



**M. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL DE JALPA DE MENDEZ**  
**PERIODO 2018-2021**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y SERVICIOS**  
**MUNICIPALES**

**LICENCIA DE CONSTRUCCION**

JALPA DE MENDEZ, TABASCO A 31 DE AGOSTO DE 2021  
FOLIO:VU/546/2021

DATOS: FIDEICOMISO OPSIMEX 4594

INSCRIPCION:

FOLIO:

No. DE PREDIO:

CONTRATO DE AGUA POTABLE: SI

DRENAJE: No.: SI

ALINEAMIENTO No.: SI

AFECTACIÓN: NINGUNA

REG. DE PLANO No.: ST-06

UBICADO: PASEO DE LAS PALMAS, No.  
781, LOMAS DE CHAPULTEPEC, 111  
SECCION MIGUEL HIDALGO, MEXICO  
TEL.: 5551250236

PRESENTE:

ESTA DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS MUNICIPALES DE JALPA DE MENDEZ LE CONCEDE: LICENCIA DE CONSTRUCCION. PARA EL PROYECTO DENOMINADO "SITIO LIBRIAMIENTO JALPA TB0513" EN PLANTA BAJA CON SUPERFICIE DE CONSTRUCCION 100.00 M2

EN EL PREDIO SE ENCUENTRA UBICADO EN: CALLE NICOLAS BRAVO, BARRIO LA GUADALUPE DEL MUNICIPIO DE JALPA DE MENDEZ, TABASCO.

Es obligatorio que esta LICENCIA esté en obra junto con el Alineamiento y los planos debidamente autorizado por este departamento, no tener materiales en vía pública ya que esto causará infracción de 500 a 2500 días de salario Mínimo vigente o la cancelación de esta licencia o permiso de construcción según los artículos 314, fracc. I - IX de la Ley de Ordenamiento Sustentable del Territorio del Estado de Tabasco, México y el artículo 146 BIS de la Ley de Hacienda Municipal.

AUTORIZA  
"COORDINADOR DE VENTANILLA UNICA DE LA D.O.T.

C. BENJAMIN R. JAIMES SANCHEZ

ESTA LICENCIA DE CONSTRUCCION TIENE VALIDEZ POR UN AÑO A PARTIR DE LA FECHA

C.C.P. El Srio. Del H. Ayuntamiento de JALPA DE MENDEZ

C.C.P. Archivo

ATENTAMENTE



Vo.Bo.

DIRECTOR DE OBRAS PÚBLICAS,  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y  
SERVICIOS MUNICIPALES"

ING. SERGIO ALBERTO HERNANDEZ PORTILLA

El Dir. Gral. Del Catastro, anexando copia del Plano

C.C.P. El Dir. De Obras Publicas



Gobierno de Unidad con Esperanza para todos!

MUNICIPIO DE JALPA DE MENDEZ

R.F.C. MJM7401023F9

PLAZA HIDALGO No. 1

CENTRO

JALPA DE MENDEZ JALPA DE MENDEZ

TABASCO MEXICO

C.P. 86200

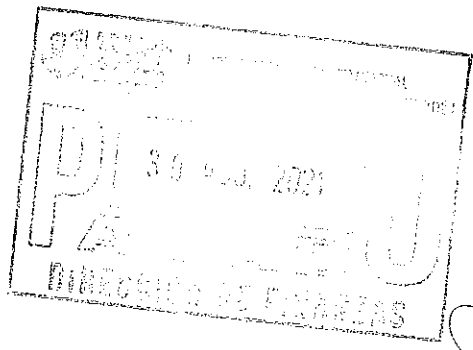
DIRECCION DE FINANZAS

<b>FOLIO FISCAL</b>	10584bb5-79e2-4ef9-a85f-bdb6e116b09a
<b>NO. DE SERIE DEL CERTIFICADO DEL SAT</b>	00001000000507247013
<b>NO. DE SERIE DEL CERTIFICADO DEL EMISOR</b>	00001000000410176721
<b>FECHA Y HORA DE CERTIFICACION</b>	2021-08-30T14:09:22
<b>FECHA Y HORA DE EMISION</b>	2021-08-30T14:09:14
<b>SERIE Y FOLIO</b>	U21 15717

<b>DATOS FISCALES</b>
R.F.C.FOC200601261
FIDEICOMISO OPSIMEX 4594 PASEO DE LAS PALMAS No. 781 LOMAS DE CHAPULTEPEC 111 SECCION MIGUEL HIDALGO, MEXICO, MEXICO C.P. 11000

<b>METODO DE PAGO:</b> PUE-PAGO EN UNA SOLA EXHIBICION	<b>FORMA DE PAGO:</b> 03-TRANSFERENCIA	<b>REGIMEN FISCAL:</b> 603-PERSONAS MORALES CON FINES NO LUCRATIVOS	<b>MONEDA:</b> MXN
--	--	---	--------------------

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1	Unidad de servicio	CERTIFICACION DE ALINEAMIENTO Y NO. OFICIAL 2021	1,000.00	1,000.00
1	Unidad de servicio	POR LICENCIA DE CONSTRUCCION 2021	20,000.00	20,000.00
1	Unidad de servicio	APROBACION DE PLANOS DE CONSTRUCCION 2021	20,000.00	20,000.00
1	Unidad de servicio	PERMISO DE CONSTRUCCION DE BARDA, RELLENOS Y/O EXCAVACIONES X ML 2021	360.00	360.00
1	Unidad de servicio	POR EL USO DE SUELO (CONSTANCIAS DE FACTIBILIDAD DE USO DE SUELO) 2021	445.00	445.00
<p>PAGO POR ALINEAMIENTO Y No. OFICIAL, LICENCIA DE CONSTRUCCION, APROBACION DE PLANO, MUROS BARDAS Y USO DE SUELO EN LA CALLE NICOLAS BARVO S/N BARRIO LA GUADALUPE, JALPA DE MENDEZ, TAB. DIRECCION DE OBRAS, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y SERV. MPLES.</p>				



<b>SUBTOTAL</b>	41,805.00
<b>IVA(16%)</b>	0.00
<b>TOTAL</b>	41,805.00

IMPORTE EN LETRAS: CUARENTA Y UN MIL OCHOCIENTOS CINCO PESOS 00/100 M.N.

**SELLO DIGITAL EMISOR**  
B12HYM1HKY1TVYkhN8vaPhvwdUj8r/sOkV5Wty3qBhege25LeyeP5GuDNkULsXFabJ08AcfJhUxwymh6lzGzYO5xG9cjV2YIGbAr1czDIWhOJWYE7Y0PLINb8Q83V2B/4+DCM6a70i9IWu1ZIYDALayn34Am7B2zGKEIJQ+LrQONMQqpyLdaMU7OImCKpr7ot7F9M9hc0zKlvXtd34RlpBuAgau7/GPhH Bpu7UzddCrJpvdXp7GbMYAzKcP2QEhpl3BzVGhkE80mneN8PjShg129vpZuiVXjssvwu69S/AFqtijus9WwHCxZhCLWixLioJgMi+df2ysGyF3Dh2Gg=

**SELLO DIGITAL DEL SAT**  
saAtnK1TqCZ+8DvYDiQrSG0c9Z7IeHyo2ilrbcY1guvL57ylxBfpYJ5VgG7km1B8aQAibvYjCWJMKBFAPaguGPmymhd/MROXaJsTry+e5cQPixUAmm t5J7i0VCHqJgQJ+M8nabKICPqrxU0YovLN8un9vZ7/AhTcQhAsJwu8qdv9gJ5uUTTFDiZo6KAAHyrZU6DqJNZEdUwaSoA6Ckmm1K4hhZ1hgsYQ2 NdkhVl+D/N5ew50mYNY1Nbn2xzOXu5HtoiTLRN720n/DyGW5RjDHIMxnp4tMh5e6wC7zCbjsCPg6HyKQrSsw2X3NnqelbelT9knv2TbmIMRrpzLw=

**CADENA ORIGINAL DEL COMPLEMENTO DE CERTIFICACION DEL SAT**  
j1.1|10584bb5-79e2-4ef9-a85f-bdb6e116b09a|2021-08-30T14:09:22|CAD100607RY8|B12hYm1HkY1TVYkhN8vaPhvwdUj8r/sOkV5Wty3qBhege25LeyeP5GuDNkULsXFabJ08AcfJhUxwymh6lzGzYO5xG9cjV2YIGbAr1czDIWhOJWYE7Y0PLINb8Q83V2B/4+DCM6a70i9IWu1ZIYDALayn34Am7B2zGKEIJQ+LrQONMQqpyLdaMU7OImCKpr7ot7F9M9hc0zKlvXtd34RlpBuAgau7/GPhH Bpu7UzddCrJpvdXp7GbMYAzKcP2QEhpl3BzVGhkE80mneN8PjShg129vpZuiVXjssvwu69S/AFqtijus9WwHCxZhCL





**II. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL DE JALPA DE MENDEZ.**  
**TABASCO PERIODO 2018-2021**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y SERVICIOS**  
**MUNICIPALES**

**PERMISO DE CONSTRUCCION BARDA, RELLENO Y/O EXCAVACIONES**

JALPA DE MENDEZ, TABASCO A 31 DE AGOSTO DE 2021  
FOLIO: VU/548/2021

**DATOS: FIDEICOMISO OPSIMEX 4594**

INSCRIPCIÓN:

FOLIO:

VOLUMEN:

CONTRATO DE AGUA POTABLE: SI

DRENAJE: SI

ALINEAMIENTO : SI

AFECTACIÓN: NO

REG. DE PLANO No.: ST-06 REV. 01

UBICADO: PASEO DE LAS PALMAS, No. 781,  
LOMAS DE CHAPULTEPEC, 111 SECCION  
MIGUEL HIDALGO, MEXICO TEL.:  
5551250236

PRESENTE:

Esta Dirección de obras Públicas municipales y según recibo expedido por la tesorería Municipal de JALPA DE MENDEZ le concede: PERMISO DE CONTRUCCION RELLENO Y/O EXCAVACIONES EN EL PREDIO UBICADO EN CALLE NICOLAS BRAVO, BARRIO LA GUADALUPE DE JALPA DE MENDEZ CON UN VOLUMEN DE 40.00 M2

" SITIO LIBRAMIENTO JALPA TB0513" UBICADO EN LA CALLE NICOLAS BRAVO S/N BARRIO LA GUADALUPE CP. 86200 JALPA DE MENDEZ, TAB.

Es obligatorio que esta LINCENCIA DE este en obra junto con el Alineamiento y los planos debidamente autorizado por este departamento, no tener materiales en vía pública ya que esto causará infracción de 500 a 2500 días de salario Mínimo vigente o la cancelación de esta licencia o permiso de construcción según los artículos 314, fracc. I - IX de la Ley de Ordenamiento Sustentable del Territorio del Estado de Tabasco, México y el artículo 146-BIS de la Ley de Hacienda Municipal.

AUTORIZA  
"COORDINADOR DE VENTANILLA UNICA DE LA DOOTMS"

C. BENJAMIN R. JAIMES SANCHEZ

ESTE PERMISO DE CONSTRUCCIÓN TIENE VALIDEZ POR 6 MESES A PARTIR DE LA FECHA

C.C.P. El Srío. Del H. ayuntamiento de JALPA DE MENDEZ

ATENTAMENTE



Vo.Bo

"DIRECTOR DE OBRAS PÚBLICAS,  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y SERVICIOS  
MUNICIPALES"

ING. SERGIO ALBERTO HERNADEZ PORTILLA

C.C.P. El Dir. Gral. Del Catastro, anexando copia del Plano



H. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL DE JALPA DE MENDEZ  
PERIODO 2018-2021  
DIRECCIÓN DE OBRAS, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y SERVICIOS MUNICIPALES

**FACTIBILIDAD DE USO DE SUELO**

COPIA DE LA ESCRITURA DE LA PROPIEDAD      REQUISITOS      COPIA DEL PLANO DEL PREDIO CON LOCALIZACIÓN  
COPIA DE BOLETA PREDIAL RECIENTE      COPIA DEL IFE DEL PROPIETARIO  
COPIA DEL FORMATO DE ALINEAMIENTO

H. AYUNTAMIENTO DE JALPA DE MENDEZ, TABASCO, LA DIRECCIÓN DE OBRAS ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y SERVICIOS MUNICIPALES LE AUTORIZA LA FACTIBILIDAD DE USO DE SUELO (COMERCIAL) DEBIENDO RESPETAR EL NIVEL DE COTA MAXIMA EXTRAORDINARIA (NAME).

FECHA : 31 DE AGOSTO DEL 2018  
AUTORIZO: \_\_\_\_\_  
ING. SERGIO ALBERTO HERNANDEZ PORTILLA,  
DIRECCIÓN DE OBRAS PUBLICAS

SERNAPAM  
FECHA : \_\_\_\_\_ VO.BO.: \_\_\_\_\_  
DIRECCIÓN DE ECOLOGIA

C.E.A.S.  
FECHA : \_\_\_\_\_ VO.BO.: \_\_\_\_\_  
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Y MANTO

C.F.E.  
FECHA : \_\_\_\_\_ VO.BO.: \_\_\_\_\_  
DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN

CONAGUA  
FECHA : \_\_\_\_\_ VO.BO.: \_\_\_\_\_  
GERENTE ESTATAL



**JALPA**  
de Méndez

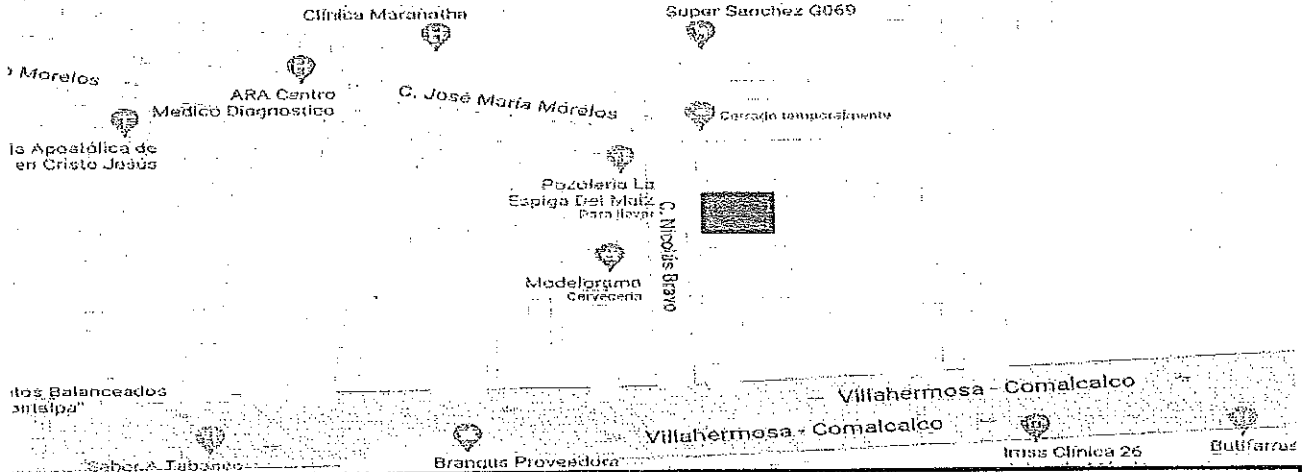
EL AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL  
2018 - 2021

(Gobierno de unidad con esperanza para todos)

H. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL DE JALPA DE MENDEZ  
PERIODO 2018-2021  
DIRECCIÓN DE OBRAS, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y SERVICIOS MUNICIPALES

**ALINEAMIENTO Y NÚMERO OFICIAL**

**CROQUIS**



**DATOS DEL TOPOGRAFO**

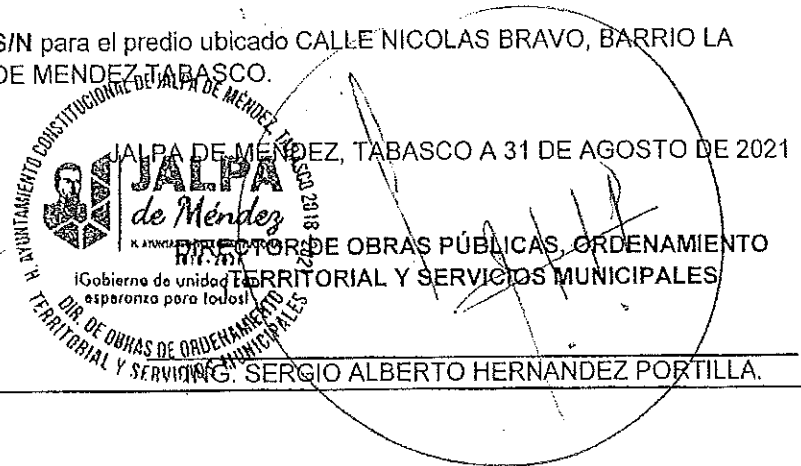
REGIÓN:	<u>CHONTALPA</u>	MANZ.	LOTE:	CALLE:	<u>CALLE NICOLAS BRAVO, BARRIO LA GUADALUPE DEL MUNICIPIO DE JALPA DE MENDEZ TAB.</u>
ESTADO DEL PREDIO:	<u>CONSTRUCCION</u>	COLINDA EL PREDIO:	<u>CALLE NICOLAS BRAVO</u>		
CLASE DE CONSTRUCCIÓN:	<u>COMERCIAL</u> habitación, barda, fabrica, taller	ZONA:	<u>URBANO</u> Residencial, Ind. Corn. Típica, Arqueológica		
<u>SIN AFECTACIÓN ALGUNA</u>					
<u>NOTA: SE DEBERA RESPETAR LOS ALINEAMIENTOS Y RESTRICCIONES QUE ESPECIFICA EL PROYECTO ORIGINAL ESTO DE ACUERDO AL PARAMENTO DE LA BANQUETA O CONSTRUCCIONES EXISTENTES</u>					

DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS MUNICIPALES

Esta Oficina ha señalado el número oficial **S/N** para el predio ubicado CALLE NICOLAS BRAVO, BARRIO LA GUADALUPE DEL MUNICIPIO DE JALPA DE MENDEZ TABASCO.

DEPTO. DE VENTANILLA UNICA.

C. BENJAMIN R. JAIMES SANCHEZ



DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y SERVICIOS MUNICIPALES

SERGIO ALBERTO HERNANDEZ PORTILLA.



## H. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL JALPA DE MÉNDEZ, TABASCO

Jalpa de Méndez, Tabasco a 12 de agosto de 2021  
ASUNTO: COTIZACION

PRESENTE:  
OPERADORA DE SITES MEXICANOS  
S.A. DE C.V.

COTIZACION:

CONSTRUCCION DEL SITIO DENOMINADO: "SITIO LIBRAMIENTO JALPA TB0513"  
UBICADO EN LA CALLE NICOLAS BRAVO S/N BARRIO LA GUADALUPE CP. 86200 JALPA  
DE MENDEZ, TABASCO.

CONCEPTO	VOLUMEN DE OBRA	COSTOS
LICENCIA DE CONSTRUCCION	100.00 M2	\$ 20,000.00
APROBACION DE PLANOS	100.00 M2	\$ 20,000.00
MUROS O BARDAS	40.00 M2	\$ 360.00
ALINEAMIENTO	73.17 M	\$ 500.00
No OFICIAL		\$ 500.00
FACTIBILIDAD DE SUELO	100,00 M2	\$ 445.00
		\$ 41,805.00

Estos costos estan avalados bajo los articulos 128, 131 y 146 de la ley de hacienda de los municipios del estado de tabasco

SIN MAS POR EL MOMENTO LE ENVIÓ UN CORDIAL SALUDO

ATENTAMENTE

C. BENJAMÍN RODOLFO JAIMES SANCHEZ  
COORDINADOR DE VENTANILLA ÚNICA  
OBRAS PÚBLICAS MUNICIPALES

DIRECCIÓN DE OBRAS, ORDENAMIENTO TERRITORIAL  
Y SERVICIOS MUNICIPALES



**JALPA**  
*de Méndez*  
H. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL  
2018 - 2021

Gobierno de unidad con esperanza para todos!

## H. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL JALPA DE MÉNDEZ, TABASCO

Jalpa de Méndez, Tabasco a 12 de agosto de 2021  
ASUNTO: COTIZACION.

