



Bogotá - Calle 22C-130-51 BODEGA 6 Tel:



### INFORME DE ENSAYO DE UNIDADES (BLOQUES Y LADRILLOS) PARA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL NTC-4017

**Procedencia:** CASA DE LA PAZ (FACATATIVA)

**Fecha de toma:** 2018-10-05

**CR:** 2025

**Fecha de recibo:** 2018-11-07 **N° de muestra:** 3513

**Descripción:** MURO COCINA

**Fecha de ensayo:** 2018-11-07

**Nota:** Los resultados corresponden exclusivamente a la muestra ensayada.

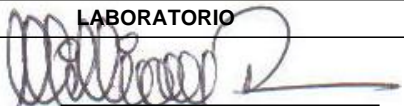
#### RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Bloque N°	Alto (1)	Largo (2)	Ancho (3)	Edad Ensayo	Carga W (kN)	Carga W (kgf)	Área Neta (cm²)	Resistencia (kg/cm²)	Especificación (kg/cm²)	Cumple Sí o No
2	6.6	15.8	6.9	N/A	26.32	2684	109.0	24.6		
4	6.3	12.6	6.8	N/A	25.71	2622	85.7	30.6		
PROMEDIO								27.6		

#### ABSORCIÓN

Bloque N°	Peso Seco (WD)	Peso SSS (WS)	Absorción (%)	Especificación (Max) (%)
2	1407	1780	26.51	
4	941	1210	28.59	
			27.5	

FIN DE INFORME

LABORATORIO	RECIBIDO	Código: F-EM-14/04
<b>FIRMA:</b>  Fernando Rodríguez Daza. DIRECTOR DE LABORATORIO	<b>FIRMA:</b> _____ <b>FECHA:</b> _____	<b>Inf N:</b> <u>672960</u> <b>Fecha:</b> <u>2018-11-07</u>
<i>Pág. 1/1   2018-11-07</i>		

**Procedencia:** CASA DE LA PAZ (FACATATIVA)

**Fecha de toma:** 2018-10-05

**CR:** 2025

**Fecha de recibo:** 2018-11-07 **N° de muestra:** 3512

**Descripción:** MURO DIVISORIO PATIO

**Fecha de ensayo:** 2018-11-07

**Nota: Los resultados corresponden exclusivamente a la muestra ensayada.**

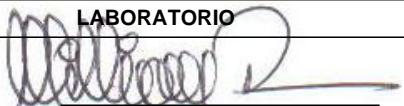
**RESISTENCIA A COMPRESIÓN**

Bloque N°	Alto (1)	Largo (2)	Ancho (3)	Edad Ensayo	Carga W (kN)	Carga W (kgf)	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Especificación (kg/cm <sup>2</sup> )	Cumple Sí o No
1	7.0	15.0	6.9	N/A	37.06	3779	103.5	36.5		
3	4.6	13.7	7.7	N/A	79.64	8121	105.5	77.0		
PROMEDIO								56.7		

**ABSORCIÓN**

Bloque N°	Peso Seco (WD)	Peso SSS (WS)	Absorción (%)	Especificación (Max) (%)
1	1285	1458	13.46	
3	751	874	16.38	
			14.9	

FIN DE INFORME

LABORATORIO	RECIBIDO	Código: F-EM-14/04
<b>FIRMA:</b>  Fernando Rodríguez Daza. DIRECTOR DE LABORATORIO	<b>FIRMA:</b> _____ <b>FECHA:</b> _____	<b>Inf N:</b> <u>672958</u> <b>Fecha:</b> <u>2018-11-07</u>
Pág. 1/1   2018-11-07		

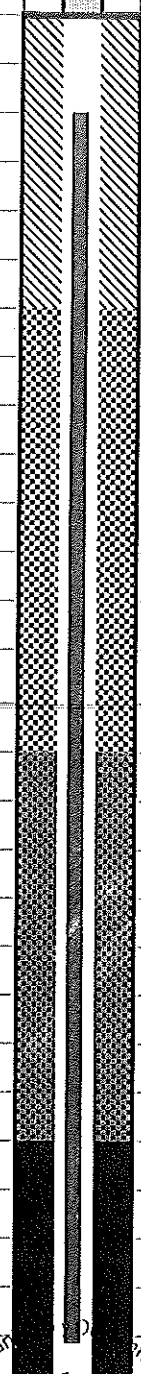
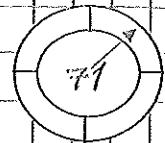
**INGEOLAB**

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL

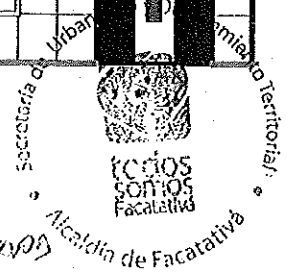
**ESTUDIO DE SUELOS Y  
RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN  
PARA LA CONSTRUCCION EDIFICIO DE 4  
PISOS UBICADO EN LA CALLE 7 No 2-38  
SUR MUNICIPIO DE FACATATIVA  
CUNDINAMARCA**

**MARZO DE 2012**

CALLE 1 N° 4-41 -TEL.: 827 5211-CELULAR: 310 225-0018 -MOSQUERA CUND.



*[Handwritten signature]*  
5 AGO. 2013  
RES 339  
PRIMERA ETAPA



INGEOLAB

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**ESTUDIO DE SUELOS  
EDIFICIO DE CUATRO PISOS CON  
DESTINO A VIVIENDA UBICADO EN LA  
CALLE 7 No 2-38 SUR MUNICIPIO DE  
FACATATIVA CUNDINAMARCA**

---

**MOSQUERA CUNDINAMARCA  
FEBRERO 2012**

# INGEOLAB

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL

Mosquera, Cundinamarca. Marzo de 2012

Señores:

**OFICINA DE PLANEACION MUNICIPIO FACATATIVA CUNDINAMARCA**  
Ciudad


Respetados Señores:

YO, RICHARD SARMIENTO ROJAS, Ingeniero Civil con matricula Profesional 08202100375 ATL, debidamente registrado en el consejo Profesional de Ingeniería y Arquitectura de Cundinamarca, presento los estudios de suelos y recomendaciones de cimentación, para la construcción edificio de 4 pisos ubicado en la calle 7 No 2-38 Sur municipio Facatativa Cundinamarca, elaborados de acuerdo a los requerimientos de la NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES NSR-10, LEY 400 de 1997 Y DECRETO 926 de Marzo de 2010.

Declarando que asumo la responsabilidad por los perjuicios que a causa a de ellos puedan deducirse, siempre y cuando se cumplan las recomendaciones y especificaciones dadas en el estudio.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por esta dependencia no constituye una aprobación al estudio de suelos, sino una verificación del cumplimiento de la NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE.

Cordialmente



RICHARD SARMIENTO ROJAS  
C.C. No 72.220.704 de Barranquilla  
Ingeniero Civil M.P 08202100375 ATL

4

INGEOLAB  
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

## ESTUDIO DE SUELOS

ESTUDIO DE SUELOS EDIFICIO DE 4 PISOS

13 de marzo de 2012

---

## Índice de figuras

1.	Facatativa - Cundinamarca . . . . .	10
2.	Facatativa en Colombia . . . . .	10
3.	Figura típica de la cimentación . . . . .	15
4.	Capacidad portante . . . . .	17
5.	Capacidad portante vs longitud del cimiento . . . . .	18
6.	Grafica de excentricidad . . . . .	18
7.	Caso I de cimentacion excentrica . . . . .	18
8.	Caso II de cimentacion excentrica . . . . .	19
9.	Caso III de cimentacion excentrica . . . . .	19
10.	Esfuerzos Principales . . . . .	23
11.	Diagrama de deformaciones del suelo . . . . .	23
12.	Esfuerzos máximos del suelo . . . . .	23
13.	Comportamiento dinámico de la capa . . . . .	24
<hr/>		
14.	Comportamiento del coeficiente de amortiguamiento . . . . .	25
15.	Diagramas de empujes de Coulomb . . . . .	26
16.	Asentamientos inmediatos . . . . .	27
17.	Asentamientos por consolidación . . . . .	28

## Índice de cuadros

1. INDICE DE MODIFICACIONES . . . . .	4
2. NUMERO DE REVISION . . . . .	4
3. Propiedades dinámicas de suelos . . . . .	21

Parte I

CARTAS DE AUTORIZACION

---

INDICE DE MODIFICACIONES

INDICE DE REVISIÓN	SECCION MODIFICADA	FECHA DE MODIFICACION	OBSERVACIONES
1	INFORME DE SUELOS	MARZO DE 2012	
2			
3			
4			
5			

Cuadro 1: INDICE DE MODIFICACIONES

REVISION Y APROBACIÓN.

NUMERO DE REVISIÓN	1	
RESPONSABLE POR ELABORACIÓN	NOMBRE	ING. RICHARD SARMIENTO
	FIRMA: _____	
RESPONSABLE DEL PROYECTO	NOMBRE	ARQ. JAVIER LIZANDO
	FIRMA: _____	
RESPONSABLE POR APROBACIÓN	NOMBRE	
	FIRMA: _____	
	FECHA	MARZO DE 2012

Cuadro 2: NUMERO DE REVISION

## Part II

# DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES.

---

0.1. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES.

---

### 0.1. Descripción y generalidades.

La obra se construirá sobre un lote de 72.0 metros aproximadamente, en cuatro pisos con muros en bloque, fachadas en ladrillo, cubierta en teja ondulada y se encuentra ubicada en la calle 7 No 2-38 sur municipio de Facatativa Cundinamarca .

#### 0.1.1. Descripción física

El Municipio de Facatativá, se encuentra ubicado geográficamente en el extremo occidental de la Sabana de Bogota D .C. a 36 Km de la ciudad capital, cerrándose en dos ramificaciones de la cordillera Oriental, constituidas por los cerros del "Aserraderos" y "Santa Elena", de los cuales uno sigue la dirección de Occidente Sur, formando el cerro de Manjuy y el otro de Occidente-Oriente formando los cerros de Churrasi , Piedrecitas y Mancilla, para terminar en el punto de la vuelta del cerro, en el camino que conduce a Subachoque.

Dentro de su geografía se destacan el alto de la Tribuna con una Altura aproximada de 3.000 metros, ubicado al occidente de la Vía Albán; El alto de las Cruces con 2800 metros, ubicado al sur de la Vía Anoláima por el Camino Real; el cerro Manjuy con 3150 metros; caminos reales de Zipacón, Anoláima al Gualivá (Sasaima): sendero vereda Mancilla la Selva San Rafael, Camino Antiguo Ferrocarril Mancilla El Dintel: reservas naturales Vereda la Selva. entre otros. Actualmente a Facatativa, se llega desde Bogota por la ruta de la autopista Medellín y la otra por la salida a

#### 0.1.2. Límites

Facatativá limita así

- ✕ por el norte con el Municipio de Sasaima, la Vega, y San Francisco;
- ✕ por el Sur, con Zipacón y Bojacá;
- ✕ por el Oriente con Madrid y el Rosal;
- ✕ por el Occidente, con Anoláima y Albán.

#### 0.1.3. Características del municipio

- ✕ Extensión total: 158 Km<sup>2</sup>
- ✕ Extensión área urbana: 6 Km<sup>2</sup> de zona urbana Km<sup>2</sup>
- ✕ Extensión área rural: 152 Km<sup>2</sup> de zona rural Km<sup>2</sup>
- ✕ Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): su altura sobre el nivel del mar es de 2.586 m.
- ✕ Temperatura media: 14<sup>o</sup> C

#### 0.1.4. Economía

En el municipio la actividad industrial está representada por empresas que producen alimentos, cosméticos, joyas, jabones, refinería y concentrados para animales, algunas de estas son: Promasa, Arrocería de la Sabana, Jabonerías Unidas, Yanbal, Alpina. Indalpe, Inagro, Ecopetrol: localizadas en la zona urbana y las veredas Prado. Mancilla y La Tribuna

0.2. *NORMATIVA Y CARACTERISTICAS DEL PROYECTO EN MENCIÓN.*

## 0.2. Normativa y características del proyecto en mención.

### 0.2.1. Normativa

Los criterios para la ejecución del presente Estudio Geotécnico son los correspondientes para tales fines, establecidos en el TÍTULO H del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, expedido de acuerdo con la Ley 400 de 1997 por medio de sus Decretos 926 y 2525 de 2010 y Decreto 92 de 2011. Tanto el alcance de la exploración como el programa de ensayos de laboratorio está acorde a lo establecido en el TÍTULO H, de igual forma el análisis y las recomendaciones son acordes a lo establecido en el respectivo Título. Los procedimientos para la ejecución de los trabajos son los establecidos por las normas NTC del Instituto Colombiano de Normas Técnicas, sobre las cuales hace referencia el respectivo TÍTULO H. De acuerdo con el numeral H.3.1 y H.3.2 de la NSR-10 el proyecto se clasifica así:

- ✕ 1. De acuerdo con la Tabla H.3.1-1 del numeral H.3.1.1 de la NSR-10 la categoría de la edificación es baja
- ✕ 2. Teniendo en cuenta la Tabla H.3.2-1 del numeral H.3.2.3 de la NSR-10 el número mínimo de perforaciones es de tres (03) y la profundidad mínima de perforaciones debe ser 6 metros, por lo menos
- ✕ De acuerdo con el numeral H.3.1 de la NSR-10 el proyecto se puede calificar como una edificación en altura.

