificación de los materiales del subsuelo y geotécnicamente como la formación Tarango.

La formación Tarango representa un conjunto estratificado a veces regular, a veces irregular y hasta lenticular, ligeramente inclinado (4°), constituido en la zona de interés por horizontes de cenizas volcánicas de distintas granulometrías (tobas) intercalados por capas de erupciones pumíticas.

En particular en el predio de interés de acuerdo a los sondeos profundos realizados y al levantamiento geológico superficial realizado, los depósitos del subsuelo están constituidos por materiales de origen volcánico, del tipo de nubes ardientes constituidos por tobas areno-arcillosas poco limosas, y arenas limo-arcillosas de consistencia dura y contenido natural de agua medio de 40%, e índice de resistencia a la penetración estándar mayor a 50 golpes, no habiéndose encontrado hasta la profundidad explorada materiales pumíticos. En función de lo anterior se considera que el área que ocupará el edificio de interés, la probabilidad de la existencia de cavidades en el suelo producto de la

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivera Mercado

CARACTERISTICAS ESTRATIGRAFICAS Y FISICAS DEL SUBSUELO

explotación de materiales pumíticos es baja. Lo anterior es necesario considerarlo, ya que en el caso de dictaminar su presencia provocaría algún movimiento en la estructura que ocasionaría su inestabilidad.

3.1 Levantamiento geológico local

En el Plano 18 se muestran las porciones del distrito federal cuyo subsuelo se conoce aproximadamente en cuanto a la zonificación definida en el artículo 219 de Reglamento de construcciones del Distrito Federal. En caso de discrepancia entre el mapa y los resultados de exploraciones directas del subsuelo se adoptara estos últimos para los fines de dicho artículo.

El predio de interés forma parte de la Sierra de las Cruces ubicada al occidente de la Cuenca del Valle de México conocida como Zona de Lomas, de acuerdo con la zonificación de los materiales del subsuelo, y denominada geotécnicamente Formación Tarango. En general los depósitos que constituyen esta formación presentan una estratificación regular en algunas zonas, en otras irregular y lenticular, y se encuentran constituidos por los siguientes elementos litológicos, producto de erupciones en grandes volcanes andesíticos estratificados.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivera Mercado

CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS Y FÍSICAS DEL SUBSUELO

En la porción de la zona I no cubierta por derrames basálticos, los estudios se iniciaran con un reconocimiento detallado del lugar donde se localice el predio, como de las barrancas, cañadas o cortes cercanos al mismo, para la investigar la existencia de las bocas de antiguas minas o de capas de arena, grava y materiales pumíticos que hubiera podido ser objetos de explotación subterránea en el pasado.

3.2 Características estratigráficas y físicas del subsuelo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La zona de interés que va a ser analizada en el sitio, se encuentra al Sur-poniente de la Cuenca del Valle de México, la cual, de acuerdo a la zonificación geotécnica que marca el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal en sus Normas Técnicas Complementarias de Cimentaciones se ubica en la Zona I denominada Zona de Lomas de acuerdo a la figura 18

La explotación de los materiales en la mitad del área de interés y colindando con la Av. de la Fé se llevo a niveles inferiores a los que actualmente se encuentra la superficie del terreno, por lo que a partir de la superficie y con espesores variables entre 4 y 14 m, se tienen materiales de relleno que fueron colocados a volteo sin control en cuanto al tipo de materiales y su compactación como se muestra en las figuras 1 a 8 y los Planos 12 a 17, resultando entonces una gran heterogeneidad en la constitución de los

materiales como en su compacidad, la cual varía entre medianamente compacta y suelta. Los rellenos están constituidos por materiales traídos de otros sitios y materiales del sitio redepositados, colocados a volteo recientemente y corresponden fundamentalmente a materiales de tipo granular con pocos finos, predominando las gravas y boleos aislados empacados en arena poco arcillosa, en algunos de los sondeos durante su realización se perdió el fluido de perforación que es indicio de una estructura abierta en los materiales de relleno.

Parte del área de interés se encuentra sobre la corona de un talud, en tanto que la zona oriente que colinda con la Avenida de la Fé se encuentra sobre una barranca que fue rellenada quedando en gran parte sobre el cuerpo del talud que tenía originalmente la barranca, en la que para tener superficies horizontales sobre las que se han construido las vialidades existentes se han construido terraplenes, que en la zona en que se construirá el edificio de interés, alcanza un espesor del orden de 18 m y se encuentra limitado por la Av. de la Fé la cual a su vez se encuentra sobre rellenos colocados a volteo. La parte baja del terreno, sobre la que existe actualmente un estacionamiento, presenta rellenos de calidad media, con espesor variable de 4 a 9 m. con respecto al nivel de banquetas. Subyaciendo a los rellenos y hasta la máxima profundidad explorada se encuentra una toba volcánica arcillo limosa poco arenosa, café clara, resistente y poco compresible.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

De acuerdo a la información existente mediante la investigación de las características del subsuelo realizada en la zona de interés, y recopilada por la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, la zona está considerada como de baja probabilidad de la existencia de cavidades en el subsuelo, dejadas por la explotación de mantos pumíticos. También en base a las observaciones hechas en recorridos efectuados en la vecindad del predio de interés, no se detectaron indicios de la existencia de cavidades en el subsuelo, como depresiones o agrietamientos del terreno, y en general observando la morfología y accidentes del terreno, concluyéndose que la probabilidad de la existencia de cavidades en el subsuelo en el predio de interés, es muy baja.

Subyaciendo a los rellenos se encuentran los materiales de depósito natural constituidos por toba volcánica empaquetada por arenas poco limosas, muy compactas, correspondientes lahares y tobas de origen volcánico. En el área restante los materiales resistentes de depósito natural afloran, únicamente en la superficie de la loma que se encuentra por arriba del nivel de estacionamiento se tienen un espesor de rellenos de 4 m que decrecientan su espesor conforme se alejan de la corona del talud, los cuales en el proceso de excavación se deberá considerar un recorte a 45 grados para estabilizar esta zona.

Considerando los resultados de la investigación aerofotográfica, de la exploración y muestreo del subsuelo, y el levantamiento

TESIS CON.
FALLA DE ORIGEN

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivera Mercado

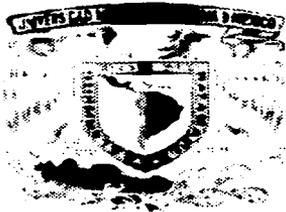
CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS Y FÍSICAS DEL SUBSUELO

topográfico de la superficie actual del terreno, se realizaron los cortes estratigráficos presentados en los Planos 12 a 17 ubicados como se indica en el Plano 11, en los que se indica el perfil de la superficie natural del terreno, de la superficie estimada de los materiales resistentes de depósito natural y el nivel de máxima excavación necesaria para alojar los sótanos.

El nivel freático no se detectó con respecto al nivel del terreno actual y en la fecha en que se realizó la exploración.

En el Plano 11 se indican donde se localizan los cortes estratigráficos realizados con los sondeos ejecutados, en las figuras 1 a 7 y los Planos 12 a 17, se presentan los perfiles estratigráficos del subsuelo encontrado de los cortes realizados con los sondeos profundos ejecutados en el sitio de interés.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ENEP ARAGON



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO 4

ANÁLISIS DE CIMENTACION

Antes e llegar a un análisis se debe definir lo que es una cimentación; Cimientos: El diseño de la estructura de un edificio depende en gran medida de la naturaleza del suelo y las condiciones geológicas del subsuelo, así como de las transformaciones realizadas por el hombre en esos dos factores. Condiciones del suelo: Si se pretende construir un edificio en una zona con tradición sísmica, se deberá investigar el tipo de suelo a una profundidad considerable. Es evidente que deberán evitarse las fallas en la corteza terrestre bajo la superficie. Ciertos suelos pueden llegar a licuarse al sufrir terremotos y transformarse en arenas movedizas. En estos casos debe evitarse construir o en todo caso los cimientos deben tener una profundidad suficiente para alcanzar zonas de materiales sólidos bajo el suelo inestable. Se han encontrado suelos arcillosos que se llegan a expandir hasta 23 cm o más al someterlos a largos periodos de humedecimiento o secado, con lo que se producen potentes fuerzas que pueden cizallar o fragmentar los cimientos y elevar edificios poco pesados. Los suelos con alto contenido orgánico llegan a comprimirse con el paso del tiempo bajo el peso del edificio, disminuyendo su volumen inicial y provocando el hundimiento de la estructura. Otros tienden a deslizarse bajo el peso de las construcciones.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los terrenos modificados de alguna forma suelen tener un comportamiento diferente, en especial cuando se ha añadido o se ha mezclado otro tipo de suelo con el original, así como en aquellos casos en que el suelo se ha humedecido o secado más de lo normal, o cuando se les ha añadido cemento u otros productos químicos como la cal. A veces el tipo de suelo sobre el que se proyecta construir varía tanto a lo largo de toda la superficie prevista que no resulta viable desde el punto de vista económico o no es posible edificar con seguridad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Por tanto, los análisis geológicos y del suelo son necesarios para saber si una edificación proyectada se puede mantener adecuadamente y para hallar los métodos más eficaces y económicos.

Si hay una capa rocosa firme a corta distancia bajo la superficie de la obra, la resistencia de la roca permitirá que la extensión sobre la que descansa el peso de la construcción no tenga que ser demasiado grande. A medida que se van encontrando rocas y suelos más débiles, la extensión sobre la que se distribuirá el peso deberá ser mayor

Los tipos de sistemas de cimentación más comunes se clasifican en profundos y superficiales. Los sistemas superficiales se encuentran a poca distancia bajo la base del edificio, como las losas continuas y las zapatas. Los cimientos profundos se extienden a

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivero Mercado

ANÁLISIS DE CIMENTACION

varios metros bajo el edificio, como los pilotes de cimentación (figura 16) La elección de los cimientos para un edificio determinado dependerá de la fortaleza de la roca y el suelo, la magnitud de las cargas estructurales y la profundidad del nivel de las aguas subterráneas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los cimientos más económicos son las zapatas de hormigón armado, empleados para edificios en zonas cuya superficie no presenta dificultades especiales. Estos cimientos consisten en planchas de hormigón situadas bajo cada pilar de la estructura y una plancha continua (zapata continua) bajo los muros de carga.

Los cimientos de losa continua se suelen emplear en casos en los que las cargas del edificio son tan grandes y el suelo tan poco resistente que las zapatas por sí solas cubrirían más de la mitad de la zona de construcción. Consisten en una losa de hormigón armado, que soporta el peso procedente de los soportes. La carga que descansa sobre cada zona de la losa no es excesiva y se distribuye por toda la superficie. En las cimentaciones bajo edificios de gran envergadura, las cargas se pueden repartir por medio de nervaduras o muros cruzados, que rigidizan la losa.

Los pilotes se emplean sobre todo en zonas en las que las condiciones del suelo próximo a la superficie no son buenas. Están fabricados con madera, hormigón o acero y se colocan agrupados en pilares. Los pilotes se introducen a determinada profundidad

dentro de la roca o suelo y cada pilar se cubre con una capa de hormigón armado. Un pilote puede soportar su carga tanto en su base como en cualquier parte de su estructura por el rozamiento superficial. La cantidad de pilotes que debe incluirse en cada pilar dependerá de la carga de la estructura y la capacidad de soporte de cada pilote de la columna. Los pilotes de madera o vigas son troncos de árboles, con lo que su longitud resulta limitada. En cambio, un pilote de hormigón puede tener una altura aceptable y se puede introducir por debajo del nivel freático. En edificios muy pesados o muy altos se emplean pilotes de acero, llamados por su forma pilotes en H, que se introducen en la roca, a menudo hasta 30 m de profundidad. Con estos pilotes se alcanza más fácilmente una mayor profundidad que con los pilotes de hormigón o madera. Aunque los pilotes de acero son mucho más caros, su coste está justificado en los grandes edificios, que suelen representar una importante inversión financiera.

Los cimientos de zapatas rígidas se emplean cuando hay un suelo adecuado para soportar grandes cargas, bajo capas superficiales de materiales débiles como turba o tierra de relleno. Un cimiento de zapatas rígidas consiste en unos pilares de hormigón construidos en forma de cilindros que se excavan en los lugares sobre los que se asentarán las vigas de la estructura. Estos cimientos soportan las cargas del edificio en su extremo inferior, que suele tener forma de campana.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Considerando las características estratigráficas y físicas del subsuelo determinadas mediante los sondeos de tipo exploratorio realizados, del análisis de pares estereoscópicos de fotografías aéreas y de la restitución fotogramétrica de las curvas de nivel que presentaba la superficie originalmente el terreno en el área de interés en el año de 1966 y transformada en el año de 1987, en donde se observa la configuración que tenía originalmente el sitio de interés en sus condiciones naturales como barranca; en 1987 es la fecha en la que presumiblemente se alcanzaron los niveles de máxima explotación; y que de acuerdo al proyecto arquitectónico se tendrán tres sótanos con nivel de piso terminado del sótano inferior a la cota 12.2 m (cota 569.38), respecto al nivel de banqueteta Av. de la Fé (cota 581.58) la excavación que alojara los sótanos como se observa en los cortes de las figuras 18 a 23 tendrá una profundidad tal que los materiales existentes al máximo nivel de excavación corresponderán a los depósitos de tobas volcánicas de alta resistencia, excepto en la parte que colinda con la Av. Santa Fé donde se tiene la mayor explotación de materiales en 1987 aunada a la existencia de una barranca en el lado poniente y que fue rellenada con materiales de mala calidad (basura) a volteo que con el tiempo se han desecado, pero no suficiente para consolidarlo.

En general la profundidad a la que se estima se encontrarán los materiales resistentes de depósito natural pueden tener un margen de aproximación de mas menos 2 m, correspondiente a la precisión que puede alcanzarse en la restitución fotogramétrica, como a la

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

interpretación de los pares estereoscópicos de fotografías aéreas que se muestran en el Anexo I, independientemente a que en algunos sitios se haya determinado la profundidad de los materiales resistentes mediante sondeos de muestreo. Deberá tenerse también en cuenta que localmente en algunas zonas del predio pudieran encontrarse los materiales resistentes a un nivel diferente debido a movimientos de tierra no registrados en las fotografías aéreas analizadas.

Considerando lo anterior, se estima que la zona en que los materiales resistentes de depósito natural no tendrán un nivel inferior al nivel máximo de excavación que contempla el proyecto de acuerdo a los perfiles de las figuras 1 a 7 y los Planos 12 a 17, sin embargo existe la probabilidad de encontrar una zona local donde correspondería al área próxima a la colindancia poniente de la Av. Santa Fé, en zonas muy localizadas del predio también pudiera existir la probabilidad de que se presentara esta condición como ya se menciona antes por los movimientos de tierra no registrados en años anteriores y dado que los sondeos realizados son puntuales, ante la eminente explotación a cielo abierto de este lugar en forma desordenada y aleatoria. Hacia el resto de las colindancias también se podrían presentar variaciones con una probabilidad muy baja en la profundidad de los materiales resistentes, con respecto en la mostrada en los cortes indicados en la figuras 1 a 7, pero se estima que en los casos más desfavorables, estos no se encontrarán a un nivel inferior a la máxima excavación de proyecto.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En función de lo anterior se juzga que la alternativa de cimentación más adecuada para la estructura considerando una excavación máxima a 12.2 m de profundidad (cota 569.38) con respecto al nivel 0.00 (cota 581.58), en donde se encuentran los materiales resistentes de depósito natural aflorando en la superficie será a base de zapatas aisladas para las columnas y zapatas corridas para los muros perimetrales unidas con contratrabes, con una profundidad de desplante tal que el empotramiento de las zapatas dentro de los materiales resistentes de depósito natural sea de 1.5 m para las zapatas aisladas y de 1 m para las zapatas corridas, las cuales tendrán una capacidad de carga menor a la que tendrían las zapatas si estuvieran desplantadas a una profundidad mayor, es decir abajo de los 10 m de profundidad debido a que las características de los materiales existentes a esa profundidad tienen resistencias de mayor magnitud de acuerdo a lo encontrado en los sondeos profundos ejecutados en el sitio de interés.

4.1 Alternativa de Zapatas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.1.1 Elección de la alternativa de cimentación

En función de lo anterior se juzga que la alternativa de cimentación más adecuada para la estructura de interés en donde se encuentran los materiales resistentes de depósito natural aflorando una vez que se ha alcanzado el nivel de máxima excavación (cota 569.38) será a base de zapatas aisladas para las columnas y zapatas corridas para los muros perimetrales unidas con contratrabes, con una profundidad de desplante tal que el empotramiento de las zapatas dentro de los materiales resistentes de depósito natural sea de 1.5 m para las zapatas aisladas y de 1 m para las zapatas corridas, las cuales tendrían una capacidad de carga menor a la que tendrían las zapatas que estuvieran desplantadas a una profundidad menor, es decir arriba de los 10 m de profundidad debido a que las características de los materiales existentes a esa profundidad tienen resistencias de menor magnitud de acuerdo a lo encontrado en los sondeos profundos ejecutados en el sitio de interés. Como se muestra en los cortes de las figuras 1 a 7 existente una capa a los 9 m de profundidad aproximadamente que registra una resistencia a la penetración estándar menor a la del resto de los materiales del sondeo realizado.

4.1.2 Determinación de la capacidad de carga

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La capacidad de carga de los materiales (arenas limosas con gravas, de color gris claro, en estado compacto y cementadas) sobre los que se desplantarán las zapatas se determinó

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivero Mercado

ANÁLISIS DE CIMENTACION

considerando que los materiales afectados por la superficie potencial de la falla son suelos friccionantes aplicando la siguiente expresión¹.

$$Q_a = \{ P'v (N_q - 1) + 0.5 \gamma B N_\gamma \} FR + P_v$$

en donde :

Q_a= Capacidad de carga admisible del suelo de apoyo de las zapatas, en ton/m².

P'_v= presión vertical efectiva a la profundidad de desplante, en ton/m².

N_q= coeficiente de capacidad de carga, adimensional y dado por

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 (45^\circ + \phi/2)$$

siendo:

φ= ángulo de fricción interna de suelos de apoyo en grados.

N_q= se multiplica por (1+ tanφ) en el caso de zapatas cuadradas, por (1 + (B / L) tan φ), para el caso de cimientos rectangulares.

γ= peso volumétrico del suelo, abajo del nivel desplante, en ton/m³.

N_γ= coeficiente de capacidad de carga adimensional y dado por:

$$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$$

N_γ= se multiplica por 0.6 en el caso de zapatas cuadradas y por (1-0.4 (B / L)) para cimientos rectangulares.

FR= factor de resistencia, adimensional e igual a 0.35

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

¹Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones, Gaceta Oficial del Departamento del D.F., Quinta Época No. 40, México D.F. 12 de Noviembre de 1987.

P_v = presión vertical total a la profundidad de desplante de la cimentación.

Considerando para los materiales esperados a nivel de desplante arenas limosas de color gris claro con gravas en estado compacto y cementadas un ángulo de fricción interna de 37° y un peso volumétrico de 1.7 ton/m^3 (determinados mediante la correlación que existe entre estos y la resistencia a la penetración estándar de los materiales atravesados), se obtuvo una capacidad de carga admisible para fines de diseño de 90 ton/m^2 para zapatas aisladas y de 60 ton/m^2 para zapatas corridas.

El diseño y dimensionamiento de la cimentación deberá realizarse con la capacidad de carga antes mencionada, estableciendo que las cargas que se considerarán deberán ser sin afectarlas por el factor de carga, dado que se consigno en una reunión sostenida previa a la entrega de este documento el requerimiento de mantener el factor de seguridad igual a 3 como mínimo y en el caso de considerar un factor de carga de 1.4, este factor de seguridad se incrementará a 4.

4.1.3 Dimensionamiento de las zapatas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para el dimensionamiento de las zapatas se deberá tomar la carga que resulte mayor de las siguientes condiciones:

Condiciones estáticas, que considera la combinación de cargas permanentes más carga viva con intensidad máxima más el peso de la cimentación.

Condiciones dinámicas, que considera la combinación de cargas permanentes más carga viva con intensidad instantánea y acción accidental más crítica (incremento de carga provocada por el momento de volteo debido al sismo) más el peso de la cimentación, afectadas por un factor de carga de 1.1.

En el caso de la combinación de cargas (en particular las que incluyan sollicitaciones sísmicas) que den lugar a excentricidades actuando a una distancia "e" del eje centroidal del cimiento, el ancho efectivo de éste deberá considerarse igual a:

$$B' = B - 2e$$

donde:

B'= ancho reducido, en m.

B= ancho de la zapata, en m.

e= excentricidad con respecto al centroide del área de cimentación.

4.2 Estado límite de falla en condiciones estáticas

Considerando la combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad máxima, más el peso de la cimentación,

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivera Mercado

ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

afectadas por un factor de 1.4, deberá verificarse que la desigualdad siguiente se satisfaga:

$$\frac{\Sigma Q F_c}{A} \leq R$$

donde:

ΣQ = suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada, en ton.

F_c = factor de carga, adimensional igual a 1.4.

A = área de apoyo de la zapata de cimentación, en m.

R = capacidad de carga admisible de los materiales que subyacen a la zapata de cimentación.

4.3 Estado límite de falla en condiciones dinámicas

Considerando la combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad instantánea y acción accidental más crítica, el sismo, más el peso de la cimentación, afectadas por un factor de carga de 1.1, deberá comprobarse que la desigualdad siguiente se satisfaga:

$$\frac{\Sigma Q F_c}{A} \leq R$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

donde:

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivera Mercado

ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

ΣQ = suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada, en ton.

F_c = factor de carga, adimensional igual a 1.1

A = área de apoyo de la zapata de cimentación, en m^2

R = capacidad de carga admisible de los materiales que subyacen a la zapata de cimentación.

Como se menciono anteriormente, el tipo de cimentación más adecuado para una estructura depende de factores como su función, las cargas a las que estará sujeta, las condiciones del subsuelo y el costo de la cimentación comparado con el costo de la estructura.

Al elegir el tipo de cimentación se debe dar los siguientes 5 pasos:

1. Obtener cuando menos, información aproximada con respecto a la naturaleza de la estructura y de las cargas que se van a transmitir a la cimentación.
2. Determinar las condiciones del subsuelo en forma general.
3. Considerar brevemente cada uno de los tipos acostumbrados de cimentación, para juzgar si pueden construirse en las condiciones prevalecientes, si serían capaces de soportar las cargas necesarias, y si pudieran experimentar asentamientos perjudiciales. En esa etapa preliminar se eliminan los tipos de cimentación que son inadecuados.
4. Hacer estudios más detallados y aún anteproyectos de las alternativas más prometedoras. Para hacer estos estudios puede ser necesario tener

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivero Mercado

ANALISIS DE CIMENTACION

- información adicional con respecto a las cargas y condiciones del subsuelo, y generalmente, deberán extenderse lo suficiente para determinar el tamaño aproximado de las zapatas o el tipo de cimentación elegido. También puede ser necesario hacer estimaciones más definidas de los asentamientos, para predecir el comportamiento de la estructura.
5. Preparar una estimación del costo de cada alternativa viable de cimentación, y elegir el tipo que represente la transacción más aceptable entre el funcionamiento y el costo.

Una vez definido el tipo de cimentación es necesario considerar que se presentarán dos problemas básicamente en el funcionamiento de la misma. Por una parte, toda la cimentación, o cualquiera de sus elementos pueden fallar porque el suelo sea incapaz de soportar la carga. Por otro lado, el suelo de apoyo no puede fallar, pero el asentamiento de la estructura puede ser tan grande o tan diferencial, que la estructura pueda agrietarse y dañarse. El mal comportamiento del primer tipo se relaciona con la resistencia del suelo de apoyo y se le denomina falla por capacidad de carga.

El segundo tipo está asociado a las características de la relación de esfuerzo-deformación del suelo y se conoce como asentamiento diferencial.

4.4 Estado límite de servicio

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los asentamientos elásticos que sufrirán los materiales de apoyo de las zapatas de cimentación se calcularon para distintos anchos aplicando el criterio de la Teoría de la Elasticidad dado por la siguiente expresión:

$$\delta = \frac{P B I \delta}{E}$$

donde:

δ = deformación elástica vertical, bajo el centro del área cargada, en m.

u = relación de Poisson, adimensional.

E = módulo de elasticidad del suelo de apoyo, en ton/m².

P = presión de contacto aplicada por las zapatas, igual a 60 ton/m² para las zapatas aisladas y 45 ton/m² para las zapatas corridas, para un $F_c = 1$

B = ancho de la zapata, en m.

$I \delta$ = factor de forma adimensional que depende del punto en que se deseó estimar el asentamiento, y la forma de la zapata.

Se obtuvieron los hundimientos para diferentes anchos de zapatas, considerando una relación de Poisson de 0.35 y un modulo de elasticidad de los materiales de apoyo de 8000 ton/m², resultando inferiores a 2 cm y determinando que son admisibles.

4.5 Empujes sobre muros rígidos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivero Mercado

ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

Los muros rígidos son muros perimetrales de los sótanos los cuales deberán ser diseñados o revisados para resistir los empujes mostrados en la figura 17, los que se calcularon considerando la suma de los siguientes efectos:

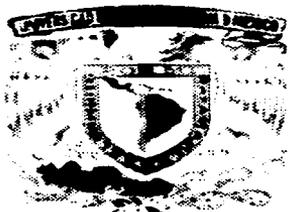
La presión que ejerce la masa de suelo en condiciones activas, obtenida como el producto acumulado del peso volumétrico total, por los espesores en que estos se consideran del mismo valor, afectados por un coeficiente de presión de tierras para la condición activa igual a 0.3

La acción de una sobrecarga uniformemente repartida de 1.5 ton/m², localizada en la corona del talud.

Para tener en cuenta las sollicitaciones sísmicas, se considero una componente horizontal obtenida como el producto del peso de la masa de suelo potencialmente deslizante por un coeficiente sísmico de 0.32, considerando que los materiales retenidos corresponden a rellenos.

Una vez calculados los valores de estos efectos se superponen, obteniéndose la envolvente de empujes horizontales que deberán ser considerados en el diseño de los muros. En la figura 17 se presentan los resultados obtenidos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ENEP ARAGON



PROCESO DE INVESTIGACION

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO 5

PROCESO CONSTRUCTIVO

La construcción de los cimientos puede complicarse debido a la existencia de agua subterránea por encima del nivel previsto para los cimientos. Es nuestro caso no nos afecta el nivel freático ya que no se detecto con respecto al nivel del terreno actual y en la fecha en que se realizó la exploración.

Pero como referencia mencionare algunas característica si existiera el NAF durante la excavación; En estos casos, los laterales de la excavación pueden no estar seguros y derrumbarse. La operación de bajar el nivel del agua por bombeo requiere la instalación previa de planchas entrelazadas en los lados de la excavación para evitar derrumbamientos. Cuando la cantidad de agua en una excavación es excesiva, los métodos de bombeo ordinarios, que extraen a la superficie tierra suelta mezclada con agua, pueden minar los cimientos de edificios vecinos. Para evitar los daños que puede causar el drenaje al remover el suelo, se emplean sistemas de puntos de drenaje y desagüe. Los puntos de drenaje consisten en pequeñas picas o tuberías con un filtro en uno de sus extremos, y se introducen en el suelo de modo que el filtro, que impide que la tierra entre junto con el agua, quede bajo el nivel del agua. Esta pequeña tubería está conectada a una tubería múltiple que se comunica por un tubo flexible a una bomba de agua. Así se extrae el agua bajo la excavación sin peligro para los edificios próximos. El sistema de desagüe puede incluso ahorrar la

instalación de planchas en los lados de la excavación, siempre que no se prevea que el suelo pueda deslizarse sobre la obra debido a su composición o a las vibraciones de maquinaria o tráfico pesado en las cercanías.

5.1 Determinación del procedimiento para la excavación que alojara los sótanos.

Dado que el nivel de máxima excavación correspondiente al nivel de piso del sótano inferior tendrá la cota 12.2 m, para alcanzar este nivel será necesario dejar taludes en las colindancias con altura máximas y variables entre 18 y 28 m y con una inclinación 60 grados con respecto a la horizontal y exteriores al lindero perimetral hasta el nivel 0.00 y talud vertical hasta el nivel del último sótano en todo el perímetro del mismo.

En las planos 12 a 17 y 19 a 21, se presentan cortes a lo largo de las colindancias e interiores al predio, en los que se indica el nivel actual de la superficie del terreno, el nivel al que se estima aparecen los materiales resistentes de depósito natural que subyacen a los rellenos heterogéneos de mala calidad, en los que se efectuara la excavación, se indican los límites y profundidad de la excavación que alojara la estructura proyectada, que como ya se menciono anteriormente inicialmente se proyecta dejar taludes exteriores al perímetro de la proyección del sótano taludes

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

inclinados con 60 grados con respecto a la horizontal hasta la cota 0.00 (581.58) y a continuación taludes verticales hasta el nivel de máxima excavación (596.38) retenidos por un sistema de anclaje constituido por una capa de concreto lanzado de 12 cm de espesor con doble malla electrosoldada 6x6/4-4 y anclas de fricción de longitudes variables entre 14 y 25 m de longitud .

Considerando que los rellenos tienen una constitución muy heterogénea, tanto en cuanto al tipo de materiales que son predominantemente granulares, formados por gravas y boleos en diferentes porcentajes con poca arena y finos; como su compacidad que varía de media a suelta, el procedimiento constructivo de la excavación que se realizará en ellos, debe contemplar preferencialmente el manejo de taludes inclinados, que particularmente proporcionan una mayor estabilidad a los materiales expuestos en la superficie del talud, en una primera etapa de excavación en que no se confinen los materiales mediante alguna estructura de retención.

El realizar la excavación en los rellenos existentes dejando un talud vertical, aun en áreas reducidas y a corto plazo, dado el carácter granular y poco compacto de los materiales; tiene una alta susceptibilidad a sufrir caídos, desprendimiento de boleos o desconchamientos locales, que generalmente son progresivos, dando lugar a una falla de talud de mayores proporciones.

De acuerdo a los resultados de los análisis de estabilidad de taludes que más adelante se consignan, un talud no protegido por alguna estructura de retención, realizado en los rellenos existentes, con altura mayor a 10 m para resultar estable a mediano plazo, con un factor de seguridad del orden de 1.25, deberá tener una pendiente 1.2:1.0 (horizontal : vertical) mínima. La excavación en los materiales resistentes de deposito natural podrá realizarse con talud vertical pero protegidos con concreto lanzado y con dos cinturones de anclas mínimo, para el que tendrá un factor de seguridad mayor de 1.5, sin embargo considerando inicialmente que puede haber afectación con vía pública se esta proponiendo dejar talud verticales en materiales de relleno, lo que implica colocación de anclas menos separadas entre si y de mayor longitud, para lo cual es recomendable efectuar algunas pruebas de anclas en este tipo de materiales. Es necesario considerar la necesidad de crear un sistema de drenes que permitan canalizar el agua que escurra a través o por el cuerpo del talud, con el objeto de evitar empujes hidrostáticos que generen alguna posible falla en los taludes configurados pues el concreto lanzado ni los taludes están diseñados para soportar estos empujes.

Para que los taludes de excavación no invadan el área que cubrirá la estructura y se desarrollen dentro de los limites de propiedad del predio, en algunos casos deberán tener inclinaciones mayores a 40° que como se vera mas adelante en los materiales de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

relleno existentes, es la inclinación máxima que pueden adoptar los taludes para tener condiciones de estabilidad admisible.

En las figuras 18 a 23, se muestran las diferentes condiciones que deberán adoptar los taludes de la excavación para no invadir el área que ocupara la estructura y por lo tanto permitir su construcción. En las figuras 18 a 23 se presenta en planta la configuración de los taludes que se recomienda dejar indicándose cuales tramos requieren anclas.

En el caso de que se requieran dejar taludes desde el principio de la excavación para no invadir el área a contiguas será necesario implementar un mayor número de anclas y que reaccionen sobre una pantalla de concreto lanzado que funcione como un elemento de contención.

Debido a que la inclinación de los taludes necesaria para lograr lo anterior, dadas las características de los materiales que constituyen el talud, no corresponden a una condición estable, deberán aumentarse las condiciones de estabilidad de los taludes mediante su retención en la profundidad en la que la excavación se realiza en los materiales de relleno empleando una estructura constituida por una placa de concreto lanzado reforzada con malla electrosoldada y retenida por anclas de fricción cuya longitud activa se desarrolle detrás de la superficie potencial de deslizamiento de los taludes definido. (Ver figura 18 a 23)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Mas adelante considerando las características de los taludes en cuanto a los materiales que los constituyen, a su geometria es decir, a su altura e inclinación, se determina para cada caso el espesor de la placa de concreto lanzado, el refuerzo de malla electrosoldada, la longitud y distribución de las anclas y el procedimiento constructivo de todo el sistema.

La excavación se hará con un frente de ataque horizontal, profundizándose en tramos de 2 y 3 m en materiales de relleno y materiales tobaceos, respectivamente, de tal manera que la excavación se efectuó inicialmente hacia las colindancias, perfilando los taludes con la inclinación de proyecto, instalando la malla sobre la que se aplicará el concreto lanzado y construyendo las anclas y simultáneamente a la instalación de la estructura de retención de los taludes, se excave la zona central y una vez tensadas las anclas del nivel excavado se profundice la excavación otro tramo de 2 y 3 m dependiendo de las características de los materiales que se estén atacando, siguiendo el mismo procedimiento hasta alcanzar el nivel máximo de excavación.

La construcción de la estructura de retención en los taludes cuya inclinación sea mayor a la de 0.5:1.0, se efectuará para cada nivel de anclaje en dos etapas, de tal manera que en la primera etapa se deje una berma con una banquetta de tres metros de ancho y un talud de 1.0:1.0 (horizontal : vertical) , y para descubrir

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivera Mercado

PROCESO CONSTRUCTIVO

el nivel a que se instalan las anclas, se realice en tramos alternados de 4 y 6 m de ancho para los materiales de relleno y materiales tobaceos respectivamente, construyendo en estos tramos la estructura de retención y una vez tensadas las anclas de estos primeros tramos, procediendo a terminar la estructura de retención correspondiente al nivel de anclaje atacado. (Ver figura 18 a 23).

Se recomienda excavar la zona central del todo el predio dejando perimetralmente una berma constituida por una banqueta de 3 m de ancho y un talud de reposo es decir 1.0:1.0 (horizontal: vertical) dejado hasta el nivel de máxima excavación proyectada. La berma antes mencionada se irá retirando conforme se van perfilando los taludes recomendados y que se muestran en las figuras 18 a 23

5.2 Estabilidad de taludes

Los materiales existentes hasta la máxima profundidad de excavación son rellenos friccionantes, no presentan diferencias importantes en su resistencia, por lo que el mecanismo de falla general que tiene mas probabilidad de ocurrir es el de rotación a lo largo de la superficie de falla cilíndrica o de deslizamiento sobre superficies casi planas ubicadas en la proximidad de la superficie del talud.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para la determinación del factor de seguridad contra falla por rotación o deslizamiento de los taludes de interés incluyendo una sobrecarga de 1.5 ton/m^2 sobre la corona del talud y el efecto de la acción sísmica sobre el talud, se empleó un programa de computadora basado en el método de Bishop simplificado.

Considerando un talud con pendiente 1.0:1.0 (horizontal: vertical) las características estratigráficas y físicas de los materiales que atraviesa la superficie potencial de falla y una sobrecarga de 1.5 ton/m^2 sobre la corona del talud el factor de seguridad contra de la falla por deslizamiento resulta de 1.25 que es admisible para condiciones de corto plazo. Esta pendiente podría aplicarse en la colindancia con vía pública siempre y cuando pudiera invadirse el área que ocupan actualmente las banquetas y por consiguiente podrían reducirse el número de anclas requeridas.

Para incrementar el factor de seguridad contra falla por deslizamiento de los taludes con inclinaciones mayores de 40° se retendrán parcialmente mediante un muro anclado que cubra y confine los materiales de relleno y naturales que constituyen el cuerpo de los taludes.

La distribución, número y capacidad de las anclas será tal que la presión aplicada a los rellenos y a los materiales naturales por el muro de concreto lanzado al que se sujetan incrementa la resistencia al esfuerzo cortante en la superficie potencial de falla a



un valor que de por resultado un factor de seguridad admisible contra deslizamiento para las diferentes condiciones de trabajo del talud. En las figuras 18 a 23 se muestran la distribución y descripción de las anclas que satisfacen la condición anterior, para las diferentes condiciones que se tendrán en las colindancias.

5.2.1 Análisis de estabilidad del talud

Considerando la geometría de los taludes proyectados y que se muestran en las figuras 18 a 23, las características estratigráficas y físicas del subsuelo del talud de interés y tomando en cuenta la existencia de sobrecargas en la corona del talud, se efectuó el análisis para revisar la estabilidad del talud de interés.

A continuación se consignan los parámetros del subsuelo considerados, los criterios de análisis aplicados para la revisión de la estabilidad del talud y los resultados obtenidos de los análisis.

En suelos homogéneos o en los que la resistencia de los materiales que constituyen el talud que no tienen diferencias importantes, el mecanismo de falla más probable es a lo largo de una superficie de falla cilíndrica.

Para la determinación del factor de seguridad contra la falla de rotación de un talud dado, incluyendo sobrecarga en la corona y



La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivera Mercado

PROCESO CONSTRUCTIVO

acción sísmica se emplea un programa de computadora que aplica el método de Bishop simplificado.

La posibilidad de que una grieta generada en el talud reduzca su factor de seguridad, dependerá de si la superficie de falla crítica corta la zona de tensiones, en la que resulta factible la generación de grietas.

En el caso de suelos poco heterogéneos uno de los círculos que será analizado mediante el programa de computadora mencionado, será el que tenga su centro con la ubicación que de éste se obtiene de acuerdo a las gráficas de Jambu, con un radio tal que la superficie de falla pase por el pie del talud. Además del círculo antes mencionado, se analizan varias posiciones del centro de círculos de falla partiendo del centro del círculo crítico según Jambu, variando su posición en sentido ortogonal con separación de $H/30$, para cada posición de centro de círculos se analizan otros círculos con radios tales que partiendo del que corresponda a falla por el pie del talud se incremente el radio en $h/30$. Si los suelos son estratificados se eligen para los estratos de baja resistencia.

5.2.2 Procedimiento de análisis de estabilidad de un talud dado.

Para dictaminar si la geometría actual del talud es la más adecuada de acuerdo a las características estratigráficas y físicas del subsuelo, de su altura, de la sobrecarga en la corona, del tiempo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

que permanecerá el talud, de las condiciones dinámicas o estáticas y de los factores de seguridad admisibles, se determinará mediante el procedimiento que a continuación se describe y en caso necesario se establecerán las medidas que se juzguen más adecuadas para garantizar la estabilidad del talud.

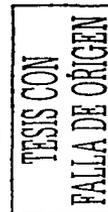
5.2.3 Revisión de la estabilidad del talud en condiciones estáticas

Se consideró la geometría del talud mostrado en las figuras 18 y 23, suponiendo la acción de una sobrecarga uniformemente repartida de 2.0 ton/m^2 , actuando en un área contigua a la corona del talud.

