



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**Escuela Nacional de Estudios Profesionales**

**ARAGON**

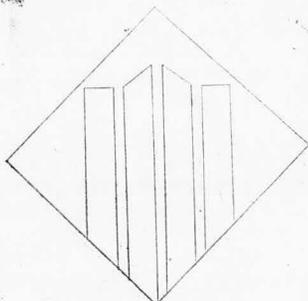
**ANALISIS PARA LAS CIMENTACIONES DE UN PARQUE  
CONSTRUIDO SOBRE DESECHOS SOLIDOS**

**T E S I S**

**Que para obtener el Título de  
INGENIERO CIVIL**

**P r e s e n t a**

**UBALDO CHAVEZ MORALES**



**Sn. Juan de Aragón, Méx.**

**1985**



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.

Civ 29

Sist 29534



RECEIVED  
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION  
WASHINGTON, D. C.

DATE: 10/10/54  
BY: [illegible]

RECEIVED

10/10/54



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGON  
DIRECCION

UBALDO CHAVEZ MORALES  
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 8 de agosto del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. CARLOS A. MELGOZA PEREZ pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado "ANALISIS PARA LAS CIMENTACIONES DE UN PARQUE CONSTRUIDO SOBRE DESECHOS SOLIDOS", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para reiterar a usted las bondades de mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
San Juan de Aragón, Méx., agosto 19 de 1985.  
EL DIRECTOR

LIC. SERGIO ROSAS ROMERO

c.c.p. Coordinación de Ingeniería (21).  
Unidad Académica.  
Departamento de Servicios Escolares.  
Asesor de Tesis.

AL RECUERDO DE MI MADRE:  
SRA. CAMERINA MORALES D. +

EN RECONOCIMIENTO SINCERO AL  
AMOR Y SACRIFICIOS CON QUE -  
IMPULSO MI FORMACIÓN.

A MIS HERMANOS:

JOSE I.,

MA. YOLANDA Y

CRISTINA MA.

COMO AGRADECIMIENTO POR EL  
ENORME APOYO QUE SIEMPRE -  
ME BRINDARON, SIN EL CUAL-  
NO HUBIERA FINALIZADO MIS-  
ESTUDIOS.

MUCHAS GRACIAS.

A MIS GRANDES AMIGOS -  
DE AYER, HOY Y SIEMPRE  
POR SER COMO SON.

AL ING. CARLOS A. MELGOZA PEREZ  
POR SU VALIOSA COOPERACION.

TESIS:

ANALISIS PARA LAS CIMENTACIONES DE UN  
PARQUE CONSTRUIDO SOBRE DESECHOS SOLIDOS

## I N D I C E

CAPITULO I		PAG.
	INTRODUCCION	5
	I.1. CARACTERISTICAS DEL EXTIRADERO	9
	I.2. ESTRATIGRAFIA ORIGINAL DEL TERRENO	18
	I.3. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO	26
CAPITULO II		
	EXPLORACION	39
CAPITULO III		
	ENSAYES DE LABORATORIO	44
CAPITULO IV		
	CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO	57
CAPITULO V		
	ANALISIS DE CIMENTACIONES	95
CAPITULO VI		
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110

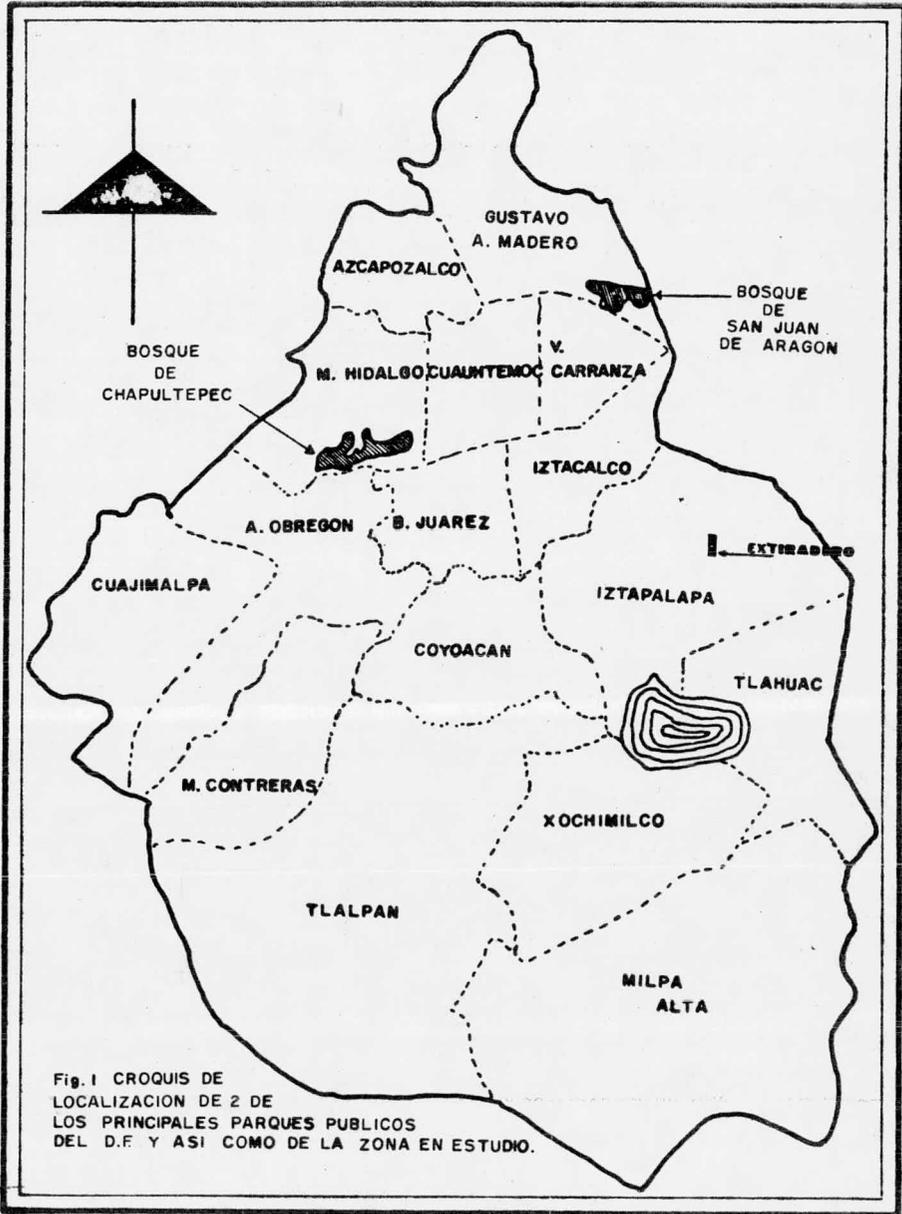
CAPITULO I INTRODUCCION

LOS PARQUES PÚBLICOS SON ZONAS DE ESPARCIMIENTO Y DIVERSIÓN EN DONDE SE DAN CITA PERSONAS DE TODOS LOS ESTRATOS SOCIALES. ESTAS ZONAS SON DE SUMA IMPORTANCIA PARA EL ADECUADO FUNCIONAMIENTO DE UNA CIUDAD, YA QUE, SI BIEN SON ESPACIOS DE RELAJAMIENTO Y TRANQUILIDAD PARA SUS HABITANTES, SON TAMBIÉN LOS PRINCIPALES PROVEEDORES DE OXÍGENO Y " LIMPIADORES " AMBIENTALES DE ELLA.

LA CIUDAD DE MÉXICO Y ÁREAS CONURBADAS, CUENTAN CON UN GRAN NÚMERO DE ÁREAS VERDES Y ZONAS DEPORTIVAS DE DONDE SE DESTACAN DOS COMO LOS PRINCIPALES PARQUES PÚBLICOS: EL BOSQUE DE SAN JUAN DE ARÁGON Y EL BOSQUE DE CHAPULTEPEC. (FIG.1).

DE ELLOS EL QUE ABSORBE UN MAYOR NÚMERO DE VISITANTES ES DESDE LUEGO EL BOSQUE DE CHAPULTEPEC, DONDE CONVERGE GENTE DE TODOS LOS PUNTOS DE LA ZONA METROPOLITANA, LO QUE OCASIONA UNA GRAN CONCENTRACIÓN HUMANA DE DONDE SE DERIVAN UNA SERIE DE MOLESTIAS PARA LAS PERSONAS VISITANTES Y AÚN PARA AQUELLAS QUE VIVEN EN LOS ALREDEDORES.

EL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL, CON EL PROPÓSITO DE AYUDAR A LA DESCONCENTRACIÓN DEL BOSQUE DE CHAPULTEPEC, Y OBSERVANDO LA NECESIDAD DE APROVECHAR EL TERRENO DISPONIBLE DÁNDOLE UN USO DE ACUERDO A SU CARACTERÍSTICA ESPECIAL ( DE ESTAR FORMADO POR DESECHOS SÓLIDOS), PROYECTA CONSTRUIR, EN



LO QUE FUERON LOS TERRENOS DEL TIRADERO DE STA. CRUZ MEYEHUALCO, EN LA PARTE ORIENTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO, EL PARQUE RECREATIVO DE STA. CRUZ MEYEHUALCO. CON LA CREACIÓN DE ESTE PARQUE, SE PRETENDE QUE LA POBLACIÓN CIRCUNVECINA NO TENGA QUE REALIZAR UN RECORRIDO EN OCASIONES LARGO Y MOLESTO PARA ENCONTRAR LOS SATISFACTORES QUE REQUIERE, YA QUE ESTE PARQUE CONTARÁ CON SERVICIOS SEMEJANTES A LOS QUE SE PROPORCIONAN EN CHAPULTEPEC.

LAS ZONAS BENEFICIADAS CON ESTE PROYECTO SERÁN: LA ZONA ORIENTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO, ASÍ COMO TAMBIÉN PARTE DEL ÁREA CONURBADA DEL ESTADO DE MÉXICO: CD. NETZAHUALCOYÓTL.

## I.1 CARACTERISTICAS DEL EXTIRADERO

## LOCALIZACION Y SUPERFICIE

EL EXTIRADERO DE STA. CRUZ MEYEHUALCO, SE ENCUENTRA LOCALIZADO AL SURESTE DEL ÁREA METROPOLITANA DEL D. F., DENTRO -- DEL PERÍMETRO DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA.

EL ÁREA TIENE LAS SIGUIENTES COLINDANCIAS (FIG. 2)

AL NORTE CON TERRENOS DE PROPIEDAD FEDERAL, AL SUR CON LA -- AV. STA. CRUZ MEYEHUALCO, AL ORIENTE CON LA CALLE CUITLÁHUAC DE LA COLONIA EJIDAL STA. MARÍA AZTAHUACÁN Y AL PONIENTE -- CON LA CALLE CARLOS L. GRACIDAS, DE LA UNIDAD HABITACIONAL VICENTE GUERRERO Y CON LA COLONIA RENOVACIÓN.

EL ÁREA DEL EXTIRADERO ES DE 1'481,188 M<sup>2</sup>.

## ASPECTOS GENERALES

EN EL ÁREA DEL ENTONCES TIRADERO DE STA. CRUZ MEYEHUALCO, SE DEPOSITARON MÁS DE 40 MILLONES DE TONELADAS DE BASURA HASTA SU CLAUSURA EN 1983. FUÉ FUENTE DE CONTAMINACIÓN DEL D. F. , DEBIDO A LOS MUCHOS INCENDIOS QUE AHÍ OCURRIERON. INUTILIZÓ Y CONTAMINÓ POR MÁS DE 30 AÑOS EL SUELO DONDE SE DEPOSITARON LOS DESECHOS SÓLIDOS A LA INTEMPERIE. PROVOCÓ PROBLEMAS DE SALUD PÚBLICA EN LA ZONA ALEDAÑA, POR LA PRESENCIA Y PROLIFERACIÓN DE FAUNA NOCIVA TRANSMISORA DE ENFERMEDADES AL SER HUMANO. FUÉ MOTIVO DE MOLESTIAS POR LOS OLORES DESAGRADA

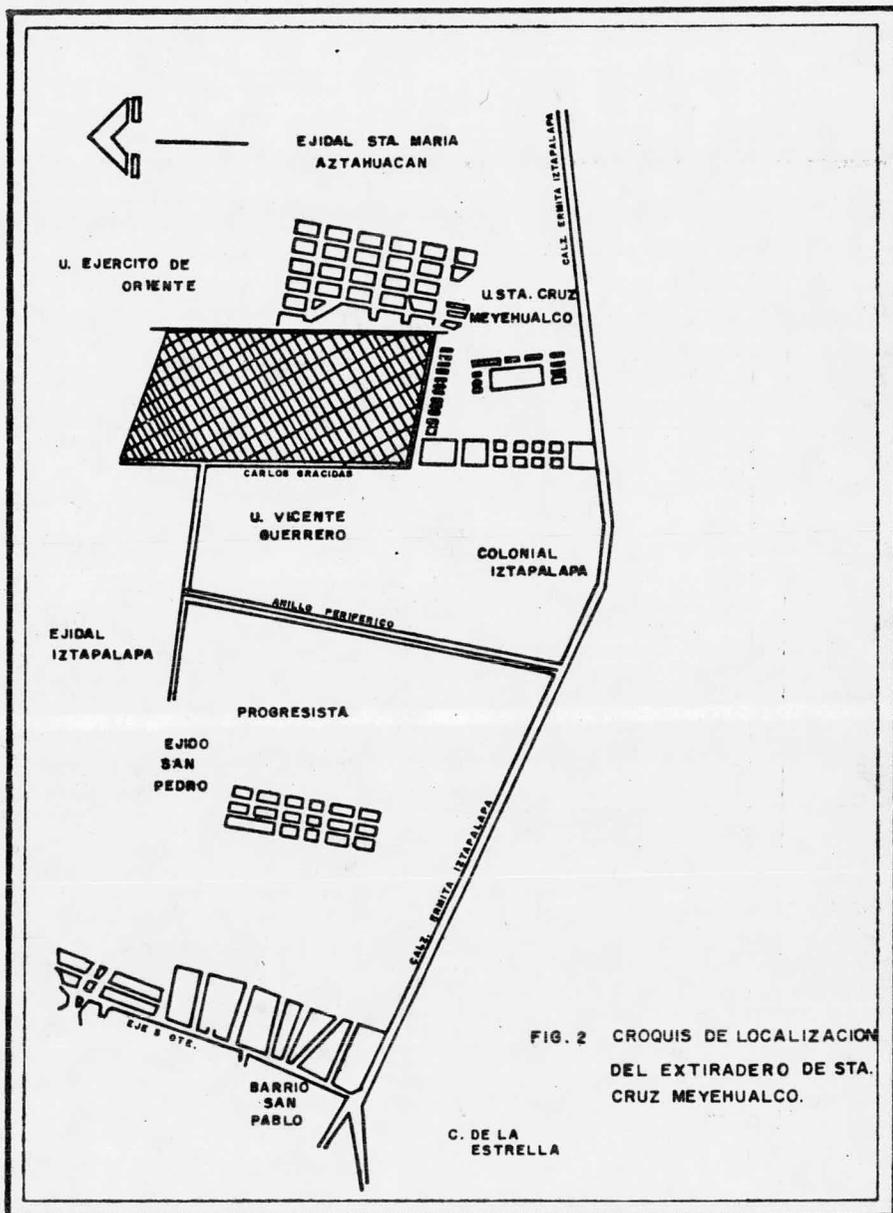


FIG. 2 CROQUIS DE LOCALIZACION  
 DEL EXTRADERO DE STA.  
 CRUZ MEYEHUALCO.

BLES Y CONTAMINANTES QUE PRODUCÍA.

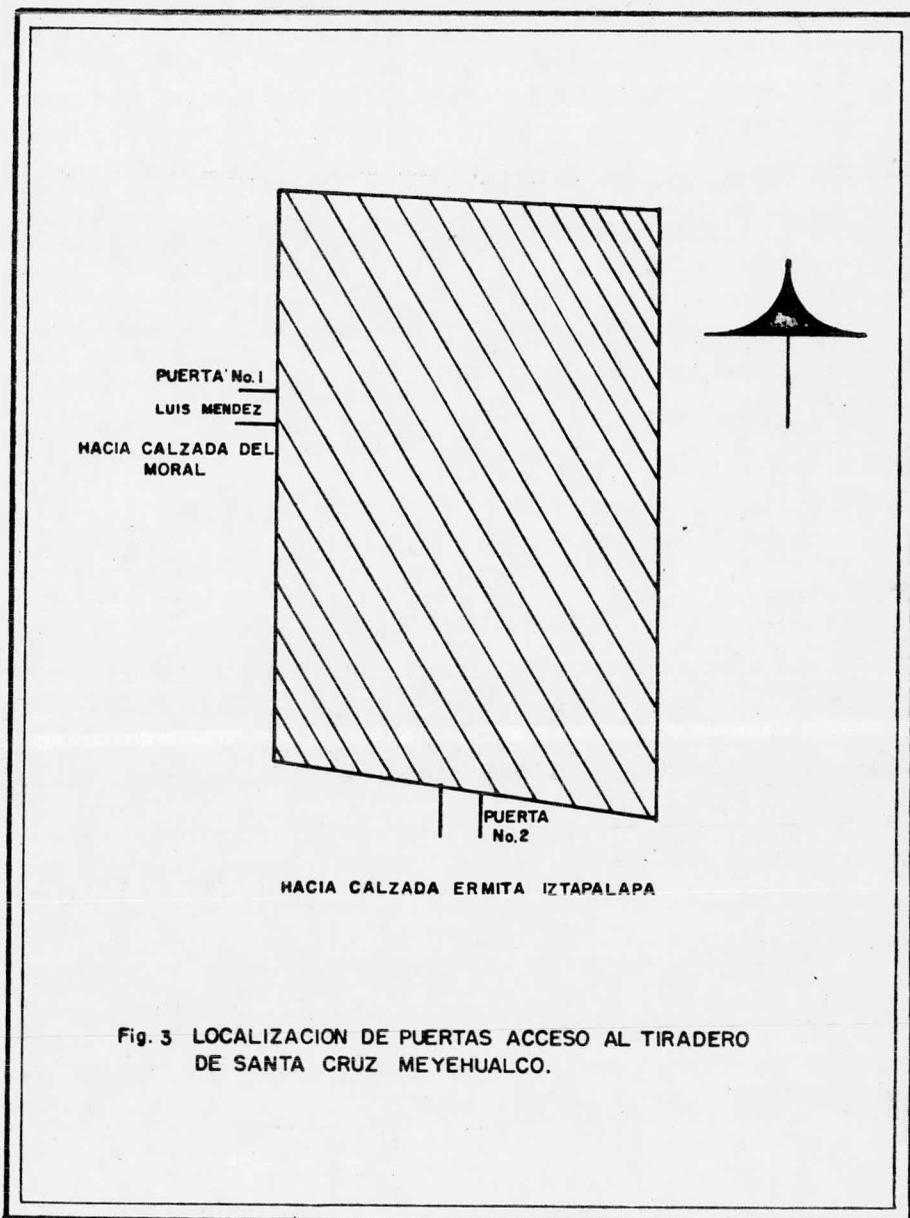
EN SÍ, CAUSÓ UNA INFINIDAD DE PROBLEMAS AMBIENTALES Y SANITARIOS, LOS CUALES SE TRATARÁN DE SOLUCIONAR CON LA CREACIÓN DEL PARQUE RECREATIVO YA MENCIONADO.

## HISTORIA

LOS TIRADEROS A CIELO ABIERTO HAN SIDO EL SISTEMA MÁS UTILIZADO EN NUESTRO PAÍS, A PESAR DE QUE ES EL QUE PRESENTA MAYOR NÚMERO DE INCONVENIENTES SANITARIOS.

ESTE TIPO DE DEPÓSITOS SE LOCALIZA POR LO GENERAL EN LA MÁRGENES DE LAS MANCHAS URBANAS; EL TIRADERO DE STA. CRUZ MEYEHUALCO, NO FUÉ LA EXCEPCIÓN YA QUE EN 1948, SE UBICÓ EN LAS ORILLAS DE LA ZONA METROPOLITANA DEL D. F., EN LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA. POCO TIEMPO DESPUÉS Y COMO RESULTADO DEL DESORBITANTE CRECIMIENTO DE LA CIUDAD, LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS AL EXTENDERSE, RODEARON EL TERRENO DEL TIRADERO.

SU PRINCIPAL VÍA DE ACCESO FUÉ LA CALZADA ERMITA IZTAPALAPA, POSTERIORMENTE SE UTILIZÓ LA CALZADA IGNACIO ZARAGOZA, ENTRANDO A LA ALTURA DEL MONUMENTO A BÉNITO JUÁREZ. AL COMIENZO DE SUS OPERACIONES NO SE UTILIZÓ CONTROL ALGUNO, EN LO QUE SE REFIERE A LA CUANTIFICACIÓN DE LAS ENTRADAS DE BASURA. EN 1958, PENSÁNDOSE EN ESTE CONTROL, SE BARDEÓ TODO EL TIRADERO ABRIENDO DOS ENTRADAS (FIG. 3), SIN EMBARGO NO SE



HICIERON ESUFUERZOS POR TECNIFICARLO.

EN LOS AÑOS 60'S, SE LLEVARON A CABO RELLENOS SANITARIOS POR EL MÉTODO DE ZANJAS; ESTE MÉTODO CONSISTIÓ EN ABRIR ZANJAS - DE 6M.DE PROFUNDIDAD, 12 M. DE ANCHO Y CON LA LONGITUD DE - ACUERDO A LAS NECESIDADES EXISTENTES Y A LAS LIMITACIONES -- DEL TERRENO, EN LAS CUALES SE DEPOSITABA LA BASURA, POSTE -- RIORMENTE SE LE CUBRIRÍA CON EL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCA VACIÓN. ESTE MÉTODO SE DEJÓ DE UTILIZAR A FINES DE LOS 60'S O A PRINCIPIOS DE LOS 70'S .

EN MARZO DE 1975, SE INSTALARON EN LA PUERTA PONIENTE ( PUER TA NO. 1) DEL TIRADERO, DOS BÁSCULAS CON CAPACIDAD DE TREIN- TA TONELADAS, C/U Y A PARTIR DE ENTONCES SE COMENZÓ A RECOPI- LAR INFORMACIÓN.

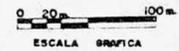
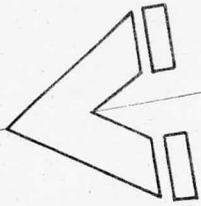
NO EXISTEN DATOS ACERCA DEL TOTAL DE TONELADAS DE RESIDUOS - QUE SE DEPOSITARON EN STA. CRUZ MEYEHUALCO, HASTA SU CLAUSU- RA EN 1983, PERO EMPÍRICAMENTE, EL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL, DETERMINÓ EN 44'712,500 TONELADAS LOS RESIDUOS DEPO- SITADOS, ESTO, EN BASE A QUE SE SUPONE QUE AL COMENZAR A OPE- RAR SE DEPOSITABAN 500 TONELADAS DIARIAS Y AL FINAL DE SU VI- DA OPERACIONAL 6,000 TONELADAS ( ESTE ÚLTIMO DATO SE OBTUVO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL LUGAR ).

## CONFIGURACION DEL TERRENO

EL ÁREA EN ESTUDIO SE CARACTERIZA POR CONTAR CON DOS ZONAS - DE MAYOR ALTURA, CON NIVELES ENTRE 5 M. Y 10 M. SOBRE EL TERRENO CIRCUNDANTE, LOCALIZADAS EN LA PARTE SUR Y NORESTE DEL MISMO (PLANO 1).

ENTRE AMBAS EXISTE UNA ZONA " PLANA " QUE ATRAVIESA EL ÁREA DEL PROYECTO EN DIRECCIÓN ESTE - OESTE ( EN ESTE LUGAR ES -- DONDE SE PRETENDE CONSTRUIR LOS EJES VIALES 5 Y 6 SUR ). LA REGIÓN COMPRENDIDA AL NORTE DE ESTA FRANJA NATURAL SE CARACTERIZA POR SUS FUERTES PENDIENTES, QUE CONTRASTAN CON LAS SUAVES ( Y QUE TIENDEN AL SUR ) DE LA REGIÓN COMPRENDIDA PRECISAMENTE AL SUR DE LA FRANJA MENCIONADA.

EXTIRADERO DE  
STA. CRUZ MEYEHUALCO



PLANO I TOPOGRAFICO

ENEP ARAGON

**U.N.A.M.**

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ M.

## COMPOSICION DE LA BASURA

AL NO CONTARSE EN EL PAÍS, CON ESTUDIOS QUE PERMITAN DETERMINAR CONFIABLEMENTE LA COMPOSICIÓN DE LA BASURA, SE PUEDE OBTENER UNA APROXIMACIÓN A ELLA CON LOS DATOS SIGUIENTES LOGRADOS DE ESTUDIOS REALIZADOS EN ESPAÑA, TENIENDO EN CUENTA QUE EN MÉXICO, LAS CANTIDADES DE MATERIA ORGÁNICA PUEDEN SER MAYORES, ASÍ COMO MENORES LAS CORRESPONDIENTES A LAS DE METAL, PAPEL Y VIDRIO, DEBIDO COMO ES YA CONOCIDO, A LA PRESELECCIÓN EFECTUADA EN LOS TIRADEROS POR LOS LLAMADOS "PEPENADORES", QUIENES SE ENCARGAN DE RECOLECTAR TODO AQUEL MATERIAL QUE PUDIERA SER REUTILIZADO.

LA COMPOSICIÓN APRÓXIMADA DE LA BASURA EN ESPAÑA ES:

MATERIAL FINO ( 0 A 20 MM. )	-----	DEL 30 AL 60%
RESTOS COMBUSTIBLES Y RESIDUOS INDUSTRIALES.	-----	DEL 1 AL 8%
RESTOS COMBUSTIBLES DE MADERA Y PAJA.	-----	DEL 1 AL 6%
RESTOS NO COMBUSTIBLES (ESCOMBROS DE DEMOLICIONES Y CONSTRUCCIONES:)		
PIEDRAS, LADRILLOS Y OTROS.	-----	DEL 3 AL 7%
VIDRIOS, PORCELANAS, ETC.	-----	DEL 1 AL 7%

MATERIAS VEGETALES Y ORGÁNICAS	-----	DEL 8 AL 35%
METALES	-----	DEL 1 AL 15%
TRAPOS, CUERO CAUCHO	-----	DEL 2 AL 5%
PAPEL, CARTONES, ETC.	-----	DEL 5 AL 25%

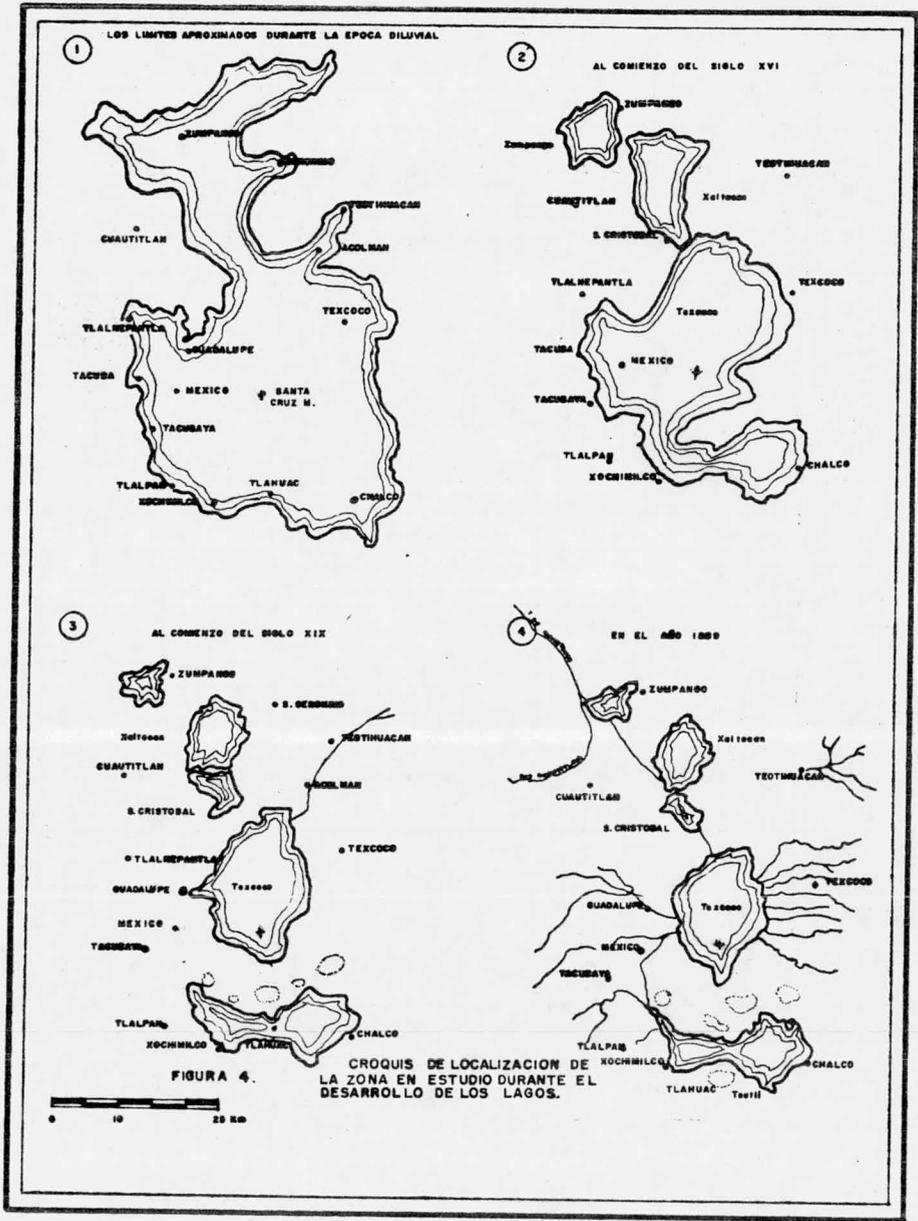
GENERALMENTE LA BASURA SUELE CONTENER GRAN CANTIDAD DE AGUA QUE PUEDE SER ESTIMADA EN UNA MEDIA DEL 30% AUMENTANDO A ÚN 50% Ó MÁS EN BASURAS CON GRAN CONTENIDO ORGÁNICO. LA CANTIDAD DE HÚMEDAD VARÍA EVIDENTEMENTE SEGÚN LAS ESTACIONES DEL AÑO.

## I.2 ESTRATIGRAFIA ORIGINAL DEL TERRENO

EL ÁREA EN ESTUDIO SE ENCUENTRA LOCALIZADA EN PARTE DE LO QUE FUE EL LAGO DE TEXCOCO (FIG. 4 ).

DE ACUERDO A ESTUDIOS REALIZADOS EN ESTA FORMACIÓN LACUSTRE - ( REF. 1 Y 2 ) SE PUEDEN DISTINGUIR LAS SIGUIENTES FORMACIONES CONSIDERADAS A PARTIR DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO:

- 1.- CAPA SUPERFICIAL. COMPUESTA POR DEPÓSITOS LIMO-ARCILLOSOS ARENO-ARCILLOSOS O LIMOSOS, CON UN ESPESOR MEDIO DE 1.5 M
- 2.- FORMACIÓN ARCILLOSA SUPERIOR. FORMADA POR ARCILLAS DE ORIGEN VOLCÁNICO - LACUSTRE DE ALTA COMPRESIBILIDAD DE ESPESOR VARIABLE INTERCALADA CON PEQUEÑAS CAPAS O LENTES ARENOSOS, LIMO - ARENOSOS Y DE VIDRIO VOLCÁNICO.
- 3.- CAPA DURA. LA CONSTITUYEN PRINCIPALMENTE SUELOS LIMO ARENOSOS, LIMOSOS Y ARENOSOS INTERCALADOS CON CAPAS DE ARCILLA. SU ESPESOR MEDIO ES DE 3.5 M.
- 4.- FORMACIÓN ARCILLOSA INFERIOR. COMPUESTA DE ARCILLAS VOLCÁNICAS DE CARACTERÍSTICAS SEMEJANTES A LAS DE LA FORMACIÓN SUPERIOR AUNQUE MÁS COMPRIMIDAS Y RESISTENTES, CON UN ESPESOR VARIABLE.
- 5.- DEPÓSITOS PROFUNDOS SUPERIORES. SE LES LLAMA TAMBIÉN SEGUNDA CAPA DURA Y ESTA CONSTITUIDA POR LIMOS, ARENAS FINAS Y LIMOSAS MUY COMPACTAS, CON UN ESPESOR VARIABLE.



6.- TERCERA FORMACIÓN ARCILLOSA. ESTA CAPA COMPRESIBLE ESTÁ FORMADA POR ARCILLAS VOLCÁNICAS Y SU ESPESOR ES SUPERIOR A 6 M .

7.- DEPÓSITOS PROFUNDOS INFERIORES. SUBYACENTES A LA ANTERIOR FORMACIÓN SE LOCALIZARON ESTRATOS ARENOSOS, LIMOSOS Y LI-MO - ARENOSOS QUE EN OCASIONES CONTIENEN ARCILLA Y GRAVAS

EN LA REF. 2 SE NOS PRESENTA LA SIGUIENTE TABLA, QUE RESUME -- LOS VALORES MEDIOS DE PROPIEDADES ÍNDICE EN LAS FORMACIONES - DEL LAGO DE TEXCOCO.

PROPIEDADES	CONTENIDO NATURAL DE AGUA W %		LIMITE LIQUIDO. LL (%)		LIMITE - PLASTICO LP (%)		DENSIDAD DE SOLIDOS SS		RELACION DE VACIOS e		RESIST. AL CORTE : (Kg/cm <sup>2</sup> )	
	VALOR MEDIO	N	VALOR MEDIO	N	VALOR MEDIO	N	VALOR MEDIO	N	VALOR MEDIO	N	VALOR MEDIO	N
FORMACION SUPERFICIAL.	61	112	99	15	44	15	2.50	24	1.7	23	0.15	23
FORMACION ARCILLOSA SUPERIOR.	303	3355	301	624	71	624	2.46	2479	7.3	2466	0.13	1707
CAPA DURA.	59	109	71	24	37	24	2.53	9	1.2	9	0.88	8
FORMACION ARCILLOSA INFERIOR	255	950	242	188	66	179	2.45	604	5.9	604	0.32	211
DEPOSITOS PROFUNDOS SUPERIORES.	49	476	94	54	47	54	2.42	8	1.5	8	0.54	2
TERCERA FORMACION ARCILLOSA.	147	227	182	50	68	50	2.29	6	3.5	6	0.48	5
DEPOSITOS PROFUNDOS INFERIORES.	37	298	48	26	25	26						
N =	NUMERO DE DETERMINACIONES											

CERCA DEL ÁREA DE ESTUDIO SE REALIZARON DOS SONDEOS ( FIG.5 )  
 DE LOS QUE A CONTINUACIÓN SE PRESENTAN LOS RESULTADOS CON LOS  
 CUALES SE PUEDE DAR UNA IDEA DE LO QUE FUÉ LA ESTRATIGRAFÍA -  
 ORIGINAL DEL TERRENO.

