



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGON**

**“INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES  
PARA LA REALIZACIÓN DEL CATALOGO DE  
CONCEPTOS, DOCUMENTACIÓN TÉCNICA  
NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACIÓN Y  
MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLÓGICO DE  
SANTA CRUZ ACALPIXCA, EN XOCHIMILCO, D.F.”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A :**

**VICTOR HUGO URRIETA MORA**

**ASESOR : ING. GABRIEL ALVAREZ BAUTISTA**

México

2004.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

LIBRERIA  
MEXICANA



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCIÓN

VICTOR HUGO URRIETA MORA  
Presente

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 aprobado su tema de tesis y asesor.

TÍTULO:  
"INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACIÓN DEL CATÁLOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACIÓN TÉCNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLÓGICO DE SANTA CRUZ ACALPIXCA, EN XOCHIMILCO, D.F."

ASESOR: Ing. GABRIEL ALVAREZ BAUTISTA

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 26 de septiembre de 2003.

LA DIRECTORA

ARQ. LILIA TURCOTT GONZÁLEZ



  
C p Secretaria Académica  
C p Jefatura de Carrera de Ingeniería Civil  
C p Asesor de Tesis

LTG/AIR/csm  




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAGÓN  
JEFATURA DE CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



LIC. ALBERTO IBARRÁ ROSAS  
JEFE DE LA UNIDAD ACADÉMICA  
P R E S E N T E

San Juan de Aragón, Estado de México, a 17 de Junio de 2004.

Por éste conducto, me permito informarle que el (la) alumno(a) de la Carrera de Ingeniería Civil

Urrieta	Mora	Victor Hugo	No. de Cuenta:
APELLIDO PATERNO	APELLIDO MATERNO	NOMBRE(S)	8820363-4

Ha concluido su trabajo de tesis denominado:

**"INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPIXCA, EN XOCHIMILCO, D.F."**

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el Examen Profesional correspondiente.

Por lo que le solicito, tenga a bien autorizar, la continuación de los trámites para su titulación.

Sin mas por el momento, agradezco de antemano su amable atención y quedo a sus apreciables órdenes.

ATENTAMENTE

  
Ing. Gabriel Alvarez Bautista  
Director de Tesis

  
Ing. Martín Ortiz León  
Jefe de Carrera de Ingeniería Civil



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES ARAGÓN - UNAM

JEFATURA DE CARRERA  
DE INGENIERÍA CIVIL

OFICIO No. ENAR/JCIC/0267/2004

ASUNTO: **Sínodo.**

**LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS**  
**SECRETARIO ACADÉMICO**  
**P R E S E N T E**

Por medio del presente me permito relacionar los nombres de los profesores que sugiero integren el Sínodo del Examen Profesional del **C. VICTOR HUGO URRIETA MORA**, con número de cuenta: **08820363-4**, con el tema de tesis: **"INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACIÓN DEL CATÁLOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACIÓN TÉCNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLÓGICO DE SANTA CRUZ ACALPIXCA, EN XOCHIMILCO, D. F."**

<b>PRESIDENTE:</b>	<b>ING. PASCUAL GARCÍA CUEVAS</b>
<b>VOCAL:</b>	<b>ING. GABRIEL ÁLVAREZ BAUTISTA</b>
<b>SECRETARIO:</b>	<b>ING. KARLA IVONNE GUTIÉRREZ VÁZQUEZ</b>
<b>SUPLENTE:</b>	<b>ING. JOSÉ MARIO ÁVALOS HERNÁNDEZ</b>
<b>SUPLENTE:</b>	<b>ING. MARTÍN ORTIZ LEÓN</b>

Quiero subrayar que el director de tesis es el **Ing. Gabriel Álvarez Bautista**, el cual está incluido en base a lo que reza el Reglamento de Exámenes Profesionales de esta Escuela.

**A T E N T A M E N T E**  
**" POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU "**

San Juan de Aragón, Estado de México, 26 de agosto del 2004

**EL JEFE DE CARRERA**

  
**ING. MARTÍN ORTIZ LEÓN**



c.c.p. Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez. - Jefa del Departamento de Servicios Escolares.  
Ing. Karla Ivonne Gutiérrez Vázquez - Secretaria Técnica de Ingeniería Civil  
Ing. Gabriel Álvarez Bautista. - Director de Tesis.  
Comité de Tesis.  
Interesado.

MOL/opv



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGON

INGENIERIA CIVIL

## AGRADECIMIENTOS

### A DIOS

POR DARMER LA MAGNIFICA  
OPORTUNIDAD DE DISFRUTAR DE LA  
VIDA Y PODER DESARROLLARME COMO  
SER HUMANO.

### A MI MADRE

#### SRA. TRINIDAD MORA GONZALEZ

AL SER HUMANO EXCEPCIONAL QUE  
PUSO EN RIESGO SU EXISTENCIA PARA  
DARME LA RAZON DE VIVIR.  
TU ATENCION, AMOR Y COMPRESION  
HAN SIDO PARTES FUNDAMENTALES EN  
LA OBTENCION DE CADA UNO DE MIS  
LOGROS.

### A MI HERMANO

#### LIC. GILBERTO URRIETA MORA

POR TU EJEMPLO Y APOYO PROFESIONAL  
E INCONDICIONAL.  
POR TU IMPULSO SINCERO.  
AYUDANDOME SIEMPRE A SUPERAR  
CADA SITUACION ADVERSA QUE SE ME  
HA PRESENTADO EN EL CAMINO.

### A MI HERMANO

#### GERMAN URRIETA MORA

POR SER MI GRAN COMPAÑERO DE  
JUEGOS, DE PELEAS, DE TRABAJO. DE  
COMPARTIR MOMENTOS INOLVIDABLES  
EN ESA ETAPA DE NUESTRA VIDA, QUE  
HA MARCADO NUESTRO CAMINO PARA  
CONVERTIRNOS EN ADULTOS.

### A MI PADRE

#### SR. GILBERTO URRIETA ORDUÑA (†)

CON GRAN RECONOCIMIENTO PARA EL  
HOMBRE QUE ME DEJO UN LEGADO  
IMPORTANTE: ENFRENTAR LAS COSAS  
CON VALOR PARA LA OBTENCION DE UN  
LOGRO, APLICANDO LA PERSEVERANCIA  
CON VOLUNTAD Y DECISION.

### A MIS HERMANAS TERESA, LILIA, NORMA, Y CRISTINA URRIETA MORA

POR LOS MOMENTOS ALEGRES Y  
DIFICILES QUE HEMOS VIVIDO JUNTOS  
DESDE MI NIÑEZ; POR SU AYUDA A  
FORJARME EN LO QUE AHORA SOY.  
LES REITERO A CADA UNA DE UDS. MI  
RECONOCIMIENTO Y MI GRATITUD.

### A MIS HERMANAS

#### GUADALUPE Y EVA MA. URRIETA MORA

A LAS NIÑAS QUE VI CRECER Y AHORA  
SE HAN CONVERTIDO EN ADULTAS. EN  
INCITARLAS A CULMINAR CADA  
OBJETIVO QUE SE PLANTEEN EN SU  
CAMINO.

**A MIS SOBRINOS**

**JOSE LUIS, JUAN CARLOS, JOSE CARLOS, CLAUDIA, LUIS ANGEL, MARILU, JOSE ALBERTO, MA. FERNANDA, E IVAN**

COMO UN IMPULSO Y MOTIVACIÓN PARA CADA UNO DE USTEDES; QUE SIRVA COMO UN PEQUEÑO EJEMPLO PARA VER LOGRADA CADA UNA DE SUS METAS Y A LA VEZ SUS PADRES SE SIENTAN SATISFECHOS Y ORGULLOSOS.

A CADA UNO DE USTEDES MI CARÍO Y APOYO INCONDICIONAL.

**A MI PAREJA**

**ANTONIA HUERTA PEREZ**

POR DARMER LA DICHA Y LA RESPONSABILIDAD DE SER PADRE, ADEMÁS PARA QUE SE FORTALEZCA LA RELACION QUE LLEVAMOS Y CUMPLA EL PRESENTE OBJETIVO COMO UNA SUPERACION MOTIVACIONAL.

**A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

POR SER UN ORGULLOSO INTEGRANTE DE ESTA UNIVERSIDAD.

POR DARMER LA OPORTUNIDAD DE FORJARME EN SUS AULAS DE UNA MANERA PROFESIONAL Y CON CALIDAD.

**A KIBAO**

POR DARMER LA OPORTUNIDAD DE DESARROLLARME COMO PROFESIONAL Y CONTRIBUIR AL DESARROLLO INTEGRAL DE MI PAIS.

**A MI SOBRINO**

**F. DANIEL DELGADO URRIETA (†)**

SIENDO UN NIÑO PARTISTE DE ESTA VIDA. TE FUISTE PARA ILUMINAR A DIOS CON TU GRACIA E INGENIO.

GRACIAS POR LOS MOMENTOS QUE COMPARTI CONTIGO DURANTE TU NIÑEZ.

JAMAS TE OLVIDARE.

**A MIS HIJOS**

**VICTOR HUGO Y MARCO ANTONIO**

ESTÉ ES EL LEGADO MAS IMPORTANTE QUE LES PUEDO DEJAR; IMPULSO, APOYO Y RESPONSABILIDAD PARA LA OBTENCIÓN DE SUS LOGROS.

SON MI RAZON DE VIVIR Y DE LUCHA JUSTIFICADA.

A USTEDES TODO MI AMOR, DEDICACIÓN Y ATENCION.

**A MI ASESOR**

**ING. GABRIEL ALVAREZ BAUTISTA**

POR DEDICARLE EL TIEMPO NECESARIO PARA ASESORARME TÉCNICA Y PROFESIONALMENTE DURANTE EL DESARROLLO DE ESTE TRABAJO.

**A MIS AMIGOS, PROFESORES, INGENIEROS Y SOCIOS**

NO TENGO ESPACIO PARA CITARLOS A TODOS, PERO LOS VERDADEROS AMIGOS SE CUENTAN CON LOS DEDOS DE LA MANO.

GRACIAS POR SU APOYO INCONDICIONAL.



**Tesis:**

"INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPIXCA, EN XOCHIMILCO, D.F."

**INDICE**

**INTRODUCCION**

**I.- ANTECEDENTES**

<b>I.1</b>	<b>Antecedentes Históricos</b>	<b>7</b>
I.1.1	Estudios preliminares y localización	8
I.1.2	Construcción de la casa de bombas.	8
I.1.3	Construcción de columnas.	9
I.1.4	Construcción de muros.	9
<b>I.2</b>	<b>Marco Físico</b>	<b>12</b>
I.2.1	Ubicación geográfica.	12
I.2.2	Perimetro y límites delegacionales.	12
I.2.3	Superficie.	13
I.2.4	Características fisiográficas.	13
I.2.5	Características meteorológicas.	14
<b>I.3</b>	<b>Marco Urbano.</b>	<b>17</b>
I.3.1	Cronología del desarrollo urbano de la delegación.	17
I.3.2	Población.	23
I.3.2.1	Proyección de población.	24
I.3.3	Vivienda.	27
I.3.4	Economía.	27
I.3.5	Usos de suelo.	32
I.3.5.1	Características y zonas de uso de suelo.	33
I.3.6	Zonas de desarrollo urbano.	35
I.3.7	Riesgo y vulnerabilidad.	36
<b>I.4</b>	<b>Infraestructura actual de los servicios hidráulicos.</b>	<b>38</b>
I.4.1	Agua potable.	38
I.4.2	Captación, conducción e interconexión.	39
I.4.2.1	Acuíferos y pozos.	39

**II.- ALCANCES GEOTECNICOS**

<b>II.1</b>	<b>Actual problemática general del inmueble</b>	<b>47</b>
II.1.1	División de la estructura en dos cuerpos.	47
II.1.2	Fisuramientos en muros.	47
II.1.3	Fisuramientos en cimentación.	48

II.1.4	Efectos del fisuramiento.....	49
II.1.5	Efectos del hundimiento.....	50
<b>II.2</b>	<b>Trabajos a desarrollar en campo.....</b>	<b>52</b>
II.2.1	Levantamiento geométrico del inmueble.....	52
II.2.2	Problemática de los hundimientos con base en las cargas y reacciones.....	54
II.2.3	Estructuración de los cuerpos 1 y 2 del Museo.....	55
II.2.4	Levantamiento topográfico general.....	57
<b>II.3</b>	<b>Análisis y diseño geotécnico de las cimentaciones.....</b>	<b>60</b>
II.3.1	Cimentación existente.....	60
II.3.2	Cimentaciones con losa corrida.....	61
II.3.3	Cimentaciones profundas.....	63
II.3.4	Movimientos verticales.....	66

### III.- DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO

<b>III.1</b>	<b>Condiciones geotécnicas del sitio.....</b>	<b>70</b>
III.1.1	Características geológicas.....	70
III.1.2	Información geológica disponible.....	71
III.1.3	Condiciones geotécnicas.....	75
<b>III.2</b>	<b>Información geotécnica desarrollada.....</b>	<b>77</b>
<b>III.3</b>	<b>Interpretación estatigráfica y propiedades.....</b>	<b>78</b>
<b>III.4</b>	<b>Construcción de la cimentación y efectos de la estratigrafía.....</b>	<b>81</b>
<b>III.5</b>	<b>Exploración y muestreo de suelos.....</b>	<b>83</b>
III.5.1	Introducción.....	83
III.5.2	Tipos de sondeos.....	84
III.5.3	Sondeos exploratorios.....	85
III.5.4	Métodos de sondeo definitivos.....	94
III.5.5	Métodos geofísicos.....	97
III.5.6	Número, tipo y profundidad de los sondeos.....	101

### IV.- REVISIÓN Y ANÁLISIS

<b>IV.1</b>	<b>Memoria de cálculo topográfico.....</b>	<b>103</b>
<b>IV.2</b>	<b>Memoria de cálculo geotécnico.....</b>	<b>104</b>
<b>IV.3</b>	<b>Registros de campo geotécnicos.....</b>	<b>105</b>
<b>IV.4</b>	<b>Memoria de cálculo estructural.....</b>	<b>106</b>
IV.4.1	Cargas consideradas.....	111
IV.4.2	Análisis de la estructura.....	113
IV.4.3	Análisis estático.....	114
IV.4.4	Dimensionamiento.....	126
<b>IV.5</b>	<b>Análisis sísmico dinámico.....</b>	<b>137</b>
IV.5.1	Análisis definitivo.....	137

### V.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

<b>V.1</b>	<b>Procedimientos de construcción de las soluciones propuestas.....</b>	<b>148</b>
V.1.1	Detalles para la construcción del muro de cimentación en el eje A.....	150
V.1.2	Detalles de construcción del muro de rigidez en el eje D.....	152
V.1.3	Relleno de áreas bajo los pisos del Cuerpo 1.....	155

V.1.4	Resanado de todas las fisuras y grietas.	158
V.1.5	Acabados finales.	160
<b>V.2</b>	<b>Aspectos fundamentales constructivos.</b>	<b>161</b>
V.2.1	Materiales empleados.	161
V.2.2	Cargas consideradas.	161
V.2.3	Clasificación sísmica.	162
V.2.4	Factores de carga (F.C.) y de reducción de resistencia (F.R.).	162
V.2.5	Análisis estructural.	163
V.2.6	Diseño estructural.	163
V.2.7	Cimentación.	163
V.2.8	Desplazamientos.	163

## VI-

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI.1	Conclusiones.	164
VI.2	Levantamiento geométrico de la estructura.	165
VI.3	Levantamiento de fisuras y sus efectos.	166
VI.3.1	Fisuramiento en muros.	166
VI.3.2	Fisuramiento en cimentación.	167
VI.4	Estudio topográfico.	167
VI.5	Estudio de mecánica de suelos.	168
VI.6	Extracción de corazones y pruebas de ultrasonido.	170
VI.6.1	Pruebas ultrasónicas.	172
VI.7	Trabajos de campo.	172
VI.8	Recomendaciones.	174

## VII.-

### ANEXOS

VII.1	Catálogo de Conceptos.	176
VII.2	Reporte fotográfico.	177
VII.3	Bibliografía.	178

Xochimilco se ubica al sur del Distrito Federal y tiene una superficie de 125.17 km<sup>2</sup>, esta delegación antes de la llegada de los españoles fue asiento de una de las siete tribus nahuatlacas, procedentes del legendario Chicomoztoc; posteriormente se asentaron en esta región los xochimilcas que extendieron su dominio creando los asentamientos en Mixquic, Tláhuac, Culhuacán y otros en el estado de Morelos. De origen territorial construido casi en su totalidad sobre el lago mediante las chinampas, Xochimilco fue una región dedicada cien por ciento al cultivo de hortalizas y flores para autoconsumo y para el intercambio comercial con otras tribus de la región. Después de la conquista española esta zona seguía siendo considerada como área rural para la producción agrícola; la riqueza de sus tierras era mantenida por los numerosos ojos de agua que se encontraban principalmente en los pueblos de Nativitas, San Gregorio, Santa Cruz, Acusconal, Tepepan y la Noria; desafortunadamente, estos manantiales se han ido agotando por la sobreexplotación y la casi nula recuperación de los mantos acuíferos provocando hundimientos diferenciales en el terreno lacustre.

Del total de la superficie de la delegación, menos del 10 por ciento corresponde a la zona urbana, el 20 por ciento al antiguo vaso del lago ya contraído por la extracción de agua, y el resto a la parte montañosa.

Del área urbana, más de la mitad del suelo está ocupado por viviendas, constituida por la cabecera, 12 barrios y 15 pueblos donde se han formado 76 colonias, un 15 por ciento por industrias y el resto por comercios y servicios.

Se ha producido un cambio en el tipo de vivienda unifamiliar popular por la proliferación de fraccionamientos residenciales y edificios departamentales.

Sigue existiendo una zona rural formada principalmente por los pueblos de San Lorenzo Atemoaya, San Mateo Xalpa, San Andrés, San Francisco y Santa Cecilia.

Esta delegación cuenta con instalaciones educativas de los niveles de preescolar hasta el superior (Unidad Xochimilco de la Universidad Autónoma Metropolitana), en instalaciones de salud tiene clínicas del ISSSTE, varios centros de salud y un hospital regional; 19 instalaciones deportivas entre ellas el Canal Olímpico de Cuernavaca para competencias de remo y canotaje. En la zona chinampera los trabajos agrícolas se han restringido al cultivo de flores, combinando las actividades turísticas en los canales.

Las principales vías de comunicación son el Anillo Periférico, las calzadas de Tlalpan, del Hueso, México-Xochimilco y las avenidas División del Norte, Nativitas y Canal de Miramontes. La vialidad en la zona centro de la cabecera se satura los domingos y días festivos por la gran concurrencia de visitantes a los mercados de plantas, flores, verduras y comida.

Ahora bien Xochimilco ha sido reconocido legendariamente como atractivo turístico nacional e internacional, por sus canales navegables y por la producción agrícola de sus chinampas, además de sus edificios y construcciones que ya han sido considerados patrimonio cultural de la humanidad.

La venta de flores y plantas como ya se mencionó ha sido una de las principales actividades de esta demarcación, sin embargo cada vez es más necesaria la generación de sitios adecuados para esta actividad.

Dentro de la Delegación Política de Xochimilco en el Distrito Federal, a través de la Dirección General de Obras y Desarrollo Urbano, se planeó la reestructuración del **Museo Arqueológico en Santa Cruz Acalpitca**, en el poblado del mismo nombre, ubicado en la Av. Tenochtitlán s/n, en la misma Demarcación, el cual a la fecha de verificación visual presentó las siguientes condiciones generales de comportamiento:

- A) Fisuramiento Vertical por tensión en la parte central exterior de los muros longitudinales oriente y poniente del actual museo.

- B) Hundimientos diferenciales visibles en las banquetas del lado sur, sur oriente y sur poniente, en que se aprecia un fisuramiento y desprendimiento marcado entre la banqueta y la trabe de distribución de cargas de los muros del museo, en una magnitud variable entre 5.00 y 10.00 cm.
- C) Desplomo visible vertical, en la cara sur del muro del museo.
- D) Desprendimiento de escalones en sus accesos oriente y poniente, así como sus adornos laterales por efectos probablemente del mismo movimiento; los escalones se encuentran fijos y apoyados en la banqueta y su último escalón ligado a la entrada del museo.

Debido a estas irregularidades estructurales y de funcionalidad, se pretende el rescate del Museo, por ser un inmueble con arquitectura del tipo Porfiriano, el cual es conocido por los lugareños como la "Casa de Bombas", debido a que en el mismo lugar que alberga el museo, se tenía como función original la utilización de la estructura como un pozo de paso para rebombeo, denominado **Planta de Bombas**, misma que trabajó como tal desde su construcción hasta el año en que se habilitó como **Museo Arqueológico** en 1977, debido a que perdió su funcionalidad como planta de bombas por el secado de las fuentes de abastecimiento de agua.

## CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA ESTRUCTURA DEL MUSEO ARQUEOLÓGICO

El Museo Arqueológico presentó las siguientes características geométricas generales:

### GEOMETRIA

Estructura :

Largo de la estructura	=	30.27 m
Ancho de la estructura	=	13.465 m

Sala Principal	=	7.34 m
Sala del mural	=	6.06 m
Salón de la fosa	=	2.94 m

Nota: Las alturas se consideraron tomando en cuenta que el nivel 0.00 se localiza en el piso de acceso al museo.

#### **Fosa:**

Fosa Norte del edificio

Largo de la Fosa	=	14.895 m
Ancho de la Fosa	=	13.465 m
Fondo de la Fosa	=	-4.33 m

#### **Adicionales:**

Anexo en su sección norte, Acceso de 4.58 m de largo y 2.76 m de ancho.

## **ESTRUCTURACION**

La estructura visible externa e interna del inmueble aparenta estar integrada por marcos de concreto formados por columnas y trabes de concreto, en siete ejes principales transversales (del A al G), que muestran dichas trabes, visibles en los ejes B, C, E, F y G.

Los muros interiores están completamente aplanados con yeso, por lo que se presupone que son de concreto, ya que la fachada exterior aparenta ser de cantera, pero en realidad, por un hueco encontrado en la cara sur en la parte superior, se tiene que es de concreto labrado, aparentando a la cantera.

La estructura del lado sur, presenta en su cabecera sur, un muro adicionado en su parte interior en forma de C, desde el piso hasta una altura del orden de 4.5 m, lo cual le genera una rigidez adicional en sentido transversal, aunque no en sentido longitudinal.

La apariencia de la estructura del Museo es de alta rigidez, de echo los muros en su totalidad descansan en una trabe perimetral, también de apariencia muy rígida, que es la que se penetra hacia el suelo descansando seguramente en la cimentación del conjunto.

La cimentación de la estructura, en principio está formada por una combinación de cajón (fosa del lado norte) y una cimentación con pilas, en la estructura del lado sur, lo que le da una rigidez muy alta, pero aún así su comportamiento puede ser diferente debido a la condición de apoyo que ambas tienen, por un lado el cajón que genera sobre una compensación en la estructura más baja del lado norte, y las pilas que soportan en total el peso de una estructura más alta, sin compensar, en el lado sur.

## **A L C A N C E S**

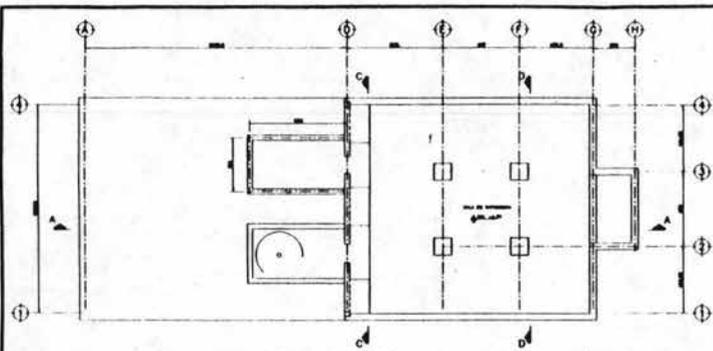
Con base en lo observado en el edificio, se pretenden los siguientes alcances por desarrollar en este estudio.

- 1) Levantamiento geométrico de la estructura
- 2) Levantamiento topográfico de la estructura y la totalidad del predio.
- 3) Levantamiento geomorfológico del lugar alrededor del Museo.
- 4) Calas en la estructura, en sus elementos interiores.
- 5) Calas en las banquetas, por medio de pozos a cielo abierto, para la detección del tipo de cimentación.
- 6) Sondeos de muestreo en los alrededores del Museo, para detectar su estratigrafía general.
- 7) Integración de toda la información y análisis de estabilidad y comportamiento.
- 8) Definición de la problemática actual de la estructura y su solución.
- 9) Integración del Catálogo de Conceptos para la Reestructuración y mantenimiento del edificio.

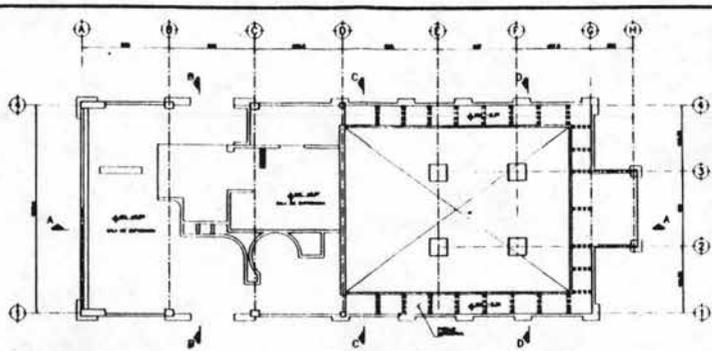
La intención principal es el de dar a conocer el levantamiento total que se efectuó, partiendo de cero, para conocer el origen del porqué se está fisurando la estructura y así mismo dar una solución que parta de la condición de ese comportamiento que ella tiene, para detener dichos fisuramientos y de esa forma permitir que se garantice su adecuado comportamiento a futuro, para que no pierda su aspecto arquitectónico ni funcional.

Estos alcances presentan los siguientes fundamentos:

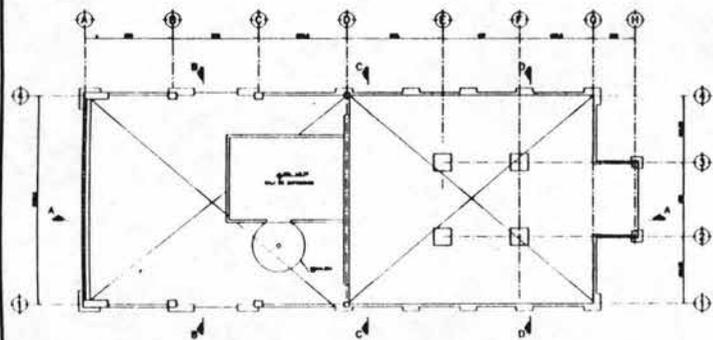
- a) Que en una primera etapa, se aclare con este estudio la condición de comportamiento y solución que se le pueda dar a la estructura.
- b) Que en una segunda etapa, se den las bases para la corrección física de la estructura.



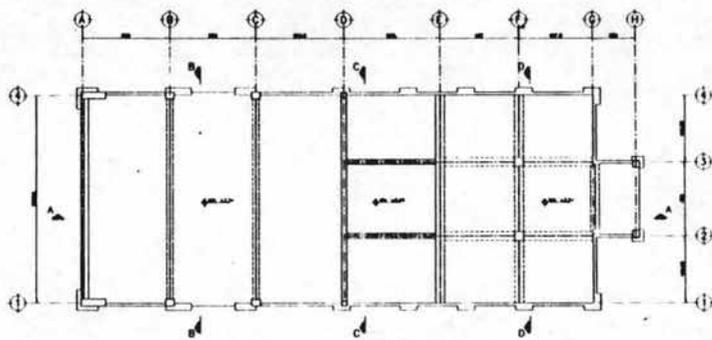
PLANTA SOTANO



PLANTA BAJA



PLANTA DE MEZZANINE



PLANTA DE AZOTEA

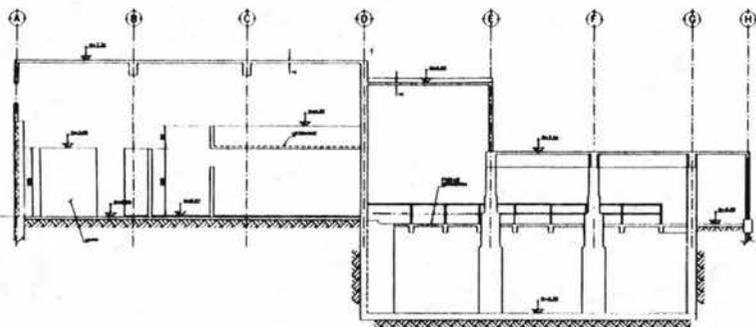
NOTAS GENERALES

- 1. ELABORADO POR: [Name]
- 2. [Text]
- 3. [Text]
- 4. [Text]
- 5. [Text]

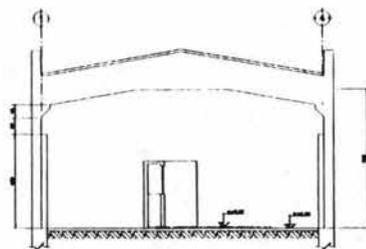


UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARCOS  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

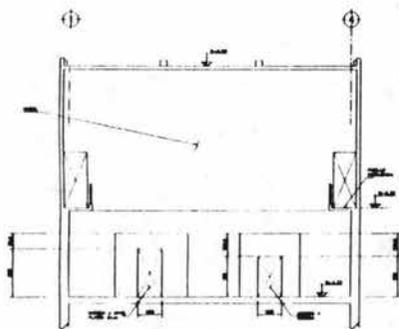
<p>PROYECTO: LEVANTAMIENTO GEOMETRICO PLANTAS</p>			
<p>FECHA: [Date]</p>	<p>PROFESOR: [Name]</p>	<p>ALUMNO: [Name]</p>	<p>GRUPO: [Group]</p>
<p>INSTITUCION: [Institution]</p>		<p>CIUDAD: [City]</p>	



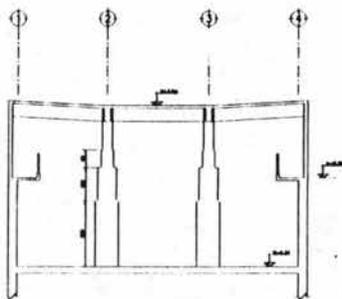
CORTE LONGITUDINAL A-A



CORTE B-B



CORTE C-C

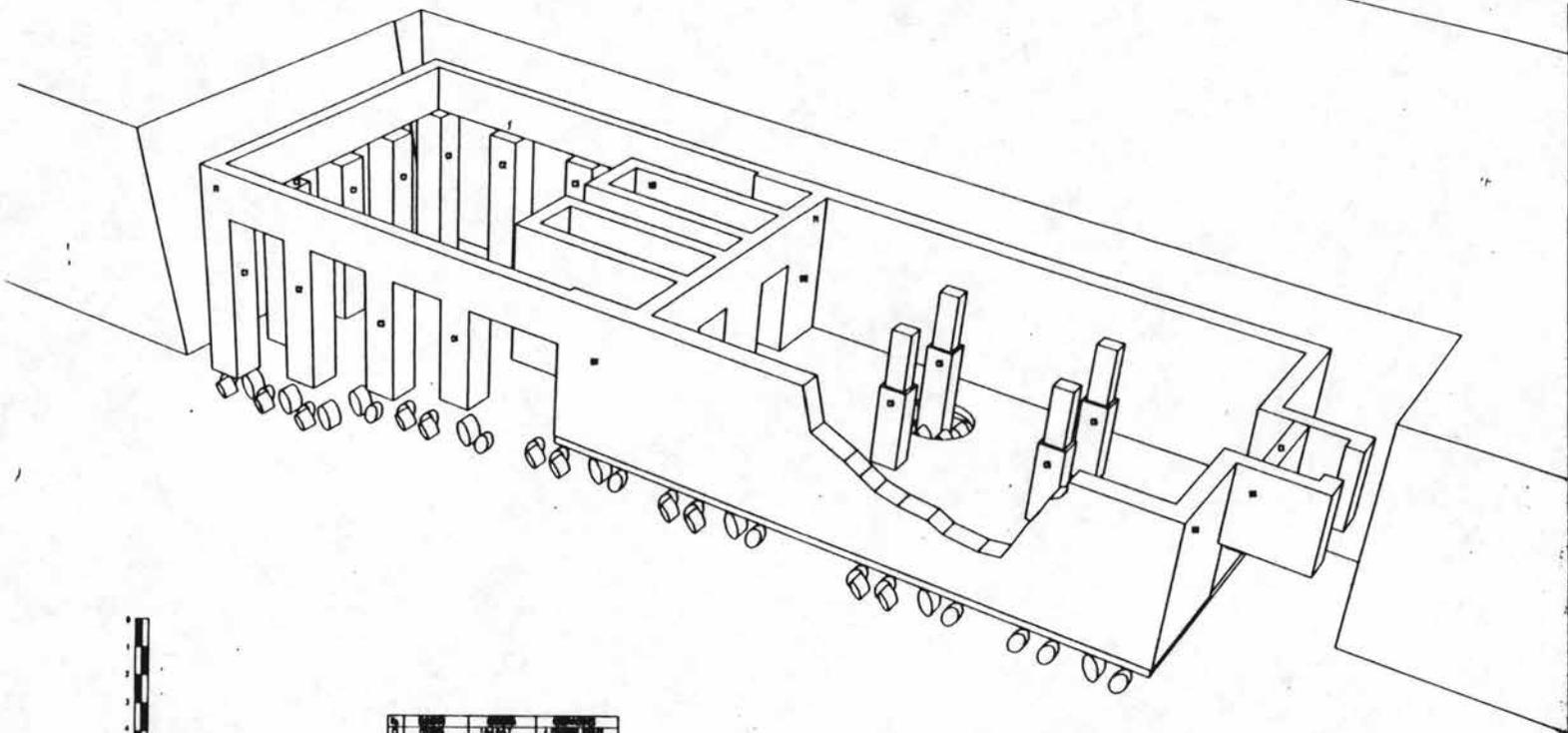


CORTE D-D

NOTAS GENERALES

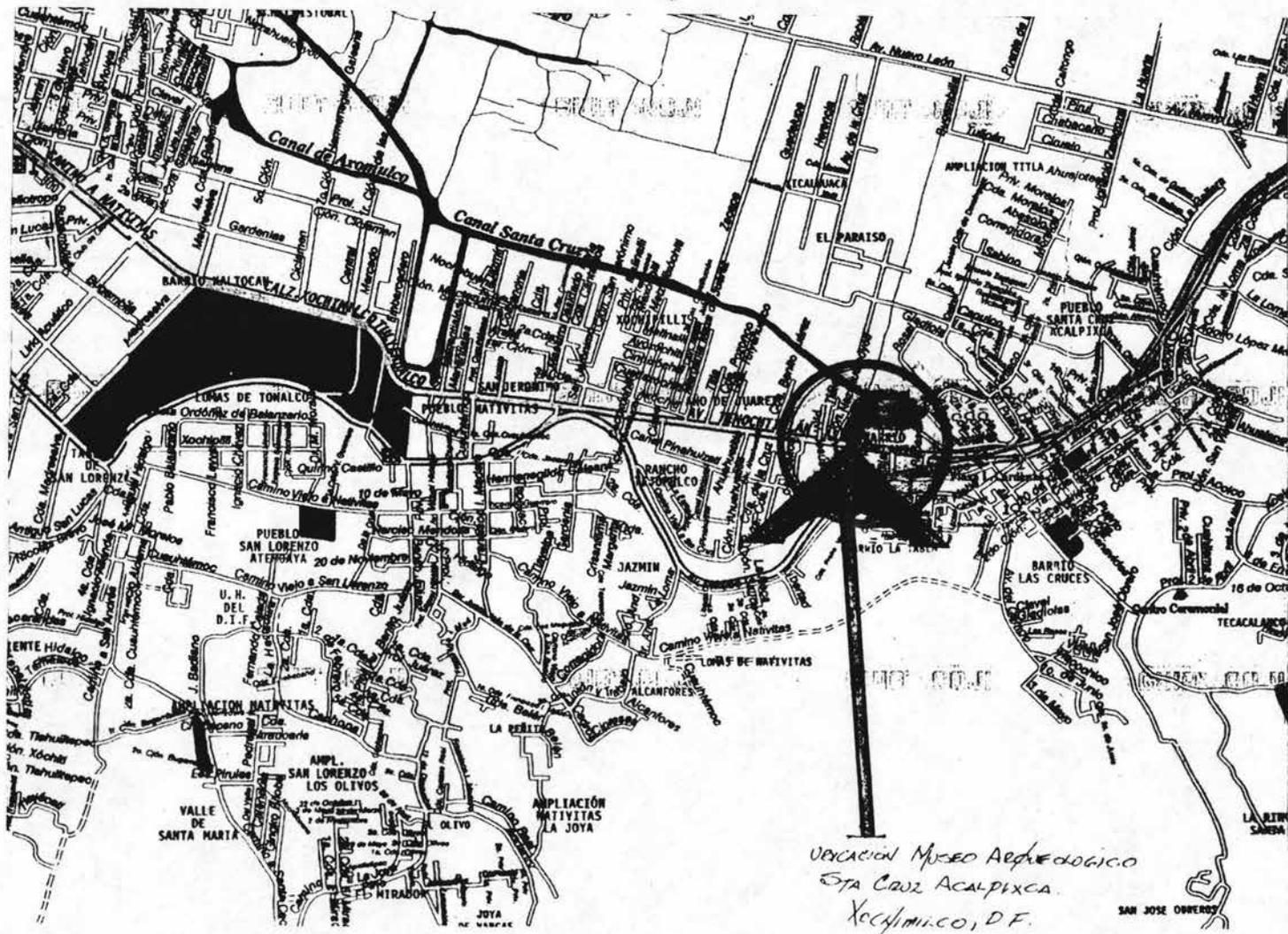
- 1. SEÑALADO EN EL PLANO GENERAL
- 2. SEÑALADO EN EL PLANO GENERAL
- 3. SEÑALADO EN EL PLANO GENERAL
- 4. SEÑALADO EN EL PLANO GENERAL

 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS	
LEVANTAMIENTO GEOMÉTRICO Y PLANOS	
NOMBRE DEL PROYECTO:	NÚMERO DE PLANOS:
FECHA DE EJECUCIÓN:	FECHA DE APROBACIÓN:
NOMBRE DEL DISEÑADOR:	NOMBRE DEL APROBADO:



COPIA FOTOSTÁTICA DE LA PLANTA DE UNO DE LOS PISOSES  
 DE UNO DE LOS EDIFICIOS DEL COMPLEJO DE EDIFICIOS  
 DE CALA Y BARRIO

		REPUBLICA SOCIALISTA DE CUBA MINISTERIO DEL INTERIOR DIRECCION NACIONAL DE INVESTIGACIONES POLICIALES	
INFORMACION DEL PUESTO: N.º DE FOLIO: 1/10 N.º DE FOLIO: 1/10 N.º DE FOLIO: 1/10			
<b>INVESTIGACION GENERAL DE LA CRIMINALIDAD</b>			
N.º DE... FECHA...	N.º DE... FECHA...	N.º DE... FECHA...	N.º DE... FECHA...
N.º DE... FECHA...		N.º DE... FECHA...	



UBICACION MUSEO ARQUEOLOGICO  
STA CRUZ ACALPITXA.  
XOCHIMILCO, D.F.

SAN JOSE OBEROS

## I.1 ANTECEDENTES HISTORICOS

El edificio perteneciente al Museo Arqueológico de Santa Cruz Acalpixca, se trata de una estructura que fue construida a principios de los años de 1900, destinada a la captación de aguas provenientes de un manantial, esta edificación se encuentra formada por dos cuerpos (Cuerpo 1 y 2), encontrándose en el cuerpo 1 la casa de bombas y en el 2, la fosa de captación propia del manantial, que está formada por muros de concreto de gran espesor perimetralmente. Ambos cuerpos constan de planta baja y nivel azotea, estructurados con muros de block de concreto y algunos marcos en el edificio 2. En ambos su cubierta es a base de losas de concreto apoyadas en traveses y muros de carga.

La cimentación del cuerpo 1 es a base de pilas de concreto, mientras que el cuerpo 2, se apoya perimetralmente en los muros de concreto mencionados.

Con el paso del tiempo el agua de los manantiales se terminó, ocasionando con esto que la edificación suspendiera su servicio.

Al agotarse el agua, el nivel freático se abatió trayendo como resultado un cambio radical en el comportamiento del suelo.

Posteriormente para el año de 1977 la edificación fue habilitada para colocar en ella el Museo Arqueológico de Xochimilco que actualmente se encuentra en servicio.

Como consecuencia de los cambios en el terreno se han alterado también estas edificaciones ya que su comportamiento estructural se está afectando por una serie de asentamientos diferenciales, provocando diversos fisuramientos que están dañando la estructura.

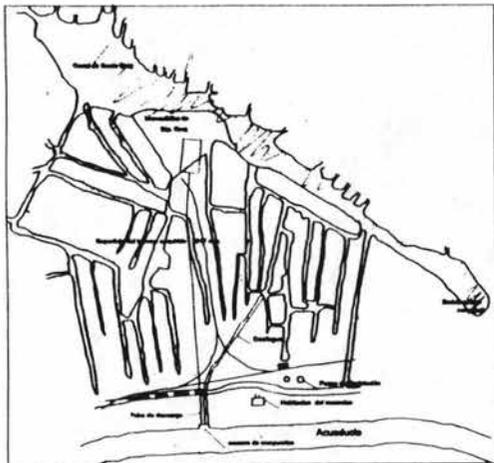
### **I.1.1 Estudios preliminares y localización**

Se sabe que la forma en que llegaban al lugar donde actualmente está el Museo Arqueológico, era por medio de canoas y que el sitio estaba rodeado de canales a tal grado que a través del actual Museo estaba un canal que tenía un antiguo embarcadero llamado Ocoyecatl y que había varios manantiales llamados Tetitla que actualmente ya no existen.

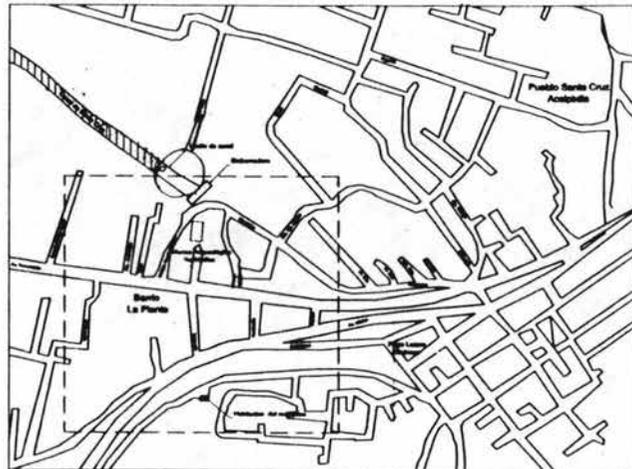
Existían índices de que tanto los manantiales de Tetitla como los de Nativitas y de Santa Cruz provenían de una fuente de aguas similar y que probablemente tenían un tronco común; esto lo podemos entender si se observa la topografía del lugar en que la zona más baja está hacia la zona del antiguo lago de Xochimilco que es la parte más baja de las serranías de alrededor, tanto del Ajusco como del cerro del Teutli; sierra del Chichinautzin, y como consecuencia Xochimilco es alimentado por manantiales a su alrededor tanto en Tetitla como en Nativitas o en Santa Cruz; es importante ver que si se cerraba o represaba uno de ellos, se aumentaba el caudal en los otros ya que estaban intercomunicados. Los lugareños refieren al sitio, del actual Museo, como la antigua Casa de Bombas, que data de tiempos de Porfirio Díaz y que por lo tanto su construcción obedecía a necesidades de la época, en cuanto a aprovechamiento de los manantiales como fuente natural de aportación de agua potable, y así mismo a las limitaciones que para tal fin se tenían en su construcción, y más a sabiendas de que se tenía que construir, junto o en el mismo manantial.

### **I.1.2 Construcción de la Casa de Bombas**

La construcción de la Casa de Bombas, se cambió de lugar, ya que el punto original era en un lugar en Santa Cruz Acalpixca pero se observó que ofrecía dificultades para su construcción y aportaba menor gasto que los de Nativitas, por lo que se decidió construir la casa de bombas en el mismo lugar de los manantiales, que es el sitio en donde actualmente se encuentra el Museo.



1904



2001

 GOBIERNO FEDERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS SECRETARÍA DE ECONOMÍA	
COMPARATIVA DE VALORES EN LA BARRANCA DEL MUNDO DE ACAPULCO	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	NOMBRE DEL PROYECTO:
DIRECCIÓN:	LOCALIDAD:
ESTADO:	MUNICIPIO:
FECHA DE ELABORACIÓN:	FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

La primera etapa de construcción de la Casa de Bombas fue la zona de alberca que tuvo una sección inicial de 13.00 m en sentido oriente-poniente y 13.90 m en sentido norte-sur; la excavación se efectuó con draga con la finalidad de activar las bocas de salida de los manantiales y aumentar el gasto. Junto con este trabajo se terraplenó toda la zona afectada por los manantiales, utilizando para ello un volumen transportado de tierra y piedra del orden de 10,500 m<sup>3</sup>.

### **I.1.3 Construcción de Columnas**

Las columnas de alberca se construyeron por medio de tramos de 0.50 m de altura y 1.0 m por lado, para lo cual se dejaba una perforación central de 0.50 m y cuatro perforaciones de 1" en las esquinas para ensartarles con varilla de ¾".

Para la construcción de la columna, se permitió que bajara por su propio peso y se guiaban por medio de la perforación central y las cuatro varillas de las esquinas; para esto se permitía que la primera se colocara perfectamente al fondo y en la posición adecuada por su orientación; por su peso, los trozos de columna, se iba asentando en su fondo por medio de buzos; la liga de las columnas con las traveses les daba la rigidez que requerían.

### **I.1.4 Construcción de Muros**

Como primer procedimiento, los muros de la zona de la alberca, se construyeron aprovechando el sistema de cómo se construyeron las columnas. Las columnas se construían a distancias cortas entre sí, alineadas a todo lo que es el eje de muros, ya que eran cuadradas, de 1.0 x 1.0 m y se rellenaban posteriormente con concreto formando los muros laterales de la alberca.

El segundo procedimiento utilizado para la construcción de los muros era por medio de cimbrado de madera en tramos de 4.0 m de altura.

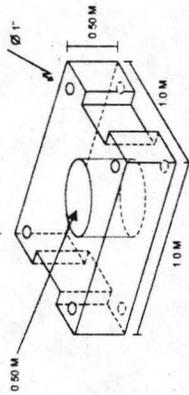
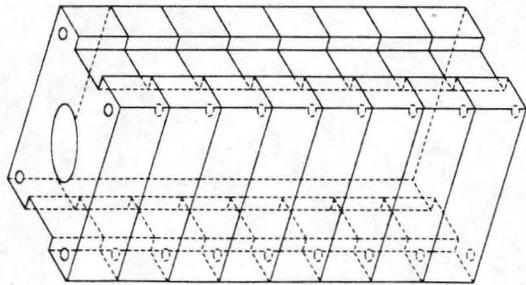
Se coló todo el muro de la alberca a una altura de 4.0 m para tener un volumen total de 700 m<sup>3</sup> almacenado, donde el excedente se dejaba libre por una salida en una de las caras del lado norte, que tiene 3.0 m de ancho y con vertedores de madera.

En el lado sur de la cámara de captación se dejaron dos orificios circulares para el paso de los tubos de succión de las bombas, los que tienen su centro en la acotación de 7.48 m. El enrase de los muros de la cámara de captación se puso a la acotación de 10.00 m y a esta cota se desplantó la construcción de 4 muros destinados a formar un recipiente cerrado para cubrir el espacio en donde están situados los manantiales. Los muros que rodean esta alberca tienen solamente 3.25 m de altura, y reciben un techo plano formado por una dala de cemento armado de 10.00 cm de espesor reforzada, con barras corrugadas de 5/8" , puestas a 25.00 cm de distancia unas con respecto a las otras. La dala está construida sobre vigas de concreto armado sostenidas por una parte de los muros perimetrales de la cámara, y por la otra sobre 4 columnas de concreto que permiten dividir el claro longitudinal y transversales en tres partes, resultando así las vigas con un claro de 4.60 m.

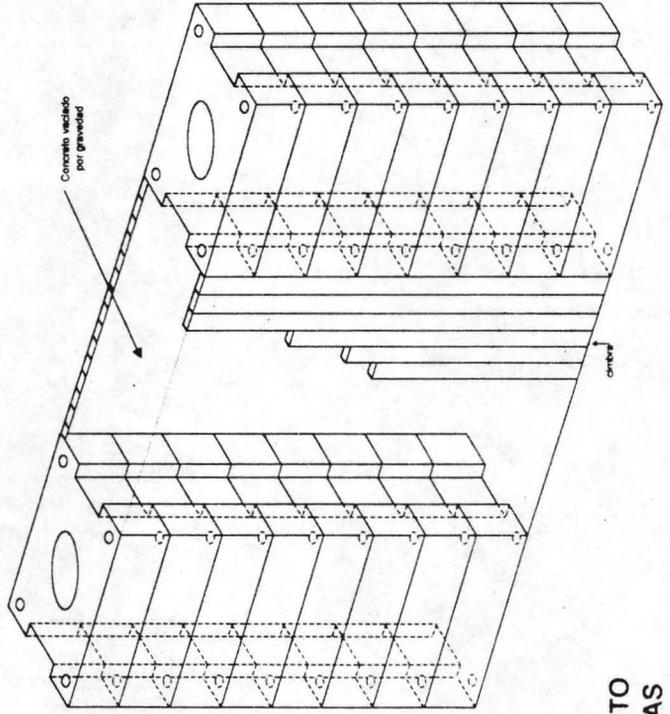
Las cuatro columnas centrales se construyeron con pieza cuadradas de 1.0 m del lado igual que en los muros; es importante ver que la construcción de los muros del nivel del agua hacia arriba se labraron en su exterior dándole forma de cantera.

Por lo anterior se han realizado los estudios necesarios con el propósito de hacer estable el inmueble; la conclusión de los resultados de estos estudios fue el de desligar el Cuerpo 1 del 2 con el propósito de que su comportamiento sea más equilibrado.

Estructuralmente esta solución es la más adecuada, ya que se tenía una edificación con dos cimentaciones diferentes (Pilas y un cajón de cimentación), unidos en el centro de estos cuerpos, provocando una rigidez muy grande en esta parte.



Trabe de concreto con una perforación de 0.50 m. de diámetro en el centro, y cuatro perforaciones de 1" de diámetro para anclajes con varillas de 3/4"



Las columnas fueron construidas a distancias pequeñas entre sí, se rellenaban posteriormente de concreto formando los muros laterales de la alfarca.

MUSEO ARQUEOLOGICO SANTA CRUZ ACALPITLA, XOCHIMILCO.

**CORTE ESQUEMATICO DEL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE LOS MUROS Y PILAS**

Al separar los dos cuerpos se tuvo que igualar la rigidez de los ejes exteriores del Cuerpo 1, poniendo un muro nuevo de concreto ligando así las pilas de cimentación existentes.

Con respecto al Cuerpo 2, al separar las edificaciones se proporcionará un nuevo marco de concreto y estructura de acero que ligue a la cimentación existente en la zona donde se construya la junta constructiva y que soporte la estructura en toda su altura.

Una vez separadas las dos edificaciones se procedió a revisar cada una de ellas, ya que su estructura también es diferente.

Los análisis, revisiones y diseños de elementos nuevos se efectuaron tomando como base El Reglamento de Construcción vigente para el Distrito Federal, así como sus Normas Técnicas complementarias.

Respecto a los trabajos de reparación en fachadas de algunos elementos fisurados, éstas se están proponiendo de tal manera de conservar en lo posible las fachadas originales, esto es reparando por la parte interior del edificio y únicamente aplicando una inyección de resina epóxica por la parte exterior.

A continuación se presentan algunos aspectos relevantes, referentes a las condiciones climáticas, geográficas y poblacionales, que prevalecen en el entorno que rodea a la Delegación Xochimilco, lugar donde se ubica el Museo Arqueológico en Santa Cruz Acalpítca.

## I.2 MARCO FISICO

### I.2.1 Ubicaci3n Geogr3fica

La delegaci3n Xochimilco se encuentra ubicada geogr3ficamente de la siguiente manera:

Norte	19° 19'	
Sur	19° 09'	Latitud norte
Este	98° 58'	
Oeste	99° 10'	Longitud oeste.

### I.2.2 Per3metro y l3mites delegacionales

**Tabla 1.1** L3mites delegacionales

<i>Orientaci3n</i>	<i>Delegaci3n o municipio lim3trofe</i>	<i>Per3metro</i>
Norte	Tlalpan, Coyoac3n, Iztapalapa y Tl3huac	Anillo Perif3rico Sur, Canal Nacional y Canal de Chalco
Este	Tl3huac	Canal de Chalco, Calz. de la Monera y Av. Divisi3n del Norte
Sur	Milpa Alta	Parteaguas de los Cerros: Teuhctli, Tlamascatongo y Loma de Atezcayo
Oeste	Tlalpan	Parteaguas de los Cerros: Tehuapaltepectlla, La Cantera y Xochitepatl

### 1.2.3 Superficie

Tabla 1.2 Áreas y extensiones

Área	Extensión (km <sup>2</sup> )	Porcentaje con respecto a la delegación	Porcentaje con respecto al Distrito Federal
Urbana	25.05	20.01 %	1.69 %
Ecológica	100.12	79.99 %	6.74 %
<b>TOTAL</b>	<b>125.17</b>	<b>100.00 %</b>	<b>8.42 %</b>

### 1.2.4 Características fisiográficas

Tabla 1.3 Zonas geográficas

Zona geográfica	Provincia	Subprovincia	Sistema de topoformas	% de la superficie delegacional	Altitud media	Pendiente
Altiplano Mexicano	Eje Neovolcánico	Lagos y Volcanes de Anáhuac	Sierra Volcánica con estrato volcanes		2,560 msnm	No mayor al 10%
			Llanura aluvial			
			Llanura lacustre			
			Llanura lacustre salina			

Fuente: Atlas Cartográfico de la Ciudad de México y Área Conurbada, Inédito.  
Nota: msnm: metros sobre el nivel del mar.

Tabla 1.4 Altitud

Zona	Zona y colonias representativas	Altitud (msnm)
Norte	Parque ecológico de Xochimilco y zona de canales	2,250
Este	Pueblo San Luis Tlaxialtemalco, Barrio San Isidro, Nativitas, Santa María del Olivar	2,300 a 2,450
Oeste	Tepepan, Huichapan, Santa Cruz Xochitepec, La Cebada, Barrio 16	2,250 a 2,350
Sur	Pedregal de San Francisco, San Isidro	2,600 a 2,700
Centro	San Lorenzo Atemoaya, Xochimilco, Barrio Tejomulco, Barrio La Plata	2,300 a 2,500

Fuente: Dirección Técnica. DGCOH, GDF.

### I.2.5 Características Meteorológicas

A continuación se indican las características más relevantes de la delegación y en la tabla 1.6 y gráfica 1.1 se muestra la precipitación histórica 1982-2000.

**Tabla 1.5** Temperatura y precipitación

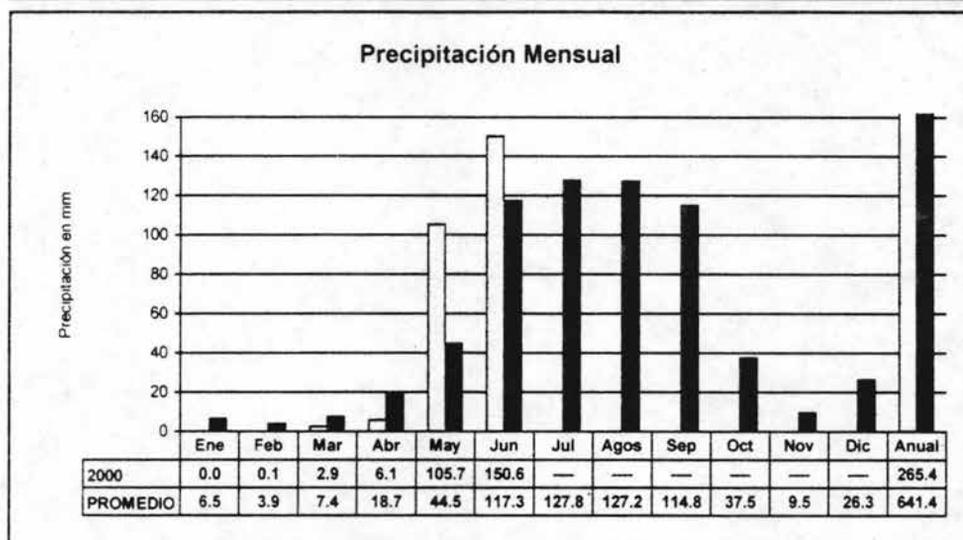
<i>Temperatura</i>		<i>Precipitación acumulada promedio en 2000</i>
Mínima	7.2° C	
Media:	15.8° C	265.4 mm
Máxima	23.2°C	

Fuente: \* INEGI, Atlas Climático de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Inédito.

**Tabla 1.6 Precipitación histórica mensual y anual (1982-2000) en mm**

<b>Año</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Anual</b>
1982	0.0	7.7	4.2	24.7	7.6	104.4	101.2	82.7	31.4	24.1	0.9	1.4	<b>390.3</b>
1983	14.3	9.0	5.7	0.0	19.2	54.6	193.7	118.1	82.2	39.9	10.7	1.5	<b>548.9</b>
1984	7.1	4.9	1.5	1.0	68.6	96.4	171.6	125.6	167.8	50.8	0.0	3.1	<b>698.4</b>
1985	0.6	6.0	4.0	48.5	59.1	164.1	107.4	79.9	93.2	24.2	4.5	0.1	<b>591.6</b>
1986	0.0	0.1	0.0	18.5	72.5	168.9	94.2	130.3	72.2	44.0	10.4	2.9	<b>614.0</b>
1987	0.0	1.8	8.0	13.3	64.4	168.2	138.2	138.2	58.6	0.0	9.0	0.0	<b>599.7</b>
1988	0.1	1.0	36.1	2.4	57.0	124.5	102.2	92.0	130.3	34.2	1.1	0.0	<b>580.9</b>
1989	3.4	1.2	3.4	18.9	25.0	155.1	125.1	133.7	123.2	22.8	1.2	13.0	<b>626.0</b>
1990	13.1	4.9	6.2	56.0	83.9	81.5	194.6	137.8	136.6	36.5	3.1	0.1	<b>754.3</b>
1991	3.1	0.0	0.0	6.1	47.7	202.4	137.9	76.2	103.5	79.2	1.6	6.8	<b>664.5</b>
1992	25.4	20.8	13.1	21.2	76.5	38.4	144.1	130.0	166.5	111.6	38.1	0.3	<b>786.0</b>
1993	8.3	4.3	9.0	9.5	12.3	180.5	90.4	79.5	129.8	26.4	17.6	0.0	<b>567.6</b>
1994	15.3	1.2	1.1	20.9	37.8	128.5	131.4	187.2	175.8	47.6	5.8	2.0	<b>754.6</b>
1995	28.0	12.0	9.3	8.1	23.4	168.1	113.5	210.1	103.7	40.3	53.2	62.8	<b>832.5</b>
1996	0.0	0.0	0.0	24.0	8.8	82.3	98.4	106.4	107.7	17.0	0.0	16.0	<b>460.6</b>
1997	0.2	0.0	26.9	59.1	46.0	81.3	138.3	120.6	89.6	54.2	13.6	9.3	<b>639.1</b>
1998	5.3	0.0	0.0	3.7	3.3	36.5	81.6	264.1	131.2	20.9	0.0	191.3	<b>737.9</b>
1999	0.0	0.0	9.2	13.8	26.1	43.1	135.9	76.9	162.4	2.0	0.0	162.4	<b>631.8</b>
2000	0.0	0.1	2.9	6.1	105.7	150.6	---	---	---	---	---	---	<b>265.4</b>
<b>Promedio</b>	<b>6.5</b>	<b>3.9</b>	<b>7.4</b>	<b>18.7</b>	<b>44.5</b>	<b>117.3</b>	<b>127.8</b>	<b>127.2</b>	<b>114.8</b>	<b>37.5</b>	<b>9.5</b>	<b>26.3</b>	<b>641.4</b>

Fuente: "Dirección técnica. DGCOH, GDF."



Gráfica 1.1 Precipitación histórica mensual y anual (1998-2000) en mm

### **I.3 MARCO URBANO**

#### **I.3.1 Cronología del desarrollo urbano de la delegación y desarrollo hidráulico del Distrito Federal**

A continuación se enlistan los principales hechos históricos.

- 919** Los xochimilcas llegan al valle de México y fundan su ciudad, extendiéndose hacia Mixquic, Tláhuac, Culhuacán y diversos sitios del estado de Morelos.
- 1325** Los aztecas utilizaron la madera para las obras hidráulicas, como los diques y albardones para controlar las aguas del lago de Texcoco.
- 1378** Acamapichtli primer rey de Tenochtitlán, conquista Xochimilco.
- 1429** Tecopaintzin, señor de Xochimilco, se opuso a negociar en paz y su ciudad fue atacada por un ejército encabezado por Tlacaelel y Nezahualcóyotl.
- 1430** El pueblo es dominado por la Triple Alianza.
- 1435** Bajo la hegemonía Azteca, la zona de influencia de Xochimilco se redujo a la orilla del lago, entre el pedregal y el extremo de Tláhuac. Los xochimilcas fueron obligados entonces a participar con su trabajo en la construcción de la calzada Iztapalapa y a intervenir con sus armas en las campañas de expansión imperialista.
- 1449** Con el fin de proteger la ciudad de las inundaciones, Nezahualcóyotl construyó un extenso dique de piedra y estacas que iba de Azcapotzalco al Cerro de la Estrella. Esta albarda fue la mayor obra de ingeniería hidráulica que realizaron los indígenas.
- 1521** En los primeros cambios de los españoles a la ciudad, cegaron los canales y destruyeron el sistema de drenaje de los aztecas.
- 1522** Después de la conquista española se mantiene la agricultura chinampera. Cuando se repartieron las encomiendas, Xochimilco le tocó a Pedro de Alvarado.
- 1535** Se inicia la construcción del Convento de San Bernardo de Sena.
- 1554** El abastecimiento de agua potable a la ciudad, seguía siendo por el mismo acueducto que construyeron los aztecas.
- 1556** El 7 de septiembre los lagos y ríos suben su nivel a causa de las lluvias y de haber puesto el agua del río Cuautitlán en el lago Citlaltépetl.
- 1555** El 17 de septiembre, una inundación cubrió por completo la ciudad, a tal grado que durante cuatro días los habitantes tuvieron que transportarse en canoas.
- 1559** *Felipe II dio armas y título de nobleza a la ciudad de Xochimilco.*

- 1580** Se inunda de nuevo la ciudad.
- 1599** Se construye el convento y templo de la Visitación en el Cerro de Tepepan.
- Siglo XVII** Xochimilco estaba formado por 13 pueblos: Santiago Tepalcatlapan, San Lucas Xochimanca, San Mateo Pochtl, San Miguel Topilejo, San Francisco Tlalnepantla, San Salvador Cuauhtenco, Santa Cecilia Ahuautla, San Andrés Ocoyoac, San Lorenzo Tlalteopan, San Martín Tlatilpan, Santa María Nativitas y Santa Cruz Acalpixca.
- 1605** Se construye la presa de Oculma para desviar del lago de Texcoco, el río Teotihuacán.
- 1606** Se refuerza el dique de Mexicalzingo, conservando una sola compuerta de dos varas y media, con lo cual el volumen de las aguas estancadas aumentó en los lagos de Chalco y Xochimilco, causando daños a los pueblos que se encontraban en las orillas.
- 1607** El valle se inunda y la ciudad se encuentra en peligro de verse invadida por las aguas.
- 1629** El 20 de septiembre se desató una tormenta que duró 36 horas, que unida al caudal del río Cuautitlán, del lago de Xochimilco y de otros ríos, provocó que la ciudad quedara virtualmente bajo las aguas, llegando a tener en la parte menos honda hasta 1.68 m. Como consecuencia de ésta, se pretende cambiar a la ciudad de lugar; sin embargo, por el alto costo que representaba esta medida ( 50 millones de pesos ) se opta por realizar trabajos de infraestructura sanitaria que tuvieron un valor de 4 millones de pesos.
- 1737** La obra de Huehuetoca, restituyó paulatinamente la confianza entre la población, después de la inundación de 1629.
- 1763** A fines de este año las aguas del sur y las de los montes del este y oeste bajan convirtiendo a la ciudad en una isla por varios meses.
- 1768** Se construye la Capilla del Rosario en las calles de Morelos y Madero.
- 1772** Una manga de agua causó grandes daños en el valle, salvándose la ciudad al encontrar el agua salida por Nochistongo.
- 1786** Se terminan las obras del canal de Huehuetoca y el tajo de Nochistongo.
- 1795** Las arenas y atierres del río Cuautitlán fueron cegando la laguna occidental de Zumpango, reduciendo el vaso y desbordándose sobre el lago de San Cristóbal.
- 1796-1798** Se construyen dos canales, con el fin de desaguar directamente en el tajo de Huehuetoca los lagos de Zumpango y de San Cristóbal; el primero con una longitud de 8,900 m y el segundo de 1,300, respectivamente.
- Siglo XVIII** Xochimilco con sus pueblos y sus barrios, tenía 10,000 hab. En general se seguían sembrando flores en las chinampas, trigo y maíz en las haciendas. Los principales ojos de agua de la región estaban en Xochimilco, Nativitas, San Gregorio, Santa Cruz, Acuesconal, Tepepan y la Noria.