En el análisis se consideró la existencia de grietas de tensión longitudinales en la corona del talud con los siguientes efectos:

1. Reducción en la longitud de la superficie de deslizamiento, con la correspondiente disminución en el momento resistente.
2. Disminución en el volumen y peso de la cuña, con su correspondiente reducción del momento motor.
3. Generación de empujes hidrostáticos causados por acumulación de agua en la grieta estos empujes son desfavorables en la estabilidad del talud.

Para la determinación de la posición de la grieta, se consideró que esta se desarrolla en la mitad de la corona más alejada que



La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivera Mercado

PROCESO CONSTRUCTIVO

afecta el círculo crítico que pasa por el pie del talud. Se consideró un valor del promedio de los parámetros de suelo ángulo de fricción interna y un peso volumétrico obteniendo una profundidad de Z_0 donde se genera tensión.

La determinación preliminar de las coordenadas del círculo crítico por el pie de talud, se calculó según N. Jambu*:

$$\lambda_{\phi} = \frac{\gamma H \tan \phi}{C}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para una cohesión, un ángulo de fricción interna y un peso volumétrico de se obtuvo un valor de λ_{ϕ} , y de acuerdo a las gráficas de Jambu se obtuvo que para un talud de profundidad variable entre 16 y 28 m las coordenadas del círculo de falla.

Estas coordenadas se utilizan en el análisis de estabilidad de taludes por medio de un programa de computadora que utiliza el método de Bishop simplificado para determinar el círculo crítico de falla.

De acuerdo a los resultados obtenidos y considerando las condiciones del talud mostradas en la siguiente tabla, donde se analizó la falla rotacional obteniendo un factor de seguridad el cual es admisible de acuerdo con la práctica de la ingeniería de

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivero Mercado

PROCESO CONSTRUCTIVO

cimentaciones², pero si se encuentra al límite será necesario colocar un sistema de retención que incremente el factor de seguridad.

TIPO DE MATERIAL	ALTURA DEL TALUD	PENDIENTE DE TALUD (H:V)	FACTOR DE SEGURIDAD	ESPECIFICACIÓN N F.S. (ESTÁTICA)
RELLENOS (Geometría actual)	H= 3 m	0.75:1.0	1.89	1.5
	H= 5m		1.76	
	H= 10 m		1.55	
RELLENOS (talud modificado)	H= 3 m	1.2:1.0	3.5	1.5
	H= 5m		2.6	
	H= 10 m		2.0	
RELLENOS (talud vertical)	H= 3 m	vertical	0.99	1.5
	H= 5m		0.82	
	H= 10 m		0.69	
TOBA VOLCÁNICA (Geometría actual)	H= 3 m	0.75:1.0	2.7	1.5
	H= 5m		2.4	
	H= 10 m		2.1	
TOBA VOLCÁNICA (talud modificado)	H= 3 m	0.5:1.0	2.1	1.5
	H= 5m		1.9	
	H= 10 m		1.8	
TOBA VOLCÁNICA (talud vertical)	H= 3 m	vertical	1.95	1.5
	H= 5m		1.68	
	H= 10 m		1.56	

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

² Navdocks DM-7, Department of the Navy Bureau Yard and Docks Washington 25 D.C., Chapter 7, P. 7-7

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivero Mercado

PROCESO CONSTRUCTIVO

RELLENOS Y TOBA (Geometría actual)	H= 3 m	0.75:1.0	1.92	1.5
	H= 5m		1.87	
	H= 10 m		1.65	
RELLENOS Y TOBA (talud modificado)	H= 3 m	0.5:1.0	1.81	1.5
	H= 5m		1.69	
	H= 10 m		1.54	
RELLENOS Y TOBA (talud vertical)	H= 3 m	vertical	1.76	1.5
	H= 5m		1.62	
	H= 10 m		1.49	

En general se considera que el factor de seguridad admisible para condiciones a largo plazo debe ser de 1.5, por lo que en caso necesario será necesario colocar un sistema de retención (muro anclado) que incremente el factor de seguridad.

5.2.4 Revisión de la estabilidad del talud en condiciones dinámicas.

Para la revisión en condiciones dinámicas (sismo) se consideró la geometría del talud mostrado en las figuras 18 y 23, donde a las fuerzas actuantes se les sumó el efecto del sismo, el cual se supone como una fuerza igual el peso de material dentro del círculo crítico multiplicado por el coeficiente sísmico, el cual se tomó como 0.053.

De acuerdo con el análisis anterior se obtuvo un factor de seguridad mostrado en la siguiente tabla para condiciones

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

dinámicas, que son admisibles de acuerdo a la práctica de la ingeniería de cimentaciones, pero se encuentra al límite. Se considera que el factor de seguridad admisible para condiciones a corto plazo debe ser de 1.25, por lo que en caso necesario será necesario colocar un sistema de retención (muro anclado).³

TIPO DE MATERIAL	ALTURA DEL TALUD	PENDIENTE DE TALUD (H:V)	FACTOR DE SEGURIDAD	ESPECIFICACIÓN N.F.S. (DINAMICA)
RELLENOS (Geometría actual)	H= 3 m	0.75:1.0	1.68	1.25
	H= 5m		1.54	
	H= 10 m		1.35	
RELLENOS (talud modificado)	H= 3 m	1.2:1.0	2.6	1.25
	H= 5m		1.8	
	H= 10 m		1.75	
RELLENOS (talud vertical)	H= 3 m	vertical	0.71	1.25
	H= 5m		0.62	
	H= 10 m		0.42	
TOBA VOLCÁNICA (Geometría actual)	H= 3 m	0.75:1.0	2.3	1.25
	H= 5m		1.86	
	H= 10 m		1.52	
TOBA VOLCÁNICA (talud modificado)	H= 3 m	0.5:1.0	1.87	1.25
	H= 5m		1.64	
	H= 10 m		1.49	

³ Reglamento de construcciones del DF

TOBA VOLCÁNICA (talud vertical)	H= 3 m H= 5m H= 10 m	vertical	1.52 1.31 1.25	1.25
RELLENOS Y TOBA (Geometría actual)	H= 3 m H= 5m H= 10 m	0.75:1.0	1.65 1.51 1.38	1.25
RELLENOS Y TOBA (talud modificado)	H= 3 m H= 5m H= 10 m	0.5:1.0	1.61 1.49 1.31	1.25
RELLENOS Y TOBA (talud vertical)	H= 3 m H= 5m H= 10 m	vertical	1.54 1.41 1.29	1.25

Tomando en cuenta que los resultados obtenidos no sean adecuados a los lineamientos establecidos y considerando que estos se encuentran al límite de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Construcciones para el D.F. se recomienda colocar un sistema de anclaje, que incremente el factor de seguridad de la estabilidad.

En el Plano 3 se muestra el panorama general en la colindancia norte donde se observa la frontera entre los materiales de relleno de mala calidad constituidos por basura y pedacería de construcción empacados en arena arcillosa, y los materiales resistentes de depósito natural; únicamente en la mitad del área

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

analizada se tienen rellenos con espesores variables como se observa en la figura antes mencionada.

Considerando que el nivel de piso terminado del último sótano se encontrara a $- 12.20$ m, se requerirá de una excavación de 12.20 m con respecto a la avenida Santa Fe (datos proporcionados por el cliente cota 581.58), que alojará a los sótanos para estacionamiento. Para realizar lo anterior se recomienda dejar un talud mínimo con una pendiente $1.0:1.0$ (horizontal:vertical) en la colindancia con la avenida Santa Fe, este talud con esta pendiente no requerirá anclas sin embargo en el caso de que se proyecte cambiar la pendiente con una inclinación mayor, es decir que quede más parado o vertical el talud se requerirán anclas de fricción de mayor longitud y más juntas entre sí con respecto a las que se implementen en los materiales naturales pues como se mencionó en esta colindancia prevalecen los materiales de relleno de mala calidad.

En el caso de los taludes en relleno que tengan una pendiente de mayor inclinación requerirá de un sistema de anclaje constituido por un muro de concreto lanzado de 12 cm de espesor, y adicionalmente una capa de 6 cm de 1 por 1 en el punto de aplicación del ancla como se muestra en la figura 24. Las anclas serán de fricción postensadas de $4"$ de diámetro separadas a cada 2 m entre sí en ambos sentidos y en tresbolillo, mientras que los materiales naturales donde se requiera una pendiente mayor a

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivero Mercado

PROCESO CONSTRUCTIVO

0.5:1.0 (horizontal: vertical) que es la recomendada, la separación de las anclas será a cada 3 m en ambos sentidos en tresbolillo. La longitud y la capacidad de carga de las anclas se muestran en las figuras 18 a 23, y dependerá el número de cinturones de anclas básicamente de la geometría, altura del talud y características del suelo que lo constituye.

Es necesario tener presente que en todos los casos es necesario implementar drenes de 2" de diámetro de PVC para canalizar el agua que se acumule en el respaldo del muro de concreto lanzado que estará armado con una malla electrosoldada 6-6/4x4, pues este último no está diseñado para soportar empujes hidrostáticos, así mismo será necesario implementar sistemas de drenaje exteriores e interiores al talud perimetral que se proyecte dejar que permitan canalizar las aguas que escurran al fondo de la excavación.

Se recomienda que una vez alcanzado el nivel de máxima excavación y en el contacto con los materiales naturales se coloque una plantilla de concreto pobre a la brevedad posible y específicamente donde se tendrá la cimentación.

5.3 Procedimiento constructivo para la excavación de las zapatas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Una vez que la excavación alcanzó el nivel de piso del sótano inferior se efectuarán las excavaciones que alojarán las zapatas de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Las excavaciones se podrán realizar con máquina dejando taludes verticales

2. De tenerse materiales de relleno en alguna zona, la excavación en estos materiales deberá tener una pendiente de 1.0:1.0 (horizontal: vertical) y de tenerse materiales de naturales, la excavación en estos materiales deberá tener una pendiente de 0.5:1.0 (horizontal: vertical), hasta la superficie de los materiales resistentes; la excavación en los materiales resistentes se hará a talud vertical.

3. Las zapatas aisladas se empotrarán 1.5 m mínimo dentro de los materiales resistentes de depósito natural, las zapatas corridas 1.0 m.

4. Una vez que la excavación alcance el empotramiento recomendado dentro de los materiales resistentes de depósito natural, lo cual deberá ser verificado por un ingeniero especialista en Mecánica de Suelos, se retirarán todos los materiales sueltos, se colocará una plantilla de concreto pobre (100 kg/cm³) y se construirá la zapata.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.4 Procedimiento constructivo para la excavación de los taludes perimetrales.

5.4.1 Taludes no anclados

Los taludes que no requieren de anclaje para su estabilización bien porque se desarrollan hacia el exterior del predio o bien porque se pueda desarrollar una pendiente estable dentro del predio su excavación se hará según la siguiente secuencia:

a) Se afinara el talud dejado por la excavación inicial a un talud que se desarrolle de manera uniforme entre el nivel superior y el fondo de la excavación o bien entre la superficie y el contacto con los materiales resistentes de depósito natural. De no hacerse necesaria alguna modificación como resultado de la observación directa de los materiales resistentes de deposito natural expuestos por la excavación, estos se excavarán a talud 0.5:1.0 (horizontal: vertical) en los depósitos resistentes de origen natural.

b) Afinando el talud se le colocara una protección en base a una capa de concreto lanzado, de 4 cm de espesor aplicada sobre una malla electrosoldada 6x6 / 4-4 anclada al talud con varillas de 3/8" de diámetro y de 0.3 m de longitud hincadas con una distribución reticular de 2 m por lado dejando sobre el nivel de la superficie del talud, un tramo de varilla igual al espesor del concreto lanzado de tal

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

forma que funcione como guía para regular el espesor del concreto lanzado.

5.4.2 Taludes anclados

A continuación se indica el procedimiento para la excavación que alojará a los sótanos.

1. Previamente al inicio de la excavación, se instalarán referencias topográficas sobre el paramento de las colindancias a la excavación y de las estructuras colindantes, que constituyan líneas de colimación que permitan medir posibles desplazamientos laterales o verticales de las colindancias y poder fundamentar, con base en esta información, cambios al procedimiento constructivo. Las lecturas de las referencias instaladas se harán como mínimo cada tercer día durante el procedimiento de excavación y construcción de la cimentación y sótano, se podrán incrementar de ser necesario, de acuerdo al comportamiento observado y analizado por un ingeniero especialista en mecánica de suelos, quien también podrá incrementar y reubicar referencias.

2. Inicialmente se excavará en las colindancias hasta 3.0 m de profundidad, dejando perimetralmente una banquetta de 3.0 m de ancho y un talud de inclinación 1.0:1.0 (horizontal: vertical), como se indica en la figura 18 a 23, en las colindancias con las construcciones existentes, y con vía pública.

3. Se procederá a retirar la berma indicada en el paso 2 para descubrir el primer nivel de anclaje en tramos alternados de 4 m de ancho en la colindancia con la vía pública (rellenos) y de 5 m de ancho en las colindancias con materiales tobaceos, iniciando con las marcadas con el número 1, en la figura 26

4. Una vez excavados a talud vertical las zonas marcadas con el número 1 en la figura 26, se procederá perfilar cuidadosamente una caja de 6 cm de profundidad y dimensiones de 1.0 x 1.0 m cuyo centro coincida con la posición de las anclas, para mantener las condiciones de humedad de los materiales inmediatamente al afine y perfilado del talud se cubrirán los materiales con un riego de lechada de cemento. En las cajas labradas se colocarán tramos 1.0 x 1.0 m, de malla electrosoldada 6x6 / 4-4 anclada al talud con varillas de 1/2" y 0.5 m de longitud, hincadas en una retícula de 2.0 m de lado, dejando sobresaliendo del talud un tramo de varilla igual al espesor total que tendrá el concreto lanzado, de tal manera que estas funcionen como escantillon para regular el espesor del concreto lanzado. Igualmente fijadas a las varillas de 1/2" se colocarán en el área excavada a talud vertical dos mallas 6x6 – 4/4, dejando tramos de malla para su traslape, tanto horizontal como vertical. En las mallas se dejarán colocadas preparaciones para la perforación de las anclas previo al lanzamiento de concreto, constituidos por tubos de PVC de 5" de diámetro y 25 cm de longitud, colocados con la inclinación que tendrán las anclas respecto a la pared del talud. Los tubos deberán rellenarse de papel a fin de evitar que el concreto penetre en ellos.

Las anclas serán del tipo de fricción, tendrán 10 cm de diámetro, un tensor constituido por un paquete de cuatro torones 0.6" de diámetro, con la longitud y disposición que se muestran en las figuras 18 a 23.

Una vez colocada la malla se aplica una capa de concreto lanzado de 12 cm de espesor, que en la zona que se ubicará el ancla tendrá 18 cm, y 12 cm en el área restante, como se muestra en la figura 26.

5. Una vez terminado de colocar el elemento de retención constituido por el muro de concreto lanzado, se pondrán dos polines verticales a los tercios del módulo excavado los que serán troquelados por puntales, con objeto de

mantener estable el muro de concreto lanzado en tanto se efectúan los trabajos de perforación, instalación y tensados de anclas.

6. El siguiente paso será realizar las perforaciones que alojarán las anclas, atravesando el muro de concreto lanzado en los sitios que se dejaron las preparaciones para tal motivo. El procedimiento de perforación, introducción del tensor, inyección y tensado de las anclas se detalla en el inciso 6.8.1, 6.8.2, 6.8.3, 6.8.4 y 6.8.5.

7. Una vez tensadas las anclas de los módulos primeramente excavados correspondientes al primer nivel del anclaje, se procederán a retirar los tramos de berma intermedios, señalados con el número 2 en la figura 26, excavando a talud vertical hasta 1.5 m abajo del primer nivel de anclaje.

8. Bajo ninguna circunstancia podrán excavarse los módulos señalados con el número 2, hasta que las anclas que se ubicarán en los módulos 1 no hayan sido instaladas y tensadas en su totalidad.

9. Los trabajos a realizar en los módulos 2 serán los mismos que describen en los pasos anteriores.

10. Cuando se concluya con la colocación del muro de concreto lanzado y los tensados de las anclas del primer nivel de anclaje, se profundizará la excavación hasta 1.5 m bajo el segundo nivel de anclaje, dejando bermas con las dimensiones indicadas en el paso 2.

11. La berma dejada en el segundo nivel de anclaje se retirará excavando a talud vertical siguiendo un procedimiento similar al empleado para retirar la berma que inicialmente se dejó previamente a descubrir el primer nivel de anclaje, es decir, se excavarán primeramente los tramos de berma señalados

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivero Mercado

PROCESO CONSTRUCTIVO

con el número 3 en la figura 26, se efectuará el lanzado y la instalación de las anclas del segundo nivel en forma semejante a como se indica en los pasos anteriores; posteriormente se excavarán los tramos restantes señalados con el número 4 en la figura 26, como se indica en los pasos anteriores, continuando con el mismo procedimiento para los niveles de anclaje restantes.

12. Una vez efectuada la excavación a 12.2 m de profundidad se efectuarán las excavaciones que alojarán a las zapatas.

Durante la excavación, conformación y anclado de los taludes un ingeniero especialista deberá verificar que las características de los materiales corresponden a los considerados en los análisis y en caso necesario de acuerdo al comportamiento de los taludes y de los materiales encontrados, establecer los ajustes o modificaciones al procedimiento de excavación y retención propuestas.

5.5 Procedimiento constructivo de terrecería

Una vez construido hasta el nivel de planta baja y en caso necesario se harán los rellenos necesarios para alcanzar los niveles de proyecto de la superficie del terreno, de acuerdo al procedimiento siguiente:

Los materiales que se empleen como rellenos podrán ser mezclas de arena, limo, gravas que satisfagan las siguientes especificaciones.

Limite liquido 40% máx

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivero Mercado

PROCESO CONSTRUCTIVO

Limite plástico 20 % máx

Contracción lineal 5 % máx

Valor relativo de soporte (CBR) 10 % min

Contenido de agua óptimo 30 % máx

Peso volumétrico seco máximo 1300 Kg/m³ min

Los materiales de las áreas de corte una vez verificada su calidad se disgregaran hasta el grado de no presentar grumos y se mezclaran mediante un proceso manual hasta obtener una revoltura homogénea en su constitución y granulometria.

Los materiales con los que se rellenara la excavación de los taludes exteriores al área ocupada por el edificio, ya mezclados y con el contenido de agua optima previamente determinado en el laboratorio se colocara en capas de 15 cm de espesor como máximo, compactados al 90 % de su peso volumétrico seco máximo, según la prueba porter estándar empleando un rodillo liso vibratorio de propulsión a mano con peso de 200 kg, diámetro de 53 cm y ancho de 61 cm

Se deberán efectuar pruebas de compactación de las capas compactadas para verificar el porcentaje alcanzado en la construcción. Se recomienda hacer una prueba consistente en una cala volumétrica, por cada 50 m³ de material compactado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para el control de compactación se recomienda que de las primeras capas tendidas se desarrolle un terraplén de prueba, para definir el número de pasadas óptimo con el equipo elegido.

El proceso de compactación será controlado por el laboratorio de Mecánica de Suelos, usando la expresión:

$$\% \text{ de compactación} = [(\gamma \text{ de sitio}) / (\gamma \text{ optimo})] \times 100$$

Requiriéndose como mínimo el 90 %.

5.6 Cuantificación del mejoramiento recomendado para la estabilidad del talud

De acuerdo a los análisis efectuados se requiere proteger los taludes verticales con una capa de concreto lanzado aplicado sobre una malla electrosoldada anclada al talud y adicionalmente un nivel de anclas de 4" de diámetro y a cada 2 y 3 m, con las características que se indican en las figuras 18 a 23.

Adicionalmente para el volumen de obra deberá considerarse las siguientes notas:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

a) Dentro del concepto de colocación de malla electrosoldada 6x6-4/4 deberá incluirse las varillas para anclarla ($\varnothing \frac{1}{2}$ "), las cuales se espaciarán 2.0 m y tendrán una longitud de 30 cm (en tobas) y de 80 cm (en rellenos). Además debe incluirse la colocación de drenes, que serán tubos de PVC de $\varnothing=2$ " , con 40 y 60 cm de longitud en rellenos y materiales naturales respectivamente, espaciados a cada 2.0 m (vertical y horizontal) los cuales deberán sobresalir en la malla 20 cm.

b) Dentro del concepto de anclas deberá incluirse la perforación en el diámetro indicado, el suministro y habilitado del acero del ancla para la carga especificada y la inyección con lechada de cemento del ancla. Para las cargas especificadas se usarán los siguientes cables presforzados (toron):

Carga	TORON
12 ton	0.5 "
15 ton	0.6 "

c) El esfuerzo de malla de 1x1 m, incluirá el labrado de una "caja" de 6 cm en el corte.

d) La resistencia del concreto lanzado sería de 200 kg/cm²

e) Y el detalle de las anclas con separadores, se muestra en la figura 31.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

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 para enfocar el tránsito.

Criterios 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 colocarán los testigos en las perforaciones, confirmándolos 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 óptica de centrado de 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.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

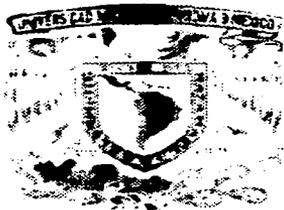
Rafael Rivera Mercado

PROCESO CONSTRUCTIVO

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 aproximación de ± 0.5 mm.

Se efectuarán mediciones semanales hasta que la construcción alcance el nivel de banquetta.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ENEP ARAGON



SISTEMAS DE ENFERMERIA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO 6

SISTEMA DE ANCLAJE

El empotramiento de barras o anclaje del extremo de un cable en un taladro, se hace por medio de lechadas a base de cemento. La lechada puede ser una simple suspensión de cemento en el agua. Se realizará la perforación de los barrenos con la longitud e inclinación especificada, con perforadoras de rotomartillo neumático, el diámetro real de la perforación será de 4" (10cm), para el desalojo del material de corte dentro de la perforación se utilizará aire a presión. Cuando se alcance la longitud de proyecto se verificará que el barreno no se haya bloqueado. Si hubiera caídos se introducirá nuevamente la tubería de la perforación y se aplicará una lechada de agua-cemento que permita estabilizar las paredes del barreno y se efectúa su reperfusión.

Tan pronto se concluya la perforación se introduzca el tensor, se inyectará el ancla, obturando la boca del barreno para uniformizar la presión de inyección. La mezcla a inyectar consistirá de una lechada compuesta con agua-cemento, en proporción 1:2, respectivamente.

El agua a utilizar será limpia y debe mezclarse perfectamente con el cemento para disolver todos los grumos y obtener una mezcla homogénea: una vez logrado esto, se colocará una lechada en el recipiente de la bomba de inyección.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para efectuar la inyección se empleará una bomba de propulsión o neumática que tenga un rendimiento tal que permita inyectar con economía y eficiencia el volumen de lechada que requieren las anclas. La inyección se deberá realizar a una presión de 2 Kg/cm^2 en la siguiente forma:

- ⊖ Adaptar la manguera de la bomba a al tensor, iniciando la inyección desde el fondo de la perforación.

- ⊖ Accionar la válvula de salida de la bomba para iniciar la inyección, verificando mediante manómetro, que la presión no sea menor que el valor especificado.

Debido a las características granulométricas de los materiales que alojarán los tensores, el volumen de inyección no es posible precisarlo, por lo que al detectarse alguna fuga, en función del volumen inyectado se evaluará en que momento se suspenderá la inyección.

Dada la gran cantidad de huecos conectados entre si, que tienen los materiales de relleno colocados a volteo como los existentes en la zona de interés, la lechada inyectada para cubrir el tensor, rebasa la frontera de la perforación, haciéndose necesaria la inyección de un volumen mayor al teórico para llenar el barreno.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La pérdida de lechada en algunos casos puede ser tan importante que aun inyectando una gran cantidad de lechada en una vez, no se cubra la totalidad del tensor en su longitud adherente (bulbo), necesario para que el ancla adquiera capacidad de proyecto. De ocurrir lo anterior el procedimiento de inyección se hará por etapas, la primera se suspenderá una vez que se detecte la pérdida de lechada en base al volumen inyectado, limpiando el orificio central de las barras, inyectando aire y agua para su completa limpieza, dejando listo para una inyección posterior, una vez que la lechada inyectada inicialmente haya fraguado.

De ocurrir el mismo problema en una segunda inyección se aplicará el mismo procedimiento. Como medida complementaria tendiente a lograr una completa inyección del barreno, se introducirá una manguera secundaria a este junto a la barra de perforación, hasta la profundidad del bulbo (longitud del ancla) y se inyectará a través de ella si se presentan problemas de inyección a través del orificio de la manguera de inyección en el área central del tensor.

Las anclas serán de tensión de 10 cm. de diámetro, con un desarrollo de 15 grados con respecto a la horizontal y casi ortogonal a la superficie del talud con distribución reticular de 2.0 m (relleno) en el sentido horizontal y vertical para la zona de rellenos y de 3.0 m para material natural en ambos sentidos y entres bolillo del talud, iniciando a 1.0 y 1.5 m a partir de la corona del talud para rellenos y

materiales naturales respectivamente. Las características del anclaje se indican en las figuras 18 a 23.

Con objeto de garantizar la adecuada capacidad de las anclas, será necesario verificar la resistencia de la lechada empleada, para ello se deberá tomar, cuando menos, una muestra de cada 5 anclas inyectadas. Cada muestra consistirá en 3 probetas, las cuales se probarán a edades de 1,3 y 7 días; cada muestra deberá acompañarse de datos de fecha y localización en que se emplea la lechada. Para considerar adecuada la lechada empleada, la resistencia a la compresión a los 7 días de edad, no deberá ser menor a 100 Kg/cm² la relación agua-cemento podrá variarse para satisfacer este requisito.

- e La carga de tensión que se realiza en cada una de las anclas y el método de aplicación de la carga será el siguiente:**

- e Se aplicara la tensión en incrementos de 25% de la tensión de proyecto, hasta alcanzar el 125% de la tensión de diseño.**

- e Se mantendrá esta tensión por 5 minutos, después se descargara totalmente.**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- Se volverán a tensar las anclas en incrementos del 25% de la tensión de proyecto, hasta alcanzar esta, y se sujetará el ancla a la estructura de repartición

6.1 Tensión y longitud de anclas

En el análisis se consideró que la longitud activa de las anclas se encontrara por detrás de las zonas de posible deslizamiento.

El ancla transfiere su carga al suelo a través de la resistencia friccionante entre el interfase ancla-suelo; Broms (1968) y Littlejohn (1970) establecieron la siguiente ecuación para estimar la carga por fricción.

$$P = P_i \tan \phi D L \pi FR$$

Donde:

P= capacidad del ancla, en ton.

P_i= presión de inyección de la lechada, Kg/cm².

D= diámetro de cuerpo del ancla, igual a 10 cm.

L= longitud del ancla, en m.

φ:= ángulo de fricción interna del suelo en el se instalará el ancla, considerada de 34°.

π= 3.1416.

FR= factor de reducción igual a 0.7.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Se obtuvieron las capacidades, longitudes y distribución de anclas mostradas en las figuras 18 a 23.

6.2 Especificaciones para concreto lanzado

A continuación se presentan las especificaciones que deberán establecerse para la correcta colocación del concreto lanzado

La calidad de una mezcla para concreto lanzado depende de la relación agua-cemento, el tamaño y graduación de los agregados, el tipo de cemento, los aditivos y la aplicación adecuada.

El procedimiento recomendado de preparación y aplicación de la mezcla es la siguiente:

Consiste en mezclar las cantidades predeterminadas de agua, cemento y agregados en un recipiente para luego lanzarlos en chorro a las paredes del suelo. Los aditivos acelerantes deben añadirse en la boquilla, es decir, a la salida del chorro. Estos aditivos pueden estar tanto en forma líquida como en polvo.

La preparación y aplicación de la mezcla seca depende de los factores siguientes:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- ⓔ Granulometría adecuada en los agregados.

- ⓔ La humedad de la mezcla antes de llegar a la boquilla debe estar entre el 2 y el 5 por ciento. Una humedad menor agravaría el problema del polvo y una humedad mayor taponaría las mangueras.

- ⓔ Adecuado proporcionamiento agua-cemento, esta operación es realizada en la boquilla, por una persona muy bien entrenada.

- ⓔ Características del rebote, que dependen tanto de los tres factores antes mencionados como de los siguientes

- ⓔ El ángulo de lanzamiento debe ser normal a la superficie tratada.

- ⓔ La boquilla debe mantenerse de 1.0 a 1.2 m de la superficie tratada.

- ⓔ Las presiones del agua y del aire deben ser constantes y de 5.0 y 5.7 $\frac{kg}{cm^2}$ respectivamente.

- ⓔ La alimentación del aditivo acelerante debe ser constante fácil de ser variada en el momento que se requiera (si la

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

superficie está húmeda, deberá ser mayor la cantidad necesaria de aditivo).

- ⊖ **Mantenimiento del equipo.** El manejo de la mezcla seca obliga a mantener limpio el equipo con mayor rigor que las operaciones con el concreto normal. La mezcla seca tiende a acumularse en las aspas de las mezcladoras. Tanto las boquillas como los alimentadores deben limpiarse inmediatamente cuando el ambiente es húmedo.

- ⊖ **Supervisión y operación de alta calidad.** El personal de supervisión debe ser altamente calificado. Las cuadrillas de operación deben ser entrenadas adecuadamente.

Características de la mezcla

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La calidad de la mezcla para concreto lanzado es función del tamaño y granulometría de sus agregados, calidad del cemento y los aditivos; relación agua-cemento; grado de compactación, y de la adecuada hidratación (cuando se trata de la mezcla seca).

Para que un agregado produzca un concreto lanzado de compactación óptima, máxima resistencia, impermeabilidad y rebote mínimo, debe cumplir con las normas ASTM y su granulometría debe estar de acuerdo con las curvas de la figura 33. El martilleo

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivera Mercado

SISTEMA DE ANCLAJE

que produce las partículas del agregado grueso sobre la capa de concreto previamente aplicada contribuye a obtener la compactación deseada. Las arenas deben constituir menos del 60% de la mezcla de agregados.

Los requisitos de resistencia a la compresión dependen principalmente del contenido del cemento. Sin embargo, un contenido de cemento excesivo puede dar lugar a contracciones y agrietamiento perjudicial. El contenido de cemento después de la aplicación es, generalmente, mayor que la dosificación de la mezcla producida debido a que el material de rebote está constituido de agregado en una mayor proporción.

El agua debe estar libre de impurezas y debe cumplir con los requisitos de elaboración del concreto común.

Los aditivos acelerantes del fraguado hacen posible la aplicación del concreto lanzado en superficies húmedas y aún sobre filtraciones que, en ocasiones, pueden taponarse. Sin embargo, su empleo debe controlarse ya que reducen la resistencia final del concreto. Cuando se emplean aditivos del 2 al 6% del peso, la reducción de la resistencia no debe ser mayor de 20%. Los valores de la resistencia a la compresión simple a los 28 días deben estar comprendidos entre 150 y 300 kg/cm^2 , que para fines estructurales son suficientes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Son dos tipos de máquinas lanzadoras para mezcla seca.

1. La de doble cámara de presión con válvulas de campana intermedia de acción neumática (figura 33). La mezcla seca se introduce en la cámara superior, se sierra ésta y se levanta la presión que abre la válvula de campana intermedia y deja pasar la mezcla de la cámara inferior; en éste se levanta a su vez la presión que cierra la válvula intermedia y la mezcla va alimentándose bajo presión a la tubería de descarga, mediante una rueda de cavidades. Mientras se efectúa la operación de descarga se está alimentando mezcla seca a la cámara superior para empezar un nuevo ciclo. Un buen operador puede lograr, con la ayuda de las dos cámaras, una descarga prácticamente continua. Requiere entonces una continua atención del operador, el cual debe desenvolverse con destreza. Son cualidades de este tipo de máquina su robustez y el poco número de piezas delicadas o móviles que se desgastan o requieren frecuentemente mantenimiento.

2. El tipo revolver (figura 34). La mezcla seca se alimenta continuamente a la tolva que corona la parte superior de la máquina, de ahí cae el cilíndrico rotatorio tipo revolver que consta de nueve o más compartimentos cilíndricos, donde se deposita la mezcla. Cada carga de mezcla en cada compartimento cae a través de una escotadura y al pasar sobre el cuello de salida una corriente de aire a presión la impulsa hacia las mangueras. Este tipo manejar

agregado grueso más fácilmente que las del otro tipo. Tiene, por otra parte, más piezas de desgaste y suelen producir más polvo.

- e Las primeras tienen motor neumático, las segundas pueden venir con motor neumático o con motor eléctrico; por lo general el rendimiento es mayor con el motor neumático aunque el consumo de aire es considerable. Las del primer tipo consumen 600pies³/min. en tanto que algunos tipos de las segundas, de muy altas revoluciones, consumen cerca de 900pies³/min.**

- e Los rendimientos varían entre 6 y 9 m³/h. La distancia de envío varía mucho en cada marca y tipo, pero puede llegar a 275 m horizontales y 92 m verticales. Para grandes distancias conviene usar, en los tramos intermedios, tuberías de acero, en lugar de mangueras, para reducir la fricción.**

- e También pueden conectarse en serie dos máquinas, para ganar distancia”.**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Mediciones de Control

Uno de los métodos de control de concreto lanzado es tomar muestras durante la aplicación y efectuar con ellas pruebas de compresión simple a diferentes tiempos, por ejemplo, 48 horas y 28 días.

El muestreo puede realizarse por medio de moldes de madera fijos sobre las paredes para recoger el concreto que se acumula ahí durante la aplicación y después labrar las muestras necesarias.

Otro método de control del comportamiento del concreto lanzado es de la instrumentación que básicamente consiste en la instalación de extensómetros para detectar los movimientos del terreno y de extensómetros, celdas extensométricas (strain gages) y cuerdas vibrantes para la medición de movimientos y deformaciones en el revestimiento de concreto lanzado.

Como método de control, la instrumentación descrita ayuda a detectar con anticipación movimientos y deformaciones que si progresaran pondrían en peligro la estabilidad de la obra. Cuando se detecta en una zona instrumentada una tendencia en los movimientos y deformaciones, aunque de valores muy pequeños, deben efectuarse las lecturas con mayor frecuencia para determinar el empleo de soportes adicionales y verificar posteriormente el efecto de estas medidas correctivas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En vista de que las mediciones con muy pequeñas (en ocasiones son del orden de la precisión de los instrumentos) deben instalarse y medirse instrumentos embebidos en paneles testigos para poder descartar el efecto de las contracciones químicas y térmicas del concreto lanzado.

6.3 Presiones temporales sobre muros de concreto lanzado

En la determinación de las presiones para el diseño e instalación de anclas se consideró una excavación con profundidad máxima de 12.2 m con taludes retenidos por muros a base de concreto lanzado y anclas, una sobrecarga superficial perimetral de 2.0 ton/m² en las colindancias con vía pública, y con la construcción colindante de un nivel y se siguieron 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 de la masa de suelo en condición activa para la instalación y diseño de anclas, obtenida como el producto acumulado del peso volumétrico total de los materiales, por los espesores en que estos pueden considerarse del mismo valor, afectados por el coeficiente de presión de tierras activo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

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 el punto ubicado en la parte media lateral del área, afectado por el coeficiente de presión de tierras activo.

Para tomar en cuenta las solicitaciones sísmicas, se determinó una componente horizontal expresada como el producto del peso de la masa deslizante por un coeficiente sísmico de 0.16.

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 en la que el volumen de esfuerzos es igual a una envolvente trapezoidal con base mayor igual a la profundidad de la excavación y la base menor a 75% de dicha profundidad, y altura dada por la siguiente expresión:

$$h = 2 A / (B + b)$$

donde :

h= presión horizontal máxima

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

B= profundidad máxima de excavación

B= 0.75 B

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El criterio para determinar la longitud de las anclas consideró que éstas deben prolongarse detrás de la zona de posible deslizamiento, determinada por el ángulo β formado con respecto a la horizontal, y que es igual a:

$$\beta = 45^\circ + \phi / 2$$

donde:

ϕ = es el ángulo de fricción de los materiales que constituyen el talud reteniendo por las anclas.

Considerando que las anclas tendrán la inclinación que se indican en las figuras 18 a 23, se determinaron las longitudes necesarias, su distribución y la capacidad requerida.

Durante la excavación y conformación de los taludes un ingeniero especialista de MECANICA DE SUELOS, deberá verificar que las características de los materiales corresponden a los considerados en los análisis y en caso necesario de acuerdo al comportamiento de los taludes y de los materiales encontrados, establecer los ajustes o modificaciones al procedimiento de excavación propuesto.

Los anclajes en suelos son elementos inyectados, empotrados en el suelo, en los que por medio de un elemento de tracción de

acero (tensor) y un cuerpo de inyección exactamente delimitado por la perforación que lo aloja, (constituido por el cilindro de lechada de cemento que se inyecta a la perforación), se transmite al suelo la fuerza aplicada al muro de concreto lanzado por el tensado del ancla. En la zona no inyectada (en la que el tensor es lubricado) al anclaje mantiene la libertad de movimiento. En la parte exterior el anclaje tiene lugar por medio de cuñas de apriete y un disco de anclaje que sujeta a los torones (paquetes de alambres de alta resistencia).

6.4 Instalación de las anclas.

6.4.1 Perforación de barrenos.

Se realizará la perforación de los barrenos con la longitud e inclinación especificada, con perforadoras de rotomartillo neumático, el diámetro real de la perforación será de 4" (10cm), para el desalojo del material de corte dentro de la perforación se utilizará aire a presión. Cuando se alcance la longitud de proyecto se verificará que el barreno no se haya bloqueado. Si hubiera caídos se introducirá nuevamente la tubería de la perforación y se aplicará una lechada de agua-cemento que permita estabilizar las paredes del barreno y se efectúa su reperfóración. Una vez que la perforación se encuentre limpia se coloca en su interior el tensor, para lo cual a la parte inicial del ancla, se fijará una cabeza punta de baía con el fin que al introducir el ancla en el barreno las puntas de los torones no

se atoren en la perforación ni generen caídos durante la instalación. El tensor se fijará al suelo mediante la inyección a presión de lechada de cemento. Se recomienda que las anclas donde se tengan rellenos se utilicen una broca espiral para intentar perforar en seco, como posible medida de perforación, e inclusive pueden funcionar las máquinas tipo long-year, pero en lugar de usar lodo bentonítico, será necesario utilizar polímeros

6.4.2 Características de las anclas.

Los tensores de las anclas consistirán en paquetes de torones de 0.6".

En los anclajes de haces de cables de 0.6" de diámetro, la zona libre o de deformación no restringida, durante el tensado, se protegerá con grasa y tubos envolventes para cada cable o torón, en la zona de anclaje basta el efecto de recubrimiento de la lechada de cemento de inyección. El extremo exterior del anclaje se protegerá contra la corrosión mediante capuchones de acero o plástico.

Las anclas deberán tener espaciadores con el propósito de ayudar a asegurar que la lechada de cemento cubra cada uno de los torones en forma independiente, para protegerlo contra la corrosión y para desarrollar una adecuada resistencia en la unión entre ellos, los que se colocarán a cada 2 m

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

También se colocarán centradores a cada 2 m, sobre el haz de torones ensamblados, para mantener el espacio requerido entre el tensor y la pared de la perforación, asegurando así un espesor adecuado de lechada de cemento rodeando al cuerpo del tensor (mínimo 0.5").

