

# INFORME GEOTÉCNICO

## CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT

### “CESI” SEDE AGUASCALIENTES

Elaborado por:  
ROCK SOIL INGENIERÍA GEOTÉCNICA S.A. DE C.V.  
M. en I. JOAO MORALES AMAYA  
JULIO 2017



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	4
1.1	ANTECEDENTES .....	4
1.2	OBJETIVO DEL ESTUDIO .....	4
1.3	LOCALIZACIÓN DEL SITIO .....	5
2.	MARCO GEOLÓGICO .....	6
2.1	GEOLOGÍA REGIONAL .....	6
2.2	REGIONALIZACIÓN SÍSMICA .....	9
3.	METODOLOGÍA DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO .....	11
4.	ENSAYES DE LABORATORIO .....	14
5.	ESTRATIGRAFÍA DEL SITIO .....	16
6.	PROPIEDADES ADOPTADAS PARA ANÁLISIS GEOTÉCNICOS .....	18
6.1	PARÁMETROS DE RESISTENCIA .....	18
6.2	PARÁMETROS DE DEFORMABILIDAD .....	19
7.	ANÁLISIS GEOTÉCNICOS .....	20
7.1	CAPACIDAD DE CARGA (ESTADOS LÍMITES DE FALLA) .....	20
7.1.1	CAPACIDAD DE CARGA ESTÁTICA .....	20
7.1.2	CAPACIDAD DE CARGA DINÁMICA .....	22
7.2	ASENTAMIENTOS (ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO) .....	23
7.2.1	ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS .....	23
8.	ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE LA EXCAVACIÓN Y CORTES .....	25
9.	EMPUJES HORIZONTALES SOBRE MUROS .....	27
10.	MÓDULOS DE REACCIÓN DEL SUELO DE APOYO .....	28
11.	RESISTIVIDAD ELÉCTRICA .....	29
12.	PERMEABILIDAD DEL SUELO .....	30
13.	IDENTIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS O COLAPSABLES, CRITERIO BUREAU OF RECLAMATION .....	31
14.	TERRAPLENES Y PAVIMENTOS (LINEAMIENTOS GENERALES) .....	32
15.	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO .....	34
16.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	36
17.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38
18.	RELACIÓN DE EQUIPO Y MATERIALES .....	39
19.	RELACIÓN DEL PERSONAL .....	40

## LISTA DE ANEXOS

### I. FIGURAS

No. de figura.	Descripción:
01	Localización del proyecto
02	Ubicación del sitio
03	Geología regional
04	Regionalización sísmica
05	Ubicación de pozos y sondeos
06	Perfil estratigráfico del pozos a cielo abierto No. 1
07	Perfil estratigráfico del pozos a cielo abierto No. 2
08	Perfil estratigráfico del pozos a cielo abierto No. 3
10	Perfil estratigráfico del sondeo mixto No. 1

### II. REGISTROS DE EXPLORACIÓN

No.	Descripción:
01	Registros de exploración de pozos a cielo abierto y sondeo mixto

### III. PRUEBAS DE LABORATORIO

No.	Descripción:
01	Pruebas de laboratorio a las muestras recolectadas en los pozos y sondeo.

### IV. MEMORIA DE CÁLCULO

No. Prueba.	Descripción:
01	Capacidad de carga, asentamientos, empujes, estabilidad de taludes y módulos de reacción

### V. REPORTE FOTOGRÁFICO

No.	Descripción:
01	Registro fotográfico de pozos a cielo abierto y sondeo mixto

## 1. INTRODUCCIÓN

Se encomendó a Juan José Astorga Arquitecto los trabajos correspondientes al levantamiento topográfico del predio donde se realizará el **CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT “CESI” SEDE AGUASCALIENTES**, los trabajos correspondientes al estudio de mecánica de suelos, para determinar las alternativas más adecuadas de cimentación para el proyecto.

Con el objeto de conocer las condiciones estratigráficas del suelo de apoyo y poder definir la alternativa de cimentación más apropiada, se realizó el estudio de mecánica de suelos correspondiente.

### 1.1 ANTECEDENTES

Los Centros de Servicio INFONAVIT (CESI) son oficinas que están en todo el país para darte atención personalizada sobre todos los trámites relativos al ahorro y crédito, de ahí la importancia de conocer el subsuelo donde habrá de construirse el proyecto de la sede de Aguascalientes.

### 1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo del presente estudio es conocer las características del subsuelo desde el punto de vista geotécnico para evaluar en forma cuantitativa, directa e indirecta los parámetros físicos y mecánicos del subsuelo con el fin de conocer las propiedades mecánicas de los materiales de apoyo, para determinar la estratigrafía del sitio y realizar el análisis geotécnico de la cimentación con base en las necesidades del proyecto.

Los aspectos que se cubren en el estudio, son los siguientes:

- Visita técnica al sitio por un ingeniero especialista en geotecnia.
- Descripción de los trabajos de campo (métodos de exploración empleados, profundidad alcanzada, ubicación), así como la presentación de sus resultados (Perfiles estratigráficos y determinación del nivel freático).
- Ensayes de laboratorio (Características físicas y mecánicas del subsuelo).
- Capacidad de carga del subsuelo y sus deformaciones (asentamientos).
- Recomendaciones de cimentación y profundidades de desplante.
- Recomendaciones técnicas para las excavaciones (estabilidad de las excavaciones) y rellenos compactados.
- Procedimientos constructivos.
- Conclusiones y recomendaciones.

### 1.3 LOCALIZACIÓN DEL SITIO

El CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT “CESI” SEDE AGUASCALIENTES se ubica sobre la calle Balneario, esquina con la Avenida Tecnológico, en Aguascalientes México. La ubicación en las coordenadas UTM bajo el DATUM ITRF-92, son las siguientes:

Tabla 1.3.1 Ubicación del sitio en coordenadas.

SITIO	X	Y	ZONA	USO
“CESI” SEDE AGUASCALIENTES	782,421.00	2,422,464.00	Q	13

Observe la siguiente figura:



Figura 1.1 Vista área de la localización del sitio.

## 2. MARCO GEOLÓGICO

### 2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

La geología del estado de Aguascalientes esta conformada principalmente por roca ígnea extrusiva ácida en 44.59 %, roca sedimentaria clástica de origen continental en 42.50 % y suelos de origen aluvial en 11.75%,

Los tipos de rocas extrusivas presentes en el estado son riolita, toba, brecha volcánica y basalto, en tanto que las de origen sedimentario tenemos areniscas, conglomerado, caliza y lutita.

En las siguientes imágenes se muestra la carta y la ubicación del sitio del proyecto en la carta geológica-minera del Servicio Geológico Mexicano (SGM).

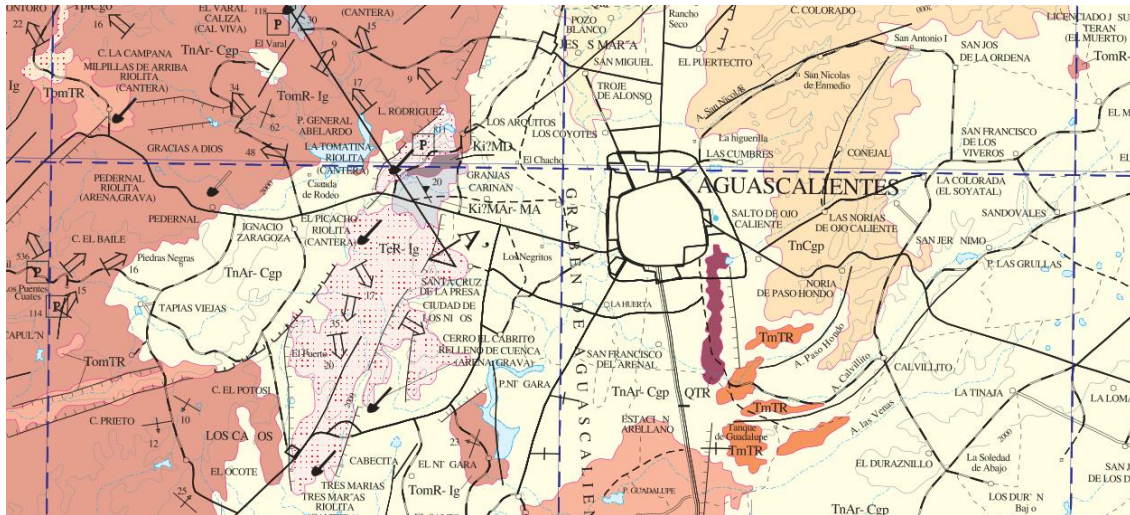


Figura 2.1 Carta geológica Aguascalientes.

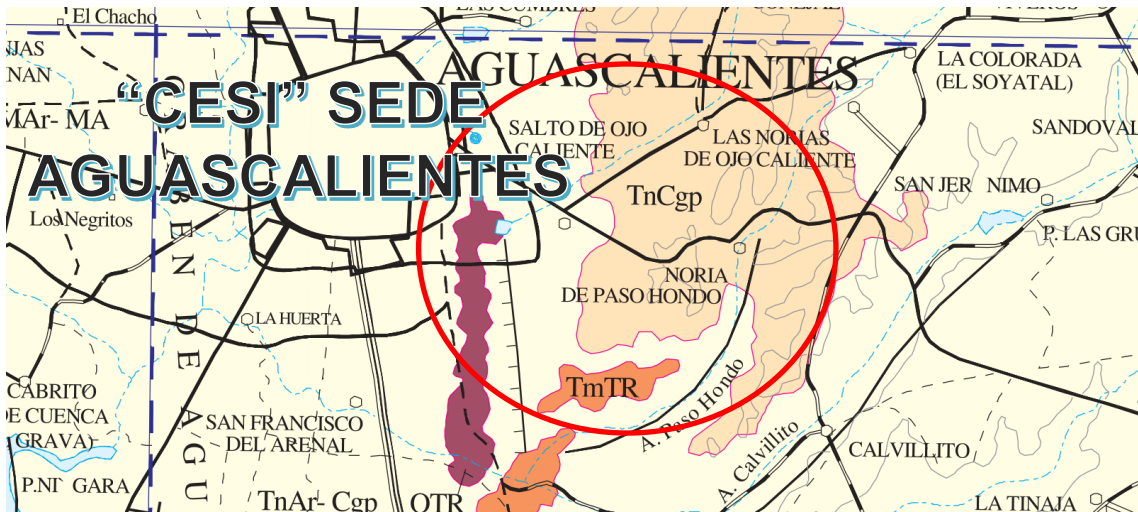


Figura 2.2 Ubicación del sitio del estudio.

# SIMBOLOGÍA CUATERNARIO

Qal	ALUVIÓN
QTR	TOBA RIOLÍTICA
QB	BASALTO

# TERCIARIO NEÓGENO

TplTB	TOBA BASÁLTICA
TplB	BASALTO
TplCgo	CONGLOMERADO OLIGOMÍCTICO
TnCgp	CONGLOMERADO POLIMÍCTICO
Tpl Cz-Lu	CALIZA - LUTITA
Tn Ar-Cgp	ARENISCA - CONGLOMERADO POLIMÍCTICO
TmplB	BASALTO
Tmpl TR-R	TOBA RIOLÍTICA - RIOLITA
TmTR	TOBA RIOLÍTICA
TmB	BASALTO
TmA	ANDESITA
TmBrR	BRECHA RIOLÍTICA

Figura 2.3 Simbología.

## COLUMNA GEOLÓGICA

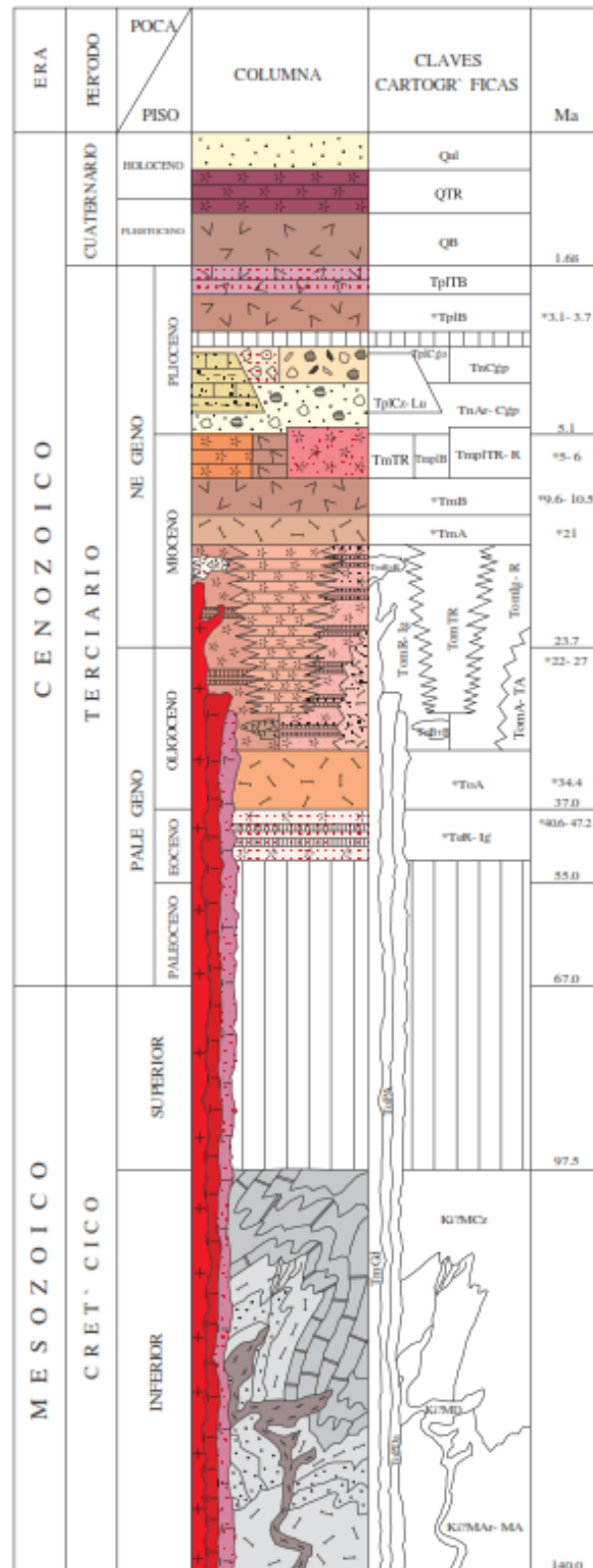


Figura 2.4 Columna geológica.



## 2.2 REGIONALIZACIÓN SÍSMICA

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en el siglo XX.

Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo.

La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Aunque la Ciudad de México se encuentra ubicada en la zona B, debido a las condiciones del subsuelo del valle de México, pueden esperarse altas aceleraciones. El mapa que aparece en la siguiente figura se tomó del Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad.

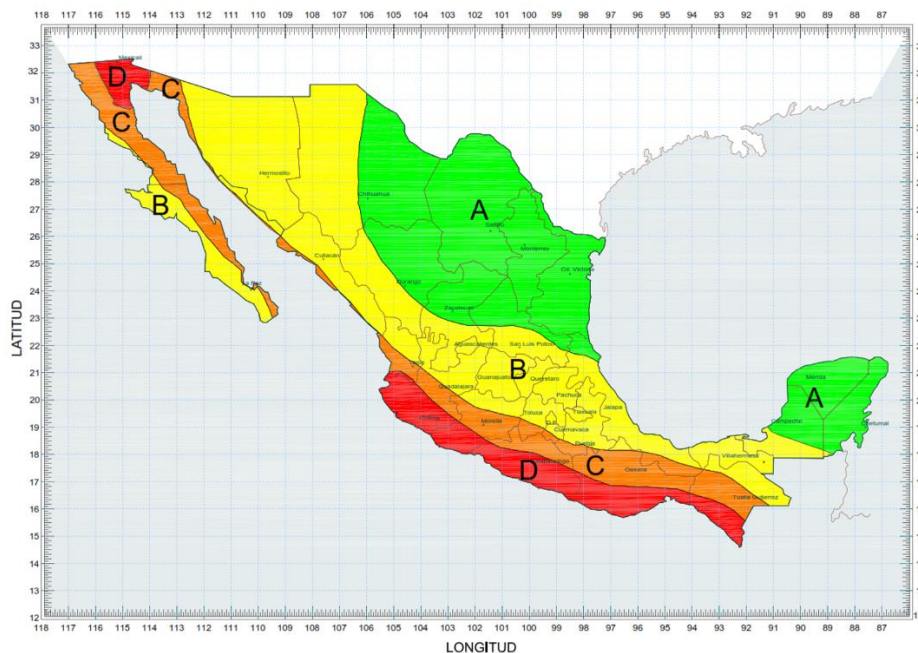


Figura 2.5 Regionalización sísmica de la República Mexicana.

La zona en estudio se encuentra la zona sísmica B, por lo que se deberán tomar los coeficientes de aceleración del suelo y de sismo de dicha zona.

**Tabla 2.1 Coeficientes sísmicos por zona de la República Mexicana.**

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

### 3. METODOLOGÍA DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

Se realizó un reconocimiento técnico del sitio del proyecto con la finalidad:

- Primero de identificar el sitio físicamente, observando todas las interferencias que pudieran afectar el desarrollo de los trabajos.
- Ubicar en campo los sitios para realizar el sondeo y los pozos a cielo abierto con base en los requerimientos del proyecto y que se encuentre dentro del lote perteneciente al proyecto.

Se estableció un programa de exploración para conocer las características del subsuelo en el sitio, el cual consistió en la realización de 1 sondeo exploratorio denominado mixtos, en el cuales se alternó la técnica de penetración estándar y la técnica perforación de rotación, además se realizaron tres pozos a cielo abierto mediante medios mecánicos (retroexcavadora). A continuación se describe la técnica empleada en los sondeos y pozos:

- Pozo a cielo abierto:

Consiste en hacer excavaciones con la finalidad de poder examinar los distintos estratos del subsuelo en su estado natural, y de este modo poder observar directamente la estratigrafía del sitio, además del agua contenida, color, plasticidad, consistencia, compacidad, etc. Las excavaciones de los pozos para este proyecto se realizaron mediante medios mecánicos (retroexcavadora).

- Sondeos de penetración estándar SPT:

El procedimiento de penetración estándar para la obtención de especímenes consiste en el hincando a percusión de un muestreador de pared gruesa de 3.5 cm de diámetro interior y de 60 cm de longitud, mediante un martinete de 63.5 kg de peso que se deja caer de un altura de 76 cm; a partir del número de golpes requerido para penetrar los 30 cm intermedios, es posible inferir mediante correlaciones empíricas, la consistencia o compacidad de los suelos encontrados.

- Sondeo de rotación:

Los sondeos de rotación pueden perforar cualquier tipo de suelo o roca a diferentes profundidades y con distintas inclinaciones, consta de los siguientes elementos: cabeza, tubo portatestigo, extractor, portaextractor y corona de corte.

En la siguiente tabla se muestra la profundidad alcanzada en los trabajos de exploración, los registros se anexan en el apartado II.

**Tabla 3.1 Exploración geotécnica realizada en el sitio en estudio, pozos a cielo abierto.**

No.	PCA/SM	Coordenadas UTM		Profundidad (m)	N.A.F. (m)	Realizado mediante:
		X (m)	Y (m)			
1	PCA-1	782,422	2,422,409	3.00	No se detectó	Medios mecánicos
2	PCA-2	782,390	2,422,497	2.80	No se detectó	Medios mecánicos
3	PCA-3	782,420	2,422,503	3.00	No se detectó	Medios mecánicos
5	SM-1	782,419	2,422,463	9.95	No se detectó	Long Year 24

La ubicación de los sondeos y pozos a cielo abierto se definió en función de las necesidades del proyecto. A continuación se describe cada uno de ellos:

- Pozo a cielo abierto PCA-01, consistió en la realización de una excavación mediante medios mecánicos hasta una profundidad promedio de 3.00 m, con obtención de muestras. No se detectó el nivel de aguas freáticas.
- Pozo a cielo abierto PCA-02, consistió en la realización de una excavación mediante medios mecánicos hasta una profundidad promedio de 2.80 m, con obtención de muestras. No se detectó el nivel de aguas freáticas.
- Pozo a cielo abierto PCA-03, consistió en la realización de una excavación mediante medios mecánicos hasta una profundidad promedio de 3.00 m, con obtención de muestras. No se detectó el nivel de aguas freáticas.
- Sondeo SM-1 consistió en la perforación de un sondeo mediante la técnica penetración estándar y perforación rotaria a 9.95 m de profundidad, con obtención de muestras. No se detectó el nivel de aguas freáticas.

Para la ejecución del sondeo y pozos a cielo abierto se empleó el siguiente equipo:

- Perforadora Long Year 24
- Barras de perforación
- Bomba de agua de alta potencia
- Retroexcavadora
- Camioneta Ford
- Herramienta menor como cables, llaves, picos, palas, barretas, machetes, arcos con seguetas, bolsas, cinta adhesiva, flexómetros, etc.

El equipo que realizó los trabajos de exploración fue operado por brigadas constituidas por un operador, ayudantes y un ingeniero supervisor especialista en geotecnia quien tuvo a su cargo la ejecución de las siguientes actividades:

- Supervisar los trabajos de excavación, muestreo, almacenamiento, manejo e identificación de las muestras.
- La clasificación de todas las muestras obtenidas siguiendo los lineamientos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS y con el criterio de la ISRM.
- La elaboración del registro de campo.

La totalidad de las muestras recuperadas, previamente identificadas y debidamente protegidas, fueron enviadas al laboratorio central, en la Ciudad de México.

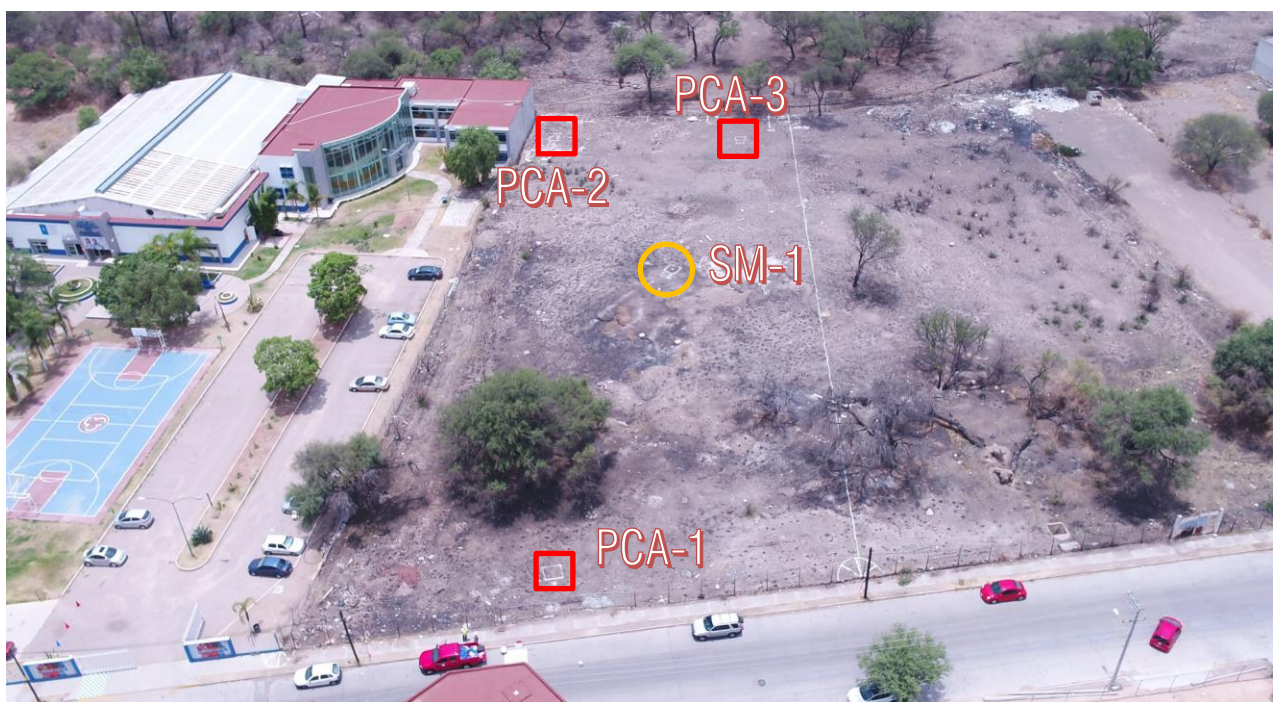


Figura 3.1 Ubicación de pozos a cielo abierto y sondeo.

#### 4. ENSAYES DE LABORATORIO

En el laboratorio central se realizaron ensayos de tipo índice sobre las muestras obtenidas en los trabajos de exploración, con la finalidad de conocer en forma cuantitativa y cualitativa sus propiedades, entre las cuales podemos señalar las siguientes:

- Humedad natural (contenido de humedad).
- Límites de Atterberg (de consistencia).
- Análisis de granulometría.
- Peso volumétrico.
- Proctor estándar.
- Ensaye triaxial UU.

Los resultados de los ensayos realizados se muestran en el anexo III, al final del informe. A continuación se muestran el resumen de los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio:

**Tabla 4.1 Resumen de la prueba contenido de agua.**

No. De Pozo	Profundidad (m)	$\omega$ (%)
SM-1	0.00 - 0.60	7.27
	0.60 - 1.20	11.86
	1.20 - 1.80	10.48
		11.49
	1.80 - 2.40	12.25
		10.03
	2.40 - 3.00	12.06
	3.00 - 3.60	3.22
	3.60 - 4.20	9.84
	4.20 - 4.80	10.32
	4.80 - 5.40	6.02
	5.40 - 6.00	8.87
	6.00 - 6.60	13.21
		10.31
	6.60 - 7.20	22.22
7.20 - 8.40	15.49	
	14.78	
9.00 - 9.60	15.36	
9.60 - 10.20	17.09	
PCA - 1	0.30 - 0.60	5.23
	0.60 - 3.20	13.23
	0.60 - 3.00	8.11
	2.20 - 3.00	6.48
PCA - 2	0.75 - 0.95	8.30
	0.70 - 2.00	9.53
	2.00 - 2.80	12.62
PCA - 3	0.80 - 1.00	8.54
	0.50 - 1.05	7.09
	1.05 - 2.20	6.82
	2.20 - 3.00	9.14
	2.20 - 3.00	11.07
1.05 - 2.20	5.99	

Tabla 4.2 Resumen de la prueba de límites de consistencia y granulometría.

No. De Pozo	Profundidad (m)	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	SUCS
SM-1	0.00 - 0.60	37.00	21.55	15.45	-	-	-	CL (Arcilla de baja plasticidad)
	1.20 - 1.80	27.90	16.31	11.59	1.16	67.00	31.85	SC (Arena arcillosa de baja plasticidad)
	3.00 - 3.60	-	-	-	71.38	0.80	27.81	-
	4.80 - 5.40	-	-	-	26.94	54.64	18.42	-
	6.60 - 7.20	55.60	20.39	35.21	4.96	42.50	52.54	CH (Arcilla arenosa)
7.20 - 8.40	51.90	18.45	33.45	29.79	48.82	21.39	SC (Arena arcillosa de alta plasticidad con grava)	
PCA - 1	0.30 - 0.60	27.00	20.21	6.79	0.11	70.59	29.29	SC-SM (Arena limo-arcillosa de baja plasticidad)
	2.20 - 3.00	26.70	19.18	7.52	16.21	73.93	9.86	SW-SC (Arena bien graduada con arcilla y grava)
	0.75 - 0.95	35.15	22.04	13.11	10.17	64.62	25.21	SC (Arena arcillosa de baja plasticidad)
PCA - 2	0.70 - 2.00	28.30	14.72	13.58	1.69	67.46	30.85	SC (Arena arcillosa de baja plasticidad)
	2.00 - 2.80	35.80	18.57	17.23	4.37	57.71	37.91	SC (Arena arcillosa de baja plasticidad)
	0.80 - 1.00	24.55	14.62	9.93	7.81	63.09	29.10	SC (Arena arcillosa de baja plasticidad)
PCA - 3	0.50 - 1.05	32.30	21.98	10.32	0.34	39.67	59.99	CL (Arcilla arenosa)
	2.20 - 3.00	24.65	23.06	1.59	5.62	66.86	27.51	SM (Arena limosa de baja plasticidad)
	1.05 - 2.20	30.20	19.81	10.39	11.83	68.39	19.77	SC (Arena arcillosa de baja plasticidad)

Tabla 4.3 Resumen de la prueba peso volumétrico.

No. De Pozo	Profundidad (m)	Peso volumétrico, $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )
SM-1	0.60 - 1.20	1.492
	6.00 - 6.60	1.690
	6.60 - 7.20	1.856
	7.20 - 8.40	1.950
PCA - 1	0.30 - 0.60	1.377
	2.20 - 3.00	1.325
PCA - 2	0.70 - 2.00	1.555
	2.00 - 2.80	1.477
PCA - 3	0.50 - 1.05	1.296
	2.20 - 3.00	1.492

Tabla 4.4 Resumen de la prueba Proctor estándar

No. De Pozo	Profundidad (m)	Compactación Proctor modificado	
		$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\omega$ (%)
PCA - 1	0.30 - 3.00	1.716	16.80
PCA - 2	0.00 - 2.80	1.764	15.20
PCA - 3	1.05 - 3.00	1.590	20.10

Tabla 4.5 Resumen del ensaye triaxial UU.

No. De Pozo	Profundidad (m)	Peso volumétrico, $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Cohesión c (t/m <sup>2</sup> )	Ángulo de fricción (°)	Módulo de elasticidad, E (t/m <sup>2</sup> )
PCA - 1	0.75 - 0.95	1.65	3.16	29.57	335.13
PCA - 2	0.80 - 1.00	1.78	9.67	36.07	1,262.84
PCA - 3	1.05 - 2.20	1.56	10.43	43.21	2,421.71

## 5. ESTRATIGRAFÍA DEL SITIO

Con base en los resultados obtenidos en los trabajos de exploración realizados en sitio, así como en los ensayos de laboratorio realizados se tiene la siguiente caracterización estratigráfica general, la cual se describe a continuación.

0.00-0.50 m Se encuentra capa vegetal con raíces, compuesta de arcilla arenosa de color café. Las propiedades obtenidas a partir de los ensayos de laboratorio, son las siguientes:

PRUEBA DE LABORATORIO	RESULTADOS
Contenido de agua %	5.00 – 7.00
Grava %	0.00
Arena %	71.00
Finos %	29.00
Límite líquido %	37.00
Límite plástico %	22.00
Índice de plasticidad %	15.00
Peso volumétrico (t/m <sup>3</sup> )	1.40
SUCS:	CL

0.50-3.00 m Se encuentra arena de compacidad media limo arcillosa de baja plasticidad de color café con grava. Las propiedades obtenidas a partir de los ensayos de laboratorio, son las siguientes:

PRUEBA DE LABORATORIO	RESULTADOS
Contenido de agua %	6.00 – 13.00
Grava %	0.00 – 16.00
Arena %	40.00 – 74.00
Finos %	10.00 – 60.00
Límite líquido %	25.00 – 36.00
Límite plástico %	15.00 – 23.00
Índice de plasticidad %	2.00 – 17.00
Proctor estándar	$\gamma = 1.60 - 1.80$
	$\omega = 15.00 - 20.00 \%$
Peso volumétrico (t/m <sup>3</sup> )	1.30 – 1.60
Cohesión (t/m <sup>2</sup> )	3.00 – 10.00
Ángulo de fricción (°)	30.00 – 36.00
Módulo de elasticidad (t/m <sup>2</sup> )	335.00 – 2,420.00
SUCS:	SC, SC-SM, SW-SC, SM

3.00-4.80 m Se encuentra grava de compacidad media arcillosa de color café con arena. Las propiedades obtenidas a partir de los ensayos de laboratorio, son las siguientes:

PRUEBA DE LABORATORIO	RESULTADOS
Contenido de agua %	3.00 – 13.00
Grava %	71.00
Arena %	1.00
Finos %	28.00



4.80-9.95 m Se encuentra arena de compacidad media arcillosa de color café con grava. Las propiedades obtenidas a partir de los ensayos de laboratorio, son las siguientes:

PRUEBA DE LABORATORIO	RESULTADOS
Contenido de agua %	6.00 – 2.00
Grava %	5.00 – 30.00
Arena %	43.00 – 55.00
Finos %	18.00 – 53.00
Límite líquido %	52.00 – 56.00
Límite plástico %	18.00 – 20.00
Índice de plasticidad %	33.00 – 35.00
Peso volumétrico (t/m <sup>3</sup> )	1.70 – 2.00

El nivel de aguas freáticas no se detectó en ninguno de los pozos a cielo abierto y sondeo.

## 6. PROPIEDADES ADOPTADAS PARA ANÁLISIS GEOTÉCNICOS

Los análisis geotécnicos realizados en este estudio son los siguientes:

- Capacidad de carga.
- Asentamientos.
- Estabilidad de Taludes.
- Empujes horizontales sobre muros.
- Módulos de reacción

Las propiedades empleadas para los análisis geotécnicos se presentan a continuación:

### 6.1 PARÁMETROS DE RESISTENCIA

Los parámetros de resistencia empleados para los análisis geotécnicos se determinaron de la siguiente manera:

#### **Cohesión:**

La cohesión empleada para los análisis geotécnicos se obtuvo a partir de los resultados obtenidos en laboratorio sobre las muestras extraídas en la exploración geotécnica realizada.

#### **Ángulo de Fricción:**

La fricción empleada para los análisis geotécnicos se obtuvo a partir de los resultados obtenidos en laboratorio sobre las muestras extraídas en la exploración geotécnica realizada.

#### **Peso volumétrico:**

El peso volumétrico utilizado para los análisis geotécnicos se obtuvo a partir de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio.

## 6.2 PARÁMETROS DE DEFORMABILIDAD

Los parámetros de deformabilidad empleados para los análisis geotécnicos se determinaron de la siguiente manera:

El módulo de elasticidad utilizado para los análisis geotécnicos fue obtenido a partir de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio. En tanto que la relación de Poisson fue obtenido del Manual de Procedimientos de Ingeniería de Diseño de PEMEX, a continuación se presenta para diferentes tipos de suelo:

**Tabla 6.1 Exploración geotécnica realizada en el sitio en estudio, pozos a cielo abierto.**

Tipo de suelo	Consistencia	$\nu$ ( $t/m^2$ )
Arcillas	Saturada	0.40 - 0.50
	No saturada	0.10 - 0.30
	Arenosa	0.20 - 0.25
Limo		0.30 - 0.35
Arenas	Densa	0.20 - 0.40
	Densa a gruesa	0.15 - 0.25

## 7. ANÁLISIS GEOTÉCNICOS

Con base en el punto anterior se evaluó la capacidad de carga admisible del terreno de apoyo, así como las deformaciones verticales esperadas. Las propiedades adoptadas para los análisis geotécnicos son las siguientes:

Tabla 7.1 Propiedades adoptadas.

$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	c (t/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	E (t/m <sup>2</sup> )	$\nu$
1.50 – 1.80	3.00 – 10.00	30.00 – 36.00	335.00 – 2,420.00	0.35

### 7.1 CAPACIDAD DE CARGA (ESTADOS LÍMITES DE FALLA)

El diseño geotécnico de la cimentación se realizó apegándose a los requerimientos del proyecto, considerando la siguiente alternativa de solución para el diseño de cimentación:

- Cimentación Superficial: Zapatas

La capacidad de carga se determinó considerando que se presentará una distribución de esfuerzos en la masa de suelo, la cual disminuirá con la profundidad de acuerdo a la teoría de la elasticidad.

#### 7.1.1 CAPACIDAD DE CARGA ESTÁTICA

La capacidad de carga estática admisible se determinó aplicando la teoría de Karl Von Terzaghi, representado por la siguiente expresión:

$$Q_{adm} = \frac{Q_{últ}}{F.S.} = cN_c + qN_q + 0.5\gamma B N_\gamma \quad (7.1)$$

Dónde:

$Q_{adm}$  = Capacidad de carga admisible en la base de la zapata, en t/m<sup>2</sup>

$Q_{últ}$  = Capacidad de carga neta en la base de la zapata, en t/m<sup>2</sup>

B = Ancho de la zapata, en m

q = Esfuerzo efectivo vertical al nivel de la base de la zapata, en t/m<sup>2</sup>

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

F.S. = Factor de seguridad = 3.00

$D_f$  = Nivel de desplante del cimiento, en m

c = Cohesión media del suelo a lo largo de la superficie de falla, en t/m<sup>2</sup>

$\gamma$  = Peso volumétrico de desplante, en t/m<sup>3</sup>

Los factores de capacidad de carga, adimensional, están determinados por las siguientes expresiones:

$$Nq = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi} \quad (7.2)$$

$$Nc = (Nq + 1) \cot \phi \quad (7.3)$$

$$Ny = 2(Nq + 1) \tan \phi \quad (7.4)$$

Dónde:

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

A continuación se presenta el resumen de la capacidad de carga, la cual se determinó con un factor de seguridad de 3, para diferentes anchos de zapata y diferentes profundidades de desplante:

**Tabla 7.2 Resumen de la capacidad de carga admisible.**

Ancho de zapata (m)	Df = 1.00 m	Df = 1.50 m	Df = 2.00 m	Df = 2.50 m
0.50	10.81	12.11	13.42	14.72
0.60	10.91	12.21	13.51	14.81
0.70	11.00	12.30	13.60	14.90
0.80	11.09	12.39	13.69	14.99
0.90	11.18	12.48	13.78	15.08
1.00	11.27	12.57	13.87	15.17
1.10	11.36	12.67	13.97	15.27
1.20	11.46	12.76	14.06	15.36
1.30	11.55	12.85	14.15	15.45
1.40	11.64	12.94	14.24	15.54
1.50	11.73	13.03	14.33	15.63
1.60	11.82	13.12	14.42	15.73
1.70	11.92	13.22	14.52	15.82
1.80	12.01	13.31	14.61	15.91
1.90	12.10	13.40	14.70	16.00
2.00	12.19	13.49	14.79	16.09
2.10	12.28	13.58	14.88	16.18
2.20	12.37	13.67	14.98	16.28
2.30	12.47	13.77	15.07	16.37
2.40	12.56	13.86	15.16	16.46
2.50	12.65	13.95	15.25	16.55

En la siguiente gráfica se resumen los valores obtenidos para distintas profundidades y anchos de zapatas; los cálculos se anexan en el apartado IV.

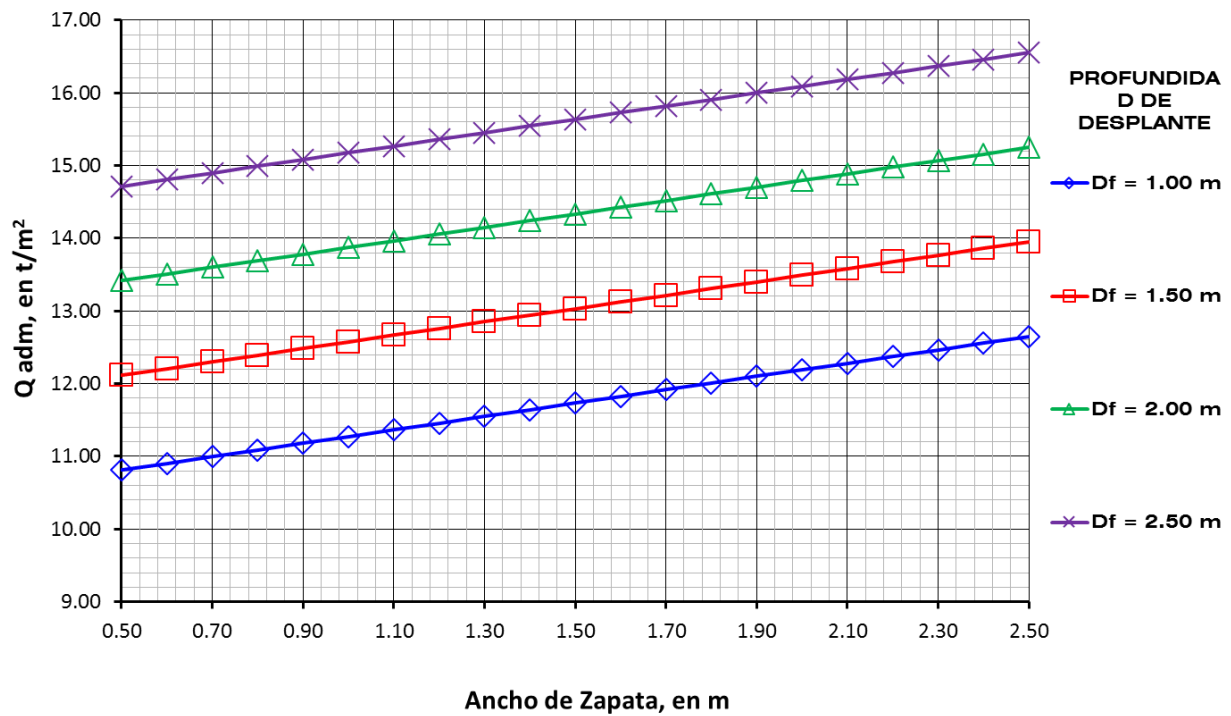


Figura 7.1 Gráfica de la capacidad de carga admisible contra el ancho de zapata.

### 7.1.2 CAPACIDAD DE CARGA DINÁMICA

Para la capacidad de carga dinámica, se recomienda que para la acción combinada de cargas estáticas con accidentales se revisará que esa presión no exceda de 1.3 veces la presión de contacto admisible.

## 7.2 ASENTAMIENTOS (ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO)

Las propiedades adoptadas para el análisis de asentamientos son las siguientes:

Peso volumétrico $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	E (t/m <sup>2</sup> )	$\nu$
1.50 – 1.80	335.00 – 2,420.00	0.35

Tomando en cuenta las características del subsuelo, las deformaciones se determinaron aplicando la teoría de la elasticidad. Debido a que en el sitio de estudio se encuentran suelos duros solo fueron obtenidos los asentamientos elásticos de la siguiente manera:

### 7.2.1 ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS

Para el cálculo de asentamientos instantáneos se aplicó la teoría de la elasticidad empleando el criterio Steinbrenner con la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w \quad (7.7)$$

Donde:

- S = Asentamientos elásticos, en cm)
- q = Sobrecarga debida a la estructura, en t/m<sup>2</sup>
- B = Ancho de la cimentación, en m
- $\mu$  = Relación de Poisson del material de apoyo, adimensional
- E = Modulo de Elasticidad del suelo de apoyo de la cimentación, en t/m<sup>2</sup>
- $I_w$  = Factor de influencia al centro de la cimentación = 1.12
- $I_w$  = Factor de influencia en la esquina de la cimentación = 0.56

Para el análisis se realizaron dos revisiones, al centro y en la esquina del cimiento. A continuación se presenta el resumen de los asentamientos totales, los cálculos se anexan en el apartado IV.

**Tabla 7.3 Resumen de asentamientos al centro del cimiento**

Ancho (m)	Profundidad de desplante (m)	Presión de contacto* t/m <sup>2</sup>	Asentamientos Elásticos (cm)
0.50	1.00	10.81	1.06
1.00	1.00	11.27	2.22
0.50	1.50	12.11	1.19
1.00	1.50	12.57	2.47

\*Presión considerada para el cálculo de asentamientos.

**Tabla 7.4 Resumen de asentamientos en la esquina del cimiento**

Ancho (m)	Profundidad de desplante (m)	Presión de contacto* t/m <sup>2</sup>	Asentamientos Elásticos (cm)
0.50	1.00	10.81	0.53
1.00	1.00	11.27	1.11
0.50	1.50	12.11	0.60
1.00	1.50	12.57	1.24

\*Presión considerada para el cálculo de asentamientos.

Los resultados para los asentamientos estimados son del orden de 3 cm a una profundidad de desplante de 1.50 m.



## 8. ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE LA EXCAVACIÓN Y CORTES

Considerando las excavaciones necesarias para la realización de los trabajos de cimentación, se realizó el análisis de la estabilidad de las paredes de la excavación, considerando que los taludes serán temporales, se realizó un análisis de estabilidad de taludes con el software ROCSCIENCE, con un programa electrónico SLIDE 5.0. Los valores de diseño corresponden a 1.00, 1.50, 2.00 y 2.50 m de excavación. El método de diseño empleado para análisis es Mohr – Coulomb.

Se consideró un corte vertical 0:1 y un talud con distribución 1:1, Las condiciones son estáticas y dinámicas (estáticas más sismo). Para el cálculo de estabilidad de taludes se han considerado las siguientes propiedades y características:

**Tabla 8.1 Estratigrafía y propiedades**

Materiales	Profundidad (m)	Peso volumétrico (t/m <sup>3</sup> )	Cohesión (t/m <sup>2</sup> )	Ángulo de fricción (°)
Arcilla arenosa de color café.	0.00 – 0.50	1.50	2.00	16.00
Arena de compactación media limo arcillosa de baja plasticidad de color café con grava	0.50 – 3.00	1.60	3.00	30.00
Grava de compactación media arcillosa de color café con arena.	3.00 – 4.80	1.70	9.00	30.00
Arena de compactación media arcillosa de color café con grava.	4.80 – 9.95	1.80	10.00	30.00

SOBRECARGA = 1.5 t/m <sup>2</sup>	COEFICIENTE SÍSMICO = 0.4	NIVEL FREÁTICO NO SE DETECTÓ.
-----------------------------------	---------------------------	-------------------------------

El resumen de resultados de los factores de seguridad se muestra en la siguiente tabla. Los cálculos se anexan en el apartado IV.

**Tabla 8.2 Factor de seguridad**

Distribución del Talud (Horizontal - Vertical)	Profundidad (m)	Factor de Seguridad (Fs) Condición Estática	Factor de Seguridad (Fs) Condición Dinámica
0:1	1.00	2.418	2.229
0:1	1.50	2.432	2.099
0:1	2.00	2.325	1.876
0:1	2.50	2.121	1.682
1:1	1.00	5.180	4.012
1:1	1.50	5.171	3.418
1:1	2.00	4.353	2.908
1:1	2.50	3.935	2.699

Se revisó además por el criterio de altura máxima, la cual se determina mediante la expresión:

$$H_{CRÍTICA} = \frac{4c}{\gamma_{suelo}} \quad (8.1)$$

Donde:

$H_{CRÍTICA}$  = Altura crítica del talud, en m

$c$  = Cohesión del suelo, en  $t/m^2$

$\gamma$  = Peso volumétrico del suelo, en  $t/m^3$

Se obtiene que la altura crítica del talud, es del orden de 4.00 m

Con base en lo anterior, el mejor comportamiento para la estabilidad de la excavación en condición estática y dinámica, es realizar un talud 0:1 (Horizontal-Vertical) a una profundidad máxima de 2.50 metros. En caso de presentarse desprendimientos o desconchamientos, será necesario incrementar los taludes, apuntalar los cortes o proteger las caras de los cortes mediante la colocación de malla de gallinero sobre toda la cara del talud anclándola con varillas de 3/8" en cantidad suficiente para sostenerla, y un repellado de concreto simple  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  de 3 a 5 cm de espesor reforzado con la malla de gallinero, empleando varilla de 3/8" de 50 cm de longitud ancladas al terreno, en distribución en tres bolillo de 2 a 3m sobre la cara del talud, hacer traslapes de 20 cm y amarres con alambre recocado para la malla de gallinero.

## 9. EMPUJES HORIZONTALES SOBRE MUROS

Para evaluar la magnitud de los empujes de tierra actuantes sobre los elementos de retención (muros), se empleó la teoría de Rankine para un empuje activo  $K_a$ , considerando que el suelo a largo plazo alcanzará una condición en reposo. Además de los empujes horizontales del suelo, se consideró la acción de una sobrecarga uniformemente distribuida sobre la superficie del terreno, con una magnitud de  $1.50 \text{ t/m}^2$ , así como el empuje debido a la acción del sismo; para este caso se consideró un coeficiente sísmico básico,  $c$ , de 0.36; de acuerdo a la zonificación sísmica propuesta por CFE, Tabla 2.1 Coeficientes sísmicos por zona de la República Mexicana. El área en estudio se encuentra en la zona B.

Para muros de altura menores a la analizada podrán utilizarse las porciones correspondientes de los diagramas de presiones horizontales, a fin de calcular la magnitud de los empujes resultantes. Cabe señalar que se considera un bloque inestable de masa de suelo, siendo lo más desfavorable que puede ocurrir durante el proceso constructivo

Se consideró para el cálculo de empujes una altura de muro de hasta 3.00 m, obteniendo un empuje unitario de 8.00 toneladas, por cada metro de muro, los resultados se muestran en la siguiente tabla. Los cálculos se muestran en el anexo IV.

**Tabla 9.1 Empujes horizontales sobre muros**

Prof. m	RESULTANTE t/m	Punto aplicación (m)
0.50	0.43	0.26
1.00	1.20	0.51
1.50	2.33	0.77
2.00	3.81	1.04
2.50	5.64	1.30
3.00	7.83	1.56

## 10. MÓDULOS DE REACCIÓN DEL SUELO DE APOYO

Para obtener los módulos de reacción se empleó la siguiente expresión:

$$k_s = \frac{E}{B(1 - \mu^2)} \quad (10.1)$$

Donde:

$K_s$  = Módulo de reacción en  $t/m^3$

$E$  = Módulo de deformabilidad en  $t/m^2$

$B$  = Ancho de la cimentación

$\mu$  = Relación de Poisson, adimensional

A continuación se presentan los resultados de los valores obtenidos para distintos diámetros de pila de la cimentación para casa sondeo:

Tabla 10.1 Módulos de reacción

Ancho de la cimentación B (m)	$\mu$ (adimensional)	E ( $t/m^2$ )	$K_s$ ( $t/m^3$ )
0.50	0.35	335	764
0.60	0.35	335	636
0.70	0.35	335	545
0.80	0.35	335	477
0.90	0.35	335	424
1.00	0.35	335	382
1.10	0.35	335	347
1.20	0.35	335	318
1.30	0.35	335	294
1.40	0.35	335	273
1.50	0.35	335	255
1.60	0.35	335	239
1.70	0.35	335	225
1.80	0.35	335	212
1.90	0.35	335	201
2.00	0.35	335	191
2.10	0.35	335	182
2.20	0.35	335	174
2.30	0.35	335	166
2.40	0.35	335	159
2.50	0.35	335	153

## 11. RESISTIVIDAD ELÉCTRICA

Los métodos eléctricos son aquellos que estudian la respuesta del terreno cuando se propagan a través de él corrientes eléctricas continuas (DC). El parámetro físico que se controla es la resistividad “ $\rho$ ” y la interpretación final se hace en función de las características geológicas de la zona en que se aplican. Su aplicación es muy frecuente en ingeniería geológica. La resistividad es una propiedad intrínseca de los suelos y las rocas y depende de la litología, estructura interna y sobre todo de su contenido de agua, no siendo, por tanto una propiedad isótropa en la masa rocosa. La medida de las resistividades del subsuelo se lleva a cabo en los siguientes pasos:

- Introducción al terreno de una corriente continua intensa “ $I$ ”
- Medida de la diferencia del potencial “ $\Delta V$ ”
- Cálculo de la resistividad del espesor del terreno afectado por el paso de la corriente.

La resistividad que se obtiene, define al conjunto de materiales afectados por el paso de corriente y se denomina resistividad aparente “ $\rho_a$ ”:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I}$$

Para la determinación de la resistividad eléctrica representativa del sitio, se ha utilizado el criterio de la tabla siguiente, basada en los valores de resistividad de las formaciones geológicas más comunes, referencia 6.

**Tabla 11.1 Valores de resistencia de las formaciones geológicas más comunes**

Materiales	Resistividad ( $\Omega$ -m)
Margas	50 - 5,000
Calizas	300 - 10,000
Pizarras	100 - 1,000
Granito	300 - 10,000
Arcillas	1 - 20
Arenas	50 - 500
Conglomerados	1,000 - 10,000
Areniscas	50 - 5,000
Aluviones	50 - 800

Haciendo uso de la clasificación visual y de los resultados obtenidos en laboratorio para materiales y formaciones de suelos arenas arcillosas, el valor representativo para las unidades litológicas es de 50 a 500  $\Omega$ -m.

## 12. PERMEABILIDAD DEL SUELO

La permeabilidad de un suelo se define como la facilidad para que el agua circule a través del él, se mide mediante un coeficiente de permeabilidad llamado “k”. Dicha permeabilidad dependerá de:

- La granulometría, es decir, de la distribución de tamaños de los granos del suelo (y por lo tanto de sus poros), siendo “k” menor cuanto más pequeñas sean las partículas del suelo.
- La densidad del suelo, habida cuenta que, para una misma granulometría, cuanto más denso sea el terreno menor será su volumen de huecos, y menor será también “K”.
- La forma y orientación de las partículas, y ya que si las condiciones de sedimentación dan lugar a orientaciones preferenciales, la permeabilidad podrá variar sustancialmente en función de la dirección de flujo.

El coeficiente de permeabilidad se mide en unidades de velocidad (m/s, m/día, o cm/s).

Para la determinación del coeficiente de permeabilidad en el sitio, se ha utilizado el criterio de la siguiente tabla, basada en el Sistema Unificado De Clasificación de Suelos (S.U.C.S), referencia 6.

**Tabla 12.1 Rango de valores de coeficiente de permeabilidad en suelos.**

Tipo de suelo	k (cm/s)
Grava mal graduada (GP)	$\geq 1$
Grava uniforme (GP)	0.2 - 1
Grava bien graduada (GW)	0.05 - 0.3
Arena uniforme (SP)	$5 \times 10^{-3}$ - 0.2
Arena bien graduada (SW)	$10^{-3}$ - 0.1
Arena limosa (SM)	$10^{-3}$ - $5 \times 10^{-3}$
Arena arcillosa (SC)	$10^{-4}$ - $10^{-3}$
Limo de baja plasticidad (ML)	$5 \times 10^{-5}$ - $10^{-4}$
Arcillas de baja plasticidad (CL)	$10^{-5}$ - $10^{-8}$

Con base en la clasificación obtenida en los ensayos de laboratorio, en general en el sitio de estudio se encuentran arenas arcillosas de baja plasticidad, el coeficiente de permeabilidad “k” se estima en  $k = 10^{-4}$  cm/s.

### 13. IDENTIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS O COLAPSABLES, CRITERIO BUREAU OF RECLAMATION

Este criterio presenta la clasificación unificada de suelos expansivos y colapsables, que fue desarrollada por el Bureau of Reclamation, E.U.A. utilizando como parámetros índice peso volumétrico seco y límite líquido, los resultados y las propiedades utilizadas son las siguientes:

Tabla 13.1 Propiedades de peso volumétrico y límite líquido promedio.