**PRESENTE:**  
OPERADORA DE SITES MEXICANOS  
S.A. DE C.V.

### COTIZACION:

CONSTRUCCION DEL SITIO DENOMINADO: "SITIO LIBRAMIENTO JALPA TB0513"  
UBICADO EN LA CALLE NICOLAS BRAVO S/N BARRIO LA GUADALUPE CP. 86200 JALPA  
DE MENDEZ, TABASCO.

CONCEPTO	VOLUMEN DE OBRA	COSTOS
LICENCIA DE CONSTRUCCION	100.00 M2	\$ 20,000.00
APROBACION DE PLANOS	100.00 M2	\$ 20,000.00
MUROS O BARDAS	40.00 M2	\$ 360.00
ALINEAMIENTO	73.17 M	\$ 500.00
No. OFICIAL		\$ 500.00
FACTIBILIDAD DE SUELO	100,00 M2	\$ 445.00
		<b>\$ 41,805.00</b>

Estos costos están avalados bajo los artículos 128, 131 y 146 de la Ley de hacienda de los municipios del estado de tabasco.

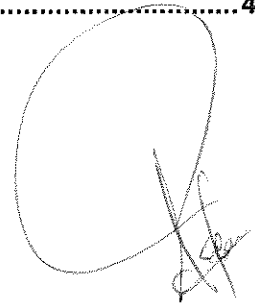
SIN MAS POR EL MOMENTO LE ENVIÓ UN CORDIAL SALUDO.

ATENTAMENTE

C. BENJAMIN RODOLFO JAIMES SANCHEZ  
COORDINADOR DE VENTANILLA ÚNICA  
OBRAS PÚBLICAS MUNICIPALES

## ÍNDICE

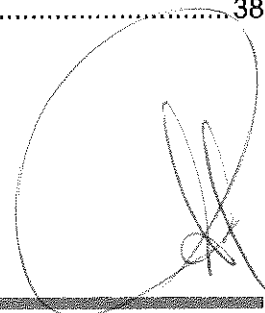
<b>1.</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>EXPLORACIÓN GEOTÉCNICAY ENSAYES DE LABORATORIO .....</b>	<b>8</b>
	3.1 Reconocimiento superficial .....	8
	3.2 Trabajos de campo .....	8
	3.3 Trabajos de laboratorio .....	9
<b>4.</b>	<b>CONDICIONES GEOGRÁFICAS DE LA ZONA .....</b>	<b>14</b>
	4.1 Geología .....	14
	4.2 Hidrograffa .....	15
	4.3 Clima .....	15
	4.4 Sismicidad .....	16
<b>5.</b>	<b>CONDICIONES ESTRATIGRÁFICAS .....</b>	<b>18</b>
	5.1 Descripción de cada estrato del suelo .....	18
	5.2 Nivel de aguas freáticas.....	19
	5.3 Informe de toma de muestra .....	19
	5.4 Perfil estratigráfico .....	20
<b>6.</b>	<b>ANÁLISIS DE CIMENTACIONES.....</b>	<b>21</b>
	6.1 Corrección del número de golpes .....	21
	6.2 Correlaciones empíricas al número de golpes .....	23
	6.3 Capacidad de carga.....	28
	6.3.1 Capacidad de carga de losas de cimentación.....	32
	6.3.2 Capacidad de carga para FAST SITE.....	33
	6.4 Asentamientos .....	34
	6.5 Módulo de reacción vertical .....	34
<b>7.</b>	<b>MUROS DE CONTENCIÓN .....</b>	<b>36</b>
	7.1 Empuje de tierras sobre muros de contención .....	36
	7.2 Capacidad de carga de muro de contención.....	38
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>9.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>43</b>





## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Campaña de exploración efectuada .....	8
Tabla 2. Espectro de diseño .....	17
Tabla 3. Parámetros para corregir N de campo .....	21
Tabla 4. Determinación de $N_{60}$ .....	22
Tabla 5. Determinación de $(N_1)_{60}$ .....	22
Tabla 6. Densidad relativa de arenas (Terzaghi y Peck, 1967) .....	23
Tabla 7. Relación de la consistencia de la arcilla (Terzaghi y Peck, 1967).....	24
Tabla 8. Interpolación para obtener el valor de la cohesión del Estrato 1.....	24
Tabla 9. Interpolación para obtener el valor de la cohesión del Estrato 2.....	24
Tabla 10. Interpolación para obtener el valor de la cohesión del Estrato 3.....	25
Tabla 11. Modelo geomecánico para análisis de cimentaciones .....	27
Tabla 12. Criterios de falla en suelos cohesivos .....	29
Tabla 13. Factores de capacidad de carga de Terzaghi.....	30
Tabla 14. Capacidad de carga para losas de cimentación .....	32
Tabla 15. Capacidad de carga para FAST SITE .....	33
Tabla 16. Asentamientos de losas de cimentación.....	35
Tabla 17. Presiones sobre muros de contención.....	37
Tabla 18. Capacidad de carga para zapatas corridas .....	38



## 1. RESUMEN EJECUTIVO

Con el objetivo de ampliar su cobertura telefónica, se planea la construcción del sitio "TB0513 LIBRAMIENTO JALPA", el cual se encuentra ubicado en **NICOLAS BRAVO S/N, BARRIO LA GUADALUPE, COL. CENTRO, C.P. 86200, MUNICIPIO DE JALPA DE MÉNDEZ, ESTADO DE TABASCO**; para el desarrollo del proyecto ejecutivo es indispensable la realización de ingeniería básica como lo es el estudio de mecánica de suelos, para lo cual **INTEGRA SOLUCIONES EN CIMENTACIONES** realiza dicho estudio, para determinar la factibilidad física y mecánica del suelo que conforma el predio donde se ubica el sitio celular.

El objetivo primordial, así como los alcances del presente estudio es proporcionar valores de capacidad de carga, asentamientos a corto y largo plazo, módulos de reacción, procedimiento constructivo de la cimentación y recomendaciones desde el punto de vista geotécnico.

### **Condiciones sísmicas del sitio:**

De acuerdo con la regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad publicada en 1993, las centrales telefónicas se clasifican como del **Grupo A**; el sitio en estudio se encuentra ubicado en la **Zona Sísmica B** y de acuerdo con los parámetros de resistencia obtenidos en la prueba de penetración estándar el terreno se puede clasificar como **Tipo II**; para lo cual se recomienda emplear un coeficiente sísmico de 0.45 g.

### **Estratigrafía del sitio:**

De acuerdo con los resultados de campo, es posible establecer la estratigrafía del sitio de una manera general como sigue:

#### **PROFUNDIDAD (m)**

#### **DESCRIPCIÓN DEL DEPÓSITO**

0.00 – 0.60

Arena arcillosa café con raíces, su contenido de agua es de 27.48%, de acuerdo con el análisis granulométrico se compone de Grava = 6.42%, Arena = 66.30% y Finos = 27.28%; los límites de consistencia indican que la parte fina se trata de una arcilla de baja plasticidad y de acuerdo con el SUCS el

estrato se clasifica como SC. La resistencia a la penetración estándar en campo es de 14 golpes (compacidad media).

0.60 – 3.60 Arcilla arenosa café, su contenido de agua varia de 26.47 a 39.59%, de acuerdo con el análisis granulométrico se compone de Grava = 6.68%, Arena = 35.73% y Finos = 57.59%; los límites de consistencia indican que la parte fina se trata de una arcilla de baja plasticidad y de acuerdo con el SUCS el estrato se clasifica como CL. La resistencia a la penetración estándar en campo es de 10 a 22 golpes (consistencia firme a muy firme).

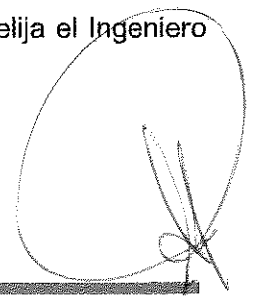
3.60 – 10.20 Arena arcillosa café rojizo y café, su contenido de agua varia de 32.14 a 46.73%, de acuerdo con el análisis granulométrico se compone de Grava = 7.27%, Arena = 54.01% y Finos = 37.81%; los límites de consistencia indican que la parte fina se trata de una arcilla de baja plasticidad y de acuerdo con el SUCS el estrato se clasifica como SC. La resistencia a la penetración estándar en campo es de 16 a 36 golpes (compacidad media a compacta).

**SE DETECTÓ EL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS A 2.20 m DE PROFUNDIDAD EN LA EPOCA EN QUE SE REALIZÓ LA EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA.**

**Solución de cimentación:**

De acuerdo con las condiciones estratigráficas, características del proyecto y descargas de la estructura en proyecto, se recomienda que la cimentación sea resuelta por **una losa de cimentación** de forma cuadrada, desplantada a 2.50 m como mínimo y del ancho que elija el Ingeniero Estructuralista.

En el caso de que algunas estructuras se puedan apoyar sobre **zapatas corridas**, se recomienda que este tipo de cimentación sea desplantada como mínimo a 1.50 m y del ancho que elija el Ingeniero Estructuralista en función de las cargas pro transmitir al subsuelo.



**Recomendaciones de excavación:**

La excavación se podrá realizar por medios manuales y/o equipo mecánico hasta la profundidad de desplante. La superficie de desplante debe estar libre de cuerpos extraños, basura, material suelto, materia orgánica y rellenos no controlados.

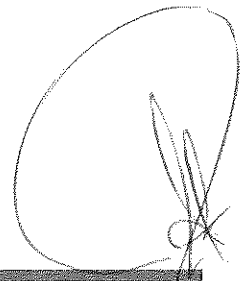
**CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL PARA SU EXCAVACIÓN ES TIPO II, SUELO DURO:  
EXCAVACIÓN MANUAL CON PICO Y PALA Y/O RETROEXCAVADORA.**

Los taludes por emplear en la excavación se recomiendan sean  $\frac{1}{2}:1$  (horizontal : vertical) hasta la máxima profundidad de desplante, los últimos 20 cm serán excavados manualmente para evitar en lo posible el remoideo de la superficie de desplante y alterar las propiedades del suelo.

**Debido a la presencia del NAF detectado a 2.20 m de profundidad, se deberá emplear un bombeo de achique para poder realizar la excavación, dicho bombeo deberá estar en operación todo el tiempo hasta la construcción de la cimentación.**

Así mismo, por las condiciones hidráulicas de la zona, es recomendable colocar bajo el desplante, en un espesor de 30 cm una capa de grava de  $\frac{3}{4}$  que servirá como capa rompedora de capilaridad.

Si durante la realización de la obra se presentan condiciones diferentes a las analizadas en el presente informe, se deberá comunicar de forma inmediata para llevar a cabo una inspección y proceder a revisar las condiciones y efectuar las adecuaciones y/o modificaciones correspondientes.



## 2. ANTECEDENTES

Con el objetivo de ampliar su cobertura telefónica, se planea la construcción del “**SITIO TB0513 LIBRAMIENTO JALPA**”, para el desarrollo del proyecto ejecutivo es indispensable la realización de ingeniería básica como lo es el estudio de mecánica de suelos, para lo cual INTEGRA SOLUCIONES EN CIMENTACIONES realiza dicho estudio, para determinar la factibilidad física y mecánica del suelo que conforma el predio donde se ubica el sitio celular.

**ID:** TB0513  
**NOMBRE DEL SITIO:** LIBRAMIENTO JALPA  
**UBICACIÓN:** NICOLAS BRAVO S/N, BARRIO LA GUADALUPE, COL. CENTRO, C.P. 86200, MUNICIPIO DE JALPA DE MÉNDEZ, ESTADO DE TABASCO.  
**COORDENADAS:** 18° 10' 36.50" N 93° 3' 26.12" O



Fuente: Google Earth

### 3. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y ENSAYES DE LABORATORIO

#### 3.1 Reconocimiento superficial

Personal técnico de **Integra Soluciones en Cimentaciones** a cargo de un especialista en Mecánica de Suelos, realizó un recorrido por el sitio de proyecto, con el objeto de interpretar la geología superficial y la fisiografía de la zona; de esta manera se obtuvo información geotécnica que permitió definir la estrategia de ejecución de sondeos y estudios complementarios de acuerdo con los alcances establecidos.

#### 3.2 Trabajos de campo

Con el fin de revisar las condiciones del subsuelo bajo el área que ocuparán las estructuras, se llevó a cabo 1 (uno) sondeo profundo de penetración estándar, para lo cual se empleó un tripié.

A lo largo del sondeo, se empleó el método de penetración estándar para la obtención de muestras representativas del sitio, así como llevar a cabo las correlaciones en suelos granulares finos, para obtener los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante. Para el empleo del método de penetración estándar, se siguieron las especificaciones indicadas en la Norma ASTM D1586, la cual consiste en dejar caer libremente desde una altura de 75 cm un martinete con 64 kg de peso sobre un yunque acoplado a una sarta de tubería de perforación y en cuyo extremo inferior se encuentra el penetrómetro. De esta manera se puede estimar la resistencia al esfuerzo cortante del suelo mediante el número de golpes necesarios para hincar los 30 cm intermedios del penetrómetro.

**Tabla 1. Campaña de exploración efectuada**

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)
SPT – 1	10.20

La ubicación del sondeo dentro del sitio se puede apreciar en la **Figura 1 del Anexo I**.

### 3.3 Trabajos de laboratorio

Se llevó a cabo un programa de ensayos de laboratorio con el fin de determinar las propiedades indicativas en las muestras de los suelos recuperados en la exploración, que tienen como objeto clasificar los suelos de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y poder estimar su posible comportamiento. Los ensayos que se programaron son los siguientes:

- a) Contenido natural de agua (ASTM-D2486)
- b) Clasificación visual y al tacto (ASTM-D2487)
- c) Análisis granulométrico (ASTM-D421)
- d) Límites de consistencia líquido y plástico (ASTM-D4318)
- e) Densidad de sólidos (ASTM-D854)

Para el desarrollo de los ensayos mencionados en el párrafo anterior, también se siguieron los lineamientos establecidos en la Norma NMX-C-416-ONNCE-2003. Industria de la Construcción – Muestreo de Estructuras Téreas y Métodos de Prueba.

En el Anexo II se pueden apreciar los resultados de los ensayos de laboratorio realizados.

#### a) Contenido de agua

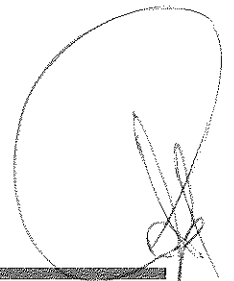
El contenido de agua es la relación que existe entre la cantidad de agua en peso que posee una muestra de suelo con respecto al peso de las partículas sólidas del mismo, normalmente es expresado en porcentaje.

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

En donde:

$\omega(\%)$  Contenido de agua, %

$W_w$  Peso del agua, g



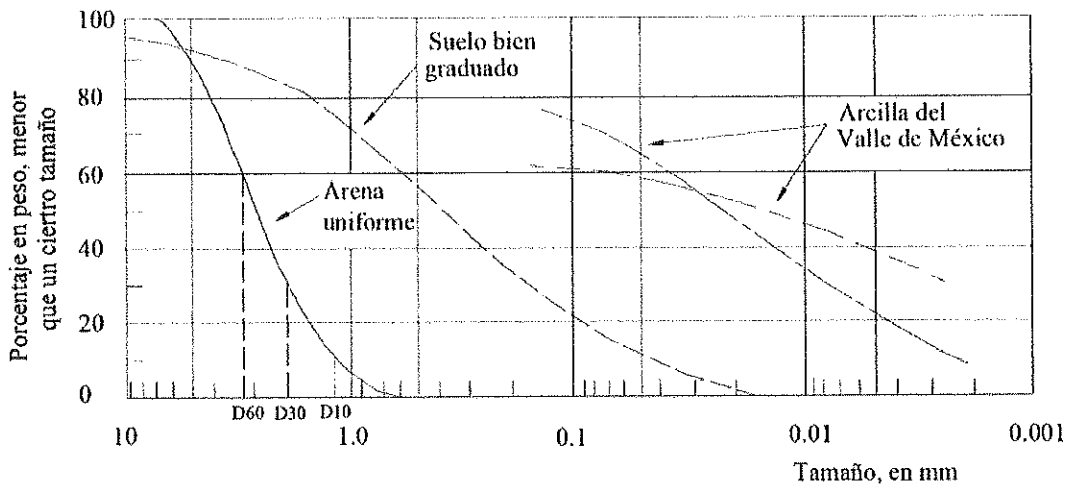
$W_s$  Peso de los sólidos, g

Para poder hacer una determinación más confiable del contenido de agua de un suelo, se recomienda emplear las siguientes cantidades de suelo:

**b) Análisis granulométrico**

La distribución granulométrica de un suelo es la distribución cuantitativa del tamaño de las partículas que lo forman. Ésta determinación se hace por cribado a través de mallas para las partículas mayores de 0.074 mm y por sedimentación, usando el hidrómetro, para las partículas menores.

La granulometría de un suelo se puede realizar mediante dos formas: vía seca y vía húmeda. La vía seca generalmente se realiza en gravas y la vía húmeda se realiza en arenas o gravas con alto contenido de finos.



**Curvas granulométricas de distintos tipos de suelo**

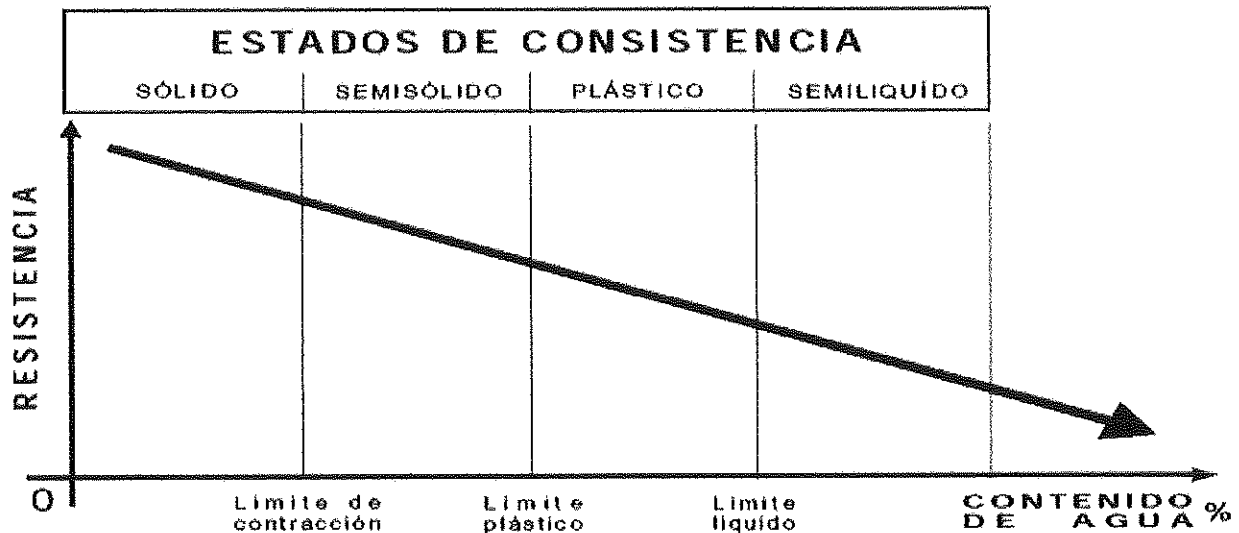
De las curvas granulométricas se puede determinar el porcentaje de grava, arena y finos que presenta el suelo, así como los coeficientes de uniformidad ( $C_u$ ) y curvatura ( $C_c$ ) que son empleados para clasificar el suelo mediante el SUCS.



**c) Límites de consistencia**

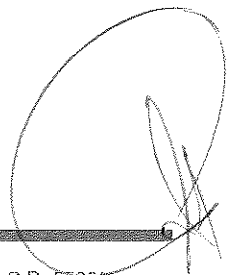
Los límites de consistencia también se conocen como límites de plasticidad; un suelo es susceptible a ser plástico de acuerdo al contenido de agua que presente.