En los anclajes de haces de cables de 0.6" de diámetro la zona libre de dilatación se protege con grasa y tubos envolventes de cada cable, o torón, en la zona de anclaje activo basta el efecto protector del recubrimiento de la lechada de cemento, con un espesor mínimo de 2 cm.

6.4.3 Inyección de los barrenos.

La mezcla a inyectar consistirá en una lechada compuesta por agua-cemento, en proporción 1-2, en peso, respectivamente.

El agua utilizada será limpia y deberá mezclarse perfectamente con el cemento para disolver todos los grumos y obtener una mezcla homogénea, una vez logrado esto, se colocará la lechada en el depósito de la bomba de inyección.

Para efectuar la inyección se empleará una bomba de propulsión o neumática que tenga un rendimiento tal que permita inyectar con economía y eficiencia el volumen de lechada que requieran las anclas.

La inyección se deberá realizar a una presión de 2 kg/cm^2 en la siguiente forma:

Adaptar la manguera de la bomba al tubo de inyección, el que tendrá manguitos a cada metro, iniciando la inyección desde el fondo de la perforación.

Accionar la válvula de salida de la bomba para iniciar la inyección, verificando mediante un manómetro limpio y calibrado, que la presión tenga el valor especificado.

Debido a las características granulométricas de los materiales que alojan a los tensores, el volumen de inyección no es posible precisarlo, por lo que de detectarse una fuga, en función del volumen calculado, se suspenderá la inyección y se reiniciará 24 horas después, hasta que la lechada retorne.

Antes del tensado, únicamente se inyectará la parte activa del ancla.

En la longitud no activa se protegerán los elementos metálicos contra la oxidación, enfundándolos mediante grasa en una manguera de tipo hidráulica.

6.4.4 Prueba de control de calidad de la lechada de inyección.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Con el objetivo de garantizar la adecuada capacidad de anclas, será necesario verificar la resistencia de la lechada empleada, para ello se deberá tomar y probar cuando menos una muestra por cada cinco anclas inyectadas.

Cada muestra consistirá en tres probetas, las cuales se probarán a edades de 1, 3, y 7 días. Cada muestra deberá identificarse con datos de fecha y localización en que se empleó la lechada. Para considerar adecuada la lechada empleada, la resistencia de la compresión a los 7 días de edad, no deberá ser menor de 100 kg/cm^2 , la relación agua-cemento podrá variarse para satisfacer este requisito.

6.5.5 Tensado de las anclas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tras el fraguado de la lechada de cemento y el montaje de los dispositivos de anclaje exteriores se efectúa el tensado mediante un gato hidráulico de diseño especial para este fin, 72 horas después de realizada la inyección de las anclas y después de haber construido el muro de concreto lanzado reforzado. Las anclas se sujetarán al muro por medio de un "queso" de acero de 16 cm de diámetro apoyado sobre una placa de acero de 25 x 25 cm y 1" de espesor, en el que los cables torón atravesarán el queso en cada uno de los orificios correspondientes, colocando a cada torón su cuña respectiva; efectuando el tensado por incrementos y finalmente

fijando los torones al queso mediante las cuñas, lo que se realizará automáticamente con el equipo con el que se lleva acabo el tensado, conforme aumenta la tensión de los torones, la que debe de ser uniforme en todos los torones que constituyen el tensor. En esta operación el elemento de tracción de acero (tensor), debe poder deformarse sin restricciones, entre la parte correspondiente a la longitud de anclaje y la cabeza de anclaje, dentro de la denominada longitud libre del tensor.

Una vez terminado el tensado se cortan las puntas sobrantes del cable torón a una distancia de 2 cm de las cuñas de sujeción al queso, cubriéndose con un capuchón relleno con mortero, pintando finalmente el capuchón y la placa metálica con pintura epóxica.

La carga de tensión que se impone a cada una de las anclas y el método de aplicación de la carga será la siguiente:

Se aplicará la tensión en incrementos de 25% de la tensión de proyecto hasta alcanzar el 125% de la tensión de diseño.

- e Se descargará en su totalidad el ancla, después de 5 minutos.
- e Se volverá a tensar las anclas en incrementos del 25% de la tensión de proyecto hasta alcanzar el 100%, y se sujetarán al muro de concreto.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

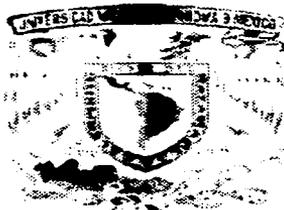
La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivera Mercado

SISTEMA DE ANCLAJE

Se inyectará la parte no activa a través de la preparación previa dejada específicamente para ello.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ENEP ARAGON



TRABAJO DE FIN DE GRADO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se analizó el presente proyecto, podemos decir que hay bastantes conclusiones y recomendaciones.

Una de las primeras y mas importante en referencia al sistema de anclaje, es el proceso de excavación como se menciona en el capitulo 5, donde se establece el procedimiento constructivo más adecuado para efectuar la excavación, para alojar a los sótanos para estacionamiento, garantizando su estabilidad a mediano plazo suficiente para permitir mantener estable la excavación durante el tiempo que se requiera para ejecutar la construcción de los sótanos ya mencionados.

Tomar en cuenta la seguridad de los trabajadores, ya que esto es muy importante en una obra, y la antes mencionada no es la excepción, es por eso que es muy importante que este bien diseñado el sistema de anclaje, que la supervisión sea muy estricta al realizar las pruebas de tensado, ya que de eso depende que estén bien construidas.

Que en los procesos de excavación, no por ganar mas tiempo se vayan adelantando, que se sigan los procesos de excavación como se marca en lo diseñado de la figura 26, ya que de lo contrario esto provocaría un atraso considerable en la construcción de la

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

anclas, ya que los perforistas tiene que estar trabajando por los aires con la maquinaria que es tan pesada tener que estar colgados, y sin el equipo adecuado, esto arriesgaría su vida considerablemente.

Una recomendación muy importante es el que la supervisión de la construcción y tensado de las anclas debe de ser muy estricta, ya que en muchas obras se descuida o se confía ciegamente de la construcción de las anclas, ya que puede suscitarse un sismo, lo que pudiera provocar que el sistema de anclaje, truene o se desprendan los taludes, por eso no se debe de arriesgar la vida de muchas personas, que las inclinaciones de los taludes se dieron en base al tipo de material y se deben de respetar al 100%, para no tener ningún problema.

En el proyecto arquitectónico que se contempla la construcción de una torre de cinco niveles y tres niveles para estacionamiento los cuales estarán cubriendo un área casi total al del sitio de interés, los sótanos del edificio se ocuparán para estacionamiento de automóviles, esto desde un principio no dio varias criticas, una de ellas es que el suelo de desplante es el que nos interesaba mas para los estudios de mecánica de suelos, en cuanto a capacidad de carga y la resistencia, pero si quedo claro que el suelo que se encontraría antes o sea casi 12m de excavación promedio, nos interesaría mas que nada para los costos de excavación, ya que en su mayoría eran rellenos, arena limosa, arcillas, y o para localizar si

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

había minas, pero ya teniendo conocimiento de los sondeos para poder realizar esta crítica, anteriormente en el predio se encontraban las antiguas minas de Santa Fe, en la que los depósitos naturales del subsuelo fueron explotados a cielo abierto, modificando la topografía superficial del subsuelo, aparentemente sin un orden preestablecido, dando lugar a excavaciones con profundidad, extensión variable y distribución caótica. Recientemente con el propósito de que la superficie del terreno tenga los niveles de banquetas del proyecto urbanístico de la zona, en el área de interés, entre 1987 y 1991, se colocaron a volteo materiales de relleno, constituidos en parte por gravas y boleos empacados en arena poco arcillosa, en algunas zonas contaminados por basura o cascajo, sin llevar un control tanto en el tipo de materiales como en su acomodo, resultando por lo tanto una gran heterogeneidad en la constitución y en la compacidad de los rellenos, con espesor variable de 3 a 20 m, llegando a la conclusión de que los primeros 12m no son los más importantes para la construcción de el edificio, pero si deben de tomarse en cuenta para los procesos de excavación y para cuantificación de costo y tiempo de ejecución.

Los estudios de mecánica de suelos fueron muy importantes para determinar la alternativa de cimentación más apropiada para la estructura proyectada así como el procedimiento de excavación y construcción tanto de la cimentación como de los sótanos que contempla el proyecto arquitectónico, se realizó un estudio de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Mecánica de Suelos consistente en exploración y muestreo del subsuelo, pruebas de laboratorio, a las muestras extraídas, análisis de pares estereoscópicos de fotografías aéreas del terreno tomadas en 1966, 1972, 1977, 1980, 1982, 1987, 1991 y 1998, para conocer la evolución que tuvo la explotación de los materiales del subsuelo y análisis para establecer las recomendaciones para el diseño y construcción de la cimentación y del procedimiento de excavación que alojará los sótanos, para precisar a la profundidad a la que se encuentran los materiales de depósito natural, estimada mediante la investigación aerofotográfica, en el predio de interés, se efectuaron siete sondeos exploratorios a profundidades variables entre 12 y 20 m de profundidad, denominados SPT-1 a SPT-7, empleando la herramienta de penetración estándar. Se obtuvieron muestras representativas alteradas, mediante la prueba de penetración estándar, que consiste en determinar el índice de resistencia a la penetración de los materiales atravesados correspondientes al número de golpes necesario para hincar 30 cm al penetrómetro estándar mediante el impacto de un martinete de 63.5 kg que cae libremente desde 76 cm. Durante la ejecución de los sondeos se puso especial cuidado en observar la pérdida de lodos de perforación o la caída súbita de la herramienta de perforación que pudieran ser indicios de cavidades en el subsuelo o de materiales muy sueltos, así como la observación de la frontera entre los materiales de relleno de mala calidad y los materiales resistentes de depósito natural. En todo el tiempo de ejecución de deben de ir observando que se realicen correctamente.

La explotación de los materiales en la mitad del área de interés y colindando con la Av. de la Fé se llevo a niveles inferiores a los que actualmente se encuentra la superficie del terreno, por lo que a partir de la superficie y con espesores variables entre 4 y 14 m se tuvieron materiales de relleno que fueron colocados a volteo sin control en cuanto al tipo de materiales y su compactación como se muestra en los planos 12 a 17, resultando entonces una gran heterogeneidad en la constitución de los materiales como en su compacidad, la cual varia entre medianamente compacta y suelta. Los rellenos están constituidos por materiales traídos de otros sitios y materiales del sitio redepositados, colocados a volteo recientemente y corresponden fundamentalmente a materiales de tipo granular con pocos finos, predominando las gravas y boleas aislados empacados en arena poco arcillosa, en algunos de los sondeos durante su realización sé perdió el fluido de perforación que es indicio de una estructura abierta en los materiales de relleno.

Es también importante mencionar que parte área de interés se encuentra sobre la corona de un talud, en tanto que la zona oriente que colinda con la Avenida de la Fé se encuentra sobre una barranca que fue rellena quedando en gran parte sobre el cuerpo del talud que tenia originalmente la barranca, en la que para tener superficies horizontales sobre las que se han construido las vialidades existentes se han construidos terraplenes, que en la zona en que se construirá el edificio de interés, alcanza un espesor del

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

orden de 18 m y se encuentra limitado por la Av. de la Fé la cual a su vez se encuentra sobre rellenos colocados a volteo. La parte baja del terreno, sobre la que existe actualmente un estacionamiento, presenta rellenos de calidad media, con espesor variable de 4 a 9 m. con respecto al nivel de banqueta. Subyaciendo a los rellenos y hasta la máxima profundidad explorada se encuentra una toba volcánica arcillo limosa poco arenosa, café clara, resistente y poco compresible. En el área restante los materiales resistentes de depósito natural afloran, únicamente en la superficie de la loma que se encuentra por arriba del nivel de estacionamiento se tienen un espesor de rellenos de 4 m que decrecientan su espesor conforme se alejan de la corona del talud, los cuales en el proceso de excavación se deberá considerar un recorte a 45 grados para estabilizar esta zona.

El nivel freático no se detecto con respecto al nivel del terreno actual y en la fecha en que se realizó la exploración

En general se puede deducir que la profundidad a la que se estima se encontrarán los materiales resistentes de depósito natural pueden tener un margen de aproximación de mas menos 2 m, correspondiente a la precisión que puede alcanzarse en la restitución fotogramétrica, como a la interpretación de los pares estereoscópicos de fotografías aéreas que se muestran en el Anexo I, independientemente a que en algunos sitios se haya determinado la profundidad de los materiales resistentes mediante sondeos de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

muestreo. Deberá tenerse también en cuenta que localmente en algunas zonas del predio pudieran encontrarse los materiales resistentes a un nivel diferente debido a movimientos de tierra no registrados en las fotografías aéreas analizadas.

Considerando lo anterior, se estima que la zona en que los materiales resistentes de depósito natural no tendrán un nivel inferior al nivel máximo de excavación que contempla el proyecto de acuerdo a los perfiles de los planos 12 a 17, sin embargo existe la probabilidad de encontrar una zona local donde correspondería al área próxima a la colindancia poniente de la Av. Santa Fé, en zonas muy localizadas del predio también pudiera existir la probabilidad de que se presentara esta condición como ya se menciono antes por los movimientos de tierra no registrados en años anteriores y dado que los sondeos realizados son puntuales, ante la eminente explotación a cielo abierto de este lugar en forma desordenada y aleatoria. Hacia el resto de las colindancias también se podrían presentar variaciones con una probabilidad muy baja en la profundidad de los materiales resistentes, pero se estima que en los casos más desfavorables, estos no se encontrarán a un nivel inferior a la máxima excavación de proyecto.

En función de lo anterior se juzga que la alternativa de cimentación más adecuada para la estructura de interés en donde se encuentran los materiales resistentes de depósito natural aflorando una vez que se ha alcanzado el nivel de máxima será a

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

base de zapatas aisladas para las columnas y zapatas corridas para los muros perimetrales unidas con contratrabes, con una profundidad de desplante tal que el empotramiento de las zapatas dentro de los materiales resistentes de depósito natural sea de 1.5 m para las zapatas aisladas y de 1 m para las zapatas corridas, las cuales tendrían una capacidad de carga menor a la que tendrían las zapatas que estuvieran desplantadas a una profundidad menor, es decir arriba de los 10 m de profundidad debido a que las características de los materiales existentes a esa profundidad tienen resistencias de menor magnitud de acuerdo a lo encontrado en los sondeos profundos ejecutados en el sitio de interés.

La capacidad de carga de los materiales (arenas limosas con gravas, de color gris claro, en estado compacto y cementadas) sobre los que se desplantarán las zapatas se determinó considerando que los materiales afectados por la superficie potencial de la falla son suelos friccionantes.

Para el diseño y dimensionamiento de la cimentación deberá realizarse con la capacidad de carga antes mencionada, estableciendo que las cargas que se considerarán deberán ser sin afectarlas por el factor de carga, el requerimiento de mantener el factor de seguridad igual a 3 como mínimo y en el caso de considerar un factor de carga de 1.4, este factor de seguridad se incrementará a 4.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El tipo de cimentación más adecuado para una estructura depende de factores como su función, las cargas a las que estará sujeta, las condiciones del subsuelo y el costo de la cimentación comparado con el costo de la estructura.

Se recomienda tener previsto el suministro de cal para poder utilizarla durante el proceso de la excavación, ya que al descubrir los materiales relleno de de mala calidad constituidos por basura y materia orgánica, y en el momento de descubrirlos por la excavación es necesario colocárselos para reducir los malos olores que provocaran que estos al contacto con la intemperie se descompongan e intoxiquen a los trabajadores.

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 realizaran mensualmente hasta terminar la construcción de la superestructura.

Finalmente estas nivelaciones se continuarán en forma semestral por un periodo mínimo de cinco años. Las nivelaciones deberán referirse a un banco de nivel superficial instalado fuera de la influencia de las áreas cargadas.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Durante la construcción de mejoramiento de taludes deberán considerarse drenes para evitar el empuje hidrostático actuando sobre el muro de concreto el cual incrementa las fuerzas actuales y reduce el factor de seguridad.

Para observar el comportamiento de los taludes se recomienda llevar un control topográfico mediante la realización de nivelaciones y desplazamientos sobre testigos superficiales con el siguiente procedimiento:

A continuación se presentan las recomendaciones de instrumentación para el control de comportamiento del talud.

Previamente al inicio de los trabajos se instrumentará el suelo que rodeará a los taludes 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.

Mediante la instrumentación se observará el comportamiento de la masa de suelo del talud 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 del suelo.

La importancia del sistema de anclaje en la construcción de los sótanos del edificio de Sony, en Santa Fe, México.

Rafael Rivero Mercado

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se instalarán referencias superficiales constituidas por bancos de nivel superficiales. La información recopilada por un ingeniero especialista en mecánica de suelos para asegurarse que se obtiene con ella la utilidad que se le consideró. A continuación se proporciona las recomendaciones para colocar la instrumentación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM

ENEP ARAGON

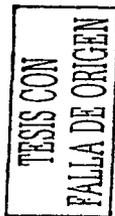


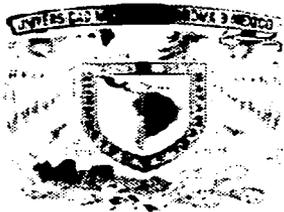
BIBLIOTECA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFIA.

- Juárez Badillo Eulalio, "Mecánica de Suelos", Tomo I Y II, Ed. Limusa, México.
- Secretaria general de obras, **Manual de exploración geotécnica**, México D.F. Noviembre, 1988.
- Henri Cambefort, **Inyección de suelos**, Ediciones Omega, Primera Edición, 1968, Barcelona.
- Borja M. Das, **Principios de ingeniería de cimentaciones**, Ed. Ciencias Thomson, 4ª Edición, México 2001.
- XVI Reunión Nacional De **Mecánica Suelos**, casos históricos en mecánica de suelos, SMMS, **Zacatecas 92, Vol.1.**
- **Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones**, **Gaceta Oficial** del Departamento del D.F., **Quinta Época No. 40**, México D.F. 12 de Noviembre de 1987.
- Navdocks DM-7, Department of the Navy Bureau Yard and Docks Washington 25 D.C., Chapter 7, P. 7-7
- Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.





UNAM

ENEP ARAGON



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO I



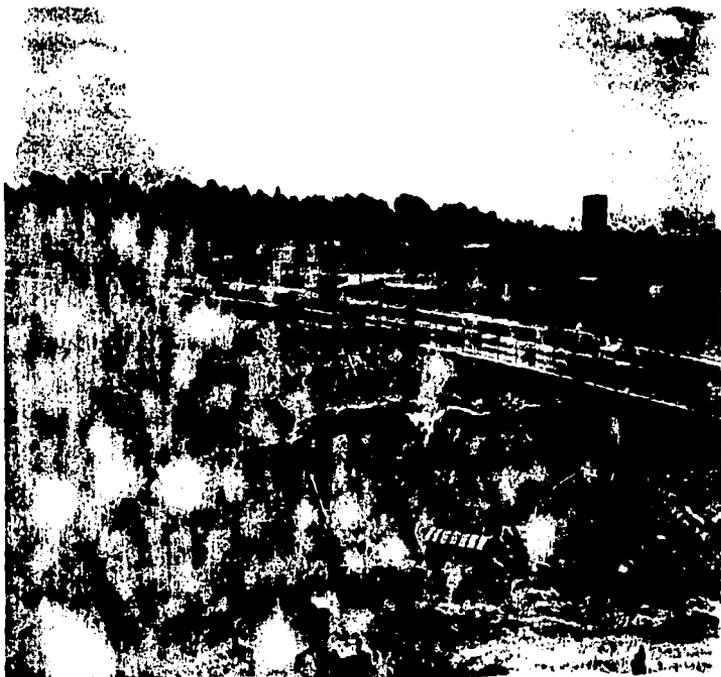
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



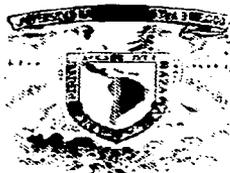
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON
FALTA DE ORIGEN



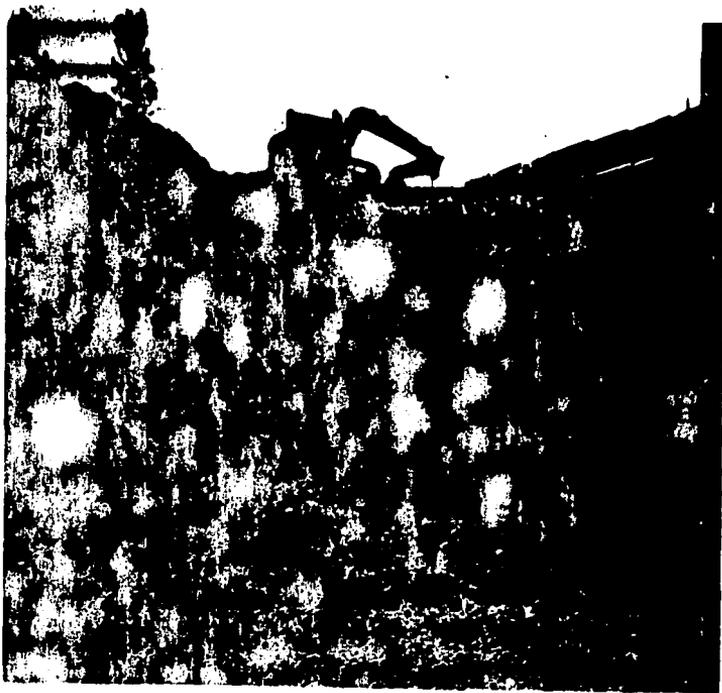
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



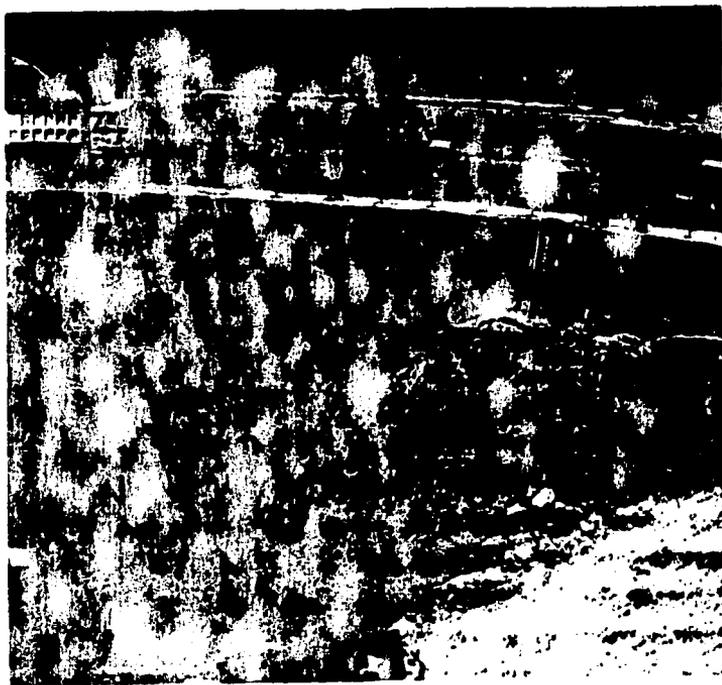
UNIVERSIDAD
DE ZARAGOZA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM
ENEP
ARAGON



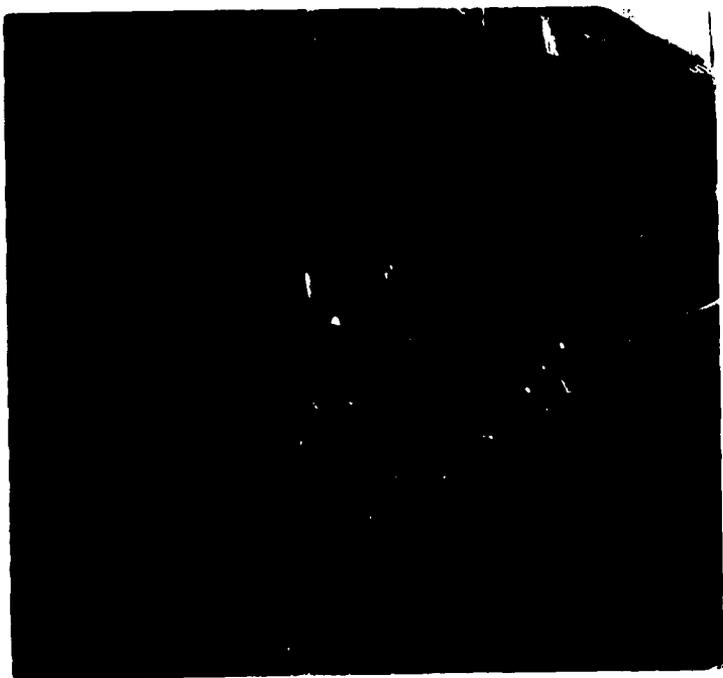
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



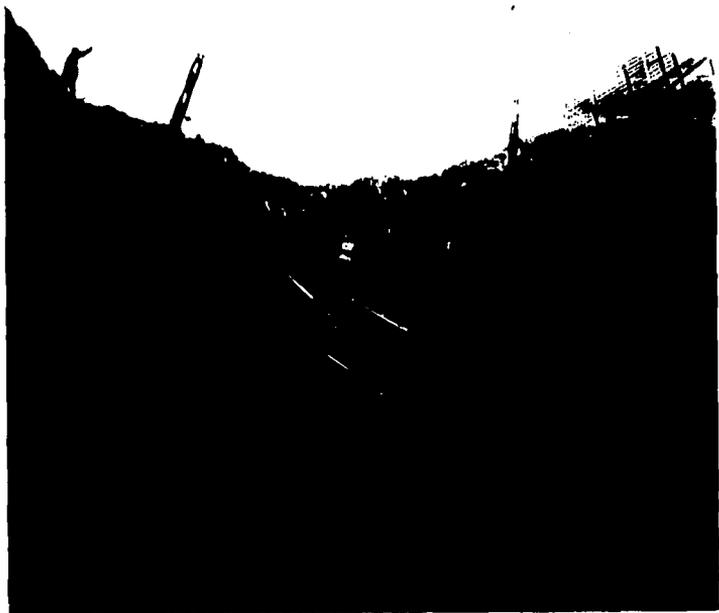
A M
B
A K A G O K



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



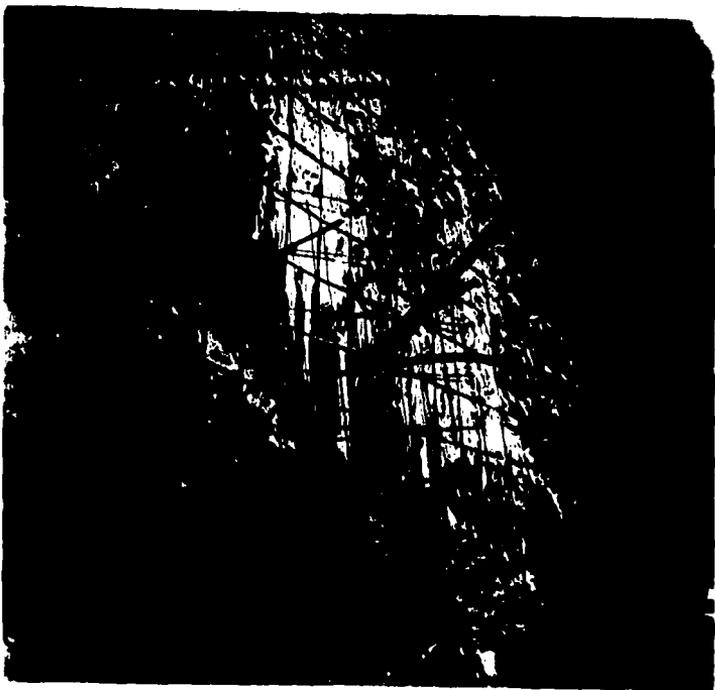
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



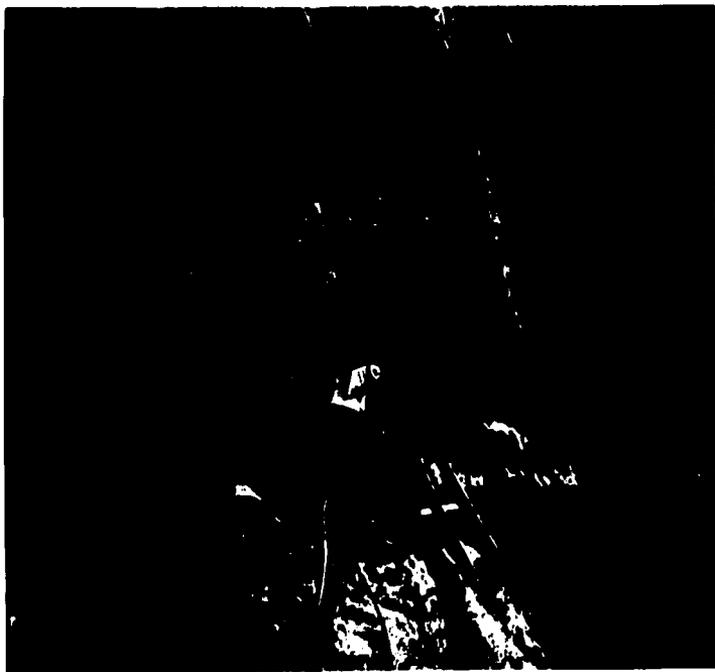
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



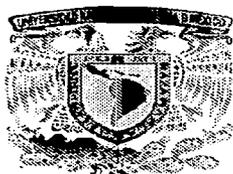
INSTITUTO NACIONAL
DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
MEXICO



TESIS CON
FALDA DE ORIGEN



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

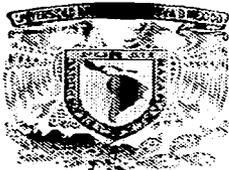


UNAM
ENEP
ARAGON

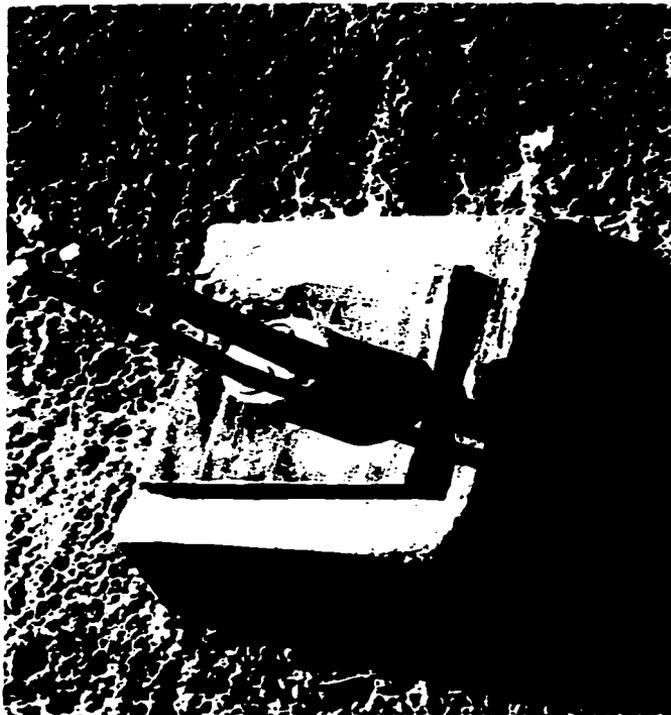


137

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM
ENEP
ARAGON



138

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



INSTITUTO
NACIONAL DE ESTADÍSTICA
Y CENSOS



SI

TEJES CON
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA
Y ATMÓSFERA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

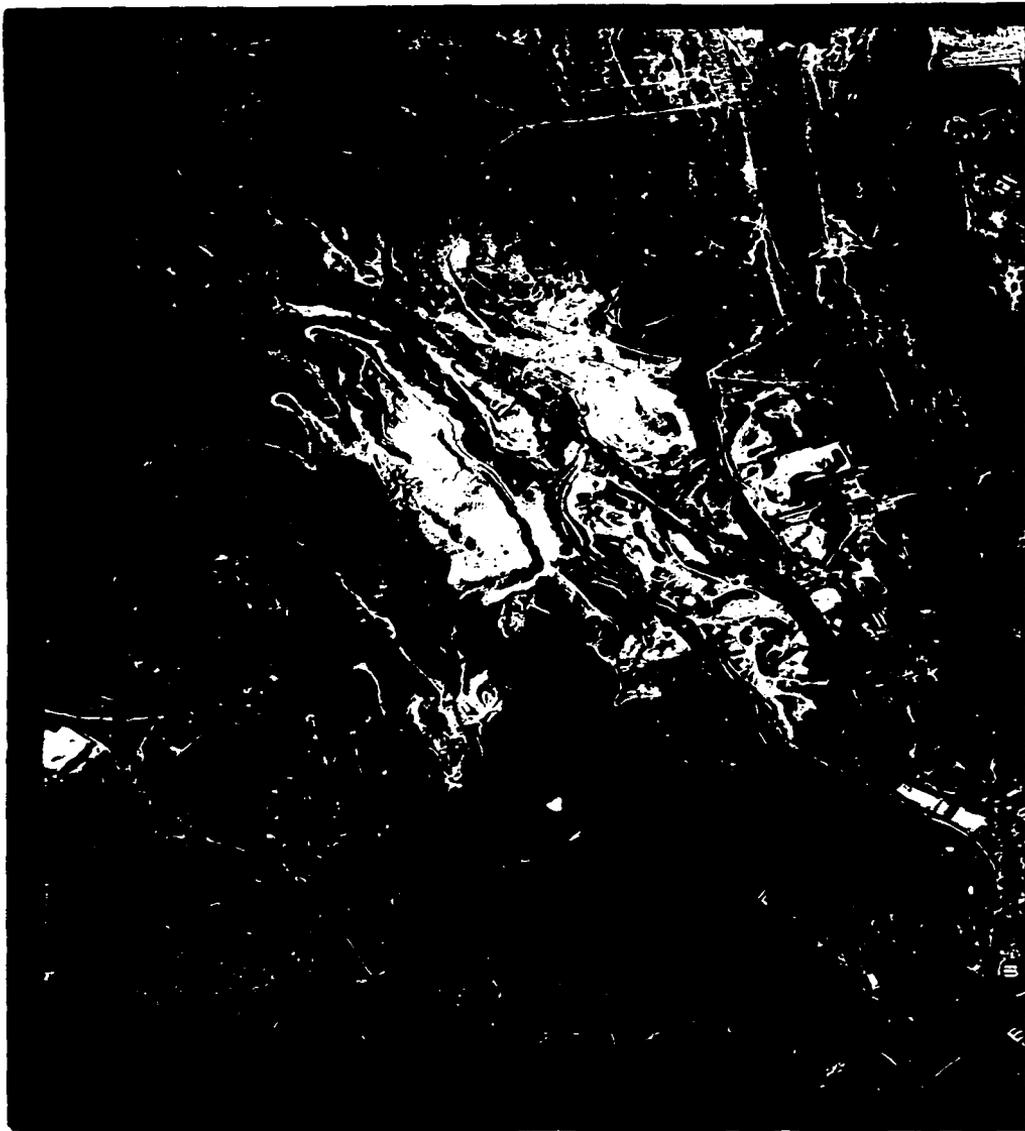


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

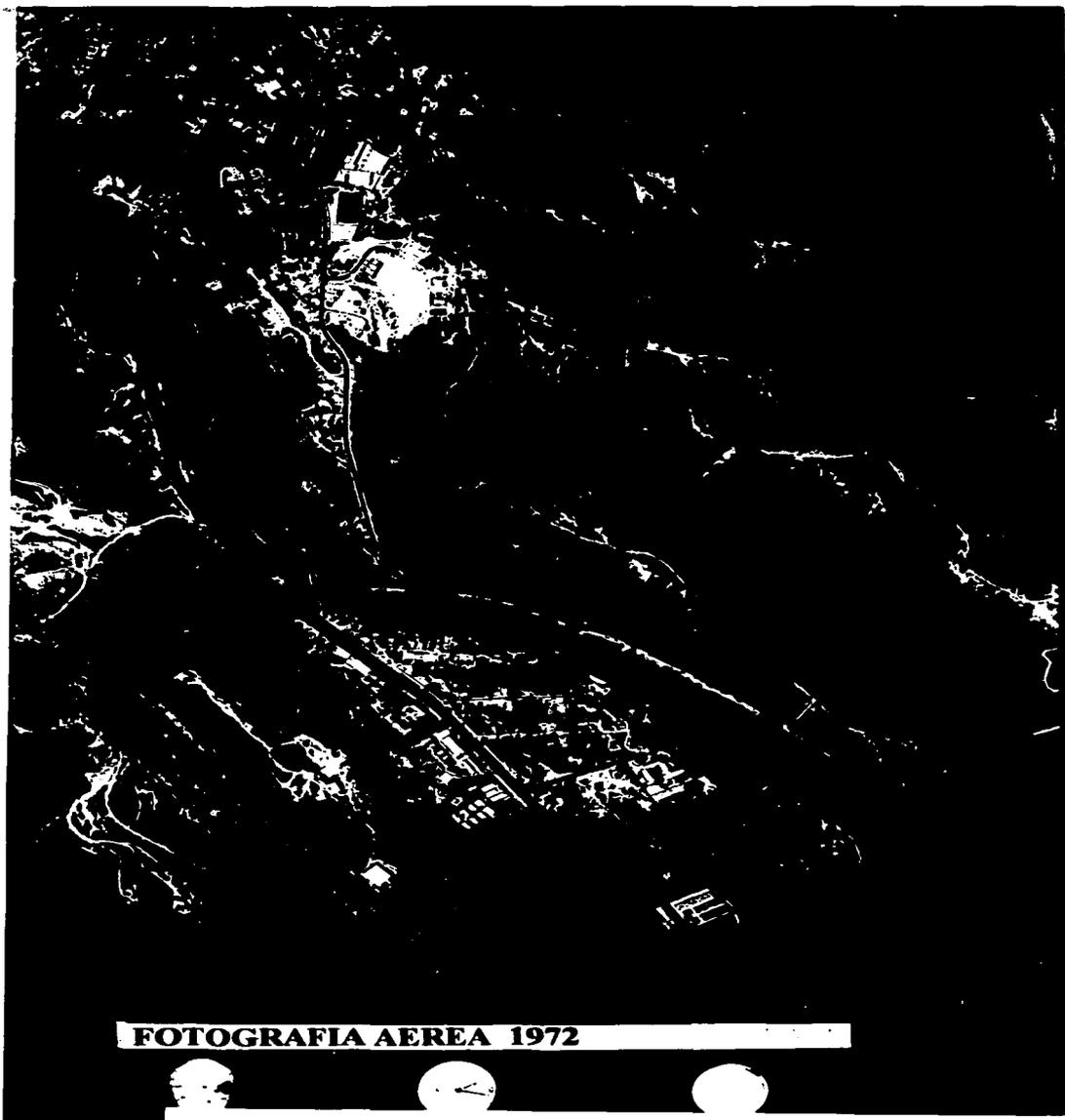
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