No. De Pozo	Profundidad (m)	Límite líquido (%)	Índice de plasticidad (%)	Peso volumétrico $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Clasificación de suelo expansivo
SM-1	6.60 - 7.20	55.60	35.21	1.856	Alta
	7.20 - 8.40	51.90	33.45	1.950	Media
PCA - 1	0.30 - 0.60	27.00	6.79	1.377	Estable
	2.20 - 3.00	26.70	7.52	1.325	Colápsale
PCA - 2	0.70 - 2.00	28.30	13.58	1.555	Estable
	2.00 - 2.80	35.80	17.23	1.477	Estable
PCA - 3	0.50 - 1.05	32.30	10.32	1.296	Estable
	2.20 - 3.00	24.65	1.59	1.492	Estable

En la tabla observamos que el suelo del sitio del proyecto, en general es estable, esto también se puede ver en la gráfica siguiente:

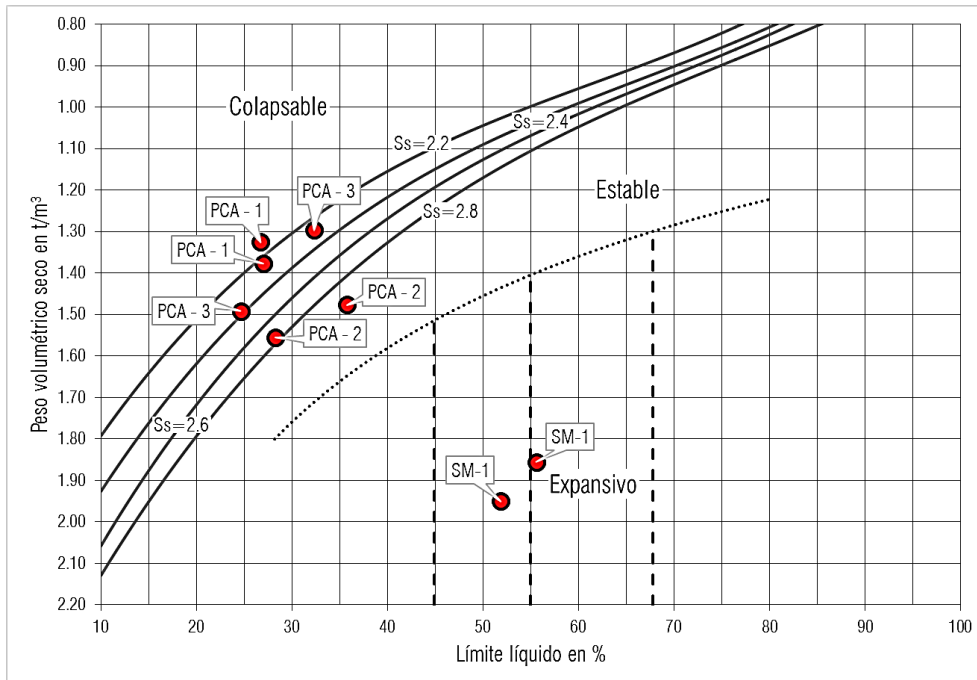


Figura 13.1 Gráfica de clasificación de suelo

Con base en el criterio Bureau of Reclamation, E.U.A. el suelo del sitio es estable.

## 14. TERRAPLENES Y PAVIMENTOS (LINEAMIENTOS GENERALES)

Bajo los lineamientos de las especificaciones de la SCT, se describen los siguientes conceptos para el diseño de la estructura del pavimento:

Para los terraplenes que se pretendan realizar, estos estarán formados por material de banco de tipo inerte (arcilla arenosa o arena limosa). Estos materiales se colocarán en capas de 0.20 m de espesor compactados al 95 % de su Peso Seco Volumétrico Máximo (PVSM) con respecto al patrón de prueba de compactación prueba AASHTO. Para este estudio se realizaron pruebas de compactación Proctor estándar del material obtenido en la exploración, los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 14.1 Resumen de la prueba Proctor estándar**

No. De Pozo	Profundidad (m)	Compactación Proctor modificado	
		$\gamma$ ( $t/m^3$ )	$\omega$ (%)
PCA - 1	0.30 - 3.00	1.716	16.80
PCA - 2	0.00 - 2.80	1.764	15.20
PCA - 3	1.05 - 3.00	1.590	20.10

Para la capa sub base se recomienda utilizar material de banco y deberá ser compactada al 95 % de su P.V.S.M.

En cuanto a los valores de diseño se deberán considerar los siguientes valores, como mínimo, de CBR:

**Tabla 14.2 Valores de diseño.**

Capa	CBR (%)
Base	80
Sub rasante	25
Terreno Natural	5

Para la estructura del pavimento rígido considerar los siguientes valores, como mínimo:

**Tabla 14.3 Valores de diseño del pavimento**

Capa	Espesor recomendado cm
Losa de concreto hidráulico	15
Base hidráulica	40

Esta estructura se apoyará sobre una capa sub rasante de 30 cm de espesor, para ello se recomienda realizar una excavación de 0.30 m de profundidad y colocar un relleno formado por tepetate compactado al 95 % de su PVSM y colocar las losas de concreto armado. La losa de concreto hidráulico deberá tener como mínimo un módulo de ruptura



MR = 42 kg/cm<sup>2</sup>, y se deberá colocar en franjas longitudinales alternadas.

Por otro lado las vialidades para su buen funcionamiento deben alojar en su construcción de obras de drenaje, las cuáles juegan un papel muy importante durante la operación y funcionamiento.

Procedimiento constructivo de pavimentos:

El procedimiento constructivo, se basa en las recomendaciones desde el punto de vista geotécnico y es solo aplicable al sitio en estudio.

Se recomiendan el siguiente procedimiento constructivo de pavimentos:

1. Demolición de las estructuras existentes, para dar paso a los pavimentos nuevos.
2. Realizar el retiro total del material.
3. Conformar, nivelar y compactar la superficie horizontal de trabajo; esta deberá estar compactada al 90% de su P.V.S.M respecto de la prueba AASHTO Estándar.
4. En caso de requerirse se construirá el cuerpo de terraplén en capas de 0.20 m.
5. Después se construirá la capa subrasante de 0.30 m de espesor en dos capas de 15 cm cada una, al 95% de su P.V.S.M. respecto de la prueba AASHTO Estándar.
6. Posteriormente se construirá la capa de Base Hidráulica de 0.40 m de espesor, en dos capas de 20.0 cm cada una al 95% de su P.V.S.M respecto de la prueba AASHTO Modificado.
7. Sobre la capa de Base Hidráulica se dará un riego de impregnación RL a razón de 1.50 lts/m<sup>2</sup>.
8. Finalmente se construirá la Losa de Concreto Hidráulico de 0.15 m de espesor con un MR = 42 kg/cm<sup>2</sup>, de preferencia en franjas longitudinales, alternadas y con la pendiente superficial para el drenaje.

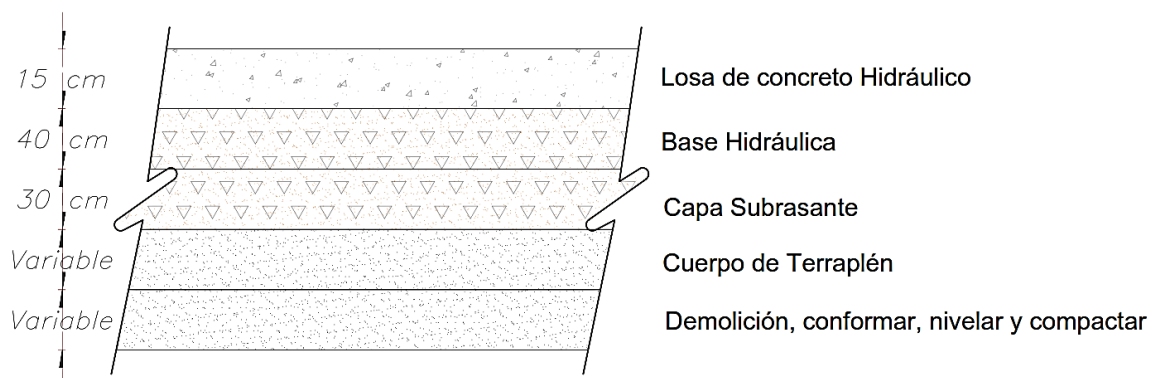


Figura 14.1. Esquema de pavimento recomendado.

## 15. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Es importante mencionar que estas recomendaciones son de carácter general desde el punto de vista geotécnico y podrán variar sustancialmente, en función de los requerimientos y programa de obra del constructor:

La cimentación propuesta para el proyecto podrá consistir en zapatas, comprendida a una profundidad promedio de 1.50 m debajo del nivel de piso terminado, por ningún motivo, se deberá desplantar en materiales de relleno.

- Para excavar la zona donde estará alojada la zapata se podrá utilizar equipo mecánico, excepto los últimos 25 cm que se removerán con herramienta manual y con cuidado para evitar la alteración del terreno de cimentación. Es importante mencionar que en caso de aparecer algún tirante de agua freática, se requerirá de equipo de bombeo para el achique del agua en la excavación.
- De acuerdo con lo anterior, primeramente se realizará la delimitación y trazo de la zona en la que se construirá la cimentación, dejando un sobre ancho de excavación para facilitar la construcción de la misma, para posteriormente llevar a cabo las excavaciones hasta el nivel de desplante requerido, teniendo un talud 0:1 (horizontal: vertical) si es necesario, teniéndose que tender más si se observan desconchamientos en las paredes de los cortes.
- Realizado lo anterior, se llevará a cabo el afine y perfilamiento del terreno, a fin de dejar una superficie adecuada para la colocación de una plantilla de concreto simple de 5 cm de espesor o de acuerdo a lo indicado en los planos estructurales correspondientes.
- A continuación se colocará el acero de refuerzo y se colará el concreto.
- Después de coladas las zapatas, las excavaciones se rellenarán perimetralmente con material producto de la excavación, compactado con equipo manual en capas no mayores de 20 cm de espesor suelto, a un grado mínimo del 90 a 95 % de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) respecto a la prueba AASHTO estándar, a fin de llegar a los niveles de piso terminado que indique el proyecto arquitectónico y estructural.
- En la obra se llevará un registro de la construcción de la cimentación, que incluirá:
  - Nombre de la obra.
  - Número y localización de la cimentación
  - Elevación de la superficie del terreno antes de excavar.
  - Fechas de inicio y terminación de cada excavación.

- Profundidad y elevación del piso final de la excavación, verificación y descripción del material de apoyo.
- Información relativa a obstrucciones, instalaciones o interrupciones, y el tratamiento aplicado.
- Elevación, espesor y fecha de colado de la plantilla.
- Fechas de armado y colado de la zapata.
- Cualquier circunstancia que al excavar indique condiciones del terreno diferentes a las previstas; además de anotarse, se reportarán de inmediato al asesor de mecánica de suelos.

A este registro se agregarán los datos de control de calidad del concreto. El registro se llevará al corriente y se tendrá en obra, a fin de hacer las verificaciones en el momento que fuera necesario.

## 16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos en los trabajos de campo, laboratorio y de los análisis efectuados se llegó a las siguientes conclusiones para el proyecto:

- El material encontrado es arcillas, limos, arenas y grava.
- El subsuelo en estudio se puede caracterizar geotécnicamente en los siguientes estratos:
  - 0.00 a 0.50 m, Capa vegetal con raíces, compuesta de arcilla arenosa de color café.
  - 0.50 a 3.00 m, Arena de compacidad media limo arcillosa de baja plasticidad de color café con grava.
  - 3.00 a 4.80 m, Grava de compacidad media arcillosa de color café con arena.
  - 4.80 a 9.95 m, Arena de compacidad media arcillosa de color café con grava.
- El nivel de aguas freáticas no fue detectado en el sondeo ni en los pozos a cielo abierto.
- Para determinar el nivel de desplante de la cimentación del proyecto se requiere además de desplantar la cimentación en materiales que proporcionen una resistencia a esfuerzo cortante adecuada, siendo en materiales competentes encontrados en la fase de la excavación.
- Teniendo en cuenta el tipo y la magnitud de la estructura proyectada, así como las propiedades del subsuelo de la zona, se han presentado la siguiente alternativa de cimentación, zapatas, las cuales podrán realizarse a una profundidad mínima de 1.50 m, el ancho estará sujeto a las necesidades de carga permisibles del proyectista las cuales están reflejadas en la tabla 7.2, garantizando la estabilidad de la cimentación. En su defecto puede modificarse si no se encuentran antes los materiales de apoyo indicados en la estratigrafía.
- Para la capacidad de carga dinámica, se recomienda que para la acción combinada de cargas estáticas con accidentales se revisará que esa presión no exceda de 1.3 veces la presión de contacto admisible.
- Se estiman asentamientos máximos totales del orden de 3 cm.
- Se deberá verificar que en ningún momento se sobrepasen las presiones de contacto de diseño, para evitar asentamientos diferenciales importantes en la estructura.

- Para realizar las excavaciones y cortes temporales en caso de presentarse, se recomienda tener como altura máxima de 2.50 m con taludes de 0:1 (horizontal: vertical). En caso de presentarse desprendimientos será necesario incrementar los taludes, apuntalar los cortes o proteger las caras de los cortes mediante la colocación de malla de gallinero sobre toda la cara del talud anclándola con varillas de 3/8" en cantidad suficiente para sostenerla, y un repellado de concreto simple  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup> de 3 a 5cm de espesor reforzado con la malla de gallinero, empleando varilla de 3/8" de 50 cm de longitud ancladas al terreno, en distribución en tres bolillo de 2 a 3m sobre la cara del talud, hacer traslapes de 20cm y amarres con alambre recocido para la malla de gallinero.
- Los empujes sobre los muros resultaron ser de 8.00 toneladas para una altura de 3.00 m por metro unitario de muro.
- Para el relleno de las excavaciones deberá emplearse material proveniente de banco del sitio, de tipo inerte (arena arcillosa o limo arenoso), compactado en capas como máximo de 20 cm de espesor terminado, al 95 % de su peso volumétrico seco máximo (PVSM), respecto al patrón de prueba AASHTO. Para este estudio se realizaron pruebas de compactación Proctor estándar del material obtenido en la exploración, los resultados obtenidos son los siguientes:

No. De Pozo	Profundidad (m)	Compactación Proctor modificado	
		$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\omega$ (%)
PCA - 1	0.30 - 3.00	1.716	16.80
PCA - 2	0.00 - 2.80	1.764	15.20
PCA - 3	1.05 - 3.00	1.590	20.10

- La resistividad eléctrica representativa para las unidades litológicas in situ, se encuentra en un orden de 50 - 500  $\Omega$ -m.
- La permeabilidad representativa del subsuelo para los materiales detectados es del orden  $k = 10^{-4}$  cm/s.
- Con base en el criterio Bureau of Reclamation, E.U.A. el suelo del sitio es estable.
- Cualquier cambio a lo recomendado en este informe deberá ser notificado para ratificar o modificar lo antes mencionado.

## 17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASTM. American Society for Testing and Materials
  - ASTM D-2216-98 (Contenido de Agua)
  - ASTM D-4318-00 (Límites de consistencia)
  - ASTM D-422-98 (Granulometría)
  - ASTM D-2488-00 (Identificación Y Clasificación De Los Suelos)
  - ASTM D-2850 (Ensayo Triaxial UU)
  - ASTM C-29 (Peso volumétrico)
  - ASTM D-1557 (Proctor Estándar)
  
2. Braja M. Das., “Principios de ingeniería de cimentaciones”, Ed. Thomson, 1999. Cuarta edición.
  
3. Braja M. Das., “Fundamentos de ingeniería geotécnica”, Ed. Thomson, 2001. Cuarta edición.
  
4. Comisión Federal de Electricidad (CFE), “Manual de Diseño de Obras Civiles”, Diseño por Sismo, México, 1993.
  
5. Servicio Geológico Mexicano (SGM), 2000.
  
6. González de Vallejo, F., “ingeniería Geológica” Prentice Hall, Madrid 2002.
  
7. Manual de Procedimientos de Ingeniería de diseño, Sección C, mecánica de suelos. PEMEX, Subdirección de proyecto y construcción de obras, Gerencia de Ingeniería de Proyecto.

## 18. RELACIÓN DE EQUIPO Y MATERIALES

La relación de equipo y materiales empleados durante la exploración ensayos de laboratorio y trabajos de gabinete durante la elaboración del estudio de mecánica de suelos para el proyecto son los siguientes:

### TRABAJOS DE CAMPO

- Camioneta Ford
- Perforadora Long Year 24
- Bomba para lodos Honda de 5.5
- Lote de barras y herramienta para perforación
- Ademe metálico
- Retroexcavadora

### TRABAJOS DE LABORATORIO

- Copa de Casagrande con accesorios
- Cámara Triaxial
- Juego de mallas para granulometría
- Horno
- Juego de accesorios para determinar contenido de agua
- Computadora Toshiba Satellite 4025
- Impresora de inyección de tinta y láser.

### TRABAJOS DE GABINETE

- Computadora HP Pavilion
- Impresora Láser Hewlett Packard F4280
- Plotter DeskJet 650C
- Software Microsoft Office 2013 (Excel y Word) y AutoCAD 2014

## 19. RELACIÓN DEL PERSONAL

A continuación se presenta una relación del personal que participo durante la exploración, ensayos de laboratorio y trabajos de gabinete durante la elaboración del estudio de mecánica de suelos para el proyecto:

### PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN

- Gerente General
- Administrador
- Secretaria

### PERSONAL PARA TRABAJOS DE CAMPO

- Ingeniero Coordinador de campo
- Ingeniero Residente
- Operador de maquinaria
- Ayudantes

### TRABAJOS DE LABORATORIO

- Ingeniero Coordinador de Geotecnia
- Jefe de laboratorio
- Laboratorista
- Ayudantes técnicos

### TRABAJOS DE GABINETE

- Ingeniero Coordinador de Geotecnia
- Ingeniero proyectista de Geotecnia
- Capturista de datos
- Técnico especializado



# ANEXOS

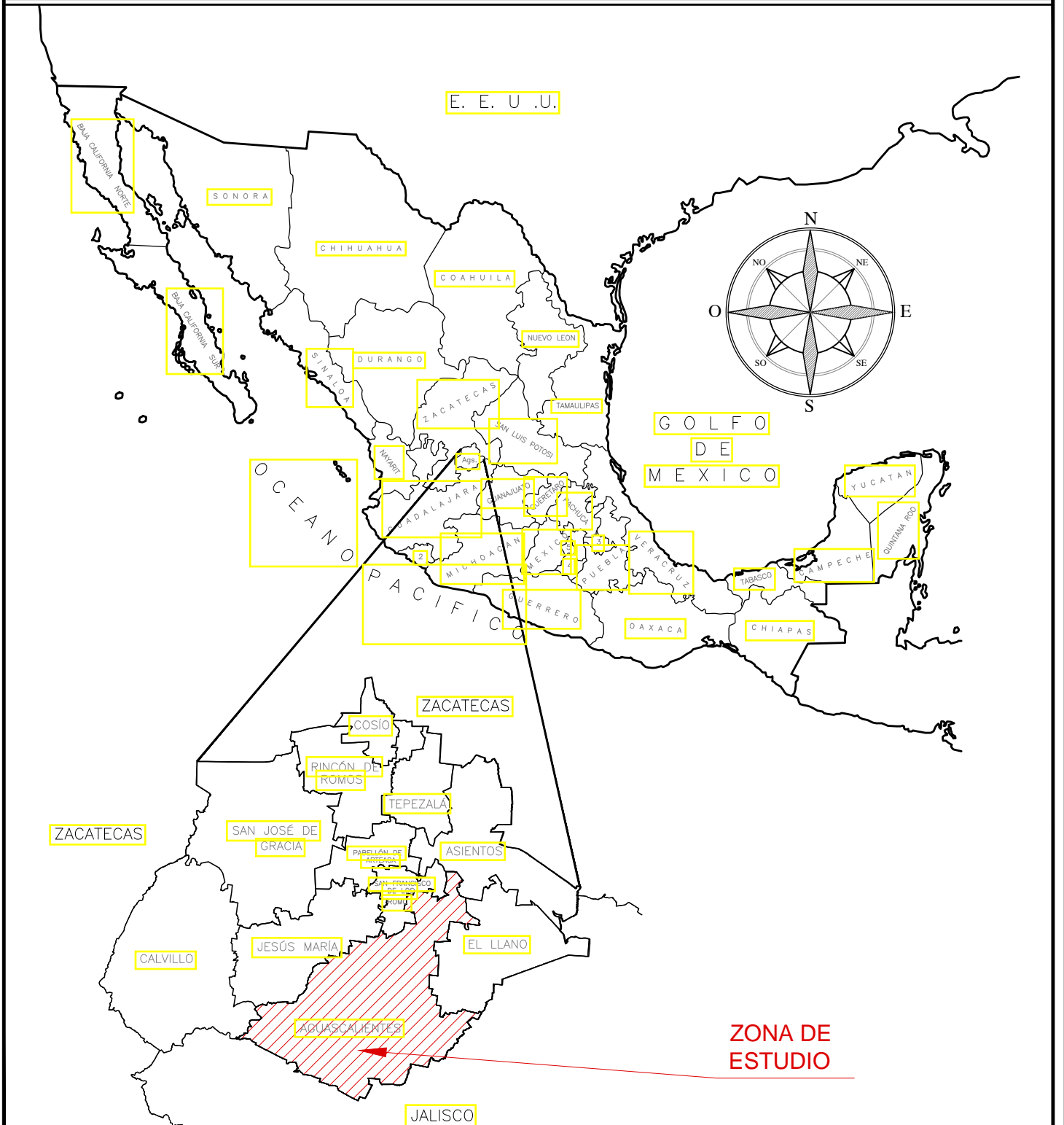
## “CESI” SEDE AGUASCALIENTES

# ANEXO I

## FIGURAS Y PERFILES.

### “CESI” SEDE AGUASCALIENTES

## LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



**AGUASCALIENTES, AGUASCALIENTES, MÉXICO.**

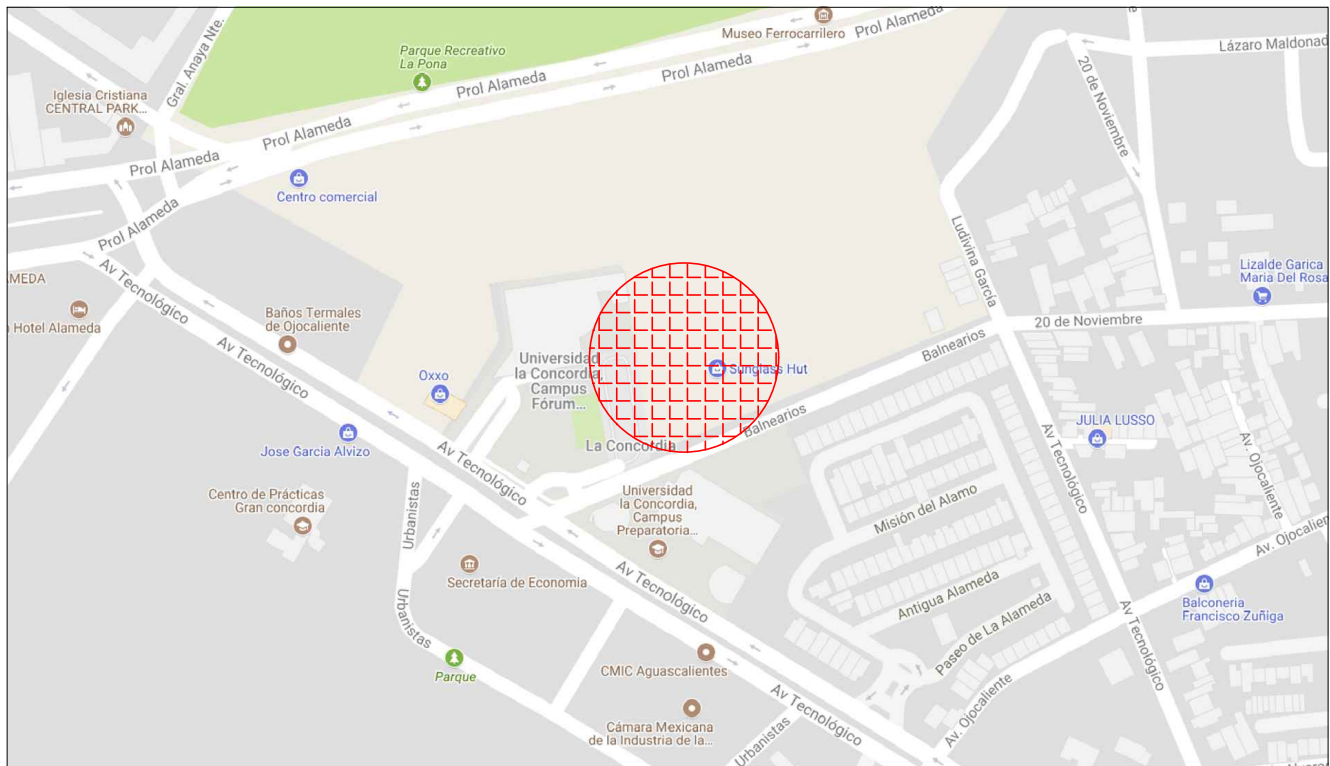
ELABORÓ:  
ING. ARMANDO CORONA ARREGOYTE

REVISÓ:  
ING. VÍCTOR CAMACHO H.

APROBÓ:  
M.I. JOAQUÍN MORALES AMAYA  
CED. 5298533

FIGURA No.  
01

# UBICACIÓN DEL PROYECTO



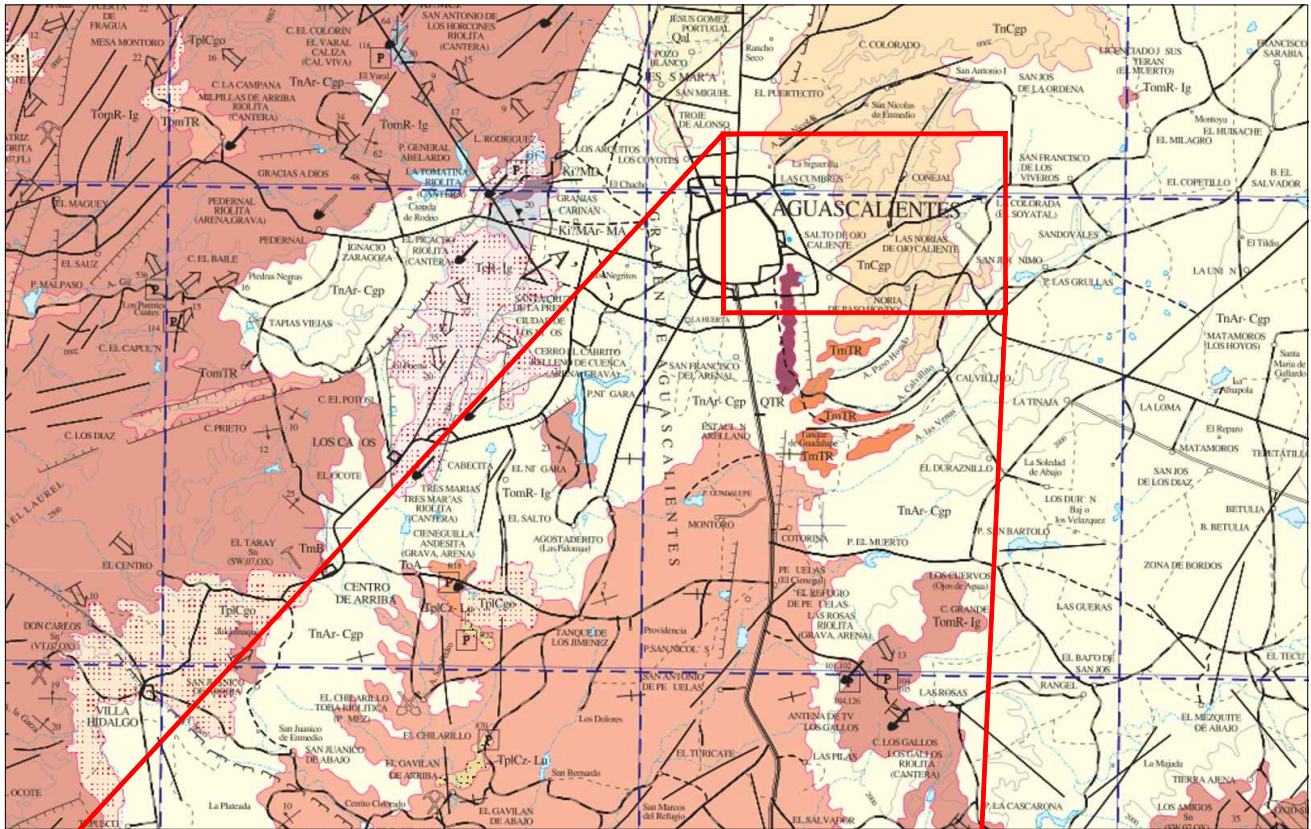
**ELABORÓ**  
ING. ARMANDO CORONA ARREGOYTE

**REVISÓ:**  
ING. VÍCTOR CAMACHO H.

**APROBÓ:**  
M.I. JOAO MORALES AMAYA  
CED. 5298533

**FIGURA No.**  
02

# GEOLOGÍA REGIONAL



**Zona de estudio**

**CUATERNARIO**

- Qal** ALUVIÓN
- QTR** TOBA RIOLÍTICA
- QB** BASALTO

**TERCIARIO**

**NEÓGENO**

- TpITB** TOBA BASÁLTICA
- TpIB** BASALTO
- TpICgo** CONGLOMERADO OLIGOMÍCTICO
- TnCgp** CONGLOMERADO POLIMÍCTICO
- TpI Cz-Lu** CALIZA - LUTITA
- Tn Ar-Cgp** ARENISCA - CONGLOMERADO POLIMÍCTICO
- TmplB** BASALTO
- Tmpl TR-R** TOBA RIOLÍTICA - RIOLITA
- TmTR** TOBA RIOLÍTICA

ELABORÓ

ING. ARMANDO CORONA ARREGOYTE

REVISÓ:

ING. VÍCTOR CAMACHO H.

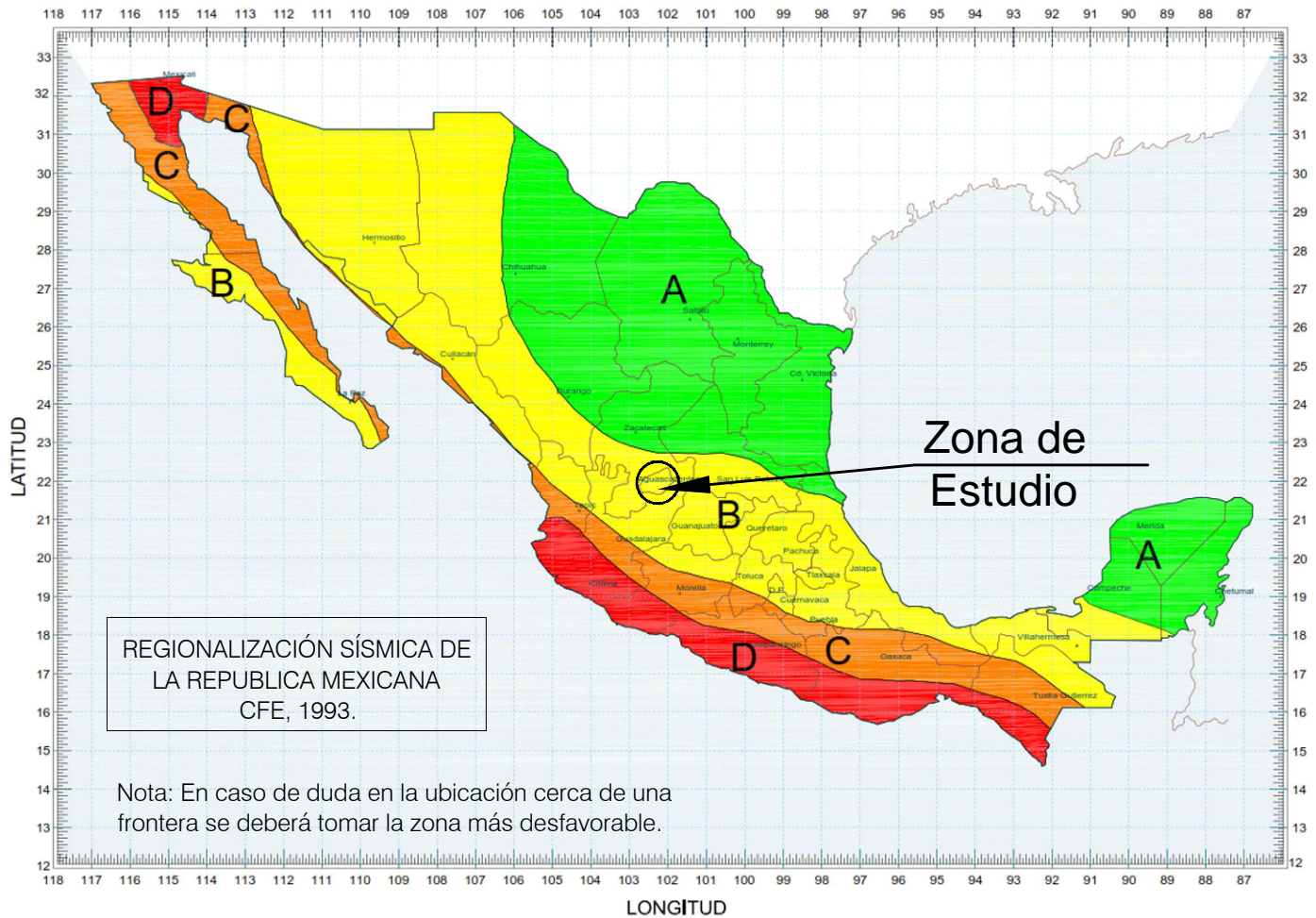
APROBÓ:

M.I. JOAO MORALES AMAYA  
CED. 5298533

FIGURA No.

03

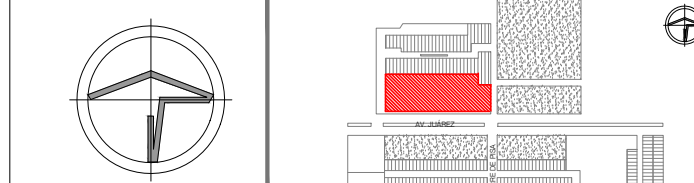
## REGIONALIZACIÓN SÍSMICA



**Tabla de Valores de  $a_0$ ,  $c$ ,  $T_a$ ,  $T_b$  y  $r$ , para distintas zonas sísmicas**

Zona Sísmica	Tipo de Suelo	$a_0$	$c$	$T_a$ (s)	$T_b$ (s)	$r$
A	I	0.020	0.080	0.200	0.600	1/2
	II	0.040	0.160	0.300	1.500	5/8
	III	0.050	0.20	0.600	2.900	1
B	I	0.040	0.140	0.200	0.600	1/2
	II	0.080	0.30	0.300	1.500	5/8
	III	0.10	0.36	0.600	2.900	1
C	I	0.360	0.360	0.0	0.600	1/2
	II	0.640	0.640	0.0	1.400	5/8
	III	0.640	0.64	0.0	1.900	1
D	I	0.50	0.50	0.0	0.600	1/2
	II	0.860	0.860	0.0	1.200	5/8
	III	0.860	0.86	0.0	1.700	1

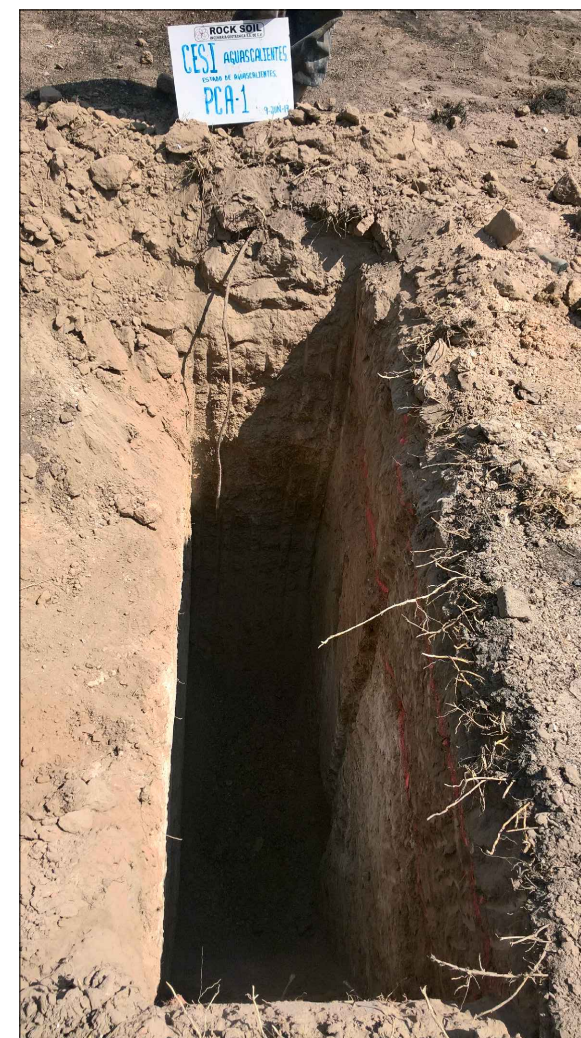
# UBICACIÓN DE POZOS A CIELO ABIERTO Y SONDEO MIXTO.



SIMBOLOGÍA GENERAL		NOMENCLATURA GENERAL	
—	INDICA LÍNEA DE CORTE	N.P.T.	NIVEL DE PROYECTADO
—	INDICA PROYECCIÓN	N.L.B.C.	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA DE CIMENTACIÓN
—	INDICA DIRECCIÓN DE PENDIENTE	N.L.B.C.	NIVEL LECHO BAJO DE CIMENTACIÓN
—	INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLATÓN	N.L.B.P.	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA ESTRUCTURAL
—	INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PISO	S.A.P.T.	SOBRANIVEL DE PISO TERMINADO
—	INDICA NIVEL EN PLANTA	N.P.	NIVEL PREL.
—	INDICA NIVEL EN ALZADO	N.C.M.	NIVEL CORONAMIENTO DE MURO
—	INDICA COTA ENTRE EJES	N.C.	NIVEL DE CERRAMIENTO
—	INDICA COTA AL CENTRO	N.B.	NIVEL DE BANQUETA
—	INDICA COTA A PAROS	N.J.	NIVEL DE ANCHURA
—	INDICA NOMENCLATURA DE E-ES	N.G.	NIVEL DE GUARNICIÓN
—		N.A.V.	NIVEL DE ABRETO VEHICULAR
—		S.M.A.	SOBRE MANEJA APROBADA

SIMBOLOGÍA

PCA-1



PCA-1



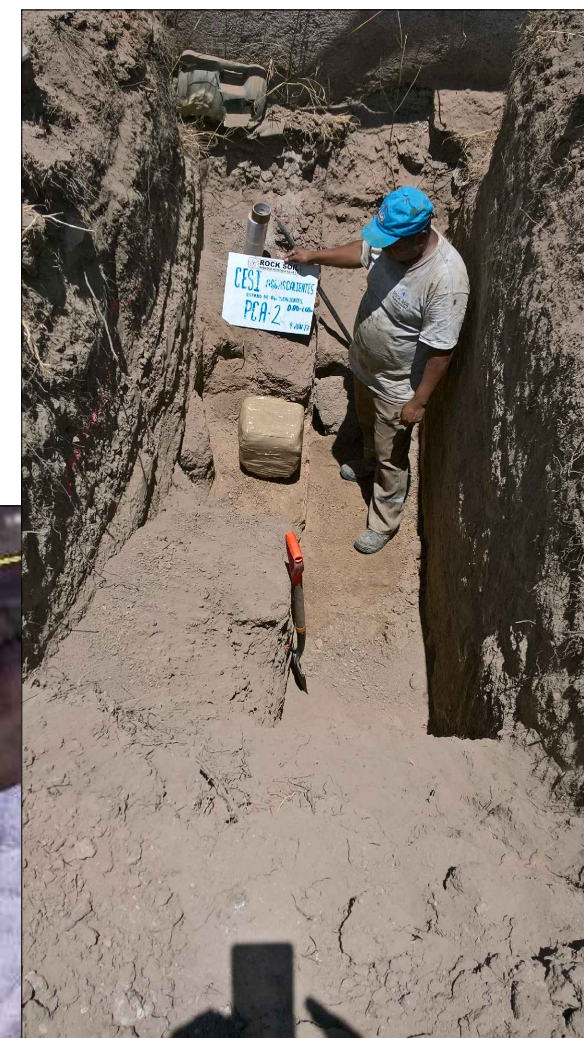
PCA-1



PCA-1



PCA-2



PCA-2



PCA-2



PCA-3

PCA-3

PCA-3

SM-1

SM-1

FECHA	REVISIÓN	OBSERVACIONES

COORDINADOR GENERAL: ARO. JUAN JOSÉ ASTORGA RUIZ DEL HOYO  
 JEFE DE TALLER: ARO. MARISA CASTILLO FLORES  
 DIBUJO: ELIZABETH LEÓN

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN			
Superficie del predio	1,964.78 M2	Superficie construida	0.00 M2
Superficie de desplante	0.00 M2	Área libre	0.00 M2
Superficie construida	0.00 M2		
Área libre	0.00 M2		
Uso del Predio	OFICINAS		

PROYECTO: CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT "CESI" SEDE AGUASCALIENTES

DIRECCIÓN: AV. JUÁREZ MANZANA 44-A

ANTEPROYECTO

FIGURA No. 5

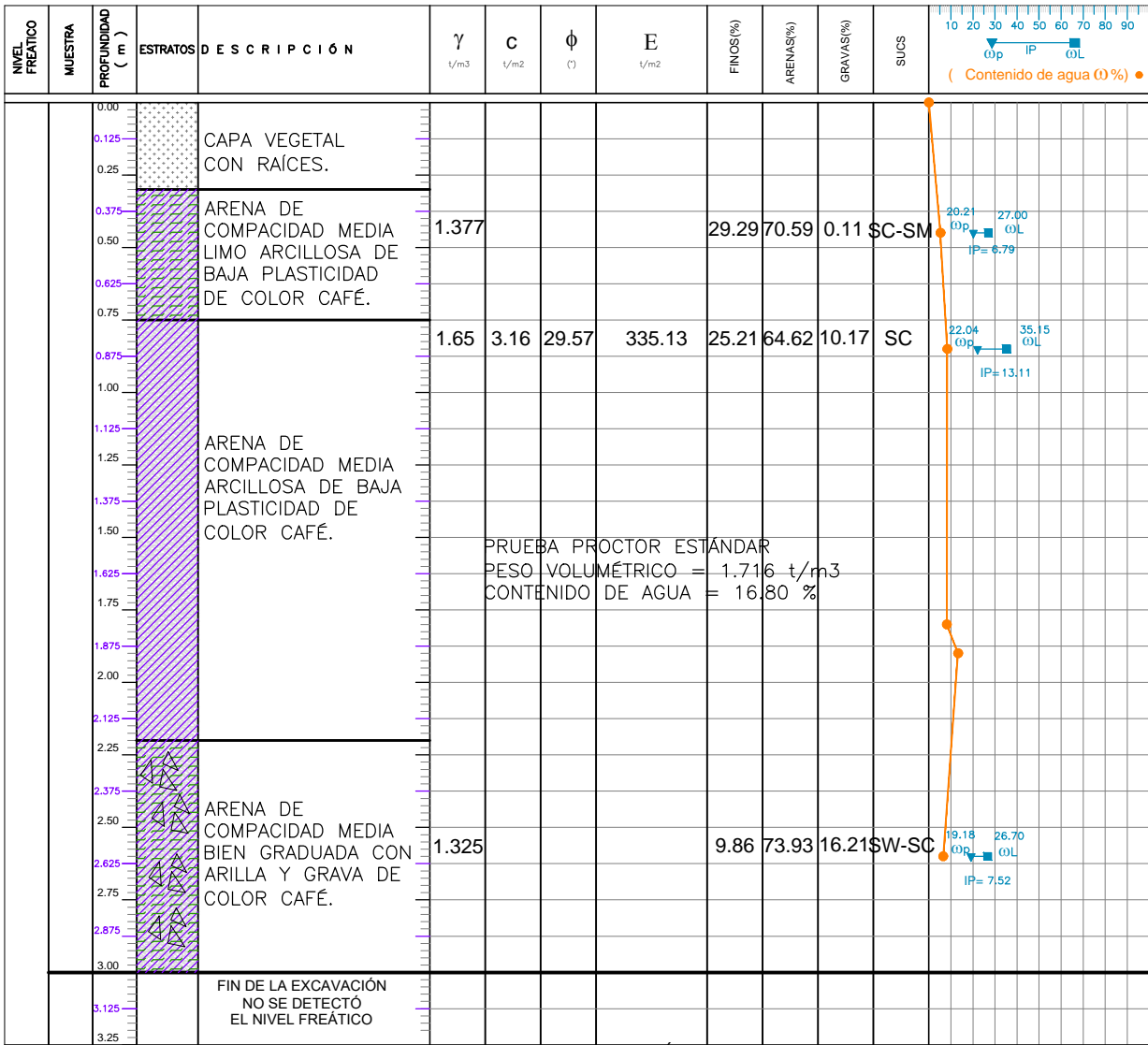
ESCALA UNIDADES: metros

**GEOTECNIA**  
Memoria Descriptiva

CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT "CESI"  
SEDE AGUASCALIENTES 2017



LOCALIZACIÓN	Calle Bañero, esquina con avenida Tecnológico.			<b>POZO A CIELO ABIERTO PCA - 1</b>	<b>FIGURA 06</b>		
UBICACIÓN	Aguascalientes, México.						
INCLINACIÓN	90 °	CLIMA : SOLEADO					
PROFUNDIDAD	3.00 M	ZONA:Q; USO:13; X = 782,422.00; Y = 2,422,409.00					
EQUIPO	RETROEXCAVADORA				FECHA	INICIO	09-JUNIO-2016
MÉTODO	MECÁNICO	COTAS	FONDO :	3.00 m		FIN	09-JUNIO-2016



EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



<p><b>SIMBOLOGÍA</b></p> <p>ARENA    CAPA VEGETAL</p> <p>ARCILLA    LIMO    GRAVA</p>		<p><math>\gamma</math> PESO VOLUMÉTRICO</p> <p>(w) CONTENIDO NATURAL DE AGUA</p> <p>C COHESIÓN</p> <p><math>\phi</math> ÁNGULO DE FRICCIÓN</p> <p>E MÓDULO DE ELASTICIDAD</p>	<p><b>NOMENCLATURA</b></p> <p>G : GRAVAS</p> <p>A : ARENAS</p> <p>F : FINOS</p> <p>SUCS : CLASIFICACIÓN SUCS</p>	<p>● IP INDICE DE PLASTICIDAD</p> <p>■ (OL) LÍMITE LÍQUIDO</p> <p>▼ (Op) LÍMITE PLÁSTICO</p>
---	--	---	--	--

<p><b>ELABORÓ :</b></p> <p>ING. HÉCTOR CABAÑAS DE LA ROSA</p>	<p><b>REVISÓ :</b></p> <p>ING. ARMADO CORONA ARREGOYTE</p>	<p><b>APROBÓ :</b></p> <p>M.I. JOAO MORALES AMAYA CED. 5298533</p>
---	--	--

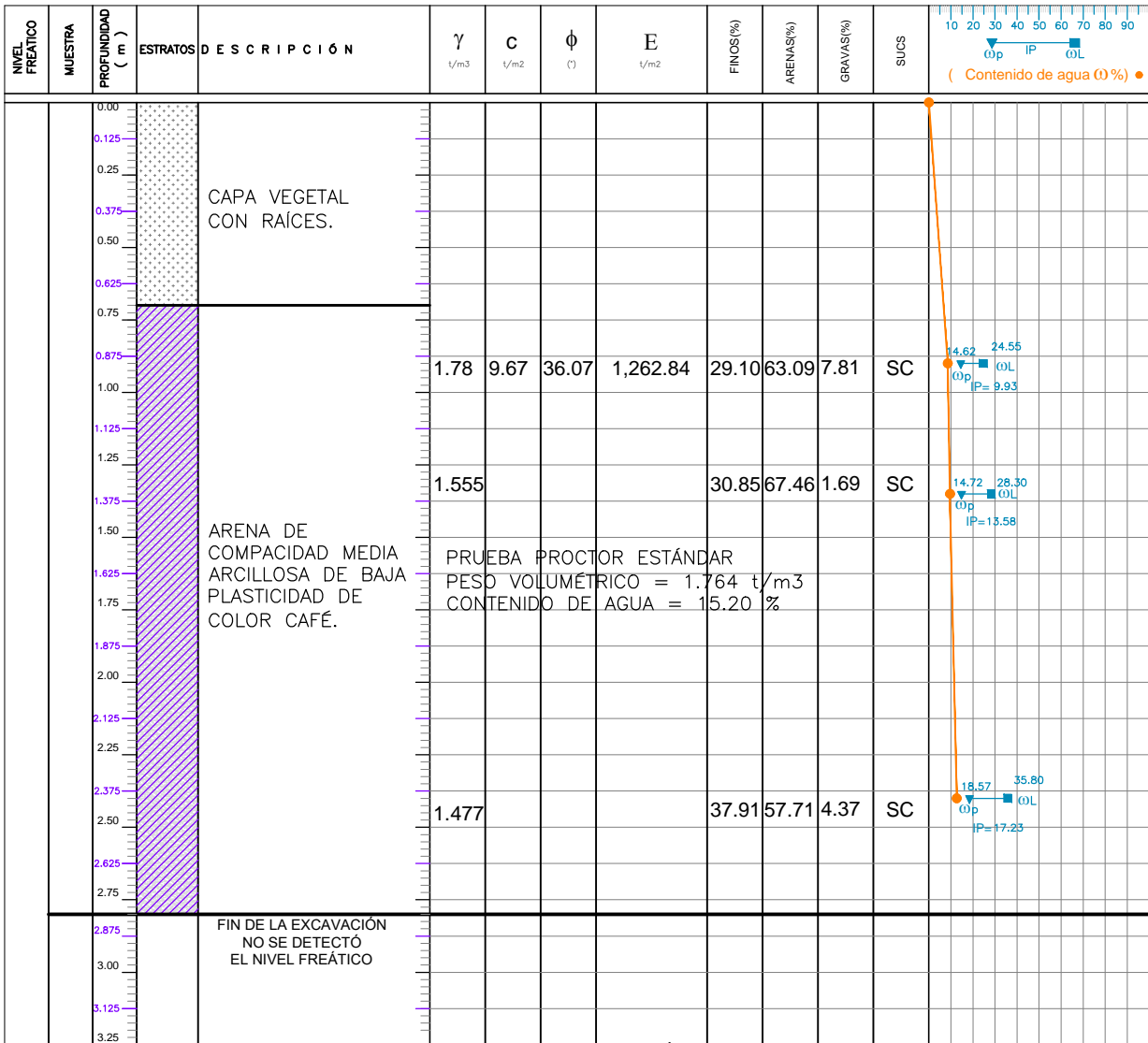


**GEOTECNIA**  
Memoria Descriptiva

CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT "CESI"  
SEDE AGUASCALIENTES 2017



LOCALIZACIÓN	Calle Baleario, esquina con avenida Tecnológico.			<b>POZO A CIELO</b> <b>ABIERTO</b> <b>PCA - 2</b>	<b>FIGURA 07</b>		
UBICACIÓN	Aguascalientes, México.						
INCLINACIÓN	90 °	CLIMA : SOLEADO					
PROFUNDIDAD	2.80 M	ZONA:Q; USO:13; X = 782,390.00; Y = 2,422,497.00					
EQUIPO	RETROEXCAVADORA				FECHA	INICIO	09-JUNIO-2016
MÉTODO	MECÁNICO	COTAS	FONDO :	2.80 m		FIN	09-JUNIO-2016



EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



<p><b>SIMBOLOGÍA</b></p> <p>□ ARENA    □ CAPA VEGETAL</p> <p>▨ ARCILLA</p>	<p><math>\gamma</math> PESO VOLUMÉTRICO</p> <p>(w) CONTENIDO NATURAL DE AGUA</p> <p>C COHESIÓN</p> <p><math>\phi</math> ÁNGULO DE FRICCIÓN</p> <p>E MÓDULO DE ELASTICIDAD</p>	<p><b>NOMENCLATURA</b></p> <p>G : GRAVAS</p> <p>A : ARENAS</p> <p>F : FINOS</p> <p>SUCS : CLASIFICACIÓN SUCS</p>	<p>● IP INDICE DE PLASTICIDAD</p> <p>■ (OL) LÍMITE LÍQUIDO</p> <p>▼ (Op) LÍMITE PLÁSTICO</p>
--	---	--	--

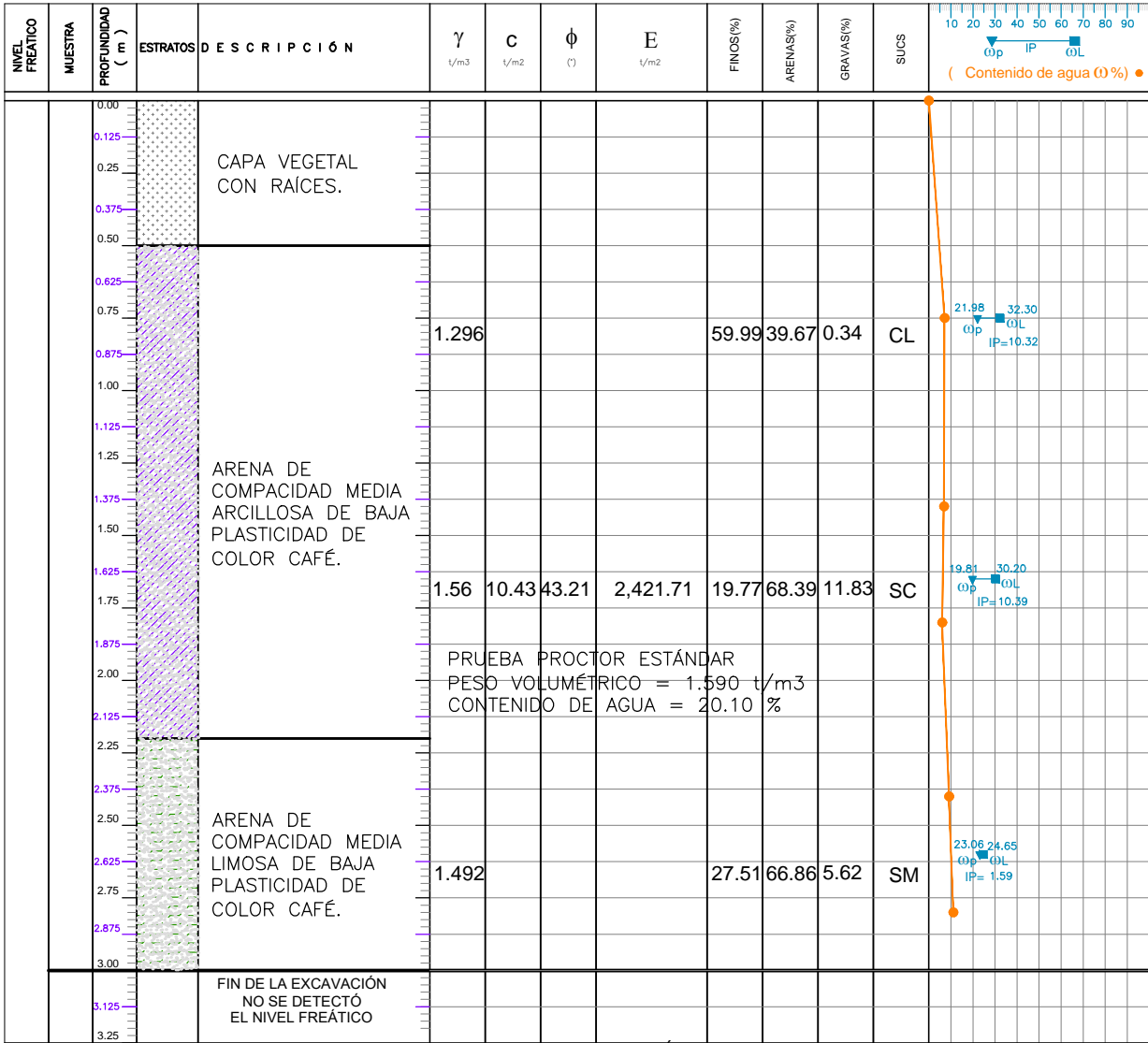
ELABORÓ : ING. HÉCTOR CABAÑAS DE LA ROSA	REVISÓ : ING. ARMADO CORONA ARREGOYTE	APROBÓ : M.I. JOAO MORALES AMAYA CED. 5298533
---	--	---