- 1825** Se construye la derivación del río Tacubaya unido al de Xola, hasta desembocar en el Canal Nacional, dándole a la nueva derivación el nombre de río Piedad.
- 1830** Para este año la ciudad contaba con 9,040 m de cañería principal y 43,952 de cañería secundaria ambas para el abastecimiento de agua potable. Las 42 fuentes públicas existentes eran suministradas por 6,197 m de cañería y las fuentes privadas y casas particulares eran abastecidas por la cañería secundaria. Existían 384 tomas gratuitas y 387 gozaban del servicio sin motivo alguno.
- 1857** El abastecimiento de agua a la ciudad era de 873 m<sup>3</sup> diariamente, por el acueducto de Tlaxpana, y con 364 por el Salto del Agua; existían 144 pozos artesianos, de los cuales 24 eran para riego y 120 al servicio de casas particulares.
- 1861** Se divide al Distrito Federal en cinco territorios, uno de ellos el partido de Xochimilco con las municipalidades de Xochimilco, Tulyehualco, Tláhuac, San Pedro Atocpan, Milpa Alta y Aztahuacán.
- 1865** El 19 de noviembre se cierra la compuerta del canal de Santa Martha, para salvar a la ciudad de otra inundación, pues era necesario bajar el nivel del lago de Texcoco, que ocupaba una superficie de 68,321 hectáreas.
- 1880** A causa de la progresiva disminución del nivel de agua del lago de Xochimilco, se generaron zonas pantanosas de alto riesgo y los manantiales se fueron agotando.
- 1891** Alonso Iñigo Noriega estableció una línea de pequeñas máquinas de vapores entre Xochimilco e Iztacalco, pasando por el estrecho de Mexicalzingo.
- 1897** El 24 de enero se inician las obras de desagüe de la ciudad, como las atarjeas para los residuos domésticos, colectores para recogerlos y tubos de distribución de agua para el lavado de las atarjeas. Toda la red de drenaje era recibida por tres colectores generales: El Central, el del Norte y el del Sur.
- 1900** Se termina la obra del Gran Canal con una longitud de 47.5 km, entonces como ahora, principia en las compuertas de San Lázaro y pasa al oriente del Cerro de Guadalupe, y más al norte cruza los antes lagos de Xaltocan y Zumpango, terminando en el tajo de Nochistongo.
- 1903** En septiembre dan inicio los trabajos de entubamiento y conducción del agua potable procedente de Xochimilco.
- 1905** La escasez de agua era considerada como causa permanente de insalubridad en la ciudad y a causa de este problema comienzan las obras de saneamiento y el entubamiento de hierro para el suministro de agua potable se extendió considerablemente.
- 1908** Se introducen los tranvías eléctricos.
- 1909** Se inicia la construcción del sistema de alumbrado público y la municipalidad ya cuenta con 26,602 hab.

- 1913** Se inicia la introducción del nuevo sistema de agua potable. Al terminar las obras de provisión de agua potable, la red abastecía once mil tomas domiciliarias.
- 1924** A fines de este año la red de agua potable abastecía 19,669 tomas domiciliarias, incrementándose el 80 por ciento con referencia a las suministradas en 1913; para hacer frente a este aumento en el consumo de agua potable, fue necesario disminuir las horas de abastecimiento llegando hasta 11 horas diarias como promedio, quedando vacías las tuberías de la red con grave peligro para los casos de incendio. El problema más serio de este año fue el de saneamiento y desagüe ya que las instalaciones eran insuficientes para toda la ciudad. Las obras de saneamiento y desagüe no tenían sólo el objeto de mejorar las condiciones sanitarias, sino también evitar el peligro latente de las inundaciones. Los colectores del drenaje recibían las aguas negras, las pluviales y las aguas de Tacubaya y Mixcoac, estos colectores corrían grave peligro de ahogarse en una tormenta y desbordar las aguas negras sobre las calles. Para solucionar este problema se reconstruyó el canal de San Lázaro. fines de este año se le calculó una superficie a la ciudad de 2,975 ha, de las cuales solamente el 86 por ciento se encontraba servida con drenaje.
- 1927** Para este año existían 22,452 tomas privadas; hubo un incremento en las tuberías de 21,000 m con una longitud total de 313,085 m para toda la ciudad. El gobierno del Distrito Federal estaba a cargo del Presidente de la República, quien lo ejercía por medio de un organismo administrativo y político llamado Departamento del Distrito Federal. Se construyen las presas de Tecamachalco y Dolores al oeste de la ciudad.
- 1929** Se introducen las primeras líneas de autobuses en la ciudad. Algunos de los principales manantiales de la ciudad eran Mixquic, Tetelco, Tezompa, San Gregorio, San Luis, Santa Cruz, Nativitas, la Noria y Tulmiac.
- 1930-1940** Durante la administración Cardenista, fueron impulsadas las obras de infraestructura, como la instalación de colectores para las aguas negras, el tendido de tuberías para agua potable, y la pavimentación de las principales calles y avenidas.
- 1932-1933** El abastecimiento del agua potable era deficiente en algunas delegaciones y en otras su carencia fue total. Los sistemas de abastecimiento de agua que hasta entonces se conocían eran en obras de captación, el albije, la presa de derivación de agua de río, manantiales, pozos comunes y pozos artesianos; la manera de conducirla fue por medio de animales de carga, canales de tierra descubiertos, canales de madera y mampostería, conductos de fierro y de concreto, necesitándose hasta 160 km de conductos para llevar el agua a la ciudad; se almacenaba en tanques descubiertos y en tanques de concreto perfectamente cerrados. Los servicios de agua eran deficientes tanto en su calidad como en la cantidad.
- 1933** Se estimaba que en este año con 220,000 m<sup>3</sup> de agua se abastecían a 600,000 habitantes, consumiendo 363.17 l/hab en 11 horas de servicio diario.
- 1935** Se construyeron 45 km de atarjeas y 21 se reconstruyeron; los albañales llegaron a 28 km y 13 de reconstrucción.
- 1937** El hundimiento anual del subsuelo de la ciudad fue de cuatro centímetros. Se construye la primera etapa del sistema de drenaje.

- 1938-1947** El hundimiento del subsuelo de la ciudad fue de 14 centímetros.
- 1942** Se inician las obras del río Lerma. La parte sur de la ciudad contaba con un conducto ligado al Gran Canal que era insuficiente para drenar las zonas de Mixcoac, Villa Obregón, Xochimilco, Tlalpan y Coyoacán, por lo que fue necesario un conducto que recibiera todas las aguas negras de estos lugares y las llevara al Gran Canal, ampliándose la capacidad del conducto y prolongándose hacia el sur cerca del pueblo de Tepepan. En Xochimilco se pusieron al servicio dos zonas de atarjeas que no funcionaban por falta de una salida general de desagüe.
- 1945** En la ciudad se construyen 12,500 m de colectores de diferentes diámetros y un túnel de 700 m de longitud y de 1.80 m de diámetro; también se hicieron 43,000 m de albañales domiciliarios en 9,800 casas. Se amplía la red de colectores y subcolectores de alivio, en una longitud total de 52,363 m; la red de atarjeas de 68,297. Se construyen 7,613 pozos de visitas sobre atarjeas y colectores y 10,500 coladeras pluviales; también se construyen cárcamos y plantas de bombeo en distintos puntos de la ciudad.
- 1946-1952** Entre las actividades desarrolladas en estos años se hace referencia a las obras de provisión y mantenimiento del agua potable, como la construcción del sistema de bombeo de Xotepingo, la habilitación de 33 pozos artesianos para capturar 2,000 l/s y el tendido de 538,772 m de tubería para la distribución de agua potable, incluyendo diversos pueblos de varias delegaciones y colonias proletarias. También se señala que en épocas de lluvia la ciudad sufría inundaciones de aguas negras y pluviales; esta situación obedecía principalmente tres causas que eran: la incapacidad de los colectores y atarjeas para evacuar el agua pluvial, el hundimiento acelerado del subsuelo de la ciudad, y al retardo en la evacuación del agua, debido a la disminución de la pendiente del Gran Canal.
- 1948-1954** El hundimiento del subsuelo en promedio fue de 30 cm, y en algunas partes llegó hasta los 50 cm.
- 1950** El abastecimiento de agua potable a la delegación era el siguiente: 1,723 viviendas contaban con agua entubada dentro de la misma; 8,261 se abastecían por una sola toma para varias viviendas, por medio de albijes y por medio de pozos; y 69 viviendas no contaban con agua.
- 1956** Se construyen en la ciudad cuatro vasos reguladores con capacidad total de 3.5 millones de metros cúbicos, que almacenaban el agua del río de los Remedios, sin problemas de desbordamiento.
- 1960** El abastecimiento de agua potable a la delegación era el siguiente: 985 viviendas contaban con agua entubada dentro de la misma; 7,715 contaban con agua entubada dentro del edificio pero fuera de la vivienda, por medio de albijes y por medio de pozos; y 4,424 viviendas no contaban con agua.
- 1966** Se terminan las ampliaciones de la red de colectores con 520 km, 2,900 km de atarjeas y la instalación de 29 plantas de bombeo ubicadas en diversas zonas de la ciudad. En el gran canal se amplían y construyen entre los km 0 y 7, plantas de bombeo intercalados con la red de alcantarillado, con descarga en los colectores del gran canal de desagüe, que era el único emisor de eliminación de aguas negras y pluviales de la capital, hasta

lograr una capacidad de 173 m<sup>3</sup>/s. Se construye la segunda etapa del nuevo sistema de drenaje terminándose en 1975.

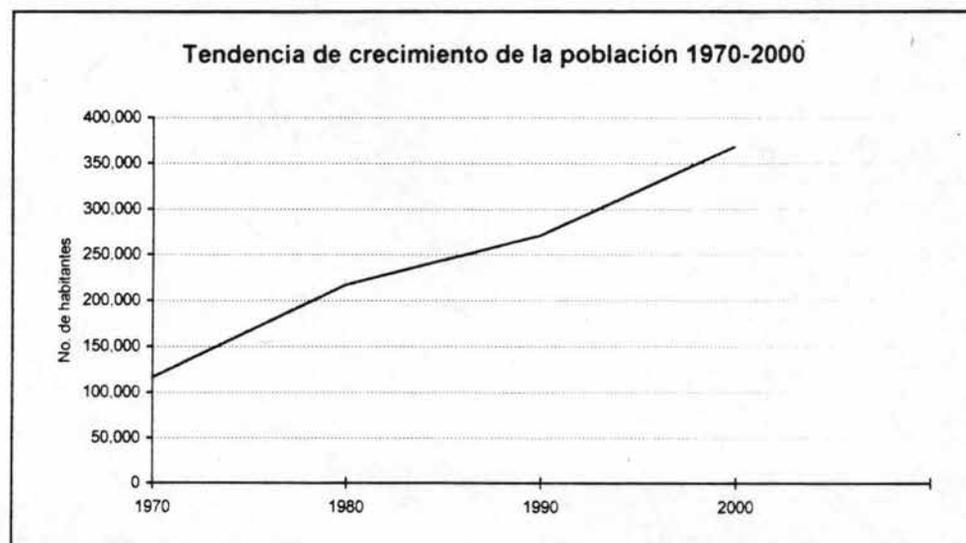
- 1967** Se inicia la magna obra llamada Drenaje Profundo.
- 1968** Se construye el Canal Olímpico de Cuernavaca para las competencias de remo y canotaje de los juegos de la XIX Olimpiada.
- 1970** Se terminan las obras de construcción de 21 tanques de regularización, con capacidad conjunta de 484,000 m<sup>3</sup>, un tanque de oscilación, más de 67.640 km en la red primaria de agua y 443.683 km en la red secundaria. El 29 de diciembre la Ley Orgánica del D. D. F., divide al Distrito Federal en 16 delegaciones eliminando los doce cuarteles y repartiéndolos en las delegaciones. El abastecimiento de agua potable y drenaje a la delegación era el siguiente: 5,869 viviendas contaban con agua entubada dentro de la misma; 11,539 contaban con agua entubada dentro del edificio pero fuera de la vivienda, por medio de albijes, por medio de pozos o recurrían a la llave pública; y 1,656 viviendas no contaban con agua; en cuanto al drenaje 7,151 viviendas contaban con él y 11,913 lo carecían. Se inician en la delegación las colonias Ampliación San Marcos, la Asunción y Concepción Tlacoapa.
- 1971** Se instala luz mercurial en el alumbrado público.
- 1975** Se inaugura el 9 de junio la obra de Drenaje Profundo, constituyendo la cuarta salida artificial de las aguas de la cuenca de México. Este sistema de drenaje eliminaba el riesgo de una inundación catastrófica, ya que la plaza de la constitución se encontraba a más de 5 metros abajo del nivel de las aguas negras del Gran Canal. Esta magnífica obra está compuesta de dos interceptores y un emisor central; el interceptor oriente con un diámetro de 5 m, una longitud de 10.3 km y una capacidad de conducción de 85 m<sup>3</sup>/s; el interceptor central cuenta con un diámetro de 5 m, con longitud de 7.9 km y una capacidad de conducción de 90 m<sup>3</sup>/s. Estos dos interceptores son recogidos por el emisor central, que cuenta con un diámetro de 6.5 m, su longitud es de 50 km y su capacidad de conducción es de 220 m<sup>3</sup>/s. En conjunto el sistema de drenaje llega a los 68 km de extensión y consta de 35 lumbreras.
- 1980** Se inaugura el *Museo Arqueológico de Xochimilco*. Se instala luz de vapor de sodio en el alumbrado público. El abastecimiento de agua potable y drenaje a la delegación era el siguiente: 23,188 viviendas contaban con agua entubada dentro de la misma; 13,116 contaban con agua entubada dentro del edificio pero fuera de la vivienda o recurrían a la llave pública; y 2,487 viviendas no contaban con agua; en cuanto al drenaje 18,450 viviendas contaban con él y 20,341 lo carecían.
- Actualmente** Xochimilco cuenta con 17 barrios y 14 pueblos, cada uno con su capilla. Además existen nueve canales: Cuernavaca, Apatlaco, Cuauhtémoc o Nacional, Tezhuilo, Apampilco, Toltenco o del Japón, Oxtotenco o la Noria, Amelaco y Atlitic; siete lagunas importantes: el Toro, La Virgen, Tlálac, Tlicutlli, Tezhuízotl, Caltongo y Xaltocan.

### I.3.2 Población

Tabla 1.7 Tendencia de crecimiento de la población y de densidad bruta 1970-2000

Año	Población			Densidad bruta		
	Habitantes en la delegación	Habitantes en el D.F.	(%) con respecto al D.F.	hab/ha en la delegación	hab/ha en el Distrito Federal	(%) con respecto al Distrito Federal
1970	116,493	6,874,165	1.69	46.50	105.97	0.44
1980	217,481	8,831,079	2.46	86.82	136.14	0.64
1990	271,151	8,235,744	3.29	108.24	126.97	0.85
2000	368,798	8,591,309	4.29	147.21	132.45	1.11

Fuente: "XII Censo de Población y Vivienda 2000, Resultados Preliminares", INEGI



Gráfica 1.2 Crecimiento histórico de la población (1970-2000)

**Tabla 1.8 Tasa de crecimiento histórico de la población 1970-2000**

Periodo	Tasa de crecimiento		
	En la delegación (%)	En el Distrito Federal (%)	(%) con respecto al Distrito Federal
1970 - 1980	1.87	1.28	1.46
1980 -1990	1.25	0.93	1.34
1990 - 2000	1.36	1.04	1.30

Fuente: "XII Censo de Población y Vivienda 2000, Resultados Preliminares", INEGI.

**Tabla 1.9 Nivel de instrucción**

Nivel de instrucción	Delegación		Distrito Federal	
	Población	(%)	Población	(%)
Analfabetismo	21,390	5.8	237,120	2.76
Primaria concluida	65,646	17.8	4,088,604	47.59
Con instrucción postprimaria*	229,392	62.2	3,448,551	40.14
Sin información	52,369	14.2	817,033	9.51

Fuente: "XII Censo de Población y Vivienda 2000, Resultados Preliminares", INEGI (datos calculados)

Nota: \* Incluye secundaria concluida, medio superior y superior

### 1.3.2.1 Proyección de población

El Programa de Desarrollo Urbano del Distrito Federal plantea la política demográfica de alcanzar en 20 años una tasa de crecimiento anual de 1.022 por ciento y una densidad bruta de 190 hab/ha. Con base en ello, se pretende que la delegación Xochimilco alcance una población de 433,954 habitantes en el año 2015, como se observa en la tabla 1.10.

**Tabla 1.10 Proyección de la población al año 2015**

<b>Año</b>	<b>Habitantes en la delegación</b>	<b>Habitantes en el Distrito Federal</b>	<b>Porcentaje con respecto al D.F.</b>
2000	368,798	8,591,309	4.3
2001	376,375	8,898,878	4.2
2003	384,107	9,220,661	4.2
2005	391,998	9,557,492	4.1
2007	400,051	9,910,163	4.0
2009	408,271	10,279,614	4.0
2011	416,658	10,666,847	3.9
2013	425,218	11,072,828	3.8
2015	433,954	11,498,578	3.8

Fuente: "XII Censo de Población y Vivienda 2000, Resultados Preliminares", INEGI (datos calculados)

**Tabla 1.11 Relación de colonias**

<b>No.</b>	<b>Colonia</b>	<b>Población</b>	<b>No.</b>	<b>Colonia</b>	<b>Población</b>
1	1ª. Secc. los Cerillos	1,272	25	Barrio Santa Crucita	1,795
2	Ampl. Tepepan	4,902	26	Barrio Xaltocan	17,309
3	Ampl. Nativitas	2,361	27	Bosques del Sur	1,768
4	Ampl. Nativitas la Joya	2,004	28	Calvequita	3,786
5	Ampl. San Marcos	16,983	29	Col. Del Carmen	4,793
6	Año de Juárez	2,220	30	El Arenal	691
7	Barrio la Planta	1,775	31	El Mirador	1,225
8	Barrio Belén	2,016	32	Fracc. Bosques Res. del Sur	5,065
9	Barrio Chapultepec	1,829	33	Fracc. Misiones de la Noria	2,388
10	Barrio el Rosario	3,515	34	Fracc. Paseos del Sur	1,768
11	Barrio Jazmin	2,165	35	Guadalupana	1,220
12	Barrio la Asunción	2,845	36	Guadalupita	3,829
13	B. la Concepción Tlacoapa	4,499	37	Huichapan	704
14	Barrio la Guadalupita	2,770	38	Jardines del Sur	9,678
15	Barrio la Santísima	2,804	39	La Cañada	2,795
16	Barrio las Cruces	80	40	La Concha	1,055
17	Barrio San Cristóbal	2,268	41	Las Peritas	1,179
18	Barrio San Esteban	4,674	42	Lomas de Tonalco	4,358
19	Barrio San Juan Centro	2,179	43	Los Morales	4,315
20	Barrio San Lorenzo	934	44	Oriente	1,064
21	Barrio San Pedro	17,851	45	Pedral de San Francisco	1,045
22	Barrio San Diego	2,424	46	Potrero San Bernardino	6,376
23	Pbo. Sn. Tlaxialtemalco	1,220	47	Progreso	518
24	Barrio San Marcos	12,852	48	Pueblo Nativitas	6,671

**Tabla 1.12 Relación de colonias (continuación)**

<i>No.</i>	<i>Colonia</i>	<i>Población</i>	<i>No.</i>	<i>Colonia</i>	<i>Población</i>
49	P. San Andrés Ahuayucan	613	74	Tierra Nueva	2,082
50	P. San Francisco Tlalnepantla	1,661	75	U. H. Loreto Y Peña Pobre	3,515
51	Pueblo San Lorenzo Atemoaya	2,452	76	Xochipilli	1,668
52	Pueblo San Mateo Xalpa	10,514	77	La Cebada San L. Tepepan	4,106
53	P. Santa Cecilia Tepetiapan	3,856	78	La Noria S. L. la Cebada Tepepan	1,472
54	P. Santiago Tepalcatlapan	9,767	79	Barrio 18	4,106
55	Pueblo Sta. Cruz Acalpixca	2,388	80	Cristo Rey	5,035
56	Quirino Mendoza	680	81	La Cebada Ejidos de Tepepan	1,768
57	Rancho Tejomulco	3,108	82	Pueblo San Luis Tlaxialtemalco	3,670
58	Rinconada del Sur FOVISSSTE	5,629	83	Tablas de San Lorenzo	3,075
59	San Antonio	4,556	84	U. H. Villa Xoch	1,041
60	San Bartolo el Chico	720	85	Unidad Nativitas	2,197
61	San Felipe	4,436	86	Barrio las Flores	797
62	San Gregorio Atiapulco	20,694	87	3ª. Secc. los Cerillos	1,797
63	San Isidro	1,022	88	Guadalupe	2,768
64	San Jerónimo	3,334	89	2ª. Secc. G. Pueblo Santa Cruz	2,232
65	San José Zacatepec	4,227	90	B. Sn. Juan Pbo. Sta. Acalpixca	761
66	San Juan Minas	2,706	91	San Juan Tepepan 1	7,733
67	San Juan Tepepan	23,015	92	San Juan Tepepan Club Alemán	3,863
68	San Lucas Xochimanco	10,253	93	San Juan Tepepan	1,438
69	San Sebastián	1,288	94	Huichapan 1	1,263
70	Santa Cruz Chavarrieta	1,384	95	Huichapan 2	1,041
71	Santa Inés	1,384	96	Barrio Caltongo	1,400
72	Santiaguito	529	97	Poligono 1	64
73	Texmic	677	98	Santa María Nativitas	5,179

Fuente: "Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Xochimilco, 1998". SDUV, GDF

**Faltan páginas**

**N° 27-46**



=

ALCANCES GEOTECNICOS

## II.1 ACTUAL PROBLEMÁTICA GENERAL DEL INMUEBLE

### II.1.1 División de la estructura en dos cuerpos

La estructura que comprende el inmueble del Actual Museo Arqueológico de Santa Cruz Acalpixca, presenta en la actualidad diferentes condiciones de comportamiento, lo que motivó a la realización de este estudio. La estructura se puede conceptualizar en dos partes;

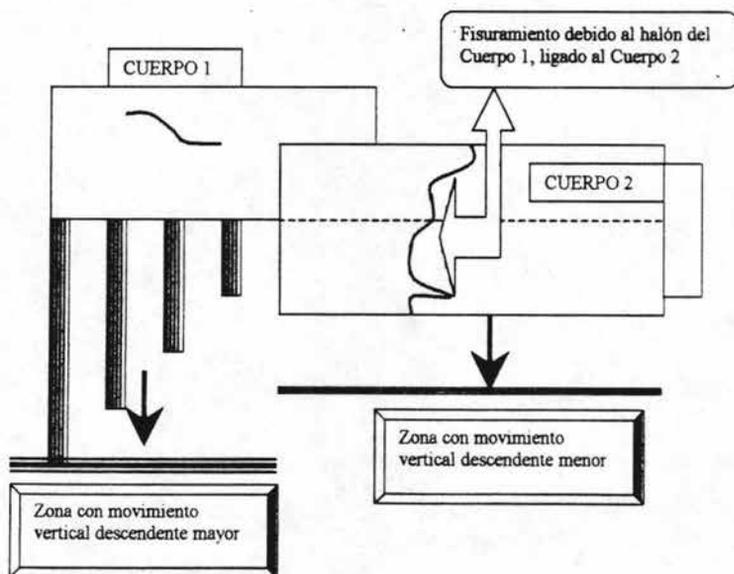
**Cuerpo 1** el que tiene la sala de Exposiciones actuales, y corresponde a la zona con un solo nivel, de doble altura y cimentado con 11 pilas de 1.0 m de lado, desplantadas a profundidades que varían de 5.7 a 3.0 m; el **Cuerpo 2**, es el que tiene la zona de la antigua alberca y su estructura es una galera de triple altura, con un cajón perimetral como cimentación y cuatro columnas intermedias de soporte.

### II.1.2 Fisuramiento en muros

La estructura presenta en diferentes partes, principalmente en la zona central, en lo que corresponde a la junta de los cuerpos 1 y 2, fisuras que tienen un desarrollo vertical, que son apreciables en los muros, principalmente los correspondientes al eje D, donde se aprecia prácticamente partido al muro en su parte exterior. El muro es de cantera aparente labrada del concreto que se repelló, y presenta en sus caras laterales oriente y poniente el efecto de fisuramiento vertical, pero que internamente no se aprecia, ya que fue sellado con yeso en toda el área; es importante resaltar que los muros que presentan fisuramientos, desde el tiempo en que fueron sellados con yeso, no han manifestado incrementos de fisuras en su interior, salvo excepciones, en que si se manifestaban microfisuras, menores de 0.1 mm, que si se permite la activación de ellos por medio de la temporada de lluvias, se manifestarán más aún y seguirán la trayectoria de las fisuras exteriores, que consideramos se encuentran aún activas.

### II.1.3 Fisuramientos en cimentación

La cimentación de la estructura en la zona del cuerpo 2, presenta fisuramientos hasta de 5 mm, con desarrollo vertical en el eje D, que corresponde a la unión de los dos cuerpos, por lo que se deduce que tanto la fisura del muro como de la cimentación corresponden a un mismo fenómeno, que es la tendencia de movimiento diferencial entre el Cuerpo 1 y el Cuerpo 2, de ahí que se interprete a dichas fisuras verticales como el efecto del acomodo del Cuerpo 1, tendiente a bajar en sus apoyos con pilas, deferencialmente a los del Cuerpo 2, en que el cajón se encuentra con un movimiento relativo mucho menor que el Cuerpo 1.



Es importante resaltar también que los fisuramientos son manifiestos en la estructura debido a una o a la combinación de las siguientes condiciones, mismas que se analizan en este estudio.

1. Cargas Diferenciales en cada uno de los Cuerpos.
2. Condiciones diferentes de apoyo de los cuerpos.

### 3. Variación del nivel del agua, con efectos diferentes en el apoyo de los cuerpos.

Es de resaltar que dichas fisuras se desarrollan en las juntas de ambos cuerpos y en el Cuerpo 1, por lo que se tiene en un principio que el efecto importante de movimientos lo está recibiendo dicho Cuerpo 1, de ahí que el enfoque de atención es a revisar esa condición de estabilidad tanto estructural como de cimentación.

#### II.1.4 Efectos del Fisuramiento

Es importante resaltar que toda la zona alrededor del Cuerpo 1, presenta hundimientos importantes en sus pisos, de ahí que se infiera que los hundimientos de la estructura no son debidos a las cargas diferenciales, por lo que se descarta en principio, no sin efectuar una revisión detallada de equilibrios, la condición No. 1, de las diferencias de las cargas en los cuerpos.

Las banquetas presentan hundimientos diferentes, respecto de la estructura, como sigue:

	DIFERENCIAL ( CM )	
<i>Cota media del Cuerpo 2, lado norte</i>	9.821 m	0.00
<i>Cota media del Cuerpo 2, lado sur</i>	9.823 m	0.20
<i>Cota media en el extremo 4-A del Cuerpo 1</i>	9.097 m	73.50
<i>Cota media de la banqueta junto a Cuerpo 1</i>	8.824 m	100.00
<i>Cota media del jardín frente al Cuerpo 1</i>	8.604 m	122.00

Se observa que el propio Cuerpo 2, no presenta asentamientos diferenciales, al nivel de sus pisos o banquetas, pero que a partir del eje D, hacia el Cuerpo 1, se presentan asentamientos muy fuertes en los pisos, de 73.5 cm, en la esquina de la banqueta, en el lado 4-A, sur-poniente, y hasta diferenciales de 100 cm, y 122 cm, respecto de los jardines, en su lado sur, mismos que se aprecian físicamente como hondonadas que no son uniformes, pero que si manifiestan baches, agrietamientos, y fisuras en banquetas, principalmente.

Dentro de los salones del Museo, se manifiestan solo fisuras pequeñas en los pisos de cerámica que se han colocado, aunque no es manifiesto, ni en muros, columnas o pisos, dichas fisuras como debería ser según los diferenciales.

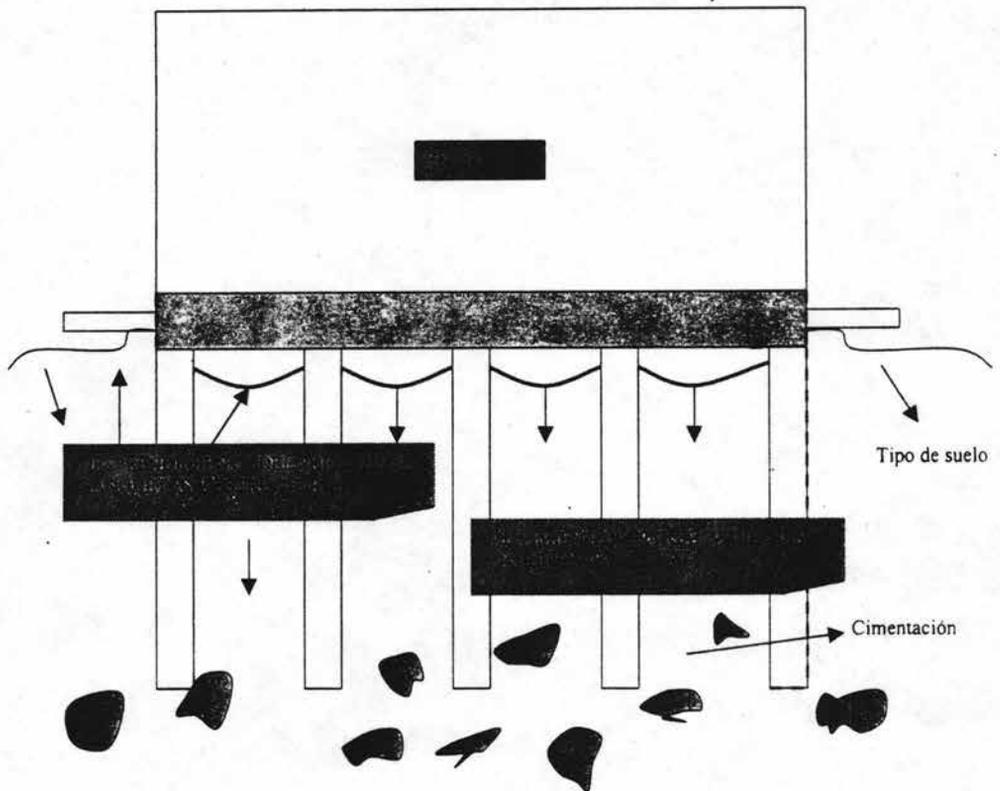
### **II.1.5 Efectos del hundimiento**

Los hundimientos diferenciales en los pisos alrededor del Museo, indican fuertes diferencias que por su movimiento independiente se alejan de los hundimientos que presenta la estructura, y su movimiento independiente provoca una ambientación no funcional entre la estructura y el suelo natural, ya que al tener dos condiciones de comportamiento diferentes, esto es un suelo plasto – elástico, y una estructura rígida, se disocian los comportamientos, y más aún cuando la estructura está descansando en un lecho de alta rigidez, como es el suelo donde descansan tanto las pilas como los muros de ambos cuerpos. El suelo entonces sigue un camino que la estructura no puede seguir y ocurre lo siguiente:

Caso 1. Suelo entre la estructura y la profundidad de las pilas.

Caso 2 Suelo bajo de las pilas o de los muros.

El Caso 1, es manifiesto por el enjuntamiento que tiene el suelo que se hunde, y se desprende si es posible, de la base de la estructura, entre la losa del Cuerpo 1. El suelo entonces adquiere libertad de movimiento al desprenderse de la losa, pero adherido en su cohesión con las pilas. Este movimiento del suelo, tanto en el Caso 1 como en el Caso 2, es debido a un fenómeno general que se presenta en todo el Valle de México, y en particular, en la zona de antiguos manantiales del Sur de Xochimilco y Nativitas, y es el caso de la variación volumétrica del suelo debido a un efecto de disminución de las aguas naturales, en sentido descendente, provocando que se "sequen" los suelos naturales de arcilla, limo y arena, disminuyendo por consiguiente su volumen original, manifestándose en hundimientos superficiales, que para el caso de los suelos en y alrededor del Museo es estrictamente cierto, por la evidencia física y los resultados que se tienen de la revisión de las condiciones del suelo sujeta a este tipo de variaciones.



La variación del suelo bajo las estructuras, verificado en este estudio, tiene una altura efectiva de 8 a 10 cm, lo que indica como diferencial un cambio volumétrico medio de 20.0 m<sup>3</sup>, que se perdieron solo bajo el Cuerpo 1, sin contar el efecto del hundimiento total que se tiene por hundimiento regional promedio en una determinada zona.

## II.2 TRABAJOS A DESARROLLAR EN CAMPO

Para Afinar los antecedentes descritos con anterioridad, se realizaron los siguientes trabajos en campo:

### II.2.1 Levantamiento Geométrico del Inmueble

Para este concepto, se llevó a cabo, con detalle, la medición de la geometría de la estructura en su conjunto, tanto en forma exterior como en su parte interior, efectuando el levantamiento de muros, columnas, trabes, castillos, en sus diferentes niveles y cuerpos, resumiendo lo siguiente:

Hasta el año de 1979, después de haber quedado inutilizada como Casa de Bombas, el actual Museo se adecuó como sigue:

**Cuerpo 1.-** Planta Baja; Mezanine; Azotea: **Cuerpo 2.-** Sótano y Azotea. A la fecha no se tiene ninguna información en planos que nos muestre ni la estructuración, ni los tipos de materiales utilizados en su construcción, por lo que se tuvo que realizar una serie de trabajos en la estructura para la definición de su geometría, y tipos de materiales, todo esto con el propósito de determinar tanto su distribución, como el peso de cada elemento y así definir las condiciones de comportamiento y equilibrio del sistema hacia el suelo.

Con los resultados de los levantamientos geométricos efectuados en toda la estructura se definieron su centro geométrico y su centro de gravedad, considerando a la estructura como un solo cuerpo, como sigue:

El sistema coordinado se consideró tomando al Eje 1, como el eje X-X y el eje A, como el Eje Y-Y, tomando el origen de coordenadas en el punto de coincidencia A-1.

**TABLA LG-1 DE CARGAS CONCENTRADAS EN COLUMNAS Y MUROS**

CUERPO 1		CUERPO 2	
COLUMNA	CARGA (TON)	MURO	CARGA (TON)
A-1; A-4	62.96	1 D-G; 4 D-G	217.84
B-1; B-4	45.11	G 1-2; G 3-4	77.28
C-1; C-4	44.52	G 2-3;	16.70
D-1; D-4	10.08	H 2-3;	60.61
		E-2; E-3	42.75
		F-2; F-3	36.01
<b>PESO CUERPO 1 = 325.4 TON</b>		<b>PESO CUERPO 2 = 825.0 TON</b>	
<b>PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA = 1,150.4 TON</b>			
CENTRO GEOMÉTRICO DE LA ESTRUCTURA;			
	Centro geométrico en sentido X-X;		Xg = 16.55 m
	Centro geométrico en sentido Y-Y;		Yg = 6.71 m
CENTRO GEOMÉTRICO DE LA ESTRUCTURA;			
	Centro de gravedad en sentido X-X;		XG = 19.50 m
	Centro de gravedad en sentido Y-Y;		YG = 6.73 m

Con esta primera información podemos observar que se tienen diferentes condiciones de equilibrio de la estructura, misma que, debida a la doble altura que tiene el Cuerpo 2, este jala a la estructura en ese sentido, con una excentricidad como sigue:

EXCENTRICIDADES POR CARGA EN LA ESTRUCTURA	
Excentricidad en sentido X-X	Exx = -2.955 m
Excentricidad en sentido Y-Y	Eyy = -0.024 m
MOMENTOS DE VOLTEO POR EXCENTRICIDADES	
Momento de volteo en sentido X-X	Mdx = -10.750 ton-m
Momento de volteo en sentido Y-Y	Mdy = -88.7 ton-m

Con lo anterior se observa que existe una fuerte tendencia de la estructura de movimiento cargado hacia el Cuerpo 2 en el sentido de las X-X, que para efectos de entendimiento, si se colocara a toda la estructura sobre un suelo uniforme, sin tomar en cuenta su reacci3n (gelatina por ejemplo), la estructura se voltear3a sin duda hacia el Cuerpo 2, ya que este tiene un peso del orden de 2.5 veces mayor al del Cuerpo 1, pero aqu3 se ve realmente un efecto de comportamiento que se muestra si se toma en cuenta que el equilibrio real no lo controla la geometr3a y las cargas de la estructura, sino las cargas y las reacciones del suelo; por lo que se tiene que los centros de reacci3n que la cimentaci3n provoca a la estructura, es la siguiente:

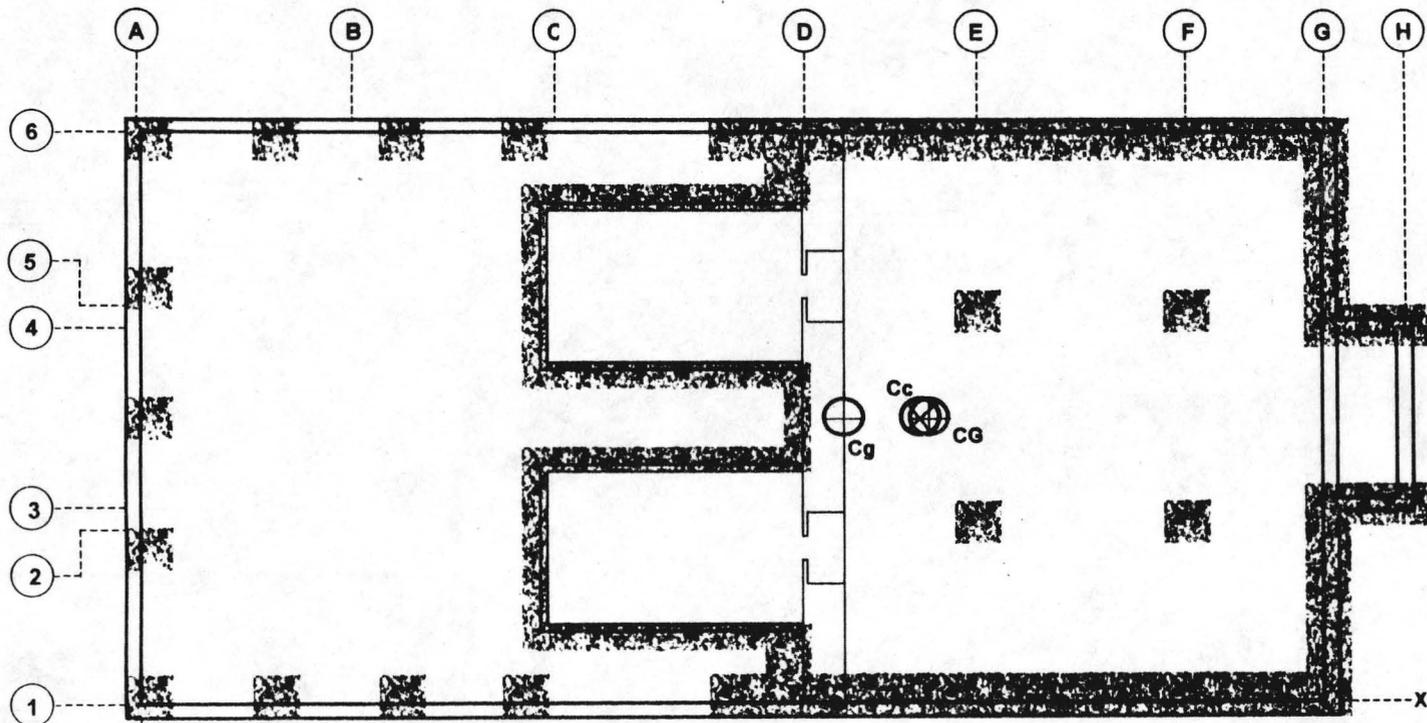
CENTRO DE REACCION DE LA CIMENTACION	
Centro de reacci3n en el sentido X-X	$X_c = 19.44 \text{ m}$
Centro de reacci3n en el sentido Y-Y	$Y_c = 6.74 \text{ m}$
EXCENTRICIDADES POR EFECTOS DE REACCION	
Excentricidad en sentido X-X	$E_{px} = 0.06 \text{ m}$
Excentricidad en sentido Y-Y	$E_{py} = 0.01 \text{ m}$

Aqu3 se observa que el equilibrio entre las cargas de la estructura y las reacciones de la cimentaci3n, tom3ndolas como si la cimentaci3n fuese infinitamente r3gida, no presenta realmente diferencias importantes de excentricidad entre las bajadas de carga de la estructura y las reacciones de la cimentaci3n, definiendo que en realidad est3n en perfecto equilibrio.

### II.2.2 Problem3tica de los hundimientos con base en las Cargas y Reacciones

Se puede suponer a priori, que los problemas de movimientos diferenciales y por lo tanto de comportamiento general de la estructura, no es debido a las condiciones de desequilibrio que presenta la estructura en su conjunto con la cimentaci3n, ya que estas est3n en casi completo equilibrio, sino que el efecto es debido a otro fen3meno diferente y es el generado por el ambiente exterior a las pilas, esto es a la masa del suelo en que se apoyan los cimientos de la estructura y no a los elementos r3gidos que forman los mismos cimientos.

# CENTROS GEOMETRICOS, DE GRAVEDAD Y DE REACCION



**Cg** CENTRO GEOMETRICO  
 $X_g = 16.55 \text{ m.}$   
 $Y_g = 6.71 \text{ m.}$



**CG** CENTRO GRAVIMETRICO  
 $X_G = 19.50 \text{ m.}$   
 $Y_G = 6.73 \text{ m.}$



**Cc** CENTRO DE REACCION DE CIMENTACION  
 $X_c = 19.44 \text{ m.}$   
 $Y_c = 6.74 \text{ m.}$



MUSEO ARQUEOLOGICO, SANTA CRUZ ACAPULIXCA

En principio se prevé que los problemas de movimientos que se tienen son debidos a los cambios volumétricos que sufrió o esta sufriendo la masa de suelo bajo los cimientos de la estructura, afectados principalmente bajo las pilas del Cuerpo 1 con mayor efecto que los desarrollados bajo el Cuerpo 2, ahora si, tomando en cuenta el efecto de rigidez del suelo y agregándole la compensación que tiene la fosa del Cuerpo 2, donde vemos que la parte más crítica la tiene ahora el Cuerpo 1.

### II.2.3 Estructuración de los Cuerpos 1 y 2 del Museo

**Cuerpo 1;** Planta Baja, Mezanine y Azotea, de forma casi cuadrada (15.37 x 13.46 m), estructurado por medio de marcos de concreto en un sentido transversal, constituidos por columnas y traveses, y en el otro sentido se aprecian las columnas confinadas con los Muros de mampostería de piedra.

**Cuerpo 2;** Consta de Sótano, Planta Baja (pasillos) y Azotea; Esta parte contempla un muro perimetral del Nivel de Sótano hasta el nivel Azotea, en su parte central cuenta con cuatro columnas de concreto que forman dos marcos en dos direcciones, ligados con traveses de concreto, dichos marcos se desplantan en el sótano y terminan en el nivel de Azotea.

La consecuencia evidente que tienen los movimientos diferenciales en los Cuerpos 1 y 2, es los desplomos que presentan los elementos verticales, como muros y columnas, en donde se aprecian diversas fisuras y grietas de diferentes anchos, variando desde uno a varios milímetros. En su interior, la estructura no manifiesta daños, ya que el edificio fue sometido a trabajos de mantenimiento tales como aplanados, resanes de muros, pintura y cambio de pisos, por lo que no es posible observar si los daños que se presentan en el exterior se manifiestan en su interior. El grado de seguridad que se tiene en el inmueble es adecuado, ya que en su reestructuración se observan muros con espesores importantes, además de que los daños que se presentan no han afectado todavía elementos estructurales importantes, sin embargo será necesario atender debidamente esta estructura para evitar que se siga dañando.

Una vez que se realizaron los trabajos de exploración se concluyó lo siguiente:

- ⊕ Los Cuerpos 1 y 2 están ligados estructuralmente entre si y en su cimentación.
- ⊕ En ambos cuerpos su estructura principal está formada por muros de carga hechos de bloques de concreto reforzados a cierta distancia con contrafuertes que simulan columnas, los cuales únicamente están formados por concreto sin reforzar y que están localizados en lugares donde descansan algunas trabes, dichos contrafuertes no están en toda la altura del edificio (Cuerpo 1).
- ⊕ La disposición de los muros con lo que se cuenta es variada, ya que en el Cuerpo 1 se tienen espesores de hasta 40 cm, en otros lados de 17 cm y en otros se cuenta con muros dobles mientras que en el Cuerpo 2 se tienen perimetralmente muros de 17 cm de espesor.
- ⊕ Su sistema de cubierta es de losas de concreto apoyadas en trabes y directamente en los muros perimetrales (Cuerpo 1).
- ⊕ En el Cuerpo 2 el sistema de cubierta que también es de losas macizas de concreto, están apoyadas en cuatro columnas que forman dos marcos en dos direcciones ortogonales.
- ⊕ Sin embargo la cimentación de estos dos cuerpos es diferente, ya que estaban destinados a diversos usos.
- ⊕ Cimentación del Cuerpo 1; consistente en una trabe perimetral que recibe las cargas por medio de los muros de mampostería y a su vez esta trabe esta apoyada en pilas de concreto a profundidades del orden de 5.7 m, hasta 3.0 m.
- ⊕ Cimentación del Cuerpo 2; consistente en un muro perimetral, que hacia las veces de tanque de captación de agua, pero que ahora se puede considerar como cajón de cimentación, con muros de espesores mínimos de 1.0 m y desplantados a una profundidad media de 4.5 m.

## II.2.4 Levantamiento Topográfico General

Se llevó a cabo el levantamiento topográfico de la estructura y de todo el predio en general, con la finalidad de conocer cual es la condición actual de los niveles en planimetría y altimetría que se tienen tanto en la estructura como en las banquetas, jardines y la barda de colindancia, así como sus anexos, y vegetación existente. Para tal efecto se utilizaron los siguientes equipos:

### EQUIPOS DE MEDICION

- Lineal      1 Juego de estaciones Vía Satélite G.P.S. Banda lateral Trimble Navigation.  
              1 Distanciómetro electrónico de rayos infrarrojos para la medición de distancias, marca Wild Modelo DI 3S. Precisión 5 mm, dentro de un rango de 2 Kms. Con sus respectivos prismas.
- Angular     1. Teodolito Marca Wild Modelo T2 E, con precisión angular de 1".  
              1. Juego de señales para poligonación de precisión.
- Nivelación   1 Nivel Modelo N-2 Marca Wild. Precisión 5 mm.
- Posicionamiento 1 Estadal de mira de alta precisión.

### RESULTADOS OBTENIDOS

Con la información topográfica obtenida, se detallaron los diferentes niveles que presenta actualmente la estructura, así como la corroboración de los movimientos diferenciales, existentes en estructura y banquetas, así como los desniveles de terreno natural, detectando con esto incluso la geometría con curvas de nivel de los huecos que presenta el Cuerpo 1, bajo su piso actual. De igual forma se definieron las deformaciones angulares que presenta la estructura por efectos de movimientos verticales,

así como los desplomos que se tienen según las referencias verticales, indicando el desplazamiento actual de los Cuerpos 1 y 2, y sus respectivas zonas de tensión crítica.

Con la información anterior, se precisan en general los siguientes datos del predio y estructuras:

Área total del predio	= 6,698.83 m <sup>2</sup>
Perímetro total del predio	= 347.64 m
Area total de la estructura del Museo	= 420.16 m <sup>2</sup>
Perímetro total de la estructura del Museo	= 93.00 m
Diferencial máximo en estructura, en el sentido longitudinal del Museo	= 14.0 cm
Diferencial máximo en estructura, en el sentido transversal del Museo	= 1.0 cm
Diferencial máximo en los pisos , en el sentido longitudinal del Museo	= 70.0 cm
Diferencial máximo en los pisos, en el sentido transversal del Museo	= 80.0 cm
Cota Media, SNM, del banco de nivel, de referencia 10.000;	Y = 2,128,208.115 m X = 491,688.518 m Z = 2,248.887 m
(El banco de nivel se localiza sobre la calle posterior del museo, frente al zaguán y se le asignó la cota 10,000.00)	
Cota Media, SNM, de la antigua casa del vigilante (1904)	Y = 2,127,977.428 m X = 491,688.860 m Z = 2,258.820 m
(Localizada sobre el acueducto, y actualmente es Capilla)	
Cota Media, SNM, de el espejo de agua, del Canal de Sta. Cruz	Y = 2,128,284.30 m X = 491,610.75 m Z = 2,240.86 m
(El banco de nivel se localiza sobre la calle posterior del museo, frente al zaguán y se le asignó la cota 10,000.00)	

Nota: todas las coordenadas topográficas son referencias (UTM; Universal Transversal Mercator), y pertenecen a la zona 14

Desplomos de estructura:

Lado Sur (Cuerpo 1)	= 8.2 cm (hacia el sur)
Lado Oriente (Cuerpo 1)	= 2.7 cm (hacia el oriente)
Lado Poniente (Cuerpo 1)	= 2.0 cm (hacia el poniente)
Lado Oriente (Cuerpo 2)	= 4.9 cm (hacia el poniente)
Lado Poniente (Cuerpo 2)	= 4.0 cm (hacia el poniente)
Lado Norte (Cuerpo 2)	= Plomo Vertical.

Por medio de la topografía del sitio, se estima un desnivel del orden de 1.0 m, del jardín del lado norte del inmueble, al jardín del lado sur del mismo, de ahí que si hacemos una traza perimetral, alrededor del Museo, con un perímetro ampliado de 5.0 m por lado, se estaría hablando de una cantidad de 400 m<sup>3</sup>, que se requerirían para restituir los patios alrededor del museo, incluyendo el relleno interior del Cuerpo 1, de ahí que en principio la topografía nos arroja datos importantes para entender como ha sido la evolución de la variación volumétrica del suelo por efectos del cambio de humedad.

## II.3 ANALISIS Y DISEÑO GEOTÉCNICO DE LAS CIMENTACIONES

### II.3.1 Cimentación Existente

La cimentación de la estructura está constituida como sigue:

#### Cuerpo 1.

Cimentación por medio de 11 pilas de 1.0 m x 1.0 m de sección y longitudes variables entre 3.0 m y 5.7 m apoyadas en un lecho artificial formado por suelos limo arenosos, con pedacería de basalto; la distribución de las pilas es como sigue:

Ubicación	Longitud de las Pilas	Cota media de desplante	Número de pilas
Eje A	5.7 m	-7.00	5
Eje A-B	4.8 m	-6.10	2
Eje B	3.9 m	-5.20	2
Eje C	3.0 m	-4.30	2

#### Cuerpo 2.

Cimentación perimetral; mediante muros, de 1.2 m de espesor medio y desplantados a una cota media estimada en -4.50 m. La longitud total del muro de cimentación es de 48.5 m, distribuidos por medio de dos muros longitudinales de 17.5 y un muro cabecero.

Adicional se tienen cuatro pilas de cimentación, que parten de la base del cajón y se desarrollan como sigue:

Ubicación	Longitud de las Pilas	Cota media de desplante	Número de pilas
Eje E	1.0 m	-5.33	2
Eje F	1.0 m	-5.33	2

El número total de pilas es de 15, distribuyéndose, 11 en el Cuerpo 1 y 4 en el Cuerpo 2.

Se efectuó un análisis para definir tanto la Capacidad de Carga y los hundimientos, en cada cuerpo, considerando una geometría propuesta en base a las dimensiones que se identifican en el plano **LO-1**.

### **II.3.2 Cimentaciones con losa corrida**

#### **Cimentaciones con losa corrida:**

##### **Cuerpo 2**

Se efectuó un análisis de la cimentación de apoyo del cajón, de la zona del tanque, misma que se considera como complementaria de la carga que toman tanto las pilas como los muros perimetrales, y que en su conjunto, impiden el movimiento del Cuerpo2.

##### **Capacidad de carga**

La capacidad de carga se analizó para la condición de apoyo superficial en toda la estructura con la información obtenida para la zona de la fosa, con las propiedades que proporcionó cada sondeo de muestreo alterado tipo SPT.

La resistencia al corte  $C$  obtenida con los sondeos de penetración estándar, se obtuvo aplicando la siguiente relación.

$$C = 2.5 N_{30} / N_k$$

Donde:  $N_{30}$  = Lectura de la resistencia de penetración estándar para los 30 cm intermedios de penetración.

$N = 20$  para suelos arenosos y  $15$  para suelos arcillosos (adimensional)

Se define la Capacidad de Carga de cada estructura a diferentes profundidades como se muestra en la siguiente expresión.

$$q_u = (C N_c + \sigma_0 N_q + 0.5 \gamma B^* N_\gamma) (C_r + 0.1) \quad 1)$$

Donde:

- $q_u$  Capacidad de carga última
- $\sigma_0$  Esfuerzo efectivo al nivel de contacto de cimiento con el suelo
- $\gamma$  Peso volumétrico del suelo arriba del nivel de desplante de la losa
- $N_c, N_q$  y  $N_\gamma$  Factores de capacidad de carga que dependen del ángulo de fricción interna del suelo bajo el cimiento
- $C_r$  Consistencia relativa del suelo, definida en función de los límites de consistencia del suelo bajo el cajón.

Sustituyendo términos se tiene que para las diferentes profundidades, la capacidad de carga resulta como sigue:

**La capacidad de carga se analizó para diferentes profundidades, desde 3.5 m, hasta 4.5 m. Si se requiere su valor, hay que referirse a la Memoria de cálculo y verificarse la capacidad de carga al final de la tabla para cada profundidad requerida.**

Para efectuar el diseño de la cimentación superficial de cada estructura, se propone hacer lo siguiente:

#### **Pasos para el diseño de los muros, como zapatas corridas**

- a) Definir el peso total que descarga al muro específico ( $W_t$ ) al nivel de la cimentación.
- b) Ubicar dicha estructura con el sondeo que le quede más cercano según la tabla de Memoria de cálculo, y definir su capacidad de carga ( $q_u$ ) para el estrato I.
- c) Determinar en la base del muro, la longitud de todos los ejes principales en ambos sentidos, y sumarlos ( $L_t$ ).
- d) Se propone un ancho de cimentación ( $B$ ), para las zapatas corridas.
- e) El factor de seguridad que resulta de lo anterior, se deberá estimar como sigue:

$$F.S. = q_u * L_t * B / W_t > 3$$

Se deberá checar con criterio cada diseño, variando cada vez el valor de B, para que el factor de seguridad sea mayor de 3.

### II.3.3 Cimentaciones profundas

#### Pilas

Se aplica como criterio para estructuras que presenten condiciones tales como:

- Pesos muy elevados, en que los factores de seguridad para cimentaciones superficiales sean menores a 3.
- Condiciones en que los hundimientos diferenciales sean mínimos.

#### Capacidad de carga

La capacidad de carga se analizó de igual manera que en el caso de las cimentaciones superficiales, considerando exclusivamente su capacidad de punta; en la memoria de cálculo se presenta además el análisis considerando capacidad por fricción.

$$q_u = (C_{Nc} + \sigma_0 N_q) (D_r + 0.1) \quad 2)$$

Se efectuó la revisión de estas capacidades de carga considerando la misma expresión anterior encontrando lo siguiente:

#### CAPACIDADES DE CARGA PARA DISEÑO DE PILAS, DESPLANTADAS A DIFERENTES PROFUNDIDADES

PROFUNDIDAD	Capacidad de carga última
m	Ton/m <sup>2</sup>
3.0	92.3
5.7	92.7

Se observa para el caso analizado que se registraron capacidades de carga promedio de 92 ton /m<sup>2</sup>.

## Pasos para el diseño de pilas

### Revisión por efectos de capacidad de punta

- Definir el peso total de la estructura y la transferencia de carga a cada pila.
- Ubicar dicha pila en el sitio con las propiedades que le corresponden según su apoyo.
- Se propone un diámetro de pila ( $D$ ), entre 0.9 y 1.8 m y un número de pilas mínimo ( $n$ ), que puedan distribuirse bajo la estructura.
- El factor de seguridad que resulta de lo anterior deberá ser mayor de 3 y se podrá definir como sigue:

$$\text{Factor de seguridad considerando solo punta } F.S. = q_u * A_p * n / W_t$$

Donde  $A_p$ , es el área transversal de la pila  $A_p = \pi * D^2 / 4$

Ejemplo: Carga transmitida a pilas = 30.52 ton

Peso de la pila = 13.7 ton

Se define cual es la capacidad de carga, según los análisis anteriores, teniendo que es de 92.7 ton/m<sup>2</sup>.

El factor de seguridad para la pila es

$$F.S. = 92.7 * (1.0) * 1.0 / (30.52 + 13.7) = 2.09 < 3$$

Este resultado no cumple la condición de estabilidad por punta de la pila, por lo que deberá revisarse la fricción como sigue:

### Revisión por efectos de fricción lateral

Como el F.S. resultó menor de 3, deberá revisarse la Fricción lateral (FL) de la pila, con la siguiente expresión:

$$Q_f = \Delta L * \tau \quad (4)$$

$\Delta L$  = Perímetro \* longitud

$\tau$  =  $c + \sigma \tan \phi$

$\sigma$  = Esfuerzo efectivo al nivel de la base de la pila.

$\phi$  = Angulo de fricción interna del suelo.

Para nuestro caso:

**TABLA FRICCIÓN LATERAL DE LA PILA**

<b>Sondeo de penetración No. 1</b>								
<b>Estrato</b>	<b>Prof. de pila</b>	<b>D (m)</b>	<b>Perímetro (m)</b>	<b>ΔL (m)</b>	<b>c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>σ (ton/m<sup>2</sup>)</b>	<b>φ</b>	<b>Qf (ton)</b>
IV	3.0	1.0	4.0	12.0	0.2	9.8	5	34
VI	5.7	1.0	4.0	22.8	0.3	11.42	5	91

El Factor de seguridad considerando fricción es el siguiente:

**PILA A 3.0 M**

$$\text{F.S.} = (92.7 + 34) / (30.52 + 13.7) = 2.86$$

**PILA A 5.7 M**

$$\text{F.S.} = (92.7 + 91) / (30.52 + 13.7) = 4.15$$

El factor de seguridad final considerando la fricción, para la pila analizada se estimo como sigue:

$$\text{F.S.} = (q_u * A_p * n + Q_f * n) / W_t$$

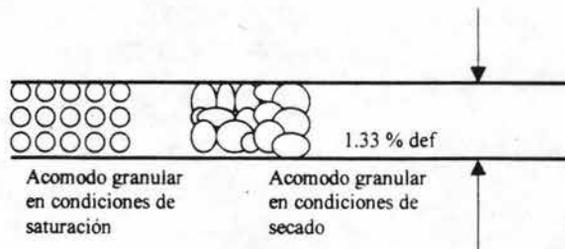
### II.3.4 Movimientos verticales

Existen dos tipos de movimientos generados en la estructura;

#### a. Asentamientos por cambio volumétrico, por abatimiento del nivel de agua

se efectuó un estimado de la variación volumétrica del suelo, por efectos del cambio por saturación, considerando a los suelos granulares o rellenos colocados cuando se construyó el Museo, y cambios efectuados en el suelo natural, bajo las cimentaciones, y que también ya están sufriendo modificación por el abatimiento del agua más debajo de ese nivel.

El abatimiento del agua varió desde 1904 en el nivel  $-1.0$  m, al nivel  $-7.5$  m en el año de 1979, por lo que sufrió en un lapso de 75 años un decremento de  $6.5$  m, que para efectos de tipos de rellenos se tiene, en ese lapso, un decremento de volumen de suelos granulares, de  $8.0$  cm, en  $6.5$  m, por lo que se está teniendo en ese período de tiempo, de la cota  $-1.5$  m que es la superficie medida del suelo bajo de la losa del Cuerpo 1, al nivel  $-7.5$  m, una altura de  $6.0$  m efectiva de decremento por saturación, con un porcentaje efectivo de  $8/600 = 1.33\%$  de deformación real de la masa de suelo granular formado por boleos y gravas empacadas en arena; esta deformación corresponde al siguiente esquema:



El Espesor de material compresible, bajo el Cuerpo 2, es del nivel  $-4.7$  m, al nivel  $-7.5$  m, de ahí que se tenga un diferencial de  $2.8$  m de suelo sujeto a los cambios de humedad, y que aplicando el  $1.33\%$  de deformación lineal vertical, se tendrán entonces asentamientos de  $3.7$  cm, de ahí que se tenga una diferencia total, entre el Cuerpo 1 y el Cuerpo 2 de  $4.3$  cm, que aplicado al extremo de apoyo de los dos cuerpos, que tienen una longitud medida en el eje A y el eje D, de  $15.37$  m, se tiene una distorsión provocada de  $4.3/1537 = 0.0028$ , que si se manifestara en efectos de hundimientos de la estructura, el hundimiento del Cuerpo 2 presenta una distorsión real del  $0.0078$ , esto es que por efectos reales de hundimientos de las pilas se tienen asentamientos mayores en una magnitud de  $2.78$  veces más, que los generados por deformación del suelo por efectos de cambio de saturación.

Lo anterior significa que si le atribuimos a los hundimientos por cambio volumétrico parte de la deformación que presenta la estructura, y el restante se lo dejamos al peso propio de la estructura, apoyada sobre las pilas y deformando al suelo, tendríamos lo siguiente:

Asentamiento por cambio volumétrico del suelo, por disminución de saturación

$$\delta_s = 4.84 \text{ cm}$$

Asentamientos por efectos del peso de la estructura y las pilas

$$\delta_c = 8.66 \text{ cm}$$

Total de asentamientos en el Eje A

$$\delta_e = \delta_s + \delta_c = 13.5 \text{ cm}$$

Que son los asentamientos reales presentados en la estructura y que provocaron agrietamientos en todo el Cuerpo 1.

### **a. Asentamientos elásticos**

El asentamiento bajo carga estática de la cimentación  $\delta$ , se evalúa con la suma del asentamiento elástico inmediato  $\delta_e$ .

$$\delta c = \delta e$$

es decir:

$$\delta e = \sum ( B \cdot I_f(1-v^2) / E ) \Delta \sigma \quad (4)$$

donde:

- E = Módulo de rigidez secante en ensaye triaxial al nivel de esfuerzos de trabajo (kg/cm<sup>2</sup>).
- $\Delta \sigma$  = Incremento medio de esfuerzos en el estrato, en (kg/cm<sup>2</sup>).
- B = Semi ancho de la cimentación (cm)
- S = Factor de forma que para cimientos circulares es igual a 1.0 y para cimientos rectangulares, el valor de  $I_f$  depende de la relación largo (L) a ancho (A), y su magnitud varía entre 1.0 y 2.0, de zapatas cuadradas a zapatas corridas con relación L/A = 10 respectivamente.

Tomado en cuenta las cargas, las características geométricas de la cimentación y aplicando las ecuaciones anteriores, tenemos que el asentamiento máximo es:

- Carga considerada = 62 ton
- Sección considerada = 1.0 m<sup>2</sup>
- Presión considerada = 62.0 ton/m<sup>2</sup>

Aplicando términos en cada caso, en que el ancho B = 0.5 m.  $I_f = 1.0$ ;  $v = 0.25$ ;

E = se estima con la deformación ( ton/m<sup>2</sup>);  $\Delta \sigma = 62$  ton/m<sup>2</sup>, tenemos que el hundimiento generado total por la pila es de

$$\delta c = \delta e = 8.7 \text{ para un } E = 335 \text{ ton / m}^2$$

Que coincide para suelos del tipo limo arcilloso; esto es que según los resultados de los hundimientos, la pila está siendo influenciada por suelos blandos, en su apoyo. Al menos que la falla general en el Cuerpo 1 se deba a hundimientos por acomodo

granular de arena exclusivamente, para lo cual, se tendría que aplicar el criterio de falla local por penetración de pila en suelos granulares no confinados.

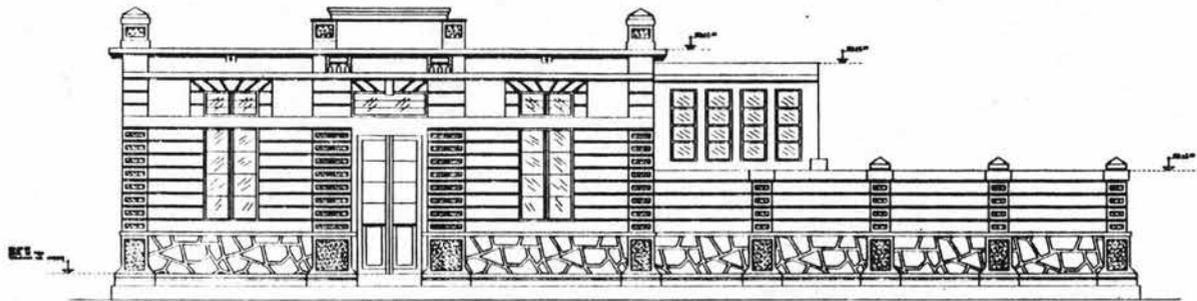
Por lo anterior, y bajo cualquier criterio de trabajo de las pilas, es conveniente que se disminuyan las presiones de trabajo de éstas, colocando un muro apoyado en zapatas, que ayude a redistribuir las cargas del eje A en el Cuerpo 2, a una presión mucho menor de la actual, de 62 ton/m<sup>2</sup>, en una esquina de la misma;

### **Justificación del muro nuevo en el Eje A**

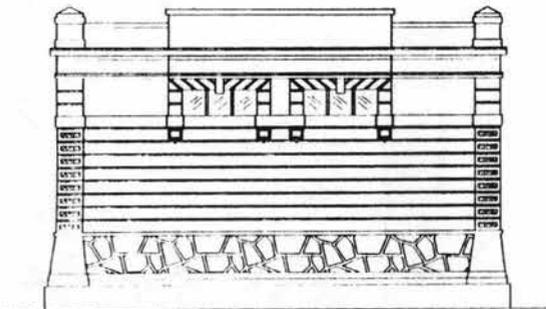
La presión que se puede disminuir colocando un muro corrido entre el eje 1 y el 4, es la siguiente:

Area actual de apoyo, de las cuatro pilas	=	4.0 m <sup>2</sup>
Area total, del muro en el Eje A	=	14.2 m <sup>2</sup>
Area total nueva, en el Eje A	=	18.2 m <sup>2</sup>

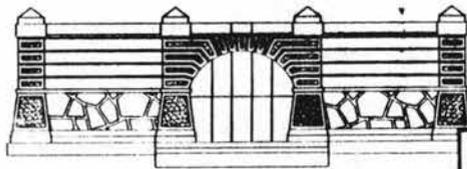
Para una carga de 126 ton en el eje A, con un área total de 18.2 m<sup>2</sup>, se tiene una presión de 6.9 ton/m<sup>2</sup>, esto es que linealmente se tendrán, para las mismas consideraciones de trabajo de la estructura del Cuerpo A, asentamientos futuros de  $6.9/62 * 8.7 = 0.97$  cm; esto es que para una condición de trabajo normal, con el nuevo muro, se disminuiría el efecto de hundimiento hasta en un 90 % , esto es que se controlaría con esto a las nuevas deformaciones que se presentarían.