FOTOGRAFIA AEREA 1966

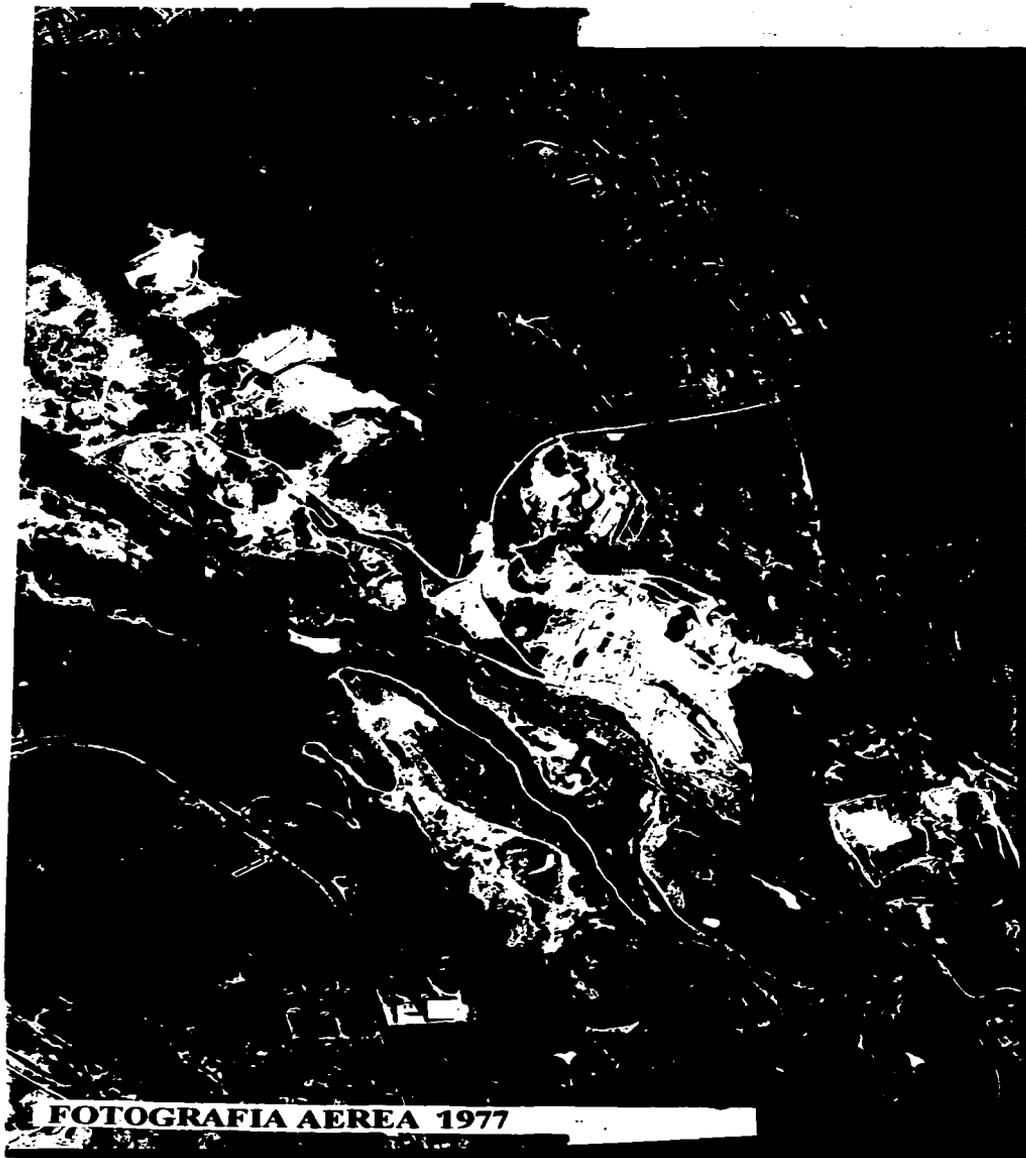


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



FOTOGRAFIA AEREA 1972

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



FOTOGRAFIA AEREA 1977

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



FOTOGRAFIA AEREA 1987

CD. DE MEXICO

ESCALA 1:15,000

ENER

148

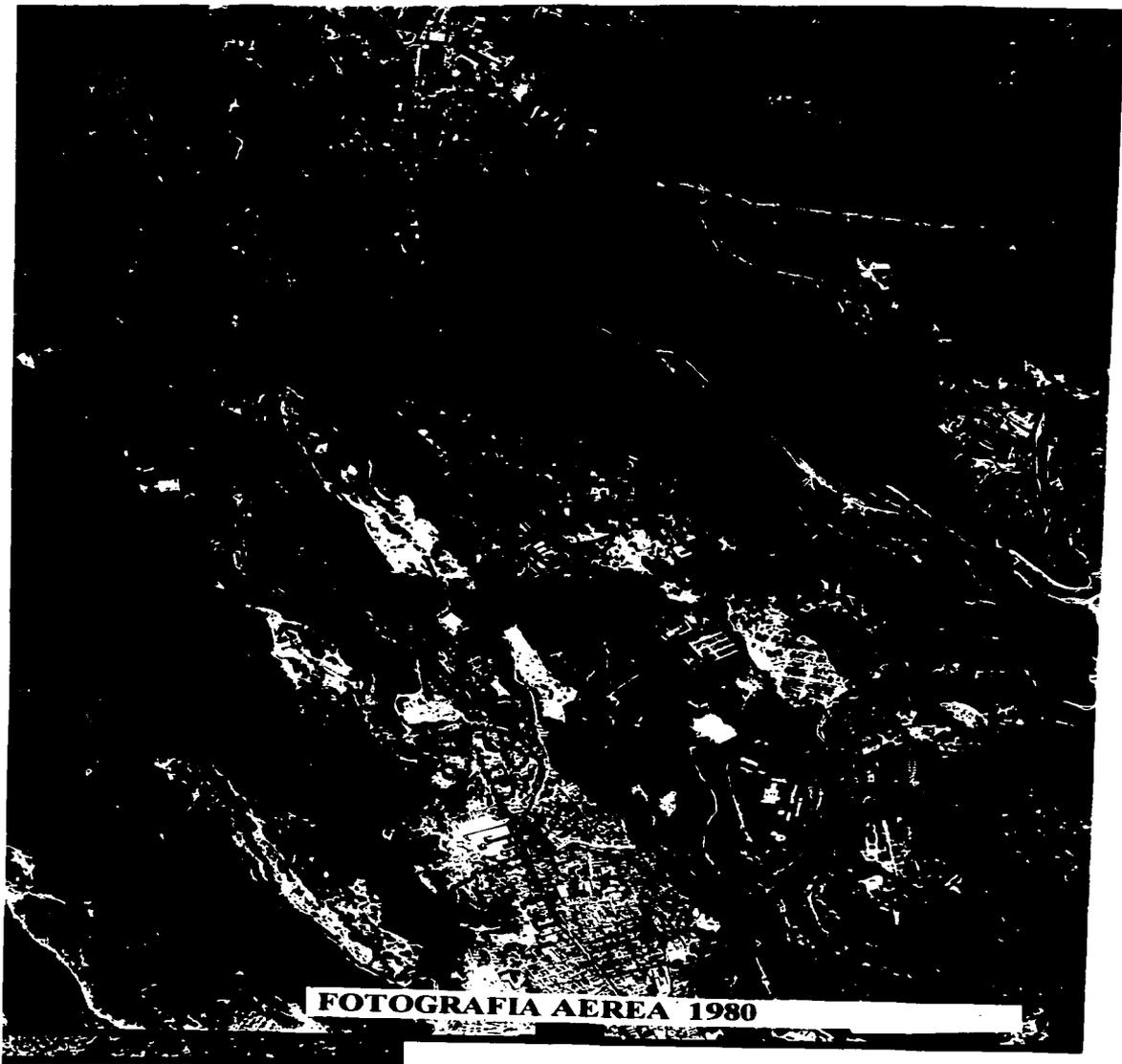
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



FOTOGRAFIA AEREA 1991

149

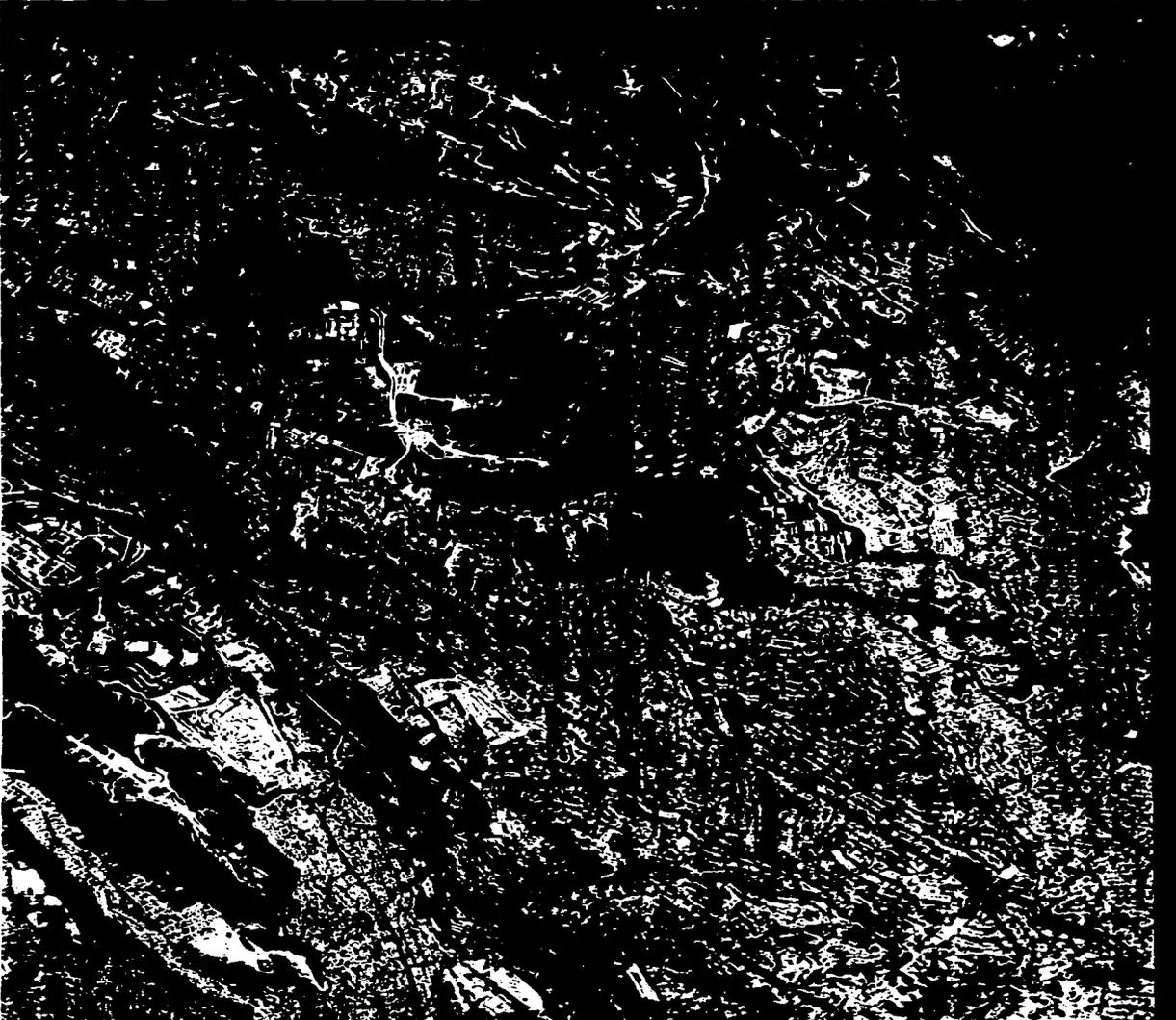
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



FOTOGRAFIA AEREA 1980

150

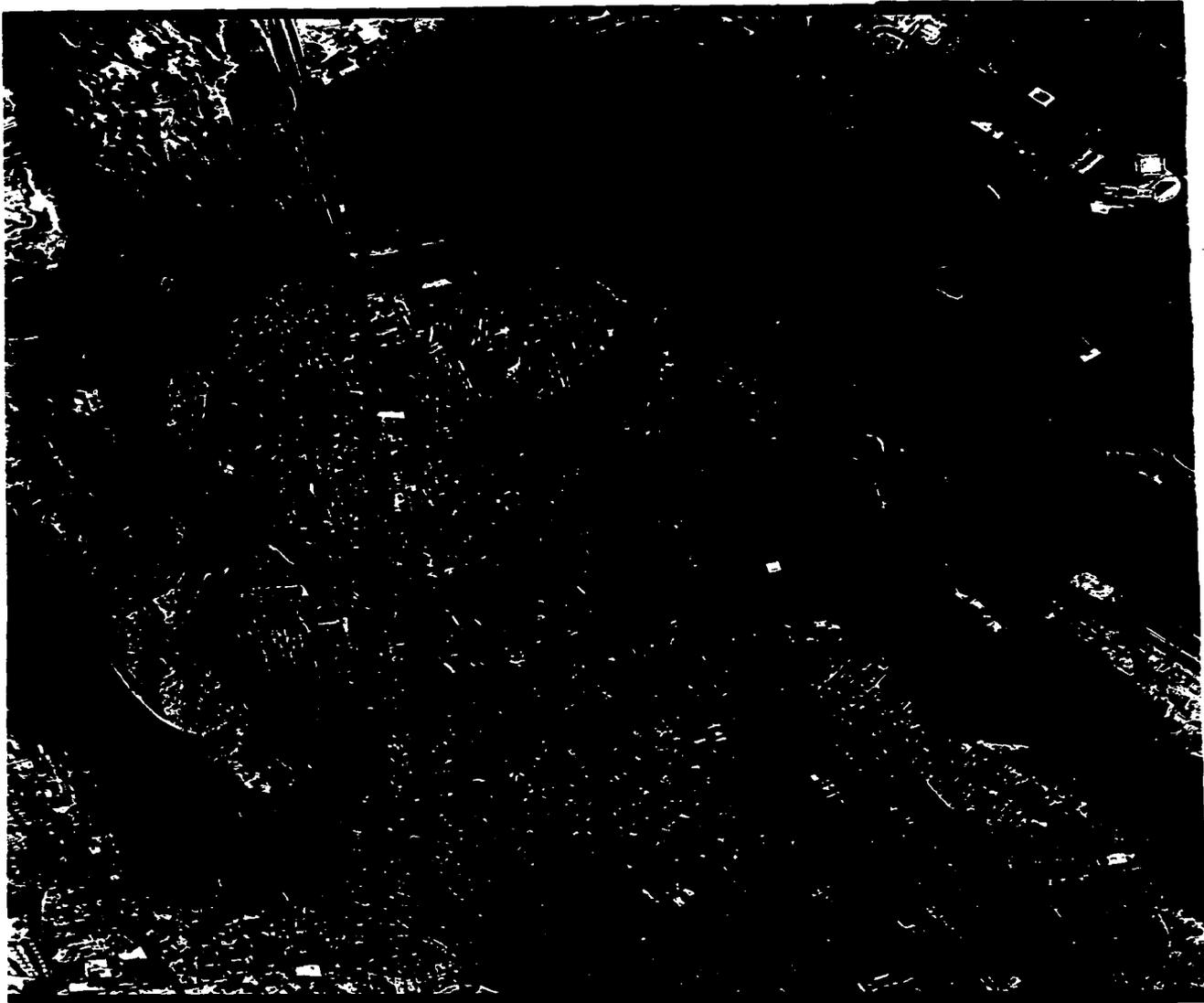
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

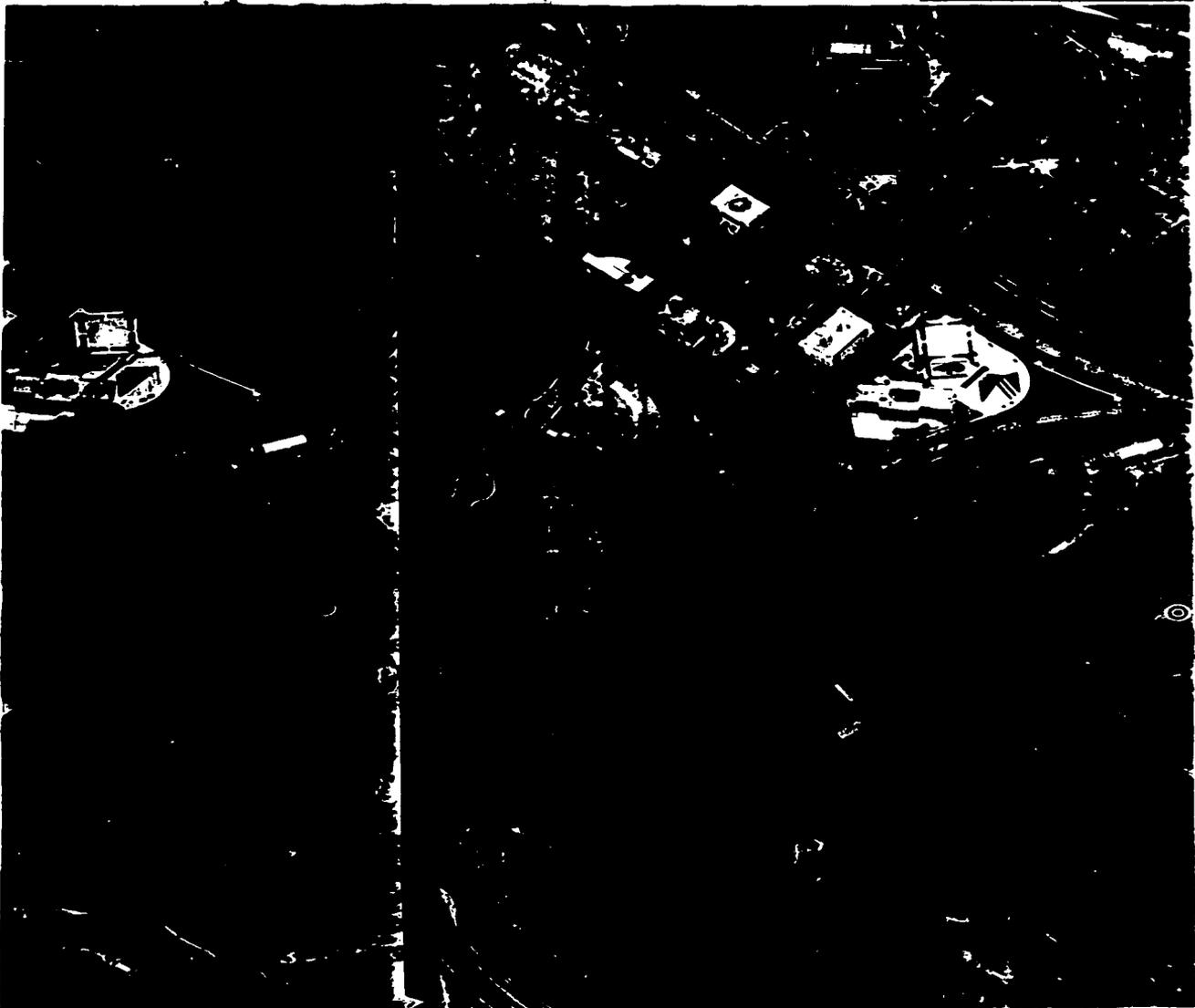


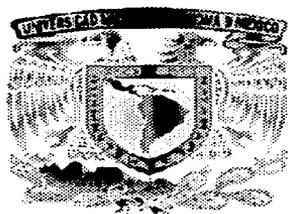
FOTOGRAFIA AEREA

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN







UNAM

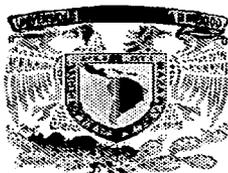
ENEP ARAGON



PLANOS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

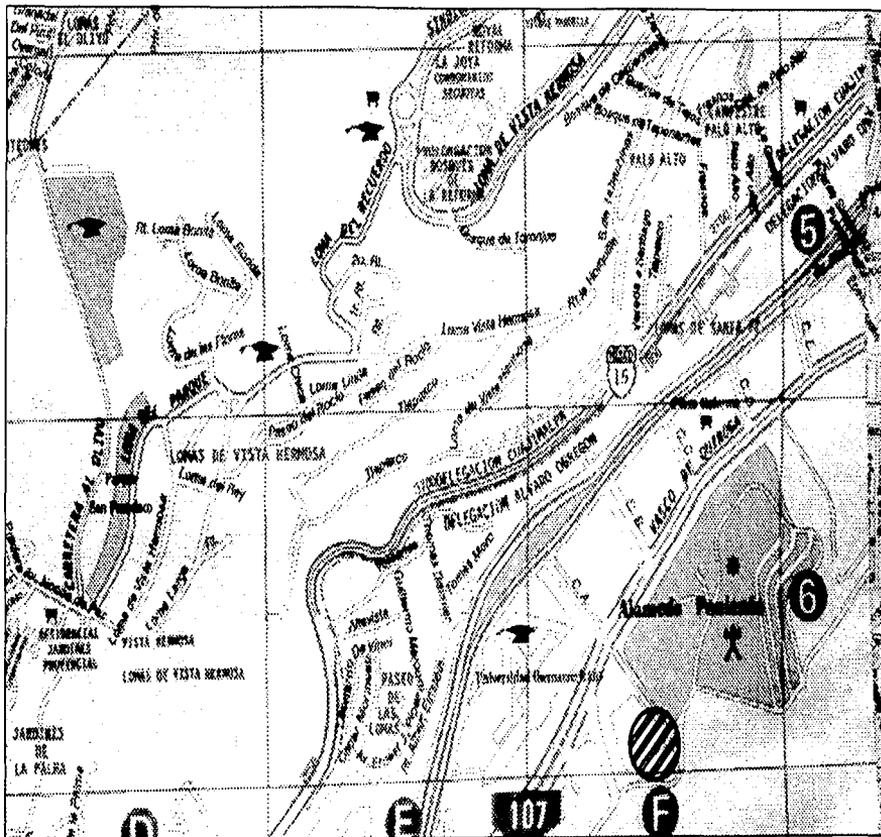
ANEXO III



UNAM
ENEP
ARAGON

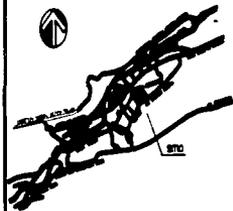


Relacion de planos	
Nombre	
Localizacion del sitio de interes	1
Lotificacion del sitio de interes	2
La topografia	3
Sotano 3	4
Lobby	5
Corte A-A' y B-B'	6
Primer nivel	7
Azotea	8
Fachada Este y Oeste	9
Fachada Norte Acceso Y Sur andador	10
localizacion de los sondeos y perfiles	11
perfil estratigrafico corte A-A'	12
perfil estratigrafico corte B-B'	13
perfil estratigrafico corte C-C'	14
perfil estratigrafico corte F-F'	15
perfil estratigrafico corte G-G'	16
perfil estratigrafico corte H-H'	17
zonas del subsuelo del DF	18
corte de andas sin andas Norte	19
corte de andas sin andas Poniente	20
corte de andas sin andas Oriente	21
Localizacion de andas colindancia Norte	22
Localizacion de andas colindancia Poniente	23
Localizacion de andas colindancia Oriente	24
Carta geologica	25



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CROQUIS DE LOCALIZACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



ESCUELA NACIONAL DE
ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"
INGENIERIA CIVIL

LA IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE ANCLAJE EN LA
CONSTRUCCION DE LOS BOTANON DEL EDIFICIO DE SON
EN BANTAJE MEXICO

TITULO DEL PROYECTO
CORPORATIVO SONY
AV. LAFIT NO.
COL. BANTAJE
MEXICO, D.F. 06100

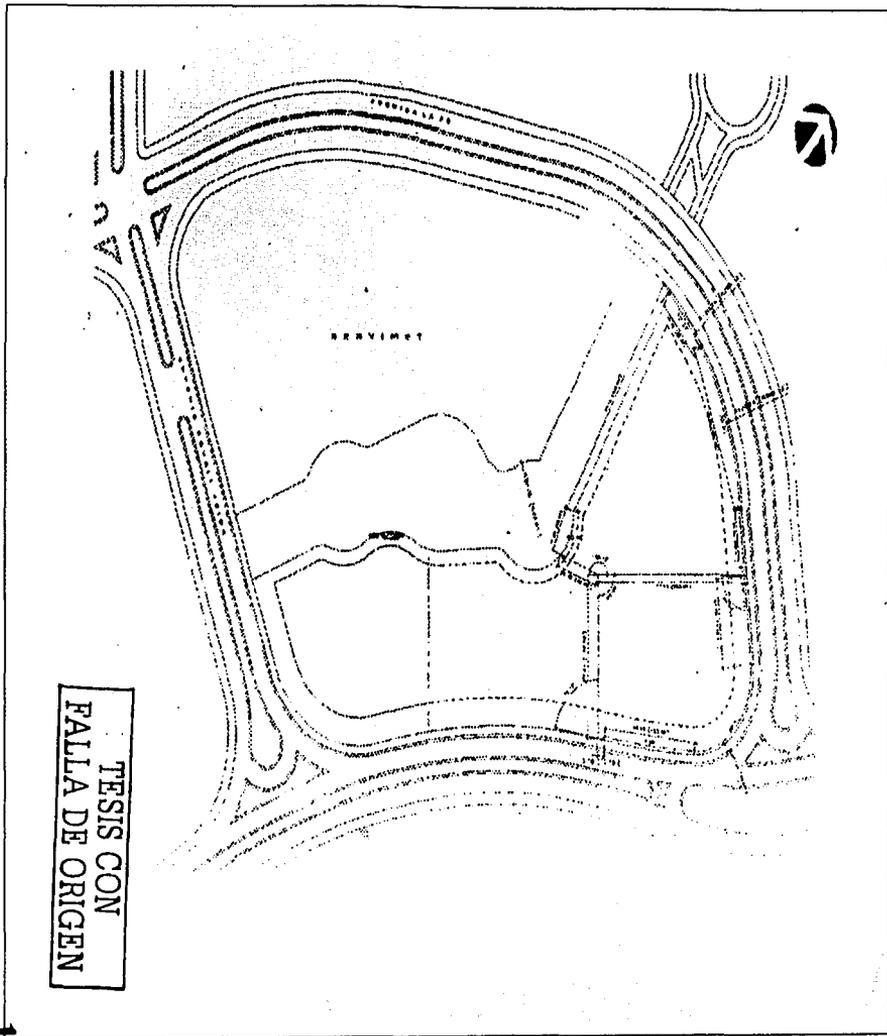
PLANO

Localizacion del sitio de interes

Ingeniero Marco Antonio Roldán

Fecha: 5/NOV/2003 Estado: MEXICO Auto: México

Fig. 1



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

157

CROQUIS DE LOCALIZACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**ESCUELA NACIONAL DE
ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"
INGENIERIA CIVIL**

LA IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE ANCLAJE EN LA
CONSTRUCCION DE LOS BOTANOS DEL EDIFICIO DE SERVICIOS
EN SANTA FE MEXICO

NOMBRE DEL PROYECTO
CORPORATIVO SONY
AS. LA FE NO.
COL. SANTA FE
MEXICO, D.F. MEX

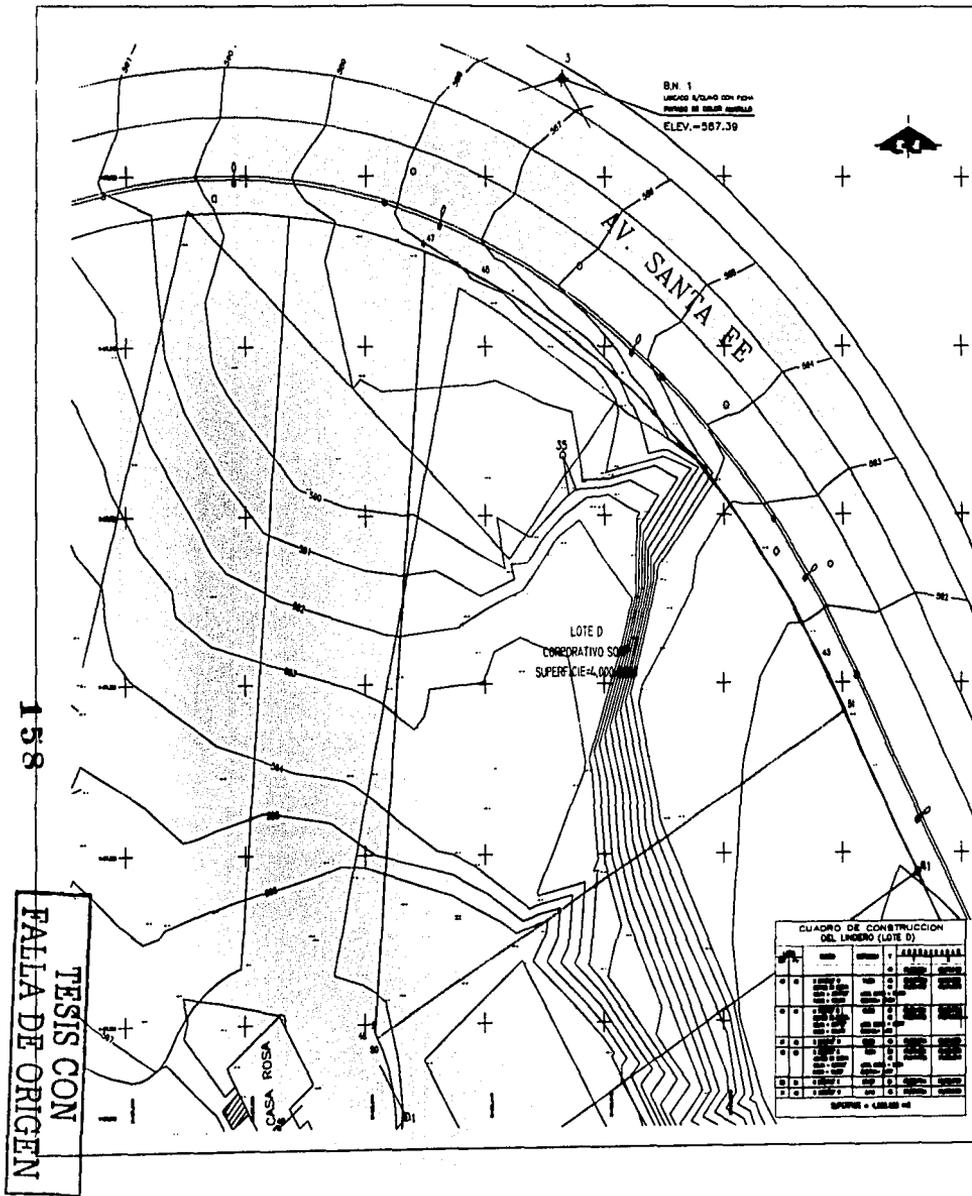
PLANO

Lotificación del sitio de interes

Ing. Alvaro Mercado Galán

Fecha 5 NOV 2002 Escala No 1:100 AutoCAD

Fig. 2



B.N. 1
 LINDERO ALZARON CON FENIX
 PERDIDO DE SOLAR MEXICALCO
 ELEV. = 587.39

AV. SANTA FE

LOTE D
 CORPORATIVO SONY
 SUPERFICIE 4.000

CASA ROSA

158
 TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

CUADRO DE CONSTRUCCION DEL LINDERO (LOTE D)

NO.	DESCRIPCION	VALOR	FECHA
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

IMPRESO EN MEXICO

CROQUIS DE LOCALIZACION

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 "ARAGON"
 INGENIERIA CIVIL

LA IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE ANCLAJE EN LA
 CONSTRUCCION DE LOS NOTANON DEL TERCEROS DE MAY
 EN SANTA FE MEXICO

NOMBRE DEL PROYECTO
CORPORATIVO SONY
 AV. LA FE NO.
 CITE. SANTA FE
 MUNICIPIO DE SAN JUAN DE LOS RIOS

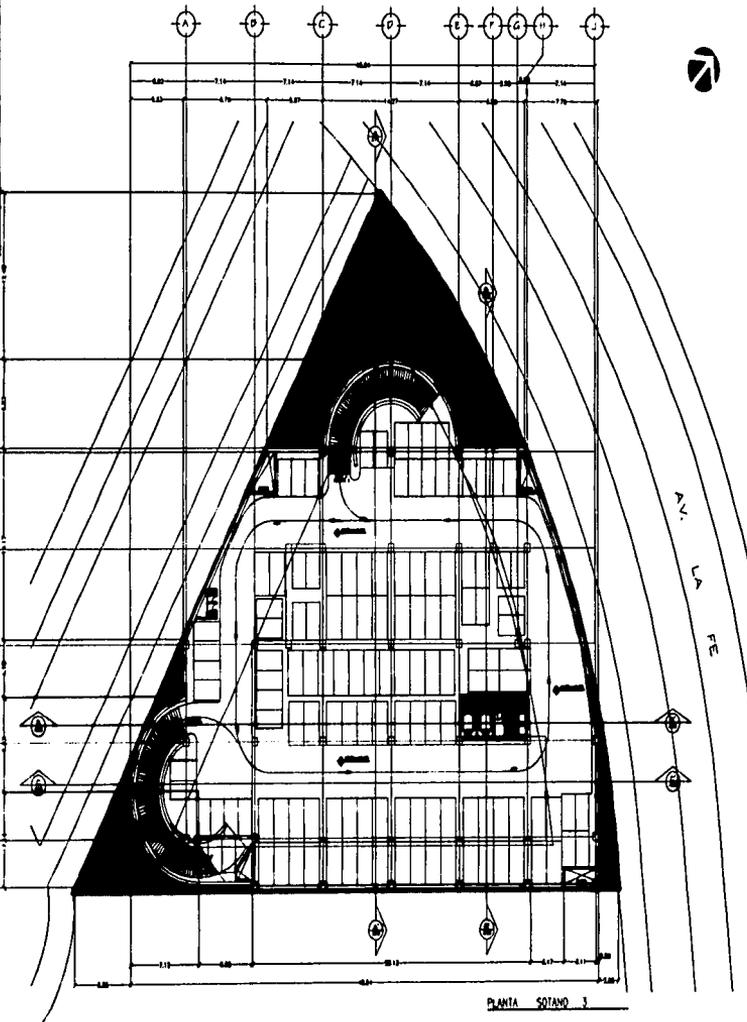
PLANO

Topográfico

Ing. Rocio Mercedes Bahal

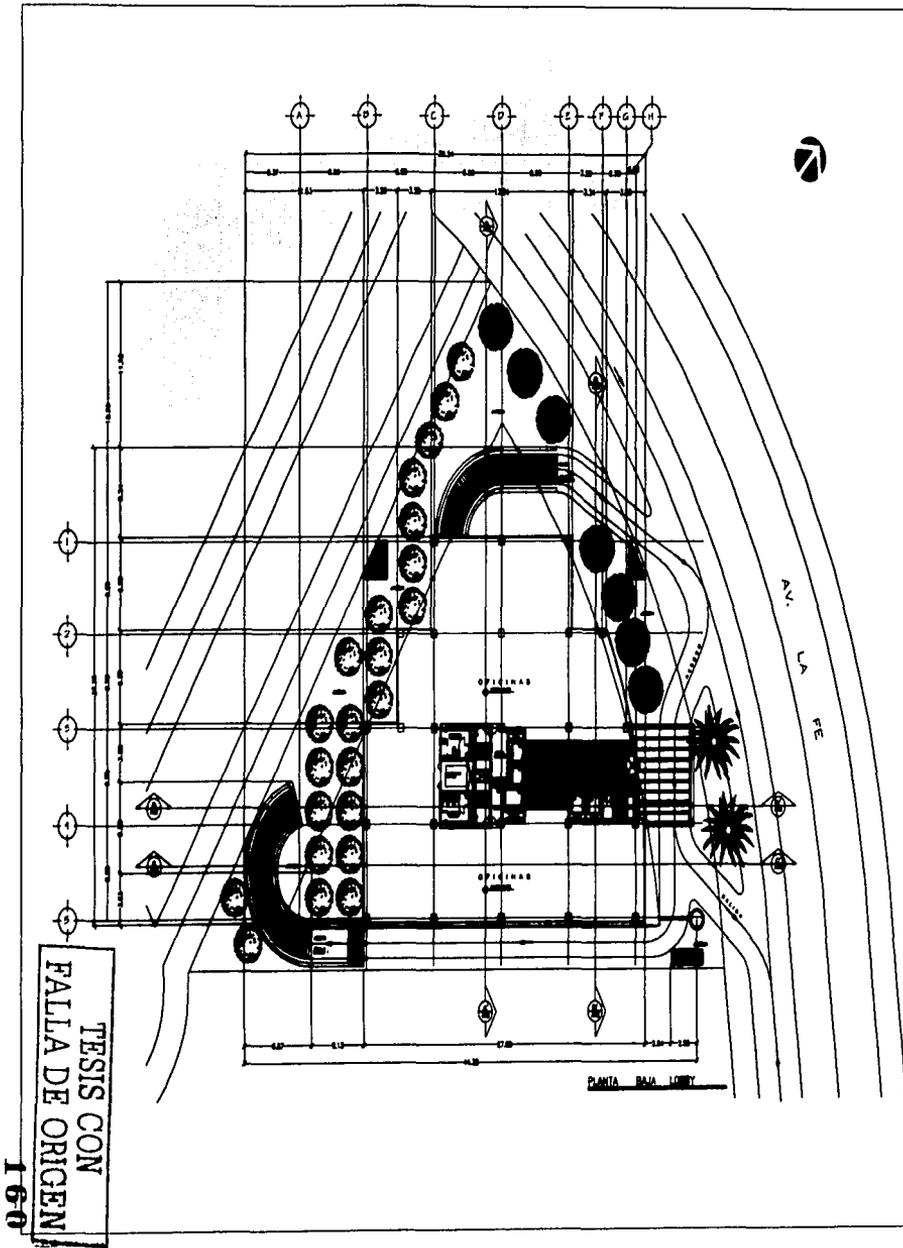
Fecha: Escala: Tipo: Fig. 3

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

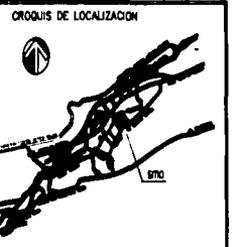


PLANTA SOTANO 3

<p>CRONIS DE LOCALIZACION</p>
<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</p> <p>ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON" INGENIERIA CIVIL</p>
<p>LA IMPORTANCIA DE LA SITUACION DE ANCLAJE EN LA CONSTRUCCION DE LOS SOTANOS DEL EDIFICIO DE MONT EN SANTA FE MEXICO</p>
<p>NOMBRE DEL PROYECTO CORPORATIVO SONY AV. LA LE N.º 4 COL. SANTA FE MEXICO, D.F. 0608</p>
<p>PLANO PLANTA ESTACIONAMIENTO SOTANO 3 NIVEL -12.20</p>
<p>Ing. Mario Marco & Ballew Tel: 5 605 2001 Fax: 5 605 2000 E-mail: mmm@mmw.com.mx</p>