**GEOTECNIA**  
Memoria Descriptiva

CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT "CESI"  
SEDE AGUASCALIENTES 2017



LOCALIZACIÓN	Calle Baleario, esquina con avenida Tecnológico.			<b>POZO A CIELO</b> <b>ABIERTO</b> <b>PCA - 3</b>	<b>FIGURA 08</b>		
UBICACIÓN	Aguascalientes, México.						
INCLINACIÓN	90 °	CLIMA : SOLEADO					
PROFUNDIDAD	3.00 M	ZONA:Q; USO:13; X = 782,420.00; Y = 2,422,503.00					
EQUIPO	RETROEXCAVADORA				FECHA	INICIO	09-JUNIO-2016
MÉTODO	MECÁNICO	COTAS	FONDO :	3.00 m	FIN	09-JUNIO-2016	



EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



<p><b>SIMBOLOGÍA</b></p> <p>ARENA (diagonal lines)    CAPA VEGETAL (dotted pattern)</p> <p>ARCILLA (horizontal lines)    LIMOS (wavy pattern)</p>		<p><math>\gamma</math> PESO VOLUMÉTRICO</p> <p>( <math>\omega</math> ) CONTENIDO NATURAL DE AGUA</p> <p>C COHESIÓN</p> <p><math>\phi</math> ÁNGULO DE FRICCIÓN</p> <p>E MÓDULO DE ELASTICIDAD</p>	<p><b>NOMENCLATURA</b></p> <p>G : GRAVAS</p> <p>A : ARENAS</p> <p>F : FINOS</p> <p>SUCS : CLASIFICACIÓN SUCS</p> <p>• IP INDICE DE PLASTICIDAD</p> <p>■ ( <math>\omega</math> ) LÍMITE LÍQUIDO</p> <p>▼ ( <math>\omega</math> ) LÍMITE PLÁSTICO</p>
---	--	---	---

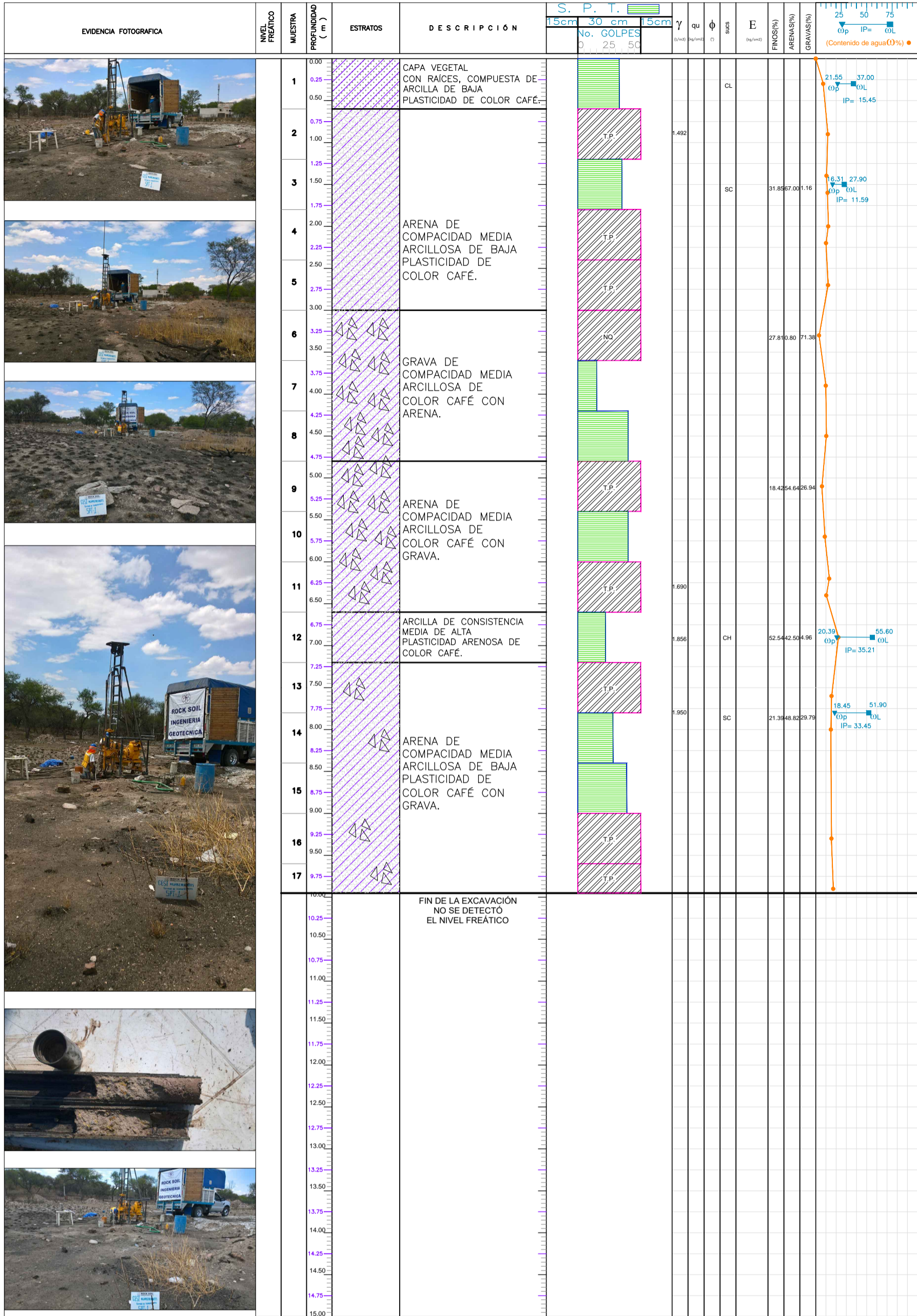
<p><b>ELABORÓ :</b></p> <p>ING. HÉCTOR CABAÑAS DE LA ROSA</p>	<p><b>REVISÓ :</b></p> <p>ING. ARMADO CORONA ARREGOYTE</p>	<p><b>APROBÓ :</b></p> <p>M.I. JOAO MORALES AMAYA CED. 5298533</p>
---	--	--

LOCALIZACIÓN	Calle Bañero, esquina con avenida Tecnológico.		
UBICACIÓN	Aguascalientes, México.		
INCLINACIÓN	90 °	CLIMA :	SOLEADO
PROFUNDIDAD	9.95	ZONA:Q; USO:13 X =782,419; Y =-2,422,463	
EQUIPO	LONG YEAR 24	COTAS	ROCA :
MÉTODO	MIXTO	FONDO :	9.95

## SONDEO MIXTO SM-1

## FIGURA 09

FECHA	INICIO	08 DE JUNIO DE 2017
	FIN	08 DE JUNIO DE 2017



### SIMBOLOGÍA

	LIMO		No. DE GOLPES
	ARENA		TUBO PARTIDO
	ARCILLA		BARRIL NQ
	GRAVA		GRAVA

### NOMENCLATURA

$\nabla$	NIVEL FREÁTICO	G:	ROCA DE PEDRAPLÉN
$\gamma$	PESO VOLUMÉTRICO	A:	ARENAS
qu	COMPRESIÓN SIMPLE	F:	FINOS
$\phi$	ÁNGULO DE FRICCIÓN	Ss:	DENSIDAD DE SÓLIDOS
E	MÓDULO DE ELASTICIDAD		

ELABORÓ : ING. HECTOR CABAÑAS DE LA ROSA

REVISÓ : ING. VICTOR HUGO CAMACHO HERRERA

APROBÓ : M.I. JOAO MORALES AMAYA  
CED. 5298533

# ANEXO II

**REGISTROS DE EXPLORACIÓN.**

**“CESI” SEDE AGUASCALIENTES**

## REGISTRO DE EXPLORACIÓN DE POZOS A CIELO ABIERTO

PROYECTO:	CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT "CESI" SEDE AGUASCALIENTES	FECHA DE INICIO:	09/06/2017	DIMENSIONES:
LOCALIZACIÓN:	Aguascalientes, México.	FECHA DE TERMINACIÓN:	09/06/2017	ANCHO (m):
PCA No.:	PCA-1	MÉTODOS MECÁNICOS		LARGO (m):
		COORDENADAS UTM:	X= 782,422; Y=2,422,409	

FECHA	MUESTREO				PROFUNDIDAD (m)		CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES	PLASTICIDAD				CONSISTENCIA					COMPACIDAD					HUMEDAD EN CAMPO									
	DIA/MES/AÑO	No.	BOLSA	CÚBICA	PESO (Kg)	INICIAL		FINAL	BAJA	MEDIA	ALTA	PLÁSTICA	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME	DURA	MUY SUELTA	SUELTA	MEDIA	DENSA	MUY DENSA	SECO	POCO HÚMEDO	HÚMEDO	MUY HÚMEDO	SATU-RADO			
09/06/2017	X	X	X	50	0.00	0.30	Capa vegetal con raíces.		X						X									X							
					0.30	0.75	Arena de compacidad media limo arcillosa de baja plasticidad de color café.		X								X									X					
					0.75	2.20	Arena de compacidad media arcillosa de baja plasticidad de color café		X								X										X				
					2.20	3.00	Arena de compacidad media bien graduada con arcilla y grava de color café.	X	X									X									X				

**FIN DE LA EXCAVACIÓN.**

**REGISTRO FOTOGRÁFICO.**



NIVEL FREÁTICO (m.):

NO SE DETECTÓ

OBSERVACIONES:

La excavación del PCA-01 se realizó mediante mecánicos hasta una profundidad de 3.00 metros.  
Las paredes de la excavación se mantuvieron estables.

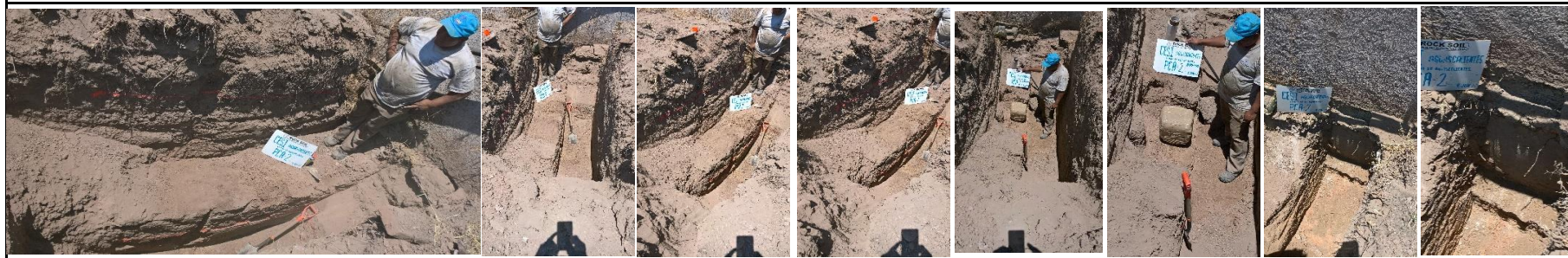
## REGISTRO DE EXPLORACIÓN DE POZOS A CIELO ABIERTO

PROYECTO:	CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT "CESI" SEDE AGUASCALIENTES	FECHA DE INICIO:	09/06/2017	DIMENSIONES:	
LOCALIZACIÓN:	Aguascalientes, México.	FECHA DE TERMINACIÓN:	09/06/2017	ANCHO (m):	1.00
PCA No.:	PCA-2	MÉTODOS MECÁNICOS		LARGO (m):	1.00
		COORDENADAS UTM:	X= 782,390; Y=2,422,497		

FECHA	MUESTREO				PROFUNDIDAD (m)		CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES	PLASTICIDAD				CONSISTENCIA					COMPACIDAD					HUMEDAD EN CAMPO						
	DIA/MES/AÑO	No.	BOLSA	CÚBICA	PESO (Kg)	INICIAL		FINAL	BAJA	MEDIA	ALTA	PLÁSTICA	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME	DURA	MUY SUELTA	SUELTA	MEDIA	DENSA	MUY DENSA	SECO	POCO HÚMEDO	HÚMEDO	MUY HÚMEDO	SATU-RADO
07/06/2017	X	X	X	50	0.00	0.70	Capa vegetal con raíces.	X						X						X				X				
					0.70	2.80	Arena de compacidad media arcillosa de baja plasticidad de color café.	X									X						X				X	

**FIN DE LA EXCAVACIÓN.**

**REGISTRO FOTOGRÁFICO.**



NIVEL FREÁTICO (m.):

NO SE DETECTÓ

OBSERVACIONES:

La excavación del PCA-02 se realizó mediante mecánicos hasta una profundidad de 3.00 metros.  
Las paredes de la excavación se mantuvieron estables.

## REGISTRO DE EXPLORACIÓN DE POZOS A CIELO ABIERTO

PROYECTO:	CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT "CESI" SEDE AGUASCALIENTES	FECHA DE INICIO:	09/06/2017	DIMENSIONES:
LOCALIZACIÓN:	Aguascalientes, México.	FECHA DE TERMINACIÓN:	09/06/2017	ANCHO (m):
PCA No.:	PCA-3	MÉTODOS MECÁNICOS		1.00
		COORDENADAS UTM:	X= 782,420; Y=2,422,503	LARGO (m):
				1.00

FECHA	MUESTREO			PROFUNDIDAD (m)		CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES	PLASTICIDAD				CONSISTENCIA					COMPACIDAD					HUMEDAD EN CAMPO											
	DIA/MES/AÑO	No.	BOLSA	CÚBICA	PESO (Kg)		INICIAL	FINAL	BAJA	MEDIA	ALTA	PLÁSTICA	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FRME	MUY FIRME	DURA	MUY SUELTA	SUELTA	MEDIA	DENSA	MUY DENSA	SECO	POCO HÚMEDO	HÚMEDO	MUY HÚMEDO	SATU-RADO				
07/06/2017	X	X	X	50	0.00	0.50	Capa vegetal con raíces.	X						X							X			X								
					0.50	2.20	Arena de compacidad media arcillosa de baja plasticidad de color café.																									
					2.20	3.00	Arena de compacidad media limosa de baja plasticidad de color café.	X									X							X			X					

**FIN DE LA EXCAVACIÓN.**

**REGISTRO FOTOGRÁFICO.**



NIVEL FREÁTICO (m.):

NO SE DETECTÓ

OBSERVACIONES:

La excavación del PCA-03 se realizó mediante mecánicos hasta una profundidad de 3.00 metros.  
Las paredes de la excavación se mantuvieron estables.

# REGISTRO DE PERFORACIÓN

PROYECTO: "CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT "CESI" SEDE AGUASCALIENTES	RESPONSABLE: ING. ABEL GRAJEDA ESCAMILLA
UBICACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.	OPERADOR: JORGE ROMERO C.
COORDENADAS: X= 782,419; Y= 2,422,463	PERFORADORA: LONG YEAR 24
NOMBRE DEL SONDEO: SM-1	BOMBA: KOHLER 02
No se detectó el nivel freático	FECHA: 08/06/2017

FECHA DÍA/MES/AÑO	No. DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (m.)			RECUPERACIÓN		PENETRACIÓN ESTÁNDAR 60 cm.			MUESTREO	RQD		CLASIFICACIÓN DE CAMPO Y OBSERVACIONES
		INICIAL	FINAL	AVANCE	cm.	%	15 cm	30 cm	15 cm		m.	%	
08/06/2017	1	0.00	0.60	0.60	15	25	3	33	10	T.P.	0.00	0.00	Capa vegetal con raíces, compuesta de arcilla de baja plasticidad de color café.
	2	0.60	1.20	0.60	25	42	8	50/15	-	T.P.	0.00	0.00	Arena de compacidad media arcillosa de baja plasticidad de color café.
	3	1.20	1.80	0.60	40	67	15	35	42	T.P.	0.00	0.00	
	4	1.80	2.40	0.60	10	17	50	-	-	T.P.	0.00	0.00	
	5	2.40	3.00	0.60	4	7	50/10	-	-	T.P.	0.00	0.00	
	6	3.00	3.60	0.60	5	8	NQ	NQ	NQ	NQ	0.00	0.00	Grava de compacidad media arcillosa de color café con arena.
	7	3.60	4.20	0.60	20	33	8	15	20	T.P.	0.00	0.00	
	8	4.20	4.80	0.60	19	32	19	40	20	T.P.	0.00	0.00	
	9	4.80	5.40	0.60	15	25	20	50/15	-	T.P.	0.00	0.00	Arena de compacidad media arcillosa de baja plasticidad de color café con grava.
	10	5.40	6.00	0.60	10	17	14	40	15	T.P.	0.00	0.00	
	11	6.00	6.60	0.60	15	25	28	50/15	-	T.P.	0.00	0.00	
	12	6.60	7.20	0.60	25	42	8	22	35	T.P.	0.00	0.00	Arcilla de consistencia media de alta plasticidad arenosa de color café.
	13	7.20	7.80	0.60	0	0	50	-	-	T.P.	0.00	0.00	Arena de compacidad media arcillosa de baja plasticidad de color café con grava.
	14	7.80	8.40	0.60	32	53	12	28	27	T.P.	0.00	0.00	
	15	8.40	9.00	0.60	0	0	15	39	32	T.P.	0.00	0.00	
	16	9.00	9.60	0.60	15	25	32	50/10	-	T.P.			
	17	9.60	9.95	0.35	15	43	38	50/20		T.P.	0.00	0.00	

## FIN DEL SONDEO

Nomenclatura:			
BT: BROCA TRICONICA	BNQ: BARRIL NQ	SPT: ENSAYO DE PENETRACION ESTÁNDAR	T.P.: TUBO PARTIDO





# ANEXO III

**PRUEBAS DE LABORATORIO.**

**“CESI” SEDE AGUASCALIENTES**

# Humedad natural (contenido de humedad).

# CONTENIDO DE AGUA Y CLASIFICACIÓN

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO  
 OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
 SONDEO: SPT - 1

LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS  
 FECHA: 15-jun-17

Mta. No.	Prof. (m)		Tramo	Longitud (cm)	Capsula		Wm + C (g)	Ws + C (g)	Ww (g)	Ws (g)	ω (%)	CLASIFICACIÓN
	de	a			No.	(g)						
1	0.00	0.60	S I		846	12.9	79.3	74.8	4.5	61.9	7.3	ARCILLA POCO ARENOSA CAFÉ OSCURO
2	0.60	1.20	S I		779	13.1	114.0	103.3	10.7	90.2	11.9	ARCILLA CON POCA ARENA CAFÉ OSCURO
3	1.20	1.80	S		812	13.1	147.0	134.3	12.7	121.2	10.5	ARENA POCO ARCILLOSA CAFÉ
			I		666	13.5	52.3	48.3	4.0	34.8	11.5	ARENA MUY POCO LIMOSA CAFÉ
4	1.80	2.40	S		802	13.2	52.6	48.3	4.3	35.1	12.3	ARENA POCO LIMOSA CAFÉ
			I		672	13.2	48.3	45.1	3.2	31.9	10.0	ARENA POCO LIMOSA CAFÉ POCO CLARO
5	2.40	3.00	S		847	13.5	35.8	33.4	2.4	19.9	12.1	ARENA MUY POCO LIMOSA CAFÉ
			I									
6	3.00	3.60	S		704	12.9	77.1	75.1	2.0	62.2	3.2	GRAVAS CON GRAVILLAS GRIS POCO LIMOSA
			I									
7	3.60	4.20	S		778	13.2	133.8	123.0	10.8	109.8	9.8	ARENA CAFÉ
			I									
8	4.20	4.80	S		740	13.0	78.2	72.1	6.1	59.1	10.3	ARENA CAFÉ
			I									
9	4.80	5.40	S		786	12.7	97.3	92.5	4.8	79.8	6.0	ARENA POCO LIMOSA CON GRAVILLAS CAFÉ
			I									
10	5.40	6.00	S		849	13.6	114.2	106.0	8.2	92.4	8.9	GRAVAS CON ARENA CAFÉ
			I									
11	6.00	6.60	S		538	12.8	120.8	108.2	12.6	95.4	13.2	ARENA CAFÉ CON ALGUNAS GRAVILLAS MUY POCO LIMOSA CAFÉ
			I		417	13.1	42	39.3	2.7	26.2	10.3	AARENA CAFÉ MUY POCO LIMOSA
12	6.60	7.20	S		601	12.2	125.5	104.9	20.6	92.7	22.2	ARCILLA GRIS CLARO ARENOSA CON UNA GRAVA
			I									
13	7.20	8.40	S		734	12.9	91.2	80.7	10.5	67.8	15.5	ARCILLA CAFÉ CLARO CON POCA ARENA Y GRAVILLAS
			I		724	13.3	103.4	91.8	11.6	78.5	14.8	ARENA CAFÉ MUY POCO ARCILLOSA
14	9.00	9.60	S		539	13.0	108.4	95.7	12.7	82.7	15.4	ARENA CAFÉ
			I									
15	9.60	10.20	S		445	12.9	82.1	72.0	10.1	59.1	17.1	ARENA CAFÉ
			I									

# CONTENIDO DE AGUA Y CLASIFICACIÓN

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO  
 OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
 SONDEO: PCA - 1

LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS  
 FECHA: 15-jun-17

Mta. No.	Prof. (m)		Tramo	Longitud d (cm)	Capsula		Wm + C (g)	Ws + C (g)	Ww (g)	Ws (g)	ω %	CLASIFICACIÓN
	de	a			No.	(g)						
B - 2	0.30	0.60	S 		428	13.6	202.9	193.5	9.4	179.9	5.2	ARENA CON POCA ARCILLA LIMOSA CAFÉ
B - 3	0.60	3.20	S 		800	12.9	171.2	152.7	18.5	139.8	13.2	ARENA POCO ARCILLOSA CAFÉ
B - 3	0.60	3.00	S 		603	13.2	226.6	210.6	16.0	197.4	8.1	ARENA MUY POCO LIMOSA CAFÉ
B - 4	2.20	3.00	S 		774	12.9	249.4	235.0	14.4	222.1	6.5	ARENA MUY POCO ARCILLOSA CAFÉ CON ALGUNAS GRAVAS
MC - 1	0.75	0.95	S 		670	13.1	233.5	216.6	16.9	203.5	8.3	ARENA CON POCA ARCILLA CAFÉ Y ALGUNAS GRAVILLAS
			S 									
			S 									
			S 									
			S 									
			S 									
			S 									
			S 									



# CONTENIDO DE AGUA Y CLASIFICACIÓN

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO  
 OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
 SONDEO: PCA - 2

LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS  
 FECHA: 15-jun-17

Mta. No.	Prof. (m)		Tramo	Longitud (cm)	Capsula		Wm + C (g)	Ws + C (g)	Ww (g)	Ws (g)	ω (%)	CLASIFICACIÓN
	de	a			No.	(g)						
B - 2	0.70	2.00	S I		652	13.1	207.3	190.4	16.9	177.3	9.5	ARENA POCO ARCILLOSA CAFÉ
B - 3	2.00	2.80	S I		203	11.2	212.0	189.5	22.5	178.3	12.6	ARENA ARCILLOSA CAFÉ CON ALGUNAS GRAVILLAS
MC - 1	0.80	1.00	S I		757	13.2	221.7	205.3	16.4	192.1	8.5	ARCILLA POCO ARENOSA CAFÉ CON ALGUNAS GRAVILLAS
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									



# CONTENIDO DE AGUA Y CLASIFICACIÓN

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO  
 OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
 SONDEO: PCA - 3

LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS  
 FECHA: 15-jun-17

Mta. No.	Prof. (m)		Tramo	Longitud (cm)	Capsula		Wm + C (g)	Ws + C (g)	Ww (g)	Ws (g)	ω %	CLASIFICACIÓN
	de	a			No.	(g)						
B - 2	0.50	1.05	S I		338	10.1	186.8	175.1	11.7	165.0	7.1	ARCILLA ARENOSA CAFÉ OSCURO
C - 3	1.05	2.20	S I		201	11.2	218.0	204.8	13.2	193.6	6.8	ARENA ARCILLOSA CAFÉ
C	2.20	3.00	S I		172	11.4	206.1	189.8	16.3	178.4	9.1	ARENA POCO LIMOSA CAFÉ
B - 4	2.20	3.00	S I		157	11.4	199.1	180.4	18.7	169.0	11.1	ARENA POCO LIMOSA CAFÉ CON ALGUNAS GRAVILLAS
MC - 1	1.05	2.20	S I		418	13.1	220.0	208.3	11.7	195.2	6.0	ARENA POCO ARCILLOSA CAFÉ CON ALGUNAS GRAVAS
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									



# Límites de Atterberg (de consistencia).

# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

SONDEO: SPT - 1  
 MUESTRA: 1  
 PROF. (m): 0.00 - 0.60

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
267	6	20.77	17.98	11.08	2.79	6.90	40.43
242	15	21.16	18.45	11.36	2.71	7.09	38.22
11	26	22.60	19.58	11.43	3.02	8.15	37.06
391	42	23.32	19.93	10.42	3.39	9.51	35.65

## LÍMITE PLÁSTICO

65	---	31.87	28.25	11.39	3.62	16.86	21.47
211	---	32.16	28.31	10.51	3.85	17.80	21.63



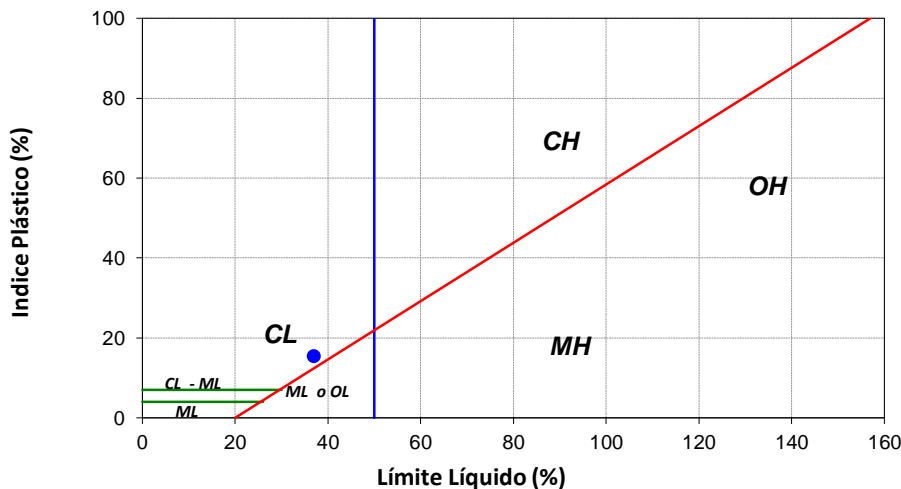
### RESULTADOS

LL= 37.00 %  
 LP= 21.55 %  
 IP= 15.45 %

CLASIFICACIÓN SUCS  
 CL

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %





# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

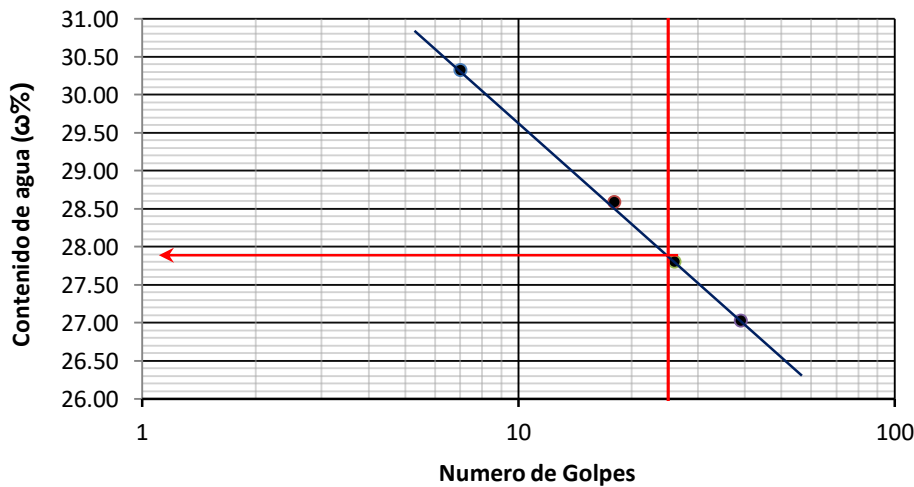
SONDEO: SPT - 1  
 MUESTRA: 3 P/SUP.  
 PROF. (m): 1.20 - 1.80

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
374	7	20.41	18.02	10.14	2.39	7.88	30.33
97	18	20.68	18.55	11.10	2.13	7.45	28.59
193	26	21.32	19.19	11.53	2.13	7.66	27.81
61	39	21.53	19.37	11.38	2.16	7.99	27.03

## LÍMITE PLÁSTICO

212	---	32.04	29.12	11.18	2.92	17.94	16.28
52	---	31.19	28.40	11.32	2.79	17.08	16.33



### RESULTADOS

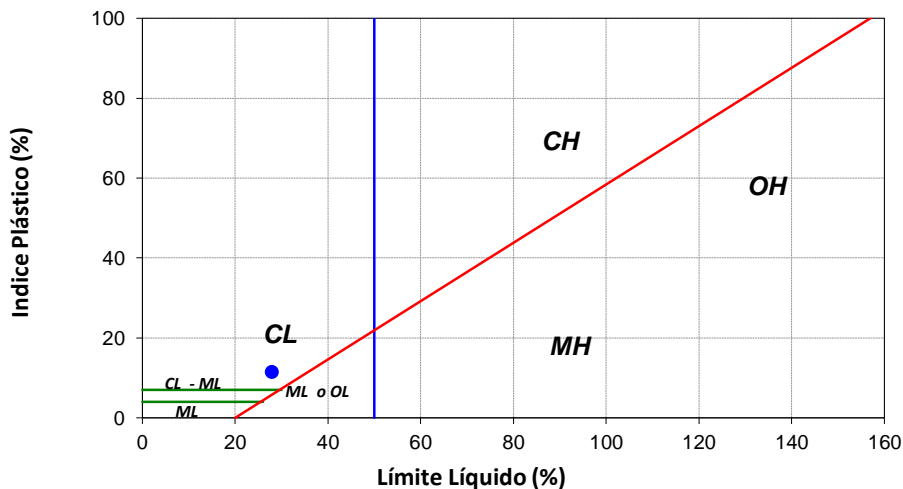
LL= 27.90 %  
 LP= 16.31 %  
 IP= 11.59 %

### CLASIFICACIÓN SUCS

CL

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

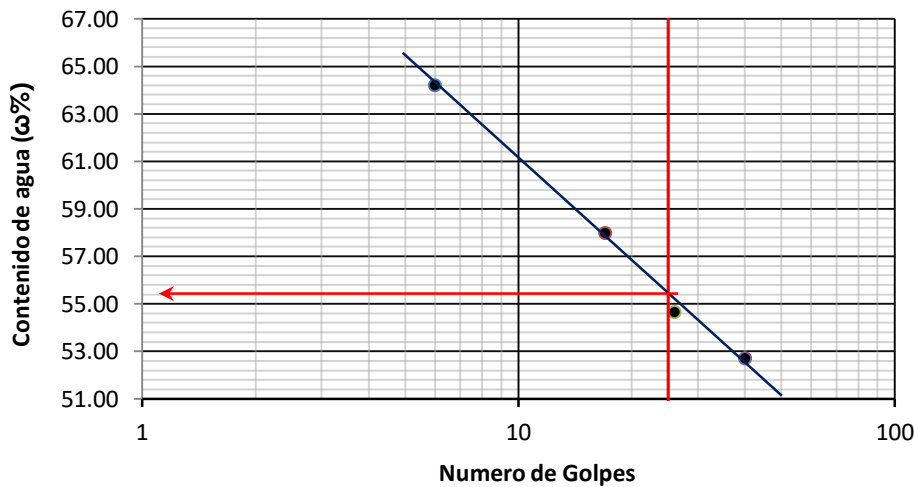
SONDEO: SPT - 1  
 MUESTRA: 12  
 PROF. (m): 6.60 - 7.20

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
135	6	20.53	16.89	11.22	3.64	5.67	64.20
138	17	20.15	16.56	10.37	3.59	6.19	58.00
170	26	21.13	17.56	11.03	3.57	6.53	54.67
235	40	21.15	17.74	11.27	3.41	6.47	52.70

## LÍMITE PLÁSTICO

645	---	35.24	31.54	13.46	3.70	18.08	20.46
852	---	32.72	29.40	13.06	3.32	16.34	20.32



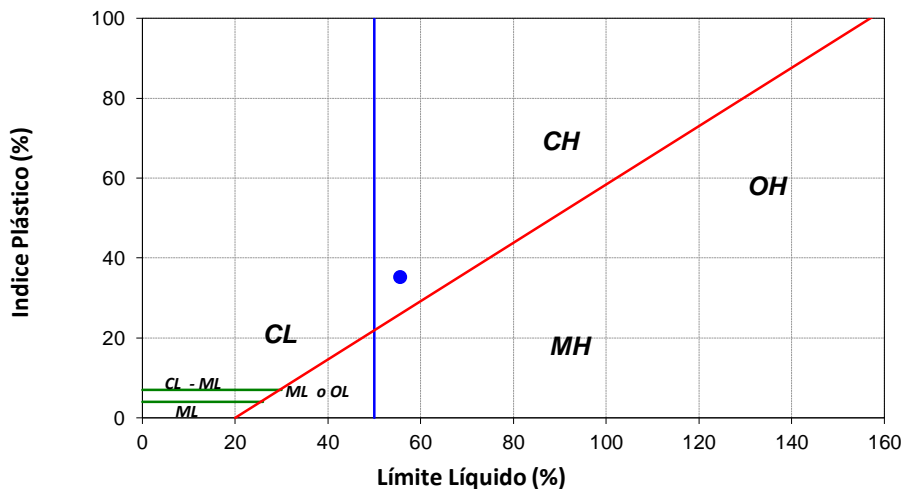
### RESULTADOS

LL= 55.60 %  
 LP= 20.39 %  
 IP= 35.21 %

CLASIFICACIÓN SUCS  
 CH

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

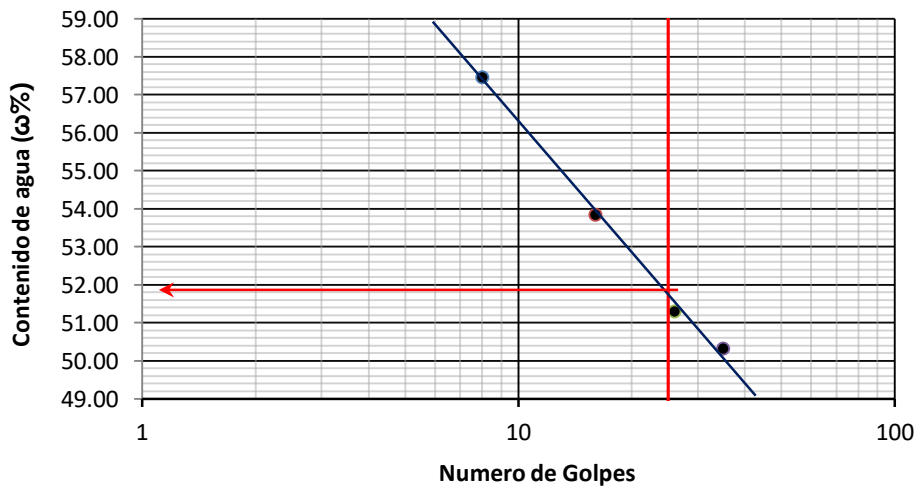
SONDEO: SPT - 1  
 MUESTRA: 13  
 PROF. (m): 7.20 - 8.40

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
134	8	18.01	15.70	11.68	2.31	4.02	57.46
177	16	19.45	16.51	11.05	2.94	5.46	53.85
150	26	19.90	16.95	11.20	2.95	5.75	51.30
329	35	19.24	16.19	10.13	3.05	6.06	50.33

## LÍMITE PLÁSTICO

101	---	24.99	22.83	11.13	2.16	11.70	18.46
373	---	24.72	22.48	10.33	2.24	12.15	18.44



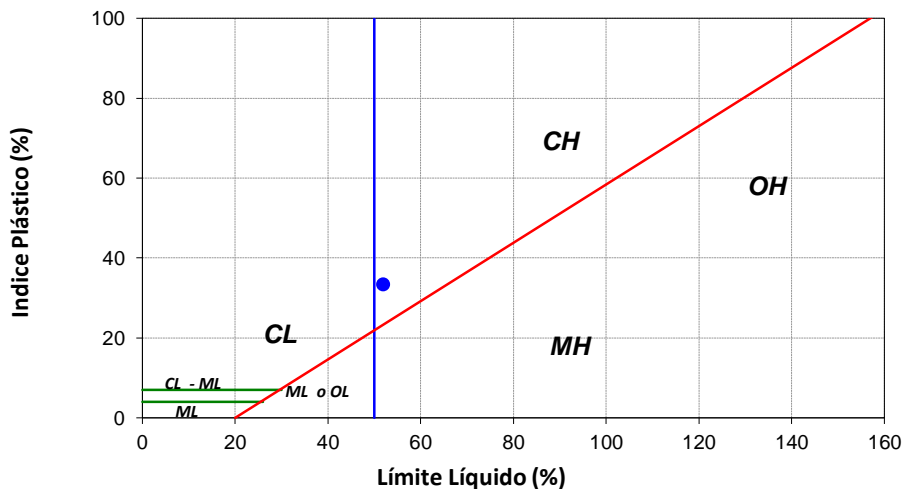
### RESULTADOS

LL= 51.90 %  
 LP= 18.45 %  
 IP= 33.45 %

CLASIFICACIÓN SUCS  
 CH

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

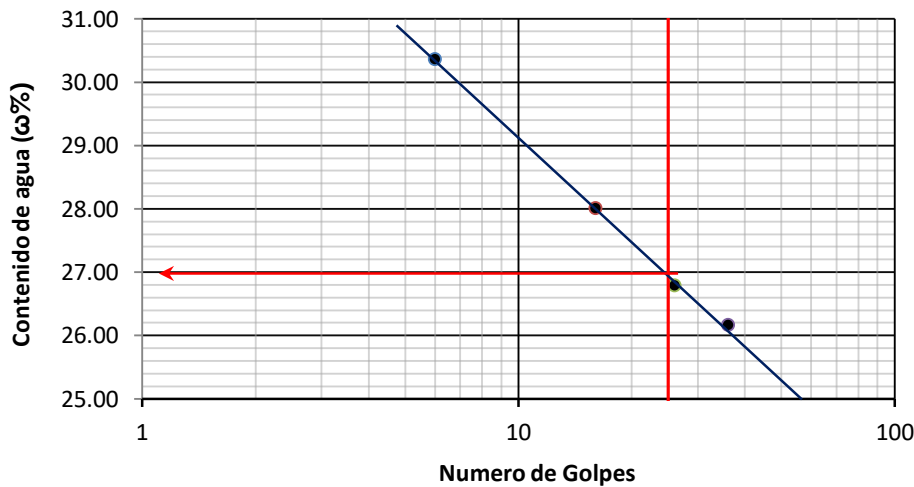
SONDEO: PCA - 1  
 MUESTRA: B - 2  
 PROF. (m): 0.30 - 0.60

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
225	6	20.64	18.42	11.11	2.22	7.31	30.37
317	16	20.62	18.27	9.88	2.35	8.39	28.01
115	26	23.00	20.39	10.65	2.61	9.74	26.80
248	36	23.45	20.93	11.30	2.52	9.63	26.17

## LÍMITE PLÁSTICO

819	---	28.02	25.54	13.16	2.48	12.38	20.03
543	---	31.11	28.04	12.98	3.07	15.06	20.39



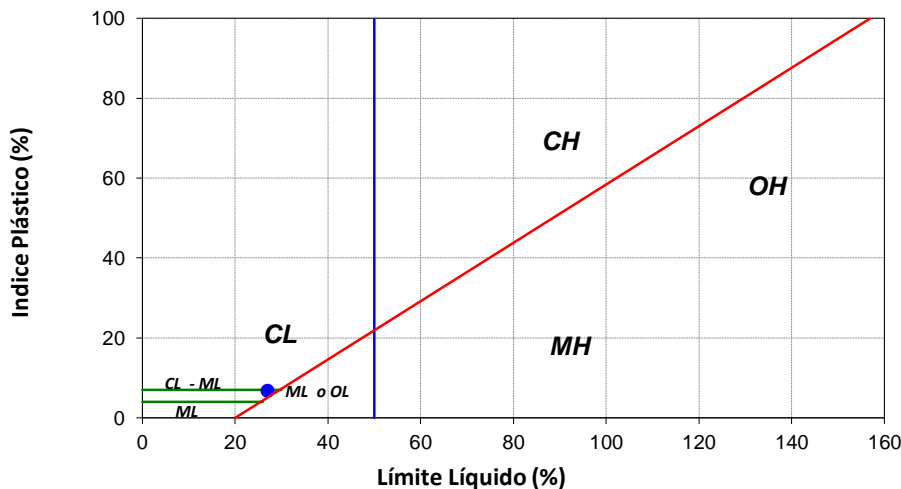
### RESULTADOS

LL= 27.00 %  
 LP= 20.21 %  
 IP= 6.79 %

CLASIFICACIÓN SUCS  
 CL-ML

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

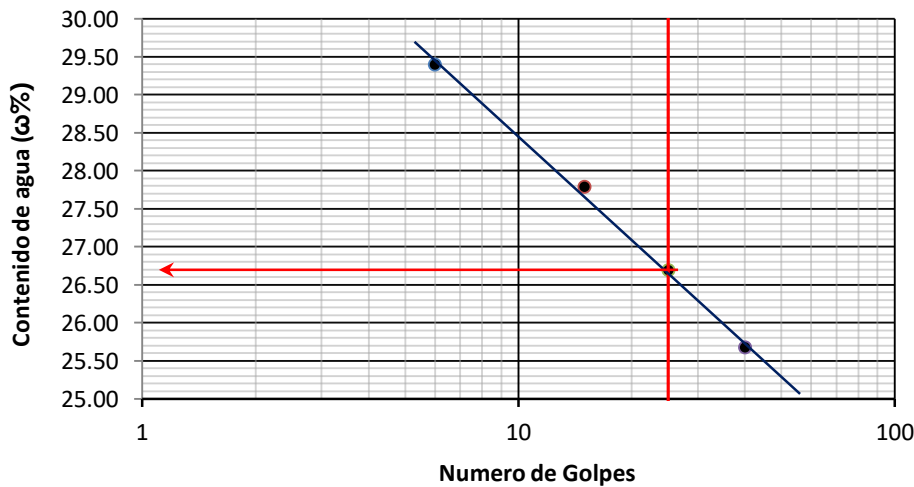
SONDEO: PCA - 1  
 MUESTRA: B - 4  
 PROF. (m): 2.20 - 3.00

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
731	6	21.69	19.82	13.46	1.87	6.36	29.40
764	15	22.08	20.24	13.62	1.84	6.62	27.79
762	25	22.90	20.89	13.36	2.01	7.53	26.69
806	40	24.97	22.52	12.98	2.45	9.54	25.68

## LÍMITE PLÁSTICO

809	---	26.76	24.58	13.25	2.18	11.33	19.24
406	---	26.66	24.49	13.14	2.17	11.35	19.12



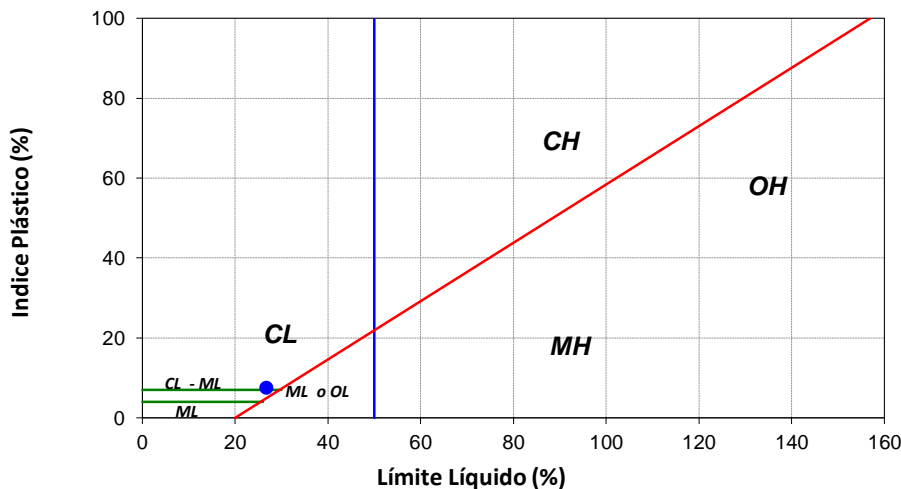
### RESULTADOS

LL= 26.70 %  
 LP= 19.18 %  
 IP= 7.52 %

CLASIFICACIÓN SUCS  
 CL

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

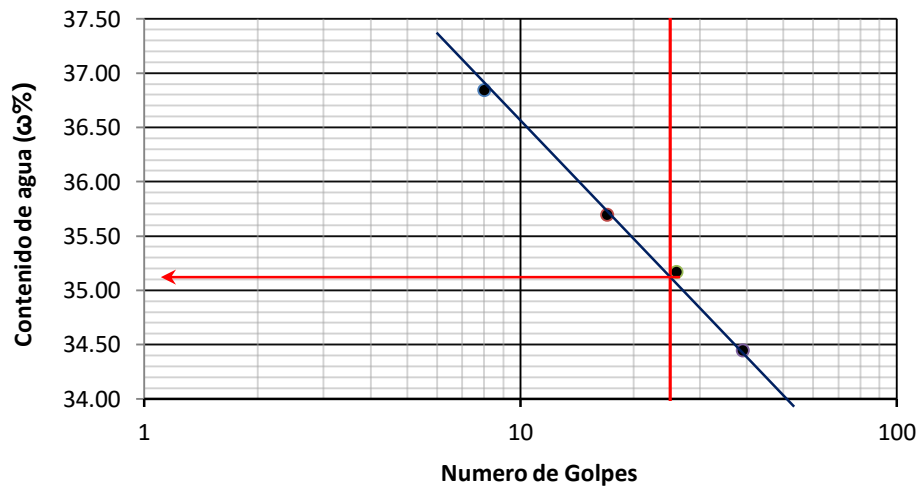
SONDEO: PCA - 1  
 MUESTRA: MC - 1  
 PROF. (m): 0.75 - 0.95

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
438	8	23.29	20.70	13.67	2.59	7.03	36.84
832	17	24.19	21.32	13.28	2.87	8.04	35.70
656	26	26.44	22.99	13.18	3.45	9.81	35.17
827	39	26.23	22.93	13.35	3.30	9.58	34.45

## LÍMITE PLÁSTICO

640	---	31.46	28.24	13.55	3.22	14.69	21.92
768	---	31.74	28.35	13.05	3.39	15.30	22.16



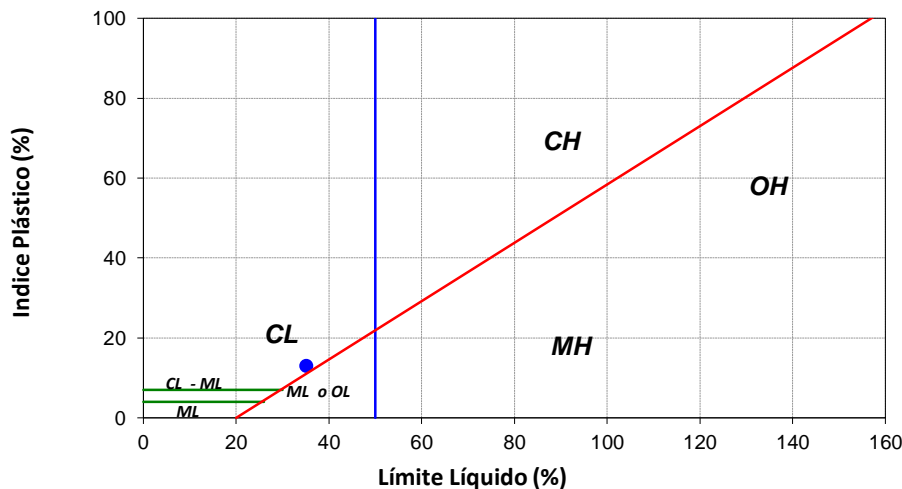
### RESULTADOS

LL= 35.15 %  
 LP= 22.04 %  
 IP= 13.11 %

CLASIFICACIÓN SUCS  
 CL

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

SONDEO: PCA - 2  
 MUESTRA: B - 2  
 PROF. (m): 0.70 - 2.00

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
659	6	24.50	21.81	13.35	2.69	8.46	31.80
621	17	25.23	22.52	13.23	2.71	9.29	29.20
425	25	26.29	23.48	13.48	2.81	10.00	28.10
675	34	28.05	24.87	13.38	3.18	11.49	27.68

## LÍMITE PLÁSTICO

446	---	35.86	32.96	13.41	2.90	19.55	14.83
804	---	34.23	31.55	13.21	2.68	18.34	14.61



### RESULTADOS

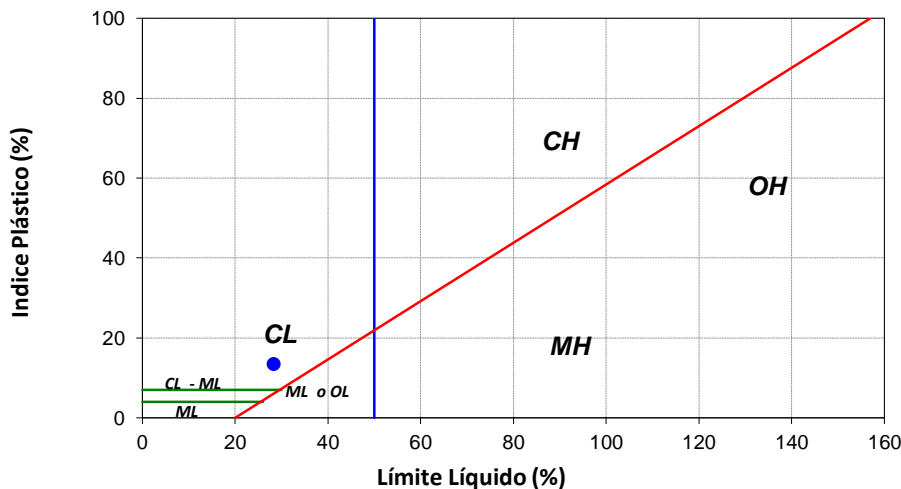
LL= 28.30 %  
 LP= 14.72 %  
 IP= 13.58 %

### CLASIFICACIÓN SUCS

CL

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

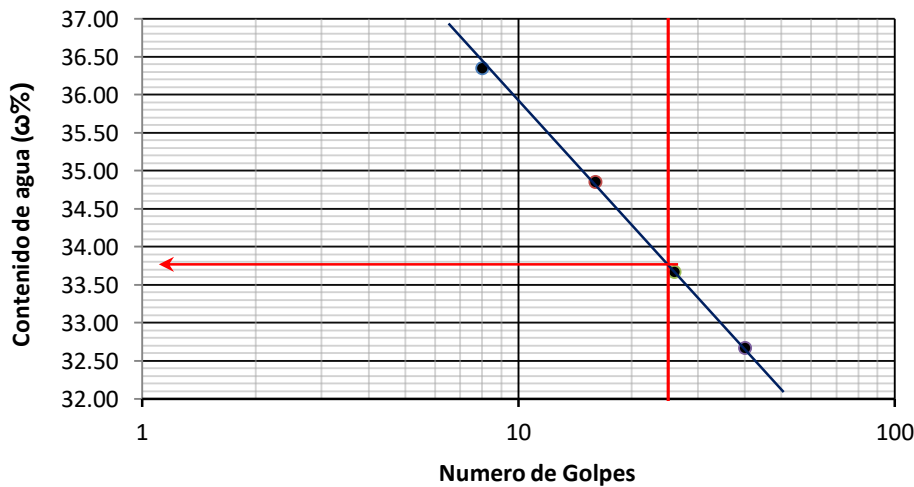
SONDEO: PCA - 2  
 MUESTRA: B - 3  
 PROF. (m): 2.00 - 2.80

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
424	8	23.38	20.73	13.44	2.65	7.29	36.35
647	16	24.79	21.73	12.95	3.06	8.78	34.85
785	26	25.00	22.02	13.17	2.98	8.85	33.67
681	40	27.14	23.68	13.09	3.46	10.59	32.67

## LÍMITE PLÁSTICO

814	---	31.59	28.70	13.20	2.89	15.50	18.65
680	---	33.88	30.67	13.32	3.21	17.35	18.50



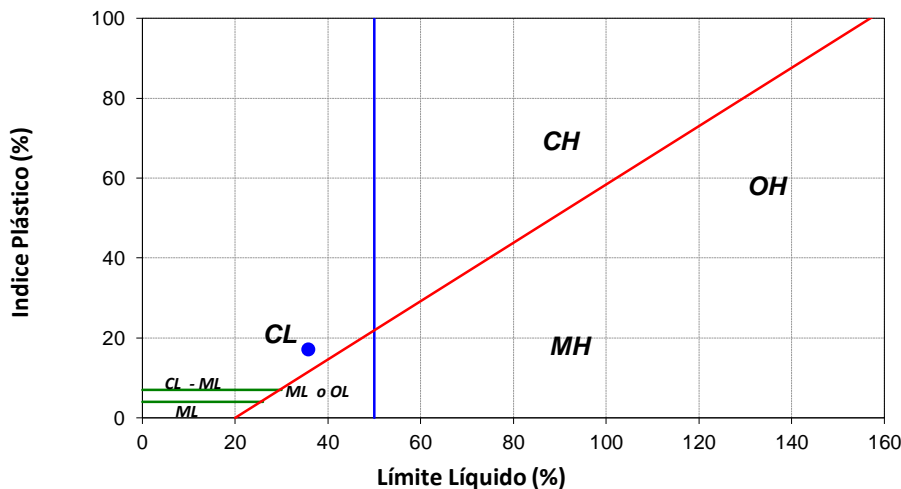
### RESULTADOS

LL= 35.80 %  
 LP= 18.57 %  
 IP= 17.23 %

CLASIFICACIÓN SUCS  
 CL

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %





# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

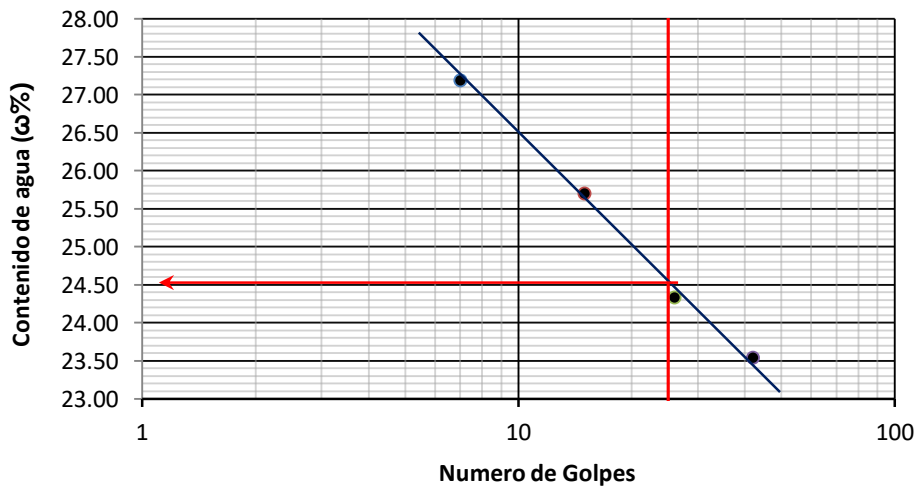
SONDEO: PCA - 2  
 MUESTRA: MC - 1  
 PROF. (m): 0.80 - 1.00

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
641	7	21.61	19.72	12.77	1.89	6.95	27.19
729	15	22.96	20.96	13.18	2.00	7.78	25.71
736	26	23.89	21.79	13.16	2.10	8.63	24.33
419	42	26.79	24.13	12.83	2.66	11.30	23.54

## LÍMITE PLÁSTICO

754	---	35.63	32.76	13.03	2.87	19.73	14.55
695	---	39.09	35.76	13.11	3.33	22.65	14.70



### RESULTADOS

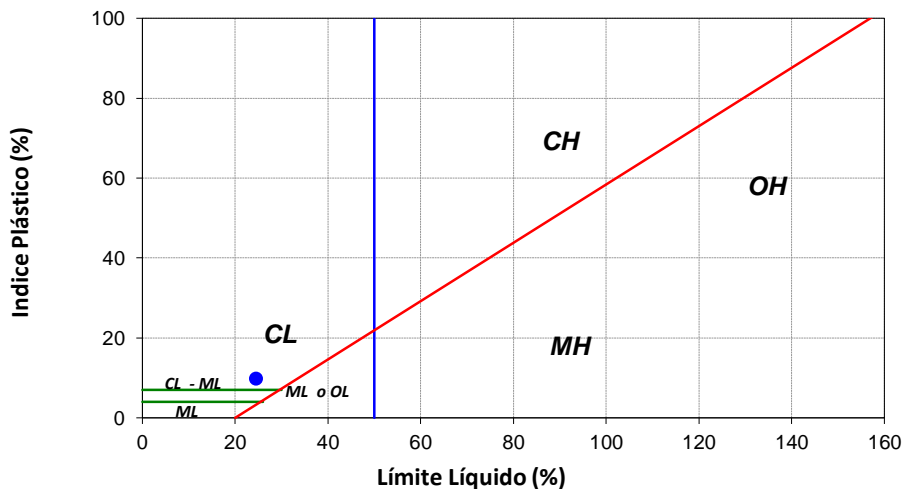
LL= 24.55 %  
 LP= 14.62 %  
 IP= 9.93 %

### CLASIFICACIÓN SUCS

CL

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

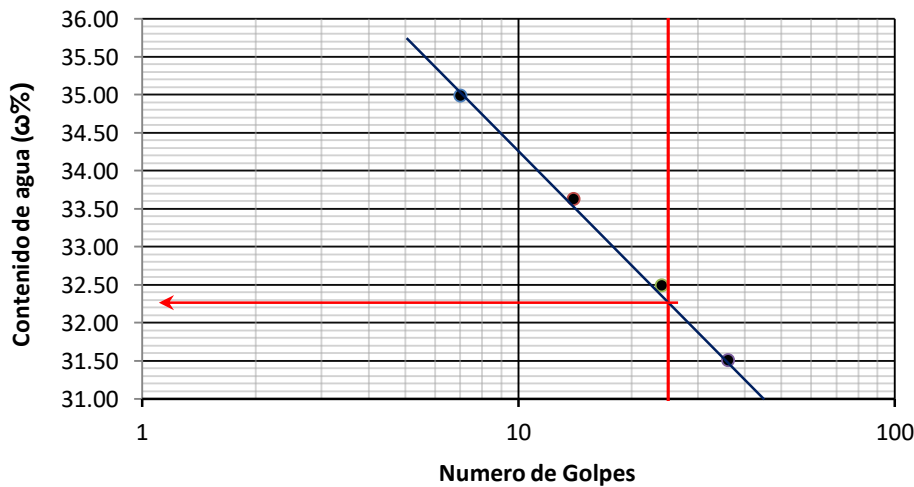
SONDEO: PCA - 3  
 MUESTRA: B- 2  
 PROF. (m): 0.50 - 1.05

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
790	7	22.02	19.70	13.07	2.32	6.63	34.99
717	14	23.04	20.43	12.67	2.61	7.76	33.63
700	24	25.05	22.08	12.94	2.97	9.14	32.49
437	36	27.09	23.81	13.40	3.28	10.41	31.51

## LÍMITE PLÁSTICO

544	---	31.03	27.81	13.16	3.22	14.65	21.98
706	---	30.79	27.61	13.14	3.18	14.47	21.98



### RESULTADOS

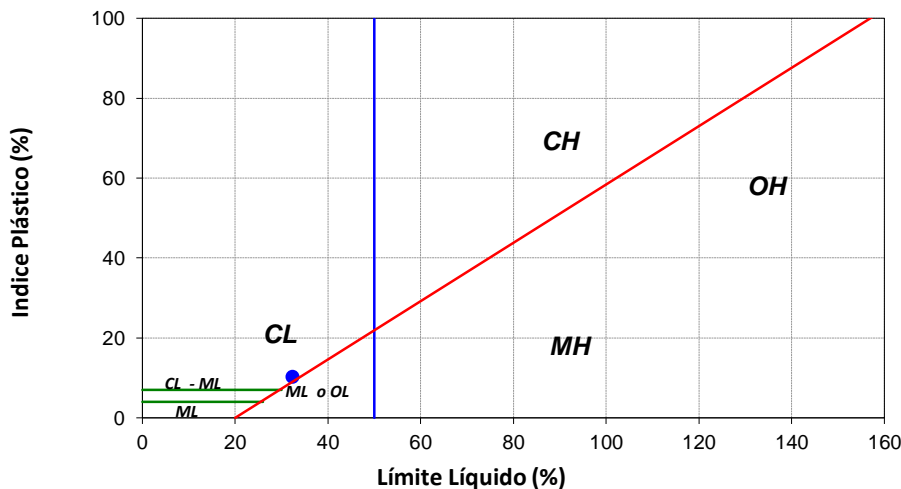
LL= 32.30 %  
 LP= 21.98 %  
 IP= 10.32 %

### CLASIFICACIÓN SUCS

CL

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

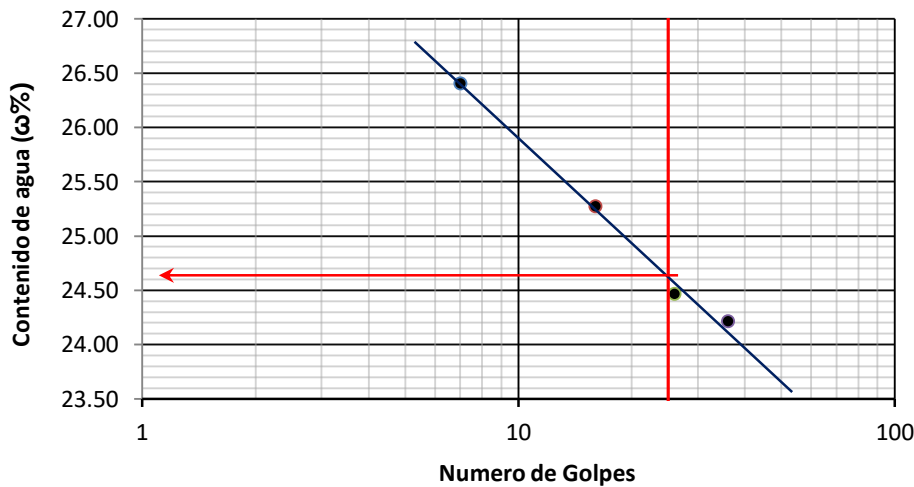
SONDEO: PCA - 3  
 MUESTRA: B - 4  
 PROF. (m): 2.20 - 3.00

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
531	7	24.48	22.18	13.47	2.30	8.71	26.41
767	16	26.18	23.66	13.69	2.52	9.97	25.28
719	26	26.44	23.79	12.96	2.65	10.83	24.47
759	36	28.08	25.23	13.46	2.85	11.77	24.21

## LÍMITE PLÁSTICO

667	---	30.10	26.91	13.05	3.19	13.86	23.02
409	---	32.98	29.26	13.16	3.72	16.10	23.11



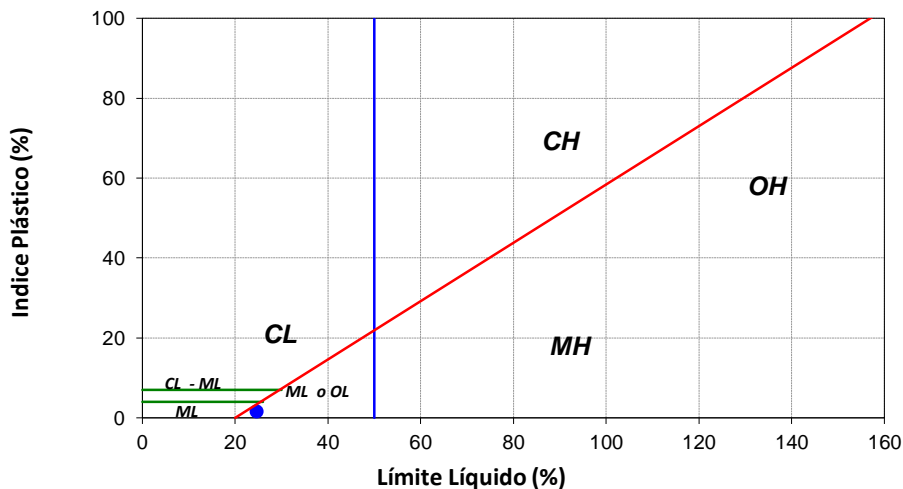
### RESULTADOS

LL= 24.65 %  
 LP= 23.06 %  
 IP= 1.59 %

CLASIFICACIÓN SUCS  
 ML

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

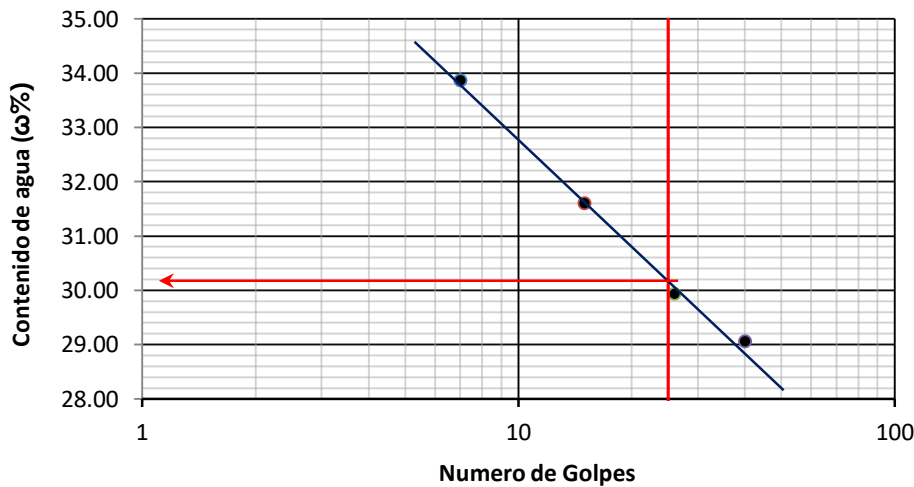
SONDEO: PCA - 3  
 MUESTRA: MC - 1  
 PROF. (m): 1.05 - 2.20

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
435	7	21.60	19.48	13.22	2.12	6.26	33.87
781	15	22.75	20.43	13.09	2.32	7.34	31.61
741	26	23.87	21.37	13.02	2.50	8.35	29.94
851	40	24.53	21.99	13.25	2.54	8.74	29.06

## LÍMITE PLÁSTICO

626	---	33.43	30.18	13.73	3.25	16.45	19.76
836	---	33.34	29.97	13.00	3.37	16.97	19.86



### RESULTADOS

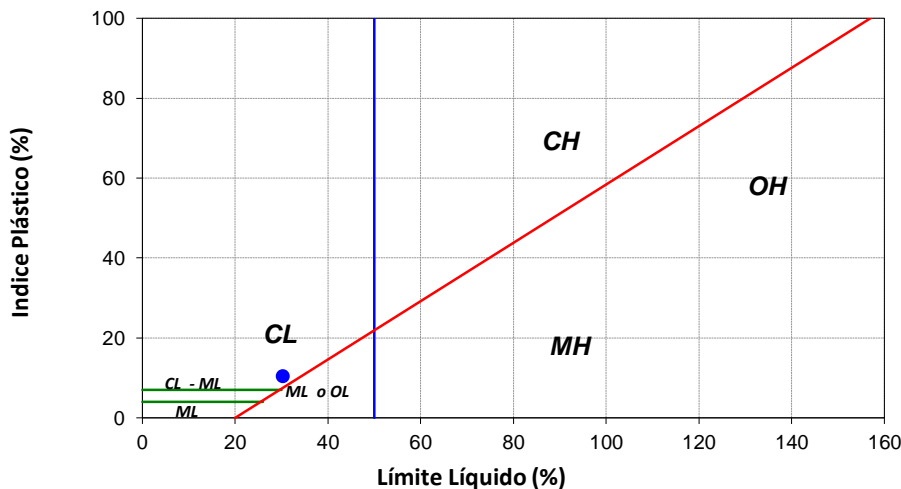
LL= 30.20 %  
 LP= 19.81 %  
 IP= 10.39 %

### CLASIFICACIÓN SUCS

CL

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# Análisis de granulometría.



# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

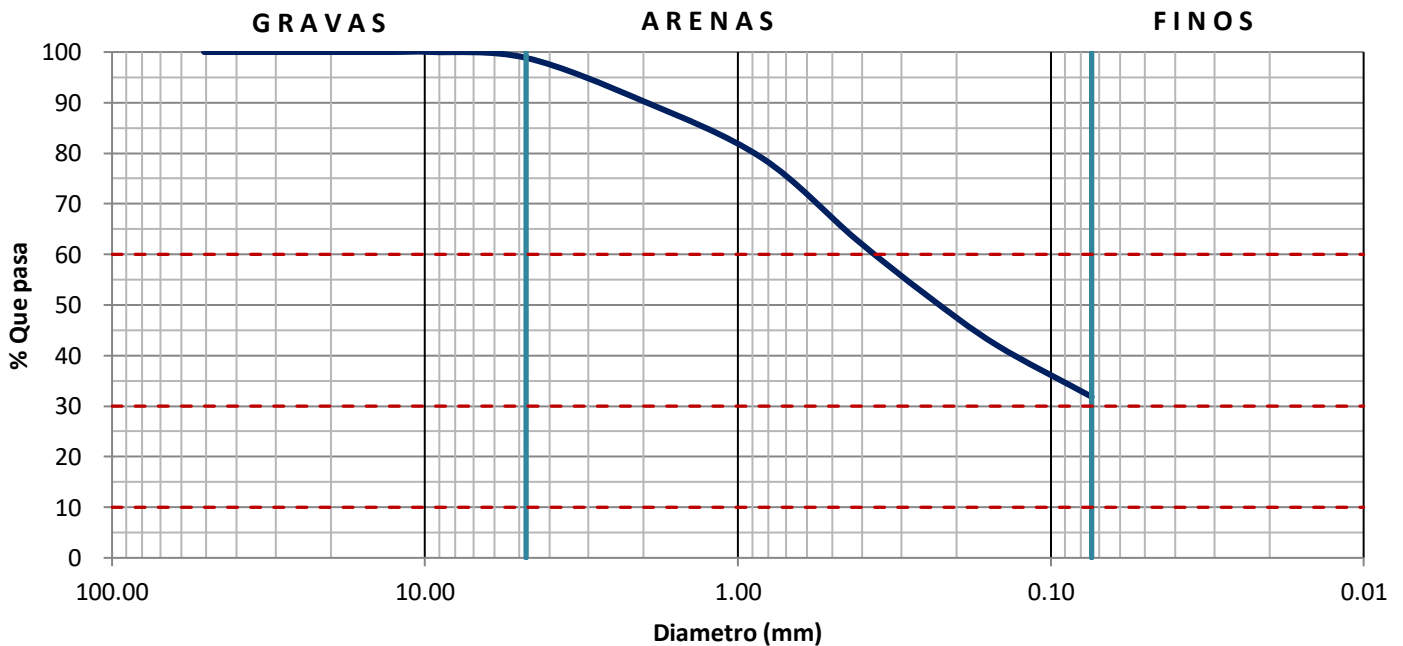
SONDEO: SPT - 1  
 MUESTRA: 3 P/SUP.  
 PROFUNDIDAD (m): 1.20 - 1.80

Peso de la muestra: 121.2 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	10.4	13.5	19.5	13.4	12.0	12.4
% retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	8.6	11.1	16.1	11.1	9.9	10.2
% que pasa	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.8	90.3	79.1	63.0	52.0	42.1	31.8

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = 0.00$  mm  
 $D_{30} = 0.00$  mm  
 $D_{60} = 0.36$  mm  
 $C_u =$  \_\_\_\_\_  
 $C_c =$  \_\_\_\_\_

GRAVA = 1.16 %  
 ARENA = 67.00 %  
 FINOS = 31.85 %

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

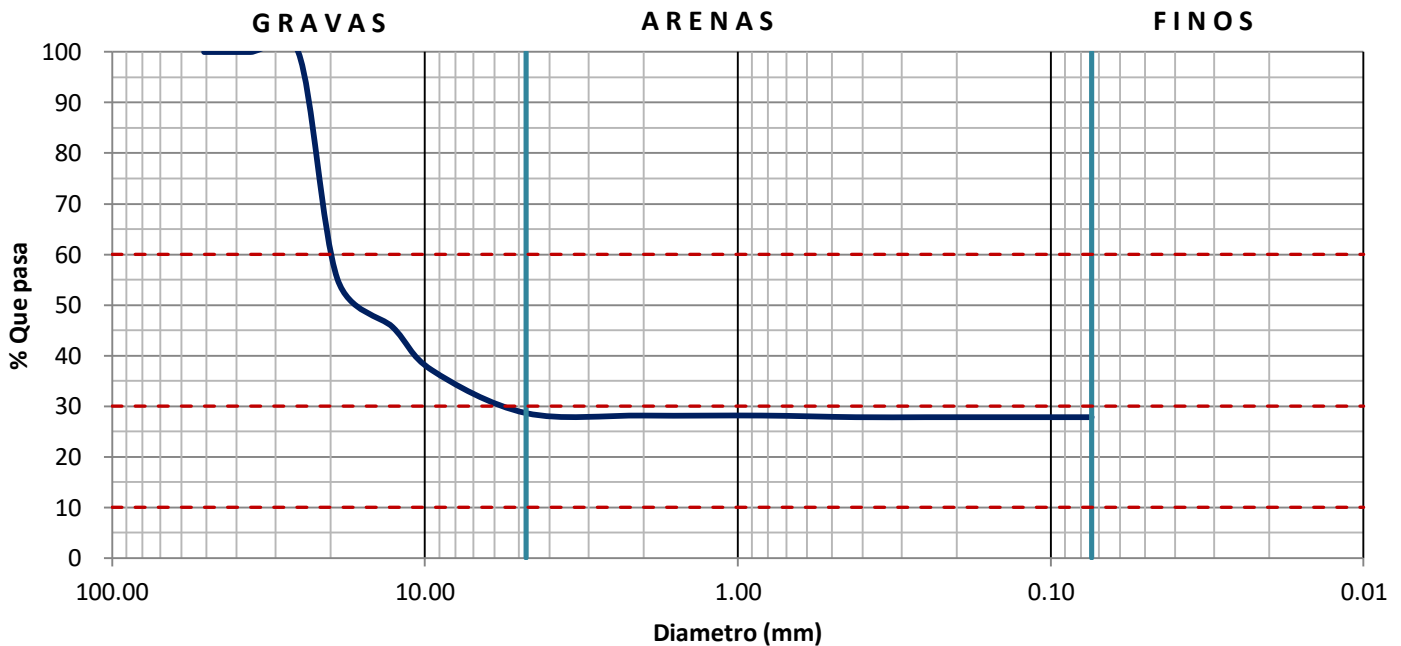
SONDEO: SPT - 1  
 MUESTRA: 6  
 PROFUNDIDAD (m): 3.00 - 3.60

Peso de la muestra: 62.2 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	27.9	5.9	5.3	5.3	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
% retenido	0.0	0.0	0.0	44.9	9.5	8.5	8.5	0.5	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
% que pasa	100.0	100.0	100.0	55.1	45.7	37.1	28.6	28.1	28.1	27.8	27.8	27.8	27.8

## CURVA GRANULOMÉTRICA



D<sub>10</sub> = 0.00 mm  
 D<sub>30</sub> = 5.32 mm  
 D<sub>60</sub> = 19.65 mm  
 C<sub>u</sub> = \_\_\_\_\_  
 C<sub>c</sub> = \_\_\_\_\_

GRAVA = 71.38 %  
 ARENA = 0.80 %  
 FINOS = 27.81 %

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

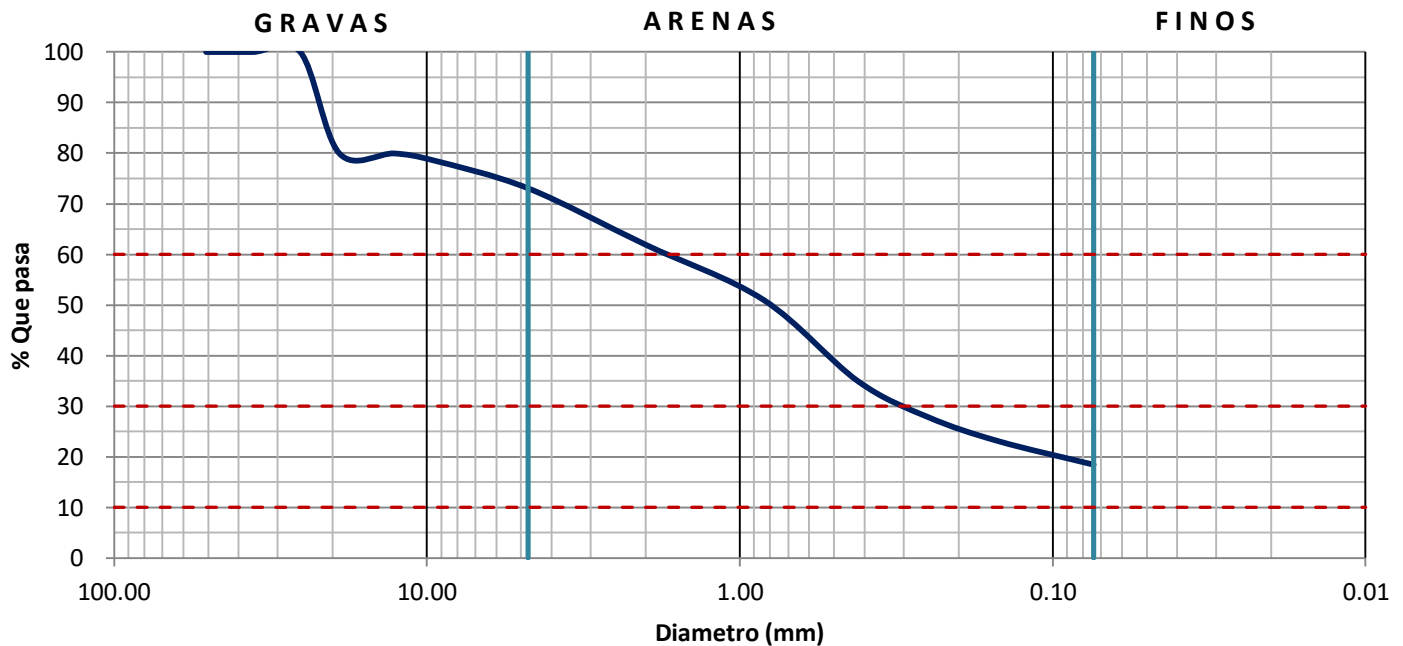
SONDEO: SPT - 1  
 MUESTRA: 9  
 PROFUNDIDAD (m): 4.80 - 5.40

Peso de la muestra: 79.8 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0	1.1	4.4	8.9	8.7	12.8	5.7	3.8	3.7
% retenido	0.0	0.0	0.0	20.1	0.0	1.4	5.5	11.2	10.9	16.0	7.1	4.8	4.6
% que pasa	100.0	100.0	100.0	79.9	79.9	78.6	73.1	61.9	51.0	35.0	27.8	23.1	18.4

## CURVA GRANULOMÉTRICA



D<sub>10</sub> = 0.00 mm  
 D<sub>30</sub> = 0.29 mm  
 D<sub>60</sub> = 1.72 mm  
 C<sub>u</sub> = \_\_\_\_\_  
 C<sub>c</sub> = \_\_\_\_\_

GRAVA = 26.94 %  
 ARENA = 54.64 %  
 FINOS = 18.42 %



# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

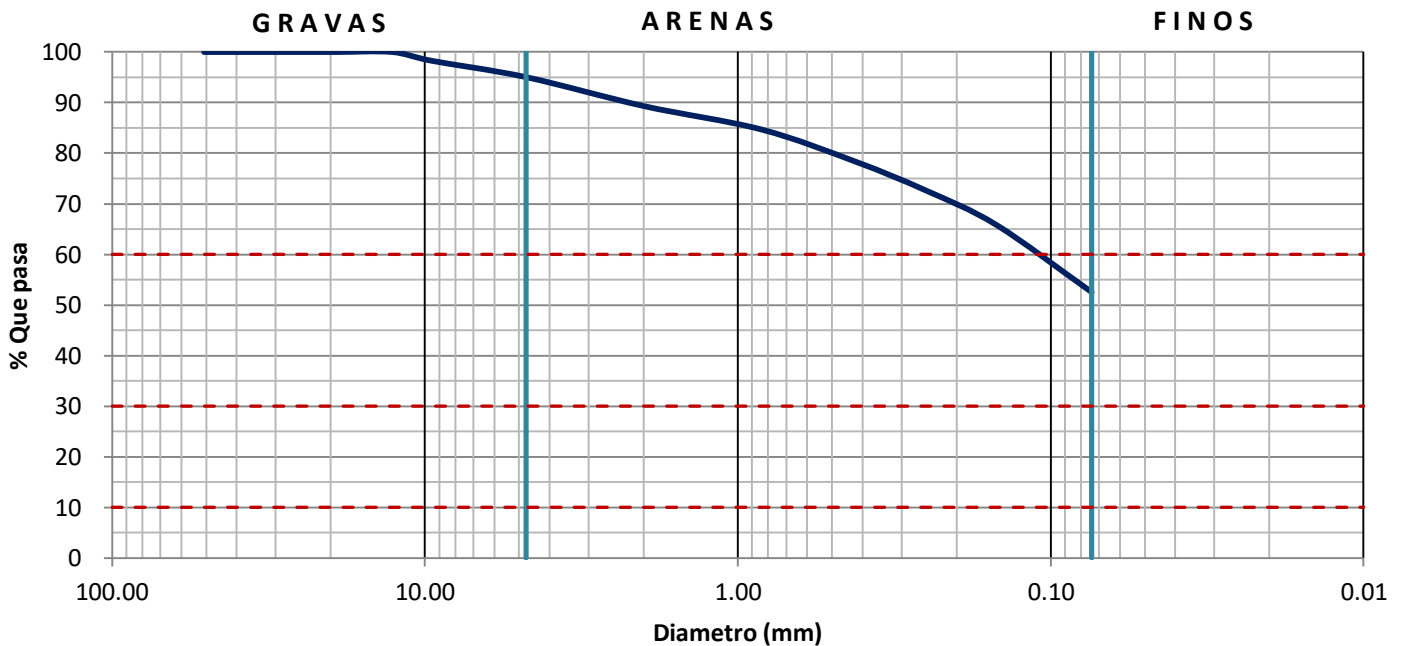
SONDEO: SPT - 1  
 MUESTRA: 12  
 PROFUNDIDAD (m): 6.60 - 7.20

Peso de la muestra: 92.7 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	3.0	5.3	4.3	5.9	5.3	6.3	12.3
% retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	3.2	5.7	4.6	6.4	5.7	6.8	13.3
% que pasa	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.3	95.0	89.3	84.7	78.3	72.6	65.8	52.5

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = 0.00$  mm  
 $D_{30} = 0.00$  mm  
 $D_{60} = 0.11$  mm  
 $C_u =$  \_\_\_\_\_  
 $C_c =$  \_\_\_\_\_

GRAVA = 4.96 %  
 ARENA = 42.50 %  
 FINOS = 52.54 %

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

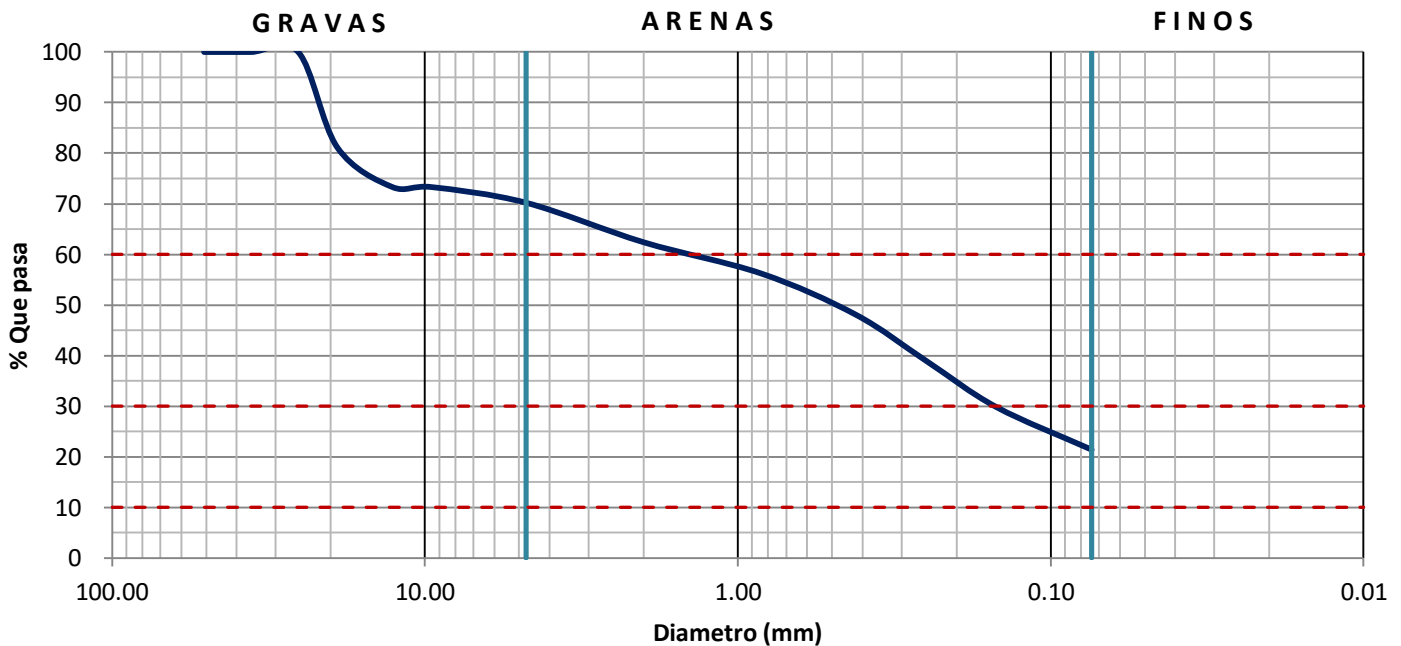
SONDEO: SPT - 1  
 MUESTRA: 13 P/SUP.  
 PROFUNDIDAD (m): 7.20 - 8.40

Peso de la muestra: 67.8 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	12.8	5.3	0.0	2.1	5.3	4.2	5.5	6.2	6.2	5.7
% retenido	0.0	0.0	0.0	18.9	7.8	0.0	3.1	7.8	6.2	8.1	9.1	9.1	8.4
% que pasa	100.0	100.0	100.0	81.1	73.3	73.3	70.2	62.4	56.2	48.1	38.9	29.8	21.4

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = 0.00$  mm  
 $D_{30} = 0.14$  mm  
 $D_{60} = 1.43$  mm  
 $C_u =$  \_\_\_\_\_  
 $C_c =$  \_\_\_\_\_

GRAVA = 29.79 %  
 ARENA = 48.82 %  
 FINOS = 21.39 %

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

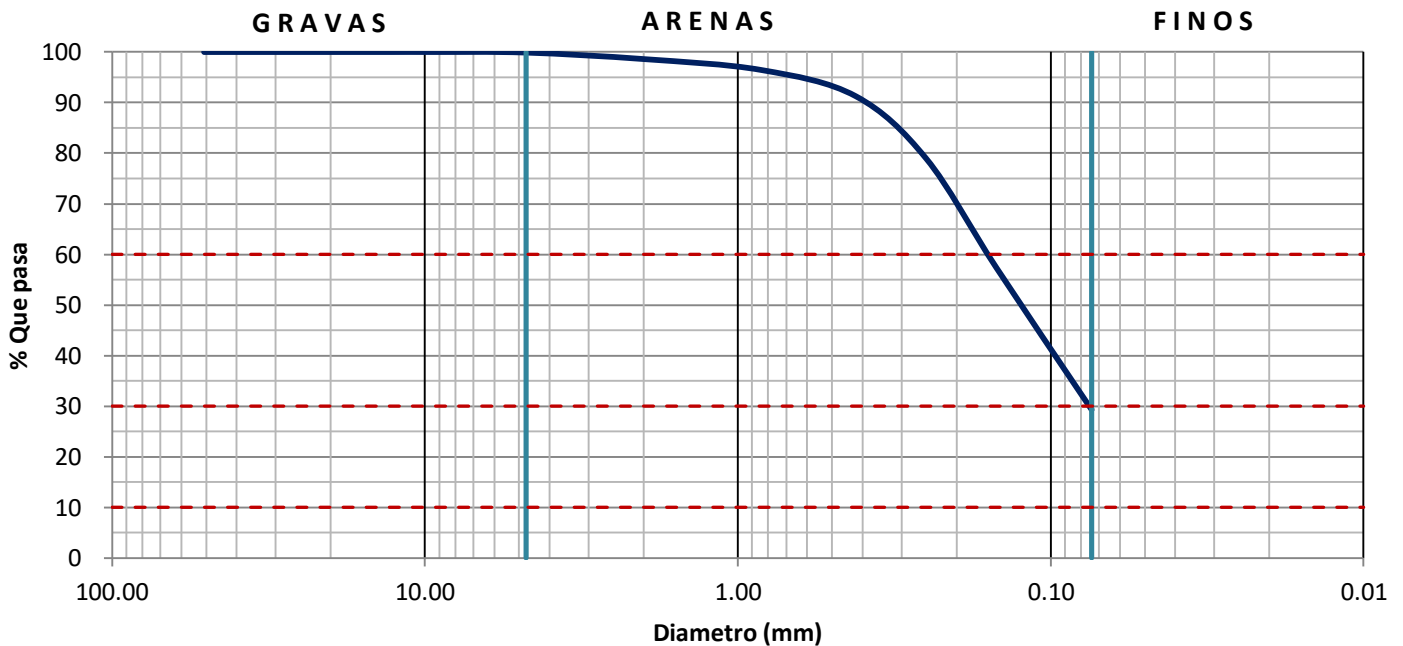
SONDEO: PCA - 1  
 MUESTRA: B - 2  
 PROFUNDIDAD (m): 0.30 - 0.60

Peso de la muestra: 179.9 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.3	3.9	9.3	22.2	38.9	50.4
% retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.3	2.2	5.2	12.3	21.6	28.0
% que pasa	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	98.6	96.4	91.3	78.9	57.3	29.3

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = 0.00$  mm  
 $D_{30} = 0.08$  mm  
 $D_{60} = 0.15$  mm  
 $C_u =$  \_\_\_\_\_  
 $C_c =$  \_\_\_\_\_

GRAVA = 0.11 %  
 ARENA = 70.59 %  
 FINOS = 29.29 %

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

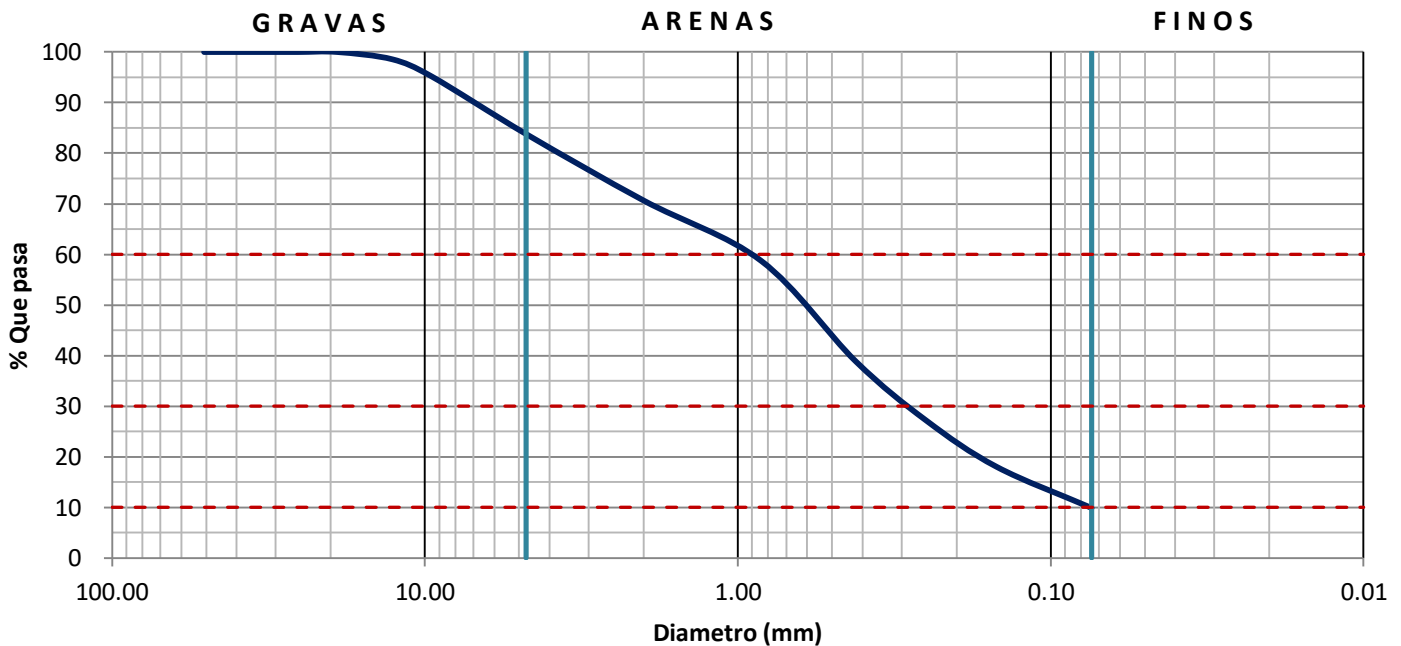
SONDEO: PCA - 1  
 MUESTRA: B - 4  
 PROFUNDIDAD (m): 2.20 - 3.00

Peso de la muestra: 222.1 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	7.5	25.3	29.2	26.6	44.0	26.0	20.3	18.1
% retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	3.4	11.4	13.1	12.0	19.8	11.7	9.1	8.1
% que pasa	100.0	100.0	100.0	100.0	98.6	95.2	83.8	70.6	58.7	38.9	27.1	18.0	9.9

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = 0.07$  mm  
 $D_{30} = 0.28$  mm  
 $D_{60} = 0.93$  mm  
 $C_u = 12.37$   
 $C_c = 1.16$

GRAVA = 16.21 %  
 ARENA = 73.93 %  
 FINOS = 9.86 %

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

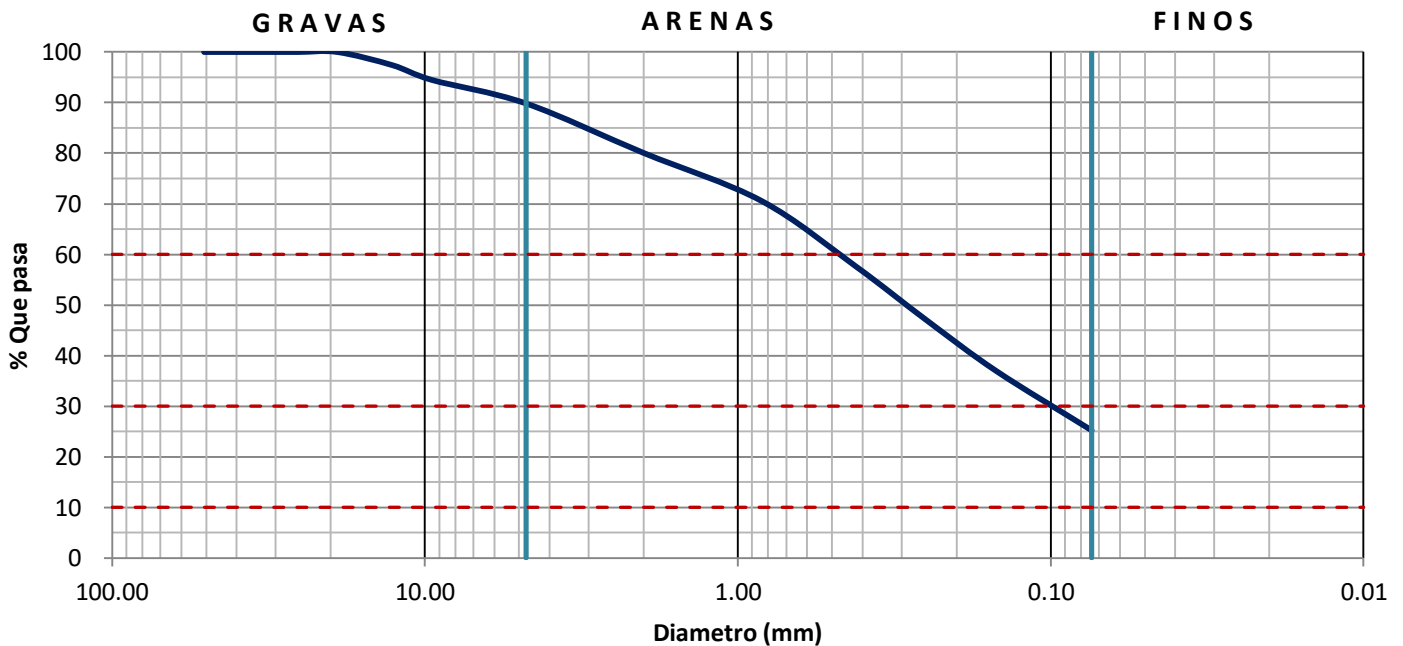
SONDEO: PCA - 1  
 MUESTRA: MC - 1  
 PROFUNDIDAD (m): 0.75 - 0.95

Peso de la muestra: 203.5 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	5.9	9.5	19.9	19.3	26.3	21.6	20.6	23.8
% retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	2.9	4.7	9.8	9.5	12.9	10.6	10.1	11.7
% que pasa	100.0	100.0	100.0	100.0	97.4	94.5	89.8	80.0	70.6	57.6	47.0	36.9	25.2

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = 0.00$  mm  
 $D_{30} = 0.10$  mm  
 $D_{60} = 0.48$  mm  
 $C_u =$  \_\_\_\_\_  
 $C_c =$  \_\_\_\_\_

GRAVA = 10.17 %  
 ARENA = 64.62 %  
 FINOS = 25.21 %

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

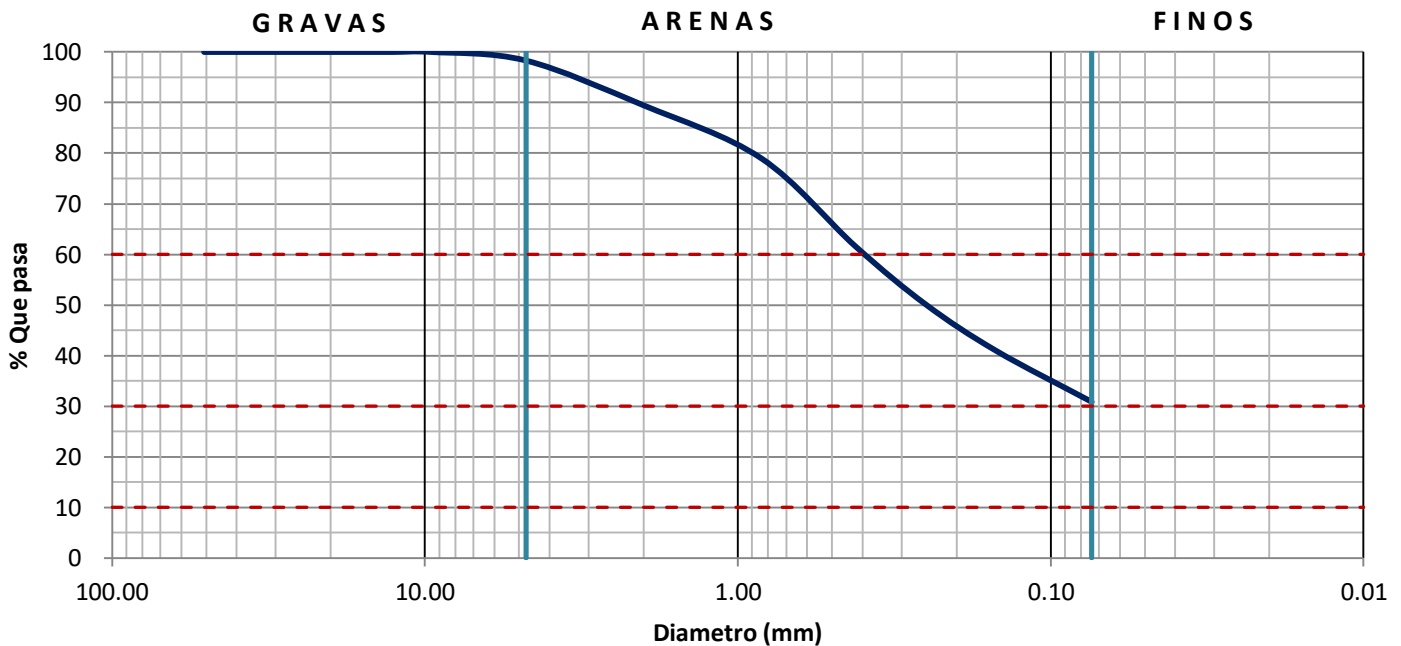
SONDEO: PCA - 2  
 MUESTRA: B - 2  
 PROFUNDIDAD (m): 0.70 - 2.00

Peso de la muestra: 177.3 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	15.7	18.6	30.9	20.4	16.2	17.8
% retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	8.9	10.5	17.4	11.5	9.1	10.0
% que pasa	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.3	89.5	79.0	61.5	50.0	40.9	30.9

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = 0.00$  mm  
 $D_{30} = 0.00$  mm  
 $D_{60} = 0.39$  mm  
 $C_u =$  \_\_\_\_\_  
 $C_c =$  \_\_\_\_\_

GRAVA = 1.69 %  
 ARENA = 67.46 %  
 FINOS = 30.85 %

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

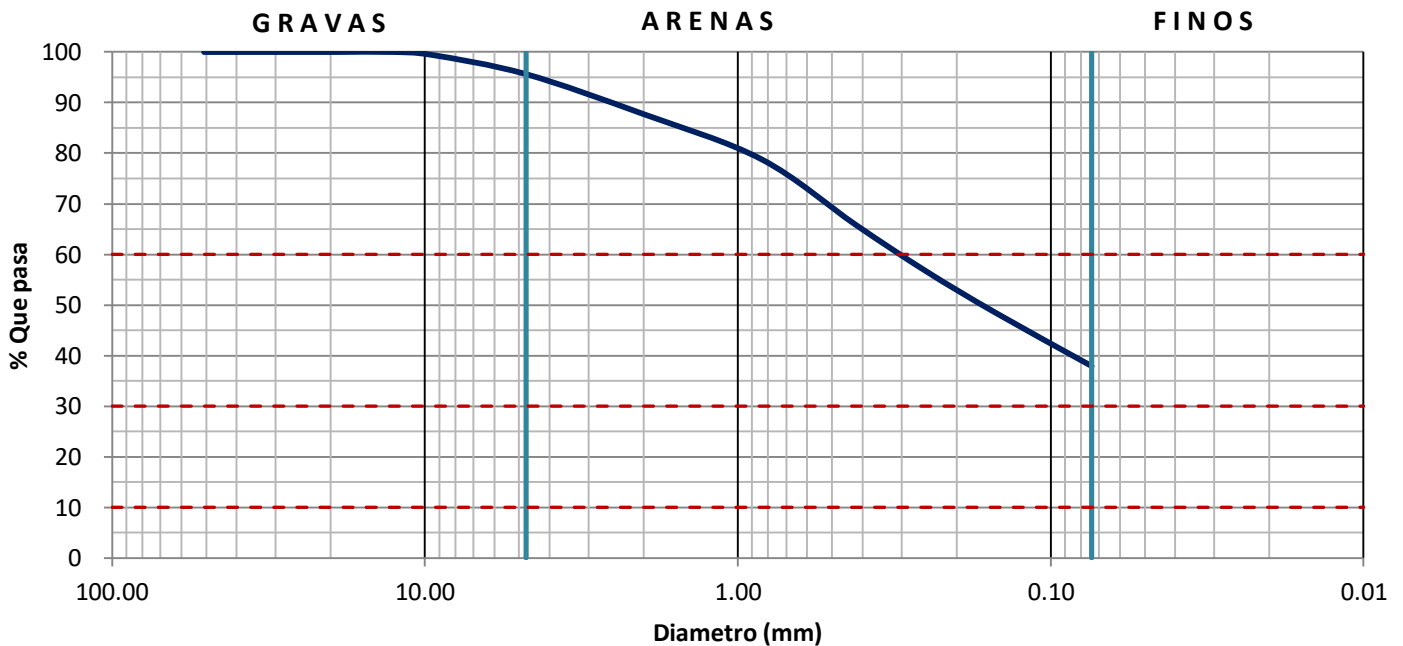
SONDEO: PCA - 2  
 MUESTRA: B - 3  
 PROFUNDIDAD (m): 2.00 - 2.80

Peso de la muestra: 178.3 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	6.8	14.1	15.9	23.1	16.4	14.8	18.6
% retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	3.8	7.9	8.9	13.0	9.2	8.3	10.4
% que pasa	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.4	95.6	87.7	78.8	65.8	56.6	48.3	37.9

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = 0.00$  mm  
 $D_{30} = 0.00$  mm  
 $D_{60} = 0.30$  mm  
 $C_u =$  \_\_\_\_\_  
 $C_c =$  \_\_\_\_\_

GRAVA = 4.37 %  
 ARENA = 57.71 %  
 FINOS = 37.91 %

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

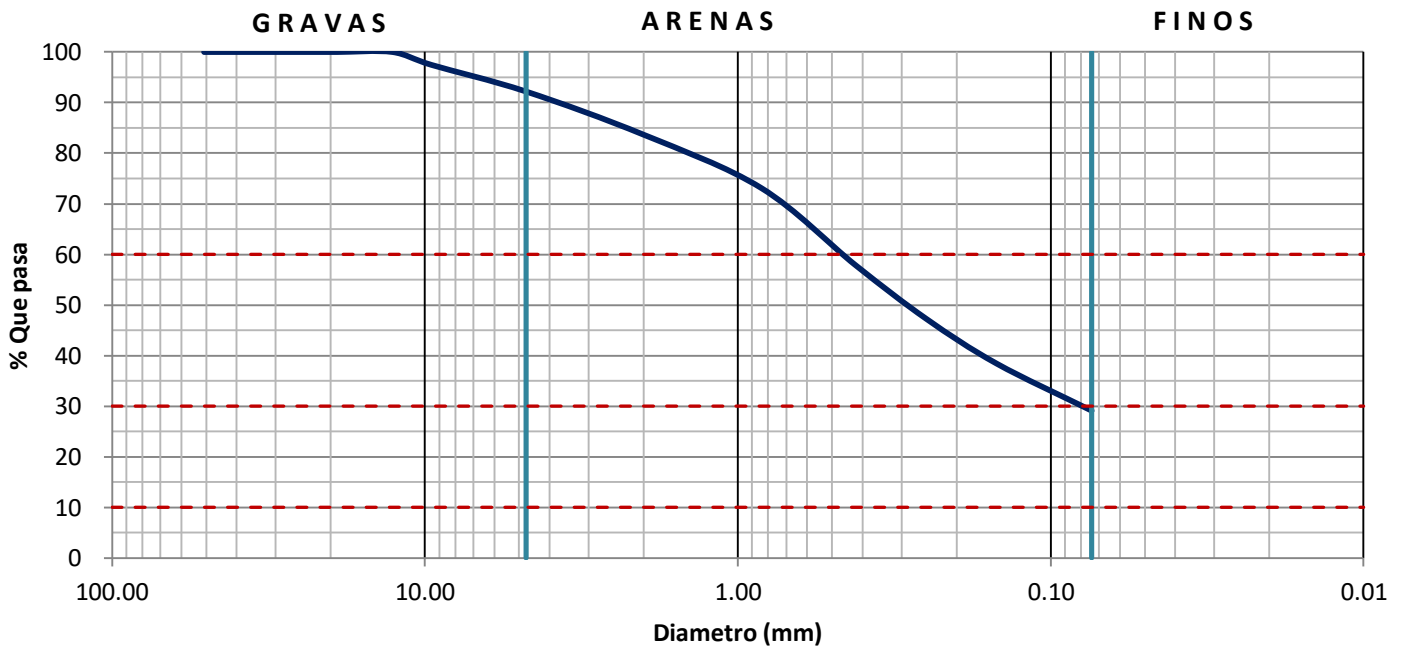
SONDEO: PCA - 2  
 MUESTRA: MC - 1  
 PROFUNDIDAD (m): 0.80 - 1.00

Peso de la muestra: 192.1 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	10.1	16.4	20.3	29.3	20.3	17.0	17.9
% retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	5.3	8.5	10.6	15.3	10.6	8.8	9.3
% que pasa	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.4	92.2	83.7	73.1	57.8	47.3	38.4	29.1

## CURVA GRANULOMÉTRICA



D<sub>10</sub> = 0.00 mm  
 D<sub>30</sub> = 0.08 mm  
 D<sub>60</sub> = 0.46 mm  
 C<sub>u</sub> = \_\_\_\_\_  
 C<sub>c</sub> = \_\_\_\_\_

GRAVA = 7.81 %  
 ARENA = 63.09 %  
 FINOS = 29.10 %



# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

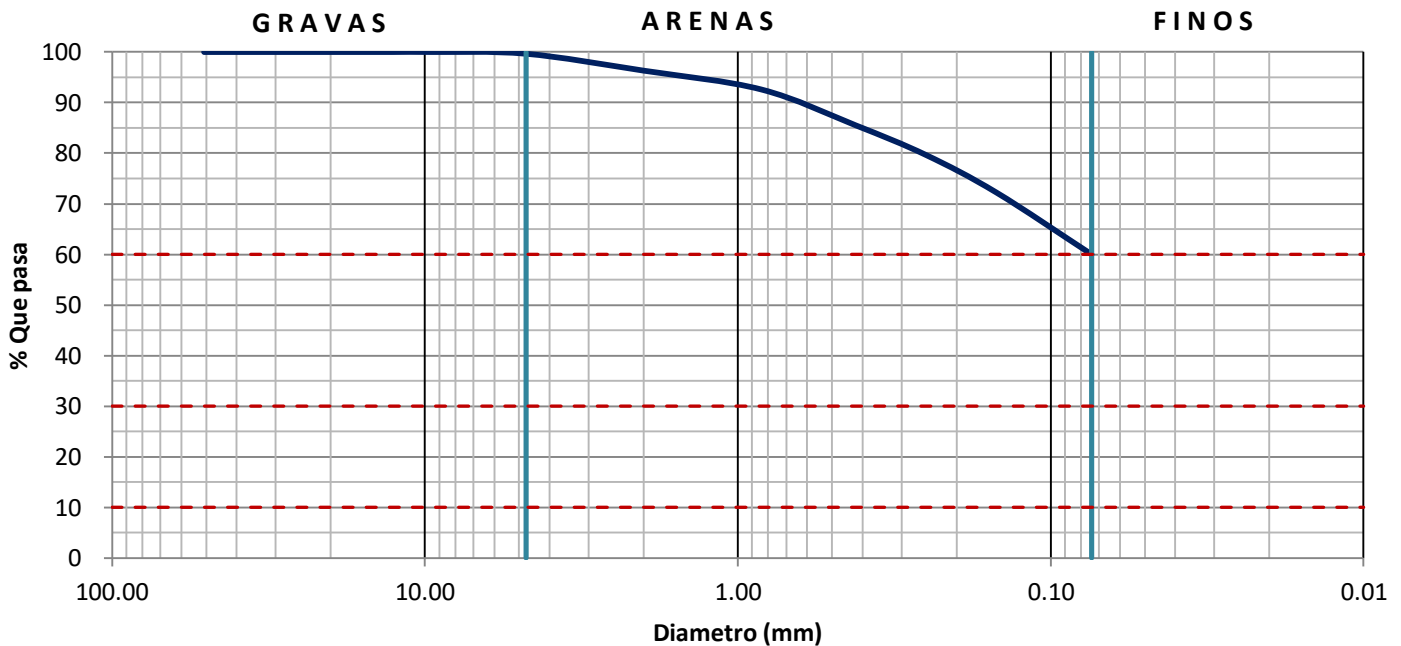
SONDEO: PCA - 3  
 MUESTRA: B - 2  
 PROFUNDIDAD (m): 0.50 - 1.05

Peso de la muestra: 176.7 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	5.9	6.6	12.5	10.4	13.1	21.6
% retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	3.3	3.7	7.1	5.9	7.4	12.2
% que pasa	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.7	96.3	92.6	85.5	79.6	72.2	60.0

## CURVA GRANULOMÉTRICA



D<sub>10</sub> = 0.00 mm  
 D<sub>30</sub> = 0.00 mm  
 D<sub>60</sub> = 0.07 mm  
 C<sub>u</sub> = \_\_\_\_\_  
 C<sub>c</sub> = \_\_\_\_\_

GRAVA = 0.34 %  
 ARENA = 39.67 %  
 FINOS = 59.99 %

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

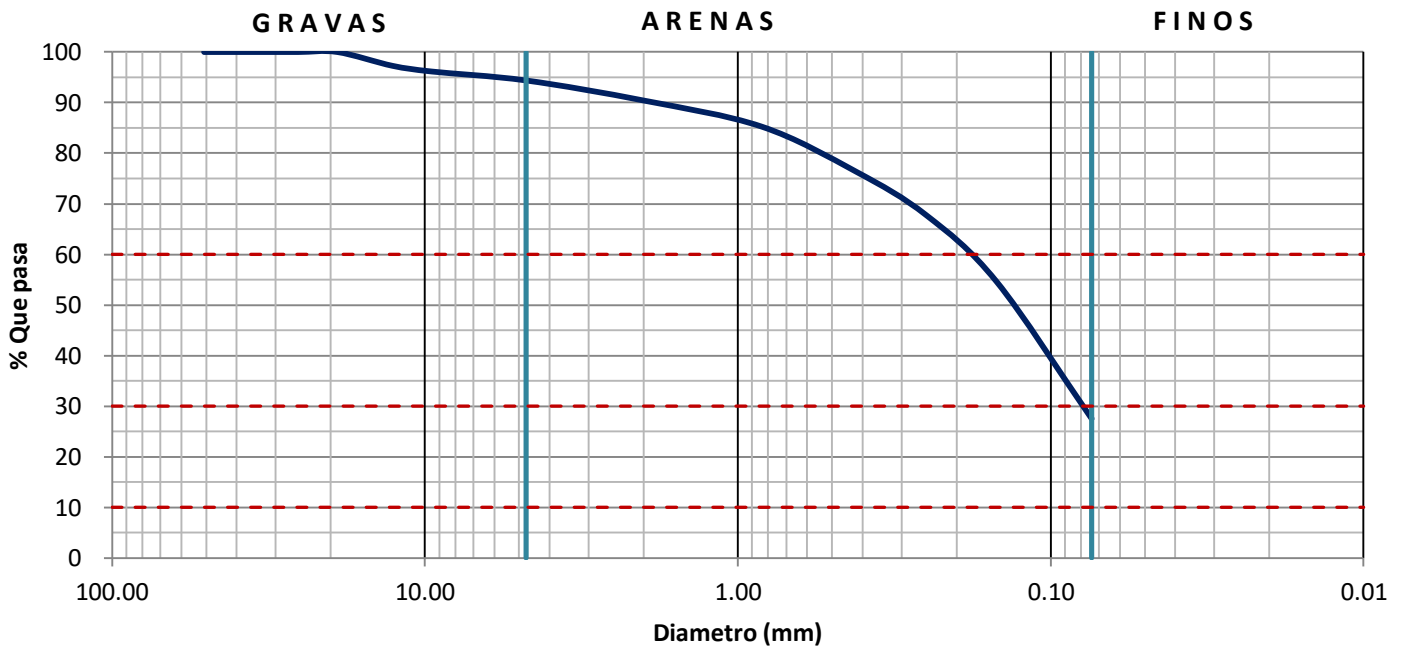
SONDEO: PCA - 3  
 MUESTRA: B - 4  
 PROFUNDIDAD (m): 2.20 - 3.00

Peso de la muestra: 169 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	1.9	3.0	6.7	8.7	15.0	14.6	22.2	45.8
% retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	1.1	1.8	4.0	5.1	8.9	8.6	13.1	27.1
% que pasa	100.0	100.0	100.0	100.0	97.3	96.2	94.4	90.4	85.3	76.4	67.8	54.6	27.5

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = 0.00$  mm  
 $D_{30} = 0.08$  mm  
 $D_{60} = 0.18$  mm  
 $C_u =$   
 $C_c =$

GRAVA = 5.62 %  
 ARENA = 66.86 %  
 FINOS = 27.51 %

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

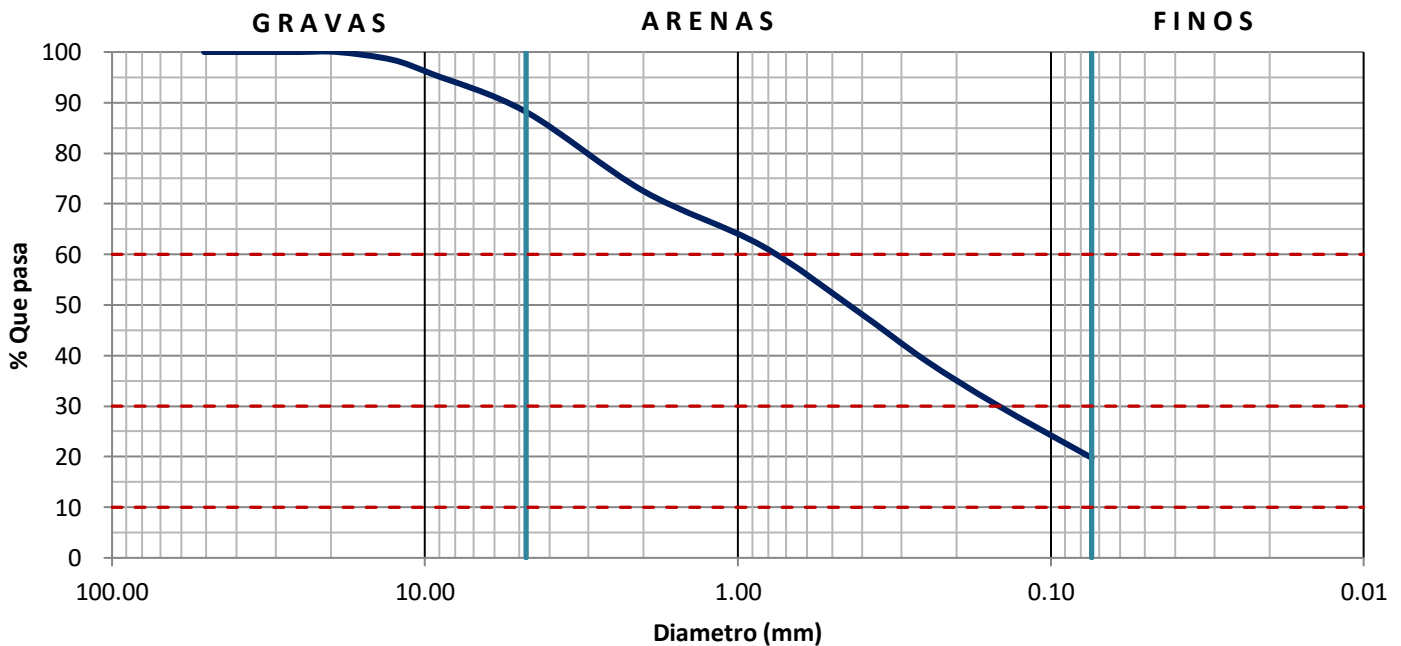
SONDEO: PCA - 3  
 MUESTRA: MC - 1  
 PROFUNDIDAD (m): 1.05 - 2.20

Peso de la muestra: 195.2 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	5.4	14.7	30.6	21.0	24.8	19.7	16.9	20.5
% retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.8	7.5	15.7	10.8	12.7	10.1	8.7	10.5
% que pasa	100.0	100.0	100.0	100.0	98.5	95.7	88.2	72.5	61.7	49.0	38.9	30.3	19.8

## CURVA GRANULOMÉTRICA



D<sub>10</sub> = 0.00 mm  
 D<sub>30</sub> = 0.14 mm  
 D<sub>60</sub> = 0.76 mm  
 C<sub>u</sub> = \_\_\_\_\_  
 C<sub>c</sub> = \_\_\_\_\_

GRAVA = 11.83 %  
 ARENA = 68.39 %  
 FINOS = 19.77 %

# Peso volumétrico.



# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO  
Ubicación: AGUASCALIENTES, MÉXICO

PCA: SPT - 1  
Muestra: M - 2  
Prof. (m): 0.60 - 1.20  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 20-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 23.4 g  
Peso muestra + Cera: 30.2 g  
Peso de la cera: 6.8 g  
Volumen desalojado: 23.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 7.3 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 15.7 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>  
Peso Volumétrico Muestra: 1.492 t/m<sup>3</sup>

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO  
Ubicación: AGUASCALIENTES, MÉXICO

PCA: SPT - 1  
Muestra: M - 11 P/SUP.  
Prof. (m): 6.00 - 6.60  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 20-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 11.5 g  
Peso muestra + Cera: 15.4 g  
Peso de la cera: 3.9 g  
Volumen desalojado: 11.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 4.2 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 6.8 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>  
Peso Volumétrico Muestra: 1.690 t/m<sup>3</sup>

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO  
Ubicación: AGUASCALIENTES, MÉXICO

PCA: SPT - 1  
Muestra: M - 12  
Prof. (m): 6.60 - 7.20  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 20-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 94.2 g  
Peso muestra + Cera: 102.8 g  
Peso de la cera: 8.6 g  
Volumen desalojado: 60.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 9.2 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 50.8 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>  
Peso Volumétrico Muestra: 1.856 t/m<sup>3</sup>

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO  
Ubicación: AGUASCALIENTES, MÉXICO

PCA: SPT - 1  
Muestra: M - 13  
Prof. (m): 7.20 - 8.40  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 20-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 79.9 g  
Peso muestra + Cera: 88.3 g  
Peso de la cera: 8.4 g  
Volumen desalojado: 50.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 9.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 41.0 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>  
Peso Volumétrico Muestra: 1.950 t/m<sup>3</sup>



# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO  
Ubicación: AGUASCALIENTES, MÉXICO

PCA: PCA - 1  
Muestra: B - 2  
Prof. (m): 0.30 - 0.60  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 20-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 49.6 g  
Peso muestra + Cera: 62.6 g  
Peso de la cera: 13.0 g  
Volumen desalojado: 50.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 14.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 36.0 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>  
Peso Volumétrico Muestra: 1.377 t/m<sup>3</sup>

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO  
Ubicación: AGUASCALIENTES, MÉXICO

PCA: PCA - 1  
Muestra: B - 4  
Prof. (m): 2.20 - 3.00  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 20-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 22.0 g  
Peso muestra + Cera: 32.6 g  
Peso de la cera: 10.6 g  
Volumen desalojado: 28.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 11.4 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 16.6 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>  
Peso Volumétrico Muestra: 1.325 t/m<sup>3</sup>

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO  
Ubicación: AGUASCALIENTES, MÉXICO

PCA: PCA - 2  
Muestra: B - 2  
Prof. (m): 0.70 - 2.00  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 20-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 75.6 g  
Peso muestra + Cera: 86.2 g  
Peso de la cera: 10.6 g  
Volumen desalojado: 60.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 11.4 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 48.6 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>  
Peso Volumétrico Muestra: 1.555 t/m<sup>3</sup>

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO  
Ubicación: AGUASCALIENTES, MÉXICO

PCA: PCA - 2  
Muestra: B - 3  
Prof. (m): 2.00 - 2.80  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 20-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 57.4 g  
Peso muestra + Cera: 72.4 g  
Peso de la cera: 15.0 g  
Volumen desalojado: 55.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 16.1 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 38.9 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>  
Peso Volumétrico Muestra: 1.477 t/m<sup>3</sup>

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO  
Ubicación: AGUASCALIENTES, MÉXICO

PCA: PCA - 3  
Muestra: B - 2  
Prof. (m): 0.50 - 1.05  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 20-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 66.9 g  
Peso muestra + Cera: 84.0 g  
Peso de la cera: 17.1 g  
Volumen desalojado: 70.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 18.4 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 51.6 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>  
Peso Volumétrico Muestra: 1.296 t/m<sup>3</sup>

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO  
Ubicación: AGUASCALIENTES, MÉXICO

PCA: PCA - 3  
Muestra: B - 4  
Prof. (m): 2.20 - 3.00  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 20-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 71.7 g  
Peso muestra + Cera: 92.1 g  
Peso de la cera: 20.4 g  
Volumen desalojado: 70.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 21.9 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 48.1 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>  
Peso Volumétrico Muestra: 1.492 t/m<sup>3</sup>

# Proctor Estándar



# PRUEBA DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTANDAR

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 Ubicación: AGUASCALIENTES, MÉXICO.

PCA: 1  
 Muestra: M - INTEGRAL  
 Prof. (m): 0.30 - 3.00  
 Elaboró: J. Viveros  
 Fecha: 20/06/2017

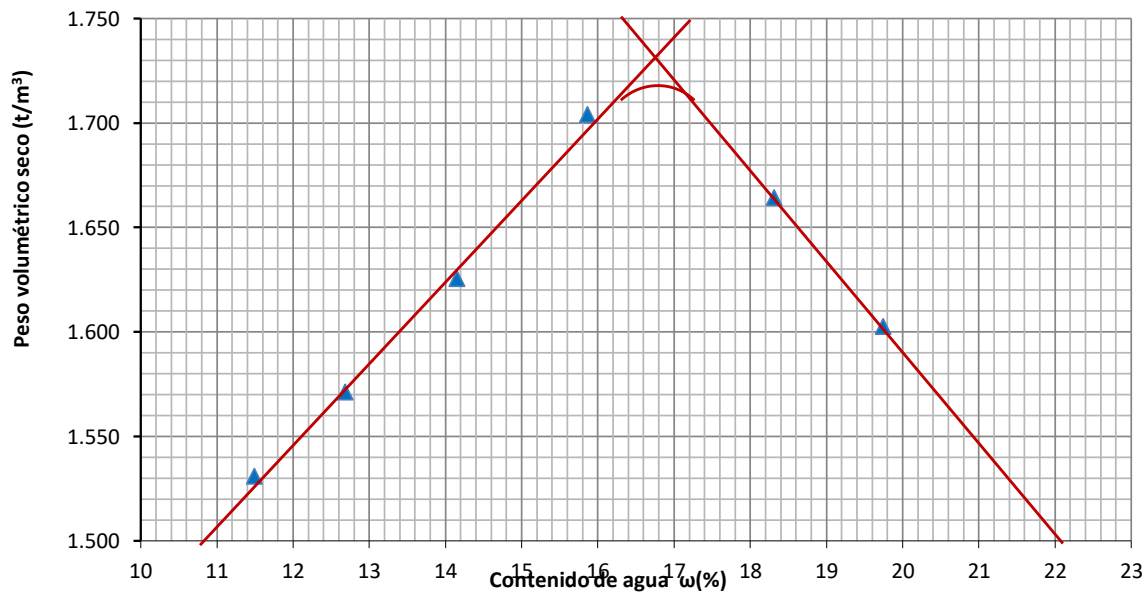
## 2. Datos de la prueba

Molde No. 5  
 Diametro: 10.13 cm  
 Altura: 11.69 cm  
 Volumen: 942.2 cm<sup>3</sup>  
 Peso: 1.942 Kg

Peso del Martillo: 4.54 Kg  
 Diam. Del Martillo: 5.10 cm  
 Altura de caída: 45.70 cm  
 No. De Golpes: 25  
 No. De Capas: 5

Pasa malla No. 4 Energía de Compactación: 27.53 Kg\*cm/cm<sup>3</sup>

Tara No.	Peso Tara g	Wh + T g	Ws + T g	Ww g	Ws g	ω %	W <sub>sh</sub> + M Kg	W <sub>suelo</sub> en molde Kg	Peso espe. húmedo t/m <sup>3</sup>	Peso vol. seco t/m <sup>3</sup>
626	13.7	157.3	142.5	14.8	128.8	11.5	3.550	1.608	1.707	1.531
836	13.0	166.7	149.4	17.3	136.4	12.7	3.610	1.668	1.770	1.571
435	13.2	179.4	158.8	20.6	145.6	14.1	3.690	1.748	1.855	1.625
781	13.1	211.8	184.6	27.2	171.5	15.9	3.802	1.860	1.974	1.704
741	13.0	240.4	205.2	35.2	192.2	18.3	3.797	1.855	1.969	1.664
825	13.1	235.1	198.5	36.6	185.4	19.7	3.750	1.808	1.919	1.603



Peso volumétrico seco máximo: 1.716 t/m<sup>3</sup>

Humedad óptima: 16.8 %



# PRUEBA DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTANDAR

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 Ubicación: AGUASCALIENTES, MÉXICO.

PCA: 2  
 Muestra: M - INTEGRAL  
 Prof. (m): 0.00 - 2.80  
 Elaboró: J. Viveros  
 Fecha: 20/06/2017

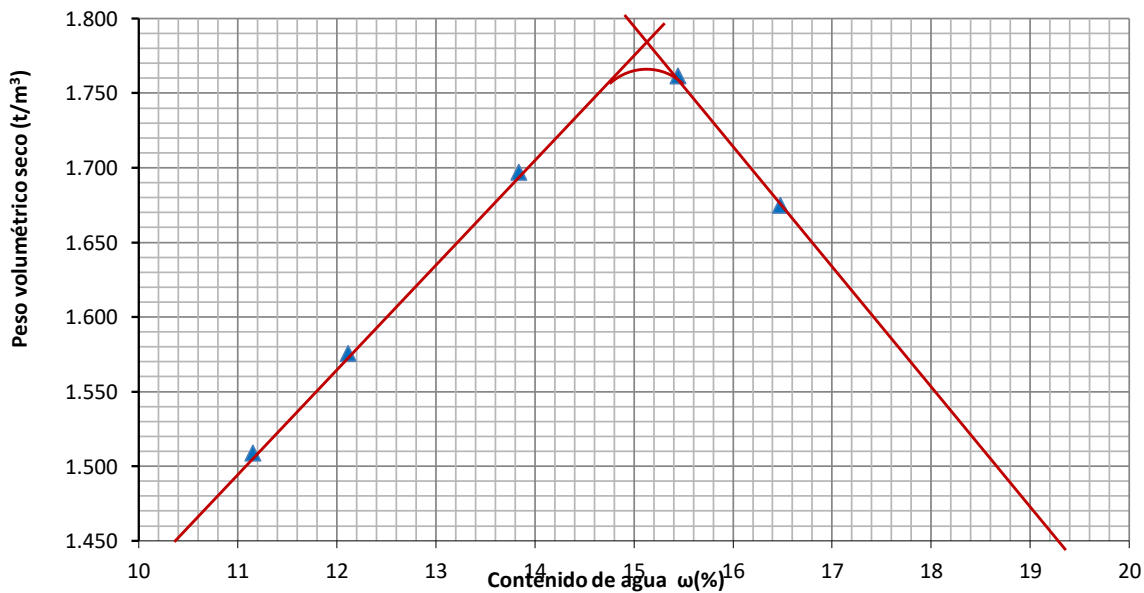
## 2. Datos de la prueba

Molde No. 5  
 Diametro: 10.13 cm  
 Altura: 11.69 cm  
 Volumen: 942.2 cm<sup>3</sup>  
 Peso: 1.942 Kg

Peso del Martillo: 4.54 Kg  
 Diam. Del Martillo: 5.10 cm  
 Altura de caída: 45.70 cm  
 No. De Golpes: 25  
 No. De Capas: 5

Pasa malla No. 4 Energía de Compactación: 27.53 Kg\*cm/cm<sup>3</sup>

Tara No.	Peso Tara g	Wh + T g	Ws + T g	Ww g	Ws g	$\omega$ %	W <sub>sh + M</sub> Kg	W <sub>suelo</sub> en molde Kg	Peso espe. húmedo t/m <sup>3</sup>	Peso vol. seco t/m <sup>3</sup>
851	13.2	164.7	149.5	15.2	136.3	11.2	3.522	1.580	1.677	1.509
531	13.5	169.0	152.2	16.8	138.7	12.1	3.606	1.664	1.766	1.575
767	13.7	176.6	156.8	19.8	143.1	13.8	3.762	1.820	1.932	1.697
719	12.9	211.0	184.5	26.5	171.6	15.4	3.858	1.916	2.034	1.762
759	13.5	263.7	228.3	35.4	214.8	16.5	3.780	1.838	1.951	1.675



Peso volumétrico seco máximo: 1.764 t/m<sup>3</sup>

Humedad óptima: 15.2 %

# PRUEBA DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTANDAR

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 Ubicación: AGUASCALIENTES, MÉXICO.

PCA: 3  
 Muestra: M - INTEGRAL  
 Prof. (m): 1.05 - 3.00  
 Elaboró: J. Viveros  
 Fecha: 20/06/2017

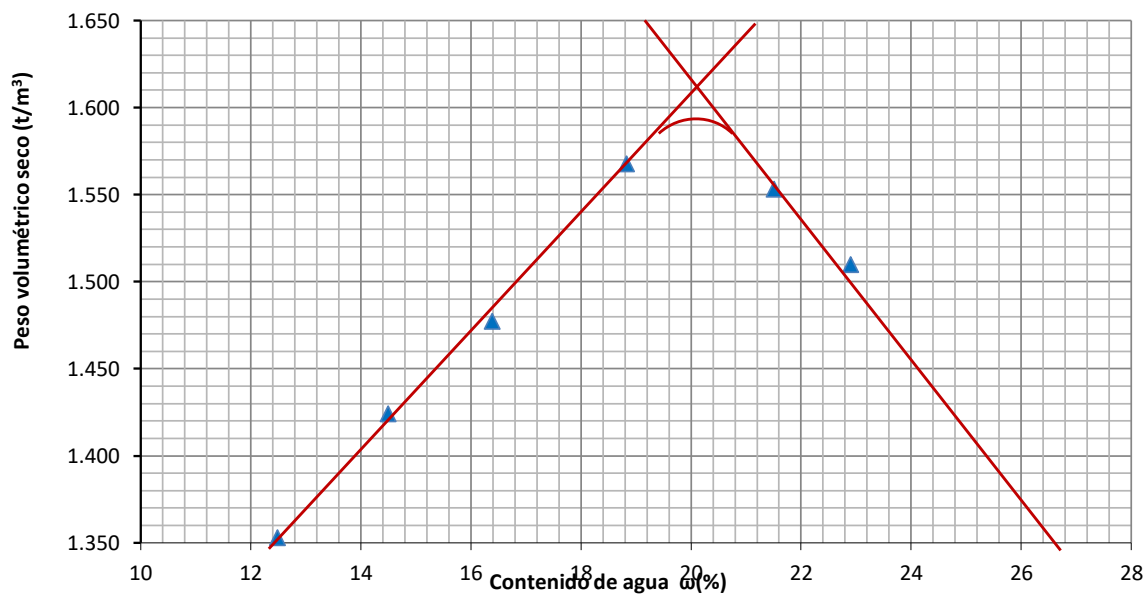
## 2. Datos de la prueba

Molde No. 5  
 Diametro: 10.13 cm  
 Altura: 11.69 cm  
 Volumen: 942.2 cm<sup>3</sup>  
 Peso: 1.942 Kg

Peso del Martillo: 4.54 Kg  
 Diam. Del Martillo: 5.10 cm  
 Altura de caída: 45.70 cm  
 No. De Golpes: 25  
 No. De Capas: 5

Pasa malla No. 4 Energía de Compactación: 27.53 Kg\*cm/cm<sup>3</sup>

Tara No.	Peso Tara g	Wh + T g	Ws + T g	Ww g	Ws g	$\omega$ %	W <sub>sh + M</sub> Kg	W <sub>suelo</sub> en molde Kg	Peso espe. húmedo t/m <sup>3</sup>	Peso vol. seco t/m <sup>3</sup>
681	13.1	173.5	155.7	17.8	142.6	12.5	3.376	1.434	1.522	1.353
785	13.2	172.8	152.6	20.2	139.4	14.5	3.478	1.536	1.630	1.424
647	13.0	188.4	163.7	24.7	150.7	16.4	3.562	1.620	1.719	1.477
424	13.4	195.8	166.9	28.9	153.5	18.8	3.697	1.755	1.863	1.568
675	13.4	211.1	176.1	35.0	162.7	21.5	3.720	1.778	1.887	1.553
425	13.4	280.7	230.9	49.8	217.5	22.9	3.690	1.748	1.855	1.510



Peso volumétrico seco máximo: 1.590 t/m<sup>3</sup>

Humedad óptima: 20.1 %

# Triaxial UU.



# ENSAYE TRIAXIAL "UU"

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.

SONDEO: PCA - 1  
MUESTRA: MC - 1  
PROF. (m): 0.75 - 0.95

FECHA: 20/06/2017  
OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

## Datos Iniciales

Altura: 11.38 cm  
 $W_m$ : 432 g  
Cte. Anillo: 0.3 Kg

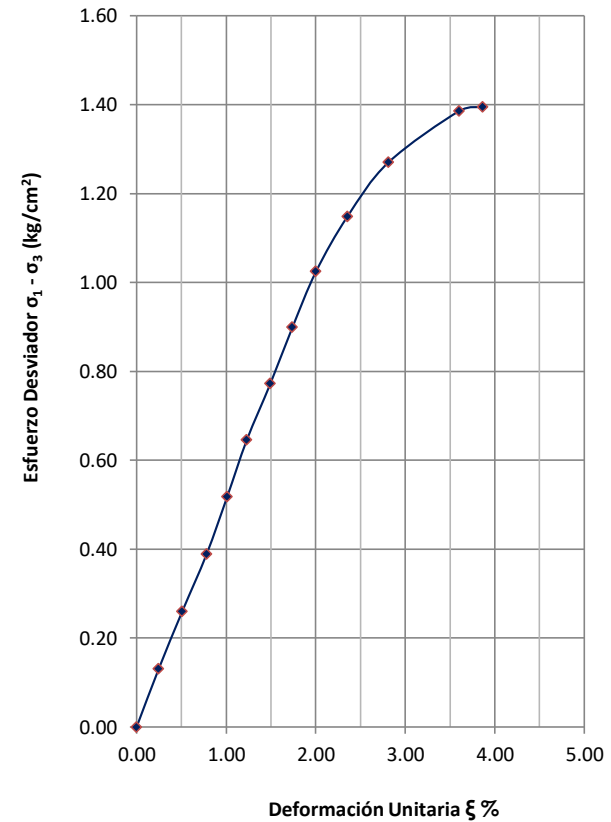
$D_{sup}$ : 5.37 cm  
 $D_{med}$ : 5.50 cm  
 $D_{inf}$ : 5.35 cm

$D_{prom}$ : 5.41 cm  
Área: 22.96 cm<sup>2</sup>  
Volumen: 261.27 cm<sup>3</sup>  
Peso Vol.: 1.653 ton/m<sup>3</sup>

$W_s + T$ : 491.7 g  
Peso Tara: 105.1 g  
 $W_c$ : 386.6 g  
 $\omega$ : 11.74 %

$\sigma_3 =$  0.2 kg/cm<sup>2</sup>

No.	Anillo	Lectura Microm.	Carga P (kg)	Def. Unit. %	Área Correg cm <sup>2</sup>	$\sigma_1 - \sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>
1	0	0.00	0.000	0.000	22.96	0.000
2	10	0.28	3.000	0.246	23.02	0.130
3	20	0.58	6.000	0.510	23.08	0.260
4	30	0.89	9.000	0.782	23.14	0.389
5	40	1.15	12.000	1.011	23.19	0.517
6	50	1.40	15.000	1.230	23.24	0.645
7	60	1.70	18.000	1.494	23.31	0.772
8	70	1.98	21.000	1.740	23.37	0.899
9	80	2.28	24.000	2.004	23.43	1.024
10	90	2.68	27.000	2.355	23.51	1.148
11	100	3.20	30.000	2.812	23.62	1.270
12	110	4.10	33.000	3.603	23.82	1.386
13	111	4.40	33.300	3.866	23.88	1.394



Observaciones: \_\_\_\_\_

# ENSAYE TRIAXIAL "UU"

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.

SONDEO: PCA - 1  
 MUESTRA: MC - 1  
 PROF. (m): 0.75 - 0.95

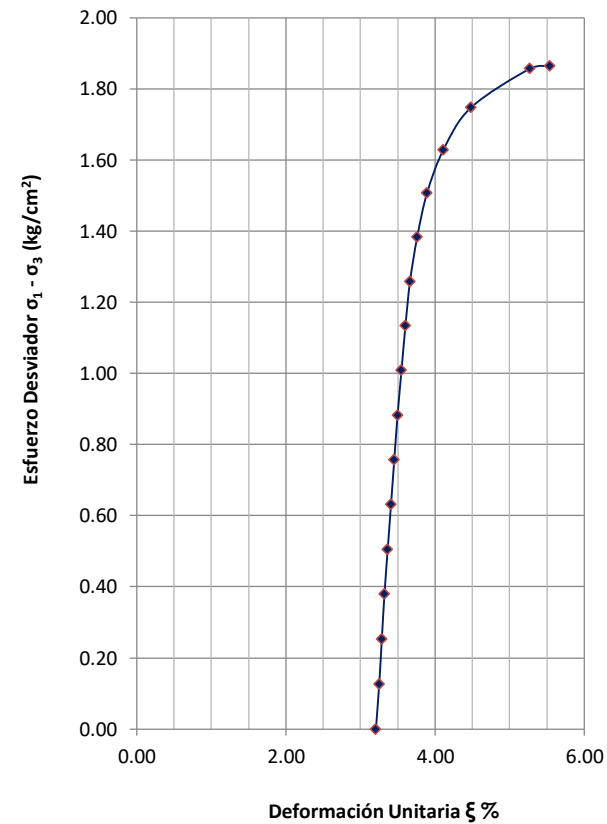
FECHA: 20/06/2017  
 OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

**Datos Iniciales**

Altura: 11.38 cm      $D_{sup}$ : 5.37 cm      $D_{prom}$ : 5.41 cm  
 $W_m$ : 432 g      $D_{med}$ : 5.50 cm     Área: 22.96 cm<sup>2</sup>  
 Cte. Anillo: 0.3 Kg      $D_{inf}$ : 5.35 cm     Volumen: 261.27 cm<sup>3</sup>  
 Peso Vol.: 1.653 ton/m<sup>3</sup>

$W_s + T$ : 491.7 g  
 Peso Tara: 105.1 g  
 $W_s$ : 386.6 g  
 $\omega$ : 11.74 %      $\sigma_3 = 0.4$  kg/cm<sup>2</sup>

No.	Anillo	Lectura Microm.	Carga P (kg)	Def. Unit. %	Área Correg cm <sup>2</sup>	$\sigma_1 - \sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>
1	0	3.65	0.000	3.207	23.72	0.000
2	10	3.70	3.000	3.251	23.73	0.126
3	20	3.74	6.000	3.286	23.74	0.253
4	30	3.78	9.000	3.322	23.75	0.379
5	40	3.83	12.000	3.366	23.76	0.505
6	50	3.88	15.000	3.409	23.77	0.631
7	60	3.93	18.000	3.453	23.78	0.757
8	70	3.98	21.000	3.497	23.79	0.883
9	80	4.04	24.000	3.550	23.80	1.008
10	90	4.10	27.000	3.603	23.82	1.134
11	100	4.17	30.000	3.664	23.83	1.259
12	110	4.28	33.000	3.761	23.86	1.383
13	120	4.43	36.000	3.893	23.89	1.507
14	130	4.68	39.000	4.112	23.94	1.629
15	140	5.10	42.000	4.482	24.04	1.747
16	150	6.00	45.000	5.272	24.24	1.857
17	151	6.30	45.300	5.536	24.30	1.864



Observaciones: \_\_\_\_\_

# ENSAYE TRIAXIAL "UU"

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.

SONDEO: PCA - 1  
 MUESTRA: MC - 1  
 PROF. (m): 0.75 - 0.95

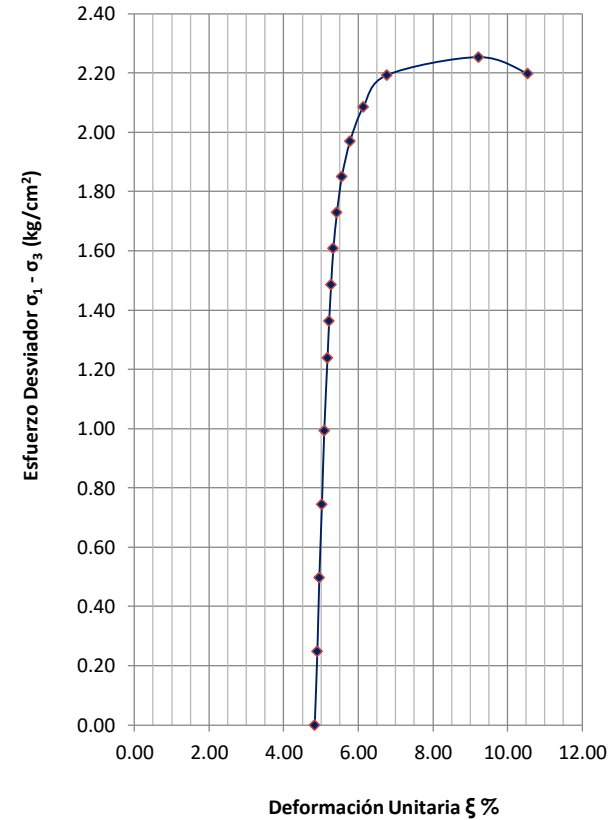
FECHA: 20/06/2017  
 OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

## Datos Iniciales

Altura:  $\frac{11.38}{}$  cm       $D_{sup}$ :  $\frac{5.37}{}$  cm       $D_{prom}$ :  $\frac{5.41}{}$  cm  
 $W_m$ :  $\frac{432}{}$  g       $D_{med}$ :  $\frac{5.50}{}$  cm      Área:  $\frac{22.96}{}$  cm<sup>2</sup>  
 Cte. Anillo:  $\frac{0.3}{}$  Kg       $D_{inf}$ :  $\frac{5.35}{}$  cm      Volumen:  $\frac{261.27}{}$  cm<sup>3</sup>  
 Peso Vol.  $\frac{1.653}{}$  ton/m<sup>3</sup>

$W_s + T$ :  $\frac{491.7}{}$  g  
 Peso Tara:  $\frac{105.1}{}$  g  
 $W_s$ :  $\frac{386.6}{}$  g  
 $\omega$ :  $\frac{11.74}{}$  %       $\sigma_3 = \frac{0.6}{}$  kg/cm<sup>2</sup>

No.	Anillo	Lectura Microm.	Carga P (kg)	Def. Unit. %	Área Correg cm <sup>2</sup>	$\sigma_1 - \sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>
1	0	5.50	0.000	4.833	24.12	0.000
2	20	5.58	6.000	4.903	24.14	0.249
3	40	5.64	12.000	4.956	24.16	0.497
4	60	5.72	18.000	5.026	24.17	0.745
5	80	5.79	24.000	5.088	24.19	0.992
6	100	5.89	30.000	5.176	24.21	1.239
7	110	5.94	33.000	5.220	24.22	1.362
8	120	6.00	36.000	5.272	24.24	1.485
9	130	6.07	39.000	5.334	24.25	1.608
10	140	6.18	42.000	5.431	24.28	1.730
11	150	6.33	45.000	5.562	24.31	1.851
12	160	6.58	48.000	5.782	24.37	1.970
13	170	6.98	51.000	6.134	24.46	2.085
14	180	7.70	54.000	6.766	24.63	2.193
15	190	10.50	57.000	9.227	25.29	2.254
16	188	12.00	56.400	10.545	25.67	2.198



Observaciones:

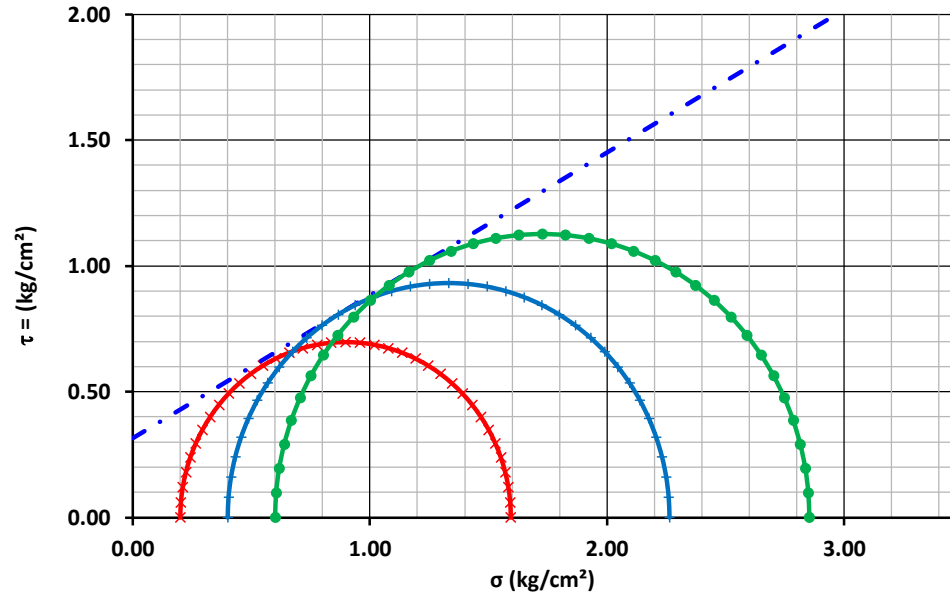
# ENSAYE TRIAXIAL "UU"

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.

SONDEO: PCA - 1  
 MUESTRA: MC - 1  
 PROF. (m): 0.75 - 0.95

FECHA: 20/06/2017  
 OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

## CIRCULOS DE MOHR



CIRCULOS DE MOHR

CIRCULO	kg/cm <sup>2</sup> $\sigma_3$	kg/cm <sup>2</sup> $\sigma_1 - \sigma_3$	kg/cm <sup>2</sup> $\sigma_1$
I	0.20	1.39	1.59
II	0.40	1.86	2.26
III	0.60	2.25	2.85

Cohesión = **3.16 t/m<sup>2</sup>**  
 Ángulo de fricción interna = **29.57 °**  
 Módulo de elasticidad promedio  $E_{50\%}$  = **335.13 t/m<sup>2</sup>**  
 Peso volumétrico promedio  $\gamma$  = **1.65 t/m<sup>3</sup>**

# ENSAYE TRIAXIAL "UU"

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.

SONDEO: PCA - 2  
 MUESTRA: MC - 1  
 PROF. (m): 0.80 - 1.00

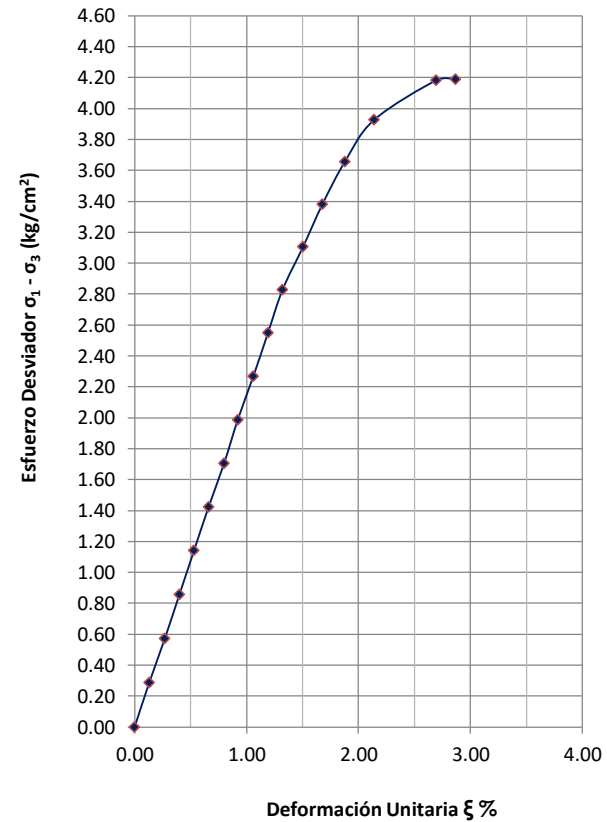
FECHA: 20/06/2017  
 OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

## Datos Iniciales

Altura: 11.5 cm  
 $D_{sup}$ : 5.32 cm  
 $D_{prom}$ : 5.16 cm  
 $W_m$ : 429.2 g  
 $D_{med}$ : 5.27 cm  
 Área: 20.94 cm<sup>2</sup>  
 Cte. Anillo: 0.3 Kg  
 $D_{inf}$ : 4.90 cm  
 Volumen: 240.80 cm<sup>3</sup>  
 Peso Vol.: 1.782 ton/m<sup>3</sup>

$W_s + T$ : 407.7 g  
 Peso Tara: 13.5 g  
 $W_c$ : 394.2 g  
 $\omega$ : 8.88 %  
 $\sigma_3 = 0.2$  kg/cm<sup>2</sup>

No.	Anillo	Lectura Microm.	Carga P (kg)	Def. Unit. %	Área Correg cm <sup>2</sup>	$\sigma_1 - \sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>
1	0	0.00	0.000	0.000	20.94	0.000
2	20	0.15	6.000	0.130	20.97	0.286
3	40	0.31	12.000	0.270	21.00	0.572
4	60	0.46	18.000	0.400	21.02	0.856
5	80	0.61	24.000	0.530	21.05	1.140
6	100	0.76	30.000	0.661	21.08	1.423
7	120	0.92	36.000	0.800	21.11	1.706
8	140	1.06	42.000	0.922	21.13	1.987
9	160	1.22	48.000	1.061	21.16	2.268
10	180	1.37	54.000	1.191	21.19	2.548
11	200	1.52	60.000	1.322	21.22	2.828
12	220	1.73	66.000	1.504	21.26	3.105
13	240	1.93	72.000	1.678	21.30	3.381
14	260	2.16	78.000	1.878	21.34	3.655
15	280	2.46	84.000	2.139	21.40	3.926
16	300	3.10	90.000	2.696	21.52	4.182
17	301	3.30	90.300	2.870	21.56	4.189



Observaciones:







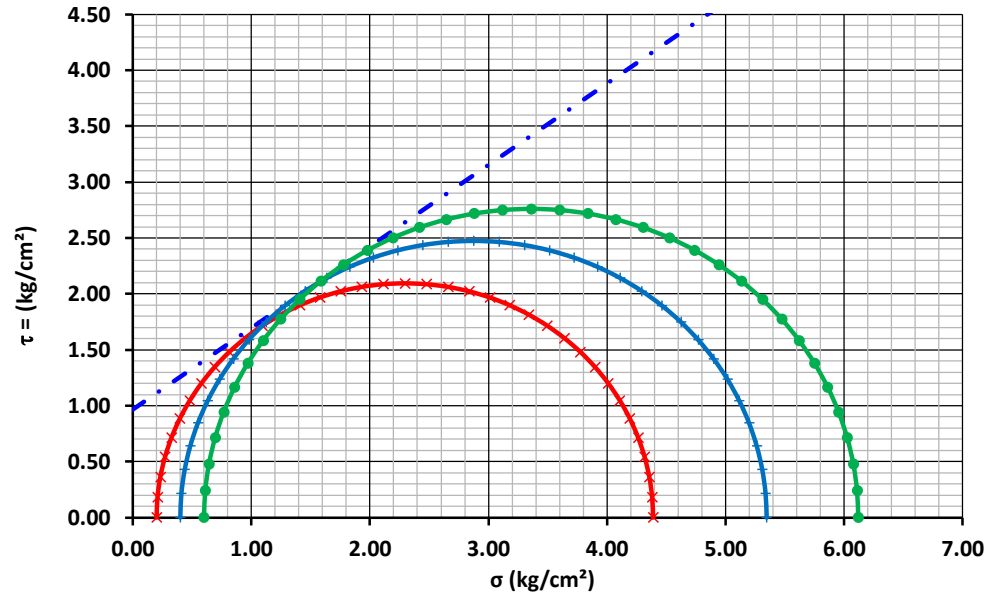
# ENSAYE TRIAXIAL "UU"

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.

SONDEO: PCA - 2  
 MUESTRA: MC - 1  
 PROF. (m): 0.80 - 1.00

FECHA: 20/06/2017  
 OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

## CIRCULOS DE MOHR



CIRCULOS DE MOHR

CIRCULO	kg/cm <sup>2</sup> $\sigma_3$	kg/cm <sup>2</sup> $\sigma_1 - \sigma_3$	kg/cm <sup>2</sup> $\sigma_1$
I	0.20	4.19	4.39
II	0.40	4.95	5.35
III	0.60	5.52	6.12

Cohesión = **9.67 t/m<sup>2</sup>**  
 Ángulo de fricción interna = **36.07 °**  
 Módulo de elasticidad promedio  $E_{50\%}$  = **1,262.84 t/m<sup>2</sup>**  
 Peso volumétrico promedio  $\gamma$  = **1.78 t/m<sup>3</sup>**

# ENSAYE TRIAXIAL "UU"

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.

SONDEO: pca - 3  
 MUESTRA: MC - 1  
 PROF. (m): 1.05 - 2.20

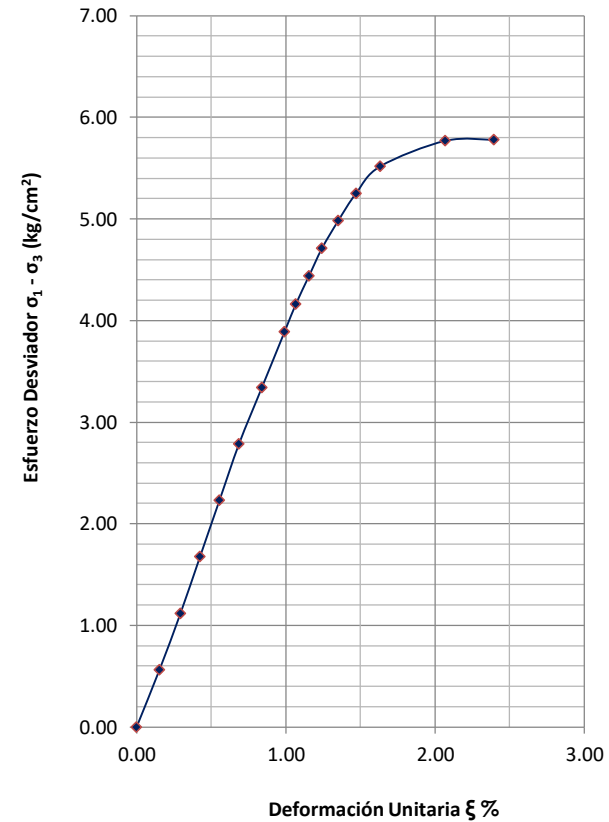
FECHA: 20/06/2017  
 OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

## Datos Iniciales

Altura: 9.18 cm  
 $D_{sup}$ : 3.71 cm  
 $D_{prom}$ : 3.69 cm  
 $W_m$ : 152.8 g  
 $D_{med}$ : 3.78 cm  
 Área: 10.69 cm<sup>2</sup>  
 Cte. Anillo: 0.3 Kg  
 $D_{inf}$ : 3.58 cm  
 Volumen: 98.17 cm<sup>3</sup>  
 Peso Vol.: 1.556 ton/m<sup>3</sup>

$W_s + T$ : 153.4 g  
 Peso Tara: 13 g  
 $W_c$ : 140.4 g  
 $\omega$ : 8.83 %  
 $\sigma_3 =$  0.2 kg/cm<sup>2</sup>

No.	Anillo	Lectura Microm.	Carga P (kg)	Def. Unit. %	Área Correg cm <sup>2</sup>	$\sigma_1 - \sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>
1	0	0.00	0.000	0.000	10.69	0.000
2	20	0.14	6.000	0.153	10.71	0.560
3	40	0.27	12.000	0.294	10.73	1.119
4	60	0.39	18.000	0.425	10.74	1.676
5	80	0.51	24.000	0.556	10.75	2.232
6	100	0.63	30.000	0.686	10.77	2.786
7	120	0.77	36.000	0.839	10.78	3.338
8	140	0.91	42.000	0.991	10.80	3.888
9	150	0.98	45.000	1.068	10.81	4.163
10	160	1.06	48.000	1.155	10.82	4.437
11	170	1.14	51.000	1.242	10.83	4.710
12	180	1.24	54.000	1.351	10.84	4.981
13	190	1.35	57.000	1.471	10.85	5.252
14	200	1.50	60.000	1.634	10.87	5.519
15	210	1.90	63.000	2.070	10.92	5.769
16	211	2.20	63.300	2.397	10.96	5.777



Observaciones: \_\_\_\_\_

# ENSAYE TRIAXIAL "UU"

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.

SONDEO: pca - 3  
 MUESTRA: MC - 1  
 PROF. (m): 1.05 - 2.20

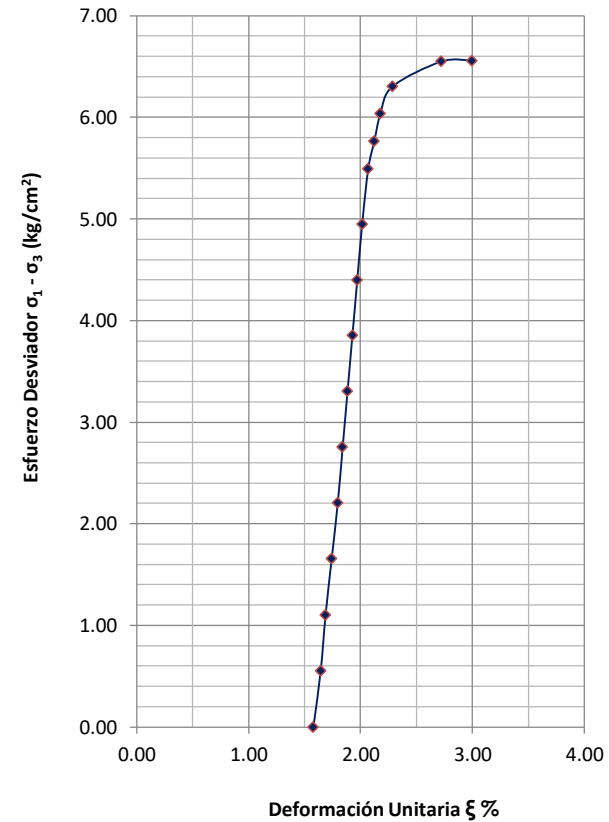
FECHA: 20/06/2017  
 OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

## Datos Iniciales

Altura: 9.18 cm  
 $D_{sup}$ : 3.71 cm  
 $D_{prom}$ : 3.69 cm  
 $W_m$ : 152.8 g  
 $D_{med}$ : 3.78 cm  
 Área: 10.69 cm<sup>2</sup>  
 Cte. Anillo: 0.3 Kg  
 $D_{inf}$ : 3.58 cm  
 Volumen: 98.17 cm<sup>3</sup>  
 Peso Vol.: 1.556 ton/m<sup>3</sup>

$W_s + T$ : 153.4 g  
 Peso Tara: 13 g  
 $W_c$ : 140.4 g  
 $\omega$ : 8.83 %  
 $\sigma_3 =$  0.4 kg/cm<sup>2</sup>

No.	Anillo	Lectura Microm.	Carga P (kg)	Def. Unit. %	Área Correg cm <sup>2</sup>	$\sigma_1 - \sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>
1	0	1.45	0.000	1.580	10.87	0.000
2	20	1.51	6.000	1.645	10.87	0.552
3	40	1.55	12.000	1.688	10.88	1.103
4	60	1.60	18.000	1.743	10.88	1.654
5	80	1.65	24.000	1.797	10.89	2.204
6	100	1.69	30.000	1.841	10.89	2.754
7	120	1.73	36.000	1.885	10.90	3.303
8	140	1.77	42.000	1.928	10.90	3.852
9	160	1.81	48.000	1.972	10.91	4.400
10	180	1.85	54.000	2.015	10.91	4.948
11	200	1.90	60.000	2.070	10.92	5.494
12	210	1.95	63.000	2.124	10.93	5.766
13	220	2.00	66.000	2.179	10.93	6.037
14	230	2.10	69.000	2.288	10.94	6.305
15	240	2.50	72.000	2.723	10.99	6.549
16	241	2.75	72.300	2.996	11.02	6.558



Observaciones: \_\_\_\_\_

# ENSAYE TRIAXIAL "UU"

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.

SONDEO: pca - 3  
MUESTRA: MC - 1  
PROF. (m): 1.05 - 2.20

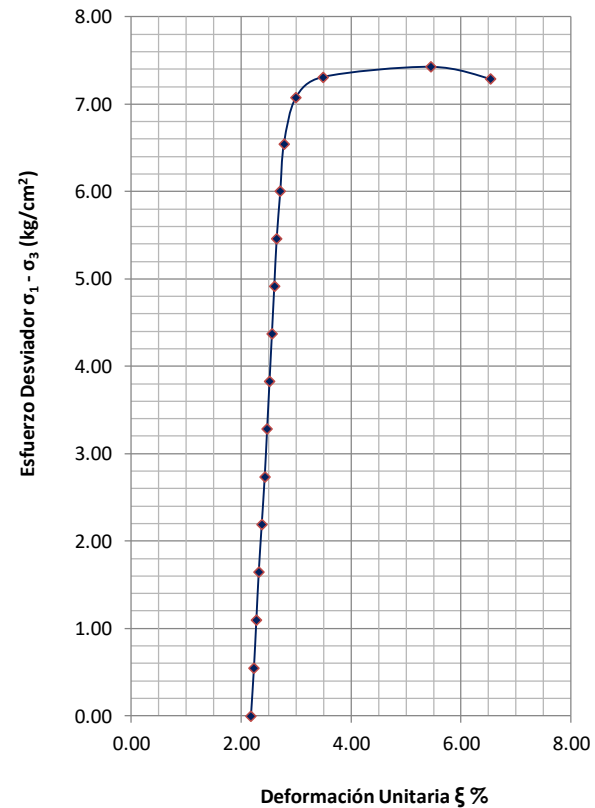
FECHA: 20/06/2017  
OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

## Datos Iniciales

Altura: 9.18 cm  
W<sub>m</sub>: 152.8 g  
Cte. Anillo: 0.3 Kg  
D<sub>sup</sub>: 3.71 cm  
D<sub>med</sub>: 3.78 cm  
D<sub>inf</sub>: 3.58 cm  
D<sub>prom</sub>: 3.69 cm  
Área: 10.69 cm<sup>2</sup>  
Volumen: 98.17 cm<sup>3</sup>  
Peso Vol. 1.556 ton/m<sup>3</sup>

W<sub>s</sub> + T: 153.4 g  
Peso Tara: 13 g  
W<sub>s</sub>: 140.4 g  
ω: 8.83 %  
σ<sub>3</sub> = 0.6 kg/cm<sup>2</sup>

No.	Anillo	Lectura Microm.	Carga P (kg)	Def. Unit. %	Área Correg cm <sup>2</sup>	σ <sub>1</sub> - σ <sub>3</sub> kg/cm <sup>2</sup>
1	0	2.00	0.000	2.179	10.93	0.000
2	20	2.05	6.000	2.233	10.94	0.549
3	40	2.09	12.000	2.277	10.94	1.097
4	60	2.13	18.000	2.320	10.95	1.644
5	80	2.18	24.000	2.375	10.95	2.191
6	100	2.23	30.000	2.429	10.96	2.737
7	120	2.27	36.000	2.473	10.97	3.283
8	140	2.31	42.000	2.516	10.97	3.829
9	160	2.35	48.000	2.560	10.98	4.374
10	180	2.39	54.000	2.603	10.98	4.918
11	200	2.43	60.000	2.647	10.98	5.462
12	220	2.49	66.000	2.712	10.99	6.004
13	240	2.55	72.000	2.778	11.00	6.546
14	260	2.75	78.000	2.996	11.02	7.075
15	270	3.20	81.000	3.486	11.08	7.310
16	280	5.00	84.000	5.447	11.31	7.427
17	278	6.00	83.400	6.536	11.44	7.289



Observaciones: \_\_\_\_\_

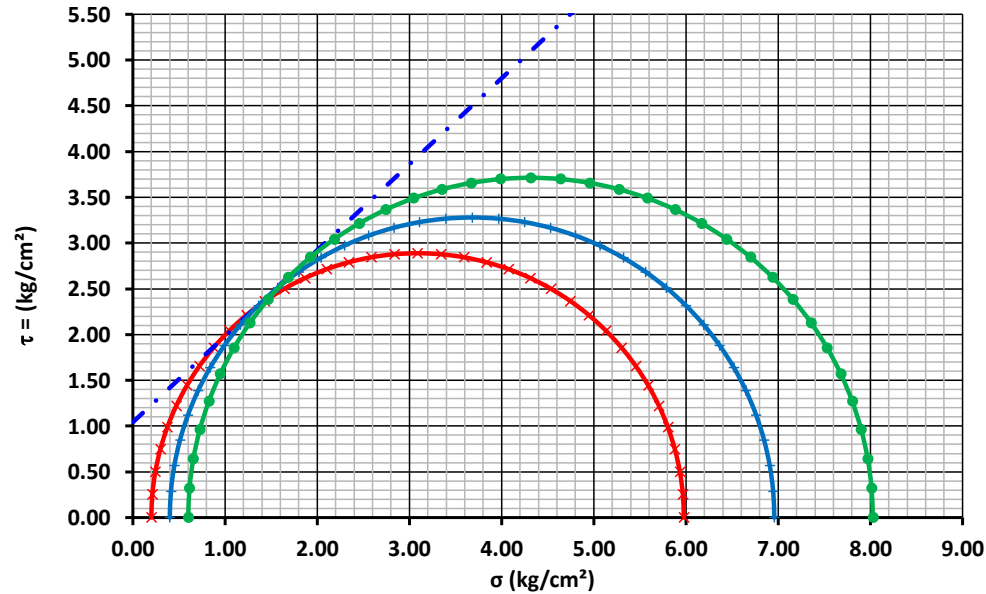
# ENSAYE TRIAXIAL "UU"

OBRA: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.  
 LOCALIZACIÓN: AGUASCALIENTES, MÉXICO.

SONDEO: pca - 3  
 MUESTRA: MC - 1  
 PROF. (m): 1.05 - 2.20

FECHA: 20/06/2017  
 OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

## CIRCULOS DE MOHR



CIRCULOS DE MOHR

CIRCULO	kg/cm <sup>2</sup> $\sigma_3$	kg/cm <sup>2</sup> $\sigma_1 - \sigma_3$	kg/cm <sup>2</sup> $\sigma_1$
I	0.20	5.78	5.98
II	0.40	6.56	6.96
III	0.60	7.43	8.03

Cohesión = **10.43 t/m<sup>2</sup>**  
 Ángulo de fricción interna = **43.21 °**  
 Módulo de elasticidad promedio  $E_{50\%}$  = **2,421.71 t/m<sup>2</sup>**  
 Peso volumétrico promedio  $\gamma$  = **1.56 t/m<sup>3</sup>**

# ANEXO IV

## MEMORIA DE CÁLCULO.

### “CESI” SEDE AGUASCALIENTES



# CAPACIDAD DE CARGA





## CAPACIDAD DE CARGA EN ZAPATAS

PROYECTO: "CES" SEDE AGUASCALIENTES		HOJA: 1	DE: 4
UBICACIÓN: Aguascalientes, México.		REVISION N° 1	
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA.		FECHA: jun-17	
ELABORÓ: Héctor Cabañas R. FECHA: jun-17	REVISÓ: Armando Corona A. FECHA: jun-17	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A. FECHA: jun-17	
		CLASIFICACIÓN:	

### CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA

Cimentación Propuesta  Zapata	Prof. (m)	Espesor (m)	Estratigrafía y número de estratos	No. Golpes Prueba SPT	Parámetros de resistencia y deformabilidad							Esfuerzos totales y efectivos					
					$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Cu (t/m <sup>2</sup> )	Angulo $\phi$ Corregido		Factores de Capacidad de carga			Cc	u Poisson	E (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma$ (t/m <sup>2</sup> )	U (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'$ (t/m <sup>2</sup> )
							°	(Radianes)	Nc	Nq	N $\gamma$						
	0.00	0.00														0.00	0.00
	0.25	0.25	Arcilla arenosa.	-	1.80	2.00	16.00	0.28	11.63	4.34	3.06	-	0.35	500	0.45	0.00	0.45
	1.00	0.75	Arena limo arcillosa con grava.	-	1.80	2.00	16.00	0.28	11.63	4.34	3.06	-	0.35	500	1.80	0.00	1.80
	1.50	0.50		-	1.80	2.00	16.00	0.28	11.63	4.34	3.06	-	0.35	500	2.70	0.00	2.70
	2.00	0.50		-	1.80	2.00	16.00	0.28	11.63	4.34	3.06	-	0.35	500	3.60	0.00	3.60
	2.30	0.30		-	1.80	2.00	16.00	0.28	11.63	4.34	3.06	-	0.35	500	4.14	0.00	4.14
	2.50	0.20		-	1.80	2.00	16.00	0.28	11.63	4.34	3.06	-	0.35	500	4.50	0.00	4.50
	3.00	0.50		-	1.80	2.00	16.00	0.28	11.63	4.34	3.06	-	0.35	500	5.40	0.00	5.40
	4.00	1.00	Grava arcillosa con arena.	-	1.80	2.00	16.00	0.28	11.63	4.34	3.06	-	0.35	500	7.20	0.00	7.20
	5.00	1.00	Arena arcillosa con grava.	-	1.80	2.00	16.00	0.28	11.63	4.34	3.06	-	0.35	500	9.00	0.00	9.00
	6.00	1.00		-	1.80	2.00	16.00	0.28	11.63	4.34	3.06	-	0.35	500	10.80	0.00	10.80
8.00	2.00	-		1.80	2.00	16.00	0.28	11.63	4.34	3.06	-	0.35	500	14.40	0.00	14.40	
9.95	1.95	-		1.80	2.00	16.00	0.28	11.63	4.34	3.06	-	0.35	500	17.91	0.00	17.91	

Simbología:

Nivel de Agua Freáticas

Resistencia del suelo en la base de la zapata

Donde:

$\gamma$  = Peso Volumétrico  
Cu = Cohesión  
 $\phi$  = Ángulo de fricción

Nc, Nq, y N $\gamma$  = Factores de Capacidad de Carga

Cc = Índice de compresión  
u = Relación de Poisson  
E = Módulo de Elasticidad



## CAPACIDAD DE CARGA EN ZAPATAS

PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES

UBICACIÓN: Aguascalientes, México.

DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA.

ELABORÓ: Héctor Cabañas R.

FECHA: jun-17

REVISÓ: Armando Corona A.

FECHA: jun-17

AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.

FECHA: jun-17

HOJA: 2 DE: 4

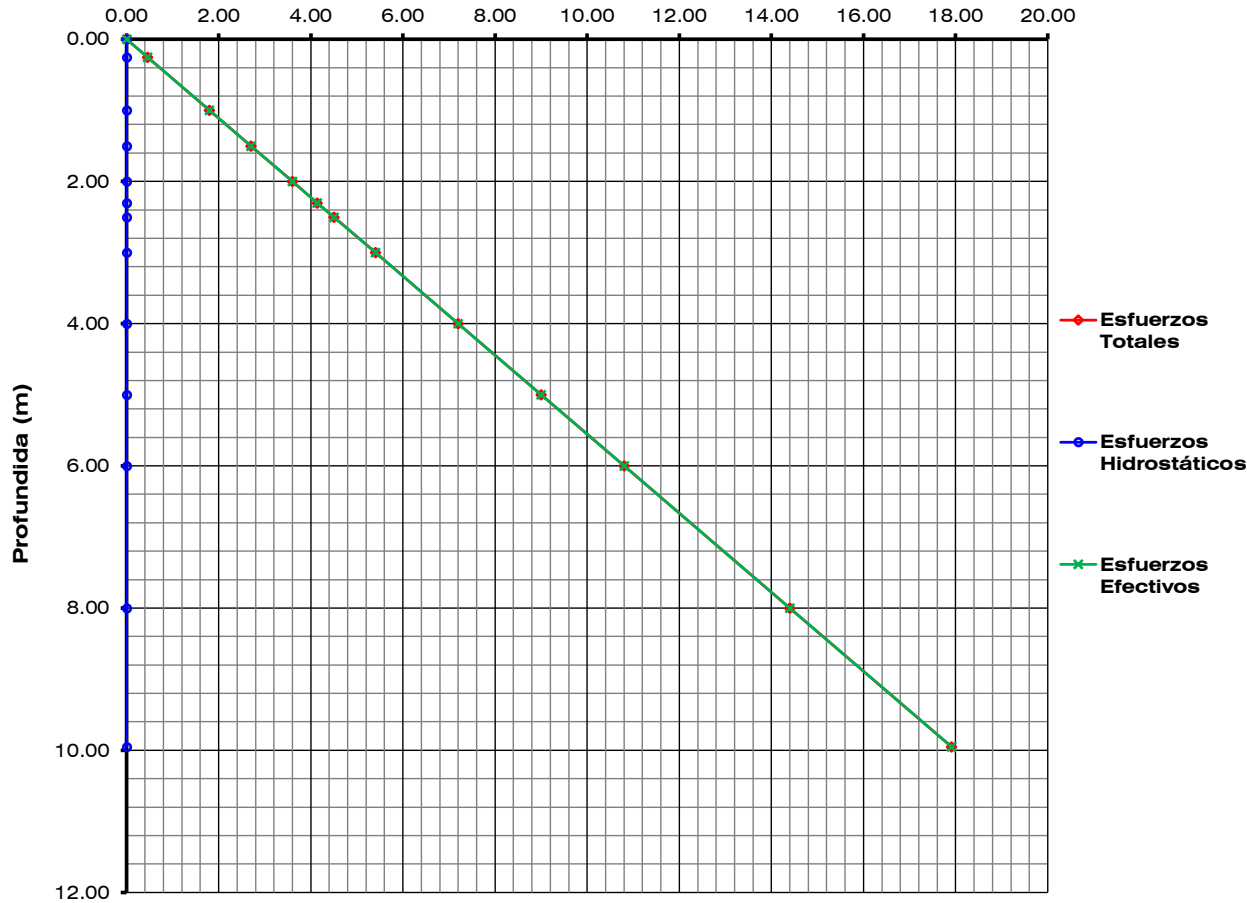
REVISION N° 1

FECHA: jun-17

CLASIFICACION:

### Esfuerzos

Esfuerzos en el subsuelo (t/m<sup>2</sup>)



**$\sigma = \sigma' + u$**

$\sigma$  = Esfuerzos totales  
 $\sigma'$  = Esfuerzos efectivos  
 $u$  = Esfuerzos hidrostáticos

Esfuerzos en la masa de suelo:			
Prof. (m)	$\sigma$ (t/m <sup>2</sup> )	$u$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'$ (t/m <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	0.45	0.00	0.45
1.00	1.80	0.00	1.80
1.50	2.70	0.00	2.70
2.00	3.60	0.00	3.60
2.30	4.14	0.00	4.14
2.50	4.50	0.00	4.50
3.00	5.40	0.00	5.40
4.00	7.20	0.00	7.20
5.00	9.00	0.00	9.00
6.00	10.80	0.00	10.80
8.00	14.40	0.00	14.40
9.95	17.91	0.00	17.91



## CAPACIDAD DE CARGA EN ZAPATAS

PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES		HOJA: 3	DE: 4
UBICACIÓN: Aguascalientes, México.		REVISION N° 1	
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA.			
ELABORÓ: Héctor Cabañas R.	REVISÓ: Armando Corona A.	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.	
FECHA: jun-17	FECHA: jun-17	FECHA: jun-17	
		CLASIFICACIÓN:	

### CAPACIDAD DE CARGA APLICANDO LA TEORÍA GENERAL DE TERZAGHI

$$Q_{\text{últ}} = cN_c + qN_q + 0.5\gamma B N_\gamma$$

Donde:

- Q<sub>últ</sub> : Capacidad carga neta en la base de la zapata, en t/m<sup>2</sup>
- Q<sub>adm</sub> : Capacidad carga admisible en la base de la zapata, en t/m<sup>2</sup>
- B: Ancho de la zapata, en m
- q: Esfuerzo efectivo vertical al nivel de la base de la zapata, en t/m<sup>2</sup>

N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub> : Factores de capacidad de carga, adimensionales

F.S. Factor de seguridad: 3.00

Nivel de desplante Df = 1.00 m		
Ancho de Zapata (m)	Q <sub>últ</sub> (t/m <sup>2</sup> )	Capacidad de carga estática Q <sub>adm</sub> (t/m <sup>2</sup> )
0.50	32.44	10.81
0.60	32.72	10.91
0.70	32.99	11.00
0.80	33.27	11.09
0.90	33.54	11.18
1.00	33.82	11.27
1.10	34.09	11.36
1.20	34.37	11.46
1.30	34.64	11.55
1.40	34.92	11.64
1.50	35.20	11.73
1.60	35.47	11.82
1.70	35.75	11.92
1.80	36.02	12.01
1.90	36.30	12.10
2.00	36.57	12.19
2.10	36.85	12.28
2.20	37.12	12.37
2.30	37.40	12.47
2.40	37.67	12.56
2.50	37.95	12.65

Nivel de desplante Df = 1.50 m		
Ancho de Zapata (m)	Q <sub>últ</sub> (t/m <sup>2</sup> )	Capacidad de carga estática Q <sub>adm</sub> (t/m <sup>2</sup> )
0.50	36.34	12.11
0.60	36.62	12.21
0.70	36.89	12.30
0.80	37.17	12.39
0.90	37.44	12.48
1.00	37.72	12.57
1.10	38.00	12.67
1.20	38.27	12.76
1.30	38.55	12.85
1.40	38.82	12.94
1.50	39.10	13.03
1.60	39.37	13.12
1.70	39.65	13.22
1.80	39.92	13.31
1.90	40.20	13.40
2.00	40.47	13.49
2.10	40.75	13.58
2.20	41.02	13.67
2.30	41.30	13.77
2.40	41.58	13.86
2.50	41.85	13.95

Nivel de desplante Df = 2.00 m		
Ancho de Zapata (m)	Q <sub>últ</sub> (t/m <sup>2</sup> )	Capacidad de carga estática Q <sub>adm</sub> (t/m <sup>2</sup> )
0.50	40.25	13.42
0.60	40.52	13.51
0.70	40.80	13.60
0.80	41.07	13.69
0.90	41.35	13.78
1.00	41.62	13.87
1.10	41.90	13.97
1.20	42.17	14.06
1.30	42.45	14.15
1.40	42.72	14.24
1.50	43.00	14.33
1.60	43.27	14.42
1.70	43.55	14.52
1.80	43.82	14.61
1.90	44.10	14.70
2.00	44.38	14.79
2.10	44.65	14.88
2.20	44.93	14.98
2.30	45.20	15.07
2.40	45.48	15.16
2.50	45.75	15.25

Nivel de desplante Df = 2.50 m		
Ancho de Zapata (m)	Q <sub>últ</sub> (t/m <sup>2</sup> )	Capacidad de carga estática Q <sub>adm</sub> (t/m <sup>2</sup> )
0.50	44.15	14.72
0.60	44.42	14.81
0.70	44.70	14.90
0.80	44.97	14.99
0.90	45.25	15.08
1.00	45.52	15.17
1.10	45.80	15.27
1.20	46.07	15.36
1.30	46.35	15.45
1.40	46.62	15.54
1.50	46.90	15.63
1.60	47.18	15.73
1.70	47.45	15.82
1.80	47.73	15.91
1.90	48.00	16.00
2.00	48.28	16.09
2.10	48.55	16.18
2.20	48.83	16.28
2.30	49.10	16.37
2.40	49.38	16.46
2.50	49.65	16.55

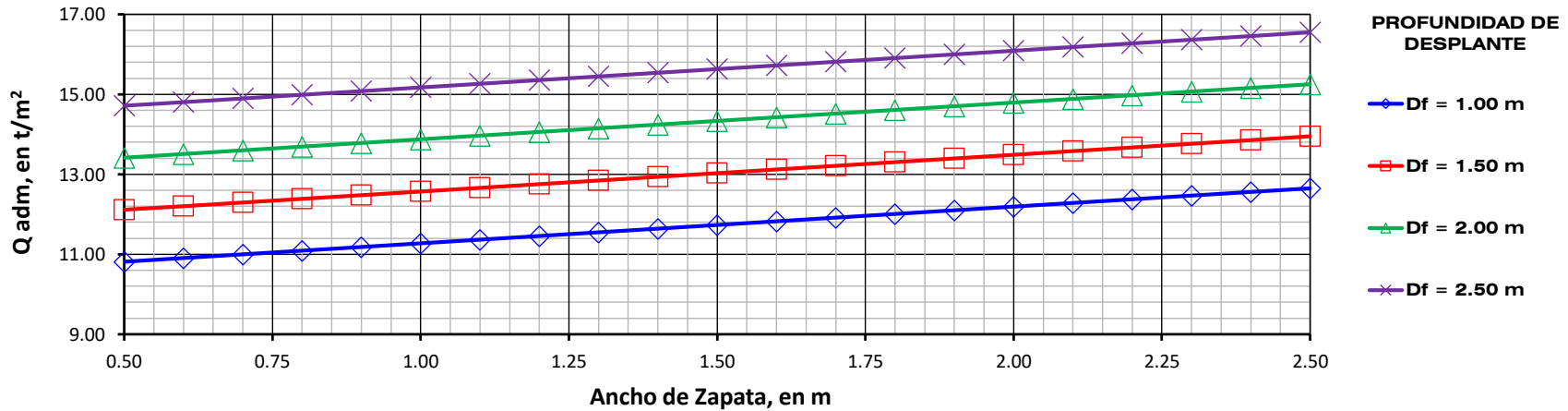


## CAPACIDAD DE CARGA EN ZAPATAS

PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES			HOJA: 4	DE: 4
UBICACIÓN: Aguascalientes, México.			REVISION N° 1	
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA.			FECHA: jun-17	
ELABORÓ: Héctor Cabañas R. FECHA: jun-17	REVISÓ: Armando Corona A. FECHA: jun-17	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A. FECHA: jun-17	CLASIFICACION:	

### CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE CONTRA EL ANCHO DE ZAPATA

Resumen de la Capacidad de carga admisible (t/m <sup>2</sup> )				
Ancho de zapata (m)	Df = 1.00 m	Df = 1.50 m	Df = 2.00 m	Df = 2.50 m
0.50	10.81	12.11	13.42	14.72
0.60	10.91	12.21	13.51	14.81
0.70	11.00	12.30	13.60	14.90
0.80	11.09	12.39	13.69	14.99
0.90	11.18	12.48	13.78	15.08
1.00	11.27	12.57	13.87	15.17
1.10	11.36	12.67	13.97	15.27
1.20	11.46	12.76	14.06	15.36
1.30	11.55	12.85	14.15	15.45
1.40	11.64	12.94	14.24	15.54
1.50	11.73	13.03	14.33	15.63
1.60	11.82	13.12	14.42	15.73
1.70	11.92	13.22	14.52	15.82
1.80	12.01	13.31	14.61	15.91
1.90	12.10	13.40	14.70	16.00
2.00	12.19	13.49	14.79	16.09
2.10	12.28	13.58	14.88	16.18
2.20	12.37	13.67	14.98	16.28
2.30	12.47	13.77	15.07	16.37
2.40	12.56	13.86	15.16	16.46
2.50	12.65	13.95	15.25	16.55



**DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO, APLICANDO LA TEORÍA DE BOUSSINESQ**

PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES

Hoja: 1 De: 1

UBICACIÓN: Aguascalientes, México.

Fecha: jun-17

DESCRIPCIÓN: Cálculo de la distribución de esfuerzos en el subsuelo

Elaboró: Armando Corona A.  
Fecha: jun-17

Revisó: Héctor Cabañas R.  
Fecha: jun-17

Autorizó: M. en I. Joao Morales A.  
Fecha: jun-17

La distribución de esfuerzos en el subsuelo se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta\sigma = (w_0) (W)$$

Donde: W = Carga uniformemente distribuida  
W<sub>0</sub> = Coeficiente de influencia

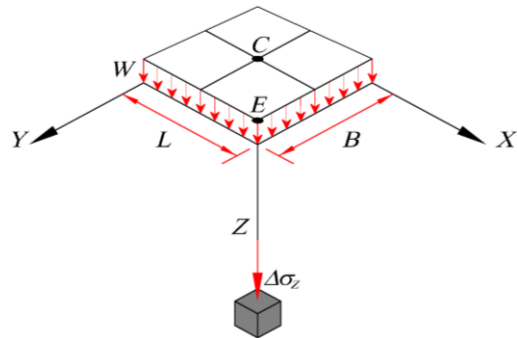
Para el análisis de distribución de esfuerzos en el subsuelo se ha considerado una carga uniformemente distribuida, W = 10.81 t/m<sup>2</sup>, la cual corresponde a la capacidad de carga admisible (Q<sub>adm</sub>) del cimiento de 0.50 m de ancho, a una profundidad de desplante de 1.00 m.

Carga uniformemente distribuida, W = 10.81 t/m<sup>2</sup>

Longitud del cimiento, L = 10.00 m

Ancho del cimiento, B = 0.50 m

Profundidad de desplante, D<sub>f</sub> = 1.00 m



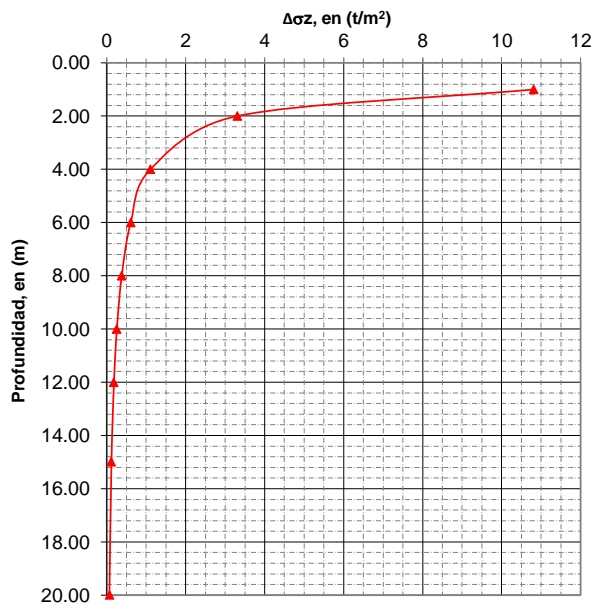
ESFUERZOS EN EL CENTRO DEL ÁREA CARGADA "C"

Prof. m	Z m	Coeficientes			Áreas	ΔS <sub>z</sub> t/m <sup>2</sup>
		m	n	W <sub>0</sub>		
1.00	0.00	250.00	5000.00	0.250	4	10.81
2.00	1.00	0.25	5.00	0.076	4	3.30
4.00	3.00	0.08	1.67	0.026	4	1.11
6.00	5.00	0.05	1.00	0.014	4	0.61
8.00	7.00	0.04	0.71	0.009	4	0.38
10.00	9.00	0.03	0.56	0.006	4	0.26
12.00	11.00	0.02	0.45	0.004	4	0.18
15.00	14.00	0.02	0.36	0.003	4	0.12
20.00	19.00	0.01	0.26	0.002	4	0.07

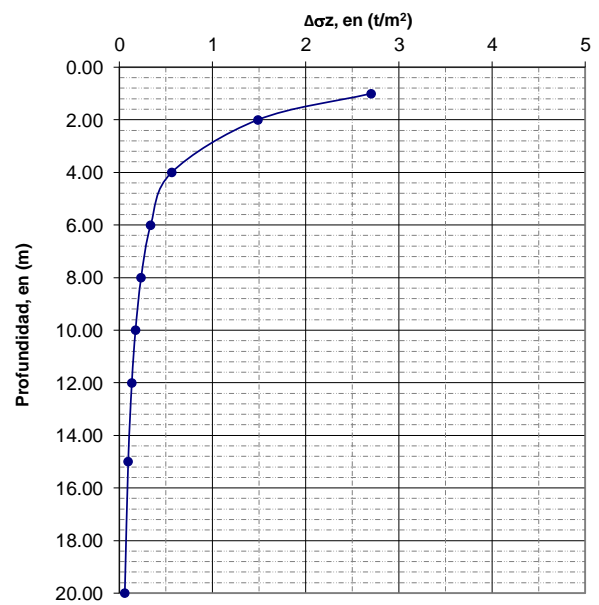
ESFUERZOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN "E"

Prof. m	Z m	Coeficientes			Áreas	ΔS <sub>z</sub> t/m <sup>2</sup>
		m	n	W <sub>0</sub>		
1.00	0.00	500.00	10000.00	0.250	1	2.70
2.00	1.00	0.50	10.00	0.137	1	1.49
4.00	3.00	0.17	3.33	0.052	1	0.56
6.00	5.00	0.10	2.00	0.031	1	0.34
8.00	7.00	0.07	1.43	0.022	1	0.23
10.00	9.00	0.06	1.11	0.016	1	0.17
12.00	11.00	0.05	0.91	0.012	1	0.13
15.00	14.00	0.04	0.71	0.009	1	0.10
20.00	19.00	0.03	0.53	0.005	1	0.06

DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO AL CENTRO DEL ÁREA CARGADA



DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO EN LA ESQUINA DEL ÁREA CARGADA



**DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO, APLICANDO LA TEORÍA DE BOUSSINESQ**

PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES

Hoja: 1 De: 1

UBICACIÓN: Aguascalientes, México.

Fecha: jun-17

DESCRIPCIÓN: Cálculo de la distribución de esfuerzos en el subsuelo

Elaboró: Armando Corona A.  
Fecha: jun-17

Revisó: Héctor Cabañas R.  
Fecha: jun-17

Autorizó: M. en I. Joao Morales A.  
Fecha: jun-17

La distribución de esfuerzos en el subsuelo se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta\sigma = (w_0) (W)$$

Donde: W = Carga uniformemente distribuida  
W<sub>0</sub> = Coeficiente de influencia

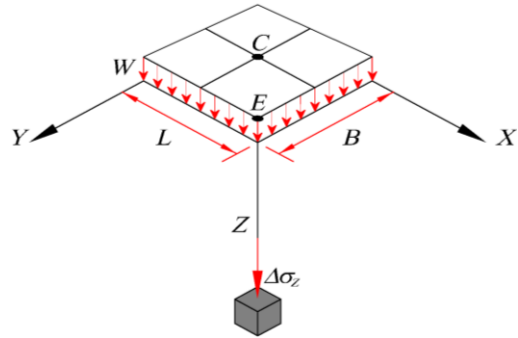
Para el análisis de distribución de esfuerzos en el subsuelo se ha considerado una carga uniformemente distribuida, W = 11.27 t/m<sup>2</sup>, la cual corresponde a la capacidad de carga admisible (Q<sub>adm</sub>) del cimiento de 1.00 m de ancho, a una profundidad de desplante de 1.00 m.

Carga uniformemente distribuida, W = 11.27 t/m<sup>2</sup>

Longitud del cimiento, L = 10.00 m

Ancho del cimiento, B = 1.00 m

Profundidad de desplante, D<sub>f</sub> = 1.00 m



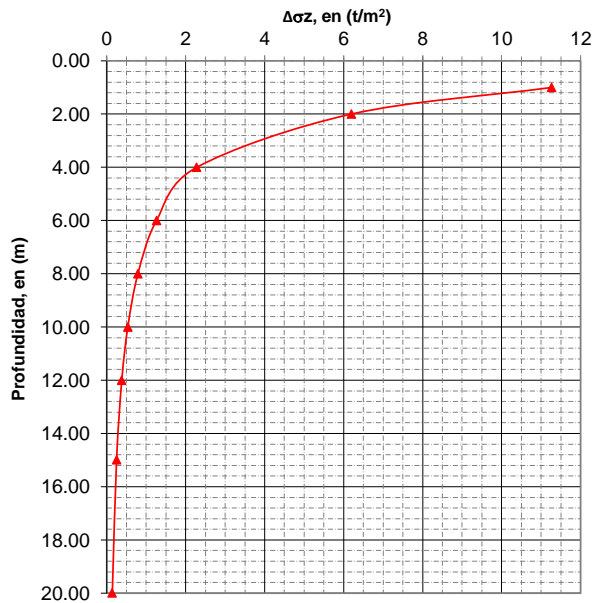
ESFUERZOS EN EL CENTRO DEL ÁREA CARGADA "C"

Prof. m	Z m	Coeficientes			Áreas	ΔS <sub>z</sub> t/m <sup>2</sup>
		m	n	W <sub>0</sub>		
1.00	0.00	500.00	5000.00	0.250	4	11.27
2.00	1.00	0.50	5.00	0.137	4	6.19
4.00	3.00	0.17	1.67	0.051	4	2.28
6.00	5.00	0.10	1.00	0.028	4	1.26
8.00	7.00	0.07	0.71	0.018	4	0.79
10.00	9.00	0.06	0.56	0.012	4	0.53
12.00	11.00	0.05	0.45	0.008	4	0.38
15.00	14.00	0.04	0.36	0.006	4	0.25
20.00	19.00	0.03	0.26	0.003	4	0.14

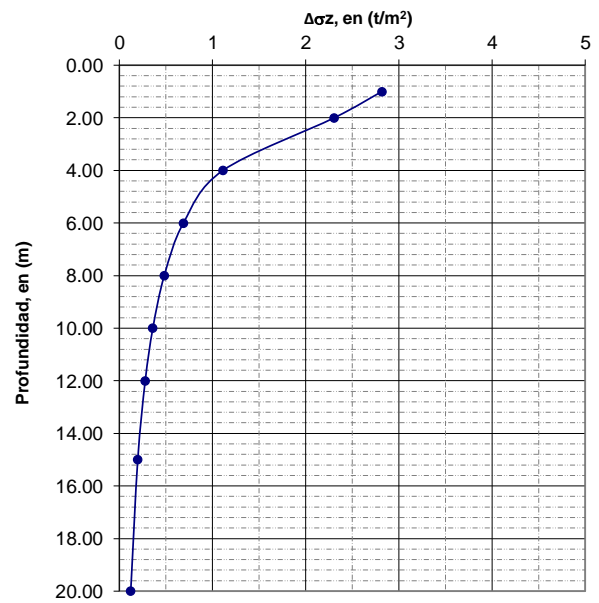
ESFUERZOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN "E"

Prof. m	Z m	Coeficientes			Áreas	ΔS <sub>z</sub> t/m <sup>2</sup>
		m	n	W <sub>0</sub>		
1.00	0.00	1000.00	10000.00	0.250	1	2.82
2.00	1.00	1.00	10.00	0.205	1	2.31
4.00	3.00	0.33	3.33	0.099	1	1.11
6.00	5.00	0.20	2.00	0.061	1	0.69
8.00	7.00	0.14	1.43	0.043	1	0.48
10.00	9.00	0.11	1.11	0.032	1	0.36
12.00	11.00	0.09	0.91	0.025	1	0.28
15.00	14.00	0.07	0.71	0.018	1	0.20
20.00	19.00	0.05	0.53	0.011	1	0.12

DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO AL CENTRO DEL ÁREA CARGADA



DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO EN LA ESQUINA DEL ÁREA CARGADA



**DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO, APLICANDO LA TEORÍA DE BOUSSINESQ**

PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES

Hoja: 1 De: 1

UBICACIÓN: Aguascalientes, México.

Fecha: jun-17

DESCRIPCIÓN: Cálculo de la distribución de esfuerzos en el subsuelo

Elaboró: Armando Corona A.  
Fecha: jun-17

Revisó: Héctor Cabañas R.  
Fecha: jun-17

Autorizó: M. en I. Joao Morales A.  
Fecha: jun-17

La distribución de esfuerzos en el subsuelo se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta\sigma = (w_0) (W)$$

Donde: W = Carga uniformemente distribuida  
W<sub>0</sub> = Coeficiente de influencia

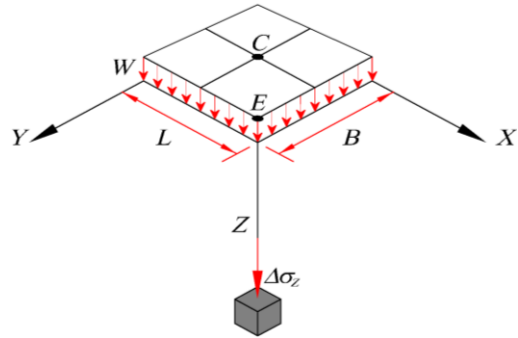
Para el análisis de distribución de esfuerzos en el subsuelo se ha considerado una carga uniformemente distribuida, W = 12.11 t/m<sup>2</sup>, la cual corresponde a la capacidad de carga admisible (Q<sub>adm</sub>) del cimiento de 0.50 m de ancho, a una profundidad de desplante de 1.50 m.

Carga uniformemente distribuida, W = 12.11 t/m<sup>2</sup>

Longitud del cimiento, L = 10.00 m

Ancho del cimiento, B = 0.50 m

Profundidad de desplante, D<sub>f</sub> = 1.50 m



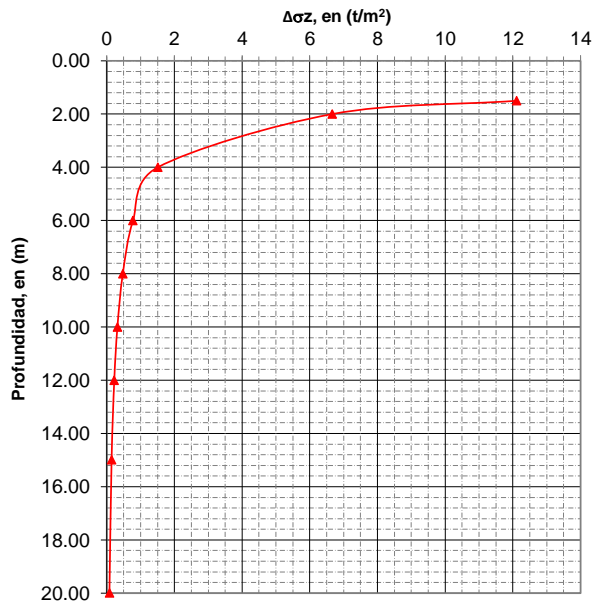
ESFUERZOS EN EL CENTRO DEL ÁREA CARGADA "C"

Prof. m	Z m	Coeficientes			Áreas	ΔS <sub>z</sub> t/m <sup>2</sup>
		m	n	W <sub>0</sub>		
1.50	0.00	250.00	5000.00	0.250	4	12.11
2.00	0.50	0.50	10.00	0.137	4	6.66
4.00	2.50	0.10	2.00	0.031	4	1.51
6.00	4.50	0.06	1.11	0.016	4	0.78
8.00	6.50	0.04	0.77	0.010	4	0.47
10.00	8.50	0.03	0.59	0.007	4	0.32
12.00	10.50	0.02	0.48	0.005	4	0.22
15.00	13.50	0.02	0.37	0.003	4	0.14
20.00	18.50	0.01	0.27	0.002	4	0.08

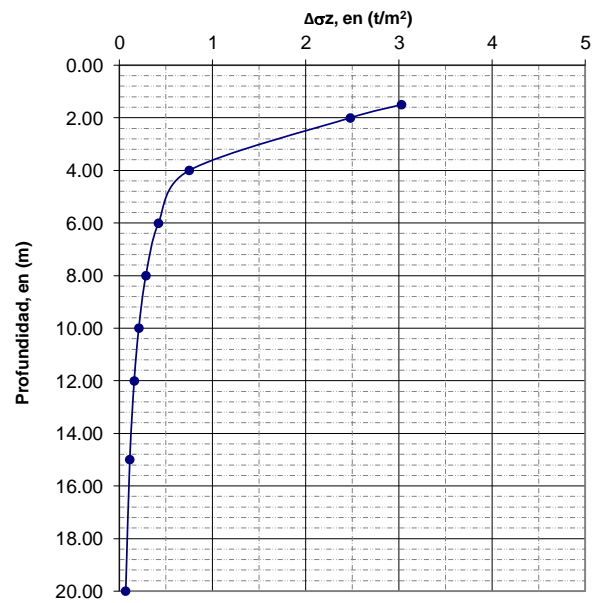
ESFUERZOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN "E"

Prof. m	Z m	Coeficientes			Áreas	ΔS <sub>z</sub> t/m <sup>2</sup>
		m	n	W <sub>0</sub>		
1.50	0.00	500.00	10000.00	0.250	1	3.03
2.00	0.50	1.00	20.00	0.205	1	2.48
4.00	2.50	0.20	4.00	0.062	1	0.75
6.00	4.50	0.11	2.22	0.035	1	0.42
8.00	6.50	0.08	1.54	0.023	1	0.28
10.00	8.50	0.06	1.18	0.017	1	0.21
12.00	10.50	0.05	0.95	0.013	1	0.16
15.00	13.50	0.04	0.74	0.009	1	0.11
20.00	18.50	0.03	0.54	0.006	1	0.07

DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO AL CENTRO DEL ÁREA CARGADA



DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO EN LA ESQUINA DEL ÁREA CARGADA





**DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO, APLICANDO LA TEORÍA DE BOUSSINESQ**

PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES

Hoja: 1 De: 1

UBICACIÓN: Aguascalientes, México.

Fecha: jun-17

DESCRIPCIÓN: Cálculo de la distribución de esfuerzos en el subsuelo

Elaboró: Armando Corona A.  
Fecha: jun-17

Revisó: Héctor Cabañas R.  
Fecha: jun-17

Autorizó: M. en I. Joao Morales A.  
Fecha: jun-17

La distribución de esfuerzos en el subsuelo se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta\sigma = (w_0) (W)$$

Donde: W = Carga uniformemente distribuida  
W<sub>0</sub> = Coeficiente de influencia

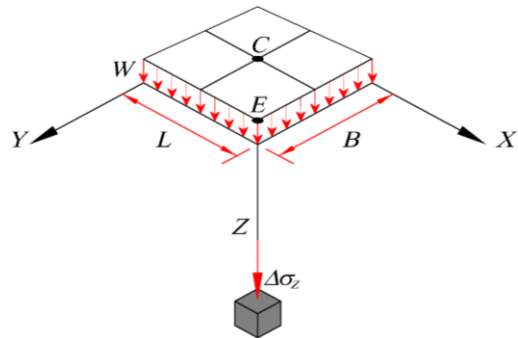
Para el análisis de distribución de esfuerzos en el subsuelo se ha considerado una carga uniformemente distribuida, W = 12.57 t/m<sup>2</sup>, la cual corresponde a la capacidad de carga admisible (Q<sub>adm</sub>) del cimiento de 1.00 m de ancho, a una profundidad de desplante de 1.50 m.

Carga uniformemente distribuida, W = 12.57 t/m<sup>2</sup>

Longitud del cimiento, L = 10.00 m

Ancho del cimiento, B = 1.00 m

Profundidad de desplante, D<sub>f</sub> = 1.50 m



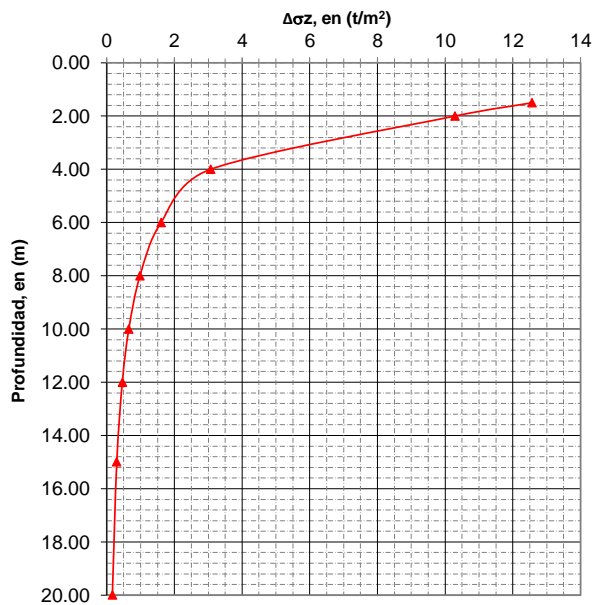
ESFUERZOS EN EL CENTRO DEL ÁREA CARGADA "C"

Prof. m	Z m	Coeficientes			Áreas	ΔS <sub>z</sub> t/m <sup>2</sup>
		m	n	W <sub>0</sub>		
1.50	0.00	500.00	5000.00	0.250	4	12.57
2.00	0.50	1.00	10.00	0.205	4	10.29
4.00	2.50	0.20	2.00	0.061	4	3.07
6.00	4.50	0.11	1.11	0.032	4	1.60
8.00	6.50	0.08	0.77	0.020	4	0.98
10.00	8.50	0.06	0.59	0.013	4	0.65
12.00	10.50	0.05	0.48	0.009	4	0.46
15.00	13.50	0.04	0.37	0.006	4	0.30
20.00	18.50	0.03	0.27	0.003	4	0.17

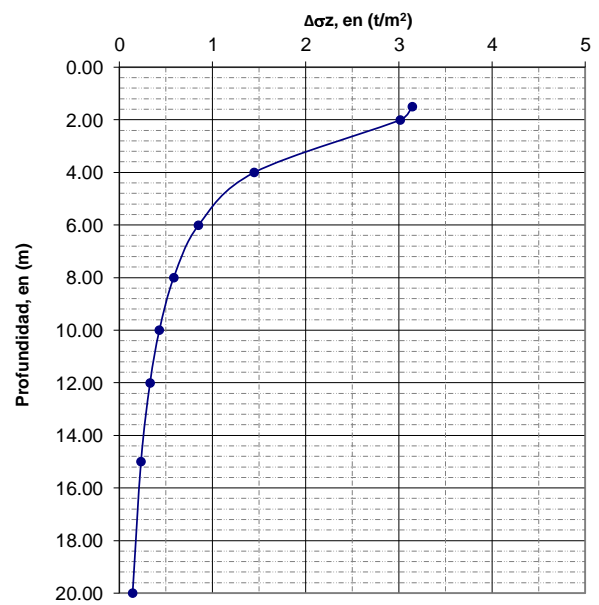
ESFUERZOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN "E"

Prof. m	Z m	Coeficientes			Áreas	ΔS <sub>z</sub> t/m <sup>2</sup>
		m	n	W <sub>0</sub>		
1.50	0.00	1000.00	10000.00	0.250	1	3.14
2.00	0.50	2.00	20.00	0.240	1	3.02
4.00	2.50	0.40	4.00	0.115	1	1.45
6.00	4.50	0.22	2.22	0.068	1	0.85
8.00	6.50	0.15	1.54	0.046	1	0.58
10.00	8.50	0.12	1.18	0.034	1	0.43
12.00	10.50	0.10	0.95	0.026	1	0.33
15.00	13.50	0.07	0.74	0.018	1	0.23
20.00	18.50	0.05	0.54	0.011	1	0.14

DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO AL CENTRO DEL ÁREA CARGADA



DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO EN LA ESQUINA DEL ÁREA CARGADA



# ASENTAMIENTOS



## CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS AL CENTRO DE LA CIMENTACIÓN

PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES

UBICACIÓN: Aguascalientes, México.

DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.00 m

ELABORÓ: Héctor Cabañas R.

FECHA: jun-17

REVISÓ: Armando Corona A.

FECHA: jun-17

AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.