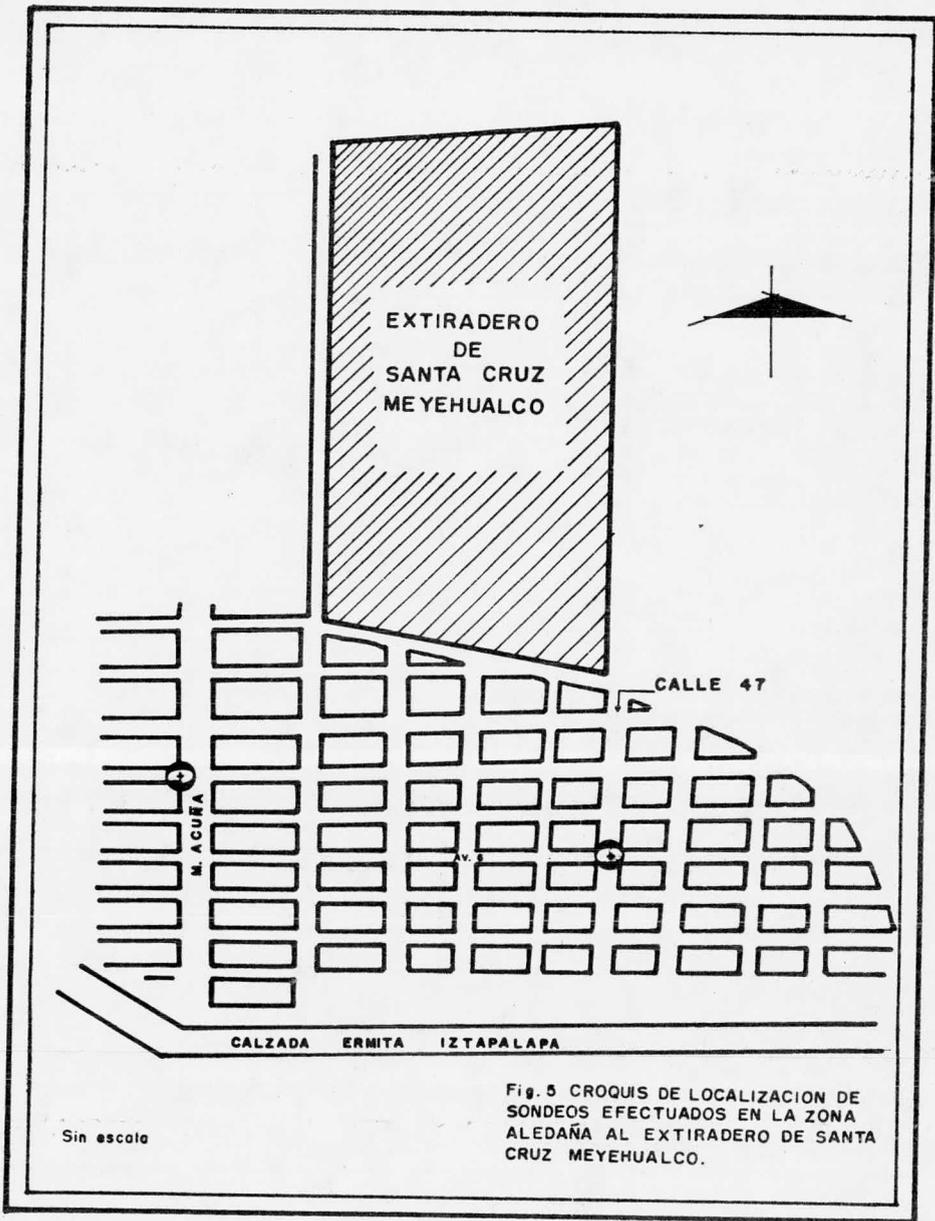
PRIMER SONDEO

DE ACUERDO AL SONDEO NO. 115 EFECTUADO POR EL D.D.F., EN 1976  
 UBICADO EN CALLE 47, STA. CRUZ MEYEHUALCO Y AV. 6 Z.P. 13, SE  
 OBTUBO LA SIGUIENTE ESTRATIGRAFÍA CONDENSADA:

LONGITUD DE SONDEO 38.00 M.

NIVEL FREÁTICO 2.00 M.

	S.U.C.S. -----	CL	(ARCILLA DE BA- JA COMPRESIBI- LIDAD).
FORMACIÓN	W ( % ) -----	80	
SUPERFICIAL	N -----	8	
	PROF. (M) -----	3.0	
	S.U.C.S. -----	SM	(ARENA LIMOSA)
2DA.	W ( % ) -----	450	
FORMACIÓN	N -----	10/ 50	
	PROF. -----	12.0	



S.U.C.S. ----- CH

(ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD).

3RA. W ( % ) ----- 250  
FORMACIÓN N ----- 12  
PROF. ----- 37.0

NOTAS:

S.U.C.S. SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS.

W ( % ) CONTENIDO DE HÚMEDAD

N NÚMERO DE GOLPES DE LA PRUEBA A LA PENETRACIÓN ESTANDAR.

SEGUNDO SONDEO

DE ACUERDO AL SONDEO No. 3 EFECTUADO POR EL D.D.F., EN 1976, UBICADO EN AV. 12 ENTRE M. ACUÑA Y G. GANAR, SE OBTUVO LA SIGUIENTE ESTRATIGRAFÍA CONDENSADA:

LONGITUD DE SONDEO 50.00 M.

NIVEL FREÁTICO 3.00 M.

S.U.C.S. ----- MH

(LIMO DE ALTA COMPRESIBILIDAD).

FORMACIÓN W ( % ) ----- 70  
SUPERFICIAL N ----- P.P.

( PESO PROPIO)

	PROF. (M)	-----	3.5	
	S.U.C.S.	-----	CH	(ARCILLA DE AL TA COMPRESIBI LIDAD).
2DA.	W %	-----	180	
FORMACIÓN	N	-----	P.P.	
	PROF. (M)	-----	18	
	S.U.C.S.	-----	SM	(ARENA LIMOSA)
3RA.	W %	-----	25	
FORMACIÓN	N	-----	50	
	PROF. (M)	-----	23.0	
	S.U.C.S.	-----	CH	(ARCILLA DE AL TA COMPRESIBI LIDAD).
4TA.	W %	-----	25	
FORMACIÓN	N	-----	P.P.	
	PROF.	-----	50	

### I. 3 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

## ASPECTOS GENERALES

EL PROYECTO DEL PARQUE RECREATIVO DE STA. CRUZ MEYEHUALCO, -  
COMPRENDE DOS ETAPAS:

LA PRIMERA CORRESPONDE AL PARQUE Y CONTARÁ CON UNA SERIE DE  
SERVICIOS Y ÁREAS DEPORTIVAS Y RECREATIVAS. DE LA SEGUNDA --  
AÚN NO SE CUENTA CON UN PROYECTO DEFINITIVO YA QUE SE ENCUEN  
TRA ESTE EN FORMACIÓN, POR LO QUE EL PRESENTE TRABAJO TRATA-  
RÁ SÓLO LA PRIMERA ETAPA.

FISÍCAMENTE LAS DOS ETAPAS HAN SIDO SEPARADAS POR EL PROYEC  
TO DE LOS EJES VIALES 5 Y 6 SUR QUE CRUZARÁN EL EXTIRADERO -  
( FIG. 6 ).

### DESCRIPCION DEL PARQUE EN PROYECTO

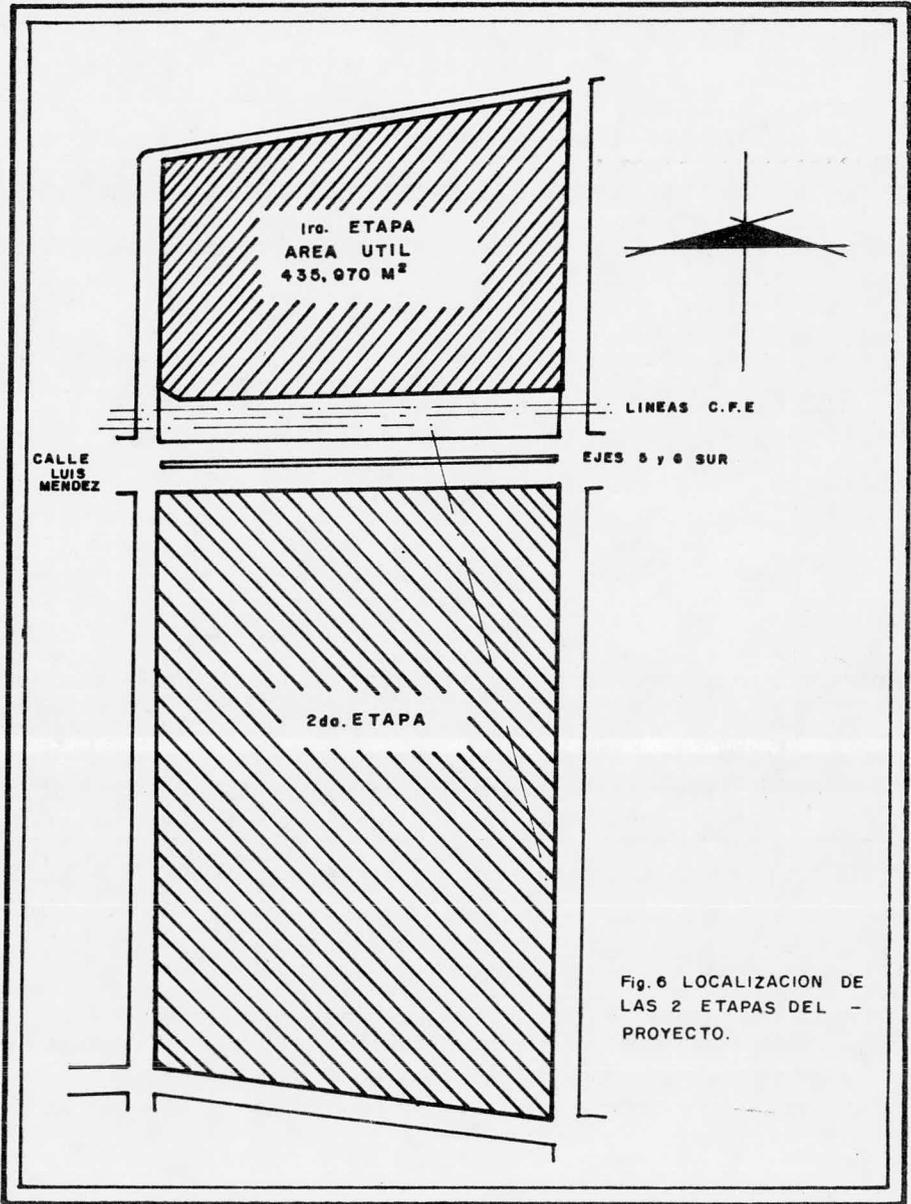
EL ÁREA ÚTIL DE LA 1RA. ETAPA ES DE 435,970 M<sup>2</sup>., EN LA CUAL  
SE LOCALIZARÁN LAS SIGUIENTES ÁREAS ( PLANO No. 2 ):

#### A) AREA INFANTIL.

CORRESPONDE A NIÑOS DE EDADES DE 2 A 7 AÑOS .

CONTARÁ CON:

- 1.- ZONA DE ARENEROS.
- 2.- JUEGOS DE MADERA: MONTAÑAS DE TRONCOS, LABERINTO, --  
MONTAÑA DE TRONCOS Y RESBALADILLAS, PUEBLITO (CASA  
DE MUÑECAS), TEATRO GUIÑOL.



- 3.- COMPLEMENTOS PARA LA EDUCACIÓN FÍSICA: BARRERAS PARA ESCALAR, RED CONTENEDORA, RESBALADILLA, BARRAS, PUENTES, TÚNEL, ESCALERAS HORIZONTALES, CUERDA FLOJA, ARGOLLAS, ESCALERAS DE BOMBEROS.
- 4.- NEUMÁTICOS CON RESORTES.
- 5.- PÉRGOLAS
- 6.- CONCESIONES.

#### B) AREA INFANTIL

CORRESPONDE A NIÑOS DE EDADES DE 7 A 13 AÑOS.

CONTARÁ CON EL SIGUIENTE EQUIPO:

- 1.- JUEGOS DE MADERA INDEPENDIENTES: FUERTE INDIOS, TELARANA, BARCO PIRATA, BARRERAS PARA ESCALAR.
- 2.- COMPLEMENTOS A LA EDUCACIÓN FÍSICA: ESTACIONES INTEGRADAS, PLATAFORMAS, ARGOLLAS, ESCALERAS HORIZONTALES, ESCALERAS VERTICALES, CUERDAS FLOJAS, RED CONTENEDORA, NEUMÁTICOS AMORTIGUADORES, TÚNEL, ESCALERAS DE BOMBEROS, RESBALADILLA, BARRAS, NEUMÁTICOS CON RESORTES, - 10 ESTACIONES INTEGRADAS Y FUENTES.
- 3.- SERVICIOS DE: SANITARIOS Y CONCESIONES.

#### C) AREA JUVENIL

CORRESPONDE A ADOLESCENTES Y ADULTOS.

CONTARÁ CON EL SIGUIENTE EQUIPO:

- 1.- GIMNASIO CON ELEMENTOS DE MADERA: MESA DE EJERCICIOS, BARRERAS DE 3 DIMENSIONES, BARRA PARA SALTAR, ANILLOS MESA ABDOMINAL, ESCALERA VERTICAL, NEUMÁTICOS PARA CORRER, BARRAS PARALELAS, POSTES TRUNCADOS, ESCALERA HORIZONTAL, VIGAS DE EQUILIBRIO, POSTE DE ESTIRAMIENTO.
- 2.- PISTA AERÓBICA: CIRCUITO "A"-800 MTS., CIRCUITO "B" - 1600 MTS.
- 3.- CANCHAS DEPORTIVAS: 2 DE FUTBOL SOCCER, 6 TABLEROS - DE BASQUETBOL, 2 DE TENIS Y 3 CANCHAS DE SPIRO.
- 4.- SERVICIOS SANITARIOS Y CONCESIONES.

D ) AREA DE ADULTOS.

CONTARÁ CON LO SIGUIENTE:

- 1.- GIMNASIO CON ELEMENTOS DE MADERA: ESCALERA HORIZONTAL, BARRA EN TRES DIMENSIONES, BARRAS PARALELAS, ARGOLLAS Y PUENTE.
- 2.- CANCHAS DEPORTIVAS: 8 TABLEROS DE BASQUETBOL, 2 CANCHAS DE VOLEIBOL Y 3 CANCHAS DE SPIRO.
- 3.- JUEGOS INFANTILES PARA MINUSVÁLIDOS: 16 ESTACIONES - INTEGRADAS.
- 4.- ZONA DE PÉRGOLAS: MESA CON TABLEROS INTEGRADOS.
- 5.- SERVICIOS SANITARIOS Y CONEXIONES.

F) AREAS COMUNES ( PARA CONVIVENCIA FAMILIAR ) .

COMPRENDE LO SIGUIENTE:

- 1.- FUENTE: ZONA DE LECTURA.
- 2.- ZONA DE PÉRGOLAS: MESAS CON TABLEROS INTEGRADOS.
- 3.- RESTAURANTE: ÁREA CUBIERTA, ÁREA PERGOLADA Y SERVICIOS SANITARIOS.
- 4.- TEATRO AL AIRE LIBRE (AUDIORAMA): CAMERINOS (HOMBRES Y MUJERES), SALA DE PROYECCIÓN, SERVICIOS SANITARIOS Y - TALLER DE MANTENIMIENTO.
- 5.- ZONAS DE PICNIC.

G) SERVICIOS GENERALES

COMPRENDE LO SIGUIENTE:

- 1.- ADMINISTRACIÓN: INFORMACIÓN Y SONIDO, PRIMEROS AUXILIOS, OFICINAS ADMINISTRATIVAS Y CAFETERÍA.
- 2.- ÁREA DE SERVICIOS.
- 3.- ESTACIONAMIENTO.
- 4.- SERVICIOS SANITARIOS Y CONCESIONES: ÁREA PERGOLADA, - ÁREA CUBIERTA, ÁREA DESCUBIERTA, ÁREA DE PREPARACIÓN Y SERVICIOS SANITARIOS HOMBRES Y MUJERES.

H) VIVERO

COMPRENDE LO SIGUIENTE:

- 1.- INVERNADERO DE REPRODUCCIÓN.
- 2.- OFICINAS: ÁREA DE TRABAJO, BODEGAS, CUARTO DE MÁQUINAS, Y SANITARIOS HOMBRES Y MUJERES.
- 3.- VÍVERO EXTERIOR: ÁREA DE SOL Y ÁREA DE SOMBRA.
- 4.- ESTACIONAMIENTO.

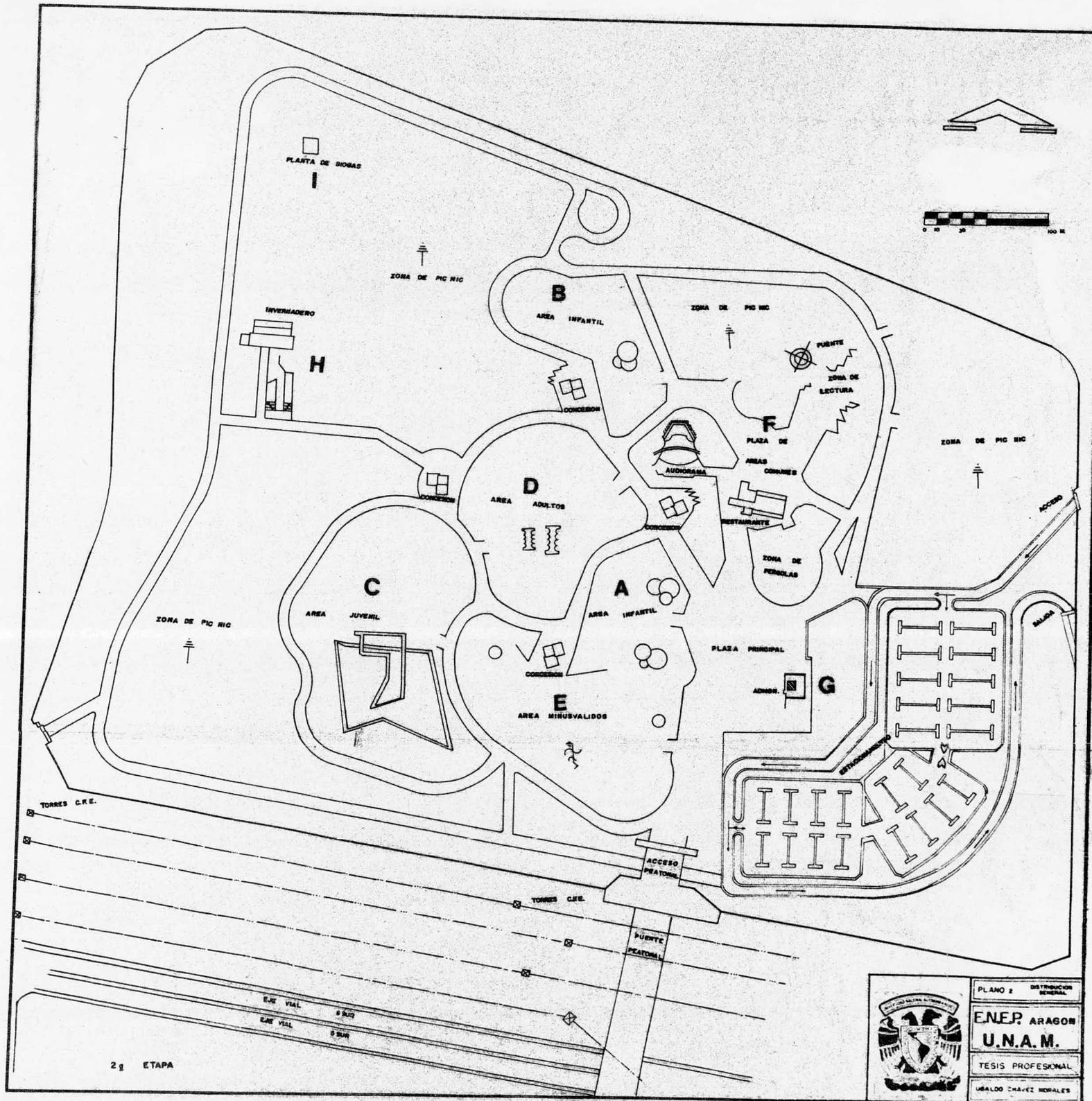
I) PLANTA DE TRATAMIENTO DE BIOGAS.

LAS ESTRUCTURAS MÁS IMPORTANTES DEL PROYECTO SON LAS SIGUIENTES.

- 1.- RESTAURANTE: (PLANOS 3A Y 3B) CON CAPACIDAD PARA 200 COMENSALES.
- 2.- INVERNADERO: (PLANO 4) CUENTA CON. BODEGAS DE FERTILIZANTES E INSECTICIDAS, DE EQUIPO Y DE SEMILLAS Y MACETAS, SANITARIOS DE: HOMBRES Y DE MUJERES, ALMACENES, OFICINA E INVERNADERO DE REPRODUCCIÓN.
- 3.- ADMINISTRACIÓN (PLANO 5A Y 5B).
- 4.- FUENTE: (PLANO 6) LOCALIZADA EN LAS ÁREAS COMUNES. CUENTA ZON ZONA DE LECTURA.
- 5.- AUDIORAMA: (PLANO 7A Y 7B) EN EL SE PRESENTARÁN ESPECTÁCULOS AL AIRE LIBRE COMO SON: OBRAS DE TEATRO, BAILABLES, CONCIERTOS MUSICALES, ETC.
- 6.- CONCESIONES: (PLANO 8), CON CAPACIDAD PARA 60 COMENSALES, CONTARÁ CON SERVICIOS SANITARIOS, ÁREA PERGOSALES,

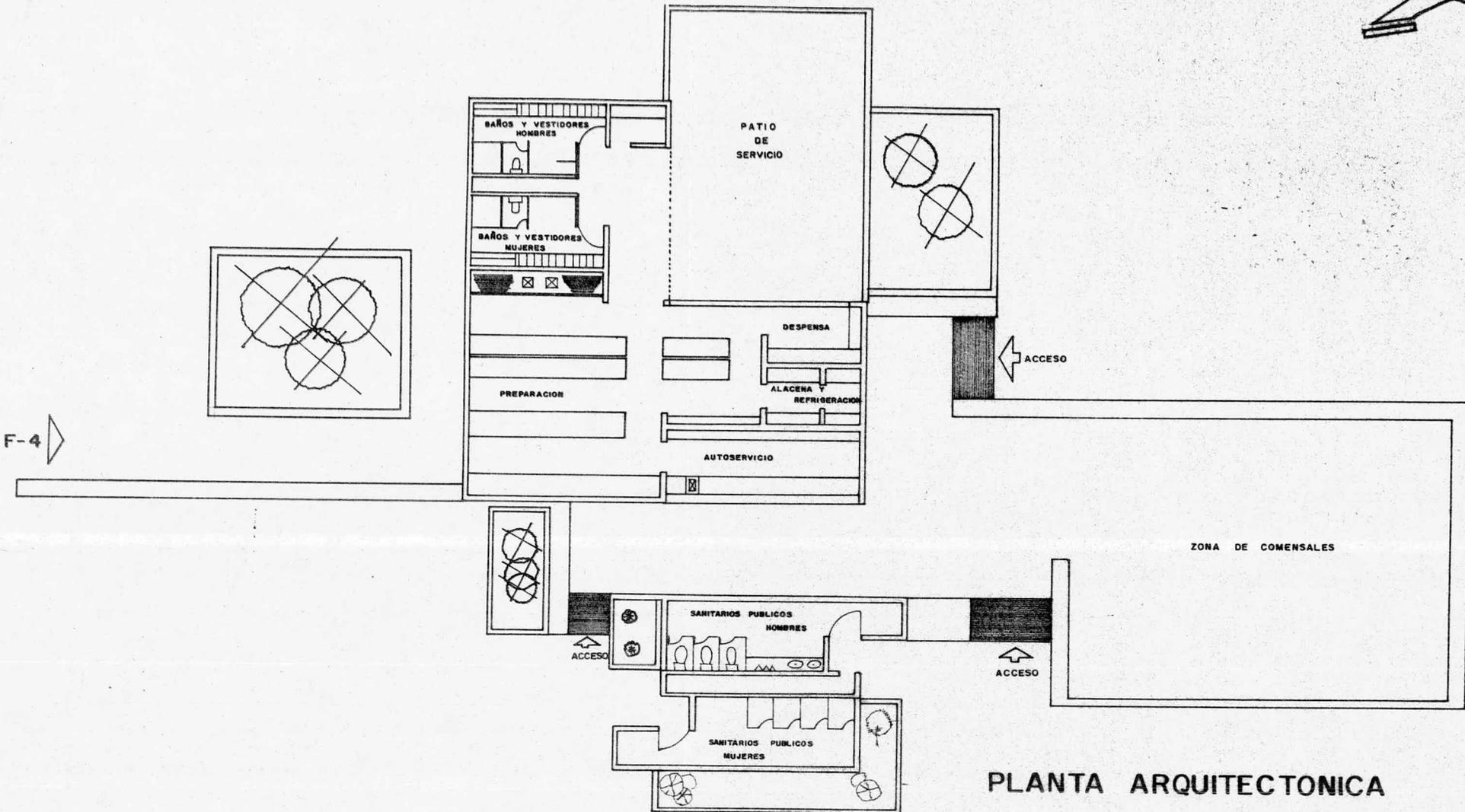
LADA, ÁREA CUBIERTA Y ÁREA DESCUBIERTA.

- 7.- PUENTE PEATONAL. SE PRETENDE QUE LAS DOS ETAPAS DEL -  
PROYECTO (PARQUE ZOOLOGICO) SE ENCUENTREN COMUNICADAS  
ENTRE SI POR ÉSTE PUENTE DE 30 M. DE ANCHO (PLANO 9).
- 8.- PLANTA DE TRATAMIENTO DE BIOGAS. POR NO CONTAR AÚN CON  
UN PROYECTO DEFINITIVO, SÓLO SE SEÑALA SU LOCALIZA---  
CIÓN. (PLANO 2).



	PLANO 2	DISTRIBUCION GENERAL
	<b>ENEP ARAGON</b> <b>U.N.A.M.</b>	
	TESIS PROFESIONAL	
	USALDO CHAVEZ NORALES	

F-2



PLANTA ARQUITECTONICA

F-1



ESCALA GRAFICA

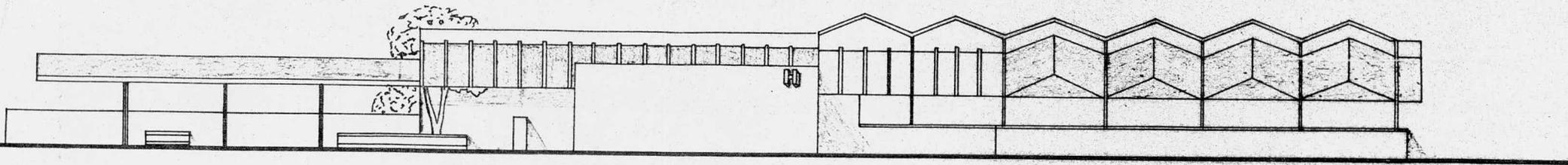


PLANO 3a RESTAURANTE

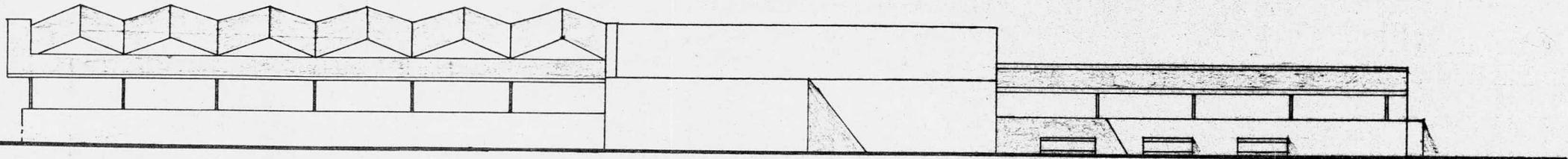
ENEP ARAGON  
U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL

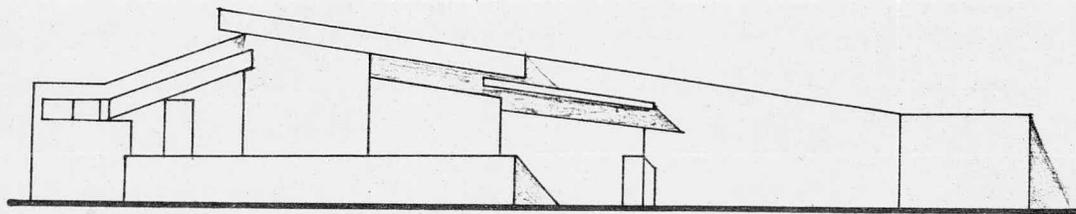
UBALDO CHAVEZ MORALES



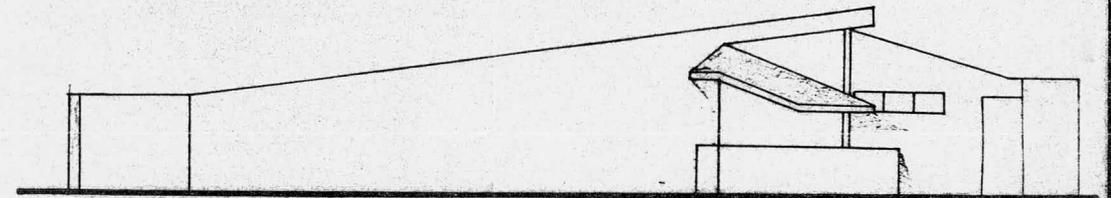
FACHADA F-1



FACHADA F-2



FACHADA F-3

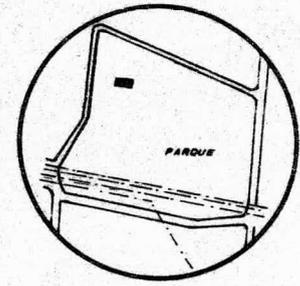
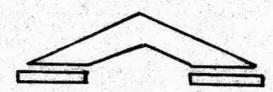
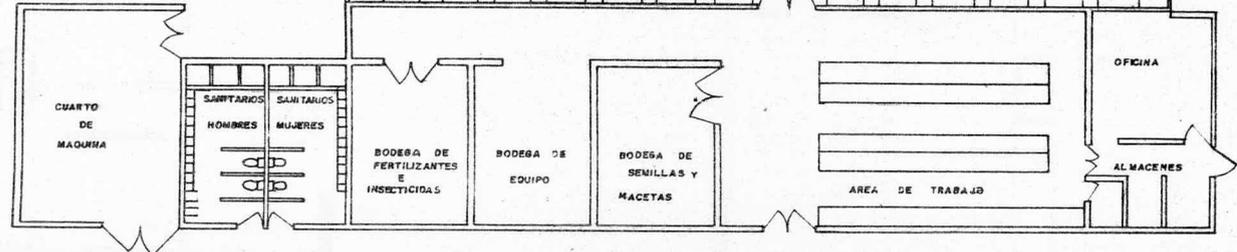
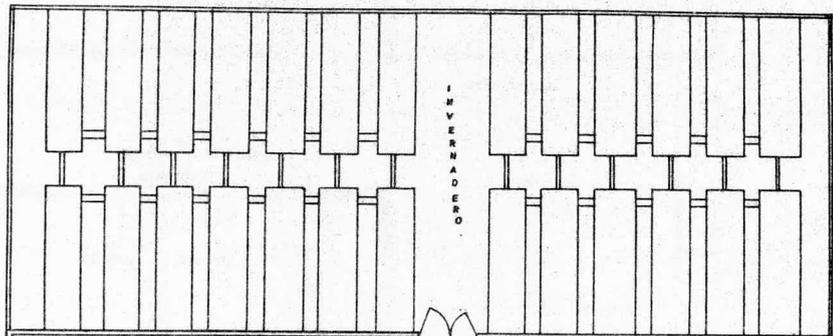
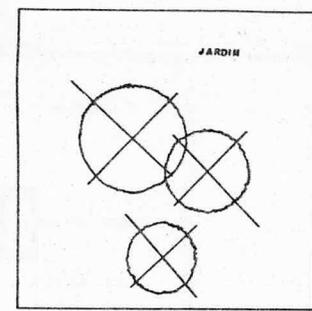


FACHADA F-4



	PLANO 3 RESTAURANTE
	<b>ENEP ARAGON</b> <b>U.N.A.M.</b>
	TESIS PROFESIONAL
	UBALDO CHAVEZ MORALES

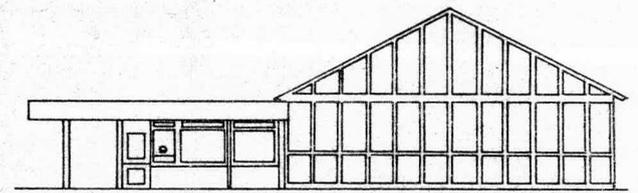
PLANTA ARQUITECTONICA



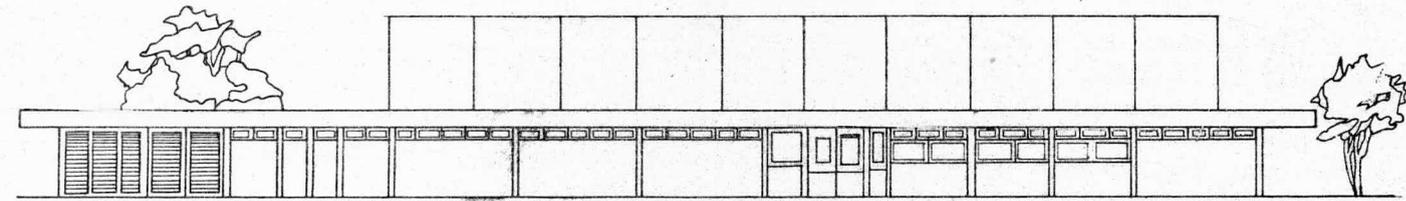
CROQUIS DE LOCALIZACION

F-2

F-1



FACHADA F-2

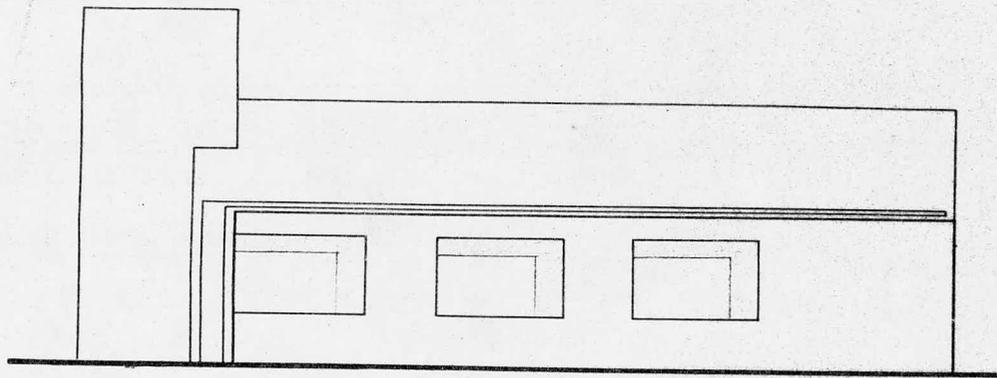


FACHADA F-1

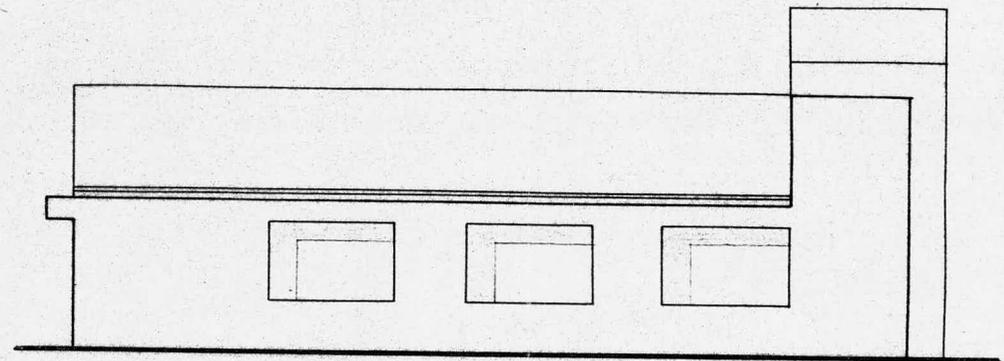


ESCALA GRAFICA

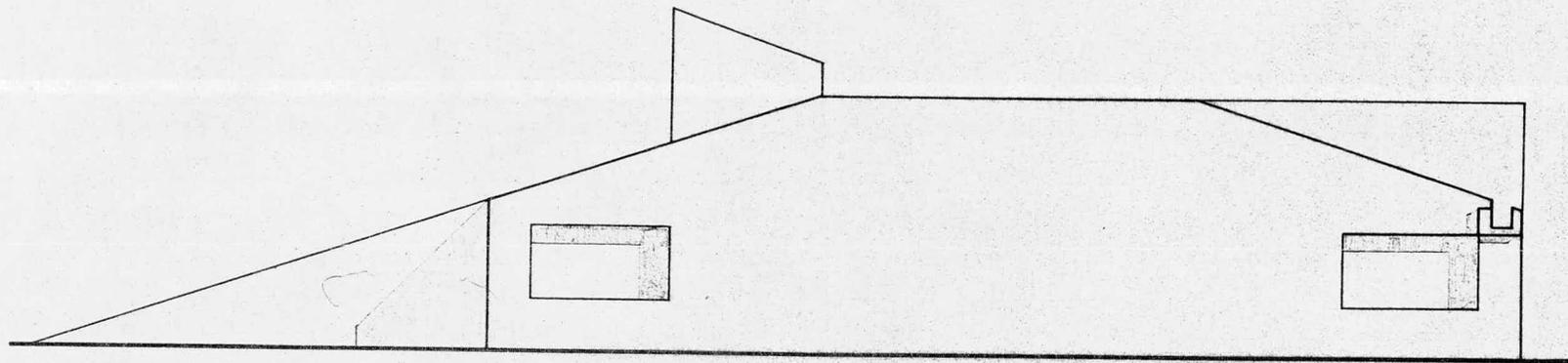
	PLANO 4 INVERNADERO
	ENEP ARAGON <b>U.N.A.M.</b>
	TESIS PROFESIONAL
	UBALDO CHAVEZ M.