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**
160



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

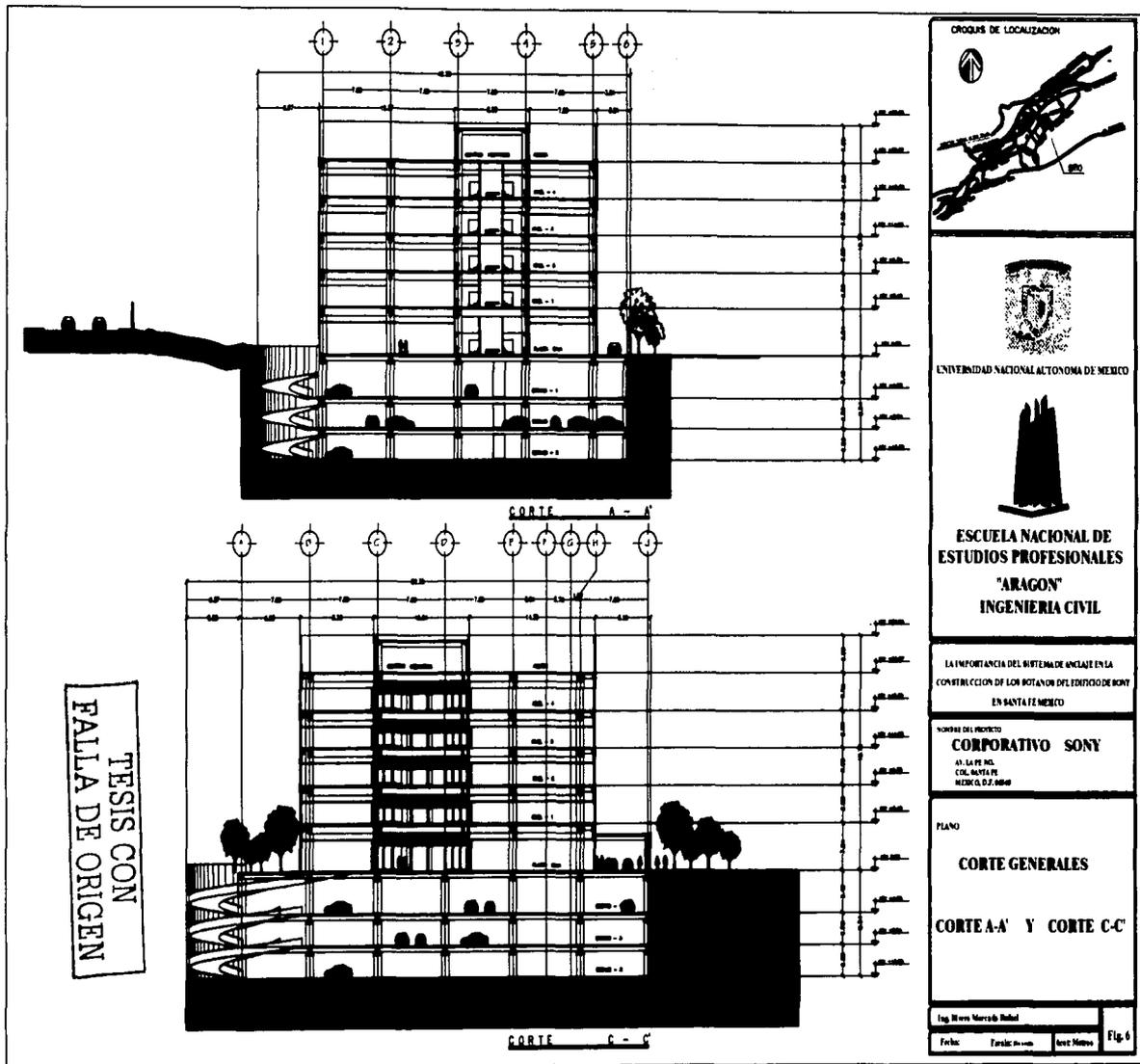
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON" INGENIERIA CIVIL

LA IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE ANCLAJE EN LA CONSTRUCCION DE LOS NOTAJOS DEL PUNTO DE VENTA EN BENTONITE

NOMBRE DEL PROYECTO
CORPORATIVO SONY
 AV. LA FE NO. COL. BANTAFE MEXICO D.F. 0340

PLANO
PLANTA BAJA
ACCESO LOBBY NIVEL 0.00

Ing. Elvira Mercedes Salas
 Fecha: 5 NOV 2002 Escala: 1/100 Auto: Nitro Fig. 5



CRONIS DE LOCALIZACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



ESCUELA NACIONAL DE
ESTUDIOS PROFESIONALES
'ARAGON'
INGENIERIA CIVIL

LA INEFORTANCIA DEL SISTEMA DE ANCLAJE EN LA
CONSTRUCCION DE LOS BOTANOS DEL EDIFICIO DE BONT
EN SANTA FE MEXICO

TITULO DEL PROYECTO

CORPORATIVO SONY

AL LA PE NO.
CUL. SANTA FE
MEXICO, D.F. 1988

PLANO

CORTE GENERALES

CORTE A-A' Y CORTE C-C'

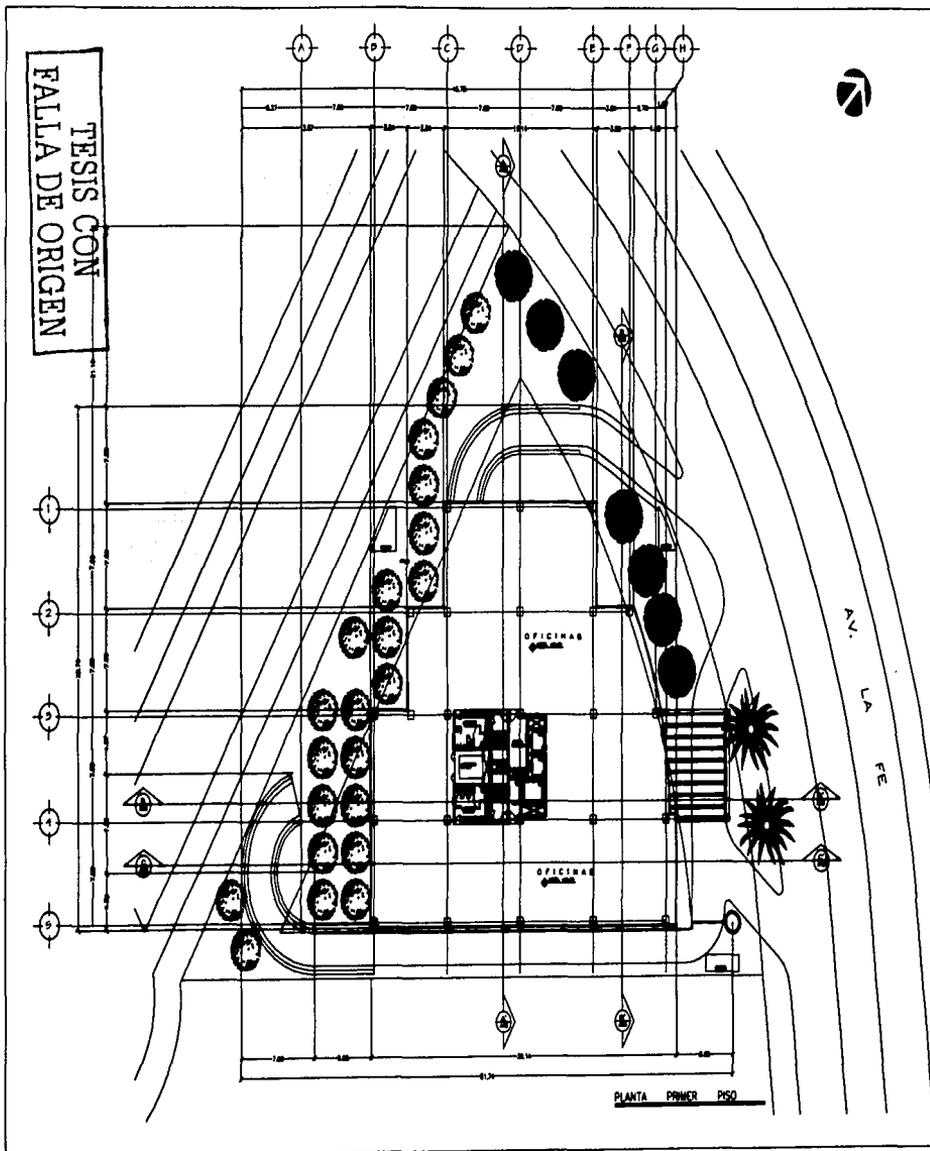
Ing. Miro Mercedes Babil

Folio:

Folio de 10

de 10

Fig. 6



CROQUIS DE LOCALIZACION

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON" INGENIERIA CIVIL

LA IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE ANCLAJE EN LA CONSTRUCCION DE LOS BOTANON DEL EDIFICIO DE BONT EN SANTA FE MEXICO

NOBRE DEL PROYECTO
CORPORATIVO SONY
AV. LA PEÑOL, COL. SANTA FE MEXICO, D.F. 06648

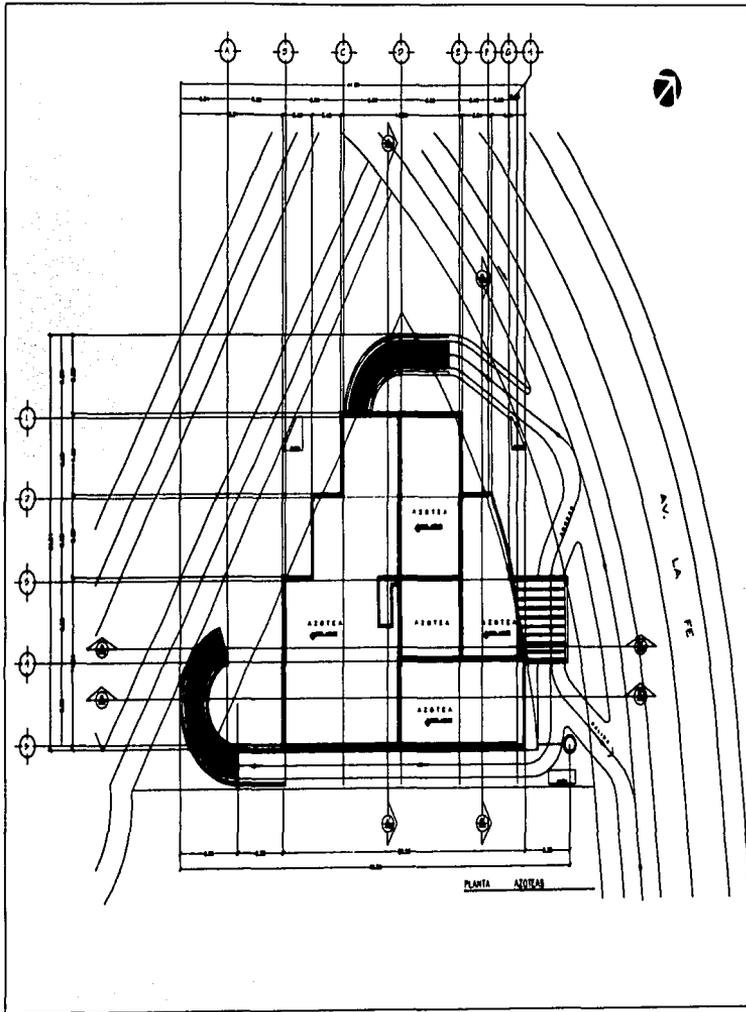
PLANO

PLANTA PRIMER PISO
OFICINAS NIVEL + 5.49

Ing. Oscar Navarro Robal

Folio:	Fecha:	Auto:	Escal:	Fig. 7
--------	--------	-------	--------	--------

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

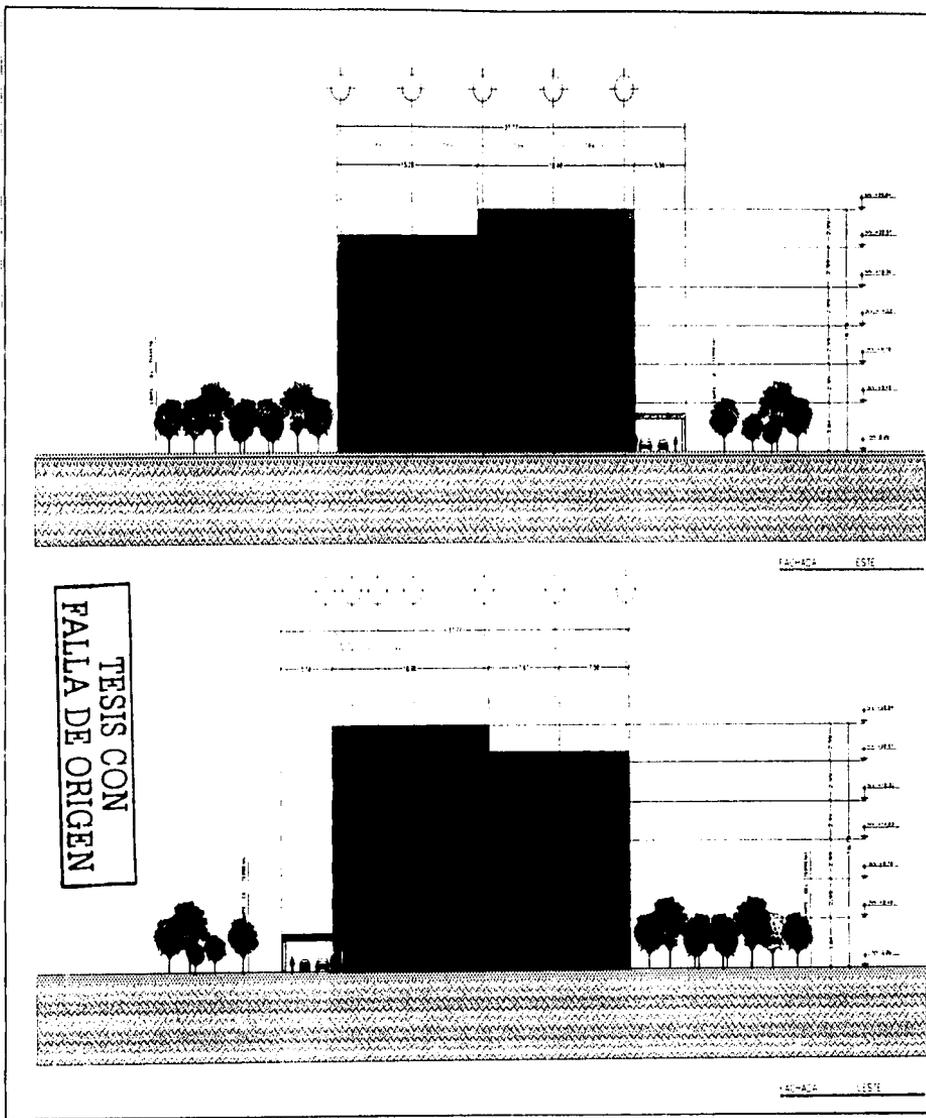
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
'ARAGON'
INGENIERIA CIVIL

LA IMPORTANCIA DE LA BRISERA DE ANCLAJE EN LA
CONFORMACION DE LOS MOLINOS DEL EDIFICIO DE BOMAS
EN SANTA FE NEZACA

ANEXO DEL PROYECTO
CORPORATIVO SONY
AV. LAZARUS
COL. SANTA FE
MEXICO D.F. 06000

PLANO
PLANTA
AZOTEAS NIVEL + 22.57

Ing. Álvaro Hernández Rodríguez			Fig. 8
Fecha	Escala	Auto. Número	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"
INGENIERIA CIVIL

LA IMPORTANCIA DEL BIENESTAR AMBIENTAL EN LA CONSTRUCCION DE LOS ROTANOS DEL EDIFICIO DE SONY EN SANTA FE MEXICO

NOMBRE DEL PROYECTO
CORPORATIVO SONY
AV. LA 99 NO. 1
COL. SANTA FE
MEXICO, D.F. 06060

PLANO

FACHADA OESTE

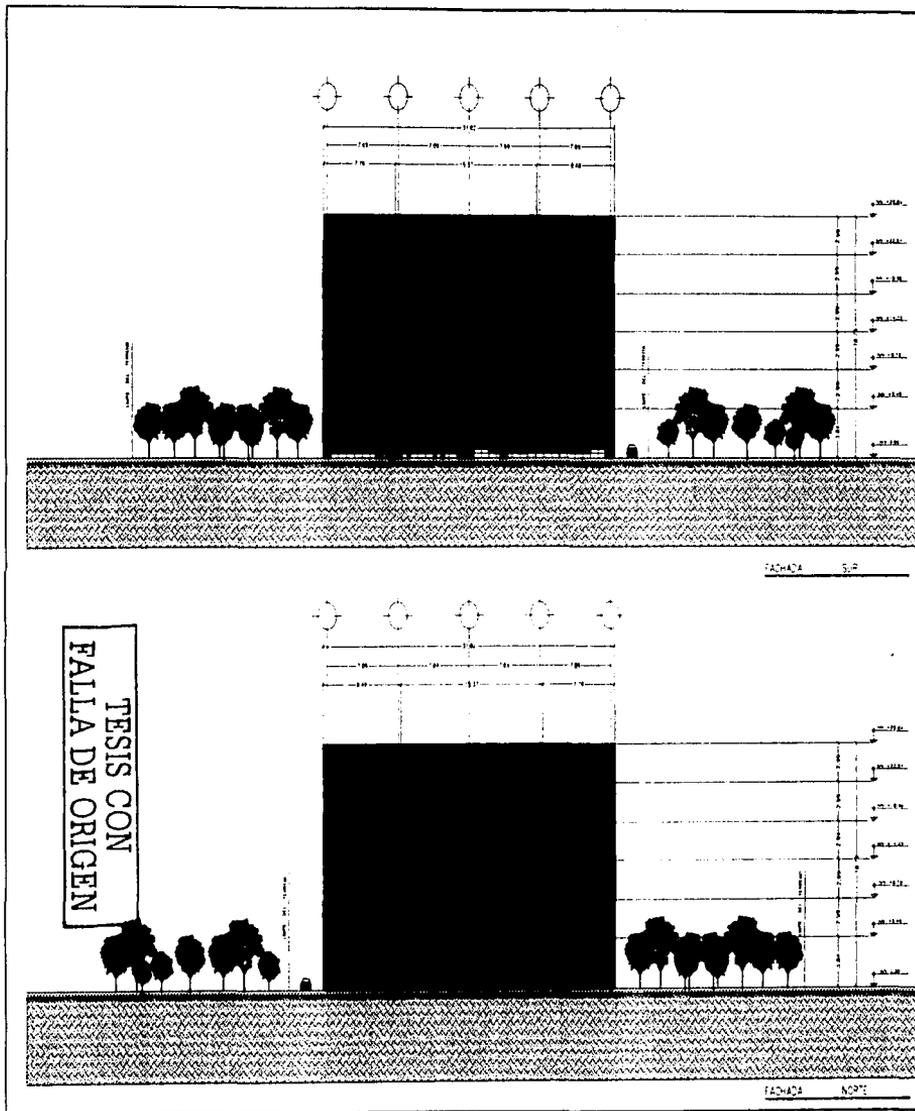
FACHADA ESTE

Ing. Oscar Hernandez Roldan

Fecha: Enero de 2000

Escala: 1:1000

Fig. 9



ORDEN DE LOCALIZACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



ESCUELA NACIONAL DE
ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"
INGENIERIA CIVIL

LA IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE ANCLAJE EN LA
CONSTRUCCION DE LOS BOTANOR DEL EDIFICIO DE BONT
EN SANTA FE MEXICO

NOMBRE DEL PROYECTO
CORPORATIVO SONY
41. LA FE NO.
COL. SANTA FE
MEXICO, D.F. 06660

PLANO

FACHADA SUR

FACHADA SUR

Ing. Oscar Mercado Galán

Folio:

Folio de:

Folio Total:

Fig. 10



UNAM

ENEP

ARAGON

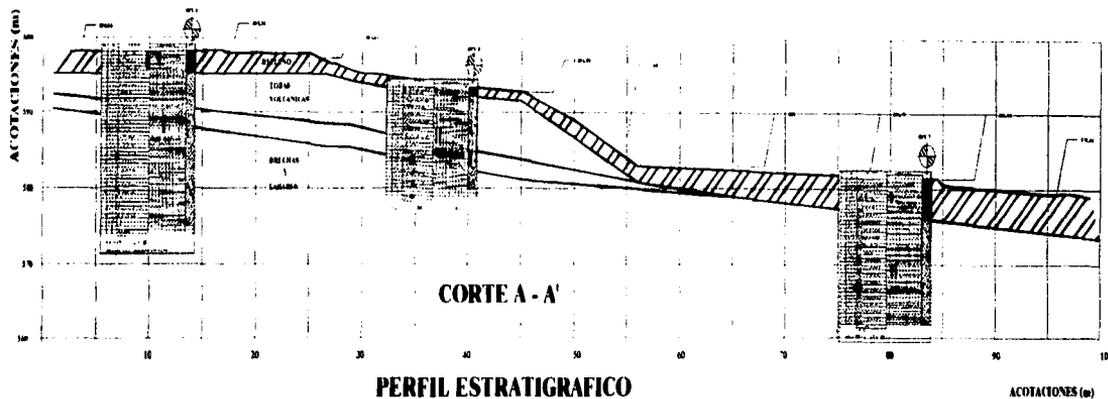


Fig. 12

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

UNAM

ENEP

ARAGON

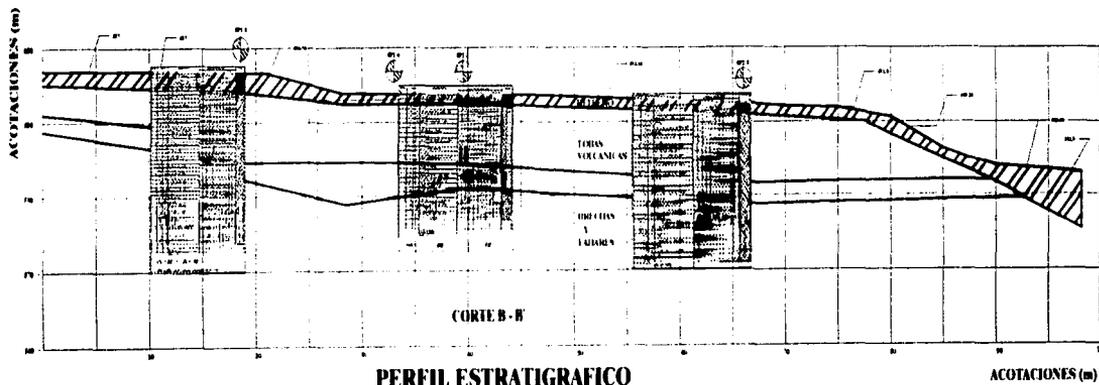


Fig. 13

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

UNAM

ENEP

ARAGON

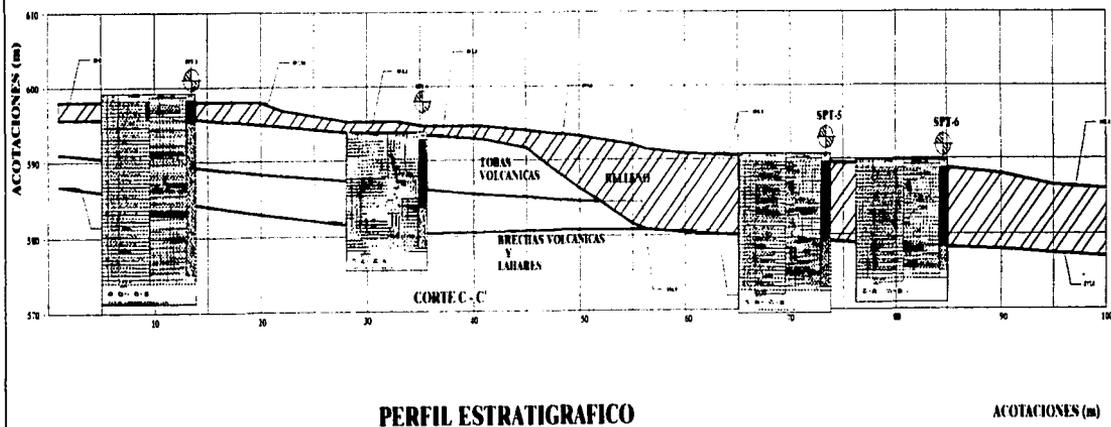


Fig. 14

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

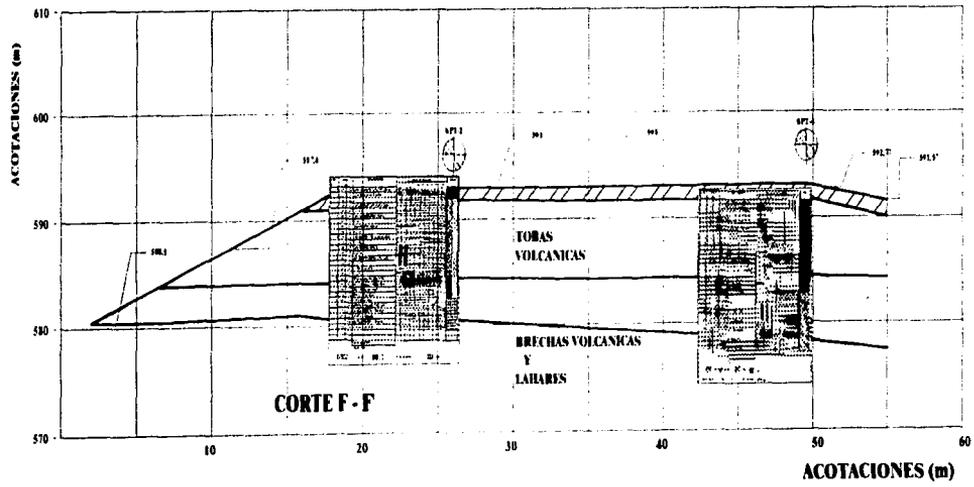


LA IMPORTANCIA DE SISTEMAS DE APILAR EN LA
COMPRENSIÓN DE LOS MECANISMOS DEL EFECTO DE BENT
EN SAPATA DE HERRÓ

MEMORIA DEL PROYECTO
CORPORATIVO SONY
ANÁLISIS DEL
C.C. SAPATA
HERRÓ DE HERRÓ

MEMORIA DEL PROYECTO
PERFILESTRATIGRAFICO
F-F

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
Ingeniería Civil
Carrilón
Escuela Nacional de Estudios Profesionales
Ingeniería Civil
Carrilón

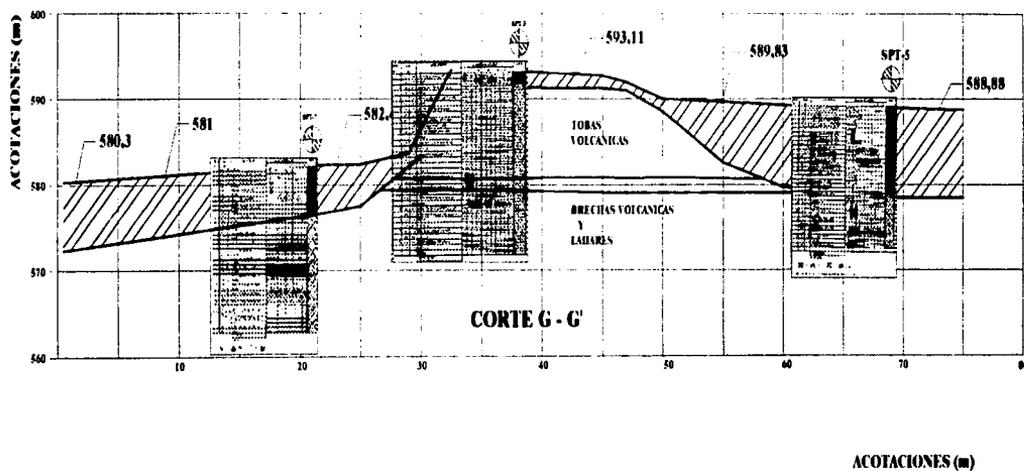


CORTE F - F

PERFIL ESTRATIGRAFICO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

UNAM ENEP ARAGON



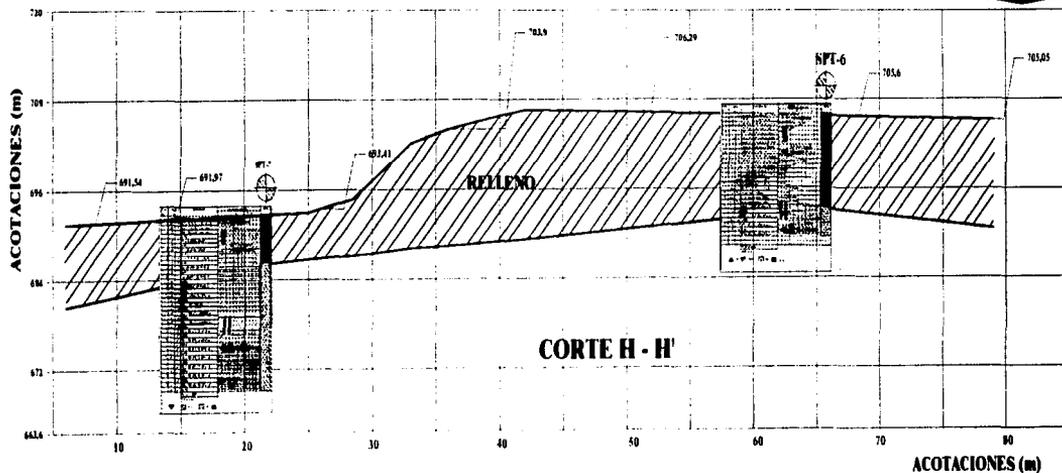
PERFIL ESTRATIGRAFICO

Fig. 16

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

UNAM
ENEP

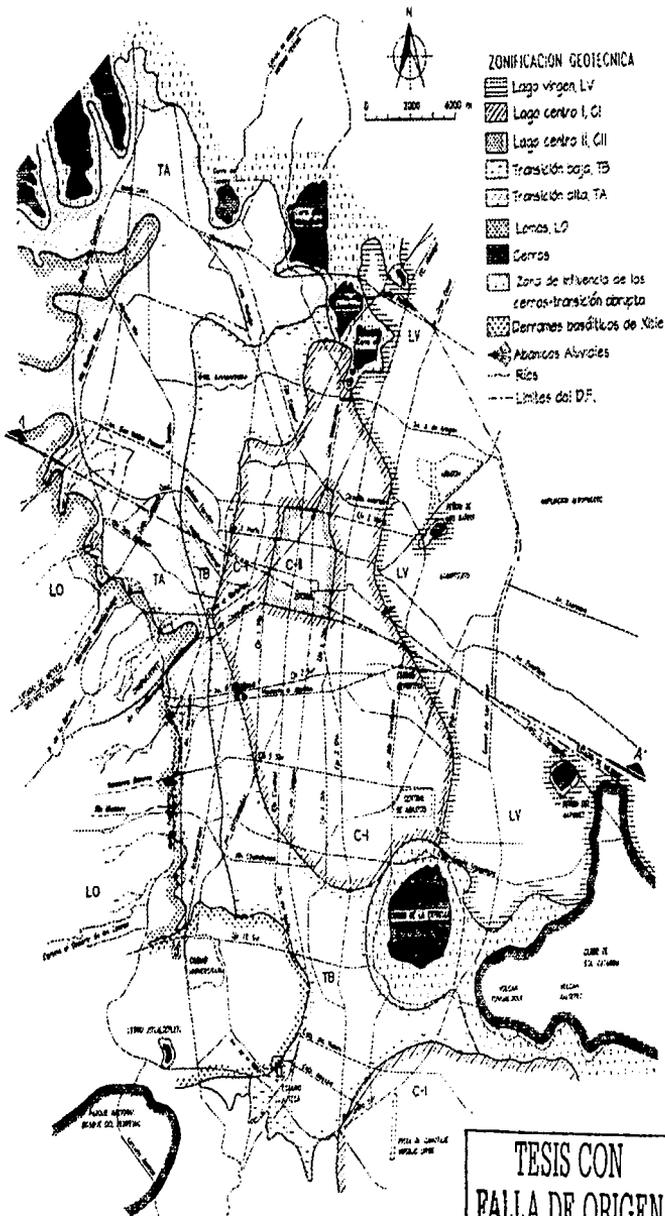
ARAGON



PERFIL ESTRATIGRAFICO

Fig. 17

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



ESCUELA NACIONAL DE
ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"
INGENIERIA CIVIL

LA IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE ANCLAJE EN LA
CONSTRUCCION DE LOS ROTANOS DEL EDIFICIO DE SONY
EN SANTA FE MEXICO

NOMBRE DEL PROYECTO
CORPORATIVO SONY
AV. LA FZ NO. 1
COL. SANTA FE
MEXICO, D.F. 05000

PLANO

**Zonificación Geotécnica
de la Ciudad de México.**

Ing. Roberto Mercedo Balbuena

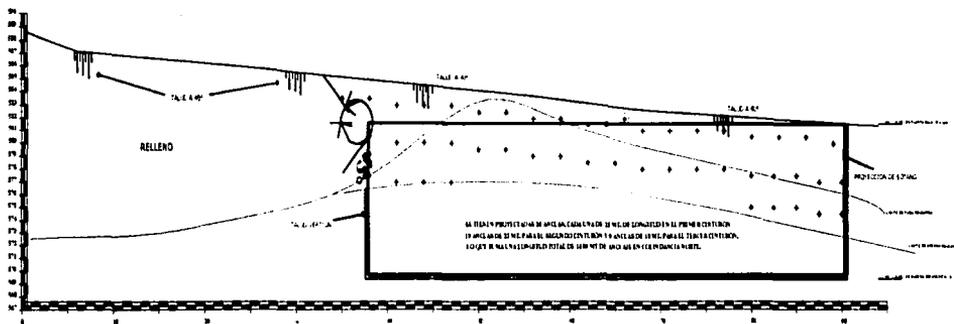
Fecha

Escala 1:5000

Acero: Naranja

Fig. 10

VISTA COLINDANCIA CORVE



SE HAN PROYECTADO LAS COLINDANCIAS DE LAS CALZADAS EN LA FORMA DE TUBOS DE HORMIGÓN DE 1.50 METROS DE DIÁMETRO Y 1.50 METROS DE ANCHURA. ESTOS TUBOS SE HAN PROYECTADO EN UN ESPACIO DE 1.50 METROS DE ANCHURA ENTRE ELLOS.

1. SE HA PROYECTADO EL RELLENO DE LA CALZADA EN LA FORMA DE TUBOS DE HORMIGÓN DE 1.50 METROS DE DIÁMETRO Y 1.50 METROS DE ANCHURA. ESTOS TUBOS SE HAN PROYECTADO EN UN ESPACIO DE 1.50 METROS DE ANCHURA ENTRE ELLOS.

2. SE HA PROYECTADO EL RELLENO DE LA CALZADA EN LA FORMA DE TUBOS DE HORMIGÓN DE 1.50 METROS DE DIÁMETRO Y 1.50 METROS DE ANCHURA. ESTOS TUBOS SE HAN PROYECTADO EN UN ESPACIO DE 1.50 METROS DE ANCHURA ENTRE ELLOS.

3. SE HA PROYECTADO EL RELLENO DE LA CALZADA EN LA FORMA DE TUBOS DE HORMIGÓN DE 1.50 METROS DE DIÁMETRO Y 1.50 METROS DE ANCHURA. ESTOS TUBOS SE HAN PROYECTADO EN UN ESPACIO DE 1.50 METROS DE ANCHURA ENTRE ELLOS.

4. SE HA PROYECTADO EL RELLENO DE LA CALZADA EN LA FORMA DE TUBOS DE HORMIGÓN DE 1.50 METROS DE DIÁMETRO Y 1.50 METROS DE ANCHURA. ESTOS TUBOS SE HAN PROYECTADO EN UN ESPACIO DE 1.50 METROS DE ANCHURA ENTRE ELLOS.

**TESIS CON
PALLA DE ORIGEN**

1	PROYECTO GENERAL
2	PROYECTO DE EJECUCIÓN
3	PROYECTO DE MANTENIMIENTO
4	PROYECTO DE RECONSTRUCCIÓN

CIRCUITO DE LOCALIZACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**ESCUELA NACIONAL DE
ESTUDIOS PROFESIONALES
'ARAGON'
INGENIERIA CIVIL**

LA IMPORTANCIA DE LA OBRERA DE ANCIAN EN LA
CONSTRUCCION DE LOS BARRIOS DEL EDIFICIO DE NOVI
EN SANTA FE MEXICO

NOMBRE DEL PROYECTO
CORPORATIVO SONY
AVILA PEREZ
COLIMATOS
MEXICO, D.F. 1980

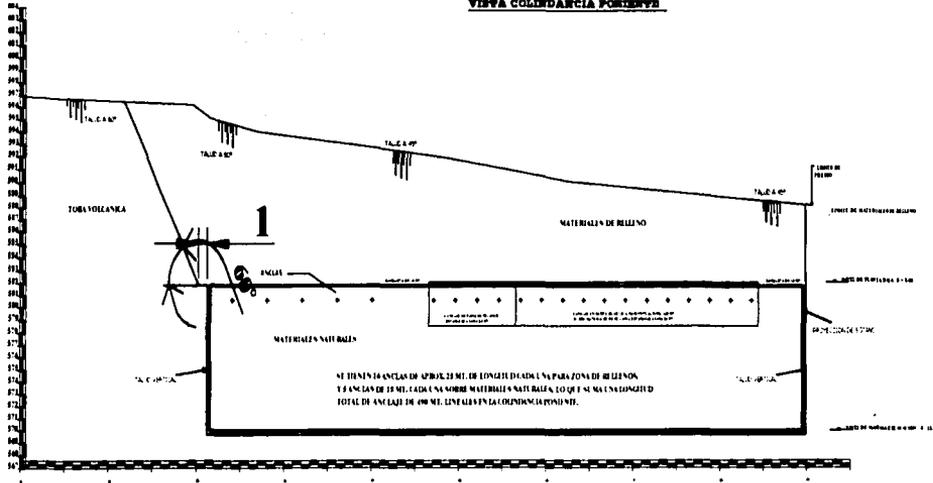
PLANO

**CORTE DEL TERRENO Y
LOCALIZACIÓN DE ANCIAN
COLINDANCIA NORTE**

Ing. Oscar Hernández Roldán

Folio: _____ Total: _____ Fecha: _____

VISTA COLINDANCIA PONIENTE



1. MATERIAL DE RELLENO: SE USARÁ MATERIAL DE RELLENO DE TIPO 1, DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NOMENCLATURA DE MATERIALES DE RELLENO DE LA SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y FOMENTO.

2. MATERIAL NATURAL: SE USARÁ MATERIAL NATURAL DE TIPO 1, DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NOMENCLATURA DE MATERIALES NATURALES DE LA SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y FOMENTO.

3. ANCLAS: SE USARÁN ANCLAS DE ACERO DE 400 CM DE LONGITUD Y 200 CM DE DIÁMETRO, DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NOMENCLATURA DE ANCLAS DE LA SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y FOMENTO.

4. TUBO VOLCANICA: SE USARÁ TUBO VOLCANICA DE 15 CM DE DIÁMETRO Y 100 CM DE LONGITUD, DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NOMENCLATURA DE TUBO VOLCANICA DE LA SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y FOMENTO.

