

# LABORATORIO DE SUELOS

CONCRETOS, PAVIMENTOS Y OBRAS CIVILES
INGTOL SAS
NIT: 901.648.726-9

## ESTUDIO DE SUELOS

**IMPLEMENTACION DE REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CONTEMPLADAS EN EL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO PARA EL SANEAMIENTO BASICO DEL CENTRO POBLADO DEL CARMEN DEL MUNICIPIO DE ALPUJARRA TOLIMA.**

**JUAN CARLOS CICEROS**
**INGENIERO CIVIL**
**M.P. 70202163542 T.L.M.**

**IBAGUE, AGOSTO DE 2025**

E – mail: ingtol.sas@gmail.com - ingtol.sas@hotmail.com
Mz-20 Casa No. 11 Jordán 8 Etapa
*Cel.* 3138757512-3102777903
*Ibagué – Tolima*




# LABORATORIO DE SUELOS

CONCRETOS, PAVIMENTOS Y OBRAS CIVILES

INGTOL SAS

NIT: 901.648.726-9


# TABLA DE CONTENIDO


| | |
|---|---|
| **1** | INTRODUCCION. |
| **2** | DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DEL PROYECTO |
| **3** | OBJETIVOS. |
| **4** | UBICACIÓN PROYECTO |
| **5** | TIPO DE PROYECTO |
| **6** | CARACTERISTICAS GEOLOGICA LOCAL |
| **6.1** | *GEOLOGÍA* |
| **6.2** | *GEOLOGIA ESTRUCTURAL* |
| **7** | INVESTIGACION DE CAMPO |
| **8** | ESTRATIGRAFIA |
| **8.1** | SONDEO 1 |
| **8.2** | SONDEO 2 |
| **8.3** | SONDEO 3 |
| **9** | CARACTERISTICAS DEL SUELO |
| **9.1** | Características Geotécnicas De Los Suelos SMd-SMu |
| **10** | ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT) |
| **11** | ANGULO DE FRICCION INTERNA |
| **11.1** | COEFICIENTE ACTIVOS Y PASIVOS |
| **11.2** | CAPACIDAD PORTANTE |
| **11.3** | FACTOR DE SEGURIDAD |
| **11.4** | *RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACION* |
| **11.5** | RECOMENDACIONES PARA LA PROTECCIÓN DE EDIFICACIONES Y PREDIOS VECINOS. |



E – mail: ingtol.sas@gmail.com - ingtol.sas@hotmail.com

Mz-20 Casa No. 11 Jordán 8 Etapa

*Cel.* 3138757512-3102777903

*Ibagué – Tolima*

| | | |
|---|---|---|
| **12** | FACTOR SISMICO DEL SUELO | |
| **13** | EFECTOS SISMICOS LOCALES | |
| **14** | RECOMENDACIONES Y ESPECIFICACIONESDE CONSTRUCCION. | |
| **15** | RECOMENDACIONES RESISTENCIA DEL CONCRETO | |
| **16** | CONCLUSIONES | |
| **17** | PLANO LOCALIZACION DE SONDEOS | |



**LABORATORIO DE SUELOS**
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y OBRAS CIVILES
INGTOL SAS
NIT: 901.648.726-9

# LISTA DE TABLAS O CUADROS

**1** Tabla A.2.5-1. *Valores del Coeficiente De Importancia, I*

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

**3** Tabla N0. 11.2 FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

**4** Tabla A.2.4-1. Clasificación De Los Perfiles Del Suelo

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

E – mail: ingtol.sas@gmail.com - ingtol.sas@hotmail.com
Mz-20 Casa No. 11 Jordán 8 Etapa
*Cel.* 3138757512-3102777903
*Ibagué – Tolima*





## 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 que se modificarán en el territorio nacional, se crea la necesidad de realizar el estudio geotécnico para: **IMPLEMENTACION DE REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CONTEMPLADAS EN EL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO PARA EL SANEAMIENTO BASICO DEL CENTRO POBLADO DEL CARMEN DEL MUNICIPIO DE ALPUJARRA 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 el cual fue realizado el 18 de agosto del 2025, 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.

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

*Alpujarra es un municipio en el suroriente del departamento del Tolima, Colombia, ubicado en la cordillera Oriental a una altura de 1.361 metros sobre el nivel del mar. Forma parte de la subregión andina del Alto Magdalena. Es conocido por su paisaje, tradiciones, y riqueza arqueológica, incluyendo sitios con piedras talladas con figuras de más de 10.000 años.*

***Límites del Municipio:***

*Alpujarra se encuentra en el extremo suroriental del Tolima, cerca del límite con el departamento de Huila. Limita al norte con Dolores, al oriente con Baraya y Colombia (Huila), al occidente con Natagaima y al sur con Baraya y Villavieja (Huila).*

## 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 geo mecánicas 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 Zona Rural del Municipio De Alpujarra, Departamento Del Tolima, como presenta en la Figura No.1.

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



E – mail: ingtol.sas@gmail.com - ingtol.sas@hotmail.com
Mz-20 Casa No. 11 Jordán 8 Etapa
Cel. 3138757512-3102777903
Ibagué – Tolima

## 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 de 6.00 metros, 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 a continuación se definen características como el grupo de uso, categoría de la construcción.