FACHADA F- 2



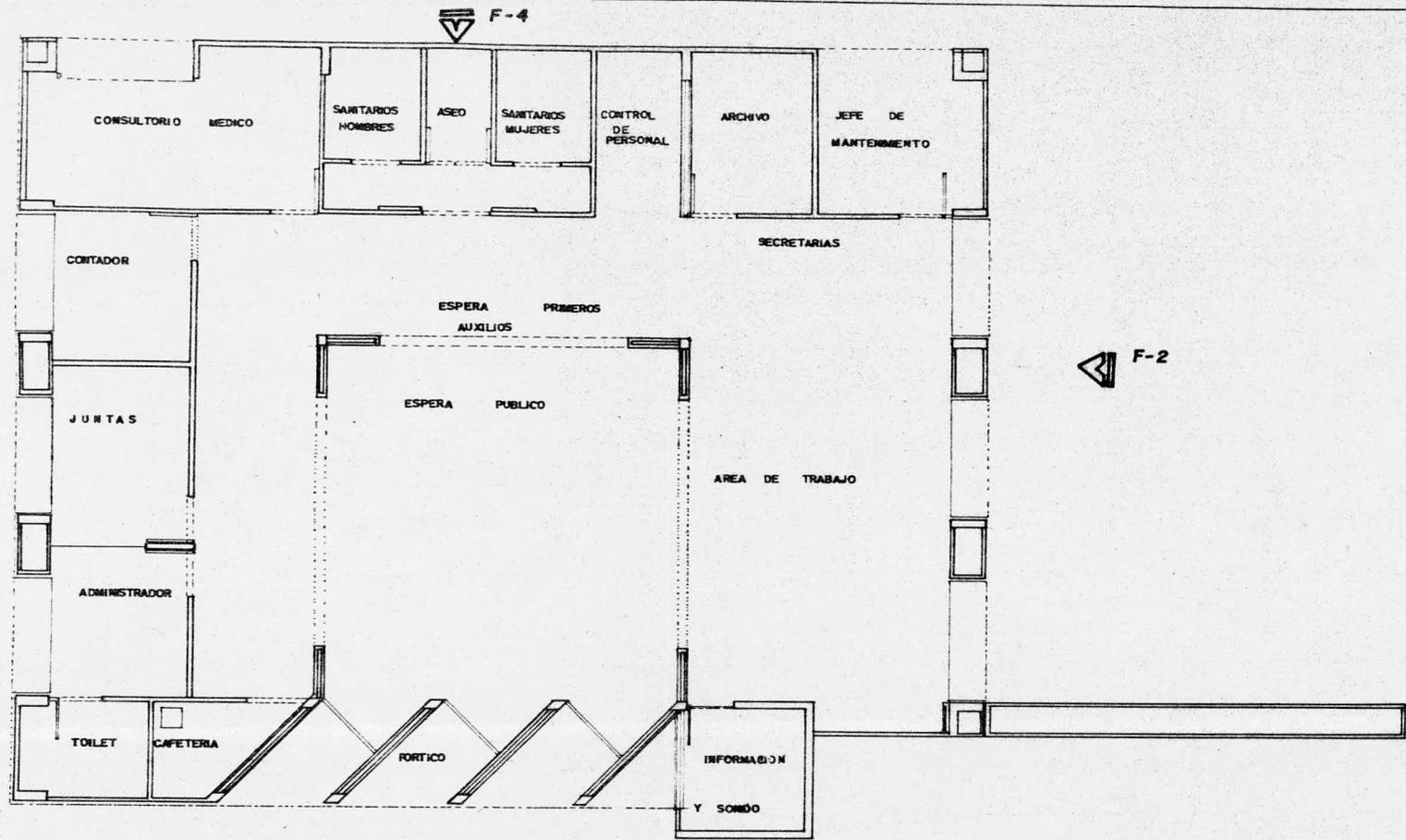
FACHADA F- 3



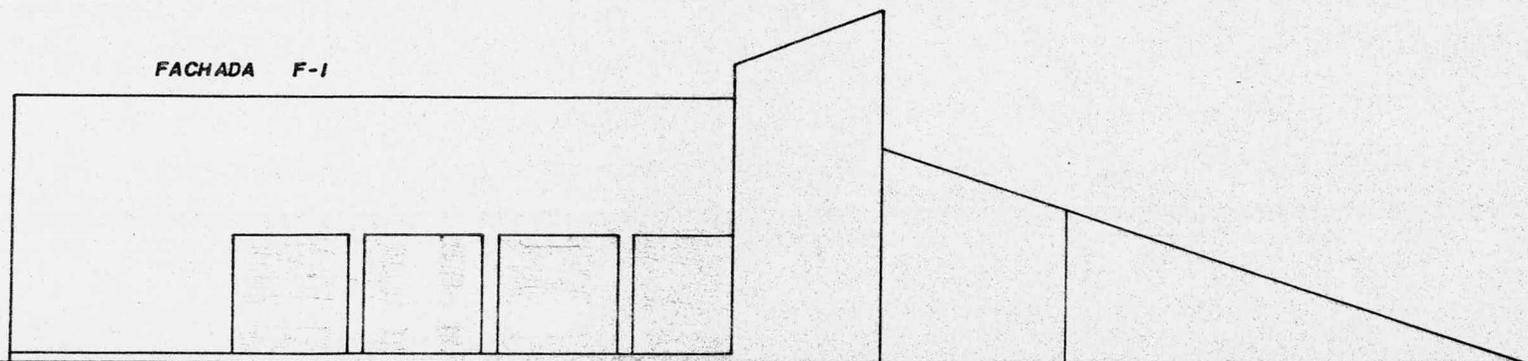
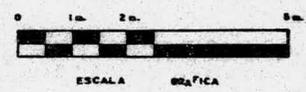
FACHADA F- 4



	PLANO 5a OFICINAS ADMINISTRATIVAS
	E.N.E.P. ARAGON <b>U.N.A.M.</b>
	TESIS PROFESIONAL
	UBALDO CHAVEZ M.



PLANTA ARQUITECTONICA

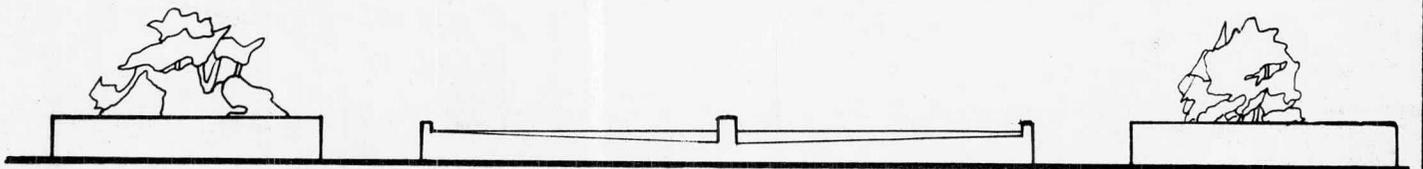


	PLANO 5a	OFICINAS ADMINISTRATIVAS
	E.N.E.P. ARAGON	
	<b>U. N. A. M.</b>	
	TESIS PROFESIONAL	
UBALDO CHAVEZ M.		



PLANTA ARQUITECTONICA

CORTE A-A



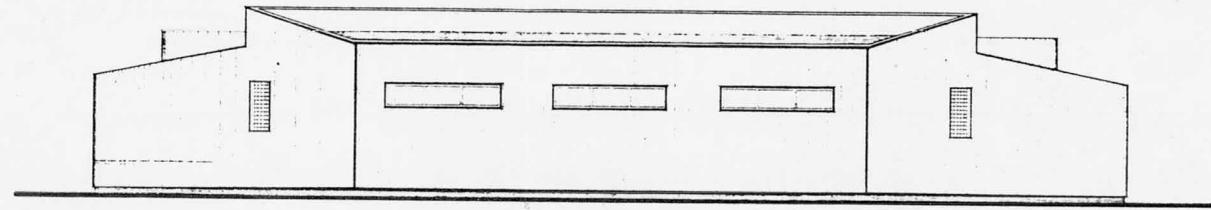
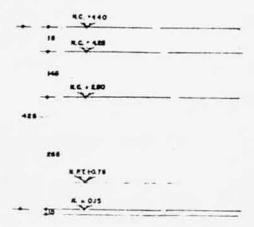
PLANO 6 FUENTE

E.N.E.P. ARAGON

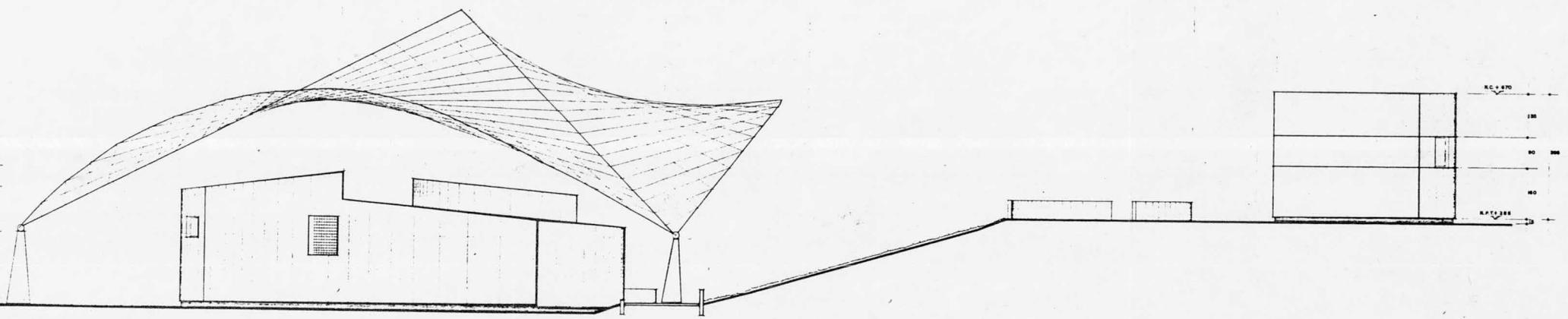
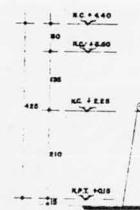
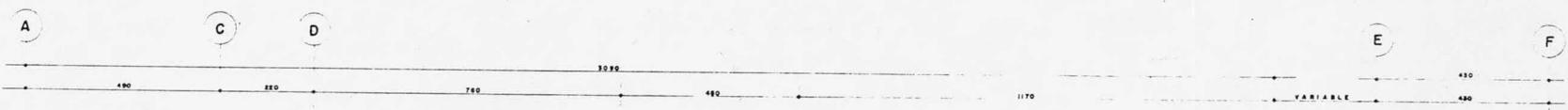
U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL

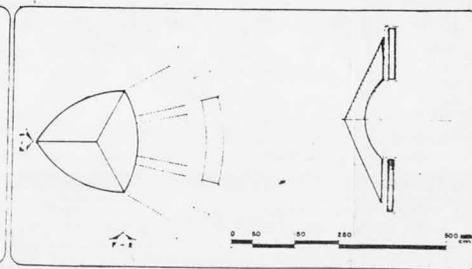
UBALDO CHAVEZ M.



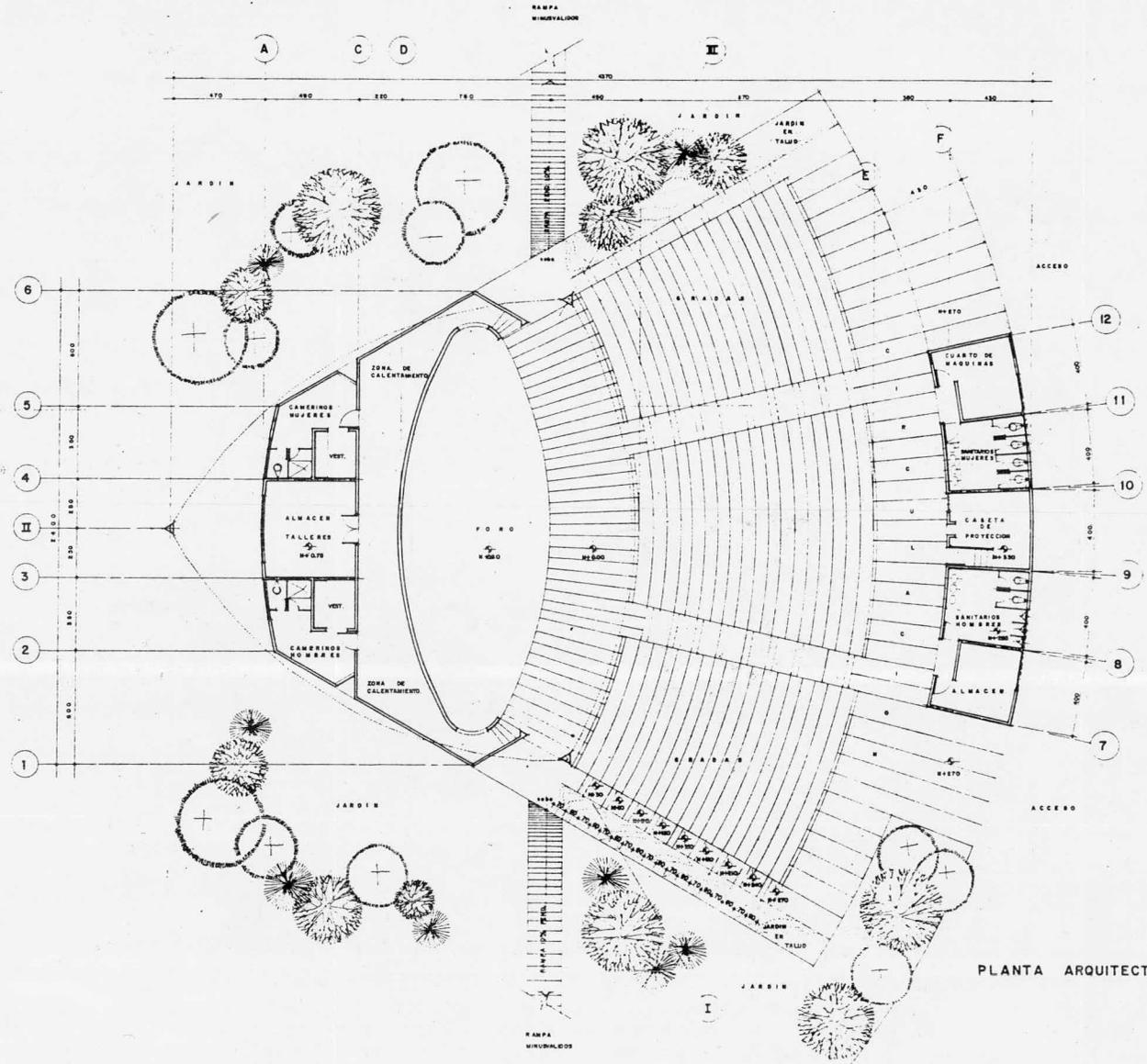
F A C H A D A 1



F A C H A D A 2



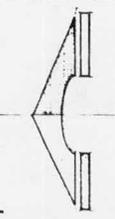
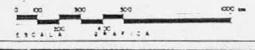
	PLANO 7 <sub>A</sub> AUDIORAMA
	ENEP ARAGON
	U.N.A.M.
	TESIS PROFESIONAL
UBALDO CHAVEZ M.	



PLANTA ARQUITECTONICA

NOTAS

- 1.- LAS COTAS ESTAN DADAS EN CMS
- 2.- LAS COTAS RIGEN SOBRE EL DIBUJO
- 3.- LAS COTAS SE VERIFICARAN EN OBRA



PLANO 7<sub>B</sub> AUDIORAMA

E.N.E.P. ARAGON  
U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL

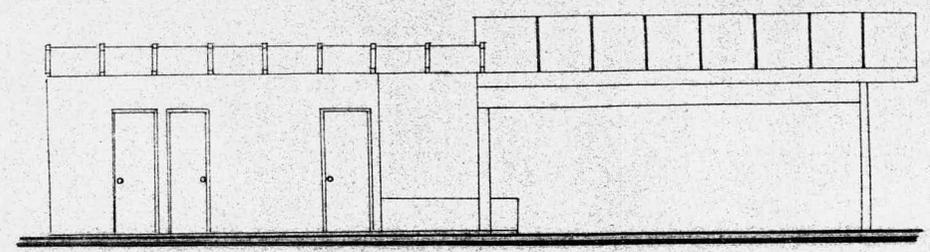
UBALDO CHAVEZ M.

F-3

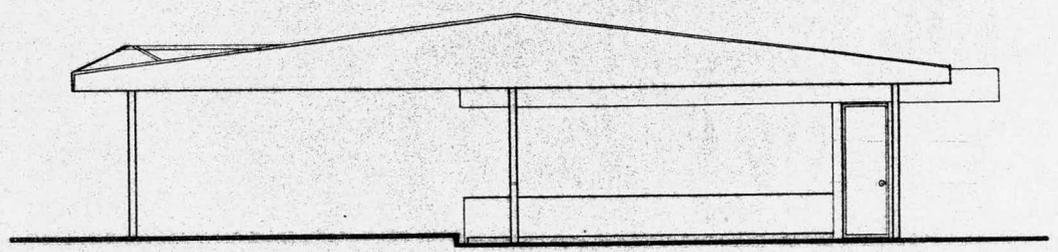
ZONA DE PUBLICO

F-4

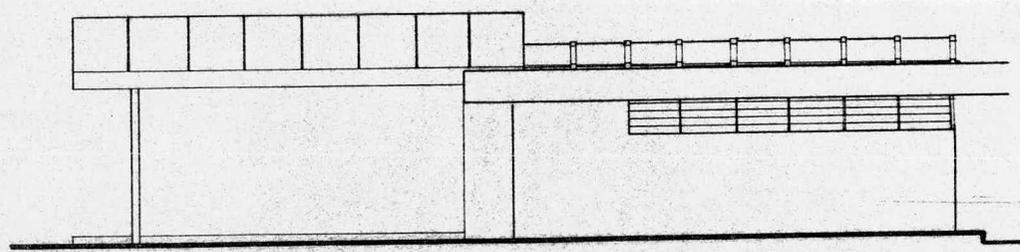
F-2



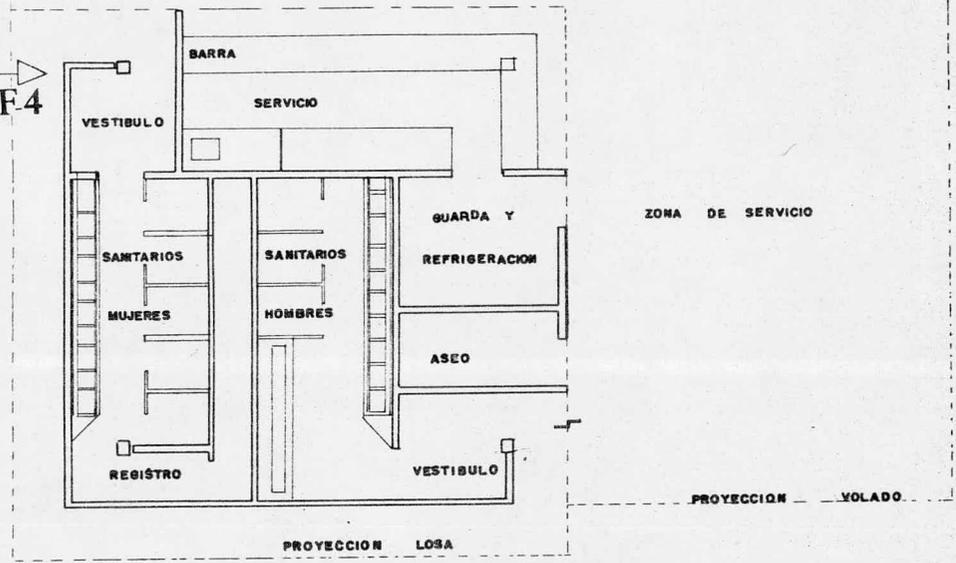
FACHADA F-2



FACHADA F-3

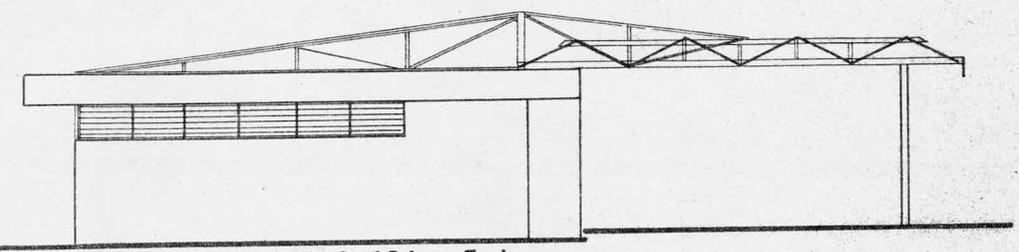


FACHADA F-4



PLANTA ARQUITECTONICA

F-1

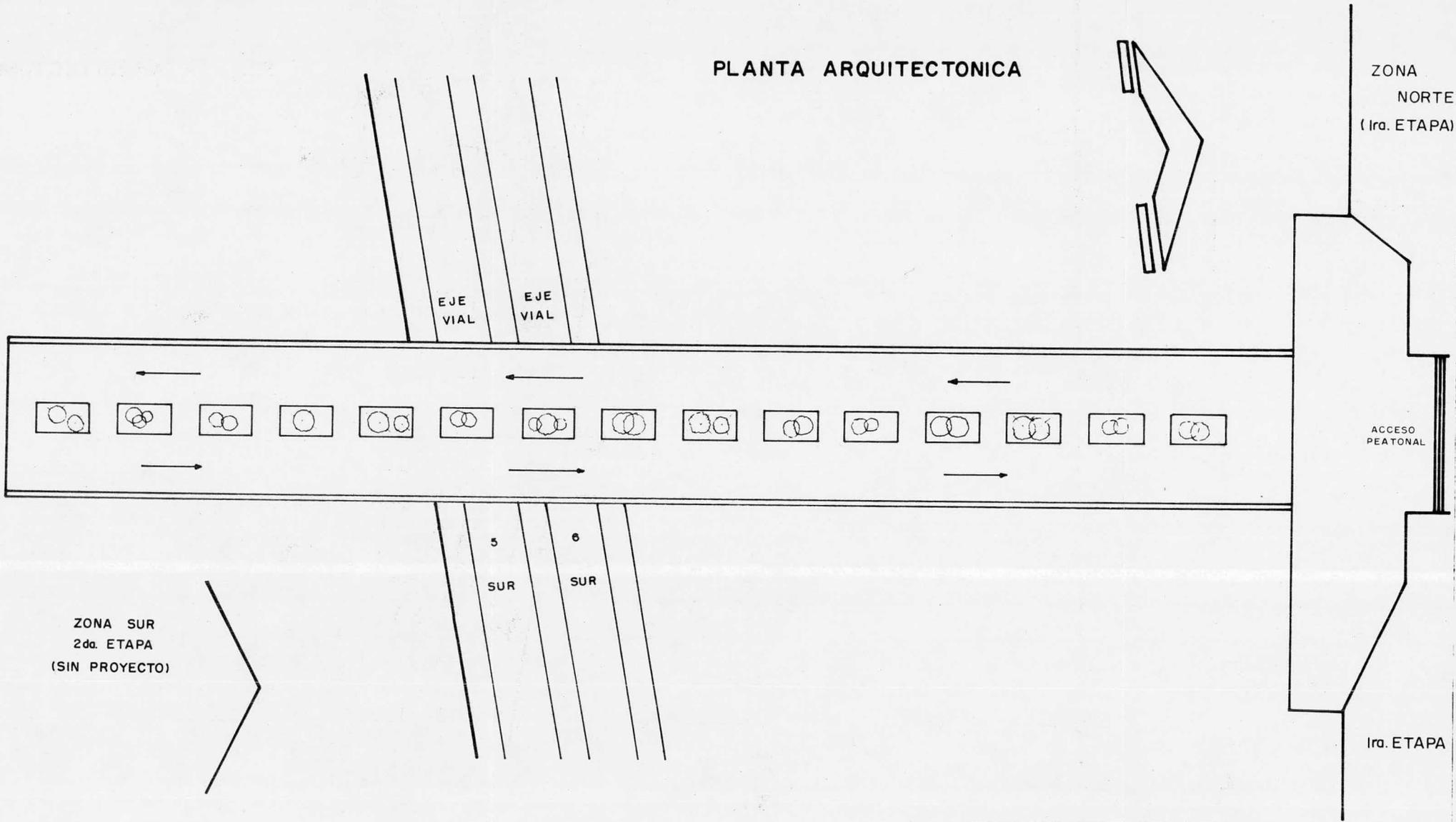


FACHADA F-1



PLANO 8 CONCESIONES
E.N.E.P. ARAGON
U.N.A.M.
TESIS PROFESIONAL
UBALDO CHAVEZ M.

# PLANTA ARQUITECTONICA



ZONA SUR  
2da. ETAPA  
(SIN PROYECTO)

ZONA  
NORTE  
(Ira. ETAPA)

ACCESO  
PEATONAL

Ira. ETAPA



PLANO 9 PUENTE PEATONAL

**ENEP ARAGON**  
**U.N.A.M.**

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

## PROBLEMAS QUE ENFRENTARA EL PROYECTO.

### 1.- ECOLOGICO Y DE CONTAMINACION.

UN CONTAMINANTE, ES TODA MATERIA O SUSTANCIA O SUS COMBINACIONES O COMPUESTOS O DERIVADOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS, TALES COMO: HUMO, POLVO, GASES, CENIZAS, BACTERIAS, RESIDUOS Y DESPERDICIOS Y CUALESQUIERA OTROS QUE AL INCORPORARSE O ADICIONARSE AL AIRE, AGUA O TIERRA, PUEDAN ALTERAR O MODIFICAR SUS CARACTERÍSTICAS NATURALES O LAS DEL AMBIENTE.

LA CONTAMINACIÓN PROVOCADA POR EL TIRADERO ES UNO DE LOS PROBLEMAS MÁS AGUDOS QUE SE PRESENTAN EN LA ZONA, Y POR LO TANTO ES DE LOS QUE REQUIEREN UNA SOLUCIÓN INMEDIATA. LA CONTAMINACIÓN ABARCA LOS TRES MEDIOS NATURALES EXISTENTES COMO SON: AIRE, TIERRA Y AGUA. LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE ES PROVOCADA PRINCIPALMENTE POR LOS GASES PRODUCIDOS POR LA PUTREFACCIÓN DE LAS MATERIAS ORGÁNICAS CONTENIDAS EN LA BASURA, ASÍ COMO POR LOS PRODUCIDOS POR LOS MÚLTIPLES INCENDIOS QUE SE ORIGINAN DENTRO DEL TIRADERO. LA CONTAMINACIÓN DE LA TIERRA, ES PROVOCADA POR LA INFINIDAD DE MATERIAS ( TANTO SÓLIDAS COMO LÍQUIDAS ) TÓXICAS Y CONTAMINANTES QUE SE ENCUENTRAN EN CONTACTO PERMANENTE CON EL SUELO, LO QUE HA PROVOCADO LA COMPLETA DEGRADACIÓN DE -

ESTE, INUTILIZÁNDOLO PARA CUALQUIER USO POSIBLE.

EL AGUA DEL LIXIVIADO, QUE ES AQUELLA QUE ATRAVIESA LOS -  
DIFERENTES ESTRATOS DE BASURA CONVIERTIÉNDOSE POR ELLO -  
EN UN LÍQUIDO CONTAMINADO Y ALTAMENTE CONTAMINANTE, NO  
SÓLO AFECTA EL SUELO SINO TAMBIÉN AL AGUA SUBTERRÁNEA --  
EXISTENTE EN EL LUGAR.

COMO YA SE OBSERVÓ EL SUBSUELO DE LA ZONA DEL EXTIRADERO  
ESTÁ SATURADO DE CONTAMINANTES, Y A MEDIDA QUE EXISTA --  
FLUJO DESCENDENTE, ESTOS SERÁN ARRASTRADOS HACIA LOS VAS  
TOS MANTOS ACUÍFEROS CON QUE CUENTA LA ZONA, DEGRADANDO  
CON ESTO SU CALIDAD.

POR LO ANTEIOR, ES MUY IMPORTANTE EL SUBRAYAR EL NOTABLE  
PAPEL QUE JUGARÁ EL PARQUE DENTRO DE LA DETERIORADA ECO-  
LOGÍA DE LA ZONA.

LAS ÁREAS VERDES AYUDARÁN A LA PURIFICACIÓN DEL MEDIO --  
AMBIENTE, HASTA ENTONCES, ALTERADO POR LOS MALOS OLORES ,  
POLVO Y HUMO GENERADOS DENTRO DEL TIRADERO.

CON LA CREACIÓN DEL PARQUE SE ESTABLECERÁ UNA VEGETACIÓN  
QUE CONSTANTEMENTE AUMENTARÁ LA PRODUCCIÓN DEL INVERNADE  
RO, QUE APARTE DE CUMPLIR FUNCIONES DE TIPO ESTÉTICO CON  
TRIBUIRÁ COMO YA SE MENCIONÓ, A COMBATIR LA CONTAMINA---

CIÓN EXISTENTE DEL AIRE.

LA CONTAMINACIÓN DEL SUBSUELO Y ACUÍFEROS, PROVOCADA POR LA LIXIVIACIÓN SERÁ CONTROLADA A TRAVÉS DE DISPOSITIVOS ESPECIALES TALES COMO: CANALETAS Y GUÍAS QUE CONDUCIRÁN ESTOS LÍQUIDOS HASTA DEPÓSITOS DETERMINADOS PARA SU POSTERIOR EVACUACIÓN A TRAVÉS DE BOMBEO.

DE ESTA FORMA LOS PROBLEMAS TALES COMO: LA PROLIFERACIÓN DE MOSCAS, RATAS Y EL DERRAMAMIENTO DE RESIDUOS EN LA ZONA ALEDAÑA, SE VERÁN ELIMINADOS POR COMPLETO.

## 2.- PRODUCCION DE GAS.

EN EL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN DE LAS MATERIAS ORGÁNICAS, SE PRODUCEN UNA SERIE DE GASES Y SUBSTANCIAS QUE EN OCASIONES SON INFLAMABLES. EN EL EXTIRADERO DE STA. CRUZ MEYEHUALCO, ES COMÚN OBSERVAR INCENDIOS, PROVOCADOS POR LA COMBUSTIÓN DEL GAS QUE SE PRODUCE EN EL LUGAR.

ES DE OBSERVARSE EL PELIGRO QUE SUPONE ESTA CONSTANTE -- PRODUCCIÓN DE GAS, Y LAS PROBABLES CONSECUENCIAS QUE SE GENERARÍAN EN CUALQUIER ESTRUCTURA QUE SE CONSTRUYERA -- DENTRO DEL PARQUE (YA QUE SI CONSIDERAMOS POSIBLES INFILTRACIONES DE GAS ESTAS PROVOCARÍAN CONCENTRACIONES QUE PODRÍAN CONDUCIR A EXPLOSIONES O INTOXICACIONES DENTRO DE ELLA).

EN BASE A ESTUDIOS QUÍMICOS, EL D.D.F., CALCULÓ LA PRODUCCIÓN DE GAS METANO POR KILOGRAMO DE BASURA, SIENDO -- ESTA DE  $0.195 \text{ M}^3$  EN MATERIAL ALTAMENTE PUTRESCIBLE (COMPUUESTO EN SU MAYOR PARTE POR MATERIAL ORGÁNICO) Y DE ---  $0.103 \text{ M}^3$  POR KILOGRAMO, EN MATERIAL MODERADAMENTE PUTRES CIBLE.

POR LO ANTERIOR EN BASE, AL MATERIAL DISPONIBLE, PODRÁN OBTENERSE APROXIMADAMENTE ( EN LOS PRÓXIMOS 20 AÑOS ), -- ALREDEDOR DE  $9.45 \times 10^8 \text{ M}^3$  DE GAS METANO, O EN EL PEOR - DE LOS CASOS, SI SE CONSIDERA SÓLO UN APROVECHAMIENTO -- DEL 30%, SE OBTENDRÍAN  $2.83 \times 10^8 \text{ M}^3$  DE GAS. PARA CONCEN TRAR TODA ESTA CANTIDAD DE GAS, SE PLANEA CONSTRUIR UNA RED DE CAPTACIÓN QUE LA ENVÍE HASTA UNA PLANTA DE BIOGAS CONSTRUÍDA EXPROFESO.

UNA VEZ CONCENTRADO EL GAS, SE PROCEDERÁ A SU INYECCIÓN EN LA RED MÁS PRÓXIMA DE DISTRIBUCIÓN DE PEMEX O A SU -- UTILIZACIÓN DENTRO DEL PARQUE, EVITANDO CON ESTO CUAL--- QUIER PELIGRO EN EL LUGAR.:

### 3.- DEFORMABILIDAD DEL SUBSUELO.

PARTIENDO DEL HECHO DE QUE SE CUENTA CON UN TERRENO DE - CIMENTACIÓN SUMAMENTE COMPLEJO, POR LOS MATERIALES QUE -

CONSTITUYEN EL BASURERO, LA DISTRIBUCIÓN IRREGULAR DE -  
ELLOS Y POR LO DIFÍCIL Y ERRÁTICOS QUE RESULTA PREDECIR  
LOS MECANISMOS DE SUS DEFORMACIONES Y MAGNITUDES ( AUN-  
QUE SI CONSIDERAMOS QUE, SIN ESTAR SOMETIDO A CARGA AL-  
GUNA, SOLO LA DE SU PESO, SE ESPERAN ASENTAMIENTOS GENE-  
RALES Y DIFERENCIALES CONSIDERABLES, POR CONSIGUIENTE -  
AL SOMETERSE AL TERRENO A LAS CARGAS DE LAS ESTRUCTURAS  
PROYECTADAS, SUS DEFORMACIONES SERÁN DE GRAN MAGNITUD),  
POR LO TANTO DEBE PREVERSE PROBLEMAS Y COSTOS DE MANTE-  
NIMIENTO DESUSUALES EN LA CIMENTACIÓN A PROPONER Y CUYO  
ANÁLISIS ES EL ORIGEN DE ESTE TRABAJO.

PARA DECIDIR CORRECTAMENTE QUE TIPO DE CIMENTACIÓN ES -  
ADECUADA, SE DEBEN CONSIDERAR LAS CARACTERÍSTICAS PRO--  
PIAS DEL MATERIAL DE APOYO; PARA CONOCER ESTAS, SE REA-  
LIZARÁN EXPLORACIONES Y MUESTREOS, DEL SUELO EN ESTUDIO  
PARA POSTERIORMENTE EFECTUAR PRUEBAS EN EL LABORATORIO,  
QUE PERMITAN OBTENER INFORMACIÓN ACERCA DE SUS CARACTE-  
RÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS.