5. TAJED 60°: SE USARÁN TAJED 60° DE 15 CM DE ANCHURA Y 100 CM DE LONGITUD, DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NOMENCLATURA DE TAJED 60° DE LA SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y FOMENTO.

6. LIMITE DE MATERIALES NATURALES: SE USARÁ LIMITE DE MATERIALES NATURALES DE 15 CM DE ANCHURA Y 100 CM DE LONGITUD, DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NOMENCLATURA DE LIMITE DE MATERIALES NATURALES DE LA SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y FOMENTO.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON" INGENIERIA CIVIL

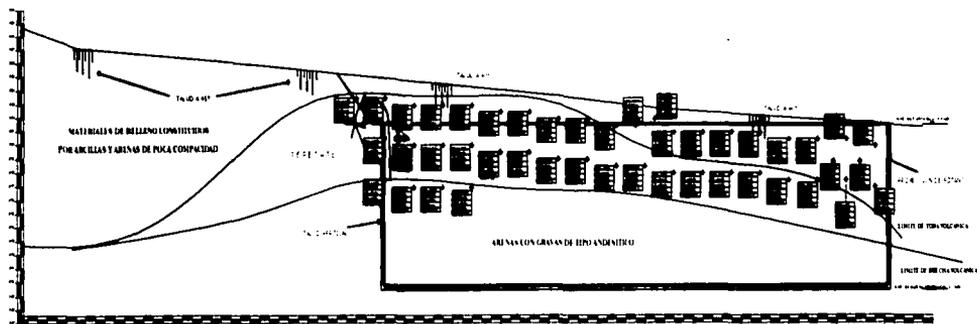
LA IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE ANCLAJE EN LA CONSTRUCCION DE LOS BOTANONES DEL EDIFICIO DE BOWY EN SANTA FE NEBUCA

PROYECTO DEL PROYECTO
CORPORATIVO SONY
BOYATE NO.
COLINDANCIA
NEBUCA 07/2008

PLANO
CORTE DEL TERRENO Y LOCALIZACION DE ANCLAS COLINDANCIA PONIENTE

Ing. Oscar Humberto Saldaña
Fecha: _____ Estado: _____ Año: 2008 **Pg. 20**

VIETA COLENDANCIA NORTE



NOTA: LA SEPARACION DE LAS UNIDADES EN EL PUNTO DE ANCLAJE DE BIENENO LOMATITIBAN DEBE SER DE 10 CM PARA EL PUNTO DE ANCLAJE DE BIENENO LOMATITIBAN Y DE 15 CM PARA EL PUNTO DE ANCLAJE DE BIENENO LOMATITIBAN COMPACTADO.

EL PUNTO DE ANCLAJE DE BIENENO LOMATITIBAN DEBE SER DE 10 CM PARA EL PUNTO DE ANCLAJE DE BIENENO LOMATITIBAN Y DE 15 CM PARA EL PUNTO DE ANCLAJE DE BIENENO LOMATITIBAN COMPACTADO.

EL PUNTO DE ANCLAJE DE BIENENO LOMATITIBAN DEBE SER DE 10 CM PARA EL PUNTO DE ANCLAJE DE BIENENO LOMATITIBAN Y DE 15 CM PARA EL PUNTO DE ANCLAJE DE BIENENO LOMATITIBAN COMPACTADO.

RECOMENDACIONES	
1	RECOMENDACIONES
2	RECOMENDACIONES
3	RECOMENDACIONES
4	RECOMENDACIONES
5	RECOMENDACIONES
6	RECOMENDACIONES
7	RECOMENDACIONES
8	RECOMENDACIONES
9	RECOMENDACIONES
10	RECOMENDACIONES

ORDEN DE LOCALIZACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES 'ARAGON' INGENIERIA CIVIL

LA IMPORTANCIA DEL BIEN EN LA CONSTRUCCION DE LOS PUENTES DE BIEN EN EN AMBIENTE MEDIO

CONTRATO DEL PROYECTO
CORPORATIVO SONY
CALLE DEL SOL
CALLE DEL SOL
MEXICO, D.F. 06700

PLANO

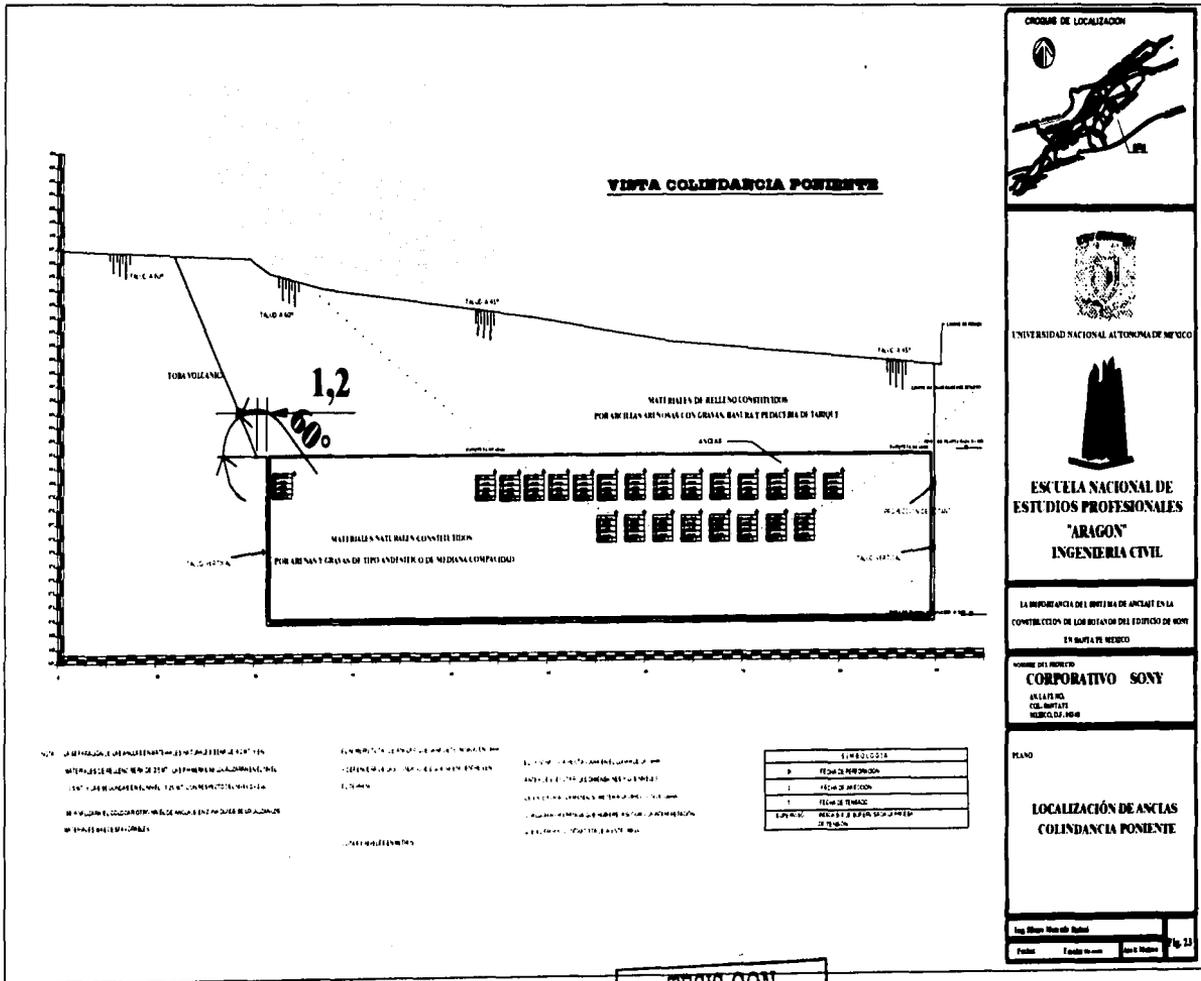
LOCALIZACION DE ANCLAS
COLENDANCIA NORTE

Ing. Steve Marshall Roldán

Fecha: _____ Estado: _____ Otro: _____

Fig. 12

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



CROQUIS DE LOCALIZACION

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON" INGENIERIA CIVIL

LA IMPORTANCIA DE LA BUNTERIA DE ANCLAS EN LA CONSTRUCCION DE LOS BOTANOS DEL EDIFICIO DE MONTE EN BUENA VISTA MEXICO

NOMBRE DEL INGENIERO
CORPORATIVO SONY

AVILA NO.
COL. BUENA VISTA
MEXICO DF. 06000

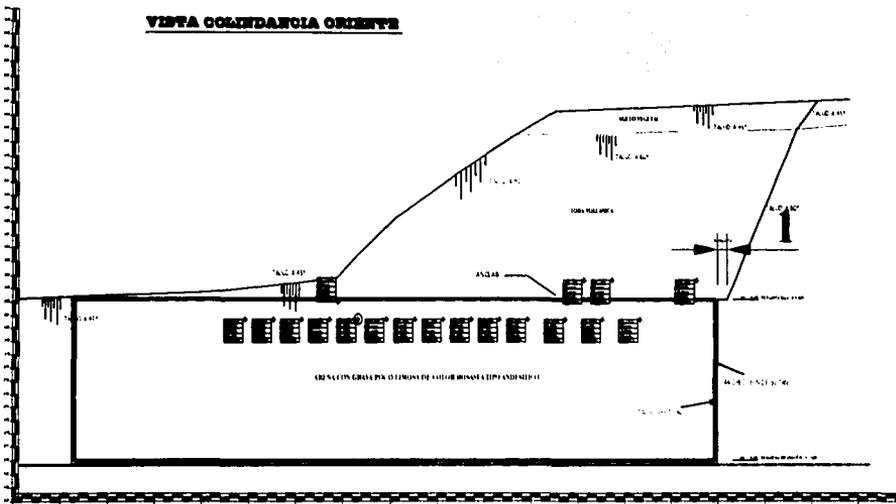
PLANO

LOCALIZACION DE ANCLAS COLINDANCIA PONIENTE

Ing. Oscar Hernandez Salas

Fecha: Estado: Fecha: Pg. 23

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



NOTA: LA SEPARACIÓN DE LAS ANCLAS EN MATERIALES SUAVES DEBE SER EN
MATERIALES DE RELENTO DE 1.25 MT. LAS ANCLAS EN LOS ALZANOS EN EL NIVEL
1.25 MT. LAS ANCLAS EN EL NIVEL 1.25 MT. CON RESPECTO A LA VELA DE
SE ANALIZA EL COLOCAR OTRO VÉLDE ANCLAS EN LA ZONA DE LOCALIZACIÓN
MATERIALES MÁS DEBILITABLES

EN LA METODIA DE ANCLAS SE DEBE CONSIDERAR EN
TEMPERATURA DE LAS ANCLAS EN EL NIVEL DE
EL TIEMPO

CON ANCLAS EN METAL

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

EL CUAL TIENE QUE CLARIFICAR EN EL LUGAR DE LA TEMA
ANTES DE REALIZAR LAS DIMENSIONES Y LETRAS
DE ESTE PLANO DEBE CONSIDERAR A LA CALIFICACIÓN DE TEMA
CUALQUIER DIFERENCIA QUE HUBIERE AS COMO LA INTERPRETACIÓN
DE EL PLANO CON TANTO ESTE ASESORADO

SIMBOLOGIA	
1	FECHA DE PERFORACIÓN
2	FECHA DE REPERFORACIÓN
3	FECHA DE TENDIDO
4	FECHA DE SUPERVISIÓN Y REPERFORACIÓN

CRONOGRAMA DE LOCALIZACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"
INGENIERIA CIVIL

LA IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE ANCLAJE EN LA
CONSTRUCCION DE LOS ROTANOS DEL EDIFICIO DE SONIA
EN SANTA FE MEXICO

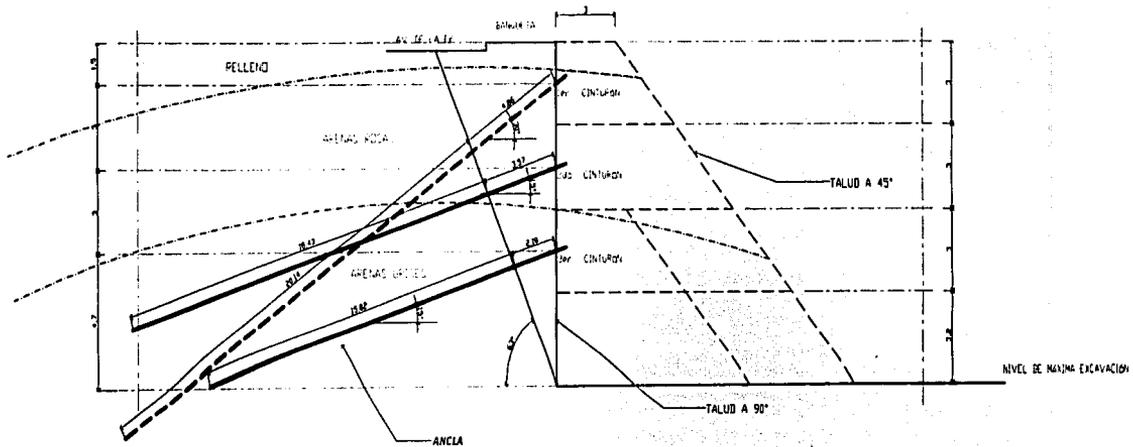
NOMBRE DEL PROYECTO
CORPORATIVO SONY
AV. LA PEÑA
COL. SANTA FE
MEXICO, D.F. 06800

PLANO

**LOCALIZACIÓN DE ANCLAS
COLUMBIANCA ORIENTE**

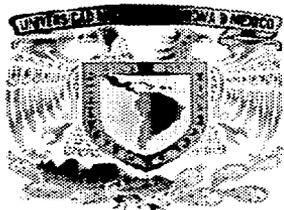
Ing. Marco Moya de Nolasco			
Fecha:	Escala:	Instituto:	Fig. 24

" COLINDANCIA NORTE "



CORTE DE ANCLAS
" COLINDANCIA
NORTE "

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNA

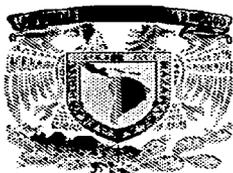
ENEP ARAGON



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIELETRAS

ANEXO III



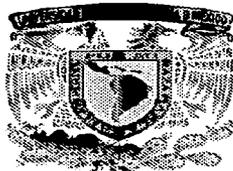
UNAM
ENEP
ARAGON



Relacion de figuras

Nombre	
Sondeo de penetracion estandar 1	1
Sondeo de penetracion estandar 2	2
Sondeo de penetracion estandar 3	3
Sondeo de penetracion estandar 4	4
Sondeo de penetracion estandar 5	5
Sondeo de penetracion estandar 6	6
Sondeo de penetracion estandar 7	7
Registro de campo Sondeo SPT-1	8
Registro de campo Sondeo SPT-1 Continuacion	9
Registro de campo Sondeo SPT-2	10
Registro de campo Sondeo SPT-3	11
Registro de campo Sondeo SPT-4	12
Registro de campo Sondeo SPT-5	13
Registro de campo Sondeo SPT-6	14
Registro de campo Sondeo SPT-7	15
Figura de tipo de cimentacion	16
Empuje sobre muros rigidos perimetrales	17

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

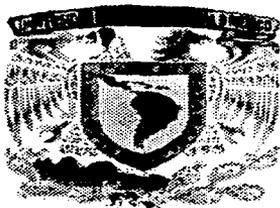


UNAM
ENEP
ARAGON

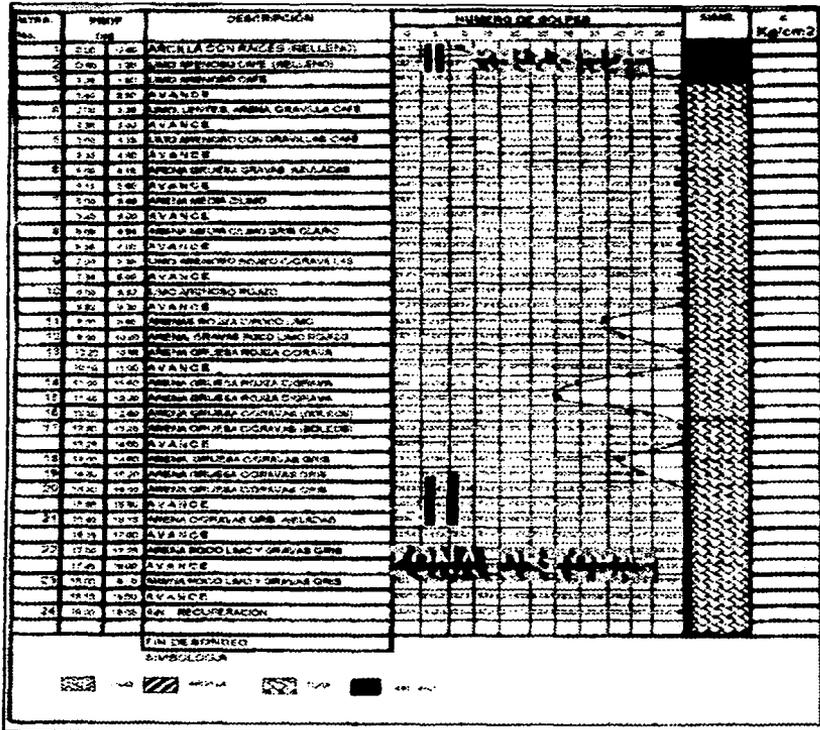
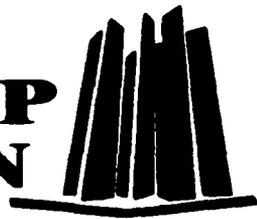


Corte 1 (conlindancia Poniente)	18
Corte 2 (conlindancia Poniente)	19
Corte 3 (conlindancia oriente)	20
Corte 4 (conlindancia oriente)	21
Corte 5 (conlindancia Norte)	22
Corte 6 (conlindancia Norte)	23
Vista general del refuerzo de ancla	24
Seccion transversal del ancla	25
Etapas de excavación	26
Representacion esquematica del anclaje	27
Detalle constructivo del concreto lanzado	28
Corte de Ancla	29
Asentamientos elasticos	30
Corte de Ancla de friccion	31
Medición del desplazamiento horizontal del testigo superficial	32
Especificaciones de concreto lanzado	33
Lanzadora tipo revolver	34

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



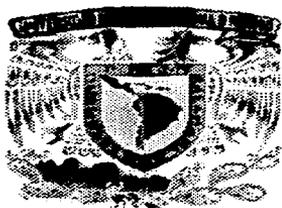
UNAM ENEP ARAGON



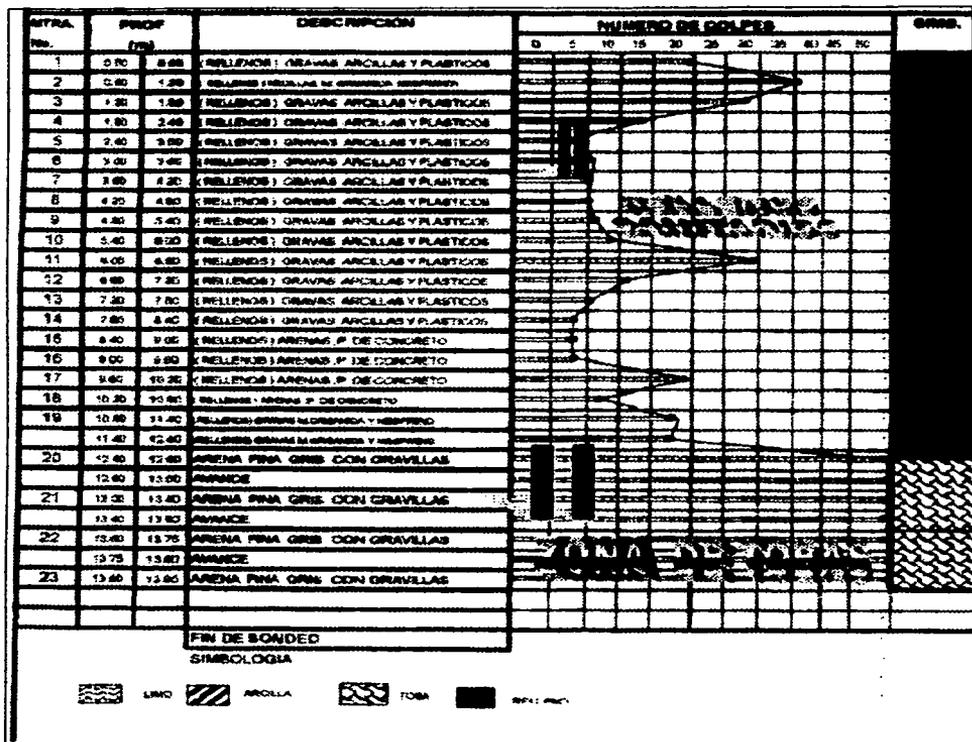
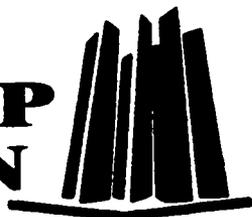
SONDEO DE PENETRACIÓN ESTANDAR 4

Figura # 4

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM ENEP ARAGON



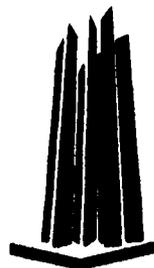
SONDEO DE PENETRACIÓN ESTANDAR 6

Figura # 6

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM ENEP ARAGON



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

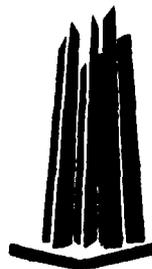
No	PROFUNDIDAD (cm)			RECUPERACION		PENETRACION ESTANDAR			ADENE NTS.	CLASIFICACION DE CAMPO Y OBSERVACIONES	
	INICIAL	FINAL	AVANCE	m	%	PESO DE MAMPULLO EN KG					TIPO DE HERRAMIENTA
						ALTIMA DE CADA DE 75 CM					
						15 cm.	30 cm.	45 cm.			
						No. DE GOLPES EN					
						MUESTREO					
1	0.80	0.80	0.80	0.25	0.42	4	15	12	TP	ARENA GRANA LINDO (ARCILLA) (BELLING)	
2	0.80	1.20	0.90	0.25	0.42	13	45	40	TP	LINDO ARENOSO CAFÉ	
3	1.20	1.80	0.90	0.30	0.40	7	40	30	TP	ARCILLA LINDA, GRANILLAS CAFÉ CLARO	
4	1.80	2.40	0.90	0.50	0.42	9	19	13	TP	LINDO ARCILLOSO ARENA FINE, CAFÉ CLARO	
6	2.40	3.00	0.90	0.90	0.42	12	30	15	TP	LINDO POCO ARENOSO CAFÉ CLARO	
6	3.00	3.60	0.80	0.31	0.55	20	3015	20	TP	LINDO ARENOSO CIGRANILLAS CAFÉ CLARO	
7	3.90	2.85	0.30	0.30	0.50	25	3020		TP	LINDO ARENOSO CIGRANILLAS CAFÉ CLARO	
	3.90	4.20	0.25	0.30	0.60	A V A N C E			BT		
8	4.20	4.65	0.45	0.25	0.42	8	30		TP	LINDO ARENOSO CAFÉ OBRURO (TOBA)	
	4.65	4.80	0.15	0.30	0.60	A V A N C E			BT		
8	4.80	5.10	0.30	0.27	0.45	22	5015		TP	LINDO ARENOSO CAFÉ OBRURO (TOBA)	
	5.10	5.40	0.20	0.30	0.60	A V A N C E			BT		
10	5.40	5.85	0.45	0.25	0.42	18	30		TP	LINDO ARENOSO CAFÉ OBRURO (TOBA)	
	5.85	6.30	0.45	0.40	0.60	A V A N C E			BT		
11	6.00	6.60	0.60	0.30	0.40	15	42	20	TP	LINDO ARENOSO GRANAS CAFÉ CLARO	
12	6.90	7.20	0.60	0.40	0.70	17	49	37	TP	LINDO ARENOSO GRANAS CAFÉ CLARO	
13	7.20	7.65	0.45	0.27	0.45	42	3015		TP	LINDO ARENOSO GRANAS CAFÉ CLARO	
	7.65	7.95	0.30	0.30	0.60	A V A N C E			BT		
14	7.95	7.65	0.10	0.10	0.77	5015			TP	LINDO ARENOSO GRANAS EN AMPATA	
	7.95	8.40	0.45	0.30	0.60	A V A N C E			BT		
15	8.40	8.70	0.30	0.22	0.42	22	3000		TP	ARENA CENIZO CAFÉ	
	8.70	9.00	0.25	0.30	0.60	A V A N C E			BT		
15	9.00	9.30	0.30	0.20	0.33	24	3015		TP	ARENA CENIZO CAFÉ CLARO	
	9.30	9.60	0.30	0.20	0.30	A V A N C E			BT		
17	9.60	10.00	0.40	0.25	0.42	21	3025		TP	LINDO EN GRANILLAS CAFÉ (TOBA)	

Registro de campo SPT-1

Figura # 8



UNAM ENEP ARAGON



No. MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)			RECUPERACIÓN		PENETRACIÓN ESTÁNDAR PESO DE MARTILLO EN KG ALTURA DE CAIDA DE 75 CM.			TIPO DE HERRAMIENTA	ADENE MTB.	CLASIFICACIÓN DE CAMPO Y OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL	AVANCE	CR % 14		No. DE GOLPES EN			MUESTRO		
				m	%	15 cm.	30 cm.	15 cm.			
18	10.00	10.20	0.20	0.00	0.00	A V A N C E			BT	LIMO CON GRAVILLAS (TOBA)	
	10.20	10.50	0.30	0.21	0.35	24	6015		TP		
	10.80	10.80	0.00	0.00	0.00	A V A N C E			BT		
19	10.80	11.10	0.30	0.25	0.42	21	5020		TP	LIMO CON GRAVILLAS (TOBA)	
	11.10	11.40	0.30	0.50	0.03	A V A N C E			BT		
	11.40	11.85	0.25	0.27	0.45	23	5510		TP		
20	11.85	12.00	0.36	0.00	0.00	A V A N C E			BT	LIMO CON GRAVILLAS (TOBA)	
	12.00	12.20	0.20	0.00	0.00	29	5505		TP		
	12.20	12.60	0.40	0.00	0.00	A V A N C E			BT		
21	12.60	12.85	0.25	0.10	0.17	38	6010		TP	LIMO, GRAVILLAS Y GRAVILLAS	
	12.85	13.20	0.35	0.00	0.00	A V A N C E			BT		
	13.20	13.37	0.17	0.08	0.13	43	502		TP		
22	13.37	13.80	0.43	0.00	0.05	A V A N C E			BT	LIMO CON GRAVILLAS CAFÉ CLARO	
	13.80	13.85	0.05	0.00	0.00	505			TP		
	13.85	14.40	0.55	0.00	0.05	A V A N C E			BT		
23	14.40	14.85	0.25	0.10	0.17	37	5910		TP	LIMO, GRAVILLAS Y GRAVILLAS CAFÉ CLARO	
	14.85	15.00	0.35	0.00	0.00	A V A N C E			BT		
	15.00	15.20	0.20	0.07	0.12	38	505		TP		
24	15.20	17.20	2.00	0.00	0.00	A V A N C E			BT	LIMO CON GRAVILLAS CAFÉ CLARO	
	17.20	17.25	0.15	0.06	0.00	50			TP		

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

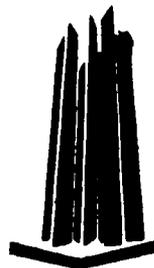
193

Registro de campo SPT-1 Continuación

Figura # 9



UNAM ENEP ARAGON



No. MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)			RECUPERACIÓN		PENETRACIÓN ESTÁNDAR				ADENE MTR.	CLASIFICACIÓN DE CAMPO Y OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL	AVANCE	m	%	PESO DE MARTILLO EN KG		TIPO DE HERRAMIENTA			
						ALTURA DE CAIDA DE TS CM.		Nº. DE GOLPES EN			
CR % TS						15 cm.	30 cm.	45 cm.	MUESTREO		
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12	43	23	TP		LIMO ARENOSO (MATERIAL DE RELENO)
	0.00	1.05	0.45	0.00	0.47	7	52		TP		LIMO ARENOSO CAFÉ CLARO
2	1.05	2.00	0.85	0.00	0.00		AVANCE		BT		
	2.00	2.30	0.30	0.25	0.83	16	5020		TP		LIMO ARENOSO CAFÉ CLARO (TOMA)
3	2.30	3.00	0.70	0.00	0.00		AVANCE		BT		
	3.00	3.30	0.30	0.27	0.45	31	5015		TP		LIMO ARENOSO GRAVA (TOMA)
4	3.30	4.00	0.70	0.00	0.00		AVANCE		BT		
	4.00	4.45	0.45	0.31	0.57	15	50		TP		LIMO ARENOSO GRAVAS
5	4.45	5.00	0.55	0.00	0.00		AVANCE		BT		
	5.00	5.35	0.35	0.12	0.20	21	5020		TP		LIMO ARENOSO GRAVILLAS ASLADAS
6	5.35	6.00	0.65	0.00	0.00		AVANCE		BT		
	6.00	6.25	0.25	0.10	0.17	27	5010		TP		LIMO ARENOSO GRAVAS
7	6.25	7.00	0.75	0.00	0.00		AVANCE		BT		
	7.00	7.15	0.15	0.07	0.12	5015			TP		LIMO ARENOSO GRAVAS CAFÉ CLARO
8	7.15	8.00	0.85	0.00	0.30		AVANCE		BT		
	8.00	8.05	0.05	0.00	0.00	505			TP		SIN RECUPERACION
9	8.05	9.00	0.95	0.00	0.00		AVANCE		BT		
	9.00	9.80	0.80	0.33	0.55	22	48	23	TP		GRAVAS POCO LIMO CARBONAJIZA
10	9.80	10.20	0.40	0.35	0.58	24	49	27	TP		GRAVAS POCO ARENA ROJIZA
	10.20	10.80	0.60	0.18	0.30	15	39	15	TP		GRAVA POCO LIMO ROJO
11	10.80	11.40	0.60	0.15	0.28	17	34	14	TP		GRAVA ARENA ROJIZA
	11.40	12.00	0.60	0.38	0.56	14	26	15	TP		ARENA GRAVAS ROJIZAS
12	12.00	12.60	0.60	0.34	0.57	13	28	17	TP		ARENA GRAVAS ROJIZAS
	12.60	12.75	0.15	0.00	0.00	50			TP		SIN RECUPERACION (BOLEOS)
13	12.75	13.00	0.25	0.00	0.00		AVANCE		BT		
	13.00	13.05	0.05	0.00	0.00	505			PT		SIN RECUPERACION (BOLEOS)
14	13.05	14.00	0.95	0.00	0.00		AVANCE		BT		

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

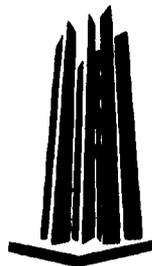
194

Registro de campo SPT- 2

Figura # 10



UNAM ENEP ARAGON



No MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)			RECUPERACION		PENETRACION ESTANDAR				ADEM. MTS	CLASIFICACION DE CAMPO Y OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL	AVANCE	m	%	PERO DE MANTILLO 84 KG ALTURA DE CAIDA DE 75 CM			TIPO DE HERRAMIENTA		
						No. DE GOLPES EN					
100%		100%		15 cm.	30 cm.	15 cm.	MUESTREO				
1	0.50	0.50	0.00	0.40	0.77	3	22	20	7P		LIMO FRESCO GRAVAS LIMO CLARO
	0.80	1.00	0.40	0.50	0.05		AVANCE	BT			
2	1.50	1.50	0.00	0.30	0.30	7	10	22	1P		LIMO GRAVAS LIMO CLARO
	1.80	2.00	0.40	0.05	0.05		AVANCE	BT			
3	2.00	2.35	0.35	0.70	0.33	16	5005		1P		LIMO POCO ARCILLA LIMO CLARO
	2.35	3.00	0.65	0.00	0.00		AVANCE	BT			
4	3.00	3.40	0.40	0.23	0.36	15	5025		1P		LIMO CON GRAVAS LIMO
	3.40	4.00	0.60	0.00	0.00		AVANCE	BT			
5	4.00	4.30	0.30	0.25	0.40	20	5035		7P		LIMO CON GRAVAS LIMO
	4.30	5.00	0.70	0.00	0.00		AVANCE	BT			
6	5.00	5.20	0.20	0.08	0.13	25	505		7P		LIMO CON GRAVA ARENA LIMO
	5.20	6.00	0.80	0.00	0.00		AVANCE	BT			
7	6.00	6.30	0.30	0.21	0.35	16	5015		7P		GRAVAS LIMO ARENA LIMO
	6.30	7.00	0.70	0.00	0.00		AVANCE	BT			
8	7.00	7.25	0.25	0.20	0.33	34	5010		7P		GRAVAS LIMO ARENA
	7.25	8.00	0.75	0.00	0.00		AVANCE	BT			
9	8.00	8.15	0.15	0.00	0.00	5015	5015		7P		ARENA POCO LIMO GRAVA (PZ PLU 3)
	8.15	9.00	0.85	0.00	0.00		AVANCE	BT			
10	9.00	9.10	0.10	0.06	0.15	5010			7P		ARENA POCO LIMO GRAVAS
	9.10	10.00	0.90	0.00	0.00		AVANCE	BT			
11	10.00	10.35	0.35	0.22	0.37	75	5020		7P		ARENA CON GRAVAS GRISAZUL
	10.35	11.00	0.65	0.00	0.00		AVANCE	BT			
12	11.00	11.30	0.30	0.25	0.42	27	5015		7P		ARENA GRAVAS GRISAZUL (1) PLU 3
	11.30	12.00	0.70	0.00	0.00		AVANCE	BT			
13	12.00	12.60	0.60	0.42	0.70	27	42	27	7P		BOLEO (AZUL GRISAZUL)
	12.60	13.20	0.60	0.10	0.17		23	48	27		
14	13.20	13.35	0.15	0.07	0.12	5015			7P		BOLEO (AZUL GRISAZUL)
	13.35	14.00	0.65	0.00	0.00		AVANCE	BT			
15	14.00	14.45	0.45	0.30	0.50	16	50		7P		ARENA GRISAZUL CON GRAVAS (BOLEO)
	14.45	15.00	0.55	0.00	0.00		AVANCE	BT			
16	15.00	15.50	0.50	0.00	0.00	26	5015		7P		ARENA GRISAZUL CON GRAVAS (BOLEO)
	15.50	16.00	0.50	0.00	0.00		AVANCE	BT			
17	16.00	16.10	0.10	0.03	0.13	27	502		7P		ARENA GRISAZUL CON GRAVAS (BOLEO)

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

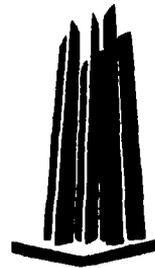
195

Registro de campo SPT-3

Figura # 11



UNAM ENEP ARAGON



No.	PROFUNDIDAD (M)			RECUPERACION		PREPARACION DEL TIENDE			TIPO DE MORDISQUITA	ADENE MTS.	CLASIFICACION DE CAMPO Y OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL	AVANCE	C/N %		AL TIEMPO DE CAER DE 75 CM					
				mm	%	10 cm.	30 cm.	70 cm.			
1	0.00	0.00	0.00	0.33	0.55	2	13	12	TP	AVANZA GRANDES (MELLEN)	
2	0.00	1.20	0.00	0.35	0.58	7	22	17	TP	LAND APRENDO CAFE (MELLEN)	
3	1.20	1.80	0.40	0.39	0.50	14	30	16	TP	LAND APRENDO CAFE	
4	1.80	2.50	0.40	0.49	0.49	AVANCE			BT		
	2.50	2.30	0.20	0.27	0.45	18	30	12	TP	LAND, LENTEE, ARENA, GRAYULAS CAFE	
5	2.50	3.00	0.50	0.00	0.00	AVANCE			BT		
	3.00	3.82	0.82	0.25	0.47	22	30	8	TP	LAND APRENDO GRAYULAS CAFE	
6	3.82	4.40	0.57	0.00	0.00	AVANCE			BT		
	4.40	4.15	0.15	0.10	0.17	30	30	0	TP	ARENA GRUESA GRANULAS AZULADAS	
7	4.15	5.00	0.85	0.04	0.00	AVANCE			BT		
	5.00	5.40	0.40	0.23	0.38	20	30	10	TP	ARENA MEDIA CON LIMO	
8	5.40	6.00	0.60	0.30	0.00	AVANCE			BT		
	6.00	6.30	0.30	0.25	0.42	21	30	9	TP	ARENA MEDIA CON LIMO GRIS CLARO	
9	6.30	7.00	0.60	0.30	0.00	AVANCE			BT		
	7.00	7.30	0.30	0.30	0.30	15	30	15	TP	LAND APRENDO POLVOZ GRANULAS	
10	7.30	8.00	0.70	0.30	0.00	AVANCE			BT		
	8.00	8.32	0.32	0.33	0.06	25	30	72	TP	LAND APRENDO POLVOZ	
11	8.32	8.90	0.58	0.00	0.00	AVANCE			BT		
	8.90	9.90	1.00	0.18	0.63	12	40	22	TP	ARENA MEDIA CON POLVOZ LIMO	
12	9.90	10.30	0.40	0.15	0.58	AVANCE			TP		
	10.30	10.55	0.25	0.17	0.20	22	30	12	TP	ARENA MEDIA CON POLVOZ GRANULAS MEDIANAS	
13	10.55	11.00	0.45	0.00	0.00	AVANCE			BT		
	11.00	11.60	0.60	0.35	0.56	25	30	25	TP	ARENA GRUESA POLVOZ GRANULAS MEDIANAS	
14	11.60	12.20	0.60	0.41	0.52	AVANCE			TP		
	12.20	12.80	0.60	0.35	0.58	22	30	32	TP	ARENA GRUESA POLVOZ GRANULAS MEDIANAS	
15	12.80	13.20	0.40	0.30	0.00	AVANCE			TP		
	13.20	14.00	0.70	0.49	0.60	25	30	30	TP	ARENA GRUESA GRANULAS MEDIANAS	
16	14.00	14.00	0.00	0.30	0.47	AVANCE			BT		
	14.00	15.70	1.70	0.25	0.42	22	40	22	TP	ARENA GRUESA GRANULAS MEDIANAS	
17	15.70	16.30	0.60	0.25	0.00	AVANCE			TP		
	16.30	16.80	0.50	0.30	0.00	22	30	10	TP	ARENA GRUESA GRANULAS MEDIANAS	
18	16.80	17.50	0.70	0.25	0.42	AVANCE			BT		
	17.50	17.95	0.45	0.10	0.20	25	30	10	TP	ARENA GRUESA GRANULAS MEDIANAS	
19	17.95	18.20	0.25	0.25	0.42	AVANCE			TP		
	18.20	18.15	0.05	0.25	0.42	25	30	10	TP	ARENA GRUESA GRANULAS MEDIANAS	
20	18.15	17.70	0.45	0.10	0.20	AVANCE			BT		
	17.70	17.15	0.55	0.10	0.17	30	15	15	TP	ARENA GRUESA GRANULAS MEDIANAS	
21	17.15	18.20	1.05	0.30	0.30	AVANCE			BT		
	18.20	18.10	0.10	0.30	0.13	30	15	15	TP	ARENA GRUESA GRANULAS MEDIANAS	
22	18.10	19.00	0.90	0.30	0.30	AVANCE			BT		
	19.00	19.05	0.05	0.30	0.00	30	15	15	TP	ARENA GRUESA GRANULAS MEDIANAS	
23	19.05	19.05	0.00	0.30	0.00	AVANCE			BT		
	19.05	19.05	0.00	0.30	0.00	30	15	15	TP	CON RECUPERACION	