FACHADA PONIENTE Y ORIENTE



FACHADA SUR



FACHADA NORTE

**NOTAS GENERALES**

1. VOLUMEN DE OBRAS
2. SE DEBE LEER EN ORDEN DE NUMEROS
3. MATERIALS Y METODOS
4. SE DEBE LEER EN ORDEN DE NUMEROS

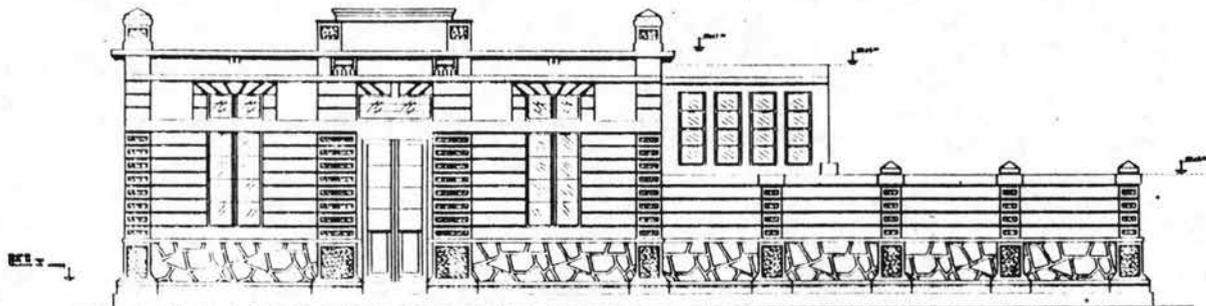

**INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS**  
 GENERAL DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

DIVISIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS  
 SECCIÓN DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

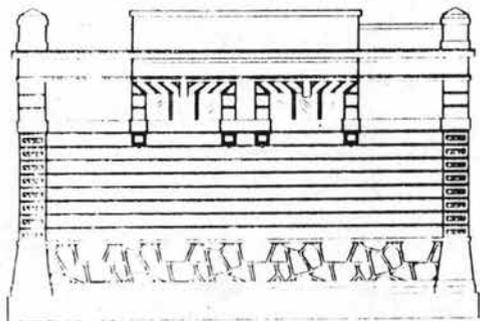
**LEYENDA DE SÍMBOLOS Y ACRÓNIMOS**

ESTADO	ESTADÍSTICA	CENSOS	OTROS
ESTADÍSTICA	CENSOS	OTROS	OTROS

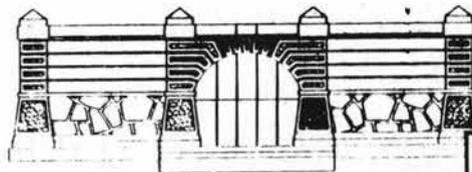
DE ESTADÍSTICA Y CENSOS



FACHADA PONIENTE Y ORIENTE



FACHADA SUR



FACHADA NORTE

**NOTAS GENERALES**

- VERIFICAR SI EL TERRENO ES PLANO O SI HAY QUE HACER UN TERRENO PLANO.
- HACER UN PLAN DE ALICATADO.
- VER SI HAY QUE HACER UN TERRENO PLANO.
- HACER UN PLAN DE ALICATADO.

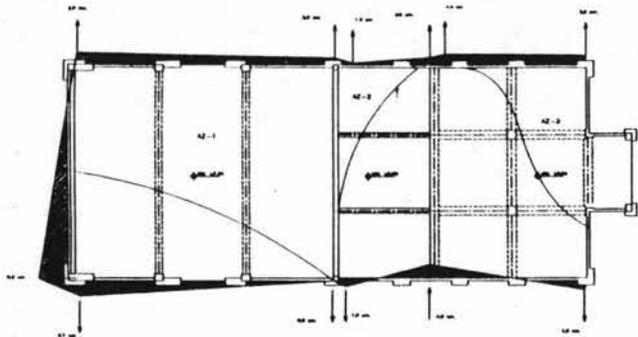


PROYECTO DE LEY DE LA REPÚBLICA DE CUBA

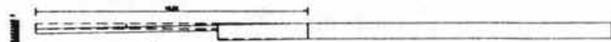
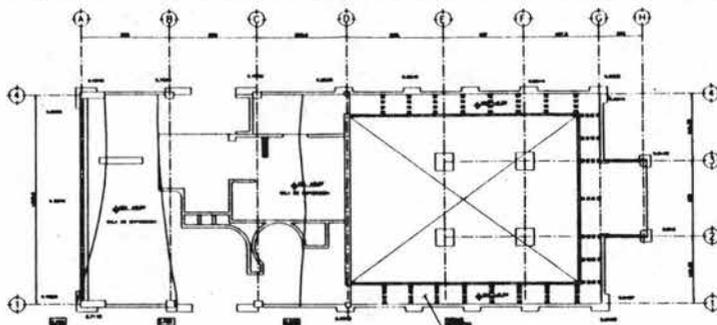
LEY DE LA REPÚBLICA DE CUBA

PROYECTO DE LEY	LEY
PROYECTO DE LEY	LEY

PROYECTO DE LEY DE LA REPÚBLICA DE CUBA

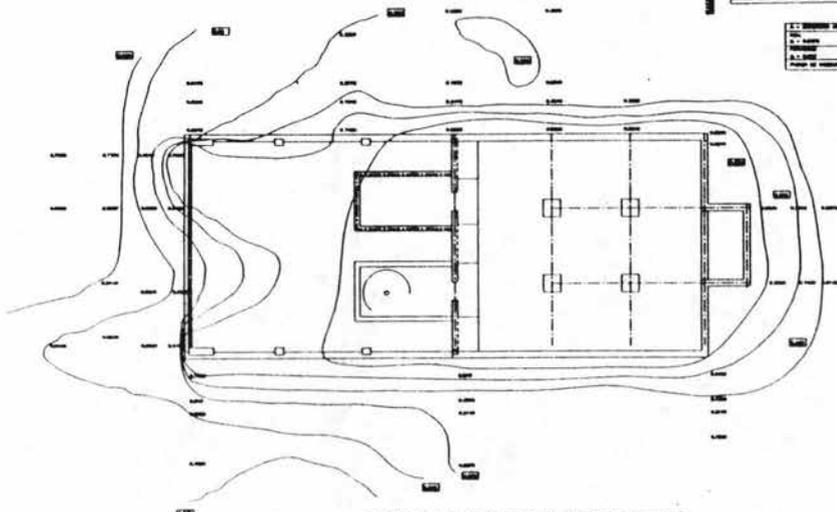


DESPLIEGOS MEDIDOS A LA ALDURA DE AZOTEA



E.L. NIVEL MIDE	
DEL	
A.L. MIDE	
DEL	
AL	

ESTACIONES PLANIMÉTRICAS DE LA RED DE CIMENTOS EN SITIO LOS CAJONES, BARRIO-200



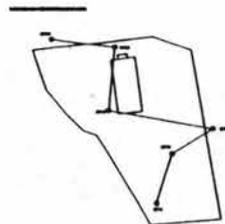
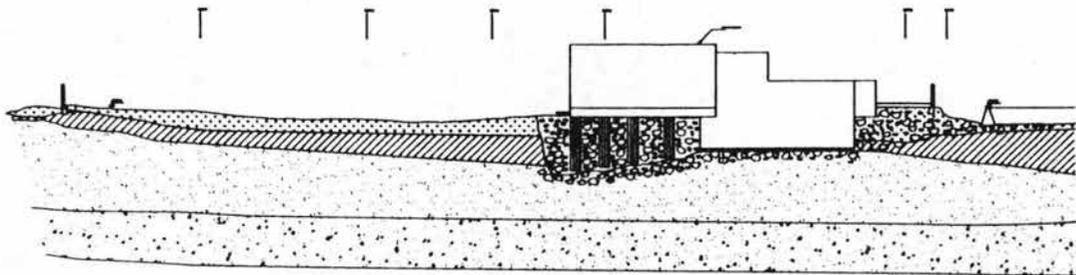
CURVAS DE NIVEL EN PLANTA BAJA, BANQUETAS Y JARDINES

NOTAS GENERALES

- 1. DESPLIEGOS MEDIDOS A LA ALDURA DE AZOTEA
- 2. LAS LINEAS DE NIVEL SON DE 0.50 METROS DE INTERVALO Y LAS COTAS DE NIVEL SON EN METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR EN EL OCEANO PACIFICO.
- 3. LAS LINEAS DE NIVEL SON DE 0.50 METROS DE INTERVALO Y LAS COTAS DE NIVEL SON EN METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR EN EL OCEANO PACIFICO.
- 4. LAS LINEAS DE NIVEL SON DE 0.50 METROS DE INTERVALO Y LAS COTAS DE NIVEL SON EN METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR EN EL OCEANO PACIFICO.

 INSTITUTO VENEZOLANO DE PLANEACION URBANA Y CONSTRUCCION DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION URBANA Y CONSTRUCCION	
TITULO: <b>PROYECTO DE PLANEACION URBANA Y CONSTRUCCION DEL AREA DE DESARROLLO URBANO EN EL SITIO LOS CAJONES, BARRIO-200</b>	
OBJETIVO: <b>ELABORACION DEL PROYECTO DE PLANEACION URBANA Y CONSTRUCCION DEL AREA DE DESARROLLO URBANO EN EL SITIO LOS CAJONES, BARRIO-200</b>	
<b>DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION URBANA Y CONSTRUCCION</b> <b>SECRETARIA GENERAL</b>	
DIRECTOR GENERAL:	VICEDIRECTOR GENERAL:
JEFE DE AREA:	ASISTENTE TECNICO:
FECHA:	LUGAR:
ESCALA:	OBSERVACIONES:



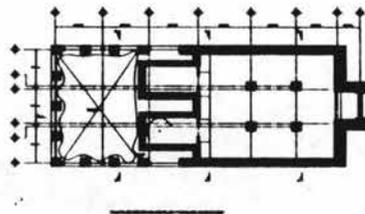
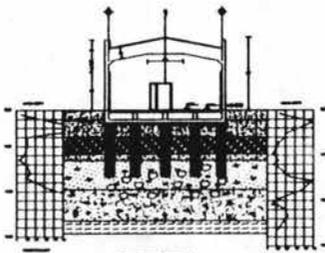
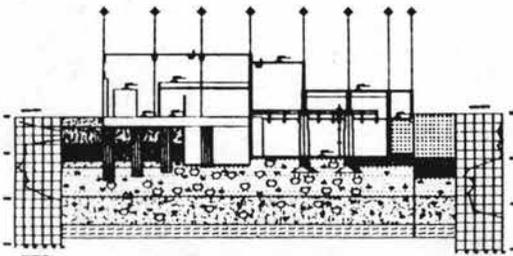


NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47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

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

**NOTAS GENERALES**

- 1. EL DISEÑO DE ESTE PROYECTO ES SOLO PARA LOS EFECTOS DE REFERENCIA.
- 2. LAS OBRAS DEBEN SER HECHAS DE ACUERDO A LOS DISEÑOS DE DETALLE.
- 3. EL PROYECTO NO GARANTIZA LA DURACION DE LA OBRA.
- 4. LAS OBRAS DEBEN SER HECHAS DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO.
- 5. EL DISEÑO NO GARANTIZA LA DURACION DE LA OBRA.



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE SAN MARCOS</b> INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS CENTRO SUR			
TÍTULO: <b>PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL CENTRO SUR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE SAN MARCOS</b>			
AUTOR: <b>ING. JOSÉ ANTONIO GARCÍA</b>			
<b>INTERPRETACION ESTADÍSTICA GENERAL</b>			
N.º: <b>01</b>	ESCALA: <b>1:50</b>	FECHA: <b>10/01/2010</b>	HOJA: <b>01</b>
AUTORIZADO: <b>ING. JOSÉ ANTONIO GARCÍA</b>		REVISADO: <b>ING. JOSÉ ANTONIO GARCÍA</b>	
<b>NO SEVEN REPRESENTATIVO</b>			

### III.- DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO

#### III.1 CONDICIONES GEOTECNICAS DEL SITIO

##### III.1.1 Características geológicas

De acuerdo a la zonificación, desde el punto de vista estratigráfico, el Distrito federal presenta tres tipos de zonas:

- *Lomas*, conformada por gravas, arenas, bloques, basaltos y piroclásticas.
- *Transición*. Conformada por arcilla; arena y grava.
- *Fondo de lago*, conformada por tobas, limos, arcillas y arenas finas.

En la tabla 3.1 se presentan los principales materiales localizados superficialmente en la delegación Xochimilco.

**Tabla 3.1 Zonificación de la delegación según tipo de material estratigráfico**

<i>Zona</i>	<i>Localización</i>				
	<i>Norte</i>	<i>Sur</i>	<i>Este</i>	<i>Oeste</i>	<i>Centro</i>
<b><i>IGNEAS</i></b>					
Andesitas		*	*	*	*
Basaltos		*	*	*	
Piroclásticas		*	*	*	
Tobas		*	*	*	
<b><i>SEDIMENTARIA</i></b>					
Arcilla	*		*	*	
Arena	*		*	*	*
Brecha		*	*	*	
Grava			*	*	*

Las características geológicas más importantes en Xochimilco están representadas por las zonas plana o lacustre, de lomas y de transición.

En la zona plana o lacustre predominan sedimentos de tipo arcilloso intercalados con arenas de grano fino; en esta zona se formó el sistema de canales de Xochimilco ubicados en la parte norte de la delegación, en donde se presentan además basaltos fracturados de gran permeabilidad.

La zona de transición está localizada entre las regiones altas y bajas, se compone de gravas y arenas gruesas intercaladas con arcillas y pequeñas coladas de basalto (derrames líquidos producidos por erupciones volcánicas).

Por último, en la zona de lomas existen intercalaciones de basaltos, tobas, y cenizas volcánicas. Esta zona es muy permeable, debido a las fracturas y vesículas que se formaron en estos materiales, ocasionados por el rápido enfriamiento de lava original.

### **III.1.2 Información geológica disponible**

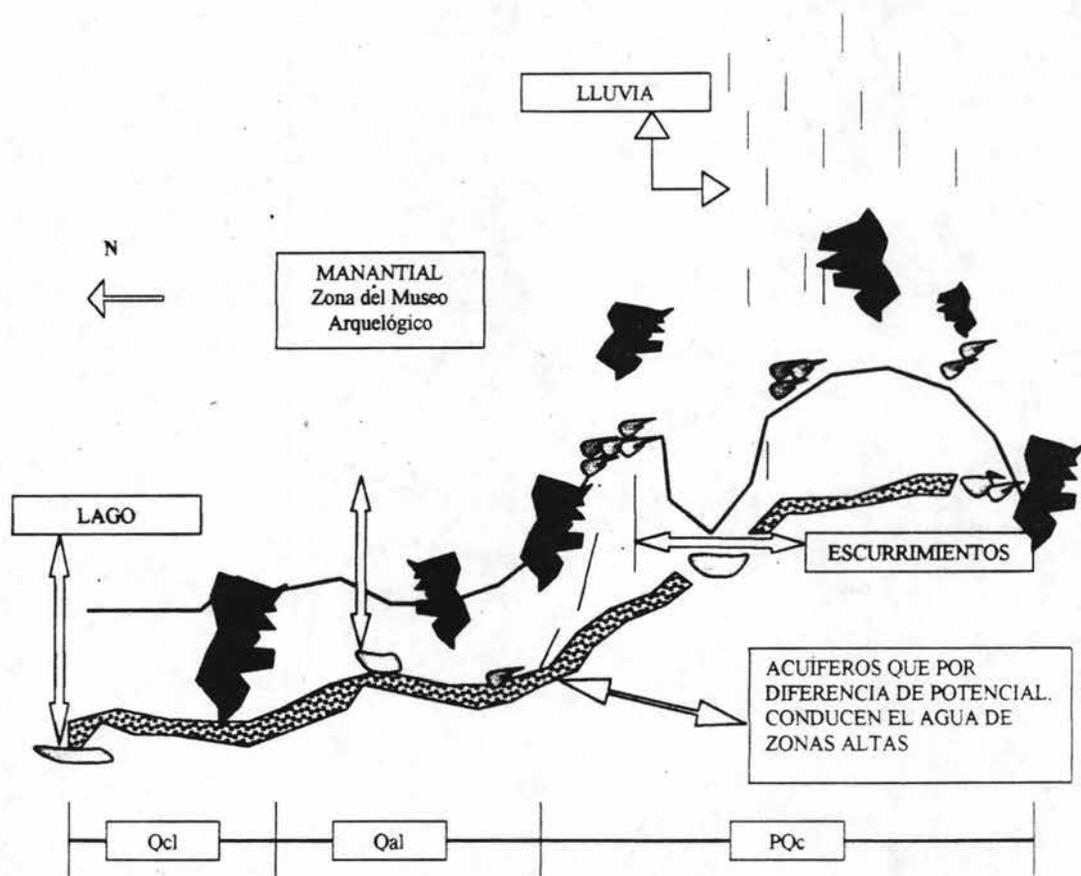
El sitio en el que se encuentra el Museo Arqueológico de Santa Cruz Acalpixca en Xochimilco, D.F., se localiza geológicamente en la zona Sur de la Cuenca del Valle de México, que se caracteriza por ser una Cuenca cerrada por los acontecimientos que en épocas y eras anteriores, ocurrieron ahí, cuando se formó la Sierra de Chichinautzin. Xochimilco corresponde a la región Suroeste de la Cuenca del Valle de México y pertenece a la Antiplanicie Neovolcánica.

Los límites al suroeste son las montañas de la sierra de las Cruces y Zempoala y al Sur la Sierra Chichinautzin. La parte suroeste de la Cuenca está limitada por las sierras Nevada y de Río Frío. Los cerros más importantes en la zona son: Xitle (3050 m), Ajusco (3090 m), Pelado (3600 m), Oyameyo (3300 m), Ocapiaxco (3350 m), Del Guarda (3300 m), Chichinautzin (3500 m), Tehualqui (2400 m), Xalpetetl (2500 m), Del Peñón (2800 m), De la Caldera (2500 m), Tehutli (2700 m), Tláloc (3650 m), Tilcuayo (3600 m), Xico (2350 m), Dos Cerros (3050 m), Aguacatepec (2950 m), Del Pino (2750 m), y Tenayo (2900 m).

La zona baja correspondiente a los lagos y manantiales de Xochimilco, se localiza aproximadamente a 2250 m sobre el nivel del mar, de donde sabemos que en la actualidad solo existen restos de lo que fue el antiguo Lago de Xochimilco, así como algunos canales. La Cuenca de México se subdividió en subcuencas y al sur se conoce como subcuenca de Xochimilco-Tláhuac. Desaguan en ella los ríos Ameca, Milpa Alta, San Lucas, y San Buenaventura, que a la fecha solo se tienen como recuerdo, ya que los mismos terminaron en ser vasos reguladores que solo son activados en épocas de lluvia, recordando que en la época precolombina existía un solo lago formado por los de Xochimilco, Tláhuac, Mixquic, y Chalco.

Hasta hace unos treinta años, en los años 70's, del siglo pasado, existían algunos manantiales todavía en la zona de Nativitas y Santa Cruz, que son los vestigios de los aportadores de agua que bajaba de las serranías indicadas hacia la parte baja de la Sub-cuenca, pero que en la actualidad ya no se tienen ni rasgos de ellos.

Un manantial es una salida natural del agua, que se escurre, por efectos de aportaciones de agua de lluvias en zonas altas, conducidas por una vena de material permeable, que permite una salida en una zona baja de aguas que se han acumulado en lugares con una altura de potencial más alta, generando así, tanto ríos como manantiales y lagos.



En la parte sur, principalmente en la vecindad de las faldas de las montañas, hay áreas de recarga de los acuíferos que nutren a los manantiales; actualmente se tienen solo zonas de manantiales en las inmediaciones del Cerro del Ajusco, hacia los dinamos, es decir en lugares altos con cotas de elevación mayores de los 2,600 m, por lo que ya quedaron fuera las zonas de Xochimilco.

El clima y la vegetación de Xochimilco se divide en dos tipos, en las partes bajas se tiene un clima húmedo, con invierno seco, semi frío, y sin estación invernal bien definida. En las partes altas, el clima es húmedo con invierno seco y frío. La vegetación de la zona esta constituida principalmente en su parte alta por oyameles, encinos, pinos y ocotes. En otras zonas se localizan pastizales y áreas de cultivo, principalmente de alfalfa, frijol, maíz, hortalizas, y flores principalmente en las zonas bajas.

Las formaciones geológicas que se localizan en la zona corresponde a periodos de Cuaternario, principalmente del Pleistoceno y Holoceno, de donde se desprenden tres tipos principales de suelos en la región.

Al norte del Museo; Qcl, sedimentos lacustres depositados durante el Cuaternario, principalmente por medio de arcilla bentonítica con contenidos de sales e intercalaciones de abundantes horizontes piroclásticos.

En la zona del Museo; Qal, intercalaciones de ceniza volcánica; que se localizan principalmente en los márgenes de la Cuenca y las faldas de los cerros. Estas son las zonas predilectas para la formación de manantiales, cuyos escurrimientos cubren las zonas lacustres denominadas Qcl.

Al sur del Museo; PQc; (Formación Chichinautzin); Derrumbes de lava basáltica hasta riolacítica, con material piroclástico.

### **Propiedades geodinámicas**

El sitio en estudio presenta características de sismicidad media a alta, que se cataloga como zona sísmica tipo D (alta intensidad), con suelo tipo II (suelo de transición alta, pegado a la zona lacustre), con período dominante del terreno del orden de 1.0 a 1.5

segundos y coeficiente sísmico de 0.40, para estructuras del tipo A, además del factor de comportamiento sísmico de 2.

### III.1.3 Condiciones Geotécnicas

El predio en estudio se localiza en la zona geotécnica denominada "**Lago centro**" (Fig. de la zonificación geotécnica de la Ciudad de México), esta zona se caracteriza porque las condiciones del subsuelo desde el punto de vista estratigráfico presentan arcillas blandas, asociadas a lugares donde se han alojado plazas y jardines durante largos períodos de tiempo y arcillas muy blandas en los cauces de antiguos canales; así mismo el intenso bombeo para surtir de agua a la ciudad se ve reflejado en el aumento general de la resistencia de los estratos de arcilla por efectos de la consolidación inducida, originando en ocasiones problemas de agrietamientos debido a las tensiones que se generan debido al hundimiento que se presenta en las capas superficiales de arcilla.

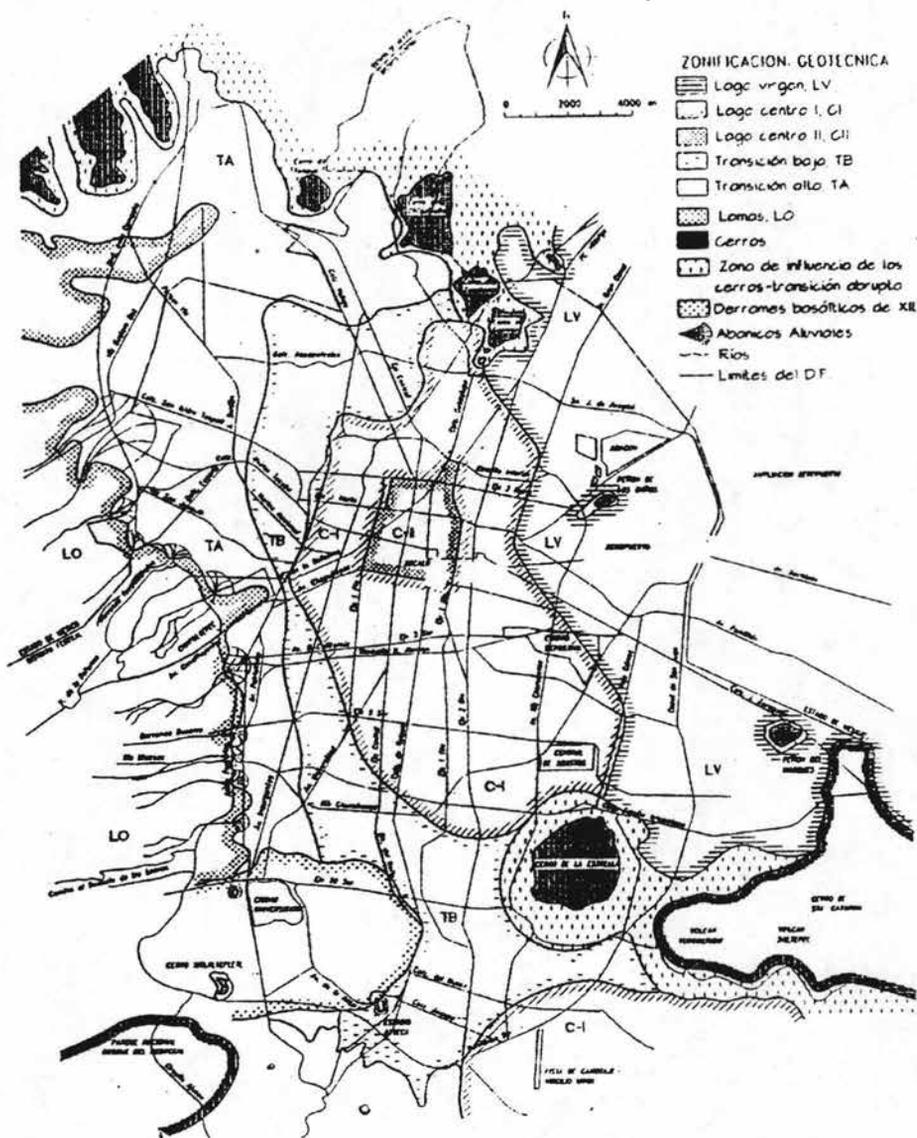


Figura Zonificación geotécnica de la Ciudad de México

### III.2 INFORMACION GEOTECNICA DESARROLLADA

Los trabajos de campo que se llevaron a cabo fueron los siguientes

#### TRABAJOS DE CAMPO

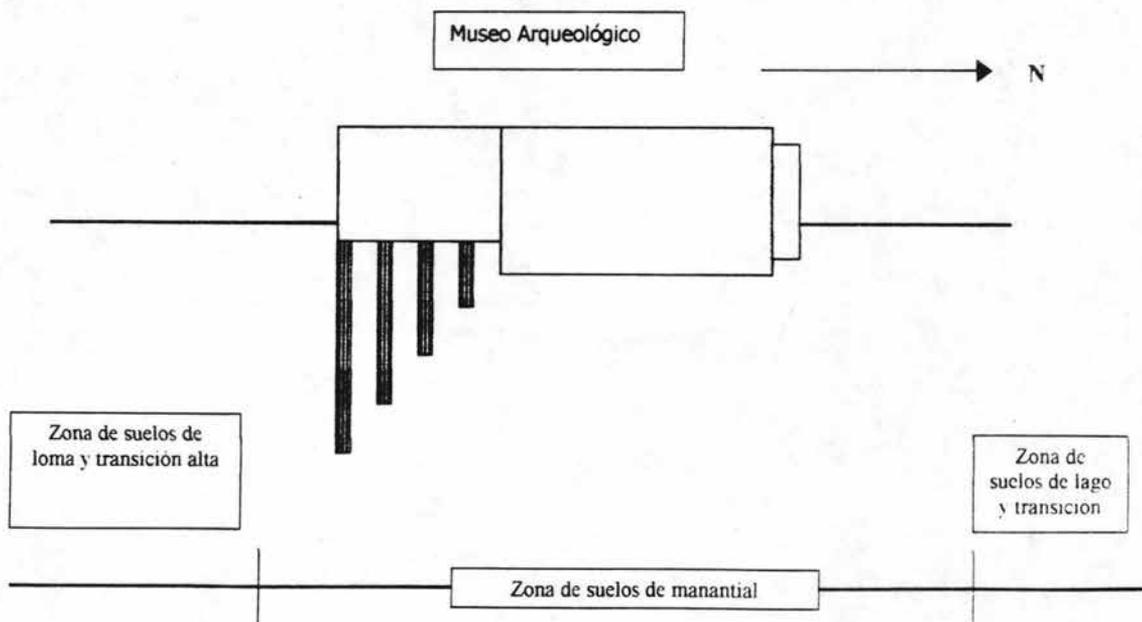
No.	Sondeo	Profundidad (m)	Coordenadas x (m)	Coordenadas y (m)	Coordenadas z (m)
1	SPT-1	15.00	491,651.396	2,128,166.503	2,247.919
2	SPT-2	11.60	491,657.842	2,128,203.338	2,248.349
3	SPT-3	15.0	491,629.352	2,128,207.712	2,246.449
4	SPT-4	13.60	491,708.575	2,128,159.936	2,247.638
5	SPT-5	15.20	491,677.410	2,128,118.849	2,247.592
6	SPT-6	15.20	491,688.460	2,128,145.899	2,247.740
7	PCA-1	4.00	491,688.518	2,128,208.115	2,248.887
8	PCA-2	2.50			
9	PCA-3	5.50			
10	PCA-4	2.50			
11	PCA-5	2.50			
12	PCA-6	2.50			
13	PCA-7	2.50			
14	PCA-8	1.50			
15	PCA-9	1.50			

### III.3 INTERPRETACION ESTRATIGRAFICA Y PROPIEDADES

La estratigrafía general del sitio obtenida con la correlación de los sondeos, SPT-1 a SPT-6, apoyados con los pozos a cielo abierto, es la siguiente:

#### ESTRATIGRAFIA GENERAL DEL SITIO ALREDEDOR DE LA ZONA DEL MUSEO

Se define la estrategia general del sitio, alrededor del Museo, en base a los trabajos realizados por medio de sondeos SPT (Standar Penetration Test), cuya realización procuró desarrollarse fuera de la influencia de la zona de manantiales donde se construyó el Museo, esto es que, el Museo presenta un suelo diferente del de sus alrededores, ya que un manantial es una zona completamente permeable, formada por suelos granulares medianos y gruesos, por donde se permite la salida; en los sondeos se logró detectar en algunas zonas las fronteras de estos suelos.



Los suelos que se describen a continuación, corresponden a los obtenidos fuera de la influencia de los manantiales, esto es en las zonas que se conocen como ciénegas que corresponden a los lugares donde reposaban las aguas de los manantiales.

**Estrato I;** de 0.0 a 0.80 m, limo arenoso, con restos de materia orgánica y superficialmente con suelo vegetal (área de cultivo), color café claro, de consistencia media a dura:

Contenido de agua = 17%, Cohesión aparente = 0.3 a 0.5 kg/cm<sup>2</sup>.

**Estrato II;** de 0.8 a 1.6 m, limo arcilloso, con arena fina gris, ceniza pumítica, de compacidad baja y algunos restos de raíces:

Contenido de agua = 35%, Cohesión aparente = 0.2 a 0.4 kg/cm<sup>2</sup>.

**Estrato III;** de 1.6 a 2.7 m, limo arenoso, de color gris verdoso, tipo ceniza volcánica, con pedacera de basalto, de compacidad media a suelta:

Contenido de agua = 14%, Cohesión aparente = 0.1 a 0.3 kg/cm<sup>2</sup>.

**Estrato IV;** de 2.7 a 4.2 m, arcillo limosa, color gris oscuro, de consistencia blanda a media:

Contenido de agua = 85%, Cohesión aparente = 0.15 a 0.35 kg/cm<sup>2</sup>.

**Estrato V;** de 4.2 a 5.4; arcilla arenosa, color café oscuro, de consistencia media;

Contenido de agua = 56%, Cohesión aparente = 0.30 a 0.60 kg/cm<sup>2</sup>.

**Estrato VI;** de 5.4 a 8.0 m, arena fina con arcilla limosa, color café verdoso, de compacidad media;

Contenido de agua = 25 a 35 %, Cohesión aparente = 0.25 a 0.40 kg/cm<sup>2</sup>.

**Estrato VII;** de 8.0 a 11.6 m, gravas con arena, en algunas zonas empacadas en arcilla;

Contenido de agua = 27%, Cohesión aparente = 0.20 a 35 kg/cm<sup>2</sup>.

**Estrato VIII;** de 11.6 a 15.0 m, intercalación de arenas y arenas con gravas, con algunos lentes de arcillas, de compacidad media a alta;

Contenido de agua = 23%, Cohesión aparente = 0.05 - 0.012 kg/cm<sup>2</sup>.

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

## **Información piezométrica**

Se efectuó la revisión de la profundidad del nivel del agua, en cada pozo, definiendo que el nivel se localiza a una profundidad de 7.3 m, respecto del nivel 0.00 que es la entrada del Museo, en época de lluvias este nivel puede subir de forma importante.

## **Interpretación estratigráfica general**

Se puede apreciar que con la campaña realizada con los 6 sondeos de penetración estándar, así como los pozos a cielo abierto, se tiene la información general siguiente:

Existen cuatro estratos que componen el subsuelo del Museo: Un relleno superficial variable (Estratos I, II, y III), formados por limos arenosos, y cenizas volcánicas con materia vegetal. Este material puede considerarse reciente geológicamente, en el aspecto de que es un material constituido de forma natural por arrastres aluviales de las serranías cercanas, pero también es el depositario de los rellenos artificiales que se colocaron para delimitar lo que eran las antiguas ciénegas generadas por los manantiales de Santa Cruz. Ya que se sabe que cuando se construyó la Planta de Bombas (1904), la forma de contención que se utilizó fue artificial, para generar una zona de concentración del agua que se requería mantener para garantizar que se tuviera un gasto mínimo de 400 lts/seg, para abastecer a la Ciudad.

Bajo los rellenos superficiales, se tiene una capa de arcilla volcánica o ceniza volcánica, que generó el basamento de los lagos o canales del lugar, y que tiene un espesor variable, pero que en general es del orden de 3.0 m, presentando intercalaciones con arenas aluviales y ceniza volcánica gruesa. Bajo de la capa impermeable, se presentan arenas limosas y arcillosas de compacidad media a alta; cabe mencionar que estos estratos son los que apoyan a la estructura del Museo, ya sea por medio de pilas o por medio del cajón para contener la fosa del antiguo tanque recolector. Y finalmente, se presentan una serie de estratos aluviales formados por gravas y arenas; estos son

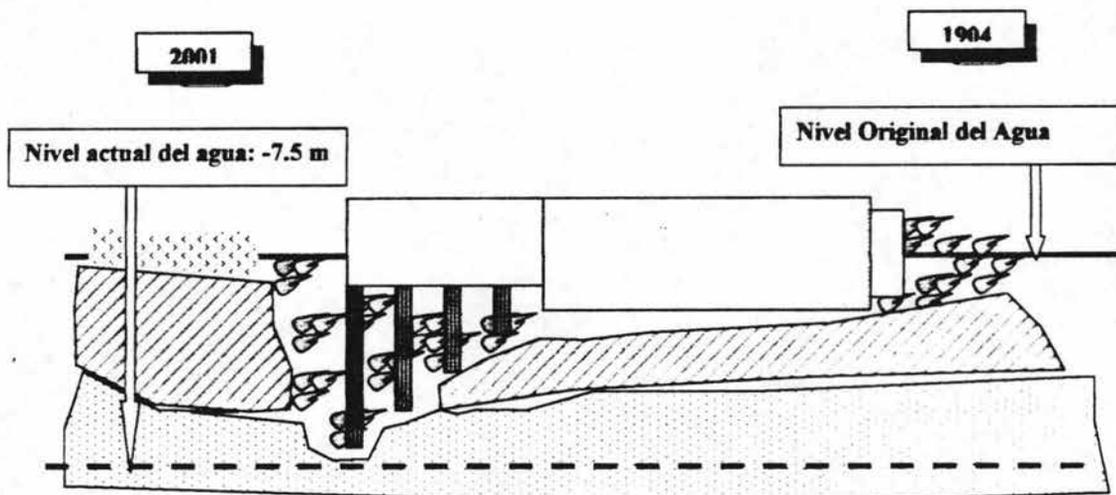
producto tanto de los arrastres de las serranias del sur, como de depositaciones volcánicas.

### III.4 CONSTRUCCION DE LA CIMENTACIÓN Y EFECTOS DE LA ESTRATIGRAFIA

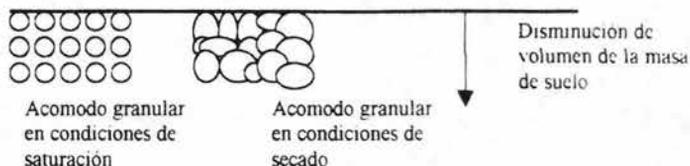
La cimentación al Pozo de Bombeo No. 4, de Santa Cruz Acalpixca, se construyó de la siguiente forma:

1. Se eligió como sitio, el lugar donde el manantial tenía su afluente más importante de 600 lt/seg.
2. Se excavó con draga, toda la zona de la alberca o tanque, en un perímetro ampliado mayor a 3.0 m, al perímetro de la estructura (Cuerpo 2).
3. La cota de excavación fue del orden de 4.5 m, siendo más profunda hacia el surdel tanque y menos hacia el norte.
4. Se construyeron las Pilas y los muros del tanque, utilizando el procedimiento combinado de construcción de pilas por medio de piedras construídas en taller, de 1.0 x 1.0 m, por 0.5 m de espesor, colocadas por medio de buzos, y con muros construidos con este procedimiento de pilas o con el presupuesto en la época, de construirlo por medio de cimbras de madera con atiesadores como separadores.
5. Concluido el tanque se construye la zona de máquinas (Cuerpo 1), excavando igual, la zona, por medio de draga, para la construcción de 11 pilas, con el mismo procedimiento anterior.
6. Se construye la cimentación de la estructura eliminando el suelo natural y sustituyéndolo por suelo artificial, formado por boleos de hasta 20", gravas y arenas de río, mismas que se colocan dentro de las excavaciones después de construir a las cimentaciones. Es importante aclarar, que toda la construcción se efectuó bajo el agua, por lo tanto las profundidades de los desplantes, tanto de pilas como de muros no estaban controladas, y que para alcanzar los niveles de desplante, solo se colaba en más o en menos a las pilas y muros y por lo tanto se

hacia respetando solamente los niveles de rasante superiores, más no los inferiores.



7. El suelo de relleno, por ser colocado artificialmente y sumergiéndolo en agua, adquiere condiciones de estructura granular, propios de un suelo sumergido, esto es que se acomoda con la misma condición de contacto entre sus superficies granulares, y por lo tanto con el mínimo trabajo de sus esfuerzos efectivos, por lo que al bajar el nivel del agua, se incrementan sus esfuerzos efectivos, disminuyendo su volumen por efectos de acomodación granular, bajando la masa del suelo.



### III.5 EXPLORACION Y MUESTREO DE SUELOS

#### III.5.1 Introducción

Resulta importante hablar de las dos importantes actividades como son el muestreo de los suelos y la realización de las pruebas necesarias de laboratorio. El muestreo debe estar regido ya anticipadamente por los requerimientos impuestos a las muestras obtenidas por el programa de pruebas de laboratorio y, a su vez, el programa de pruebas debe estar definido en términos de la naturaleza de los problemas que se suponga pueden resultar del suelo presente en cada obra, el cual no puede conocerse sin efectuar previamente el correspondiente muestreo. Aparece así un círculo vicioso, de cuyo correcto balance depende el éxito en un programa de muestreo y pruebas. El círculo suele resolverse recurriendo a la ayuda de programas preliminares de exploración y muestreo.

Por procedimientos simples y económicos, debe procurar adquirirse una información preliminar suficiente respecto al suelo, información que, con ayuda de pruebas de clasificación, tales como granulometría y límites de plasticidad, permita formarse una idea clara de los problemas que sean de esperar en cada caso particular. El conocimiento apriorístico de tales problemas permite, a su vez, programar en forma completa las pruebas necesarias para la obtención del cuadro completo de datos de proyecto, investigando todas aquellas propiedades físicas del suelo de las que se pueda sospechar que lleguen a plantear en la obra una condición crítica. La realización de esta nueva serie de pruebas definitivas suele presentar nuevas exigencias respecto a las muestras de suelo de que haya de disponerse y ello obligará, en general, a efectuar nuevas operaciones de sondeo y muestreo, a fin de obtener las muestras definitivas.

Así pues en general, se tienen dos tipos de sondeos: preliminares y definitivos, cada uno con sus métodos propios de muestreo.

En realidad, la programación de un muestreo correcto es un problema mucho más complejo de lo que dan a entender los párrafos anteriores y muchos aspectos dependen fundamentalmente de la experiencia particular del Ingeniero y difícilmente se encasillan en normas fijas.

Uno de los aspectos más importantes de los de esta última categoría, es una correcta evaluación de la importancia de la obra a ejecutar (en este caso el Museo Arqueológico de Santa Cruz Acalpixca) en relación con el costo de su correspondiente programa de exploración y muestreo. Una obra de tal importancia amerita un programa de una envergadura totalmente inadecuada para una obra menor. Un aspecto importante es siempre que la magnitud, tanto en tiempo como como en costo, del programa de exploración y muestreo este acorde con el tipo de obra a ejecutar.

### III.5.2 Tipos de sondeos

Los tipos principales de sondeos que se utilizan en Mecánica de Suelos para fines de muestreo y conocimiento del subsuelo, en general, son los siguientes:

#### ***Métodos de exploración de carácter preliminar***

- a) *Pozos a cielo abierto, con muestreo alterado o inalterado.*
- b) *Perforaciones con posteadora, barrenos helicoidales o métodos similares.*
- c) *Métodos de lavado.*
- d) *Método de penetración estándar.*
- e) *Método de penetración cónica.*
- f) *Perforaciones en boleas y gravas (con barretones, etc.).*

#### ***Métodos de sondeo definitivo***

- a) *Pozos a cielo abierto, con muestreo inalterado.*
- b) *Métodos con tubo de pared delgada*
- c) *Métodos de rotatorio para roca.*

### **Métodos geofísicos**

- a) *Sísmico.*
- b) *De resistencia eléctrica.*
- c) *Magnético y gravimétrico.*

A continuación se describen brevemente los diferentes métodos mencionados.

#### **III.5.3 Sondeos exploratorios**

##### *a) Pozos a cielo abierto.*

Cuando este método sea practicable debe considerársele como el más satisfactorio para conocer las condiciones del subsuelo, ya que consiste en excavar un pozo de dimensiones suficientes para que un técnico pueda directamente bajar y examinar los diferentes estratos de suelo en su estado natural, así como darse cuenta de las condiciones precisas referentes al agua contenida en el suelo. Desgraciadamente este tipo de excavación no puede llevarse a grandes profundidades a causa, sobre todo, de la dificultad de controlar el flujo de agua bajo el nivel freático; naturalmente que el tipo de suelo de los diferentes estratos atravesados también influye grandemente en los alcances del método en sí. La excavación se encarece mucho cuando sean necesarios ademes y haya excesivos traspaleos a causa de la profundidad.

Deben cuidarse especialmente los criterios para distinguir la naturaleza del suelo "in situ" y la misma, modificada por la excavación realizada. En efecto, una arcilla dura puede, con el tiempo, aparecer como suave y esponjosa a causa del flujo de agua hacia la trinchera de excavación; análogamente, una arena compacta puede presentarse como semifluida y suelta por el mismo motivo. Se recomienda que siempre que se haga un pozo a cielo abierto se lleve un registro completo de las condiciones del subsuelo durante la excavación.

Si se requiere ademe en el pozo puede usarse madera o acero; por lo regular, el ademe se hace con tablonces horizontales, pero deben ser verticales y bien hincados si se tuviesen suelos friccionantes situados bajo el nivel freático.

En estos pozos se pueden tomar muestras alteradas o inalteradas de los diferentes estratos que se hayan encontrado. Las muestras alteradas son simplemente porciones de suelo que se protegerán contra pérdidas de humedad introduciéndolas en frascos ó bolsas emparafinadas. Las muestras inalteradas deberán tomarse con precauciones, generalmente labrando la muestra en una oquedad que se practique al efecto en la pared del pozo. La muestra debe protegerse contra pérdidas de humedad envolviéndola en una ó más capas de manta debidamente impermeabilizada con brea y parafina.

*b) Perforaciones con posteadora, barrenos helicoidales o métodos similares.*

En estos sondeos exploratorios la muestra de suelo obtenida es completamente alterada, pero suele ser representativa del suelo en lo referente a contenido de agua, por lo menos en suelo muy plástico.

Los barrenos helicoidales pueden ser de muy diferentes tipos no solo dependiendo del suelo por atacar, sino también de acuerdo con la preferencia particular de cada perforista. Un factor importante es el paso de la hélice que debe ser muy cerrado para suelos arenosos y mucho más abierto para el muestreo en suelos plásticos.

Posiblemente más usadas en México que los barrenos son las posteadoras a las que se hace penetrar en el terreno ejerciendo un giro sobre el maneral adaptado al extremo superior de la tubería de perforación.

Las herramientas se conectan al extremo de una tubería de perforación, formada por secciones de igual longitud, que se van añadiendo según aumenta la profundidad del sondeo.

*c) Método de lavado*

Este método constituye un procedimiento económico y rápido para conocer aproximadamente la estratigrafía del subsuelo (aún cuando la experiencia ha comprobado que pueden llegar a tenerse errores hasta de 1 metro al marcar la frontera entre los diferentes estratos). El método se usa también en ocasiones como auxiliar de avance rápido en otros métodos de exploración. Las muestras obtenidas en lavado son tan alteradas que prácticamente no deben ser consideradas como suficientemente representativas para realizar ninguna prueba de laboratorio.

El equipo necesario para realizar la perforación incluye un trípode con polea y martinete suspendido, de 80 a 150 kg de peso, cuya función es hincar en el suelo a golpes el ademe necesario para la operación. Este ademe debe de ser de mayor diámetro que la tubería que vaya a usarse para la inyección del agua. En el extremo inferior de la tubería de inyección debe ir un trépano de acero, perforado, para permitir el paso del agua a presión. El agua se impulsa dentro de la tubería por medio de una bomba.

La operación consiste en inyectar agua en la perforación, una vez hincado el ademe, la cual forma una suspensión con el suelo en el fondo del pozo y sale al exterior a través del espacio comprendido entre el ademe y la tubería de inyección; una vez fuera es recogida en un recipiente en el cual se puede analizar el sedimento. El procedimiento debe ir complementado en todos los casos por un muestreo con una cuchara sacamuestras apropiada, colocada al extremo de la tubería en lugar del trépano; mientras las características del suelo no cambian será suficiente obtener una muestra cada 1.50 m aproximadamente, pero al notar un cambio en el agua eyectada debe procederse de inmediato a un nuevo muestreo. Al detener las operaciones para un muestreo debe permitirse que el agua alcance en el pozo un nivel de equilibrio, que corresponde al nivel freático (que debe registrarse). Cualquier alteración de dicho nivel que sea observada en los diferentes muestreos debe reportarse especialmente.



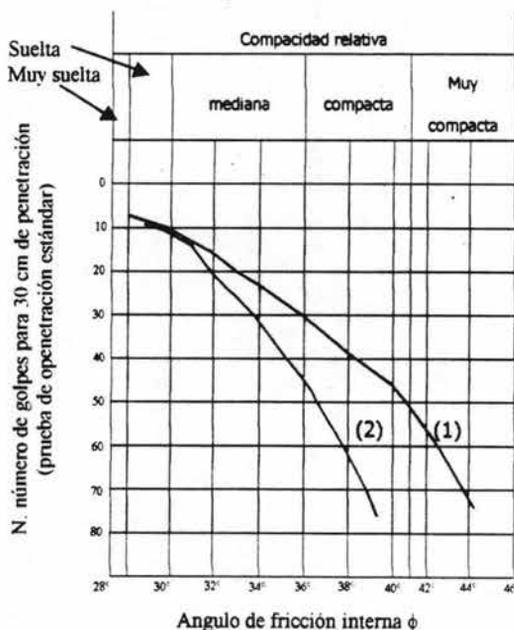
Es normal que el penetrómetro sea de media caña, para facilitar la extracción de la muestra que haya penetrado en su interior. El penetrómetro se enrosca al extremo de la tubería de perforación y la prueba consiste en hacerlo penetrar a golpes dados por un martinete de 63.5 kg que cae desde 76 cm, contando el número de golpes necesario para lograr una penetración de 30 cm. El martinete, hueco, y guiado por la misma tubería de perforación, es elevado por un cable que que pasa por la polea del trípode y dejando caer desde la altura requerida un ensanchamiento de la misma tubería de perforación hecho al efecto. En cada avance de 60 cm debe retirarse el penetrómetro, removiendo al suelo de su interior, el cual constituye la muestra.

El fondo del pozo debe ser previamente limpiado de manera cuidadosa, usando posteadora o cuchara del tipo. Una vez limpio el pozo, el muestreador se hace descender hasta tocar el fondo y, seguidamente, a golpes, se hace que el penetrómetro entre 15 cm dentro del suelo. Desde este momento deben contarse los golpes necesarios para lograr la penetración de los siguientes 30 cm. A continuación hágase penetrar el muestreador en toda su longitud. Al retirar el penetrómetro, el suelo que haya entrado en su interior constituye la muestra que puede obtenerse con este procedimiento.

La utilidad e importancia mayores de la prueba de penetración estandar radican en las correlaciones realizadas en el campo y en el laboratorio en diversos suelos, sobre todo arenas, que permiten relacionar aproximadamente la compacidad, el ángulo de fricción interna,  $\phi$ , en arenas y el valor de la resistencia a la compresión simple,  $q_u$ , en arcillas, con el número de golpes necesarios en ese suelo para que el penetrómetro estándar logre entrar los 30 cm especificados. Para obtener estas relaciones basta realizar la prueba estándar en estratos accesibles o de los que se puedan obtener muestras inalteradas confiables y a los que se pueda determinar los valores de los conceptos señalados por los métodos usuales de laboratorio; haciendo suficiente número de comparaciones pueden obtenerse correlaciones estadísticas dignas de confianza. En la practica esto se ha logrado en los suelos friccionantes, para los que existen tablas y

gráficas dignas de crédito y aplicables al trabajo práctico; en el caso de suelos arcillosos plásticos las correlaciones de la prueba estándar con  $q_u$  son mucho menos dignas de crédito.

En la figura 3.2 aparece una correlación que ha sido muy usada para arenas y suelos predominantemente friccionantes.



- (1) Relación para arenas de grano anguloso o redondeado de mediano a grueso
- (2) Relación para arenas finas y para arenas limosas.

Figura 3.2 Correlación entre el número de golpes para 30 cm de penetración estándar y el ángulo de fricción interna de las arenas

En la gráfica se observa que al aumentar el número de golpes se tiene mayor compacidad relativa en la arena y, consecuentemente, mayor ángulo de fricción interna. También se nota que en arenas limpias medianas o gruesas para el mismo número de golpes, se tiene un  $\phi$  mayor que en arenas limpias o que en arenas limosas.

Las relaciones de la fig. 3.2 no toman en cuenta la influencia de la presión vertical sobre el número de golpes que es importante, según han demostrado investigaciones. En la figura 3.2 se presentan resultados experimentales que demuestran que a un número de golpes en la prueba de penetración estándar corresponden diferentes compacidades relativas, según sea la presión vertical actuante sobre la arena, la cual, a su vez, es función de la profundidad a que se haga la prueba.

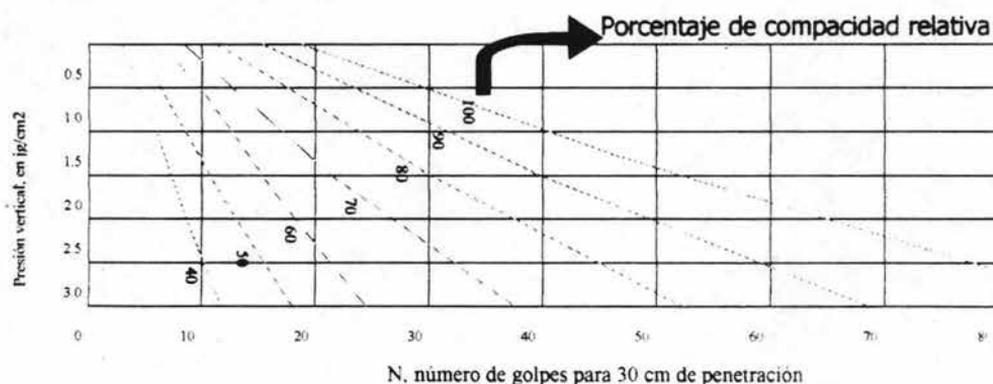


Figura 3.3 Relación entre la penetración estándar, la presión vertical y la compacidad relativa para arenas.

Para pruebas en arcillas, se da la correlación que se presenta a continuación (Terzaghi y Peck)

<i>Consistencia</i>	<i>No. de golpes, N</i>	<i>Resistencia a la compresión Simple, <math>q_u</math></i>
-----	-----	<i>Kg/cm<sup>2</sup></i>
Muy blanda	< 2	< 0.25
Blanda	2-4	0.25-0.50
Media	4-8	0.50-1.0
Firme	8-15	1.0-2.0
Muy firme	15-30	2.0-4.0
Dura	> 30	> 4.0

Puede observarse en la tabla anterior que, prácticamente, el valor de  $q_u$ , en kg/cm<sup>2</sup> se obtiene dividiendo entre 8 el número de golpes.

Sin embargo cabe mencionar que las correlaciones de la tabla, sólo deben usarse como norma tosca de criterio, pues los resultados prácticos han demostrado que pueden existir serias dispersiones y, por lo tanto, las resistencias obtenidas por este procedimiento no deben servir de base para proyecto.

#### *e) Métodos de penetración cónica*

Estos métodos consisten en hacer penetrar una punta cónica en el suelo y medir la resistencia que el suelo ofrece.

Dependiendo del procedimiento para hincar los conos en el terreno, estos métodos se dividen en elásticos y dinámicos. En los primeros la herramienta se hinca a presión, medida en la superficie con un gato apropiado; en los segundos el hincado se logra a golpes dados con un peso que cae. En la prueba dinámica regularmente se utiliza un penetrómetro que va atornillado al extremo de la tubería de perforación, que se golpea

en su parte superior de un método análogo al descrito para la prueba de penetración estándar. Es normal usar para esta labor un pesode 63.5 kg, con 76 cm de altura de caída, o sea la misma energía para la penetración usada en la prueba estándar. También ahora se cuentan los golpes para 30 cm de penetración de herramienta.

En arcillas, el uso de la penetración cónica dinámica adquiere caracteres aún más peligrosos potencialmente, al no existir correlaciones dignas de crédito, si se tiene en cuenta que la resistenciade esos materiales a las cargas estáticas a que estarán sujetos en la obra de que se trate, puede ser perfectamente mal cuantificada a partir de una prueba dinámica, en la que la arcilla puede exhibir unas características totalmente diferentes.

En general, el cono se hince aplicando presión estática a la parte superior de la tubería de perforación con un gato hidráulico, empleando un marco fijo de carga que puede estar sujeto al ademe necesario para proteger la tubería de perforación de la presión lateral. La velocidad de penetración suele ser constante y del orden de 1 cm/seg. A veces se obtiene una gráfica de presión aplicada contra penetración lograda con esa presión; otras veces se anotan contra la profundidad los valores de la presión que haya sido necesaria para lograr una cierta penetración, por ejemplo 50 cm.

A modo de resumen podría decirse que las pruebas de penetración cónica, estática ó dinámica, son útiles en cuya estratigrafía sea ya ampliamente conocida a priori y cuando se desee simplemente obtener información de sus características en un lugar específico; pero son pruebas de muy problemática interpretación en lugares no explorados a fondo previamente. La prueba de penetración estándar debe estimarse preferible en todos los casos en que su realización sea posible.

*f) Perforaciones con boleos y gravas*

Con frecuencia es necesario atravesar durante las perforaciones estratos de boleos o gravas que presentan grandes dificultades para ser perforados con las herramientas necesarias. En este caso se hace necesario el empleo de herramental más pesado, del tipo de barretones con taladros de acero duro, que se suspenden y dejan caer sobre el estrato en cuestión, manejándolos con cables. En ocasiones se ha recurrido, inclusive, al uso localizado de explosivos para romper la resistencia de un obstáculo que aparezca en el sondeo.

### III.5.4 Métodos de sondeo definitivo

Se incluyen aquí los métodos de muestreo que tienen por objeto rendir muestras inalteradas en suelos, apropiadas para pruebas de compresibilidad y resistencias y muestras de roca, que no pueden obtenerse por los métodos mencionados anteriormente. En ocasiones cuando estas muestras no se requieran, especialmente los que rinden muestras representativas, pueden llegar a considerarse como definitivos, en el sentido de no ser necesaria exploración posterior para recabar las características del suelo; sin embargo, cuando la clasificación del suelo permita pensar en la posibilidad de la existencia de problemas referentes a asentamientos o a la falta de la adecuada resistencia al esfuerzo cortante en los suelos, se hará necesario recurrir a los métodos que a continuación se describen.

*a) Pozos a cielo abierto con muestreo inalterado*

Este método de exploración ya ha sido descrito, sin embargo debe considerarse como el mejor de todos los métodos de exploración, a disposición para obtener muestras inalteradas y datos adicionales que permitan un mejor proyecto y construcción de una obra.

*b) Muestreo con tubos de pared delgada.*

Desde luego de ningún modo y bajo ninguna circunstancia puede obtenerse una muestra de suelo que pueda ser rigurosamente considerada como inalterada. En efecto

siempre será necesario extraer al suelo de un lugar con alguna herramienta que inevitablemente alterará las condiciones de esfuerzo en su vecindad; además, una vez la muestra dentro del muestreador no se ha encontrado hasta hoy y es dudoso que jamás llegue a encontrarse, un método que proporcione a la muestra, sobre todo en sus caras superior e inferior los mismos esfuerzos que tenía "in situ". Aparte de esto, la remoción de la muestra del muestreador al llegar al laboratorio produce inevitablemente otro cambio en los esfuerzos, pues la fase líquida deberá trabajar a tensión y la fase sólida a compresión en la medida necesaria para que se impida la expansión de la muestra, originalmente confinada en el suelo y ahora libre. La alteración producida por esta extracción es un factor importante aún y cuando se recurra al procedimiento de cortar longitudinalmente al muestreado para evitar el efecto de la fricción lateral, si bien con este procedimiento más costoso se atenúa la alteración. Por lo anterior, cuando en Mecánica de suelos se habla de muestras "inalteradas" se debe entender en realidad un tipo de muestra obtenida por cierto procedimiento que trata de hacer mínimos los cambios en las condiciones de la muestra "in situ", sin interpretar la palabra en un sentido literal.

Se debe a M.J. Hvorslev, un estudio exhaustivo moderno que condujo a procedimientos de muestreo con tubos de pared delgada que, por lo menos en suelos cohesivos, se usan actualmente en forma prácticamente única. Muestreadores de tal tipo existen en muchos modelos y es frecuente que cada institución especializada desarrolle el suyo propio. El grado de perturbación que produce el muestreador depende principalmente, según el propio Hvorslev puso de manifiesto, del procedimiento usado para su hincado; las experiencias han comprobado que si se desea un grado de alteración mínimo aceptable, ese hincado debe efectuarse ejerciendo presión continuada y nunca a golpes ni con algún otro método dinámico. Hincado el tubo a presión, a velocidad constante y para un cierto diámetro de tubo, el grado de alteración parece depender esencialmente de la llamada "relación de áreas".

$$Ar(\%) = \frac{De^2 - Di^2}{De^2}$$

Donde  $D_e$  es el diámetro exterior del tubo y  $D_i$  el interior. La expresión anterior equivale a la relación entre el área de la corona sólida del tubo y el área exterior del mismo. Dicha relación no debe ser mayor del 10% en muestreadores de 5 cm de diámetro interior, hoy en la actualidad de escaso uso por requerirse en general muestras de mayor diámetro y, aunque en muestreadores de mayor diámetro pueden admitirse valores algo mayores, no existen motivos prácticos que impidan satisfacer fácilmente el primer valor.

### c) *Métodos rotatorios para roca*

Cuando un sondeo alcanza una capa de roca más o menos firme o cuando en el curso de la perforación las herramientas tropiezan con un bloque grande de naturaleza rocosa, no es posible lograr penetración con los métodos estudiados y ha de recurrirse a un procedimiento diferente.

En realidad se ha mencionado que capas de boleo o grava pueden ser atravesadas con barretones o herramientas pesadas similares, manejadas a percusión. Pero estos métodos no suelen dar un resultado conveniente en roca más o menos sana y además tiene el inconveniente básico de no proporcionar muestras de los materiales explorados. Cuando un gran bloque o un estrato rocoso aparecen en la perforación se hace indispensable recurrir al empleo de máquinas perforadas a rotación, con broca de diamantes o del tipo cáliz.

En las primeras, en el extremo de la tubería de perforación va colocado un muestreador especial llamado "de corazón", en cuyo extremo inferior se aclopa una broca de acero duro con incrustaciones de diamante industrial, que facilitan la perforación.

En las segundas, los muestreadores son de acero duro y la penetración se facilita por medio de municiones de acero que se echan a través de la tubería hueca hasta la perforación y que actúan como abrasivo. En roca muy fracturada puede existir el peligro de que las municiones se pierdan. Perforadoras tipo cáliz se han construido con

diámetros muy grandes., hasta para hacer perforaciones de 3 m; en estos casos, la máquina penetra en el suelo con la misma broca.

La colocación de los diamantes en las brocas depende del tipo de roca a atacar. En rocas duras es recomendable usar brocas con diamantes tanto en la corona como el interior para reducir el diámetro de la muestra, y en el exterior para agrandar la perforación y permitir el paso del muestreador con facilidad. En rocas medianamente duras suele resultar suficiente emplear brocas con inserciones de carburo de tungsteno en la corona. En rocas suaves, del tipo de lutitas, pizarras, etc. Basta usar broca de acero duro en diente de sierra.

### III.5.5 Métodos geofísicos

Se tratan ahora métodos geofísicos de exploración de suelos, desarrollados principalmente con el propósito de determinar las variaciones en las características físicas de los diferentes estratos del subsuelo o los contornos de la roca basal que subyace a depósitos sedimentarios. Los métodos se han aplicado sobre todo a cuestiones de Geología y Minería. Y en mucho menor escala a la Mecánica de Suelos, para realizar investigaciones preliminares de lugares para localizar presas de tierra o para determinar, como se indicó, perfiles de roca basal. Los métodos son rápidos y expeditos y permiten tratar grandes áreas, pero nunca proporcionan suficiente información para fundar criterios definitivos de proyecto, en lo que a Mecánica de Suelos se refiere. En el caso de estudios para fines de cimentación no se puede considerar que los métodos geofísicos sean adecuados, pues no rinden una información de detalle comparable con la que puede adquirirse de un buen programa de exploración convencional.

a) *Método sísmico*

Este procedimiento se funda en la diferente velocidad de propagación de las ondas vibratorias de tipo sísmico a través de diferentes medios materiales. Las mediciones realizadas sobre diversos medios permiten establecer que esa velocidad de propagación varía entre 150 y 2,500 m/seg en suelos, correspondiendo los valores mayores a mantos de grava muy compactos y las menores a arenas sueltas; los suelos arcillosos tienen valores medios, mayores para las arcillas duras y menores para las suaves. En roca sana los valores fluctúan entre 2,000 y 8,000 m/seg. Como término de comparación se menciona el hecho de que en el agua la velocidad de propagación de este tipo de onda es del orden de 1400 m/seg. Esencialmente el método consiste en provocar una explosión en un punto determinado del área a explorar usando una pequeña carga de explosivo, usualmente nitroamonio. Por la zona a explorar se sitúan registradores de ondas (geófonos), separados entre sí de 15 a 30 m. La función de los geófonos es captar la vibración, que se transmite amplificada a un oscilógrafo central que marca varias líneas, una para cada geófono. Suponiendo una masa de suelo homogénea que yace sobre la roca basal, unas ondas llegan a los geófonos viajando a través del suelo a una velocidad  $v_1$ ; otras ondas llegan después de cruzar oblicuamente dicho suelo. Hay un ángulo crítico de incidencia respecto a la frontera con la roca basal que hace que las ondas ni se reflejen ni se refracten hacia adentro de la roca, sino que las hace viajar paralelamente a dicha frontera, dentro de la roca, con una velocidad  $v_2$ , hasta ser recogidas por los geófonos, después de sufrir nuevas refracciones, para transmitir las al oscilógrafo. El tiempo de recorrido de una onda refractada está determinado por su ángulo crítico, que depende de la naturaleza del suelo y de la roca. Un esquema del dispositivo aparece en la figura 3.4 siguiente.

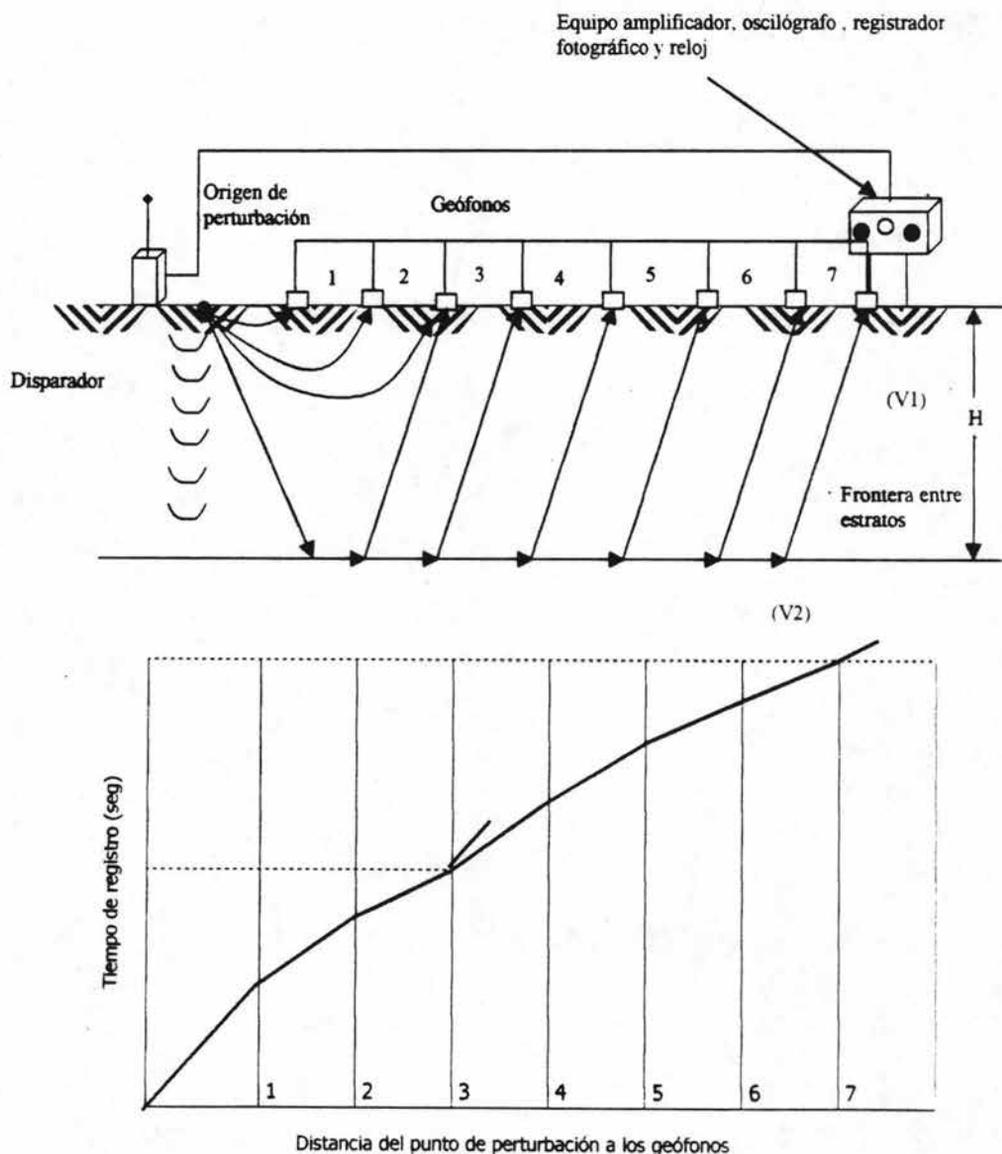


Figura 3.4 Esquema del dispositivo para exploración geofísica por el método sísmico.