## CAPITULO II EXPLORACION

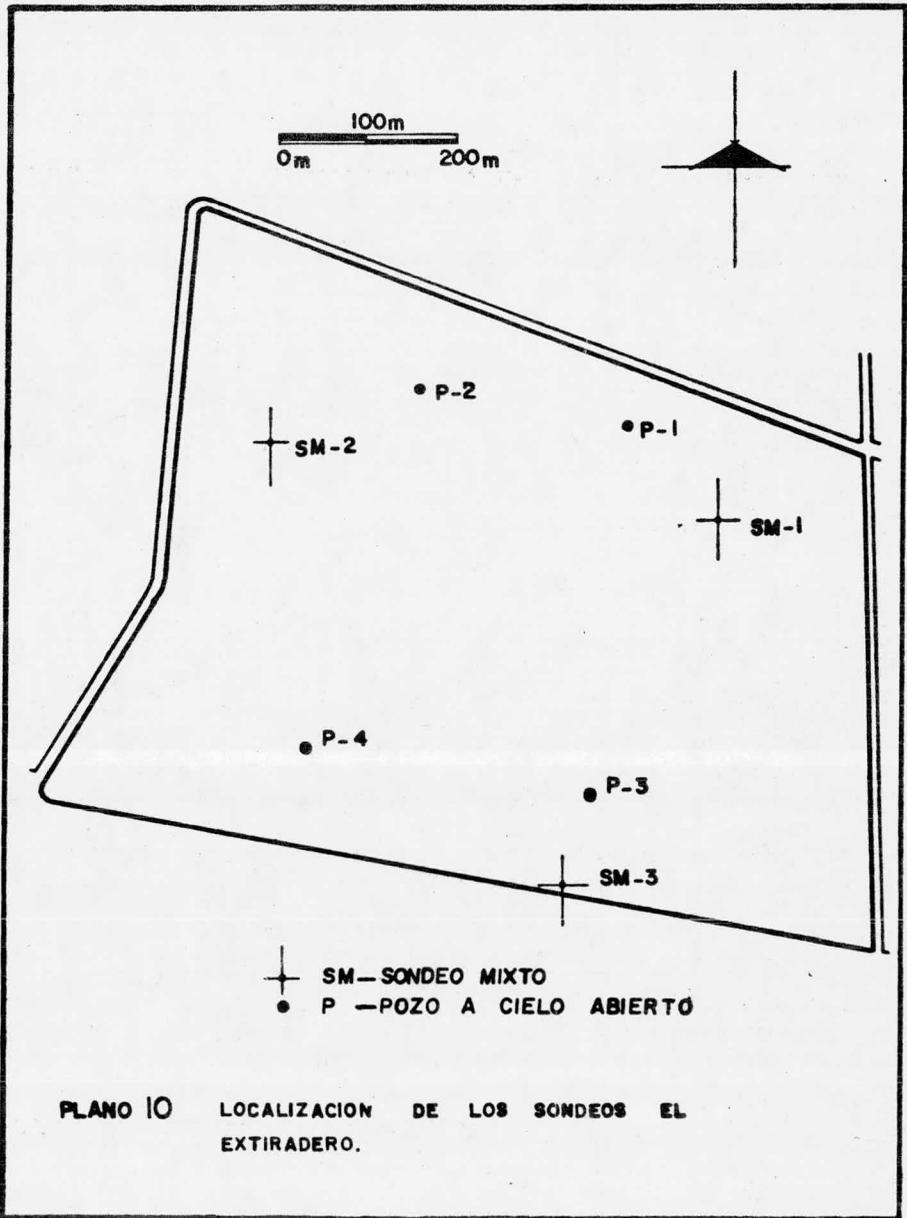
## EXPLORACION DEL SUBSUELO

CON EL PROPÓSITO DE OBTENER MUESTRAS REPRESENTATIVAS DEL SUBSUELO DEL EXTIRADERO SE PROCEDIÓ A REALIZAR SONDEOS EXPLORATORIOS.

SIGUIENDO APROXIMADAMENTE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS PRINCIPALES, SE EFECTUARON 7 SONDEOS ( PLANO 10 ) CORRESPONDIENDO 3 DE ELLOS A SONDEOS MIXTOS Y 4 A SONDEOS DE GRAN DIÁMETRO .

LOS SONDEOS MIXTOS RESULTARON DE UTILIZAR ALTERNADAMENTE EL PENETRÓMETRO Y EL TUBO SHELBY, OBTENIÉNDOSE DE ESTA FORMA MUESTRAS ALTERADAS E INALTERADAS, RECOPILANDO ASÍ INFORMACIÓN SUFICIENTE, CON RAZONABLE ECONOMÍA.

EL PENETRÓMETRO ESTANDAR ( FIG. 7 ), ES UTILIZADO PARA EXTRAER MUESTRAS ALTERADAS Y REALIZAR SIMULTÁNEAMENTE LA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN, QUE CONSISTE EN HACER PENETRAR EL MUESTREADOR A GOLPES DADOS POR UN MARTINETE DE 63.5 -- KG. ( 140 LIBRAS ), QUE CAE DESDE UNA ALTURA DE 76 CM EN EL SUELO. A PARTIR DE ESTE MOMENTO SE CUENTAN LOS GOLPES NECESARIOS PARA LOGRAR UNA PENETRACIÓN ADICIONAL DE 30 CM FINALMENTE SE HINCA EL PENETRÓMETRO 15 CM MÁS ANTES DE RETIRARLO Y REMOVER DE SU INTERIOR LA MUESTRA ALTERADA OBTENIDA.



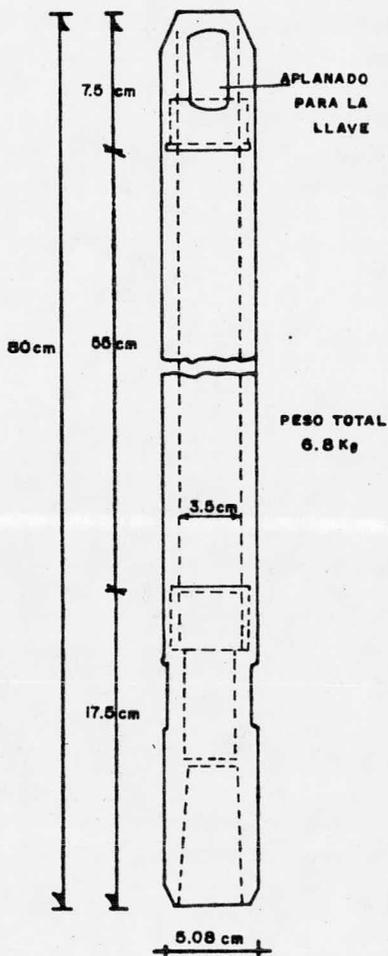
ES CONVENIENTE QUE EL FONDO DEL POZO EN DONDE SE REALICE LA PRUEBA HAYA SIDO LIMPIADO DE MANERA CUIDADOSA.

EL TUBO SHELBY ( FIG. 7 ), JUNTO CON EL BARRIL DENISON SE UTILIZÓ CON EL PROPÓSITO DE OBTENER MUESTRAS INALTERADAS: EL MUESTREO CONSISTE EN SU HINCADO DADA UNA PRESIÓN CONSTANTE.

EN LOS SONDEOS MIXTOS, LA SECUELA DE TIPOS DE MUESTREO SE TENDIÓ A HACER 2 CON PENETRÓMETRO POR UNO CON TUBO SHELBY, O BARRIL DENISON. LA PROFUNDIDAD MÁXIMA DE LOS SONDEOS MIXTOS FUÉ DE 102.5 M.

LOS SONDEOS DE GRAN DIÁMETRO RESULTARON DE OBSERVAR LA INEFICACIA DE LOS SONDEOS MIXTOS PARA CLASIFICAR LAS PRIMERAS CAPAS DEL SUBSUELO (COMPUESTAS EN SU MAYOR PARTE POR BASURA ); DE ÉSTA FORMA SE PROCEDIÓ A REALIZAR SONDEOS CON BROCAS HELICOIDALES DE 30 CM DE DIÁMETRO, LOGRÁNDOSE CON ELLO, OBTENER MUESTRAS DE TAMAÑO SUFICIENTE PARA REALIZAR UNA CLASIFICACIÓN VISUAL DE ELLAS. LA PROFUNDIDAD DE EXPLORACIÓN DE LOS SONDEOS DE GRAN DIÁMETRO VARIÓ DE 7 HASTA 21 MM.

a). PENETROMETRO ESTANDAR



b). MUESTREADOR DE TUBO DE PARED - DELGADA TIPO SHELBY.

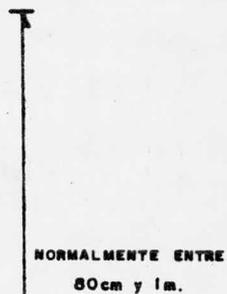


Fig. 7  
MUESTREADORES UTILIZADOS.

CAPITULO III ENSAYES DE LABORATORIO

## CLASIFICACION

UNA VEZ OBTENIDAS LAS DIFERENTES MUESTRAS, SE PROCEDIÓ A EFECTUAR LA CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN ; REALIZÁNDOSE VISUALMENTE DE ACUERDO CON SUS COMPONENTES PARA LAS MUESTRAS OBTENIDAS DE LA BASURA Y, DE ACUERDO AL S.U.C.S. (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS ), PARA LOS DEL SUELO.

LA CLASIFICACIÓN DE ACUERDO AL S. U. C. S. SE INICIA CON UN EXÁMEN VISUAL DEL SUELO QUE PERMITA DETERMINAR SI ES ALTAMENTE ORGÁNICO, DE PARTÍCULAS GRUESAS O DE PARTÍCULAS FINAS, POSTERIORMENTE SE PROCEDE A LA OBTENCIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DE LAS MUESTRAS EN ESTUDIO.

EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE UN SUELO CONSISTE EN SEPARAR Y CLASIFICAR POR TAMAÑOS LOS GRANOS QUE LO COMPONEN.

A PARTIR DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS GRANOS EN UN SUELO, ES POSIBLE FORMARSE UNA IDEA APROXIMADA DE OTRAS PROPIEDADES DEL MISMO.

EL ANÁLISIS POR TAMIZADO CONSISTE EN SEGREGAR EL SUELO POR MEDIO DE UNA SERIE DE MALLAS, QUE DEFINEN EL TAMAÑO DE LA PARTÍCULA.

A TRAVÉS DEL TAMIZADO, SE LOGRA DIVIDIR PRIMERAMENTE A LOS SUELOS EN DOS GRANDES FRACCIONES:

LA GRUESA FORMADA POR LAS PARTÍCULAS MAYORES QUE LA MALLA -- # 200 (0.074 MM.) Y MENORES QUE LA MALLA DE 3" (7.62 CM ) Y LA FINA, FORMADA POR LAS PARTÍCULAS QUE PASAN LAS MALLAS # - 200.

LA FRACCIÓN GRUESA SE SUBDIVIDE A SU VEZ EN GRAVAS Y ARENAS - TENIENDO COMO FRONTERA LA MALLA # 4 (4.76 MM).

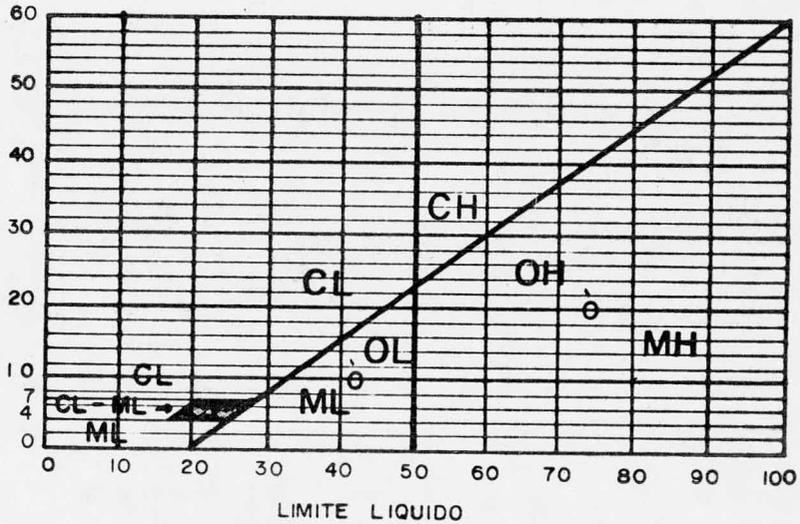
LA FRACCIÓN FINA SE SUBDIVIDE EN VARIOS GRUPOS, TOMANDO EN -- CUENTA PARA ELLO SUS CARACTERÍSTICAS DE PLASTICIDAD; EN SÍ, - SU CLASIFICACIÓN ESTRICTA CORRESPONDE A SU UBICACIÓN EN LA -- CARTA DE PLASTICIDAD ( FIG. 8 ) CONSIDERANDO LOS VALORES DE - LOS LÍMITES DE ATTERBERG ( LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO).

EL LÍMITE LÍQUIDO LL, LO FIJA EL CONTENIDO DE AGUA (EXPRESADO EN POR CIENTO DEL PESO SECO), QUE DEBE TENER UN SUELO REMOL-- DEADO PARA QUE UNA MUESTRA DEL MISMO, EN QUE SE HAYA PRACTICA-- DO UNA RANURA DE DIMENSIONES ESTANDAR, AL SOMETERLA AL IMPAC-- TO DE 25 GOLPES BIEN DEFINIDOS, SE CIERRE SIN RESBALAR EN SU APOYO (FIG. 9 A).

EL LÍMITE PLÁSTICO ES LA FRONTERA CONVENCIONAL ENTRE LOS ESTA-- DOS PLÁSTICO Y SEMISÓLIDO.

EL LÍMITE PLÁSTICO LP, LO FIJA EL CONTENIDO DE AGUA CON EL -- QUE SE COMIENZA A AGRIETARSE UN ROLLO FORMADO CON EL SUELO DE

INDICE PLASTICO (DIFERENCIA ENTRE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO)



- ML-LIMOS INORGANICOS, LIGERAMENTE PLASTICOS
- CL-ARCILLAS INORGANICAS, BAJA A MEDIA PLASTICIDAD
- OL-LIMOS y/o ARCILLAS ORGANICAS, BAJA PLASTICIDAD
- MH-LIMOS INORGANICOS, ALTA PLASTICIDAD
- CH-ARCILLAS INORGANICAS, ALTA PLASTICIDAD
- OH-LIMOS y/o ARCILLAS ORGANICAS, ALTA PLASTICIDAD

Fig. 8

CARTA DE PLASTICIDAD

APROXIMADAMENTE 3 MM. (1/8") DE DIÁMETRO (FIG. 9 B), AL RODARLO CON LA MANO SOBRE UNA SUPERFICIE LISA, NO ABSORBENTE QUE PUEDE SER UNA PLACA DE VIDRIO.

LA DIFERENCIA ENTRE EL LÍMITE PLÁSTICO Y EL LÍMITE LÍQUIDO - SE LLAMA ÍNDICE DE PLASTICIDAD, Y ES UNA MEDIDA DE LA PLASTICIDAD DEL SUELO.

OTRA DE LAS PRUEBAS ÍNDICE ES EL CONTENIDO NATURAL DE AGUA - W (%), QUE NOS DA UNA IDEA DE LA COMPRESIBILIDAD DEL SUELO - ESTUDIADO.

EL CONTENIDO NATURAL DE AGUA, SE DEFINE COMO LA RELACIÓN ENTRE EL PESO DE AGUA CONTENIDA EN LA MUESTRA EN ESTUDIO Y EL PESO DE SU FASE SÓLIDA.

SUELE EXPRESARSE EN PORCENTAJE:

$$W (\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

DE DONDE  $W_w$  ES EL PESO DE LA FASE LÍQUIDA Y  $W_s$  ES EL PESO DE LA FASE SÓLIDA.

EL PROCESO PARA LA DETERMINACIÓN DE W (%) EN EL LABORATORIO ES EL SIGUIENTE:

DADA LA MUESTRA, SE PESA PARA OBTENER  $W_m$  (PESO TOTAL DE LA MUESTRA). A CONTINUACIÓN SE SECA EL HORNO Y SE VUELVE A PESAR

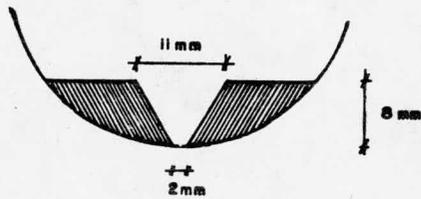


Fig. 9a DIMENSION DE LA RANURA DE LA COPA DE CASAGRANDE.



Fig. 9b TAMAÑO DE LA MUESTRA ROLADA AL OBTENER EL LIMITE PLASTICO.

PARA TENER  $W_s$  ( PESO DE LA FASE SÓLIDA DE LA MUESTRA), AHORA  
 $W_w = W_m - W_s$  (EL PESO DE LA FASE LÍQUIDA ES IGUAL AL PESO  
TOTAL DE LA MUESTRA MENOS EL PESO DE LA FASE SÓLIDA).

#### PRUEBAS ESPECIALES .

TRATANDO DE CONTAR CON LA MAYOR CANTIDAD DE INFORMACIÓN SOBRE  
LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUBSUELO SE LES  
REALIZARON A LAS MUESTRAS PROCEDENTES DE LOS SONDEOS MIXTOS -  
LAS SIGUIENTES PRUEBAS ESPECIALES:

##### 1.- OBTENCION DE LA COHESION POR MEDIO DEL TORCOMETRO.

ESTA PRUEBA, CONSISTE EN HINCAR LAS ASPAS DEL TORCÓMETRO  
(FIG. 10) EN EL SUELO DEL QUE SE DESEA OBTENER LA COHE--  
• SIÓN, SE PROCEDE ENTONCES A GIRAR SU PARTE SUPERIOR, EN  
DONDE EXISTE UNA CARÁTULA GRADUADA, HASTA PROVOCAR LA RUP  
TURA DEL SUELO.

EL VALOR DE LA COHESIÓN SERÁ PROPORCIONADO POR EL MECANIS  
MO MEDIDOR. ESTA PRUEBA TIENE COMO VENTAJAS SU ECONOMÍA  
SU RÁPIDEZ Y LA SUFICIENTE CONFIABILIDAD DE SUS RESULTA  
DOS.

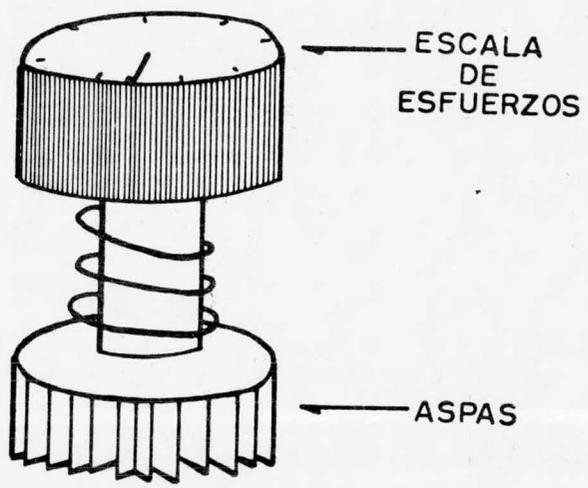


Fig. 10 TORCOMETRO

## 2.- PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE.

EN LA (FIG. 11) SE OBSERVA LAS DIFERENTES ETAPAS DE ÉSTA PRUEBA ASÍ COMO LA DISTRIBUCIÓN DE LOS ESFUERZOS TOTALES Y EFECTIVOS DE ELLA.

ESTA PRUEBA SE REALIZA, APLICANDO UN ESFUERZO AXIAL A UN ESPÉCIMEN HASTA SU FALLA, SIN UNA ETAPA PREVIA DE PRE---SIÓN HIDROSTÁTICA. EN UNA PRIMERA ETAPA DE LA PRUEBA, --LOS ESFUERZOS TOTALES SON NULOS Y EL AGUA ADQUIERE UNA --TENSIÓN DE MAGNITUD IGUAL, TEÓRICAMENTE A LA PRESIÓN DE CONSOLIDACIÓN ( $\sigma'_z$ ) QUE EL SUELO TUVIERA EN LA NATURALEZA; ESTA TENSIÓN DE AGUA COMUNICA A LA ESTRUCTURA SÓLIDA DE ESFUERZOS EFECTIVOS NECESARIOS PARA QUE LA MUESTRA --MANTENGA SU VOLÚMEN. LA SEGUNDA ETAPA CORRESPONDE A LA --APLICACIÓN DEL ESFUERZO AXIAL QUE PRECISAMENTE LLEVARÁ A LA FALLA A LA MUESTRA DEL SUELO TRATADO.

## 3.- PRUEBA DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL.

LA PRUEBA SE REALIZA SOBRE ESPÉCIMENES REPRESENTATIVOS --DEL SUELO, Y SE EFECTÚA CON EL PROPÓSITO DE CONOCER LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CONSOLIDACIÓN DE LOS ESTRATOS DE --ARCILLA; INVESTIGÁNDOSE CUANTITATIVAMENTE CON APROXIMA--CIÓN RAZONABLE, LA MAGNITUD Y VELOCIDAD DE LOS ASENTA --MIENTOS PROBABLES A CARGAS APLICADAS.

## ESFUERZOS TOTALES

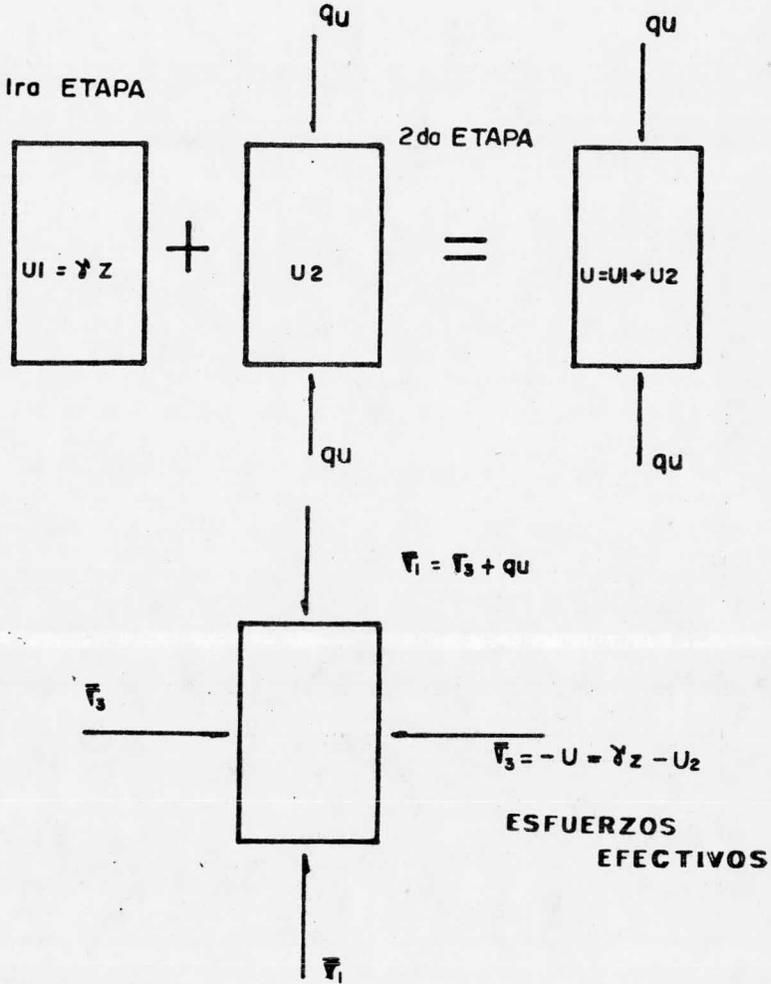


Fig. II ETAPAS

DISTRIBUCION DE ESFUERZOS TOTALES Y EFECTIVOS EN LA PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE.

ESTA PRUEBA SE REALIZA SOBRE UNA MUESTRA REDONDEADA EN -  
FORMA DE CILINDRO CORTO ( DE BAJA ALTURA EN COMPARACIÓN  
CON EL DIÁMETRO). LA MUESTRA SE COLOCA DENTRO DE UN ANI-  
LLO, GENERALMENTE DE BRONCE QUE LE PRODUCE UN CONFINA--  
MIENTO LATERAL.

EL ANILLO SE COLOCA ENTRE DOS PIEZAS POROSAS, UNA EN CA-  
DA CARA DE LA MUESTRA; LAS PIEDRAS SON DE SECCIÓN CIRCUL-  
LAR Y DE DIÁMETRO UN POCO MENOR QUE EL DEL ANILLO. EL -  
CONJUNTO SE COLOCA EN LA CAZUELA DE UN CONSOLIDÓMETRO,  
POR MEDIO DEL MARCO DE CARGA MOSTRADO EN LA (FIG.12), SE  
APLICAN CARGAS A LA MUESTRA, REPARTIÉNDOLAS UNIFORMEMEN-  
TE EN TODA SU ÁREA CON EL DISPOSITIVO FORMADO POR LA ES-  
FERA METÁLICA Y LA PLACA COLOCADA SOBRE LA PIEDRA POROSA  
SUPERIOR. UN EXTENSÓMETRO APOYADO EN EL MARCO DE CARGA -  
MÓVIL Y LIGADO A LA CAZUELA FIJA, PERMITE LLEVAR UN RE--  
GISTRO DE LAS DEFORMACIONES EN EL SUELO. LAS CARGAS SE  
APLICAN EN INCREMENTOS, PERMITIENDO QUE CADA INCREMENTO  
OBRE POR UN PERÍODO DE TIEMPO SUFICIENTE PARA QUE LA VE-  
LOCIDAD DE DEFORMACIÓN SE REDUZCA PRACTICAMENTE A CERO.

EN CADA INCREMENTO DE CARGA SE HACEN LECTURAS EN EL EX--  
TENSÓMETRO, PARA CONOCER LA DEFORMACIÓN CORRESPONDIENTE  
A DIFERENTES TIEMPOS. LOS DATOS DE ESTAS LECTURAS SE DI-  
BUJAN EN UNA GRÁFICA QUE TIENE POR ABCISAS LOS VALORES

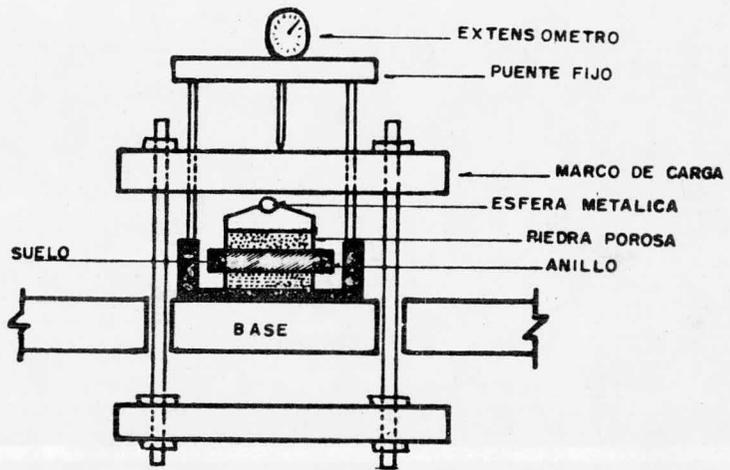


Fig. 12 CONSOLIDOMETRO DE ANILLO FLOTANTE.

DE LOS TIEMPOS TRANSCURRIDOS, EN ESCALA LOGARÍTMICA Y COMO -  
ORDENADAS LAS CORRESPONDIENTES LECTURAS DEL EXTENSÓMETRO, EN  
ESCALA NATURAL. ESTAS CURVAS SE CONOCEN COMO CURVAS DE CON-  
SOLIDACIÓN Y SE OBTIENE UNA PARA CADA INCREMENTO DE CARGA --  
APLICADO ( Y VAN DE 7 A 11 CURVAS POR CADA PRUEBA DE CONSOLI  
DACIÓN ).

UNA VEZ QUE EL SUELO ALCANZA SU MÁXIMA DEFORMACIÓN BAJO UN -  
INCREMENTO DE CARGA APLICADO, SU RELACIÓN DE VACÍOS  $e$  LLEGA  
A UN VALOR MENOR, EVIDENTEMENTE QUE EL INICIAL Y PUEDE DETER  
MINARSE A PARTIR DE LOS DATOS INICIALES DE LA MUESTRA Y LAS  
LECTURAS DEL EXTENSÓMETRO. ASÍ, PARA CADA INCREMENTO DE CAR  
GA APLICADO SE TIENE FINALMENTE UN VALOR DE LA RELACIÓN DE VA  
CÍOS Y OTRO DE LA PRESIÓN CORRESPONDIENTE ACTUANTE SOBRE EL  
ESPÉCIMEN. DE ESTA FORMA, DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE TODOS  
LOS INCREMENTOS DE CARGA; SE CUENTA CON VALORES PARA CONS---  
TRUIR UNA GRÁFICA EN CUYAS ABCISAS SE ANOTAN LOS VALORES DE  
LA PRESIÓN ACTUANTE, EN ESCALA NATURAL O LOGARÍTMICA Y EN CU  
YAS ORDENADAS SE ANOTAN LOS CORRESPONDIENTES DE  $e$  (RELA---  
CIÓN DE VACÍOS) EN ESCALA NATURAL. ESTAS CURVAS SE LLAMAN DE  
COMPRESIBILIDAD Y DE ELLAS SE OBTIENE UNA EN CADA PRUEBA DE  
CONSOLIDACIÓN COMPLETA.

## CAPITULO IV CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO

EN LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA EXPLORACIÓN Y PRUEBAS DE LABORATORIO SE ENCONTRÓ QUE EL SUBSUELO DE LA ZONA EN ESTUDIO ESTA FORMADO POR 2 ESTRATOS: EL PRIMERO COMPUESTO POR BASURA Y EL SEGUNDO, COMPUESTO PROPIAMENTE DE TERRENO NATURAL.

EL ESTRATO DE LA BASURA ESTA FORMADO EN GRAN PARTE POR MATERIA ORGÁNICA ( DE LA CUAL UNA PORCIÓN ESTABA AÚN EN ETAPA DE DESCOMPOSICIÓN), ASÍ COMO POR DESECHOS DE TODO TIPO: HILOS , ENVASES DE CARTÓN, BOTELLAS DE PLÁSTICO, PAPEL Y LATAS QUEMADAS, BOTELLAS DE VIDRIO, ZAPATOS, BOLSAS DE POLIETILENO QUEMADAS TOTAL O PARCIALMENTE, TROZOS DE TELA QUEMADA Y SIN QUEMAR, PAPELES, PLÁSTICO, RESTOS DE TABIQUE Y CONCRETO, TEZONTLE, CÁMARAS DE LLANTA, TROZOS DE MADERA (TRIPLAY), LLANTAS, COSTALES DE NYLÓN, LODO, TROZOS DE ALUMINIO, AZULEJO, MOZAI-CO, ETC.

SE OBSERVÓ QUE EN ALGUNOS LUGARES (SONDEO P-3) EL ESTRATO DE BASURA LLEGABA HASTA LOS 21 M.

ES DE MENCIONARSE LA PRESENCIA DE UN NIVEL BIEN DEFINIDO DE AGUA, QUE VARIÓ CON LA EXCAVACIÓN.

EN EL SONDEO P-1 SE MIDIÓ LA TEMPERATURA EN TODO EL PROCESO DE MUESTREO Y SE OBSERVÓ QUE ESTA AUMENTABA A LA PAR DE LA PROFUNDIDAD. ESTO, DEBIDO TAL VEZ, AL CALOR ORIGINADO POR LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS QUE A MAYORES PRO--

FUNDIDADES AÚN CONTINUA.

EN LAS FIGURAS 13, 14, 15 Y 16 SE OBSERVAN LOS PERFILES ESTRATIGRÁFICOS OBTENIDOS EN LOS SONDEOS DE GRAN DIÁMETRO.

EL SUBSUELO DE LA ZONA EN ESTUDIO ( LOCALIZADO BAJO LOS ESTRATOS DE BASURA ), ESTA COMPUESTO POR ARCILLA MUY COMPRESIBLE , ( C H ), INTERCALADA OCASIONALMENTE CON ESTRATOS DE ARENAS FINAS, LIMOSAS Y POCO LIMOSAS, ASÍ COMO POR LIMOS DE ALTA PLASTICIDAD ( M H ); EN SI, EL TERRENO CORRESPONDE COMO YA SE --- AFIRMO ANTERIORMENTE AL DE LA ZONA DEL EX-LAGO DE TEXCOCO, -- CONTANDO CON TODAS LAS CARACTERÍSTICAS MENCIONADAS EN UN CAPÍTULO DE ESTE TRABAJO; AUNQUE NO SE OBSERVÓ UNA DELIMITACIÓN PRECISA ENTRE LA FORMACIÓN ARCILLOSA SUPERIOR (FAS), LA PRIMERA CAPA DURA ( CD ) Y LA FORMACIÓN ARCILLOSA INTERIOR ( FAI ).

EL LÍMITE LÍQUIDO PROMEDIO FUE DE 300 Y EL DEL LÍMITE PLÁSTICO FUE 60, ESTO NOS LLEVA A PENSAR EN LA GRAN PLASTICIDAD DEL SUELO Y EN SI EN LA GRAN DEFORMABILIDAD QUE ESTO TRAE CONSIGO.

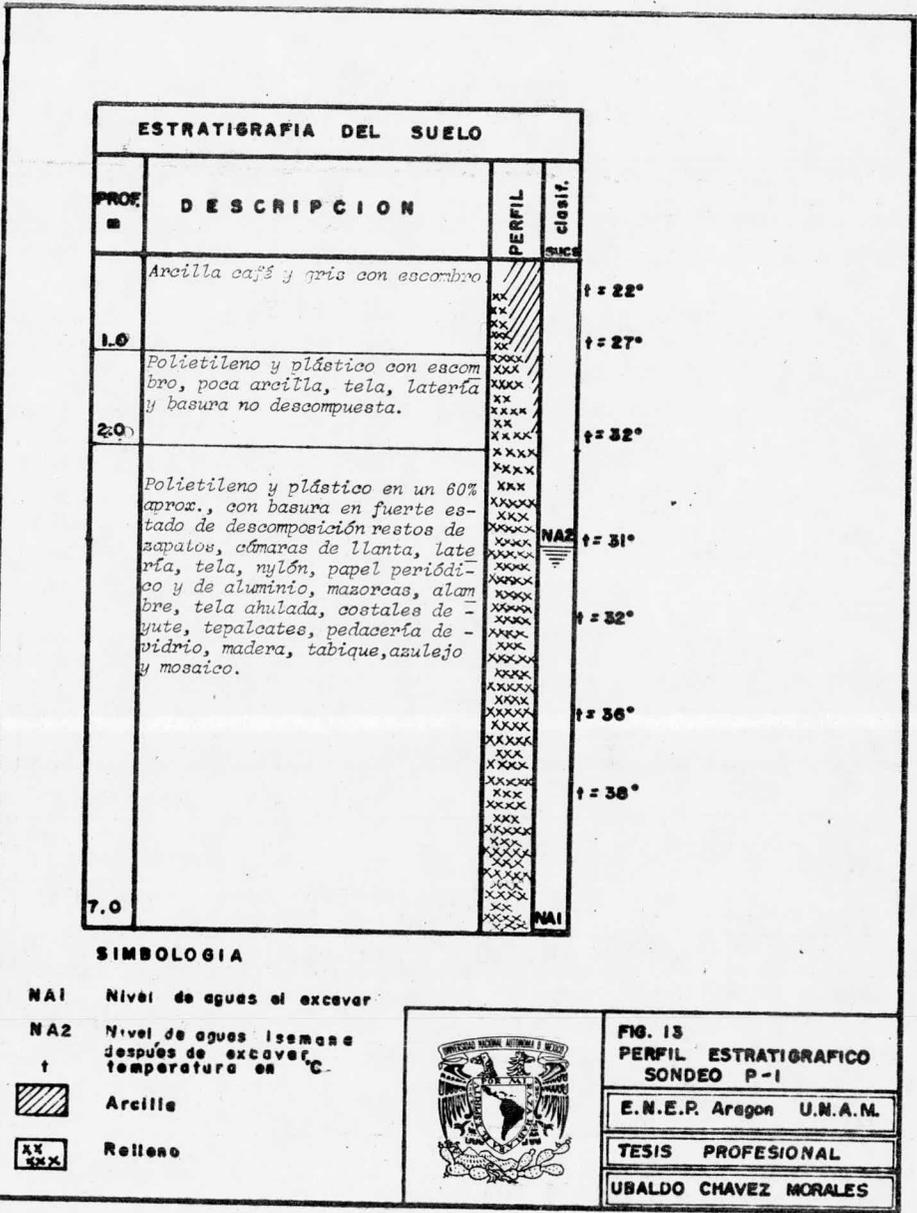
EN LAS FIGURAS 17, 18 Y 19 SE OBSERVA LA ESTRATIGRAFÍA Y PROPIEDADES DEL SUBSUELO. LA RESISTENCIA EN LAS PRUEBAS A LA COMPRESIÓN SIMPLE ARROJO VALORES EXTREMOS DE 0.24 Y 3.23  $\text{KG}/\text{CM}^2$ , CON UN VALOR PROMEDIO DE 1  $\text{KG}/\text{CM}^2$ , PROPORCIONANDO UNA CONSIS-

TENCIA DE NIVEL MEDIO.