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

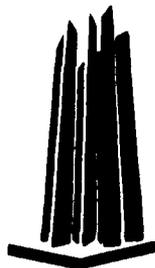
196

Registro de campo SPT- 4

Figura # 12



UNAM ENEP ARAGON



No. MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)			RECUPERACIÓN		PENETRACIÓN ESTACION			ADENE NTS.	CLASIFICACIÓN DE CAMPO Y OBSERVACIONES
	ABICAL	FINAL	AVANCE	POR CIENTO		MÓDULO DE BATELLO EN CM				
				m	%	ALTIMETRO DE CADA SECCIÓN				
CR N° 11	No. DE GOLPES EN		MUESTREO							
					10 cm.	30 cm.	50 cm.			
1	0.00	0.00	0.00	0.20	0.47	2	10	11	TP	RELLENO LIMO ARENA CASAVIA GRIS
2	0.00	1.20	0.00	0.20	0.47	8	16	8	TP	RELLENO LIMO ARENA CASAVIA GRIS
3	1.20	1.80	0.00	0.22	0.57	7	27	12	TP	LIMO, ARENA PLÁSTICOS RELLENO
4	1.80	2.40	0.00	0.17	0.28	8	12	4	TP	ARCILLA PLÁSTICOS, ARENA RELLENO
5	2.40	3.00	0.00	0.24	0.40	7	14	7	TP	ARCILLA PLÁSTICOS, ARENA RELLENO
6	3.00	3.60	0.00	0.00	0.00	8	17	7	TP	ARCILLA PLÁSTICOS, ARENA RELLENO
7	3.60	4.20	0.00	0.17	0.45	8	6	4	TP	ARENA CASAVIA CAFÉ OSCURO RELLENO
8	4.20	4.80	0.00	0.10	0.42	1	6	3	TP	ARENA CASAVIA CAFÉ OSCURO RELLENO
9	4.80	5.40	0.00	0.21	0.30	8	15	8	TP	RELLENO
10	5.40	6.00	0.00	0.10	0.17	8	12	4	TP	ARENA CASAVIA GRIS RELLENO
11	6.00	6.60	0.00	0.15	0.25	7	14	9	TP	ARENA CASAVIA GRIS RELLENO
12	6.60	7.20	0.00	0.15	0.42	7	13	7	TP	ARENA CASAVIA GRIS RELLENO
13	7.20	7.80	0.00	0.18	0.27	10	15	10	TP	RELLENO PLÁSTICOS
14	7.80	8.40	0.00	0.20	0.33	6	16	9	TP	PLÁSTICOS CONCRETO GRIS RELLENO
15	8.40	9.00	0.00	0.22	0.57	11	16	8	TP	PLÁSTICOS CONCRETO GRIS RELLENO
16	9.00	9.60	0.00	0.20	0.33	7	15	7	TP	ARCILLA CASAVIA + CONCRETO RELLENO
17	9.60	10.20	0.00	0.20	0.20	6	12	6	TP	SIN RECUPERACIÓN
18	10.20	10.80	0.00	0.10	0.17	12	16	9	TP	ARENA CASAVIA RELLENO
19	10.80	11.40	0.00	0.00	0.15	8	14	10	TP	ARENA CASAVIA RELLENO
20	11.40	12.00	0.00	0.00	0.00	6	12	9	TP	SIN RECUPERACIÓN
21	12.00	12.60	0.00	0.20	0.20	7	13	5	TP	SIN RECUPERACIÓN
22	12.60	13.20	0.00	0.00	0.20	5	7	5	TP	SIN RECUPERACIÓN
23	13.20	13.80	0.25	0.15	0.25	43	50	10	TP	LIMO ARENOSO
24	13.80	14.40	0.75	0.00	0.20		AVA NCE		BT	
25	14.40	15.00	0.20	0.15	0.25	30	50		TP	LIMO ARENOSO CAFÉ CLARO
26	15.00	15.60	0.00	0.00	0.20		AVA NCE		BT	
27	15.60	16.20	0.00	0.00	0.20	50	50		TP	LIMO ARENOSO CAFÉ CLARO
28	16.20	16.80	1.40	0.20	0.15		AVA NCE		BT	
29	16.80	17.40	1.10	0.25	0.40	80	100		TP	LIMO ARENOSO CAFÉ CLARO
30	17.40	18.00	0.00	0.00	0.40		AVA NCE		BT	
31	18.00	18.60	0.00	0.00	0.20	50	50		TP	SIN RECUPERACIÓN
32	18.60	19.20	1.00	0.25	0.40		AVA NCE		BT	
33	19.20	19.80	0.15	0.00	0.20	50	50		TP	LIMO ARENOSO CAFÉ CLARO

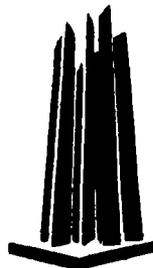
TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

Registro de campo SPT- 5

Figura # 13



UNAM ENEP ARAGON



No.	PROFUNDIDAD (m)			RECUPERACIÓN		PENETRACIÓN ESTÁNDAR			TIPO DE HERRAMIENTA	ADENE NTEL	CLASIFICACIÓN DE CAMPO Y OBSERVACIONES	
	INICIAL	FINAL	AVANCE	m	%	ALTIMETRO DE CÁMERA DE 75 CM.						MUESTREO
						PEQUEÑO DE MANTILLO 34 X 10						
						CR % 10						
						Na. DE GOLPES EN						
						15 cm.	30 cm.	15 cm.				
1	0.00	0.00	0.00	0.33	0.50	6	20	20	TP		(RELLENOS) GRABAS ARCILLAS Y PLÁSTICOS	
2	0.60	1.20	0.60	0.45	0.72	17	41	19	TP		MATERIA ORGÁNICA Y NEÓFITOS Y GRABAS	
3	1.20	1.80	0.60	0.40	0.67	10	33	10	TP		RELLENOS GRABAS ARCILLAS PLÁSTICOS Y MO	
4	1.80	2.40	0.60	0.34	0.57	4	17	13	TP		RELLENOS GRABAS ARCILLAS PLÁSTICOS Y MO	
5	2.40	3.00	0.60	0.23	0.36	2	7	4	TP		RELLENOS GRABAS ARCILLAS PLÁSTICOS Y MO	
6	3.00	3.60	0.60	0.27	0.45	7	10	5	TP		RELLENOS GRABAS ARCILLAS PLÁSTICOS Y MO	
7	3.60	4.20	0.60	0.22	0.37	4	10	5	TP		RELLENOS GRABAS ARCILLAS PLÁSTICOS Y MO	
8	4.20	4.80	0.60	0.21	0.35	4	10	8	TP		RELLENOS GRABAS ARCILLAS PLÁSTICOS Y MO	
9	4.80	5.40	0.60	0.50	0.60	4	11	4	TP		RELLENOS GRABAS ARCILLAS PLÁSTICOS Y MO	
10	5.40	6.00	0.60	0.30	0.50	7	13	24	TP		RELLENOS GRABAS ARCILLAS PLÁSTICOS Y MO	
11	6.00	6.60	0.60	0.18	0.28	4	15	22	TP		RELLENOS GRABAS ARCILLAS PLÁSTICOS Y MO	
12	6.60	7.20	0.60	0.00	0.00	19	18	21	TP		RELLENOS GRABAS ARCILLAS PLÁSTICOS Y MO	
13	7.20	7.80	0.60	0.17	0.26	6	18	5	TP		RELLENOS GRABAS ARCILLAS PLÁSTICOS Y MO	
14	7.80	8.40	0.60	0.08	0.13	4	8	5	TP		RELLENOS GRABAS ARCILLAS PLÁSTICOS Y MO	
15	8.40	9.00	0.60	0.13	0.22	4	8	5	TP		RELLENOS GRABAS ARCILLAS PLÁSTICOS Y MO	
16	9.00	9.60	0.60	0.18	0.27	6	8	4	TP		RELLENOS GRABAS ARCILLAS PLÁSTICOS Y MO	
17	9.60	10.20	0.60	0.15	0.23	25	23	10	TP		MEZCLA DE CONCRETO, ARENAS Y GRABAS	
18	10.20	10.80	0.60	0.00	0.00	9	12	7	TP		MEZCLA DE CONCRETO, ARENAS Y GRABAS	
19	10.80	11.40	0.60	0.09	0.16	25	23	18	TP		MATERIA ORGÁNICA PLÁSTICOS Y MO	
	11.40	12.00	0.60	0.30	0.50		AVANCE		BT			
20	12.00	12.60	0.60	0.15	0.25	30	50		TP		ARENA FINA GRIS CON GRABILLAS	
	12.60	13.20	0.60	0.30	0.50		AVANCE		BT			
21	13.00	13.40	0.40	0.15	0.25	50	50	50	TP		ARENA FINA GRIS CON GRABILLAS	
	13.40	13.80	0.40	0.05	0.08		AVANCE		BT			
22	13.80	13.75	0.15	0.10	0.17	50/15			TP		ARENA FINA GRIS CON GRABILLAS	
	13.75	13.80	0.05	0.00	0.00		AVANCE		BT			
23	13.80	13.60	0.15	0.12	0.20	50/15			TP		ARENA FINA GRIS CON GRABILLAS	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

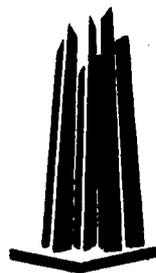
198

Registro de campo SPT-6

Figura # 14



UNAM ENEP ARAGON

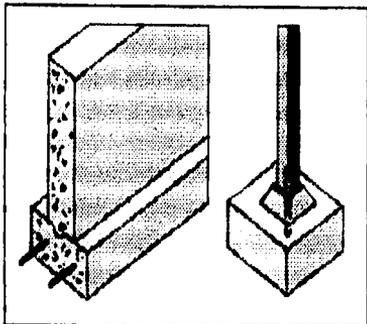
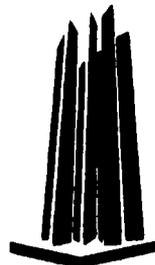


No. MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)			RECUPERACIÓN		PENETRACIÓN ESTÁNDAR			ADME MIS.	CLASIFICACIÓN DE CAMPO Y OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL	AVANCE	CR % 10		PESO DE MARTILLO BAJO ALTIMA DE CAIDA DE 75 CM.				
				no	%	No. DE GOLPES EN		TIPO DE HERRAMIENTA		
				COEFICIENTE		15 cm.	30 cm.	15 cm.	MUESTREO	
1	0.00	0.00	0.00	0.75	0.55					CARRETA ASFALTICA
2	0.00	0.00	0.00	0.70	0.50	1	11	13	1P	RELLENO ARCILLA GRANAS GRUES
3	0.00	1.20	0.80	0.30	0.30	7	12	14	1P	RELLENO ARCILLA GRANAS GRUES
4	1.20	1.20	0.30	0.30	0.00	30	5000		1P	RELLENO ARCILLA GRANAS GRUES
5	1.80	1.80	0.20	0.20	0.00				01	ARENA CON GRANAS RELLENO
6	1.80	2.40	0.20	0.20	0.00	5012			1P	ARENA CON GRANAS RELLENO
7	2.40	2.40	0.10	0.10	0.17	5010	AVANCE		1P	ARENA CON GRANAS RELLENO
8	2.40	3.00	0.20	0.20	0.00		AVANCE		01	ARENA CON GRANAS RELLENO
9	3.00	3.12	0.10	0.10	0.17	5012			1P	ARENA CON GRANAS RELLENO
10	3.10	3.90	0.30	0.30	0.00		AVANCE		01	ARENA CON GRANAS RELLENO
11	3.90	3.90	0.22	0.21	0.26	50	507		1P	MACIZADO CON GRANULAS
12	3.90	4.20	0.30	0.30	0.00		AVANCE		01	MACIZADO CON GRANULAS
13	4.20	4.43	0.15	0.10	0.13	5013			1P	MACIZADO CON GRANULAS
14	4.43	4.80	0.45	0.30	0.00		AVANCE		01	MACIZADO CON GRANULAS
15	4.80	5.00	0.15	0.12	0.20	5013			1P	MACIZADO CON GRANULAS
16	5.00	5.25	0.20	0.20	0.00		AVANCE		01	MACIZADO CON GRANULAS
17	5.25	5.50	0.25	0.20	0.20	30	5010		1P	MACIZADO CON GRANULAS
18	5.50	5.90	0.10	0.20	0.10		AVANCE		01	MACIZADO CON GRANULAS
19	5.90	6.00	0.10	0.00	0.00	4010			1P	MACIZADO CON GRANULAS
20	6.00	6.00	0.22	0.20	0.00		AVANCE		01	MACIZADO CON GRANULAS
21	6.00	6.15	0.15	0.10	0.17	5013			1P	MACIZADO CON GRANULAS
22	6.15	6.80	0.45	0.30	0.00		AVANCE		01	MACIZADO CON GRANULAS
23	6.80	6.75	0.10	0.10	0.17	5015			1P	MACIZADO CON GRANULAS
24	6.75	7.20	0.45	0.40	0.20		AVANCE		01	MACIZADO CON GRANULAS
25	7.20	7.35	0.10	0.10	0.17	5015			1P	MACIZADO CON GRANULAS
26	7.35	7.80	0.45	0.30	0.00		AVANCE		01	MACIZADO CON GRANULAS
27	7.80	7.80	0.10	0.10	0.17	5015			1P	MACIZADO CON GRANULAS
28	7.80	8.50	0.50	0.30	0.00		AVANCE		01	MACIZADO CON GRANULAS
29	8.50	8.87	0.17	0.10	0.20	50	500		1P	MACIZADO CON GRANULAS
30	8.87	9.35	0.30	0.20	0.00		AVANCE		01	MACIZADO CON GRANULAS
31	9.30	9.70	0.20	0.20	0.00	30	505		1P	MACIZADO CON GRANULAS
32	9.70	10.30	0.80	0.30	0.00		AVANCE		01	MACIZADO CON GRANULAS
33	10.30	10.65	0.15	0.10	0.17	5013			1P	MACIZADO CON GRANULAS
34	10.65	11.20	0.50	0.30	0.00		AVANCE		01	MACIZADO CON GRANULAS
35	11.20	11.30	0.10	0.10	0.17	5013			1P	MACIZADO CON GRANULAS
36	11.30	11.30	0.05	0.00	0.00		AVANCE		01	MACIZADO CON GRANULAS
37	11.30	12.05	0.25	0.10	0.13	30	505		1P	MACIZADO CON GRANULAS
38	12.05	12.00	0.15	0.20	0.00		AVANCE		01	MACIZADO CON GRANULAS

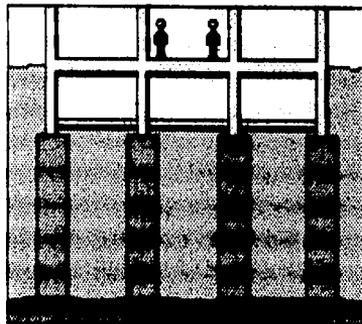
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



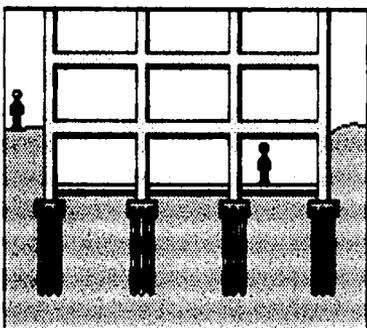
UNAM ENEP ARAGON



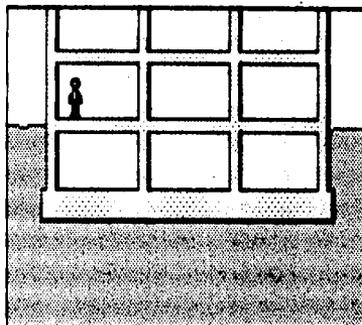
A. Zapatas



C. Cimentación sobre pilares o pozos



B. Cimentación sobre pilotes



D. Cimiento de losa continua

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tipos de cimentación

Figura # 16



UNAM ENEP ARAGON

Empuje (ton / m²)

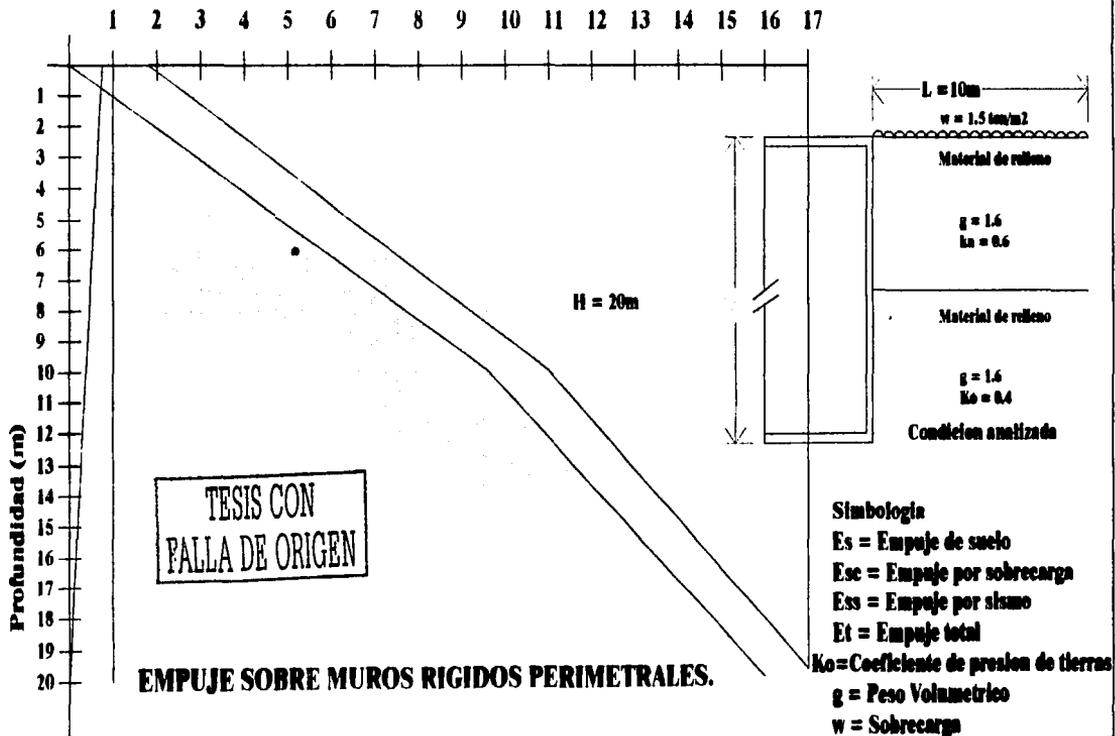
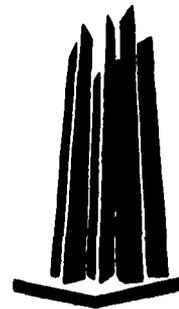
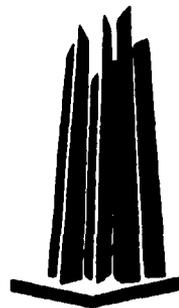


Figura # 17

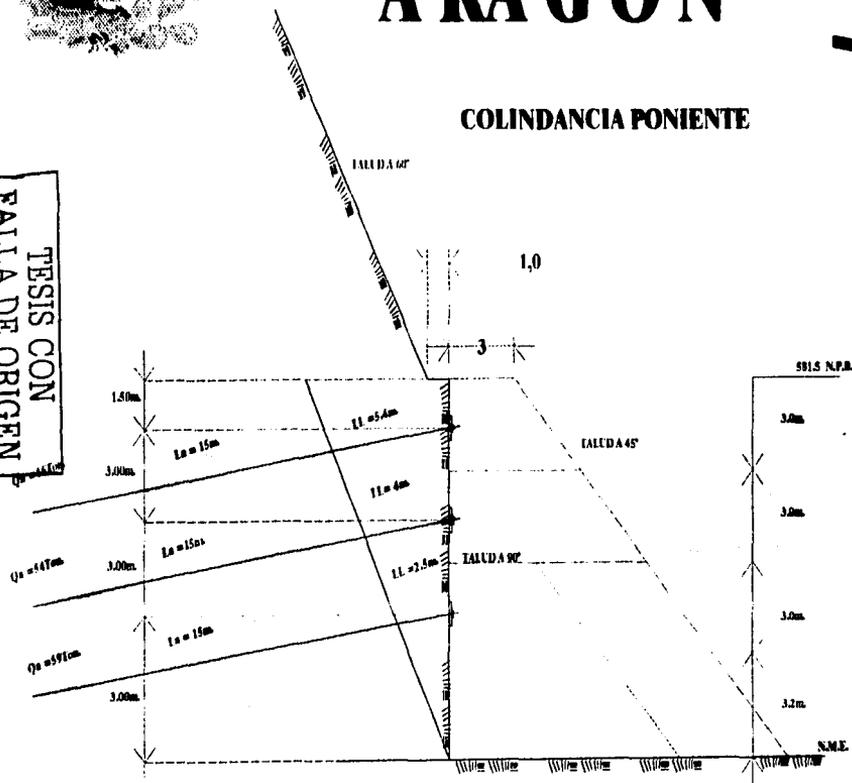


UNAM ENEP ARAGON



COLINDANCIA PONIENTE

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



La = Longitud Activa

Ll = Longitud Libre.

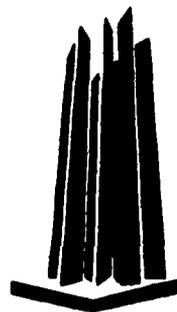
Qa = Capacidad de Carga.

"CORTE 1"

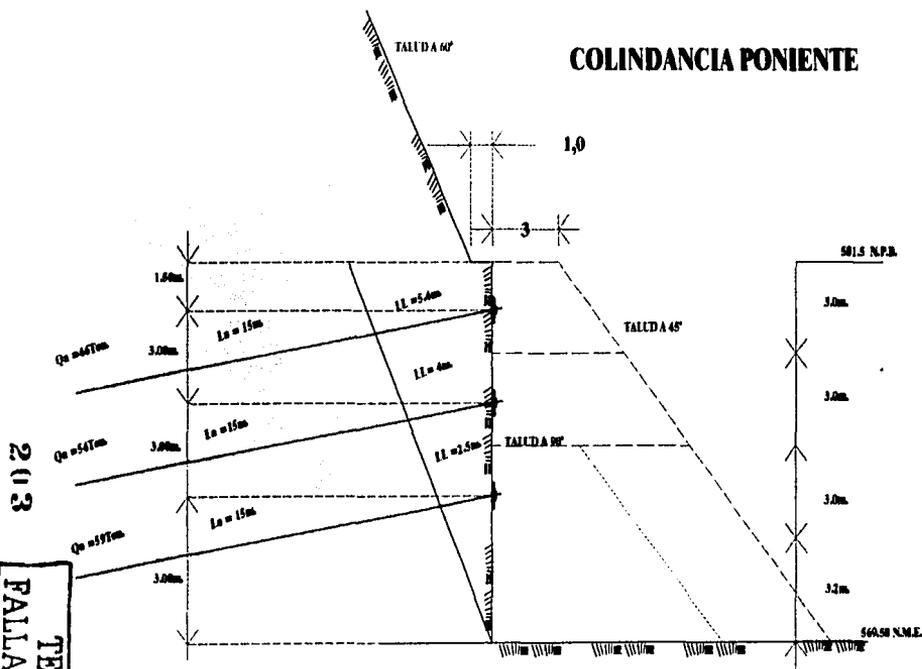
Figura # 18



UNAM ENEP ARAGON



COLINDANCIA PONIENTE



203

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

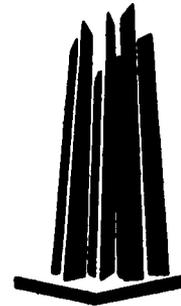
L_a = Longitud Actuada
 L_l = Longitud Libre
 Q_a = Capacidad de Carga.

"CORTE 2"

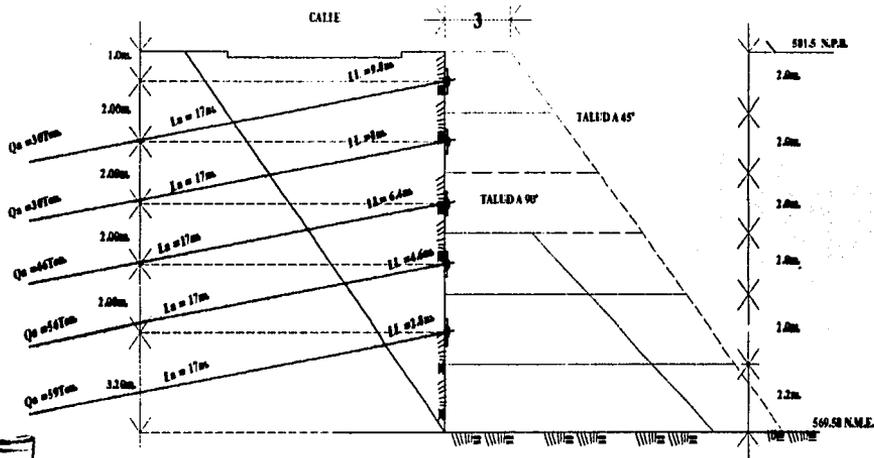
Figura # 19



UNAM ENEP ARAGON



COLINDANCIA ORIENTE



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

204

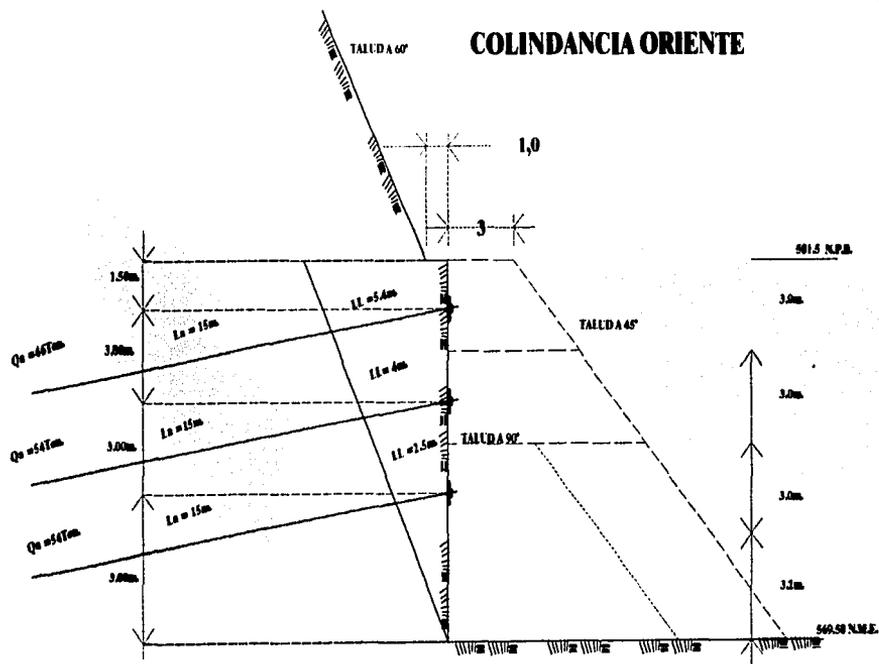
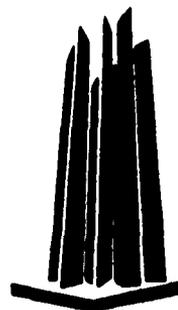
L_a = Longitud Activada
 L_L = Longitud Libre.
 Q_o = Capacidad de Carga.

"CORTE 3"

Figura # 20



UNAM ENEP ARAGON



L_a = Longitud Actuada

L_l = Longitud Libre.

Q_n = Capacidad de Carga.

5115
57

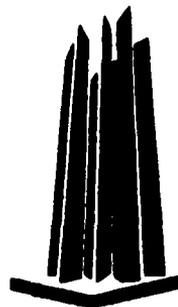
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"CORTE 4"

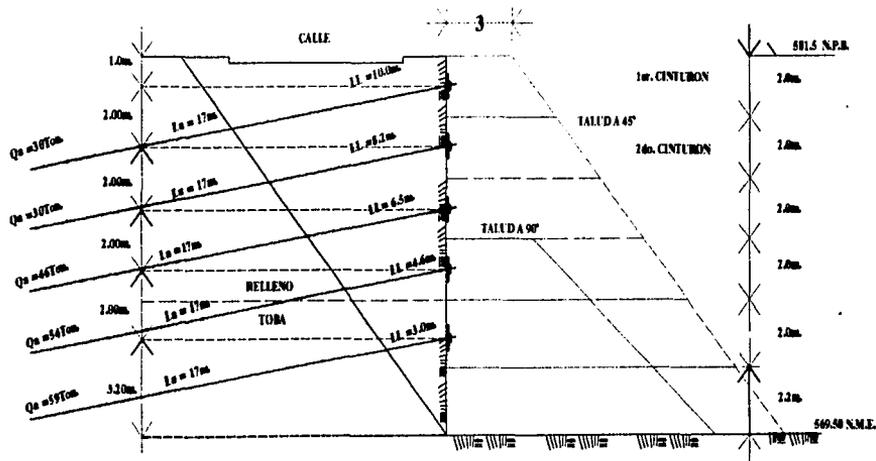
Figura # 21



UNAM ENEP ARAGON



COLINDANCIA NORTE



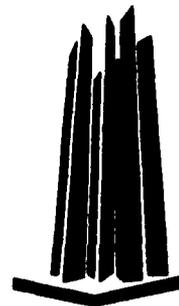
"CORTE 5"

L_a = Longitud Actuada
 L_l = Longitud Libre.
 Q_a = Capacidad de Carga.

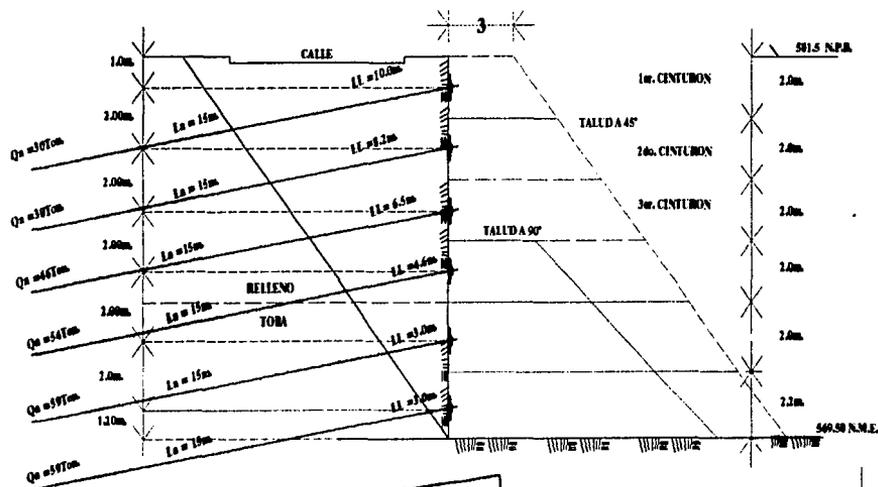
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM ENEP ARAGON



COLINDANCIA NORTE



La = Longitud Anclada

Ll = Longitud Libre.

Qn = Capacidad de Carga.

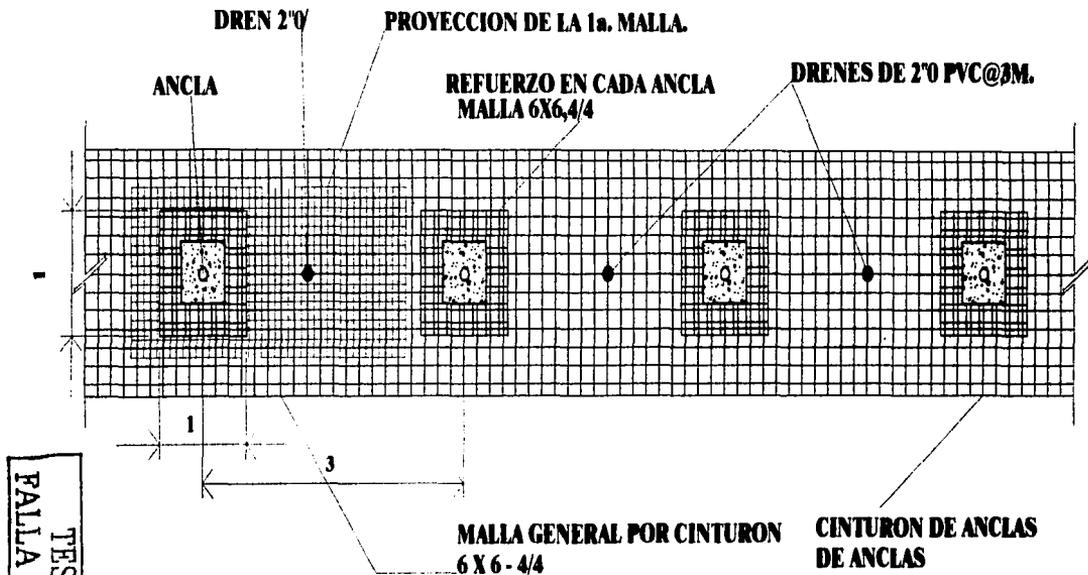
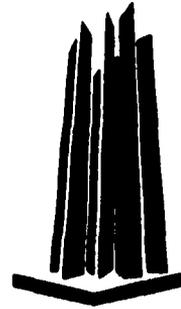
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"CORTE 6"

207

Figura # 23

UNAM ENEP ARAGON



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

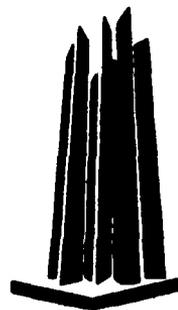
208

VISTA GENERAL DEL REFUERZO DE ANCLAS 1er. NIVEL

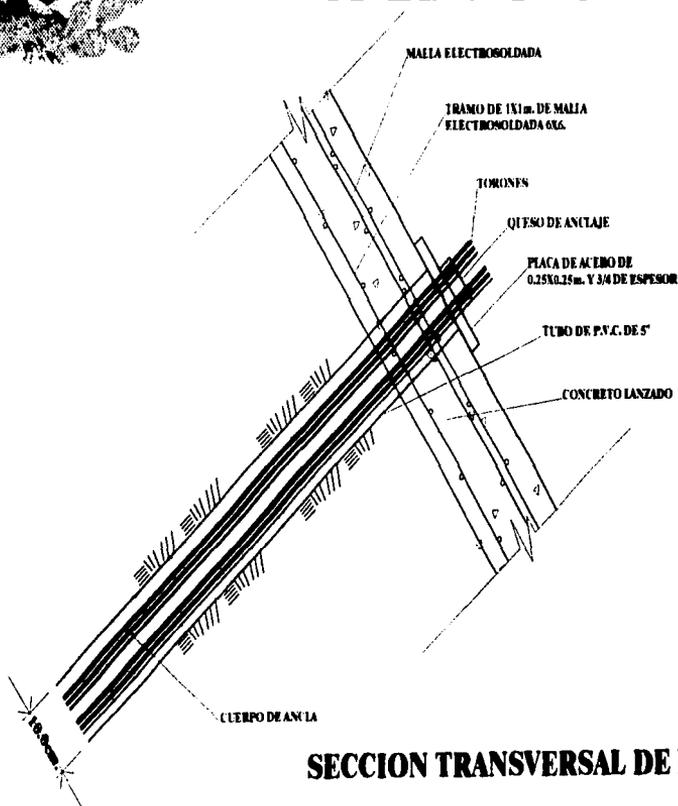
Figura # 24



UNAM ENEP ARAGON

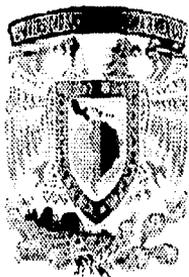


209
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

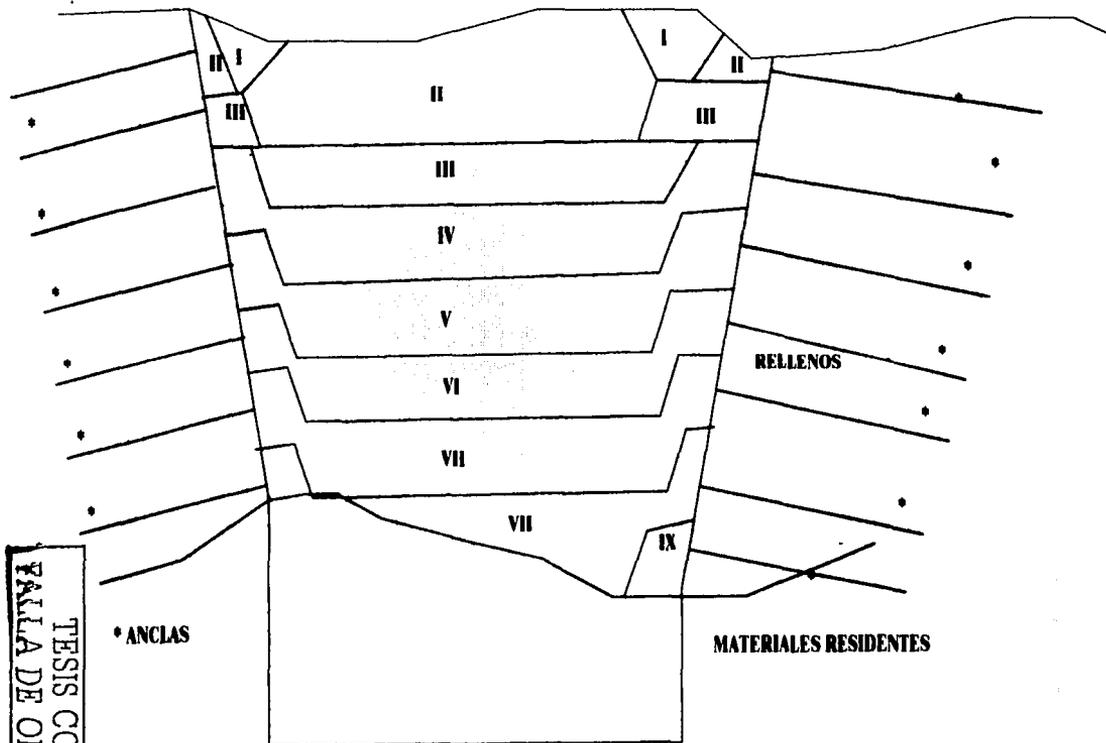
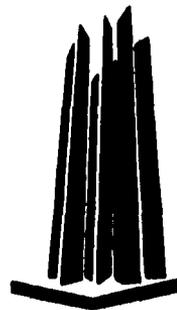


**SECCION TRANSVERSAL DE LA CAPA REFORZADA
DE CONCRETO LANZADO REFORZADO POR ANCLAS.**

Figura # 25



UNAM ENEP ARAGON

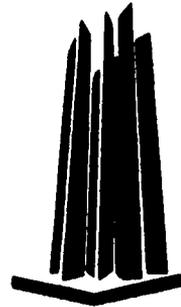


ETAPAS DE EXCAVACION

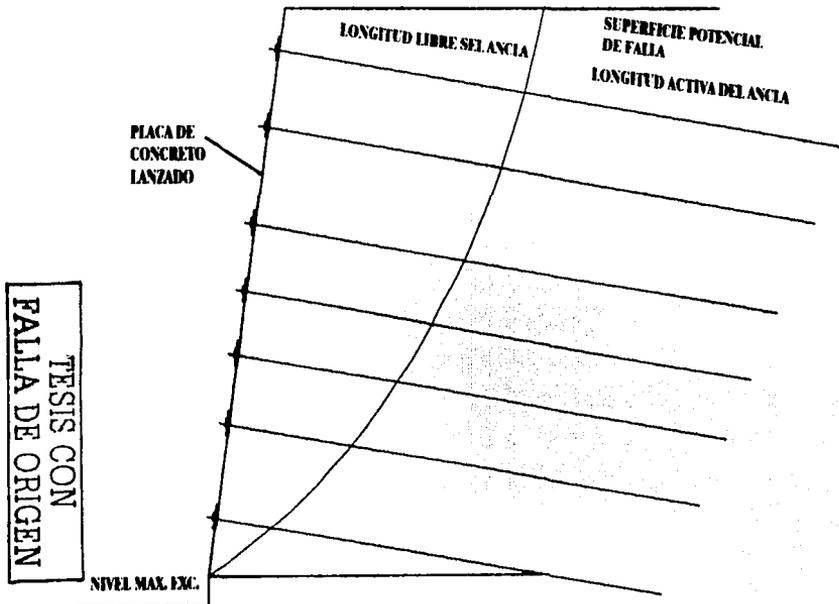
Figura # 26



UNAM ENEP ARAGON



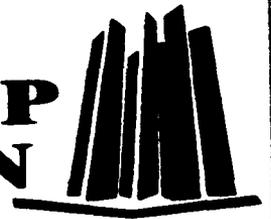
RESTRICCIÓN
5.0m.