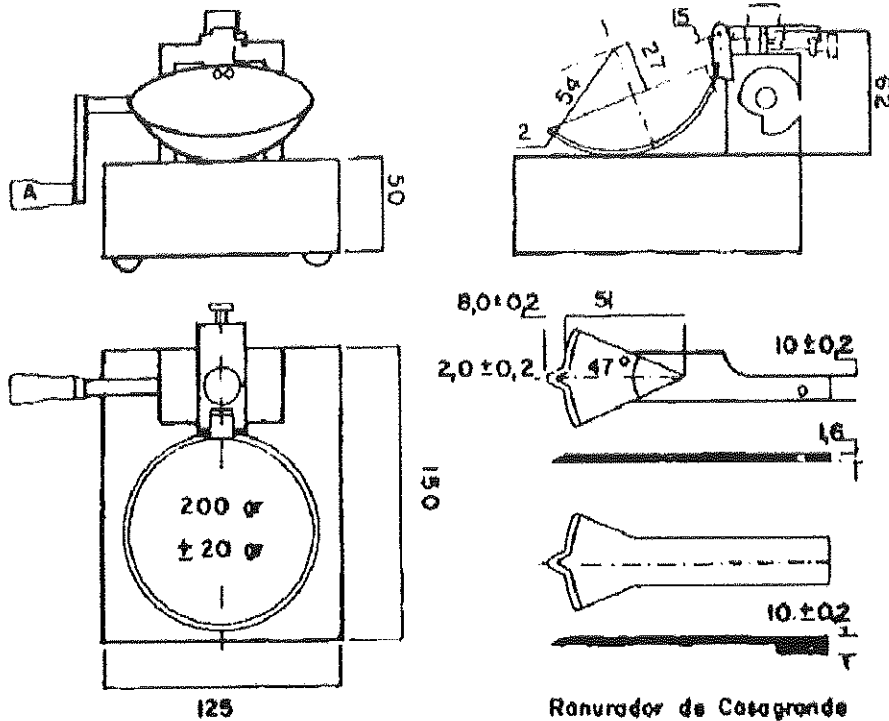
Atterberg en forma experimental propuso 4 estados por los que pueden pasar los suelos al disminuyendo su contenido de agua, definiendo 3 fronteras a las que llamó límites de consistencia, dichos límites son conocidos como límite líquido (LL), límite plástico (LP) y límite de contracción (LC).



**Contenido de agua vs resistencia (Estados de consistencia)**

**Límite líquido**, es el contenido de agua de un suelo para el cual este tiene una resistencia al esfuerzo cortante de 25 g/cm<sup>2</sup>. Además es el contenido de agua con el cual un suelo se cierra en la Copa de Casagrande a los 25 golpes una longitud de 1/2" una ranura previamente realizada. Para la determinación del límite líquido se puede emplear la Copa de Casagrande o el Cono de Caída Libre:





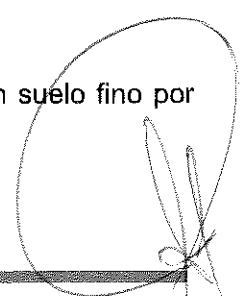
Acotaciones en mm

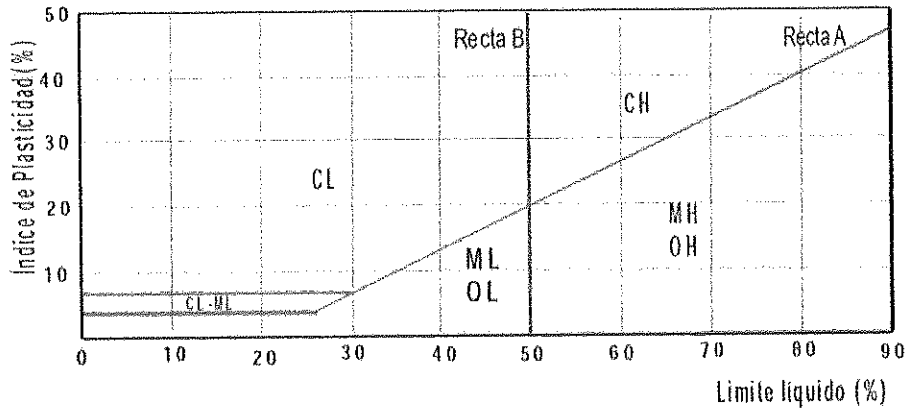
**Límite plástico**, es el contenido de agua según el cual el suelo comienza a perder sus propiedades de plasticidad para pasar a un estado semisólido. Es el contenido de agua en el cual un rollito de suelo de 3.2 mm de diámetro se agrieta y desmorona.



La diferencia del Límite Líquido y el Límite Plástico se le denomina Índice de Plasticidad (IP) y el cual corresponde al rango en el cual el suelo se comporta plásticamente.

Empleando el límite líquido (LL) y el Índice de Plasticidad (IP) se puede clasificar un suelo fino por medio de la carta de plasticidad.





**d) Densidad de sólidos**

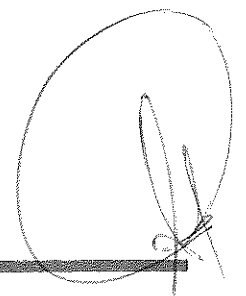
La densidad de sólidos o peso específico relativo se define como la relación entre el peso específico de las partículas del suelo y el peso específico del agua destilada a 4 °C, en la práctica las mediciones se efectúan a temperatura ambiente y se hace la corrección necesaria; la siguiente tabla muestra la cantidad de muestra necesaria en función del tipo de suelo:

El valor de la densidad de sólidos para arenas y suelos cohesivos, empleando un matraz aforado, se obtiene aplicando la siguiente expresión:

$$S_s = \left( \frac{W_s}{W_{vw} + W_s - W_{vws}} \right) (k)$$

En donde:

- $S_s$  Densidad de sólidos
- $W_s$  Peso de los sólidos
- $W_{vw}$  Peso del matraz + agua a la temperatura de prueba
- $W_{vws}$  Peso del matraz + agua + sólidos
- $k$  Coeficiente de corrección por temperatura

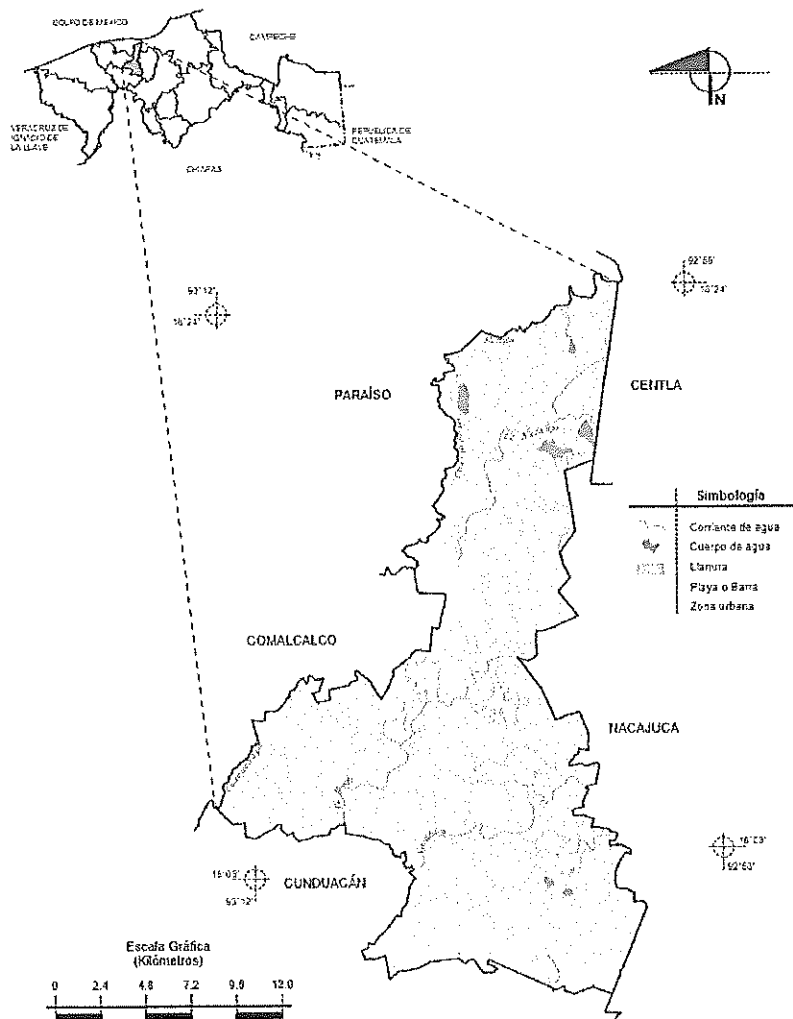


## 4. CONDICIONES GEOGRÁFICAS DE LA ZONA

### 4.1 Geología

#### Geología

Periodo	Cuaternario (99.16%)
Roca	Suelo: Aluvial (56.29%) palustre (35.09%), lacustre (5.56%) y litoral (2.23%)



Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1.  
 INEGI. Información Topográfica Digital Escala 1:250 000 serie II y serie III.  
 INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisigráfica 1:1 000 000, serie I.  
 INEGI-COAHUILA. 2007. Mapa de la Red Hidrográfica Digital de México escala 1:250 000. México.

#### 4.2 Hidrografía

El municipio. recibe las aguas del río Nacajuca, que sirve de límite natural con el municipio de Cunduacán y del río El Naranjo, limítrofe con el municipio de Nacajuca. En el Noroeste el río Cucuchapa es límite con el municipio de Paraíso y el río Chiquistero sirve de límite con el municipio de Centla.

Las lagunas más importantes son: Pomposú, El Estabón, La Negrita, San Agustín, El Provecho, La Tinaja y El Troncón.

##### Hidrografía

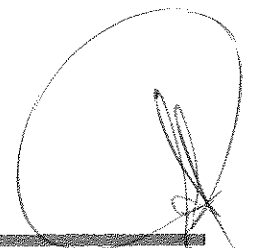
Región hidrológica	Grijaiva - Usumacinta (100%)
Cuenca	R. Grijaiva – Villahermosa (100%) )
Subcuenca	R. Cunduacán (45.05%), R. Carrizal (29.10%), R. Samaria (17.66%) y R. Cucuchapa (8.19%)
Corrientes de agua	Perennes: El Naranjo, Nacajuca, Cucuchapa y Hondo. Intermitentes: El Muste.
Cuerpos de agua	Perenne (0.84%).

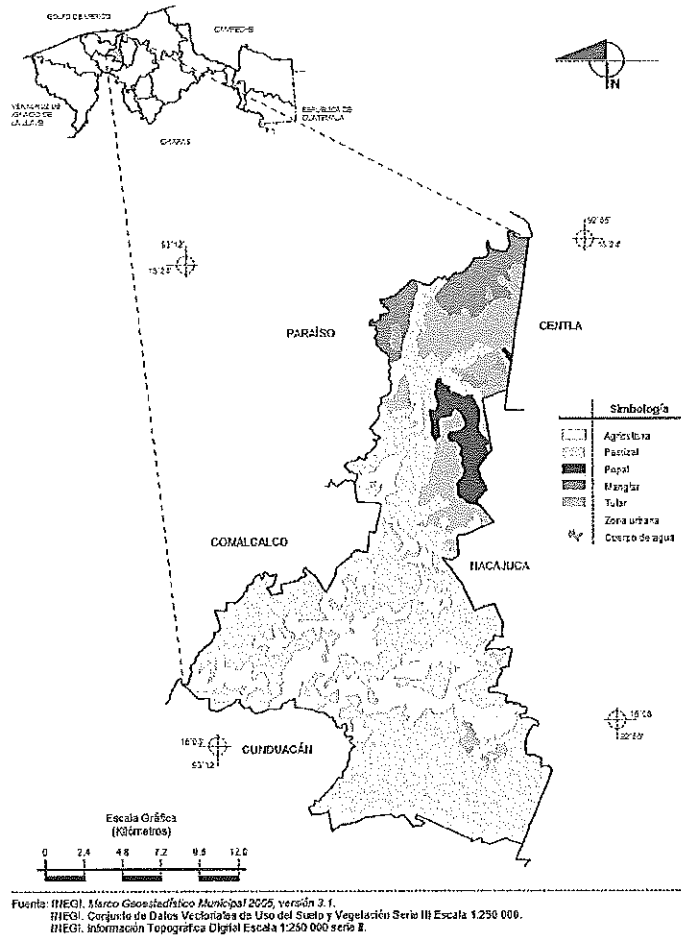
#### 4.3 Clima

El clima es cálido húmedo con cambios térmicos en los meses de noviembre y diciembre; se aprecia una temperatura media anual de 26.42°C , siendo la máxima media mensual en junio de 30.5°C y la min. media mensual en diciembre-enero con 22.5°C.

El régimen de precipitación se caracteriza por un total de caída de agua de 1,692 milímetros con un promedio máxima mensual de 696 mililitros en el mes de octubre y una min. mensual de 20.4 mililitros en el mes de abril.

La humedad relativa promedio anual se estima en 82%, con máxima de 86% en los meses de enero y febrero, la min. de 75% en el mes de mayo.



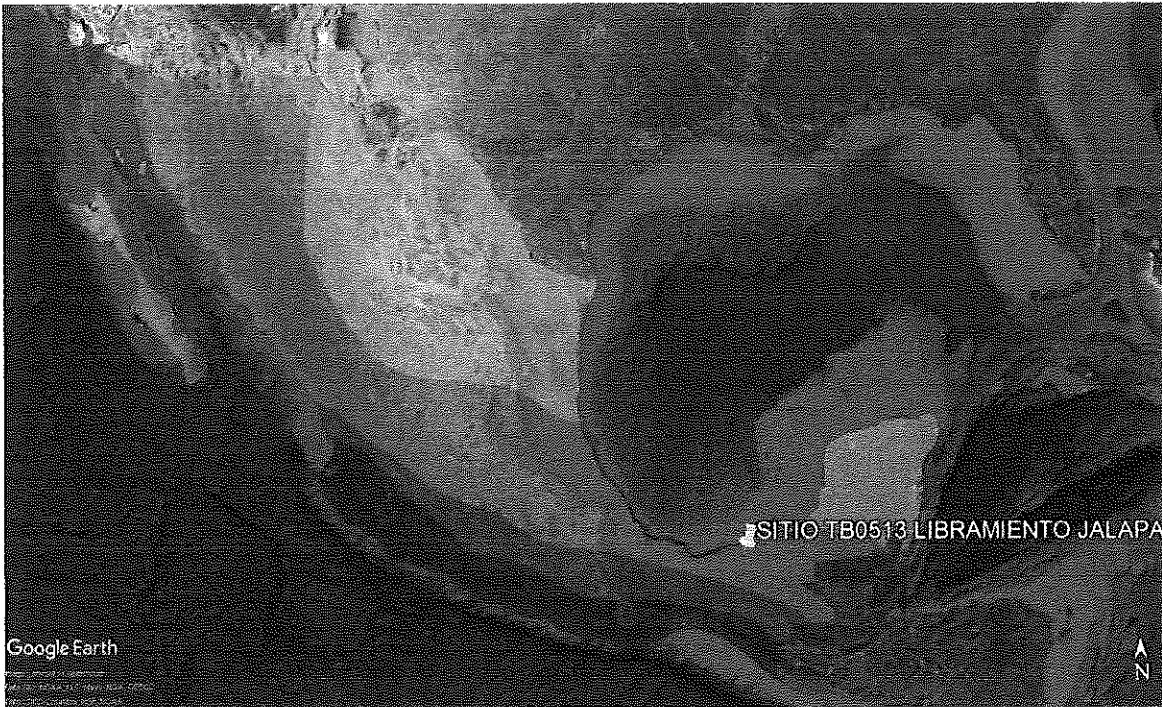


#### 4.4 Sismicidad

Fuente: Manual de Diseño de Obras Civiles 1993 Sección C Estructuras, Tema I Criterios de diseño, Capítulo 3, Diseño Por Sismo, Subcapítulo 3.3 Regionalización Sísmica y Espectros de Diseño, Páginas 26 a 29 de la Comisión Federal de Electricidad.

Con base en la carta de regionalización sísmica de la República Mexicana editada por la Comisión Federal de Electricidad (1993), el sitio en estudio se ubica en la **Zona Sísmica B** y tomando en cuenta la estratigrafía detectada en el sitio, así como los parámetros de resistencia obtenidos, el sitio en estudio se clasifica como **Tipo II**.

Debido a que se proyecta la instalación de un sitio celular, según el Manual de Diseño por Sismo de la Comisión de Electricidad (1993), la construcción según su Destino se clasifica como del **Grupo A**, por lo cual se deberá emplear un coeficiente sísmico de 0.45 g y los siguientes datos para la construcción del espectro de diseño:



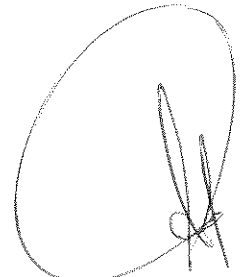
**Tabla 2. Espectro de diseño**

Zona sísmica	Tipo de suelo	$a_o^*$	$c^*$	$T_a$ (s)	$T_b$ (s)	$r$
B	II	0.12	0.45	0.30	1.50	2/3

\* Ordenadas espectrales multiplicadas por 1.5 para tomar en cuenta la importancia de la estructura

En donde:

- $a_o$  Coeficiente de aceleración del terreno
- $c$  Coeficiente sísmico
- $T_a, T_b$  Periodos característicos que delimitan la meseta
- $r$  Exponente que define la parte curva del espectro de diseño

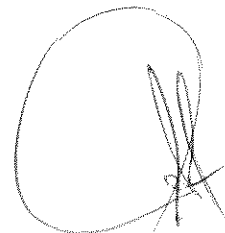


## 5. CONDICIONES ESTRATIGRÁFICAS

### 5.1 Descripción de cada estrato del suelo

#### Estratigrafía del sitio:

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN DEL DEPÓSITO
0.00 – 0.60	Arena arcillosa café con raíces, su contenido de agua es de 27.48%, de acuerdo con el análisis granulométrico se compone de Grava = 6.42%, Arena = 66.30% y Finos = 27.28%; los límites de consistencia indican que la parte fina se trata de una arcilla de baja plasticidad y de acuerdo con el SUCS el estrato se clasifica como SC. La resistencia a la penetración estándar en campo es de 14 golpes (compacidad media).
0.60 – 3.60	Arcilla arenosa café, su contenido de agua varia de 26.47 a 39.59%, de acuerdo con el análisis granulométrico se compone de Grava = 6.68%, Arena = 35.73% y Finos = 57.59%; los límites de consistencia indican que la parte fina se trata de una arcilla de baja plasticidad y de acuerdo con el SUCS el estrato se clasifica como CL. La resistencia a la penetración estándar en campo es de 10 a 22 golpes (consistencia firme a muy firme).
3.60 – 10.20	Arena arcillosa café rojizo y café, su contenido de agua varia de 32.14 a 46.73%, de acuerdo con el análisis granulométrico se compone de Grava = 7.27%, Arena = 54.01% y Finos = 37.81%; los límites de consistencia indican que la parte fina se trata de una arcilla de baja plasticidad y de acuerdo con el SUCS el estrato se clasifica como SC. La resistencia a la penetración estándar en campo es de 16 a 36 golpes (compacidad media a compacta).