EN LA FIGURA 20 SE OBSERVAN LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN EL SONDEO SM-3.

EN LAS PRUEBAS DE CONSOLIDACIÓN ( FIGURAS DE LA 21 A LA 29 ), SE OBSERVARON DIFERENTES VALORES DE  $a_v$  ( $\frac{\Delta e}{\Delta p}$ ), ( CONSIGNADOS EN LA FIGURA 30 ).

EL VALOR PROMEDIO DE  $a_v$  PARA EL TRAMO DE RECOMPRESIÓN FUE DE 0.39, EL VALOR PARA EL TRAMO VIRGEN FUE DE 0.67 Y PARA EL TRAMO DE DESCARGA FUE DE 0.07 ( $\frac{cm^2}{kg}$ ).



**SIMBOLOGIA**

NA1 Nivel de aguas al excavar

NA2 Nivel de aguas 1 semana después de excavar, temperatura en °C



Arcilla



Relleno

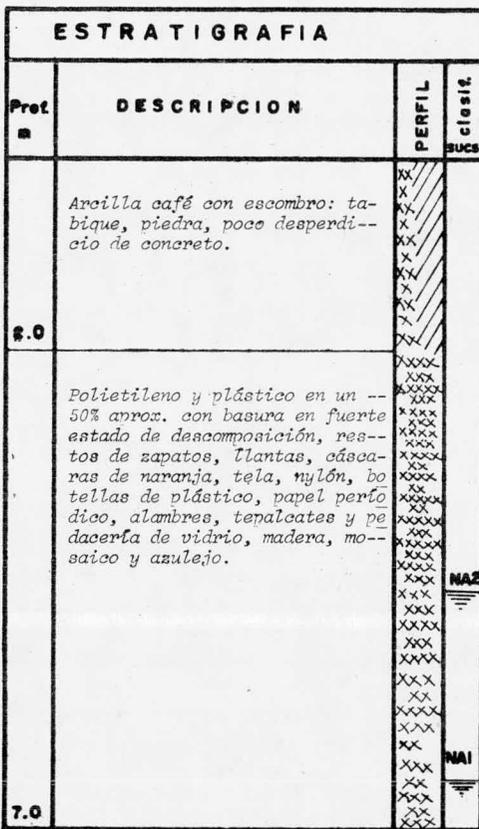


**FIG. 13**  
PERFIL ESTRATIGRAFICO  
SONDEO P-1

E.N.E.P. Aragon U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES



**SIMBOLOGIA**

- NAI Nivel de aguas al excavar
- NAZ Nivel de aguas 4 hrs. después
- Arcilla
- Relleno



**FIG. 14**  
**PERFIL ESTRATIGRAFICO**  
**SONDEO P-2**

E.N.E.P. Aragón U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

ESTRATIGRAFIA DEL SUELO			
PROF. m	DESCRIPCION	PERFIL	Cient. SUCA
0.0	Como grueso caje, con algunos botellas quemadas.	XXXXXX	NA
2.1	Pedazos de tela, hilos envases de cartón, botellas de plástico y materia orgánica.	XXXXXX	
2.8	Papel y latas quemadas, botellas de vidrio, zapatos, mat. orgánica.	XXXXXX	
4.3	Bolsas de polietileno quemadas - parcialmente, trozos de tela quemada y sin quemar, mat. orgánica.	XXXXXX	
6.0	Hierba quemada, papeles, plásticos, mat. orgánica.	XXXXXX	
7.0	Restos de tabique y concreto, teñite, cámara de llanta, polietileno, papel.	XXXXXX	
10.0	Polietileno quemado, trozos de madera (triplay) sin quemar, telas, hilos, una llanta, mat. orgánica.	XXXXXX	
13.0	Restos de polietileno, papel (quemado y sin quemar), cartón, flejes, costales de nylon, pedazos de tela plásticos, mat. org.	XXXXXX	
15.0	Trozos de concreto, lodo, trozos de tela, mat. org. (basura no identificable).	XXXXXX	
21.0	Basura no identificable, materia orgánica descompuesta y polietileno.	XXXXXX	

**SIMBOLOGIA**

NA Nivel de agua



Limo



Relleno

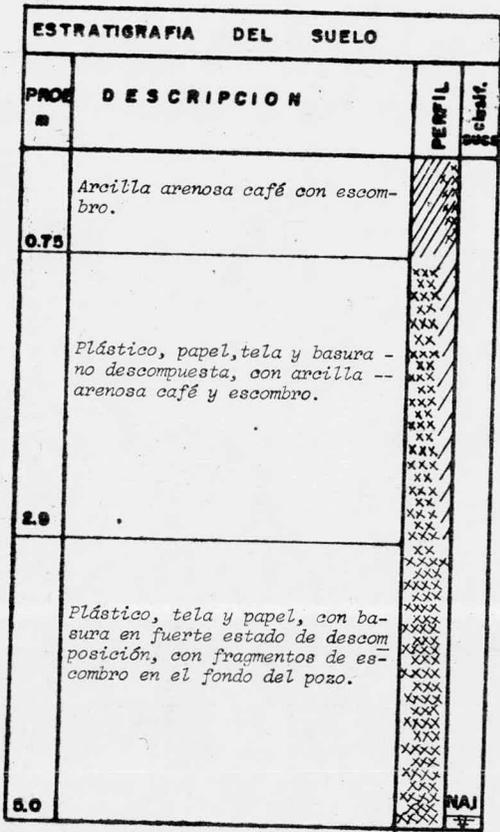


**FIG. 16**  
**PERFIL ESTRATIGRAFICO**  
**SONDEO P-3**

**E.N.E.R Aregón U.N.A.M.**

**TESIS PROFESIONAL**

**UBALDO CHAVEZ MORALES**



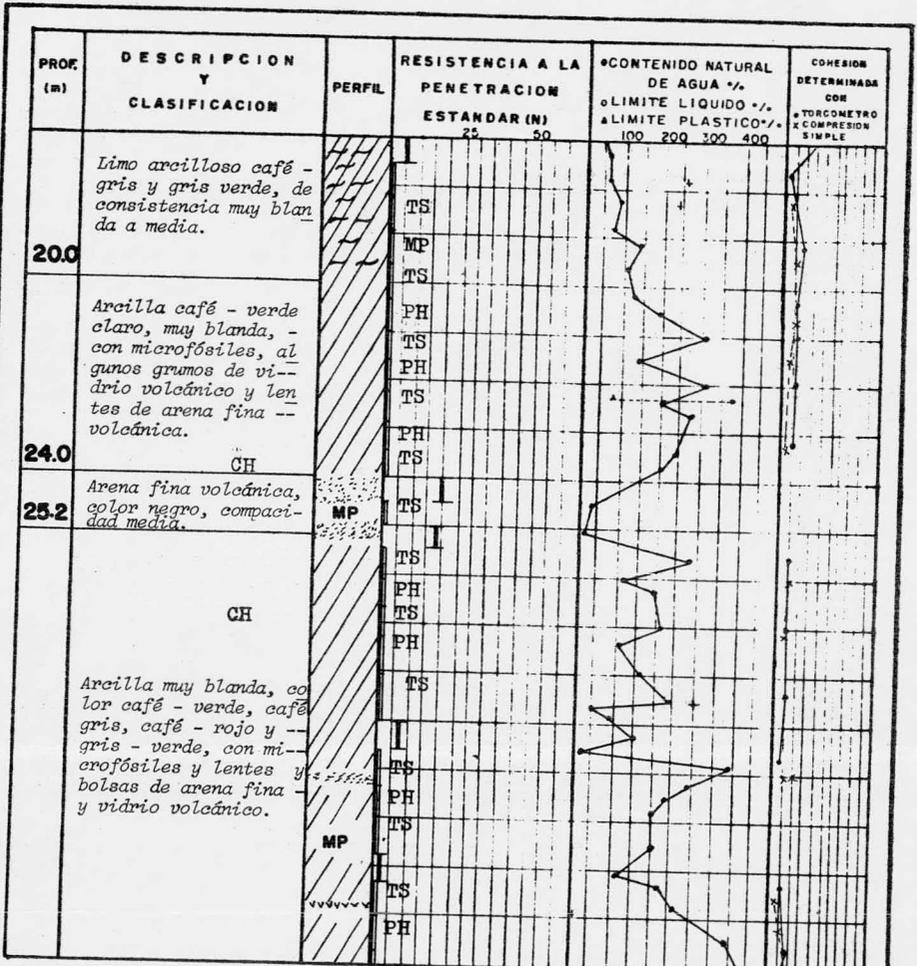
**SIMBOLOGIA**

- NAI Nivel de aguas al excavar
- Arcilla
- Resaca



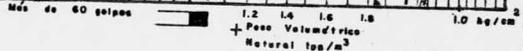
**FIG. 16**  
**PERFIL ESTRATIGRAFICO**  
**SONDEO P-4**  
 E.N.E.P. Aragón U.N.A.M.  
**TESIS PROFESIONAL**  
**UBALDO CHAVEZ MORALES**





**SIMBOLOGIA**

- [XXXX] RELLENO
  - [Diagonal lines] ARCILLA
  - [Dotted] ARENA
  - [Small circles] GRAVA
  - [Wavy lines] LIMO
- F: Porcentaje de finos  
 S: Porcentaje de arena  
 G: Porcentaje de grava  
 A, PERF. SIN MUESTREO  
 MP, MUESTRA PENDIDA  
 PH, PESO HERRAMIENTA  
 TS, TUBO SHELBY  
 D, BARRIL DENISON  
 BT, BRCA TRICONICA



**FIG. 17 (2/6)**  
**ESTATIGRAFIA Y PROPIEDADES**  
**SONDEO: SM-1**

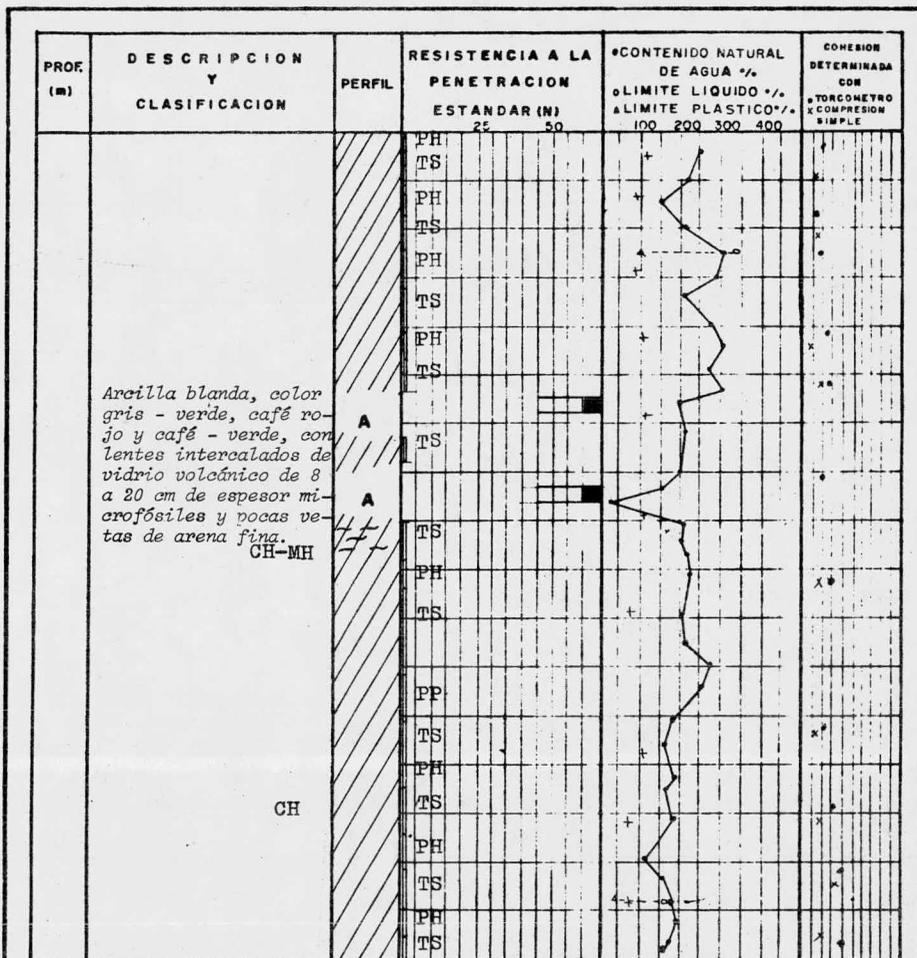
ENEP ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES







**SIMBOLOGIA**

- RELLENO
- ARCILLA
- ARENA
- GRAVA
- LIMO
- F = Porcentaje de finos
- S = Porcentaje de arena
- G = Porcentaje de grava
- A, PERF. SIN MUESTRO
- MP, MUESTRA PERDIDA
- PH, PESO HERRAMIENTA
- TS, TUBO SHELBY
- D, BARRIL DENISON
- BT, BRCCA TRICONICA

Mds de 50 golpes 1.2 1.4 1.6 1.8 1.0 bajom  
+ Peso Volumetrico Natural ton/m<sup>3</sup>

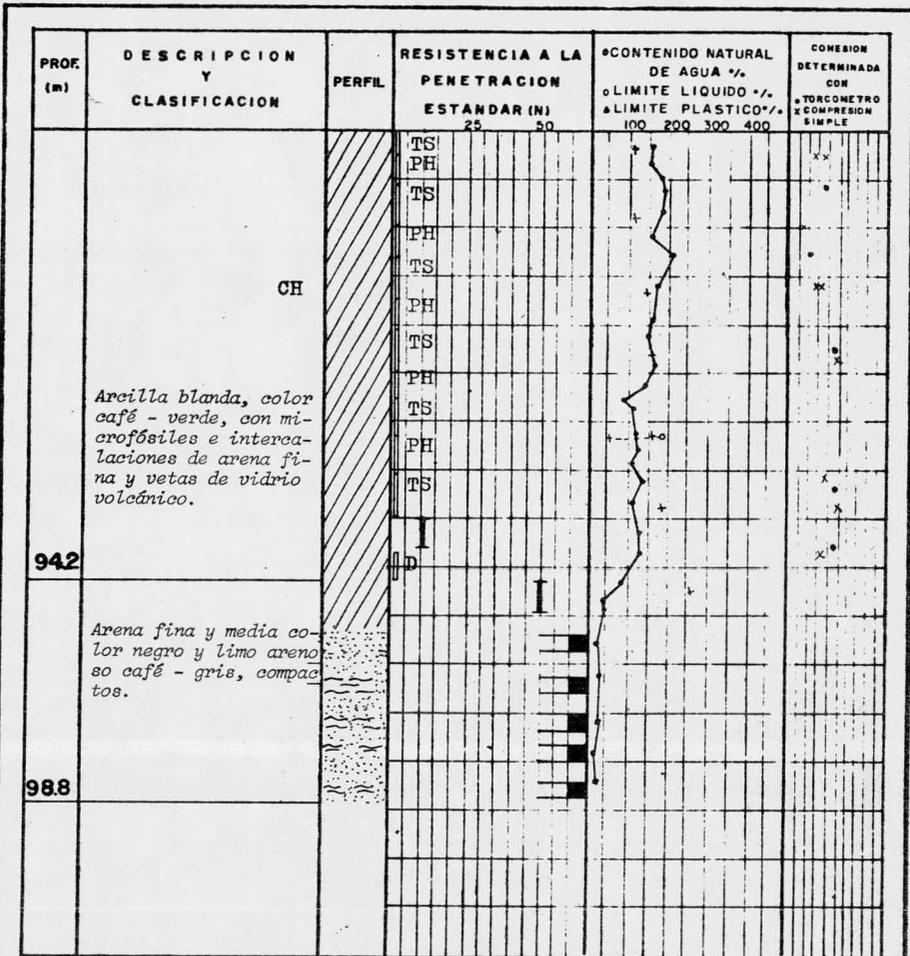


**FIG. 17 (8/6)**  
**ESTATIGRAFIA Y PROPIEDADES**  
**SONDEO: SM-1**

**ENEP ARAGON U.N.A.M**

**TESIS PROFESIONAL**

**UBALDO CHAVEZ MORALES**



### SIMBOLOGIA



F = Porcentaje de finos  
S = Porcentaje de arena  
G = Porcentaje de grava  
A, PERF. SIN MUESTRO  
NP, MUESTRA PERDIDA  
PH, PESO HERRAMIENTA  
TS, TUBO SHELLEY  
D, BARRIL DENISON  
BT, BROCA TRICONICA

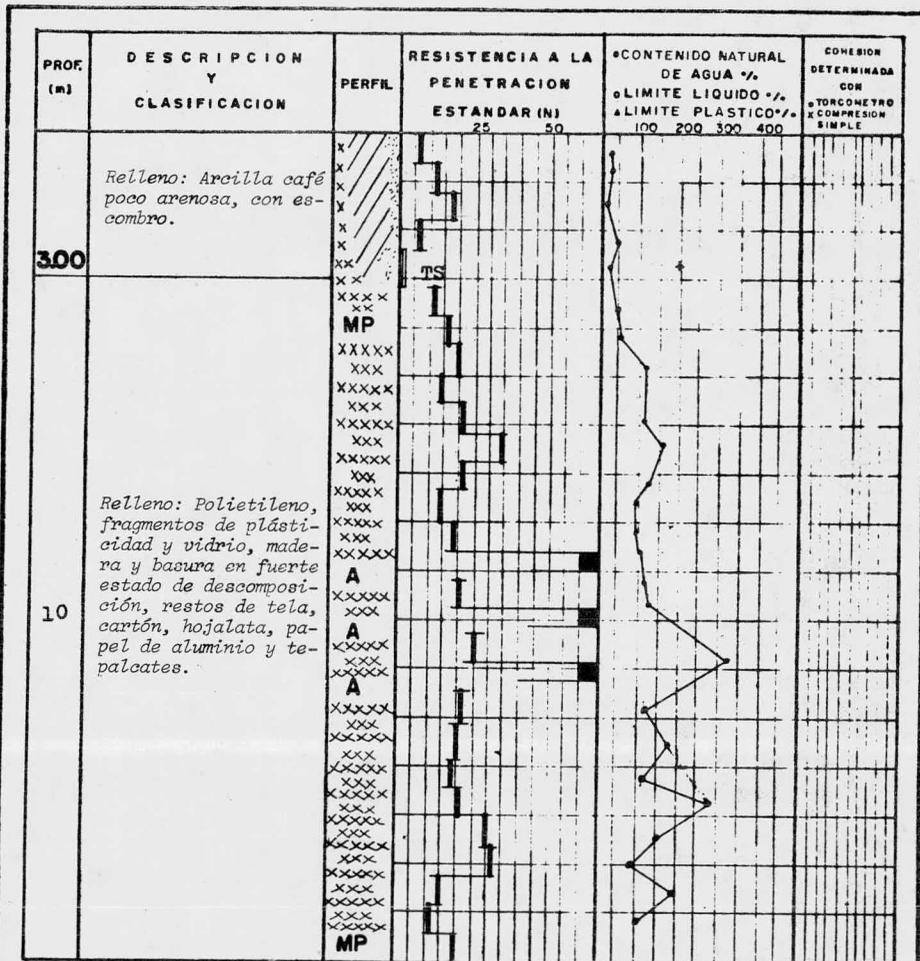


FIG. 17 (6/8)  
ESTATIGRAFIA Y PROPIEDADES  
SONDEO: SM-1

ENEP ARAGON U.N.A.M

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES



**SIMBOLOGIA**

- RELLENO
- ARCILLA
- ARENA
- GRAVA
- LIMO
- F = Porcentaje de finos
- S = Porcentaje de arena
- G = Porcentaje de grava
- A, PERF. SIN MUESTRO
- MP, MUESTRA PERDIDA
- PH, PESO HERRAMIENTA
- TS, TUBO SHELBY
- D, BARRIL DENISON
- BT, BROCA TRICONICA

Más de 60 golpes 1.2 1.4 1.6 1.8 1.0 kg/cm<sup>2</sup>  
+ Peso Volumétrico Natural tpa/m<sup>3</sup>



**FIG. 18 (1/6)**  
ESTATIGRAFIA Y PROPIEDADES  
SONDEO: SM-2

ENEP ARAGON U.N.A.M

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

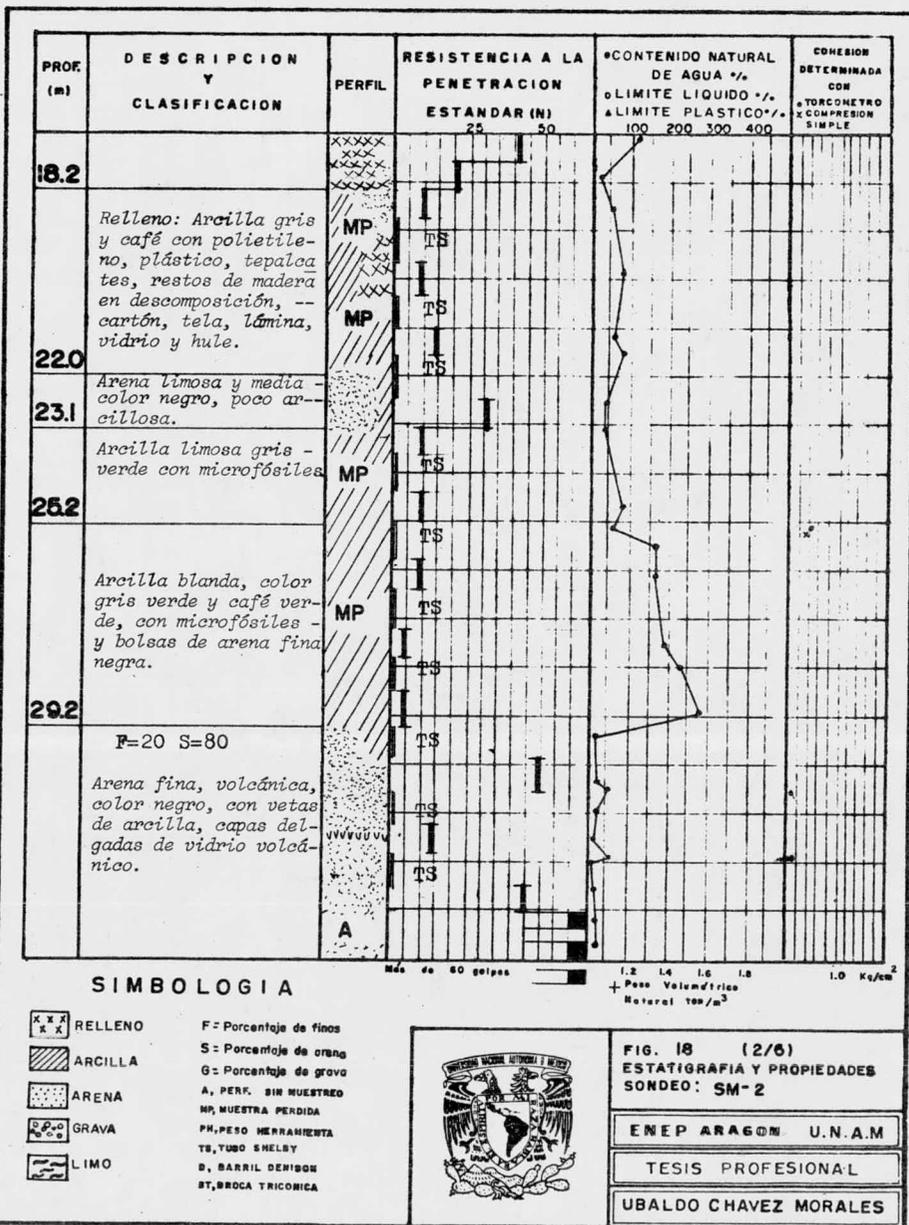
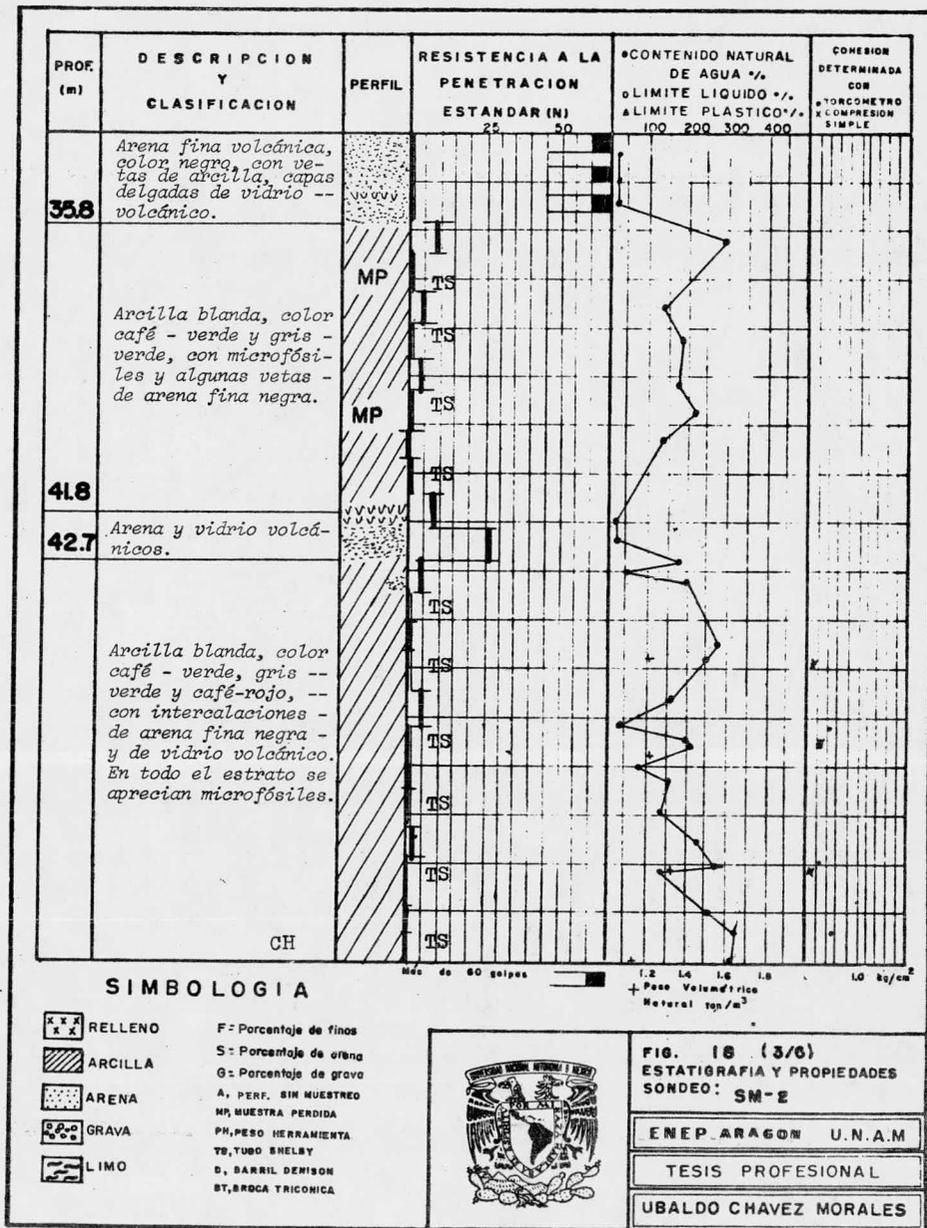


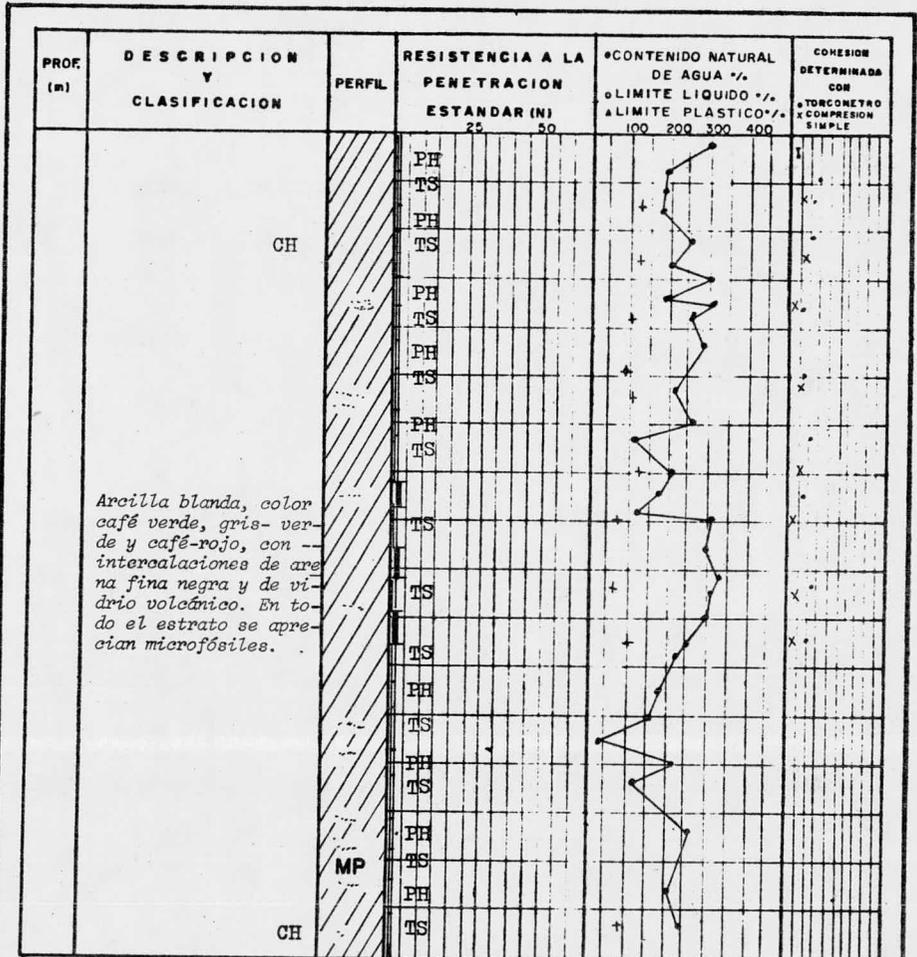
FIG. 18 (2/6)  
ESTATIGRAFIA Y PROPIEDADES  
SONDEO: SM-2

ENEP ARAGON U.N.A.M

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES





**SIMBOLOGIA**

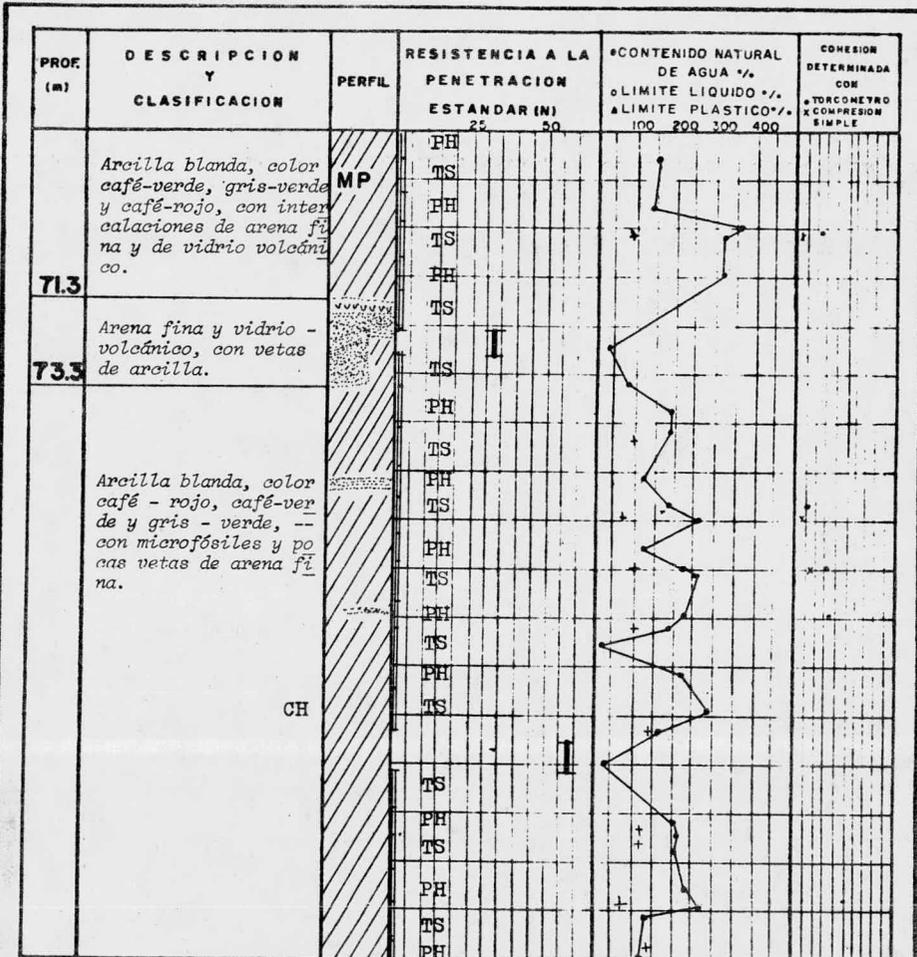
- RELLENO
- ARCILLA
- ARENA
- GRAVA
- LIMO
- F = Porcentaje de finos
- S = Porcentaje de arena
- G = Porcentaje de grava
- A, PERF. SIN MUESTREO
- MP, MUESTRA PERDIDA
- PH, PESO HERRAMIENTA
- TS, TUBO SHELBY
- D, BARRIL DENISON
- BT, BROCA TRICONICA

Más de 90 golpes 1.2 1.4 1.6 1.8 I.D. Kg/cm<sup>2</sup>  
 + Peso Velométrico Natural ton/m<sup>3</sup>



**FIG. 18 (4/6)**  
**ESTATIGRAFIA Y PROPIEDADES**  
**SONDEO: SM-2**

ENEP ARAGON U.N.A.M  
 TESIS PROFESIONAL  
 UBALDO CHAVEZ MORALES



**SIMBOLOGIA**

-  RELLENO
-  ARCILLA
-  ARENA
-  GRAVA
-  LIMO
- F: Porcentaje de finos
- S: Porcentaje de arena
- G: Porcentaje de grava
- A. PERF. SIN MUESTREO
- MP, MUESTRA PERDIDA
- PH, PESO HERRAMIENTA
- TS, TUBO SHELBY
- D, BARRIL DENISON
- BT, BRIDA TRICONICA

Mé. de 60 golpes  1.2 1.4 1.6 1.8 1.0 Ag/cm<sup>2</sup>  
 + Peso Volumétrico Natural 1g/cm<sup>3</sup>