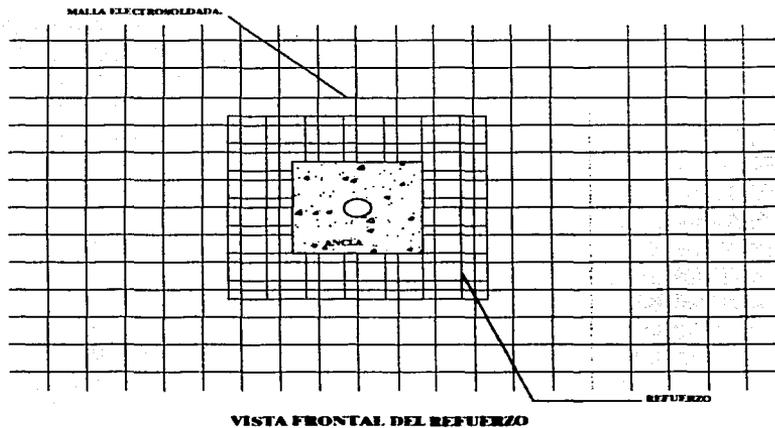
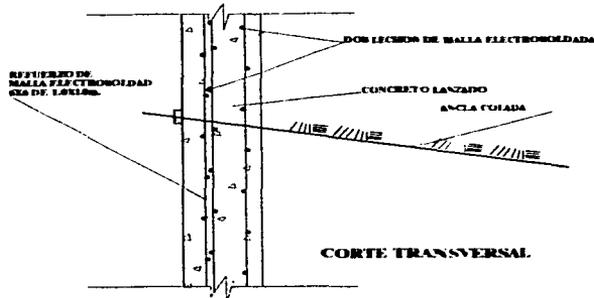
REPRESENTACION ESQUEMATICA DEL ANCLAJE EN FUNCION DE LA UBICACION DE LA SUPERFICIE POTENCIAL DE FALLA



UNAM ENEP ARAGON



**DETALLE CONSTRUCTIVO
DEL CONCRETO LANZADO
DONDE SE LOCALIZAN
ANCLAS.**



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura # 28



**UNAM
ENEP
ARAGON**

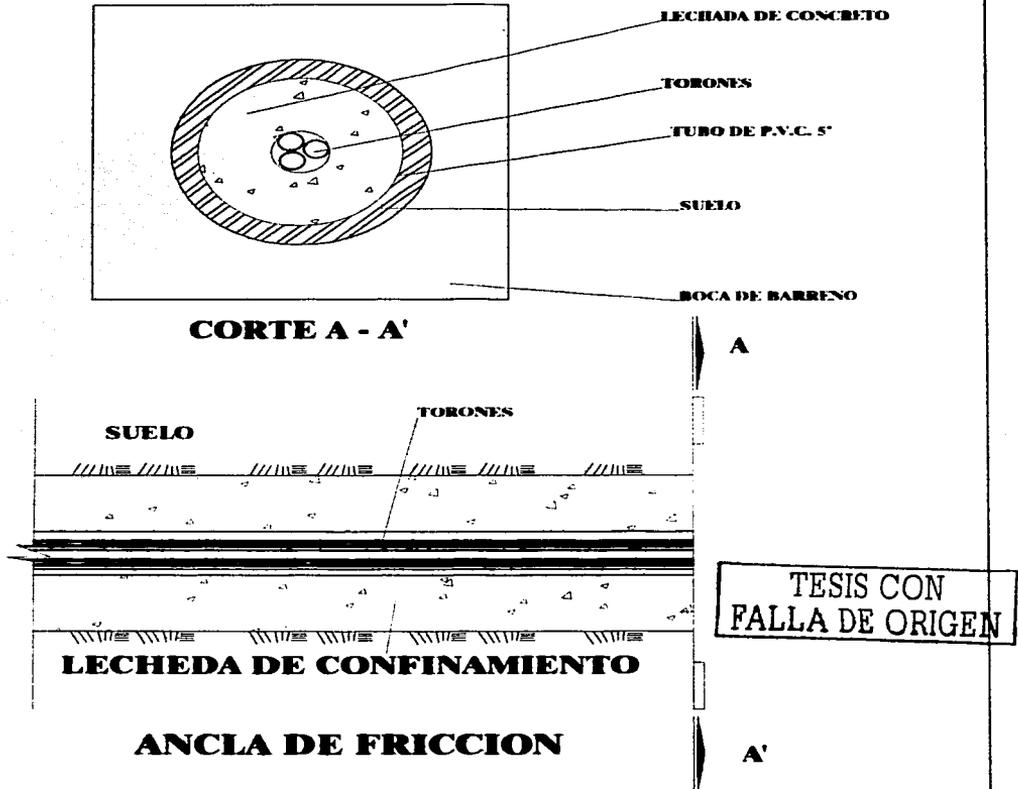
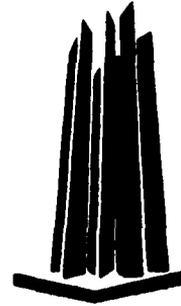


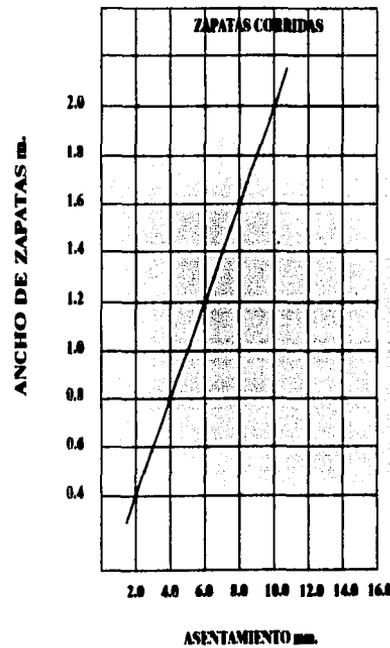
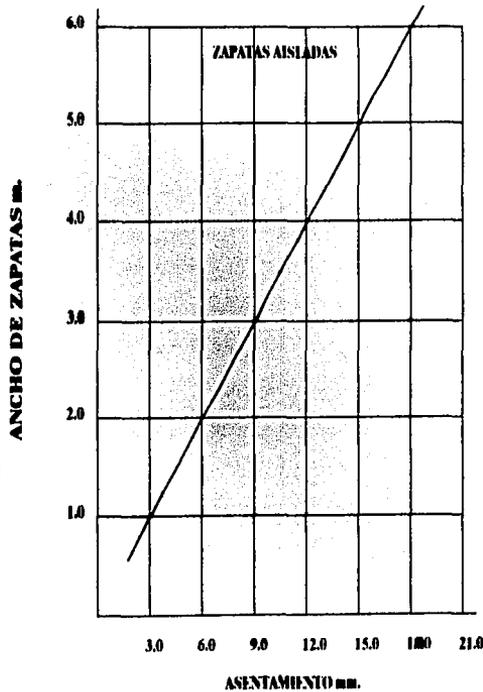
Figura # 29



UNAM ENEP ARAGON



ASENTAMIENTOS ELASTICOS



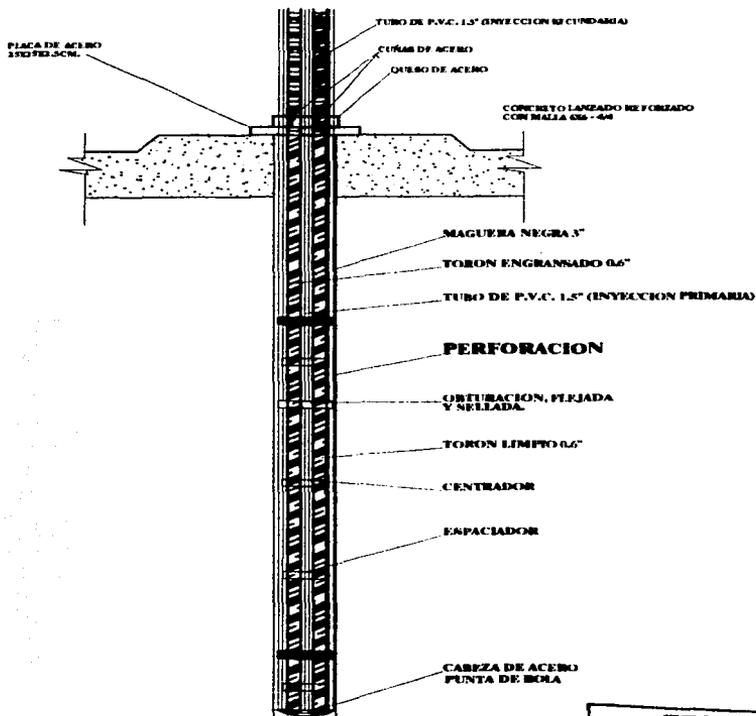
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

214

Figura # 30



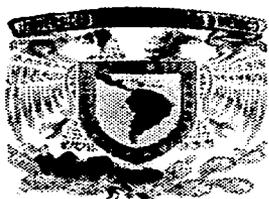
UNAM ENEP ARAGON



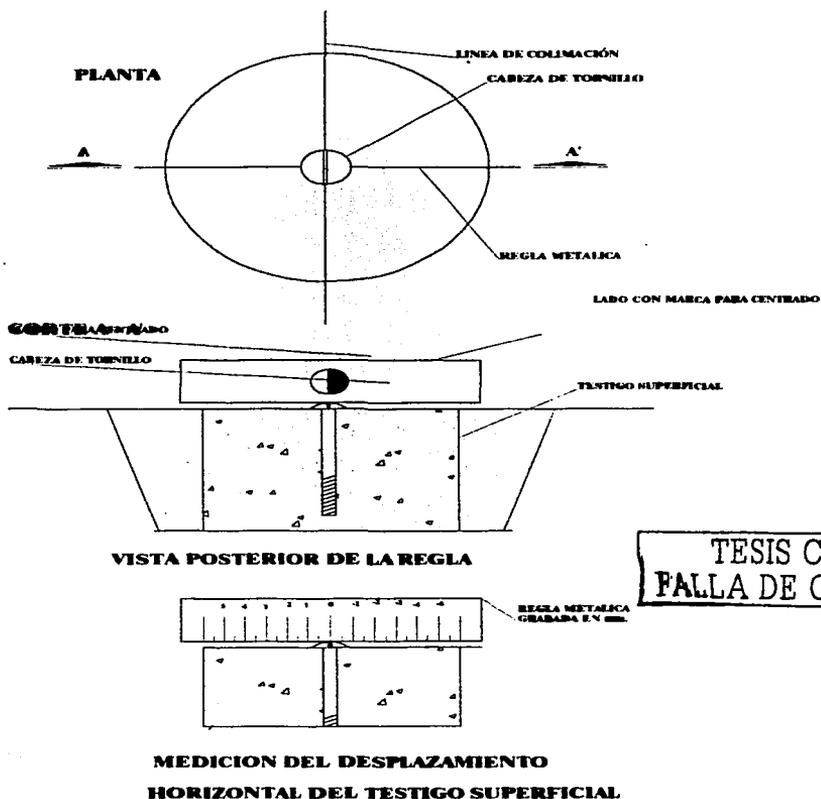
ANCLAS DE FRICCIÓN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura # 31



UNAM ENEP ARAGON

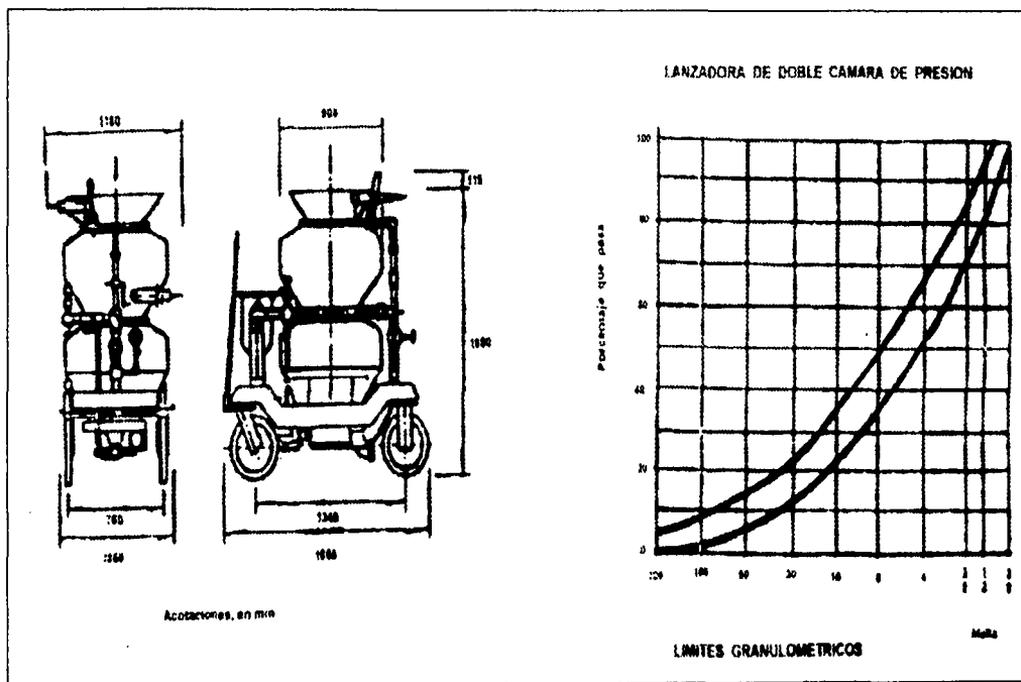
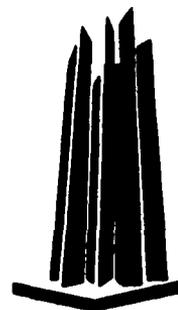


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura # 32



UNAM ENEP ARAGON

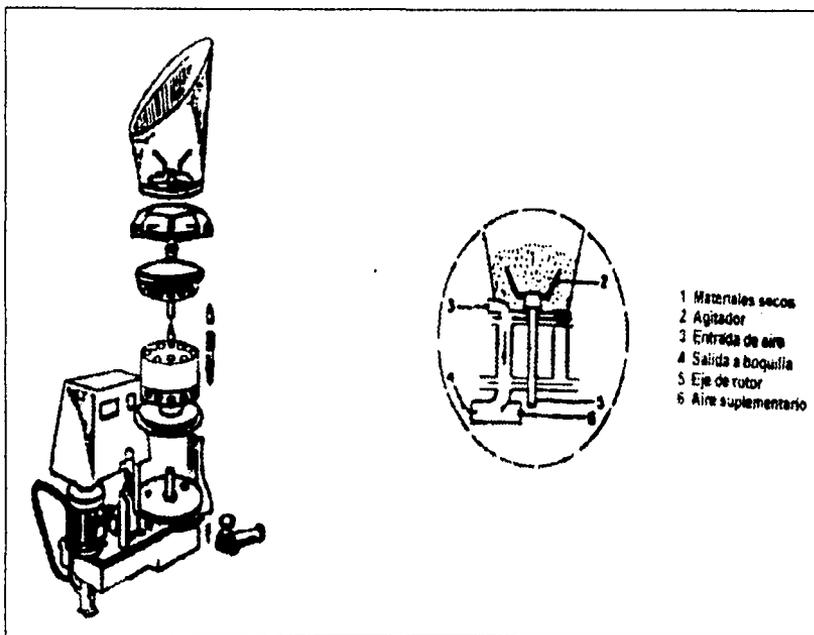
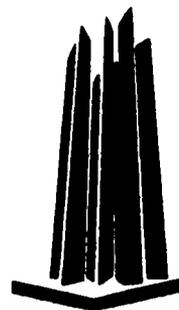


Especificaciones de concreto lanzado

Figura # 33



UNAM ENEP ARAGON

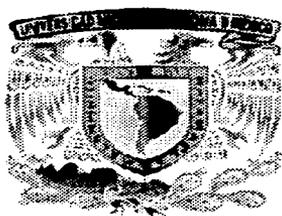


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

218

Lanzadora tipo revolver

Figura # 34



UNA

ENEP ARAGON



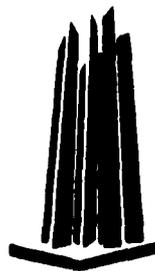
PRUEBAS DE LABORATORIO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO IV



UNAM ENEP ARAGON



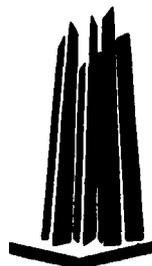
MUESTRA No.	PROPUNDA (10%)		CAPILLA		OBTENCIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					CLASIFICACIÓN VISUAL AL TACTO
	DE	A	N	Mc	Mo+Po	Mo+Me	Mo	Ms	W%	DESCRIPCIÓN
1	0.50	0.60	34	64.35	60.25	64.20	0.87	0.92	0.78	ARROSA FINA CON LINDOS Y GRANDES (INCLINOS)
2	0.60	1.00	21	60.53	60.20	60	0.26	3.72	0.60	ARROSA FINA CON LINDOS Y GRANDES (INCLINOS)
3	1.20	1.20	23	29.80	31.15	30.25	1.87	10.00	0.80	ARROSA LARGA CON GRANDES ABILACAS
4	1.00	2.00	48	64.2	30.00	37.00	1.87	12.00	0.90	LINDO APRENDIDO CON GRANDES PLANTICA
5	2.00	0.50	46	65.00	48.00	48.40	0.50	2.67	0.70	LINDO CON GRANDES CAFÉ CLARO
6	3.00	3.00	84	68.35	54.00	53.00	0.6	0.20	7.00	LINDO CON GRANDES CAFÉ CLARO
7	3.00	3.00	87	35.50	40.00	47.00	0.81	10.40	7.00	LINDO CON GRANDES CAFÉ CLARO
8	4.20	4.00	80	51.70	40.20	40.50	0.2	3.00	7.00	ARROSA APRENDIDA CAFÉ OSCURO
9	4.00	0.50	41	60.20	60.10	60.00	1.3	13.70	0.40	LINDO APRENDIDO CAFÉ OSCURO
10	0.40	0.80	13	44.64	54.13	33.47	0.73	0.67	0.12	LINDO APRENDIDO CAFÉ OSCURO
11	0.00	0.00	00	47.64	60.00	64.00	0.00	7.30	7.01	LINDO APRENDIDO CON GRANDES ABILACAS CAFÉ CALDO
12	0.00	7.30	76	60.02	60.40	60.10	0.91	0.13	7.01	LINDO APRENDIDO CON GRANDES ABILACAS CAFÉ CALDO
13	7.20	7.00	20	53.25	46.25	60.00	4.4	-4.0	0.70	LINDO APRENDIDO CON GRANDES ABILACAS CAFÉ CALDO
14	7.00	7.00	21	60.35	72.25	71.00	0.4	0.5	7.22	LINDO APRENDIDO CON GRANDES ABILACAS CAFÉ CALDO
15	0.40	0.70	33	60.21	60.30	64.00	0.74	0.37	0.04	ARROSA LINDAS CAFÉ CLARO CON GRANDES
16	0.00	0.00	48	60.00	60.70	47.00	0.0	0.00	0.00	ARROSA LINDAS CAFÉ CLARO CON GRANDES
17	0.00	10.00	40	60.25	60.00	55.00	0.19	0.70	0.75	ARROSA LINDAS CAFÉ CLARO CON GRANDES
18	00.20	00.00	64	60.20	60.00	60.27	0.00	0.00	7.00	ARROSA LINDAS CAFÉ CLARO CON GRANDES
19	10.00	11.15	87	39.40	37.20	30.00	1.0	10.2	0.00	ARROSA LINDAS CAFÉ CLARO CON GRANDES
20	11.00	11.00	25	60.02	60.00	60.21	0.00	0.10	0.00	ARROSA LINDAS CAFÉ CLARO CON GRANDES
21	12.00	12.00	41	64.00	60	60.67	0.00	4.20	0.00	ARROSA LINDAS CAFÉ CLARO CON GRANDES
22	12.00	12.37	70	60.20	60.00	60.0	0.10	3.10	0.27	ARROSA LINDAS CAFÉ CLARO CON GRANDES
23	14.00	14.65	90	60.00	53.10	62.67	0.20	3.31	0.00	ARROSA LINDAS CAFÉ CLARO CON GRANDES
24	10.00	10.00	70	60.20	60.00	60.00	0.2	0.2	0.00	ARROSA LINDAS CAFÉ CLARO CON GRANDES

Determinación de contenido de humedad SPT - I
Clasificación visual al tacto según S.U.C.S

TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN
 2220



UNAM ENEP ARAGON



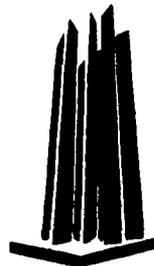
MUESTRA No.	PROFUNDIDAD (MTS)		CAPSULA		OBTENCIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					CLASIFICACIÓN VISUAL AL TACTO
	DE	A	N	Wc	Ww+Wc	Ww+Wc	Ww	Ww	Ww	DESCRIPCIÓN
1	0.00	0.00	30	84.30	88.30	87.864	0.000	13.800	0.92	AREN CON MUESTRA ORIGINARIA Y FLOTACION 1 INCLINO;
2	0.00	1.65	21	80.22	86.30	85.91	0.20	8.70	0.00	AREN MEDIANA CAPÉ CLARO CON GRUPOS
3	2.00	2.00	25	80.80	81.30	80	1.80	80.40	0.12	AREN MEDIANA CAPÉ CLARO CON GRUPOS
4	3.00	3.00	40	68.2	80.00	80.00	1.80	12.65	0.07	AREN MEDIANO CON GRUPOS MEDIANOS
5	4.00	4.00	40	65.00	80.00	80.00	0.30	2.40	0.72	AREN MEDIANO CON GRUPOS MEDIANOS
6	6.00	6.30	64	48.30	80.00	80.00	0.00	0.30	7.61	AREN MEDIANO CON GRUPOS MEDIANOS
7	6.00	6.30	87	38.20	80.00	80.00	1.37	21.04	0.38	AREN MEDIANO CON GRUPOS MEDIANOS
8	7.00	7.10	85	41.90	80.00	80.20	0.4	4.10	0.04	ARENADO POCO LIGERIDAD ALTA PLAZA
9	9.00	9.00	41	48.25	80.00	84.82	1.23	17.77	0.82	ARENADO POCO LIGERIDAD ALTA PLAZA LIGERIDAD MEDIANA POCO LIGERIDAD ALTA PLAZA
10	9.00	10.20	13	64.84	80.30	80.30	0.97	10.70	0.95	ARENADO POCO LIGERIDAD ALTA PLAZA LIGERIDAD MEDIANA POCO LIGERIDAD ALTA PLAZA
11	10.20	10.00	80	47.64	80.30	84.00	0.80	7.10	7.91	ARENADO POCO LIGERIDAD ALTA PLAZA LIGERIDAD MEDIANA POCO LIGERIDAD ALTA PLAZA
12	10.00	11.40	70	64.82	80.82	80.80	0.57	4.60	7.80	ARENADO POCO LIGERIDAD ALTA PLAZA LIGERIDAD MEDIANA POCO LIGERIDAD ALTA PLAZA
13	11.40	12.00	30	63.25	80.30	80.00	0.30	6.75	0.61	ARENADO POCO LIGERIDAD ALTA PLAZA LIGERIDAD MEDIANA POCO LIGERIDAD ALTA PLAZA
14	12.00	12.00	21	68.30	72.80	72.82	0.20	8.87	0.00	ARENADO POCO LIGERIDAD ALTA PLAZA LIGERIDAD MEDIANA POCO LIGERIDAD ALTA PLAZA

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Determinación de contenido de humedad SPT -2
Clasificación visual al tacto según S.U.C.S



UNAM ENEP ARAGON



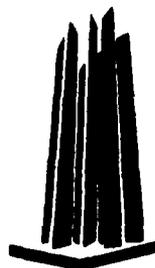
MUESTRA No.	PROFUNDIDAD (MT)		CAPSULA	OBTENCIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD						CLASIFICACIÓN VISUAL AL TACTO
	DE	A		N	Wc	Ww+Wc	Ww+Wc	Ww	Ww	Ww
1	0.00	0.00	30	54.35	70.50	68.90	1.30	14.00	0.61	TERCIERAS LÍNEAS CON GRANES ABALACAS Y GRANES
2	1.00	1.00	27	60.23	66.30	66.00	0.72	9.50	7.72	TERCIERAS LÍNEAS CON GRANES ABALACAS CON CLAS
3	2.00	2.00	23	30.00	60.20	57.37	3.00	37.00	7.01	TERCIERAS LÍNEAS CON GRANES ABALACAS CON CLAS
4	3.00	3.00	40	46.1	61.00	70.02	3	30.00	0.14	TERCIERAS LÍNEAS CON GRANES ABALACAS CON CLAS
5	4.00	4.00	46	46.00	60.50	66.00	1.07	30.00	0.51	TERCIERAS LÍNEAS CON GRANES ABALACAS CON CLAS
6	6.00	6.00	64	46.30	67.23	60.00	1.34	17.00	7.04	TERCIERAS LÍNEAS CON GRANES ABALACAS CON CLAS
7	6.00	6.00	67	30.20	60.00	64.00	3.01	20.23	0.30	TERCIERAS LÍNEAS CON GRANES ABALACAS CON CLAS
8	7.00	7.00	25	61.10	70.00	60	2.3	20.0	0.00	TERCIERAS LÍNEAS CON GRANES ABALACAS CON CLAS
9	8.00	8.10	41	46.25	66.10	63.00	1.30	17.00	7.14	TERCIERAS LÍNEAS CON GRANES ABALACAS Y GRANES
10	10.00	10.20	13	44.04	60.20	64.00	1.07	20.04	0.63	TERCIERAS LÍNEAS CON GRANES ABALACAS Y GRANES
11	11.00	11.30	00	47.03	64.27	62.00	1.30	16.34	0.00	TERCIERAS LÍNEAS CON GRANES ABALACAS CON CLAS
12	12.00	12.00	70	64.62	70.04	66.00	1.00	14.00	7.00	TERCIERAS LÍNEAS CON GRANES ABALACAS CON CLAS
13	12.00	13.00	30	63.25	60.00	60.00	0.61	0.33	0.70	TERCIERAS LÍNEAS CON GRANES ABALACAS Y GRANES
14	13.00	13.30	21	60.35	70.00	73.00	0.63	0.0	0.20	TERCIERAS LÍNEAS CON GRANES ABALACAS Y GRANES
15	14.00	14.44	23	60.21	74.00	77.00	1.04	21.44	0.00	TERCIERAS LÍNEAS CON GRANES ABALACAS Y GRANES
16	16.00	16.30	43	60.30	77.00	70.00	1.21	17.02	7.43	TERCIERAS LÍNEAS CON GRANES ABALACAS Y GRANES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Determinación de contenido de humedad SPT -3
Clasificación visual al tacto según S.U.C.S



UNAM ENEP ARAGON



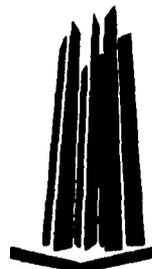
MUESTRA No.	PROFUNDIDAD (cm)		CAPSULA		OBTENCION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					CLASIFICACION VISUAL AL TACTO
	DE	A	N	Wc	100-100	100-100	100	100	100	DESCRIPCION
1	0.00	0.00	00	04.30	71.10	70.00	1.00	10.02	0.02	PIRILLAS CILINDRICAS Y OBTUSAS OBTUSAS (MELANOS)
2	0.00	1.00	21	06.20	60.00	64.70	7.0	0.04	0.00	PIRILLAS CILINDRICAS Y OBTUSAS OBTUSAS (MELANOS)
3	1.00	1.00	23	34.00	40.04	40.2	0.06	0.02	0.00	LEÑO ABUNDANTE CON ABUNDANTES Y RICA
4	2.00	2.30	40	06.2	60.52	60.00	1.04	10.00	0.02	LEÑO CON LAMINAS DE ABUNDANTES Y OBTUSAS
5	3.00	2.30	40	08.00	60.02	60.00	0.20	4.00	7.00	LEÑO CON LAMINAS DE ABUNDANTES Y OBTUSAS
6	4.00	4.50	60	00.00	67.02	60.04	0.02	0.10	0.00	LEÑO OBTUSAS CON OBTUSAS ABUNDANTES Y RICA
7	0.00	0.00	07	30.00	70.00	67.00	2.0	21.00	0.00	LEÑO FINA A MEDIANOTA LINDA
8	0.00	0.00	20	41.00	60.00	67.00	2.2	01.00	0.00	LEÑO FINA CON LAMINAS CILINDRICAS Y OBTUSAS
9	7.00	7.00	41	00.00	64.00	67.00	1.70	17.00	0.00	LEÑO FINA CON OBTUSAS FINAS
10	0.00	0.00	17	04.00	64.00	64.00	1.70	10.00	0.00	LEÑO FINA CON OBTUSAS FINAS
11	0.00	0.00	00	47.00	60.00	60.00	0.24	1	0.00	LEÑO FINA CON OBTUSAS FINAS
12	0.00	10.00	70	04.00	70.00	60.00	1.00	14.00	7.70	LEÑO FINA CON OBTUSAS FINAS
13	00.00	00.00	20	02.00	70.00	60.00	0.01	0.70	7.00	LEÑO FINA CON OBTUSAS FINAS
14	10.00	10.00	21	00.00	70.00	70.00	0.02	0.0	7.70	LEÑO FINA CON OBTUSAS FINAS
15	01.00	12.00	03	00.01	60.00	60.00	1.50	12.00	0.00	LEÑO FINA CON OBTUSAS FINAS
16	12.00	12.00	40	00.00	70.00	70.00	1.21	17.00	7.40	LEÑO FINA CON OBTUSAS FINAS
17	12.00	12.00	70	00.00	70.00	77.00	77.21	10.00	00.01	LEÑO FINA CON OBTUSAS FINAS
18	14.00	14.00	04	00.00	60.70	60.00	1.00	00.70	0.00	LEÑO FINA CON OBTUSAS FINAS
19	14.00	14.00	07	00.00	60.07	60.00	2.10	22.0	0.07	LEÑO FINA CON OBTUSAS FINAS
20	10.00	10.00	20	00.00	70.00	67.00	2.00	27.00	0.00	LEÑO FINA CON OBTUSAS FINAS
21	16.00	16.10	41	44.20	60.70	70.00	2.00	01	7.00	LEÑO FINA CON OBTUSAS FINAS
22	07.00	17.10	04	00.00	60.00	60.00	0.74	16.00	7.10	LEÑO FINA CON OBTUSAS FINAS
23	00.00	10.00	00	00.00	70.02	70.02	2.10	10.00	0.11	LEÑO FINA CON OBTUSAS FINAS
24	00.00	10.00	100	00.00	71.70	70.00	0.01	10.02	7.00	LEÑO FINA CON OBTUSAS FINAS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Determinación de contenido de humedad SPT -4
Clasificación visual al tacto según S.U.C.S



UNAM ENEP ARAGON



MUESTRA No.	PROFUNDIDAD (MTS)		CAPSULA		DETENCIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					CLASIFICACIÓN VISUAL AL TACTO
	DE	A	H	Wo	W ₁₀₀ P ₁₀₀	W ₅₀ P ₅₀	W ₂₅	W ₁₅	W ₅	DESCRIPCIÓN
1	0.00	0.00	20	64.30	72.00	76.50	1.07	10.02	0.00	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
2	0.00	1.00	21	60.20	67.00	67.00	0.87	10.70	0.00	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
3	1.00	1.00	23	59.00	66.21	70.00	3.90	37.27	0.00	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
4	1.00	2.00	40	65.2	61.00	72.00	0.17	30.00	0.21	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
5	2.00	3.00	46	66.00	66	68.00	2.95	30.11	7.66	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
6	2.00	3.00	04	60.20	66.00	67.00	1.7	10.02	0.00	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
7	0.00	0.20	07	60.20	70.00	67	0.00	01.70	0.01	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
8	0.20	4.00	28	61.30	66.00	67.00	3.8	30.00	0.02	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
9	0.00	0.00	41	60.20	66.21	66.00	1.13	17.03	0.30	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
10	0.00	0.00	13	65.04	66.20	66	1.30	20.00	0.11	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
11	0.00	0.00	00	67.04	66.20	68.00	1.02	16.04	0.00	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
12	0.00	7.00	70	64.02	70.00	60.70	1.50	14.70	0.04	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
13	7.00	7.00	20	63.20	66.04	67.00	0.40	0.00	0.70	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
14	7.00	0.00	21	60.13	73.12	72.07	0.40	0.32	7.10	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
15	0.00	0.00	03	60.21	70	70.00	3.30	20.00	0.00	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
16	0.00	0.00	44	60.00	77.00	70.00	1.90	17.02	2.00	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
17	00.00	10.00	70	60.20	70.00	77.00	1.0	10.03	7.00	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
18	00.00	11.00	04	60.20	60.07	60.00	3.00	10.70	0.03	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
19	11.00	12.00	07	39.00	60.57	63.20	0.52	20.0	0.01	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
20	10.00	12.00	20	60.00	70	67.00	2.00	21.00	7.20	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
21	12.00	13.00	41	60.00	60.75	70.20	2.00	24	7.20	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
22	14.00	14.00	00	60.00	60.70	67.00	2.00	40.00	0.00	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
23	10.00	10.00	00	60.00	70	73.07	0.32	20.32	0.00	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
24	00.00	17.00	125	60.00	77.70	70.00	0.01	10.00	7.00	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION
25	17.00	17.00	200	43.00	60.00	60	1.00	11.04	0.03	SECCION 1 LINEA AMARRADA, ANCLAJE CON BARRAS Y PLANTACION

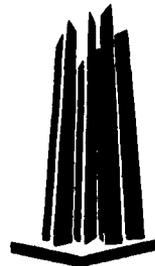
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Determinación de contenido de humedad SPT -5
Clasificación visual al tacto según S.U.C.S

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM ENEP ARAGON



MUESTRA No.	PROFUNDIDAD (MTB)		CAPSULA		OBTENCION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					CLASIFICACION VISUAL AL TACTO
	DE	A	N	Wc	W _h +W _c	W _h +W _c	W _h	W _h	W _h	DESCRIPCION
1	0.00	0.00	00	54.20	71.02	80.07	1.10	10.01	0.41	CAPETA ASFALTICA
2	0.00	1.20	21	00.23	06.00	07	1.02	10.72	0.47	MELENDI; ANCLAS CON GRAPAS Y MATERIA ORGANICA;
3	1.20	1.43	23	30.00	00.12	70.00	2.07	37.07	0.77	MELENDI; ANCLAS CON GRAPAS Y MATERIA ORGANICA;
4	1.00	1.00	40	40.2	00.10	72.00	2.20	30.00	7.61	MELENDI; ANCLAS CON GRAPAS Y MATERIA ORGANICA;
5	2.00	2.00	40	44.00	00.20	00.00	1.07	00.00	0.51	MELENDI; ANCLAS CON GRAPAS Y MATERIA ORGANICA;
6	2.00	3.10	04	00	74	72.00	0.02	2.00	0.17	MELENDI; ANCLAS CON GRAPAS Y MATERIA ORGANICA;
7	3.00	3.00	07	34.25	70	00	2	20.70	0.11	MELENDI; ARENA CON PEQUENAS DE CONCRETO Y LINDO;
8	4.20	4.03	20	41.10	70.12	00.07	2.1	20.07	7.00	LINDO APERTOSOS CON ORAVILLAS ABLADAS
9	4.00	0.03	41	00.20	04.21	03.01	1.20	10.70	7.00	LINDO APERTOSOS CON ORAVILLAS ABLADAS
10	0.20	0.00	13	44.04	04.20	04.00	2.20	10.01	11.20	LINDO APERTOSOS CON ORAVILLAS ABLADAS
11	0.00	0.10	00	47.00	04.30	02.00	1.47	10.04	0.00	ARENA FINA MEDIA CON ORAVILLAS ABLADAS
12	0.00	0.70	70	04.00	70.00	00.70	1.20	14.70	0.00	ARENA FINA MEDIA CON ORAVILLAS ABLADAS
13	7.20	7.20	20	44.20	00.00	00.00	0.23	0.01	0.10	ARENA FINA MEDIA CON ORAVILLAS ABLADAS
14	7.00	7.00	21	00.10	70.04	71.20	0.03	0.0	0.20	ARENA FINA MEDIA CON ORAVILLAS ABLADAS
15	0.00	0.07	23	00.21	70.00	77	1.00	00.70	0.07	ARENA FINA MEDIA CON ORAVILLAS ABLADAS
16	0.00	0.70	40	00.00	77.00	71.00	1.07	77.00	7.03	ARENA FINA MEDIA CON ORAVILLAS ABLADAS
17	10.00	10.00	70	00.20	70.00	77.00	1.4	10.40	7.00	ARENA FINA MEDIA CON ORAVILLAS ABLADAS
18	11.20	11.20	04	00.20	00.70	00.00	1.00	10.70	0.02	ARENA FINA MEDIA CON ORAVILLAS ABLADAS
19	12.00	12.00	07	30.45	00.77	03.20	2.12	21.0	0.01	ARENA FINA MEDIA CON ORAVILLAS ABLADAS

Determinación de contenido de humedad SPT -7
Clasificación visual al tacto según S.U.C.S

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN