



**ESTUDIO DE SUELOS  
CONSTRUCCION DE LA NUEVA SEDE  
DE LA INSTITUCION EDUCATIVA  
SANTA ROSA DE LIMA.  
ZONA URBANA  
MUNICIPIO DE SUAREZ  
DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.**

**Ordenó:  
ALCALDIA MUNICIPAL  
MUNICIPIO DE SUAREZ  
DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.**

**Ejecutó:  
OSCAR GABRIEL FLORIAN HUERTAS  
INGENIERO CIVIL  
Esp. Gestión Ambiental – Evaluación Impacto Ambiental  
Matr. Prof. 70202155311 TLM**

**Ibagué, AGOSTO DE 2020**



|             | <b>TABLA DE CONTENIDO</b>                              | <b>Pag</b> |
|-------------|--------------------------------------------------------|------------|
| <b>1</b>    | INTRODUCCION.                                          | <b>5</b>   |
| <b>2</b>    | DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DEL PROYECTO            | <b>6</b>   |
| <b>3</b>    | OBJETIVOS.                                             | <b>7</b>   |
| <b>4</b>    | UBICACIÓN PROYECTO                                     | <b>8</b>   |
| <b>5</b>    | TIPO DE PROYECTO                                       | <b>9</b>   |
| <b>6</b>    | CARACTERISTICAS GEOLOGICA LOCAL                        | <b>11</b>  |
| <b>6.1</b>  | <i>GEOLOGÍA</i>                                        | <b>11</b>  |
| <b>6.2</b>  | <i>GEOLOGIA REGIONAL</i>                               | <b>11</b>  |
| <b>7</b>    | INVESTIGACION DE CAMPO                                 | <b>12</b>  |
| <b>8</b>    | ESTRATIGRAFIA                                          | <b>13</b>  |
| <b>8.1</b>  | SONDEO 1                                               | <b>13</b>  |
| <b>8.2</b>  | SONDEO 2                                               | <b>14</b>  |
| <b>8.3</b>  | SONDEO 3                                               | <b>15</b>  |
| <b>9</b>    | CARACTERISTICAS DEL SUELO                              | <b>17</b>  |
| <b>9.1</b>  | Características Geotécnicas De Los Suelos SP           | <b>17</b>  |
| <b>10</b>   | ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)                   | <b>19</b>  |
| <b>11</b>   | CALCULO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION NO CONFINADA | <b>19</b>  |
| <b>11.1</b> | CORRECCION DE LOS DATOS DEL ENSAYO                     | <b>20</b>  |
| <b>11.2</b> | ANGULO DE FRICCION INTERNA                             | <b>20</b>  |



|             |                                                    |           |
|-------------|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>11.3</b> | COEFICIENTES ACTIVOS Y PASIVOS                     | <b>21</b> |
| <b>11.4</b> | CAPACIDAD PORTANTE                                 | <b>21</b> |
| <b>12</b>   | RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACION   | <b>23</b> |
| <b>13</b>   | FACTOR SISMICO DEL SUELO                           | <b>25</b> |
| <b>14</b>   | EFFECTOS SISMICOS LOCALES                          | <b>31</b> |
| <b>15</b>   | RECOMENDACIONES Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION | <b>31</b> |
| <b>16</b>   | CONCLUSIONES                                       | <b>33</b> |



## LISTA DE TABLAS O CUADROS

|          |                                                                                                | Pag       |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | Tabla A.2.5-1. <i>Valores del Coeficiente De Importancia, I</i>                                | <b>9</b>  |
| <b>2</b> | Tabla H.3.1-1 <i>Clasificación de las unidades de Construcción por categorías.</i>             | <b>10</b> |
| <b>3</b> | Tabla N0. 11.2 Factores De Capacidad De Carga                                                  | <b>22</b> |
| <b>4</b> | Tabla A.2.4-1. Clasificación De Los Perfiles Del Suelo                                         | <b>28</b> |
| <b>5</b> | Tabla A.2.4-2. Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C,D o E. | <b>29</b> |

## TABLA CORDENADAS SONDEOS TABLA NIVEL FREATICO

| NUMERO<br>SONDEO | CORDENADAS                   | NIVEL FREATICO<br>(Nf) |
|------------------|------------------------------|------------------------|
| SONDEO 1         | <b>N: 939445 ; E: 916469</b> | -----                  |
| SONDEO 2         | <b>N: 939434 ; E: 916433</b> | -----                  |
| SONDEO 3         | <b>N: 939446 ; E: 916429</b> | -----                  |



## 1. INTRODUCCION:

Teniendo en cuenta que se debe enmarcar dentro del reglamento colombiano de diseño y construcción sismo resistentes todas las nuevas edificaciones que se construirán, repararán o que se modificarán en el territorio nacional, se crea la necesidad de realizar el estudio geotécnico para la **“CONSTRUCCION DE LA NUEVA SEDE DE LA INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ROSA DE LIMA. ZONA URBANA, MUNICIPIO DE SUAREZ, DEPARTAMENTO DEL TOLIMA”**. En desarrollo del estudio y con el fin de cumplir con los nuevos lineamientos del título H de la Norma Colombiana para el diseño y construcciones sismo resistentes NSR-10 (Decreto 926 de Marzo 19 de 2010), se realizó la definición del proyecto, haciendo una breve descripción de la caracterización física y geográfica del lugar en general, la evaluación y descripción de los materiales encontrados en la exploración del terreno y los resultados de laboratorio, para con estas herramientas ofrecer el diseño de la cimentación de la edificación más adecuada y las recomendaciones locales y generales de manejo de los suelos y construcción del sistema.

El presente informe contiene los resultados del estudio de suelos para la **“CONSTRUCCION DE LA NUEVA SEDE DE LA INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ROSA DE LIMA. ZONA URBANA, MUNICIPIO DE SUAREZ, DEPARTAMENTO DEL TOLIMA”**, el cual se desarrolló con base a TRES **(03)** sondeos descritos en el perfil estratigráfico, tomando lectura de resistencia a penetración constante; anexando además los ensayos de laboratorio. Para la realización del estudio se llevó a cabo un programa de



exploración del terreno y ensayos de laboratorio, tendientes a caracterizar el suelo encontrado in situ, y establecer capacidad portante, profundidad de cimentación y perfil de suelo. Se clasificaron los sectores donde se realizaron los sondeos y se dieron recomendaciones de cimentación y construcción para el correcto funcionamiento de la estructura durante su vida útil.

El presente informe contiene la descripción de los trabajos de campo, laboratorio y oficina.

## **2. DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DEL PROYECTO:**

El municipio de Suárez se encuentra situado al Oriente del departamento del Tolima, su cabecera está localizada sobre las coordenadas 4° 03' de latitud norte y a los 74° 50' de longitud al Oeste de Greenwich, su altura sobre el nivel del mar es de 290 mts y su temperatura promedio de 27° C.

El municipio cuenta con un área de 186,7 Km<sup>2</sup>, de los cuales 0,38 km<sup>2</sup> corresponden al área urbana y los 186,32 Km<sup>2</sup> restantes al área rural. Se encuentra a las orillas del Río Magdalena, y posee varias veredas al norte y sur del municipio. Su clima es cálido, con lluvias durante todo el año y una temperatura media de 28 °C.

Las veredas que cuenta en el sentido Norte son Cañaverales, Arrayanes, La Salada, Hato Viejo, Aguas Claras, La Guaduita y Limonal y hacia el sur con las veredas San Rafael, Batatas, Sinaí, Bacaya, Agua Blanca, La Honda, San Cayetano, Las Mesas.



La mayor parte del territorio es plano, o ligeramente ondulado, sobre la cuenca del río de la Magdalena al oriente del municipio se encuentra un relieve montañoso con altura hasta de 1000 mts, sobre el nivel del mar y se destacan las cuchillas de Aguas Claras, Bolivia, Boquerón y el Rucio que corresponden a espigones de la cordillera oriental.

El área urbana presenta una topografía esencialmente plana, pocos sectores presentan zonas depresivas que se presentan en el mapa DU5 de geología del sector urbano. En cuanto a los antecedentes nos encontramos con inundaciones en temporada de invierno en las zonas ribereñas del Río Magdalena, se presentan incendios forestales en temporadas secas por las cuchillas el Rucio, de Las Mercedes, Los Sánchez, Aguas Claras, Las Mesas y Cerro Bolivia.

### ***Límites Geográficos:***

- al norte con el municipio de Flandes.
- al occidente con los Municipio de Espinal, Flandes y Guamo.
- al oriente con Cunday y Carmen de Apicala.
- al sur con el Municipio de Purificación.



### **3. OBJETIVOS:**

- Conocer el comportamiento del suelo como terreno donde se apoyará la estructura para establecer los posibles riesgos geotécnicos.
- Reconocer y efectuar los estratos perforados y obtener por los medios más precisos y confiables las propiedades geomecánicas del terreno.
- Clasificar los diferentes estratos de suelo encontrados, cualificar y cuantificar sus características, propiedades físico-mecánicas y demás parámetros geotécnicos, para interpretar adecuadamente los resultados obtenidos.
- Localizar si las hay, las profundidades de los niveles freáticos y bolsas aisladas que puedan perjudicar la estabilidad del proyecto.
- Recomendaciones constructivas para garantizar el correcto desempeño de la obra en el largo plazo.



#### 4. UBICACIÓN PROYECTO:

El proyecto se encuentra ubicado en la Institución Educativa Santa Rosa De Lima, zona Urbana del Municipio de Suarez, Departamento del Tolima, como presenta en la Figura No.1.



**Figura No. 1.**  
**Ubicación Proyecto.**



## 5. TIPO DE PROYECTO:

De acuerdo a las consideraciones del proyecto y en atención a las NSR 2010, se determinó realizar tres (03) sondeos a una profundidad de exploración máxima comprendida entre 0,0 metros y 4.0 metros de profundidad, con la ayuda de equipo SPT.

Los criterios adoptados corresponden a la complejidad del proyecto y a los parámetros establecidos para este fin en la citada norma.

El proyecto es de tipo **COMUNITARIO** así pues a continuación se definen características como el grupo de uso, categoría de la construcción.

**5.1 Grupo De Uso II. "Estructuras De Ocupación Especial".** La estructura se define dentro del grupo de uso II como lo especifica el NSR-10.

El Coeficiente de Importancia para este grupo de uso se define mediante la tabla A.2.5-1.

**TABLA A.2.5-1  
VALORES DE COEFICIENTE DE  
IMPORTANCIA, I**

| <b>GRUPO DE USO</b> | <b>COEFICIENTE DE IMPORTANCIA, I</b> |
|---------------------|--------------------------------------|
| <b>IV</b>           | <b>1.50</b>                          |
| <b>III</b>          | <b>1.25</b>                          |
| <b>II</b>           | <b>1.10</b>                          |
| <b>I</b>            | <b>1.0</b>                           |



**5.2 Categoría de la unidad de Construcción.** La clasificación por categorías de las unidades de construcción se define en función del número de niveles y de la carga máxima de servicio, como lo estipula en la tabla H.3.1-1. De la NSR-10.

**Tabla H.3.1-1**  
**Clasificación de las unidades de construcción por categorías**

| Categoría de la unidad de construcción | Según los niveles de construcción | Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN) |
|----------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Baja                                   | Hasta 3 niveles                   | Menores de 800 kN                                     |
| Media                                  | Entre 4 y 10 niveles              | Entre 801 y 4,000 kN                                  |
| Alta                                   | Entre 11 y 20 niveles             | Entre 4,001 y 8,000 kN                                |
| Especial                               | Mayor de 20 niveles               | Mayores de 8,000 kN                                   |

Suelo Tipo D (ver análisis)

Durante el trabajo de campo, se ejecutaron las siguientes acciones:

- Toma de muestras de tipo inalteradas en los sondeos seleccionados para realizarle los ensayos de laboratorio respectivos (Extracción de bloques de suelo).
- Descripción de las características físicas de las muestras: consistencia, color.
- Determinación de la estratigrafía del subsuelo, en los sondeos excavados.



## **6. CARACTERISTICAS GEOLOGICA LOCAL:**

### **6.1 GEOLOGÍA**

Nuestro planeta tierra se constituye es un objeto dinámico a través del tiempo. El dinamismo que se manifiesta en él está representado por la relación de fuerzas internas y externas que moldean todos sus componentes. Dicha interacción de fuerzas permite la formación y separación de continentes, formación de montañas, acumulación de recursos minero energéticos, generación de amenazas y en general dan forma al entorno natural del hombre. El área del municipio de Suarez está conformada por una unidad geológica Neógena, de origen sedimentario continental, y por depósitos cuaternarios, de origen sedimentario y volcano-sedimentario, con diverso grado de consolidación.

### **6.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**

El municipio de Suarez se encuentra en el Valle del río Magdalena, depresión formada por movimientos de fallas en ambos márgenes del valle y que permitieron el levantamiento de las cordilleras Oriental y Central de Colombia durante el Terciario.

Aunque no se reconocieron fallas geológicas en territorio municipal de Suarez en la fotointerpretación y el reconocimiento de campo, se deben tener en cuenta, algunas fallas geológicas regionales como la de Cucuana, Ibagué y Doima, como posibles fuentes sismogénicas.



## 7. INVESTIGACION DE CAMPO:

La investigación de campo se desarrolla sobre la base de TRES (03) sondeos, a profundidades descritas en los perfiles estratigráficos, desarrollando además penetración continua con el **SPT** hasta las profundidades indicadas.

Se recolectaron muestras inalteradas y alteradas para la realización de los siguientes ensayos:

1. Humedad Natural.
2. Granulometría por lavado sobre el tamiz No. 200
3. Límites de Consistencia (límite líquido, Límite Plástico, Índice de Plasticidad).
4. Clasificación de los suelos por medio de los métodos de la **U.S.C** y la **AASHTO**.

## 8. ESTRATIGRAFIA

### 8.1 SONDEO No. 1

Profundidad 4.0 mts.

- Capa Inicial  
De 0.0 - 0.80 mts  
SE INICIA SONDEO CON MATERIAL DE RELLENO TIPO ORGANICO, CON PRESENCIA DE MATERIAL CAPA VEGETAL, SEGUIDO DE TIERRA CAFE, CONTAMINADO.



- Capa No. 1  
De 0.80 – 2.40 mts  
ARENA GRAVOSA DE GRANO MEDIO TIPO PEÑON, COLOR GRIS, DE COMPACIDAD RELATIVA "MEDIA", POBREMENTE GRADADA, CON POCA PRESENCIA DE MATERIAL FINO (0,7%). CONTENIDO DE GRAVA (47,4%). PRESENTA SOBRETAMAÑOS DE ROCA > A 7".
- Capa No. 2  
De 2,40 – 4.0 mts  
GRAVA ARENOSA DE GRANO GRUESO, TIPO PEÑON, COLOR GRIS DE COMPACIDAD RELATIVA "MEDIA", POBREMENTE GRADADA, CON POCA PRESENCIA DE MATERIAL FINO (0,2%). CONTENIDO DE ARENA (39,0%). PRESENTA SOBRETAMAÑOS DE ROCA > A 10".

***El Suelo Encontrado En La Zona Presenta Rechazo  
Con Equipo De Percusión S.PT.***

**8.2 SONDEO No. 2**

Profundidad 4.0 mts.

- Capa Inicial  
De 0.0 – 0.80 mts  
SE INICIA SONDEO CON MATERIAL DE RELLENO TIPO ORGANICO, CON PRESENCIA DE MATERIAL CAPA VEGETAL, SEGUIDO DE TIERRA CAFE, CONTAMINADO.



- Capa No. 1  
De 0.80 – 2.60 mts  
ARENA GRAVOSA GRANO MEDIO TIPO PEÑON, COLOR GRIS, DE COMPACIDAD RELATIVA "MEDIA", POBREMENTE GRADADA, CON POCA PRESENCIA DE MATERIAL FINO (0,6%). CONTENIDO DE GRAVA (32,7%). PRESENTA SOBRETAMAÑOS DE ROCA > A 10".
- Capa No. 2  
De 2,60 – 4.0 mts  
GRAVA ARENOSA DE GRANO GRUESO, TIPO PEÑON, COLOR GRIS DE COMPACIDAD RELATIVA "MEDIA", POBREMENTE GRADADA, CON POCA PRESENCIA DE MATERIAL FINO (0,5%). CONTENIDO DE GRAVA (41,6%). PRESENTA SOBRETAMAÑOS DE ROCA > A 10".

***El Suelo Encontrado En La Zona Presenta Rechazo  
Con Equipo De Percusión S.PT***

**8.3 SONDEO No. 3**

Profundidad 4.0 mts.

- Capa Inicial  
De 0.0 - 1.0 mts  
SE INICIA SONDEO CON MATERIAL DE RELLENO TIPO ORGANICO, CON PRESENCIA DE MATERIAL CAPA VEGETAL, SEGUIDO DE TIERRA CAFE, CONTAMINADO.



- Capa No. 1  
De 1.0 – 2.50 mts  
ARENA GRAVOSA GRANO MEDIO TIPO PEÑON, COLOR GRIS, DE COMPACIDAD RELATIVA "MEDIA", POBREMENTE GRADADA, CON POCA PRESENCIA DE MATERIAL FINO (0,6%). CONTENIDO DE GRAVA (48,5%). PRESENTA SOBRETAMAÑOS DE ROCA > A 10".
- Capa No. 2  
De 2,50 – 4.0 mts  
GRAVA ARENOSA DE GRANO GRUESO, TIPO PEÑON, COLOR GRIS DE COMPACIDAD RELATIVA "MEDIA", POBREMENTE GRADADA, CON POCA PRESENCIA DE MATERIAL FINO (0,3%). CONTENIDO DE GRAVA (41,7%). PRESENTA SOBRETAMAÑOS DE ROCA > A 10".

***Nota: Debido a que el suelo encontrado en la zona donde se adelantara el proyecto son Arenas De Grano fino a medio Tipo Peñón, de compacidad relativa media, que ofrecen buena estabilidad para este tipo de obra, y presenta rechazo a una profundidad de perforación entre 3.0 y 4.0 mts con equipo de percusión S.P.T. Penetración Estándar; Por esta razón no se pudo llegar a profundidades de 6.0 metros como lo recomienda la NSR-10 en H.3.1-1 y H.3.2-1***

Según la tabla No. 1 de la norma "Determinación De Suelos Expansivos", INVE 132; y los datos arrojados de los ensayos de laboratorio (LL, IP), que se muestran en las tablas de ensayos de laboratorio, la zona donde se adelantará el proyecto, posee un grado de expansión **BAJO**.



**TABLA No.1**

| Grado de Expansión | LL %  | IP %  | $\tau$ nat (Ton/pie <sup>2</sup> ) |
|--------------------|-------|-------|------------------------------------|
| Elevado            | > 60  | > 35  | > 4                                |
| Marginal           | 50-60 | 25-35 | 1.5-4                              |
| Bajo               | < 50  | < 25  | < 1.5                              |

- Los suelos encontrados en la zona donde se adelantará el proyecto no presentan características de **SUELOS DISPERSIVOS**, ya que no se evidencio erosiones en forma de túneles, hondonadas profundas.
- Los suelos encontrados en la zona donde se adelantará el proyecto no presentan características de **SUELOS COLAPSABLES**, ya que son suelos de tipo arena.

## 9. CARACTERISTICAS DEL SUELO:

Estos suelos aparecen por toda la zona del área donde se pretende realizar el proyecto. Estos suelos son Arenas de grano medio y Gravas Arenosas de grano medio, de compacidad relativa media, los cuales presentan espesores considerables y son aptos para el desplante de este tipo de estructura.

A una profundidad de 0.0 – 0.80 mts, se encuentran relleno tipo orgánico con presencia de capa vegetal, raíces, tierra cafe, etc. A 0.820 mts, suelos Arenas Gravasas de Grano Grueso, compacidad media, con humedad natural promedio de 1.0 al 9.0 %; estos suelos clasificados como SP-GP como muestra los perfiles estratigráficos, presentan las siguientes características geotécnicas:



### **9.1 Características Geotécnicas De Los Suelos SP-GP**

- *Permeabilidad En Estado Compacto: Permeable, Muy Permeable*
- *Resistencia Al Corte En Estado Compacto y Saturado: Buena, Buena.*
- *Compresibilidad En Estado Compacto y Saturado: Muy Baja, Despreciable.*
- *Facilidad De Tratamiento En Obra: Regular, Buena.*
- *Valor Como Fundación: Aceptable a Bueno.*

## **10. ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT):**

Su finalidad es el de estimar el grado de densificación de los suelos. Consiste en los siguientes pasos:

- Realizar una perforación de 6 a 20 CMS. De Diámetro.
- Insertar la toma muestras del SPT, denominado muestrador de cuchara partida.
- Hincar la muestra dentro del fondo de la perforación mediante energía proporcionada por un martillo de 64 Kg. (140 lb.). de peso.
- La altura de caída del martillo libremente debe ser de 76 CMS. (30").
- Se recupera la muestra del muestrador a una distancia de 45 CMS., registrando el número de golpes del martillo por cada 15 CM. De intervalo.



## 11. CALCULO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION NO CONFINADA.

$N$  = Numero de golpes \* factor de corrección por peso del martillo.

$$N = 67 * 0.31$$

$$N^1 = 20$$

Consistencia = Semi Compacta

$q_u = 1.80 \text{ (Kg. /Cm}^2\text{)}$  "capacidad portante obtenida en campo  $N_{\text{campo}}$ ".

Donde:

$N$  = Resultado del Ensayo SPT

$q_u$  = Resistencia a la Compresión no confinada.

### 11.1 CORRECCION DE LOS DATOS DEL ENSAYO:

$$N_{60} = \frac{E_m \times C_B \times C_S \times C_R \times N}{0.60}$$

Donde:

$E_m$  = Valor corregido de  $N$  del SPT por el procedimiento de Campo.

$C_B$  = Corrección Por diámetro de sondeo.

$C_S$  = Corrección por el muestrador.

$C_R$  = Corrección por la longitud de la barra de perforación.

$N$  = Valor medido del SPT.

$$N_{60} = \frac{0.50 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.75 \times 20}{0.60}$$

<sup>1</sup> Geotecnia Vial, Parte II "REVISION DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES". El Ensayo SPT.



**N<sub>60</sub>** = 13 golpes

**qu** = 1.50 Kg. /Cm<sup>2</sup> ó 15.0 Ton./m<sup>2</sup> "capacidad portante corregida N<sub>60</sub>"

### 11.2 ANGULO DE FRICCION INTERNA.

Calculado mediante ensayo de Corte Directo No consolidado No Drenado:

$$\Phi = 28^\circ$$

$$C = 0.10 \text{ Kg/Cms}^2$$

### 11.3 COEFICIENTES ACTIVOS Y PASIVOS.

$$K_p = \frac{1 + \text{Sen } \theta}{1 - \text{Sen } \theta} \quad K_p = 2.766$$

$$K_a = \frac{1 - \text{Sen } \theta}{1 + \text{Sen } \theta} \quad K_a = 0.361$$

### 11.4 CAPACIDAD PORTANTE.

$$qL = \frac{(0.4\phi * B N\phi) + (\phi D * Nq) + (1.3c * Nc)}{3.0}$$

$$\Theta = 28^\circ$$

"Dato obtenido del ensayo corte directo"

$$C = 0.10 \text{ Kg/Cm}^2$$

"Dato obtenido del ensayo corte directo"



$$W = 5.0 \%$$

$$\Phi = 1.6 \text{ gr/cc} \quad \text{ó} \quad 1.6 \text{ Ton/m}^3 \quad \text{ó} \quad 0.0016 \text{ Kg/cm}^3.$$

$$N_c = 25.80 \quad \text{"ver tabla 11.2 Factores De Capacidad De Carga"}$$

$$N_q = 14.72 \quad \text{"ver tabla 11.2 Factores De Capacidad De Carga"}$$

$$N_\phi = 16.72 \quad \text{"ver tabla 11.2 Factores De Capacidad De Carga"}$$

$$B = 1.0 \text{ mts} \quad \text{ó} \quad 100 \text{ cms.}$$

$$L = 1.0$$

$$D = 1.20 \text{ mts} \quad \text{ó} \quad 120 \text{ cms.}$$

$$qL = \frac{(0.4\phi * B N_\phi) + (\phi D * N_q) + (1.3c * N_c)}{3.0}$$

$$qL = \{(0.4 * 0.0019 \text{ Kg/cm}^3) * (100 \text{ cm} * 16.72)\} + \{(0.0019 \text{ Kg/cm}^3 * 120 \text{ cm}) * (14.72)\} + (1.3 * 0.0 \text{ Kg/cm}^2 * 25.80)$$

$$qL = (0.00076 \text{ Kg/cm}^3 * 1672 \text{ cm}) + (0.228 \text{ Kg/cm}^2 * 14.72) + (0.0 \text{ Kg/cm}^2)$$

$$qL = 1.2707 \text{ Kg/cm}^2 + 3.3561 \text{ Kg/cm}^2 + 0.0 \text{ Kg/cm}^2$$

$$qL = (\text{a } 1.20 \text{ mts}) = 4.6268 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_s = 3.0$$

$$q (\text{adm}) = 1.5422 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q (\text{diseño}) = 15.422 \text{ Ton/m}^2$$



Tabla N0. 11.2 FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA<sup>2</sup>

| $\phi$ | $N_c$  | $N_q$  | $N_\mu$ |
|--------|--------|--------|---------|
| 0      | 5.14   | 1.0    | 0.0     |
| 2      | 5.63   | 1.20   | 0.15    |
| 4      | 6.19   | 1.43   | 0.34    |
| 6      | 6.81   | 1.72   | 0.57    |
| 8      | 7.53   | 2.06   | 0.86    |
| 10     | 8.35   | 2.47   | 1.22    |
| 12     | 9.28   | 2.97   | 1.69    |
| 14     | 10.37  | 3.59   | 2.29    |
| 16     | 11.63  | 4.34   | 3.06    |
| 18     | 13.10  | 5.26   | 4.07    |
| 20     | 14.83  | 6.40   | 5.39    |
| 22     | 16.88  | 7.82   | 7.13    |
| 24     | 19.32  | 9.60   | 9.44    |
| 26     | 22.25  | 11.85  | 12.54   |
| 28     | 25.80  | 14.72  | 16.72   |
| 30     | 30.14  | 18.40  | 22.40   |
| 32     | 35.49  | 23.18  | 30.22   |
| 34     | 42.16  | 29.44  | 41.06   |
| 36     | 50.59  | 37.75  | 56.31   |
| 38     | 61.35  | 48.93  | 78.03   |
| 40     | 75.31  | 64.20  | 109.41  |
| 42     | 93.71  | 85.38  | 1155.55 |
| 44     | 118.37 | 115.31 | 224.64  |
| 46     | 152.10 | 158.51 | 330.35  |
| 48     | 199.26 | 222.31 | 496.01  |
| 50     | 266.89 | 319.07 | 762.89  |

<sup>2</sup> Fundamentos De Ingeniería De Cimentaciones, Jesús Ayuso Muñoz, Alfonso Caballero Repullo, Francisco Pérez García. Capítulo X, Pagina 307.



## **12. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACION**

Cuando se realice el diseño estructural de los elementos del proyecto debe tenerse en cuenta que:

- Estas deben ser superficiales, con profundidad de desplante en suelo firme.
- En las cimentaciones, los esfuerzos transmitidos por las fundaciones deben ser de tal magnitud que no se presente una falla por cizalladura en el terreno.
- Los asentamientos que ocurran por consolidación, sean compatibles con la rigidez de la estructura. En virtud de las características índices de los materiales encontrados durante la exploración, se descarta, para las cargas estimadas la ocurrencia de asentamientos importantes mientras la cimentación se realice por debajo del lleno antrópico y la cobertura de materia orgánica, que presenta gran compresibilidad y son susceptibles a grandes deformaciones, de este modo los escasos asientos presentados serán de tipo inmediato y durante el proceso constructivo.
- Para prevenir el segundo estado de falla, la norma vigente limita los asentamientos máximos esperados. Para los asentamientos totales (el mayor entre los distintos tipos), en construcciones aisladas hasta 30cm sin que se comprometan las redes de servicios o la funcionalidad de los accesos. Para construcciones entre medianeros, 15cm, bajo los mismos supuestos. Los asentamientos diferenciales máximos

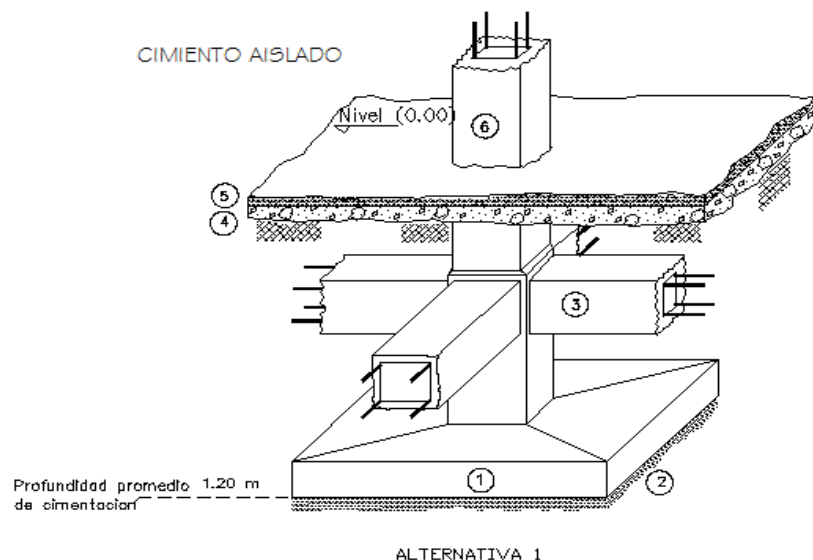


permisibles están entre 1/160 y 1/1000 de la distancia entre apoyos y columnas. Para el caso particular, 1/1000.

- Dadas las características del subsuelo investigado y del Proyecto a ejecutar, se ha contemplado tan solo la alternativa de cimientos superficiales tipo Zapata Aislada, en concreto reforzado.

Estructuras de uno y dos pisos. Considerar las siguientes alternativas:

**Alternativa 1.** Cimientos superficiales del tipo aislado, basados en zapatas cuadradas. Se preverán vigas de rigidez para atender eventuales sismos y pequeñas excentricidades. Cimientos aislados.



ALTERNATIVA 1

Para la cimentación de los pórticos, se recomienda diseñarse mediante zapatas aisladas, que alcancen los depósitos de suelos finos, los cuales, dependiendo de su localización, no superen 1.60m de profundidad, de manera que el desplante esté siempre sobre el



estrato de suelo natural, reduciéndose así los asentamientos inmediatos y evitando cualquier posibilidad de falla por cortante bajo la cimentación. La consistencia del sustrato encontrado en la excavación sugiere que los asentamientos son despreciables y de orden milimétrico, para las cargas esperadas, de modo que los desplazamientos serán inmediatos y durante el proceso constructivo.

- Se calcula el valor de capacidad portante con un nivel de desplante de -1.20 m, El valor de capacidad portante mínimo para esta profundidad es igual a 1.5422 kg/cm<sup>2</sup>.
- Es de suma importancia el uso de filtros y drenes para el manejo de aguas superficiales y así evitar humedades superiores a la natural del terreno.
- No se encontró nivel freático en ninguno de los sondeos realizados.
- Se recomienda retirar el material orgánico encontrado hasta -0.80 metros de profundidad y descargar las zapatas Aislada a una profundidad de -1.20 mts.

### **13. FACTOR SISMICO DEL SUELO:**

Debido a experiencias obtenidas en muchos eventos sísmicos, las condiciones locales del suelo afectan las características del movimiento del terreno y por lo tanto tienen gran influencia en los efectos que el temblor produce en las estructuras localizadas en la superficie. El espectro de respuesta es uno de los parámetros descriptivos de un sismo que se ve más afectado por las condiciones locales del suelo subyacente. Debido a que el espectro es la herramienta que se utiliza en el diseño sísmico a través de la



metodología propuesta por la NSR/10, es muy importante poder definir la influencia que pueda tener el tipo de perfil de suelo en la respuesta de edificaciones localizadas sobre el.

De acuerdo a los criterios establecidos en el título A, la clasificación del perfil de suelo se basa en los valores de los parámetros del suelo de los 30m superiores. De acuerdo con los efectos locales descritos en el NSR-10 y el mapa de amenaza sísmica de Colombia, se puede determinar la clasificación del perfil en base a la velocidad de cortante, el número de golpes del ensayo SPT y de las características de resistencia al corte promedio, humedad y plasticidad.

Para el presente estudio no se llevó a cabo pruebas geofísicas que permitan conocer las velocidades de ondas de corte ni se llevaron a cabo ensayos de penetración estándar que permitan relacionar la resistencia a la penetración con las velocidades de onda. Por lo anterior se determina el perfil de suelo en base a la resistencia al corte no drenado del suelo, como lo permite el NSR-10. Según NSR-10, CAPITULO A.2.4.3.2 – Numero medio de golpes del ensayo de penetración estándar, el tipo de perfil del suelo se calcula por la siguiente expresión.

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}} \quad (A.2.4.2)$$

Donde:

$$\sum_{i=1}^n d_i = 30 \text{ m siempre}$$



$N_i$  = número de golpes por pie obtenidos en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D 1586, haciendo corrección por energía N60, correspondiente al estrato  $i$ . El valor de  $N_i$  a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder 100.

$d_i$  = espesor del estrato  $i$ , localizado dentro de los 30 m superiores del perfil

$$\overline{N_1} = \frac{30}{\frac{1.80}{5.89} + \frac{1.0}{6.51}} = \overline{N} = 65.32$$

$$\overline{N_2} = \frac{30}{\frac{1.40}{6.20} + \frac{1.40}{6.82}} = \overline{N} = 69.59$$

$$\overline{N_3} = \frac{30}{\frac{1.50}{5.58} + \frac{1.50}{6.20}} = \overline{N} = 58.73$$

$$\overline{N_{TOTAL}} = N_1 + N_2 + N_3$$

$$\overline{N_{TOTAL}} = 64.54$$

El perfil del suelo D, caracterizado por la presencia de depósitos estables de arcillas o suelos no cohesivos, con una velocidad de onda cortante entre 180 y 360 m/s.



Tabla A.2.4-1  
 Clasificación de los perfiles de suelo

| Tipo de perfil | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Definición                                                                                                                                  |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A              | Perfil de roca competente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $\bar{V}_s \geq 1500$ m/s                                                                                                                   |
| B              | Perfil de roca de rigidez media                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | $1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760$ m/s                                                                                                 |
| C              | Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | $760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360$ m/s                                                                                                  |
|                | perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | $\bar{N} \geq 50$ , o<br>$\bar{q}_u > 100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> )                                                          |
| D              | Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | $360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180$ m/s                                                                                                  |
|                | perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $50 > \bar{N} \geq 15$ , o<br>$100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{q}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$ |
| E              | Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | $180 \text{ m/s} > \bar{V}_s$                                                                                                               |
|                | perfil que contiene un espesor total $H$ mayor de 3 m de arcillas blandas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $IP > 20$<br>$w \geq 40\%$<br>$50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{q}_u$                                                  |
| F              | Los perfiles de suelo tipo <b>F</b> requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases:<br>$F_1$ — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.<br>$F_2$ — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ( $H > 3$ m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).<br>$F_3$ — Arcillas de muy alta plasticidad ( $H > 7.5$ m con Índice de Plasticidad $IP > 75$ )<br>$F_4$ — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ( $H > 36$ m) |                                                                                                                                             |

Nota: Según NSR-10, en la tabla A.2.4-1 clasificación de los perfiles del suelo, y tabla A.2.4-2 criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles C;D;E; el tipo de perfil del suelo estudiado clasifica como D, ya que según numeral A.2.4.3 el parámetro del número medio de golpes del ensayo de Penetración estándar esta entre 15 golpes/pie y velocidad de onda cortante entre 180 y 380 m/s.



**Tabla A.2.4-2**  
**Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo**  
**tipos C,D o E**

| TIPO DE PERFIL | V <sub>s</sub>      | N o N <sub>ch</sub> | S <sub>u</sub>     |
|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| C              | Entre 380 y 780 m/s | Mayor que 50        | Mayor que 100 Kpa  |
| D              | Entre 180 y 380 m/s | Entre 15 y 50       | Entre 100 y 50 Kpa |
| E              | Menor de 180 m/s    | Menor de 15         | Menor de 50 Kpa    |

**Nota:** Según Norma NSR-10, Figura A-2-3-2 Mapa de valores de A<sub>a</sub>, el municipio de Suarez se encuentra clasificada en la región 4, con un valor de **A<sub>a</sub> = 0.25** y según Figura A-2-3-3 Mapa de valores de A<sub>v</sub>, el municipio de Suarez se encuentra en la región 4, con un valor de **A<sub>v</sub>=0.20**.

|                   |       |      |      |            |      |      |
|-------------------|-------|------|------|------------|------|------|
| Rioblanco         | 73616 | 0.25 | 0.20 | Alta       | 0.07 | 0.04 |
| Roncesvalles      | 73622 | 0.25 | 0.20 | Alta       | 0.15 | 0.08 |
| Rovira            | 73624 | 0.20 | 0.20 | Intermedia | 0.12 | 0.07 |
| Saldaña           | 73671 | 0.25 | 0.20 | Alta       | 0.11 | 0.06 |
| San Antonio       | 73675 | 0.25 | 0.20 | Alta       | 0.10 | 0.06 |
| San Luis          | 73678 | 0.25 | 0.20 | Alta       | 0.10 | 0.06 |
| Santa Isabel      | 73686 | 0.20 | 0.20 | Intermedia | 0.13 | 0.08 |
| Suárez            | 73770 | 0.25 | 0.20 | Alta       | 0.13 | 0.06 |
| Valle de San Juan | 73854 | 0.25 | 0.20 | Alta       | 0.10 | 0.06 |

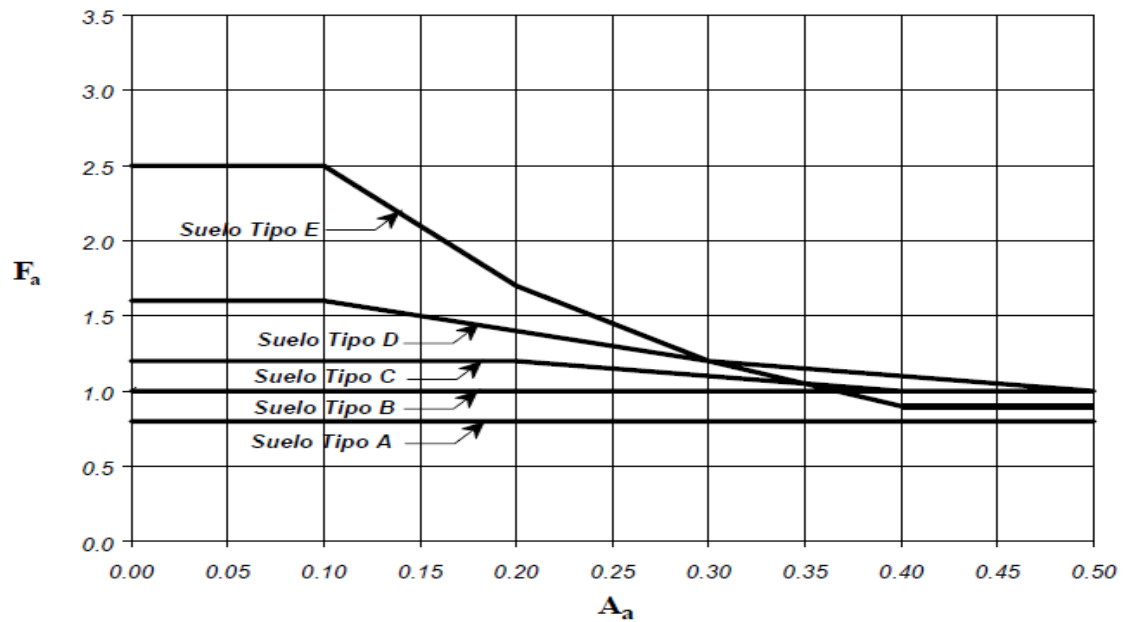


Figura A.2.4-1 - Coeficiente de amplificación  $F_a$  del suelo para la zona de períodos cortos del espectro

**Nota:** Con el valor de  $A_a = 0.25$ , intersecto la línea "Suelo Tipo D", y obtengo el valor de  **$F_a = 1.3$** .

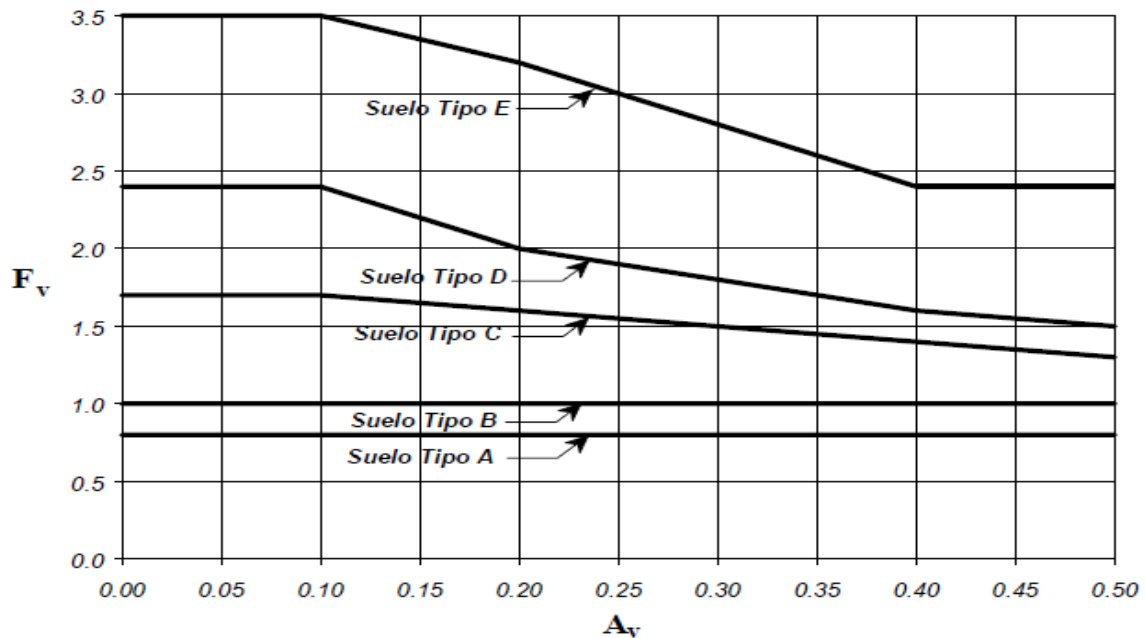


Figura A.2.4-2 — Coeficiente de amplificación  $F_v$  del suelo para la zona de períodos intermedios del espectro

**Nota:** Con el valor de  $A_v = 0.20$ , intersecto la línea "Suelo Tipo D", y obtengo el valor de  **$F_v = 2.0$** .



#### **14. EFECTOS SISMICOS LOCALES:**

Para el diseño sismorresistente es recomendable tener en cuenta los siguientes parámetros:

- |                         |      |
|-------------------------|------|
| • Tipo de Suelo:        | D    |
| • Zona Amenaza Sísmica: | Alta |
| • Aa:                   | 0.25 |
| • Fa:                   | 1.3  |
| • Av:                   | 0.20 |
| • Fv:                   | 2.0  |

#### **15. RECOMENDACIONES Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION:**

- Para la construcción de las zapatas o cualquier otro sistema seleccionado, se deben efectuar excavaciones manuales hasta el nivel de fundación buscando el estrato seleccionado, verificando que no exista material orgánico o con presencia de raíces.
- Una vez fundidos los cimientos, se debe rellenar con recebo de buenas características previa aprobación de la interventoría.
- Inmediatamente terminadas las excavaciones para la construcción de las zapatas de fundación y obras de contención, las mismas deberán protegerse el fondo con un solado de concreto pobre de según la norma NSR-10, para evitar el remoldeo y la alteración de las propiedades físico-mecánicas del suelo de fundación por acción de las lluvias y el intemperismo.



- Las excavaciones no deben quedar expuestas por mucho tiempo después de su ejecución, para evitar que las paredes de las mismas se desprendan, sin embargo, no se considera necesario entibar durante el proceso de fundida de la cimentación.
- Para fundir pisos en concreto, se debe limpiar y colocar una capa de recebo entre el concreto y el suelo de fundación.
- El material de relleno por encima de la cimentación debe ser de tipo recebo seleccionado y compactado por medio mecánico (saltarín).
- En la medida en que alcance el nivel de cimentación del proyecto, verifique que el material encontrado cumple con las condiciones contempladas en el diseño.
- Evitar la alteración del suelo lo menos posible, sobre todo con maquinaria pesada.
- Es recomendable empezar las obras de cimentación en época seca, y en lo posible comenzar lo mas rápido después de realizada la excavación del terreno.
- Los suelos encontrados son buenos para cimentar, siempre y cuando se controle el flujo de agua y el confinamiento.
- Es recomendable diseñar vigas de amarre en los dos sentidos de la estructura.
- No colocar ningún tipo de estructura sobre un relleno mal compactado, ya que puede ocasionar consolidación en la estructura.
- El material con el cual se debe tapar la cimentación, debe ser recebo compactado en capas de 20 CMS de espesor.



## 16. CONCLUSIONES:

- Se calcula el valor de capacidad portante con un nivel de desplante de -1.20 m, El valor de capacidad portante mínimo para esta profundidad es igual a 1.5422 kg/cm<sup>2</sup>.
- Se recomienda retirar el material orgánico encontrado hasta -0.80 metros de profundidad y descargar zapatas Aislada a -1.20 mts.
- Se recomienda retirar el material orgánico encontrado hasta la profundidad recomendada en cada sondeo y descargar zapatas a las respectivas profundidades.
- No se requieren obras especiales de drenaje, salvo no permitir que se llene de agua las excavaciones para cimentaciones y se recomienda construir las obras de drenaje usuales para manejo de aguas lluvias en cubiertas.
- Bajo las cargas recomendadas de diseño, no se esperan asentamientos totales o diferenciales que afecten la estructura, ya que los rangos están dentro de lo tolerado por la norma NSR 10.
- Si se encuentran lentes de material con componentes orgánicos o bajas condiciones de resistencia, deben ser retirados y reemplazados por recebo.

Atentamente;

**OSCAR GABRIEL FLORIAN HUERTAS**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Esp. Gestión Ambiental – Evaluación Impacto Ambiental**  
**Matr. Prof. 70202155311 TLM**



# REGISTRO FOTOGRAFICO SONDEOS



**FOTO No. 1**  
**SONDEO No. 1**



**FOTO No. 2**  
**SONDEO No. 1**



**FOTO No. 3**  
**SONDEO No. 2**



**FOTO No. 4**  
**SONDEO No. 2**



**FOTO No. 5**  
**SONDEO No. 3**

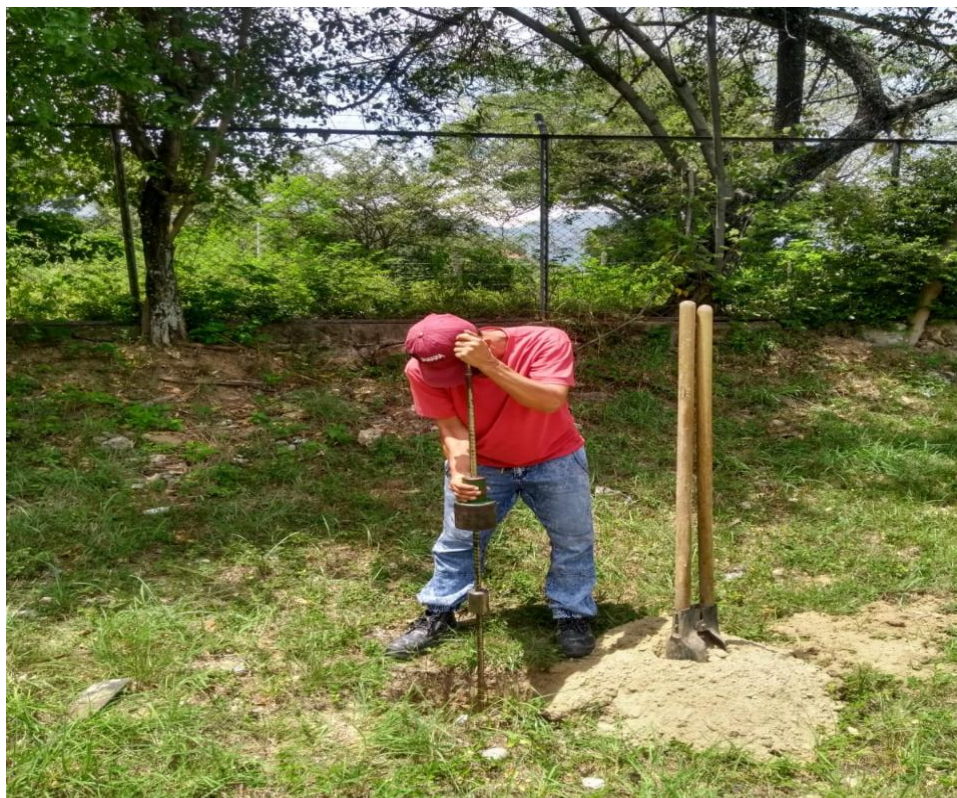


**FOTO No. 6**  
**SONDEO No. 3**



# **PERFIL ESTRATIGRAFICO ENSAYOS DE LABORATORIO**



**LOCALIZACION GENERAL DEL PROYECTO**