Puede construirse una gráfica que relacione la distancia del geófono al punto donde se originó la perturbación, con el tiempo que tardó en registrarse la onda en ese geófono. Como las ondas directas y refractadas comienzan a llegar al geófono en tiempos diferentes bien determinados, pueden calcularse de la gráfica anterior los valores típicos de  $V_1$  y  $V_2$ . En los geófonos próximos al punto de la explosión las ondas directas llegan antes; en los alejados llegan primero las refractadas. Hay un punto frontera (el 3), en el cual los dos tipos de onda llegan a la vez. Dibujando los instantes en que el geófono recibe la primera excitación en función del alejamiento del geófono, se obtienen dos rectas. Hasta el punto 3, el primer impulso es de onda directa, en la que el tiempo de excitación es proporcional a la distancia del geófono: de 3 en adelante, la primera excitación es de onda refractada en la que el tiempo es una cierta función,  $a + bx$ , de la distancia, representando "a" el tiempo constante en que se recorren los dos tramos inclinados hasta y desde la roca basal. Se obtienen así dos rectas que, evidentemente, han de cruzarse en la abscisa de tal punto, puede demostrarse en la figura que:

$$H = x_1 / 2 \sqrt{(v_2 - v_1) / (v_2 + v_1)}$$

Donde H es el espesor del estrato del suelo homogéneo y  $v_1$  y  $v_2$  pueden determinarse de las pendientes de las 2 rectas de la figura 3.4

#### b) Método de resistividad eléctrica

Este método se basa en lo hecho de que los suelos, dependiendo de su naturaleza, presentan una mayor o menor resistividad eléctrica, cuando una corriente es inducida a su través. Su principal aplicación está en el campo de la minería, pero en Mecánica de Suelos se ha aplicado para determinar la presencia de estratos de roca en el subsuelo.

La resistividad eléctrica de una zona de suelo puede medirse colocando cuatro electrodos igualmente espaciados en la superficie y alineados; los dos exteriores conectados en serie a una batería son los electrodos de corriente (medida por un miliamperímetro), en tanto que los interiores se denominan de potencial y están

conectados a un potenciómetro que mide la diferencia de potencial de la corriente circulante.

*c) Métodos magnéticos y gravimétricos*

El trabajo de campo correspondiente a estos métodos de exploración es similar, distinguiéndose en el aparato usado. En el método magnético se usa un magnetómetro, que mide la componente vertical del campo magnético terrestre en la zona considerada, en varias estaciones próximas entre sí. En los métodos gravimétricos se mide la aceleración del campo gravitacional en diversos puntos de la zona a explorar. Valores de dicha aceleración ligeramente más altos que el normal de la zona indicaran la presencia de masas duras de roca; de lo contrario será índice de la presencia de masas ligeras o cavernas y oquedades.

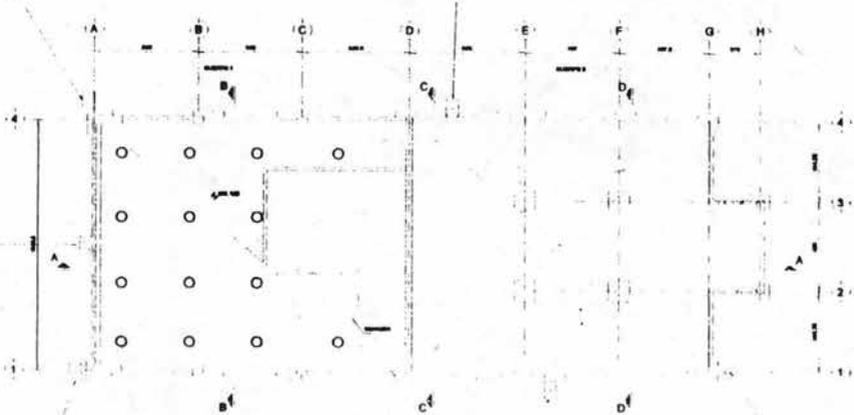
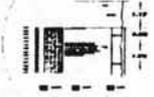
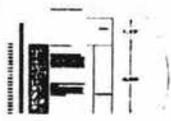
En general estos métodos casi no se usan con fines ingenieriles, dentro del campo de la Mecánica de Suelos, debido a lo errático de la información y a la difícil interpretación de sus resultados.

### **III.5.6 Número, tipo y profundidad de los sondeos**

El número y tipo de profundidad de los sondeos que deban ejecutarse en un programa de exploración de suelos depende fundamentalmente del tipo del subsuelo y de la importancia de la obra. En ocasiones, se cuenta con estudios anteriores cercanos al lugar, que permiten tener una idea siquiera aproximada de las condiciones del subsuelo y este conocimiento permita fijar el programa de exploración con mayor seguridad y eficacia. Otras veces, ese conocimiento apriorístico indispensable sobre las condiciones predominantes en el subsuelo ha de ser adquirido con los sondeos de tipo preliminar. El número de estos sondeos exploratorios será el suficiente para dar precisamente ese conocimiento. En obras chicas posiblemente tales sondeos tendrán carácter definitivo, por lo que es conveniente realizarlos por los procedimientos más informativos, tales como la prueba de penetración estándar, por ejemplo: otro tanto sucederá cuando se concluya de los sondeos exploratorios la no existencia de problema específico de suelos

en el lugar de la obra o la existencia de problemas que puedan manifestarse suficientemente con esos datos preliminares; tal es el caso cuando se exploran arenas compactas con el penetrómetro estándar por ejemplo.

En obras como el del **Museo Arqueológico de Santa Cruz Acalpixca** en que se hace necesario un programa de sondeos definitivos, este queda determinado por la naturaleza del subsuelo. A lo contrario en los lugares con perfil errático, tales como cauces fluviales o glaciares, en donde generalmente se presentan los problemas más delicados, pues la erraticidad hace que resulte muy difícil una determinación precisa de las propiedades básicas de resistencia y compresibilidad, hasta un grado que frecuentemente no se justifica una erogación de importancia, que, de antemano, está destinada a rendir datos que de cualquier modo serán de interpretación muy difícil. En perfiles de estratificación más uniformes si compensará un programa detallado, capaz de rendir resultados seguros y apropiados. El tipo de muestras que se extraigan en cada caso estará determinado por la naturaleza y el tipo de obra, que plantea los requerimientos correspondientes.



Escala:  
 1:100  
 1:200  
 1:500  
 1:1000  
 1:2000  
 1:5000  
 1:10000

Nota:  
 Este proyecto es una obra de ingeniería y arquitectura.  
 Toda reproducción o copia sin el consentimiento escrito del autor es estrictamente prohibida.  
 El autor se reserva todos los derechos de propiedad intelectual.  
 No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra.

**NOTAS GENERALES**

1. El proyecto se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas y constructivas que se detallan en el presente documento.
2. El contratista deberá suministrar todos los materiales y mano de obra necesarios para la ejecución de las obras.
3. El contratista deberá mantener a lo largo de las obras un programa de seguridad y salud ocupacional.
4. El contratista deberá mantener a lo largo de las obras un programa de control de calidad.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
 INSTITUTO VICE-RECTORAL DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

---

**PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN DE LA PLANTA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

---

**PLANO N.º 1: OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN DE LA PLANTA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

Autor: Inge. Carlos A. ...	Fecha: 2010	Escala: 1:100	Hoja: 1 de 1
-------------------------------	----------------	------------------	-----------------

---

Este documento es propiedad de la Universidad Nacional de Ingeniería y Arquitectura. Toda reproducción o copia sin el consentimiento escrito del autor es estrictamente prohibida.

## IV.1 MEMORIA DE CALCULO TOPOGRAFICO



INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE FUNDACIONES PARA LA REALIZACION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACAPULCO, EN XOCHIMILCO, D.F.

<b>NIVELACION TOPOGRAFICA</b>	
<b>EDIFICIO</b>	<u>MUSEO ARQUEOLOGICO</u>
<b>UBICACION</b>	<u>XOCHIMILCO D.F.</u>
<b>TIPO</b>	<u>ESPECIAL</u>
<b>FECHA DE NIVELACION</b>	
<b>PERIODO DE NIVELACION</b>	<u>PRIMERO LECTURA. (P.B)</u>

HOJA 1 DE 4

PUNTO VISADO	ELEVACION ANTERIOR (m)	ELEVACION ACTUAL (m)	MOVIMIENTO PARCIAL (m m)	MOVIMIENTO ACUMULADO (m m)	OBSERVACIONES
1-A		10.0320			<p>SECCION TIPO EN COLUMNAS DE FACHADAS BANCO DE NIVEL UBICADO EN MOJONERA ELEV. = 10.000</p>
1-A'		9.7070			
1-B		10.0855			
1-B'					
1-C		10.1305			
1-C'					
1-D		10.1615			
1-D'		9.8180			
1-E		10.1685			
1-E'					
1-F		10.1640			
1-F'					
1-G		10.1570			
1-G'					
1-H		10.1720			
1-H'		9.8465			
2-H		10.1620			
2-H'		9.8385			
3-H		10.1540			
3-H'		9.8335			



INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE OMIENTACIONES PARA LA  
REALIZACION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION  
TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y  
MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ  
ACALPXICA EN XOCHIMILCO, D.F.

EDIFICIO	NIVELACION TOPOGRAFICA
UBICACIÓN	MUSEO ARQUEOLOGICO
	XOCHIMILCO D.F.
TIPO	ESPECIAL
FECHA DE NIVELACIÓN	
PERIODO DE NIVELACIÓN	PRIMERO LECTURA.

HOJA 2 DE 4

PUNTO VISADO	ELEVACIÓN ANTERIOR (m)	ELEVACIÓN ACTUAL (m)	MOVIMIENTO PARCIAL (mm)	MOVIMIENTO ACUMULADO (mm)	OBSERVACIONES
4-A		10.0165			
4-A'		9.0970			
4-B		10.1185			
4-B'		9.7880			
4-C		10.1490			
4-C'		9.8230			
-D		10.1600			
4-D'		9.8225			
4-E		10.1570			
4-E'		9.8215			
4-F		10.1645			
4-F'		9.8185			
4-G		10.1610			
4-G'		9.8210			



"INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPITCA, EN XOCHIMILCO, D.F."

	<b>NIVELACION TOPOGRAFICA</b>
<b>EDIFICIO</b>	MUSEO ARQUEOLOGICO
<b>UBICACION</b>	XOCHIMILCO D.F.
<b>TIPO</b>	ESPECIAL
<b>FECHA DE NIVELACION</b>	
<b>PERIODO DE NIVELACION</b>	PRIMERO LECTURA.

HOJA 3 DE 4

PUNTO VISADO	ELEVACION ANTERIOR (m)	ELEVACION ACTUAL (m)	MOVIMIENTO PARCIAL (mm)	MOVIMIENTO ACUMULADO (mm)	OBSERVACIONES
1-A		17.9375			
1-B		17.988			
1-C		18.0325			
1-D		18.0745			
1-D		16.6255			
1-E		16.5975			
1-E		13.2605			
-F		13.2610			
1-G		13.2705			
2-A		17.9330			
2-D		18.0660			
2-H		13.2550			
3-A		17.9335			
3-D		18.0610			
3-H		13.2510			
4-A		17.9225			
4-B		17.9665			
4-C		18.0155			
4-D		18.0595			
4-D		16.6135			
4-E		16.6125			



INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPITCA, EN XOCHIMILCO, D.F.

	<b>NIVELACION TOPOGRAFICA</b>
<b>EDIFICIO</b>	MUSEO ARQUEOLOGICO
<b>UBICACION</b>	XOCHIMILCO D.F.
<b>TIPO</b>	ESPECIAL
<b>FECHA DE NIVELACION</b>	
<b>PERIODO DE NIVELACION</b>	PRIMERO LECTURA.

HOJA 4 DE 4

PUNTO VISADO	ELEVACION ANTERIOR (m)	ELEVACION ACTUAL (m)	MOVIMIENTO PARCIAL (mm)	MOVIMIENTO ACUMULADO (mm)	OBSERVACIONES
4-E		13.2580			
4-F		13.2530			
4-G		13.2515			

RESUMEN DE INFORMACION TOPOGRAFICA EN EL MUSEO ARQUEOLOGICO  
DE SANTA CRUZ ACALPIXCA

HOJA 1

			PUNTO		X	Y	
			V-1		491697.301	2128113.519	
			V-2		491690.899	2128154.280	
			V-3		491669.351	2128200.088	
			V-4		491644.503	2128201.140	
			V-5		491636.585	2128178.846	
			V-6		491668.399	2128125.672	
P.V.	EST	PUNTO	ANG. HOR.	DIST.	X	Y	
LOC ANGLE	V-2	V-1	1	7 38 20	22.40	491696.798	2128135.913
LOC ANGLE	V-2	V-1	2	9 32 20	18.05	491697.494	2128131.568
LOC ANGLE	V-2	V-1	3	8 25 20	14.53	491697.173	2128128.048
LOC ANGLE	V-2	V-1	4	11 41 00	12.96	491697.924	2128126.464
LOC ANGLE	V-2	V-1	5	23 37 20	7.86	491699.295	2128121.122
LOC ANGLE	V-2	V-1	6	25 43 40	34.20	491707.187	2128146.259
LOC ANGLE	V-2	V-1	7	30 31 20	30.72	491708.608	2128142.082
LOC ANGLE	V-2	V-1	8	29 27 40	29.04	491707.488	2128140.714
LOC ANGLE	V-2	V-1	9	33 14 00	28.64	491709.090	2128139.620
LOC ANGLE	V-2	V-1	10	35 07 10	25.90	491708.733	2128136.759
LOC ANGLE	V-2	V-1	11	31 00 10	26.90	491707.411	2128138.447
LOC ANGLE	V-2	V-1	12	36 46 03	24.67	491708.823	2128135.333
LOC ANGLE	V-2	V-1	13	38 56 00	23.39	491708.999	2128133.774
LOC ANGLE	V-2	V-1	14	42 10 15	22.38	491709.570	2128132.236
LOC ANGLE	V-2	V-1	15	43 28 40	23.21	491710.465	2128132.635
LOC ANGLE	V-2	V-1	16	44 20 00	21.31	491709.648	2128130.888
LOC ANGLE	V-2	V-1	17	48 01 40	20.26	491710.079	2128129.241
LOC ANGLE	V-2	V-1	18	49 38 00	18.46	491709.341	2128127.513
LOC ANGLE	V-2	V-1	19	52 29 40	19.63	491710.830	2128127.742
LOC ANGLE	V-2	V-1	20	55 09 00	8.05	491703.113	2128119.088
LOC ANGLE	V-2	V-1	21	56 47 20	18.38	491710.931	2128125.850
LOC ANGLE	V-2	V-1	22	59 36 20	17.52	491710.855	2128124.621
LOC ANGLE	V-2	V-1	23	64 08 20	16.97	491711.238	2128123.201
LOC ANGLE	V-2	V-1	24	67 10 18	10.02	491705.821	2128118.792
LOC ANGLE	V-2	V-1	25	68 55 40	2.63	491699.579	2128114.834
LOC ANGLE	V-2	V-1	26	80 40 50	16.10	491712.592	2128118.560
LOC ANGLE	V-2	V-1	27	91 01 40	16.21	491713.357	2128115.746
LOC ANGLE	V-2	V-1	28	90 03 20	13.85	491710.985	2128115.655
LOC ANGLE	V-2	V-1	29	101 15 20	15.96	491713.248	2128112.870
LOC ANGLE	V-2	V-1	30	108 19 05	2.96	491700.221	2128113.036
LOC ANGLE	V-2	V-1	31	118 36 40	9.72	491706.453	2128110.245
LOC ANGLE	V-2	V-1	32	144 44 00	4.93	491700.738	2128109.984

RESUMEN DE INFORMACION TOPOGRAFICA EN EL MUSEO ARQUEOLOGICO  
DE SANTA CRUZ ACALPIXCA

HOJA 2

	P.V.	EST	PUNTO	ANG. HOR.	DIST.	X	Y
LOC ANGLE	V-2	V-1	33	113 48 00	18.23	491714.920	2128108.839
LOC ANGLE	V-2	V-1	34	166 31 40	6.44	491699.755	2128107.565
LOC ANGLE	V-2	V-1	35	162 09 40	5.86	491699.940	2128108.287
LOC ANGLE	V-2	V-1	36	171 38 10	10.19	491700.330	2128103.789
LOC ANGLE	V-2	V-1	37	187 10 20	6.25	491697.492	2128107.272
LOC ANGLE	V-2	V-1	38	226 51 10	5.18	491694.117	2128109.433
LOC ANGLE	V-2	V-1	39	244 40 20	17.24	491683.051	2128103.815
LOC ANGLE	V-2	V-1	40	251 44 05	22.65	491677.154	2128103.169
LOC ANGLE	V-2	V-1	41	252 35 00	8.14	491690.006	2128109.907
LOC ANGLE	V-2	V-1	42	250 02 05	23.92	491676.358	2128101.962
LOC ANGLE	V-2	V-1	43	256 56 03	10.59	491687.482	2128109.553
LOC ANGLE	V-2	V-1	44	262 15 00	17.12	491680.901	2128108.606
LOC ANGLE	V-2	V-1	45	276 07 10	12.82	491684.496	2128112.891
LOC ANGLE	V-2	V-1	46	278 34 20	27.42	491669.882	2128113.350
LOC ANGLE	V-2	V-1	47	282 31 03	19.76	491677.580	2128114.757
LOC ANGLE	V-2	V-1	48	287 01 40	13.83	491683.609	2128115.468
LOC ANGLE	V-2	V-1	49	285 15 20	24.91	491672.543	2128116.265
LOC ANGLE	V-2	V-1	50	292 31 20	28.67	491669.434	2128120.259
LOC ANGLE	V-2	V-1	51	292 20 20	25.28	491672.711	2128119.383
LOC ANGLE	V-2	V-1	52	293 16 35	9.52	491688.078	2128115.879
LOC ANGLE	V-2	V-1	53	296 04 40	23.55	491674.798	2128120.464
LOC ANGLE	V-2	V-1	54	324 11 06	6.52	491692.712	2128118.150
LOC ANGLE	V-2	V-1	55	310 09 10	7.22	491691.127	2128117.262
LOC ANGLE	V-2	V-1	56	333 56 10	5.67	491694.050	2128118.164
LOC ANGLE	V-2	V-1	57	326 29 40	8.26	491691.728	2128119.616
LOC ANGLE	V-2	V-1	58	347 16 40	10.89	491693.284	2128123.641
LOC ANGLE	V-2	V-1	59	346 15 20	11.90	491692.714	2128124.500
LOC ANGLE	V-2	V-1	60	340 45 20	12.25	491691.518	2128124.318
LOC ANGLE	V-2	V-1	61	295 52 20	33.60	491665.160	2128123.312
LOC ANGLE	V-2	V-1	62	298 00 20	34.85	491664.365	2128124.911
LOC ANGLE	V-1	V-6	63	159 01 00	4.13	491664.271	2128125.803
LOC ANGLE	V-1	V-6	64	207 42 05	13.75	491659.654	2128136.283
LOC ANGLE	V-1	V-6	65	203 38 20	20.03	491654.597	2128140.188
LOC ANGLE	V-1	V-6	66	208 07 20	24.27	491653.102	2128144.514
LOC ANGLE	V-1	V-6	67	209 57 20	29.55	491650.517	2128149.198
LOC ANGLE	V-1	V-6	68	209 00 20	34.72	491646.933	2128152.961
LOC ANGLE	V-1	V-6	69	219 53 40	33.50	491653.035	2128155.441
LOC ANGLE	V-1	V-6	70	219 28 00	30.52	491654.199	2128152.688
LOC ANGLE	V-1	V-6	71	219 28 00	25.42	491656.572	2128148.173
LOC ANGLE	V-1	V-6	72	222 45 40	23.80	491658.555	2128147.341
LOC ANGLE	V-1	V-6	73	223 46 40	18.13	491661.194	2128142.309
LOC ANGLE	V-1	V-6	74	226 12 20	31.20	491657.224	2128154.802
LOC ANGLE	V-1	V-6	75	227 39 00	29.17	491658.641	2128153.161
LOC ANGLE	V-1	V-6	76	232 21 20	30.05	491660.703	2128154.720

RESUMEN DE INFORMACION TOPOGRAFICA EN EL MUSEO ARQUEOLOGICO  
DE SANTA CRUZ ACALPIXCA

HOJA 4

	P.V.	EST	PUNTO	ANG. HOR.	DIST.	X	Y
LOC ANGLE	V-1	V-2	121	187 25 40	33.17	491690.032	2128187.439
LOC ANGLE	V-1	V-2	122	185 04 20	33.68	491688.635	2128187.884
LOC ANGLE	V-1	V-2	123	194 38 00	34.45	491694.325	2128188.559
LOC ANGLE	V-1	V-2	124	190 24 40	11.68	491691.202	2128165.956
LOC ANGLE	V-1	V-2	125	192 31 40	42.77	491693.586	2128196.966
LOC ANGLE	V-1	V-2	126	202 38 00	35.05	491699.204	2128188.332
LOC ANGLE	V-1	V-2	127	207 00 20	16.30	491695.957	2128169.775
LOC ANGLE	V-1	V-2	128	210 50 20	18.44	491697.781	2128171.388
LOC ANGLE	V-1	V-2	129	200 05 40	9.28	491692.696	2128163.384
LOC ANGLE	V-1	V-2	130	214 38 10	5.61	491693.333	2128159.335
LOC ANGLE	V-1	V-2	131	223 30 40	4.05	491693.198	2128157.614
LOC ANGLE	V-1	V-2	132	230 17 20	21.06	491704.816	2128170.086
LOC ANGLE	V-1	V-2	133	233 02 20	18.56	491703.818	2128167.606
LOC ANGLE	V-1	V-2	134	238 34 20	17.42	491704.174	2128165.560
LOC ANGLE	V-1	V-2	135	243 40 20	3.49	491693.749	2128156.294
LOC ANGLE	V-1	V-2	136	243 40 20	17.74	491705.386	2128164.520
LOC ANGLE	V-1	V-2	137	249 27 00	15.99	491704.819	2128162.148
LOC ANGLE	V-1	V-2	138	260 55 20	13.45	491703.690	2128158.437
LOC ANGLE	V-1	V-2	139	275 01 20	15.55	491706.413	2128155.339
LOC ANGLE	V-1	V-2	140	282 51 20	15.10	491705.964	2128153.245
LOC ANGLE	V-1	V-2	141	286 21 20	10.13	491700.944	2128152.970
LOC ANGLE	V-1	V-2	142	289 28 00	15.95	491706.580	2128151.362
LOC ANGLE	V-1	V-2	143	294 02 50	3.49	491694.268	2128153.370
LOC ANGLE	V-1	V-2	144	322 06 40	5.20	491694.691	2128150.721
LOC ANGLE	V-1	V-2	145	336 29 00	7.76	491695.062	2128147.731
LOC ANGLE	V-1	V-2	146	344 49 20	12.15	491695.861	2128143.189
LOC ANGLE	V-2	V-6	147	116 49 50	34.56	491658.013	2128164.905
LOC ANGLE	V-2	V-6	148	145 48 20	25.60	491673.401	2128172.966
LOC ANGLE	V-2	V-3	149	34 48 40	2.47	491668.938	2128197.653
LOC ANGLE	V-2	V-3	150	84 27 20	5.82	491664.349	2128197.113
LOC ANGLE	V-2	V-3	151	105 31 20	5.41	491664.018	2128199.179
LOC ANGLE	V-2	V-3	152	107 03 20	10.96	491658.501	2128198.537
LOC ANGLE	V-2	V-3	153	114 49 26	12.67	491656.681	2128200.007
LOC ANGLE	V-2	V-3	154	129 20 00	21.04	491648.949	2128205.228
LOC ANGLE	V-2	V-3	155	159 21 20	8.43	491663.304	2128205.961
LOC ANGLE	V-2	V-3	156	141 08 20	11.50	491659.010	2128205.120
LOC ANGLE	V-2	V-3	157	173 39 40	7.62	491665.366	2128206.583
LOC ANGLE	V-2	V-3	158	186 34 20	7.19	491667.055	2128206.902
LOC ANGLE	V-2	V-3	159	210 48 00	6.41	491669.977	2128206.467
LOC ANGLE	V-2	V-3	160	218 27 03	7.30	491671.025	2128207.193
LOC ANGLE	V-2	V-3	161	255 12 20	7.69	491675.243	2128205.030
LOC ANGLE	V-2	V-3	162	249 30 00	12.36	491677.985	2128208.933
LOC ANGLE	V-2	V-3	163	250 50 20	12.07	491677.982	2128208.526
LOC ANGLE	V-2	V-3	164	256 48 20	12.46	491679.118	2128207.825

RESUMEN DE INFORMACION TOPOGRAFICA EN EL MUSEO ARQUEOLOGICO  
DE SANTA CRUZ ACALPIXCA

HOJA 5

	P.V.	EST	PUNTO	ANG. HOR.	DIST.	X	Y
LOC ANGLE	V-2	V-3	165	266 31 40	15.02	491682.530	2128207.293
LOC ANGLE	V-2	V-3	166	270 02 40	14.11	491682.124	2128206.084
LOC ANGLE	V-2	V-3	167	282 19 20	18.43	491687.318	2128204.193
LOC ANGLE	V-2	V-3	168	285 05 40	10.17	491679.363	2128201.871
LOC ANGLE	V-2	V-3	169	278 28 00	19.23	491687.767	2128205.622
LOC ANGLE	V-2	V-3	170	255 21 00	2.68	491671.409	2128201.805
LOC ANGLE	V-2	V-3	171	127 08 00	4.85	491664.606	2128201.091
LOC ANGLE	V-2	V-3	172	294 06 20	30.36	491699.706	2128200.664
LOC ANGLE	V-2	V-3	173	295 28 20	29.10	491698.451	2128199.946
LOC ANGLE	V-2	V-3	174	290 09 00	22.52	491691.784	2128202.067
LOC ANGLE	V-2	V-3	175	304 42 20	16.70	491685.821	2128197.328
LOC ANGLE	V-2	V-3	176	317 50 40	14.05	491682.317	2128194.677
LOC ANGLE	V-2	V-3	177	332 55 20	14.19	491680.574	2128191.405
LOC ANGLE	V-2	V-3	178	6 17 00	23.38	491676.928	2128177.970
LOC ANGLE	V-2	V-3	179	4 46 40	12.72	491673.788	2128188.167
LOC ANGLE	V-2	V-3	180	13 32 40	10.04	491671.378	2128190.255
LOC ANGLE	V-2	V-3	181	336 03 00	7.43	491674.971	2128195.227
LOC ANGLE	V-2	V-3	182	318 29 00	5.57	491674.467	2128197.886
LOC ANGLE	V-2	V-3	183	117 37 00	24.87	491644.503	2128201.140
LOC ANGLE	V-3	V-4	184	8 5 40	14.00	491658.268	2128198.584
LOC ANGLE	V-3	V-4	185	202 26 20	6.00	491639.059	2128203.663
LOC ANGLE	V-3	V-4	186	182 37 10	18.98	491625.596	2128202.809
LOC ANGLE	V-3	V-4	187	177 23 00	32.69	491611.813	2128201.030
LOC ANGLE	V-3	V-4	188	171 37 40	28.25	491616.405	2128198.213
LOC ANGLE	V-3	V-4	189	139 00 20	15.26	491632.572	2128191.626
LOC ANGLE	V-3	V-4	190	127 34 20	22.96	491629.746	2128183.551
LOC ANGLE	V-4	V-5	191	144 42 25	21.79	491642.496	2128157.873
LOC ANGLE	V-4	V-5	192	71 49 20	19.70	491656.279	2128178.373
LOC ANGLE	V-4	V-5	193	79 54 10	14.55	491650.937	2128176.456
LOC ANGLE	V-4	V-5	194	81 07 40	16.58	491652.878	2128175.773
LOC ANGLE	V-4	V-5	195	93 57 00	20.58	491655.458	2128170.639
LOC ANGLE	V-4	V-5	196	101 09 40	18.10	491652.146	2128169.601
LOC ANGLE	V-4	V-5	197	103 45 20	21.19	491654.294	2128167.210
LOC ANGLE	V-4	V-5	198	103 39 00	25.60	491658.005	2128164.827
LOC ANGLE	V-4	V-5	199	106 17 40	21.69	491654.166	2128166.144
LOC ANGLE	V-4	V-5	200	115 01 20	21.25	491651.722	2128163.932
LOC ANGLE	V-4	V-5	201	122 10 20	22.62	491650.597	2128161.088
LOC ANGLE	V-4	V-5	202	126 08 00	16.20	491645.717	2128165.465
LOC ANGLE	V-4	V-5	203	137 11 40	18.55	491643.908	2128161.803
LOC ANGLE	V-4	V-5	204	137 30 40	12.04	491641.277	2128167.758
LOC ANGLE	V-4	V-5	205	148 39 40	18.23	491640.309	2128161.000
LOC ANGLE	V-4	V-5	206	152 19 20	23.84	491639.954	2128155.245
LOC ANGLE	V-4	V-5	207	168 19 00	16.24	491634.361	2128162.759
LOC ANGLE	V-4	V-5	208	173 04 10	16.34	491633.014	2128162.901

RESUMEN DE INFORMACION TOPOGRAFICA EN EL MUSEO ARQUEOLOGICO  
DE SANTA CRUZ ACALPIXCA

HOJA 6

	P.V.	EST	PUNTO	ANG. HOR.	DIST.	X	Y
LOC ANGLE	V-4	V-5	209	179 49 02	19.56	491630.097	2128160.393
LOC ANGLE	V-4	V-5	210	180 05 15	15.83	491631.264	2128163.937
LOC ANGLE	V-4	V-5	211	185 38 00	12.78	491631.146	2128167.281
LOC ANGLE	V-4	V-5	212	184 08 40	8.59	491633.133	2128170.980
LOC ANGLE	V-4	V-5	213	198 53 40	7.59	491631.866	2128172.902
LOC ANGLE	V-4	V-5	214	210 45 40	13.23	491626.404	2128170.398
LOC ANGLE	V-4	V-5	215	219 53 40	12.98	491625.407	2128172.248
LOC ANGLE	V-4	V-5	216	235 33 00	14.70	491622.379	2128175.067
LOC ANGLE	V-4	V-5	217	235 30 00	8.30	491628.566	2128176.705
LOC ANGLE	V-4	V-5	218	253 00 20	9.88	491626.715	2128179.287
LOC ANGLE	V-4	V-5	219	239 55 00	15.20	491621.641	2128176.068
LOC ANGLE	V-4	V-5	220	247 50 00	17.34	491619.263	2128178.055
LOC ANGLE	V-4	V-5	221	256 04 20	17.55	491619.120	2128180.566

## IV.2 MEMORIA DE CALCULO GEOTECNICO

**PROYECTO: MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPIXCA, XOCHIMILCO**

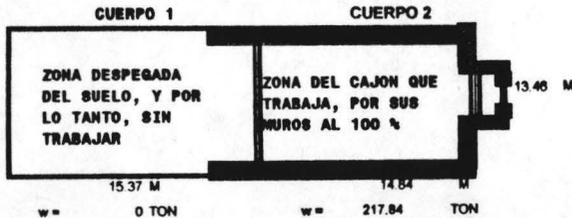
ANALISIS DE ESTABILIDAD, DE MUROS, COMO ZAPATA CORRIDA  
CARGAS ESTIMADAS

**MEMORIA DE CALCULO**

NÚMERO DE ANÁLISIS	ANCHO DE LA CIMENTACIÓN MURO	DESP. DE CIMENT. M.	COEF. SÍSMICO	NC	NQ	NO	PESO (TON)	PRESION (TON/M <sup>2</sup> )	AREA TOTAL CIMENT. (M <sup>2</sup> )	PESO DE CIMENTACIÓN TON	ANCHO DE CIMENT. (M)	LARGO DE CIMENT. (M <sup>2</sup> )	PRESION TOTAL EST.-CIMENT. (TON/M <sup>2</sup> )	ANGULO FRICCION SUELO (GRADOS)	COHESION C kg/cm <sup>2</sup>	PESO VOLUM. SUELO (ton/m <sup>3</sup> )	ASENT. ELAST. (CM)	
1	CEURPO 2	1.2	2	0.40	6.5	1.8	0.8	218	11.81	18.44	253.3	1.20	15.37	13.73	8.00	0.40	1.66	2.66
2		1.2	2.5	0.40	7.5	2.1	0.9	218	11.81	18.44	253.3	1.20	15.37	13.73	8.00	0.40	1.66	2.66
3		1.2	3	0.40	8.8	2.7	1.4	218	11.81	18.44	253.3	1.20	15.37	13.73	11.00	0.40	1.66	2.66
4		1.2	3.5	0.40	10.4	3.6	2.3	218	11.81	18.44	253.3	1.20	15.37	13.73	14.00	0.40	1.66	2.66
5		1.2	4	0.40	12.3	4.8	3.6	218	11.81	18.44	253.3	1.20	15.37	13.73	17.00	0.40	1.66	2.66
6		1.2	4.5	0.40	14.8	6.4	5.4	218	11.81	18.44	253.3	1.20	15.37	13.73	20.00	0.40	1.66	2.66

(\*)

(\*) ESTIMADOS



PROF. M	ANCHO DE CIMENT. M	QU ULTIMA (TON/M <sup>2</sup> )	F.S. ESTATICA	QU ADMISIBLE (TON/M <sup>2</sup> )
2.00	1.2	18.9	0.8	6.3
2.80	1.2	23.6	1.0	7.9
3.00	1.2	30.0	1.2	10.0
3.80	1.2	38.6	1.6	12.9
4.00	1.2	50.6	2.1	16.9
4.80	1.2	67.2	2.8	22.4

F.S. CON CARGA SÍSMICA	COMPENSACIÓN			Cap. orilla qsp ton/m <sup>2</sup>
	PRESION COMPENSADA TON/M <sup>2</sup>	CARGA REAL TON/M <sup>2</sup>	% COMP. REAL	
0.66	3.30	10.43	24%	2.56
0.66	4.19	9.61	30%	3.26
0.67	4.96	6.78	36%	4.09
1.11	5.78	7.96	42%	5.08
1.46	6.80	7.13	48%	6.25
1.94	7.43	6.31	54%	7.63

**ZAPATA CORRIDA BAJO EL MURO DE CIMENTACIÓN**

CONDICION DE COMPENSACIÓN		
PESO VOLUMETRIC MEDIO =	1.66	TON/M <sup>3</sup>
CARGA MEDIA DE LA ESTRUCTURA =	11.81	TON/M <sup>2</sup>
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE =	7.16	M
(PARA COMPENSACIÓN TOTAL)		

NOTA: En ESTE ANÁLISIS NO SE CONSIDERA EL EFECTO DEL VIENTO

# P R O Y E C T O : MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPIXCA, XOCHIMILCO

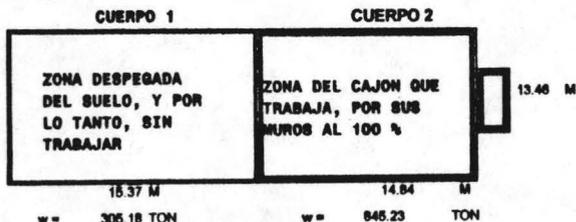
ANALISIS DE ESTABILIDAD, DE LORA Y CAJÓN, SIN PILAS  
CARGAS ESTIMADAS

## MEMORIA DE CALCULO

NÚMERO DE ANÁLISIS	ANCHO DE LA CIMENTACIÓN LORA	DESP. DE CIMENT. M.	COEF. SISMICO	NC	NQ	NG	PESO (TON)	PRESION (TON/M <sup>2</sup> )	AREA TOTAL CIMENT. (M <sup>2</sup> )	PESO DE CIMENTACIÓN (TON)	ANCHO DE CIMENT. (M)	LARGO DE CIMENT. (M <sup>2</sup> )	PRESION TOTAL EST.+CMT. (TON/M <sup>2</sup> )	ANGULO FRICCION SUELO (GRADOS)	COHESION C kg/cm <sup>2</sup>	PESO VOLUM. SUELO (ton/m <sup>3</sup> )	ASENT. ELAST. (CM)	
1	CEURPO 1	13.5	0.5	0.40	6.5	1.8	0.5	305	1.48	206.73	702.1	13.46	15.37	3.40	5.00	0.40	1.80	2.79
2		13.5	1	0.40	6.5	1.8	0.5	305	1.48	206.73	702.1	13.46	15.37	3.40	5.00	0.40	1.80	2.79
3		13.5	1.5	0.40	6.5	1.8	0.5	305	1.48	206.73	702.1	13.46	15.37	3.40	5.00	0.40	1.80	3.19
4	CCUERPO 2	13.5	3.5	0.40	11.0	3.9	2.7	845	4.23	199.80	1228.5	13.46	14.84	6.15	15.00	0.20	1.85	9.15
5		13.5	4	0.40	11.0	3.9	2.7	845	4.23	199.80	1228.5	13.46	14.84	6.15	15.00	0.20	1.85	9.15
6		13.5	4.5	0.40	11.0	3.9	2.7	845	4.23	199.80	1228.5	13.46	14.84	6.15	15.00	0.20	1.85	9.15

(\*)

(\*) ESTIMADOS



PROF. M	ANCHO DE CIMENT. M	QU ULTIMA (TON/M <sup>2</sup> )	F.S. ESTATICA	QU ADMISIBLE (TON/M <sup>2</sup> )
0.50	13.5	12.6	3.6	4.2
1.00	13.5	13.1	3.6	4.4
1.50	13.5	13.9	3.8	4.6
3.50	13.5	29.5	4.5	9.9
4.00	13.5	30.9	4.7	10.3
4.50	13.5	32.2	4.9	10.7

F.S. CON CARGA SISMICA	COMPENSACIÓN			Cap. orilla qsp ton/m <sup>2</sup>
	PRESION COMPENSADA TON/M <sup>2</sup>	CARGA REAL TON/M <sup>2</sup>	% COMP. REAL	
3.28	0.79	2.61	0%	1.26
3.40	1.98	1.82	0%	1.64
3.61	2.36	1.03	0%	2.02
4.24	5.51	0.64	90%	4.72
4.43	6.30	-0.15	102%	5.33
4.61	7.09	-0.93	110%	5.93

CONDICION DE COMPENSACIÓN		
PESO VOLUMETRICO MEDIO =	1.88	TON/M <sup>3</sup>
CARGA MEDIA DE LA ESTRUCTURA =	1.48	TON/M <sup>2</sup>
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE =	0.94	M
(PARA COMPENSACIÓN TOTAL)		

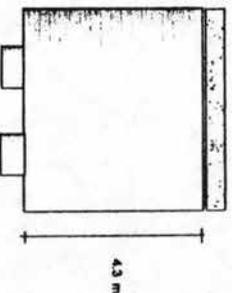
NOTA: En ESTE ANÁLISIS NO SE CONSIDERA EL EFECTO DEL VIENTO

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE PULAS  
 MUSEO ARQUEOLÓGICO, SANTA CRUZ ACAPULCO  
 CUERPO 2, ZONA DE CAPTACION  
 Muros de Cementación

PLOTES DE PUNTA: PILE GROUP BEARING CAPACITY: ZEEVAERT PER 2009

Muros DE 4.3 M DE PROFUNDIDAD

FORMULA: $\sigma_p \leq \sigma_{ult} / \phi$	$\sigma_p$ = presión efectiva + $\rho \cdot \text{prof}$ - $\Delta \sigma$ (sobrecarga + s.l.)
B = SEMANCHO DE CEMENTACION EN EL BLOQUE DE PULAS	
LARGO DE LA CEMENTACION	
$\sigma_p$ =	area del pila en su punta
$\sigma_{ult}$ =	Factor de forma de la punta de la pila
$\rho$ =	Resistencia al corte del suelo de apoyo de la punta
$\Delta \sigma$ =	He y $H_e$ = Factores de capacidad de carga, dependientes del ángulo de fricción
$H_e$ y $H_e$ =	Esfuerzos efectivos al nivel de la punta de la pila
Por =	Incremento o decremento de esfuerzos por efecto de fricción
Delta Por =	Diferencia relativa del suelo de apoyo del pila
D =	



Análisis capacidad de carga

Proyecto: MUSEO ARQUEOLÓGICO, SANTA CRUZ ACAPULCO

Datos de la cimentación:

MURO DE ANCHO	1	M	M	PLA DE DIAMETRO	5.33	M	M	PLA DE DIAMETRO	1	M	M	PLA DE DIAMETRO	1	M	M	PLA DE DIAMETRO	1	M	M
MURO DE ANCHO	14.80	M	M	PLA DE DIAMETRO	5.33	M	M	PLA DE DIAMETRO	1	M	M	PLA DE DIAMETRO	1	M	M	PLA DE DIAMETRO	1	M	M
LARGO	14.80	M	M	DIAMETRO	1	M	M												
$\sigma_p$ =	14.80	m2		$\sigma_p$ =	1	m2													
$\sigma_{ult}$ =	1.2	kn/m2		$\sigma_{ult}$ =	1.2	kn/m2		$\sigma_{ult}$ =	1.2	kn/m2		$\sigma_{ult}$ =	1.2	kn/m2		$\sigma_{ult}$ =	1.2	kn/m2	
c =	0.25	kn/m2		c =	0.25	kn/m2		c =	0.25	kn/m2		c =	0.25	kn/m2		c =	0.25	kn/m2	
N50 = 5, promedio, y $H_e$ = 20				Por =	11.190	kn/m2													
				Delta Por =	2.46	kn/m2		Delta Por =	2.46	kn/m2		Delta Por =	2.46	kn/m2		Delta Por =	2.46	kn/m2	
				D =	0.5	kn/m2													
				H <sub>e</sub> =	4.5	kn/m2		H <sub>e</sub> =	4.5	kn/m2		H <sub>e</sub> =	4.5	kn/m2		H <sub>e</sub> =	4.5	kn/m2	
				H <sub>e</sub> =	13	kn/m2		H <sub>e</sub> =	13	kn/m2		H <sub>e</sub> =	13	kn/m2		H <sub>e</sub> =	13	kn/m2	
ángulo de fricción de	15	grados		ángulo de fricción de	15	grados		ángulo de fricción de	15	grados		ángulo de fricción de	15	grados		ángulo de fricción de	15	grados	
Capacidad de carga Cp =	44.0	kn/m2		Capacidad de carga Cp =	60.1	kn/m2		Capacidad de carga Cp =	60.1	kn/m2		Capacidad de carga Cp =	60.1	kn/m2		Capacidad de carga Cp =	60.1	kn/m2	
Factor de reducción por geometría	0.75			Factor de reducción por geometría	0.75			Factor de reducción por geometría	0.75			Factor de reducción por geometría	0.75			Factor de reducción por geometría	0.75		
Análisis de estabilidad				Análisis de estabilidad				Análisis de estabilidad				Análisis de estabilidad				Análisis de estabilidad			
Peso de la estructura (este bloque) =	217.24	ton		Peso de la estructura (este bloque) =	42.7	ton		Peso de la estructura (este bloque) =	42.7	ton		Peso de la estructura (este bloque) =	42.7	ton		Peso de la estructura (este bloque) =	42.7	ton	
No. de pilas =	1			No. de pilas =	1			No. de pilas =	1			No. de pilas =	1			No. de pilas =	1		
Carga por pila =	217.24	ton		Carga por pila =	42.70	ton		Carga por pila =	42.70	ton		Carga por pila =	42.70	ton		Carga por pila =	42.70	ton	
Factor de seguridad por pila =	0.20			Factor de seguridad por pila =	1.23			Factor de seguridad por pila =	1.23			Factor de seguridad por pila =	1.23			Factor de seguridad por pila =	1.23		
	(en considerar fricción)				(en considerar fricción)				(en considerar fricción)				(en considerar fricción)				(en considerar fricción)		

RESUMEN:

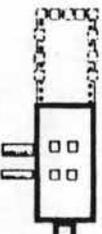
Proyecto: MUSEO ARQUEOLÓGICO, SANTA CRUZ ACAPULCO

NUMERO DE PULAS 1.0  
 DIAMETRO DE PULAS 1.0 M  
 LONGITUD DE PULAS 4.3 M  
 CAPACIDAD DE CARGA DE TRABAJO = 87.2 TON

CALCULO DE FRICCION POSITIVA Y NEGATIVA EN PULAS

Negative Friction, ps380

FORMULA UTILIZADA: FRICCION NEGATIVA (H <sub>e</sub> )	$(N/P) \cdot d = (w \cdot K) \cdot (1 + w \cdot K \cdot d / 3) \cdot T \cdot \text{Sigma Por} \cdot dz$
w =	2 * Prof
Ko =	$[(1 - \text{seno}^2 \cdot \beta) / (1 + \text{seno}^2 \cdot 2\beta)] \cdot \tan \beta$
d =	espesor estrato comprensible
T =	$\rho \cdot (1.27)^{1.2}$
Por =	Esfuerzos efectivos al nivel de la punta de la pila

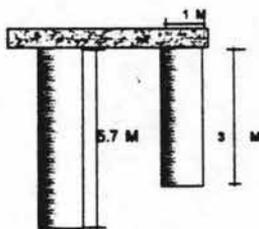


PLA DIAMETRO	4.33 M DE PROFUNDIDAD	1 M	PLA DIAMETRO	5.33 M DE PROFUNDIDAD	1 M
Capacidad por fricción positiva			Capacidad por fricción positiva		
Datos para análisis			Datos para análisis		
radio pila =	0.50 m		radio pila =	0.50 m	
ángulo de fricción =	5.00 grados		ángulo de fricción $\text{ren.}$ =	5.00 grados	
espesor d =	4.33 m		espesor d =	5.33 m	
w =	28.78 m		w =	4.00 m	
$\beta$ =	14.89 m2		$\beta$ =	8.00 m2	
Por =	10.80 kn/m2		Por =	11.20 kn/m2	
sen $\beta$ =	0.0872		sen $\beta$ =	0.087	
tan $\beta$ =	0.0875		tan $\beta$ =	0.087	
Ko =	0.0862		Ko =	0.086	
Delta Sigma POSITIVA =	10.53		Delta Sigma positive =	2.45	
(P/P) <sub>d</sub> =	164.76 ton		(P/P) <sub>d</sub> =	22.07 ton	

**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE PILAS**  
**MUSEO ARQUEOLÓGICO, SANTA CRUZ ACALPÚXCA**  
**CUERPO 1, ZONA DE SALA DE ENTRADA**

PILOTES DE PUNTA: (PILE GROUP BEARING CAPACITY: ZEEVAERT PP 349)

PILAS DE 5.7 M DE PROFUNDIDAD	
FORMULA: $ap/alfa1[Nc] + (Pod - DeltaPod)Nq(Dr + 6.1)$	
B =	SEMAMCHO DE CIMENTACIÓN EN EL BLOQUE DE PILAS
L =	LARGO DE LA CIMENTACIÓN
ap =	area del pilote en su punta
alfa 1 =	Factor de forma de la punta del pilote
c =	Resistencia al corte del suelo de apoyo de la punta
Nc y Nq =	Factores de capacidad de carga, dependientes del angulo de fricción
Pod =	Esfuerzos efectivos al nivel de la punta del pilote
Delta Pod =	Incremento o decremento de esfuerzos por efecto de Fricción
Dr =	Densidad relativa del suelo de apoyo del pilote



Análisis capacidad de carga

Proyecto: MUSEO ARQUEOLÓGICO, SANTA CRUZ ACALPÚXCA

Datos de la cimentación:

PILA DE 5.7 M DE PROFUNDIDAD			PILA DE 3 M DE PROFUNDIDAD			PESO VOLUM. 1 1.8 TON/M	PROF. HAF 8 M
DIAMETRO	1 M	M	DIAMETRO	1 M	M		
ap =	1	m <sup>2</sup>	ap =	1	m <sup>2</sup>		
alfa 1 =	1.2		alfa 1 =	1.2			
c =	6.25	ton/m <sup>2</sup>	c =	6.25	ton/m <sup>2</sup>		
N30 = 5, promedio, y Nk = 20							
Pod =	11.42	ton/m <sup>2</sup>	Pod =	9.8	ton/m <sup>2</sup>		
Delta Pod =	2.89	ton/m <sup>2</sup>	Delta Pod =	1.17	ton/m <sup>2</sup>		
Dr =	0.5		Dr =	0.5			
Nq =	7.5		Nq =	7.5			
Nc =	17		Nc =	17			
angulo de fricción de	20	grados	angulo de fricción de	20	grados		
Capacidad de carga Qp =	92.7	ton/m <sup>2</sup>	Capacidad de carga Qp =	92.3	ton/m <sup>2</sup>		
Factor de reducción por geometría	0.75		Factor de reducción por geometría	0.75			
Análisis de estabilidad			Análisis de estabilidad				
Peso de la estructura (este bloque) =	306.2 ton		Peso de la estructura (este bloque) =	306.2 ton			
No. de pilas =	18		No. de pilotes =	18			
Carga por pila =	39.82		Carga por pilote =	39.82			
Factor de seguridad por pila =	3.84		Factor de seguridad por pila =	3.83			
(en considerar fricción)			(en considerar fricción)				

RESUMEN:

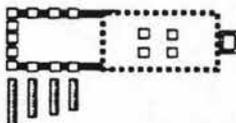
Proyecto: MUSEO ARQUEOLÓGICO, SANTA CRUZ ACALPÚXCA

NUMERO DE PILAS	10.0	
DIAMETRO DE PILAS =	1.0	M
LONGITUD DE PILAS =	5.7	M
CAPACIDAD DE CARGA DE TRABAJO =	102.9	TON

CALCULO DE FRICCIÓN POSITIVA Y NEGATIVA EN CILINDROS

Negative Friction, pp360

FORMULA UTILIZADA: FRICCIÓN NEGATIVA (NF)d	
(NF)d =	$(wK_0)(1+wK_0/d^3a)^2 \text{Sigma Poz} \cdot dz$
w =	$2 \cdot \text{PI} \cdot r_0$
Ko =	$[(1 - \text{seno}^2 \beta) / (1 + \text{seno}^2 2\beta)] \cdot \text{tan} \beta$
d =	espesor estrato compresible
a =	$p^* / (12r)^2$
Poz =	Esfuerzos efectivos al nivel de la punta del pilote



PILA 5.7 M DE PROFUNDIDAD		PILA 3 M DE PROFUNDIDAD	
DIAMETRO	1 M	DIAMETRO	1 M
Capacidad por fricción positiva		Capacidad por fricción positiva	
Datos para análisis		Datos para análisis	
radio pila =	0.50 m	radio pila =	0.50 m
angulo de fricción. =	5.00 grados	angulo de fricción rem. =	5.00 grados
espesor d =	5.70 m	espesor d =	3.00 m
w =	4.00 m	w =	4.00 m
a =	SEP. DE 3.0 M	a =	9.00 m <sup>2</sup>
Poz =	11.42 ton/m <sup>2</sup>	Poz =	9.80 ton/m <sup>2</sup>
sen β =	0.0872	sen β =	0.087
tan β =	0.0875	tan β =	0.087
Ko =	0.0862	Ko =	0.086
Delta Sigma POSITVA =	2.89	Delta Sigma positiva =	1.17
(PF)d =	24.20 ton	(PF)d =	19.84 ton

## MEMORIA DE CALCULO

**DATOS:** PROYECTO: MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPIXCA, XOCHIMILCO

**TABLA 1**

Dt = DESPLANTE DE CIMENTA	=	PROP. DE EXCAVACIÓN	=	0.5	S
C = COEFICIENTE SÍSMICO	=	S.P.DSYP	=	0.40	ADIS.
ZONA SÍSMICA	=	S.P.DSYP	=	0.40	ADIS.
TIPO DE SUELO	=	S.P.DSYP	=	1.67	ADIS.
PESO DE LA ESTRUCTURA (S.P.P.C.)	=	S.P.E.	=	206.10	TUN
PRESIÓN (C.P.P.C.)	=	PESO (S.P.P.C)/At	=	1.68	TUN/S <sup>2</sup>
At = AREA TOTAL DE LA CIMENTACIÓN	=	b <sup>2</sup> La	=	206.73	S <sup>2</sup>

**TABLA 2**

Wc = PESO DE CIN.	=	VOL. CIN * PESO VOL. DE CONCRET	=	296.81	TUN
Ap = AREA DE PROJ. DE CIN	=	Ao/L <sup>2</sup> bm <sup>2</sup> 100	=	300.00	%
Wt = PESO TOT. ESTR. + CIN	=	PESO S.P.P. + Wc	=	702.09	TUN
b = ANCHO DE CIMENTACIÓN	=	S.P.E.	=	13.45	S
Ao = AREA DE CIMENTACIÓN	=	At	=	15.37	S <sup>2</sup>
K = MÓDULO DE REACCIÓN	=	E/1000/b(1-v <sup>2</sup> )	=	0.73	KG/CM <sup>3</sup>
Pas. = PRESIÓN SISM. MAX.					
ORILLA CIN	=	(S <sup>2</sup> C*Wt*Wc)*Wc/2/S <sup>2</sup> La <sup>2</sup> bm <sup>2</sup>	=	0.23	TUN/S <sup>2</sup>
Pt = PRESIÓN TOTAL	=	Wt/At	=	3.60	TUN/S <sup>2</sup>

**TABLA 3**

S = ABENTAMIENTO ELASTICO	=	C.P.P.C.*b <sup>2</sup> (1-v <sup>2</sup> )*0.9/E*100	=	2.79	CM
qs = CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA.	=	(Co*Wc+Wt*Wt+Pvs+0.8Pvs*b <sup>2</sup> Wt)*	=	12.85	TUN/S <sup>2</sup>
Fas = FACT. DES. EST.	=	qs/Pt	=	3.60	ADIS.
Fas. = FACT. DES. SIS.	=	qs/(Pso+Pt)	=	3.28	ADIS.
La = LARGO MEDIO ESTRUC.	=	S.P.E.	=	15.37	S.
Wc = ANCHO MEDIO ESTRUC.	=	S.P.E.	=	13.45	S.
Wt = ALTURA MEDIA ESTRUC.	=	S.P.E.	=	6.30	S.
Wt = COEFICIENTE DUCTILIDAD	=	S.P.E.	=	2.00	ADIS.

continua...

*memoria de calculo*

**TABLA 4**

PROYECTO : MURO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPENA, XICHINKILO

La = LONG. MEDIA	=	D.P.E.	=	15.37	M.
F1 = ANGULO DE FRICCION	=	D.P.EGTP	=	5	GRADOS
Df = PROF. MEDIA DE CIM.	=	Df	=	0.5	M.
Pvs = PESO VOL. SUELO	=	D.L.	=	1.5	TON/M <sup>3</sup>
Ds = DENS. REL. DEL SUELO	=	D.L.	=	0.3	ADIM.
MF1 = FACTOR DE FLUJO	=	(1+SEN F1/1-SEN F1)	=	1.19	ADIM.
2 Co Mf1	=	2*Co*MF1	=	0.87	ADIM.
Ko*MF1	=	Ko MF1+(1-SEN F1)*MF1	=	0.38	ADIM.

**TABLA 8**

WQ = COEF. WQ.	=	(TG45°Cte.+(F1°0.66°Cte/2))*2(	=		
		2.7183 <sup>WQ</sup> *TG(F1°0.66°Cte.))	=	1.57	ADIM.
WQ = COEF. WQ	=	(WQ+1)*2*TG(Cte*F1°0.66)	=	0.45	ADIM
Co = COHESION	=	DATO PROP. EGTP	=	0.4	TON/M <sup>2</sup>
WC = COEF. WC.	=	(WQ-1)/TG(F1°/180)	=	#REF!	ADIM.
E = MODULO DE YOUNG	=	6*(N30 SPT.+6)*10	=	480	TON/M <sup>2</sup>
v = RELAC. POISSON	=	D.P.EGTP	=	0.5	ADIM.
K = MODULO DE REACCION	=	E/1000*b/(1-v <sup>2</sup> )	=	4.76E-02	TON/M <sup>3</sup>
N30 SPT. = RESIS. DEL SUE	=	D.L.	=	2	ADIM.
A LA PERET. A 30 GOLPES					
SEN F1	=	SEN(°/180°F1)	=	0.09	RAD.

**NOTAS ACLARATORIAS:**

- 1) **Cte. = 0.07745**
- 2) **D.P.L. = DATO PROPORCIONADO POR EGTP**
- 3) **D.P.L. = DATO PROPORCIONADO POR LABORATORIOS SA**
- 4) **D.L. = DATOS DE LABORATORIO**

**MEMORIA DE CALCULO**  
**CALCULO DE CAPACIDADES DE CARGA Y HUNDIMIENTOS ELASTICOS**

**PROYECTO : MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPIXCA, XOCHIMILCO**

ANCHO DE LA CIMENTACIÓN	PESO DE CIMENTACIÓN (TON)	AREA PROY. DE CIMENT. (%)	PESO TOT. EST. + CIM. (TON)	ANCHO DE CIMEN. (M)	LARGO DE CIMEN. (M <sup>2</sup> )	No. CAJONES	PRESION DE COMPENSACION	PRESION SISM. MAX. ORILLA CIM. (TON/M <sup>2</sup> )	PRESION TOTAL EST. + CIM. (TON/M <sup>2</sup> )	PRESION TOTAL SIN CONSIDERAR COMPENSACION (TON/M <sup>2</sup> )	
CEURPO 2	1.2	35.41	100.00	253.25	1.2	15.4	1.00	3.30	10.47	13.73	24.2
	1.2	35.41	100.00	253.25	1.2	15.4	1.00	4.13	10.47	13.73	24.2
	1.2	35.41	100.00	253.25	1.2	15.4	1.00	4.95	10.47	13.73	24.2
	1.2	35.41	100.00	253.3	1.2	15.4	1.00	5.78	10.47	13.73	24.2
	1.2	35.41	100.00	253.3	1.2	15.4	1.00	6.60	10.47	13.73	24.2
	1.2	35.41	100.00	253.3	1.2	15.4	1.00	7.43	10.47	13.73	24.2

**ZAPATA CORRIDA BAJO EL BURRO DE CIMENTACIÓN**

TABLA 3

ANCHO DE LA CIMENTACIÓN	ASENT. ELASTICO (CM)	CAPACIDAD CARGA ULTIMA (TON/M <sup>2</sup> )	FACTOR SEGURIDAD ESTATICA	FACTOR SEGURIDAD SISMICA	LARGO MEDIO ESTRUCTURA (M)	ANCHO MEDIO ESTRUCTURA (M)	ALTURA MEDIA ESTRUCT. (M)	COEF DUCTIL. Q	
CEURPO 2	1.2	2.66	18.91	0.78	0.55	15.4	1.20	6.10	2.00
	1.2	2.66	23.64	0.98	0.68	15.4	1.20	6.10	2.00
	1.2	2.66	29.99	1.24	0.87	15.4	1.20	6.10	2.00
	1.2	2.66	38.63	1.60	1.11	15.4	1.20	6.10	2.00
	1.2	2.66	50.56	2.09	1.46	15.4	1.20	6.10	2.00
	1.2	2.66	67.25	2.78	1.94	15.4	1.20	6.10	2.00

TABLA 4

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DEL CAJON	LONGITUD MEDIA CIMENTACION (M)	ANGULO FRICCION SUELO	PROF. MEDIA CIMENTACION (M)	PESO VOLUM. SUELO (ton/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD RELATIVA SUELO	FACTOR DE FLUIDO NB	2CoNF1	Ko*NF1		
PROF.	2	15.37	5.00	2	1.65	0.5	0.4286	1.19	0.87	1.68
	2.5	15.37	8.00	2.5	1.65	0.5	0.4286	1.32	0.92	2.34
	3	15.37	11.00	3	1.65	0.5	0.4286	1.47	0.97	3.12
	3.5	15.37	14.00	3.5	1.65	0.5	0.4286	1.64	1.02	4.05
	4	15.37	17.00	4	1.65	0.5	0.4286	1.83	1.08	5.17
	4.5	15.37	20.00	4.5	1.65	0.5	0.4286	2.04	1.14	6.49
			MEDIA		1.65					

TABLA 5

COEF. NQ	COEF. NG	COHESION C KG/CM <sup>2</sup>	COEF. NC	MODULO DE YOUNG TON/M <sup>2</sup>	RELACION DE POISSON	MODULO DE REACCION (TON/M <sup>3</sup> )	Nº SPT	SENO FI (RAD)	CAPACIDAD En LA ORILLA DE LA CIMENTACIÓN q <sub>op</sub> q <sub>sp</sub>
1.57	0.45	0.40	6.48	480	0.25	4.00E-01	2	0.09	2.88
2.06	0.86	0.40	7.52	480	0.25	4.00E-01	2	0.14	3.28
2.71	1.45	0.40	8.79	480	0.25	4.00E-01	2	0.19	4.00
3.58	2.29	0.40	10.36	480	0.25	4.00E-01	2	0.24	5.00
4.77	3.54	0.40	12.32	480	0.25	4.00E-01	2	0.29	6.28
6.39	5.40	0.40	14.82	480	0.25	4.00E-01	2	0.34	7.88

**MEMORIA DE CALCULO**  
**CALCULO DE CAPACIDADES DE CARGA Y HUNDIMIENTOS ELASTICOS**  
**PROYECTO : MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPIXCA, XOCHIMILCO**

ANCHO DE LA CIMENTACION	PESO DE CIMENTACION TON	AREA PROY. DE CIMENT. (%)	PESO TOT. EST.+CIM. (TON)	ANCHO DE CIMEN. (M)	LARGO DE CIMEN. (M <sup>2</sup> )	No. CAJONES	PRESION DE COMPENSACION	PRESION SISM. MAX. ORILLA CIM. (TON/M <sup>2</sup> )	PRESION TOTAL EST.+CIM. (TON/M <sup>2</sup> )	PRESION TOTAL SIN CONSIDERAR COMPENSACION (TON/M <sup>2</sup> )	
CEURPO I	13.5	396.91	100.00	702.09	13.5	15.4	1.00	0.75	0.23	3.40	3.6
	13.5	396.91	100.00	702.09	13.5	15.4	1.00	1.50	0.23	3.40	3.6
	13.5	396.91	100.00	702.09	13.5	15.4	1.00	2.25	0.23	3.40	3.6
	13.5	383.23	100.00	1228.5	13.5	14.8	1.00	5.78	0.42	6.15	6.6
	13.5	383.23	100.00	1228.5	13.5	14.8	1.00	6.60	0.42	6.15	6.6
	13.5	383.23	100.00	1228.5	13.5	14.8	1.00	7.43	0.42	6.15	6.6

TABLA J

ANCHO DE LA CIMENTACION	ASENT. ELASTICO (CM)	CAPACIDAD CARGA ULTIMA (TON/M <sup>2</sup> )	FACTOR SBOURRIDAD ESTATICA	FACTOR SBOURRIDAD SISMICA	LARGO MEDIO ESTRUCTURA (M)	ANCHO MEDIO ESTRUCTURA (M)	ALTURA MEDIA ESTRUCT. (M)	COEF. DUCTIL. Q	
CEURPO I	13.5	2.79	12.65	3.49	3.28	15.4	13.45	6.10	2.00
	13.5	2.79	13.12	3.62	3.40	15.4	13.45	6.10	2.00
	13.5	3.19	13.91	3.84	3.61	15.4	13.45	6.10	2.00
	13.5	9.15	29.64	4.51	4.24	14.8	13.45	6.10	2.00
	13.5	9.15	30.94	4.71	4.43	14.8	13.45	6.10	2.00
	13.5	9.15	32.24	4.91	4.61	14.8	13.45	6.10	2.00

TABLA I

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DEL CAJON	LONGITUD MEDIA CIMENTACION (M)	ANGULO FRICCION SUELO	PROF. MEDIA CIMENTACION (M)	PESO VOLUM. SUELO (ton/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD RELATIVA SUELO	FACTOR DE FLUJO NR	2CoNFI	KoNFI		
PROF.	0.5	15.37	5.00	0.5	1.5	0.3	0.4286	1.19	0.87	0.38
	1	15.37	5.00	1	1.5	0.3	0.4286	1.19	0.87	0.77
	1.5	15.37	5.00	1.5	1.5	0.3	0.4286	1.19	0.87	1.15
	3.5	14.84	15.00	3.5	1.65	0.3	0.4286	1.70	0.52	4.20
	4	14.84	15.00	4	1.65	0.3	0.4286	1.70	0.52	4.80
	4.5	14.84	15.00	4.5	1.65	0.3	0.4286	1.70	0.52	5.40

MEDIA 1.575

TABLA 5

COEF. NQ	COEF. NG	OHESIO C KG/CM <sup>2</sup>	COEF. NC	MODULO DE YOUNG TON/M <sup>2</sup>	RELACION DE POISSON	MODULO DE REACCION (TON/M <sup>3</sup> )	NGO SPT	SENO FI (RAD)	CAPACIDAD EN LA ORILLA DE LA CIMENTACION q <sub>op</sub> q <sub>u</sub>
1.57	0.45	0.40	6.48	480	0.5	4.76E-02	2	0.09	1.28
1.57	0.45	0.40	6.48	480	0.5	4.76E-02	2	0.09	1.84
1.57	0.45	0.40	6.48	480	0.5	4.76E-02	2	0.09	2.02
3.94	2.65	0.20	10.96	420	0.5	4.16E-02	1	0.26	4.72
3.94	2.65	0.20	10.96	420	0.5	4.16E-02	1	0.26	5.33
3.94	2.65	0.20	10.96	420	0.5	4.16E-02	1	0.26	5.83

memoria de calculo

**TABLA 4**

EAPATA CORRIDA BAJO EL MURO DE CIMENTACION

PROYECTO: MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ AGALPINEA, RICHIELDO

La = LONG. MEDIA	=	D.P.E.	=	15.37	M.
Fi = ANGULO DE FRICCION	=	D.P.EGYF	=	5	GRADOS
Df = PROF. MEDIA DE CIM.	=	Df	=	2	M.
Pvx = PESO VOL. SUELO	=	D.L.	=	1.65	TON/M <sup>3</sup>
Dr = DENS. REL. DEL SUELO	=	D.L.	=	0.5	ADIM.
Mfi = FACTOR DE FLUJO	=	(1-SEN FI/(1-SEN FI))	=	1.19	ADIM.
2 Co Mfi	=	2*Co*Mfi	=	0.87	ADIM.
Ko*Mfi	=	Ko Mfi*(1-SEN FI)*Mfi	=	1.68	ADIM.

**TABLA 5**

NG = COEF. NG	=	(TG45*Cte.+(Fi*0.66*Cte/2))*2(	=	1.57	ADIM.
		2.7183* $\phi$ *TG(Fi*0.66+Cte.))	=		
DNG = COEF. NG	=	(NG+1)*2*TG(Cte*Fi*0.66)	=	0.45	ADIM
Co = COESION	=	DATO PROP. EGYF	=	0.4	TON/M <sup>2</sup>
DNC = COEF. NC	=	(NG-1)/TG(Fi* $\phi$ /180)	=	#REF!	ADIM.
E = MODULO DE YOUNG	=	6*(K30 SPT.+6)*10	=	480	TON/M <sup>2</sup>
v = RELAC. POISSON	=	D.P.EGYF	=	0.25	ADIM.
K = MODULO DE REACCION	=	E/1000*b/(1-v <sup>2</sup> )	=	4.00E-01	TON/M <sup>3</sup>
K30 SPT. = RESIS. DEL SUE	=	D.L.	=	2	ADIM.
A LA PENET. A 30 GOLPES					
SENO FI	=	SEN $\phi$ /180*Fi	=	0.09	RAD.

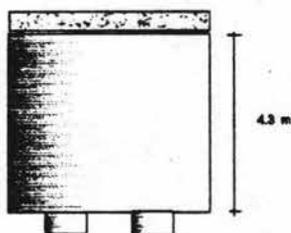
**NOTAS ACLARATORIAS:**

- 1) Cte. = 0.0745
- 2) D.P.E. = DATO PROPORCIONADO POR EGYF
- 3) D.P.E. = DATO PROPORCIONADO POR LOS DISEÑADORES
- 4) D.L. = DATOS DE LABORATORIO

**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE PILAS**  
**MUSEO ARQUEOLÓGICO, SANTA CRUZ ACALPXCA**  
**CUERPO 2, ZONA DE FOSA DE CAPTACION**  
**MUROS DE CIMENTACIÓN**

PILOTES DE PUNTA: (PILE GROUP BEARING CAPACITY: ZEEVAERT PP 348)

Muros de 4.3 M DE PROFUNDIDAD	
FORMULA: $ap^2 \cdot s_{11} \cdot [c \cdot N_c + (Pod - \Delta Pod) \cdot N_q] \cdot (Dr + 0.1)$	
sb =	SEMAMCHO DE CIMENTACIÓN EN EL BLOQUE DE PILAS
L =	LARGO DE LA CIMENTACIÓN
ap =	area del pilote en su punta
s <sub>11</sub> =	Factor de forma de la punta de la pila
c =	Resistencia al corte del suelo de apoyo de la punta
N <sub>c</sub> y N <sub>q</sub> =	Factores de capacidad de carga, dependientes del angulo de fricción
Pod =	Esfuerzos efectivos al nivel de la punta de la pila
Delta Pod =	Incremento o decremento de esfuerzos por efecto de fricción
Dr =	Densidad relativa del suelo de apoyo del pilote



Análisis capacidad de carga Proyecto: MUSEO ARQUEOLÓGICO, SANTA CRUZ ACALPXCA

Datos de la cimentación:			PILA DE 5.33 M DE PROFUNDIDAD			PESO VOLUM. MEDIO 1.6 TON/M3	PROF. NAF 8 M
MURO DE ANCHO	4.33 M	M DE PROFUNDIDAD	DIAMETRO	1 M	M		
LARGO	14.89	M	ap =	1	m2		
ap =	14.89	m2	s <sub>11</sub> =	1.2			
s <sub>11</sub> =	1.2		c =	4	ton/m2		
c =	4	ton/m2	Pod =	11.198	ton/m2		
(qc = 12.5 kg/cm2; por lo que c = qc/N <sub>k</sub> , N <sub>k</sub> = 20)			Delta Pod =	83.07	ton/m2		
Pod =	10.598	ton/m2	Dr =	0.5			
Delta Pod =	10.83	ton/m2	N <sub>q</sub> =	4.5			
Dr =	0.5		N <sub>c</sub> =	13			
N <sub>q</sub> =	4.5		angulo de fricción de	15	grados		
N <sub>c</sub> =	13		Capacidad de carga Q <sub>p</sub> =	420.7	ton		
angulo de fricción de	15	grados	Factor de reducción por geometría	0.75			
Capacidad de carga Q <sub>p</sub> =	420.7	ton	Analisis de estabilidad				
Factor de reducción por geometría	0.75		Peso de la estructura (este bloque) =	217.84	ton		
Analisis de estabilidad			No. de pilas =	1			
Peso de la estructura (este bloque) =	217.84	ton	Carga por pila =	42.79			
No. de pilas =	1		Factor de seguridad por pila =	-1.73			
Carga por pila =	217.84						
Factor de seguridad por pila =	1.83						
(en considerar fricción)			(en considerar fricción)				

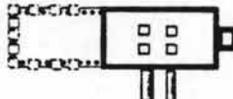
RESUMEN: Proyecto: MUSEO ARQUEOLÓGICO, SANTA CRUZ ACALPXCA

NUMERO DE PILAS	1.0
DIAMETRO DE PILAS =	1.0 M
LONGITUD DE PILAS =	4.3 M
CAPACIDAD DE CARGA DE TRABAJO =	-20.8 TON

**CALCULO DE FRICCIÓN POSITIVA Y NEGATIVA EN CILINDROS**

Negative Friction, pp360

FORMULA UTILIZADA: FRICCIÓN NEGATIVA (NFd)	
$(NF)d = (w/Ko)(1+wKo/d/3a)^2 [Sigma Poz \cdot dz]$	
w =	2 * P * gamma
Ko =	$[(1 - \text{seno}^2 \phi) / (1 + \text{seno}^2 2\phi)] \cdot \tan \phi$
d =	espesor estrato compresible
a =	$p / (12 \gamma)^{0.5}$
Poz =	Esfuerzos efectivos al nivel de la punta de la pila



PILA 4.33 M DE PROFUNDIDAD		PILA 5.33 M DE PROFUNDIDAD	
DIAMETRO	1 M	DIAMETRO	1 M
Capacidad por fricción positiva		Capacidad por fricción positiva	
Datos para análisis		Datos para análisis	
radio pila =	0.50 m	radio pila =	0.50 m
angulo de fricción =	5.00 grados	angulo de fricción rem. =	5.00 grados
espesor d =	4.33 m	espesor d =	5.33 m
w =	29.78 m	w =	4.00 m
a =	SEP. DE 3.0 M	a =	1.00 m2
Poz =	10.60 ton/m2	Poz =	11.20 ton/m2
sen phi =	0.0872	sen phi =	0.087
tan phi =	0.0675	tan phi =	0.087
Ko =	0.0862	Ko =	0.086
Delta Sigma POSITIVA =	10.83	Delta Sigma positiva =	53.07
(PF)d =	166.75 ton	(PF)d =	53.07 ton

CALCULO DE EMPUJES HORIZONTALES

OBRA: MUSEO ARQUEOLÓGICO DE SANTA CRUZ ACALPITCA  
 UBICACION: CALZ. TENOCHTITLAN S/N, XOCHIMILCO D.F.  
 CLIENTE: DELEGACION XOCHIMILCO  
 CLAVE: EMPUJE DE MUROS, CUERPO 1

ALTURA TOTAL DEL MURO  
 ALTURA LIBRE DEL MURO

5.7 M  
 5.7 M

SOBRECARGA CONSIDERADA =  
 CALCULO: 1

2 TON/M2

CUERPO 1

ALTURA ESTABLE  
 POR CORTE VERTICAL  
 SIN CONTENCIÓN

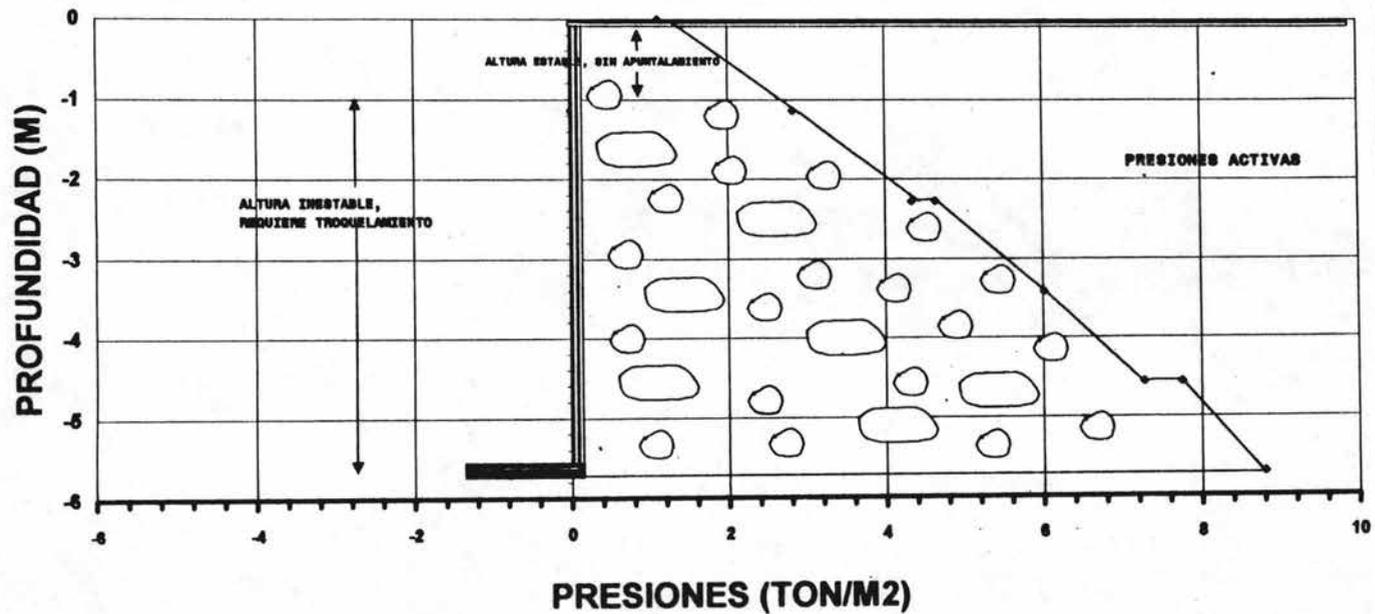
EMPUJES  
 ACTIVOS

No.	PROF.	So	Sw (%)	w (%)	GAMMA TON/M3	CONES. TON/M2	FI	q TON/M2	HFI	HFI-1/2	GAMM.*H TON/M2	GE*H/HFI TON/M2	G/HFI TON/M2	2G/HF*0.5 TON/M2	P.A. TON/M2	ALTURA ESTABLE M	FACTOR DE SEGURIDAD POR ALTURA DE CORTE
1	0 1.14	2.6	25	6	1.70	1 0.35 FR = 0.35	10 3.5	2	1.13	1.06	0.00 1.93	0.00 1.71	1.77	0.66	1.11 2.82	0.877	0.700
2	1.14 2.28	2.6	25	5	1.80	1 0.35 FR = 0.35	10 3.5	2	1.13	1.06	1.93 3.98	1.71 3.52	1.77	0.66	2.82 4.64	0.820	0.389
3	2.28 3.42	2.6	35	8	1.76	1 0.35 FR = 0.35	15 5.25	2	1.20	1.10	3.98 5.99	3.31 4.99	1.66	0.64	4.34 6.01	0.871	0.200
4	3.42 4.56	2.6	35	7	1.83	1 0.35 FR = 0.35	15 5.25	2	1.20	1.10	5.99 8.08	4.99 6.72	1.66	0.64	6.01 7.75	0.830	0.104
4	4.56 5.7	2.6	45	12	1.72	1 0.35 FR = 0.35	20 7	2	1.28	1.13	8.08 10.04	6.32 7.86	1.57	0.62	7.27 8.80	0.800	0.161

EMPUJES PASIVOS

5	5.7 5.7	2.6	45	12	1.72	0.35	7	2	1.28	1.13	0.00 0.00	0.00 0.00	1.57	0.62	-0.79 -0.79		
---	------------	-----	----	----	------	------	---	---	------	------	--------------	--------------	------	------	----------------	--	--

PRESIONES HORIZONTALES EN CUERPO 1, MUSEO ARQUEOLOGICO, PARA EFECTOS DE DISEÑO DE MUROS



### **IV.3 REGISTROS DE CAMPO GEOTECNICOS**



INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRU ACALPIXCA, EN XOCHIMILCO, D.F.



MTRA.		PROF	DESCRIPCIÓN	NUMERO DE GOLPES											SIMB.	N30	c Kg/cm2
No.	(m)	(m)		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50			
1	0.00	0.60	ARENA FINA LIMOSA	[Graph showing blow counts for 1m depth]											[Symbol]	3.00	0.28
2	0.60	1.20	GRAVA CON LIMO CAFÉ OSCURO	[Graph showing blow counts for 0.6m to 1.2m depth]											[Symbol]	38.00	3.56
3	1.20	1.65	GRAVA CON ARENA GRUESA	[Graph showing blow counts for 1.2m to 1.65m depth]											[Symbol]	50.00	4.69
-	1.65	1.80		[Graph showing blow counts for 1.65m to 1.80m depth]													
4	1.80	2.40	TEZONTLE ( RELLENO )	[Graph showing blow counts for 1.80m to 2.40m depth]											[Symbol]	40.00	3.75
5	2.40	3.00	ARCILLA GRIS OSCURO	[Graph showing blow counts for 2.40m to 3.00m depth]											[Symbol]	13.00	0.00
6	3.00	3.60	ARCILLA GRIS OSCURO	[Graph showing blow counts for 3.00m to 3.60m depth]											[Symbol]	1.00	
7	3.60	4.20	ARCILLA VARIOS TONOS	[Graph showing blow counts for 3.60m to 4.20m depth]											[Symbol]	13.00	1.22
8	4.20	4.80	ARCILLA CAFÉ OSCURO Y ARENA FINA	[Graph showing blow counts for 4.20m to 4.80m depth]											[Symbol]	10.00	0.94
9	4.80	5.40	ARCILLA LIMOSA Y ARENA FINA NEGRA	[Graph showing blow counts for 4.80m to 5.40m depth]											[Symbol]	2.00	0.19
10	5.40	6.00	ARENA FINA CON RAICILLAS	[Graph showing blow counts for 5.40m to 6.00m depth]											[Symbol]	12.00	1.13
11	6.40	7.00	ARENA GRIS Y CAFÉ VERDOSO	[Graph showing blow counts for 6.40m to 7.00m depth]											[Symbol]	17.00	1.59
12	7.00	7.60	ARENA GRUESA Y ARCILLA CAFÉ VEDOSA	[Graph showing blow counts for 7.00m to 7.60m depth]											[Symbol]	10.00	0.94
	7.60	8.00		[Graph showing blow counts for 7.60m to 8.00m depth]													
	8.00	8.80	GRAVAS EMPACADAS EN ARCILLA	[Graph showing blow counts for 8.00m to 8.80m depth]											[Symbol]	31.00	2.91
	8.80	9.00	GRAVAS EMPACADAS EN ARCILLA	[Graph showing blow counts for 8.80m to 9.00m depth]											[Symbol]		
	9.00	10.00		[Graph showing blow counts for 9.00m to 10.00m depth]													
	10.00	11.00		[Graph showing blow counts for 10.00m to 11.00m depth]													
	11.00	11.60	GRAVAS EN LAS ZAPATAS	[Graph showing blow counts for 11.00m to 11.60m depth]											[Symbol]		
	11.60	13.00	SE PERCIVE GRAVA O ARENA Y GRAVA	[Graph showing blow counts for 11.60m to 13.00m depth]											[Symbol]		
	13.00	13.60		[Graph showing blow counts for 13.00m to 13.60m depth]													
	13.60	14.40		[Graph showing blow counts for 13.60m to 14.40m depth]													
13	14.40	15.00	GRAVA Y ARENA GRUESA	[Graph showing blow counts for 14.40m to 15.00m depth]											[Symbol]		

LIMOS  
 ARCILLA  
 ARENA  
 RELLENO  
 GRAVA  
 TEZONTLE



INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRU ALCALIXCA, EN XOCHIMILCO, D.F.



PROYECTO		MUSEO ARQUEOLOGICO		PERFORADORA		LONG YEAR 24										
UBICACION		XOCHIMILCO TULYEHUALCO		FECHA:		NOVIEMBRE DE 2001										
SONDEO		S.P.T. 2		CLIENTE		XOCHIMILCO, MEXICO D.F.										
TIPO DE SONDEO		CONTINUO														
MTRA. No.	PROF (m)	DESCRIPCION	NUMERO DE GOLPES										SIMB.	N30	c Kg/cm2	
			0	5	10	15	20	25	30	35	40	45				50
	0.00	0.60	MATERIAL DE RELLENO	.....										[Pattern]	50.00	3.13
	0.60	1.20	MATERIAL DE RELLENO	.....										[Pattern]		
	1.20	2.00	AVANCE	.....												
	2.00	2.60	MATERIAL RELLENOS VARIOS	.....										[Pattern]		
	2.60	3.20	RELLENO	.....										[Pattern]		
	3.10	4.20	AVANCE	.....												
1	4.20	4.80	ARCILLA LIMOSA CAFE CLARO CON ARENA FINA	.....										[Pattern]	15.00	0.94
2	4.80	5.40	ARCILLA LIMOSA Y ARENA FINA	.....										[Pattern]	7.00	0.44
3	5.40	6.00	ARENA FINA GRIS Y CAFE VERDOSO	.....										[Pattern]	16.00	1.00
4	6.00	6.60	ARENA GRIS Y ARCILLA CAFE VERDOSO	.....										[Pattern]	22.00	1.38
5	6.60	7.20	ARENA ARCILLOSA CAFE VERDOSO	.....										[Pattern]	12.00	0.75
6	7.20	7.80	ARENA CON GRAVILLAS Y ARCILLA	.....										[Pattern]	35.00	2.19
	7.80	8.60	AVANCE	.....												
	8.60	9.20		.....											45.00	2.81
	9.20	10.00	GRAVAS O BOLEOS	.....										[Pattern]		
	10.00	10.60		.....												
	10.60	11.60	SE PERCIBEN GRAVAS Y BOLEOS	.....										[Pattern]		
	11.60	12.20		.....												
	12.20	13.20		.....												
	13.20	13.80		.....												
	13.80	14.40		.....												
	14.40	15.00		.....												

LIMO  
 ARCILLA  
 ARENA  
 RELLENO  
 GRAVAS



"INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPXCA, EN XOCHIMILCO, D.F."



PROYECTO		MUSEO ARQUEOLOGICO		PERFORADORA:	LONG YEAR 24												
UBICACION		XOCHIMILCO TULYEHUALCO		FECHA:	28 NOVIEMBRE DE 2001												
SONDEO		S.P.T. 3		CLIENTE	XOCHIMILCO, MEXICO D.F.												
TIPO DE SONDEO		CONTINUO															
MTRA. No.	PROF (m)		DESCRIPCION	NUMERO DE GOLPES											SIMB.	N30	c Kg/cm2
				0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50			
1	0.00	0.60	RELLENO CON CASCAJO Y PEDACERIA	.....												7.00	0.44
	0.60	1.20	RELLENO														
	1.20	1.80	RELLENO														
	1.80	3.00	RELLENO														
2	3.60	3.60	ARENA CON GRAVA	.....												26.00	1.63
3	3.60	4.20	ARCILLA GRIS OSCURO	.....												2.00	0.13
4	4.20	4.80	ARCILLA VARIOS TONOS	.....												9.00	0.56
5	4.80	5.40	ARCILLA ARENOSA GRIS OSCURO	.....												19.00	1.19
6	5.40	6.00	ARENA FINA CON GRAVA	.....												37.00	2.31
	6.00	6.60	GRAVAS ENVUELTAS EN ARENA FINA	.....													
	6.60	7.60															
	7.60	8.20	GRAVAS CON ARENA														
	8.20	8.80	GRAVAS CON ARENA														
	8.80	10.00															
	10.00	10.60															
	10.60	11.60															
	11.60	12.20															
	12.20	13.20	GRAVAS CON ARENA														
	13.20	13.80	GRAVAS CON ARENA														
	13.80	14.40	ARENA LIMOSA														
	14.40	15.00	ARENA CON GRAVILLAS	.....												50.00	3.13

LIMO  
 ARCILLA  
 ARENA  
 RELLENO  
 GRAVA



INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPXCA, EN XOCHIMILCO, D.F.



PROYECTO		MUSEO ARQUEOLOGICO		PERFORADORA	LONG YEAR 24																	
UBICACION		XOCHIMILCO TULYEHUALCO		FECHA	08 DICIEMBRE DE 2001																	
SONDEO		S.P.T. 4		CLIENTE	XOCHIMILCO, MEXICO D.F.																	
TIPO DE SONDEO		CONTINUO																				
MTRA. No.	PROF (m)	DESCRIPCION	NUMERO DE GOLPES																	SIMB.	N30	c Kg/cm2
			0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50									
1	0.00 - 0.60	MATERIAL DE RELLENO	.....																	[Symbol]	8.00	0.50
2	0.60 - 1.20	MATERIAL DE RELLENO	.....																	[Symbol]	35.00	2.19
3	1.20 - 1.80	MATERIAL DE RELLENO	.....																	[Symbol]	50.00	3.13
	1.80 - 2.40	AVANCE																				
4	2.40 - 3.00	ARCILLA GRIS OSCURO CON ARENA	.....																	[Symbol]	16.00	1.00
5	3.00 - 3.60	ARCILLA NEGRA CON RAICILLAS Y GRAVAS	.....																	[Symbol]	7.00	0.44
6	3.60 - 4.20	ARCILLA GRIS OSCURO Y ARENA FINA	.....																	[Symbol]	5.00	0.31
7	4.20 - 4.80	ARCILLA VARIOS TONOS	.....																	[Symbol]	4.00	0.25
8	4.80 - 5.40	ARCILLA GRIS OSCURO CON ARENA	.....																	[Symbol]	7.00	0.44
9	5.40 - 6.00	ARCILLA GRIS CON ARENA FINA	.....																	[Symbol]	2.00	0.13
10	6.00 - 6.60	ARCILLA GRIS Y CAFE VERDOSO	.....																	[Symbol]	14.00	0.88
11	6.60 - 7.20	ARENA GRIS Y CAFE VERDOSO	.....																	[Symbol]	23.00	1.44
12	7.20 - 7.80	ARENA CON GRAVAS	.....																	[Symbol]	50.00	3.13
	7.80 - 8.40	AVANCE																				
13	8.40 - 9.00	ARENA ARCILLOSA GRIS VETRDOSO	.....																	[Symbol]	36.00	2.25
14	9.00 - 9.60	ARENA CON ARCILLA GRIS VERDOSO	.....																	[Symbol]	17.00	1.06
15	9.60 - 10.20	ARCILLA GRIS VERDOSA	.....																	[Symbol]	5.00	0.31
16	10.20 - 10.80	ARCILLA LIMOSA COLOR GRIS VERDOSA	.....																	[Symbol]	9.00	0.56
17	10.80 - 11.40	LIMO ARCILLOSO CON ARENA GRIS VERDOSA	.....																	[Symbol]	16.00	1.00
	11.40 - 12.40	AVANCE																				
	12.40 - 13.00	LIMO ARCILLOSO CON ARENA FINA	.....																	[Symbol]	7.00	0.44
18	13.00 - 13.60	ARCILLA FINA CON GRAVILLAS	.....																	[Symbol]		

LIMO  
 ARCILLA  
 ARENA  
 RELLENO  
 GRAVA



"INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPIXCA, EN XOCHIMILCO, D.F."



PROYECTO:		MUSEO ARQUEOLOGICO		PERFORADORA:	LONG YEAR 24		
UBICACION:		SANTA CRUZ ACALPIXCA		FECHA:	10-14 DIC 2001		
SONDEO:		S.P.T. 5		CLIENTE:	XOCHIMILCO, MEXICO D.F.		
TIPO DE SONDEO:		CONTINUO					
NTRA. No.	PROF (m)		DESCRIPCION	NUMERO DE GOLPES	SIMB.	c Kg/cm2	N30 SPT
1	0.00	0.60	ARENA FINA LIMOSA CON ARCILLA			0.38	4
2	0.60	1.20	GRAVAS CON LIMO CAFÉ OSCURO			3.38	36
3	1.20	1.65	GRAVAS CON ARENA GRUESA			4.22	45
	1.65	1.80	AVANCE				
4	1.80	2.40	(TEZONTLE ROJIZO)			3.28	35
5	2.40	3.00	ARCILLA NEGRA			0.00	12
6	3.00	3.60	ARCILLA NEGRA			0.19	2
7	3.60	4.20	ARCILLA VARIOS TONOS CON CAPA INTERMEDIA, FINA ARCILLOZA			1.60	16
8	4.20	4.80	ARCILLA CAFÉ OSCURO, ARENA FINA PIARC.			1.03	11
9	4.80	5.40	ARCILLA LIMOSA CAFÉ CLARO Y AREN. FIN.			0.28	3
10	5.40	6.00	ARENA FINA GRIS VERDOZA, C/ARCILLAS			1.41	15
11	6.40	7.00	ARENA GRIS Y CAFÉ VERDOZO			2.06	22
	7.00	7.60	ARENA GRUESA Y ARCILLA CAFÉ VERDOZA			1.83	11
13	8.00	8.60	GRAVAS EMPACADAS CON ARCILLA			3.47	37
14	8.60	9.00	GRAVAS EMPACADAS CON ARCILLA				50/25
	9.00	10.00	SR				
	10.00	11.00	AVANCE				
15	11.00	11.60	ARENA FINA GRIS VERDOZA, C/ARCILLAS			3.00	32
16	11.60	12.20	ARENA GRIS Y CAFÉ VERDOZO			2.25	24
17	12.20	12.80	ARENA GRUESA Y ARCILLA CAFÉ VERDOZA			1.22	13
18	12.80	13.60	GRAVAS EMPACADAS CON ARCILLA			2.34	25
19	13.60	14.20	GRAVAS EMPACADAS CON ARCILLA			2.63	27
20	14.20	14.60	ARENA GRUESA Y ARCILLA CAFÉ VERDOZA			2.16	23
21	14.60	15.20	GRAVAS EMPACADAS CON ARCILLA			4.50	48



Sondeo realizado en el Museo Arqueológico

Sondeo realizado en Santa Cruz Acalpixcla, Xochimilco, DIC. 2001

SONDEO SM-5 MUSEO ARQUEOLÓGICO, SANTA CRUZ ACALPIXCLA, MÉXICO, D.F.



"INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPIXCA, EN XOCHIMILCO, D.F."



PROYECTO:		MUSEO ARQUEOLOGICO		PERFORADORA:	LONG YEAR 24														
UBICACIÓN:		SANTA CRUZ ACALPIXCA		FECHA:	14 - 17 DIC 2001														
SONDEO:		S.P.T. 6		CLIENTE:	XOCHIMILCO, MEXICO D.F.														
TIPO DE SONDEO: CONTINUO																			
BITA No.	PROF (m)		DESCRIPCIÓN	NUMERO DE GOLPES											SIMB.	c Kg/cm <sup>2</sup>	N30 SPT		
				0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50					
1	0.00	0.60	ARENA FINA LIMOSA CON ARCILLA															0.28	3
2	0.60	1.20	GRAVAS CON LIMO CAFÉ OSCURO															2.34	25
3	1.20	1.65	GRAVAS CON ARENA GRUESA															4.22	45
	1.65	1.80	AVANCE																
4	1.80	2.40	(TEZONTLE ROJIZO)															3.00	32
5	2.40	3.00	ARCILLA NEGRA															0.00	11
6	3.00	3.80	ARCILLA NEGRA															0.00	1
7	3.80	4.20	ARCILLA VARIOS TONOS CON CAPA INTERMEDIA, FINA ARCILLOZA															0.75	8
8	4.20	4.80	ARCILLA CAFÉ OSCURO, ARENA FINA PIARC.															1.41	15
9	4.80	5.40	ARCILLA LIMOSA CAFÉ CLARO Y AREN. FIN.															0.86	7
10	5.40	6.00	ARENA FINA GRIS VERDOZA, C/ARCILLAS															0.84	9
11	6.40	7.00	ARENA GRIS Y CAFÉ VERDOZO															1.50	16
	7.00	7.80	ARENA GRUESA Y ARCILLA CAFÉ VERDOZA															0.84	9
13	8.00	8.60	GRAVAS EMPACADAS CON ARCILLA															2.83	28
14	8.60	9.00	GRAVAS EMPACADAS CON ARCILLA																37
	9.00	10.00	S/R																50/10
	10.00	11.00	AVANCE																
15	11.00	11.60	ARENA FINA GRIS VERDOZA, C/ARCILLAS															4.22	45
16	11.60	12.20	ARENA GRIS Y CAFÉ VERDOZO															3.19	34
17	12.20	12.80	ARENA GRUESA Y ARCILLA CAFÉ VERDOZA															2.16	23
18	12.80	13.60	GRAVAS EMPACADAS CON ARCILLA															1.89	18
19	13.60	14.20	GRAVAS EMPACADAS CON ARCILLA															1.88	20
20	14.20	14.80	ARENA GRUESA Y ARCILLA CAFÉ VERDOZA															1.97	21
21	14.80	15.20	GRAVAS EMPACADAS CON ARCILLA															3.86	39

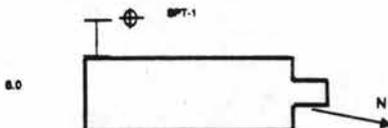
LIMO  
 ARCILLA  
 TEZONTLE  
 GRAVA

Sondeo realizado en el Museo Arqueológico

SONDEO SM-6 MUSEO ARQUEOLÓGICO, SANTA CRUZ ACALPIXCLA, MÉXICO, D.F.



"INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALIXCA, EN XOCHIMILCO, D.F."



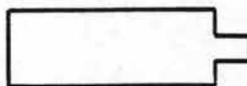
OBRA: MUSEO ARQUEOLOGICO COORDENADAS: 2 1 2  
 LOCALIZACION: XOCHIMILCO TULYEHUALCO FECHA DE INICIO: 23 DE OCTUBRE HRS.  
 POZO No.: SPT-1 1 FECHA DE TERMINACION: 28 DE OCTUBRE HRS.  
 TIPO DE SONDEO: CONTINUO  
 PERFORADORA: LONG YEAR 24 BOMBA:

MTRA	AVANCE			OPN 15	#PARTICION PET			TIPO DE MUESTREO	ADEME	Figura	CLASIFICACION DE CASO Y OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL	AVANCE		15 cm	30 cm	15 cm				
1	0.00	0.60	0.60		5	3	8	SPT	-		ARENA FINA LIMOSA CON ARCILLA
2	0.60	1.20	0.60		15	38	-	SPT	-		GRAVA CON LIMO CAFE OSCURO
3	1.20	1.65	0.45		35	50	-	SPT			GRAVA CON ARENA GRUESA.
	1.65	1.60			AVANCE						
4	1.80	2.40	0.60		17	40	36				TEZONTLE ( RELLENO )
5	2.40	3.00	0.60		7	13	14				ARCILLA GRIS OSCURO
6	3.00	3.60	0.60		3	1	1				ARCILLA GRIS OSCURO
7	3.60	4.20	0.60		4	13	10				ARCILLA VARIOS TOMOS
8	4.20	4.80	0.60		3	10	6				ARCILLA CAFE OSCURO Y ARENA FINA
	4.80	5.40	0.60		1	2	1				ARCILLA LIMOSA Y ARENA FINA NEGRA
	5.40	6.00	0.60		7	12	4				ARENA FINA GRIS CON RAICILLAS
11	6.40	7.00	0.60		8	17	12				ARENA GRIS Y CAFE VERDOSO
12	7.00	7.60	0.60		5	10					ARENA GRUESA Y ARCILLA CAFE VERDOSA
	7.60	8.00	0.40		AVANCE						
	8.00	8.60	0.60		20	31	42				GRAVAS EMPACADAS EN ARCILLA
	8.60	9.00	0.60		50	-	-				GRAVAS EMPACADAS EN ARCILLA
					ADEME				0.0-9.00		
	9.00	10.00	1.00		50	-	-				
	10.00	11.00	1.00		AVANCE						
	11.00	11.60	0.60		50						GRAVAS EN LA ZAPATA
	11.60	13.00	1.40		AVANCE						SE PERCIBE GRAVA O ARENA Y GRAVA
	13.00	13.80	0.60		50						
	13.60	14.40	0.80		AVANCE						
13	14.40	15.00	0.60		50						GRAVA Y ARENA GRUESA

Nivel Proceso (m): \_\_\_\_\_ Turno de: 08:00 a 18:00 Prof. del proyecto: 15.00  
 Observaciones generales: \_\_\_\_\_ Profundidad real: 15.00  
 Ademe (m): 0.0-8.0 M Operador: NEFTALI PALAM  
 Fecha: \_\_\_\_\_ Supervisor: RICARDO MARTINEZ



INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPIXCA, EN XOCHIMILCO, D.F.



⊕ SPT-2

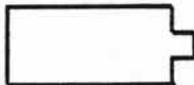
OBRA: MUSEO ARQUEOLOGICO COORDENADAS: 2 Y 2  
 LOCALIZACION: XOCHIMILCO TULYEHUALCO FECHA DE INICIO: 29 DE OCTUBRE HRS.  
 POZO No.: SPT-2 FECHA DE TERMINACION: 1 DE NOVIEMBRE HRS.  
 TIPO DE SONDEO: CONTINUO  
 PERFORADORA: LONG YEAR 24 BOMBA:

MTRA. No.	INICIAL	FINAL	AVANCE	%	C/Ps. 15 (C/Ps. 15)	REGISTRACION SPT			TIPO DE MUESTREO	ACRIME	Profund. en metros	CLASIFICACION DE CAMPO Y OBSERVACIONES
						15 cm.	30 cm.	15 cm.				
	0.00	0.60	0.60	S/R		45	50					MATERIAL DE RELLENO
	0.60	1.20	0.60			50						MATERIAL DE RELLENO
	1.20	2.00	0.80			AVANCE						
	2.00	2.60	0.60	S/R		50						MATERIAL RELLENOS VARIOS
	2.60	3.20	0.60	S/R		50						RELLENOS
	3.10	4.20	1.00			AVANCE				4.20		
1	4.20	4.80	0.60	0.15		3	15	12				ARCILLA LIMOSA CAFE CLARO CON ARENA FINA
2	4.80	5.40	0.60	0.25		4	7	6				ARCILLA LIMOSA Y ARENA FINA
3	5.40	6.00	0.60	0.15		7	16	14				ARENA FINA GRIS Y CAFE VERDOSO
4	6.00	6.60	0.60	0.20		14	22	13				ARENA GRIS Y ARCILLA CAFE VERDOSO
5	6.60	7.20	0.60	0.15		7	12	9				ARENA ARCILLOSA CAFE VERDOSO
6	7.20	7.80	0.60	0.10		14	35	26				ARENA CON GRAVILLAS Y ARCILLA
	7.80	8.60	0.80			AVANCE						
	8.60	9.20	0.60	S/R		32	45	38		9.00		
	9.20	10.00	0.80			AVANCE						GRAVAS O BOLEOS
	10.00	10.60	0.60	S/R		50						
	10.60	11.60	1.00			AVANCE						SE PERCIBEN GRAVAS Y BOLEOS
	11.60	12.20	0.60	S/R		50						
	12.20	13.20	1.00			AVANCE						
	13.20	13.80	0.60	S/R		50						
	13.80	14.40	0.60			AVANCE						
	14.40	15.00	0.60	S/R		50						

Nivel Final (m): \_\_\_\_\_ Turno de: 08:30 a 18:00 Hrs. Prof. de proyecto: 15.00  
 Observaciones generales: \_\_\_\_\_ Profundidad real: 15.00  
 Acabe (m): 0.040 Conector: HEPTAU PALAN  
 Fecha: \_\_\_\_\_ Supervisor: RICARDO MARTINEZ



INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPIXCA, EN XOCHIMILCO, D.F.



SPT-2

SPT-3

NIVEL-1.80 RESPECTO DEL NIVEL SPT-3

CALLE POSTERIOR

LUGAR: MUSEO ARQUEOLOGICO  
 LOCALIZACION: XOCHIMILCO TULYEMUALCO  
 NO. DE SONDEO: SPT-3  
 TIPO DE SONDEO: CONTINUO  
 PROFUNDIDAD: LONG YEAR 24  
 COORDENADAS: X Y Z  
 FECHA DE INICIO: 8 DE NOVIEMBRE  
 FECHA DE TERMINACION: 8 DE NOVIEMBRE  
 BOMBA: MOYNO 3L-3

HRS.  
HRS.

No	AVANCE		S/R	%	CIPA 15	SPT			TIPO DE	ADICION	CLASIFICACION DE CAMPO Y OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL				15 cm	30 cm	45 cm			
1	0.00	0.60	0.60	0.15		8	7	3			RELLENO CON CASCAJO Y PEDACERIA
	0.60	1.20	0.60	S/R		46					RELLENO
	1.20	1.80	0.60	S/R		50					RELLENO
	1.80	3.00	1.10			AVANCE			3.00		RELLENO
2	3.60	3.60	0.60	0.12		6	26	14			ARENA CON GRAVA
3	3.60	4.20	0.60	0.15		1	2	1			ARCILLA GRIA OSCURO
4	4.20	4.80	0.60	0.12		4	9	7			ARCILLA VARIOS TONOS
5	4.80	5.40	0.60	0.17		7	19	14			ARCILLA ARENOSA COLOR GRIS OSCURO
6	5.40	6.00	0.60	0.10		26	37	28			ARENA FINA GRIS CON GRAVA
7	6.00	6.60	0.60	0.15		46	50	-	6.00		GRAVAS ENVUELTAS EN ARENA FINA
	6.60	7.60	1.00			AVANCE					
	7.60	8.20	0.50	S/R		50					GRAVAS CON ARENA
	8.20	8.60	0.60	S/R		50					GRAVA CON ARENA
	8.60	10.00	1.40			AVANCE					
	10.00	10.60	0.60	S/R		50					
	10.60	11.60	1.00			AVANCE					
	11.60	12.20	0.60	S/R		50					
	12.20	13.20	1.00			AVANCE					GRAVA CON ARENA
	13.20	13.80	0.60	0.10		50					GRAVA CON ARENA
	13.80	14.40	0.60	0.15		46					ARENA LIMOSA
	14.40	15.00	0.60	0.10		36	50				ARENA CON GRAVILLAS

# Pruebas (m) \_\_\_\_\_ Turno de \_\_\_\_\_ 15.00 hrs. Prof. en proyecto \_\_\_\_\_ 15.00  
 Inspeccion general \_\_\_\_\_ Presidencia real \_\_\_\_\_ 15.00  
 No. (m) 0.04.2 Operador METALLANIA  
 Supervisor RICARDO MARTINEZ



"INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPITXA, EN XOCHIMILCO, D.F."



SPT-4

OBRA: MUSEO ARQUEOLOGICO COORDENADAS: X Y Z  
 LOCALIZACION: XOCHIMILCO TULYEMALCO FECHA DE INICIO: 28 DE NOVIEMBRE HRS.  
 POZO No.: SPT-4 FECHA DE TERMINACION: 4 DE DICIEMBRE HRS.  
 TIPO DE SONDEO: CONTINUO BOMBA: MOYNO 3L-5  
 PERFORADORA: LONG YEAR 24

MTRA No	AVANCE			m	%	CPS 15 (cm/min)	PENETRACION EST			TIPO DE MUESTRO	ADMBE	VALOR	CLASIFICACION DE CAMPO Y OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL	AVANCE				15 cm	30 cm	45 cm				
1	0.00	0.50	0.60	0.15			5	8	3				MATERIAL DE RELLENO
2	0.60	1.20	0.60	S/R			17	35	23				MATERIAL DE RELLENO
3	1.20	1.80	0.60	0.10			46	50	-				MATERIAL DE RELLENO
-	1.80	2.40	0.60	-			AVANCE						
4	2.40	3.00	0.60	0.15			3	16	8				ARCILLA GRIS OSCURO CON ARENA
5	3.00	3.60	0.60	0.17			4	7	5				ARCILLA NEGRA CON RAICILLAS Y GRAVAS
6	3.60	4.20	0.60	0.35			8	5	20				ARCILLA GRIS OSCURO Y ARENA FINA
7	4.20	4.80	0.60	0.2			13	4	7				ARCILLA VARIOS TONOS
8	4.80	5.40	0.60	0.15			3	7	4				ARCILLA GRIS OSCURO CON ARENA
9	5.40	6.00	0.60	0.12			1	2	3				ARCILLA GRIS CON ARENA FINA
	6.00	6.60	0.60	0.10			7	14	6				ARCILLA GRIS Y CAFÉ VERDOSO
	6.60	7.20	0.60	0.15			9	23	14				ARENA GRIS Y CAFÉ VERDOSO
12	7.20	7.80	0.60	0.12			37	50					ARENA CON GRAVAS
	7.80	8.40	0.60				AVANCE						
13	8.40	9.00	0.60	0.10			23	36	17				ARENA ARCILLOSA GRIS VERDOSO
14	9.00	9.60	0.60	0.15			4	17	9				ARENA CON ARCILLA GRIS VRDOSO
15	9.60	10.20	0.60	0.20			1	5	3				ARCILLA GRIS VERDOSA
16	10.20	10.80	0.60	0.15			4	9	7				ARCILLA LIMOSA COLOR GRIS VERDOSA
17	10.80	11.40	0.60	0.70			7	16	3				LIMO ARCILLOSO CON ARENA GRIS VERDOSA
-	11.40	12.40	1.00				AVANCE						
-	12.40	13.00	0.60	S/R			3	7	4				LIMO ARCILLOSO CON ARENA FINA
18	13.00	13.60	0.60										ARCILLA FINA CON GRAVILLAS

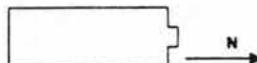
Nivel Frenado (m): \_\_\_\_\_ Turno de: \_\_\_\_\_ DE: \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ DE: \_\_\_\_\_ HRS. Prof. en proyecto: \_\_\_\_\_ 15.00  
 Observaciones generales: PERDIDA DE AGUA 1.80 Y 2.00 M Profundidad real: \_\_\_\_\_ 13.00  
 Abaste (m): 2.00 y 2.00 M Causar: METAL PALMA  
 Fecha: \_\_\_\_\_ Supervisor: RICARDO MARTINEZ





INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE SANTA CRUZ ACALPXICA, EN XOCHIMILCO, D.F.

SPT-6  
⊕



OBRA: MUSEO ARQUEOLOGICO COORDENADAS: X Y Z  
 LOCALIZACION: SANTA CRUZ ACALPXICA, XOCHIMILCO FECHA DE INICIO: 6 DE DICIEMBRE HRS.  
 POZO No.: 6 FECHA DE TERMINACION: 10 DE DICIEMBRE HRS.  
 TIPO DE SONDEO: SONDEO DE PENETRACION ESTANDAR  
 PERFORADORA: LONG YEAR 24 BOMBA: MOYNO 3L6

MTRA. No.	INICIAL	FINAL	AVANCE	m.	%	CAP 15 (DEBNE)	PENETRACION EST			TIPO DE MUESTREO	AOSME	Kilom	CLASIFICACION DE CAMPO Y OBSERVACIONES
							No. DE GOLPES EN						
							15 cm.	30 cm.	15 cm.				
1	0.00	0.80					4	3	6	T.P.		ARENA FINA LIMOSA CON ARCILLA	
2	0.80	1.20					23	25	32	T.P.		GRAVAS CON LIMO CAFE OSCURO	
3	1.20	1.85					36	45	48	T.P.		GRAVAS CON ARENA GRUESA	
										B.T.		AVANCE	
4	1.80	2.40					38	32	26	T.P.		(TEZONTLE ROJIZO)	
5	2.40	3.00					15	11	8	T.P.		ARCILLA NEGRA	
6	3.00	3.60					6	1	1	T.P.		ARCILLA NEGRA	
7	3.60	4.20					5	8	7	T.P.		ARCILLA VARIOS TONOS CON CAPA	
												INTERMEDIA FINA ARCILLOZA	
8	4.20	4.80					10	15	12	T.P.		ARCILLA CAFE OSCURO ARENA FINA PIARC	
	4.80	5.40					12	7	8	T.P.		ARCILLA LIMOSA CAFE CLARO Y AREN FIN	
	5.40	6.00					11	9	15	T.P.		ARENA FINA GRIS VERDOZA, CRACILLAS	
11	6.40	7.00					14	16	12	T.P.		ARENA GRIS Y CAFE VERDOZO	
12	7.00	7.80					8	9	12	T.P.		ARENA GRUESA Y ARCILLA CAFE VERDOZA	
13	8.00	8.80					22	28	32	T.P.		GRAVAS EMPACADAS CON ARCILLA	
14	8.80	9.00					35	37	42	T.P.		GRAVAS EMPACADAS CON ARCILLA	
	9.00	10.00							50/10	T.P.		SR	
	10.00	11.00								B.T.		AVANCE	
15	11.00	11.80					44	45	42	T.P.		ARENA FINA GRIS VERDOZA, CRACILLAS	
16	11.80	12.20					38	34	32	T.P.		ARENA GRIS Y CAFE VERDOZO	
17	12.20	12.80					28	23	20	T.P.		ARENA GRUESA Y ARCILLA CAFE VERDOZA	
18	12.80	13.60					21	18	22	T.P.		GRAVAS EMPACADAS CON ARCILLA	
19	13.60	14.20					18	20	23	T.P.		GRAVAS EMPACADAS CON ARCILLA	
20	14.20	14.80					19	21	26	T.P.		ARENA GRUESA Y ARCILLA CAFE VERDOZA	
21	14.80	15.20					32	39	45	T.P.		GRAVAS EMPACADAS CON ARCILLA	

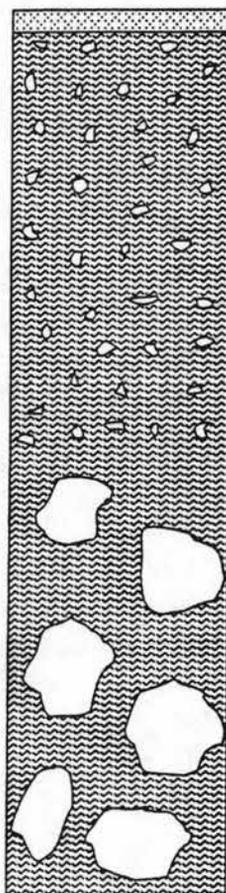
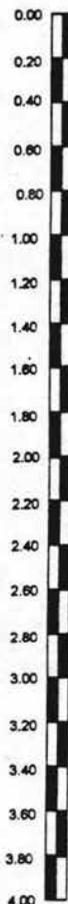
Nivel Freático (m): \_\_\_\_\_ Turno de: 08:00 a 18:00 Hrs. Prof. del proyecto: 15.80 m  
 Observaciones generales: \_\_\_\_\_ Profundidad real: 15.20 m  
 Admte (m): 0.0 B.S.M. Operador: NETALI PALMA  
 Fecha: \_\_\_\_\_ Supervisor: RICARDO MARTINEZ

# POZO A CIELO ABIERTO PCA-1



PCA-1

MUSEO ARQUEOLOGICO SANTA CRUZ ACALPIATLA, XOCHIMILCO.



PISO DE CONCRETO

RELLENOS COMPUESTOS DE :  
 PIEDRAS ANGULOSAS EMPACADAS  
 EN LIMO CAFÉ OSCURO CON POCA  
 ARENA FINA Y RAICES. EL TAMA-  
 ÑO DE LAS PIEDRAS VARIA ENTRE  
 LAS DOS Y TRES PULGADAS.

BOLEO DE APROXIMADAMENTE  
 VEINTE CENTIMETROS EMPACADO  
 EN LIMO CAFÉ OSCURO CON ARENA  
 FINA Y RAICES.

MURO

1.55 M.

COLUMNA

4.0 M

1.05 M



BOLEO



LIMO

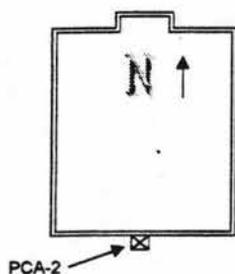


GRAVA

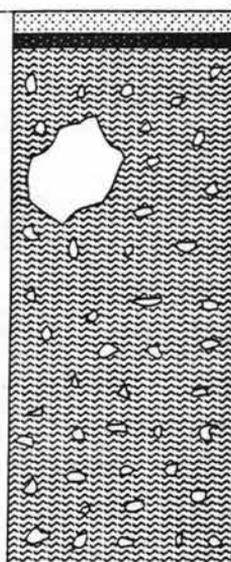
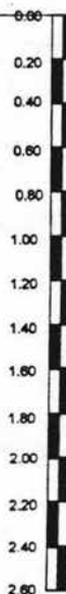
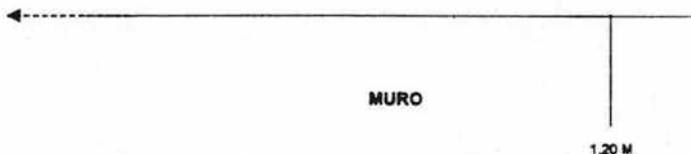


LOSA

# POZO A CIELO ABIERTO PCA-2



MUSEO ARQUEOLOGICO SANTA CRUZ ACALPIXTLA, XOCHIMILCO.



PISO DE CONCRETO  
GRIETA QUE SEPARA EL MURO QUE  
VA DE TRES A OCHO CENTIMETROS  
DE ESPESOR.  
RELLENOS COMPUESTOS DE :  
PIEDRAS ANGULOSAS EMPACADAS  
EN LIMO CAFÉ OSCURO CON POCA  
ARENA FINA Y RAICES. EL TAMAÑO  
DE LAS PIEDRAS VA DE DOS A  
TRES PULGADAS.



BOLEO



LIMO

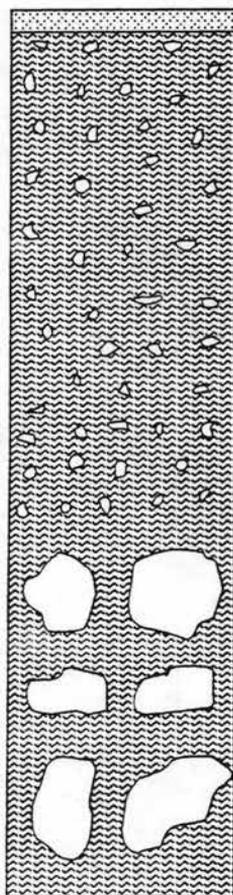
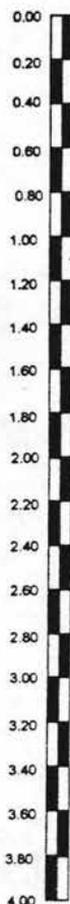
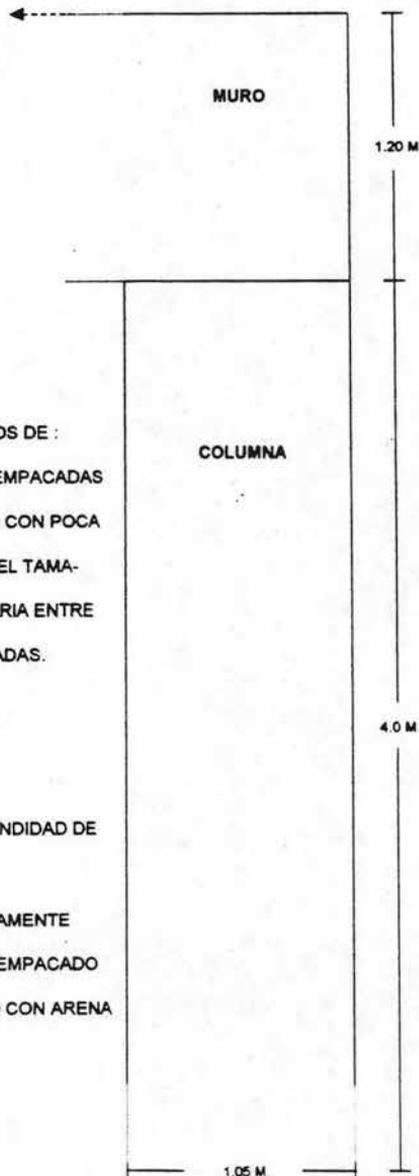
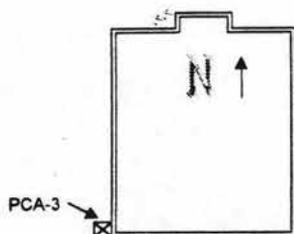


GRAVA



LOSA

# POZO A CIELO ABIERTO DEL 3

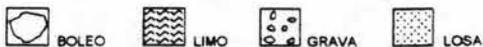


PISO DE CONCRETO

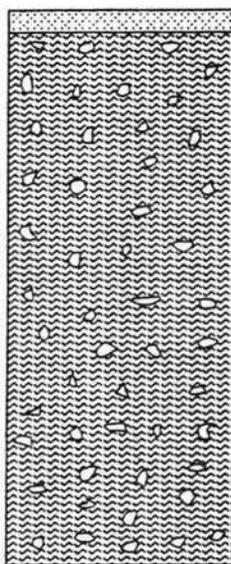
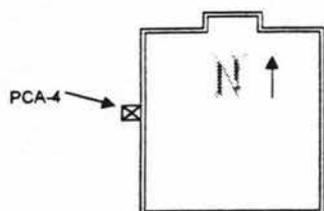
RELLENOS COMPUESTOS DE :  
 PIEDRAS ANGULOSAS EMPACADAS  
 EN LIMO CAFÉ OSCURO CON POCA  
 ARENA FINA Y RAICES. EL TAMA-  
 ÑO DE LAS PIEDRAS VARIA ENTRE  
 LAS DOS Y TRES PULGADAS.

APARTIR DE LA PROFUNDIDAD DE  
 2.30 M. :

BOLEO DE APROXIMADAMENTE  
 VEINTE CENTIMETROS EMPACADO  
 EN LIMO CAFÉ OSCURO CON ARENA  
 FINA Y RAICES.



# POZO A CIELO ABIERTO PCA-4

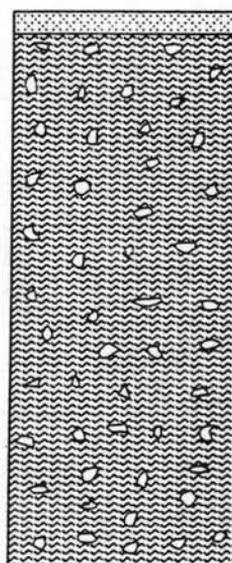
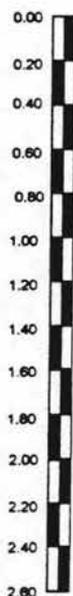
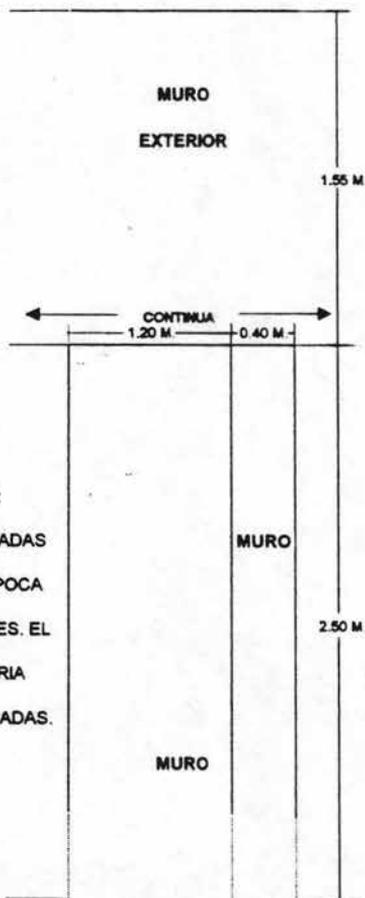
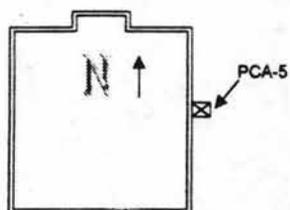


PISO DE CONCRETO

RELLENOS COMPUESTOS DE :  
PIEDRAS ANGULOSAS EMPACADAS  
EN LIMO CAFÉ CLARO CON POCA  
ARENA FINA Y RAICES. EL TAMA-  
ÑO DE LAS PIEDRAS VARIA ENTRE  
LAS DOS Y TRES PULGADAS.



# POZO A CIELO ABIERTO PCA-5



PISO DE CONCRETO

RELLENOS COMPUESTOS DE :  
 PIEDRAS ANGULOSAS EMPACADAS  
 EN LIMO CAFÉ OSCURO CON POCA  
 ARENA FINA Y ALGUNAS RAICES. EL  
 TAMAÑO DE LAS PIEDRAS VARIA  
 ENTRE LAS DOS Y TRES PULGADAS.



LIMO

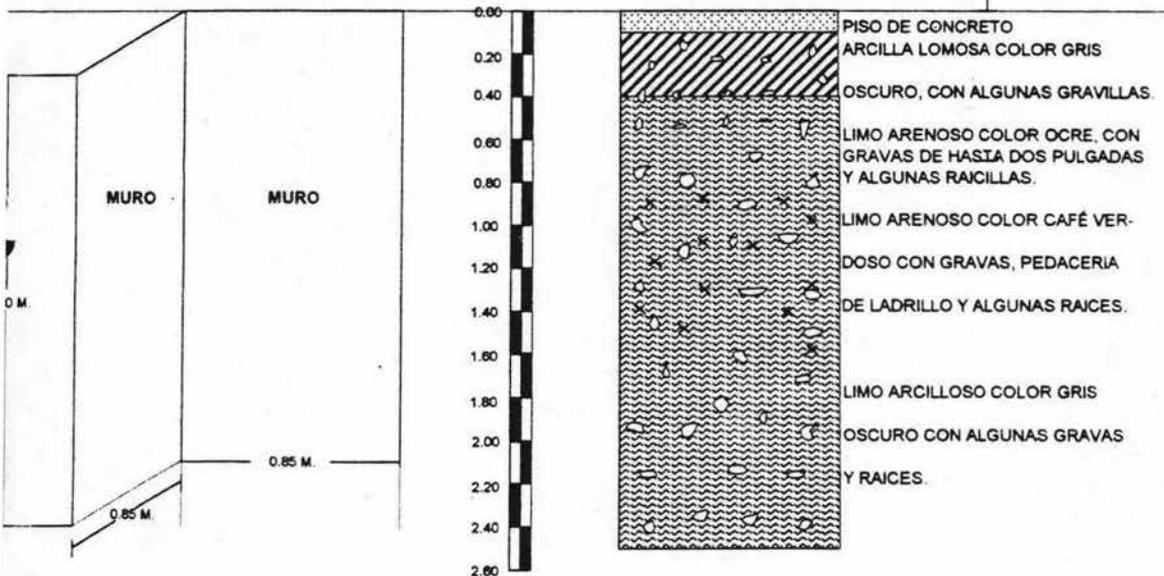
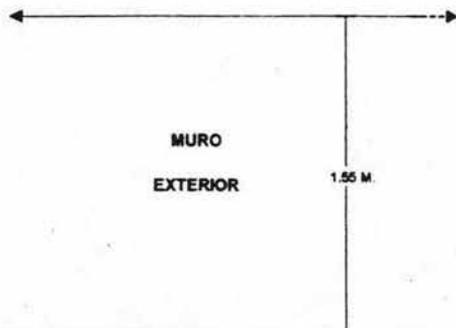
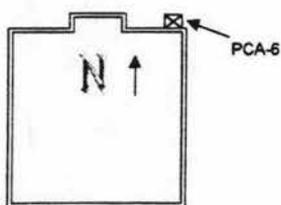


GRAVA



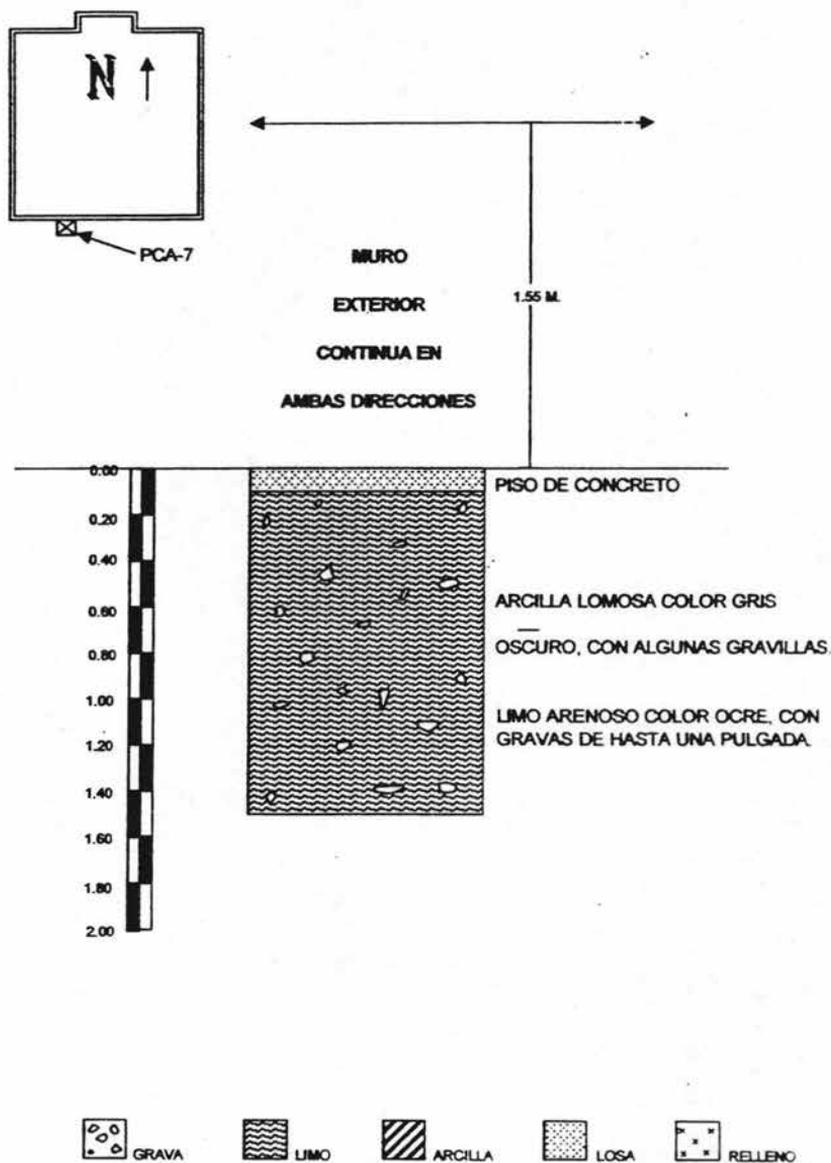
LOSA

# POZO A CIELO ABIERTO PCA-6



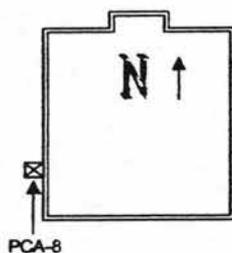
- GRAVA
- LIMO
- ARCILLA
- LOSA
- RELLENO

# POZO A CIELO ABIERTO PCA-7



MUSEO ARQUEOLOGICO SANTA CRUZ ACALPXITLA, XOCHIMILCO.

# POZO A CIELO ABIERTO PCA-8



MURO  
EXTERIOR  
CONTINUA EN  
AMBAS DIRECCIONES

1.55 M.



GRAVA



LIMO



ARCILLA



LOSA



RELLENO

MUSEO ARQUEOLOGICO SANTA CRUZ ACALPITCA, XOCHIMILCO.

#### IV.4 MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL

#### DEFINICIÓN DE CENTROS GEOMÉTRICOS Y CONDICIONES DE EQUILIBRIO PARA EL MUSEO ARQUEOLÓGICO DE SANTA CRUZ ACALPIXCA, EN MÉXICO, D.F.