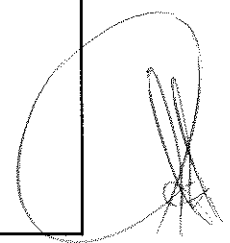


### 5.2 Nivel de aguas freáticas

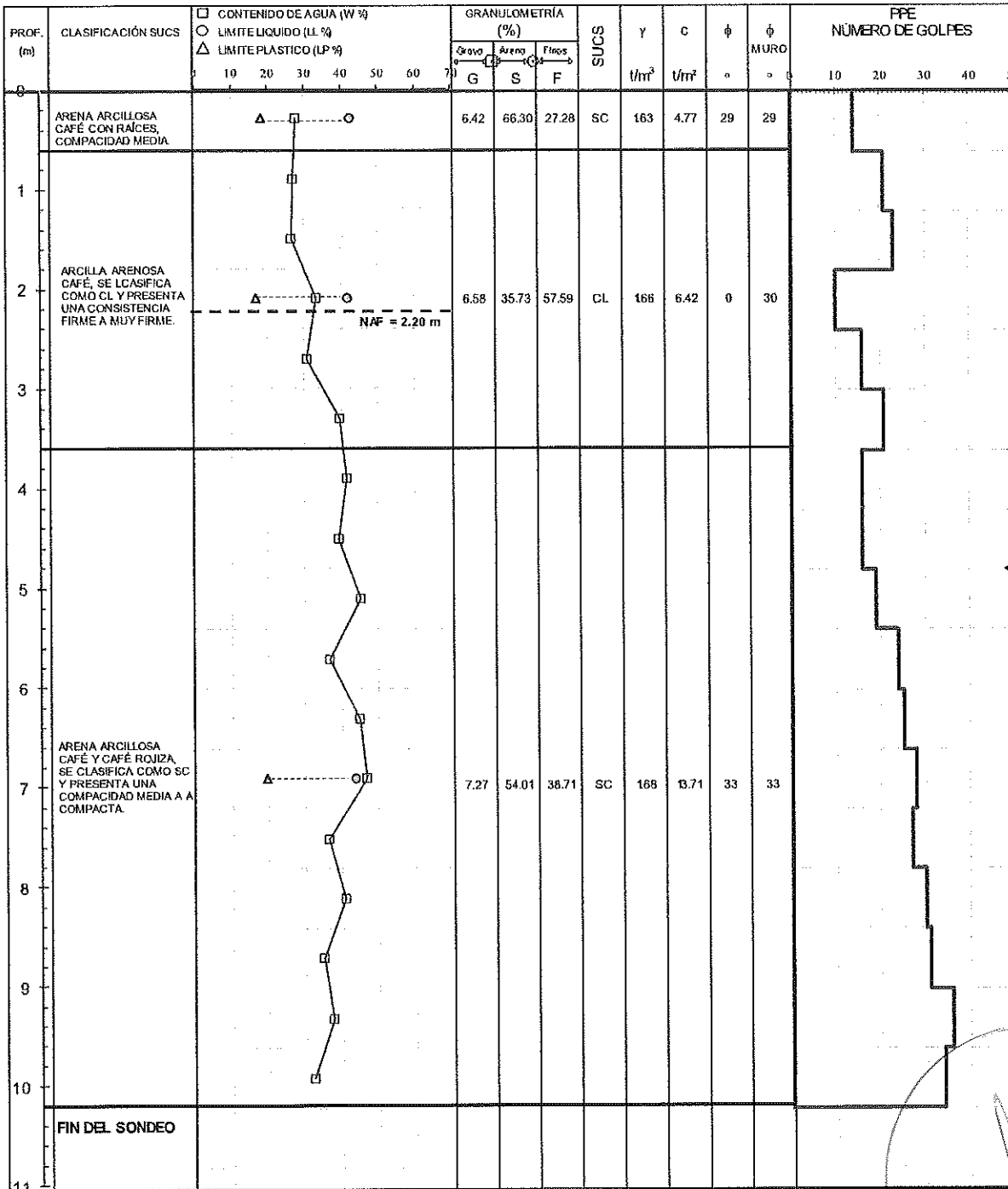
SE DETECTÓ EL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS A 2.20 m DE PROFUNDIDAD EN LA EPOCA EN QUE SE REALIZÓ LA EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA.

### 5.3 Informe de toma de muestra

REPORTE DE TOMA DE MUESTRA Y PERFORACIÓN						
PROYECTO:		SITIO TB0513 LIBRAMIENTO JALPA				
UBICACIÓN:		NICOLAS BRAVO S/N, BARRIO LA GUADALUPE, COL. CENTRO, C.P. 24325, MUNICIPIO DE JALPA DE MÉNDEZ, ESTADO DE TABASCO.				
FECHA:		09 DE AGOSTO DE 2021				
SONDEO No.		SPT - 1		TIPO: PENETRACIÓN ESTÁNDAR		
OPERADOR:		ING. GUILLERMO C.		NAF: 2.20 MTS		
EQUIPO:		TRIPIÉ				
MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR			CLASIFICACIÓN DE CAMPO
	INICIAL	FINAL	NÚMERO DE GOLPES			
			15 cm	30 cm	15 cm	
1	0.00	0.60	4	14	11	Arena arcillosa café con ralces
2	0.60	1.20	12	21	31	Arcilla arenosa café
3	1.20	1.80	12	23	14	Arcilla arenosa café
4	1.80	2.40	4	10	6	Arcilla arenosa café
5	2.40	3.00	5	16	10	Arcilla arenosa café
6	3.00	3.60	7	21	12	Arcilla arenosa café
7	3.60	4.20	7	16	11	Arena arcillosa café rojizo y café
8	4.20	4.80	8	16	10	Arena arcillosa café rojizo y café
9	4.80	5.40	10	19	13	Arena arcillosa café rojizo y café
10	5.40	6.00	13	24	12	Arena arcillosa café rojizo y café
11	6.00	6.60	12	25	13	Arena arcillosa café rojizo y café
12	6.60	7.20	14	28	15	Arena arcillosa café rojizo y café
13	7.20	7.80	16	27	19	Arena arcillosa café rojizo y café
14	7.80	8.40	18	30	18	Arena arcillosa café rojizo y café
15	8.40	9.00	17	31	20	Arena arcillosa café rojizo y café
16	9.00	9.60	19	36	22	Arena arcillosa café rojizo y café
17	9.60	10.20	21	34	24	Arena arcillosa café rojizo y café
						FIN DEL SONDEO



### 5.4 Perfil estratigráfico



## 6. ANÁLISIS DE CIMENTACIONES

### 6.1 Corrección del número de golpes

Fuente: Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. Das, séptima edición, Editorial Cengage Learning, Capítulo 2 Depósitos naturales de suelo y exploración del subsuelo, 2.15 Muestreo con media caña, Páginas 83 a 86.

Para obtener los parámetros mecánicos, se corrigió el número de golpes de la prueba de penetración estándar en campo, por medio de la siguiente expresión:

$$N_{60} = \frac{N \cdot \eta_H \cdot \eta_B \cdot \eta_S \cdot \eta_R}{60}$$

En donde:

- $N_{60}$  Número de golpes corregido
- $N$  Número de golpes para avanzar 30 cm en campo
- $\eta_H$  Eficiencia del martinete
- $\eta_B$  Corrección por el diámetro de la perforación
- $\eta_S$  Corrección del muestreador
- $\eta_R$  Corrección por longitud de barra

**Tabla 3. Parámetros para corregir N de campo**

1. Variación de $\eta_H$				2. Variación de $\eta_B$	
País	Tipo de martinete	Liberación del martinete	$\eta_H$ (%)	Diámetro, mm	$\eta_B$
Japón	Toroide	Caída libre	78	60-120	1
	Toroide	Cuerda y polea	67	150	1.05
Estados Unidos	De seguridad	Cuerda y polea	60	200	1.15
	Toroide	Cuerda y polea	45		
Argentina	Toroide	Cuerda y polea	45		
China	Toroide	Caída libre	60		
	Toroide	Cuerda y polea	50		

3. Variación de $\eta_S$		4. Variación de $\eta_R$	
Variable	$\eta_S$	Longitud de la barra, m	$\eta_R$
Muestreador estándar	1.0	> 10	1.0
Con recubrimiento para arena y arcilla densas	0.8	6-10	0.95
Con recubrimiento para arena suelta	0.9	4-6	0.85
		0-4	0.75

**Tabla 4. Determinación de  $N_{60}$**

ESTRATO	PROFUNDIDAD, m		N	$n_H$	$n_B$	$n_S$	$n_R$	$N_{60}$
	DE	A						
1	0.00	0.60	14.00	45	1.00	1.00	0.75	7.88
2	0.60	3.60	18.20	45	1.00	1.00	0.75	10.24
3	3.60	10.20	26.00	45	1.00	1.00	0.95	18.53

En suelos granulares, el valor de N se afecta por la presión de sobrecarga efectiva,  $p'$ . Por esa razón, el valor de  $N_{60}$  obtenido en la exploración de campo ante presiones de sobrecarga efectiva diferentes se debe cambiar para que corresponda a un valor estándar de  $p'$ . Es decir:

$$(N_1)_{60} = C_N N_{60}$$

En donde:

$(N_1)_{60}$  Valor de  $N_{60}$  corregido a un valor estándar de  $p'$

$C_N$  Factor de corrección por profundidad de Peck, para  $p'/p_a \geq 0.25$

$$C_N = 0.77 \log \left[ \frac{20}{(p'/p_a)} \right]$$

$N_{60}$  Número de golpes corregido por las condiciones de campo

$p'$  Presión vertical efectiva

$p_a$  Presión atmosférica = 100 kN/m<sup>2</sup> (1.02 kg/cm<sup>2</sup>)

**Tabla 5. Determinación de  $(N_1)_{60}$**

ESTRATO	PROFUNDIDAD, m		SUCS	$N_{60}$	$p'$ kg/cm <sup>2</sup>	$p'/p_a$	$*C_N$	$(N_1)_{60}$
	DE	A						
1	0.00	0.60	SC	7.88	0.0489	0.0479	1.00	7.88
2	0.60	3.60	CL	10.24	---	---	1.00	10.24
3	3.60	10.20	SC	18.53	0.6802	0.6669	1.14	21.07

\* No aplica para suelos cohesivos

## 6.2 Correlaciones empíricas al número de golpes

Fuente: Vigésima Conferencia Nabor Carrillo, Exploración se Suelos Métodos Directos e Indirectos Muestreo y Pruebas de Campo, Enrique Santoyo Villa, Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica A.C. 2010.

K. Terzaghi interpretó la prueba de penetración estándar a partir de las mediciones disponibles hasta 1948 y publicó dos tablas de las relaciones empíricas, para las arenas la Tabla 6 y para las arcillas la Tabla 7.

**Tabla 6. Densidad relativa de arenas (Terzaghi y Peck, 1967)**

Número de Golpes ( $N_1$ ) <sub>60</sub>	Densidad Relativa
0 – 4	Muy suelta
4 – 10	Suelta
10 – 30	Media
30 – 50	Densa
Más de 50	Muy densa

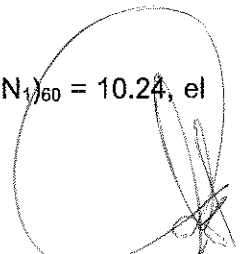
Fuente: Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. Das, séptima edición, Editorial Cengage Learning, Capítulo 2 Depósitos naturales de suelo y exploración del subsuelo, 2.15 Muestreo con media caña, Páginas 88.

$$\phi = 27.1 + 0.3(N_1)_{60} - 0.00054(N_1)_{60}^2$$

Para el **ESTRATO 1** de 0.00 a 0.60 m de profundidad (**Arena arcillosa café con raíces**) se obtuvo un valor medio de  $N = 14.00$  golpes y la corrección del número de golpes por condiciones de campo y por sobrecarga se obtuvo  $(N_1)_{60} = 7.88$ , aplicando la expresión anterior:

$$\phi = 27.1 + 0.3(7.88) - 0.00054(7.88)^2 = 29.43^\circ \approx 29^\circ$$

Para el **ESTRATO 2** de 0.60 a 3.60 m de profundidad se obtuvo un valor medio de  $(N_1)_{60} = 10.24$ , el ángulo de fricción será (para el diseño de muros):



$$\phi = 27.1 + 0.3(10.24) - 0.00054(10.24)^2 = 30.11^\circ \approx 30^\circ$$

Para el **ESTRATO 3** de 3.60 a 10.20 m de profundidad (**Arena arcillosa café rojizo y café**) se obtuvo un valor medio de  $N = 26.00$  golpes y la corrección del número de golpes por condiciones de campo y por sobrecarga se obtuvo  $(N_1)_{60} = 21.07$ , aplicando la expresión anterior:

$$\phi = 27.1 + 0.3(21.07) - 0.00054(21.07)^2 = 33.18^\circ \approx 33^\circ$$

**Tabla 7. Relación de la consistencia de la arcilla (Terzaghi y Peck, 1967)**

Consistencia →	Muy blanda	Blanda	Media	Firme	Muy Firme	Dura
$(N_1)_{60} \rightarrow$	< 2	2 – 4	4 – 8	8 – 15	15 – 30	> 30
$q_u$	< 0.24	0.24 – 0.48	0.48 – 0.97	0.97 – 1.95	1.95 – 3.91	> 3.91

En el **ESTRATO 1** de 0.00 a 0.60 m de profundidad (**Arena arcillosa café con raíces**) se obtuvo un valor medio de  $(N_1)_{60} = 7.88$ , realizando la interpolación lineal tenemos:

**Tabla 8. Interpolación para obtener el valor de la cohesión del Estrato 1**

$(N_1)_{60} \rightarrow$	4	7.88	8	Golpes
$q_u$	0.48	0.95	0.97	kg/cm <sup>2</sup>
$c_u = q_u/2$	0.24	0.477	0.48	kg/cm <sup>2</sup>

En el **ESTRATO 2** de 0.60 a 3.60 m de profundidad (**Arcilla arenosa café**) se obtuvo un valor medio de  $(N_1)_{60} = 10.24$ , realizando la interpolación lineal tenemos:

**Tabla 9. Interpolación para obtener el valor de la cohesión del Estrato 2**

$(N_1)_{60} \rightarrow$	8	10.24	15	Golpes
$q_u$	0.97	1.283	1.95	kg/cm <sup>2</sup>
$c_u = q_u/2$	0.48	0.642	0.97	kg/cm <sup>2</sup>

En el **ESTRATO 3** de 3.60 a 10.20 m de profundidad (**Arena arcillosa café rojizo y café**) se obtuvo un valor medio de  $(N_1)_{60} = 21.07$ , realizando la interpolación lineal tenemos:

**Tabla 10. Interpolación para obtener el valor de la cohesión del Estrato 3**

$(N_1)_{60} \rightarrow$	15	21.07	30	Golpes
$q_u$	1.95	2.74	3.91	kg/cm <sup>2</sup>
$c_u = q_u/2$	0.97	1.371	1.95	kg/cm <sup>2</sup>

De igual manera existen correlaciones para poder determinar el módulo de elasticidad de los suelos, en este caso se emplearán las siguientes expresiones:

Fuente: Foundation analysis and design, Fifth Edition, Joseph E. Bowles, P.E., S.E.

$$E = 320[(N_1)_{60} + 15] \quad \text{Arcilla y limo}$$

$$E = 500[(N_1)_{60} + 15] \quad \text{Arena}$$

$$E = 1200[(N_1)_{60} + 6] \quad \text{Gravas}$$

Determinación del módulo de elasticidad para el **ESTRATO 1** de 0.00 a 0.60 m de profundidad:

$$E = 500[(N_1)_{60} + 15] = 500(7.88 + 15) = 11,437.5 \text{ kPa}$$

Determinación del módulo de elasticidad para el **ESTRATO 2** de 0.60 a 3.60 m de profundidad:

$$E = 320[(N_1)_{60} + 15] = 320(10.24 + 15) = 8,076.0 \text{ kPa}$$

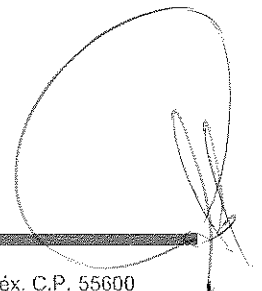
Determinación del módulo de elasticidad para el **ESTRATO 3** de 3.60 a 10.20 m de profundidad:

$$E = 500[(N_1)_{60} + 15] = 500(21.07 + 15) = 18,034.1 \text{ kPa}$$

El módulo de Poisson se puede determinar por medio de la siguiente expresión:

Fuente: Ingeniería de Cimentaciones Profundas Tomo 1. Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica A.C., Capítulo 3 Métodos de Diseño Geotécnico, Página 176.

$$\nu = \frac{K_o}{1 + K_o}$$



En donde:

- $\nu$             Módulo de Poisson  
 $K_o$             Coeficiente de empuje de tierras en reposo

$$K_o = 1 - \sin \phi$$

- $\phi$             Ángulo de fricción interna del suelo

Determinación del coeficiente de empuje de tierras en reposo para el **ESTRATO 1** de 0.00 a 0.60 m de profundidad:

$$K_o = 1 - \sin \phi = 1 - \sin(29^\circ) = 0.51$$

Determinación del coeficiente de empuje de tierras en reposo para el **ESTRATO 2** de 0.60 a 3.60 m de profundidad:

$$K_o = 1 - \sin \phi = 1 - \sin(0^\circ) = 1.00$$

Determinación del coeficiente de empuje de tierras en reposo para el **ESTRATO 3** de 3.60 a 10.20 m de profundidad:

$$K_o = 1 - \sin \phi = 1 - \sin(33^\circ) = 0.45$$

Determinación del módulo de Poisson para el **ESTRATO 1** de 0.00 a 0.60 m de profundidad:

$$\nu = \frac{K_o}{1 + K_o} = \frac{0.51}{1 + 0.51} = 0.34$$

Determinación del módulo de Poisson para el **ESTRATO 2** de 0.60 a 3.60 m de profundidad:

$$\nu = \frac{K_o}{1 + K_o} = \frac{1.00}{1 + 1.00} = 0.50$$

Determinación del módulo de Poisson para el **ESTRATO 3** de 3.60 a 10.20 m de profundidad:



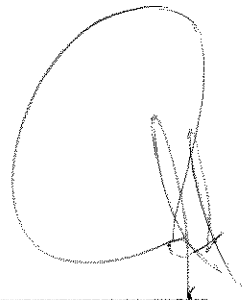
$$v = \frac{K_o}{1 + K_o} = \frac{0.45}{1 + 0.45} = 0.31$$

Con base en los resultados obtenidos anteriormente, es posible definir el modelo geomecánico susceptible de análisis matemático para los análisis geotécnicos del proyecto:

**Tabla 11. Modelo geomecánico para análisis de cimentaciones**

Estrato No.	Profundidad, m		$(N_1)_{60}$	$\gamma$ t/m <sup>3</sup>	c t/m <sup>2</sup>	$\phi$ °	E t/m <sup>2</sup>	v
	de	a						
1	0.00	0.60	7.88	1.63	4.77*	29	1,165.9	0.34
2	0.60	3.60	10.24	1.66	6.42	30**	823.2	0.50
3	3.60	10.20	21.07	1.68	13.71*	33	1,838.3	0.31

\*\*Parámetros usados únicamente para el diseño de muros



### 6.3 Capacidad de carga

Fuente: MECÁNICA DE SUELOS TOMO II Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos, Juárez Badillo y Rico Rodríguez, Capítulo VII Teorías de Capacidad de Carga en Suelos.

El cálculo de la capacidad de carga última del suelo de sustentación se realizó con el criterio de Terzaghi por medio de la siguiente expresión:

$$q_u = cN_c + \gamma D_f N_q + 0.5\gamma B N_\gamma$$

En donde:

$c$  Cohesión aparente

$D_f$  Profundidad de desplante

$\gamma$  Peso volumétrico del suelo

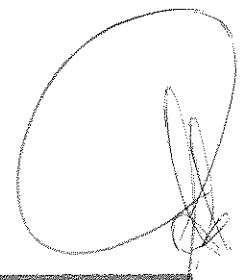
$B$  Ancho de la cimentación

$N_c, N_q, N_\gamma$  Factores de capacidad de carga

La expresión anterior es la expresión general de Terzaghi, considera un cimiento de longitud infinita de ancho "B" y un criterio de Falla General; para obtener la capacidad de carga última con respecto a falla local, para suelos sueltos (compacidad relativa menor de 70%) o blandos (resistencia a la compresión simple menor de 5 t/m<sup>2</sup>), los parámetros de resistencia "c" y "φ" del material a considerar deberán modificarse como sigue:

$$c' = 0.67c$$

$$\phi' = \tan^{-1}(0.67 \tan \phi)$$



Para nuestro caso con un  $(N_1)_{60}$  de 10.24 (Consistencia firme) se considerará una **FALLA LOCAL DE CORTE**.

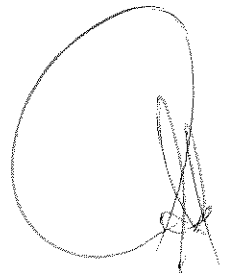
**Tabla 12. Criterios de falla en suelos cohesivos**

$(N_1)_{60}$	Consistencia	Falla
< 2	Muy blanda	Falla por Punzonamiento
2 – 7	Blanda	Falla por Punzonamiento
7 – 15	Firme	Falla Local de Corte
15 – 30	Muy Firme	Falla Local de Corte
> 30	Dura	Falla General de Corte

Determinación del valor de la cohesión reducida del **ESTRATO 2** para empleo del criterio de falla local de corte:

$$c' = 0.67c = 0.67 \left( 6.42 \frac{t}{m^2} \right) = 4.30 \frac{t}{m^2}$$

Determinación de los factores de capacidad de carga para el estrato de desplante (**ESTRATO 2**) con un ángulo  $\phi = 0^\circ$ .