FECHA: jun-17

HOJA: 1 DE: 1

REVISIÓN N° 1

FECHA: jun-17

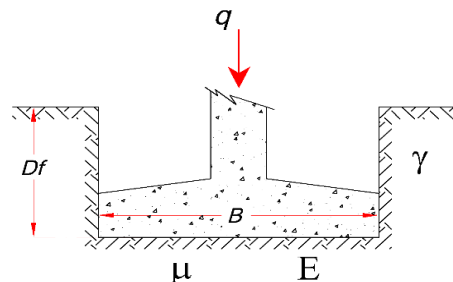
CLASIFICACION:

Para el cálculo de los asentamientos que se presentarán por la acción de la sobrecarga producida por la estructura se empleó la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w$$

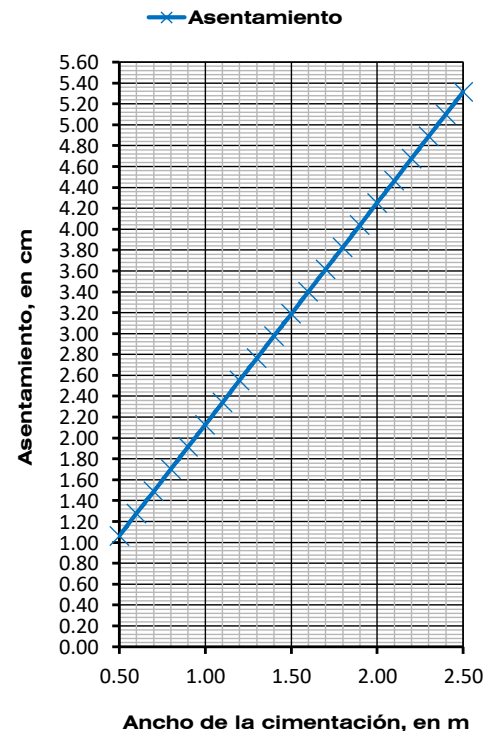
Donde:

- S = Asentamientos elásticos (cm)
- q = Sobrecarga debida a la estructura (t/m<sup>2</sup>)
- B = Ancho de la cimentación (m)
- μ = Relación de Poisson del material de apoyo (adimensional)
- E = Modulo de Elasticidad Tangencial del suelo de apoyo de la cimentación (t/m<sup>2</sup>)
- I<sub>w</sub> = Factor de influencia al centro de la cimentación = 1.12



Para el cálculo de asentamientos elásticos se ha considerado como sobrecarga la Capacidad Carga Admisible del cimientó de 0.5 m a una profundidad de desplante de Df =1.00 m

Profundidad de desplante, Df (m)	Ancho de la cimentación (m)	Capacidad de carga última (t/m <sup>2</sup> )	Carga última que soporta el cimientó, asociada a la Qadm, (t)	E (t/m <sup>2</sup> )	μ	Asentamiento elástico (cm)
1.00	0.50	10.81	2.70	500.00	0.35	1.06
1.00	0.60	10.81	3.89	500.00	0.35	1.28
1.00	0.70	10.81	5.30	500.00	0.35	1.49
1.00	0.80	10.81	6.92	500.00	0.35	1.70
1.00	0.90	10.81	8.76	500.00	0.35	1.91
1.00	1.00	10.81	10.81	500.00	0.35	2.13
1.00	1.10	10.81	13.08	500.00	0.35	2.34
1.00	1.20	10.81	15.57	500.00	0.35	2.55
1.00	1.30	10.81	18.28	500.00	0.35	2.76
1.00	1.40	10.81	21.20	500.00	0.35	2.98
1.00	1.50	10.81	24.33	500.00	0.35	3.19
1.00	1.60	10.81	27.68	500.00	0.35	3.40
1.00	1.70	10.81	31.25	500.00	0.35	3.61
1.00	1.80	10.81	35.04	500.00	0.35	3.83
1.00	1.90	10.81	39.04	500.00	0.35	4.04
1.00	2.00	10.81	43.26	500.00	0.35	4.25
1.00	2.10	10.81	47.69	500.00	0.35	4.46
1.00	2.20	10.81	52.34	500.00	0.35	4.68
1.00	2.30	10.81	57.21	500.00	0.35	4.89
1.00	2.40	10.81	62.29	500.00	0.35	5.10
1.00	2.50	10.81	67.59	500.00	0.35	5.31



## CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN

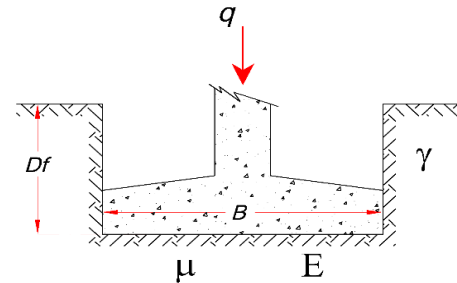
PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES			HOJA: 1	DE: 1
UBICACIÓN: Aguascalientes, México.			REVISIÓN N° 1	
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.00 m			FECHA: jun-17	
ELABORÓ: Héctor Cabañas R. FECHA: jun-17	REVISÓ: Armando Corona A. FECHA: jun-17	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A. FECHA: jun-17	CLASIFICACIÓN:	

Para el cálculo de los asentamientos que se presentarán por la acción de la sobrecarga producida por la estructura se empleó la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w$$

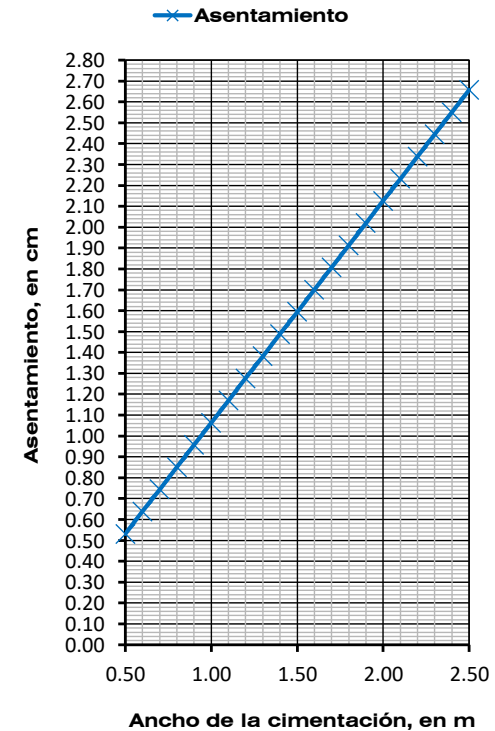
Donde:

- $S$  = Asentamientos elásticos (cm)
- $q$  = Sobrecarga debida a la estructura (t/m<sup>2</sup>)
- $B$  = Ancho de la cimentación (m)
- $\mu$  = Relación de Poisson del material de apoyo (adimensional)
- $E$  = Modulo de Elasticidad Tangencial del suelo de apoyo de la cimentación (t/m<sup>2</sup>)
- $I_w$  = Factor de influencia al centro de la cimentación = 0.56



Para el cálculo de asentamientos elásticos se ha considerado como sobrecarga la Capacidad Carga Admisible del cemento de 0.5 m a una profundidad de desplante de  $D_f = 1.00$  m

Profundidad de desplante, (m)	Ancho de la cimentación (m)	Capacidad de carga última (t/m <sup>2</sup> )	Carga última que soporta el ciminto, asociada a la Qadm, (t)	E (t/m <sup>2</sup> )	$\mu$	Asentamiento elástico (cm)
1.00	0.50	10.81	2.70	500.00	0.35	0.53
1.00	0.60	10.81	3.89	500.00	0.35	0.64
1.00	0.70	10.81	5.30	500.00	0.35	0.74
1.00	0.80	10.81	6.92	500.00	0.35	0.85
1.00	0.90	10.81	8.76	500.00	0.35	0.96
1.00	1.00	10.81	10.81	500.00	0.35	1.06
1.00	1.10	10.81	13.08	500.00	0.35	1.17
1.00	1.20	10.81	15.57	500.00	0.35	1.28
1.00	1.30	10.81	18.28	500.00	0.35	1.38
1.00	1.40	10.81	21.20	500.00	0.35	1.49
1.00	1.50	10.81	24.33	500.00	0.35	1.59
1.00	1.60	10.81	27.68	500.00	0.35	1.70
1.00	1.70	10.81	31.25	500.00	0.35	1.81
1.00	1.80	10.81	35.04	500.00	0.35	1.91
1.00	1.90	10.81	39.04	500.00	0.35	2.02
1.00	2.00	10.81	43.26	500.00	0.35	2.13
1.00	2.10	10.81	47.69	500.00	0.35	2.23
1.00	2.20	10.81	52.34	500.00	0.35	2.34
1.00	2.30	10.81	57.21	500.00	0.35	2.44
1.00	2.40	10.81	62.29	500.00	0.35	2.55
1.00	2.50	10.81	67.59	500.00	0.35	2.66



## CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS AL CENTRO DE LA CIMENTACIÓN

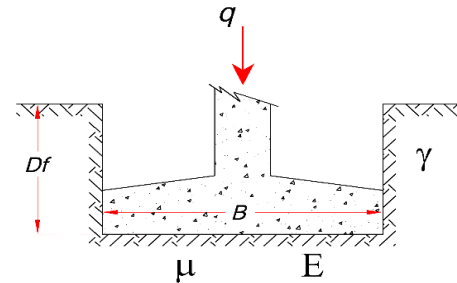
PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES			HOJA: 1	DE: 1
UBICACIÓN: Aguascalientes, México.			REVISION N° 1	
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.00 m			FECHA: jun-17	
ELABORÓ: Héctor Cabañas R. FECHA: jun-17	REVISÓ: Armando Corona A. FECHA: jun-17	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A. FECHA: jun-17	CLASIFICACIÓN:	

Para el cálculo de los asentamientos que se presentarán por la acción de la sobrecarga producida por la estructura se empleó la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w$$

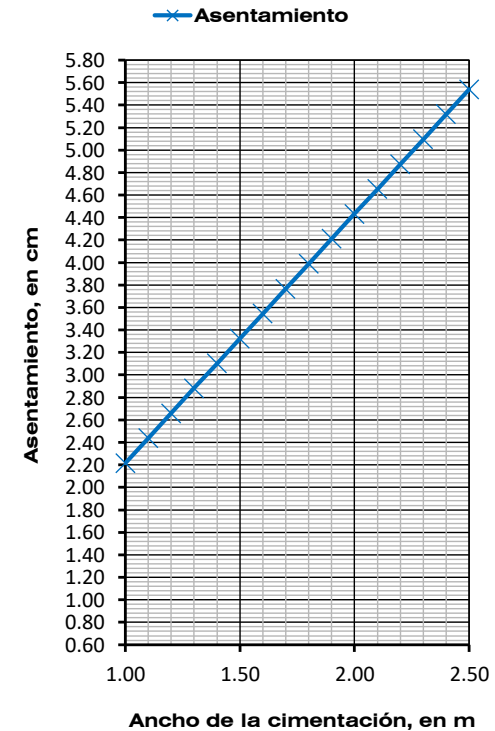
Donde:

- $S$  = Asentamientos elásticos (cm)
- $q$  = Sobrecarga debida a la estructura (t/m<sup>2</sup>)
- $B$  = Ancho de la cimentación (m)
- $\mu$  = Relación de Poisson del material de apoyo (adimensional)
- $E$  = Modulo de Elasticidad Tangencial del suelo de apoyo de la cimentación (t/m<sup>2</sup>)
- $I_w$  = Factor de influencia al centro de la cimentación = 1.12



Para el cálculo de asentamientos elásticos se ha considerado como sobrecarga la Capacidad Carga Admisible del cemento de 1 m a una profundidad de desplante de Df = 1.00 m

Profundidad de desplante, (m)	Ancho de la cimentación (m)	Capacidad de carga última (t/m <sup>2</sup> )	Carga última que soporta el ciminto, asociada a la Qadm, (t)	E (t/m <sup>2</sup> )	$\mu$	Asentamiento elástico (cm)
1.00	1.00	11.27	11.27	500.00	0.35	2.22
1.00	1.10	11.27	13.64	500.00	0.35	2.44
1.00	1.20	11.27	16.23	500.00	0.35	2.66
1.00	1.30	11.27	19.05	500.00	0.35	2.88
1.00	1.40	11.27	22.09	500.00	0.35	3.10
1.00	1.50	11.27	25.36	500.00	0.35	3.32
1.00	1.60	11.27	28.86	500.00	0.35	3.55
1.00	1.70	11.27	32.58	500.00	0.35	3.77
1.00	1.80	11.27	36.52	500.00	0.35	3.99
1.00	1.90	11.27	40.70	500.00	0.35	4.21
1.00	2.00	11.27	45.09	500.00	0.35	4.43
1.00	2.10	11.27	49.71	500.00	0.35	4.65
1.00	2.20	11.27	54.56	500.00	0.35	4.87
1.00	2.30	11.27	59.63	500.00	0.35	5.10
1.00	2.40	11.27	64.93	500.00	0.35	5.32
1.00	2.50	11.27	70.46	500.00	0.35	5.54





## CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN

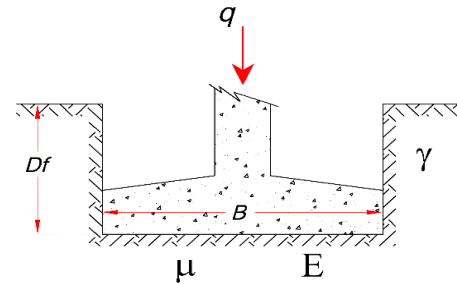
PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES			HOJA: 1	DE: 1
UBICACIÓN: Aguascalientes, México.			REVISION N° 1	
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.00 m			FECHA: jun-17	
ELABORÓ: Héctor Cabañas R.	REVISÓ: Armando Corona A.	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.	CLASIFICACION:	
FECHA: jun-17	FECHA: jun-17	FECHA: jun-17		

Para el cálculo de los asentamientos que se presentarán por la acción de la sobrecarga producida por la estructura se empleó la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w$$

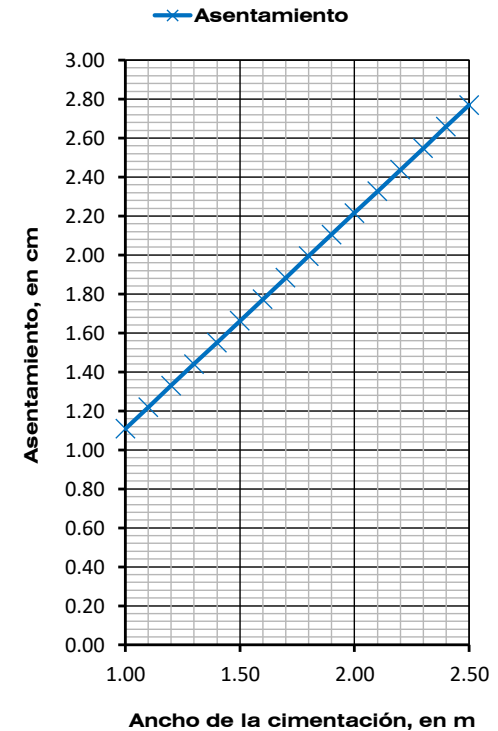
Donde:

- $S$  = Asentamientos elásticos (cm)
- $q$  = Sobrecarga debida a la estructura (t/m<sup>2</sup>)
- $B$  = Ancho de la cimentación (m)
- $\mu$  = Relación de Poisson del material de apoyo (adimensional)
- $E$  = Modulo de Elasticidad Tangencial del suelo de apoyo de la cimentación (t/m<sup>2</sup>)
- $I_w$  = Factor de influencia al centro de la cimentación = 0.56



Para el cálculo de asentamientos elásticos se ha considerado como sobrecarga la Capacidad Carga Admisible del cemento de 1 m a una profundidad de desplante de  $D_f = 1.00$  m

Profundidad de desplante, (m)	$D_f$	Ancho de la cimentación (m)	Capacidad de carga última (t/m <sup>2</sup> )	Carga última que soporta el ciminto, asociada a la $Q_{adm}$ , (t)	$E$ (t/m <sup>2</sup> )	$\mu$	Asentamiento elástico (cm)
1.00		1.00	11.27	11.27	500.00	0.35	1.11
1.00		1.10	11.27	13.64	500.00	0.35	1.22
1.00		1.20	11.27	16.23	500.00	0.35	1.33
1.00		1.30	11.27	19.05	500.00	0.35	1.44
1.00		1.40	11.27	22.09	500.00	0.35	1.55
1.00		1.50	11.27	25.36	500.00	0.35	1.66
1.00		1.60	11.27	28.86	500.00	0.35	1.77
1.00		1.70	11.27	32.58	500.00	0.35	1.88
1.00		1.80	11.27	36.52	500.00	0.35	1.99
1.00		1.90	11.27	40.70	500.00	0.35	2.11
1.00		2.00	11.27	45.09	500.00	0.35	2.22
1.00		2.10	11.27	49.71	500.00	0.35	2.33
1.00		2.20	11.27	54.56	500.00	0.35	2.44
1.00		2.30	11.27	59.63	500.00	0.35	2.55
1.00		2.40	11.27	64.93	500.00	0.35	2.66
1.00		2.50	11.27	70.46	500.00	0.35	2.77





## CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS AL CENTRO DE LA CIMENTACIÓN

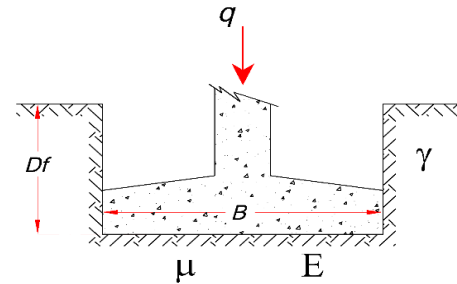
PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES			HOJA: 1	DE: 1
UBICACIÓN: Aguascalientes, México.			REVISION N° 1	
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.50 m			FECHA: jun-17	
ELABORÓ: Héctor Cabañas R.	REVISÓ: Armando Corona A.	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.	CLASIFICACION:	
FECHA: jun-17	FECHA: jun-17	FECHA: jun-17		

Para el cálculo de los asentamientos que se presentarán por la acción de la sobrecarga producida por la estructura se empleó la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w$$

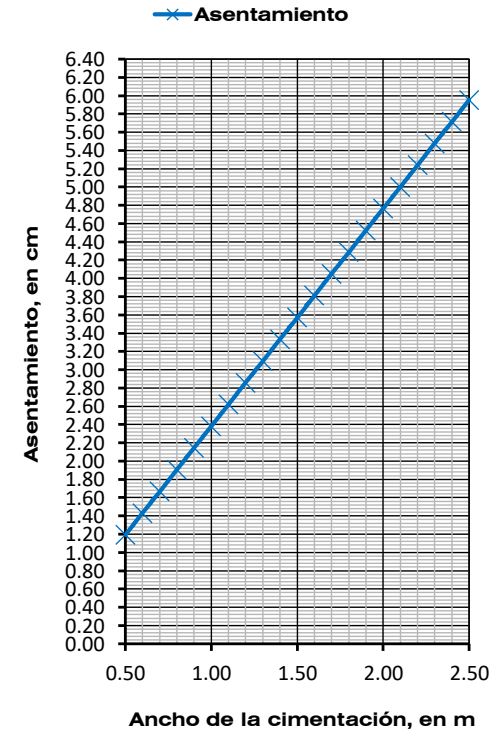
Donde:

- $S$  = Asentamientos elásticos (cm)
- $q$  = Sobrecarga debida a la estructura (t/m<sup>2</sup>)
- $B$  = Ancho de la cimentación (m)
- $\mu$  = Relación de Poisson del material de apoyo (adimensional)
- $E$  = Modulo de Elasticidad Tangencial del suelo de apoyo de la cimentación (t/m<sup>2</sup>)
- $I_w$  = Factor de influencia al centro de la cimentación = 1.12



Para el cálculo de asentamientos elásticos se ha considerado como sobrecarga la Capacidad Carga Admisible del cimienta de 0.5 m a una profundidad de desplante de Df =1.50 m

Profundidad de desplante, (m)	Ancho de la cimentación (m)	Capacidad de carga última (t/m <sup>2</sup> )	Carga última que soporta el cimienta, asociada a la Qadm, (t)	E (t/m <sup>2</sup> )	$\mu$	Asentamiento elástico (cm)
1.50	0.50	12.11	3.03	500.00	0.35	1.19
1.50	0.60	12.11	4.36	500.00	0.35	1.43
1.50	0.70	12.11	5.94	500.00	0.35	1.67
1.50	0.80	12.11	7.75	500.00	0.35	1.90
1.50	0.90	12.11	9.81	500.00	0.35	2.14
1.50	1.00	12.11	12.11	500.00	0.35	2.38
1.50	1.10	12.11	14.66	500.00	0.35	2.62
1.50	1.20	12.11	17.44	500.00	0.35	2.86
1.50	1.30	12.11	20.47	500.00	0.35	3.10
1.50	1.40	12.11	23.74	500.00	0.35	3.33
1.50	1.50	12.11	27.26	500.00	0.35	3.57
1.50	1.60	12.11	31.01	500.00	0.35	3.81
1.50	1.70	12.11	35.01	500.00	0.35	4.05
1.50	1.80	12.11	39.25	500.00	0.35	4.29
1.50	1.90	12.11	43.73	500.00	0.35	4.52
1.50	2.00	12.11	48.46	500.00	0.35	4.76
1.50	2.10	12.11	53.42	500.00	0.35	5.00
1.50	2.20	12.11	58.63	500.00	0.35	5.24
1.50	2.30	12.11	64.09	500.00	0.35	5.48
1.50	2.40	12.11	69.78	500.00	0.35	5.71
1.50	2.50	12.11	75.72	500.00	0.35	5.95





## CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN

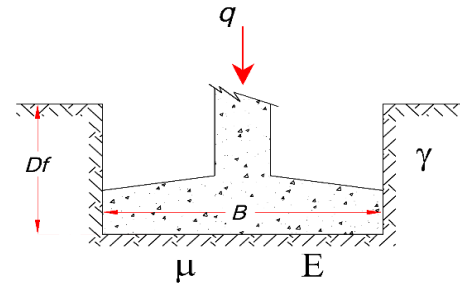
PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES		HOJA: 1 DE: 1
UBICACIÓN: Aguascalientes, México.		REVISION N° 1
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.50 m		FECHA: jun-17
ELABORÓ: Héctor Cabañas R. FECHA: jun-17	REVISÓ: Armando Corona A. FECHA: jun-17	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A. FECHA: jun-17
CLASIFICACION:		

Para el cálculo de los asentamientos que se presentarán por la acción de la sobrecarga producida por la estructura se empleó la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w$$

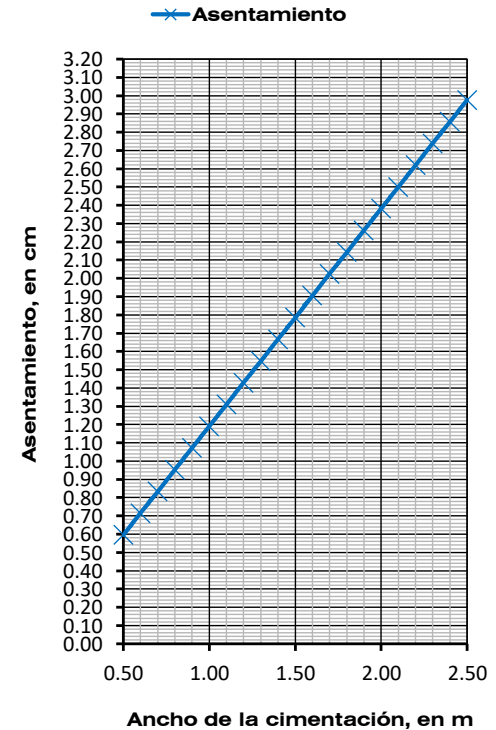
Donde:

- $S$  = Asentamientos elásticos (cm)
- $q$  = Sobrecarga debida a la estructura (t/m<sup>2</sup>)
- $B$  = Ancho de la cimentación (m)
- $\mu$  = Relación de Poisson del material de apoyo (adimensional)
- $E$  = Modulo de Elasticidad Tangencial del suelo de apoyo de la cimentación (t/m<sup>2</sup>)
- $I_w$  = Factor de influencia al centro de la cimentación = 0.56



Para el cálculo de asentamientos elásticos se ha considerado como sobrecarga la Capacidad Carga Admisible del cimientto de 0.5 m a una profundidad de desplante de  $D_f = 1.50$  m

Profundidad de desplante, (m)	Ancho de la cimentación (m)	Capacidad de carga última (t/m <sup>2</sup> )	Carga última que soporta el cimientto, asociada a la Qadm, (t)	E (t/m <sup>2</sup> )	$\mu$	Asentamiento elástico (cm)
1.50	0.50	12.11	3.03	500.00	0.35	0.60
1.50	0.60	12.11	4.36	500.00	0.35	0.71
1.50	0.70	12.11	5.94	500.00	0.35	0.83
1.50	0.80	12.11	7.75	500.00	0.35	0.95
1.50	0.90	12.11	9.81	500.00	0.35	1.07
1.50	1.00	12.11	12.11	500.00	0.35	1.19
1.50	1.10	12.11	14.66	500.00	0.35	1.31
1.50	1.20	12.11	17.44	500.00	0.35	1.43
1.50	1.30	12.11	20.47	500.00	0.35	1.55
1.50	1.40	12.11	23.74	500.00	0.35	1.67
1.50	1.50	12.11	27.26	500.00	0.35	1.79
1.50	1.60	12.11	31.01	500.00	0.35	1.90
1.50	1.70	12.11	35.01	500.00	0.35	2.02
1.50	1.80	12.11	39.25	500.00	0.35	2.14
1.50	1.90	12.11	43.73	500.00	0.35	2.26
1.50	2.00	12.11	48.46	500.00	0.35	2.38
1.50	2.10	12.11	53.42	500.00	0.35	2.50
1.50	2.20	12.11	58.63	500.00	0.35	2.62
1.50	2.30	12.11	64.09	500.00	0.35	2.74
1.50	2.40	12.11	69.78	500.00	0.35	2.86
1.50	2.50	12.11	75.72	500.00	0.35	2.98





### CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS AL CENTRO DE LA CIMENTACIÓN

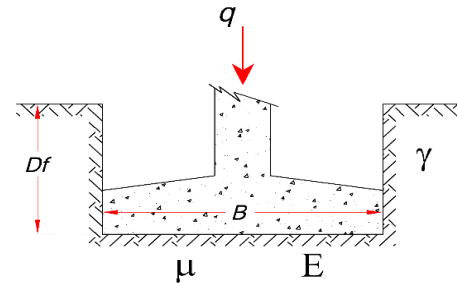
PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES		HOJA: 1	DE: 1
UBICACIÓN: Aguascalientes, México.		REVISION N° 1	
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.50 m			
ELABORÓ: Héctor Cabañas R.	REVISÓ: Armando Corona A.	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.	
FECHA: jun-17	FECHA: jun-17	FECHA: jun-17	
		CLASIFICACION:	

Para el cálculo de los asentamientos que se presentarán por la acción de la sobrecarga producida por la estructura se empleó la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w$$

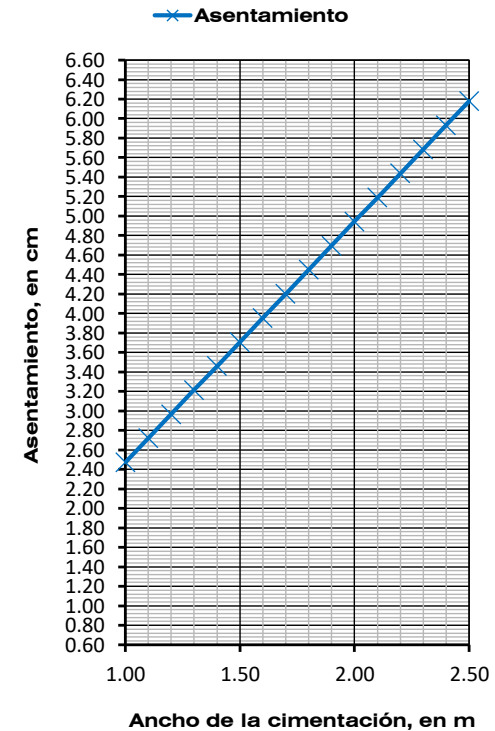
Donde:

- S = Asentamientos elásticos (cm)
- q = Sobrecarga debida a la estructura (t/m<sup>2</sup>)
- B = Ancho de la cimentación (m)
- μ = Relación de Poisson del material de apoyo (adimensional)
- E = Modulo de Elasticidad Tangencial del suelo de apoyo de la cimentación (t/m<sup>2</sup>)
- I<sub>w</sub> = Factor de influencia al centro de la cimentación = 1.12



Para el cálculo de asentamientos elásticos se ha considerado como sobrecarga la Capacidad Carga Admisible del cemento de 1.00 m a una profundidad de desplante de Df = 1.50 m

Profundidad de desplante, (m)	Ancho de la cimentación (m)	Capacidad de carga última (t/m <sup>2</sup> )	Carga última que soporta el ciminto, asociada a la Qadm, (t)	E (t/m <sup>2</sup> )	μ	Asentamiento elástico (cm)
1.50	1.00	12.57	12.57	500.00	0.35	2.47
1.50	1.10	12.57	15.21	500.00	0.35	2.72
1.50	1.20	12.57	18.11	500.00	0.35	2.97
1.50	1.30	12.57	21.25	500.00	0.35	3.21
1.50	1.40	12.57	24.64	500.00	0.35	3.46
1.50	1.50	12.57	28.29	500.00	0.35	3.71
1.50	1.60	12.57	32.19	500.00	0.35	3.95
1.50	1.70	12.57	36.34	500.00	0.35	4.20
1.50	1.80	12.57	40.74	500.00	0.35	4.45
1.50	1.90	12.57	45.39	500.00	0.35	4.70
1.50	2.00	12.57	50.29	500.00	0.35	4.94
1.50	2.10	12.57	55.45	500.00	0.35	5.19
1.50	2.20	12.57	60.86	500.00	0.35	5.44
1.50	2.30	12.57	66.51	500.00	0.35	5.68
1.50	2.40	12.57	72.42	500.00	0.35	5.93
1.50	2.50	12.57	78.58	500.00	0.35	6.18





## CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN

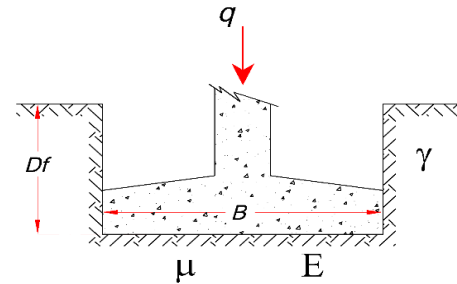
PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES			HOJA: 1 DE: 1
UBICACIÓN: Aguascalientes, México.			REVISION N° 1
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.50 m			FECHA: jun-17
ELABORÓ: Héctor Cabañas R. FECHA: jun-17	REVISÓ: Armando Corona A. FECHA: jun-17	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A. FECHA: jun-17	CLASIFICACION:

Para el cálculo de los asentamientos que se presentarán por la acción de la sobrecarga producida por la estructura se empleó la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w$$

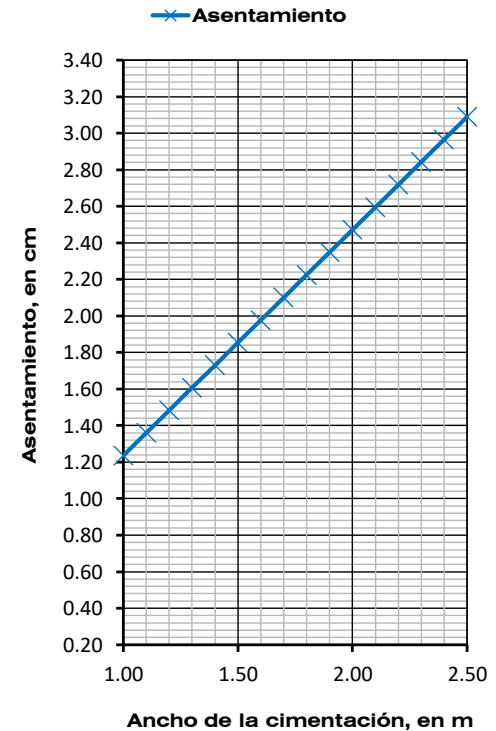
Donde:

- $S$  = Asentamientos elásticos (cm)
- $q$  = Sobrecarga debida a la estructura (t/m<sup>2</sup>)
- $B$  = Ancho de la cimentación (m)
- $\mu$  = Relación de Poisson del material de apoyo (adimensional)
- $E$  = Modulo de Elasticidad Tangencial del suelo de apoyo de la cimentación (t/m<sup>2</sup>)
- $I_w$  = Factor de influencia al centro de la cimentación = 0.56



Para el cálculo de asentamientos elásticos se ha considerado como sobrecarga la Capacidad Carga Admisible del cimientó de 1.00 m a una profundidad de desplante de  $D_f = 1.50$  m

Profundidad de desplante, (m)	Ancho de la cimentación (m)	Capacidad de carga última (t/m <sup>2</sup> )	Carga última que soporta el cimientó, asociada a la Qadm, (t)	E (t/m <sup>2</sup> )	$\mu$	Asentamiento elástico (cm)
1.50	1.00	12.57	12.57	500.00	0.35	1.24
1.50	1.10	12.57	15.21	500.00	0.35	1.36
1.50	1.20	12.57	18.11	500.00	0.35	1.48
1.50	1.30	12.57	21.25	500.00	0.35	1.61
1.50	1.40	12.57	24.64	500.00	0.35	1.73
1.50	1.50	12.57	28.29	500.00	0.35	1.85
1.50	1.60	12.57	32.19	500.00	0.35	1.98
1.50	1.70	12.57	36.34	500.00	0.35	2.10
1.50	1.80	12.57	40.74	500.00	0.35	2.22
1.50	1.90	12.57	45.39	500.00	0.35	2.35
1.50	2.00	12.57	50.29	500.00	0.35	2.47
1.50	2.10	12.57	55.45	500.00	0.35	2.60
1.50	2.20	12.57	60.86	500.00	0.35	2.72
1.50	2.30	12.57	66.51	500.00	0.35	2.84
1.50	2.40	12.57	72.42	500.00	0.35	2.97
1.50	2.50	12.57	78.58	500.00	0.35	3.09





## RESUMEN DE ASENTAMIENTOS TOTALES

PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES

UBICACIÓN: Aguascalientes, México.

DESCRIPCIÓN: Resumen de asentamientos

Hoja: 1 De: 1

Revisión: 1

Fecha: jun-17

Elaboró: Héctor Cabañas R.

Fecha: jun-17

Revisó: Armando Corona A.

Fecha: jun-17

Autorizó: M. en I. Joao Morales A.

Fecha: jun-17

### RESUMEN ASENTAMIENTOS AL CENTRO DE LA CIMENTACIÓN

Ancho (m)	Profundidad de desplante (m)	Presión de contacto* t/m <sup>2</sup>	Asentamientos Elásticos (cm)
0.50	1.00	10.81	1.06
1.00	1.00	11.27	2.22
0.50	1.50	12.11	1.19
1.00	1.50	12.57	2.47

\*Presión considerada para el cálculo de asentamientos.

### RESUMEN ASENTAMIENTOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN

Ancho (m)	Profundidad de desplante (m)	Presión de contacto* t/m <sup>2</sup>	Asentamientos Elásticos (cm)
0.50	1.00	10.81	0.53
1.00	1.00	11.27	1.11
0.50	1.50	12.11	0.60
1.00	1.50	12.57	1.24

\*Presión considerada para el cálculo de asentamientos.

# EMPUJES





<b>EMPUJES HORIZONTALES SOBRE MUROS</b>			
PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES		HOJA: 1	DE: 1
UBICACIÓN: Aguascalientes, México.		REVISION N° 1	
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE EMPUJES HORIZONTALES		FECHA: jun-17	
ELABORÓ: Héctor Cabañas F	REVISÓ: Armando Corona A.	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.	
FECHA: jun-17	FECHA: jun-17	FECHA: jun-17	
		CLASIFICACION:	

**a) EMPUJE DEBIDO AL SUELO**  $P_o = koH + 0.5ko\gamma H$

ALTURA (m)	PRESION REPOSO (t/m²)	EMPUJE REPOSO (t/m)	PUNTO DE APLICACIÓN (m)	Momentos Mo
0.5	0.30	0.08	0.17	0.01
1.0	0.60	0.30	0.33	0.10
1.5	0.90	0.68	0.50	0.34
2.0	1.20	1.20	0.67	0.80
2.5	1.50	1.88	0.83	1.56
3.0	1.80	2.70	1.00	2.70

**d) EMPUJE RESULTANTE**

ALTURA (m)	EMPUJE (t/m²)	$\Sigma mo$ (t/m)	PUNTO DE APLICACIÓN (m)
0.50	0.43	0.11	0.26
1.00	1.20	0.62	0.51
1.50	2.33	1.81	0.77
2.00	3.81	3.95	1.04
2.50	5.64	7.32	1.30
3.00	7.83	12.21	1.56

**RESULTADOS DE PRESIONES Y EMPUJES**

Prof. m	PRESION HORIZONTAL t/m²			EMPUJE HORIZONTAL t/m			RESULTANTE t/m	Punto aplicación (m)
	SUELO	SOBRE CARGA	SISMO	SUELO	SOBRE CARGA	SISMO		
0.5	0.30	0.50	0.40	0.08	0.25	0.10	0.43	0.26
1.0	0.60	0.50	0.81	0.30	0.50	0.40	1.20	0.51
1.5	0.90	0.50	1.21	0.68	0.75	0.91	2.33	0.77
2.0	1.20	0.50	1.61	1.20	1.00	1.61	3.81	1.04
2.5	1.50	0.50	2.02	1.88	1.25	2.52	5.64	1.30
3.0	1.80	0.50	2.42	2.70	1.50	3.63	7.83	1.56

**DIAGRAMAS DE EMPUJES**

SUELO

SOBRECARGA

SISMO

**b) EMPUJE DEBIDO A LA SOBRECARGA**

ALTURA (m)	PRESION REPOSO (t/m²)	EMPUJE REPOSO (t/m)	PUNTO DE APLICACIÓN (m)	Mo
0.50	0.50	0.25	0.25	0.06
1.00	0.50	0.50	0.50	0.25
1.50	0.50	0.75	0.75	0.56
2.00	0.50	1.00	1.00	1.00
2.50	0.50	1.25	1.25	1.56
3.00	0.50	1.50	1.50	2.25

**c) EMPUJE DEBIDO AL SISMO**

$\gamma = 1.80$      $w = 3.36$  \*h²     $\alpha = 75$  °  
 $c = 0.36$      $Q = 3$      $E_{sis} = 0.40$  \*h²

ALTURA (m)	EMPUJE SISMICO (t/m)	PRESION (t/m²)	PUNTO DE APLICACIÓN (m)	Mo
0.50	0.10	0.40	0.33	0.03
1.00	0.40	0.81	0.67	0.27
1.50	0.91	1.21	1.00	0.91
2.00	1.61	1.61	1.33	2.15
2.50	2.52	2.02	1.67	4.20
3.00	3.63	2.42	2.00	7.26

# ESTABILIDAD DE TALUDES



# ESTABILIDAD DE TALUDES

## ESTABILIDAD DE TALUDES

Considerando las excavaciones necesarias para la realización de los trabajos de cimentación, se realizó el análisis de la estabilidad de las paredes de la excavación, considerando que los taludes serán temporales, se realizó un análisis de estabilidad de taludes con el software ROCSCIENCE, con un programa electrónico SLIDE 5.0. Los valores de diseño corresponden a 1.00, 1.50, 2.00 y 2.50 m de excavación. El método de diseño empleado para análisis es Mohr – Coulomb.

Se consideró un corte vertical 0:1 y un talud con distribución 1:1, Las condiciones son estáticas y dinámicas (estáticas más sismo). Para el cálculo de estabilidad de taludes se han considerado las siguientes propiedades y características:

Tabla 1. Estratigrafía y propiedades

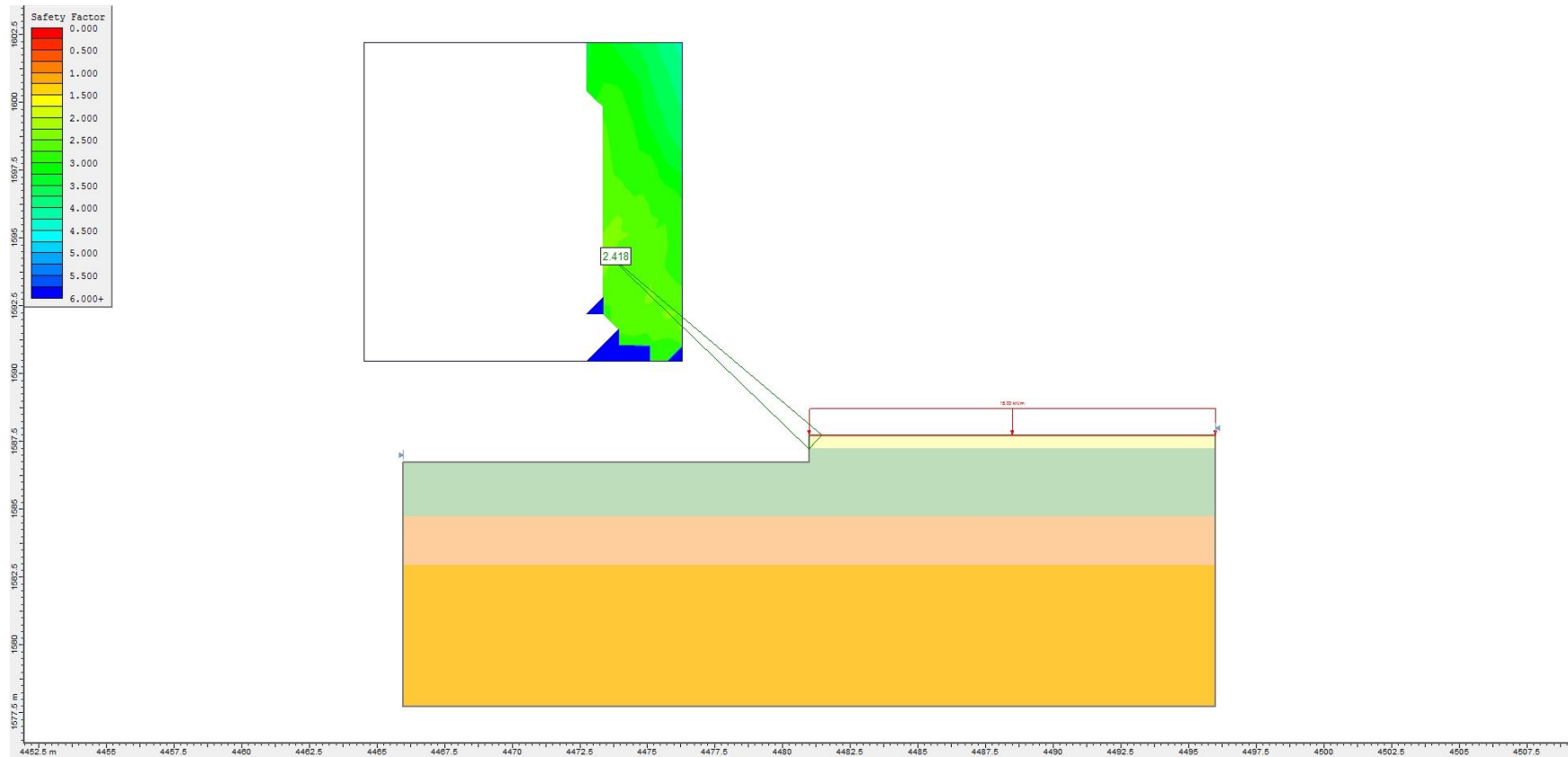
Materiales	Profundidad (m)	Peso volumétrico (t/m <sup>3</sup> )	Cohesión (t/m <sup>2</sup> )	Ángulo de fricción (°)
Arcilla arenosa de color café.	0.00 – 0.50	1.50	2.00	16.00
Arena de compacidad media limo arcillosa de baja plasticidad de color café con grava	0.50 – 3.00	1.60	3.00	30.00
Grava de compacidad media arcillosa de color café con arena.	3.00 – 4.80	1.70	9.00	30.00
Arena de compacidad media arcillosa de color café con grava.	4.80 – 9.95	1.80	10.00	30.00

SOBRECARGA = 1.5 t/m <sup>2</sup>	COEFICIENTE SÍSMICO = 0.4	NIVEL FREÁTICO NO SE DETECTÓ.
-----------------------------------	---------------------------	-------------------------------

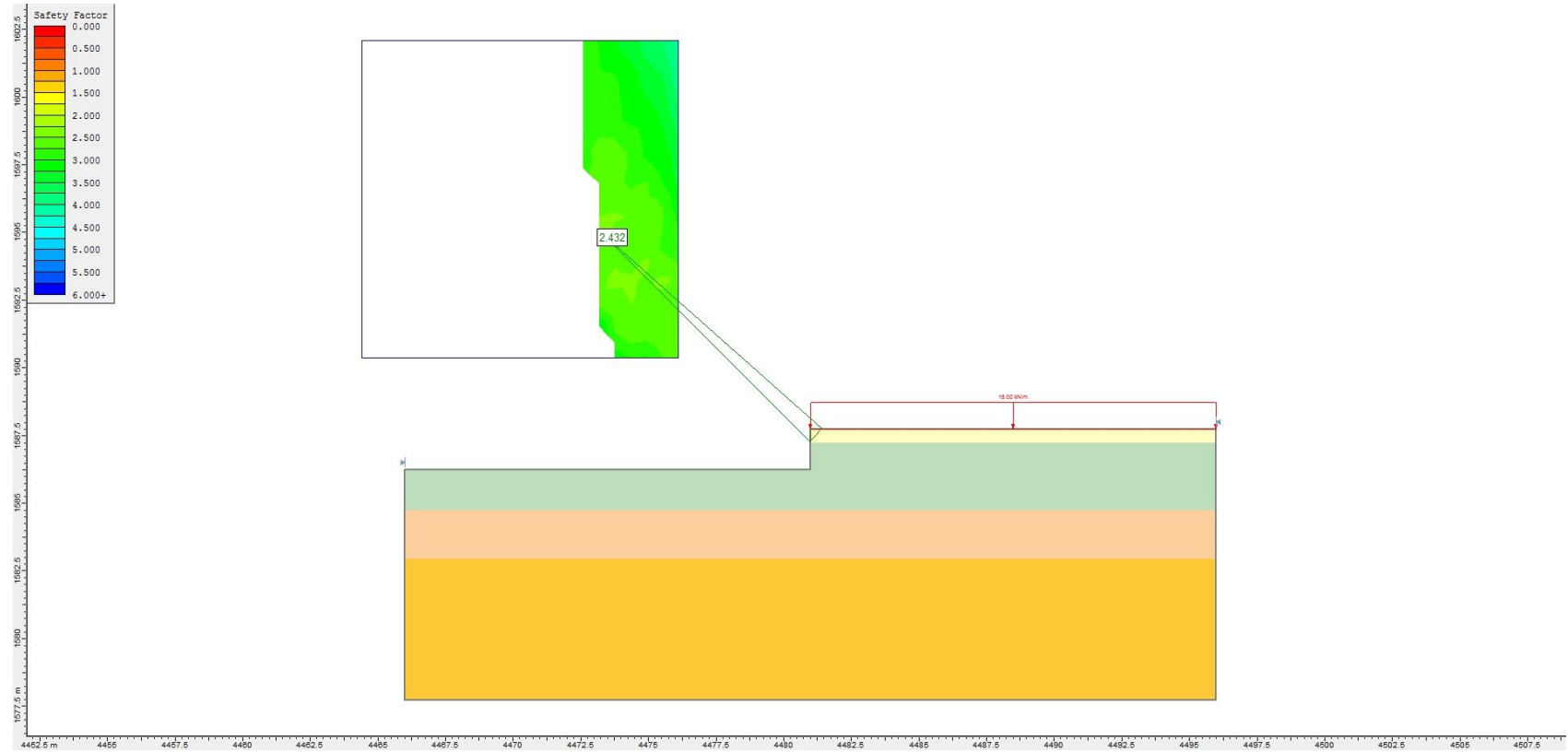
A continuación se presentan los resultados obtenidos después del análisis.



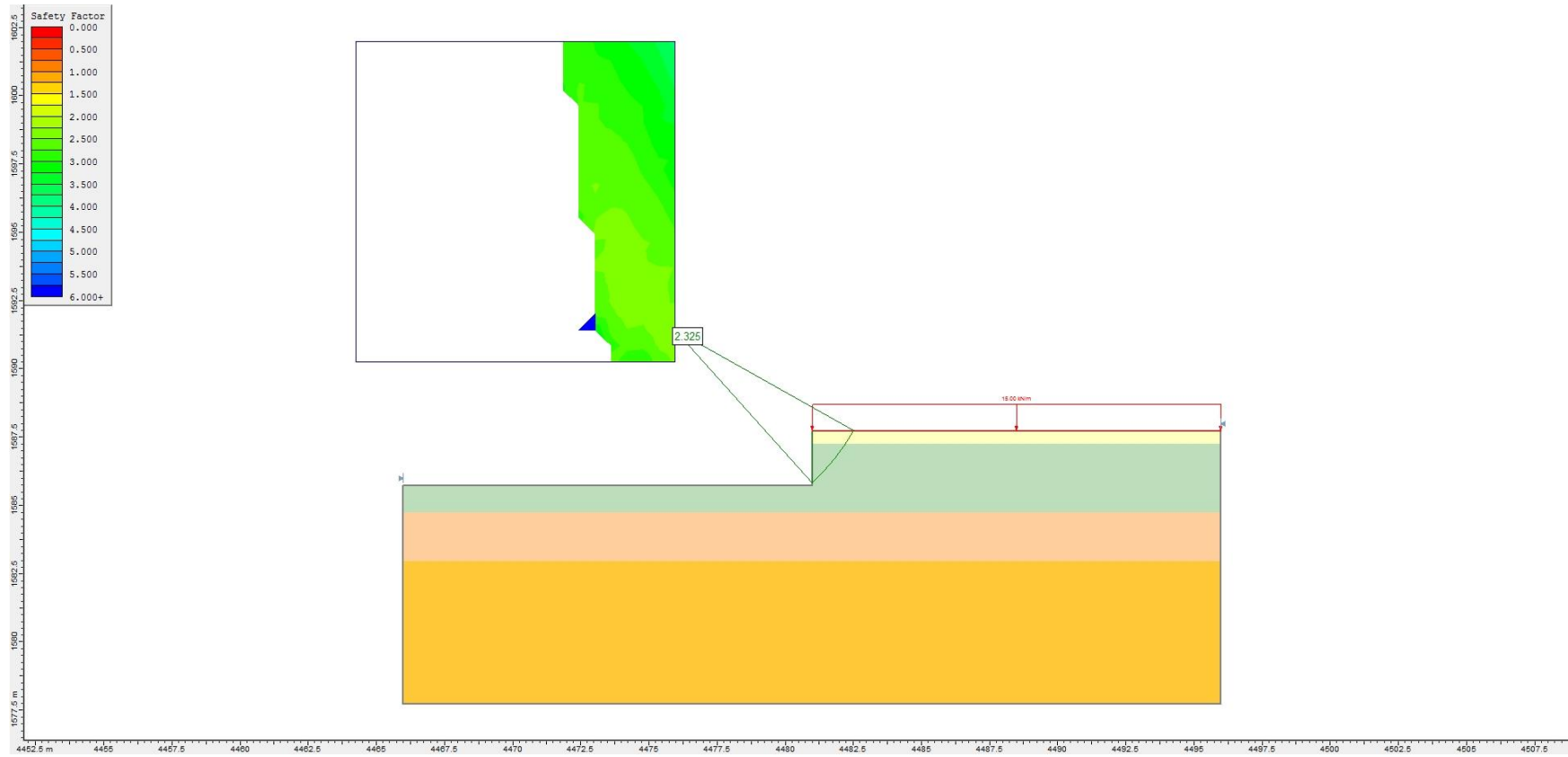
ANÁLISIS ESTÁTICO DE ESTABILIDAD, TALUD 0:1  
ALTURA DE TALUD 1.00 m  
F.S. = 2.418



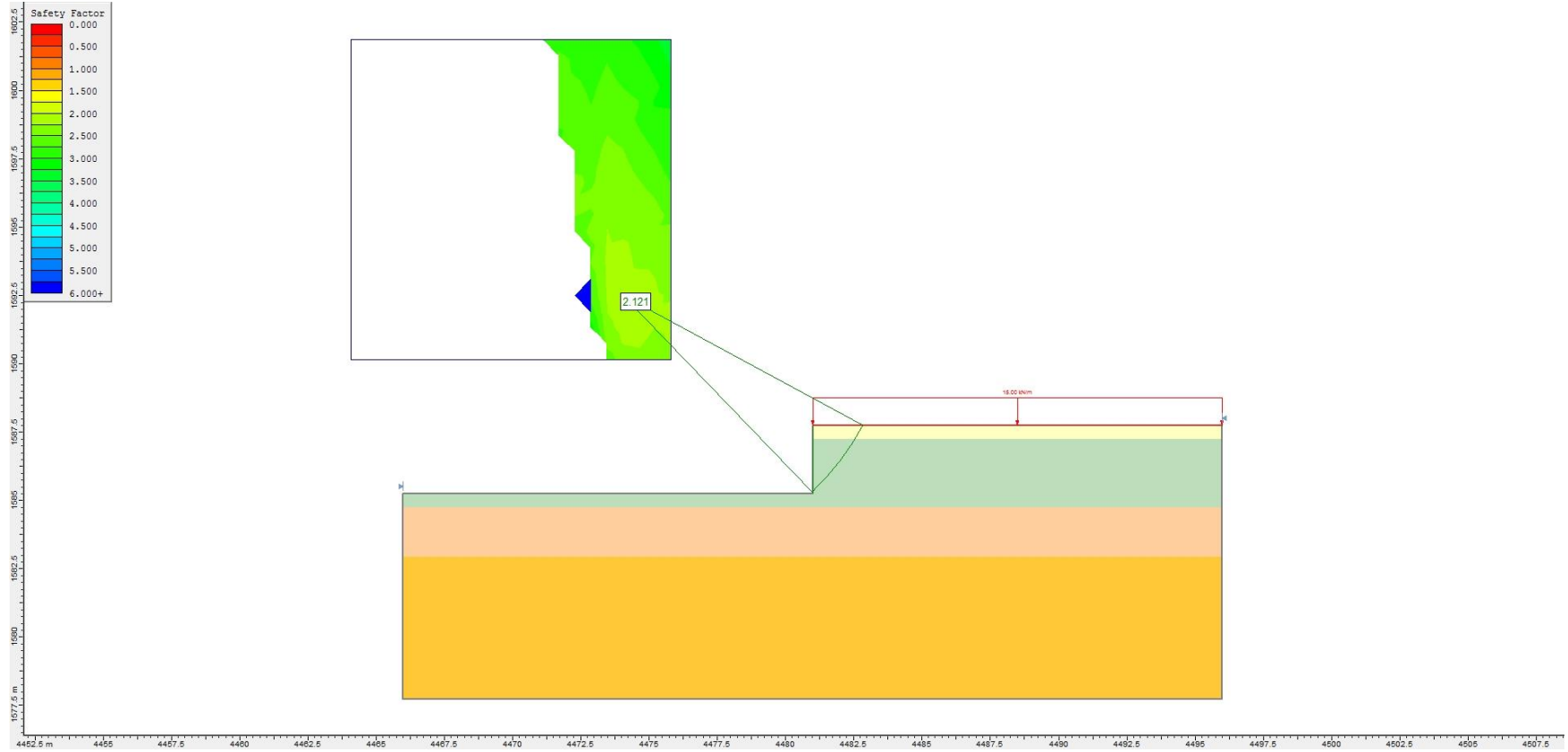
ANÁLISIS ESTÁTICO DE ESTABILIDAD, TALUD 0:1  
ALTURA DE TALUD 1.50 m  
F.S. = 2.432



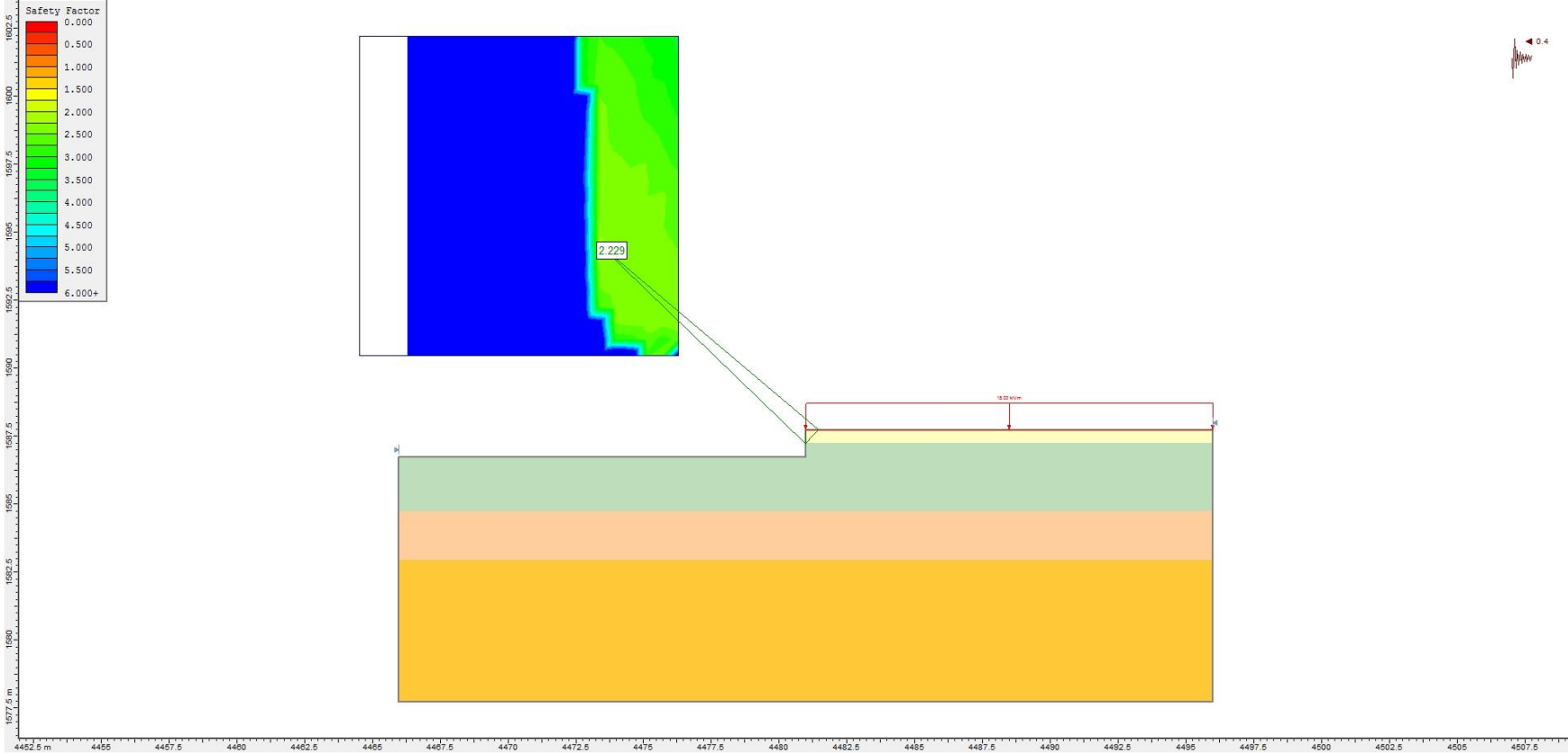
ANÁLISIS ESTÁTICO DE ESTABILIDAD, TALUD 0:1  
ALTURA DE TALUD 2.00 m  
F.S. = 2.325