NIVEL	NIVEL	EJES	EJE X DE REFERENCIA		AREA	EJE 1		Ai * Xi	Ai * Yi	(XM)	(YM)
			Lx	Ly		EJE A					
					(M2)	Xi	Yi			(M)	(M)
						(M)	(M)	(M2*M)	(M2*M)		
<b>PLANTA SOTANO</b>											
ALBERCA	-4.33	D-G; 1-4	14.90	13.47	200.56	22.82	6.73	4577.31	1350.28		
ESCALERA	-4.33	C-D; 2	5.64	3.04	17.15	12.55	3.75	215.18	64.15		
BODEGA	-4.33	C-D; 3	5.64	3.04	17.15	12.55	8.25	215.18	141.49		
		<b>SUMAS</b>			<b>234.86</b>			<b>5007.67</b>	<b>1555.92</b>	<b>21.32</b>	<b>6.63</b>
<b>PLANTA BAJA</b>											
CORR. OTE	-0.29	D-F; 1	13.57	1.33	18.04	22.16	0.67	399.75	12.00		
CORR. NTE	-0.29	F; 1-4	13.47	1.33	17.91	29.61	6.73	530.18	120.57		
CORR. PTE.	-0.29	D-F; 4	13.57	1.33	18.04	22.16	6.73	399.75	121.46		
SALA EXPOSICION	0	A-D; 1-4	15.38	13.47	207.02	7.69	6.73	1591.50	1393.79		
VENTANA NORTE	-0.29	G-H; 2-3	2.76	4.56	12.59	31.65	9.02	398.33	113.55		
		<b>SUMAS</b>			<b>273.60</b>			<b>3319.51</b>	<b>1761.37</b>	<b>12.13</b>	<b>6.44</b>
<b>MEZANINE</b>											
SALA EXPOSICION	3.1	B-D; 2-3	7.77	5.77	44.86	11.49	8.44	515.31	378.36		
ESCALERA		C; 1-2	3.55	3.55	9.90	12.66	3.88	125.31	38.40		
		<b>SUMAS</b>			<b>54.75</b>			<b>640.61</b>	<b>416.76</b>	<b>11.70</b>	<b>7.61</b>

**PLANTA AZOTEA**

AZOTEA 1	7.34	A-D; 1-4	15.38	13.47	207.02	7.69	6.73	1591.50	1393.79
AZOTEA 2	6.06	D-E; 1-4	5.65	13.47	76.08	18.02	6.73	1371.10	512.19
AZOTEA 3	2.94	E-G; 1-4	9.25	13.47	207.02	25.65	6.73	5309.66	1393.79
VENTANA NORTE	2.94	G-H; 2-3	2.76	4.56	12.59	31.65	6.73	398.33	113.55
<b>SUMAS</b>					<b>502.71</b>			<b>8670.59</b>	<b>3413.33</b>
								<b>17.25</b>	<b>6.79</b>

**CENTRO GEOMÉTRICO GENERAL**

NIVEL	AREA DE LOSA	Xm	Ym	A*Xm	A*Ym			
PLANTA	234.85	21.32	6.63	5007.66	1555.92			
SOTANO								
PLANTA BAJA	273.60	12.13	6.44	3319.52	1761.38			
MEZANINE	54.75	11.70	7.61	640.61	416.76	Xg =	16.55	M
AZOTEA	502.71	17.25	6.79	8670.59	3413.33			
<b>SUMAS</b>	<b>1065.91</b>			<b>17638.38</b>	<b>7147.39</b>	Yg =	<b>6.71</b>	<b>M</b>

**CENTRO GEOMÉTRICO DEL CAJON**

Xc	16.55	M
Yc	6.71	M

**CENTRO DE CARGAS (Estructuras de concreto)**

COLUMNAS	CARGAS			COORDENADAS			
	(TON)			X	Y	CT.X	C.T.Y
	C. C.B	C.C.	TOTAL COL.				
A1			63.0	0.00	0.00	0.00	0.00
A-4			63.0	0.00	13.46	0.00	847.44
B-1			45.1	5.00	0.00	225.55	0.00
B-4			45.1	5.00	13.46	225.55	607.18
C-1			44.5	10.08	0.00	448.76	0.00

	C-4	44.5	10.08	13.46	448.76	599.24
	D-1	10.1	15.38	0.00	154.98	0.00
	D-4	10.1	15.38	13.46	154.98	135.68
MURO	DG-1	217.8	22.82	0.00	4971.65	0.00
MURO	G 1-2	77.3	30.27	2.22	2339.27	171.66
MURO	G 2-3	16.7	30.27	6.72	505.51	112.27
MURO	H 2-3	60.6	33.03	6.72	2001.95	407.45
MURO	G 3-4	77.3	30.27	11.24	2339.27	868.92
MURO	AG 4	217.8	22.82	13.47	4971.65	2933.22
	E2	42.8	21.03	4.44	898.82	189.92
	E3	42.8	21.03	9.00	898.82	384.86
	F2	36.0	25.70	4.44	925.28	159.97
	F3	36.0	25.70	9.00	925.28	324.18
	<b>TOTAL</b>	<b>1150.41</b>			<b>22436.07</b>	<b>7741.97</b>
<b>CENTRO DE CARGAS</b>						
				Xc =		19.50
				Yc =		6.73
<b>EXCENTRICIDAD POR CARGAS</b>						
<b>CENTRO GEOMÉTRICO</b>			<b>CENTRO DE GRAVEDAD</b>			
	CGX =	16.55		CgX =		19.50
	CGY =	6.71		CgY =		6.73
			EXCENTRICIDAD SENTIDO X =	-2.955		M
			EXCENTRICIDAD SENTIDO Y =	-0.024		M
	MOMENTO DE DESEQUILIBRIO =		MdX =	-10750.0		TON-M
	MOMENTO DE DESEQUILIBRIO =		MdY =	-88.7		TON-M

## CENTRO DE REACCION DE PILAS

(Considerando Carga Unitaria)

PILA			COORDENADAS			
	AREA DE PILA	No. COLS.	X	Y	CT.X	CT.Y
	M2		(M)	(M)		
A-1	1	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00
A-2'	1	1.0	0.00	3.50	0.00	3.50
A-2''	1	1.0	0.00	7.00	0.00	7.00
A-3	1	1.0	0.00	10.50	0.00	10.50
A-4	1	1.0	0.00	13.47	0.00	13.47
AB-1	1	1.0	3.50	0.00	3.50	0.00
BC-1'	1	1.0	7.00	0.00	7.00	0.00
BC-1''	1	1.0	10.50	0.00	10.50	0.00
AB-4'	1	1.0	3.50	13.47	3.50	13.47
BC-4'	1	1.0	7.00	13.47	7.00	13.47
BC-4''	1	1.0	10.50	13.47	10.50	13.47
DG-1	17.5425	1.0	22.82	0.00	400.36	0.00
DG-4	17.5425	1.0	22.82	13.47	400.36	236.21
G 1-2	4.4425	1.0	30.27	2.22	134.47	9.87
G 3-4	4.4425	1.0	30.27	11.24	134.47	49.95
GH -2	2.76	1.0	31.65	4.44	87.35	12.26
GH -3	2.76	1.0	31.65	8.94	100.44	24.68
CD -3	7.99995	1.0	12.56	9.02	100.44	72.18
CD -2	7.99995	1.0	12.56	4.44	21.03	35.54
E-2	1	1.0	21.03	4.44	21.03	4.44
E-3	1	1.0	21.03	9.02	25.70	9.02
F-2	1	1.0	25.70	4.44	25.70	4.44
F-3	1	1.0	25.70	9.02	25.70	9.02

<b>TOTAL</b>	<b>76.5</b>	<b>19.0</b>	<b>1487.26</b>	<b>515.55</b>
--------------	-------------	-------------	----------------	---------------

**CENTRO DE REACCION DE PILAS**

**Xc = 19.44**

**Yc = 6.74**

**EXCENTRICIDAD POR CARGAS**

**CENTRO GEOMÉTRICO**

**CGX = 16.55**

**CGY = 6.71**

**CENTRO DE CARGAS**

**CgX = 19.50**

**CgY = 6.73**

**CENTRO DE REACCION DE PILAS**

**Xc = 19.44 m**

**Yc = 6.74 m**

#### IV.4.1 CARGAS CONSIDERADAS

Se considerarán los materiales que se vislumbraron durante el levantamiento geométrico que se realizó, y que se estudió posteriormente mediante las calas y pruebas de laboratorio correspondientes.

##### ***Nivel Azotea (Cuerpo No. 1)***

LOSAS DE CONCRETO (12 CM)	288 Kg /m <sup>2</sup>
ENLADRILLADO	38 Kg /m <sup>2</sup>
MORTERO (PARA PEGAR LADRILLO)	40 Kg /m <sup>2</sup>
IMPERMEABILIZANTE	10 Kg/m <sup>2</sup>
INSTALACIONES	5 Kg/m <sup>2</sup>
CARGA VIVA PARA LOSAS CON PENDIENTE MAYOR 5 %	40 Kg/m <sup>2</sup>
PLAFON DE YESO	52 Kg/m <sup>2</sup>
ADICIONAL POR REGLAMENTO	20 Kg/m <sup>2</sup>
<b>PESO TOTAL</b>	<b>493 Kg/m<sup>2</sup></b>

##### ***Nivel Azotea (Cuerpo No. 2)***

LOSAS DE CONCRETO (12 CM)	288 Kg /m <sup>2</sup>
RELLENOS PARA DAR PENDIENTE DE 15 CM APROX.	195 Kg /m <sup>2</sup>
ENTORTADO DE 5 CM	75 Kg /m <sup>2</sup>
ENLADRILLADO / MORTERO	78 Kg/m <sup>2</sup>
IMPERMEABILIZANTE	10 Kg/m <sup>2</sup>
INSTALACIONES	5 Kg/m <sup>2</sup>
PLAFON	52 Kg/m <sup>2</sup>
ADICIONAL POR REGLAMENTO	20 Kg/m <sup>2</sup>
CARGA VIVA PENDIENTE MENOR A 5%	100 Kg/m <sup>2</sup>
<b>PESO TOTAL</b>	<b>823 Kg/m<sup>2</sup></b>

Nota: las consideraciones de carga fueron basadas de acuerdo al Reglamento Vigente del Distrito Federal.

### Losas a nivel de planta baja (pasillos)

LOSA DE 10 CM DE ESPESOR	240 Kg /m <sup>2</sup>
PISO TERMINADO	70 Kg /m <sup>2</sup>
PLAFON DE YESO	52 Kg /m <sup>2</sup>
INSTALACIONES	5 Kg/m <sup>2</sup>
ADICIONAL POR REGLAMENTO	20 Kg/m <sup>2</sup>
CARGA VIVA (PASILLO)	350 Kg/m <sup>2</sup>
<b>PESO TOTAL</b>	<b>737 Kg/m<sup>2</sup></b>

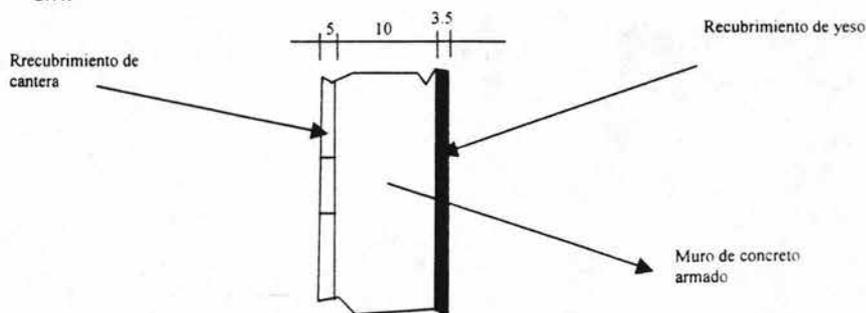
Las distribuciones de áreas y cargas, se representa en las plantas esquemáticas correspondientes.

En el nivel de mezanine se puede considerar la misma carga de los pasillos. 737 Kg/m<sup>2</sup>

Para la bajada de cargas correspondiente a los muros perimetrales, en la fecha de verificación visual no se tenía conocimiento del tipo de material con el que están contruidos, por lo que se tomaron las siguientes consideraciones:

### Cuerpo 1 y Cuerpo 2

Se consideró un muro de concreto con 10 cm de espesor, recubierto con cantera de un espesor de 5 cm en fachada y en el interior, aplanado con yeso con un espesor de 3.5 cm.



Peso considerado:

$$\text{Concreto} = 2400 \times 0.10 = 240 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Cantera} = 2200 \times 0.05 = 110 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Yeso} = 1500 \times 0.035 = 52.5 \text{ Kg/m}^2$$

$$\mathbf{402.50 \text{ Kg/m}^2}$$

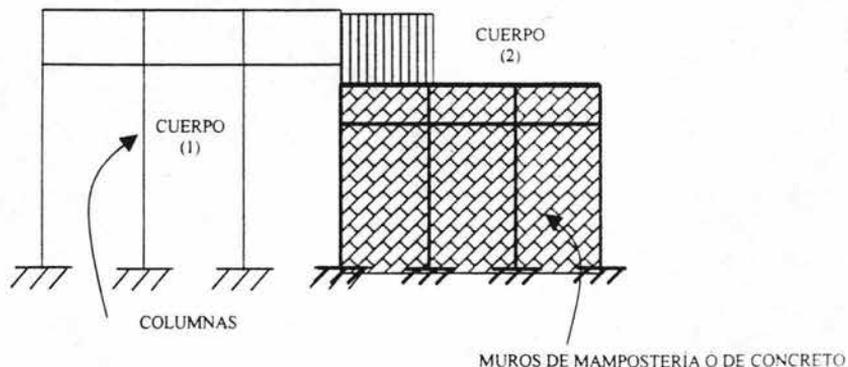
Los pesos determinados anteriormente para los muros, se corroborarán mediante las pruebas de laboratorio o calas efectuadas.

#### IV.4.2 ANALISIS DE LA ESTRUCTURA

Con los pasos considerados anteriormente, se tomaron los datos para realizar el análisis por cargas verticales.

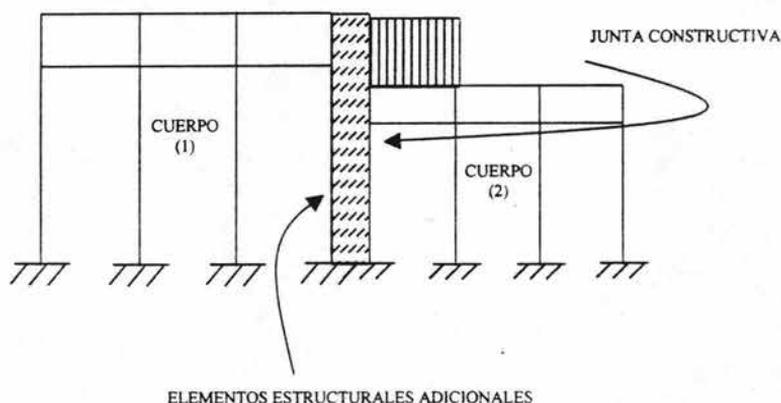
El análisis se llevó a cabo unificando el Cuerpo 1 y el Cuerpo 2, considerando que el primero es de muros rígidos de concreto con columnas y traveses, el segundo se encuentra con muros de concreto y mampostería.

#### MARCO TIPO LONGITUDINAL (Cuerpo 1 y Cuerpo 2 unidos)



Otra alternativa de análisis fue la de haber separado los dos cuerpos, realizando una junta constructiva entre ambos.

### MARCO TIPO LONGITUDINAL (Dividido por una Junta Constructiva)



#### Parámetros de análisis de acuerdo a su ubicación

Por su importancia y edad el edificio pertenece al grupo \_\_\_\_\_ A  
Ubicación en zona de terreno \_\_\_\_\_ III  
Coeficiente sísmico \_\_\_\_\_ 0.40  
Factor de importancia \_\_\_\_\_ 1.5  
Factor de comportamiento sísmico (Q) \_\_\_\_\_ 2

#### IV.4.3 ANALISIS ESTATICO

Para la obtención de las fuerzas sísmicas debidos al peso de la estructura se tiene el siguiente análisis:

Cargas vivas en azotea para el análisis sísmico

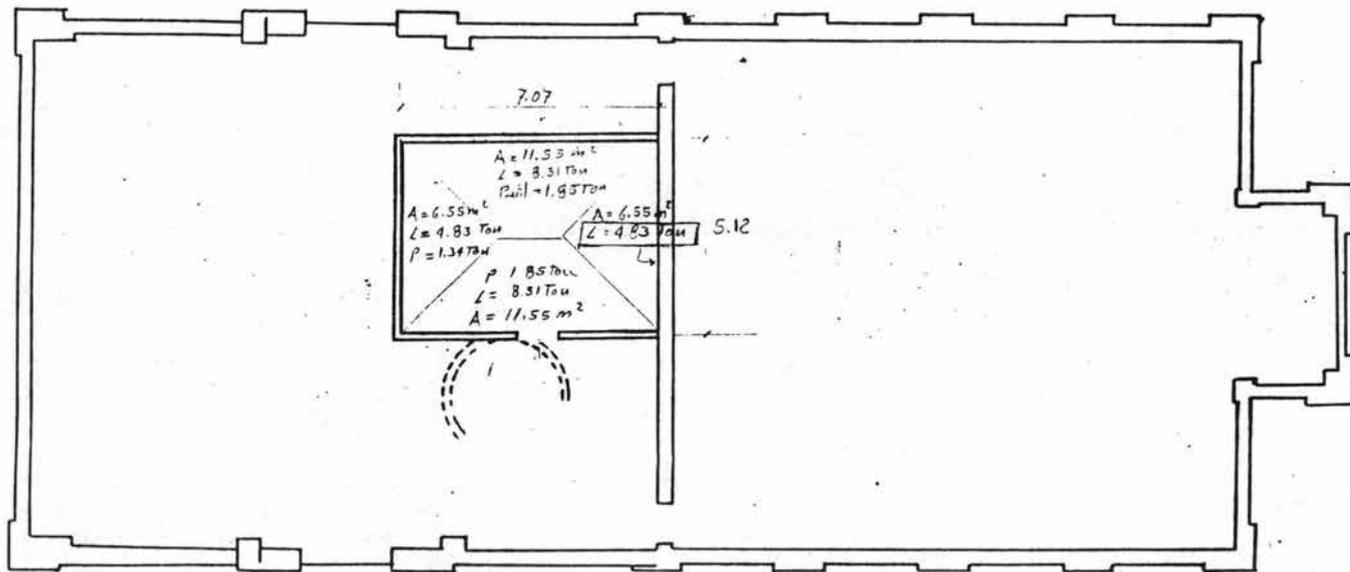
Cuerpo (1)  $C_v = 20 \text{ Kg/m}^2$

Carga total =  $473 \text{ Kg/m}^2$

Carga viva para azoteas horizontales (Cuerpo 2)

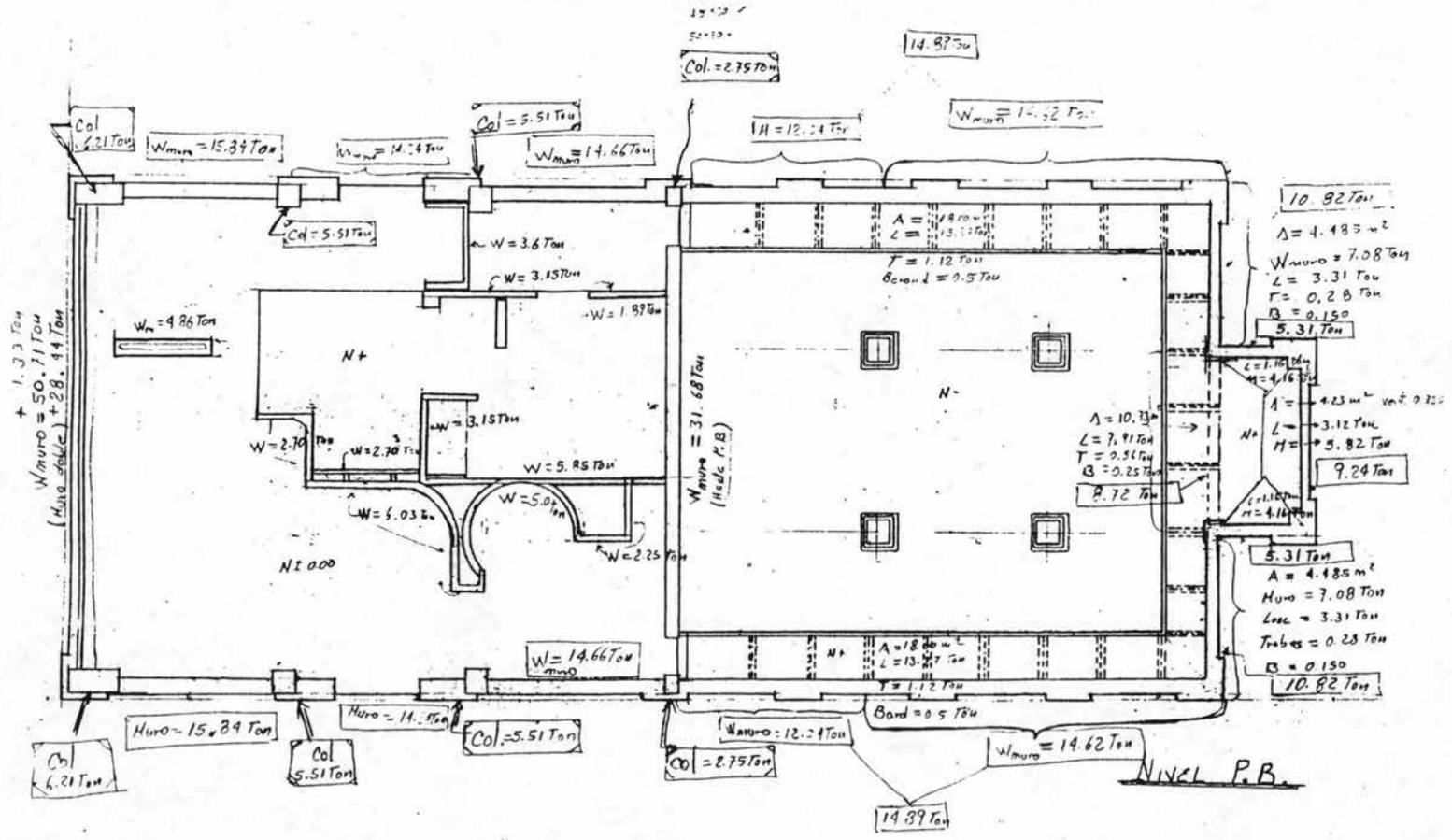
$C_v = 70 \text{ Kg/m}^2$





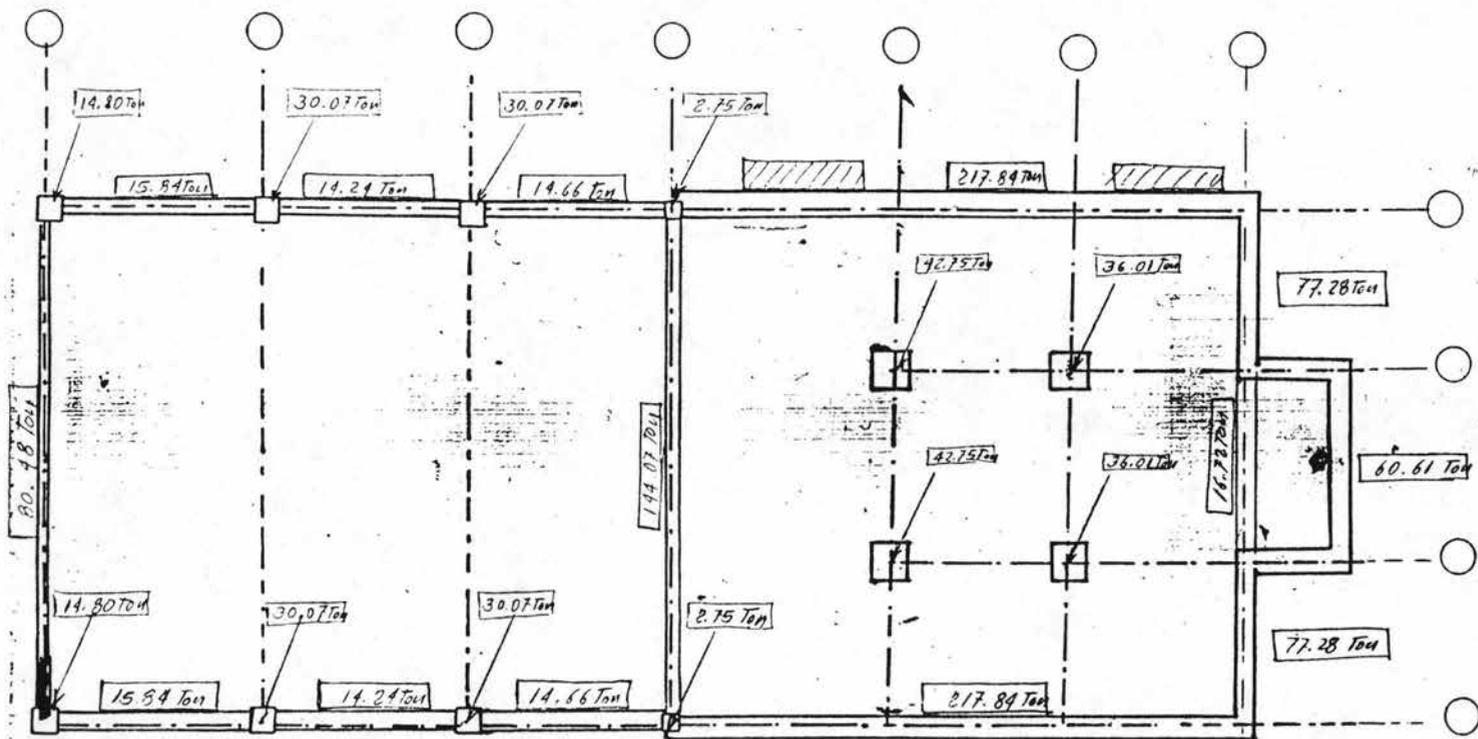
PLANTA NIVEL MEZANINE

0 732 7/1110







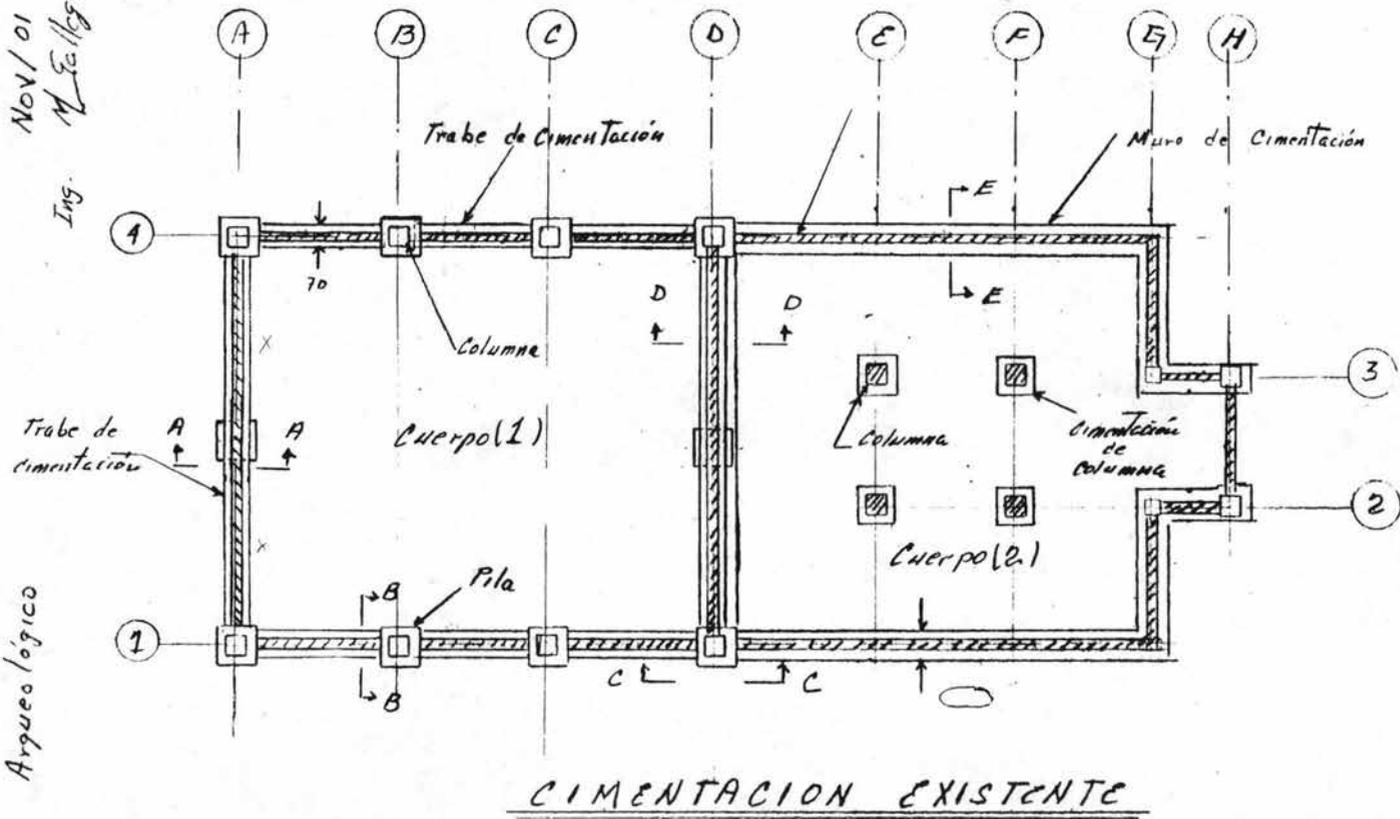


RESUMEN DE DESCARGAS

POR COLUMNAS Y MUROS ?

Nov/01  
Ing. M. Escallogas

Museo Arqueológico



De acuerdo a los trabajos de exploración realizados y al siguiente informe estructural que se tiene, la estructura es una combinación de marcos y muros de carga en el Cuerpo 2, en el Cuerpo 1 únicamente son muros de carga.

## **MATERIALES UTILIZADOS**

### *Cuerpo 1*

Es una edificación con muros de block de concreto, no cuenta con columnas, únicamente tiene unos contrafuertes en los lugares donde descansan las trabes, pero sin tener contacto con éstas. Estos contrafuertes están adosados a los muros de carga simulando columnas, las cuales carecen de armado.

Las trabes que soportan el sistema de losa son elementos muy aperaltados que libran el claro del ancho de la edificación (13.50 mts), en estas trabes descansa el sistema de losa que también es de concreto armado.

### *Cuerpo 2*

Su cimentación forma parte del sótano que actualmente está ocupando por salas de exposición, dicha cimentación la forman muros de concreto de espesores mayores a 1.00 metro al nivel -4.30.

Su peso lo forma un firme de concreto de 12 cm de espesor.

En esta parte central se desplantan 4 columnas formando dos marcos en ambas direcciones, éstas se encuentran ligadas en su parte superior aproximadamente al nivel +2.95, con trabes de concreto reforzado, formando una retícula que lo soporte al sistema de losa de concreto.

Los dos cuerpos se encuentran unidos desde su cimentación y en su superestructura.

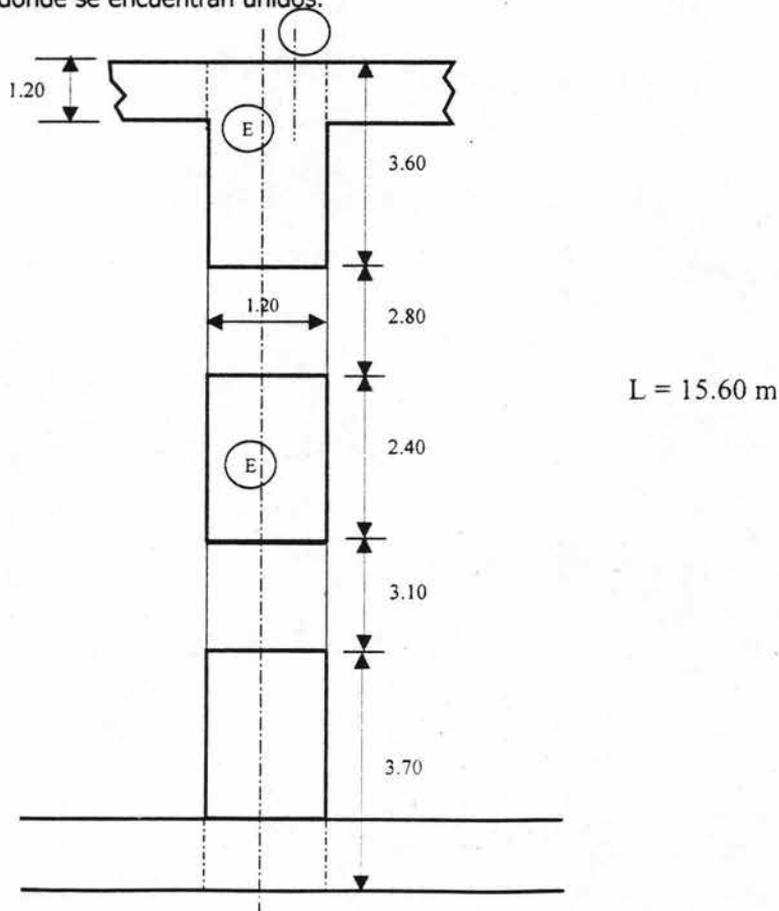
La cimentación del cuerpo 1 es por medio de pilas de concreto ligadas ligadas en su parte superior con una trabe de concreto que recibe las cargas de los muros de mampostería.

Con los datos topográficos, se observa el comportamiento del conjunto, viendose los desplantes y las deformaciones angulares que se tienen, las cuales se encuentran arriba de los permisible.

De acuerdo a los estudios realizados, se observa que lo más conveniente es desligar el Cuerpo 1 del cuerpo 2, ya que están presentes varios puntos que estructuralmente no son convenientes al comportamiento de estas edificaciones, entre los que se encuentran los siguientes:

- La condición geométrica entre ambos cuerpos es totalmente diferente.
- La cimentación también es diferente entre ambos cuerpos.
- Con respecto a la cimentación, se encuentran ligados, provocando con esto una rigidez diferente con respecto a los otros ejes de la edificación.

Para desligar el cuerpo 1 y el cuerpo 2, se determina la rigidez de la cimentación del eje D, que es donde se encuentran unidos.



$$\bar{y} = \frac{3.60 \cdot 1.20 \cdot 13.80 + 1.20 \cdot 2.40 \cdot 8 + 1.20 \cdot 3.7 \cdot 1.85}{11.64}$$

$$\bar{y} = 7.80 \text{ m}$$

$$I_x = \left[ \frac{1.20 \cdot 3.70^3}{3} \right] + \left[ \frac{1.20 \cdot 2.40^3}{12} + 2.88 (8)^2 \right] + \left[ \frac{1.20 \cdot 3.6^3}{12} + 4.32 (13.80)^2 \right]$$
$$I_x = 1033.34 \text{ m}^4$$

$$I_{gx} = 1033.34 - 11.64 (7.80)^2$$
$$I_{gx} = 325.1624 \text{ m}^4$$

En el otro sentido

$$X = 0.60$$

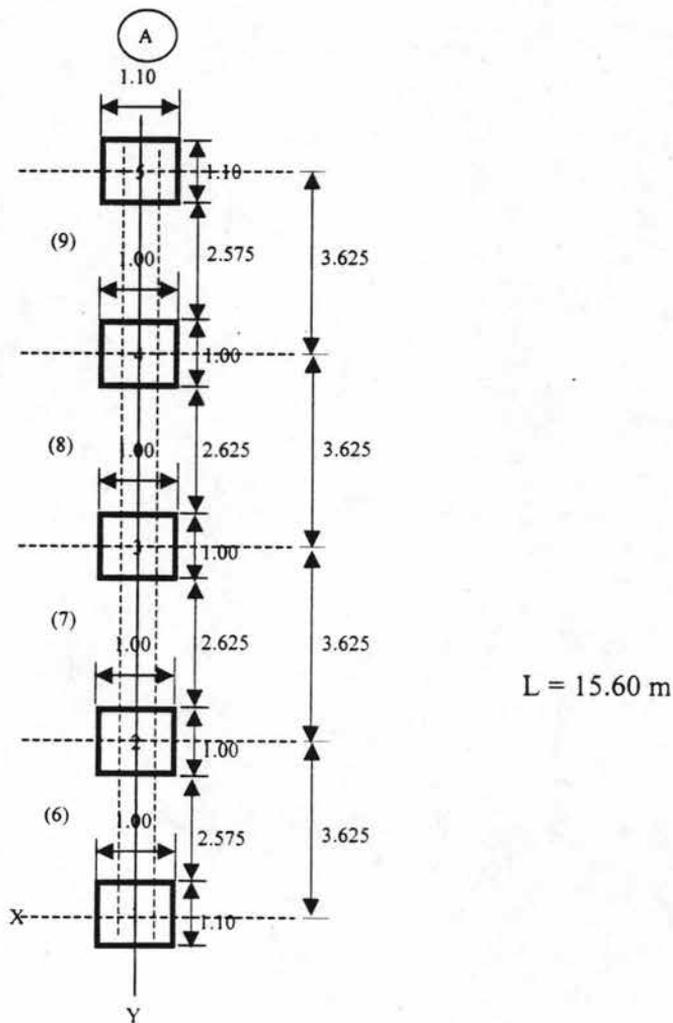
$$A = 3.60 \cdot 1.20 + 1.20 \cdot 2.40 + 1.20 \cdot 3.70$$

$$A = 11.64 \text{ m}^2$$

$$I_y = \left[ \frac{3.60 \cdot 1.20^3}{3} \right] + \left[ \frac{2.40 \cdot 1.20^3}{3} \right] + \left[ 3.70 \cdot \frac{1.20^3}{3} \right]$$
$$I_y = 5.586 \text{ m}^4$$

$$I_{yg} = 5.586 - 11.64 (0.60)^2$$
$$I_{yg} = 1.3956 \text{ m}^4$$

### Cimentación en el eje A (fachada sur)



$$\bar{y} = 7.80 \text{ m}$$

$$A = [(1.10 * 1.10) * 2] + [(1.00 * 1.00) * 3] = 5.42 \text{ m}^2$$

$$I_x = [1.00 * 1.10^3 / 3] + [1.00 * 1.00^3 / 12 + 1.00 (4.175)^2] + [1.00 * 1.00^3 / 12 + 1.00 (7.80)^2] + [1.00 * 1.00^3 / 12 + 1.00 (11.425)^2] + [1.00 * 1.00^3 / 12 + 1.00 (15.05)^2]$$

$$I_x = 483.72 \text{ m}^4$$

$$I_{gx} = 483.72 - 5.42 (7.8)^2$$

$$I_{gx} = 153.967 \text{ m}^4$$

Comparando los dos ejes

$$\text{Eje D} = 325.1624 \text{ m}^4$$

$$\text{Eje A} = 153.967 \text{ m}^4$$

Por lo tanto se observa una gran diferencia de rigidez, por lo que se propone un muro de concreto que ligue las pilas (línea punteada figura anterior)

#### MOMENTO DE INERCIA DE LA NUEVA SECCION

$$\bar{y} = 7.80 \text{ m}$$

$$A = 5.42 + [0.45 + 2.575]2 + [0.45 * 2.625]2$$

$$A = 10.10 \text{ M}^2$$

$$I_x = 483.72 + [0.45 * 2.575^3 / 12 + 1.16(2.3875)^2] + [0.45 * 2.625^3 / 12 + 1.181 (5.9875)^2] + [0.6783 + 1.181(9.6125)] + [0.6403 + 1.16(13.2125)]$$

$$I_x = 846.93 \text{ m}^4$$

$$I_{xg} = 846.93 - 10.10 (7.8)^2$$

$$I_{xg} = 232.44 \text{ m}^4$$

$$\text{Comparando } 325.1624 \text{ m}^4 / 232.44 \text{ m}^4 = 1.3989$$

39 % ,  es escaso el eje A

Se propone colocar los muros extremos de un espesor de 60 cm y los intermedios de 45 cm.

$$\bar{y} = 7.80 \text{ m}$$

$$A = 5.12 + [0.60 + 2.575]2 + [0.45 * 2.625]2$$

$$A = 10.8725 \text{ M}^2$$

$$I_x = 483.72 + [0.60 * 2.575^3 / 12 + 1.545(2.3875)^2] + [0.6783 + 1.181 (5.9875)^2] + [0.6783 + 1.181(9.6125)^2] + [0.8537 + 1.545(13.2125)^2]$$

$$I_x = 916.76 \text{ m}^4$$

$$I_{xg} = 916.76 - 10.8725 (7.8)^2$$

$$I_{xg} = 255.27 \text{ m}^4$$

$$\text{Comparando } 325.1624 \text{ m}^4 / 255.27 \text{ m}^4 = 1.27$$

27 % ,  $\circ \circ$  es escaso el eje A

*Verificando la inercia en el otro sentido*

$$X = [1.10 * 1.10 * 0.55]2 + (1.00 * 0.55)^3 +$$

$$[0.60 * 2.575 * 0.55]2 + [0.45 * 2.625 * 0.55]2$$

$$\frac{2.42 + 3 + 3.09 + 2.1}{}$$

$$X = 0.55 \text{ m}$$

$$I_y = [1.10 * 1.10^3 / 3]2 + [1.00 * 1.00^3 / 12 + 1.00 (0.55)^2]3 + [2.575 * 0.60^3 / 12 + 1.545 (0.55)^2]2 + [2.625 * 0.45^3 / 12 + 1.181 (0.55)^2]$$

$$I_y = 3.91491 \text{ m}^4$$

$$I_{yg} = 3.91491 - (10.61)(0.55)^2$$

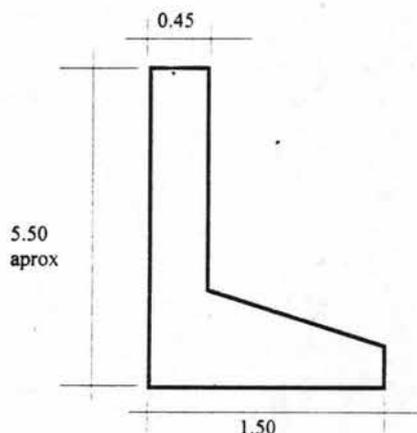
$$I_{yg} = 0.705385 \text{ m}^4 \text{ (eje D)}$$

Se observa una diferencia de casi 100 %

Como se observa, para igualar la rigidez de los muros se necesita colocar un muro de espesor de 1 metro, lo que elevaria sustancialmente el costo, por lo que se colocará una zapata en la base de este muro (que ligue las pilas), para que de esta manera se tenga

una rigidez mayor en la base del muro y con esto ayude a distribuir los esfuerzos al terreno de una manera más uniforme.

Zapata propuesta



### Determinación del armado de los muros de 45 cm de espesor.

$$As_{min} = \frac{0.7 \sqrt{f'c}}{4200} bd$$

$$As_{min} = \frac{0.7 \sqrt{200}}{4200} bd$$

$$As = 0.00235 bd$$

El porcentaje de acero será de 0.0025 (As min)

$$P = As / Cs ; s = As / Cph$$

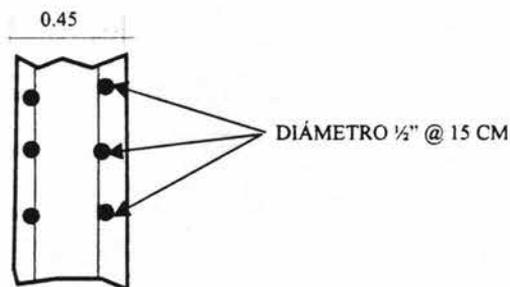
Proponiendo vars diámetro 1/2" en dos lechos

$$S = \frac{2 * 1.27}{42 * 0.0025} = 14.99 \longrightarrow 15.00$$

se podrá dejar diámetro 5/8" (1.99 cm)

$$S = \frac{2 * 1.99}{42 * 0.0025} = 37.90$$

Se propone dejar varillas diámetro de 1/2" @ 15 cm en ambos sentidos



Con este armado se verificará la capacidad a compresión (por estar confinado en el terreno) y la capacidad a cortante

Revisión por cortante

$$Rel = 5/2.625 = 1.90$$

La relación es mayor que 1.5, por lo que el cortante que toma el concreto es de

$$V_{cr} = 0.85 FR \sqrt{F'c} CL$$

Con el armado propuesto, el cortante se puede tomar (Esfuerzo por cortante)

$$Ph = \frac{V}{FR fy}$$

$$V = Ph FR fy$$

$$V = 0.0025 * 0.8 * 4200 = 8.4 \text{ Kg/cm}^2$$

Lo que se comparará con el cortante actuante

De acuerdo al análisis sísmico, se tiene un cortante directo en sentido Y de 38.14 ton, tocándole un cortante al eje 1 de 30.47 ton.

De acuerdo al esfuerzo determinado (8.4 kg/cm<sup>2</sup>) se tiene:

$$V = 8.4 * 45 * 100 = 37,800 \text{ Kg}$$

$$V = 37.8 \text{ ton} / 1.1 = 34.36$$

$V_R > 30.47$ , por lo tanto OK

Verificando con la otra igualdad y de acuerdo a la relación H/L

$$V_{cr} = 0.85 FR \sqrt{F'c} CL$$

$$V_{cr} = 0.85 * 0.8 * \sqrt{200} * 45 * 100$$

$$V_{cr} = 43.27 \text{ ton} / 1.1 = 39.34, \text{ por lo tanto OK}$$

Por lo que se observa que en el esfuerzo cortante no hay problemas.

Determinación de la zapata para el muro de rigidez en el eje A

Se tiene una descarga de la estructura de 80.48 ton.

Lo que daría como la carga uniforme  $80.48/13.60 = 5.91 \text{ ton/m}$

Peso propio de los muros de concreto (rigidez)

$$W = 0.45 * 5.5 * 2.4 = 5.94 \text{ ton/m}$$

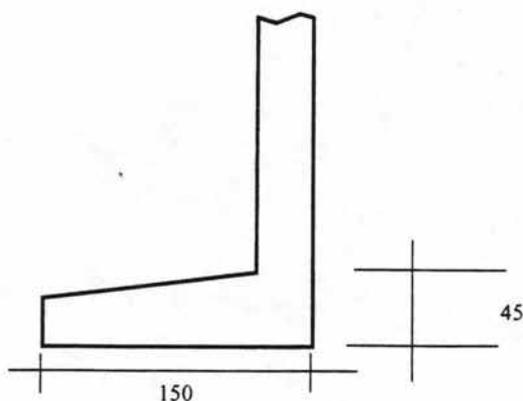
Descarga total = 11.85 T/m

$$h = 11.85 * 1.4 / 20 = 0.83 \text{ m}^2$$

$$A = B * L ; L = 1 \text{ m}$$

$$B = A/L = 0.83/1.00 = 0.83 \text{ m}$$

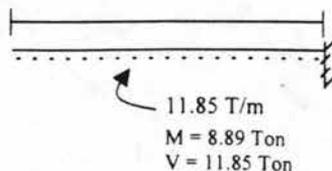
Dejando una zapata de 1.50 m para rigidizar toda la cimentación.



Esfuerzo desarrollado en la base de la zapata

$$11.85 / 1.50 * 1.00 = (7.9 \text{ T/m}^2 * 1.14) 1.00 \text{ m}$$

se toma el de 11.85 T/m



Proponiendo una sección de 45 cm en el apoyo:

Revisión por cortante :  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$

$$V_{cr} = 0.5 FR bd \sqrt{f'c}$$

$$V_{cr} = 0.5 * 0.8 * 35 * 100 * \sqrt{200}$$

$$V_{cr} = 19.79 / 1.4 = 14.14 > 11.85 \text{ ton} , \text{ OK}$$

Por flexión se debe tomar un  $M = 8.89 \text{ T/m}$

$$A_s \text{ min} = 8.74 \text{ cm}^4$$

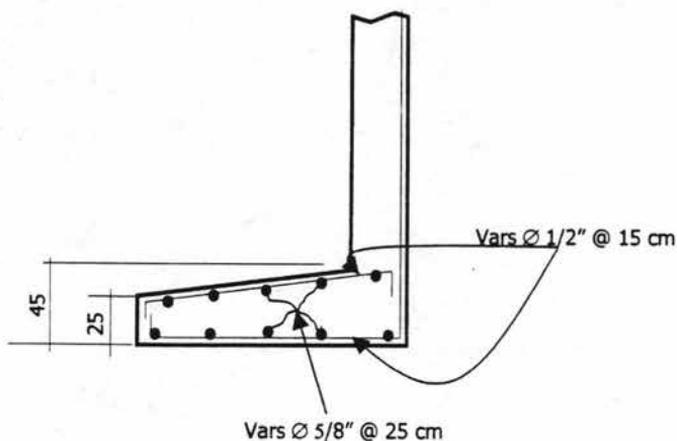
Usando diámetro de  $1/2''$  en dos lechos

$$S = \frac{2 * 1.27}{8.74}$$

$$= 29.06 \text{ cm, se deja @ } 25 \text{ cm}$$

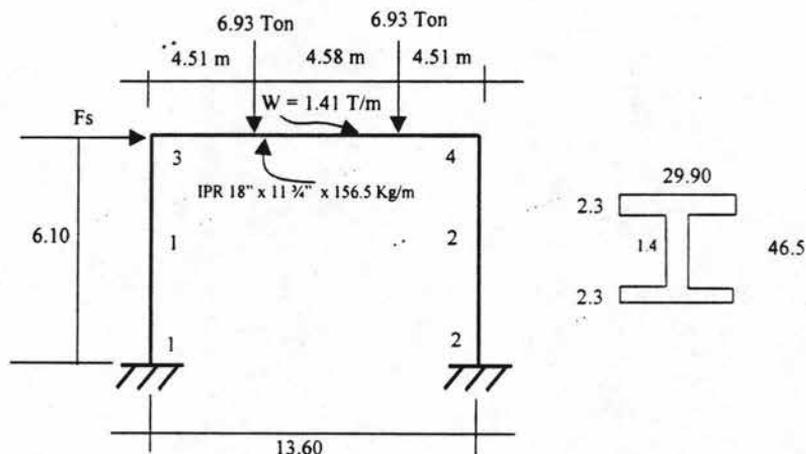
Para tomar el momento se requiere  $\varnothing 1/2'' @ 15$

Para tomar el momento se requiere  $\varnothing 5/8'' @ 25$



#### IV.4.4 DIMENSIONAMIENTO

Planteamiento del marco del eje D; (donde se formará la junta constructiva y que soportará parte de la azotea del Cuerpo 2



Datos de la Fuerza sísmica

$$W = 2.825 \times 13.60 \times 0.793 = 30.46 \text{ Ton}$$

$$F_s = W \text{ CsR}$$

CsR = Coeficiente sísmico reducido

$$0.40 \times 1.5 / 2 = 0.3$$

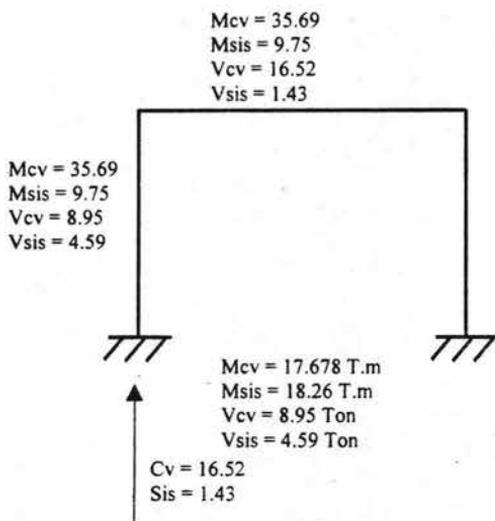
$$F_s = 30.46 \times 0.3 = 9.14 \text{ Ton}$$

Desplazamiento permisible

$$\Delta = 0.012 \times 610 = 7.32 \text{ cm}$$

Desplazamiento obtenido

$$\Delta = 1.04 \times 2 = 2.08 < 7.32 \text{ OK}$$



$$\Delta_{\text{permisible}} = 1360/360 = 3.77 > 3.071 \quad \text{OK}$$

### ***Diseño de columnas de concreto en una dirección***

Elementos mecánicos

$$P_{cv} = 16.52 \text{ ton}$$

$$P_u = 16.52 \times 1.4 \text{ ton}$$

$$P_{sis} = 1.43 \text{ Ton}$$

$$P_u = 23.13 \text{ ton}$$

$$M_{cv} = 35.69 \text{ T.m}$$

$$M_u = 35.44 \text{ T.m} \times 1.4$$

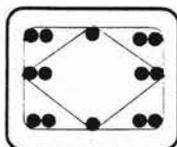
$$M_{sis} = 9.75 \text{ T.m}$$

$$M_u = 49.62 \text{ T.m}$$

$$8 \text{ } \varnothing 1" \quad (8 \times 5.07 \text{ cm}^2)$$

$$A_s = 14 \text{ } \varnothing 1"$$

$$14 \times 5.07 = 70.98 \text{ cm}^2$$



$$e = 49.62 / 23.13 = 2.14 \text{ m} ; 214 \text{ cm}$$

$$d = h - r = 60 - 5 = 55 \text{ cm}$$

$$d/h = 55/60 = 0.917$$

$$e = A_s / bh = 70.98 / 60 \times 60 = 0.01972$$

$$q = e \frac{F_y}{f''c}$$

$$f^*c = 0.8 (250) = 200 \text{ Kg/cm}^2$$

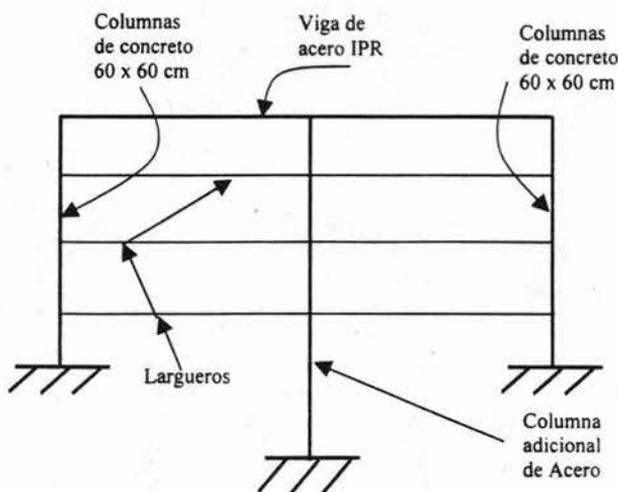
$$f''c = 200 \times 0.85 = 170 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q = 0.01972 \times 4200/170 = 0.4872$$

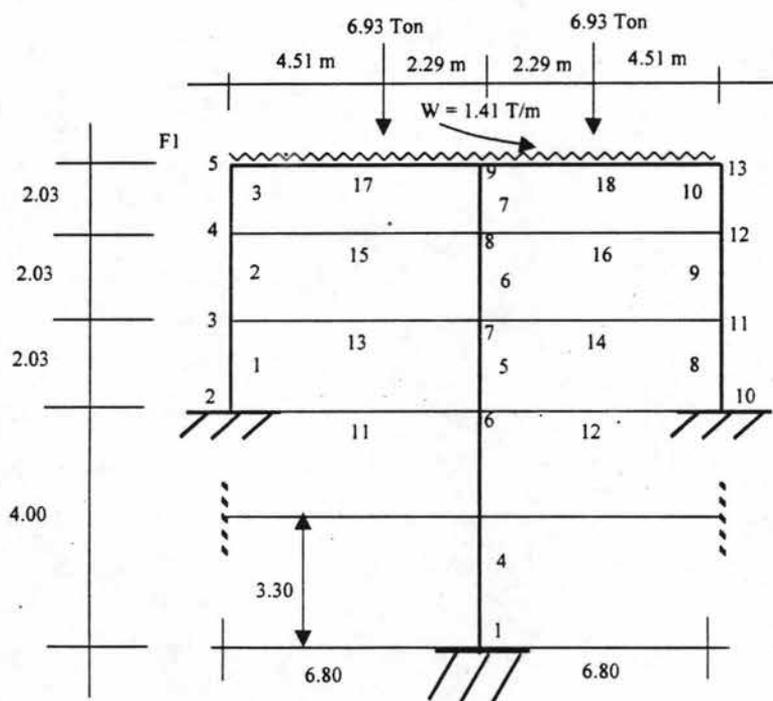
$$e/h = 214/60 = 3.51$$

Existe mucha excentricidad, teniéndose la falla de la columna a tensión, por lo que la sección NO PASA.

La columna ya no puede incrementar su sección, debido a que disminuye su área de pasillos; por lo que se propone colocar una columna de acero en la zona intermedia ligada a las columnas de concreto con algunos largueros. Esta nueva estructura servirá para colocar el muro e integrarlo al Cuerpo 2.



**ESTRUCTURA ADICIONAL**



COLUMNA	TIPO DE SECCION
Columna de concreto 60 x 60 cm	I
Columna de concreto IPR 16" x 17" (40.6 x 17.8 cm) (67.1 kg/m)	II
Largueros CPS 6" (15.63 kg/m)	III
Trabe principal IPR 18" x 11 3/4"	IV

Del análisis se obtienen los elementos más desfavorables

Columnas de concreto:

$P_{cv} = 6.40 \text{ Ton}$

$P_{sis} = 1.486 \text{ Ton}$

$M_{cv} = 7.749 \text{ T.m}$

$M_{sis} = 5.81 \text{ T.m}$

Diseño de columnas de concreto:

$$P = 7.89 \text{ Ton} \times 1.1 = 8.68 \text{ Ton}$$

$$M = 1.56 \text{ T.m} \times 1.1 = 14.92 \text{ T.m}$$

$$\text{Probando con } 4 \text{ } \varnothing 1'' + 4 \text{ } \varnothing 3/4'' = 31.76 \text{ cm}^2$$

$$e = 14.92 / 8.68 = 1.72 \text{ m} ; 172 \text{ cm}$$

$$d = h - r = 55 \text{ cm}$$

$$d/h = 55/60 = 0.92$$

$$e = A_s/bh = 31.76 / 60 \times 60 = 0.00882$$

$$q = \frac{e \cdot f_y}{f'_c}$$

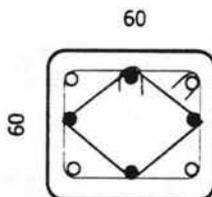
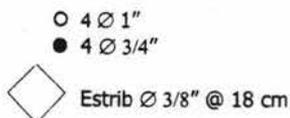
$$q = 0.00882 \times 4200/170 = 0.22$$

$$e/h = 172/60 = 2.86$$

$$k = 0.1$$

$$P_u = 0.1 \times 0.85 \times 60 \times 60 \times 170 = 52.02 \text{ Ton}$$

$$M = P_u e = 52.02 \times 1.72 = 89.47 \text{ T.m}$$



Dimensional

La sección anterior de 60 x 60 se puede modificar a 50 x 50 :

$$P = 8.68$$

$$M = 14.92 \text{ T.m}$$

Dejando 8 vars  $\varnothing 3/4''$  (22.96 cm<sup>2</sup>)

$$e = 172 \text{ cm}$$

$$d = 50 - 5 = 45 \text{ cm}$$

$$d/h = 45/50 = 0.9$$

$$\rho = 22.96 / 50 * 50 = 0.0092$$

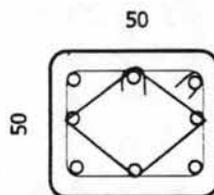
$$q = 0.0092 * 4200/170 = 0.23$$

$$e/h = 172/50 = 3.44$$

$$k = 0.060$$

$$p = 0.060 * 0.85 * 50 * 50 * 170 = 21.68 \text{ ton}$$

$$Mu = 21.68 * 1.72 = 37.29 \text{ T.m}$$



○ 8 Ø 3/4"

◇ Estrib Ø 3/8" @ 18 cm

### REVISION DE LA TRABE QUE SOPORTARA LA ESTRUCTURA DE CONCRETO EXISTENTE

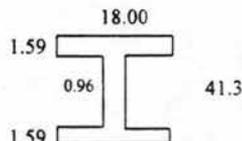
$$S_{req} = M/F_b = \frac{16.97 \times 10^5}{1518} = 1117.9 \text{ cm}^3$$

$$\left. \begin{array}{l} M_{cv} = 12.68 \\ M_{sis} = 4.29 \end{array} \right\} 16.97 \text{ T.m}$$

Se propone un IPR de 16 x 7 x 74.5 Kg/m

$$S_x = 1322 \text{ cm}^3 \quad r_y = 391 \text{ cm}$$

$$r_x = 16.97 \text{ cm} \quad A = 94.84 \text{ cm}^2$$



Verificación entre soportes laterales del patín de compresión

$$\frac{637 \text{ bf}}{\sqrt{f_y}} = \frac{637 * 18.0}{\sqrt{2530}} = 227.95 \text{ m}$$

$$\frac{1410000}{(d/A_f) f_y} = \frac{1410000}{(41.3/28.62) 2530} = 386.21 \text{ m}$$

$$A_f = 18.0 \times 1.59 = 28.62 \text{ m}$$

**Por lo que rige la menor distancia 228 m**

Revisión de que la sección sea compacta:

1.- Los patines están unidos continuamente al alma OK

2.- b/c (del patín a compresión), no excederá de  $545 / \sqrt{f_y}$

$$\frac{18.0/2}{(1.59)} = 5.66 \text{ m}$$

$$\frac{545}{\sqrt{2530}} = 10.83 \text{ m}$$

5.66 < 10.83, por lo que se observa que la sección si cumple, y podría utilizarse con  $f_y$   
= 0.66  $F_y$

verificando b/c de elementos atrasados no exceda de  $1590 / \sqrt{F_y}$  ;

$$\frac{1590}{\sqrt{2530}} = 31.61 \text{ m}$$

11.32 < 31.61 OK

Verificando la relación peralte / espesor del alma; si  $\frac{f_a}{F_y} < \phi = 0.16$

$f_a = p/A$  ;  $P = 10.115 + 1.48 = 11.59 \text{ Ton}$

$$f_a = \frac{11590}{94.84} = 122.21 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\frac{122.21}{2530} = 0.48 \text{ m}; < 0.16$$

Se utilizará la siguiente expresión:  $d/t < \phi = \frac{5370}{\sqrt{F_y}} (1-3.74 f_a/f_y)$

$$41.3/0.96 = 43.02$$

$$5370 / 50.30 (1-3.74 * 0.046)$$

$$106.76 (10.82) = 87.59$$

$$43.02 < 87.59, \text{ OK}$$

La longitud entre los soportes laterales del patín en compresión, cuyo peralte no es mayor de 6 veces el ancho y cuyo espesor del patín no es mayor de 2 veces el espesor del alma, no excederá el valor de :

$$(137000 + 84000 M1 / M2) b/F_y; \quad 6 * 18 = 108$$

$$41.3 < 108$$

Espesor del patín  $1.59 < 2 \text{ esp altura}$

$$\text{Alma } 0.96 * 2 = 1.92$$

$$1.59 < 1.92; \quad M2 = 16.97 \text{ T/m} \quad M1 = 7.68 \text{ T/m}$$

$$(137000 + 84000 * 7.68 / 16.97) (18.00 / 2530) = 1246.45$$

$$228 < 1246.45 \text{ OK}$$

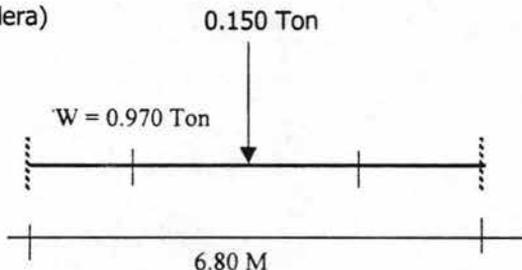
Finalmente para elementos a compresión atiesados

$$b/t < 2000 / \sqrt{F_y}; \quad b/t = 11.32; \quad 2000 / \sqrt{2530} = 39.76$$

$$11.32 < 39.76 \text{ OK}; \quad \text{por lo que se acepta la sección.}$$

### DETERMINACION DE LOS LARGUEROS QUE SOPORTARAN EL MURAL

Se considera que el mural tiene un peso de 70 Kg / m<sup>2</sup> (se encuentra montado sobre un bastidor de madera)



$$W = 6.80 \times 2.03 \times 0.070 = 0.97 \text{ Ton}$$

+ 150 kg al centro por efectos de montaje

$$M1 (-) = 0.55 \text{ T.m}$$

$$M2 (-) = 0.13 \text{ T.m}$$

$$M_{cv} = 0.68 \text{ T.m}$$

Momentos debidos a popo a sismo = 0.27 Ton

$$\Sigma = 0.95 \text{ T.m}$$

Momentos positivos

$$M1 (+) = 0.27$$

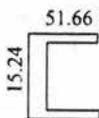
$$M2 (+) = 0.13$$

$$M3 (+) = 0.003$$

$$\Sigma = 0.40 \text{ T.m}$$

$$v = 0.56 \text{ ton}$$

En el análisis se propuso un perfil : CPS 6" x 15.63 Kg/m



$$A = 19.81 \text{ cm}^2$$

$$I = 628.5 \text{ cm}^4$$

$$S = 82.5 \text{ cm}^3$$

$$r_x = 5.64 \text{ cm}$$

$$r_y = 1.35 \text{ cm}$$

Trabajando la sección como viga :

$$S = M/T = 0.95 \times 10^5 / 1518 = 62.58 \text{ cm}^3 ; 62.58 < 82.5 ; \text{OK}$$

Revisión como columna (puntal) para tomar la fuerza del sismo:

$$P_x = 2.07 + 1.09 = 3.16 \text{ Ton}$$

$$A = P/T$$

$$Kl / r_y = 1 * 680 / 1.35 = 503.70 \text{ cm}$$

$$Kl / r_x = 1 * 680 / 5.64 = 120.56 \text{ cm}$$

Conviene introducir el elemento de arriostramiento al centro, o a los tercios del elemento

La nueva longitud será de 2.27 m

$$Kl / r_y = 1 * 227 / 1.35 = 168.10 \text{ cm}$$

$$T = 372.0 \text{ Kg/cm}^2$$

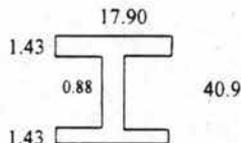
$$A = 3160 / 372.0 = 8.49 \text{ cm}^2$$

8.49 < 19.81 ; por lo tanto se deja la sección

El arriostramiento se podría lograr con ángulos de 2" X 3/16"

#### REVISION DE COLUMNAS DE ACERO EN ZONA DEL MURAL

Perfil propuesto: IPR 16 " x 67.1 Kg/m



$$Kl / r_x = 1 * 330 / 16.87 = 19.56 \text{ cm}$$

$$Kl / r_y = 1 * 330 / 3.94 = 84.39 \text{ (mayor)}$$

Det de  $C_c$ ;

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \pi^2 E}{F_y}}$$

$$C_c = 128.00$$

$$84.39 < 128$$

$$A = 85.42 \text{ cm}^2$$

$$I = 24279 \text{ cm}^4$$

$$S = 1186 \text{ cm}^3$$

$$r_x = 16.87 \text{ cm}$$

$$r_y = 3.91 \text{ cm}$$

$$P = 20.28 \text{ Ton}$$

$$M = 2.31 \text{ T.m}$$

Para determinar el esfuerzo  $F_a$  se utilizará la siguiente expresión:

$$F_a = \frac{\left[ 1 - \frac{(k l/r)}{2C_c^2} \right] F_y}{\frac{5/3 + \frac{3 (k l/r)}{8C_c}}{8C_c} - \frac{(k l/r)^3}{8C_c^3}}$$

$$F_a = \frac{\left[ 1 - \frac{(1*330/3.91)}{2 * 128^2} \right] 2530}{\frac{5/3 + \frac{3 (1*330/3.91)}{8 * 128}}{8 * 128} - \frac{(1*330 / 3.91)^3}{8 * 128^3}}$$

$$F_a = 1053 \text{ Kg / cm}^2$$

$$f_a = 20280 / 85.42 = 237.42 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_a/F_a = 237.42 / 1053 = 0.225 > 0.15$$

Por lo que se deberá revisar la columna con las siguientes igualdades:

$$f_a / 0.60 F_y + f_{bx} / F_{bx} < \text{ó igual a } 1$$

$$f_a / F_a + C_{mx} f_{bx} / (1 - f_a/F'_{ex}) F_{bx} < \text{ó igual a } 1$$

### REVISION DE LA COLUMNA DE ACERO EN EL TRAMO SUPERIOR

$$P = 20.30 \text{ Ton}$$

$$M = 8.43 \text{ T.m}$$

$$Kl / r_y = 1 * 203 / 3.91 = 51.92 \text{ cm}$$

$$C_c = 128.00$$

$$51.92 < 128.00$$

$$F_a = 1286.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_a = 237.42 \text{ Kg / cm}^2$$

$$f_a/F_a = 237.42 / 1286.5 = 0.18$$

$$0.18 > 0.15$$

Se utilizan las mismas expresiones:

$$\frac{237.42}{0.6 (2530)} + \frac{710.79}{1.518}$$

$$f_{bx} = \frac{8.43 \times 10^5}{1186} = 710.79 \text{ Kg/cm}^2$$

0.63 < 10 ; por lo tanto OK

Comprobando con la segunda igualdad:

$$C_m = 0.85$$

$$f_{bx} = 710.79 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'_{ex} = \frac{12 \pi^2 E}{23 (klb/rb)^2} \quad f'_{ex} = \frac{12 \pi^2 * 1.21 * 10^6}{23 (1*203/16.87)^2}$$

$$F'_{ex} = 74681.09 \text{ Kg/cm}^2 \quad \frac{237.42}{1286.5} + \frac{0.85 * 710.79}{1 - \frac{237.42}{74681.09}} \cdot 1518 = 0.58$$

0.58 < 1 ; por lo tanto OK, se acepta la sección.

## REVISION DE COLUMNA DE ACERO

$$\frac{237.42}{0.6 (2530)} + \frac{194.77}{1.518} = 0.28 < 1$$

$$f_{bx} = \frac{2.31 \times 10^5}{1186} = 194.77 \text{ Kg/cm}^2$$

Con esta igualdad se cumple la comprobación con la segunda

$$\frac{237.42}{1053} + \frac{0.85 * 194.77}{\left[ 1 - \frac{237.42}{28260.16} \right] 1518}$$

$$C_m = 0.85$$

$$f_{bx} = 194.77$$

$$f'_{ex} = \frac{12 \pi^2 E}{23 (klb/rb)^2}$$

$$f'_{ex} = \frac{12 \pi^2 * 1.21 * 10^6}{23 (1 * 330 / 16.87)^2}$$

$$F'_{ex} = 28260.16$$

0.34 < 1 ; por lo tanto OK

Para el Cuerpo 1 que se encuentra estructurado con muros de mampostería (blocks de concreto), se revisaron estos con el programa de "ANEMGC" para estructuras de mampostería, el cual se basa en las Normas técnicas de mampostería.