**Tabla 13. Factores de capacidad de carga de Terzaghi**

$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma}^a$	$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma}^a$
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.10	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

### Modificación de la ecuación por nivel freático

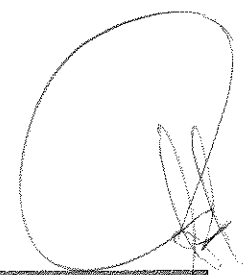
Fuente: Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones. Braja M. Das, séptima edición, editorial Cengage Learning. Capítulo 3: Cimentaciones superficiales: capacidad de carga última, 3.5 Modificación de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freático, Página 142 y 143.

Si el nivel freático está cerca de la cimentación, serán necesarias algunas modificaciones de las ecuaciones de capacidad de carga. Los valores del peso volumétrico del suelo a considerar dependerán de la profundidad del nivel freático y del ancho B de la cimentación:

Si  $0 < z < B$

El peso volumétrico se considerará igual a:

$$\gamma^* = \gamma' + (z/B)(\gamma_m - \gamma')$$



En donde:

$\gamma'$  Peso volumétrico sumergido

$\gamma_m$  Peso volumétrico total correspondiente al contenido de agua mínimo del suelo arriba del nivel freático.

Si  $z > B$

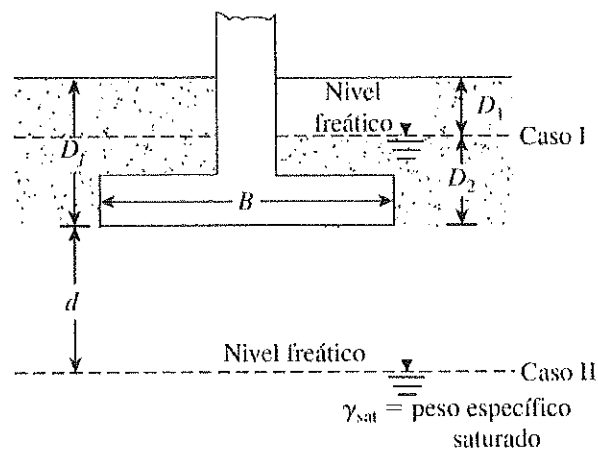
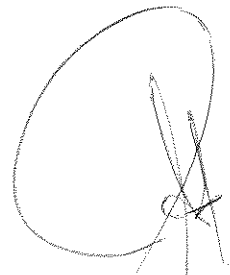
$$\gamma^* = \gamma_m$$

Si  $z < 0$  (nivel freático arriba del nivel de desplante)

$$\gamma^* = \gamma'$$

Prestando especial atención a la localización y posibles variaciones del nivel freático en el caso de zapatas desplantadas sobre arena.

Para el cálculo de la capacidad de carga del suelo, se considerará la posición más desfavorable del nivel freático o filtraciones, que en este caso particular será de 2.20 m.

### 6.3.1 Capacidad de carga de losas de cimentación

El cálculo de la capacidad de carga de la **losa de cimentación** de la torre se considerará de sección **cuadrada**, desplantada en un depósito de suelo considerado como **puramente cohesivo** y además considerando un criterio de **falla local de corte**, por medio de la siguiente expresión:

$$q_u = 1.3c'N'_c + \gamma D_f N'_q$$

**Tabla 14. Capacidad de carga para losas de cimentación**

D <sub>f</sub> m	B m	c' t/m <sup>2</sup>	φ °	γ t/m <sup>3</sup>	γ t/m <sup>3</sup>	q̄ t/m <sup>2</sup>	N' <sub>c</sub>	N' <sub>q</sub>	N' <sub>γ</sub>	*q <sub>u</sub> t/m <sup>2</sup>
1.00	3.00	4.30	0	1.660	1.234	1.66	5.70	1.00	0.00	11.18
1.00	3.50	4.30	0	1.660	1.193	1.66	5.70	1.00	0.00	11.18
1.00	4.00	4.30	0	1.660	1.163	1.66	5.70	1.00	0.00	11.18
1.00	4.50	4.30	0	1.660	1.139	1.66	5.70	1.00	0.00	11.18
1.00	5.00	4.30	0	1.660	1.120	1.66	5.70	1.00	0.00	11.18
1.00	5.50	4.30	0	1.660	1.105	1.66	5.70	1.00	0.00	11.18
1.00	6.00	4.30	0	1.660	1.092	1.66	5.70	1.00	0.00	11.18
1.00	6.50	4.30	0	1.660	1.081	1.66	5.70	1.00	0.00	11.18
1.00	7.00	4.30	0	1.660	1.072	1.66	5.70	1.00	0.00	11.18
1.00	7.50	4.30	0	1.660	1.064	1.66	5.70	1.00	0.00	11.18
1.00	8.00	4.30	0	1.660	1.057	1.66	5.70	1.00	0.00	11.18
1.00	8.50	4.30	0	1.660	1.050	1.66	5.70	1.00	0.00	11.18
1.00	9.00	4.30	0	1.660	1.045	1.66	5.70	1.00	0.00	11.18
1.50	3.00	4.30	0	1.660	1.116	2.49	5.70	1.00	0.00	11.45
1.50	3.50	4.30	0	1.660	1.092	2.49	5.70	1.00	0.00	11.45
1.50	4.00	4.30	0	1.660	1.074	2.49	5.70	1.00	0.00	11.45
1.50	4.50	4.30	0	1.660	1.060	2.49	5.70	1.00	0.00	11.45
1.50	5.00	4.30	0	1.660	1.049	2.49	5.70	1.00	0.00	11.45
1.50	5.50	4.30	0	1.660	1.040	2.49	5.70	1.00	0.00	11.45
1.50	6.00	4.30	0	1.660	1.033	2.49	5.70	1.00	0.00	11.45
1.50	6.50	4.30	0	1.660	1.026	2.49	5.70	1.00	0.00	11.45
1.50	7.00	4.30	0	1.660	1.021	2.49	5.70	1.00	0.00	11.45
1.50	7.50	4.30	0	1.660	1.016	2.49	5.70	1.00	0.00	11.45
1.50	8.00	4.30	0	1.660	1.012	2.49	5.70	1.00	0.00	11.45
1.50	8.50	4.30	0	1.660	1.008	2.49	5.70	1.00	0.00	11.45
1.50	9.00	4.30	0	1.660	1.005	2.49	5.70	1.00	0.00	11.45
2.00	3.00	4.30	0	1.660	0.997	3.32	5.70	1.00	0.00	11.73
2.00	3.50	4.30	0	1.660	0.991	3.32	5.70	1.00	0.00	11.73
2.00	4.00	4.30	0	1.660	0.986	3.32	5.70	1.00	0.00	11.73
2.00	4.50	4.30	0	1.660	0.982	3.32	5.70	1.00	0.00	11.73
2.00	5.00	4.30	0	1.660	0.978	3.32	5.70	1.00	0.00	11.73
2.00	5.50	4.30	0	1.660	0.976	3.32	5.70	1.00	0.00	11.73
2.00	6.00	4.30	0	1.660	0.974	3.32	5.70	1.00	0.00	11.73
2.00	6.50	4.30	0	1.660	0.972	3.32	5.70	1.00	0.00	11.73
2.00	7.00	4.30	0	1.660	0.970	3.32	5.70	1.00	0.00	11.73
2.00	7.50	4.30	0	1.660	0.969	3.32	5.70	1.00	0.00	11.73
2.00	8.00	4.30	0	1.660	0.968	3.32	5.70	1.00	0.00	11.73
2.00	8.50	4.30	0	1.660	0.967	3.32	5.70	1.00	0.00	11.73
2.00	9.00	4.30	0	1.660	0.966	3.32	5.70	1.00	0.00	11.73
2.50	3.00	4.30	0	1.660	0.660	3.85	5.70	1.00	0.00	11.91
2.50	3.50	4.30	0	1.660	0.660	3.85	5.70	1.00	0.00	11.91
2.50	4.00	4.30	0	1.660	0.660	3.85	5.70	1.00	0.00	11.91
2.50	4.50	4.30	0	1.660	0.660	3.85	5.70	1.00	0.00	11.91
2.50	5.00	4.30	0	1.660	0.660	3.85	5.70	1.00	0.00	11.91
2.50	5.50	4.30	0	1.660	0.660	3.85	5.70	1.00	0.00	11.91
2.50	6.00	4.30	0	1.660	0.660	3.85	5.70	1.00	0.00	11.91
2.50	6.50	4.30	0	1.660	0.660	3.85	5.70	1.00	0.00	11.91
2.50	7.00	4.30	0	1.660	0.660	3.85	5.70	1.00	0.00	11.91
2.50	7.50	4.30	0	1.660	0.660	3.85	5.70	1.00	0.00	11.91
2.50	8.00	4.30	0	1.660	0.660	3.85	5.70	1.00	0.00	11.91
2.50	8.50	4.30	0	1.660	0.660	3.85	5.70	1.00	0.00	11.91
2.50	9.00	4.30	0	1.660	0.660	3.85	5.70	1.00	0.00	11.91

### 6.3.2 Capacidad de carga para FAST SITE

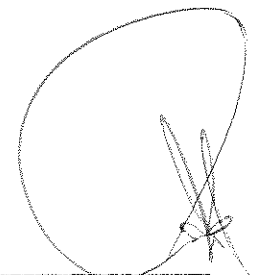
El cálculo de la capacidad de carga cimentación tipo FAST SITE se considerará de sección **cuadrada**, desplantada en un depósito de suelo considerado como **puramente cohesivo** y además considerando un criterio de **falla local de corte**, por medio de la siguiente expresión:

$$q_u = 1.3c'N'_c + \gamma D_f N'_q$$

**Tabla 15. Capacidad de carga para FAST SITE**

$D_f$ m	$B$ m	$c'$ t/m <sup>2</sup>	$\phi'$ °	$\gamma$ t/m <sup>3</sup>	$\bar{\gamma}$ t/m <sup>3</sup>	$q$ t/m <sup>2</sup>	$N'_c$	$N'_q$	$N'_\gamma$	$^*q_u$ t/m <sup>2</sup>
0.00	5.00	4.30	0	1.660	1.262	0.00	5.70	1.00	0.00	10.62
0.00	5.50	4.30	0	1.660	1.234	0.00	5.70	1.00	0.00	10.62
0.00	6.00	4.30	0	1.660	1.210	0.00	5.70	1.00	0.00	10.62
0.50	5.00	4.30	0	1.660	1.191	0.83	5.70	1.00	0.00	10.90
0.50	5.50	4.30	0	1.660	1.169	0.83	5.70	1.00	0.00	10.90
0.50	6.00	4.30	0	1.660	1.151	0.83	5.70	1.00	0.00	10.90
1.00	5.00	4.30	0	1.660	1.120	1.66	5.70	1.00	0.00	11.18
1.00	5.50	4.30	0	1.660	1.105	1.66	5.70	1.00	0.00	11.18
1.00	6.00	4.30	0	1.660	1.092	1.66	5.70	1.00	0.00	11.18
1.50	5.00	4.30	0	1.660	1.049	2.49	5.70	1.00	0.00	11.45
1.50	5.50	4.30	0	1.660	1.040	2.49	5.70	1.00	0.00	11.45
1.50	6.00	4.30	0	1.660	1.033	2.49	5.70	1.00	0.00	11.45

\*Para el cálculo de la capacidad de carga admisible ( $q_a$ ), se empleó un factor de seguridad  $FS = 3$



#### 6.4 Asentamientos

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, Instituto de Investigaciones Eléctricas. MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES, GEOTÉCNIA, MECÁNICA DE SUELOS, B.2.4 CIMENTACIONES EN SUELOS.

Para el cálculo de asentamientos se empleó la teoría de la elasticidad por medio de la siguiente expresión:

$$\Delta\rho = qB \frac{1-\nu^2}{E} I_w F_3$$

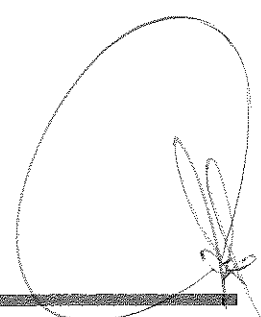
En donde:

- $\Delta\rho$  Asentamiento
- $E$  Módulo de elasticidad del suelo
- $\nu$  Relación de Poisson del suelo
- $q$  Carga uniformemente repartida
- $B$  Ancho de la zapata
- $I_w$  Factor de influencia, 0.82
- $F_3$  Factor de corrección por profundidad de desplante

#### 6.5 Módulo de reacción vertical

El módulo de reacción vertical o coeficiente de balasto se define como una constante de proporcionalidad entre presión y asentamiento por medio de la siguiente expresión:

$$k_v = \frac{q}{\delta}$$





**Tabla 16. Asentamientos de losas de cimentación**

D <sub>r</sub> m	B m	L m	L/B	q t/m <sup>2</sup>	E t/m <sup>2</sup>	v	I <sub>w</sub>	F <sub>s</sub>	Ap cm	k <sub>v</sub> kg/cm <sup>3</sup>
1.00	3.00	3.00	1.00	11.18	823.2	0.50	0.82	0.859	2.14	0.52
1.00	3.50	3.50	1.00	11.18	823.2	0.50	0.82	0.876	2.55	0.44
1.00	4.00	4.00	1.00	11.18	823.2	0.50	0.82	0.891	2.96	0.38
1.00	4.50	4.50	1.00	11.18	823.2	0.50	0.82	0.903	3.38	0.33
1.00	5.00	5.00	1.00	11.18	823.2	0.50	0.82	0.915	3.80	0.29
1.00	5.50	5.50	1.00	11.18	823.2	0.50	0.82	0.925	4.23	0.26
1.00	6.00	6.00	1.00	11.18	823.2	0.50	0.82	0.935	4.66	0.24
1.00	6.50	6.50	1.00	11.18	823.2	0.50	0.82	0.943	5.09	0.22
1.00	7.00	7.00	1.00	11.18	823.2	0.50	0.82	0.952	5.53	0.20
1.00	7.50	7.50	1.00	11.18	823.2	0.50	0.82	0.959	5.97	0.19
1.00	8.00	8.00	1.00	11.18	823.2	0.50	0.82	0.966	6.42	0.17
1.00	8.50	8.50	1.00	11.18	823.2	0.50	0.82	0.973	6.87	0.16
1.00	9.00	9.00	1.00	11.18	823.2	0.50	0.82	0.979	7.32	0.15
1.50	3.00	3.00	1.00	11.45	823.2	0.50	0.82	0.815	2.08	0.55
1.50	3.50	3.50	1.00	11.45	823.2	0.50	0.82	0.832	2.48	0.46
1.50	4.00	4.00	1.00	11.45	823.2	0.50	0.82	0.846	2.88	0.40
1.50	4.50	4.50	1.00	11.45	823.2	0.50	0.82	0.859	3.29	0.35
1.50	5.00	5.00	1.00	11.45	823.2	0.50	0.82	0.871	3.71	0.31
1.50	5.50	5.50	1.00	11.45	823.2	0.50	0.82	0.881	4.12	0.28
1.50	6.00	6.00	1.00	11.45	823.2	0.50	0.82	0.891	4.55	0.25
1.50	6.50	6.50	1.00	11.45	823.2	0.50	0.82	0.899	4.97	0.23
1.50	7.00	7.00	1.00	11.45	823.2	0.50	0.82	0.907	5.41	0.21
1.50	7.50	7.50	1.00	11.45	823.2	0.50	0.82	0.915	5.84	0.20
1.50	8.00	8.00	1.00	11.45	823.2	0.50	0.82	0.922	6.28	0.18
1.50	8.50	8.50	1.00	11.45	823.2	0.50	0.82	0.928	6.72	0.17
1.50	9.00	9.00	1.00	11.45	823.2	0.50	0.82	0.935	7.16	0.16
2.00	3.00	3.00	1.00	11.73	823.2	0.50	0.82	0.784	2.05	0.57
2.00	3.50	3.50	1.00	11.73	823.2	0.50	0.82	0.800	2.44	0.48
2.00	4.00	4.00	1.00	11.73	823.2	0.50	0.82	0.815	2.84	0.41
2.00	4.50	4.50	1.00	11.73	823.2	0.50	0.82	0.828	3.25	0.36
2.00	5.00	5.00	1.00	11.73	823.2	0.50	0.82	0.839	3.66	0.32
2.00	5.50	5.50	1.00	11.73	823.2	0.50	0.82	0.850	4.07	0.29
2.00	6.00	6.00	1.00	11.73	823.2	0.50	0.82	0.859	4.49	0.26
2.00	6.50	6.50	1.00	11.73	823.2	0.50	0.82	0.868	4.92	0.24
2.00	7.00	7.00	1.00	11.73	823.2	0.50	0.82	0.876	5.35	0.22
2.00	7.50	7.50	1.00	11.73	823.2	0.50	0.82	0.883	5.78	0.20
2.00	8.00	8.00	1.00	11.73	823.2	0.50	0.82	0.891	6.21	0.19
2.00	8.50	8.50	1.00	11.73	823.2	0.50	0.82	0.897	6.65	0.18
2.00	9.00	9.00	1.00	11.73	823.2	0.50	0.82	0.903	7.09	0.17
2.50	3.00	3.00	1.00	11.91	823.2	0.50	0.82	0.759	2.02	0.59
2.50	3.50	3.50	1.00	11.91	823.2	0.50	0.82	0.776	2.40	0.50
2.50	4.00	4.00	1.00	11.91	823.2	0.50	0.82	0.791	2.80	0.43
2.50	4.50	4.50	1.00	11.91	823.2	0.50	0.82	0.803	3.20	0.37
2.50	5.00	5.00	1.00	11.91	823.2	0.50	0.82	0.815	3.61	0.33
2.50	5.50	5.50	1.00	11.91	823.2	0.50	0.82	0.825	4.02	0.30
2.50	6.00	6.00	1.00	11.91	823.2	0.50	0.82	0.835	4.43	0.27
2.50	6.50	6.50	1.00	11.91	823.2	0.50	0.82	0.844	4.85	0.25
2.50	7.00	7.00	1.00	11.91	823.2	0.50	0.82	0.852	5.27	0.23
2.50	7.50	7.50	1.00	11.91	823.2	0.50	0.82	0.859	5.70	0.21
2.50	8.00	8.00	1.00	11.91	823.2	0.50	0.82	0.866	6.13	0.19
2.50	8.50	8.50	1.00	11.91	823.2	0.50	0.82	0.873	6.56	0.18
2.50	9.00	9.00	1.00	11.91	823.2	0.50	0.82	0.879	7.00	0.17

## 7. MUROS DE CONTENCIÓN

### 7.1 Empuje de tierras sobre muros de contención

Fuente: MECÁNICA DE SUELOS TOMO II Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos, Juárez Badillo y Rico Rodríguez, Capítulo IV Presión de Tierras Sobre Elementos de Soporte.

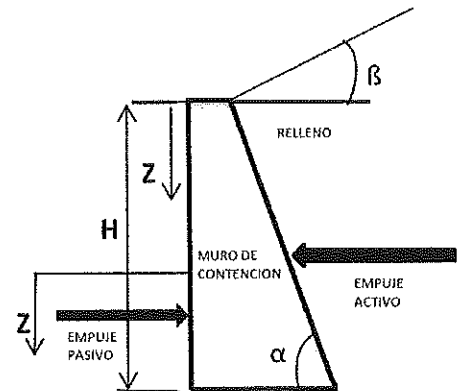
La presión de tierras sobre muros de contención se determinará empleando la teoría de Coulomb por medio de las siguientes expresiones:

$$p_a = \gamma z k_a - 2c\sqrt{k_a}$$

$$p_p = \gamma z k_p + 2c\sqrt{k_p}$$

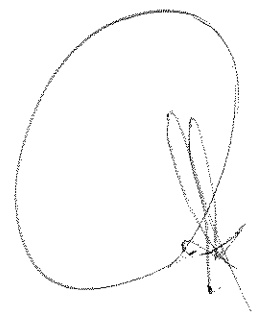
En donde:

- $p_a$  Presión activa del suelo
- $p_p$  Presión pasiva del suelo
- $\gamma$  Peso volumétrico de cada estrato
- $z$  Profundidad a la cual es determinada la presión
- $k_a$  Coeficiente de presión activa



$$k_a = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \sin \phi}{\cos \delta}} \right]^2}$$

- $\phi$  Ángulo de fricción interna del suelo
- $\alpha$  Ángulo de inclinación del muro con respecto a la horizontal
- $\delta$  Ángulo de fricción entre suelo-muro



$$\delta = 0.67\phi$$

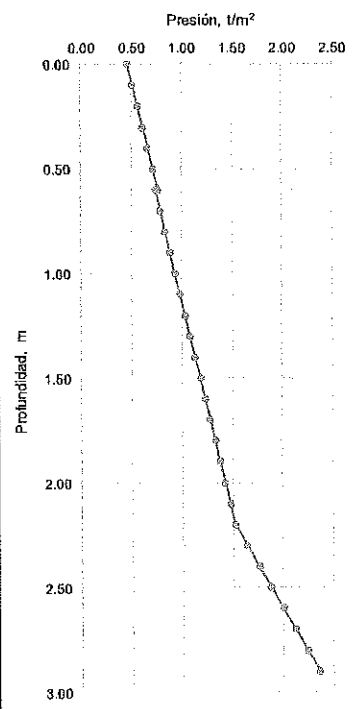
$\beta$  Ángulo de inclinación del relleno con respecto a la horizontal

$k_p$  Coeficiente de presión pasiva

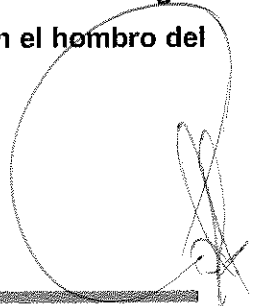
$$k_p = \frac{1}{k_a}$$

**Tabla 17. Presiones sobre muros de contención**

z m	$\alpha$ °	$\delta$ °	$\phi$ °	$k_a$	$k_p$	$\gamma$ t/m <sup>3</sup>	u t/m <sup>2</sup>	$P_a$ t/m <sup>2</sup>	$P_p$ t/m <sup>2</sup>	GRÁFICA DE PRESIÓN ACTIVA
0.00	90	19.33	29	0.309	3.235	1.63	0.00	0.46	0.46	
0.10	90	19.33	29	0.309	3.235	1.63	0.00	0.51	0.99	
0.20	90	19.33	29	0.309	3.235	1.63	0.00	0.56	1.52	
0.30	90	19.33	29	0.309	3.235	1.63	0.00	0.61	2.05	
0.40	90	19.33	29	0.309	3.235	1.63	0.00	0.67	2.57	
0.50	90	19.33	29	0.309	3.235	1.63	0.00	0.72	3.10	
0.60	90	19.33	29	0.309	3.235	1.63	0.00	0.77	3.63	
0.60	90	20.00	30	0.297	3.363	1.66	0.00	0.74	3.74	
0.70	90	20.00	30	0.297	3.363	1.66	0.00	0.79	4.29	
0.80	90	20.00	30	0.297	3.363	1.66	0.00	0.84	4.85	
0.90	90	20.00	30	0.297	3.363	1.66	0.00	0.88	5.41	
1.00	90	20.00	30	0.297	3.363	1.66	0.00	0.93	5.97	
1.10	90	20.00	30	0.297	3.363	1.66	0.00	0.98	6.53	
1.20	90	20.00	30	0.297	3.363	1.66	0.00	1.03	7.09	
1.30	90	20.00	30	0.297	3.363	1.66	0.00	1.08	7.64	
1.40	90	20.00	30	0.297	3.363	1.66	0.00	1.13	8.20	
1.50	90	20.00	30	0.297	3.363	1.66	0.00	1.18	8.76	
1.60	90	20.00	30	0.297	3.363	1.66	0.00	1.23	9.32	
1.70	90	20.00	30	0.297	3.363	1.66	0.00	1.28	9.88	
1.80	90	20.00	30	0.297	3.363	1.66	0.00	1.33	10.44	
1.90	90	20.00	30	0.297	3.363	1.66	0.00	1.38	10.99	
2.00	90	20.00	30	0.297	3.363	1.66	0.00	1.43	11.55	
2.10	90	20.00	30	0.297	3.363	1.66	0.00	1.48	12.11	
2.20	90	20.00	30	0.297	3.363	1.66	0.00	1.53	12.67	
2.30	90	20.00	30	0.297	3.363	0.66	0.10	1.65	12.99	
2.40	90	20.00	30	0.297	3.363	0.66	0.20	1.77	13.31	
2.50	90	20.00	30	0.297	3.363	0.66	0.30	1.89	13.63	
2.60	90	20.00	30	0.297	3.363	0.66	0.40	2.00	13.96	
2.70	90	20.00	30	0.297	3.363	0.66	0.50	2.12	14.28	
2.80	90	20.00	30	0.297	3.363	0.66	0.60	2.24	14.60	
2.90	90	20.00	30	0.297	3.363	0.66	0.70	2.36	14.92	



En el cálculo de la presión de tierras sobre muros de contención se incluye la presión del agua a partir de 2.20 m de profundidad y se consideró una sobrecarga de 1.50 t/m<sup>2</sup> en el hombro del muro.



## 7.2 Capacidad de carga de muro de contención

Fuente: MECÁNICA DE SUELOS TOMO II Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos, Juárez Badillo y Rico Rodríguez, Capítulo VII Teorías de Capacidad de Carga en Suelos.

El cálculo de la capacidad de carga del muro de contención se considerará como **zapata corrida**, desplantada en un depósito de suelo considerado como **puramente cohesivo** y además considerando un criterio de **falla Local de corte**, por medio de la siguiente expresión:

$$q_u = c' N'_c + \gamma D_f N'_q$$

**Tabla 18. Capacidad de carga para zapatas corridas**

D <sub>f</sub> m	B m	c' t/m <sup>2</sup>	φ °	γ t/m <sup>3</sup>	γ t/m <sup>3</sup>	q t/m <sup>2</sup>	N' <sub>c</sub>	N' <sub>q</sub>	N' <sub>d</sub>	*q <sub>u</sub> t/m <sup>2</sup>
1.00	0.25	4.30	0	1.660	1.660	1.66	5.70	1.00	0.00	8.73
1.00	0.50	4.30	0	1.660	1.660	1.66	5.70	1.00	0.00	8.73
1.00	0.75	4.30	0	1.660	1.660	1.66	5.70	1.00	0.00	8.73
1.00	1.00	4.30	0	1.660	1.660	1.66	5.70	1.00	0.00	8.73
1.00	1.25	4.30	0	1.660	1.632	1.66	5.70	1.00	0.00	8.73
1.00	1.50	4.30	0	1.660	1.518	1.66	5.70	1.00	0.00	8.73
1.00	1.75	4.30	0	1.660	1.437	1.66	5.70	1.00	0.00	8.73
1.00	2.00	4.30	0	1.660	1.376	1.66	5.70	1.00	0.00	8.73
1.25	0.25	4.30	0	1.660	1.660	2.08	5.70	1.00	0.00	8.86
1.25	0.50	4.30	0	1.660	1.660	2.08	5.70	1.00	0.00	8.86
1.25	0.75	4.30	0	1.660	1.660	2.08	5.70	1.00	0.00	8.86
1.25	1.00	4.30	0	1.660	1.625	2.08	5.70	1.00	0.00	8.86
1.25	1.25	4.30	0	1.660	1.490	2.08	5.70	1.00	0.00	8.86
1.25	1.50	4.30	0	1.660	1.400	2.08	5.70	1.00	0.00	8.86
1.25	1.75	4.30	0	1.660	1.335	2.08	5.70	1.00	0.00	8.86
1.25	2.00	4.30	0	1.660	1.287	2.08	5.70	1.00	0.00	8.86
1.50	0.25	4.30	0	1.660	1.660	2.49	5.70	1.00	0.00	9.00
1.50	0.50	4.30	0	1.660	1.660	2.49	5.70	1.00	0.00	9.00
1.50	0.75	4.30	0	1.660	1.613	2.49	5.70	1.00	0.00	9.00
1.50	1.00	4.30	0	1.660	1.447	2.49	5.70	1.00	0.00	9.00
1.50	1.25	4.30	0	1.660	1.348	2.49	5.70	1.00	0.00	9.00
1.50	1.50	4.30	0	1.660	1.281	2.49	5.70	1.00	0.00	9.00
1.50	1.75	4.30	0	1.660	1.234	2.49	5.70	1.00	0.00	9.00
1.50	2.00	4.30	0	1.660	1.199	2.49	5.70	1.00	0.00	9.00
1.75	0.25	4.30	0	1.660	1.660	2.91	5.70	1.00	0.00	9.14
1.75	0.50	4.30	0	1.660	1.589	2.91	5.70	1.00	0.00	9.14
1.75	0.75	4.30	0	1.660	1.376	2.91	5.70	1.00	0.00	9.14
1.75	1.00	4.30	0	1.660	1.270	2.91	5.70	1.00	0.00	9.14
1.75	1.25	4.30	0	1.660	1.206	2.91	5.70	1.00	0.00	9.14
1.75	1.50	4.30	0	1.660	1.163	2.91	5.70	1.00	0.00	9.14
1.75	1.75	4.30	0	1.660	1.133	2.91	5.70	1.00	0.00	9.14
1.75	2.00	4.30	0	1.660	1.110	2.91	5.70	1.00	0.00	9.14

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los recorridos de campo, interpretación de resultados y condiciones de proyecto, se pueden establecer las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- El presente estudio de mecánica de suelos es aplicable únicamente para “**SITIO TB0513 LIBRAMIETO JALPA**” ubicado en **NICOLAS BRAVO S/N, BARRIO LA GUADALUPE, COL. CENTRO, C.P. 86200, MUNICIPIO DE JALPA DE MÉNDEZ, ESTADO DE TABASCO.**
- Para conocer las condiciones estratigráficas se realizó un sondeo de penetración estándar hasta una profundidad de 10.20 m, denominado SPT-1.
- **EL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS SE DETECTÓ A UNA PROFUNDIDAD DE 2.20 m CON RESPECTO AL NIVEL DEL BROCAL DEL SONDEO.**
- El coeficiente sísmico del sitio es de 0.45 para construcciones del grupo A.
- Clasificación del material para su excavación es tipo II, suelo duro: excavación manual con pico y pala y/o retroexcavadora.

### RECOMENDACIONES PARA LOSAS DE CIMENTACIÓN

- Conforme al tipo de suelo detectado, se recomienda que la cimentación sea resuelta por una losa de cimentación rígida para evitar asentamientos diferenciales, desplantada a una profundidad de mínima de 2.50 m, la capacidad de carga recomendada es función de la geometría de la losa, la cual se puede apreciar en la Tabla 14 del presente informe, para que el Ingeniero Estructurista seleccione la más adecuada al proyecto.
- Al momento de realizar la excavación, se recomienda que los taludes se tiendan con una relación ½:1 (horizontal:vertical) hasta la profundidad de desplante recomendada, en caso de emplearse maquinaria pesada para la excavación, los últimos 20 cm serán excavados con

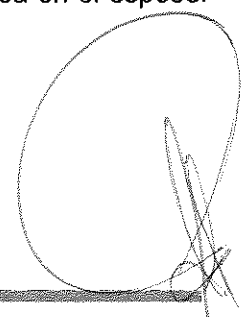
herramienta manual (pico y pala) para evitar el remoldeo del material y alterar las propiedades del suelo.

- Debido a la presencia del NAF detectado a 2.20 m de profundidad, se deberá emplear un bombeo de achique para poder realizar la excavación, dicho bombeo deberá estar en operación todo el tiempo hasta la construcción de la cimentación.
- Para evitar lo posible la ascensión capilar del terreno natural se deberá colocar bajo el nivel de desplante en un espesor mínimo de 30.00 cm una capa rompedora de capilaridad, formada por fragmentos de roca y grava con tamaños máximos de partícula de 3/4" y colocados en dos capas de 15 cm cada una.

Tabla 4.1 Porcentaje que Pasa (Fuente SCT)

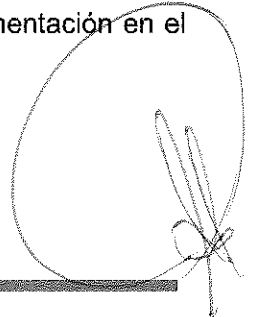
Tamaño de la malla	Agregado fino	1.9cm (3/4")	3.8cm (a 1/2")	7.6cm (3")
10cm (4")				100
7.6cm (3")				90-100
5cm (2")			100	30-50
3.8cm (1 1/2")			90-100	0-15
2.5cm (1")		100	20-55	0-5
1.9cm (3/4")		90-100	0-15	
1cm (3/8")	100	20-55	0-5	
No.4	95-100	0-10		
No. 8	80-100	0-5		
No. 16	50-85			
No. 30	25-60			
No. 100	2-10			

- Una vez alcanzada la profundidad de desplante, se recomienda efectuar el colado de una plantilla de concreto pobre  $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$  de 5 cm de espesor y colocar la losa en el espesor que indique el diseño estructural.



## RECOMENDACIONES PARA MUROS DE CONTENCIÓN

- Se proporcionan los valores de capacidad de carga para este tipo de cimentación en la Tabla 18 del presente informe, la profundidad de desplante mínima recomendada para este tipo de cimentación es de 1.50 m.
- Se colocará un sistema de drenaje a tresbolillo como mínimo en el muro de contención, para controlar y eliminar en lo posible los empujes hidrostáticos por acumulación de agua en la parte posterior del muro, el cual deberá ser de por lo menos tubería de 4", colocando un filtro de grava evitando que sea contaminado por el material de relleno.
- Los muros deberán estar diseñados para soportar las presiones indicadas en el inciso correspondiente del presente Estudio de Mecánica de Suelos, considerando en los casos que aplique empujes pasivos que aporta el suelo, según sea el caso.
- Al momento de realizar la excavación, se recomienda que los taludes se tiendan con una relación ½:1 (horizontal:vertical) hasta la profundidad de desplante recomendada, en caso de emplearse maquinaria pesada para la excavación, los últimos 20 cm serán excavados con herramienta manual (pico y pala) para evitar el remoldeo del material y alterar las propiedades del suelo.
- **Debido a la presencia del NAF detectado a 2.20 m de profundidad, se deberá emplear un bombeo de achique para poder realizar la excavación, dicho bombeo deberá estar en operación todo el tiempo hasta la construcción de la cimentación.**
- Una vez alcanzada la profundidad de desplante, se recomienda efectuar el colado de una plantilla de concreto pobre  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup> de 5 cm de espesor y colocar la cimentación en el espesor que indique el diseño estructural.



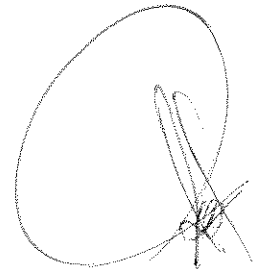
## RECOMENDACIONES PARA SITIO FAST SITE

- En una superficie aproximada de 6.00 x 6.00 m para tener una capacidad de carga superficial de mínimo 10 t/m<sup>2</sup>.
- Los valores de capacidad de carga para FAST SITE se pueden apreciar en la Tabla 16 del presente Estudio de Mecánica de Suelos.
- Previo a la colocación de la cimentación del sistema FAST SITE, se deberá sustituir el material de relleno detectado en un espesor de 0.60 m, por 0.20 m de material de banco (tepetate) compactado como mínimo al 95% de su Peso Volumétrico Seco Máximo de la Prueba Proctor Estándar en capas de máximo 20 cm y 40 cm de grava de ¾".
- Se deberá contar con un control de calidad en la compactación de las distintas capas, realizado por un laboratorio de control de obra, garantizando así la compactación requerida.

**ATENTAMENTE**

---


**ING. IVÁN VIVEROS BARRERA**  
**CED. PROF. 11727563**





## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **GDF (2017)**. Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
- **Comisión Federal de Electricidad (1980)**. Manual de Diseño de Obras Civiles. Geotécnia. B.2.2. Propiedades físicas y mecánicas de los suelos.
- **Comisión Federal de Electricidad (1980)**. Manual de Diseño de Obras Civiles. Geotécnia. B.2.4. Cimentaciones en suelos.
- **Braja M. Das**. Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Cuarta Edición. International Thomson Editores. California State University, Sacramento.
- **TGC Geotécnia S. A.** Diseño geotécnico de cimentaciones. México 1992.
- **Tamez González, Enrique**. Ingeniería de Cimentaciones "Conceptos básicos de la práctica". TGC Geotécnia S. A.
- **Zeevaert, L (1982)**. Foundation Engineering For Difficult Subsoil Conditions, Second Edition, Van Nostrand Reinhold, New York.
- **Juárez, E. y Rico, A. (1976)**. Mecánica de Suelos, Tomo 2. Editorial Limusa; México.
- **Comisión Federal de Electricidad (1993)**. Manual de Diseño de Obras Civiles. Diseño por Sismo.



**ANEXO I**  
**FIGURAS**

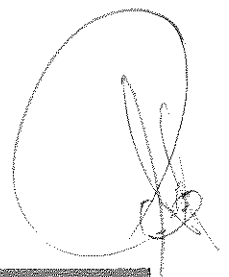
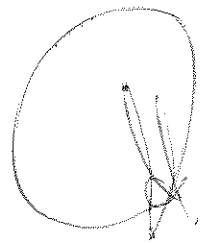
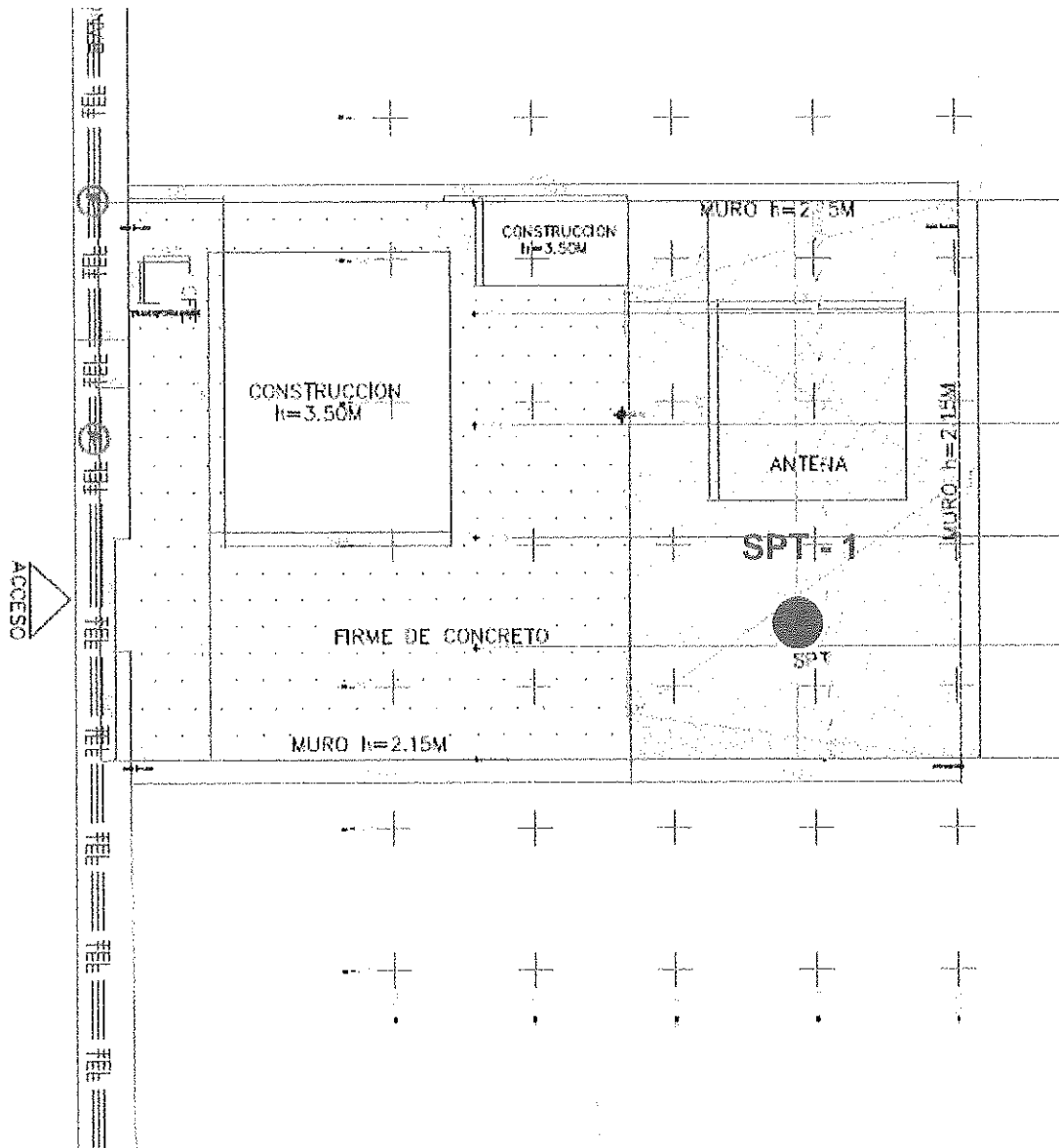
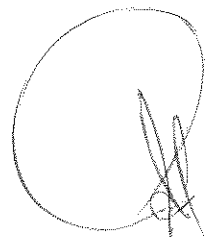