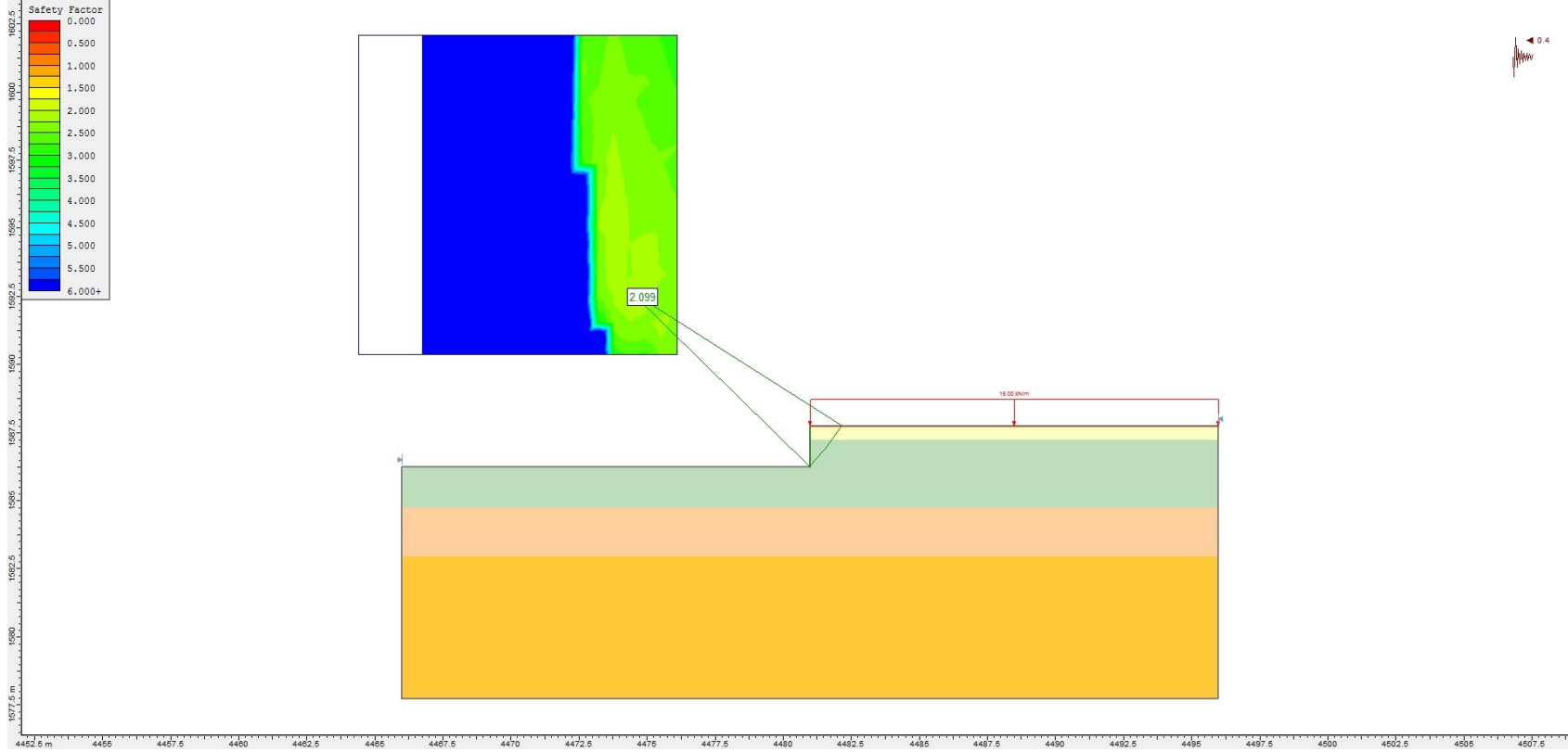
ANÁLISIS ESTÁTICO DE ESTABILIDAD, TALUD 0:1  
ALTURA DE TALUD 2.50 m  
F.S. = 2.121



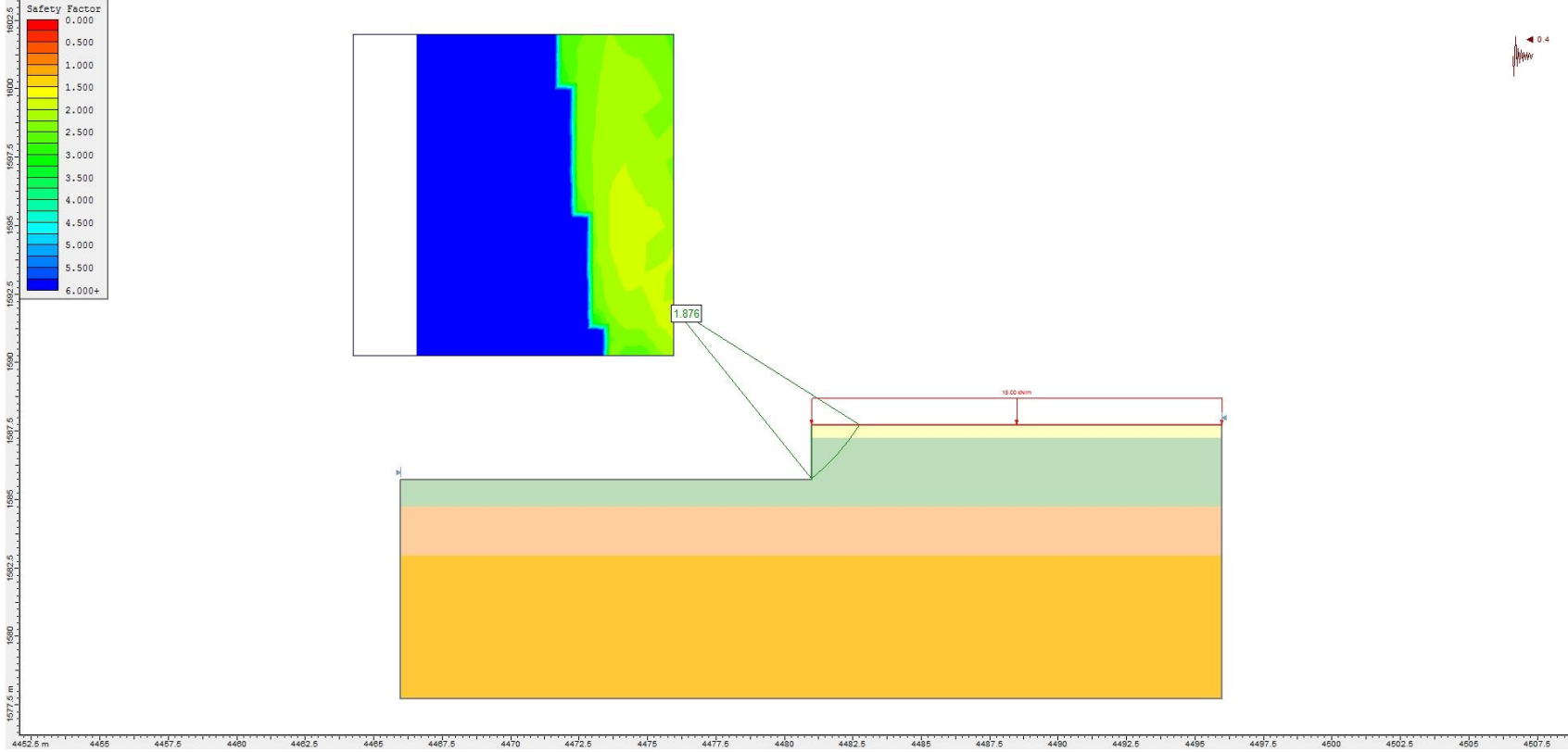
ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD, TALUD 0:1  
ALTURA DE TALUD 1.00 m  
F.S. = 2.229



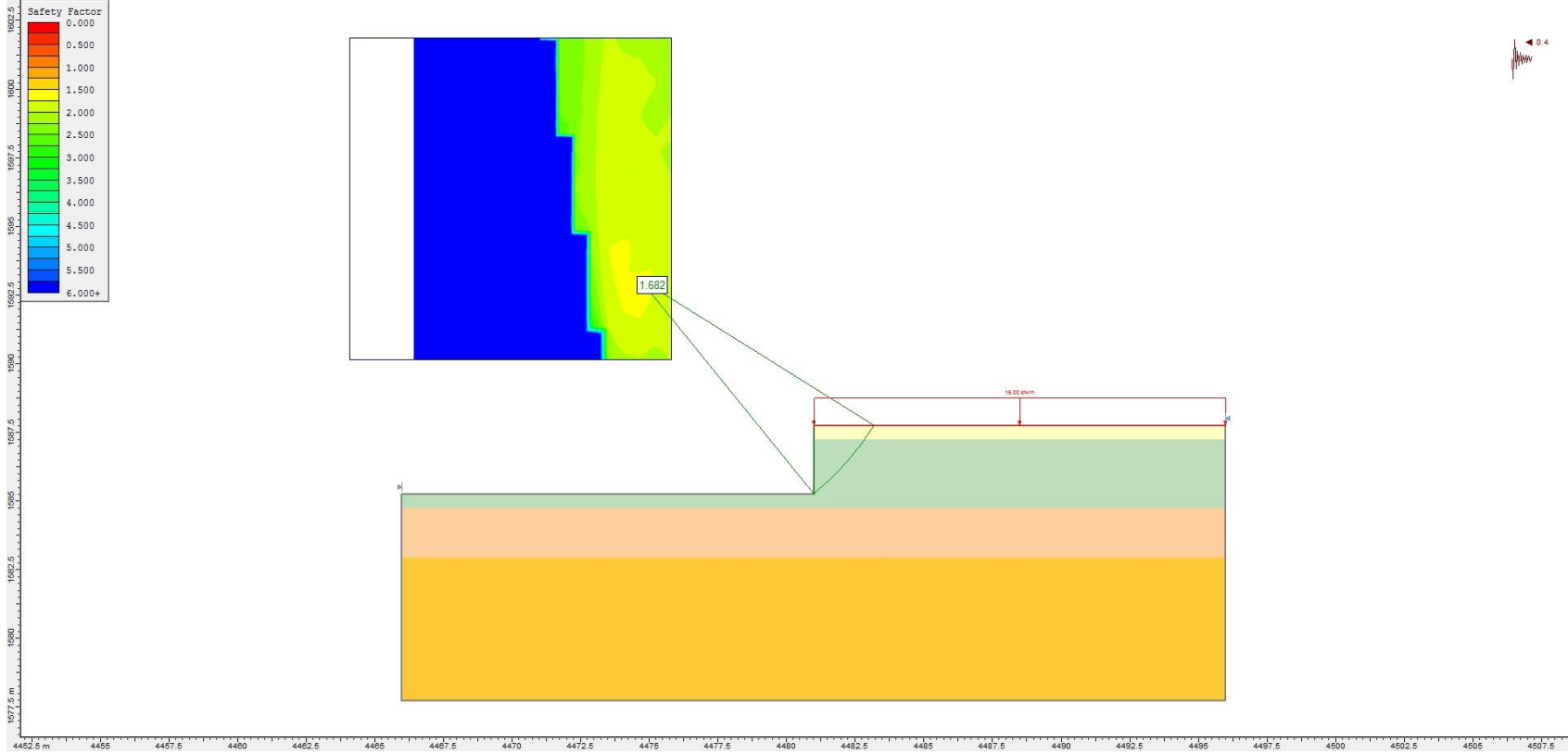
ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD, TALUD 0:1  
ALTURA DE TALUD 1.50 m  
F.S. = 2.099



ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD, TALUD 0:1  
ALTURA DE TALUD 2.00 m  
F.S. = 1.876

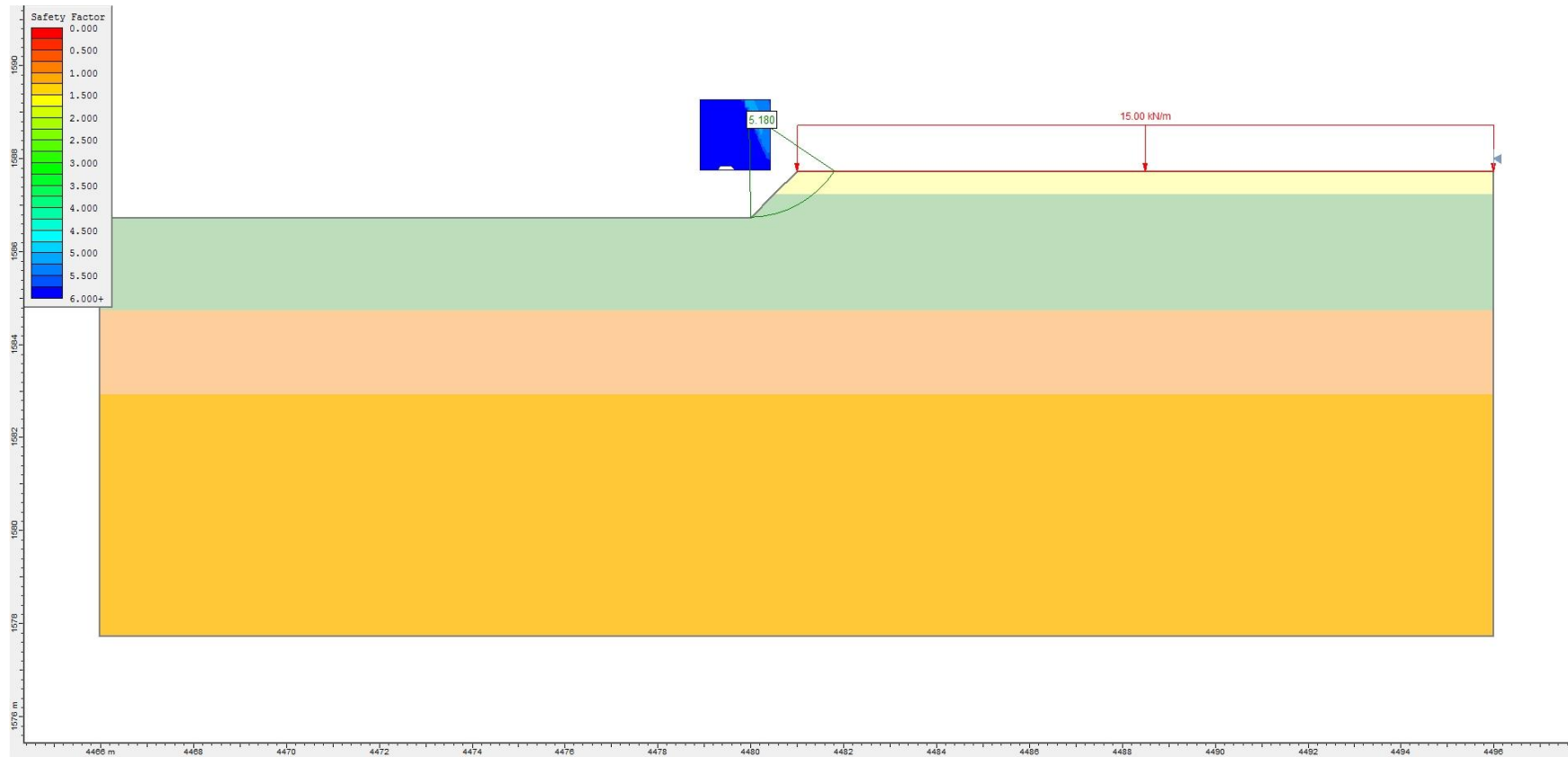


ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD, TALUD 0:1  
ALTURA DE TALUD 2.50 m  
F.S. = 1.682

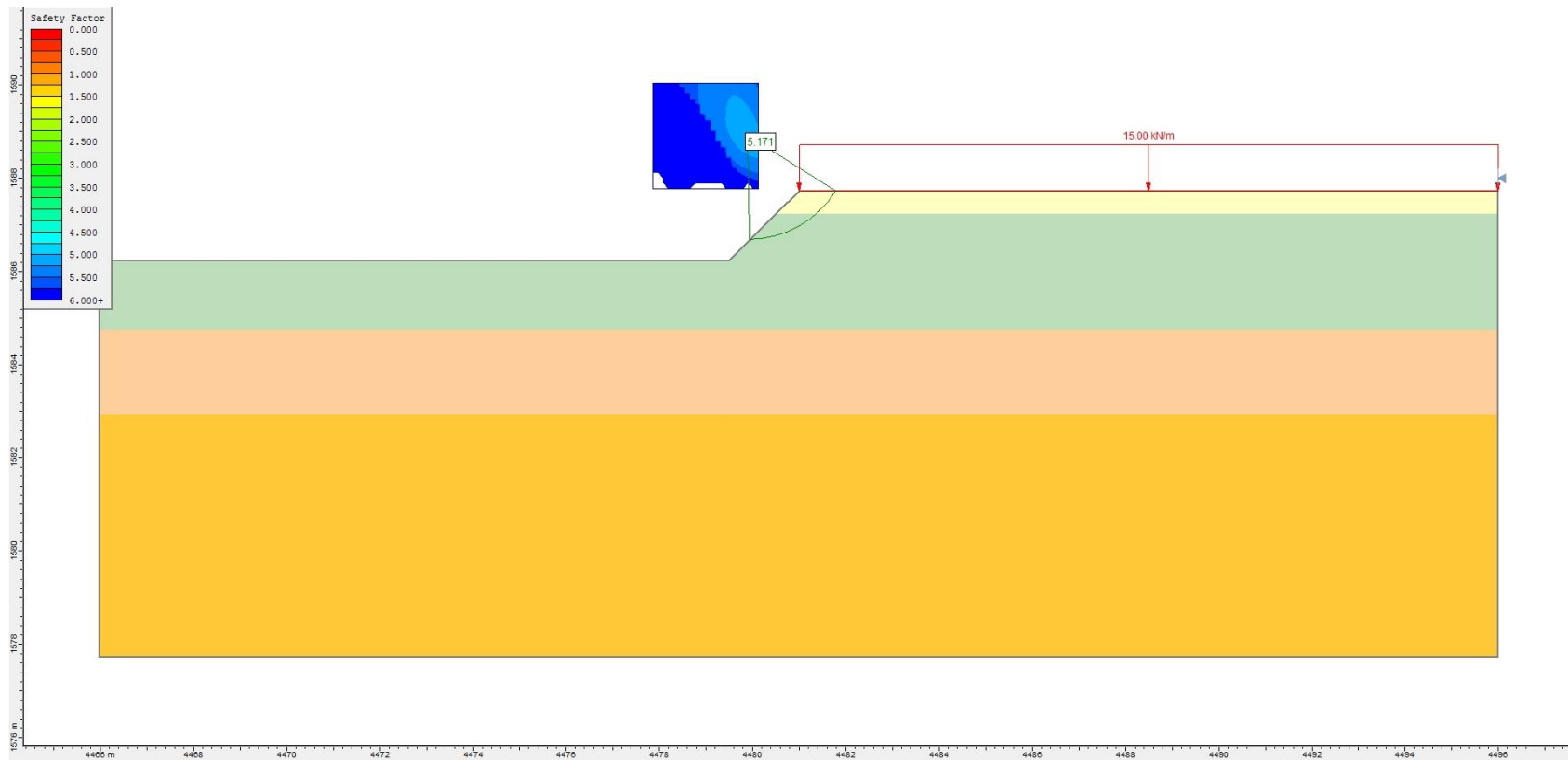




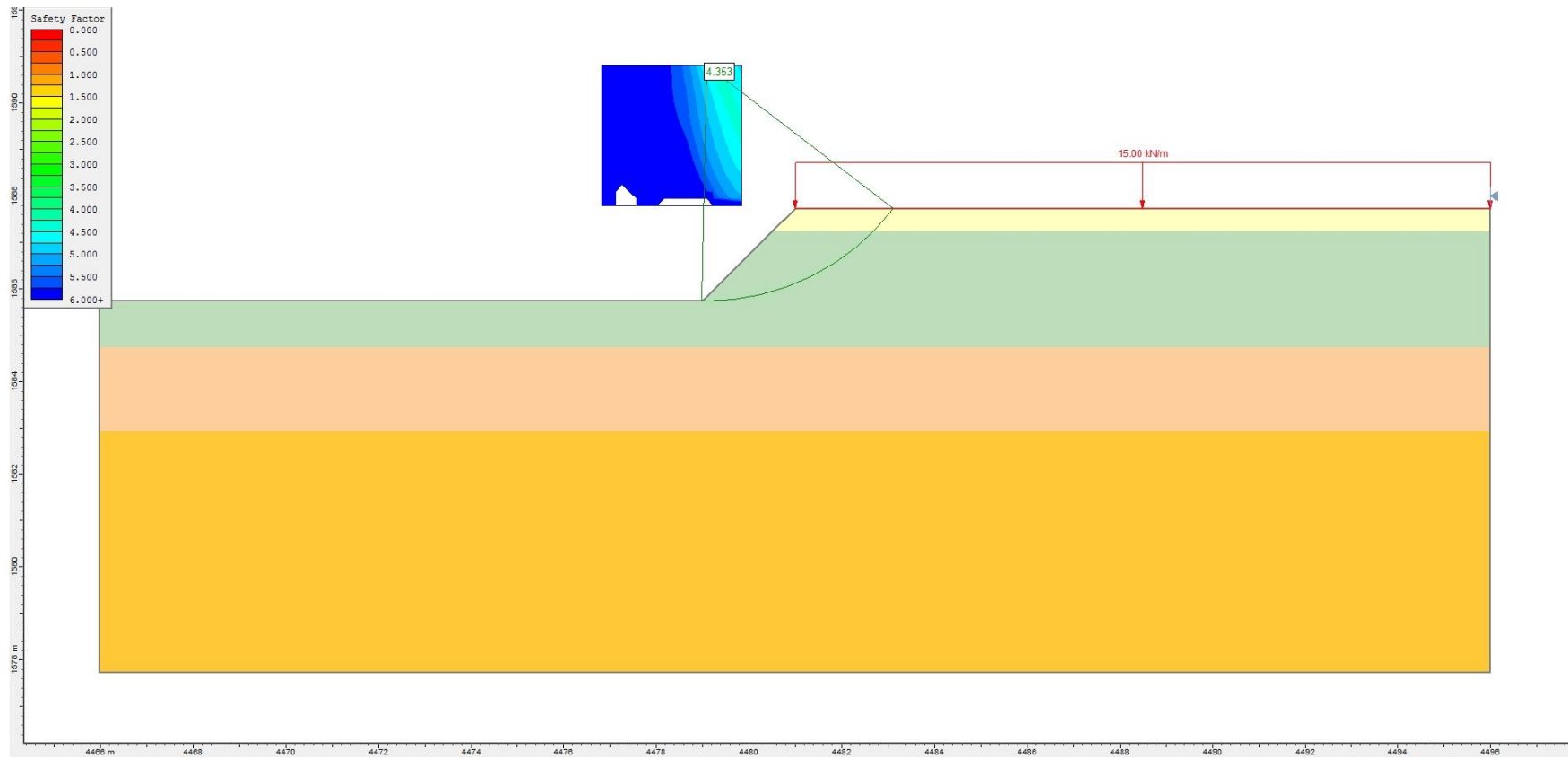
ANÁLISIS ESTÁTICO DE ESTABILIDAD, TALUD 1:1  
ALTURA DE TALUD 1.00 m  
F.S. = 5.180



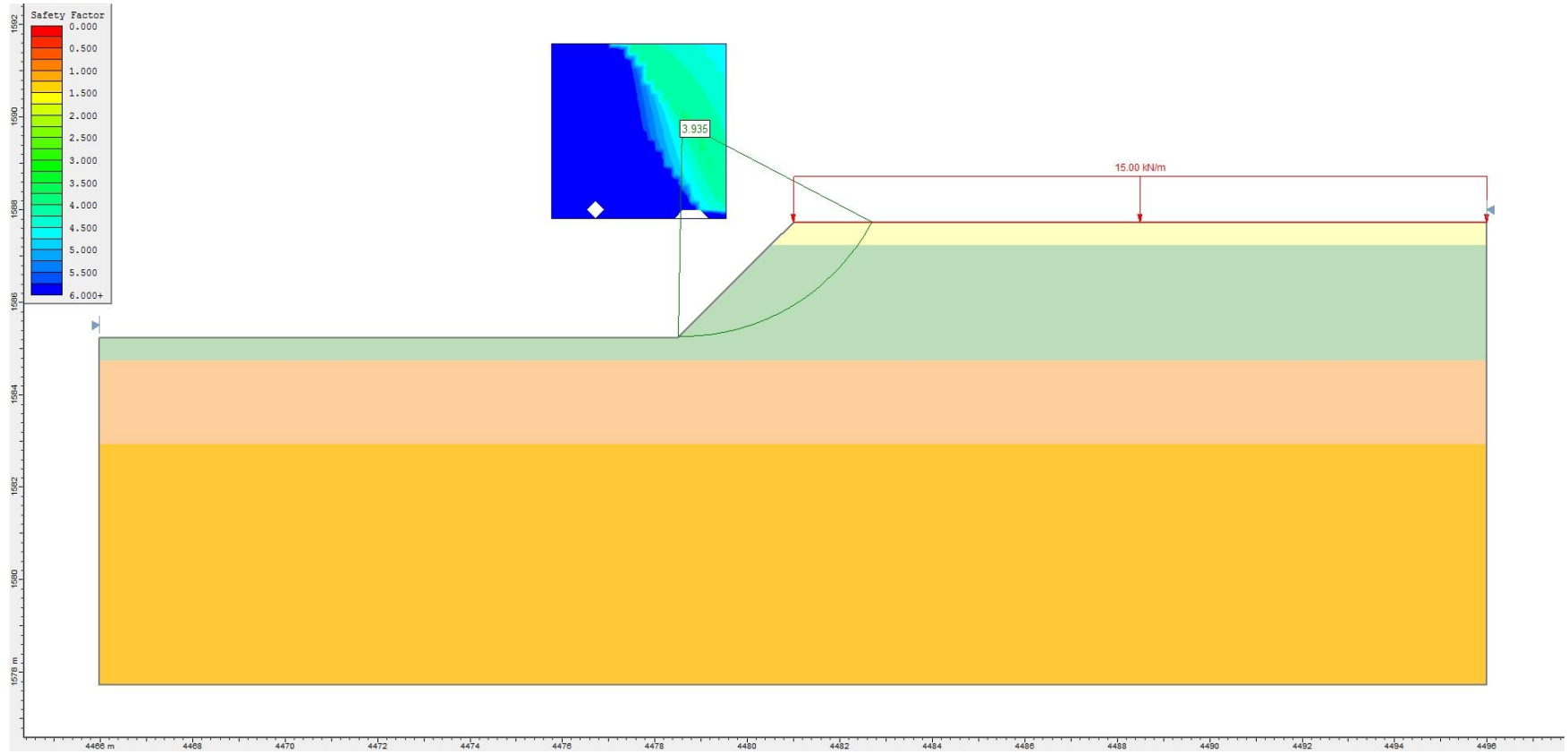
ANÁLISIS ESTÁTICO DE ESTABILIDAD, TALUD 1:1  
ALTURA DE TALUD 1.50 m  
F.S. = 5.171



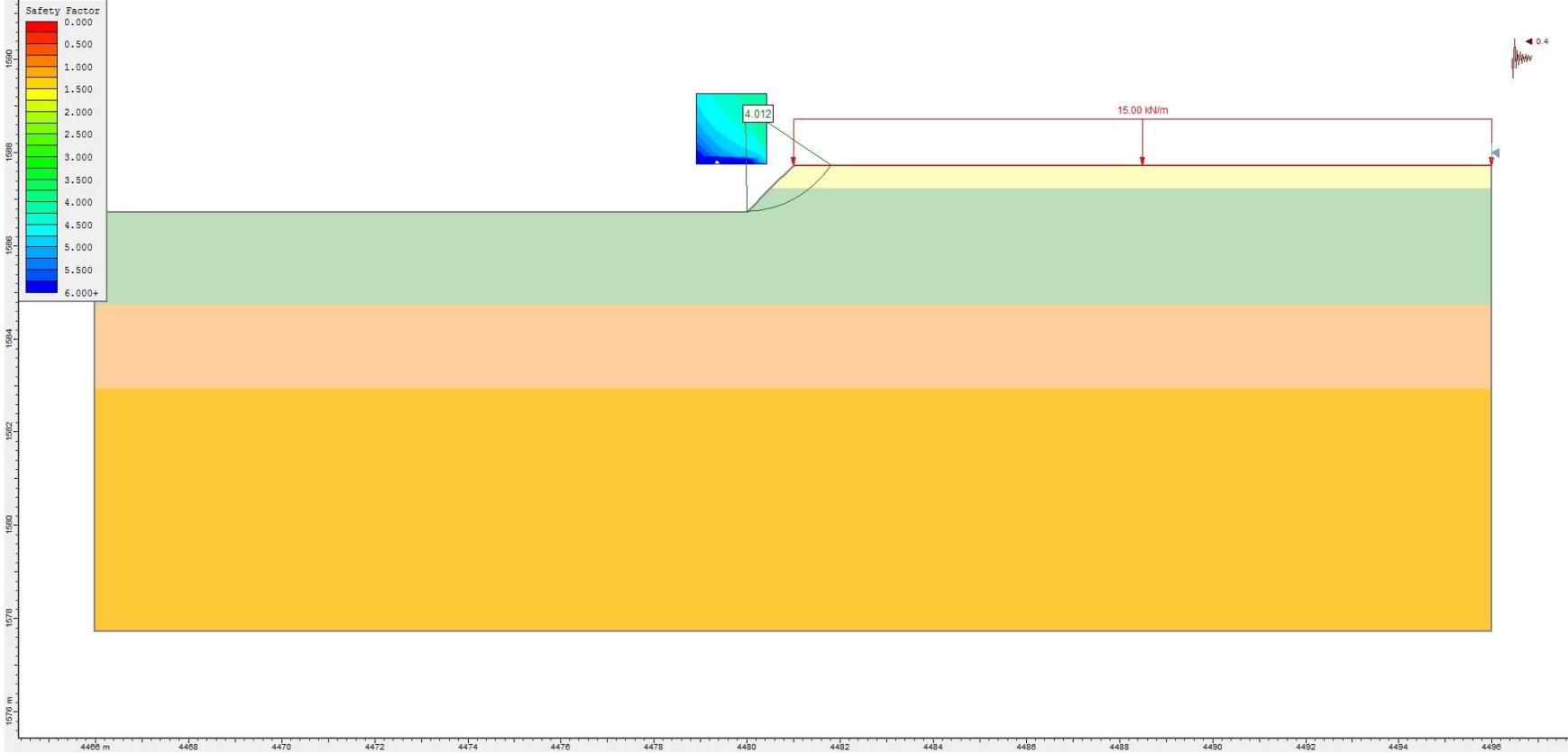
ANÁLISIS ESTÁTICO DE ESTABILIDAD, TALUD 1:1  
ALTURA DE TALUD 2.00 m  
F.S. = 4.353



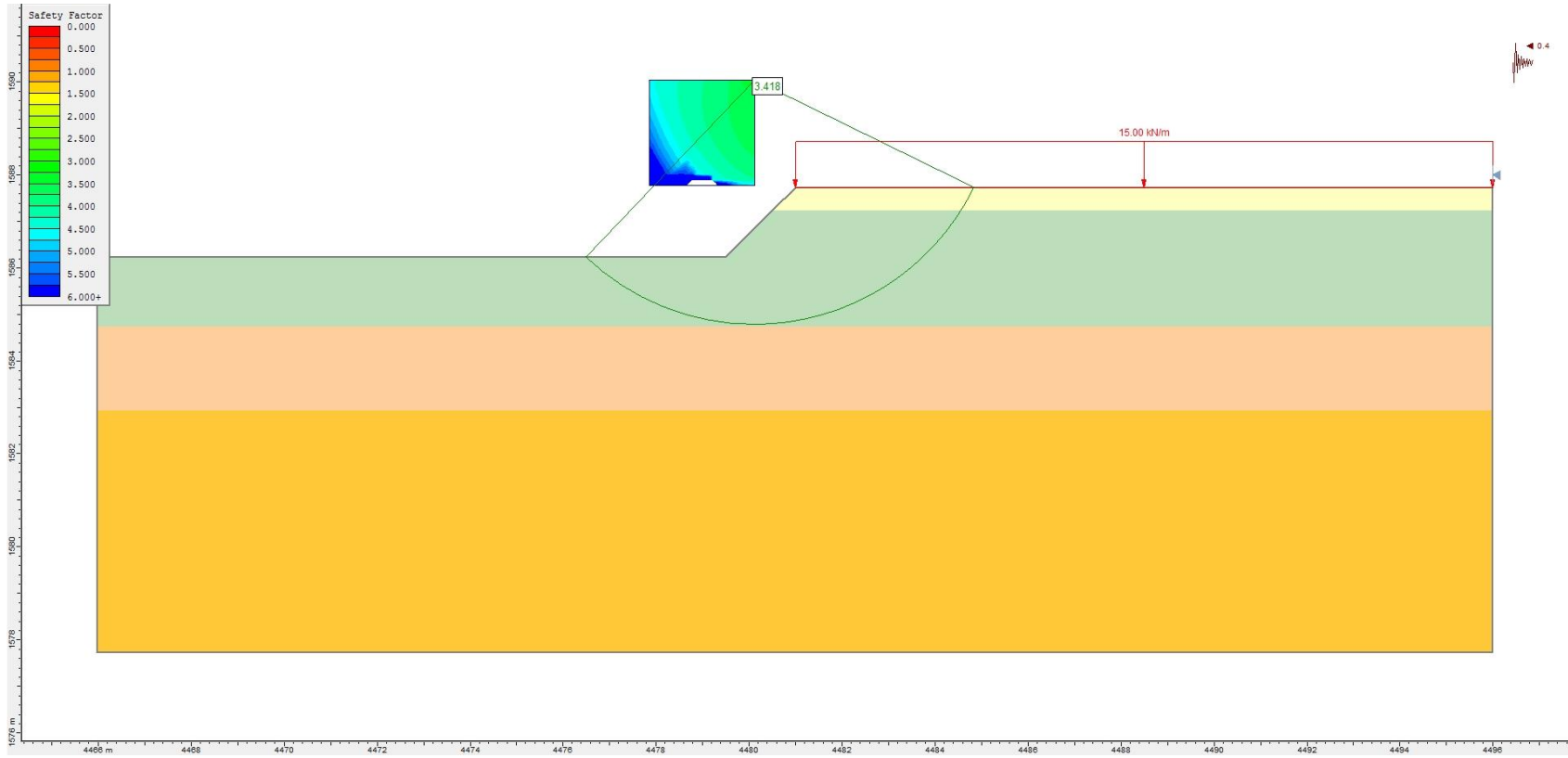
ANÁLISIS ESTÁTICO DE ESTABILIDAD, TALUD 1:1  
ALTURA DE TALUD 2.50 m  
F.S. = 3.935



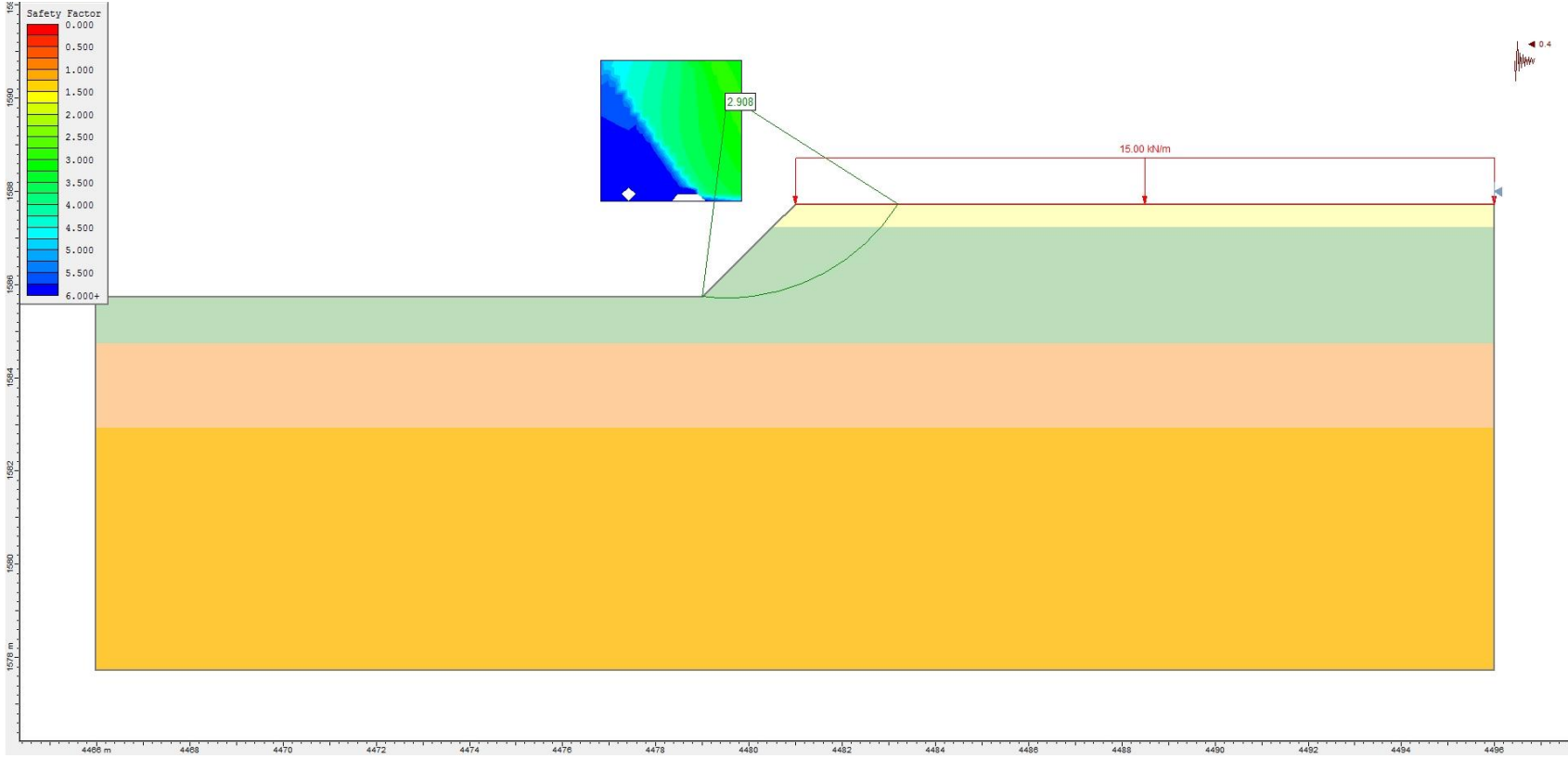
ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD, TALUD 1:1  
ALTURA DE TALUD 1.00 m  
F.S. = 4.012



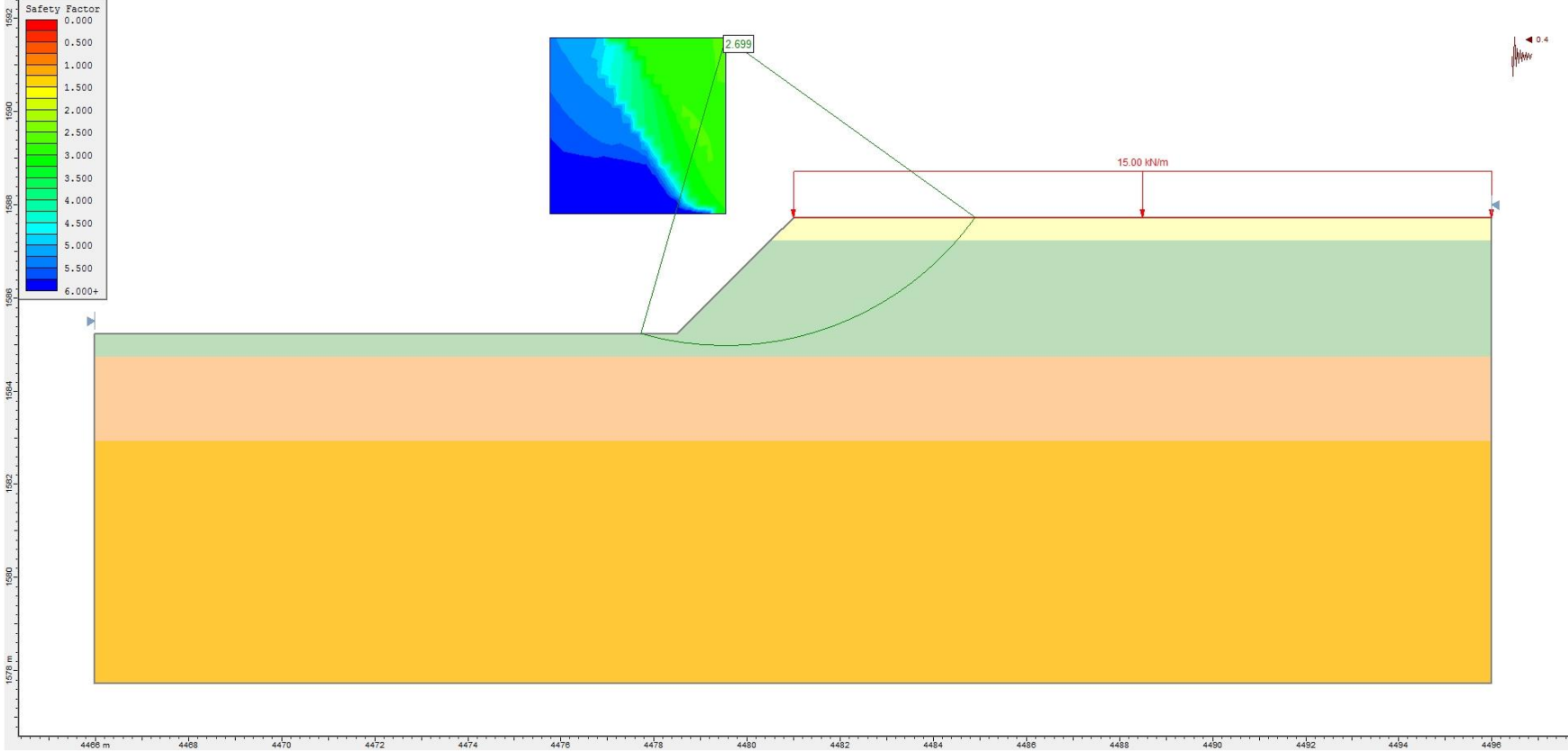
ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD, TALUD 1:1  
ALTURA DE TALUD 1.50 m  
F.S. = 3.418



ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD, TALUD 1:1  
ALTURA DE TALUD 2.00 m  
F.S. = 2.908



ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD, TALUD 1:1  
ALTURA DE TALUD 2.50 m  
F.S. = 2.699





Después de realizarse los análisis de estabilidad, se resumen los resultados de los factores de seguridad en la siguiente tabla:

**Tabla 3. Resultados de Factor de Seguridad.**

Distribución del Talud (Horizontal - Vertical)	Profundidad (m)	Factor de Seguridad (Fs) Condición Estática	Factor de Seguridad (Fs) Condición Dinámica
0:1	1.00	2.418	2.229
0:1	1.50	2.432	2.099
0:1	2.00	2.325	1.876
0:1	2.50	2.121	1.682
1:1	1.00	5.180	4.012
1:1	1.50	5.171	3.418
1:1	2.00	4.353	2.908
1:1	2.50	3.935	2.699

Con base en lo anterior, el mejor comportamiento para la estabilidad de la excavación en condición estática y dinámica, es realizar un talud 0:1 (Horizontal-Vertical) a una profundidad máxima de 2.50 metros. En caso de presentarse desprendimientos o desconchamientos, será necesario incrementar los taludes, apuntalar los cortes o proteger las caras de los cortes mediante la colocación de malla de gallinero sobre toda la cara del talud anclándola con varillas de 3/8" en cantidad suficiente para sostenerla, y un repellado de concreto simple  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  de 3 a 5 cm de espesor reforzado con la malla de gallinero, empleando varilla de 3/8" de 50 cm de longitud ancladas al terreno, en distribución en tres bolillo de 2 a 3 m sobre la cara del talud, hacer traslapes de 20 cm y amarres con alambre recocado para la malla de gallinero.

# MÓDULOS DE REACCIÓN





## MÓDULOS DE REACCIÓN

PROYECTO: "CESI" SEDE AGUASCALIENTES

UBICACIÓN: Aguascalientes, México.

DESCRIPCIÓN: DETERMINACIÓN DE MÓDULOS DE REACCIÓN

ELABORÓ: Héctor Cabañas R.

FECHA: jun-17

REVISÓ: Armando Corona A.

FECHA: jun-17

AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.

FECHA: jun-17

HOJA: 1 DE: 1

REVISIÓN N° 1

FECHA: jun-17

CLASIFICACIÓN:

**Para determinar los módulos de reacción se emplea la ecuación:**

$$k_s = \frac{E}{B(1 - \mu^2)}$$

Donde:

$k_s$ : Módulo de reacción en  $t/m^3$

E: Módulo de deformabilidad en  $t/m^2$

B: Ancho de la cimentación

$\mu$ : Relación de Poisson, adimensional

Ancho de la cimentación B (m)	$\mu$ (adimensional)	E ( $t/m^2$ )	$k_s$ ( $t/m^3$ )
0.50	0.35	335	764
0.60	0.35	335	636
0.70	0.35	335	545
0.80	0.35	335	477
0.90	0.35	335	424
1.00	0.35	335	382
1.10	0.35	335	347
1.20	0.35	335	318
1.30	0.35	335	294
1.40	0.35	335	273
1.50	0.35	335	255
1.60	0.35	335	239
1.70	0.35	335	225
1.80	0.35	335	212
1.90	0.35	335	201
2.00	0.35	335	191
2.10	0.35	335	182
2.20	0.35	335	174
2.30	0.35	335	166
2.40	0.35	335	159
2.50	0.35	335	153

# ANEXO V

## REPORTE FOTOGRAFICO.

### “CESI” SEDE AGUASCALIENTES

## REPORTE FOTOGRÁFICO CENTRO SERVICIOS INFONAVIT "CESI" SEDE AGUASCALIENTES, MÉXICO.



Localización del predio para el proyecto.



Localización del sondeo y pozos a cielo abierto para el proyecto.

## POZO A CIELO ABIERTO PCA-1



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-1.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-1.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-1.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-1.





Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-1.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-1.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-1.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-1.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-1.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-1.

## POZO A CIELO ABIERTO PCA-2



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-2.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-2.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-2.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-2.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-2.





Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-2.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-2.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-2.

## POZO A CIELO ABIERTO PCA-3



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-3.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-3.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-3.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-3.

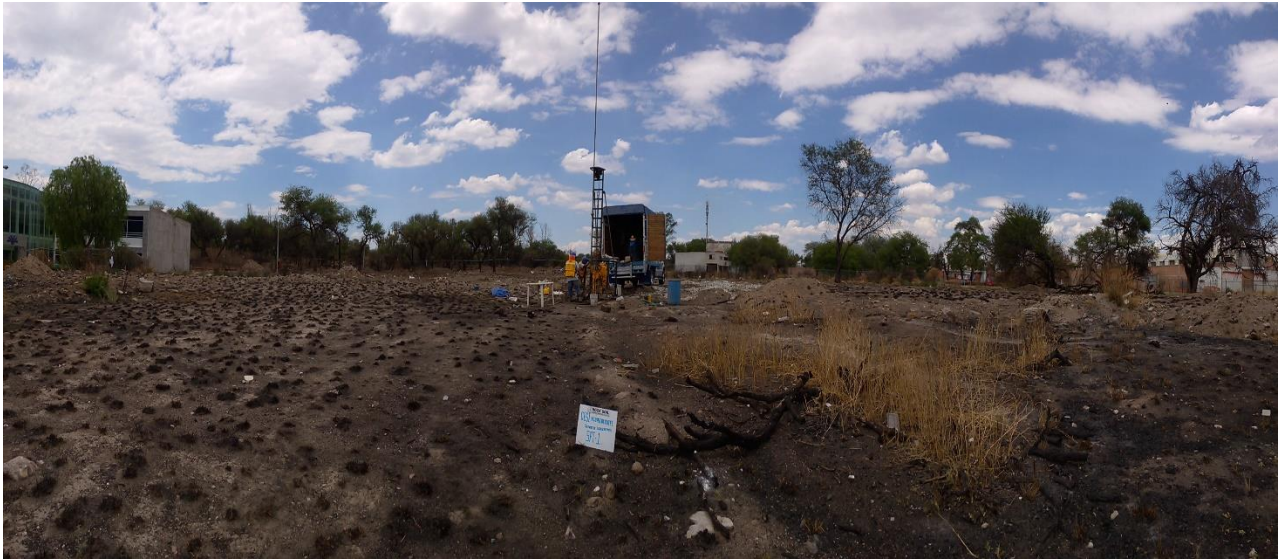


Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-3.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-3.

## SONDEO MIXTO SM-1



Trabajos de perforación del sondeo SM-1

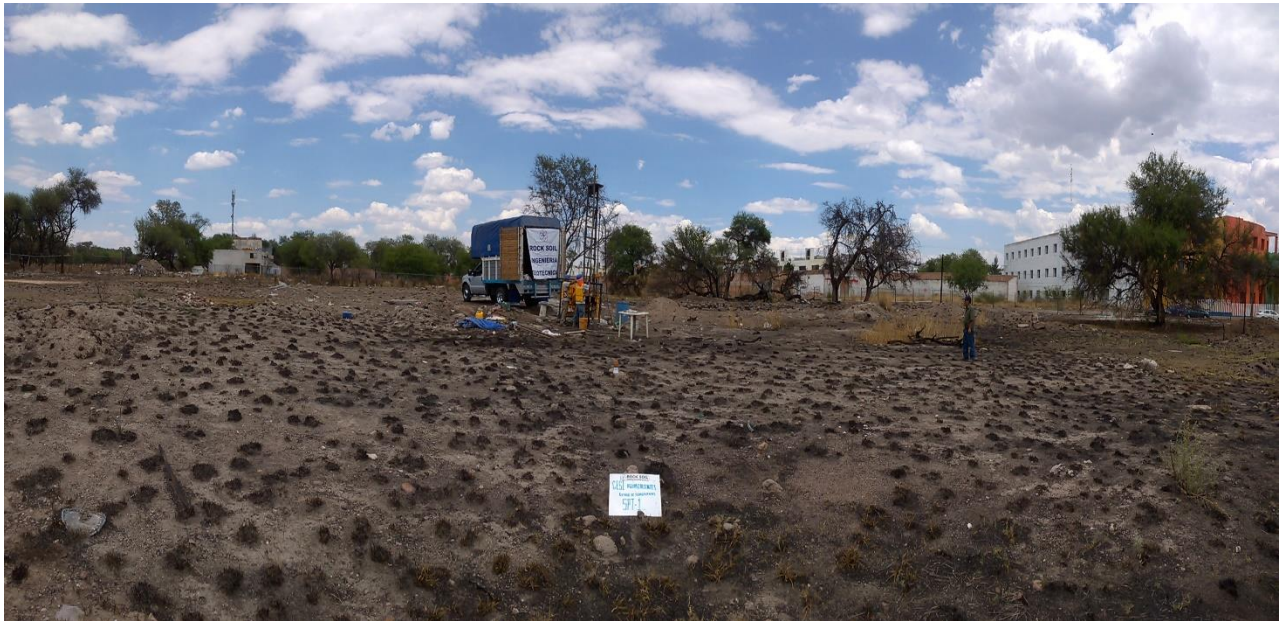


Trabajos de perforación del sondeo SM-1





Trabajos de perforación del sondeo SM-1



Trabajos de perforación del sondeo SM-1



Trabajos de perforación del sondeo SM-1



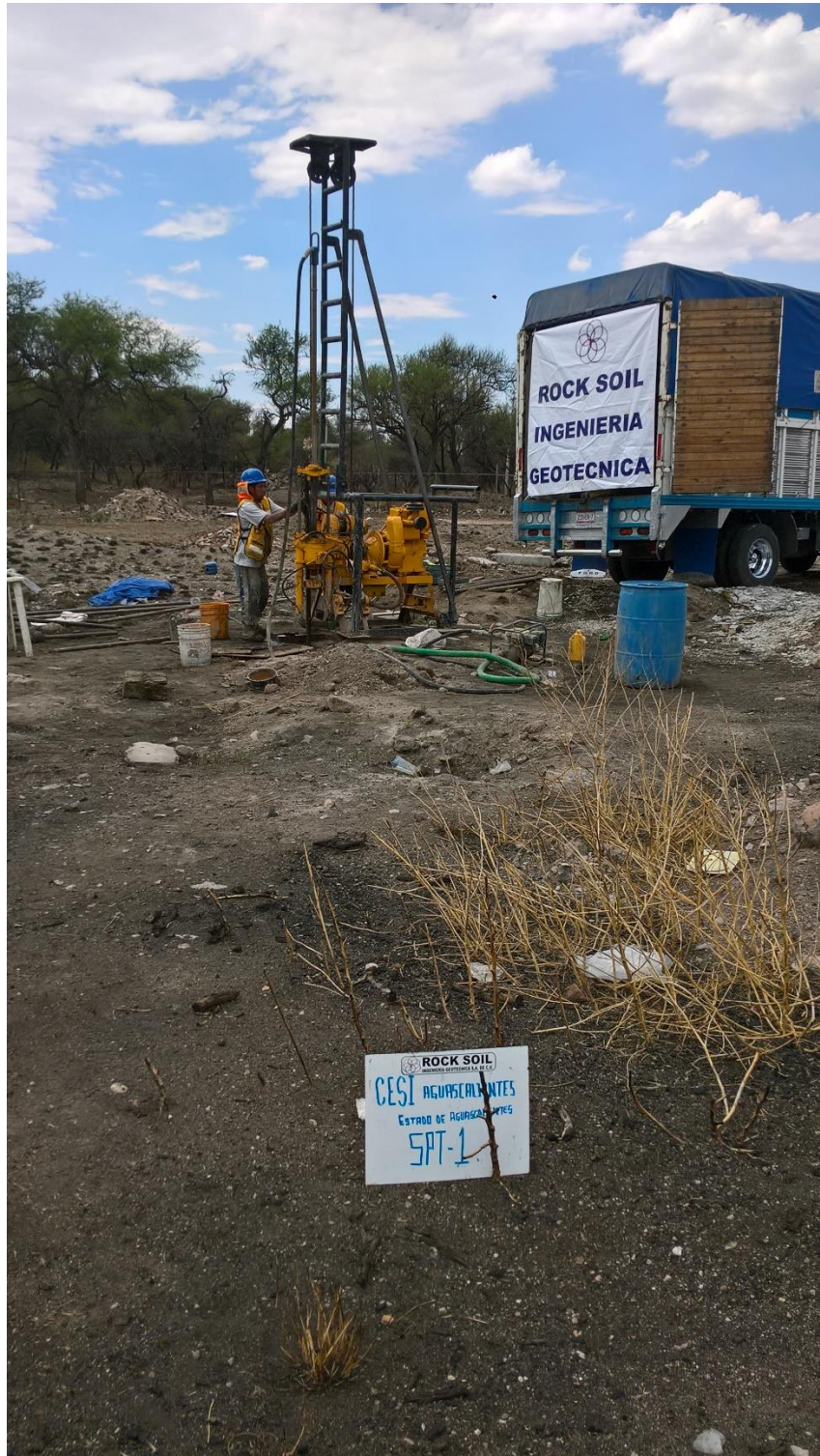
Trabajos de perforación del sondeo SM-1



Trabajos de perforación del sondeo SM-1



Trabajos de perforación del sondeo SM-1



Trabajos de perforación del sondeo SM-1



Trabajos de perforación del sondeo SM-1