## IV.5 ANALISIS SISMICO DINAMICO

### IV.5.1 ANALISIS DEFINITIVO

#### I. Cálculo de pesos por nivel

##### Nivel Azotea (N + 2.94)

$$\text{Losa } [(9.25 * 13.6) + (2.5 * 4.58)]0.793 = 108.8 \text{ ton}$$

$$\text{Trabes } (0.52 * 0.43 * 2.4 * 4.15)11 = 24.5 \text{ ton}$$

$$\text{Columna } (0.52 * 0.52 * 2.4 * 3.20)4 = 8.3 \text{ ton}$$

$$(0.3 * 0.3 * 2.4 * 1.56)4 = 1.3 \text{ ton}$$

$$\text{Muros } (0.52 * 9.25 * 32.10)1.62 = 120.2 \text{ ton}$$

$$(0.25 * 13.6 * 1.56) = 5.3 \text{ ton}$$

$$\Sigma = \mathbf{268.4 \text{ ton}}$$

##### Nivel Azotea (N + 6.06)

$$\text{Losa } (5.65 * 13.6) 0.793 = 60.9 \text{ ton}$$

$$\text{Trabes } (0.30 * 0.22 * 2.4 * 5.13)5 = 4.0 \text{ ton}$$

$$(13.6 * 0.0745) = 1.0 \text{ ton}$$

$$\text{Columna } (0.30 * 0.30 * 2.4 * 1.56)4 = 1.3 \text{ ton}$$

$$(3.0 * 0.0671) = 0.2 \text{ ton}$$

$$(0.6 * 0.6 * 2.4 * 3.0)2 = 5.2 \text{ ton}$$

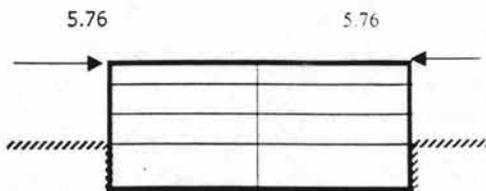
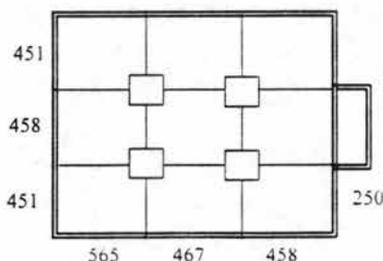
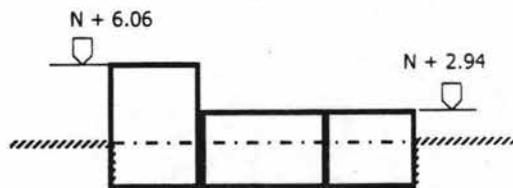
$$(0.3 * 0.3 * 2.4 * 1.50)6 = 1.9 \text{ ton}$$

$$\text{Muros } (0.25 * 13.6 * 1.56) = 5.3 \text{ ton}$$

$$\Sigma = \mathbf{79.8 \text{ ton}}$$

##### Marco de acero adicional (N + 6.06)

$$\text{Losa } (2.83 * 13.6) 0.793 = 30.5 \text{ ton}$$



$$\begin{aligned} \text{Trabes } (0.30 * 0.22 * 2.4 * 5.65) &= 0.9 \text{ ton} \\ (13.6 * 0.0745) &= 1.0 \text{ ton} \\ (13.6 * 0.0156)^2 &= 0.42 \text{ ton} \\ \text{Columna } (0.60 * 0.60 * 2.4 * 3.0)^2 &= 5.2 \text{ ton} \\ (6.0 * 0.0671) &= 0.40 \text{ ton} \\ \hline \Sigma &= \mathbf{38.40 \text{ ton}} \end{aligned}$$

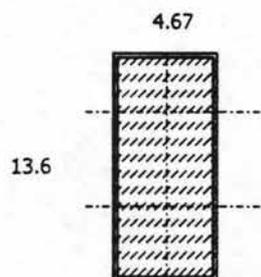
$$\text{F.s.} = 38.4 * 0.30 = 11.5 \text{ ton}$$

## II. Cálculo de fuerzas solo para cálculo de rigideces

### Marco (N + 2.94)

$$\begin{aligned} \text{Losa } (4.67 * 13.6) * 0.793 &= 50.4 \text{ ton} \\ \text{Trabe } (0.52 * 0.43 * 2.4 * 4.15 * 5) &= 11.1 \text{ ton} \\ \text{Columna } (0.52 * 0.52 * 2.4 * 3.0)^2 &= 3.9 \text{ ton} \\ \hline \Sigma &= \mathbf{65.4 \text{ ton}} \end{aligned}$$

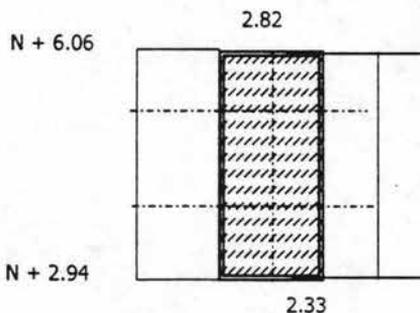
$$F = Wt * CSR = 65.4 * 0.30 = 19.6 \text{ ton} / 2 = 9.8 \text{ ton @ NODO}$$



$$\text{CSR} = (0.40 * 1.5) / 2 = 0.30$$

### Marco (N + 6.06)

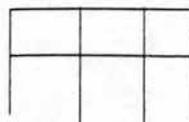
$$\begin{aligned} \text{Losa } (2.82 * 13.6) * 0.793 &= 30.4 \text{ ton} \\ \text{muro } (13.6 * 1.56 * 0.25) &= 5.3 \text{ ton} \\ \text{trabes } (0.22 * 0.30 * 2.4 * 4.15 * 4.0) &= 2.63 \text{ ton} \\ \hline \Sigma &= \mathbf{38.3 \text{ ton}} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Losa } (2.33 * 13.6) * 0.793 &= 25.12 \text{ ton} \\ \text{muro } (13.6 * 1.56 * 0.25) &= 5.3 \text{ ton} \\ \text{trabes } (0.52 * 0.43 * 2.4 * 4.15 * 4.0) &= 8.9 \text{ ton} \\ \text{columna } (0.52 * 0.52 * 2.4 * 3.0)^2 &= 3.9 \text{ ton} \\ \hline \Sigma &= \mathbf{43.2 \text{ ton}} \end{aligned}$$

312

727



	Wi	hi	Wihi	Fi	Vi
N-A	38.3	10.39	397.9	13.66	
					13.66
N A1	43.2	7.27	314.1	10.78	
					24.44 (✓)
Sot.	81.5		712.0		

$$F_i = \frac{\sum Wt}{\sum Wihi} \quad Wihi \text{ CSR}$$

$$F_i = \frac{81.5}{712.0} \quad Wihi \text{ 0.30} = 0.034340 \quad Wihi$$

$$V \text{ basal} = 81.5 * 0.3 = 24.45 \text{ ton} \quad (✓)$$

Marco N + 2.94 y N + 6.06

(N + 6.06)

Losa (4.58 \* 5.65) 0.793 = 20.5 ton

Trabe (0.22 \* 0.3 \* 2.4 \* 5.10)2 = 1.6 ton

Muro (4.58 \* 0.25 \* 1.56) = 1.8 ton

Columna (0.30 \* 0.30 \* 2.4 \* 1.56) = 0.3 ton

$$\Sigma = 24.2 \text{ ton}$$

(N + 2.94)

Losa (4.58 \* 9.25) 0.793 = 33.6 ton

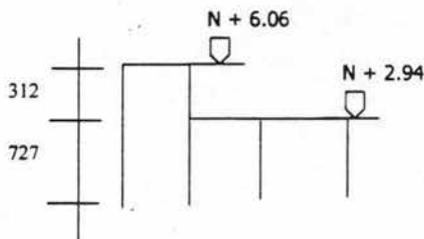
Trabe (0.52 \* 0.43 \* 2.4 \* 4.15 \* 4.00) = 8.9 ton

Muro (4.58 \* 0.25 \* 1.56) = 1.8 ton

Columna (0.30 \* 0.30 \* 2.4 \* 1.56) = 0.3 ton

(0.52 \* 0.52 \* 2.4 \* 1.56)2 = 3.9 ton

$$\Sigma = 48.5 \text{ ton}$$

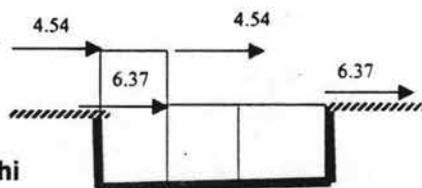


	Wi	hi	Wihi	Fi	Vi
N-A	24.2	10.39	251.4	9.08	
					9.08
N A1	48.5	7.27	352.6	12.73	
					21.81(✓)
Sot.	81.5		604.0		

$$F_i = \frac{\sum Wt}{\sum Wihi} \quad Wihi \text{ CSR}$$

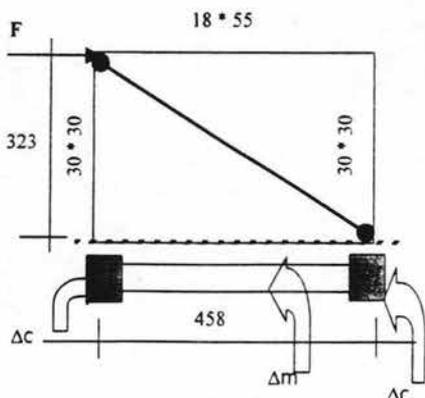
$$F_i = \frac{72.7}{604.0} \quad Wihi \text{ 0.30} = 0.036109 \quad Wihi$$

$$V \text{ basal} = 72.7 * 0.3 = 21.81 \text{ ton} \quad (\checkmark)$$



Fuerzas en los nodos

Cálculo de propiedades para muro considerando efectiva un área de diagonal en compresión.



$$\Delta c = 30 * 30 = 900 \text{ cm}^2$$

$$E_c = 10\,000 \sqrt{200} = 141421.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Delta m = 428 * 18 = 7704.0 \text{ cm}^2$$

$$G_m = 2400.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\lambda = \frac{E_c * \Delta c}{2400 * \Delta m}$$

$$\lambda = \frac{141421.4 * 900}{2400 * 7704.0}$$

$$\lambda = 6.88$$

$$\text{altura de muro } h = 323 \text{ cm}$$

$$w = (0.35 + 0.022 * 6.88) * 323 \text{ cm}$$

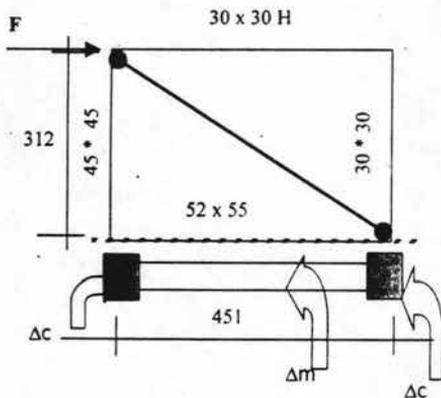
$$w = 161.9 \text{ cm}$$

La diagonal equivalente en compresión será de ancho 16 y de espesor 18 cm

$$\Delta_{total} = 162 * 18 = 2,916.0 \text{ cm}^2$$

$$E_m = 6000 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo de propiedades para muro considerando efectiva un área de diagonal en compresión.



$$\Delta_c = 30 * 30 = 900 \text{ cm}^2$$

$$E_c = 10\,000 \sqrt{f'c} = 141421.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Delta_m = 421 * 15 = 6315.0 \text{ cm}^2$$

$$G_m = 2400.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\lambda = \frac{E_c * \Delta_c}{2400 * \Delta_m}$$

$$\lambda = \frac{141421.4 * 900}{2400 * 6315.0}$$

$$\lambda = 8.39$$

altura del muro  $h = 312 \text{ cm}$

$$\text{ancho de la diagonal } w = (0.35 + 0.022 * 8.39) * 312 \text{ cm}$$

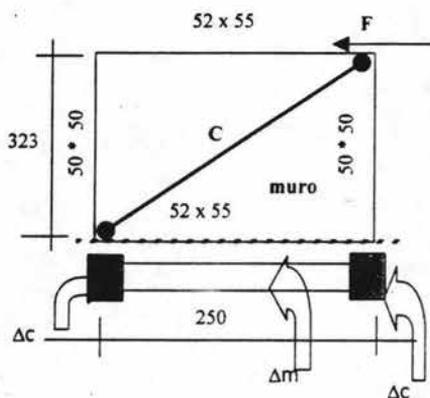
$$w = 167 \text{ cm}$$

La diagonal equivalente en compresión será de ancho 167 cm y de espesor 15 cm

$$\Delta_{total} = 167 * 15 = 2,505.0 \text{ cm}^2$$

$$E_m = 6000 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo de propiedades para muro considerando efectiva un área de diagonal en compresión.



$$\Delta c = \text{área de columnas} = 50 * 50 = 2500 \text{ cm}^2$$

$$\Delta m = \text{área de muro} = 18 * 200 = 3600 \text{ cm}^2$$

$$E_c = 10\,000 \sqrt{f'c} = 10000 \sqrt{200} = 141421.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_m = 6000.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$G_m = 2400.0 \text{ kg/cm}^2 \quad (G_m = 0.4 E_m)$$

$$\lambda = \frac{E_c * \Delta c}{2400 * \Delta m}$$

$$\lambda = \frac{141421.4 * 2500}{2400 * 3600.0}$$

$$\lambda = 40.92$$

$$\text{altura } h \text{ del muro} = 3.23 \text{ m}$$

$$\text{ancho de la diagonal } w = (0.35 + 0.022 * 40.92) * 3.23$$

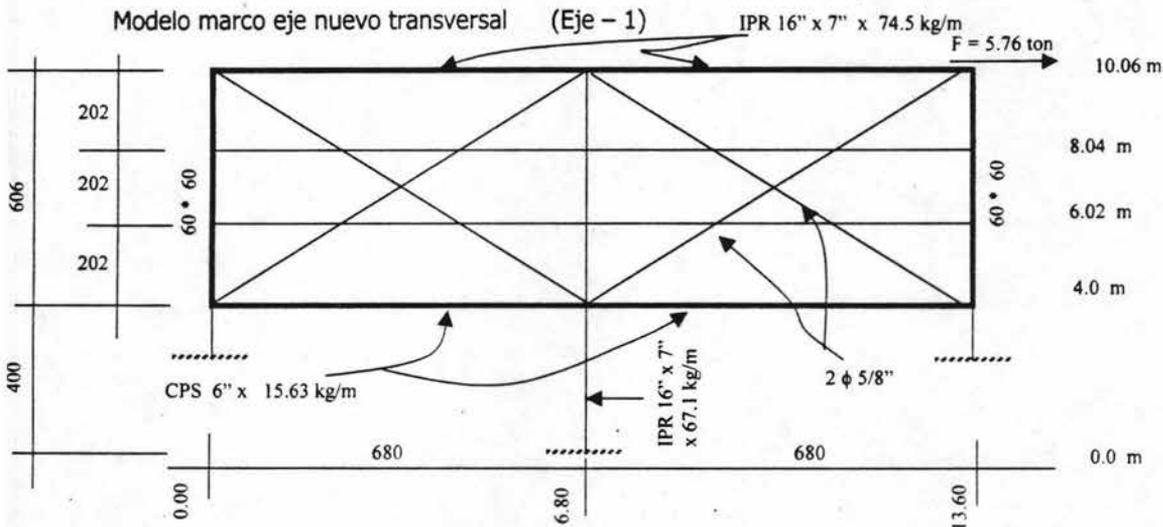
$$w = 4.03 \text{ m}$$

La diagonal equivalente en compresión será de ancho

403 cm y de espesor 18 cm

$$\Delta_{\text{total}} = 403 * 18 = 7,254.0 \text{ cm}^2$$

$$E_m = 6000 \text{ kg/cm}^2$$



### Propiedades

Columna de acero IPR 16" x 7" x 67.1 kg/m

Area = 85.81 cm<sup>2</sup> = 0.008581 m<sup>2</sup>

Ix = 24391.0 cm<sup>4</sup> = 0.00024391 m<sup>4</sup>

Trabe de acero IPR = 16" x 7" x 74.5 Kg/m

Area = 94.84 cm<sup>2</sup> = 0.009484 m<sup>2</sup>

Ix = 27430.0 cm<sup>4</sup> = 0.00027430 m<sup>4</sup>

Trabes de acero secundarias CPS = 6" x 15.63 kg/m

Area = 19.81 cm<sup>2</sup> = 0.001981 m<sup>2</sup>

Ix = 628.5 cm<sup>4</sup> = 0.000006285 m<sup>4</sup>

$\gamma = E_c / EA = 141421.0 / 2100000.0 = 0.067343$

$\phi$  5/8"

A = 1.98 x 2 = 3.96 cm<sup>2</sup> = 0.000396 m<sup>2</sup>

Ay = 58.8 cm<sup>2</sup> x 10000 = 0.00588 m<sup>4</sup>

Ay = 0.1274 m<sup>2</sup>

Iy = 0.003622 m<sup>4</sup>

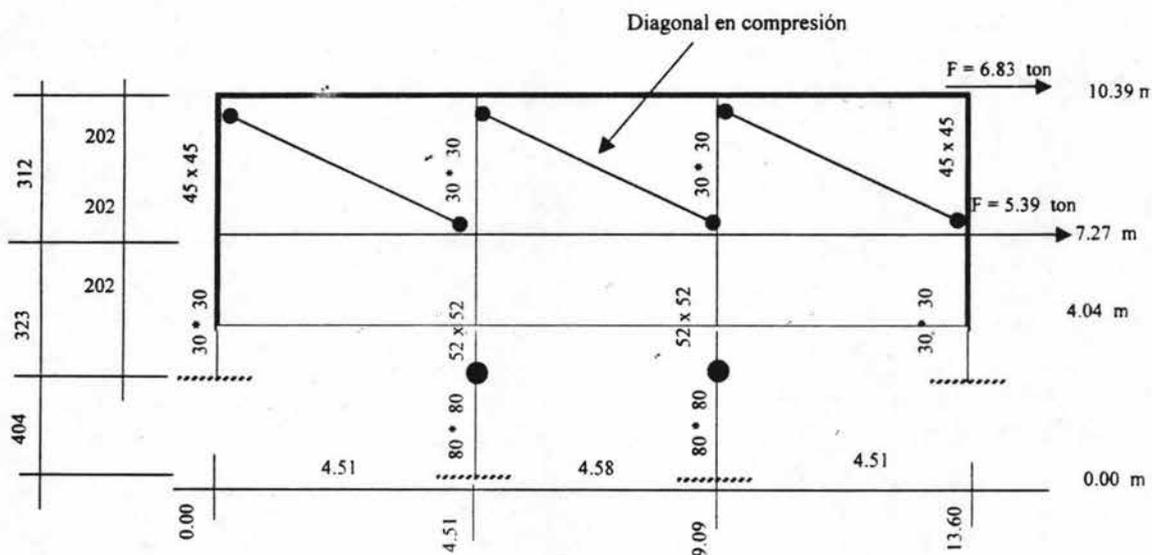
Ay = 0.140831 m<sup>2</sup>

Iy = 0.004073 m<sup>4</sup>

Ay = 0.029416 m<sup>2</sup>

Iy = 0.000093 m<sup>4</sup>

### modelo marco central trasversal (eje -2)

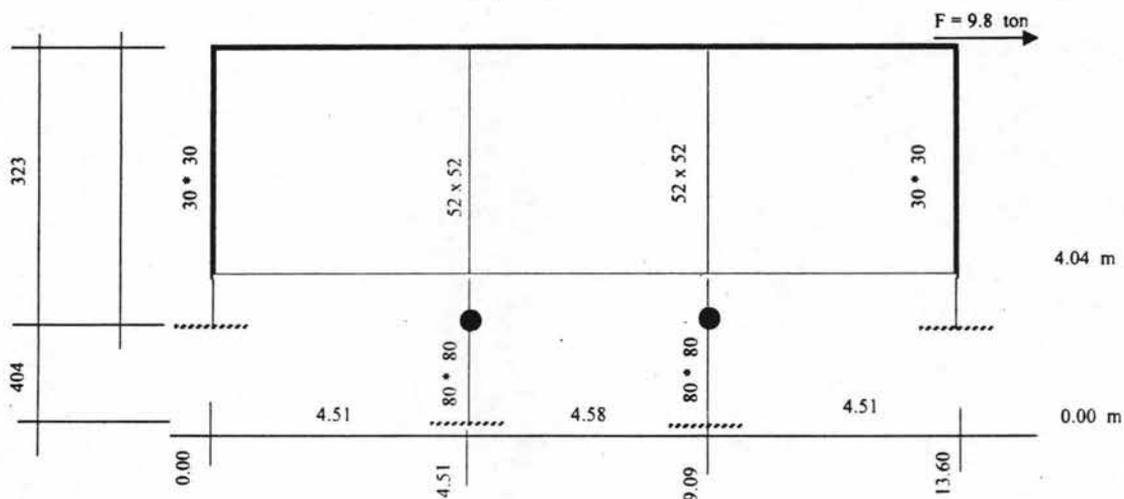


#### Propiedades de muro (Diagonal en compresión)

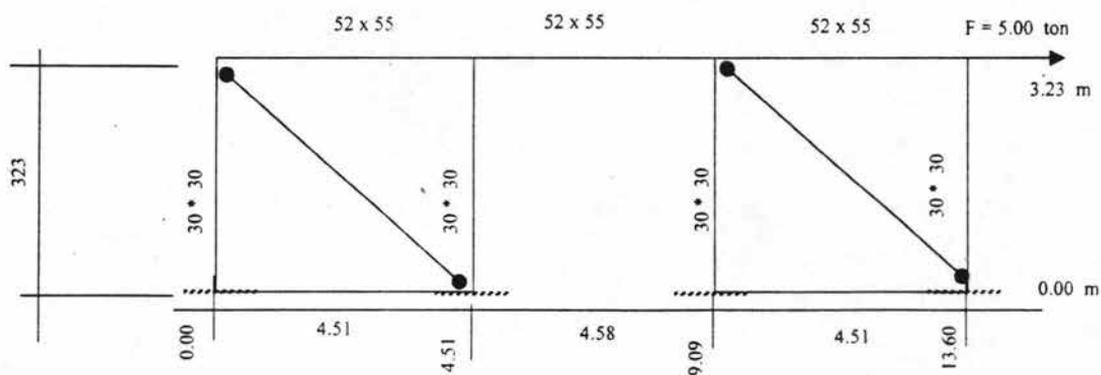
$$A_m = 2505.0 \text{ cm}^2 = 0.2505 \text{ m}^2$$

$$E_m = 60,000.0 \text{ T/m}^2$$

### Modelo marco central transversal (eje -3)



### Modelo muro lateral transversal (eje 4)



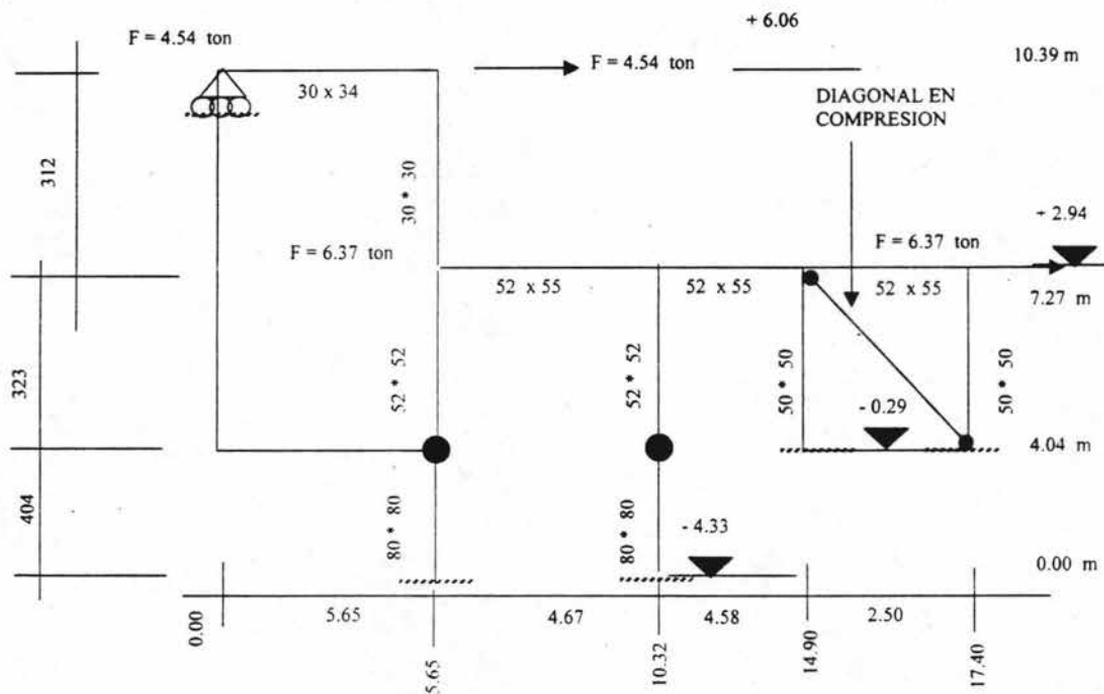
Propiedades de muro (diagonal en compresión)

$A_m = 0.2916 \text{ m}^2$

$E_m = 60,000.0 \text{ T/m}^2$



Modelo marco central longitudinal (eje -B)  
(eje -C)



Propiedades de muro

$$A_m = 0.7254 \text{ m}^2$$

$$E_m = 60000 \text{ T/m}^2$$

## V.1 PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS

Debido a que la problemática principal que presenta el inmueble son los movimientos diferenciales que se tienen en los Cuerpos 1 y 2, esto ha generado fisuramientos principalmente en el Cuerpo No. 1, debido a que los muros de concreto son muy frágiles a este tipo de movimientos, por lo tanto se ha propuesto una solución que se considera definitiva, con el siguiente propósito:

1. Eliminar los movimientos diferenciales que afecten a los diferentes cuerpos.
2. Darle un comportamiento adecuado, a cada cuerpo, con el propósito de que no concentren las cargas en zonas de tensión dentro de los muros.
3. Garantizar la rigidez de los cuerpos, con el propósito de permitirles trabajar sin menoscabo la seguridad.
4. Garantizar la estabilidad y funcionalidad, como estructura histórica.

Para lo anterior se propone que la reestructuración sea por medio de las siguientes soluciones generales:

- I. La construcción de un muro de cimentación, entre las pilas de cimentación localizadas en el eje A; esto es con el propósito de garantizar la estabilidad de la estructura en el Cuerpo 1, cuya zona sur es la más afectada por los movimientos, y al mismo tiempo equilibrar la rigidez que el Cuerpo 1 tiene en su zona norte. El muro se apoyará en una zapata nueva, con un ancho de 1.5 m, desplantados a la misma profundidad de las pilas.
- II. La construcción de un muro de rigidez, nuevo, en el eje D para el Cuerpo 2, que sirva para el equilibrio de las cargas de la estructura del

Cuerpo 2, al nivel del eje D, con el propósito de separar por completo el Cuerpo 1, del Cuerpo 2; La justificación de esto es que ambos cuerpos, tienen cimentaciones completamente diferentes, estructuración diferente y cargas de trabajo distintas, que generan por lo tanto comportamientos disociados que al mismo tiempo provocan daños en la estructura más débil que es la del Cuerpo 2, ya que es la más dañada por el tipo de cimentación que presenta.

- III. Relleno de las áreas bajo de los pisos que sufrieron separación del suelo bajo del Cuerpo 1. Los rellenos bajo de los pisos, será por medio de una inyección de mezcla de arena: cemento: agua, con el propósito de restituir la condición de contacto del piso del Cuerpo 1, con el suelo debajo de él.
- IV. Resanado de todas las fisuras y grietas de los muros, por medio de la inyección de cementantes y restitución estructural de las más dañadas.
- V. Reposición de banquetas, restitución de ornatos y jardines y eliminación de instalaciones hidráulicas y sanitarias que generen daños a mediano y largo plazo.

Las soluciones propuestas anteriormente, deben ser complementadas con la restitución general de los ornatos en la zona de jardines alrededor del Museo, así como el levantamiento de niveles tanto en banquetas como de jardines, permitiendo que se efectúe un relleno compactado con material de tepetate en todas las zonas hundidas de jardines, con el propósito de alcanzar un mismo nivel en sus cuatro costados por lo menos en un ancho perimetral que se propone de 6.0 m, y luego permitir que dichos rellenos se vayan adaptando a los niveles actuales del terreno topográfico.

Es importante aclarar que junto con las soluciones generales descritas, se prevea la protección de toda la zona perimetral del Museo, así como la eliminación de toda fuente de aportación de agua, ya sea potable o drenaje.

### **V.1.1 DETALLES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MURO DE CIMENTACIÓN EN EL EJE A**

- I. Construcción de un muro de cimentación**, entre las pilas de cimentación localizadas en el eje A; esto es con el propósito de garantizar la estabilidad de la estructura en el Cuerpo 1, cuya zona sur es la más afectada por los movimientos, y al mismo tiempo equilibrar la rigidez que el cuerpo 1 tiene en su zona norte. El muro se apoyará en una zapata nueva, con un ancho de 1.5 m, desplantados a la misma profundidad de las pilas.

La construcción de este muro se realizará respetando lo siguiente:

I.1 Excavación en la zona de construcción del muro, una longitud frontal de 13.46 m que es el ancho de la estructura, más 3 m adicionales por lado y un ancho de 4.0 m, con una pendiente de 0.35 : 1.0 (horizontal:vertical). La profundidad de la excavación será de 6.2 m, hasta llegar a descubrir completamente a las pilas. En la base se tendrá una holgura de 2.0 m, para trabajar tanto en la construcción de los muros, como en la cimentación. La excavación se realizará con equipo mecánico, hasta 50 cm arriba del nivel de proyecto, a partir de la cual se llevará a cabo con pilo y pala. Es indispensable cuidar la fachada del Museo, misma que si es necesario, se debe proteger con una cubierta de triplay en toda su longitud en la zona sur, desde la base hasta una altura de 2.44 m.

I.2 Excavación manual, en toda la zona entre pilas, en dos etapas alternas. Esto es que se puede excavar primeramente una entre pila, y dejar otra sin excavar; y la siguiente si excavarla, hasta una profundidad de 80 cm, con el propósito de efectuar un repellido en las paredes de la excavación, para dejarla como cara de cimbra para la

construcción del muro. Si no es posible la excavación por el tipo de material, se podrá ir colocando cimbra de madera, que se quedará perdida. Si el constructor es previsor, esta cimbra la puede ir colocando conforme va bajando la excavación con el equipo, según la etapa I.1.; en este caso la cimbra la deberá ir colocando con atranques de madera y revisar que el empuje de relleno no haga ceder dicha cimbra. Se sugiere que los atraques sean por medio de tiras de 2" x 4" (medios polines) y que las tablas sean por lo menos tabloncillos de 1".

I.3 Todos los elementos de contención que se coloquen, deberán apoyarlos perfectamente con atiesadores, para impedir que se presente una falla por empuje del material atrás del respaldo de dichas cimbras. El material que va a encontrar en las excavaciones serán boleos de diferentes tamaños (desde 4" a 15"), empacados en arenas uniformes, que no tienen mucha estabilidad en condiciones de corte vertical, por lo que deberá preverse y tomar las precauciones que correspondan.

I.4 Una vez que se logre la estabilidad de las excavaciones, se procederá a la colocación de la plantilla para el basamento del armado de las zapatas, y al mismo tiempo la construcción de la zapata para el apoyo del muro. En la preparación de los armados para la zapata, se deberá dejar preparado el armado vertical del muro de contención.

I-5 Se deben efectuar una serie de perforaciones en las pilas de 0.5" de diámetro, en el sentido vertical, de 15 cm de profundidad a cada 25 cm de separación vertical, en dos filas verticales (ver detalle en plano E-1). En las perforaciones se debe colocar una varilla de 1/2", que se introducirá con martillo, a golpes y que servirá como liga al refuerzo horizontal del armado del nuevo muro. Todo el armado de la parrilla del muro se hará con varilla de 1/2".

I.6 Una vez que se arme la parrilla del muro, esta se deberá cimbrar dejando ventanas en la parte superior del cimbrado de madera, para permitir su colado

posterior. El cimbrado debe contenerse horizontalmente para resistir los empujes del relleno de concreto al colarse.

I.7 Se debe colar el muro siguiendo las especificaciones de vaciado que se tienen para la construcción de columnas. Esto es con la finalidad de impedir que se segregue material con la caída, para esto se ayudará la colocación del mismo por medio de la inyección con sistema de bombeo, tipo tremie en seco, esto es por medio de la colocación de tubería de inyección que vaya llenando al muro desde su base hacia arriba, con el control de la tubería misma.

I.8 Una vez que se concluyan los trabajos de colado de muro y cuando haya alcanzado la resistencia mínima de 70%, se podrá descimbra, para proceder a efectuar el relleno de las excavaciones, mismas que se realizaran por medio del material producto de la excavación, combinado con tepetate compactado en capas de 0.5 m, hasta rellenar completamente las excavaciones y permitir un grado de compactación mínimo del 92% de su P.V.S.M. La combinación de material de sitio y tepetate, será de 70-30 y en todos los casos se verificará que no se coloque ni basura ni cascajo y que las piedras mayores de 10" se coloquen en capas conforme se vaya acomodando el material.

### **V.1.2 DETALLES DE CONSTRUCCIÓN DEL MURO DE RIGIDEZ EN EL EJE D**

**II. Construcción de un muro de rigidez**, nuevo en el eje D, para el cuerpo 2, que sirva para equilibrar las cargas de la estructura del Cuerpo 2, al nivel del eje D, con el propósito de separar por completo el Cuerpo 1 del Cuerpo 2; la justificación de esto es que ambos cuerpos tienen cimentaciones completamente diferentes, estructuración diferente y cargas de trabajo distintas, que generan por lo tanto comportamientos disociados que al mismo

tiempo provocan daños en la estructura más débil que es la del Cuerpo 1, ya que es la más dañada.

El muro que se propone es sobre el eje D, y es con la finalidad de cerrar el cajón que forma la fosa del antiguo tanque de captación, ahora, Cuerpo 2, con el propósito de separar a los cuerpos 1 y 2, de tal forma que trabajen independientes entre si. La construcción del muro en el eje D, va asociado con lo siguiente:

II.1 Retirar el mural del eje D protegiéndolo previamente con bastidores para su correcto traslado. La posición del mural se va a desplazar 50 cm en sentido paralelo a su ubicación actual, cubriendo la nueva estructura metálica que se construirá. El desplazamiento físicamente no le quita la vista.

II.2 Construcción del muro según los detalles indicados en los planos E-2 a E-4, misma que tendrá la siguiente geometría:

Espesor = 0.40 m

Altura = Del nivel del piso al nivel de la trabe de rigidez

Serán dos muros laterales de 2.26 m de ancho, los cuales se rigidizarán por medio de trabes y columnas metálicas tipo IPR que formaran marcos que se desarrollaran a partir del nivel actual de piso de planta baja. Estos marcos se construirán en lo que actualmente es el mural, mismo que deberá retirarse para posteriormente ser colocado, cubriendo a esta nueva estructura rigidizante.

La cimentación del muro será por medio de una zapata de concreto de 1.0 m de profundidad, a partir del piso actual del sótano, y tendrá un ancho de 1.5 m.

II.3 Al nivel de cimentación, los muros laterales tendrán la zapata de concreto que se describe en el detalle B del plano E-2 y la columna metálica de rigidización, al centro del eje D, será apoyada por medio de una zapata aislada, de 1.2 x 1.2 m, desplantada a 1.0 m abajo del nivel de piso de sótano, con preparaciones en su cabezal por medio de una placa y pernos para el apoyo de la columna metálica al dado de concreto. Las columnas y vigas metálicas se soldarán entre si para formar un marco rígido. Todo el marco

completo y los muros de concreto quedaran paralelos al muro actual del eje D, pero no unidos a él, ya que quedará la estructura aislada del Cuerpo 1. Los marcos metálicos y muros de concreto se ligaran en su cimentación nueva con la cimentación existente del Cuerpo 2, y en la superestructura a los muros y losas del Cuerpo 1, para generar una estructura completamente aislada.

II.4 Una vez construido el muro de rigidez, se procederá a separar el Cuerpo 2 del Cuerpo 1, por medio de una junta entre ellos. La junta es una ranura vertical que cortará tanto muros, traveses y cimentación.

La ranura tendrá un grosor máximo de 8.0 cm y se realizará con herramienta adecuada a cada elemento estructural. En muros y losas podrá utilizarse rotomartillo, taladro o esmeril, y en la zona de cajón de cimentación por medio de cortadora o barreta neumática. Por lo tanto no es recomendable utilizar cincel y marro, debido a que los muros son gruesos y la dureza por la edad misma es bastante alta ( $f'c > 300 \text{ Kg/cm}^2$ ). Una vez elaborada la ranura de 8 cm, en todo lo largo de las uniones del Cuerpo 1 y el Cuerpo 2, se procederá al sello por medio de un material elástico, tipo Acrilastic Compriband o similar; la función de la junta constructiva es:

- a. Impedir la filtración de agua de lluvia ó polvo de la parte exterior.
- b. Permitir el movimiento diferencial entre el Cuerpo 2 y el Cuerpo 1

Dicho movimiento se espera sea mínimo para la junta elástica se deformará diferencialmente para permitir el desplazamiento libre del cuerpo y al mismo tiempo seguir siendo un sello entre ambos cuerpos.

Se realizará una protección en las partes expuestas a la intemperie, en las azoteas por medio de botaguas, que es una lámina galvanizada (plano E-4), calibre 22, fijada al muro por medio de una ranura que impida que el agua de lluvia se infiltre por la junta

constructiva. La lámina solo se fijará en el muro del Cuerpo 1 y se colocará un sello de sikaflex o similar, para lograr el sellado completo.

II.5 La posición final del mural será entonces a 0.50 cm de su posición actual, y se fijará por medio de bastidores a la nueva estructura, que al mismo tiempo funge como elemento separador del mural al muro y el mural de cubierta de la nueva estructura metálica.

II.6 Es importante aclarar que los detalles de construcción del nuevo muro en el eje D, deberá seguirse según la información que marcan los planos referidos, aclarando que los muros de concreto tendrán un desarrollo de la base al nivel del piso del pasillo y que a partir de ese nivel el complemento de la estructura será por medio de columnas metálicas que formarán marcos auto rigidizantes que se sustentarán con los muros y que al mismo tiempo soportarán a la losa del techo del Cuerpo 2 (corte 15-15; plano E-4).

### **V.1.3 RELLENO DE AREAS BAJO LOS PISOS DEL CUERPO 1**

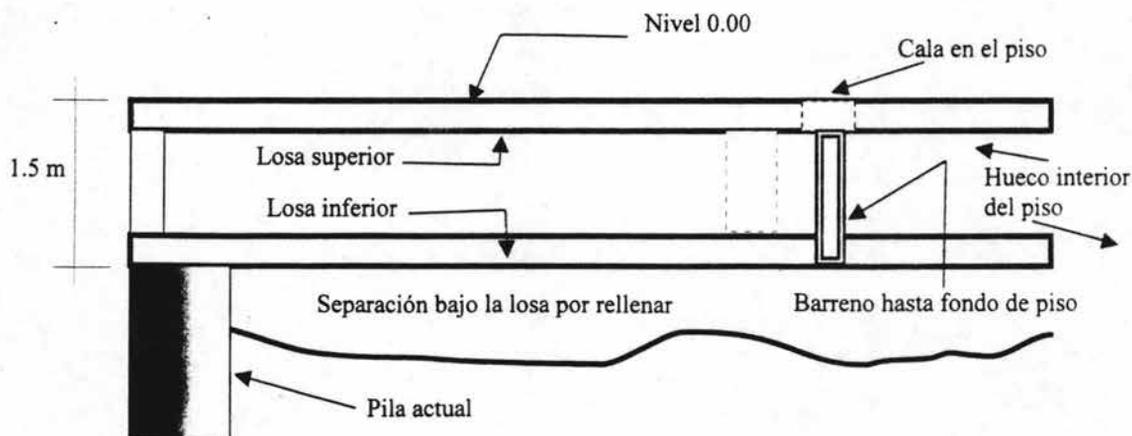
**III. Relleno de las áreas bajo de los pisos** que sufrieron separación del suelo bajo del Cuerpo 1. Los rellenos bajo de los pisos serán por medio de una inyección de una mezcla de arena con cemento y agua, con el propósito de restituir la condición de contacto del piso del cuerpo 1, con el suelo debajo de él.

III.1 La planta completa del Cuerpo 1 se encuentra separada de sus rellenos de apoyo; en un área total de 173 m<sup>2</sup>. La separación media del suelo bajo los pisos es de 10 cms, estimando entonces un volumen que deberá rellenarse, del orden de 18.0 m<sup>3</sup>, más las depresiones interiores que se tengan por efectos de la construcción del muro del Eje A.

III.2 Se deberá realizar una retícula de perforaciones, a cada 3.5 m dejando una separación perimetral de 1.75 m, para que en total se realicen del orden de 15 perforaciones. Las perforaciones serán por medio de un barril extractor de corazones de 3" de diámetro y se llevaran hasta atravesar la losa de piso y la losa de fondo. Es conveniente cuidar varios aspectos durante la perforación de las losas:

- 1) Cuidar de no perforar sobre nervaduras de traves intermedias.
- 2) Cuidar de no perforar áreas donde se tenían antiguas pasadas de tuberías, que se utilizaban para extraer el agua, que se sabe estaban ubicadas principalmente en la zona central, entre los ejes 2 y 3. De hecho si se puede evitar perforar, en una franja de 3.0 m, en el centro de entre ejes 2 y 3, evitarlo. Y cuadrículase la retícula a partir de esta restricción.
- 3) Cuidar de no perforar instalaciones eléctricas.

Por lo anterior es conveniente que, para la realización de las perforaciones se efectúe una cala superficial en el piso, con objeto de detectar posibles instalaciones.



III.3 El relleno se debe efectuar por medio de una mezcla en volumen de arena azul (de construcción), con cemento y agua. La proporción debe ser de 5% de cemento, esto es que se requerirá por cada metro cúbico de material lo siguiente:

Arena	0.77
Aire	0.05
Agua	0.13
Cemento	0.05
<b>Total</b>	<b>1.0 m3</b>

Esto es que para alcanzar la condición de mezcla fluidificante, a la anterior se le debe agregar un aditivo fluidificante fester, en una proporción del 4% por cada bulto de cemento.

Los materiales propuestos con anterioridad, deberán de mezclarse en el lugar, con una revoladora en que para cada saco de cemento, se requerirá de 14 botes de arena y 44 litros de agua (2.5 botes. Además deberá colocarse en cada una de estas mezclas, de un saco de cemento, el fluidificante en una proporción de 4% en volumen, esto es que por cada saco de cemento se colocarán del orden de 600 mililitros del químico.

III.4 Para la colocación de las mezclas de arena-agua-cemento, deberá instalarse un sistema de mezclado en el lugar y otro de inyección; la inyección se realizará por medio de un sistema de bombeo de baja presión (0.5 kg/cm<sup>2</sup>), mismo que permitirá vaciar y acomodar la mezcla en cada perforación en un radio de 2.0 m. Es importante en este punto, observar que tanto volumen de mezcla puede inyectarse en cada perforación. Se espera que en cada perforación se acomode del orden de 0.60 m<sup>3</sup>; deberá efectuarse una prueba en la primera perforación al centro del área, y observar el volumen que se puede inyectar en ella. El número de perforaciones finales y su separación serían como sigue:

Volumen de inyección en la primera prueba  $V_{pl}$  (m<sup>3</sup>)

Número de perforaciones finales, con base en primera prueba.  $N_{pf}$

Separación final entre perforaciones, con base en primera prueba,  $S_{pf}$

$$N_{pf} = 18 / V_{pl}$$

$$S_{pf} = \sqrt{173 / N_{pf}}$$

El valor de Npf (Número de perforaciones finales) se ajusta al catálogo de conceptos

III.5 Una vez que se coloca el material de relleno, y verificado que repose en cada uno de ellos, se procederá a sellar, exclusivamente a las perforaciones de la losa superior. En cada perforación se colocará un tubo de pvc hidráulico, que se selle perfectamente contra el concreto de la losa que sea de la longitud del barreno que se efectuó para inyectar. El tubo de pvc contendrá un tapón capa, mismo que quedará oculto bajo los pisos que se instalen después de terminados los trabajos de restitución de pisos en planta baja. Es importante que se dejen muy bien señalados los lugares en los que se efectuaron las perforaciones, esto es que la loseta o mosaico tengan una inscripción particular (mandarlos labrar), en que se indique el sitio en que se efectuaron los rellenos con fecha y volumen; para que en un futuro se puedan volver a restituir sin necesidad de efectuar más trabajo que el retirar la loseta e inyectar nuevamente para mantener el equilibrio total del apoyo del Cuerpo 1.

#### V.1.4 RESANADO DE TODAS LAS FISURAS Y GRIETAS

**IV. Resanado de todas las fisuras y grietas** de los muros, por medio de la inyección de cementantes y restitución estructural de las más dañadas.

Se tiene un levantamiento preciso de todas las fisuras en los muros de la estructura, mismas que se dividen en dos tipos:

Tipo A      todas las fisuras menores de 1.0 cm (25 fisuras)

Tipo B      todas las fisuras mayores de 1.0 cm (10 fisuras)

IV.1 Las fisuras tipo A, de 1 a 9 mm, deberán tratarse mediante el relleno de resina epóxica de la siguiente forma (plano E-5):

- ≡ Se dividirá la fisura en tramos de de 20 cm, efectuando perforaciones de 1/4" en la que se introducirá una boquilla para calefatear, la profundidad será de 3 cm.
- ≡ El calefateo se debe efectuar a presión.

- ≡ La inyección se deberá efectuar de adentro hacia afuera, y de abajo hacia arriba, para impedir el que se atrape aire en ellas.
- ≡ El relleno de resina se realizará en la primera perforación hasta que fluya hacia la segunda perforación.

IV.2 Las fisuras tipo B, de 10 a 19 mm se trataran con las siguientes recomendaciones:

- ≡ En muros con espesores mayores de 40 cm, se tratará su arreglo por medio de perforaciones dentro del interior del museo, sin tocar la fachada principal (de piedra tipo cantera)
- ≡ Se construirán refuerzos con varilla, siguiendo la trayectoria de la fisura, por la parte interior, como se indicó y una vez que se lleven a cabo y se sellen por su interior, se efectuará sellado con resina por la parte exterior, como se indicó en el apartado V.1

En el caso de que los muros tengan un espesor menor de 20 cm, se llevará a cabo la reparación de todo el espesor del muro. Esto es que se abrirá tanto por dentro como por fuera, y se reparará con varillas, tipo castillos y posteriormente se sellará.

IV.3 Todas las fisuras y grietas que se traten por la parte de la fachada, se realizarán cortando las zonas por tratar por medio de cortadora de concreto y no con cincel, para evitar dañar zonas mayores a las de tratamiento. Una vez que se sellen todas las fisuras se procederá a resanar todas las áreas afectadas por medio de cemento blanco en la parte interior, y en las fachadas se procederá a restituir cada tramo de fachada, por medio del labrado igual al que se tenía.

IV.4 En todos los casos de utilización de concreto en fachadas y muros, la resistencia mínima que se utilizará será de 250 kg/cm<sup>2</sup>; y del acero será de alta resistencia A-42, con  $F_y = 4200$  kg/cm<sup>2</sup>.

## V.1.5 ACABADOS FINALES

### V. Reposición de banquetas, restitución de ornatos y jardines y eliminación de instalaciones hidráulicas y sanitarias que generen daños a mediano y largo plazo.

Se propone que una vez que se efectúe la reparación total del inmueble, se ciuden los siguientes aspectos de mantenimiento y control.

V.1 Todas las banquetas, alrededor del Museo deberán ser restituidas, ya que presentan daños por deformación diferencial, esto es que se generan problemas por fisuramiento, fracturamiento, y deformación funcional. Se propone que se nivelen los pisos alrededor del Museo, a una cota de 1.0 m abajo del nivel de piso de Planta Baja, del cuerpo 1, y que se mantenga esa cota para todo lo que es el perímetro de banquetas. La construcción de las banquetas deberá realizarse por medio de una cinta perimetral, tipo guarnición de 10 cm de ancho, desplantada a 20 cm de profundidad. La banqueta se construirá con concreto de 150 kg/cm<sup>2</sup> y se dejará un terminado con piedra bola, mínima de 3" y máxima de 5", con un acabado aparente uniforme.

V.2 Se propone que todos los jardines alrededor del Museo se levanten a una misma altura de 1.1 m, abajo del nivel del piso de planta baja, del cuerpo 1, esto es 10 cm abajo del nivel de banqueta. Toda el área que se propone para restituirse es un corredor de 6.0 m de ancho alrededor de todo el Museo, mismo que se dejará libre de todo tipo de instalaciones hidráulicas y sanitarias. Para la restitución de los jardines, deberá levantarse todo el pasto actual y elaborar una caja de 0.40 m de profundidad para compactarla con tepetate a 93% de su P.V.S.M. y de esta manera restituir nuevamente el pasto en su alrededor. Se deberán colocar pendientes de drenado del 3% hacia las partes exteriores del sistema de jardines.

V.3 Se propone un sistema de protección alrededor del Museo, por medio de un sistema de arbustos; este sistema de protección será el sello que delimite la zona de tratamiento de banquetas y jardines con el resto del área del Museo.

A continuación se presentan los aspectos fundamentales constructivos en relación a la estructura del Museo Arqueológico:

## V.2 ASPECTOS FUNDAMENTALES CONSTRUCTIVOS

### V.2.1 MATERIALES EMPLEADOS

Concreto	$f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$
Acero de refuerzo	$Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Acero de refuerzo de $\frac{1}{4}$ "	$Fy = 2320 \text{ kg/cm}^2$
Acero en perfiles y placas A.S.T.M. A-36	$Fy = 2530 \text{ kg/cm}^2$

### V.2.2 CARGAS CONSIDERADAS

Las cargas se determinaron tomando en cuenta los pesos volumétricos de los materiales encontrados en obra y de acuerdo a lo especificado en el Reglamento de Construcciones se tiene lo siguiente:

Cuerpo 1	
Nivel azotea con pendiente mayor al 5%	493 kg/m <sup>2</sup>
Cuerpo 2	
Nivel azotea con pendiente menor al 5%	893 kg/m <sup>2</sup>
Nivel planta baja (pasillos)	737 kg/m <sup>2</sup>

### V.2.3 CLASIFICACION SISMICA

El análisis sísmico se ejecutó de acuerdo a los parámetros que para esta construcción le corresponde siendo los siguientes:

Grupo de construcción	Grupo A
Ubicación Geotécnica	Zona III
Coefficiente sísmico	C.S. = 0.40
Factor de Comportamiento Sísmico	Q = 2
Factor de Importancia	1.5
Coefficiente Sísmico Reducido	C.S.:R. = $0.4 \times 1.5 / 2 = 0.3$

### V.2.4 FACTORES DE CARGA (F.C.) Y DE REDUCCION DE RESISTENCIA (F.R.)

CONCRETO	
Flexión	F.R. = 0.9
Cortante	F.R. = 0.8
Cargas Permanentes	1.4
Cargas Permanentes + sismo	1.1

ACERO	
Flexión	0.6 Fy
Cortante	0.4 Fy

### **V.2.5 ANALISIS ESTRUCTURAL**

La estructura se analizó por cargas permanentes y cargas accidentales; esto es cargas verticales y sismo.

El análisis por cargas permanentes se efectuó con el criterio de los marcos planos cargando los elementos con el producto de su área tributaria por las cargas que se consideraron anteriormente.

Los muros de mampostería se revisaron a cortante y a compresión, como se indica en las normas técnicas complementarias de mampostería, ayudándose del programa para computadora ANEMGC.

### **V.2.6 DISEÑO ESTRUCTURAL**

Una vez obtenidos los elementos mecánicos de los elementos estructurales, se procedió al diseño de dichos elementos estructurales, como se indica en el método de los esfuerzos permisibles según el Reglamento de Construcciones del D.F. vigente y sus normas técnicas complementarias.

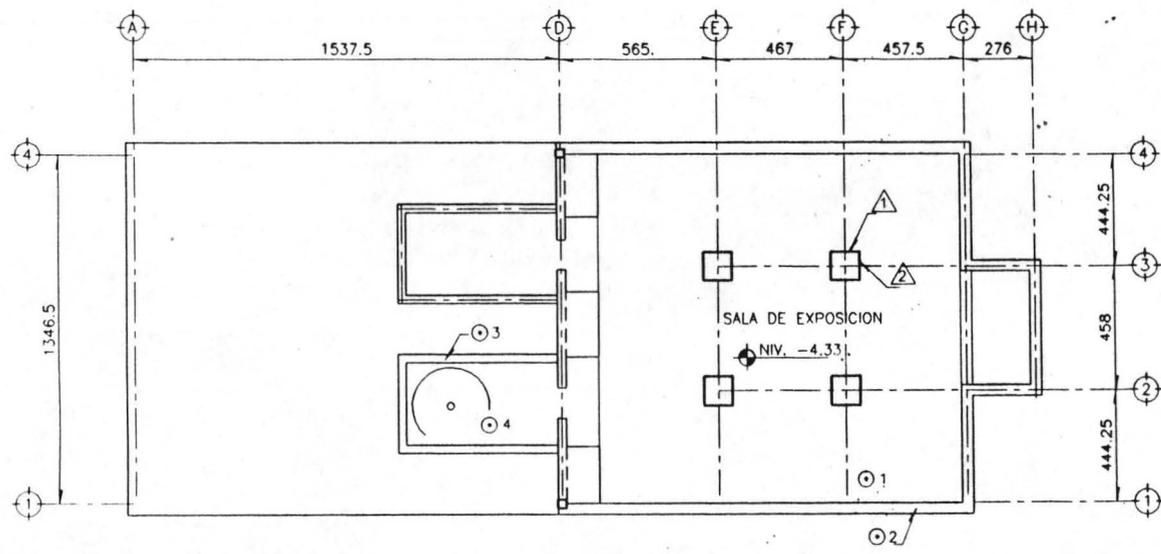
### **V.2.7 CIMENTACION**

Los nuevos elementos estructurales, así como los refuerzos se anclaran con la cimentación existente, con el objeto de garantizar el correcto comportamiento estructural para las nuevas solicitudes; los elementos se revisaron de acuerdo al Reglamento de Construcciones del D.F. en vigor, en sus partes para estructuras de concreto.

### **V.2.8 DESPLAZAMIENTOS**

Se revisaron los desplazamientos, encontrándose que se cumplan los requisitos que por este concepto el Reglamento indica en todos sus elementos.

# LOCALIZACION DE PRUEBAS

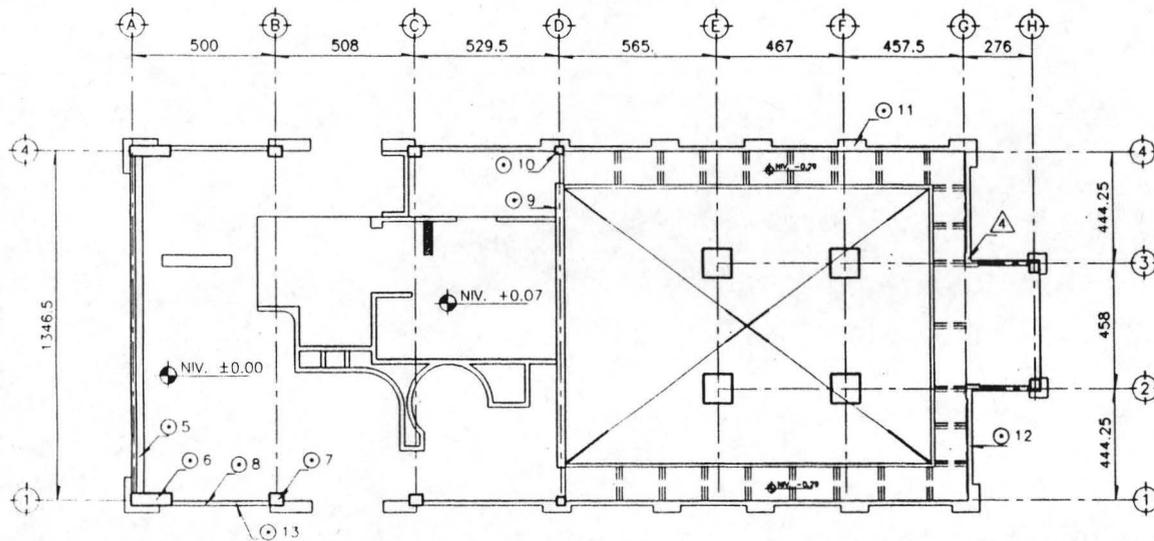


## PLANTA SOTANO

### NOMENCLATURA

- ——— INDICA EXTRACCION DE CORAZONES
- △ ——— INDICA PRUEBA DE ULTRASONIDO

# LOCALIZACION DE PRUEBAS

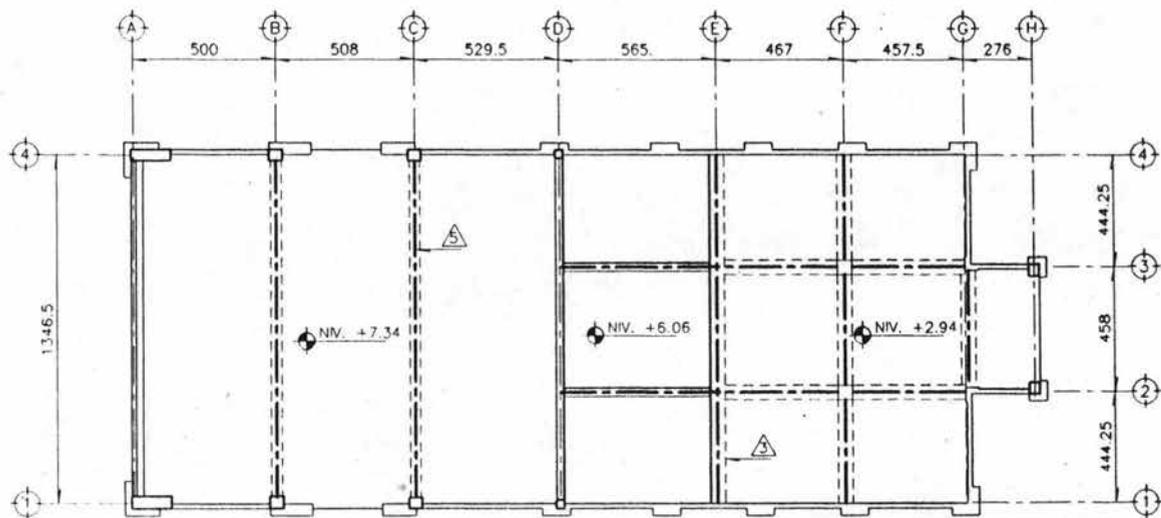


## PLANTA BAJA

### NOMENCLATURA

- ——— INDICA EXTRACCION DE CORAZONES
- △ ——— INDICA PRUEBA DE ULTRASONIDO

# LOCALIZACION DE PRUEBAS

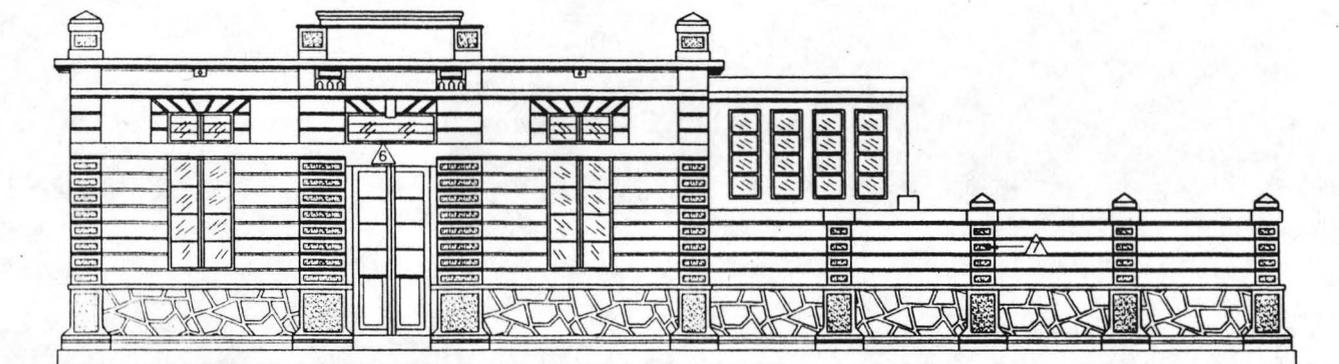


# PLANTA DE AZOTEA

## NOMENCLATURA

- ⊙ — INDICA EXTRACCION DE CORAZONES
- ▲ — INDICA PRUEBA DE ULTRASONIDO

# LOCALIZACION DE PRUEBAS

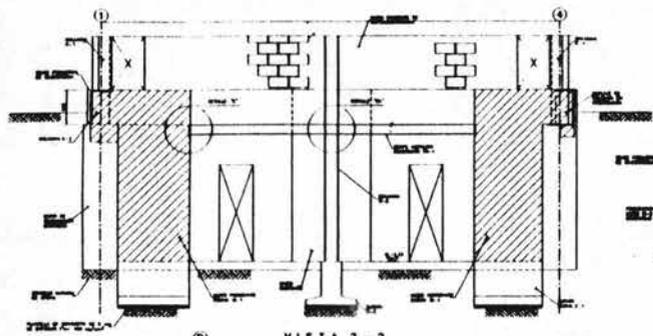


## FACHADA PONIENTE Y ORIENTE

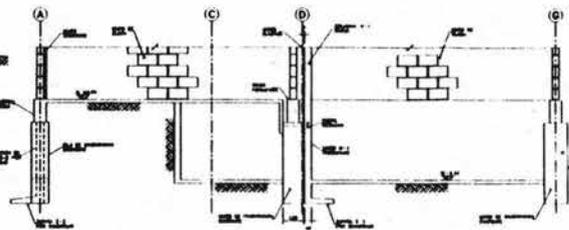
### NOMENCLATURA

- INDICA EXTRACCION DE CORAZONES
- △ INDICA PRUEBA DE ULTRASONIDO





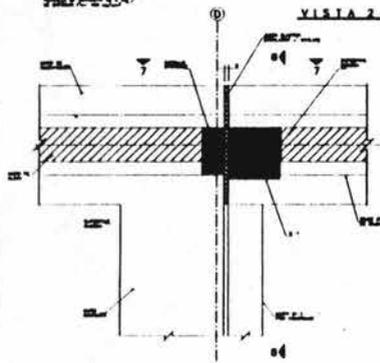
VISTA 2-2



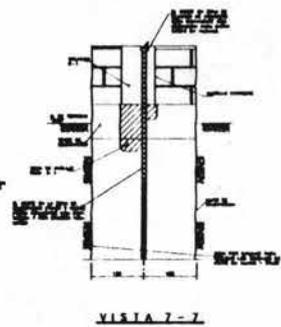
VISTA 3-3

**NOTAS GENERALES**

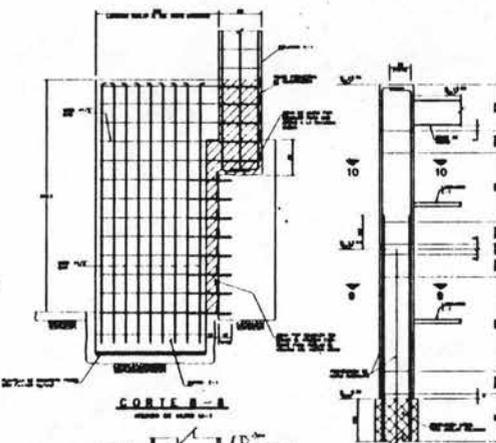
- 1. MATERIALS AND METHODS TO BE USED.
- 2. FINISHES TO BE USED.
- 3. DIMENSIONS TO BE USED.
- 4. SPECIFICATIONS TO BE USED.
- 5. NOTES TO BE USED.
- 6. NOTES TO BE USED.
- 7. NOTES TO BE USED.
- 8. NOTES TO BE USED.
- 9. NOTES TO BE USED.
- 10. NOTES TO BE USED.
- 11. NOTES TO BE USED.
- 12. NOTES TO BE USED.
- 13. NOTES TO BE USED.
- 14. NOTES TO BE USED.
- 15. NOTES TO BE USED.
- 16. NOTES TO BE USED.
- 17. NOTES TO BE USED.
- 18. NOTES TO BE USED.
- 19. NOTES TO BE USED.
- 20. NOTES TO BE USED.