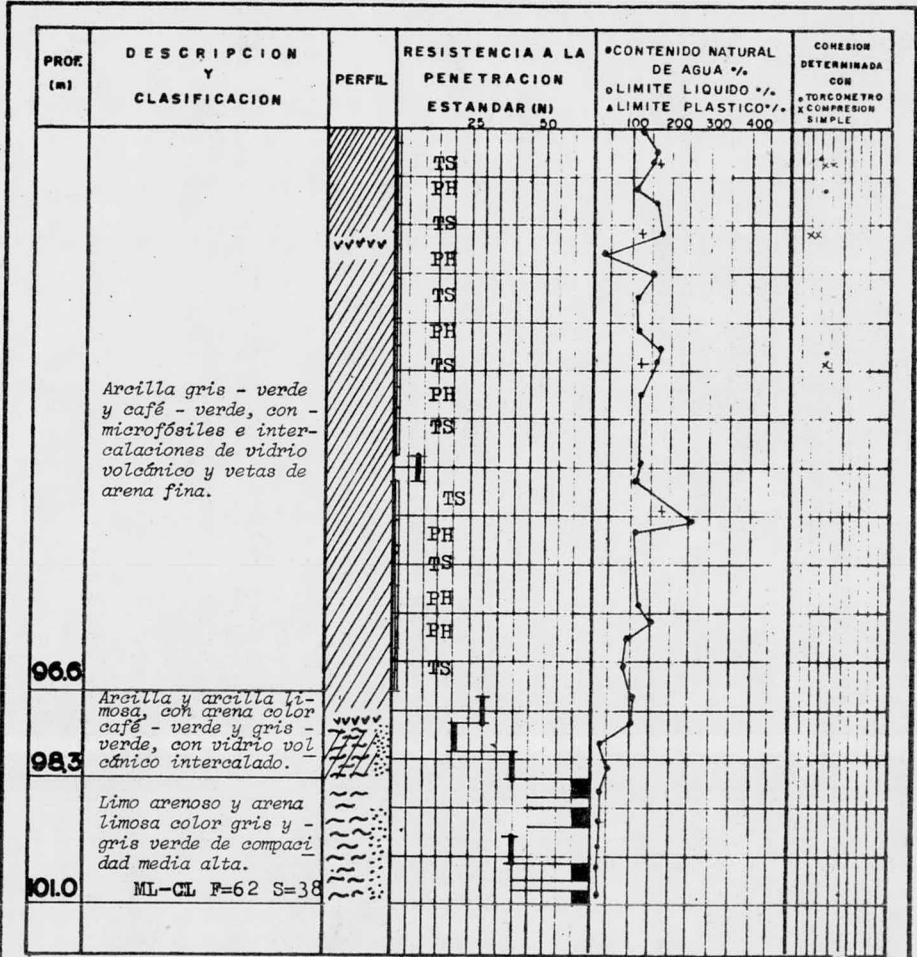


**FIG. 18 (5/6)**  
**ESTATIGRAFIA Y PROPIEDADES**  
**SONDEO: SM-2**

**EMEP ARAGON U.N.A.M**

**TESIS PROFESIONAL**

**UBALDO CHAVEZ MORALES**



**SIMBOLOGIA**

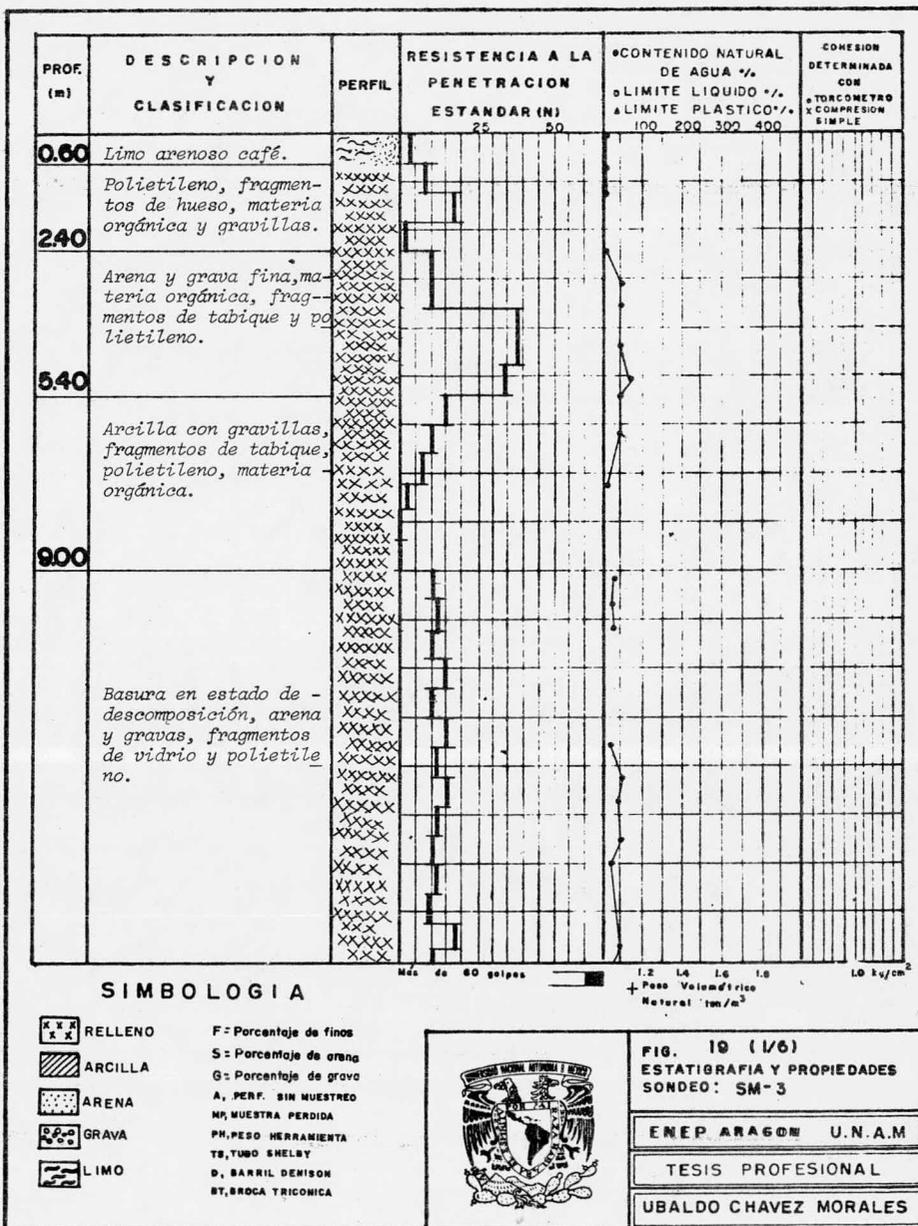
- RELLENO
  - ARCILLA
  - ARENA
  - GRAVA
  - LIMO
- F: Porcentaje de finos  
 S: Porcentaje de arena  
 G: Porcentaje de grava  
 A, PERF. SIN MUESTRO  
 M, MUESTRA PERDIDA  
 PH, PESO HERRAMIENTA  
 TS, TUBO SHELBY  
 B, BARRIL DENISON  
 BT, BROCA TRICOWICA

Más de 60 golpes 1.2 1.6 1.8 1.0 kg/cm<sup>2</sup>  
 + Peso Volumetrico Material 100/m<sup>3</sup>

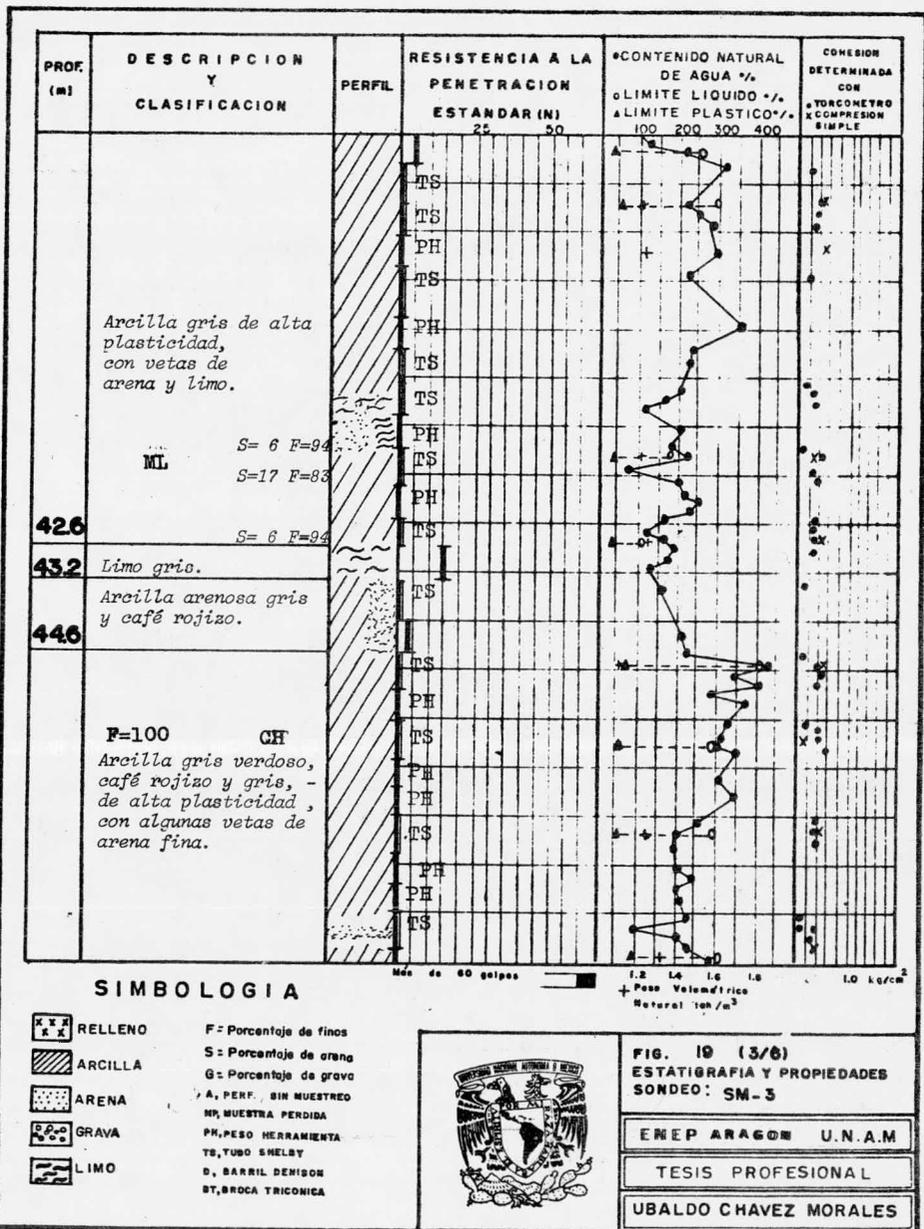


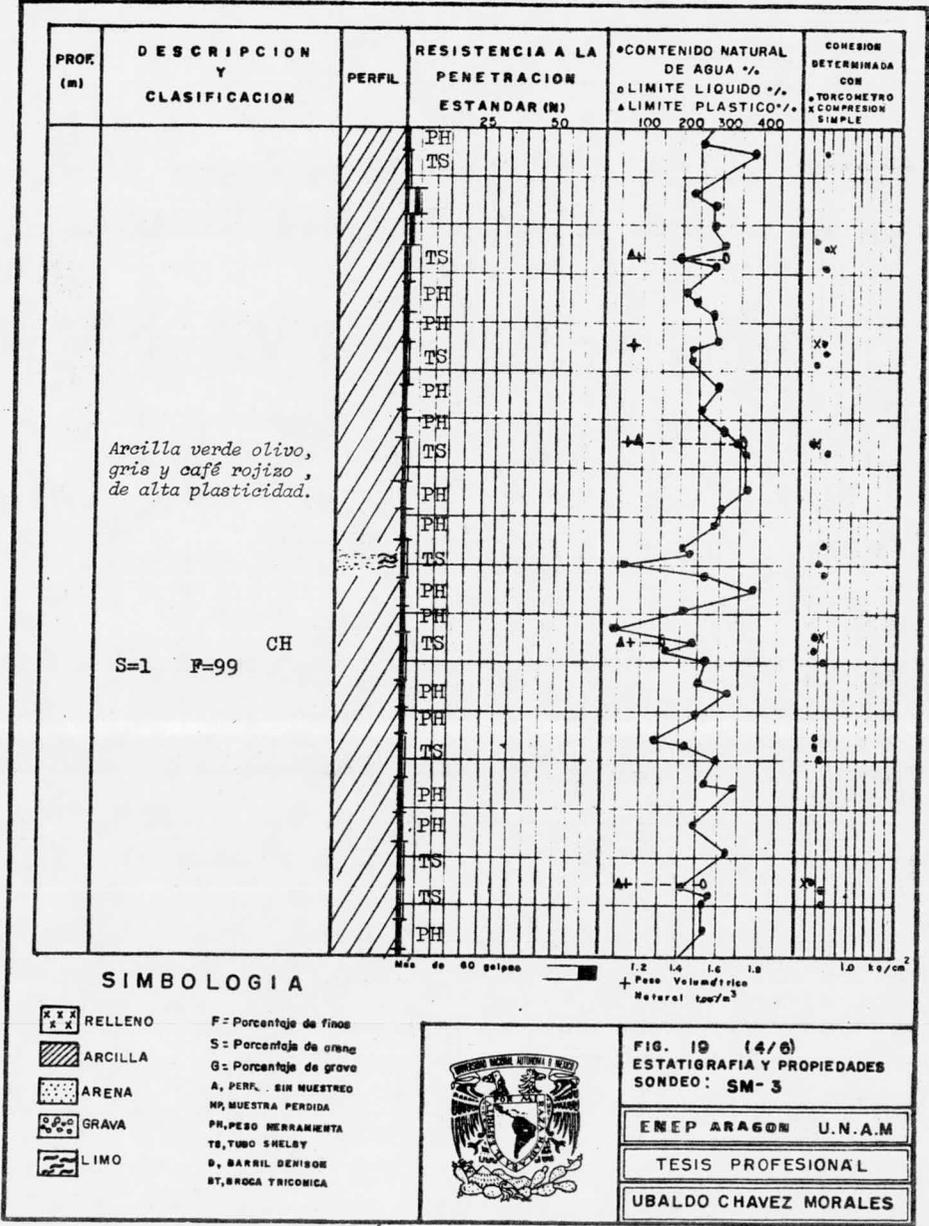
FIG. 18 (6/6)  
 ESTATIGRAFIA Y PROPIEDADES  
 SONDEO: SM-2

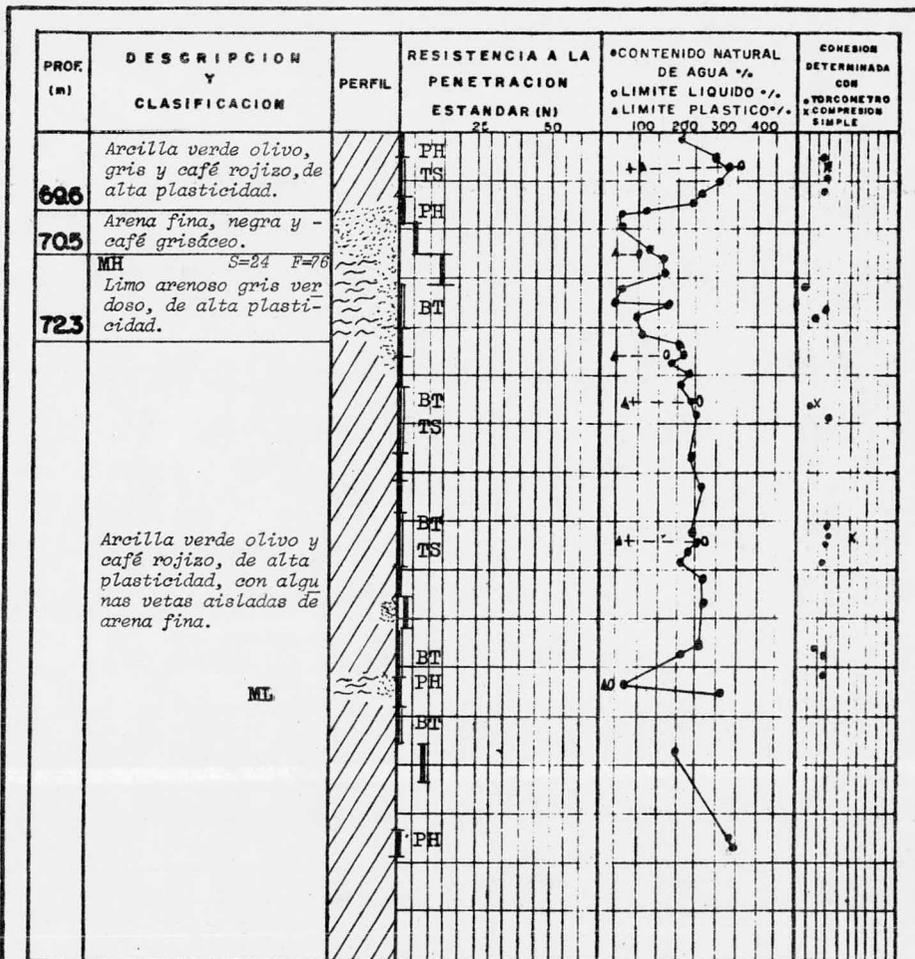
ENEP ARAGON U.N.A.M  
 TESIS PROFESIONAL  
 UBALDO CHAVEZ MORALES











**SIMBOLOGIA**

- |                  |         |                         |
|------------------|---------|-------------------------|
| [Cross-hatched]  | RELLENO | F = Porcentaje de finos |
| [Diagonal lines] | ARCILLA | S = Porcentaje de arena |
| [Dotted]         | ARENA   | G = Porcentaje de grava |
| [Small circles]  | GRAVA   | A, PERF, SIN MUESTREO   |
| [Wavy lines]     | LIMO    | NP, MUESTRA PERDIDA     |
| [Vertical lines] |         | PH, PESO HERRAMIENTA    |
|                  |         | TS, TUBO SHELBY         |
|                  |         | B, BARRIL DENISON       |
|                  |         | BT, BROCA TRICONICA     |

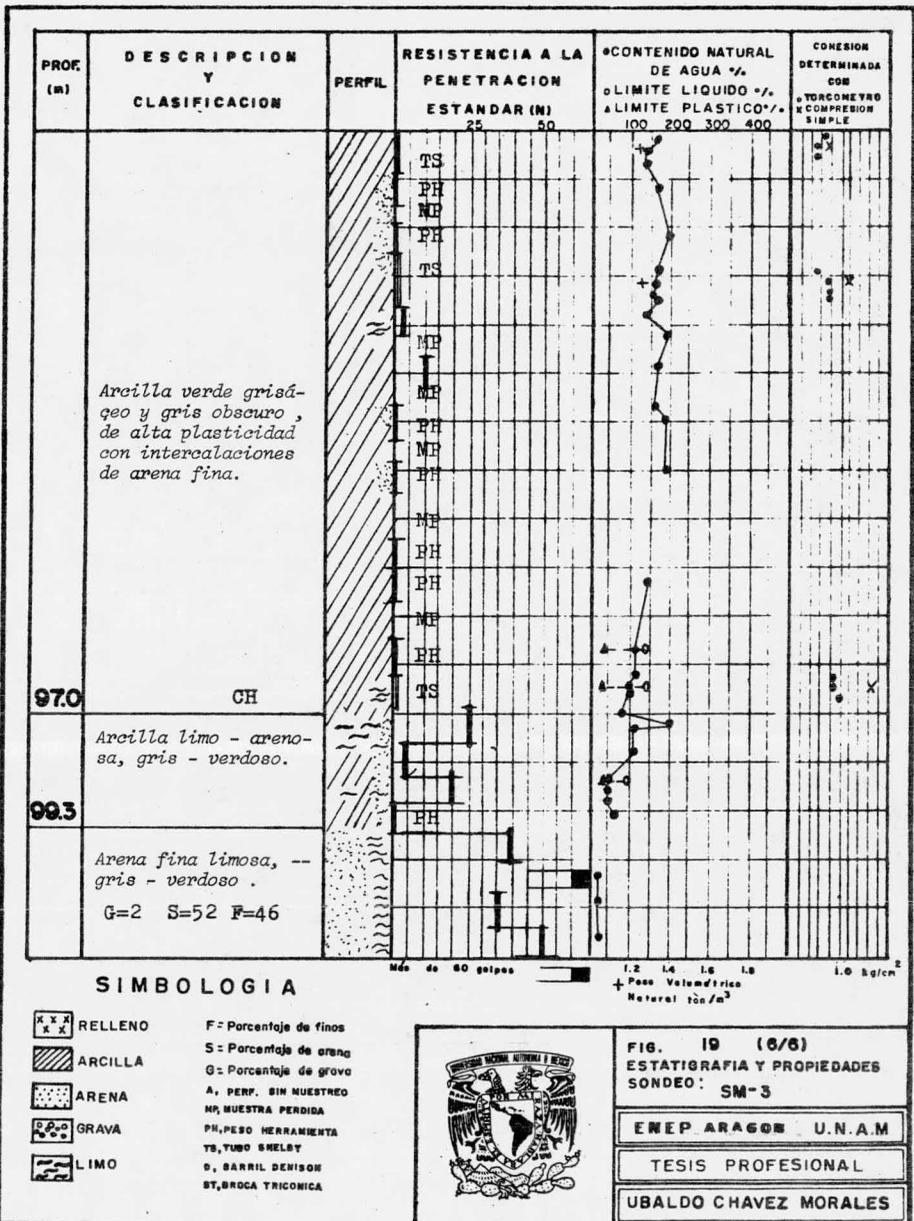


FIG. 19 (5/6)  
ESTATIGRAFIA Y PROPIEDADES  
SONDEO: SM-3

ENEP ARAGON U.N.A.M

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES



**SIMBOLOGIA**

- RELLENO
  - ARCILLA
  - ARENA
  - GRAVA
  - LIMO
- F: Porcentaje de finos  
S: Porcentaje de arena  
G: Porcentaje de grava  
A: PERF. SIN MUESTREO  
MP: MUESTRA PERDIDA  
PH: PESO HERRAMIENTA  
YS: TUBO SHELBY  
D: BARRIL DENISON  
ST: BRDCA TRICONICA



**FIG. 19 (6/6)**  
ESTADISTGRAFIA Y PROPIEDADES  
SONDEO: SM-3

ENEP ARAGON U.N.A.M

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

PROF.	DENSIDAD DE LOS SOLIDOS	RELACION DE VACIOS INICIAL	CONTENIDO NATURAL DE AGUA	GRADO DE SATURACION INICIAL	RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE	DEFORMACION A LA RUPTURA	PESO VOLUMETRICO		Clasif. SUCS.
							HUMEDO $\gamma_h$	SECO $\gamma_s$	
m	—	—	%	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	
29.90	2.30	5.34	232.6	100.2	1.36	2.461	1206	362	CH
30.90	2.43	3.06	127.9	101.6	1.23	4.031	1365	599	CH
32.50	2.34	3.81	165.4	101.6	0.53	6.000	1292	487	CH
35.50	2.26	4.63	200.1	97.7	0.82	4.878	1221	407	CH
36.40	2.26	4.64	206.7	100.7	1.02	5.324	1229	401	CH
40.70	2.23	4.33	190.3	98.0	0.61	2.755	1214	418	CH
42.30	2.38	3.79	154.7	97.1	0.82	2.798	1265	497	CH
44.90	2.38	7.64	317.0	98.8	1.11	2.016	1148	275	CH
46.50	2.23	8.17	359.9	98.2	0.32	2.568	1118	243	CH
48.30	2.34	4.61	200.5	101.8	0.77	3.253	1253	417	CH
50.90	2.27	5.78	257.6	101.1	0.73	2.545	1198	335	CH
53.70	2.20	4.99	221.2	97.5	1.07	2.251	1180	367	CH
58.50	2.24	6.83	301.8	99.0	0.67	1.633	1149	286	CH
57.47	2.34	7.63	320.9	98.4	0.63	1.916	1141	271	CH
61.6	2.34	6.32	270.0	98.7	0.87	3.336	1182	319	CH



FIG. 20 (1/2)  
COMPRESION SIMPLE  
SONDEO SM-3

E.N.E.R Aragón - U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

PROF.	DENSIDAD DE LOS SÓLIDOS	RELACION DE VACÍOS INICIAL	CONTENIDO NATURAL DE AGUA	GRADO DE SATURACION INICIAL	RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE	DEFORMACION A LA RUPTURA	PESO VOLUMETRICO		Clasif. SUCS
							HUMEDO $\gamma_h$	SECO $\gamma_s$	
m	—	—	%	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	
66.50	2.46	6.75	270.0	98.7	0.39	2.341	1117	317	CH
68.8	2.24	7.08	318.6	100.8	1.12	1.493	1159	277	CH
73.7	2.28	6.05	266.9	100.6	0.59	2.454	1186	323	CH
76.40	2.32	5.82	251.7	100.3	2.15	1.887	1196	340	CH
85.30	2.36	3.77	168.5	99.2	1.41	2.144	1281	496	MH
88.09	2.36	4.72	197.2	98.6	2.41	3.075	1227	413	CH
96.46	2.35	2.51	106.1	99.3	3.28	3.483	1381	670	CH



FIG. 20 (2/2)  
COMPRESION SIMPLE  
SONDEO SM-3

E.N.E.P. Aragón - U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

PROF.	DENSIDAD DE SÓLIDOS	RELACION DE VACIOS ORIGINAL	CONTENIDO NATURAL DE AGUA		GRADO DE SATURACION. INICIAL	LIMITE LIQUIDO	INDICE PLASTICO	PESO VOLUMETRIC	CARGA DE RECONDICIONAMIENTO	CLASIFICACION S.U.C.S.
			INICIAL	FINAL						
m.	—	—	%	%	%	%	%	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	CH
20.80	2.29	4.08	211.2	171.8	100.6	31.4	250.8	1227	1.88	CH

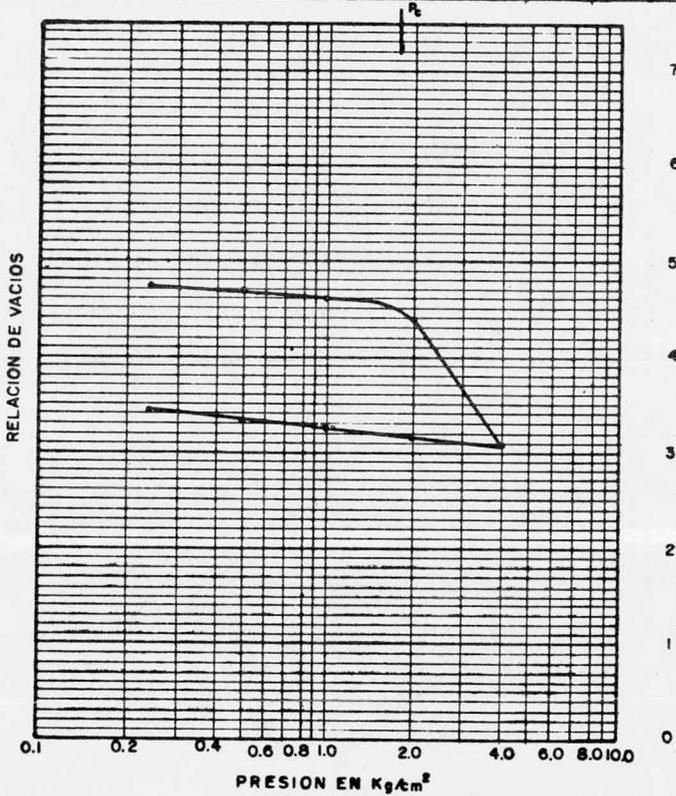


FIG. 21  
ENSAYES DE COMPRESIBILIDAD  
SONDEO SM-3

E.N.E.P Aragón U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

PROF	DENSIDAD DE SÓLIDOS	RELACION DE VACIOS INICIAL	CONTENIDO SATURAL DE AGUA		GRADO DE SATURACION INICIAL	LIMITE LIQUIDO	INDICE PLASTICO	PESO VOLUMETRICO	GAMA DE PRECOMBUSTION	CLASIFICACION S.U.C.S
			INICIAL	FINAL						
m	—	—	%	%	%	%	%	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>	
32.10	2.34	3.423	143.4	107.6	96.0	232.0	166.7	1288	1.03	CH

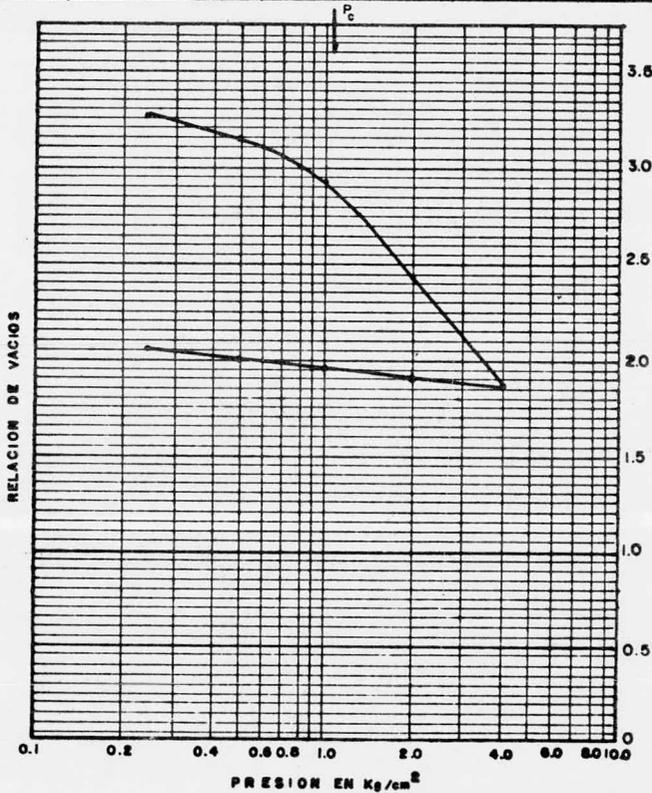


FIG. 22  
ENSAYES DE COMPRESIBILIDAD  
SONDEO SM-3

ENEPARAGON UNAM

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

PROF.	DENSIDAD DE SÓLIDOS	RELACION DE VACIOS INICIAL	CONTENIDO SATURAL DE AGUA		GRADO DE SATURACION INICIAL	LIMITE LIQUIDO	INDICE PLASTICO	PESO VOLUMETRICO	CARGA DE PRECOMPRESION	CLASIFICACION S. U. C. S.
			INICIAL	FINAL						
m	—	—	%	%	%	%	%	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	CH
35.70	2.30	6.304	278.6	170.2	101.6	298.0	238.7	1192	0.95	CH

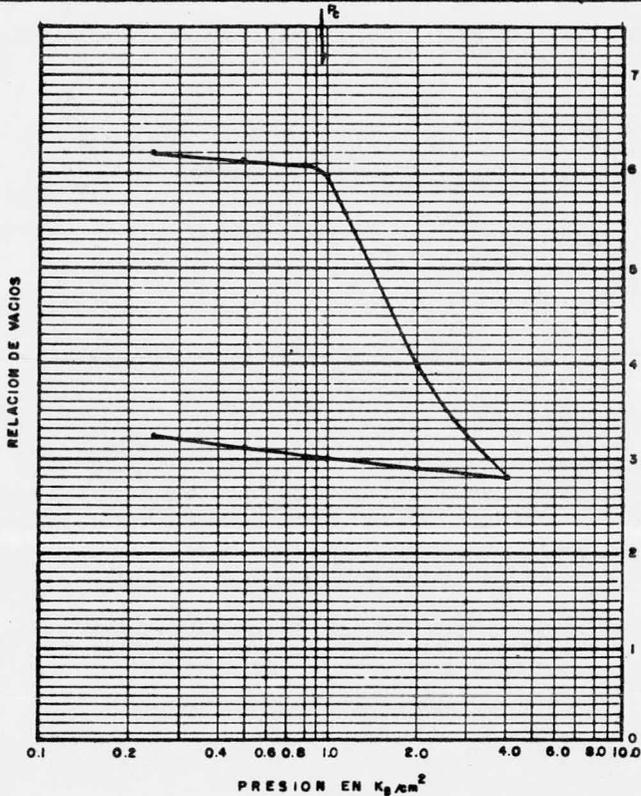


FIG. 23  
ENSAYES DE COMPRESIBILIDAD  
SONDEO SM-3

ENEPARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

PROF.	DENSIDAD DE SOLIDOS	RELACION DE VACIOS INICIAL	CONTENIDO NATURAL DE AGUA		GRADO DE SATURACION INICIAL	LIMITE LIQUIDO	INDICE PLASTICO	PESO VOLUMETRICO	CAMBIO PRECESO LIQUIDO	CLASIFICACION S.U.C.S
			INICIAL	FINAL						
m	—	—	%	%	%	%	%	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	
41.00	2.38	4.166	175.2	112.7	100.1	—	—	1266	1.60	CH

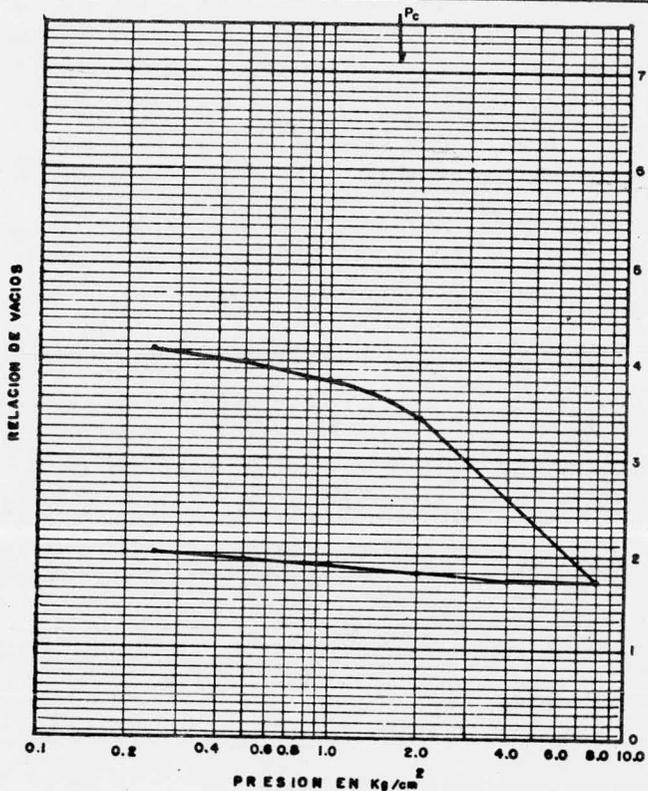


FIG. 24  
ENSAYES DE COMPRESIBILIDAD  
SONDEO SM-3

ENEPARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

PROP.	DENSIDAD DE SÓLIDOS	RELACION DE VACIOS INICIAL	CONTENIDO NATURAL DE AGUA		GRADO DE SATURACION INICIAL	LIMITE LIQUIDO	INDICE PLASTICO	PESO VOLUMETRICO	CARGA DE PRECISO LIBACION	CLASIFICACION S.U.C.S
			INICIAL	FINAL						
m	—	—	%	%	%	%	%	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	
48.10	2.37	6.600	277.3	138.0	—	—	—	1102	1.6	CH

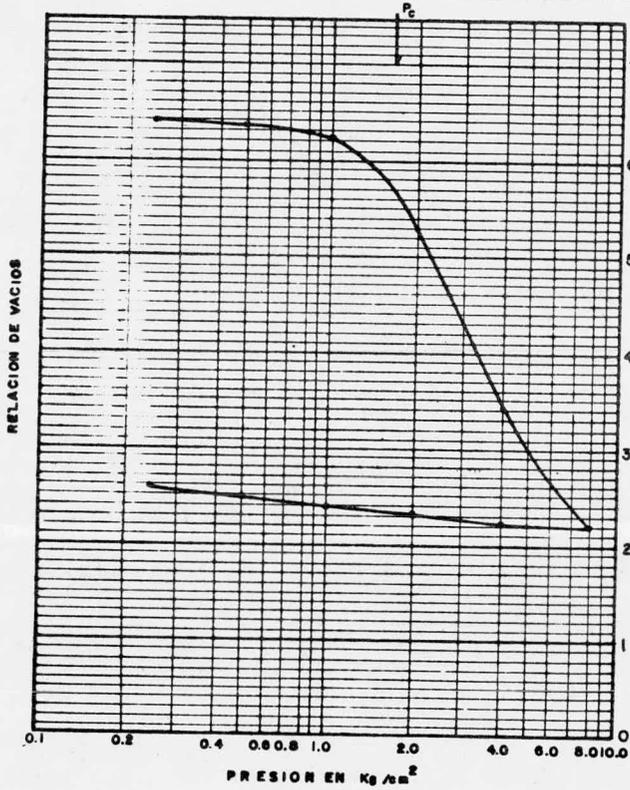


FIG. 25  
 ENSAYES DE COMPRESIBILIDAD  
 SONDEO SM-3  
**ENEPARAGON U.N.A.M.**  
 TESIS PROFESIONAL  
 UBALDO CHAVEZ MORALES

PROF.	DENSIDAD DE SÓLIDOS	RELACION DE VACIOS INICIAL	CONTENIDO NATURAL DE AGUA		GRADO DE SATURACION INICIAL	LIMITE LIQUIDO	INDICE PLASTICO	PESO VOLUMETRICO	CARGA DE PRECOMBUSTION	CLASIFICACION S.U.C.S
			INICIAL	FINAL						
m	—	—	%	%	%	%	%	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	
60.70	2.23	6.798	303.0	166.9	99.4	—	—	1153	1.60	CH

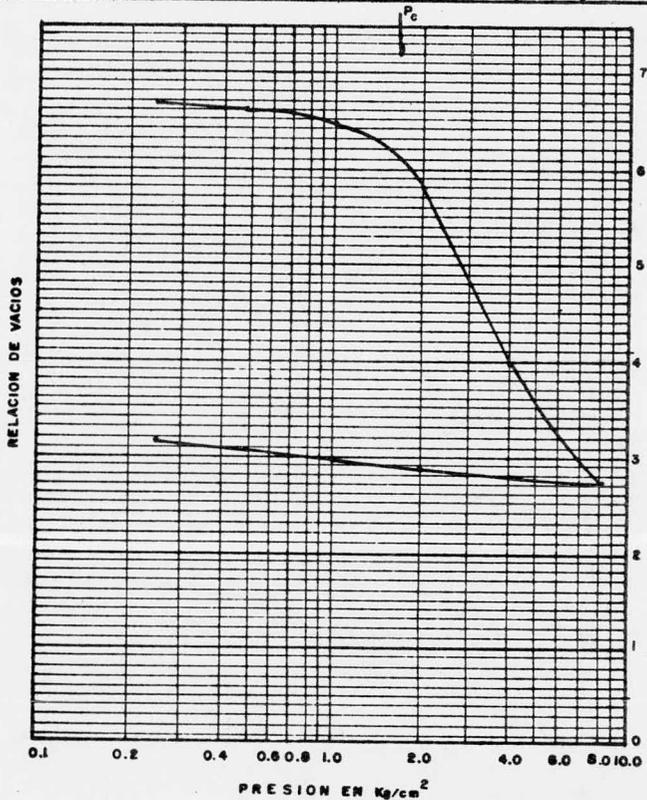


FIG. 26  
ENSAYES DE COMPRESIBILIDAD  
SONDEO SM-3

ENEPARABONUNAM

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

PROF.	RENDIDAS DE SOLIDOS	RELACION DE VACIOS INICIAL	CONTENIDO NATURAL DE AGUA		GRADO DE SATURACION INICIAL	LIMITE LIQUIDO	INDICE PLASTICO	PESO VOLUMETRICO	CARGA DE PRECOMBO LIBACION	CLASIFICACION S.U.C.S
			INICIAL	FINAL						
m	—	—	%	%	%	%	%	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	CH
55.70	2.38	7.200	301.6	166.3	98.9	—	—	1158	1.75	CH

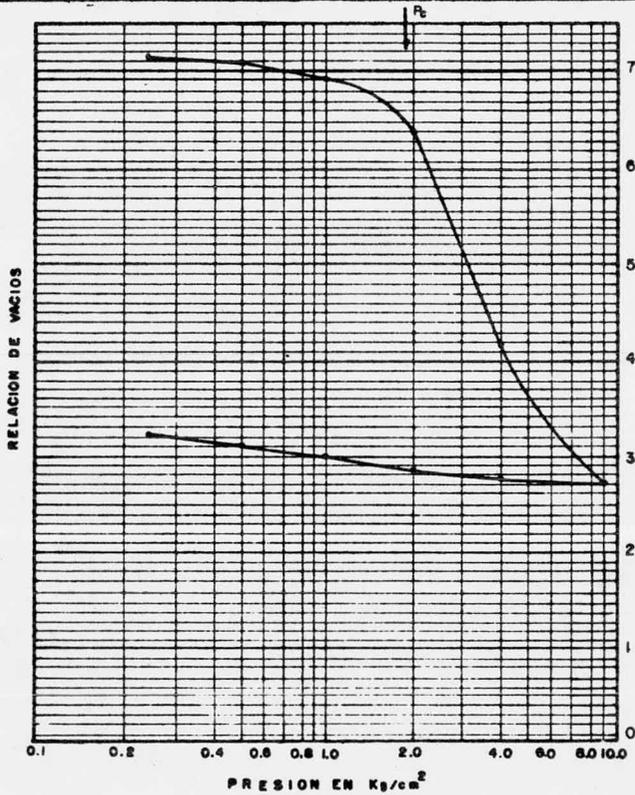


FIG. 27  
ENSAYES DE COMPRESIBILIDAD  
SONDEO SM-3

ENEPARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

PROF.	MEDIDA DE SOLADO	RELACION DE VACIOS INICIAL	CONTENIDO NATURAL DE AGUA		GRADO DE SATURACION INICIAL	LIMITE LIQUIDO	INDICE PLASTICO	PESO VOLUMETRICO	CARGA DE PRENSION	CLASIFICACION S.U.C.S.
			INICIAL	FINAL						
R	—	—	%	%	%	%	%	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	
66.80	2.42	7.32	298.0	181.0	97.8	278.7	209.0	1181	1.00	CM

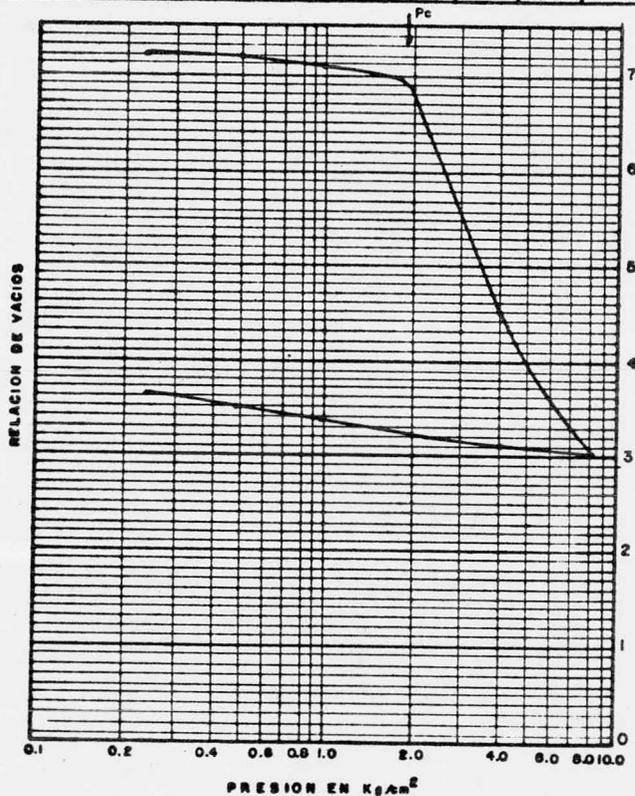


FIG. 28  
ENSAYES DE COMPRESIBILIDAD  
SONDEO SM-3

ENEPARAGON UNAM

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

PROF.	DENSIDAD DE SUELOS	RELACION DE VACIOS INICIAL	CONTENIDO SATURAL DE AGUA		GRADO DE SATURACION INICIAL	LIMITE LIQUIDO	INDICE PLASTICO	PESO VOLUMEN TRIGO	CARGA DE PRECOMPRESION	CLASIFICACION S.U.C.S.
			INICIAL	FINAL						
m	—	—	%	%	%	%	%	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	
79.80	2.31	6.024	256.8	186.2	98.0	251.1	192.5	1170	2.80	CH

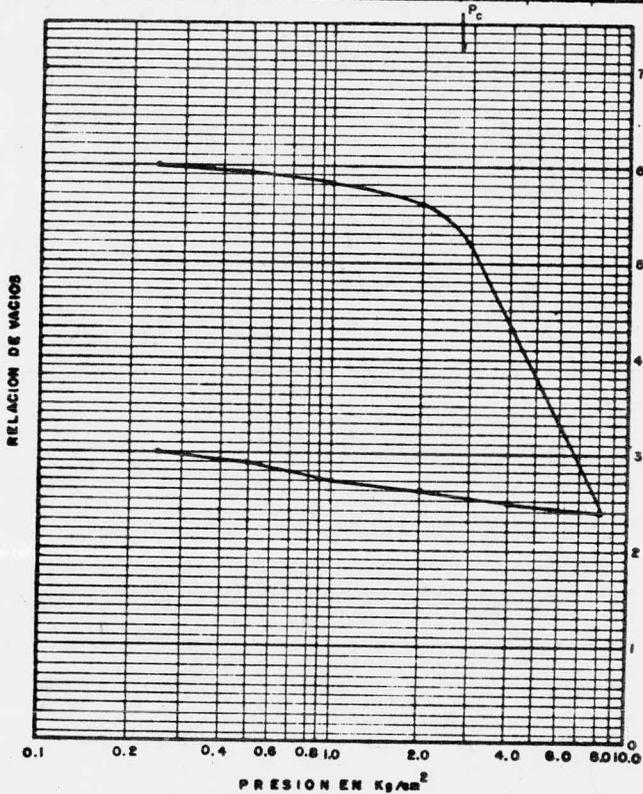


FIG. 20

ENSAYES DE COMPRESIBILIDAD  
SONDEO SM-3

ENEPARASON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES



PROF. (m)	TRAMO DE RECOMPRESION	TRAMO VIRGEN	TRAMO DE DESCARGA
29.90	0.1	0.6	0.1
32.10	0.9	1.3	0.1
35.70	0.3	1.1	0.1
41.90	0.4	0.3	0.03
45.10	0.3	0.6	0.04
50.70	0.2	0.5	0.05
55.70	0.9	0.5	0.05
66.80	0.2	0.6	0.09
76.20	0.2	0.5	0.07



**FIG. 30**

**VALORES DE GV  
SONDEO SM-3**

**E.N.E.P Aragón - U.N.A.M**

**TESIS PROFESIONAL**

**UBALDO CHAVEZ MORALES**

CAPITULO V ANALISIS DE CIMENTACIONES

EL PROBLEMA FUNDAMENTAL DEL PROYECTO PARQUE RECREATIVO STA. CRUZ MEYEHUALCO ( EN LO QUE RESPECTA AL ANÁLISIS DE LAS CIMENTACIONES), ES SIN LUGAR A DUDA EL ORIGINADO POR LA GRAN DEFORMABILIDAD DEL SUBSUELO.

LA GRAN HETEROGENEIDAD DE LOS ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE LA BASURA ASÍ COMO SU NATURALEZA GENERALMENTE ORGÁNICA, ORIGINARÁN GRANDES DEFORMACIONES FRENTE A LAS CARGAS DE LAS ESTRUCTURAS PROYECTADAS Y AÚN FRENTE A LAS DE SU PESO PROPIO, LO QUE OCASIONARÁ PROBLEMAS POR ASENTAMIENTOS GENERALES Y DIFERENCIALES. LA MAGNITUD DE LAS DEFORMACIONES ES DESDE LUEGO IMPREDECIBLE, PUESTO QUE LA MISMA HETEROGENEIDAD DEL SUBSUELO, IMPIDE LA FORMULACIÓN DE ALGUNA TEORÍA AL RESPECTO.

EL PROBLEMA DE DEFORMABILIDAD ES TAN IMPORTANTE QUE PUEDE PROVOCAR LA FALLA DE LAS ESTRUCTURAS, POR LO QUE LA CIMENTACIÓN DEBE PREVER SU PRESENCIA.

CONSIDERANDO LA CARGA QUE TRANSMITIRÁN AL TERRENO, LAS ESTRUCTURAS SE DIVIDIRÁN EN: ESTRUCTURAS PESADAS Y ESTRUCTURAS LIGERAS; CORRESPONDIENDO A LAS PRIMERAS, LAS ESTRUCTURAS QUE ORIGENEN PROBLEMAS DE CAPACIDAD DE CARGA AL TERRENO SOPORTANTE, COMO ES EL CASO DEL PUENTE PEATONAL, Y A LAS SEGUNDAS, --AQUELLAS EN QUE NO SE PRESENTE DICHO PROBLEMA, COMO ES EL CASO DE LAS DEMÁS ESTRUCTURAS DEL PROYECTO ( RESTAURANTE, AUDIO

RAMA, FUENTE, CONCESIONES, INVERNADERO Y ADMINISTRACIÓN).

A.- ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS LIGERAS.

PARA PODER GARANTIZAR UN BUEN COMPORTAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS, FRENTE A LAS DEFORMACIONES TOTALES Y DIFERENCIALES QUE SE ESPERAN, NO SE DEBE APOYAR DIRECTAMENTE A ESTAS SOBRE LOS RELLENOS, SINO QUE, SE DEBE TRANSMITIR LA CARGA AL SUBSUELO SUBYACENTE, MEDIANTE PILOTES DE FRICTION.

AL CONTARSE EN EL PROYECTO CON ESTRUCTURAS PEQUEÑAS Y LIGERAS LA CIMENTACIÓN PROFUNDA SE OBSERVARÁ SUMAMENTE COSTOSA, POR LO QUE SE CONSIDERARÁ UTILIZAR CIMENTACIONES SUPERFICIALES.

A CONTINUACIÓN SE PROCEDERÁ A VALUAR LOS ASENTAMIENTOS PRODUCIDOS EN LOS ESTRATOS DE BASURA Y EN LAS CAPAS SUBYACENTES A ESTA. PARA PODER VALUARLOS, SE CONSIDERARÁ LA ESTRUCTURA MAS GRANDE: EL RESTAURANTE.

EL RESTAURANTE, SE LOCALIZA (PLANO 2), EN UNA ZONA QUE CUENTA CON UN ESPESOR DE BASURA DE APROXIMADAMENTE 12 M ( FIG. 17).

SUS DIMENSIONES SE ENCUENTRAN CONSIGNADAS EN LOS PLANOS 3A Y 3B .

## 1.- CALCULO DE ASENTAMIENTOS EN LAS CAPAS DE BASURA

DEBIDO A LA DESCOMPOSICIÓN DE ELEMENTOS ORGÁNICOS CONTENIDOS EN LA BASURA, SE GENERARÁN DISMINUCIONES DE VOLÚMEN, LAS CUALES SE ESTIMARÁN, EN VIRTUD DE NO CONTARSE CON OTRO MEDIO DISPONIBLE, EN BASE A SU CONTENIDO NATURAL DE AGUA.

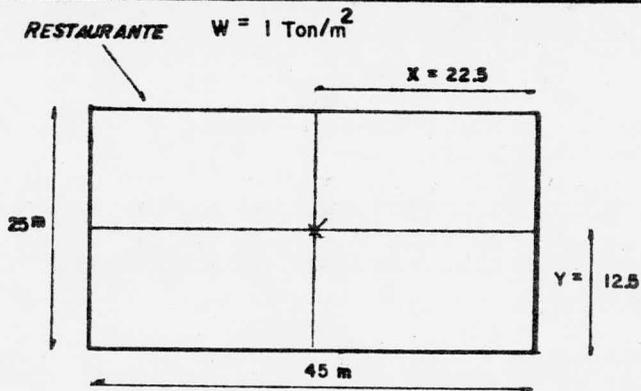
EN EL SONDEO S M-1 (FIG.17) SITUADO CERCA DE LA ZONA DE ESTUDIO (PLANOS 2 Y 10) SE OBSERVA UN CONTENIDO DE AGUA PROMEDIO DE 100% EN LOS ESTRATOS DE BASURA, POR LO QUE SE PROPONE QUE LA DISMINUCIÓN DE VOLÚMEN SEA DE UN 40%, ESTO EN EL CASO MÁ S DESFAVORABLE, ES DECIR SE CONSIDERA QUE EL ESTRATO DE 12 M DE BASURA SE REDUCIRÁ EN 5 M. PARA PROPONER ESTE VALOR SUPONEMOS QUE EN UN ESTRATO DE BASURA DETERMINADO, EL CONTENIDO NATURAL DE AGUA ES CONSTANTE EN TODO EL PLANO HORIZONTAL, AFIRMACIÓN QUE DESDE LUEGO NO ES REAL PERO QUE SIMPLIFICA EL FENÓMENO.

LA CONSOLIDACIÓN, ES UN PROCESO DE EXPULSIÓN DE AGUA Y DISMINUCIÓN DE VOLÚMEN DE UN MEDIO SATURADO. LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS POR SU GRAN CONTENIDO DE AGUA PUEDEN CONSIDERARSE UN MEDIO SATURADO, DE TAL MANERA QUE AL APLICARSE LES CARGAS DETERMINADAS O AL OCURRIR EL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN, EL AGUA DE UNA U OTRA MANERA SE DESALOJARÁ, RE-

DUCIÉNDOSE EL VOLÚMEN ORIGINAL DE AGUA HASTA TOMAR UN VALOR DEL 20% DEL INICIAL, ( ESTO DEBIDO A QUE SI OBSERVAMOS EL COMPORTAMIENTO DE LA BASURA EN EL TRANSCURSO DE UN CIERTO TIEMPO, NOS DAREMOS CUENTA QUE ESTA CONSERVA RESIDUOS DE HÚMEDAD QUE SE PROPONEN DE UN 20% ; ES DECIR, EL AGUA NUNCA SE DESALOJA COMPLETAMENTE ).

2.- CALCULO DE ASENTAMIENTOS EN LOS ESTRATOS SUBYACENTES A -- LAS CAPAS DE BASURA .

( SU VALUACIÓN SE ENCUENTRA CONSIGNADA EN LA FIG. 31 ).



DISTRIBUCION DE ESFUERZOS CON LA PROFUNDIDAD

Z	$M=x/z$	$N=y/z$	$W_0$
0	$\infty$	$\infty$	0.25
5	4.5	2.50	0.245
10	2.25	1.25	0.215
20	1.13	0.63	0.148
30	0.75	0.42	0.093
40	0.56	0.31	0.06
50	0.45	0.25	0.043
60	0.38	0.21	0.034
70	0.32	0.18	0.027
80	0.28	0.16	0.020
90	0.25	0.14	0.015
100	0.23	0.13	0.012

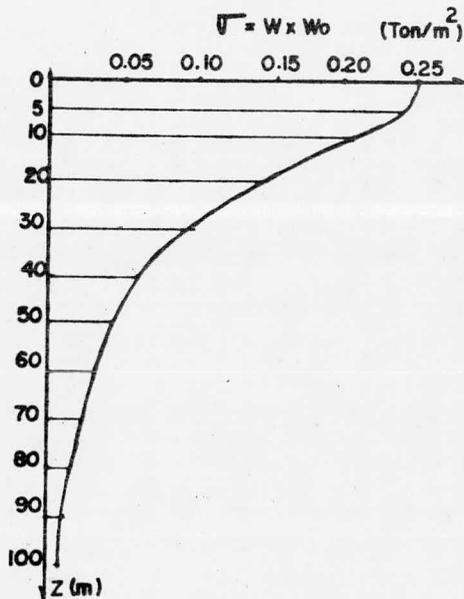
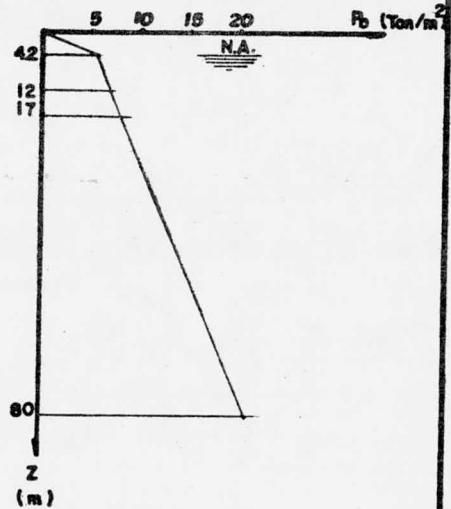


FIG. 31 (1/2)

CALCULO DE ASENTAMIENTOS EN LAS CAPAS DE ARCILLA SUBYACENTES A LA BASURA.

Z (m)	$\gamma$ ton/m <sup>3</sup>	$p = \gamma z$
4.2	1.2	5.04
12	0.2	5.04+56 6.6
80	0.2	6.6+13.6= 20.2
100	0.3	20.2+6= 26.2

PRESION EFECTIVA  
VERTICAL



ESTRATO (m)	$\Delta p H_i$ (Ton/m)	$\frac{mv}{m^2/Ton}$	$\delta$ (m)
12 - 21	1.55	0.029	0.045
21 - 24	0.40	0.021	0.008
24 - 33	0.924	0.045	0.042
33 - 65	1.56	0.059	0.092
65 - 94	0.61	0.151	0.092

$$\delta_{\text{total}} = 0.279 \text{ m}$$

Asentamiento total en esquina = 0.28 m

Asentamiento al centro de la losa = 1.12 m

FIG. 34 (2/2) CALCULO DE ASENTAMIENTOS EN LAS CAPAS DE ARCILLA SUBYACENTES A LA BASURA.

LOS ASENTAMIENTOS ESPERADOS SON DE GRAN MAGNITUD, POR LO QUE SE TRATARÁ DE EVITAR QUE LAS ESTRUCTURAS FALLEN AL OCURRIR ESTOS.

LA CIMENTACIÓN DADAS LAS CONDICIONES MENCIONADAS, ESTARÁ CONSTITUIDA POR UNA LOSA SUFICIENTEMENTE RIGIDIZADA POR MEDIO DE CONTRATRABES CON PERALTES DE 30 CM, LAS CUALES FORMARÁN TABLEROS DE APROXIMADAMENTE  $18 \text{ M}^2$ .

LAS LOSAS SE DESPLANTARÁN A 20 CM DE LA SUPERFICIE, CON EL PROPÓSITO DE CONTAR CON UN EMPOTRAMIENTO SUFICIENTE QUE EVITE DESLIZAMIENTOS DE LAS ESTRUCTURAS AL PRESENTARSE CARGAS HORIZONTALES.

EL UTILIZAR RENIVELADORES HIDRÁULICOS Y/O MECÁNICOS EN LA CIMENTACIÓN SE CONSIDERA INADECUADO, DEBIDO A LOS ALTOS COSTOS, TANTO DE INSTALACIÓN COMO DE MANTENIMIENTO QUE ELLO IMPLICA Y QUE NO CORRESPONDEN A LA IMPORTANCIA DE LAS ESTRUCTURAS PROYECTADAS.

CON EL PROPÓSITO DE UNIFORMIZAR LOS ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES, SE COLOCARÁ UN TERRAPLÉN CONFORMADO POR MATERIAL DE MEJORAMIENTO ARENO-LIMOSO O LIMO-ARENOSO (TEPETATE) CON UN ESPESOR MÍNIMO DE 60 CM (FIG.32), QUE ADEMÁS EVITARÁ TANTO LA INTRODUCCIÓN DE AGUA A LA BASURA, COMO LA SALIDA DE ELEMENTOS CONTAMINANTES AL AMBIENTE EXTERNO.

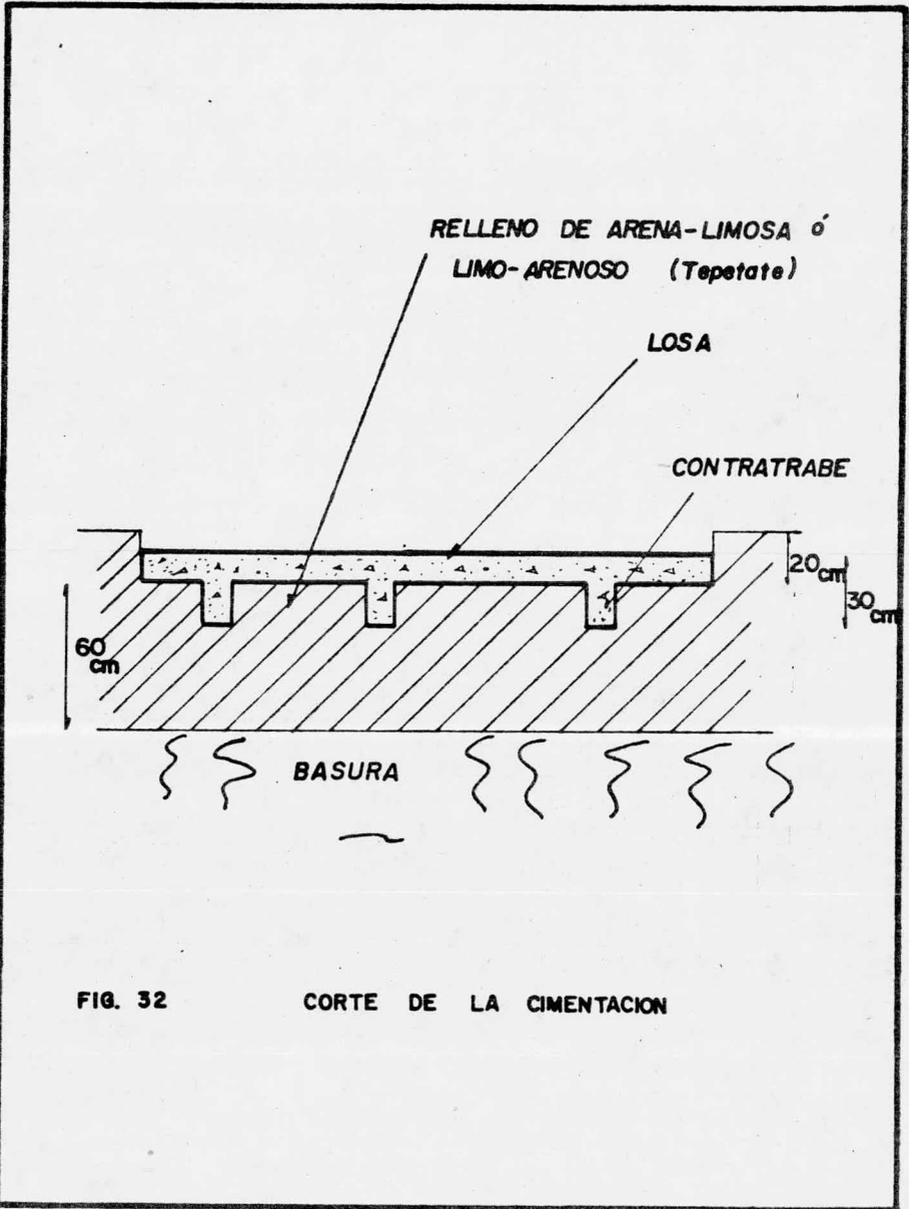
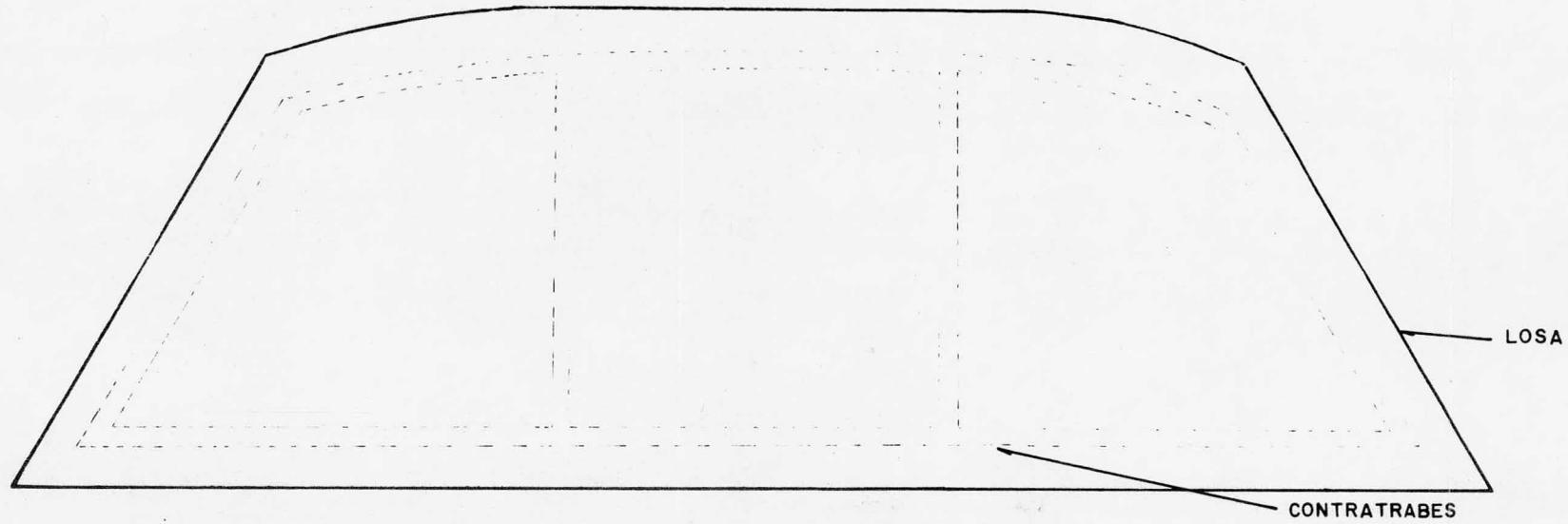


FIG. 32

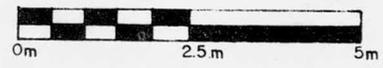
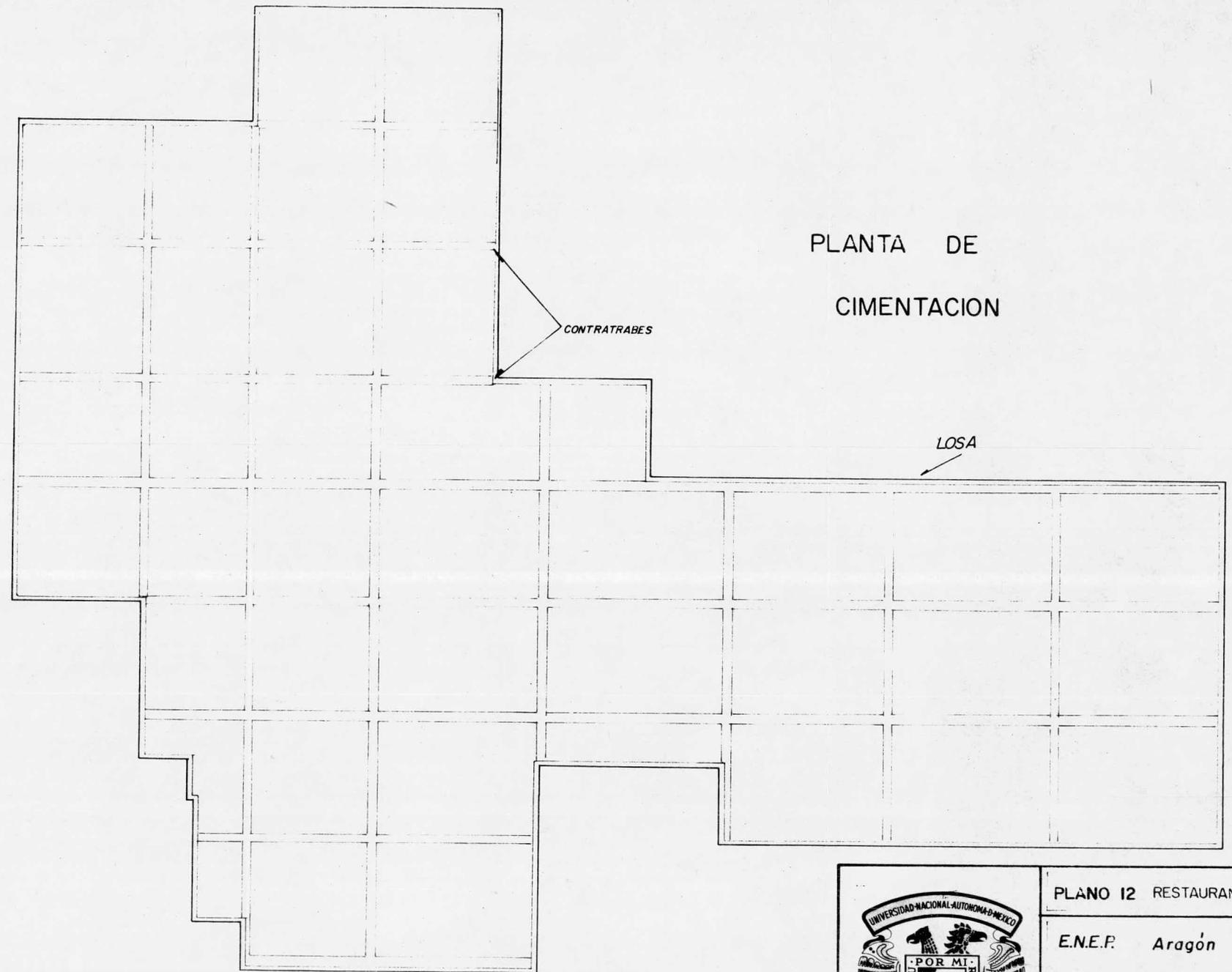
CORTE DE LA CIMENTACION



PLANTA DE CIMENTACION



	PLANO II AUDIORAMA
	E.N.E.P. Aragón
	<b>U.N.A.M.</b>
	TESIS PROFESIONAL
	UBALDO CHAVEZ M.



PLANO 12 RESTAURANTE

E.N.E.P. Aragón

**U. N. A. M.**

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

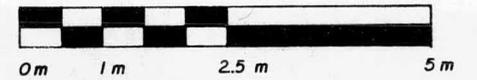
PLANTA DE CIMENTACION



LOSA

CONTRATABES

escala grafica



PLANO 13 ADMINISTRACION

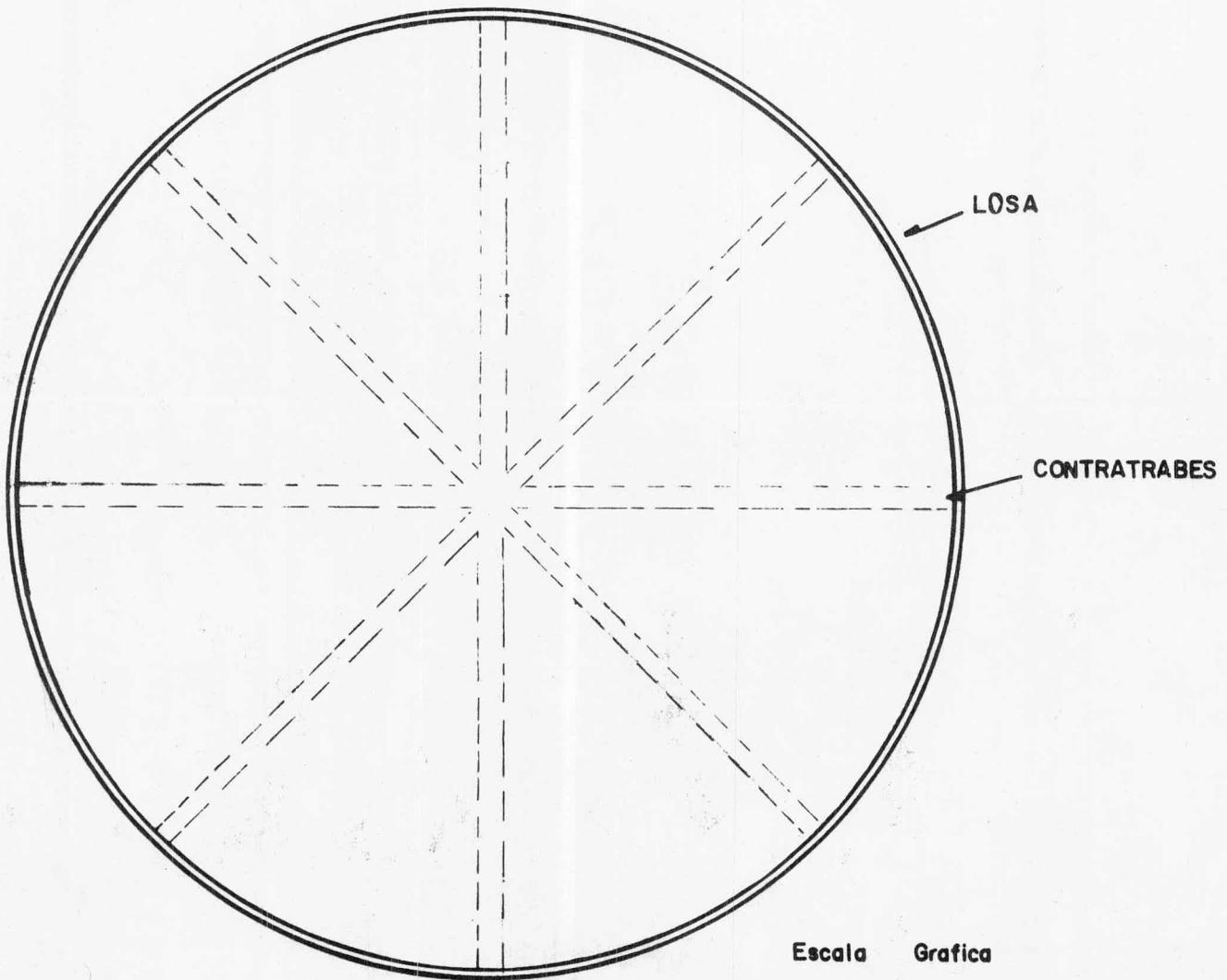
E.N.E.P. Aragón

U.N.A.M.

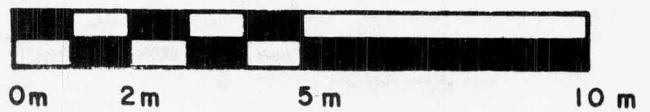
TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

PLANTA DE CIMENTACION



Escala Grafica



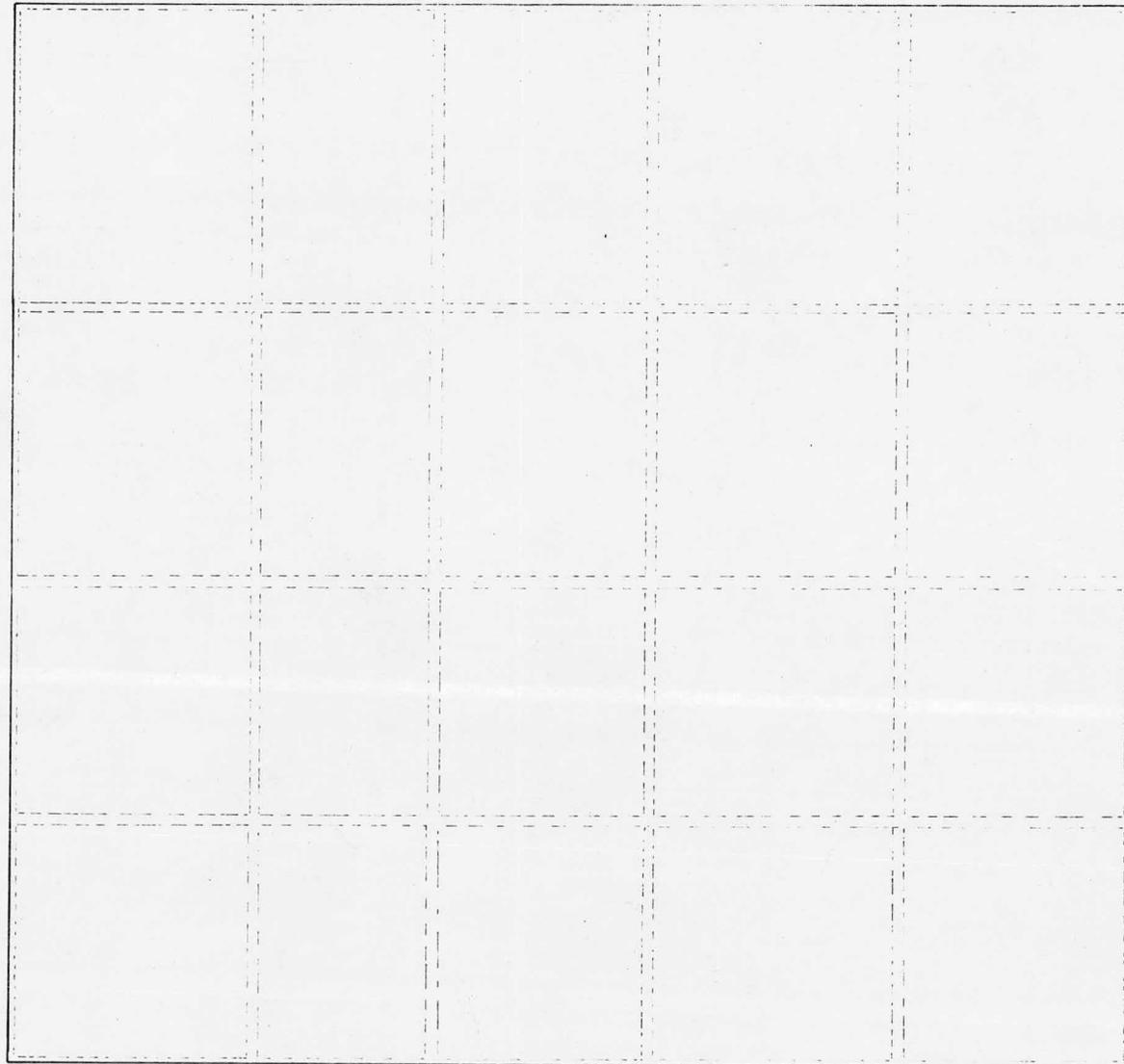
PLANO 14 FUENTE

E.N.E.P. Aragón

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

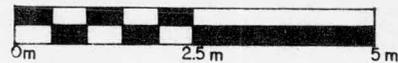


PLANTA DE  
CIMENTACION

CONTRATABES

LOSA

escala grafica



PLANO 15 CONCESIONES

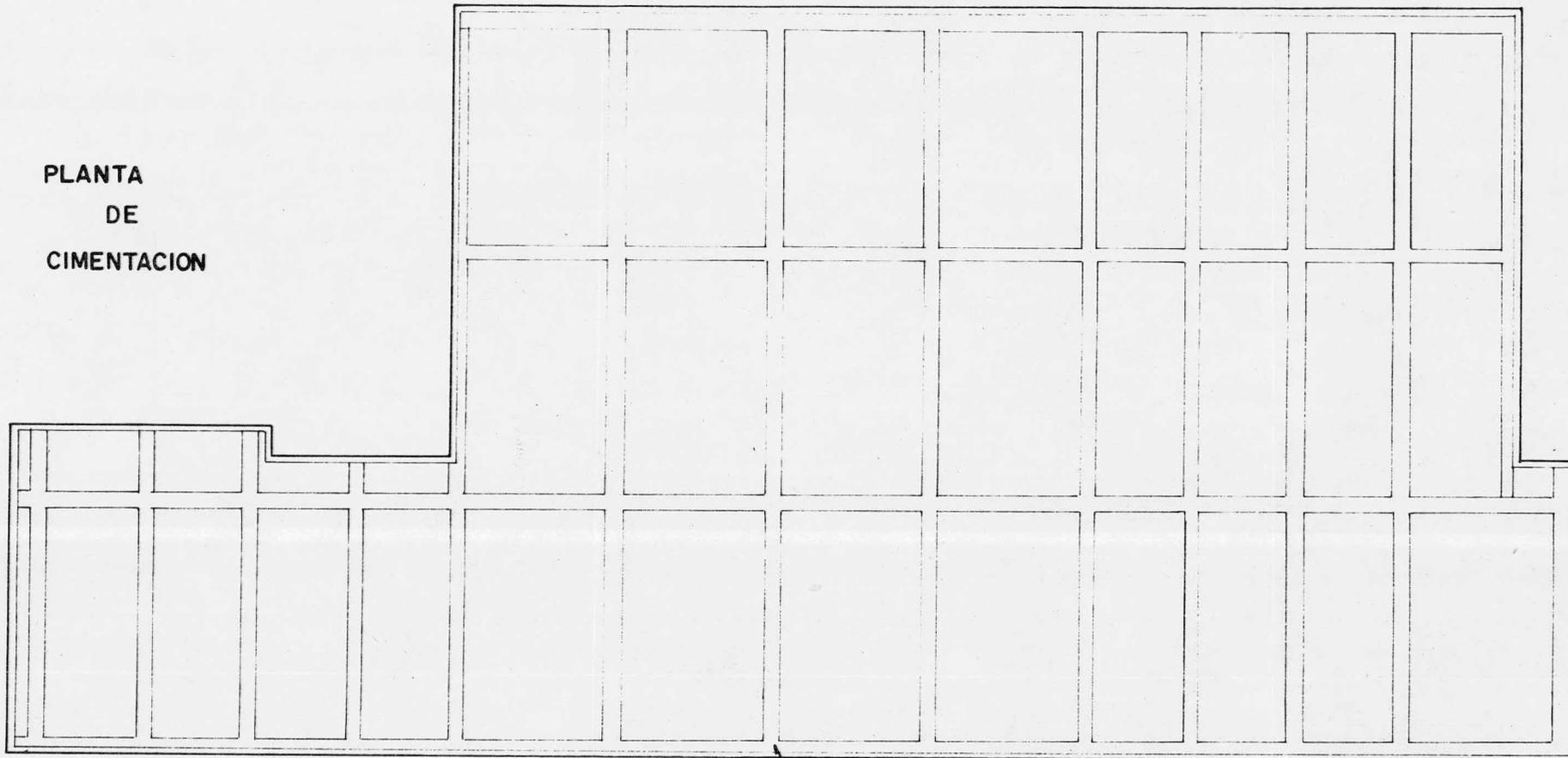
E.N.E.P. Aragón

**U. N. A. M.**

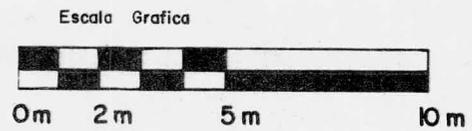
TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

PLANTA  
DE  
CIMENTACION



CONTRATABES



PLANO 16 INVERNADERO

E.N.E.P. Aragón

**U. N. A. M.**

TESIS PROFESIONAL

UBALDO CHAVEZ MORALES

DE ESTA FORMA, LAS LOSAS RIGIDIZADAS SE UTILIZARÁN EN TODAS -  
LAS ESTRUCTURAS LIGERAS PROYECTADAS: AUDIORAMA (PLANO 11), --  
RESTAURANTE (PLANO 12), ADMINISTRACIÓN ( PLANO 13 ), FUENTE -  
( PLANO 14 ), CONCESIONES ( PLANO 15 ) E INVERNADERO ( PLANO  
16 ).

B.- ALTERNATIVAS DE \*CIMENTACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PESADAS.

DADA LA MAGNITUD DE LA CARGA QUE TRANSMITIRÁ AL TERRENO -  
SOPORTANTE EL PUENTE PEATONAL ( PLANO 9 ), Y DADAS LAS --  
CARACTERISTICAS DE DICHO TERRENO, SE UTILIZARÁN CIMENTA--  
CIONES PROFUNDAS A BASE DE PILOTES DE FRICCIÓN.

SE CONSIDERA QUE ESTE TIPO DE CIMENTACIÓN, GARANTIZARÁ LA  
ESTABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS, SE MINIMIZARÁN LOS ASENTA  
MIENTOS Y POR ENDE, SE REDUCIRÁN LOS GASTOS DE MANTENI---  
MIENTO.

A CONTINUACIÓN SE PROCEDERÁ A VALUAR EL NÚMERO DE PILOTES  
REQUERIDOS EN LA CIMENTACIÓN DEL PUENTE PEATONAL, CONSIDE  
RANDO LOS PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUE--  
LOS, QUE SE OBTUVIERON A PARTIR DE LOS ENSAYOS DE LABORA-  
TORIO (CAPÍTULOS III Y IV ) .

CALCULO DE LA CIMENTACION PROFUNDA.

DICHA CIMENTACIÓN ESTARÁ COMPUESTA POR PILOTES DE FRICCIÓN ,

TRIANGULARES DE 0.3 M DE LADO Y UNA LONGITUD DE 30 M.  
CONSIDERANDO LA COHESIÓN  $C = 2 \text{ TON/M}^2$  Y EN BASE A LAS RELACIONES DE TOMLINSÓN, LA ADHERENCIA "A" SERÁ IGUAL A  $1.8 \text{ TON/M}^2$ .

DADAS LAS CONDICIONES ANTERIORES, LA CARGA ÚLTIMA SERÁ:

$$Q_U = P \cdot L \cdot A$$

DE DONDE:

$$P = \text{PERÍMETRO DE PILOTE} = 3 \times L = 3 \times 3.0 = 0.9 \text{ M}^2.$$

$$L = \text{LONGITUD DE EMPOTRAMIENTO} = 30 \text{ M}.$$

$$A = \text{ADHERENCIA} = 1.8 \text{ TON/M}^2.$$

SUSTITUYENDO VALORES :

$Q_U = 0.9 \times 30 \times 1.8 = 48.6 \text{ TON}$  POR PILOTE. CONSIDERANDO UN --  
FACTOR DE SEGURIDAD F.S. IGUAL A 2, TENEMOS QUE LA CARGA  
ADMISIBLE SERÁ:

$$Q_A = \frac{Q_U}{F_s} = \frac{48.6}{2} = 24.3 \approx 24 \text{ TON}.$$

CON UNA CARGA DE  $1.5 \text{ TON/M}^2$  EN EL PUENTE Y EN BASE A SU ANCHO (30M) SE TENDRÁ UNA CARGA DE 45 TON. POR METRO LÍNEAL ( CONSIDERÁNDOSE LONGITUDINALMENTE ).

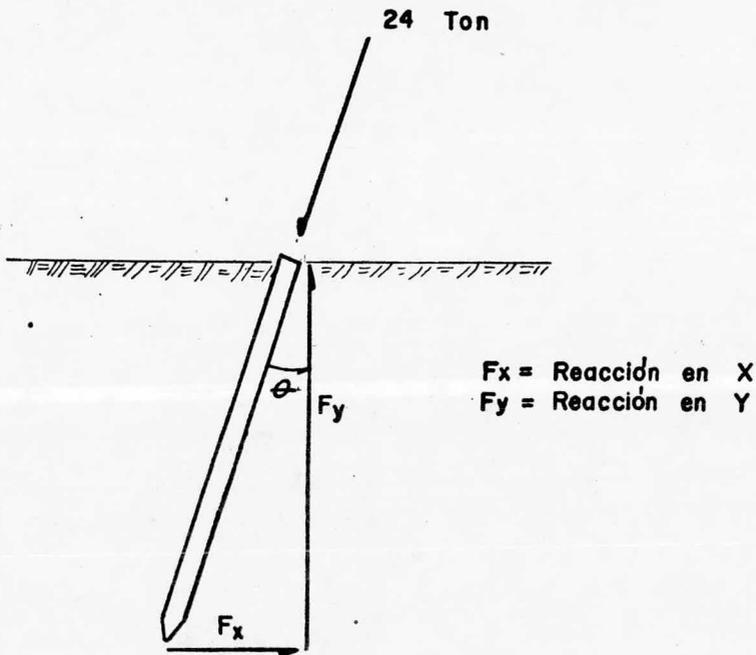
AL ESTABLECERSE EN EL PROYECTO ESTRUCTURAL DEL PUENTE, CLAROS ENTRE APOYOS DE 20M, LA CARGA EN ELLOS SERÁ:

$$20 \times 45 = 900 \text{ TON}.$$

Y EL NÚMERO DE PILOTOS REQUERIDOS SERÁ:

$$\frac{900}{24} = 38 \text{ PILOTES}$$

ESTE NÚMERO CORRESPONDE A LOS PILOTES NECESARIOS PARA SOPORTAR LAS CARGAS VERTICALES. PARA LAS CARGAS HORIZONTALES SE COLOCARÁN PILOTES INCLINADOS EN  $15^\circ$  . EN BASE A ELLO Y LIMITÁNDONOS A LA CARGA ADMISIBLE POR PILOTE TENEMOS:



$$\theta = 15^\circ$$

$$\text{Sen } \theta = F_x / 24$$

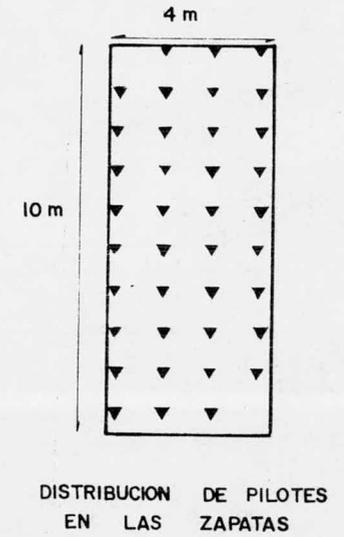
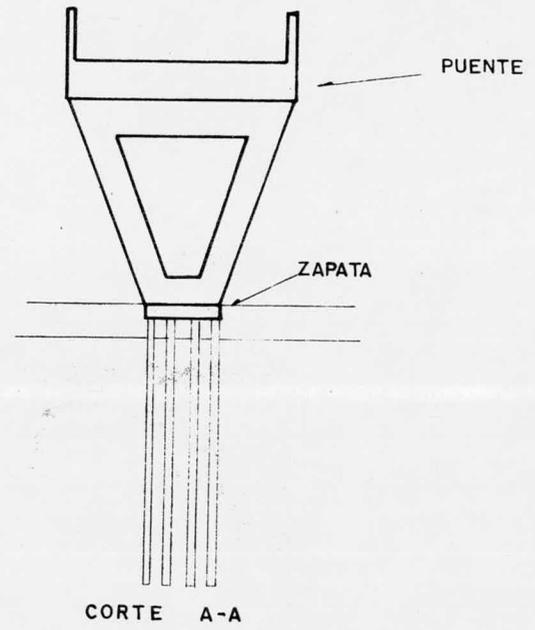
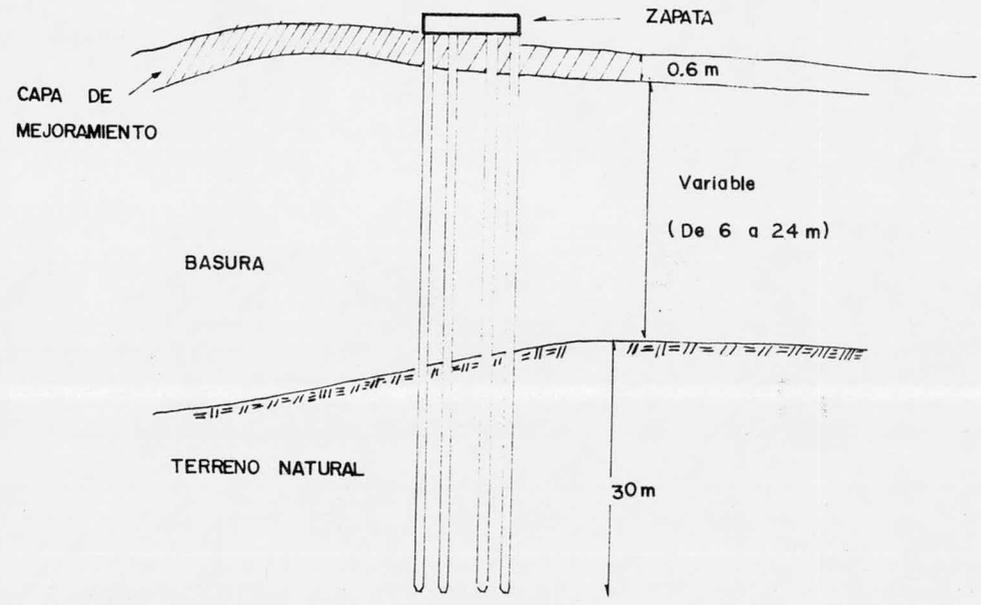
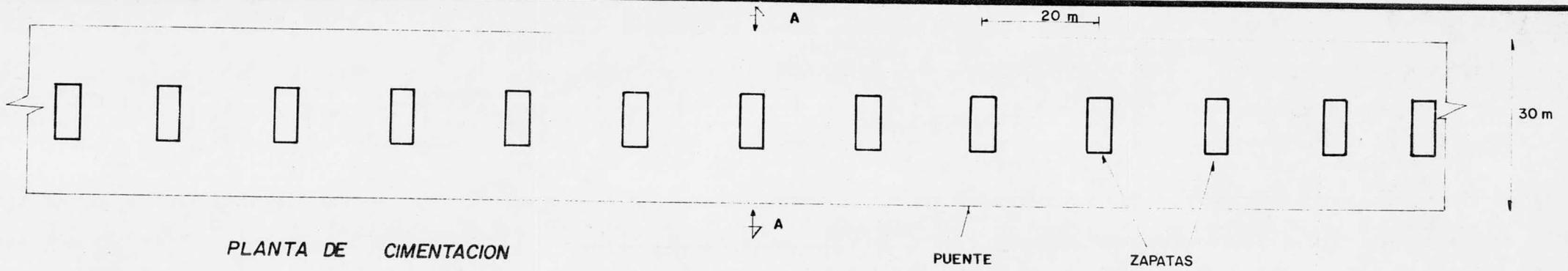
POR LO TANTO LA CARGA HORIZONTAL RESISTENTE DEL PILOTE INCLINADO SERÁ:

$$F_x = 24 \times \text{SEN } 15^\circ = 6.2 \text{ TON. } \cong 6 \text{ TON.}$$

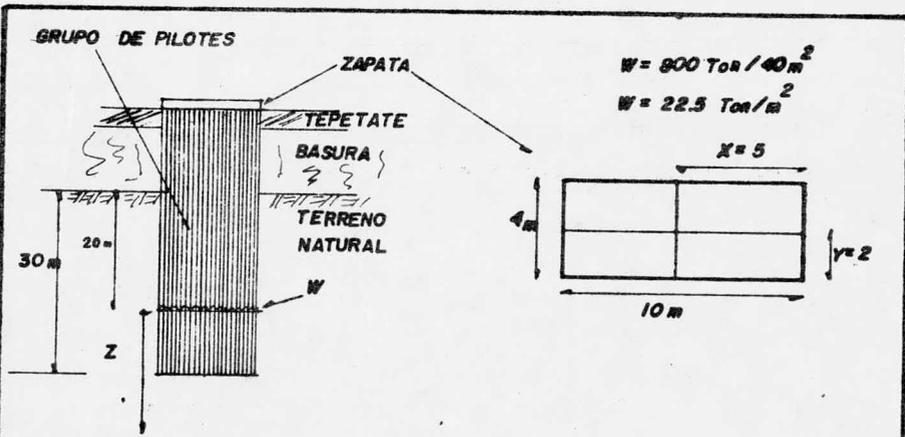
BASADO EN EL CÁLCULO ANTERIOR Y AL ANÁLISIS DE CARGAS SISMICAS, EL ESTRUCTURISTA VALUARÁ EL NÚMERO DE PILOTES INCLINADOS NECESARIOS EN CADA APOYO.

EN EL PLANO 17 ESTAN CONSIGNADAS LAS CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CIMENTACIÓN DEL PUENTE PEATONAL.

EN LA FIG. 33 SE ENCUENTRA LA VALUACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS PRODUCIDOS POR LOS GRUPOS DE PILOTES.



	<p>PLANO 17 PUENTE PEATONAL</p>
	<p>E.N.E.P. Aragón</p>
	<p><b>U.N.A.M.</b></p>
	<p>TESIS PROFESIONAL</p>
<p>UBALDO CHAVEZ MORALES</p>	



DISTRIBUCION DE ESFUERZOS

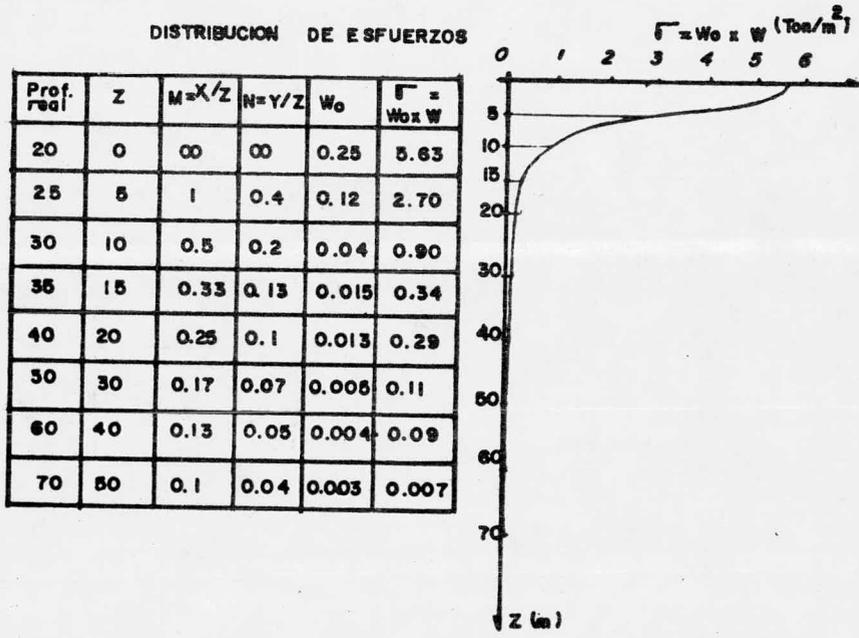
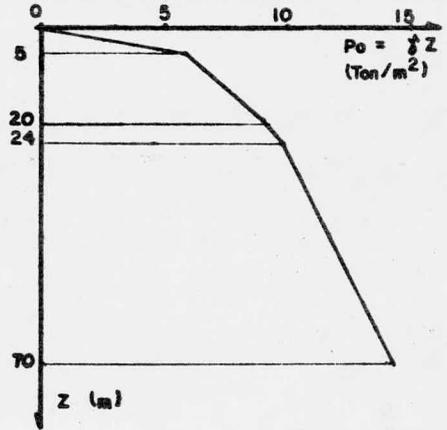


FIG. 33 (1/2) CALCULO DE ASENTAMIENTOS EN EL GRUPO DE PILOTES

Z (m)	$\gamma$	$\gamma Z$
5	1.2	6
20	0.2	6+3=9
24	0.2	9+0.8=9.8
70	0.1	9.8+4.6=14.4



PRESION EFECTIVA

ESTRATO (m)	$mv$ (m <sup>2</sup> /Ton)	$A_p H_i$ (Ton/m)	$\delta$ (m)
24 - 26.6	0.0177	0.51	0.003
26.6 - 29	0.042	0.48	0.020
29 - 34	0.051	0.43	0.022
34 - 40	0.031	0.576	0.018

$$= 0.063 \text{ m}$$

ASENTAMIENTO EN ESQUINA = 0.063 m

ASENTAMIENTO AL CENTRO DEL GRUPO DE PILOTES = 4 (0.063) = 0.252 m

FIG. 33 ( 2/2 ) CALCULO DE ASENTAMIENTOS EN EL GRUPO DE PILOTES

## CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONSIDERANDO LO ANTERIORMENTE EXPUESTO EN ESTE TRABAJO, ES-  
IMPORTANTE OBSERVAR LO SIGUIENTE:

- LA CONSTRUCCIÓN DE RELLENOS SANITARIOS DEBE HACERSE APLICAN-  
DO TODOS LOS MEDIOS TÉCNICOS Y CIENTÍFICOS DISPONIBLES, PRE-  
VIENDO EL POSIBLE USO FUTURO DE ESTOS ESPACIOS.
- LAS DECISIONES EN CUANTO AL APROVECHAMIENTO DE ZONAS CON RE-  
LLENOS SANITARIOS DEBE CORRESPONDER A ESTUDIOS DE FACTIBILI-  
DAD TÉCNICA Y ECÓNOMICA Y NO A CUESTIONES MERAMENTE POLÍTI-  
CAS.

DEBE SEÑALARSE QUE UN BASURERO DE LAS CONDICIONES COMO EL QUE  
SE TRATA, SOLO DEBERÍA DESTINARSE A ÁREAS VERDES YA QUE, ECO-  
NÓMICAMENTE ES LO ADECUADO.

LAS RECOMENDACIONES PROPUESTAS PARA EL PROYECTO " PARQUE RE--  
CREATIVO SANTA CRUZ MEYEHUALCO " Y PARA TODO AQUEL QUE SE PRE-  
TENDA CONSTRUIR SOBRE DESECHOS SÓLIDOS SON LAS SIGUIENTES :

- A) CON EL PROPÓSITO DE CONOCER LA MAGNITUD DE LAS DEFORMACIO-  
NES REALES QUE SE PRESENTARÁN EN LAS ESTRUCTURAS A CONS---  
TRUIR SOBRE DESECHOS SÓLIDOS, SE DEBEN REALIZAR PRUEBAS --  
CON MODELOS A ESCALA NATURAL.
- B) LAS MAGNITUDES DE LAS DEFORMACIONES EN LA BASURA SERÁN LAS

QUE RIJAN EL DISEÑO DE LAS CIMENTACIONES POR LO QUE SE --  
CUENTA CON DOS ALTERNATIVAS:

- 1.- UTILIZAR CIMENTACIONES PROFUNDAS A BASE DE PILOTES DE FRICCIÓN, DE TAL FORMA QUE LA CARGA DE LAS ESTRUCTU--  
RAS SEA SOPORTADA POR LOS ESTRATOS SUBYACENTES A LA -  
BASURA, GARANTIZÁNDOSE DE ESTA FORMA UN BUEN COMPORTA  
MIENTO DE LA ESTRUCTURA.
  - 2.- CONSTRUIR EN ESTAS ZONAS SÓLO ESTRUCTURAS LIGERAS Y --  
FLEXIBLES, QUE SIGAN EL MOVIMIENTO DEL TERRENO SIN --  
QUE SE FRACTUREN O SUFRAN DAÑOS QUE PONGAN EN PELIGRO  
SU ESTABILIDAD; EL USO DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS -  
ARTICULADAS, ES UNA OPCIÓN ADECUADA, PERO, SE DEBE --  
CONSIDERAR QUE REQUERIRÁ MANTENIMIENTO Y RENIVELACIÓN  
CONTINUOS.
- C) CON EL PROPÓSITO DE UNIFORMIZAR ASENTAMIENTOS, SE DEBE --  
AGREGAR UNA CAPA DE MEJORAMIENTO ( SELLO ) DE 60 CM MÍNIMI-  
MOS DE ESPESOR, CON MATERIAL QUE REUNA CONDICIONES DE IM-  
PERMEABILIDAD Y DE RESISTENCIA A LA EROSIÓN.
- D) DEBE PROCURARSE QUE EXISTA VENTILACIÓN ADECUADA ENTRE LA  
CIMENTACIÓN Y EL PISO DE LA ESTRUCTURA, CON EL PROPÓSITO  
DE EVITAR CONCENTRACIONES DE GAS METANO PRODUCTO DE LA --

DESCOMPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS ORGÁNICOS CONTENIDOS EN LA BASURA.

- E) ES DESEABLE QUE EL PISO DE LAS ESTRUCTURAS ASÍ COMO EL DE LAS VÍAS PEATONALES SEA LO SUFICIENTEMENTE FLEXIBLE PARA ADECUARSE A LOS MOVIMIENTOS DEL SUELO, ADEMÁS DEBE DE SER FÁCILMENTE REPARABLE Y RENIVELABLE CON EL MENOR COSTO POSIBLE.
- F) TODAS LAS CONDUCCIONES DE DRENAJE, AGUA POTABLE, ELÉCTRICAS, ETC., DEBERÁN SER FLEXIBLES Y SUS CONEXIONES HERMÉTICAS DE MODO QUE IMPIDAN LA INTRODUCCIÓN DE GAS EN ELLAS. EN EL CASO DE DRENAJES, DEBE PREVERSE UNA PENDIENTE ADECUADA QUE PERMITA AÚN EN EL PEOR DE LOS CASOS ( DE GRANDES DEFORMACIONES DIFERENCIALES) UN EFICIENTE FUNCIONAMIENTO.
- G) CON EL PROPÓSITO DE OBSERVAR EL COMPORTAMIENTO DE LOS RE--LLENOS ASÍ COMO EL DE LAS ESTRUCTURAS PROYECTADAS SOBRE --ELLOS, Y EN SU CASO TOMAR MEDIDAS CORRECTIVAS A TIEMPO, SE DEBE PROCURAR REALIZAR RENIVELACIONES PERIÓDICAS HASTA QUE SE LOGRE UNA ESTABILIZACIÓN ADECUADA.

ESTA TESIS, NO PRETENDE ESTABLECER NORMAS RÍGIDAS O DETERMINADAS, PARA CONSTRUIR SOBRE DESECHOS SOLIDOS, YA QUE LOS TIRADEROS SON CONJUNTOS "DINÁMICOS", ES DECIR, NUNCA ESTÁN INMÓVILES POR LA MISMA CONSTITUCIÓN ORGÁNICA DE LA MAYORÍA DE SUS COMPONENTES.

LA FINALIDAD DE ESTE TRABAJO, ES DAR UNA VISIÓN GLOBAL DE LOS POSIBLES PROBLEMAS Y ALTERNATIVAS QUE SE PRESENTAN AL CONSTRUIR SOBRE TERRENOS CON LAS CARACTERISTICAS MENCIONADAS.

LA INVESTIGACIÓN SOBRE EL TEMA, AÚN NO SE HA DESARROLLADO COMPLETAMENTE EN MÉXICO; SIN EMBARGO, SE HAN EFECTUADO CONGRESOS MUNDIALES EN LOS CUALES, SE HAN DESCRITO LAS EXPERIENCIAS EN EL RAMO DE LOS PAISES PARTICIPANTES.

QUEDA ENTONCES ABIERTA LA POSIBILIDAD DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES DE LA PROBLEMÁTICA PRESENTADA EN MÉXICO, CON LAS CARACTERISTICAS PROPIAS DE SUS DESECHOS SOLIDOS.

## REFERENCIAS

- 1.- R. MARSAL Y M. MAZARI. " EL SUBSUELO DE LA CD. DE MÉXICO" FAC. DE INGENIERÍA U. N. A. M.
- 2.- R. MURILLO Y G. GARCÍA " EL EX-LAGO DE TEXCOCO". EL SUBSUELO Y LA INGENIERÍA DE CIMENTACIONES EN EL ÁREA URBANA DEL VALLE DE MÉXICO. SIMPOSIO S. M. M. S.
- 3.- D. D. F. " INFORME SOBRE EL TIRADERO DE STA. CRUZ MEYEHUALCO". DIRECCIÓN GRAL. DE DESECHOS SOLIDOS.
- 4.- ANDRE SAVRÍN " COMPOSICIÓN, RECOGIDA Y TRATAMIENTO DE LAS BASURAS. EDITORES TECNICOS ASOCIADOS, S. A. ESPAÑA 1970.
- 5.- E. JUÁREZ B.-A. RICO R. " MECÁNICA DE SUELOS ". TOMO I Y II. EDITORIAL LIMUSA.
- 6.- SOLUM, S . A. INFORME SOBRE EL TIRADERO DE STA. CRUZ MEYEHUALCO.
- 7.- GEOTEC, S. A. INFORME SOBRE EL TIRADERO DE STA. CRUZ MEYEHUALCO.