Figura 1. Localización del sondeo en el sitio



**ANEXO II**

**REPORTES DE LABORATORIO**

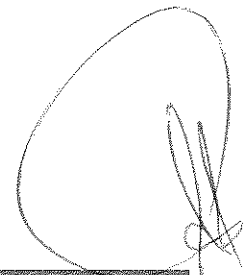


**CONTENIDO NATURAL DE AGUA Y CLASIFICACIÓN**

NMX-C-416-ONNCE-2003 Capítulo 4. Método de prueba para determinación del contenido de agua en materiales térrcos.  
 Capítulo 2. Identificación visual y al tacto

PROYECTO:	SITIO TB0513 LIBRAMIENTO JALPA	UBICACIÓN:	JALPA DE MÉNDEZ, ESTADO DE TABASCO.
SONDEO:	SPT - I	TIPO:	PENETRACIÓN ESTÁNDAR
		FECHA:	ago-21

Muestra No.	Profundidad (m)		Partes	Tara		Wh + T	Ws + T	Ww	Ws	ω	IDENTIFICACIÓN VISUAL Y AL TACTO
	De	A		No.	Peso (g)	(g)	(g)	(g)	(g)	%	
1	0.00	0.60	S	17	14.20	78.96	65.00	13.96	50.80	27.48	Arena arcillosa café con raíces
			I								
2	0.60	1.20	S	72	14.00	80.01	66.00	14.01	52.00	26.94	Arcilla arenosa café
			I								
3	1.20	1.80	S	381	14.60	124.63	101.60	23.03	87.00	26.47	Arcilla arenosa café
			I								
4	1.80	2.40	S	359	14.40	130.02	101.20	28.82	86.80	33.20	Arcilla arenosa café
			I								
5	2.40	3.00	S	32	13.20	191.32	149.60	41.72	136.40	39.59	Arcilla arenosa café
			I								
6	3.00	3.60	S	409	11.80	203.60	149.20	54.40	137.40	39.59	Arcilla arenosa café
			I								
7	3.60	4.20	S	4	13.40	195.63	142.20	53.43	128.80	41.48	Arena arcillosa café rojizo y café
			I								
8	4.20	4.80	S	355	14.40	81.80	62.80	19.00	48.40	39.26	Arena arcillosa café rojizo y café
			I								
9	4.80	5.40	S	426	12.00	70.89	52.60	18.29	40.60	45.05	Arena arcillosa café rojizo y café
			I								
10	5.40	6.00	S	420	12.00	93.65	71.80	21.85	59.80	36.54	Arena arcillosa café rojizo y café
			I								
11	6.00	6.60	S	400	11.80	115.63	83.40	32.23	71.60	45.01	Arena arcillosa café rojizo y café
			I								
12	6.60	7.20	S	86	13.20	56.34	42.60	13.74	29.40	46.73	Arena arcillosa café rojizo y café
			I								
13	7.20	7.80	S	86	14.20	72.31	56.80	15.51	42.60	36.41	Arena arcillosa café rojizo y café
			I								
14	7.80	8.40	S	240	12.70	66.35	50.80	15.55	38.10	40.81	Arena arcillosa café rojizo y café
			I								
15	8.40	9.00	S	460	11.90	71.57	56.20	15.37	44.30	34.70	Arena arcillosa café rojizo y café
			I								
16	9.00	9.60	S	573	12.10	66.34	51.60	14.74	39.50	37.32	Arena arcillosa café rojizo y café
			I								
17	9.60	10.20	S	275	12.50	76.85	61.20	15.65	48.70	32.14	Arena arcillosa café rojizo y café
			I								



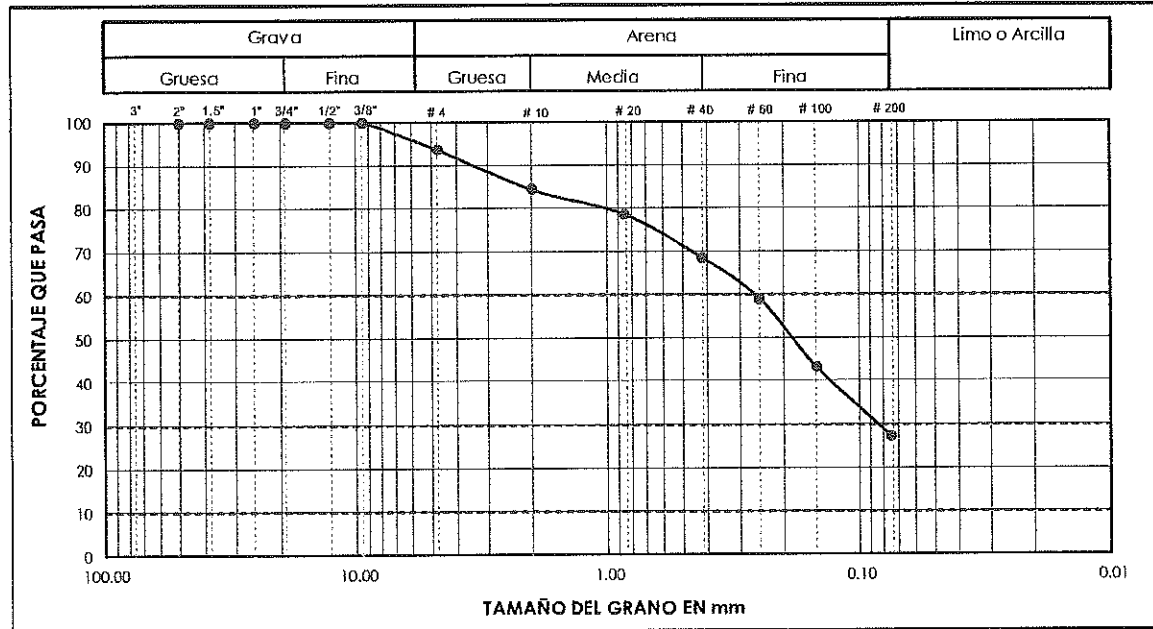
**GRANULOMETRÍA**  
**Método de prueba para determinar el análisis granulométrico**  
**NMX-C-416-ONNCCCE-2003 Capítulo 5**

Proyecto	SITIO TB0513 LIBRAMIENTO JALPA	Ubicación	JALPA DE MÉNDEZ, TABASCO.
Sondeo	SPT - 1	Muestra	E - 1
		Prof. (m)	0.00 - 0.60

Determinación del contenido de humedad	Wsh + T (g)	Wss + T (g)	Wtara (g)	Ww (g)	Ws (g)	ω (%)
Material retenido en la Malla No. 4	---	---	---	---	---	---
Material que pasa la Malla No. 4	---	---	---	---	---	---

**PESO DE LA MUESTRA = 50.80 g**

Malla No.	Abertura mm	Peso suelo retenido g	Por ciento retenido %	Por ciento que pasa %	Malla No.	Abertura mm	Peso suelo retenido g	Por ciento retenido %	Por ciento que pasa %
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	N° 10	2.000	4.68	9.21	84.37
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00	N° 20	0.850	2.95	5.81	78.56
1"	25.40	0.00	0.00	100.00	N° 40	0.420	5.10	10.04	68.52
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	N° 60	0.250	4.82	9.49	59.04
1/2"	12.70	0.00	0.00	100.00	N° 100	0.149	7.99	15.73	43.31
3/8"	9.52	0.00	0.00	100.00	N° 200	0.075	8.14	16.02	27.28
N° 4	4.75	3.26	6.42	93.58	Pasa N° 200	---	13.86	27.28	---
Pasa N° 4	---	47.54	93.58	---	SUMA	---	47.54	100.00	---



$$D_{10} = <0.075 \text{ mm}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 3.57$$

$$\% \text{ 3"} = 0.00$$

$$D_{30} = 0.09 \text{ mm}$$

$$\% \text{ Grava} = 6.42$$

$$D_{60} = 0.27 \text{ mm}$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} > 0.39$$

$$\% \text{ Arena} = 66.30$$

$$\% \text{ Finos} = 27.28$$

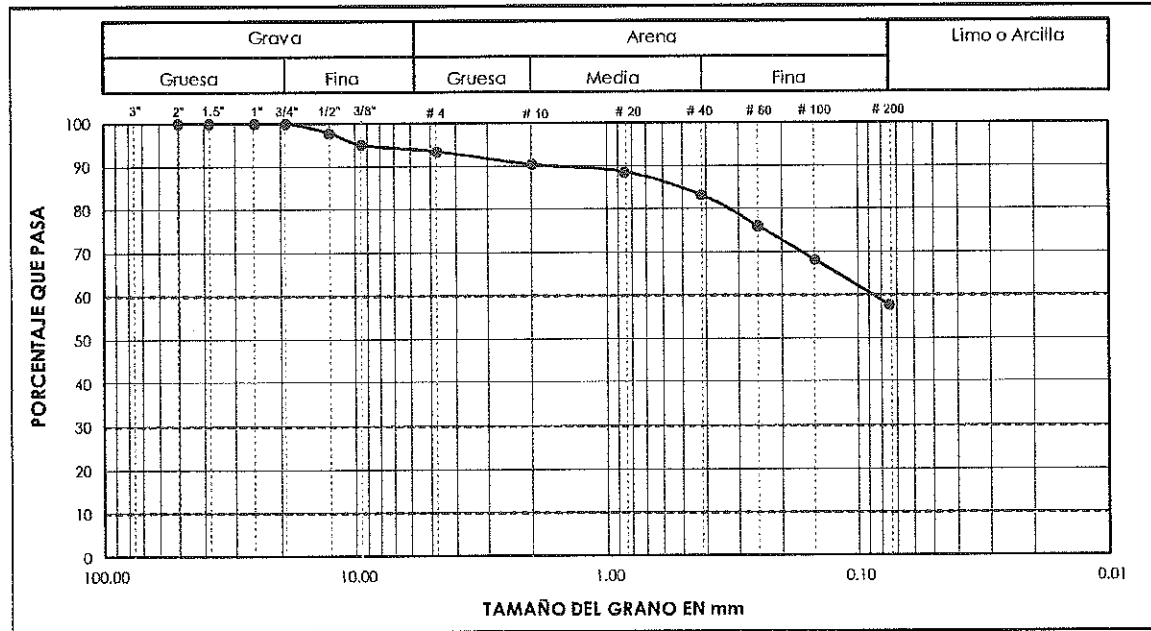
**GRANULOMETRÍA**  
 Método de prueba para determinar el análisis granulométrico  
 NMX-C-416-ONNCE-2003 Capítulo 5

Proyecto	SITIO TB0513 LIBRAMIENTO JALPA	Ubicación	JALPA DE MÉNDEZ, TABASCO.	
Sondeo	SPT - 1	Muestra	E - 2	Prof. (m)
				0.60 - 3.60

Determinación del contenido de humedad	Wsh + T (g)	Wss + T (g)	Wtara (g)	Ww (g)	Ws (g)	ω (%)
Material retenido en la Malla No. 4	---	---	---	---	---	---
Material que pasa la Malla No. 4	---	---	---	---	---	---

PESO DE LA MUESTRA = 86.80 g

Malla No.	Abertura mm	Peso suelo retenido g	Por ciento retenido %	Por ciento que pasa %	Malla No.	Abertura mm	Peso suelo retenido g	Por ciento retenido %	Por ciento que pasa %
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	N° 10	2.000	2.63	3.03	90.29
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00	N° 20	0.850	1.57	1.81	88.48
1"	25.40	0.00	0.00	100.00	N° 40	0.420	4.66	5.37	83.11
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	N° 60	0.250	6.25	7.20	75.91
1/2"	12.70	2.10	2.42	97.58	N° 100	0.149	6.78	7.81	68.10
3/8"	9.52	2.30	2.65	94.93	N° 200	0.075	9.12	10.51	57.59
N° 4	4.75	1.40	1.61	93.32	Pasa N° 200	---	49.99	57.59	---
Pasa N° 4	---	81.00	93.32	---	SUMA	---	81.00	100.00	---



$D_{10} = <0.075 \text{ mm}$

$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 1.23$

% 3" = 0.00

$D_{30} = <0.075 \text{ mm}$

% Grava = 6.68

$D_{60} = 0.09 \text{ mm}$

$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$

% Arena = 35.73

% Finos = 57.59

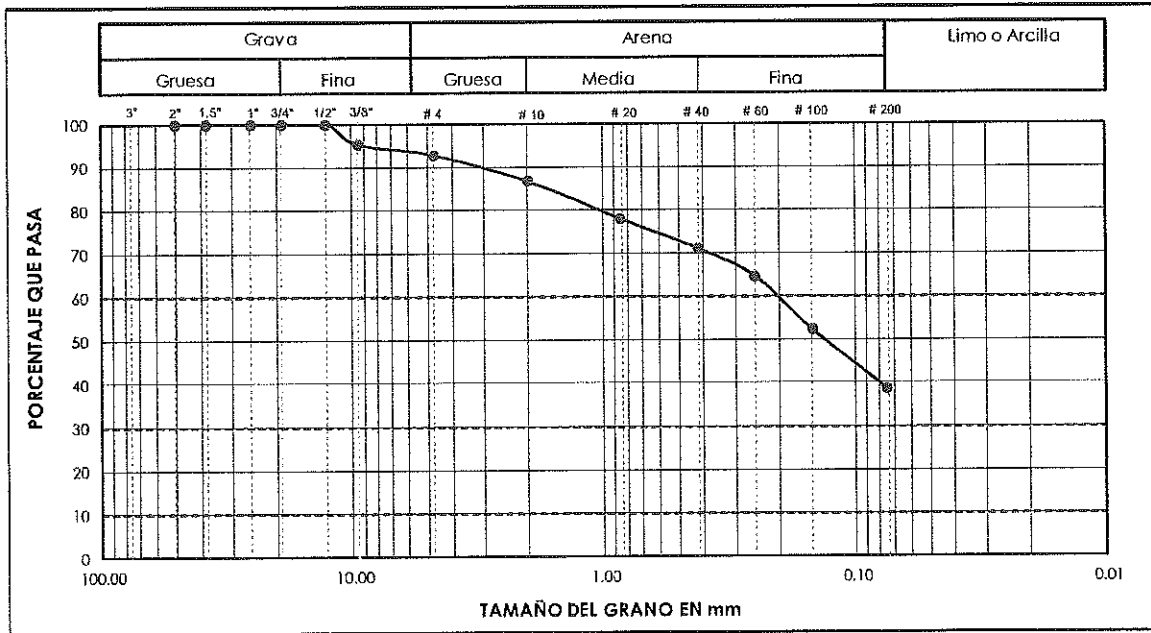
**GRANULOMETRÍA**  
 Método de prueba para determinar el análisis granulométrico  
 NMX-C-416-ONNCE-2003 Capítulo 5

Proyecto	SITIO TB0513 LIBRAMIENTO JALPA	Ubicación	JALPA DE MÉNDEZ, TABASCO.
Sondeo	SPT - 1	Muestra	E - 3
		Prof. (m)	3.60 - 10.20

Determinación del contenido de humedad	Wsh + T (g)	Wss + T (g)	Wtara (g)	Ww (g)	Ws (g)	ω (%)
Material retenido en la Malla No. 4	---	---	---	---	---	---
Material que pasa la Malla No. 4	---	---	---	---	---	---

PESO DE LA MUESTRA = 59.80 g

Malla No.	Abertura mm	Peso suelo retenido g	Por ciento retenido %	Por ciento que pasa %	Malla No.	Abertura mm	Peso suelo retenido g	Por ciento retenido %	Por ciento que pasa %
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	N° 10	2.000	3.64	6.09	86.64
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00	N° 20	0.850	5.21	8.71	77.93
1"	25.40	0.00	0.00	100.00	N° 40	0.420	4.12	6.89	71.04
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	N° 60	0.250	3.85	6.44	64.60
1/2"	12.70	0.00	0.00	100.00	N° 100	0.149	7.31	12.22	52.37
3/8"	9.52	2.85	4.77	95.23	N° 200	0.075	8.17	13.66	38.71
N° 4	4.75	1.50	2.51	92.73	Pasa N° 200	---	23.15	38.71	---
Pasa N° 4	---	55.45	92.73	---	SUMA	---	55.45	100.00	---



$D_{10} = <0.075 \text{ mm}$

$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 2.83$

% 3" = 0.00

$D_{30} = <0.075 \text{ mm}$

% Grava = 7.27

$D_{60} = 0.21 \text{ mm}$

$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} -$

% Arena = 54.01

% Finos = 38.71



### LÍMITES DE CONSISTENCIA

Determinación de los límites líquido y plástico, e índice de plasticidad para suelos finos  
 NMX-C-416-ONNCE-2003 Capítulo 6

Proyecto	SITIO TB0513 LIBRAMIENTO JALPA	Ubicación	JALPA DE MÉNDEZ, TABASCO.
Sondeo	SPT - 1	Muestra	E - 1
		Prof. (m)	0.00 - 0.60

#### Límite Líquido

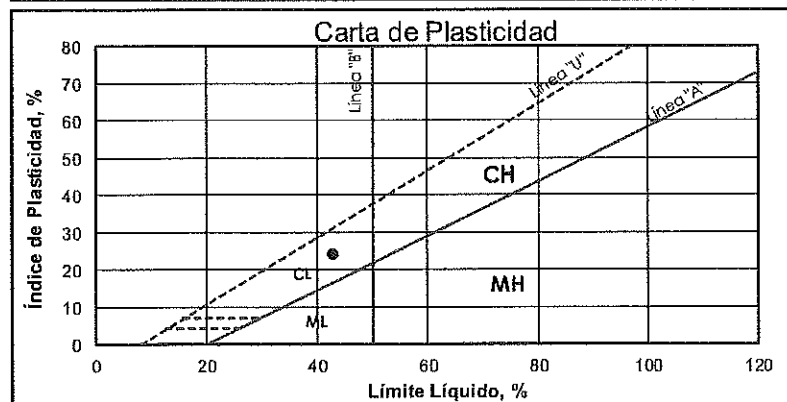
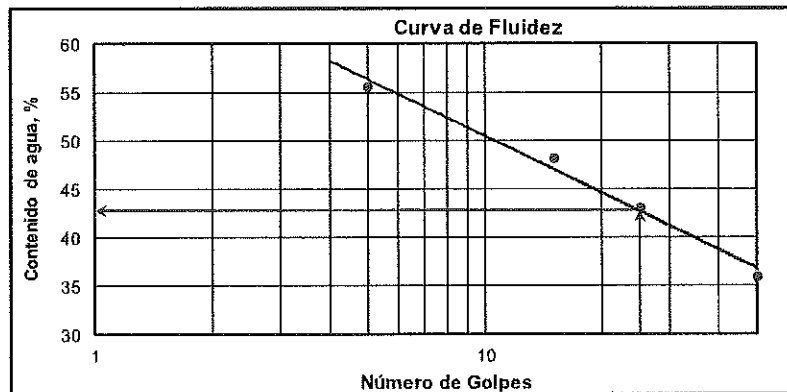
Prueba No.	Cápsula		No. De Golpes	Wsh + T	Wss + T	Ww	Ws	ω
	No.	Peso (g)		(g)	(g)	(g)	(g)	%
1	730	14.30	5	28.84	23.64	5.2	9.34	55.67
2	710	14.48	15	26.01	22.26	3.75	7.78	48.20
3	766	14.42	25	31.52	26.37	5.15	11.95	43.10
4	736	14.42	50	32.42	27.65	4.77	13.23	36.05

#### Límite Plástico

Prueba No.	Cápsula		No. De Golpes	Wsh + T	Wss + T	Ww	Ws	ω
	No.	Peso (g)		(g)	(g)	(g)	(g)	%
1	739	19.71	---	24.53	23.80	0.73	4.09	17.85
2	750	14.77	---	25.11	23.47	1.64	8.70	18.85
<b>Promedio</b>								<b>18.35</b>

#### Contenido Natural de Agua

Prueba No.	Cápsula		No. De Golpes	Wsh + T	Wss + T	Ww	Ws	ω
	No.	Peso (g)		(g)	(g)	(g)	(g)	%
			---					



ω (%) = \_\_\_\_\_

Límite Líquido (%) = 42.73

Límite Plástico (%) = 18.35

Índice de Plasticidad (%) = 24.38

$C_R = \frac{LL - w}{LP} =$  \_\_\_\_\_

$F_w =$  \_\_\_\_\_

$T_w = \frac{LP}{F_w} =$  \_\_\_\_\_

<b>Descripción del Material</b>

<b>Clasificación SUCS</b>
<b>CL</b>

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

Determinación de los límites líquido y plástico, e índice de plasticidad para suelos finos  
 NMX-C-416-ONNCE-2003 Capítulo 6

Proyecto	SITIO TB0513 LIBRAMIENTO JALPA	Ubicación	JALPA DE MÉNDEZ, TABASCO.
Sondeo	SPT - 1	Muestra	E - 2
		Prof. (m)	0.60 - 3.60

#### Límite Líquido

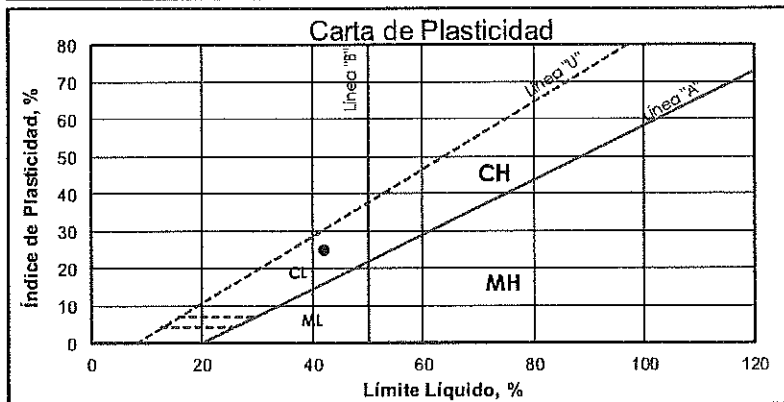
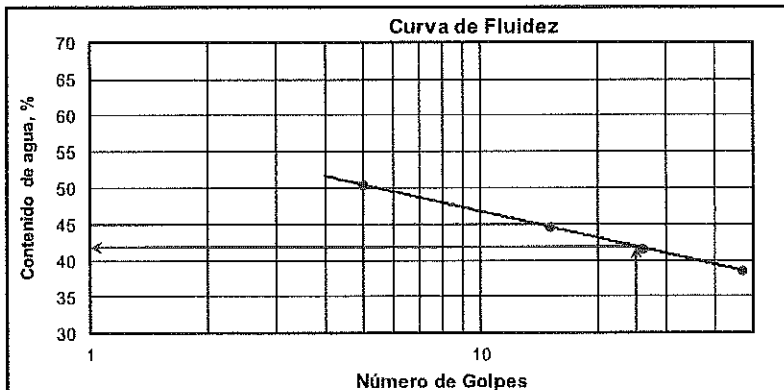
Prueba No.	Cápsula		No. De Golpes	Wsh + T (g)	Wss + T (g)	Ww (g)	Ws (g)	ω (%)
	No.	Peso (g)						
1	731	14.49	5	32.79	26.65	6.14	12.16	50.49
2	738	14.42	15	34.50	28.30	6.20	13.88	44.67
3	709	14.41	26	32.66	27.30	5.36	12.89	41.58
4	768	14.30	47	36.57	30.36	6.21	16.06	38.67

#### Límite Plástico

Prueba No.	Cápsula		No. De Golpes	Wsh + T (g)	Wss + T (g)	Ww (g)	Ws (g)	ω (%)
	No.	Peso (g)						
1	767	14.66	---	22.88	21.71	1.17	7.05	16.60
2	713	14.58	---	21.76	20.70	1.06	6.12	17.32
<b>Promedio</b>								<b>16.96</b>

#### Contenido Natural de Agua

Prueba No.	Cápsula		No. De Golpes	Wsh + T (g)	Wss + T (g)	Ww (g)	Ws (g)	ω (%)
	No.	Peso (g)						
			---					



ω (%) = \_\_\_\_\_

Límite Líquido (%) = 41.93

Límite Plástico (%) = 16.96

Índice de Plasticidad (%) = 24.97

$C_R = \frac{LL - w}{LP} =$  \_\_\_\_\_

$F_w =$  \_\_\_\_\_

$T_w = \frac{LP}{F_w} =$  \_\_\_\_\_

<b>Descripción del Material</b>

<b>Clasificación SUCS</b>
<b>CL</b>

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

Determinación de los límites líquido y plástico, e índice de plasticidad para suelos finos  
 NMX-C-416-ONNCE-2003 Capítulo 6

Proyecto	SITIO TB0513 LIBRAMIENTO JALPA	Ubicación	JALPA DE MÉNDEZ, TABASCO.	
Sondeo	SPT - 1	Muestra	E - 3	Prof. (m) 3.60 - 10.20

#### Límite Líquido

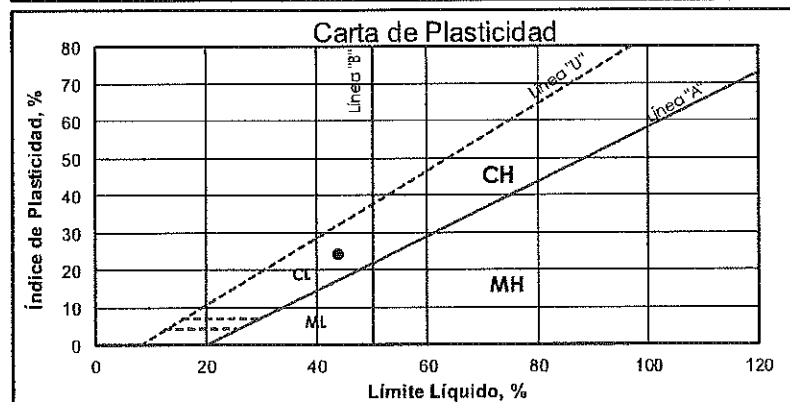
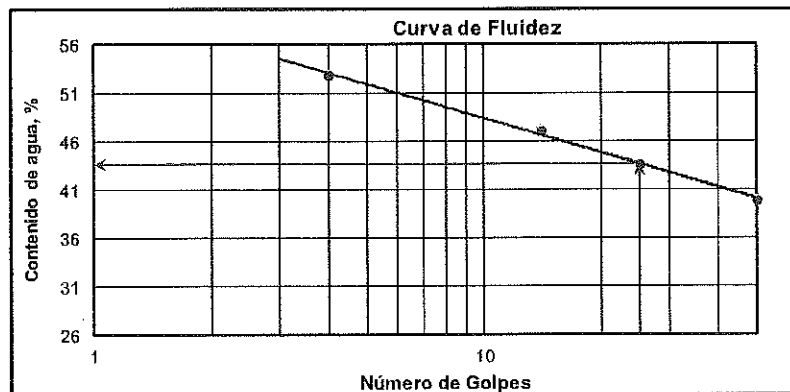
Prueba No.	Cápsula		No. De Golpes	Wsh + T (g)	Wss + T (g)	Ww (g)	Ws (g)	ω (%)
	No.	Peso (g)						
1	112	21.22	4	41.23	34.31	6.92	13.09	52.86
2	113	22.38	14	36.43	31.93	4.50	9.55	47.12
3	114	21.84	25	36.78	32.24	4.54	10.40	43.65
4	115	22.96	50	37.51	33.36	4.15	10.40	39.90

#### Límite Plástico

Prueba No.	Cápsula		No. De Golpes	Wsh + T (g)	Wss + T (g)	Ww (g)	Ws (g)	ω (%)
	No.	Peso (g)						
1	434	12.20	---	17.51	16.70	0.81	4.50	18.00
2	28	14.20	---	16.86	16.40	0.46	2.20	20.91
<b>Promedio</b>								<b>19.45</b>

#### Contenido Natural de Agua

Prueba No.	Cápsula		No. De Golpes	Wsh + T (g)	Wss + T (g)	Ww (g)	Ws (g)	ω (%)
	No.	Peso (g)						
			---					

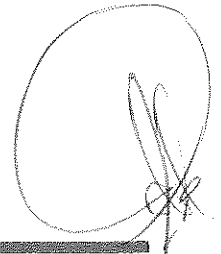


ω (%) = \_\_\_\_\_  
 Límite Líquido (%) = 43.68  
 Límite Plástico (%) = 19.45  
 Índice de Plasticidad (%) = 24.22  
 $C_R = \frac{LL - w}{LP} = \frac{43.68 - 19.45}{19.45} = \frac{24.23}{19.45} = 1.245$   
 $F_w = \frac{LL - w}{LL - LP} = \frac{43.68 - 19.45}{43.68 - 19.45} = 1$   
 $T_w = \frac{LP}{F_w} = \frac{19.45}{1} = 19.45$

Descripción del Material

Clasificación SUCS  
  
CL

**ANEXO III**  
**REPORTE FOTOGRÁFICO**

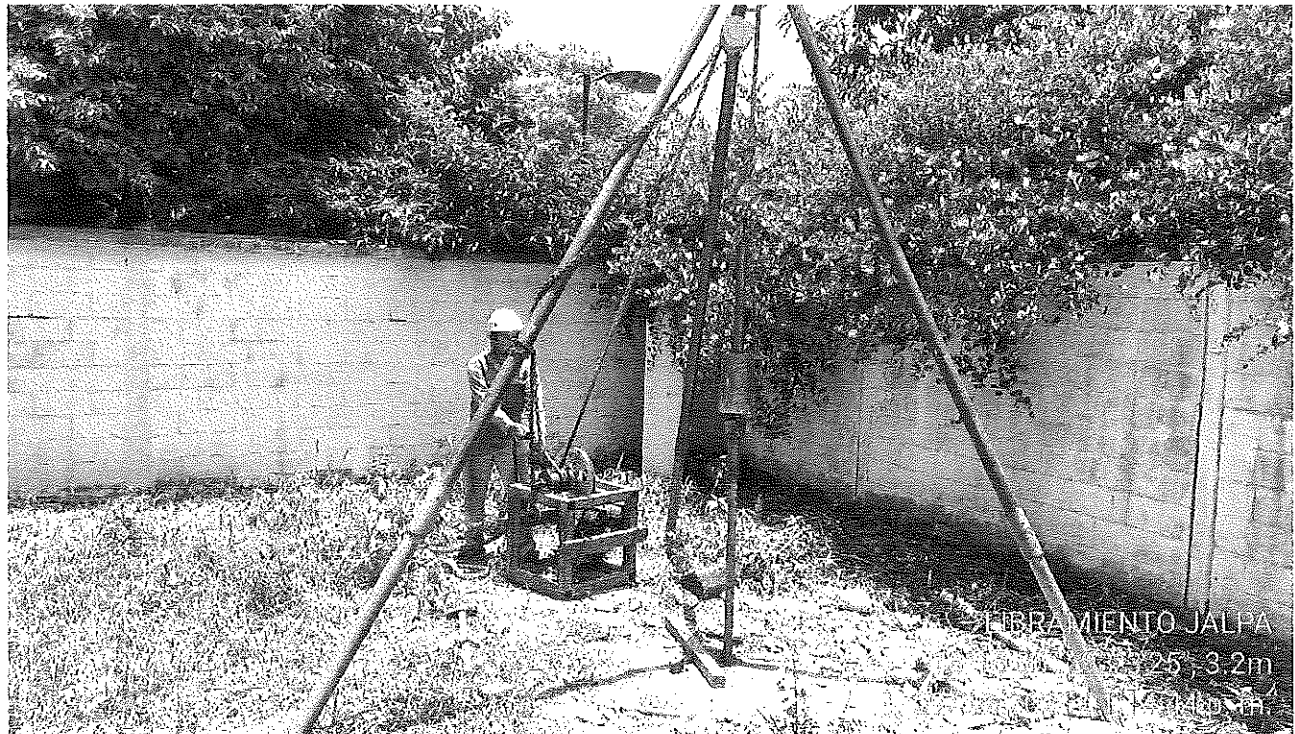




**FACHADA DEL SITIO DE ESTUDIO**



### PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR



### PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR





**VISTA DEL MATERIAL RECUPERADO CON EL TUBO PARTIDO**

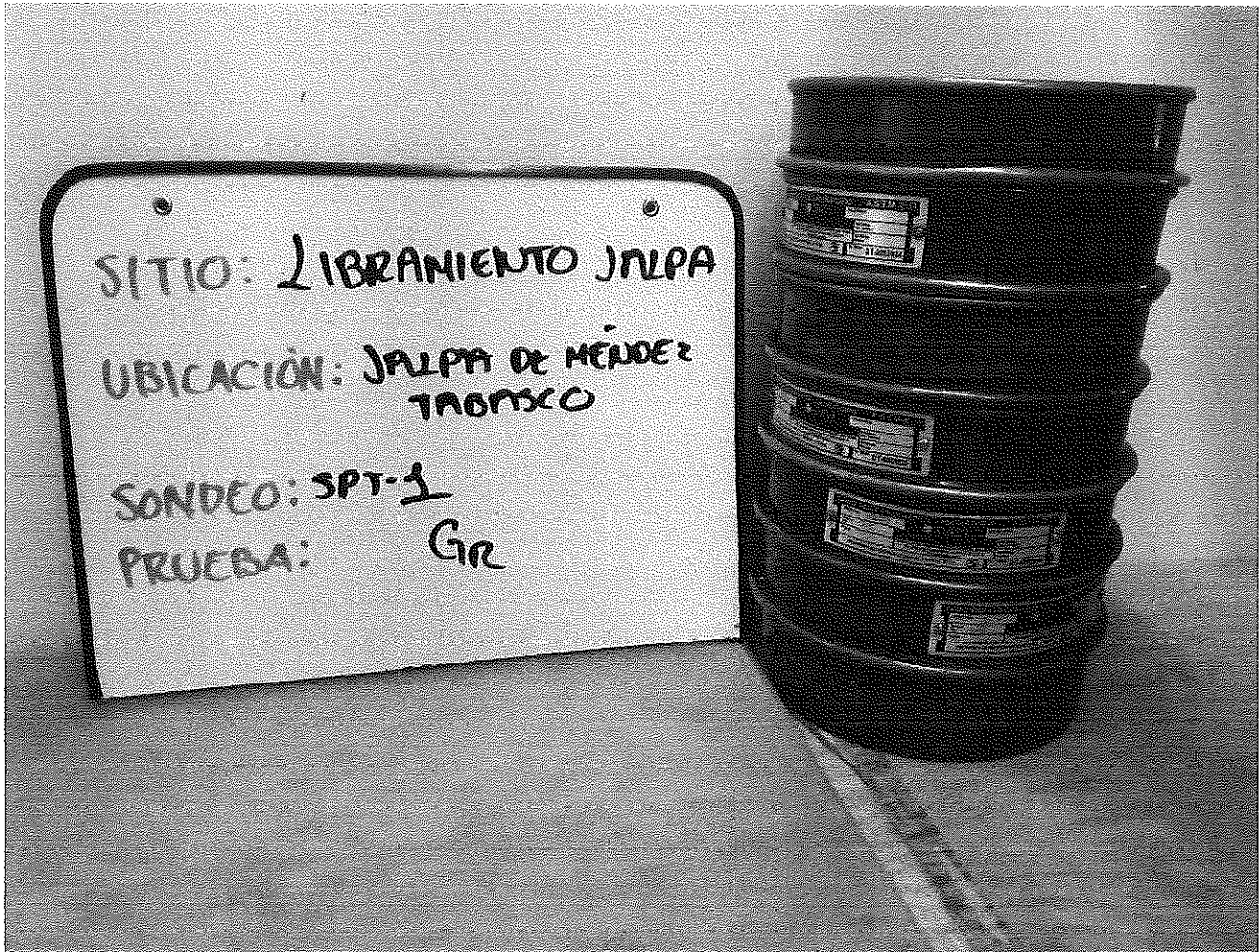




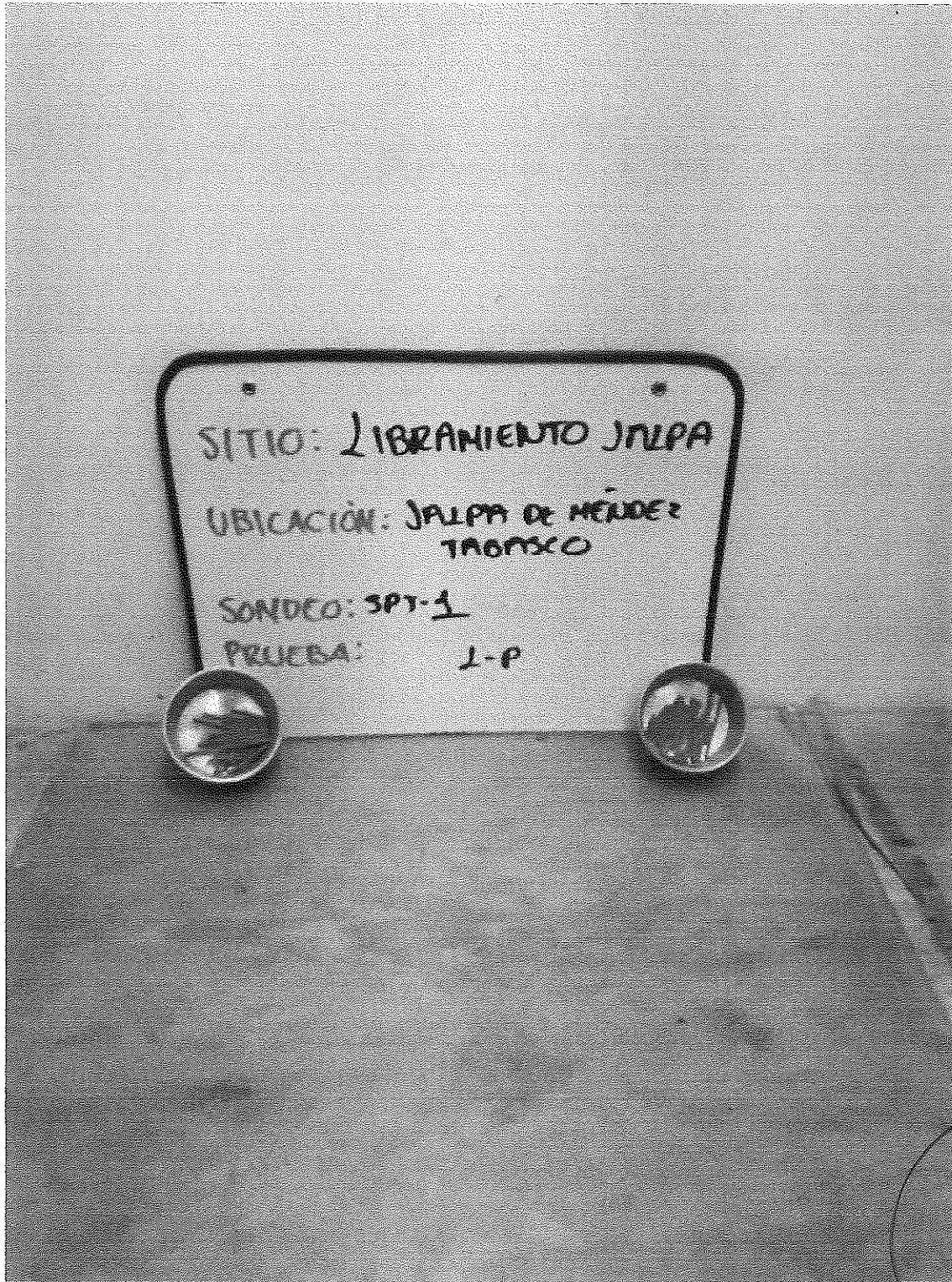
**VISTA DEL MATERIAL RECUPERADO CON EL TUBO PARTIDO**



**VISTA DEL MATERIAL RECUPERADO CON EL TUBO PARTIDO**







## **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS SITIO TB0513 LIBRAMIENTO JALPA**

**NICOLAS BRAVO S/N, BARRIO LA GUADALUPE,  
COL. CENTRO, C.P. 86200, MUNICIPIO DE JALPA  
DE MÉNDEZ, ESTADO DE TABASCO.**



**INFORME  
AGOSTO DE 2021**