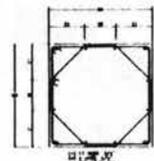
DETALLE B



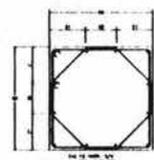
VISTA 7-7



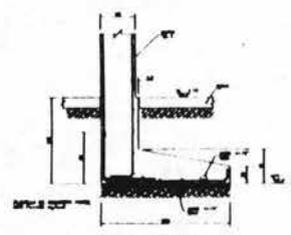
CORTES 8-8



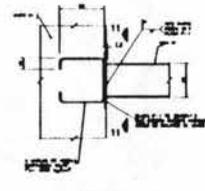
CORTES 9-9



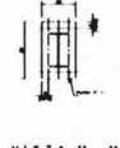
CORTES 10-10



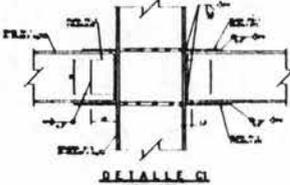
ARMADO DE ZAPATA 2-1



DETALLE C



VISTA 11-11



DETALLE G

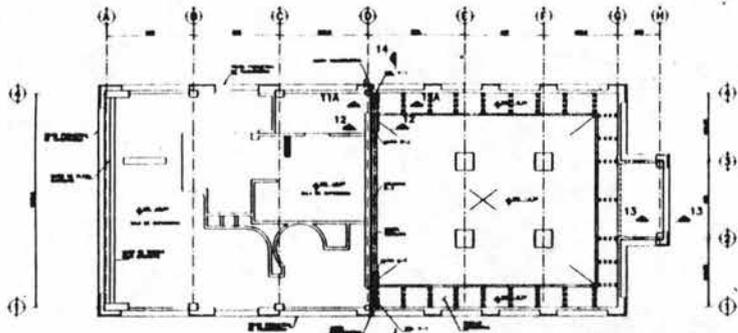
**ELEVACION DE COLUMNA**

**INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES Y ESTADÍSTICAS**  
**INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES Y ESTADÍSTICAS**  
**INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES Y ESTADÍSTICAS**

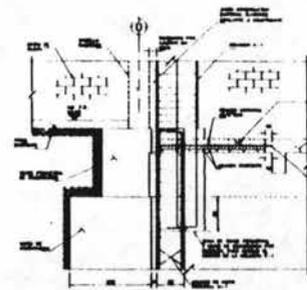
**ASOCIACION DE INGENIEROS EN COSTOS Y DETALLEROS**

NOMBRE	FECHA	PROYECTO	HOJA NO.
RUBRO	N.º	IMPORTE	VALOR
AUTOR		REVISOR	
DISEÑADOR		CALIFICACION	

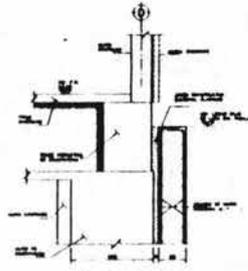
BY ENGINEERING COMPANY



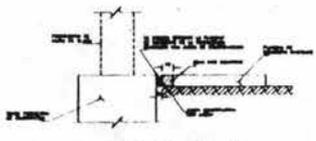
PLANTA BAJA (MODIFICADA)



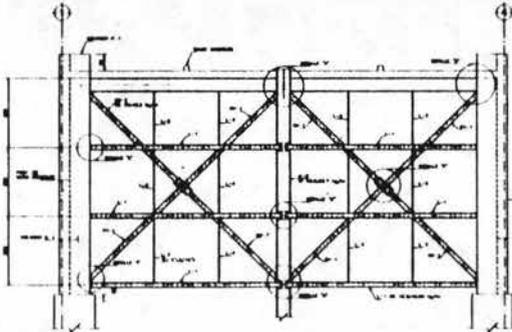
CORTE 11A-11B



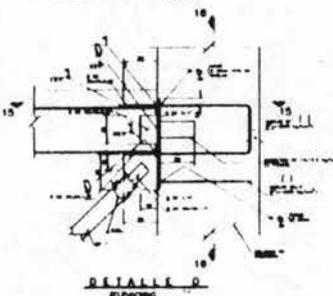
CORTE 12-12



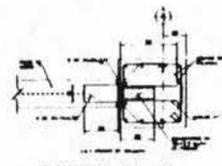
CORTE 13-13



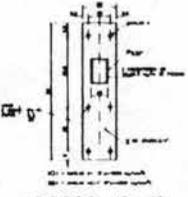
VISTA 14-14



DETALLE D



CORTE 15-15



CORTE 16-16



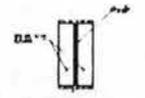
COLOCACION DE ANCLAJES DE TIPO DE ACERO T-1

**NOTAS GENERALES**

- 1. CONSULTAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 2. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 3. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 4. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 5. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 6. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 7. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 8. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 9. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 10. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 11. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 12. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 13. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 14. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 15. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 16. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 17. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 18. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 19. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 20. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.

**NOTAS GENERALES PARA ESTRUCTURA DE ACERO**

- 1. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 2. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 3. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 4. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 5. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 6. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 7. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 8. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 9. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 10. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 11. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 12. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 13. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 14. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 15. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 16. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 17. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 18. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 19. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.
- 20. VERIFICAR DATOS DE OBRAS ANTERIORES.



CORTE 17-17

**REPUBLICA DOMINICANA** **SECRETARÍA DE ESTADO DE OBRAS PÚBLICAS**  
**INSTITUTO DOMINICANO DE OBRAS PÚBLICAS**  
**SECRETARÍA TÉCNICA**

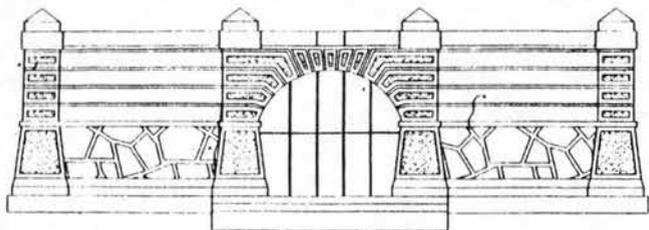
PROYECTO: [ ] NO. DE PROYECTO: [ ] FECHA DE ELABORACION: [ ]  
 TITULO: [ ] LOCALIDAD: [ ]

DESCRIPCION DE PLANTA BAJA

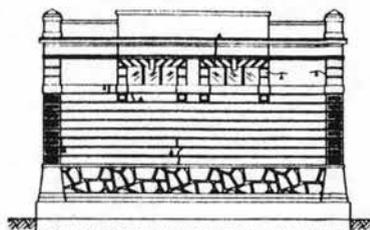
PROYECTADO POR:	REVISADO POR:
ELABORADO POR:	APROBADO POR:

FECHA DE ELABORACION: [ ] FECHA DE APROBACION: [ ]

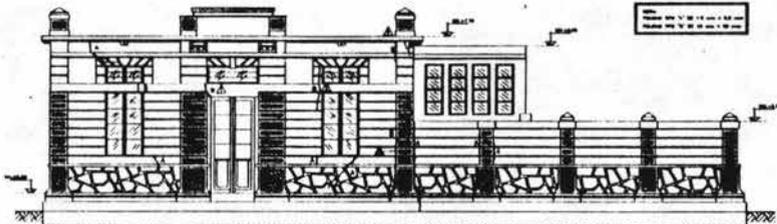




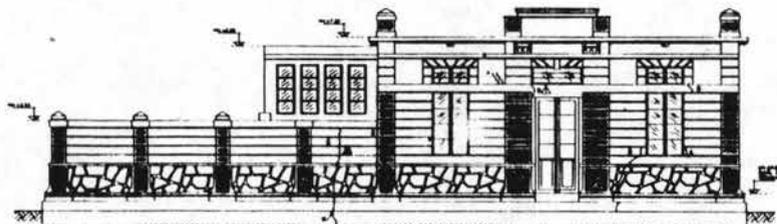
FACHADA NORTE



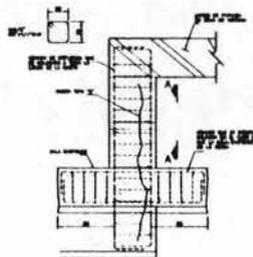
FACHADA SUR



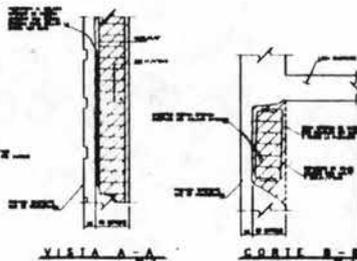
FACHADA ORIENTE



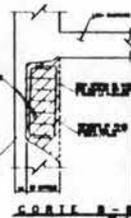
FACHADA PONIENTE



REPARACIÓN DE GRIETA  
TIPO B EN TODA SU LONGITUD



VISTA A-A



CORTE B-B

**NOTAS GENERALES**

FIGURAS TIPO "A" DE 1/200 A 1/500  
 ELIJA EL TIPO DE REPARACIÓN QUE CORRESPONDA A LA GRAVEDAD DE LA  
 GRIETA, DEACORDO CON EL TIPO DE REPARACIÓN QUE SE INDICA EN EL  
 PLAN DE REPARACIÓN DE GRIETAS



1. REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED
2. REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO
3. REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO Y EN LA CIMENTACIÓN
4. REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO Y EN LA CIMENTACIÓN Y EN LA CIMENTACIÓN

**FIGURAS TIPO "B"**

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO

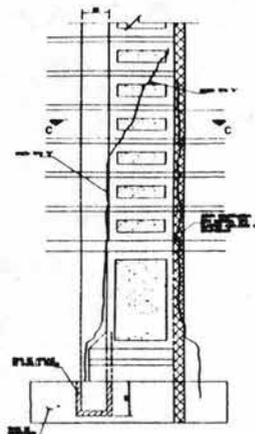
REPUBLICA ARGENTINA  
 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
 DIRECCIÓN NACIONAL DE OBRAS PÚBLICAS  
 PLAN DE REPARACIÓN DE GRIETAS

PROYECTO: REPARACIÓN DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE DE LA PARED Y EN EL ESPALDO  
 LUGAR: ...  
 FECHA: ...

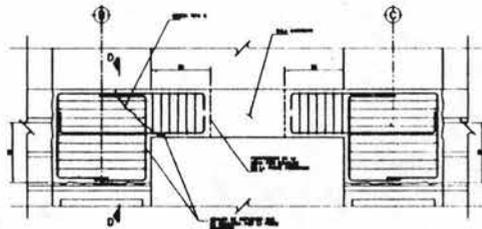
REPARACIÓN DE GRIETAS Y AGRIETAS

NOMBRE	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA
...	...	...	...	...

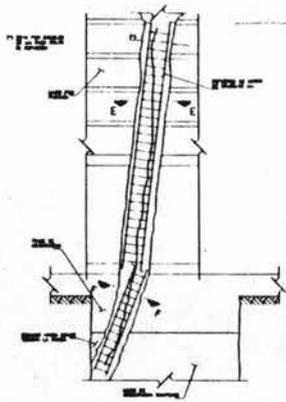
NO SE DEBE EFECTUAR REPARACIONES SIN LA AUTORIZACION DEL INGENIERO EN JEFE DEL PROYECTO.



REPARACION DE GRETA TIPO "A"  
 (CORTADO UN CORTEJ EN TODA SU ESPESUR Y ALTURA DEL MURO)



REPARACION DE GRETA TIPO "B" EN ZONA DE FORTICO  
 QUE DEBERA REALIZARSE POR LA PARTE INTERIOR DEL MURO



REPARACION DE GRETA TIPO "B"  
 (CORTADO UN CORTEJ EN TODA SU ESPESUR Y ALTURA DEL MURO)

**NOTAS GENERALES**

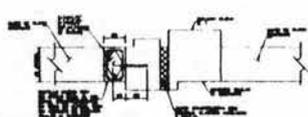
FIGURAS TIPO "A" DE 1 cm. a 2 cm.  
 FIGURAS TIPO "B" DE 1 cm. a 2 cm.  
 FIGURAS TIPO "C" DE 1 cm. a 2 cm.



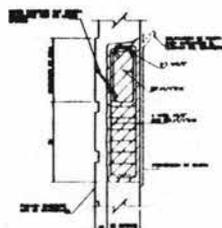
- 1. REPARACION DE GRETA EN ZONA DE FORTICO
- 2. REPARACION DE GRETA EN ZONA DE FORTICO
- 3. REPARACION DE GRETA EN ZONA DE FORTICO
- 4. REPARACION DE GRETA EN ZONA DE FORTICO
- 5. REPARACION DE GRETA EN ZONA DE FORTICO

**FIGURAS TIPO "B"**

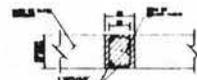
- 1. REPARACION DE GRETA EN ZONA DE FORTICO
- 2. REPARACION DE GRETA EN ZONA DE FORTICO
- 3. REPARACION DE GRETA EN ZONA DE FORTICO
- 4. REPARACION DE GRETA EN ZONA DE FORTICO
- 5. REPARACION DE GRETA EN ZONA DE FORTICO
- 6. REPARACION DE GRETA EN ZONA DE FORTICO
- 7. REPARACION DE GRETA EN ZONA DE FORTICO
- 8. REPARACION DE GRETA EN ZONA DE FORTICO
- 9. REPARACION DE GRETA EN ZONA DE FORTICO
- 10. REPARACION DE GRETA EN ZONA DE FORTICO



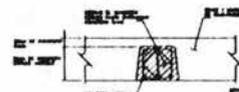
CORTE C-C



CORTE D-D



CORTE E-E



CORTE F-F

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS MINISTERIO DE EDUCACIÓN			
<b>REPARACION DE FENDIDAS Y GRETA</b>			
AUTOR: FECHA:	DISEÑADOR: FECHA:	TÍTULO: FECHA:	ESCALA: FECHA:
INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS		MINISTERIO DE EDUCACIÓN	

## VI- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### VI.1 CONCLUSIONES

Este trabajo de Tesis es la conclusión al informe definitivo, en relación al estudio realizado en el Museo Arqueológico de Santa Cruz Acapulixca, donde presenta problemas en su estructuración, principalmente manifestada por medio de fisuras y grietas en sus fachadas exteriores oriente y poniente; junto con el estudio de orígenes de problemas, se dan soluciones para su reestructuración. Los problemas generales que presentan son los siguientes:

- A. Fisuramiento vertical por tensión en la parte central exterior de los muros longitudinales oriente y poniente del actual Museo.
- B. Hundimientos diferenciales visibles en las banquetas del lado sur, sur oriente y sur poniente, en que se aprecia un fisuramiento y desprendimiento marcado entre la banqueta y la trabe de distribución de cargas del Museo, en una magnitud variable entre 5.0 y 10.0 cm.
- C. Desplomo visible vertical en la cara sur del muro del Museo.
- D. Desprendimiento de escalones en sus accesos oriente y poniente, así como sus adornos laterales por efectos probablemente del mismo movimiento; los escalones se encuentran fijos y apoyados en la banqueta, y su último escalón ligado a la entrada del Museo.

Para llevar a cabo lo anterior, se plantearon los siguientes alcances generales:

- 1. Levantamiento geométrico de la estructura.
- 2. Levantamiento topográfico de la estructura y la totalidad del predio.
- 3. Levantamiento geomorfológico del lugar alrededor del Museo.
- 4. Calas en la estructura en sus elementos interiores.
- 5. Calas en las banquetas por medio de pozos a cielo abierto, para la detección del tipo de cimentación.
- 6. Sondeos de muestreo en los alrededores del Museo para detectar se estratigrafía general.

7. Integración de toda la información y análisis de estabilidad y comportamiento.
8. Definición de la problemática actual de la estructura y su solución.
9. Integración del Catálogo de Conceptos para la reestructuración y mantenimiento del edificio.

## VI.2 LEVANTAMIENTO GEOMÉTRICO DE LA ESTRUCTURA

El levantamiento geométrico que se realizó arrojó los siguientes resultados:

PESO CUERPO 1 = 325.4 TON

PESO CUERPO 2 = 825.0 TON

**PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA = 1,150.4 TON**

CENTRO GEOMETRICO DE LA ESTRUCTURA:

Centro Geométrico en sentido X-X;  $X_g = 16.55 \text{ m}$

Centro Geométrico en sentido Y-Y:  $Y_g = 6.71 \text{ m}$

CENTRO GRAVIMETRICO DE LA ESTRUCTURA

Centro de gravedad en sentido X-X;  $X_G = 19.50 \text{ m}$

Centro de gravedad en sentido Y-Y:  $Y_G = 6.73 \text{ m}$

EXCENTRICIDADES POR CARGA EN LA ESTRUCTURA

Excentricidad en sentido X-X;  $E_{xx} = -2.955 \text{ m}$

Excentricidad en sentido Y-Y:  $E_{yy} = -0.024 \text{ m}$

MOMENTOS DE VOLTEO POR EXCENTRICIDADES

Momento de volteo en sentido X-X;  $M_{dx} = -10.750 \text{ ton-m}$

Momento de volteo en sentido Y-Y:  $M_{dy} = -88.7 \text{ ton-m}$

Con lo anterior se observa que existe una fuerte tendencia de la estructura de movimiento cargado hacia el cuerpo 2, en el sentido de las X-X, que para efectos de entendimiento, si se colocara a toda la estructura sobre un suelo uniforme, sin tomar en

cuenta su reacción (por ejemplo gelatina), la estructura se voltearía sin duda hacia el Cuerpo 2, ya que este tiene un peso del orden de 2.5 veces mayor al del Cuerpo 1, pero aquí se muestra realmente un efecto de comportamiento que se ve si se toma en cuenta, que el equilibrio real no lo controla la geometría y las cargas de estructura, sino las cargas y las reacciones del suelo; por lo que se tiene que los centros de reacción que la cimentación provoca a la estructura es la siguiente:

#### CENTRO DE REACCION DE LA CIMENTACION

Centro de reacción en el sentido X-X;  $X_c = 19.44$  m

Centro de reacción en el sentido Y-Y:  $Y_c = 6.74$  m

#### EXCENTRICIDAD POR EFECTOS DE REACCION

Excentricidad en sentido X-X;  $E_{xx} = 0.06$  m

Excentricidad en sentido Y-Y:  $E_{yy} = 0.01$  m

Aquí se observa que el equilibrio entre las cargas de la estructura y las reacciones de la cimentación, tomándolas como si la cimentación fuese infinitamente rígida, no presenta realmente diferencias importantes de excentricidad entre las bajadas de carga de la estructura y las reacciones de la cimentación, definiendo que en realidad están en perfecto equilibrio.

### VI.3 LEVANTAMIENTO DE FISURAS Y SUS EFECTOS

#### VI.3.1 Fisuramiento en muros

La estructura presenta en diferentes partes, principalmente en la zona central, en lo que corresponde a la junta de los cuerpos 1 y 2, fisuras que tienen un desarrollo vertical, que son apreciables en los muros, principalmente los correspondientes al eje D, donde se aprecia prácticamente partido al muro en su parte exterior. El muro es de cantera aparente labrada del concreto con que se repelló, y presenta en sus caras laterales oriente y poniente el efecto de fisuramiento vertical, pero que internamente no se aprecia, ya que fue sellado con yeso en toda el área; es importante resaltar que los muros que presentan fisuramientos, desde el tiempo en que fueron sellados con yeso, no han manifestado incrementos de fisuras en su interior, salvo excepciones en que si

se manifiestan fisuras menores de 0.1 mm, que si se permite la activación de ellos por medio de la temporada de lluvias se manifestaran más aún, y seguiran la trayectoria de las fisuras exteriores, que se consideran se encuentran activas.

### VI.3.2 Fisuramientos en cimentación

La cimentación de la estructura en la zona del Cuerpo 2, presenta fisuramientos hasta de 5 mm con desarrollo vertical en el eje D, que corresponde a la unión de los dos cuerpos, por lo que se deduce que tanto la fisura del muro como la cimentación corresponden a un mismo fenómeno, que es la tendencia del movimiento diferencial entre el Cuerpo 1 y el Cuerpo 2, de allí que se de la interpretación a dichas fisuras verticales como el efecto del acomodo del Cuerpo 1, tendiente a bajar en sus apoyos con pilas, diferencialmente a los del Cuerpo 2, en que el cajón se encuentra con un movimiento relativo mucho menor que el Cuerpo 1.

### VI.4 ESTUDIO TOPOGRAFICO

En el estudio topográfico se mostraron los siguientes resultados:

Las banquetas presentan hundimientos diferenciales, respecto de la estructura, como sigue:

COTA	LONGITUD	DIFERENCIAL (cm)
Cota medida del Cuerpo 2, lado norte	9.821 m	0.00
Cota medida del Cuerpo 2, lado sur	9.823 m	0.20
Cota medida en el extremo 4-A del Cuerpo 1	9.097 m	73.50
Cota medida de la banqueta junto a Cuerpo 1	8.824 m	100.00
Cota medida del jardín frente al Cuerpo 1	8.604 m	122.00

Se observa que el propio Cuerpo 2 no presenta asentamientos diferenciales al nivel de sus pisos o banquetas, pero que a partir del eje D hacia el Cuerpo 1 se presentan asentamientos muy fuertes en los pisos, de 73.5 cm en la esquina de la banqueta, en el lado 4-A sur-poniente, y hasta diferenciales de 100 cm y 122 cm respecto de los jardines, en su lado sur, mismos que se aprecian físicamente como hondonadas que no

son uniformes, pero que si manifiestan baches, agrietamientos, y fisuras en banquetas principalmente.

Dentro de los salones del Museo, se manifiestan solo fisuras pequeñas en los pisos de cerámica que se han colocado, aunque no es manifiesto ni en muros, columnas, o pisos, dichas fisuras deberían marcarse según los diferenciales.

### VI.5 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

Se efectuó un estudio de Mecánica de Suelos, con el propósito de definir las características del efecto del suelo en la estructura, para ello se desarrollo una campaña con los siguientes alcances:

No.	Sondeo	Profundidad (m)
1	SPT-1	15.00
2	SPT-2	11.60
3	SPT-3	15.00
4	SPT-4	13.60
5	SPT-5	15.00
6	SPT-6	15.00
7	PCA-1	4.00
8	PCA-2	2.50
9	PCA-3	5.50
10	PCA-4	2.50
11	PCA-5	2.50
12	PCA-5'	2.50
13	PCA-6	2.50
14	PCA-7	1.50
15	PCA-8	1.50

Los trabajos anteriores sirvieron para detallar las condiciones estratigráficas que guarda el inmueble y sus alrededores, y con ello al mismo tiempo conocer el historial de la secuencia de trabajos que se presentaron desde la construcción de la Planta de Bombas No. 4 hasta su utilización como Museo Arqueológico. Es interesante observar que con la combinación de sondeos realizados, se ha encontrado que la zona del actual Museo es como una isla construida específicamente para darle apoyo a la antigua planta de bombeo, de ahí que toda el área alrededor y baja del Museo, este conformada con suelos granulares de banco, boleos, piedra braza, y arenas de río que conforman y confinan a la cimentación; mientras que fuera de esa zona se presentan suelos aluviales en una estratigrafía uniforme, constituida por cuatro tipos de materiales.

Un relleno superficial de espesor variable (Estratos I, II, y III), formados por limos arenosos y cenizas volcánicas con materia vegetal. Este material puede considerarse reciente, geológicamente hablando, en el aspecto de que es un material constituido de forma natural por arrastres aluviales de las serranías cercanas, pero también es el depositario de los rellenos artificiales que se colocaron para delimitar lo que eran las antiguas ciénegas generadas por los manantiales de Santa Cruz, ya que se sabe que cuando se construyó la Planta de Bombas (1904), la forma de contención que se utilizó fue artificial, para generar una zona de concentración del agua que se requería mantener para garantizar que se tuviera un gasto mínimo de 400 lt/seg para abastecer a la Ciudad.

Bajo los rellenos superficiales se tiene una capa de arcilla volcánica ó ceniza volcánica, que generó el basamento de los lagos o canales del lugar, y que tiene un espesor variable, pero que en general es del orden de 3.0 m, presentando intercalaciones con arenas aluviales y ceniza volcánica gruesa. Bajo la capa impermeable se presentan arenas limosas y arcillosas de compacidad media a alta; cabe mencionar que estos estratos son los que apoyan a la estructura del Museo, ya sea por medio de pilas ó por medio del cajón para contener la fosa del antiguo tanque recolector. Finalmente, se presentan una serie de estratos aluviales formados por gravas y arenas; estos son

producto, tanto de los arrastres de las serranías del sur, como de depositaciones volcánicas.

El nivel de aguas freáticas definido en una estación piezométrica, se localizó a 7.5 m de profundidad, en diciembre de 2001.

## **VI.6 EXTRACCION DE CORAZONES Y PRUEBAS DE ULTRASONIDO**

El trabajo de campo consistió en la realización de calas en diferentes elementos estructurales del Museo, como fueron muros, columnas, losas de piso, etc. Obteniendo con esto la extracción de corazones de los materiales existentes.

Esta extracción se efectuó con un taladro de broca hueca con un diámetro de 1 1/2" , formando un espécimen cilíndrico. Todas las perforaciones fueron en lugares poco visibles y en el interior del edificio.

En la zona de fachada no se llevó a cabo ninguna perforación, con el objetivo primordial de no dañarla. Los cilindros fueron llevados a un laboratorio de materiales para ser sometidos a pruebas de compresión, así como para ver su composición, determinar con esto el tipo de material y algunas propiedades mecánicas como el módulo de elasticidad y el esfuerzo a la compresión.

- Perforación 1.- fue efectuada en el Cuerpo 2 eje 1, obteniendo un cilindro de 1.38 mts. Observándose un solo material (Concreto).
- Perforación 2.- En la losa del piso del Cuerpo 2 con cilindro de 12 cm de espesor de concreto.

- Perforación 3.- Cuerpo 1 en zona de escalera, nivel sótano, teniéndose un cilindro con un espesor de 38 cm de espesor de concreto macizo mostrando un refuerzo de acero.
  
- Perforación 4.- Cuerpo 1 en zona de escalera, en nivel de sótano obteniendo un cilindro de 18 cm de espesor.
  
- Perforación 5.- Cuerpo 1 eje A nivel planta baja con un cilindro de 35.5 cm con las siguientes observaciones:
  - Mortero \_\_\_\_\_ 1.5 cm
  - Tabique rojo recocido \_\_\_\_\_ 20.5 cm
  - Concreto con agregado fino \_\_\_\_\_ 5 cm
  - Concreto con agregado grueso \_\_\_\_\_ 8.5 cm
  
- Perforación 6.- Cuerpo 1 columna del eje A y 1 en nivel planta baja de 43 cm de espesor con las siguientes observaciones:
  - Mortero \_\_\_\_\_ 1.5 cm
  - Tabique rojo recocido \_\_\_\_\_ 20.5 cm
  - Concreto con agregado fino \_\_\_\_\_ 6.5 cm
  - Concreto con agregado grueso \_\_\_\_\_ 14.5 cm
  
- Perforación 7.- Cuerpo 1 columna del eje B y 1 en nivel planta baja con un espesor de 54 cm con las siguientes observaciones:
  - Concreto con agregado fino \_\_\_\_\_ 31 cm
  - Concreto con agregado grueso \_\_\_\_\_ 18 cm
  - Concreto con agregado fino \_\_\_\_\_ 5 cm
  
- Perforación 8.- Cuerpo 1 eje 1 nivel planta baja espesor de 35 cm de concreto con agregado fino, al parecer block de concreto.

- Perforación 9.- Cuerpo 1 eje D, nivel planta baja con un espesor de 15 cm observándose un concreto de agregado grueso.
- Perforación 10.- Cuerpo 1 eje D, con eje 4 en columna con un espesor de 35 cm, teniéndose una probeta de concreto.
- Perforaciones 11 y 12.- Cuerpo 2 ejes 4 y G respectivamente con un espesor de 15 cm. Muestra bloques de concreto (las perforaciones en los muros fueron realizadas a una altura de 50 cm).
- Perforación 13.- Cuerpo 1 eje 1 a una altura de 1.22 m, en zona de muro mostrando un cilindro de concreto con un agregado fino, y un espesor de 35 cm.

#### **VI.6.1 Pruebas Ultrasónicas**

Estas pruebas se realizaron en columnas y trabes de concreto del Cuerpo 2 en fachadas de anchos cuerpos (ver figura anexa). Este tipo de pruebas nos muestran el grado de dureza de los materiales así como su estado y calidad (ver reporte anexo).

#### **VI.7 TRABAJOS DE CAMPO**

Las cimentaciones encontradas según las revisiones desarrolladas son como sigue:

1. se excavó con draga toda la zona de la alberca o tanque, en un perímetro ampliado mayor a 3.0 m, al perímetro de la estructura (Cuerpo 2)
2. La cota de excavación fue del orden de 4.5 m, siendo más profunda hacia el sur del tanque y menos hacia el norte.
3. Se construyeron las pilas y los muros del tanque, utilizando el procedimiento combinado de construcción de pilas por medio de piedras construídas en taller, de 1.0 x 1.0 m x 0.5 m de espesor, colocadas por medio de buzos, y con muros construídos con este procedimiento de pilas o con el propuesto en la época, de construirlo por medio de cimbras de madera como atiesadores como

separadores. El muro de la cimentación del Cuerpo 2 se desplantó a una profundidad de 4.5 m y el apoyo de las pilas, 1.0 m más abajo.

4. Concluido el tanque se construye la zona de máquinas (Cuerpo 1), excavando igual la zona por medio de draga, para la construcción de 11 pilas, con el mismo procedimiento anterior. Las pilas tienen un desarrollo variable, del orden de 5.7 m en el eje A, y van decreciendo en profundidad, hasta llegar a 3.0 m en la zona colindante al eje D.
5. Se efectuó una revisión de la estabilidad de la cimentación, definiendo tanto para las cimentaciones superficiales como profundas el factor de seguridad que el conjunto tiene, tanto como pilas, como muros; en los análisis se encontró lo siguiente:

$$q_u = (C N_c + \sigma_0 N_q) (D_r + 0.1)$$

se efectuó la revisión de estas capacidades de carga considerando la misma expresión anterior encontrando que para los dos casos, la capacidad de carga es:

PROFUNDIDAD (m)	Capacidad de carga última(Ton/m <sup>2</sup> )
3.0	92.3
5.7	92.7

De lo anterior se tienen diferentes factores de seguridad, según su longitud como sigue:

**PILA A 3.0 m**

$$F.S. = (92.7 + 34) / (30.52 + 13.7) = 2.86$$

**PILA A 5.7 m**

$$F.S. = (92.7 + 91) / (30.52 + 13.7) = 4.15$$

Los factores de seguridad anteriores, muestran que hay una tendencia de estabilidad dada por carga, mayor en la zona del eje A, que en la del eje D, de ahí que se concluya sin lugar a duda, que los problemas que tiene la estructura, en cuanto a hundimientos diferenciales, no son debidos a problemas de estabilidad por falta de capacidad de carga.

La tendencia de hundimientos, es debido a la condición final de cambio volumétrico que tiene el suelo por su disminución de su nivel freático.

## VI.8 RECOMENDACIONES

Por todo lo anterior, se propone una serie de recomendaciones para la definición más real, en cuanto a las soluciones de la estructura y sus alrededores, como sigue:

- I. Construcción de un muro de cimentación, entre las pilas de cimentación localizadas en el eje A; esto es con el propósito de garantizar la estabilidad de la estructura del Cuerpo 1, cuya zona sur es la más afectada por los movimientos, y al mismo tiempo equilibrar la rigidez que el Cuerpo 1 tiene en su zona norte. El muro se apoyará en una zapata nueva, con un ancho de 1.5m, desplantados a la misma profundidad de las pilas.
- II. Construcción de un muro de rigidez, nuevo, en el eje D para el Cuerpo 2, que sirva para equilibrar las cargas de la estructura del Cuerpo 2, al nivel del eje D, con el propósito de separar por completo el Cuerpo 1, del Cuerpo 2; la justificación de esto es que ambos cuerpos, tienen cimentaciones completamente diferentes, estructuración diferente y cargas de trabajo distintas, que generan por lo tanto comportamientos disociados que al mismo tiempo provocan daños en la estructura más débil que es la del Cuerpo 2, ya que es la más dañada por el tipo de cimentación que presenta.
- III. Relleno de las áreas bajo los pisos que sufrieron separación del suelo bajo del Cuerpo 1. los rellenos bajos de los pisos, será por medio de una inyección de una mezcla de arena: cemento: agua, con el propósito de restituir la condición de contacto del piso del Cuerpo 1, con el suelo debajo de él.
- IV. Resanado de todas las fisuras y grietas de los muros, por medio de la inyección de cementantes y restitución estructural de las más dañadas.

- V. Reposición de banquetas, ornatos y jardines, así como la eliminación de instalaciones hidráulicas, y sanitarias que generen daños a mediano y a largo plazo.

Las soluciones propuestas anteriormente, deberán de ser complementadas con la restitución general de los ornatos en la zona de jardines alrededor del Museo, así como el levantamiento de niveles tanto en las banquetas como en los jardines, permitiendo que se efectúe un relleno compactado con material de tepetate en todas las zonas hundidas de jardines, con el propósito de alcanzar un mismo nivel en sus cuatro costados, por lo menos en un ancho perimetral que se propone de 6.0 m, y así permitir que dichos rellenos se vayan adaptando a los niveles actuales del terreno topográfico.

Es importante recalcar que junto con las soluciones generales descritas, se prevea la protección de toda la zona perimetral del Museo, así como la eliminación de toda fuente de aportación de agua, ya sea potable o de drenaje.

## VII.1 CATALOGO DE CONCEPTOS



"INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DE CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO D SANTA CRUZ ACALPIXCA, EN XOCHIMILCO, D.F."



CLAVE	CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	GENERADOR GRAFICO DE CADA CONCEPTO
	<b>I. CIMENTACION</b>					
AF13	TRAZO					(1)
AF13DB	Trazo de obras de edificación	M2	1151.556	1.76	\$ 2,026.74	V-1 313.21 M3 V-2 270.01 M3 V-3 247.58 M3 VOL TOTAL 830.80
BF18D	EXCAVACION CLASE II-A Excavación en terreno Tipo II-B a una profundidad de 6.2 mts. Con un Talud de 1: 0.3 realizado con un amaquina y los ultimos 30 cm. manualmente con pico y pala Incluye retro del mismo a una distancia máxima de 20 mts. FRONTAL					FRONTAL (EXCAVACION) VOL = [(5.0 + 3.0)*6.22*13.5] VOL = 334.8 M3
BF18DB	De 0.00 a 2.00 m	M3	313.212	73.46	\$ 23,008.52	
BF18DC	De 2.00 a 4.00 m	M3	270.010	104.82	\$ 28,302.45	
BF18DD	De 4.00 a 6.00 m	M3	247.578	138.08	\$ 34,185.63	
BF18DC	Excavación entre columnas, para dejar preparativos para muro entre las tres columnas interiores del eje A, y ejes laterales, 1 y 4 Incluye, 25 % de sobreexcavacion por caldos	M3	136.710	\$ 104.82	\$ 14,329.94	
BN15	ACARREOS En CAMIÓN CARGA MANUAL					
BN15B	ACARREO					
BN15BB	Acarreo 1er. Kilometro (80 % de excavaciones)	M3	774.008	\$ 29.36	\$ 22,724.87	
BN15BC	Acarreo kilometros subsucesntes	M3	15480.160	\$ 3.31	\$ 51,239.33	
BN15D	Acarreo demolición de concreto					
BN15DB	Acarreo 1er km	M3	13.350	\$ 33.85	\$ 451.90	
BN15DC	Acarreo kilometros subsucesntes	M3	267.000	\$ 3.81	\$ 1,017.27	
BP	RELLENO DE EXCAVACIONES					
BP12B	Relleno de excavaciones para estructuras, compactadas en capas de 20 cm					
BP12BC	Relleno con tepetate	M3	774.008	\$ 118.66	\$ 91,843.79	
	Contención temporal de caldos por medio de repellado y cimbra Repellado con malla y concreto   139.61   Cimbrado ahogado para contención   139.61	M2				

PARCIAL \$ 269,130.44



"INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DE CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO D SANTA CRUZ ACALPIXCA, EN XOCHIMILCO. D.F."



CLAVE	CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	GENERADOR GRAFICO DE CADA CONCEPTO
C	CIMBRA					
CD14BB	Cimbra hasta 4.80 m	M2	116.340	\$ 101.63	\$ 11,823.63	
CD14BC	Cimbra de 4.81 hasta 9.00 m	M2	23.270	\$ 143.27	\$ 3,333.89	
PRECIO CLAVE 3	Escarificación de columnas, en 2 cm de grosor, para el amarre del nuevo muro, con el concreto de las columnas.	M2	83.790	\$ 56.78	\$ 4,825.18	
PRECIO CLAVE 4	Perforación de 3/4" con taladro, en una profundidad de 15 cm, para amarrear las columnas existentes, con el muro nuevo, Incluye colocación de sellador de liga, a cada 15 cm de separación, 2 lechos (Nota: en cada perforación se insertan bastones de 70 cm)	perforacion	1185.333	\$ 93.83	\$ 111,219.83	
CLAVE 6	MUROS Fabricación de muro de concreto de 45 cm de espesor y altura de 5.7 mts. para ligar a las pilas existentes en la parte sur del edificio Incluye agregados del concreto, habilitado y armado de varillas 1/2 en dos lechos cimbrado y desalmbrado del muro.	M2	83.790	\$ 1,135.44	\$ 95,138.52	
FC	CONCRETO HIDRAULICO					
FC13	Plantillas, norma de construcción G DF 3.01.02.004					
FC13BB	Plantilla de concreto sobre, de 5 cm de espesor	M2	25.200	\$ 46.39	\$ 1,169.03	
FC15	CONCRETO FABRICADO En OBRA Zapata de apoyo de muro del eje A, de 1.5 m de ancho y 0.50 m de espesor; con armado de varilla de 1/2" @ 20 cm, en dos lechos Incluye cimbrado, armado y colado, con f'c = 250 kg/cm2 Incluye plantillas de concreto f'c = a 100 kg/cm2 con un espesor de 5cm					
FC15CB	Concreto f'c = 250 kg/cm2, de 20mm, per cimentación	M3	6.615	\$ 1,049.51	\$ 6,942.51	

VOLUMEN POR MURO =	5.4 M3
VOLUMEN DE 7 MUROS =	37.7 M3
AREA DE MUROS =	83.8 M2
ANCHO ZAF	1.5 M
LARGO ZAF	14.7 M
SECCION	0.45 M2
VOLUMEN	6.615 M3

ELEMENTO	VOLUMEN	CIMBRA	% AGRG.	% AGUA % C
MURO NUEVO	M3 37.7	M2 83.8	0.736	0.146 0.12
ZAPATA	6.615	2.94	0.749	0.139 0.11
ZAPATA DE MURO		25.2		

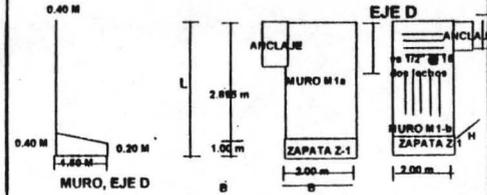
PARCIAL \$ 234,562.58



"INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DE CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO D SANTA CRUZ ACALPIXCA, EN XOCHIMILCO, D.F."



CLAVE	CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	GENERADOR GRAFICO DE CADA CONCEPTO
FE	Elaboración de muro de cimentación ( M-1 ) en la zona de fosa del Museo, con un espesor de 40 cm y una altura aproximada de 4.00. Incluye los agregados propios del concreto, habilitado del muro de refuerzo, cimbrado y desimbrado del mismo; así mismo se incluyen todos los detalles del anclaje con la estructura existente como se muestra en planos correspondientes. (PLANO E-1)					
FC13BB	CONCRETO HIDRAULICO					
FC13BB	Plantillas, norma de construcción G.D.F. 3.01.02.004					
FC13BB	Plantilla de concreto sobre, de 5 cm de espesor	M2	12.000	\$ 46.39	\$ 556.68	
FC12EB	Concreto f'c = 350 kg/cm2	M3	6.4668	\$ 1,613.64	\$ 10,466.66	
DB12	ACERO DE REFUERZO					
DB12C	Suministro de acero de refuerzo, grado 42, incluye habilitado, acarreo colocación, amarres, ganchos, traslapes y desperdicios (muro en eje D)					
DB12CC	Acero de 3/8"	TON	0.150	\$ 6,876.98	\$ 1,031.55	
DB12CD	Acero de 1/2"	TON	1.326	\$ 6,704.85	\$ 8,990.63	
FC15	CONCRETO FABRICADO En OBRA					
FC15CB	Elaboración de zapatas de cimentación ( z-1 y z-3 ) en la zona de fosa del Museo, bajo de los muros M-1 y columna metálica con ancho de 1.50 m y espesor como se indica en plano, incluye habilitado propio de los muros de refuerzo, cimbrado y desimbrado del mismo; así mismo se incluyen todos los detalles del anclaje con la estructura existente como se muestra en planos correspondientes. (PLANO E-1) incluye los agregados propios del concreto (Longitud)					
FC15CB	Concreto f'c = 250 kg/cm2, de 20mm, per cimentación	M3	1.476	\$ 1,049.51	\$ 1,549.08	
DB12	SUMINISTRO DE ACERO DE REFUERZO					
DB12CC	Acero de 3/8"	TON	0.0273	\$ 6,876.98	\$ 187.74	
DB12CF	Acero de 3/4"	TON	0.2946	\$ 6,704.85	\$ 1,975.33	
C	CIMBRA					
CD14BB	Cimbra hasta 4.80 m	M2	12.0336	\$ 101.63	\$ 1,222.98	
CD14BC	Cimbra de 4.81 hasta 9.00 m	M2	7.6464	\$ 143.27	\$ 1,095.50	
EB14	ANCLAS DE COLD ROLLED					
EB14BD	Ancla de 1"	PZA	4.000	\$ 119.21	\$ 476.84	
GC31	CASTILLOS					
GC31JD	Castillos de 15 x 20	M	99.200	\$ 85.10	\$ 8,441.92	
GC31K	DALAS					
GC31KE	Dala de 20 x 20	M	50.400	\$ 102.20	\$ 5,150.88	
GH 12	FIRMES Y PISOS DE CONCRETO					
GH12DE	Firme de concreto de 200 kg/cm2, de 10 cm de espesor armado con varilla a 25 cm en ambos sentidos	M2	79.920	\$ 119.54	\$ 9,553.64	



PARCIAL \$ 50,601.42



**"INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIVILIZACIONES PARA LA REALIZACION DE CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO D SANTA CRUZ ACALPIXCA, EN XOCHIMILCO, D.F."**



CLAVE	CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	GENERADOR GRAFICO DE CADA CONCEPTO						
	Construcción de columnas de concreto de 0.60 x 0.60 m en el eje D, para apoyo de estructura metálica (ver plano E-2) incluye demolición local para anclaje, habilitado, armado, cimbrado colado, y todos los detalles de anclaje requeridos (columnas K-1)	M				CONCEP	L	B	H	VOL	ARMADO PESO	
FF12	CONCRETO PARA COLUMNAS, SUMINISTRADO POR PROVEEDOR					muro 1-	3.806	2	0.4	3.1	219.5 218.6	
FF12CB	Concreto f'c = 250 kg/cm2; Incluye acarreo, muestreo, colado, vibrado curado desperdicio y equipo	M3	2.826	\$ 1,658.27	\$ 4,403.67	muro 1- (anclaje)	1.45	0.26	0.4	0.2	13.5 13.4	
DB12	SUMINISTRO DE ACERO DE REFUERZO					muro 1-	3.806	2	0.4	3.1	219.5 218.6	
DB12CC	Acero de 3/8"	TON	0.0523	\$ 6,876.96	\$ 359.45	muro 1- (anclaje)	1	0.26	0.4	0.1	9.5 9.4	
DB12CF	Acero de 3/4"	TON	0.5641	\$ 6,704.85	\$ 3,782.04	AREA DEL MURO (M2) =	16.2		TOTALS	6.5	462.0 460.1	
C	CIMBRA							TRASLAPES Y DESPERDICIOS		66.0		
CD14BB	Cimbra hasta 4.80 m	M2	23.04	\$ 101.63	\$ 2,341.56			TOTAL		132.1		
CD14BC	Cimbra de 4.81 hasta 9.00 m	M2	14.84	\$ 143.27	\$ 2,097.47							
CLAVE	Elaboración de Junta Constructiva en cimentación entre los dos cuerpos existentes realizada con herramienta mecánica y/o manualmente con cincel y martillo; Incluye: Excavar 1 metro a cada lado de la zona por tratar. Herramienta mecánica (barreta mecánica y/o cortadora)					<b>ZAPATAS; EJE D</b>						
						ELEMENT	CANTIDAD	ANCHO MAY.	ANCHO MEN.	ESPESOR	LARGO	ARMADO
								M	M	M	M	M
						ZAP Z-1	2	0.4	0.2	1.1	2	84.9
						ZAP Z-3	1	0.4	0.4	1.8	1.8	86.0
						DADO Z-1	1		0.6	0.6	0.6	12.0
								TOTALES			142.9	
								TRASLAPES Y DESPERDICIOS			21.43	
						VOLUMEN	1.478	M3	TOTAL METROS		164.3	
								TOTAL EN PESO (KG)			163.6	
								CIMBRA EN COLUMNAS =		37.66	M2	
								HASTA 4.8 M		23.04	M2	
								Peso acero 3/4"		564.075	KG	
								Peso acero 3/8"		52.2689	KG	
								total		0.61834	TON	
12	MURO DE ANCHO DE 0.30 M	M	12.12	\$ 299.86	\$ 3,634.30	<b>COLUMNAS LATERALES</b>						
12.1	MURO DE 1.4 M DE ANCHO	M	8.66	\$ 899.59	\$ 7,790.45							
12.2	MURO DE 0.12 M DE ANCHO	M	26.9	\$ 59.97	\$ 1,613.19							
CLAVE 13	Colocación de junta constructiva, elástica, en el sitio que se ranuró la junta constructiva será con Acrilastic, o comparable, e incluye su sello por ambos lados del muro, el espesor de la junta variará de 8 a 11 cm.	M	61.13	\$ 86.11	\$ 5,263.90							
CLAVE 14	Colocación de protección con botaguas, en la parte superior de la azotea para cubrir la junta constructiva; incluye suministro, habilitado y colocación en el lugar, así como sus ranurados y sellos respectivos (VER DETALLES EN PLANO E-5; incluye suministro de lamina calibre 22, así como habilitación de equipo para ello)	M	13.5	\$ 119.92	\$ 1,618.92							
CLAVE 15	15. Elaboración de pretel (jala de 15 x 35) en zona de Junta Constructiva de azotes. Incluye: Agregados del concreto Aceros de refuerzo Habilitado Cimbrado y desimbrado Colado del mismo	ML	13.5	\$ 166.41	\$ 2,246.54							
PARCIAL												
\$ 35,151.49												



"INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DE CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO D SANTA CRUZ ACALPIXCA, EN XOCHIMILCO, D.F."



CLAVE	CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	GENERADOR GRAFICO DE CADA CONCEPTO
GH18	Piso de loseta					
GH18BC	Piso de loseta renacimiento	M2	26.92	\$ 189.51	\$ 5,101.61	
H	Instalaciones sanitarias					
HB12B	Tubo sanitario de P.V.C. de 100 mm.	M	72.00	\$ 65.39	\$ 3,988.08	
HB12BE	Instalacion hidraulica					
I	Tuberia y conexiones					
IB	Tuberia de cobre tipo "m"					
IB12B	Tuberia de 19 mm.	M	12.00	\$ 34.98	\$ 419.76	
IB12BE	Recubrimientos					
L	Muros a plomo de yeso					
LB12G	Emboquillado	M2	81.00	\$ 34.04	\$ 2,757.24	
LB12BG	Aplicación de pintura					
LB13C	Emboquillado	M	30.00	\$ 18.35	\$ 550.50	
LB13CB	Aplicación de pintura					
LG	Pintura vinilica					
LG12	Ademes	M2	516.00	\$ 22.10	\$ 11,403.80	
LG12BB	Ademe de madera					
NB	Ademe de madera recuperable					
NB12	Formacion de áreas verdes	P.T.	3,511.00	\$ 1.37	\$ 4,810.07	
NB12BB	Tierra vegetal					
V	Tierra vegetal negra					
VB	Pastos					
VB13	Tierra vegetal negra	M3	230.31	\$ 222.86	\$ 51,326.89	
VB13BC	Pastos					
VC	Suministro y colocacion de pasto San Agustín					
VC12						
VC12BC		M2	1,151.55	\$ 33.27	\$ 38,312.07	

PARCIAL \$ 118,669.81



**"INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIONES PARA LA REALIZACION DE CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO D SANTA CRUZ ACALPIXCA, EN XOCHIMILCO, D.F."**



CLAVE	CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	GENERADOR GRAFICO DE CADA CONCEPTO																	
CLAVE 16	Reparación de fisuras tipo A comprendidas entre 1mm y 9mm por medio de resinas epoxicas como se indica en planos E-6 y E-7 Incluirá perforaciones para la inyección de 1/4", e incluirá aplicación Longitud de fisuras tipo A= 26 m	ML	26	\$ 187.20	\$ 4,867.20																		
CLAVE 17	Reparación de grietas tipo B comprendidas entre 10mm y 25mm por medio de refuerzo armado y concreto como se indica en plano E-6 y E-7, e incluye rasurado, armado y relleno, así como restitución de fachadas, en la zona trabajada. Longitud de fisuras tipo B= 22 m	ML	22	\$ 249.59	\$ 5,490.98																		
CLAVE 18	Trabajos previos Tapiales para protección en zonas del concepto 1, 9 y 12. Retiro de vitrinas, en Cuerpo 1 y 2 Señalamientos	M2	63.44	\$ 238.05	\$ 15,101.89																		
CLAVE 18.1	Retiro y protección de murales	LOTE	1	\$ 3,736.19	\$ 3,736.19																		
CLAVE 19	Reconstrucción de pisos terminados en las zonas de excavación en el exterior del Museo; incluye Enrase y nivelación con tepalcates compactado al 90 % de su PVSM Entortado a base de mortero, arena, cemento con un espesor de 5 cm., incluye colocación de piedra bola	M2	211.2	\$ 206.33	\$ 43,576.90																		
CLAVE 20	Reconstrucción de pisos en el Interior del museo debido a la construcción de zapatas (z-1 y z-3); se incluye lo siguiente: Enrase y nivelación Firme de concreto armado con varillas 3/8 y un espesor de 12 cm. Colocación de losetas tipo ceramica como la existente en el	M2	28.92	\$ 421.30	\$ 11,341.40																		
CLAVE 21	Colocación de mezclas de arena, cemento, agua y aditivo, entre la losa y el suelo. En la siguiente proporción (por metro cubico) (Incluye suministro, fabricación y colocación)	M3	18	\$ 514.25	\$ 9,256.50																		
	<table border="0"> <tr> <td>Arena</td> <td>0.77 m3</td> <td>13.86</td> </tr> <tr> <td>Volumen Agua</td> <td>0.13 m3</td> <td>2.34</td> </tr> <tr> <td>total Aire</td> <td>0.05 m3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>18 Cemento</td> <td>0.05 m3</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>m3 Aditivo</td> <td>0.002 m3</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>1 M3</td> <td></td> </tr> </table>	Arena	0.77 m3	13.86	Volumen Agua		0.13 m3	2.34	total Aire	0.05 m3		18 Cemento	0.05 m3	2.7	m3 Aditivo	0.002 m3	36	TOTAL	1 M3				
Arena	0.77 m3	13.86																					
Volumen Agua	0.13 m3	2.34																					
total Aire	0.05 m3																						
18 Cemento	0.05 m3	2.7																					
m3 Aditivo	0.002 m3	36																					
TOTAL	1 M3																						
CLAVE 21.1	Colocación de tubo PVC, de 3 pulgadas para guía para futuras inyecciones, incluye tapón capa, longitud de 1.20 m	PZA	14	\$ 162.24	\$ 2,271.36																		
CLAVE 22	23 Perforaciones en doble losa, de 0.15 m de espesor cada losa para la colocación de barrenos para inyección.	perforador	14	\$ 228.95	\$ 3,205.30																		

PARCIAL \$ 98,847.71



"INGENIERIA ESTRUCTURAL Y DE CONSTRUCCIONES PARA LA REALIZACION DE CATALOGO DE CONCEPTOS, DOCUMENTACION TECNICA NECESARIA PARA LA REESTRUCTURACION Y MANTENIMIENTO DEL MUSEO ARQUEOLOGICO D SANTA CRUZ ACALPIXCA, EN XOCHIMILCO, D.F."



CLAVE	CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	GENERADOR GRAFICO DE CADA CONCEPTO
CLAVE 23	Restitución de ornatos alrededor del Museo en un área de un ancho de 6.0 m alrededor del mismo, incluye suministro, colocación así como la adecuación de pastos y jardinería y arbustos	M2	705	\$ 48.13	\$ 33,931.65	<p style="text-align: center;">48.23 M</p> <p style="text-align: center;">ORNATOS ALREDEDOR DEL MUSEO</p> <p style="text-align: center;">35.44</p> <p style="text-align: center;">RESTITUCION DE JARDINES Y ELIMINACION DE TUBERIAS DE DESCARGA Y DE DRENAJE, Y NIVELACION DE ZONAS DE JARDINES.</p>
SB14	BANQUETAS					
	Restitución completa de las banquetas del Museo; se propone que se coloquen a un mismo nivel, por ejemplo 1.0 m abajo del nivel de piso de entrada al Museo. El material es de piedra bola.					
SB12BB	Preparación, conformación y compactación de subrasante	M2	53	\$ 3.03	\$ 160.59	
SB13B	Relleno de tapetas para banquetas de 10 cm de espesor	M2	53	\$ 14.08	\$ 746.24	
SB14DF	Banqueta de concreto simple R.N. f'c = 200 kg/cm2, de 10 cm de espesor en tramos alternos de 2.0 x 2.0 m	M2	.53	\$ 137.15	\$ 7,268.95	
SC12CB	guarnición de concreto simple R-N. f'c = 200 kg/cm2, sección trapecial de 15 x 20 x 35 cm	ML	100	\$ 102.31	\$ 10,231.00	
CLAVE 25	Colocación de un sistema de drenado de toda la zona perimetral al Museo, que aleje cualquier descarga de la zona de influencia,	M	72	\$ 84.45	\$ 4,640.40	
CLAVE 26	Eliminación de las tuberías de agua potable alrededor del Museo, y cambiarlas en una zona fuera del área de protección.	M	12	\$ 78.38	\$ 940.56	
CLAVE 27	Restitución de detalles en muros exteriores, labrando e igualando al mismo tono, la fachada.	LOTE	1	\$ 1,955.42	\$ 1,955.42	
CLAVE 28	Trabajos generales de enyesado y pintura, restituyendo todos los muros que se trabajaron en la construcción de las juntas.	M2	81	\$ 78.52	\$ 6,108.12	
E	ESTRUCTURA					
EB12	Estructura ligera formada con perfiles laminados, Norma de Construcción G.D.F.3.01.02.015					
	Construcción de estructura metálica, para marco de rigidización sobre muros de concreto, en el eje D, según se indica en plano E-3 e incluye columnas metálicas, traves metálicas, largueros metálicos así como juntas con placas, conectores, anclas, en el sitio, para recibir a la estructura del Cuerpo 2, que se apoyará y rigidizará en este marco metálico.					
EB12BB	Suministro, fabricación, transporte y montaje de estructura ligera metálica, soldada, formada con perfiles laminados	KG	3,495.17	\$ 16.90	\$ 59,068.37	
EB12CB	Suministro, fabricación, transporte y montaje de estructura metálica soldada, formada por placas soldadas					
	Construcción de estructura metálica, para marco de rigidización sobre muros de concreto, en el eje D, según se indica en el plano E-3, e incluye juntas con placas, conectores	KG	406.24	\$ 14.86	\$ 6,036.73	
	30 Movimiento rigidizado del mural, para su colocación en la zona del eje D, en la misma posición que tenía el mural originalmente, pero ahora cubriendo la nueva estructura metálica colocada, según, el concepto 29. Incluye, protección, rigidización, izado, fijación así como la implementación de elementos que sirvan de apoyo para el bastidor nuevo del mural.	MTO	1	\$ 2,144.77	\$ 2,144.77	
Z	REALIZACION DE LIMPIEZA					
ZB12BB	Limpieza de pisos de barro natural (o equivalente)	M2	520	\$ 7.52	\$ 3,910.40	
ZB12BD	Limpieza de pisos de concreto	M2	224	\$ 4.32	\$ 967.68	

PARCIAL \$ 136,200.88

**TOTAL \$ 945,154.34**

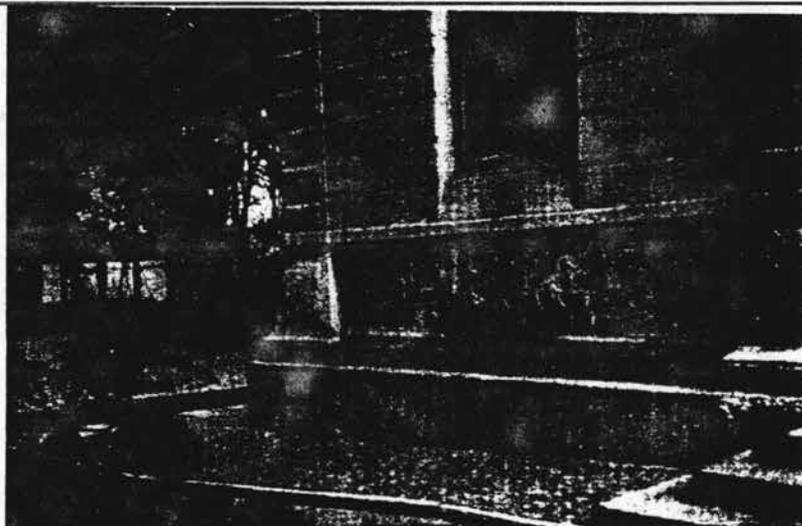
## VII.2 REPORTE FOTOGRAFICO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGÓN



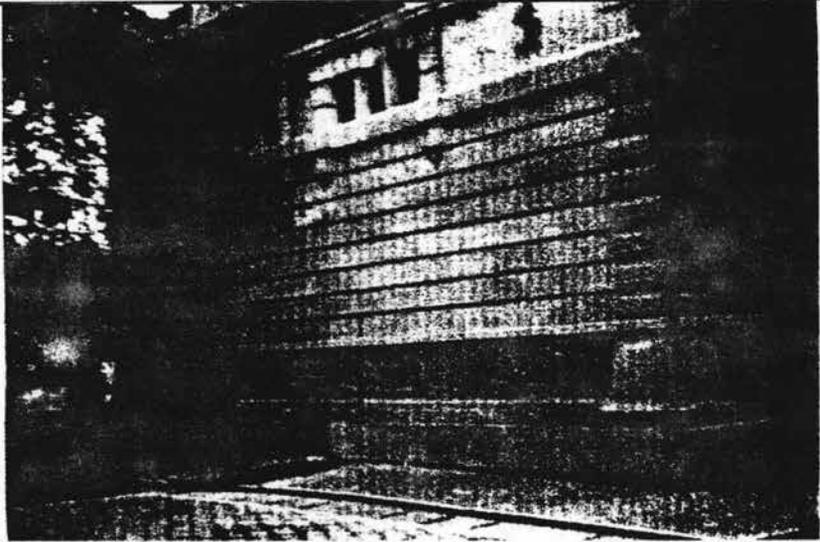
VISTA FRONTAL DE LA ENTRADA PRINCIPAL AL MUSEO ARQUEOLÓGICO DE SANTA CRUZ  
ACALPIXCA EN XOCHIMILCO (AV. TENOCHTITLÁN S/N)



LADO SUR-ORIENTE DEL MUSEO, SE OBSERVA EL PERFIL DEL HUNDIMIENTO DE LA  
BANQUETA HACIA EL LADO SUR DEL MUSEO.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGON



EN ESTA FOTO DEL LADO DE LA FACHADA PRINCIPAL, SE OBSERVA EL DETALLE DE LA ESQUINA INFERIOR.



DETALLE DE LAS CONDICIONES EN QUE SE ENCUENTRA LA ESQUINA SUR ORIENTE DEL MUSEO. SE OBSERVAN LAS FISURAS EN BANQUETAS, ASI COMO LA SEPARACION DE LA ESTRUCTURA.



MUESTRA DEL HUNDIMIENTO DE LA BANQUETA EN EL LADO SUR DEL MUSEO ARQUEOLOGICO.



LEVANTAMIENTO GEOMETRICO EN LA ZONA DEL CAJON DE LA CIMENTACION DEL MUSEO.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGON



LEVANTAMIENTO GEOMETRICO DE MUROS Y ESTRUCTURA EN EL SOTANO DEL MUSEO.



MUESTRA DE CALAS EN POZOS A CIELO ABIERTO PARA DEFINIR LOS ASENTAMIENTOS DEL TERRENO EN LA BASE DE LA CIMENTACION DEL LADO SUR DEL MUSEO ARQUEOLOGICO.



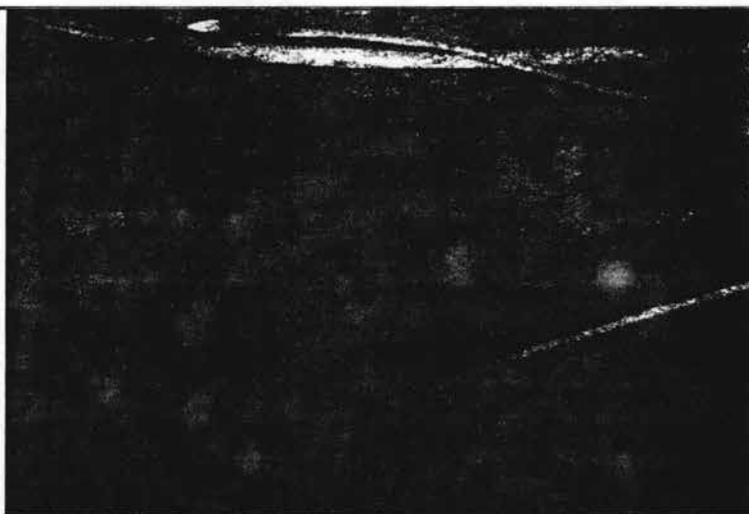
TOMA DE LECTURAS CON EL PENETROMETRO DE LAS EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO  
HECHOS EN LAS COLUMNAS DEL EDIFICIO DEL MUSEO.



MUESTRA DE LAS EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO EN EL LADO NORTE DEL EDIFICIO  
DEL MUSEO, MOSTRANDO EL MURO QUE FORMA LA ALBERCA DE CAPTACION DEL AGUA.



CONTINUACION DEL MURO QUE CONFORMA LA ALBERCA DE CAPTACION DEL AGUA DEL EDIFICIO DEL LADO NORTE DEL MUSEO.



CONTINUACION DE LA PERFORACION DE LA CALA PCA-3 EN EL LADO SUR-ORIENTE EN LA BASE DE LA COLUMNA EN EL MUSEO.



DETERMINACION DE LA PROFUNDIDAD DE LA CALA PCA-3 EN EL LADO SUR-ORIENTE EN LA BASE DE LA COLUMNA EN EL MUSEO.



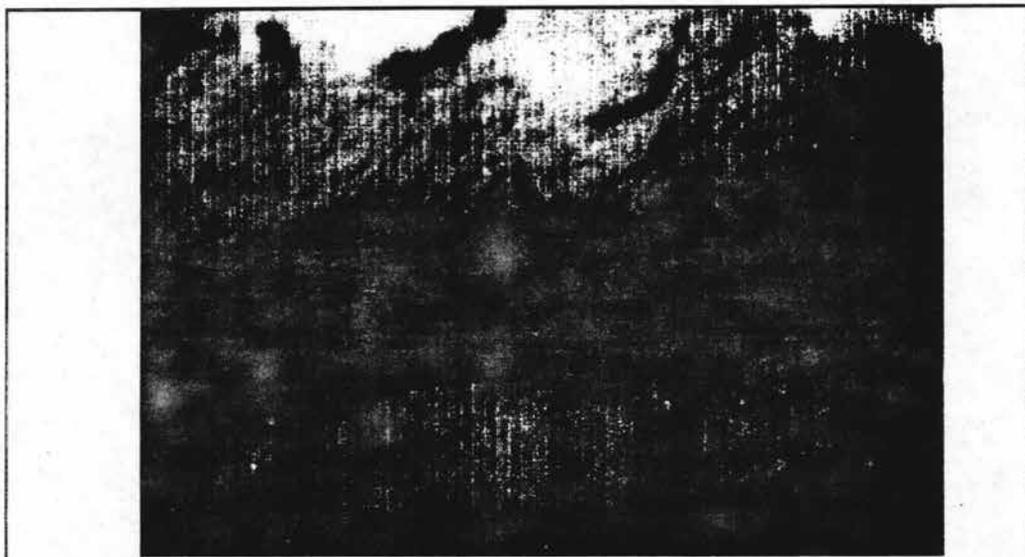
MEDICION DE RESISTENCIAS AL CORTANTE ACTUALES EN POZOS A CIELO ABIERTO A CADA 20 CMS.



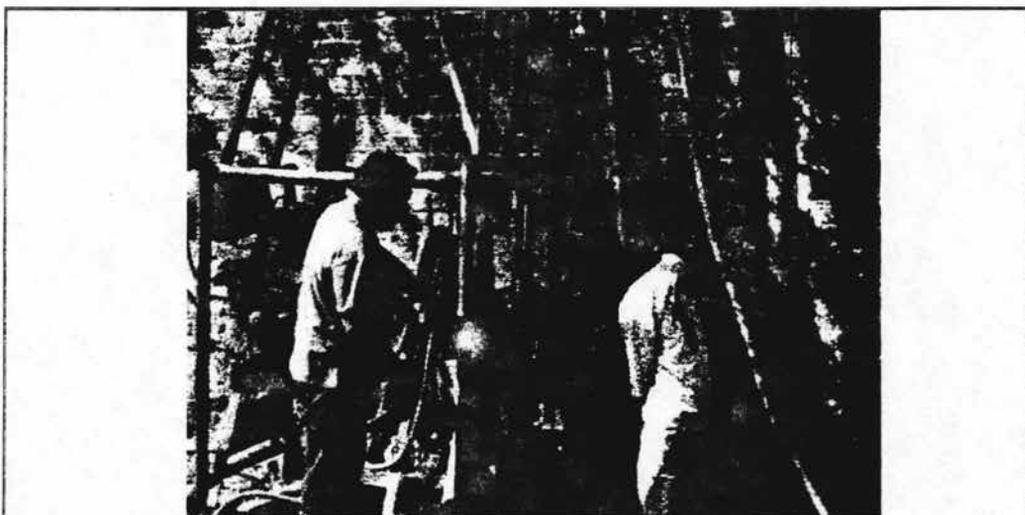
REALIZACION DE UNA CALA FISICA EN LA COLUMNA DEL LADO SUR-ORIENTE DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO DEL MUSEO.



DETECCION INICIAL DE OQUEDADES EN EL FONDO DE LA CIMENTACION, DEBIDO A HUNDIMIENTOS DEL TERRENO POR ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO.



MUESTRA DE LAS OQUEDADES ENCONTRADAS EN EL SUELO DE LA TRABE PERIMETRAL DE CIMENTACION Y EN EL PISO DE LA NAVE PRINCIPAL DEL MUSEO.



CONTINUACION DEL SONDEO SPT-4 EN EL LADO ORIENTE EN LA PARTE EXTERIOR DEL MUSEO.

### VII.3 BIBLIOGRAFIA

1.-	<b>Exploración geotécnica para el estudio del predio ubicado en la Av. Tenochtitlan s/n, en Santa Cruz Acalpixca, Xochimilco, D.F.</b>	
2.-	<b>Foundation engineering for difficult subsoil conditions</b> <i>Dr. Leonard Zeevaert W.</i> <i>Van Nostrand Reinhold</i>	1983
3.-	<b>Interacción suelo-estructura de Cimentación.</b> <i>Dr. Leonard Zeevaert W.</i>	Limusa 1980
4.-	<b>Manual de diseño geotécnico, Vol. 1</b>	Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVYTUR) México, 1987
5.-	<b>Foundation engineering</b> <i>Dr. Leonard Zeevaert W.</i>	Mc Graw Hill 1962
6.-	<b>Mecánica de suelos</b> <b>Fundamentos de la Mecánica de suelos. Tomo I</b> <i>Eulalio Juárez Badillo</i> <i>Alfonso Rico Rodríguez</i>	Limusa Mexico, 1990

7.-	<b>Mecánica de suelos</b> <b>Teoría y aplicación de la Mecánica de suelos. Tomo II</b>
	<i>Eulalio Juárez Badillo</i> <i>Alfonso Rico Rodríguez</i>
	Limusa Mexico, 1990

8.-	<b>Biblioteca Internacional del Ingeniero Civil</b> <b>Vol. V, VI y VII</b>
	<i>B. Austin Barry</i> <i>Traducción Ing. Carlos</i> <i>Hernández Frago</i>
	UNAM Mexico, 1988