### 0.2.2. Evaluación preliminar de cargas

Las cargas a considerar en este tipo de proyectos para un análisis de capacidad portante y asentamientos serán :

- ✕ Cargas muertas debidas al peso propio del elemento
- ✕ Cargas vivas
- ✕ Cargas debidas a excentricidad
- ✕ Fuerzas sismicas

El calculista estructural deberá suministrar a esta consultoría el listado de cargas de cimentación resultantes de los diseños para revisar los factores de seguridad de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, título H.2.4. Los listados de cargas a suministrar serán los correspondientes a las siguientes condiciones de análisis de la estructura:

- ✕ Carga Muerta + Carga Viva Normal,
- ✕ Carga Muerta + Carga Viva Máxima, y,
- ✕ Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo Estático aplicado para un  $R=1$  en alguno de los dos sentidos; estas combinaciones de carga son, respectivamente, (B.2.3.7), (B.2.3.2) y (B.2.3.8) del numeral B.2.3.1 de la NSR-10. 8.1.1

0.2. *NORMATIVA Y CARACTERISTICAS DEL PROYECTO EN MENCIÓN.*

0.2.3. Responsabilidad de los diseños

Esta oficina y en su nombre el profesional responsable del estudio, y conforme a lo establecido por la Ley 400 de 1997, Artículo 28 "Experiencia del Ingeniero Geotecnista" [Título H, Capítulo H.1, Literal H.1.1.21: Firma de Los Estudios], asumo la responsabilidad del presente Estudio Geotécnico exonerando a las Autoridades Municipales Competentes, conforme a lo establecido por la NSR-10 [Ley 400 de 1997, Título III, Capítulo I, Artículo 5 y 6: Responsabilidad de los Diseños]; en cualquier tipo de caso, situación o eventualidad que pudiera presentarse, en que las obras a que hace referencia el presente estudio no se ejecuten conforme a lo estipulado por el mismo, no asumiremos responsabilidad civil ni penal alguna.

0.2.4. Parámetros de diseño estructural

- ✕ Aa: 0.15
- ✕ Av: 0.20
- ✕ Zona de amenaza sísmica: intermedia
- ✕ Ae:0.12
- ✕ Ad: 0.06
- ✕ Tipo de suelo: E
- ✕ Grupo II
- ✕ Coeficiente de importancia 1.10

## Part III

# DIRECCION Y LOCALIZACIÓN

---

0.3. DIRECCIÓN Y UBICACIÓN

**0.3. Dirección y ubicación**

La figura No 1 y No 2 presenta la ubicación del sector objeto de estudio.

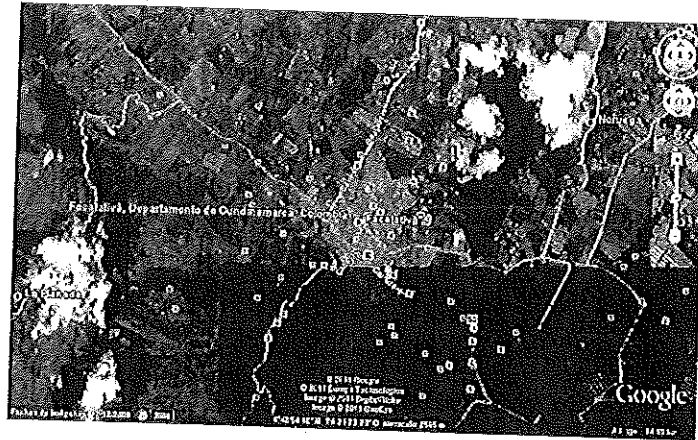


Figura 1: Facatativa - Cundinamarca

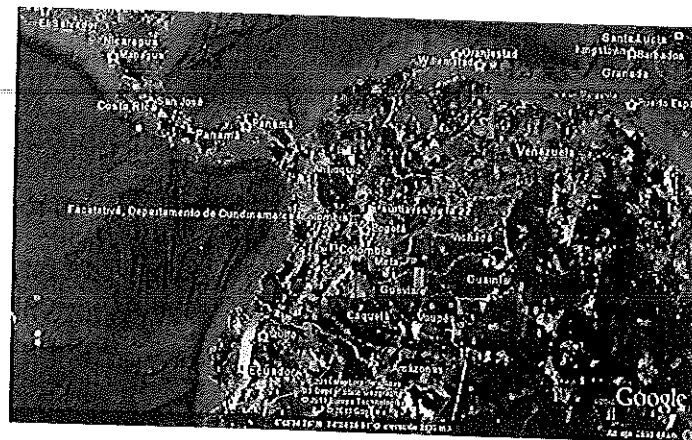


Figura 2: Facatativa en Colombia

## Part IV

# OBJETIVOS Y ALCANCE

---

*0.4. ALCANCE*

---

**0.4. Alcance**

En este informe se establecen criterios básicos para la elaboración del estudio geotécnico que comprenden la investigación del subsuelo, los análisis de capacidad portante y las recomendaciones necesarios desde el punto de vista geotecnico para la construcción de la obra en mención, de manera que se garantice un adecuado comportamiento de la estructura, se pretende evaluar la información recolectada de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras tomadas de los sondeos.

**0.5. Objetivos**

Determinar las condiciones físico mecánicas de los suelos existentes, además de evaluar la capacidad portante del suelo, y los asentamientos posibles del sistema con base en la información de campo recolectada y sometiendo el suelo a unos estados de carga posibles. Es fundamental que una vez se tenga los diseños estructurales se hagan llegar a esta oficina para su aprobación según el reglamento NSR-10.

Parte V

INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

---

0.6. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

### 0.6. Investigación del subsuelo

Para el estudio en mención se ejecutaron 3 sondeos manuales, de los cuales se recolecto muestras alteradas con el fin de ejecutar los ensayos fisicos y mecanicos, tales como limites de attemberg, humedades, compresiones inconfinas, estos valores serán evaluadas con el fin de obtener las características definitivas del suelo de fundación.

### 0.7. Localización del nivel freático

El nivel de aguas freáticas fuerón encontrados en la elaboración de los 3 sondeos ( ver perfiles estratigraficos), sin embargo la profundidad del nivel freatico es profundo se debe preveer un correcto manejo de aguas lluvias para que no afecte la construcción de la cimentación estructura del suelo, además se debe preveer unos sistemas de bombeo durante le proceso de construcción, para evitar infiltraciones en la estructura sobre la cual se va hacer la fundación para evitar efectos de la oxidación e infiltración que genere empujes verticales que puedan afectar a la misma.

### 0.8. Ensayos de laboratorio

La totalidad de las muestras recuperadas se inspeccionaron detalladamente y se les ejecuto los siguientes ensayos

- ✕ Sondeos
- ✕ Estratigrafia
- ✕ Húmedad natural
- ✕ Limite líquido
- ✕ Limite plastico
- ✕ Granulometrias
- ✕ Clasificación

### 0.9. Perfil estratigráfico o unidad geotécnica

En exploración del suelo se encontro : A) Relleno en limos y escombros hasta profundidades de 0.40, 0.30 y 0.32 metros. B) Limo arcilloso organico color negro de alta compresibilidad, hasta profundidades de 0.85, 0.80 y 0.90 metros USC: OH. C) Limo arcilloso organico color cafe de humedad y plasticidad media alta. Consistencia media a firme, hasta profundidades de 1.80, 1.70 y 1.75 metros USC: OH. C) Arcilla color habana grisacea con vetas amarillas de oxidacion de humedad y plasticidad media alta . Consistencia media a firme, hasta profundidades de 4.78, 4.60 y 4.50 metros USC: CH. D) Arcilla color gris de humedad y plasticidad media alta. Consistencia media a fime, hasta profundidades de 6.20, 6.15 y 6.20 metros. A continuacion se presenta un corte tipico de cimentacion, donde se recomienda un mejoramiento minio de 0.5 m con material tipo rajón despues del nivel de cimentacion.

0.9. PERFIL ESTRATIGRÁFICO O UNIDAD GEOTÉCNICA

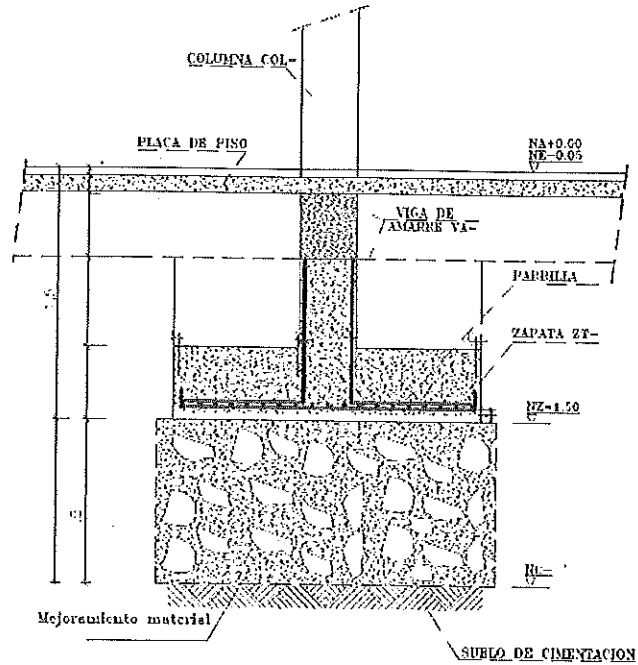


Figura 3: Figura típica de la cimentación

Part VI

**CALCULO DE LA CAPACIDAD  
PORTANTE**

---

0.10. CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

0.10. Calculo de capacidad portante

Para el cálculo de la capacidad portante la NSR-10 recomienda hacer un analisis de capacidad basandose en los principios fundamentales establecidos POR LOS PROFESORES PECK, TERZAGHI ETC y cuya formulación la establece en el titulo II, y recomienda un factor de seguridad de 3.0

El analisis de capacidad de carga se basa en el principio del equilibrio límite el cual define tres cuñas de trabajo muy bien definidas, las cuales son: la zona Activa de Rankinee y la zona pasiva, estas zonas estan representadas en la siguiente figura:

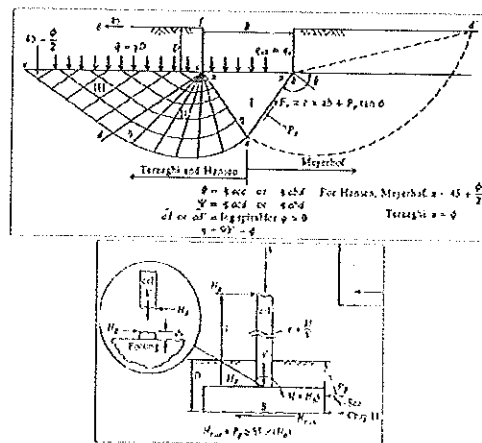


Figure 4: Capacidad portante

Para el calculo de capacidad portante se define el tamaño de la cimentación y los parámetros de carga del mismo, los cuales estan definidos según las condiciones del suelo las cargas, el tipo de cimentación entre otros, la expresión para el cálculo de la capacidad portante se puede evaluar como

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c + qN_q s_q d_q i_q + 0,5\gamma BN_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma \quad (0.10.1)$$

Donde cada uno de los coeficientes es evaluados según las especificaciones del proyecto y entregados como anexo a este informe. Finalmente para el proyecto en mención se puede establecer que la capacidad portante del suelos para cualquier tipo de cálculo estructural es de 88.9KPA Y UN NIVEL DE FUNDACIÓN DE -1.80 M, A CONTINUACION SE PRESENTA EL GRAFICO DE CAPACIDAD PORTANTE VS DIMENSION DE LA ZAPATA PARA CUALQUIER AJUSTE QUE REQUIERA EL CALCULISTA.

0.10. CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

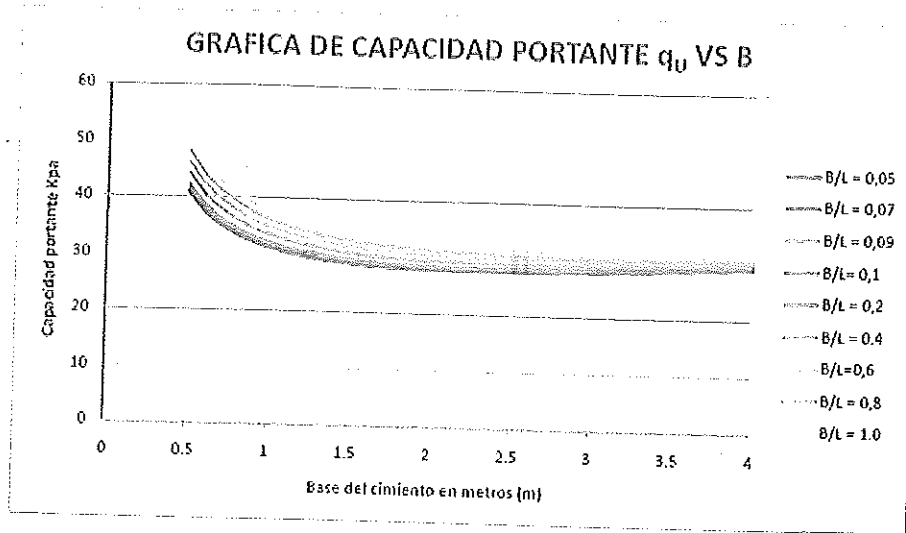


Figura 5: Capacidad portante vs longitud del cimiento

Dada las excentricidades y momentos que tiene la estructura se deberá verificar las excentricidades maximas como lo indica la siguiente figura:

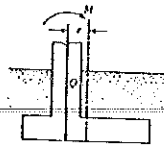


Figura 6: Grafica de excentricidad

Para este caso se pueden considerar los tres casos establecidos y mencionados en la literatura siguen:

✱ Caso I  $e_L/L < \frac{1}{2}$  y  $e_B/B > \frac{1}{6}$  el área efectiva de analisis de la cimentacion estara dada por

$$A' = \frac{1}{2} L_1 B_1 \tag{0.10.2}$$

como lo indica la figura

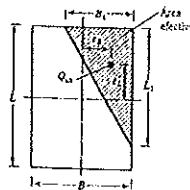


Figura 7: Caso I de cimentacion excentrica

0.10. CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

✧ Caso II  $e_L/L < \frac{1}{6}$  y  $0 < e_B/B < \frac{1}{2}$  el área efectiva de analisis de la cimentacion estara dada por

$$A' = \frac{1}{2}(L_1 + L_2)B \tag{0.10.3}$$

como lo indica la figura

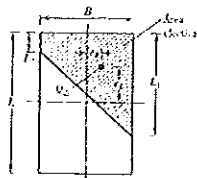


Figura 8: Caso II de cimentacion excentrica

✧ Caso I  $e_L/L < \frac{1}{6}$  y  $0 < e_B/B > \frac{1}{2}$  el área efectiva de analisis de la cimentacion estara dada por

$$A' = \frac{1}{2}(B_1 + B_2)L \tag{0.10.4}$$

como lo indica la figura

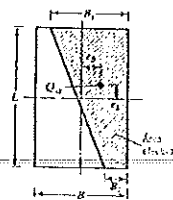


Figura 9: Caso III de cimentacion excentrica

Parte VII

ANALISIS DINAMICO Y PRUEBAS  
DINAMICAS

---

0.11. PARÁMETROS DINÁMICOS DEL SUELO.

0.11. Parámetros dinámicos del suelo.

Dada la importancia del proyecto es importante evaluar las características dinámicas del suelo, para este se debe considerar las correlaciones dadas por varios autores, entre las cuales se destacan las dadas por el profesor STEVEN KRAMER DE LA UNIVERSITY OF WASHINGTON, quien define el modulo de rigidez del suelo como

$$G_{max} = 325 \times N_{60}^{0,68} \quad (0.11.1)$$

donde  $N_{60}$  es el valor del numero de golpes corregido para una eficiencia del 60 % de la energía suministrada por el martillo. El establece que este valor puede ser evaluado como

$$N_{60} = N_{campo} \times C_N \times \frac{E_{campo}}{0,60 \times E_{ff}} \quad (0.11.2)$$

donde:

- ✧  $N_{campo}$ : Es el número de golpes obtenidos en campo
- ✧  $E_{campo}$ : Es la energía del martillo en condiciones reales
- ✧  $E_{ff}$ : Es el valor teórico del martillo (condición ideal de la caída del martillo)
- ✧  $C_N$ : Es un coeficiente que es función del esfuerzo efectivo  $\sigma'_0$  dado por

$$C_N = \sqrt{\frac{1}{\sigma'_0}} \quad (0.11.3)$$

El profesor A Gonzales en su artículo recomienda que la relación entre la energía de campo y la energía teórica para Colombia se tome como valor de 0.45, por lo cual se puede evaluar el valor  $N_{60}$  y por ende calcular los valores del modulo de rigidez del suelo. Estos cálculos son evaluados y entregados en el anexo a este informe. a continuación se presentan los perfiles de modulo de rigidez y perfil de velocidad en función de la profundidad.

Tomando para cada una de las capas en mención se encuentra que los parámetros del suelo para este caso estarán consignados en la siguiente tabla:

Tipo de suelo	Profundidad	$G_{max} = 325 \times N_{60}^{0,68}$ MPa	E (Mpa)	V(m/s)	K (Mpa/m)
Suelo tipo OH	1.2	7.14	17.9	204.96	6.90
Suelo tipo CH	5.6	11.4	28	245.87	7.89

Cuadro 3: Propiedades dinámicas de suelos

Por lo cual según lo establecido en la norma NSR-10 el suelo en mención se clasifica como suelo tipo E, con velocidades de corte medianas a altas.

0.12. Cálculo de confiabilidad en parámetros de los suelos y ángulo de fricción interna  $\phi$

Una de las características importantes a revisar en este proyecto está relacionada con las propiedades de los suelos, y en especial con su fábrica, esos parámetros son los índices de consistencia e índices de liquidez, esto son definidos como:

0.13. CALCULO DE DEFORMACIONES Y ESFUERZOS MÁXIMOS

$$IL = \frac{\%w - LP}{IP} \quad (0.12.1)$$

$$IC = \frac{LL - \%w}{IP} \quad (0.12.2)$$

para este caso se tomo una muestra representativa de suelos en la cual se valoro estas caracteriticas y posteriormente se ejecuto un analisis de confiabilidad con el fin de evaluar cual es la mejor función de densidad de probabilidad que puede ajustarse a cada parametro. El en caso de este estudio se encontro que para los dos indices se piede evaluar el comportamiento de estas dos propiedades como funciones normales, dando las siguientes caracetristicas:

$$\mu_{IL} = 0,43 \quad (0.12.3)$$

$$\sigma_{IL} = 0,32 \quad (0.12.4)$$

$$\mu_{IC} = 0,49 \quad (0.12.5)$$

$$\sigma_{IC} = 0,35 \quad (0.12.6)$$

$$\mu_{IP} = 18,81 \quad (0.12.7)$$

$$\sigma_{IP} = 12,54 \quad (0.12.8)$$

dadas que las características de los suelos con respecto al IL esta en el intervalo que el material esta en un estado plastico a líquido, y dadas que el IC es inferior a 1 puede indicar un potencial de expansión medio - bajo del material debido al contenido de material tipo motmorillonitas dentro del mismo, por lo tanto esto corrobora que el material puede experimentar unos asentamientos moderados que deben ser tenidos en cuenta en el diseño estructural, por otro lado se tiene que se puede tomar como valor medio del indice de plasticidad como 19, por lo cual las correlaciones indican que el andulo de fricción interna se luede tomar el valor de:

$$\phi = 11 \quad (0.12.9)$$

**0.13: Calculo de deformaciones y esfuerzos máximos**

Con este analisis se encontró con el analisis de elementos finitos, los diagramas de deformaciones y esfuerzos, para esto se condidera una carga maxima de 50KPa, para este analisis se toma la siguiente unidad geotecnica:

0.13. CALCULO DE DEFORMACIONES Y ESFUERZOS MÁXIMOS

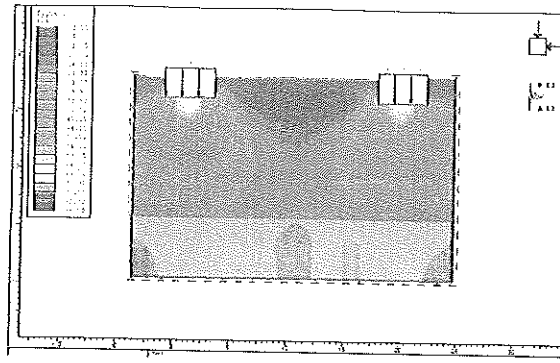


Figura 10: Esfuerzos Principales

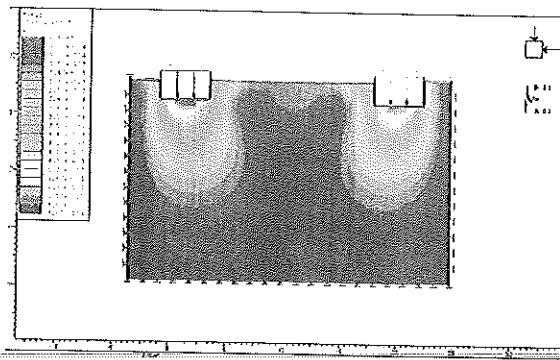


Figura 11: Diagrama de deformaciones del suelo

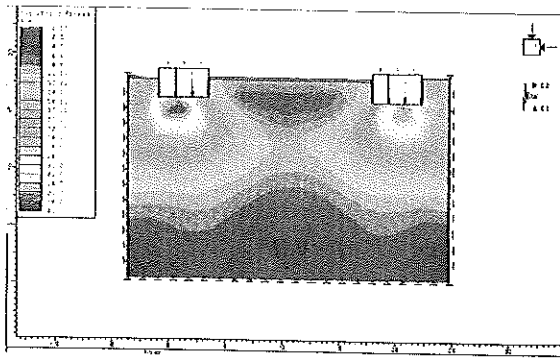


Figura 12: Esfuerzos máximos del suelo

0.14. PÁRAMETROS DINAMICOS DEL SUELO

0.14. **Párametros dinámicos del suelo**

Uno de los parámetros importantes son las curvas de modulo de rigidez y los coeficientes de amortiguamiento del suelo, estos factores se calculan con base en la teoría establecida por el Kramer en su libro *GEOTECHNICAL EARTHQUAKE ENGINEERING* el cual encuentra que la relación de rigidez esta dado en función los índices de plasticidad y los esfuerzos efectivos medios, y los cuales se evalúan como:

$$\frac{G}{G_{max}} = K(\gamma, IP) \times (\sigma'_m)^{m(\gamma, IP) - m_0} \quad (0.14.1)$$

$$m(\gamma, IP) - m_0 = 0,272 \times \left\{ 1 - \tanh\left[\ln\left(\frac{0,000556}{\gamma}\right)^{0,4}\right] \right\} \times e^{-0,0145IP^{1,3}} \quad (0.14.2)$$

$$K(\gamma, IP) = 0,5 \times \left\{ 1 + \tanh\left[\ln\left(\frac{0,000102 + n(PI)}{\gamma}\right)^{0,492}\right] \right\} \quad (0.14.3)$$

$$n(PI) = 7,0 \times 10^{-7} IP^{1,976} \quad (0.14.4)$$

Las curvas para los dos tipos de suelos para la calibración de un modelo para respuesta local se indican a continuación:

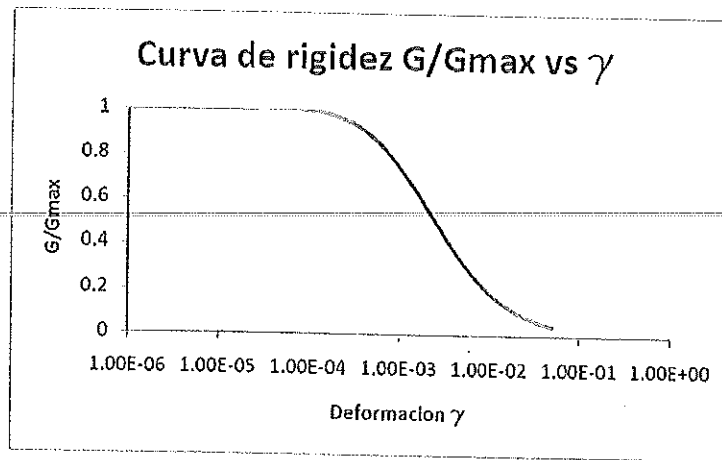


Figura 13: Comportamiento dinámico de la capa

0.15. INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

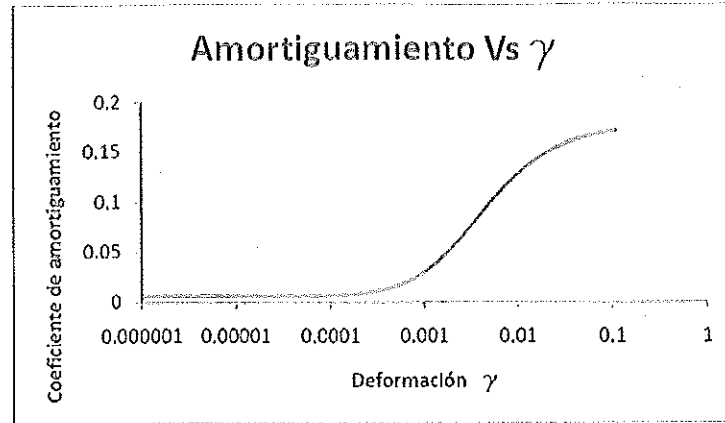


Figura 14: Comportamiento del coeficiente de amortiguamiento

0.15. Interacción suelo estructura

Para el análisis de esto se considera un modulo de reacción del suelo dada por la aproximación de vesic la cual la establece la siguiente ecuación

$$K = \frac{1}{2} \times \frac{E}{1 - \nu^2} \quad (0.15.1)$$

Por otro lado el análisis de compatibilidad angular para cualquier nodo "i" define las condiciones de momento para el análisis de cargas, y el análisis de equilibrio establece las condiciones para resolver el sistema de análisis de interacción suelo estructura, estas ecuaciones se indican a continuación:

$$M_{i-1} + 2M_i \times \left[1 + \frac{L_j}{L_{j-1}}\right] + \left[\frac{L_j}{L_{j-1}} M_{i+1}\right] = \frac{6EI}{L_{j-1}^2 K_i} \left[ -\frac{K_i}{K_{i-1}} q_{i-1} - \left(1 + \frac{L_{j-1}}{L_j}\right) q_i + \left(\frac{L_{j-1}}{L_j}\right) \left(\frac{K_i}{K_{i-1}}\right) q_{i-1} \right] \quad (0.15.2)$$

$$\frac{M_{i-1} - M_i}{L_{j-1}} + \frac{M_{i+1} - M_i}{L_j} = P_i - Q_i \quad (0.15.3)$$

Para este caso se considera que el modulo de reacción en el suelo es constante y la distretización también, dadas estas condiciones del suelo se puede establecer que para este caso K sera del orden de 4.46 MPa/m

0.16. Calculo de los coeficientes de empuje y analisis sismico

Dentro de las especificaciones de la NSR-10 se requiere que se entregue el valor de los coefientes de empujes activo, pasivo y sismico para este tipo de estructuras, estos valores se evaluan siguiendo la metodología de empujes de coulomb, estos coefientes estan definidos como:

✱ Coeficiente activo:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \phi)}{\text{sen}^2 \beta \times \text{sen}(\beta - \delta) \times \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \times \text{sen}(\phi - \alpha)}{\text{sen}(\beta - \delta) \times \text{sen}(\alpha + \beta)}}\right]^2} \quad (0.16.1)$$

0.16. CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE Y ANALISIS SISMICO

✧ Coeficiente pasivo:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta - \phi)}{\text{sen}^2\beta \times \text{sen}(\beta + \delta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \times \text{sen}(\phi - \alpha)}{\text{sen}(\beta - \delta) \times \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2} \quad (0.16.2)$$

✧ Coeficiente en reposo

$$K_o = 1 - \text{sen}\phi \quad (0.16.3)$$

✧ Coeficiente activo de tierras en sismo

$$K_{ae} = \frac{\text{sen}^2(\beta + \phi - \theta')}{\text{cos}\theta' \times \text{sen}^2\beta \times \text{sen}(\beta - \delta - \theta') \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \alpha - \theta')}{\text{sen}(\beta - \delta - \theta') \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2} \quad (0.16.4)$$

Donde cada uno de los valores son indicados según la figura 13

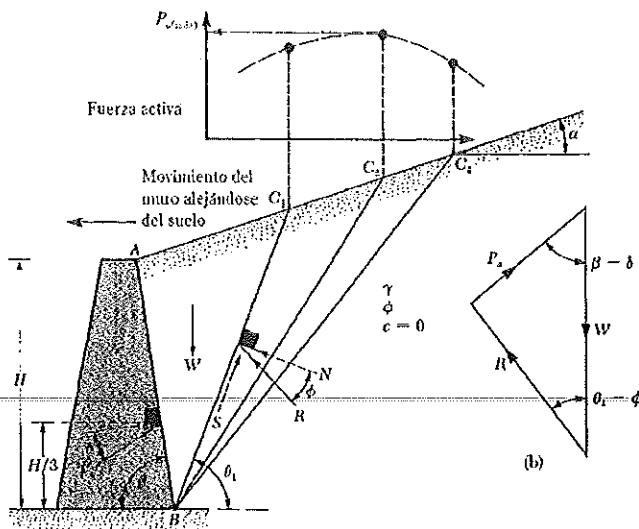


Figura 15: Diagramas de empujes de Coulomb

Para este caso los valores a reportar serán:

- ✧ Ko=0.50
- ✧ Ka=0.49
- ✧ Kp=2.0
- ✧ Kae=0.689

0.17. ASENTAMIENTOS DEL ELEMENTO OBJETO DE ESTUDIO

0.17. Asentamientos del elemento objeto de estudio

Para este sistema objeto de estudio se considera los asentamientos como la suma de unos asentamientos iniciales y otros secundarios, la expresión dada para esto esta definida como:

$$s_c = C_r \frac{H_o}{1 + e_o} \log \left( \frac{\sigma'_p}{\sigma'_{vo}} \right) + C_c \frac{H_o}{1 + e_o} \log \left( \frac{\sigma'_{vo} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_p} \right) \tag{0.17.1}$$

Donde:

- ✧  $\sigma'_p$ : Esfuerzo de preconsolidación.
- ✧  $\sigma'_{vo}$ : Esfuerzo vertical efectivo.
- ✧  $\Delta\sigma_v$ : Sobre esfuerzo debido a la sobrecarga.
- ✧  $H_o$ : Espesor de la capa consolidable.
- ✧  $C_r$ : Indice de recompresión.
- ✧  $C_c$ : Indice de compresión.

Para el calculo de los esfuerzos externos se considera una presión externa de contacto de 20 KPa, lo cual es suministrado por el peso propio de las losas y el tirante de agua, por lo tanto el calculo del incremento se esfuerzo se hace por la teoría de Newmark para una esquina, la cual tiene un valor de

$$\Delta\sigma_v = \frac{60(dx:dy)z^3}{2\pi(x^2 + y^2 + z^2)^{5/2}} = 20I_o \tag{0.17.2}$$

Las siguientes graficas indican el calculo de asentamientos tanto inmediatos como por consolidación:

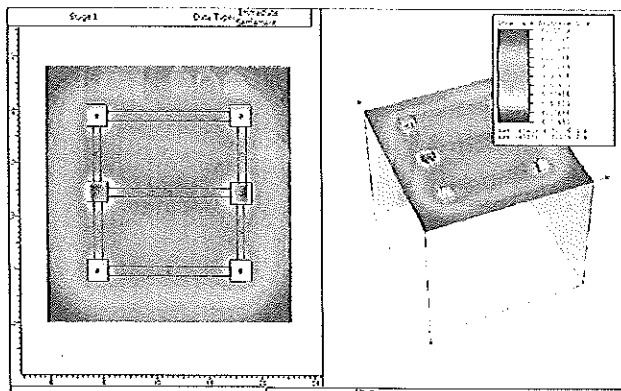


Figura 16: Asentamientos inmediatos

0.17. ASENTAMIENTOS DEL ELEMENTO OBJETO DE ESTUDIO

---

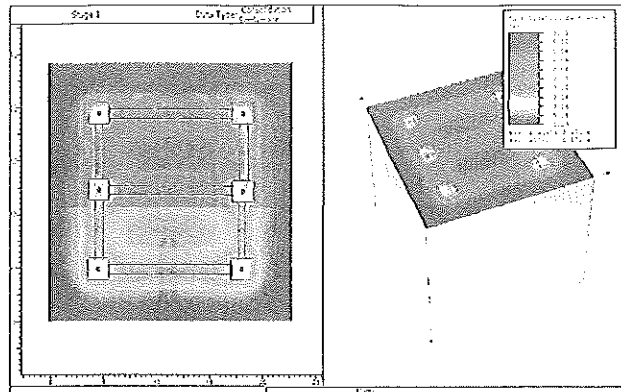


Figura 17: Asentamientos por consolidación

## Parte VIII

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

0.18. CONCLUSIONES

---

0.18. Conclusiones

1. Todos los analisis encontrados en este estudio se basan en una exploración, en caso de encontrar una estratigrafia diferente se debe informar inmediatamente para hacer los ajustes necesarios.
2. Se debe proveer un sistema de drenaje para evitar la acumulación de agua durante el proceso de construcción de la cimentación y evitar infiltraciones hacia le suelo, ya que los suelos tienen cierto potencial de expansión.
3. Toda la informacion aca analizada se hace con base en la informacion entregada por la Ingeniera Adriana Velasquez quien es la persona responsable y directa de las perforaciones ejecutadas
4. Se debera tener un nivel de 1.5m como minimo para evitar efectos de excentricidad ya que la estructura se comporta como pendulo invertido y dejar profundidad puede generar arrancamiento por efectos sismicos.
5. Todas las estructuras de fundacion debe protegerse con un concreto pobre antes de colocar los materiales de refuerzo.
6. Se debera ejecutar un relleno de aproximadamente 0.5 m de altura, en capas no superiores a 15 cm y con un grado de compactación del 95 % con el fin de nivelar todo el terreno de fundación, con el fin de mejorar las condiciones de fundación de las zapatas.
7. Todos los rellenos deben ejecutarse con material tipo recebo B400 hasta un grado de compactación del 90 - 95 %.
8. Todas las vigas de amarre deben tener minimo una altura de 0.50 cm que garanticen que se tomen los sobre esfuerzos debido a la excentricidad por ser una estructura tipo péndulo invertido.
9. Se recomienda que se emplee el sistema de compactación mecanico con ranas, hasta alcanzar las especificaciones establecidas en el artículo 320 de la INVIAS
10. Se debera impermeabilizar todo el concreto para evitar daños por carbonatación y oxidacion del acero.
11. Todo tipo de excavación debe ejecutarse en una relacion 2:3 dada la cohesion del material.
12. Se debe retirar todo tipo de material organico, ya que puede afectar los elementos estructurales, este retiro debe ser minimo de 0.40m
13. Se recomienda por durabilidad que todos los concretos sea minimo de 21 MPa
14. La capacidad portante del suelo es de 88.9 KPa a un nivel de fundación de - 1.60 m
15. La existencia de material fino garantiza una poca susceptibilidad a la licuacion del material en las primeras capas encontradas.
16. Los analisis de confiabilidad de los parametros de la fabrica del suelo, indican material poco susceptible a los cambios del agua, razón por la cual el suelo de soporte podra tener unos asentamientos inferiores a 20 cm.
17. Todas las zapatas de la cimentacion deberán tener un espesor minimo de 0.40 m deben rectificarse según la NSR-10

0.18. CONCLUSIONES

18. El calculista estructural deberá suministrar a esta consultoría el listado de cargas de cimentación resultantes de los diseños para revisar los factores de seguridad de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, título H.2.4. Los listados de cargas a suministrar serán los correspondientes a las siguientes condiciones de análisis de la estructura: 1) Carga Muerta + Carga Viva Normal, 2) Carga Muerta + Carga Viva Máxima, y, 3) Carga Muerta + Carga Viva Normal – Sismo de Diseño Seudo Estático aplicado para un  $R=1$  en alguno de los dos sentidos; estas combinaciones de carga son, respectivamente, (B.2.3.7), (B.2.3.2) y (B.2.3.8) del numeral B.2.3.1 de la NSR-10. 8.1.1.
19. Los análisis de esfuerzos y defomaciones, indican grandes desplazamientos laterales de los suelos, por lo tanto es necesario que la excavación del sistema de cimentación, se haga con un sistema adecuado de apuntalamiento, no se puede soltar bajo ninguna circunstancia este suelo de soporte.
20. El manejo de aguas es importante durante el proceso de construcción para evitar infiltraciones y daños colaterales
21. Los valores de ondas de corte en el suelo son medio a alto debidos a la alta rigidez relativa del suelo por la presencia de materiale tipo CH bajos indices de liquidez.
22. Los analisis de confiabilidad para los parametros de indices de liquidez y consistencia indican que el suelo tiene un bajo potencial de expansión, sin embargo se debe evitar al máximo que se se afecte la estructura del suelo con agua.
23. Para todos los empujes se debe tomar los valores de coeficientes reportados en este informe, para el calculo de las pantallas de soporte, y se debera trabajar preferiblemente con el coeficiente del empuje en reposo del suelo, en caso de requerirse.
24. El contratista debera presentar un informe detallado al terminar de fundir cualquier elemento de concreto, donde se presente, el perfil de suelo encontrado, volumen de concreto utilizado, tiempo de excavación, tiempo de carga e imprevistos
25. El Recebo común y demás materiales de relleno utilizados en el proyecto deben ser compactados en capas de 0.20 m. El recebo granular se compactará hasta obtener el 95 % de la densidad óptima del ensayo Proctor Modificado y cumplir mínimo con las especificaciones del numeral 8.1.2; para el suelo cemento el porcentaje de compactación será del 98 % del Proctor estándar.
26. La cimentacion debe estar apoyada en el estrato de arcilla color habana grisacea a una profundidad de -1.80 metros con un mejoramiento del suelo asi: A) Desde el nivel de cimentacion ( 1.70 a 1.80metros o hasta encontrar arcilla color habana grisacea con capacidad portante de 8.89Ton/m<sup>2</sup>), se coloca un recebo B400 de 0.80 metros de espesor compactado en cuatro capas de 0.20 metros cada una al 95.0 % del proctor modificado, esto para elevar la capacidad portante del suelo aumentando el angulo promedio de friccion interna. B) Para subir el nivel de cimentacion de la zapata se recomienda aplicar una capa de suelo cemento proporcion 1:8 compactada en una capa de 0.20 metros, minimo al 98.0 % del proctor modificado hasta una altura tal que el nivel cero arquitectonico de la edificacion se encuentre minimo a 0.80metro sobre el nivel de la cimentacion de la zapata- C) Sobre el suelo cemento se coloca una capa de concreto de limpieza de 0.05 metros de espesor sobre el cual se apoyara la zapata. D) Como alternativa se puede emplear un concreto ciclopeo 60 % en piedra y 40 % en concreto.
27. Se recomienda una zapata con dimension minima de 1.00 metro cuadrado
28. Las caractertisticas geometricas de la estructura de cimentacion, sus dimensiones, cuantia de refuerzo y resistencia del concreto a utilizar, seran a criterio del ingeniero Estructural.

0.18. CONCLUSIONES

---

29. En cuanto a la protección de los drenajes naturales se deben seguir lo especificado por las autoridades competentes del municipio y/o empresa de servicios públicos del municipio en cuanto a que se deben respetar las rondas de estos canales (distancias mínimas de las obras proyectadas al canal), en general las obras de drenaje de la edificación no deberán evacuar a los canales naturales ni durante la etapa de construcción ni luego de terminar las obras.
30. El concreto utilizado sera el concreto de planta con una especificación minima de 21 Mpa, los cuales deberean cumplir las especificaciones de la NSR-10 capitulo C durabilidad y puesta en obra
31. No se deberá acudir al uso de sistemas de excavación que pudieran dañar excesivamente el terreno adyacente. Durante la ejecución de los trabajos se tomarán, en todos los casos, las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia o estabilidad del terreno no excavado. En especial, se atenderá a las características tectónico-estructurales del entorno y a las alteraciones de su drenaje y se adoptarán las medidas necesarias para evitar fenómenos como inestabilidad de taludes en roca o de bloques de la misma, debida a voladuras inadecuadas; deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación; encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras o taludes provisionales excesivos.
32. La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del proyecto o indicadas por el Interventor.
33. La excavación de la explanación se deberá ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto o las modificadas por el Interventor. Toda sobre-excavación que haga el Constructor, por negligencia o por conveniencia propia para la operación de sus equipos, correrá por su cuenta y el Interventor podrá suspenderla, si lo estima necesario, por razones técnicas o económicas.
34. Cualquier daño no previsto a una estructura o construcción existente causado por la ejecución de los trabajos de excavación deberá ser asumido por el Constructor, quién deberá reponer el bien a entera satisfacción de su propietario.
35. Se cuidarán especialmente estas zonas de contacto, en las que la excavación se deberá ampliar hasta que el terraplén penetre en ella en toda su sección. En la transición de corte a terraplén y viceversa se deberán construir escalones, con el ancho adecuado para el correcto trabajo de los equipos de construcción, de tal forma que se eliminen totalmente eventuales planos de contacto inclinados, que constituyan riesgo de inestabilidad en el terraplén. Tales escalones se deberán construir de acuerdo con los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.
36. Todos los materiales provenientes de las excavaciones de la explanación o canales que sean utilizables y, según los planos y especificaciones o a juicio del Interventor, necesarios para la construcción o protección de terraplenes, pedraplenes u otras partes de las obras proyectadas, se deberán utilizar en ellos. El Constructor no podrá disponer de los materiales provenientes de las excavaciones ni retirarlos para fines distintos a los del contrato, sin autorización previa del Interventor.
37. Para el analisis de los empujes debido a fuerzas sismicas se debe considerar el Kea reportado aca.
38. Todos los materiales a utilizar deberan cumplir las especificaciones dadas por la NSR-10 y norma invias INV- 2007.
39. En caso de fundir losas muy grandes se debe utilizar antisol con el fin de evitar problemas de eliminacion de agua excesiva.

0.18. CONCLUSIONES

---

40. En los casos que se requiera colocar las capas estructurales, estas se deben extender y compactar en espesores no mayores a 0.15 metros suelto con previo humedecimiento, según humedad óptima del proctor modificado
41. Para los procesos de compactación se deberá verificar las siguientes condiciones:
- a) de la compactación de las diferentes capas de la subrasante mejorada, se define como "lote", que se aceptará o rechazará en conjunto, el menor volumen que resulte de aplicar los siguientes criterios:
    - 1) Quinientos metros lineales (500 m) de subrasante mejorada en el ancho total de una calzada.
    - 2) Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m<sup>2</sup>) de subrasante mejorada.
    - 3) El volumen construido con el mismo material, proveniente del mismo corte o préstamo y colocado y compactado con los mismos equipos, en una jornada de trabajo.
    - 4) Los sitios para la determinación de la densidad seca en el terreno de cada capa se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730 "Selección al azar de sitios para la toma de muestras", pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro. Se deberán efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.
42. Durante la ejecución de los trabajos, se deberá efectuar los siguientes controles principales:
- a) Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Constructor.
  - b) Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
  - c) Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
  - d) Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos.
  - e) Verificar la compactación de todas las capas de suelo que forman parte de la actividad especificada.
  - f) Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.
- 
43. Con respecto a los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cabal cumplimiento de las exigencias de la presente especificación y de la correspondiente partida de trabajo.
44. Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:
- a) Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
  - b) Comprobar que los materiales cumplan con los requisitos de calidad exigidos en el numeral 300.2 de este Artículo y en la respectiva especificación.
  - c) Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.
  - d) Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de la fase de experimentación, en el caso de subbases y bases granulares o estabilizadas. - Ejecutar ensayos de compactación en el laboratorio.
  - e) Verificar la densidad seca de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso, siempre que ella sea necesaria. Este control se realizará en el espesor de capa realmente construido de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.
45. Se debe implementar todos los sistemas de manejo de aguas superficiales tales como cunetas y filtros para evitar daño de las carpetas de obras nuevas.

INGEOLAB  
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

0.18. CONCLUSIONES

---

RICHARD SARMIENTO ROJAS  
Ingeniero Civil

Part IX  
BIBLIOGRAFIA

---

1. Reability - Based in civil Engineering, Milto E Harr, Editorial DOVER, 1996
2. Estadistical, probabability and reliability for civil and enviromental engineers, Nathabandu T & Renzo Rosso, Editorial MC GRAW HILL INTERNATIONAL EDITIONS, 1998
3. Introduction to reliability engineering, F.E Lewis, Editorial WILEY1994
4. Reliability and stadistical in geotechnical Engineering, Gregory B Baecher & Jhon T Christian, Editorial WILEY, 2003
5. Reliability - based desing in geotechnical engineering, computations and aplications, Kok-Kwang, Editorial TAYLOR AND FRANCIS, 2008
6. The mechanics of soils and foundations, Jhon Atkinson, Editorial, TAYLOR AND FRANCIS, 2009
7. Continuun mechanics fundamentals, S Valliappan, Editorial AA BELKEMA, 1981
8. Probabilistic method in geotechnical engineering, Editado Gordon Fenton, 1996
9. Critical state soil mechanics, Andrew Schofield and Peter Wroth, Editorial TAYLOR AND FRANCIS, 1999
10. Soils and Waves, J. Carlos Santamarina, Editorial WILEY, 2001.
11. Mecanica de medios continuos para ingenieros, Xavier Oliver Olivella, Editorial ALFA Y OMEGA, 2002
12. Soils mechanics, Arnold Verruijt, Editorial Delft University of Technology, 2001
13. Soils Diynamics, Arnold Verruijt, Editorial Delft University of Technology, 2001
14. Fundamentals of soils behavior, James Mitchell, editorial WYLEY, 2005
15. Propiedades geofisicas de los suelos, Joseph E Bowles, Editorial MC GRAW HILL, 1982
16. Design analysis of beam, circular plates and cylindrical tanks on elastic foundations, Edmund Melerski, Editorial TAYLOR AND FRANCIS, 2000
17. Precion and performance in geotechnical engineering, , R.C Joshi & E.J Griffiths, editorial Belkema 1987
18. Recent development in laboratory and field test and analysis of geotechnical problems, S. Chandra & D.T bergado Editorial Belkema, 1987
19. Soils strength and slope stability, J. Duncan And S Wright, Editorial Jhon Wiley & sons Inc.
20. Computer and physical modelling in geotechnical engineering, S. Chandra et al, Editorial Belkema 1989.
21. Continuum mechanics, G Mase , Editorial McGraw Hill book Company.
22. Advanced unsaturated soil mechanics and engineering, W.W. Charles & B Menzies Editorial Taylor & Francis group.
23. Soils mechanics, R.F Craig, Editorial Taylor & Francis group.
24. Soil liquefaction during earthquakes, M Idriss & R.W Boulanger editorial Earthquake engineering re-search institute.

25. Principles of soil dynamics, B.Das, Editorial PWS KENT Publishing Company.
  26. Critical state soil mechanics, Schofield & Wroth Lectures in engineering at cambridge university.
  27. Dinamica de suelos y estructuras, R Colindres, Editorial Limusa
  28. Handbook of machine foundations, P Srinivasulu & C.V Vaidyanathan, Editorial McGraw Hill book Company
  29. A short course of getechnical site investigation, N.Simons & B Menzies, Editorial THOMAS TELFORD
  30. Desing of pile foundations in liquefiable soils, G. Madabhushi & Knappett Editorial Imperial College Press
  31. Pile Desing for structural and geotechnical engineers, R. Rajapakse, Editorial McGraw Hill book Company
  32. Computational geomechanics with special reference to earthquake engineering, O Zienkiewicz, C. Chan, M Pastor, B.A Schrefler & T.Shiomi Editorial Jhon Wiley & sons Inc
  33. Embedded retaining walls, guidance for economics desing, A . R Gaba et al, Editorial Jhon Wiley & sons Inc
  34. In situ testing and soils propieties correlations, In situ 2007 Bali indonesia.
  35. Code of practice for earth retaining structures, ICS 2008
  36. Soil liquefaction a critical state approach, M. Jefferies & K. Been Editorial Taylor & Francis group
  37. Seepage In soils principles and applications, L. Reddi Editorial Jhon Wiley & sons Inc
  38. Soil - Structure Engineering of deep foundations WW Charles Editorial Thomas Telford
- 
39. Organizing and evaluating uncertainty in geotechnival engineering, R Whitman, journal of geotechnical and environmental engineering/ July 2000
  40. The observationals methods in geotechnics, D Patel/ Arup Geotecnics.
  41. The observational method-Learning from projects. Powderham A. Director /Institutions of civil engineers Vol 115 Juanry 2002
  42. Strength of undisturbed versus reconstituted silt and silty sand speciment, Long M, journal of geotechnical and environmental engineering/ November 2001
  43. Effects of sampling on the undrained behaviour of clayey sands, D.W Hight, Geotechnique Vol 45, No 2/1995
  44. THE OBSERVATIONAL METHOD – LEARNING FROM PROJECTS Alan Powderham, FREng BSc, CEng, FICE, MStructE, Director, Mott MacDonald/s001
  45. Geotechnical Data Management Initiatives at Caltrans Loren L. Turner<sup>1</sup>, Craig Hannenian<sup>2</sup>, and Steve Mahnke<sup>3</sup> 1California Department of Transportation, Research & Innovation, GeoResearch Group, 5900 Folsom Blvd.
  46. Computer tomographic analysis of undisturbed samples of loose sands Norbert Pralle, Malte L. Bahner, and Josef Benkler/ Can . Geotech J/2001

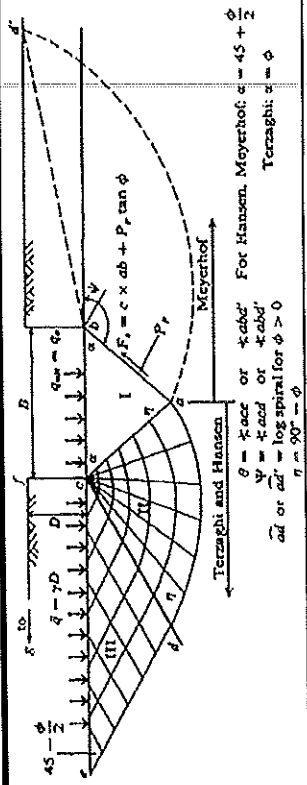
- 
47. Potential improvements of design parameters by taking block samples of soft marine Norwegian clays Toralv Berre, Tom Lunne, Knut H. Andersen, Stein Strandvik, and Morten Sjursen/Can . Geotech J/2007
  48. A study of soil disturbance of Pusan clays with reference to drilling, sampling and extruding S. G. CHUNG\*, J. M. KWAG\*, P. H. GIAO\*, S. H. BAEK† and K. N. PRASAD\*
  49. Effects of sampler design on tube sampling disturbanceDnumerical and analytical investigations C. R. I . CLAYTON, A. SIDDIQUE and R. J. HOPPER
  50. Liquefaction Resistance of Undisturbed and Reconstituted Samples of a Natural Coarse Sand from Undrained Cyclic Triaxial Tests Vito Nicola Ghionna1 and Daniela Porcino2/journal of geotechnical and environmental engineering/ November 2007
  51. Laboratory Simulation of Field Sampling: Comparison With Ideal Sampling and Field Data Marika Santagata, M.ASCE1; Joseph V. Sinfield, M.ASCE2; and John T. Germaine, M.ASCE3/journal of geotechnical and environmental engineering/ March 2003
  52. A method for correlating large penetration test (LPT) to standard penetration test (SPT) blow counts Chris R. Daniel, John A. Howie, and Alex Sy/Can . Gcotech J/2007
  53. Review of Standard Penetration Test Short Rod Corrections Chris R. Daniel1; John A. Howie2; R. Scott Jackson3; and Brian Walker4/journal of geotechnical and environmental engineering/ March 2005
  54. Energy Efficiency for Standard Penetration Tests Edgar Odebrecht1; Fernando Schnaid2; Marcelo Maia Rocha3; and George de Paula Bernardes4/journal of geotechnical and environmental engineering/ March 2005
  55. Simplified Cone Penetration Test-based Method for Evaluating Liquefaction Resistance of Soils C. Hsein Juang1; Haiming Yuan2; Der-Her Lee3; and Ping-Sien Lin4/journal of geotechnical and environmental engineering/ March-2003
- 
56. CPT-Based Probabilistic and Deterministic Assessment of In Situ Seismic Soil Liquefaction Potential R. E. S. Moss, M.ASCE1/journal of geotechnical and environmental engineering/ March 2003.

Part X

RESULTADOS DE LABORATORIO Y  
REGISTRO FOTOGRAFICO

---

# CALCULO DE CAPACIDAD POKRIANIE



$$q_u = c N_c d_c i_c + D N_q s_q d_q i_q + 0.5 B N_g s_g d_g i_g$$

## 1. Datos de entrada

1. Angulo de fricción interna $f =$	12	°
2. Cohesión $c$	33	Kpa
3. Carga axial $V =$	200	KN
4. Momento $M =$	10	KN-m
5. Excentricidad $e =$	0,050	m
6. Base de la zapata ( $\delta$ ) =	1,950	m
7. Lado de la zapata ( $L$ ) =	9,950	m
8. Area efectiva	19,40	m <sup>2</sup>
9. Profundidad de cimentación $D_f =$	1.8	m
10. Peso unitario del suelo $g =$	13,63	KN/m <sup>3</sup>
11. Fuerza horizontal $H_g =$	200	KN

## 2. Valores de coeficientes de capacidad de carga

$N_c =$	10,16
$N_q =$	2,98
$N_g =$	0,69

## 3. Factores de forma

$S_c = 1 + (N_q/N_c)(B/L) =$	1,06
$S_q = 1 + (B/L) \tan(f) =$	1,04
$S_g = 1 - 0,4(B/L) =$	0,92160804

## 4. Factores de profundidad

$d_c = 1.0 + 0.4 (D/B) =$	1,1
$d_q = 1 + 2 \tan^2(1 - \sin f)^2 (D/B) =$	1,05
$d_g =$	1

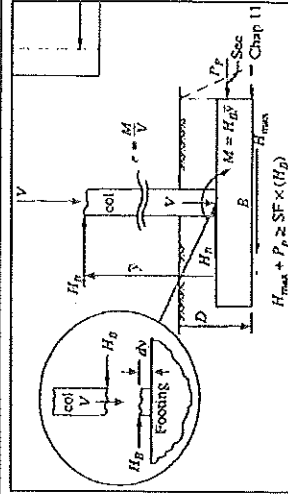
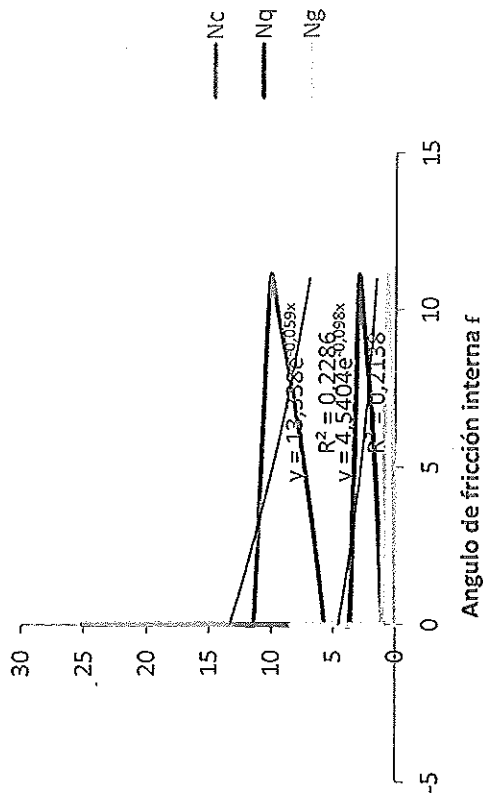
## 5. Factores de inclinación

$i_c = 0,5 - (1 - H_g/A_c)^{0,5}$	0,25
$i_q = [1 - 0,5 H_g / (N_q + A_c \cot(f))]^2$	0,94
$i_g = [1 - 0,7 H_g / (N_g + A_f \cot(f))]^2$	0,91

## 6. Calculo de capacidad portante

$Q_u =$	177,72	Kpa
Factor de seguridad NSR-10	2	
$Q_a =$	88,9	kpa

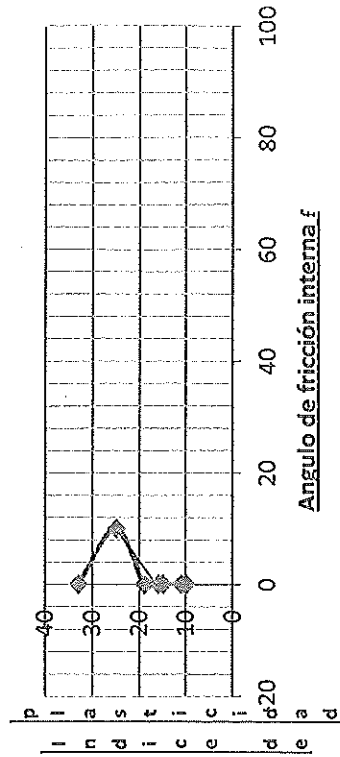
## Valores de factores de capacidad de carga



## Variación de IP vs. f

$$Y = 0,87X + 16,3$$

$$R^2 = 0,1438$$



## EXPLORACION EN EL TERRENO

PROYECTO: EDIFICIO DE 4 PISOS	MUNICIPIO: FACATATIVA CUND.
SONDEO No. 1 (UNO)	INGENIERO: RICHARD SARMIENTO
NIVEL FREATICO: 2.20 METROS	LABORATORISTA: JULIO CARD.
LOCALIZ.: CALLE 7 No 2-38 SUR FACATATIVA	PROFUNDIDAD: 6.20 METROS

### PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROFUNDIDAD	NF	USC PERFIL	DESCRIPCIÓN	%Wn
0.00				
0.00			Relleno en limos y escombros	
0.40				
0.40		OH	Limo arcilloso orgánico color negro de alta compresibilidad..	15.3
0.85				
0.85		OH	Limo arcilloso orgánico color café claro de alta compresibilidad	24.2
1.80				
1.80				
N.F →		CH	Arcilla color habano grisáceo con vetas amarillas de oxidación de humedad y plasticidad media alta. Consistencia media a firme	62.5
4.78				
4.78		CH	Arcilla color gris de humedad y plasticidad media alta. Consistencia media a firme.	70.8
6.20				
			Fin del sondeo	

NOTA: Sin Escala

## EXPLORACION EN EL TERRENO

PROYECTO: EDIFICIO DE 4 PISOS	MUNICIPIO: FACATATIVA CUND.
SONDEO No. 2 (DOS)	INGENIERO: RICHARD SARMIENTO
NIVEL FREATICO: 2.30 METROS	LABORATORISTA: JULIO CARD.
LOCALIZ.: CALLE 7 No 2-38 SUR FACATATIVA	PROFUNDIDAD: 6.15 METROS

### PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROFUNDIDAD	NF	USC PERFIL	DESCRIPCIÓN	%Wn
0.00				
0.00			Relleno en limos y escombros	
0.30				
0.30		OH	Limo arcilloso orgánico color negro de alta compresibilidad..	14.5
0.80				
0.80		OH	Limo arcilloso orgánico color café claro de alta compresibilidad	23.3
1.70				
1.70	N.F →	CH	Arcilla color habano grisáceo con vetas amarillas de oxidación de humedad y plasticidad media alta. Consistencia media a firme	61.7
4.60				
4.60		CH	Arcilla color gris de humedad y plasticidad media alta. Consistencia media a firme.	72.5
6.15				
			Fin del sondeo	

NOTA: Sin Escala

## EXPLORACION EN EL TERRENO

PROYECTO: EDIFICIO DE 4 PISOS	MUNICIPIO: FACATATIVA CUND.
SONDEO No. 3 (TRES)	INGENIERO: RICHARD SARMIENTO
NIVEL FREATICO: 2.35 METROS	LABORATORISTA: JULIO CARD.
LOCALIZ.: CALLE 7 No 2-38 SUR FACATATIVA	PROFUNDIDAD: 6.20 METROS

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROFUNDIDAD	NF	USC PERFIL	DESCRIPCIÓN	%Wn
0.00				
0.00			Relleno en limos y escombros	
0.32				
0.32		OH	Limo arcilloso orgánico color negro de alta compresibilidad..	18.6
0.90				
0.90		OH	Limo arcilloso orgánico color café claro de alta compresibilidad	19.1
1.75				
1.75				
N.F. →		CH	Arcilla color habano grisáceo con vetas amarillas de oxidación de humedad y plasticidad media alta. Consistencia media a firme	62.8
4.50				
4.50		CH	Arcilla color gris de humedad y plasticidad media alta. Consistencia media a firme.	73.6
6.20				
			Fin del sondeo	

NOTA: Sin Escala

# INGEOLAB

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL

## ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA

PROYECTO EDIFICIO DE 4 PISOS UBICADO EN LA CALLE 7 No 2-38 SUR FACATATIVA CUND.  
 PROFUNDIDAD 2,50 METROS  
 SONDEO I MUESTRA I

### DATOS DE LA MUESTRA

DIAM. INICIAL	<u>4,50</u>	cm	DIAM. FINAL	<u>4,62</u>	cm
AREA INICIAL	<u>15,90</u>	cm <sup>2</sup>	AREA FINAL	<u>16,75</u>	cm <sup>2</sup>
ALT. INICIAL	<u>10,00</u>	cm	ALT. FINAL	<u>9,90</u>	cm
HUMEDAD	<u>62,30</u>	%	DENS. HUMEDA	<u>1,384</u>	gr/cm <sup>3</sup>

DESCRIPCION DE LA MUESTRA : Arcilla color habana grisacea

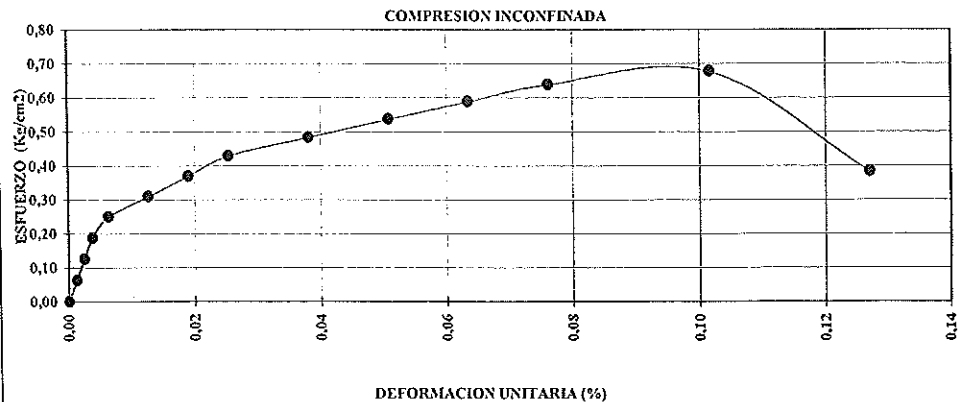
### DATOS DE HUMEDAD

pl 220,10 grs  
 wn 62,30 %



LECTURA DEL DEFORMIMETRO (10 <sup>-3</sup> plg)	CARGA APLICADA KG	DEFORMACION DE LA MUESTRA (mm)	DEFORMACION UNITARIA (10 <sup>-2</sup> )	AREA CORREGIDA (cm <sup>2</sup> )	DEFORMACION UNITARIA %	ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00000	0,00000	15,90000	0,00000	0,00000
5,00	1,00	0,12700	0,00127	15,92022	0,12700	0,06281
10,00	2,00	0,25400	0,00254	15,94049	0,25400	0,12547
15,00	3,00	0,38100	0,00381	15,96081	0,38100	0,18796
25,00	4,00	0,63500	0,00635	16,00161	0,63500	0,24997
50,00	5,00	1,27000	0,01270	16,10453	1,27000	0,31047
75,00	6,00	1,90500	0,01905	16,20878	1,90500	0,37017
100,00	7,00	2,54000	0,02540	16,31439	2,54000	0,42907
150,00	8,00	3,81000	0,03810	16,52978	3,81000	0,48397
200,00	9,00	5,08000	0,05080	16,75095	5,08000	0,53728
250,00	10,00	6,35000	0,06350	16,97811	6,35000	0,58899
300,00	11,00	7,62000	0,07620	17,21152	7,62000	0,63911
400,00	12,00	10,16000	0,10160	17,69813	10,16000	0,67804
500,00	7,00	12,70000	0,12700	18,21306	8,10034	0,38434

ESQUEMA DE FALLA



qu(kg/cm<sup>2</sup>) 0,68  
 cu(kg/cm<sup>2</sup>) 0,34

# INGEOLAB

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL

## ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA

PROYECTO EDIFICIO DE 4 PISOS UBICADO EN LA CALLE 7 No 2-38 SUR FACATATIVA CUND.  
 PROFUNDIDAD 2,24 METROS  
 SONDEO 2 MUESTRA I

### DATOS DE LA MUESTRA

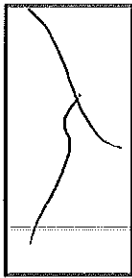
DIAM. INICIAL	<u>4,50</u>	cm	DIAM. FINAL	<u>4,62</u>	cm
AREA INICIAL	<u>15,90</u>	cm <sup>2</sup>	AREA FINAL	<u>16,75</u>	cm <sup>2</sup>
ALT. INICIAL	<u>10,00</u>	cm	ALT. FINAL	<u>9,90</u>	cm
HUMEDAD	<u>60,70</u>	%	DENS. HUMEDA	<u>1,346</u>	gr/cm <sup>3</sup>

DESCRIPCION DE LA MUESTRA : Arcilla color habana grisacea

### DATOS DE HUMEDAD

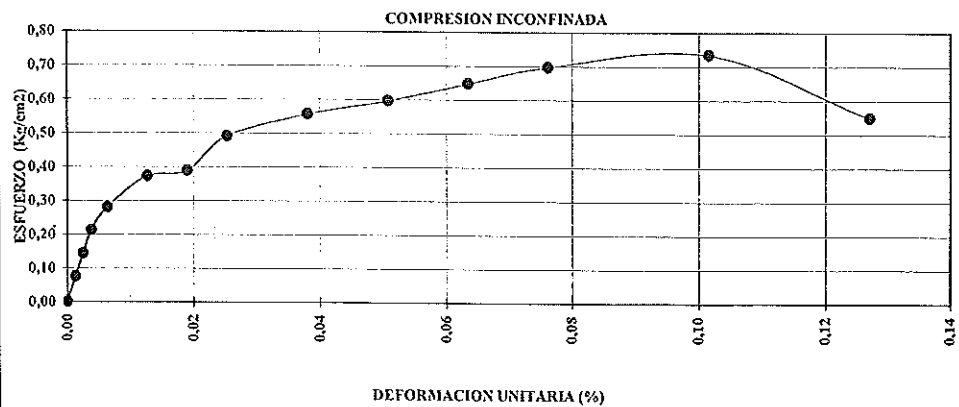
pl 214,00 grs

wn 60,70 %



ESQUEMA DE FALLA

LECTURA DEL DEFORMIMETRO (10 <sup>-3</sup> plg)	CARGA APLICADA KG	DEFORMACION DE LA MUESTRA (mm)	DEFORMACION UNITARIA (10 <sup>-2</sup> )	AREA CORREGIDA (cm <sup>2</sup> )	DEFORMACION UNITARIA %	ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00000	0,00000	15,90000	0,00000	0,00000
5,00	1,20	0,12700	0,00127	15,92022	0,12700	0,07538
10,00	2,30	0,25400	0,00254	15,94049	0,25400	0,14429
15,00	3,40	0,38100	0,00381	15,96081	0,38100	0,21302
25,00	4,50	0,63500	0,00635	16,00161	0,63500	0,28122
50,00	6,00	1,27000	0,01270	16,10453	1,27000	0,37257
75,00	6,30	1,90500	0,01905	16,20878	1,90500	0,38868
100,00	8,00	2,54000	0,02540	16,31439	2,54000	0,49036
150,00	9,20	3,81000	0,03810	16,52978	3,81000	0,55657
200,00	10,00	5,08000	0,05080	16,75095	5,08000	0,59698
250,00	11,00	6,35000	0,06350	16,97811	6,35000	0,64789
300,00	12,00	7,62000	0,07620	17,21152	7,62000	0,69721
400,00	13,00	10,16000	0,10160	17,69813	10,16000	0,73454
500,00	10,00	12,70000	0,12700	18,21306	8,50627	0,54906



qu(kg/cm<sup>2</sup>) 0,73

cu(kg/cm<sup>2</sup>) 0,37

# INGEOLAB

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL

## ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA

PROYECTO EDIFICIO DE 4 PISOS UBICADO EN LA CALLE 7 No 2-38 SUR FACATATIVA CUND.  
 PROFUNDIDAD 2,30 METROS  
 SONDEO 3 MUESTRA 1

**DATOS DE LA MUESTRA**

DIAM. INICIAL	<u>4,50</u>	cm	DIAM. FINAL	<u>4,62</u>	cm
AREA INICIAL	<u>15,90</u>	cm <sup>2</sup>	AREA FINAL	<u>16,75</u>	cm <sup>2</sup>
ALT. INICIAL	<u>10,00</u>	cm	ALT. FINAL	<u>9,90</u>	cm
HUMEDAD	<u>62,80</u>	%	DENS. HUMEDA	<u>1,298</u>	gr/cm <sup>3</sup>

DESCRIPCION DE LA MUESTRA : Arcilla color habana grisacea

**DATOS DE HUMEDAD**

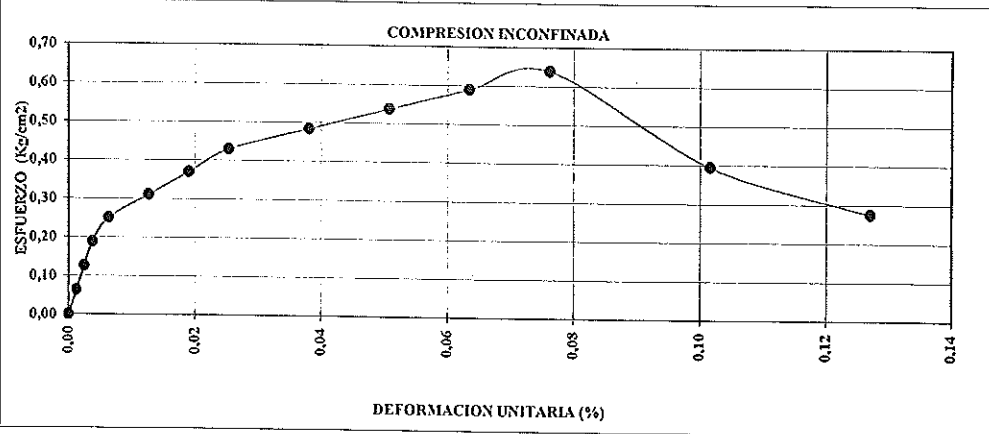
pl 206,50 grs

wn 62,80 %



LECTURA DEL DEFORMIETRO (10 <sup>-4</sup> plg)	CARGA APLICADA KG	DEFORMACION DE LA MUESTRA (mm)	DEFORMACION UNITARIA (10 <sup>-3</sup> )	AREA CORREGIDA (cm <sup>2</sup> )	DEFORMACION UNITARIA %	ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00000	0,00000	15,90000	0,00000	0,00000
5,00	1,00	0,12700	0,00127	15,92022	0,12700	0,06281
10,00	2,00	0,25400	0,00254	15,94049	0,25400	0,12547
15,00	3,00	0,38100	0,00381	15,96081	0,38100	0,18796
25,00	4,00	0,63500	0,00635	16,00161	0,63500	0,24997
50,00	5,00	1,27000	0,01270	16,10453	1,27000	0,31047
75,00	6,00	1,90500	0,01905	16,20878	1,90500	0,37017
100,00	7,00	2,54000	0,02540	16,31439	2,54000	0,42907
150,00	8,00	3,81000	0,03810	16,52978	3,81000	0,48397
200,00	9,00	5,08000	0,05080	16,75095	5,08000	0,53728
250,00	10,00	6,35000	0,06350	16,97811	6,35000	0,58899
300,00	11,00	7,62000	0,07620	17,21152	7,62000	0,63911
400,00	7,00	10,16000	0,10160	17,69813	10,16000	0,39552
500,00	5,00	12,70000	0,12700	18,21306	7,82973	0,27453

**ESQUEMA DE FALLA**



# INGEOLAB - LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL

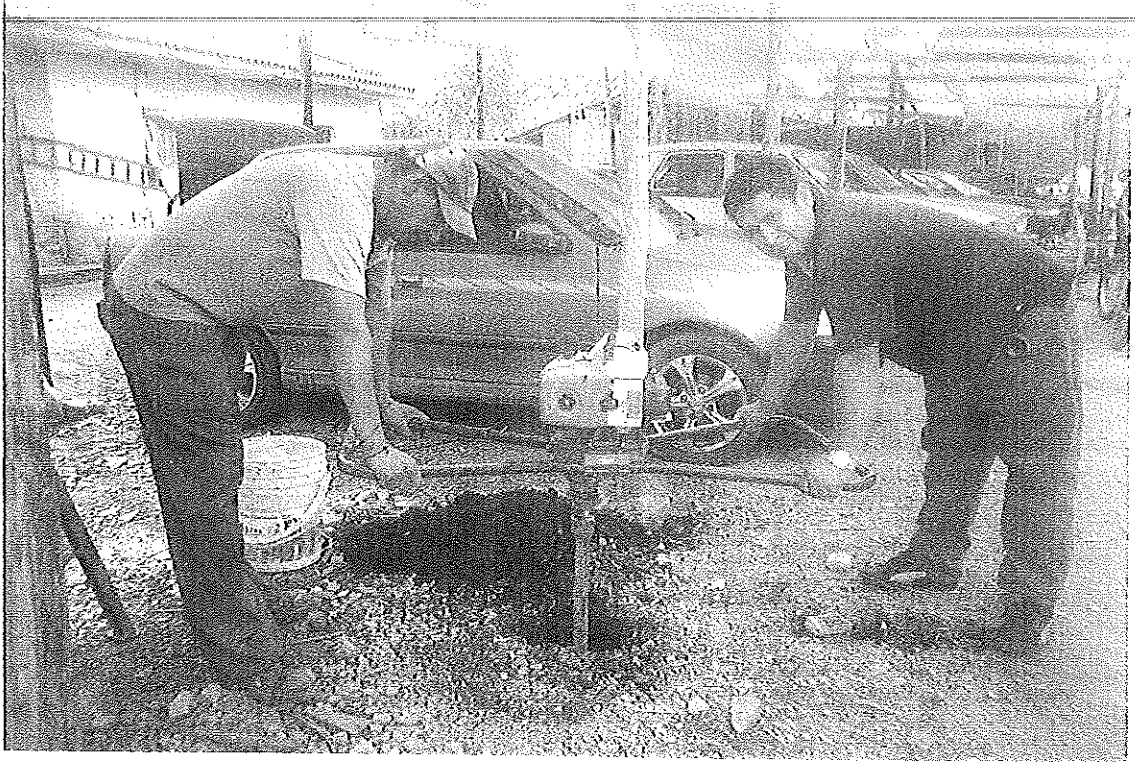
Sondeo No.	Muestra		L.L. %	L.P. %	I.P. %	Gradacion % que pasa				Compresion Inconfinada			
	No.	Prof. mts				Wn %	3/4	No. 4	No. 40	No.100	N-200	USC	Der. hum.g/cm <sup>3</sup>
1	1	0,40	65	40	25	100	100	100	100	82,6			
1	2	1,30	50	26	24	100	100	100	100	98,2			
1	3	2,50	70	25	45	100	100	100	100	99,3	1,384	0,34	0,68
1	4	5,50	60	20	50	100	100	100	100	98,2			
2	1	0,36	67	41	26	100	100	100	100	91,5			
2	2	1,50	51	30	21	100	100	100	100	96,4			
2	3	2,24	80	30	50	100	100	100	100	98,5	1,346	0,37	0,73
2	4	6,00	70	30	40	100	100	100	100	99,3			
3	1	0,46	65	40	25	100	100	100	100	91,2			
3	2	1,50	66	40	26	100	100	100	100	96,4			
3	3	2,30	70	26	44	100	100	100	100	97,7	1,363	0,32	0,64
3	4	6,30	60	20	40	100	100	100	100	98,2			

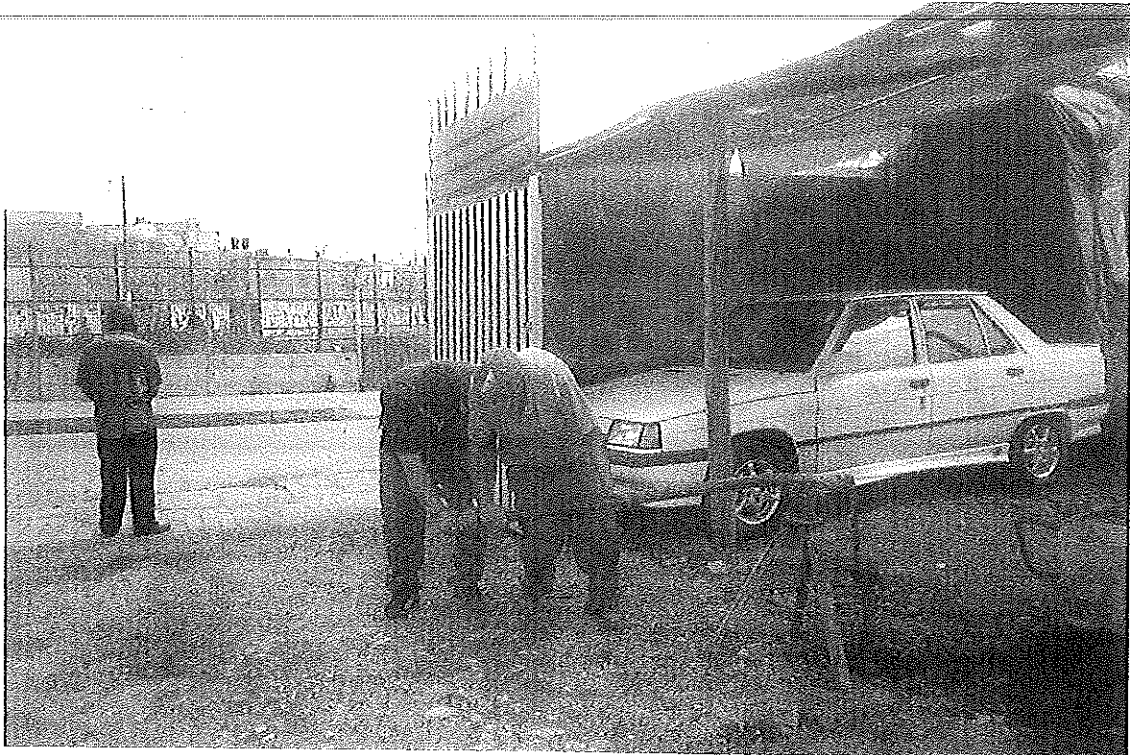
EDIFICIO DE 4 PISOS UBICADO EN LA CALLE 7 No 2-38 SUR FACATATIVA CUNDINAMARCA

FECHA: MARZO DE 2.012

# INGENIERIA

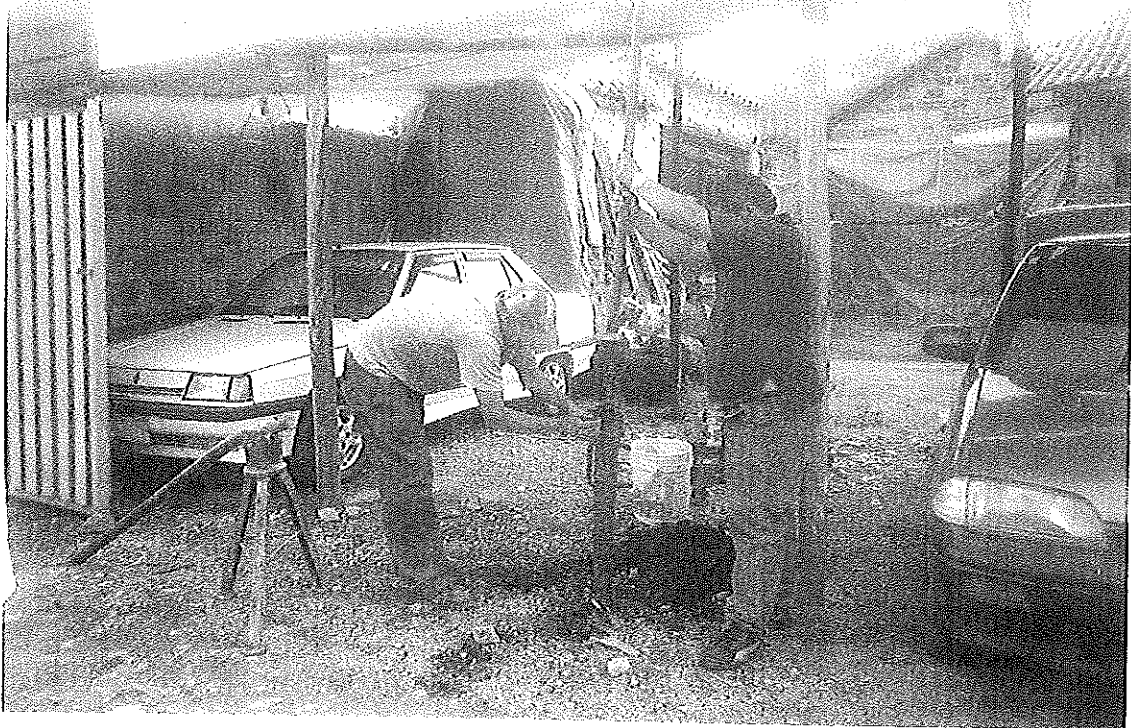
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL



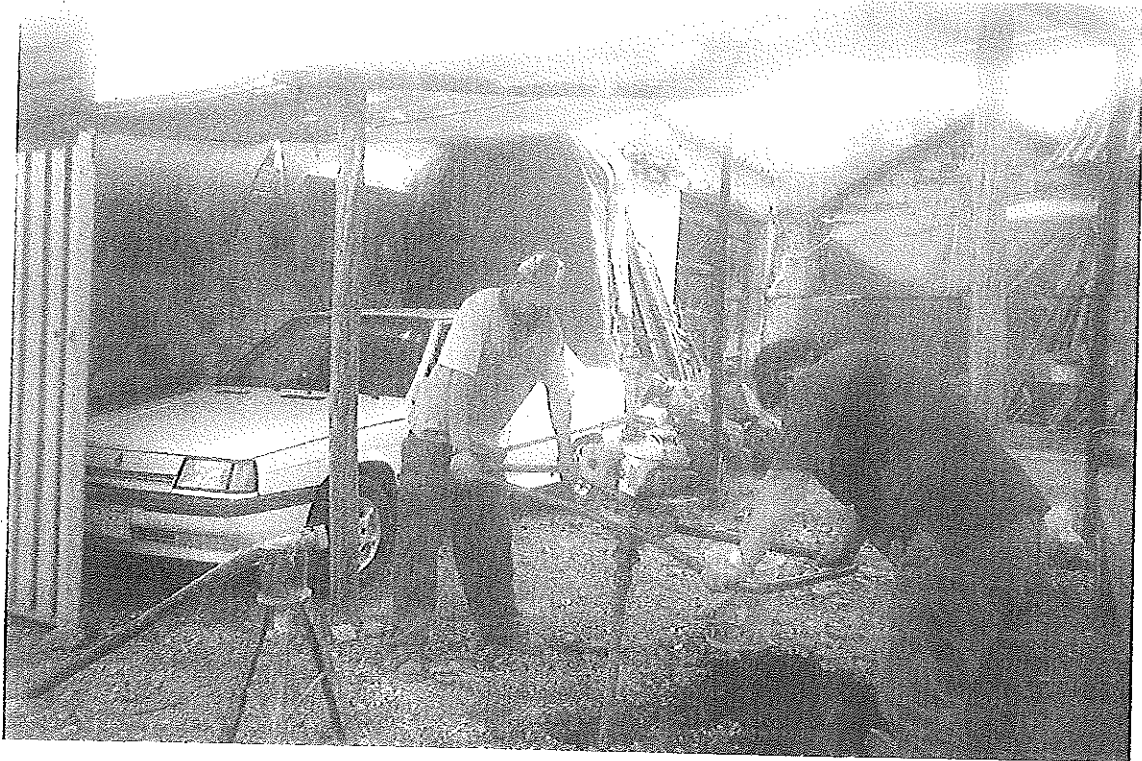


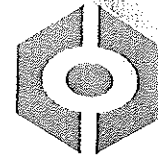
# INGENIERIA

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL



INFORMACIÓN DE LA BB  
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL





REPÚBLICA DE COLOMBIA  
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA  
COPNIA

LA SECRETARIA GENERAL

**CERTIFICA:**

1. Que SARMIENTO ROJAS, RICHARD con Cédula de Ciudadanía N° 72220704, se encuentra inscrito (a) en el Registro Profesional Nacional que lleva ésta entidad, como INGENIERO CIVIL, con Matrícula Profesional No. 08202-100375 ATL desde el (los) dieciocho (18) día(s) del mes de septiembre del año dos mil tres (2003).
2. Que la Matrícula Profesional es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que la referida Matrícula Profesional se encuentra vigente, por lo cual el profesional certificado actualmente NO está impedido para ejercer la profesión.
4. Que el profesional NO tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación tiene una validez de seis (6) meses y se expide en Bogotá, D.C., a los once (11) día(s) del mes de enero del año dos mil doce (2012).

LUZ SOFÍA AGUIRRE HERNÁNDEZ

Firma del Titular (\*)

(\*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado.

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma mecánica (Artículo 12, Decreto 2150 de 1995) y con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web: [www.copnia.gov.co](http://www.copnia.gov.co), digitando el siguiente número de certificado: 16635511 y el código de verificación: WH358U31

# INGEOLAB

LABORATORIO DE INGENIERIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA  
Y SUS PROFESIONES AUXILIARES