**5.1 Grupo De Uso I. "*Estructuras De Ocupación Especial*".** La estructura se define dentro del grupo de uso I como lo específica 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,***

| ***GRUPO DE USO*** | ***COEFICIENTE DE IMPORTANCIA, I*** |
|---|---|
| ***IV*** | ***1.50*** |
| ***III*** | ***1.25*** |
| ***II*** | ***1.10*** |
| ***I*** | ***1.0*** |

**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 en los subsuelos excavados

## 6. CARACTERISTICAS GEOLOGICA LOCAL:

### *6.1 GEOLOGÍA*

La geología de Alpujarra, Tolima, se caracteriza por su ubicación en el flanco occidental de la Cordillera Oriental, con terrenos ondulados y algunas manifestaciones montañosas como cerros y picos. El municipio se encuentra en una zona de transición entre la cordillera y el valle del río Magdalena.

### 6.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

La geología estructural de Alpujarra, Tolima, se refiere al estudio de las deformaciones y estructuras rocosas presentes en la zona, incluyendo fallas, pliegues, y otras formaciones que resultan de procesos tectónicos. Alpujarra, ubicada en el suroriente del Tolima, presenta una geomorfología propia de la región andina, con unidades de origen estructural, glacial, denudacional, fluvial y coluvial.

## 7. INVESTIGACION DE CAMPO:

La investigación de campo se desarrolla sobre la base de tres (3) 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, Limite Plástico, Índice de Plasticidad).
4. Clasificación de los suelos por medio de los métodos de la ***U.S.C*** y la ***AASHTO***
5. Peso específico

## 8. ESTRATIGRAFIA

### *8.1 SONDEO No. 1*

Los suelos perforados están formados en la parte superior por una capa vegetal que va de 0.00 – 0.15 mts el cual no es apto para elegir como terreno de fundación.

De – 0.15 – 0.90 mts. Se encuentra una capa de arcilla de baja plasticidad de color café, tipo CL, con humedad natural del 10.4% apta para elegir como terreno de fundación.

De – 0.90 – 6.20 mts. Se encuentra una capa de arcilla de baja plasticidad de color gris con vetas rojizas, tipo CL, con humedad natural del 12.6% apta para elegir como terreno de fundación.

### *8.2 SONDEO No. 2*

Los suelos perforados están formados en la parte superior por una capa vegetal que va de 0.00 – 0.20 mts el cual no es apto para elegir como terreno de fundación.

De – 0.20 – 1.00 mts. Se encuentra una capa de arcilla de baja plasticidad de color café, tipo CL, con humedad natural del 11.2% apta para elegir como terreno de fundación.

De – 1.00 – 6.30 mts. Se encuentra una capa de arcilla de baja plasticidad de color gris con vetas rojizas, tipo CL, con humedad natural del 12.7% apta para elegir como terreno de fundación.

### *8.3 SONDEO No. 3*

Los suelos perforados están formados en la parte superior por una capa vegetal que va de 0.00 – 0.15 mts el cual no es apto para elegir como terreno de fundación.

De – 0.15 – 1.10 mts. Se encuentra una capa de arcilla de baja plasticidad de color café, tipo CL, con humedad natural del 10.7% apta para elegir como terreno de fundación.

De – 1.10 – 6.45 mts. Se encuentra una capa de arcilla de baja plasticidad de color gris con vetas rojizas, tipo CL, con humedad natural del 12.2% apta para elegir como terreno de fundación.

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 % | τ nat (Ton/pie$^2$) |
|---|---|---|---|
| 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 arcillas de baja plasticidad.

## 9. CARACTERISTICAS DEL SUELO

Estos suelos aparecen por toda la zona del área Donde se pretende realizar el proyecto. Estos suelos son Arcillas de baja plasticidad, de consistencia compactas, las cuales presentan espesores considerables y son aptos para el desplante de este tipo de estructura. Este sitio presenta un poco de material tipo vegetal, con presencia de raíces a una profundidad desconsiderable de -0.15 -0.20 – 0.15 mts, encontrado en el área de los tres sondeos realizados.

A una profundidad de -6.20 – 6.30 – 6.45 mts, se encuentran suelos Arcillosos, de plasticidad baja, de consistencia compacta con humedad natural promedio de 12.5%; estos suelos clasificados como CL como muestra los perfiles estratigráficos, presentan las siguientes características geotécnicas:

### 9.1 Características Geotécnicas De Los Suelos CL

- *Permeabilidad En Estado Compacto: imp*ermeable
- *Resistencia Al Corte En Estado Compacto y Saturado:* Buena a regular.
- *Compresibilidad En Estado Compacto y Saturado:* media
- *Facilidad De Tratamiento En Obra:* Buena a regular.
- *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.cuchara partida.
- Hincar la muestra dentro del fondo de la perforación mediante energía proporcionada por un martillo de 40 Kg. 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. ANGULO DE FRICCION INTERNA

Calculado mediante ensayo de Corte Directo No consolidado No Drenado:

Φ = 26°

C = 0.42 Kg/Cms$^2$

### 11.1 COEFICIENTES ACTIVOS Y PASIVOS.

**Ka= (1-Senφ’) / (1+Senφ’)**

**Kp= 1/Ka**

| ESTRATO | ANGULO DE FRICCION INTERNA ESTIMADO | Ka | Kp |
|---|---|---|---|
| Arcillas | 26° | 0.39 | 2.56 |
| | | | |

## *11.2 CAPACIDAD PORTANTE.*

$$qL = \frac{(0.5\gamma BN\gamma) + \gamma DNq) + cNc}{3.0}$$

$\Phi$ = 26º

c = 0.42

W = 12.5%

$\gamma$ = 1.724 gr/cm³

$\gamma d = \gamma / (1+w)$

$\gamma d$ = 1.528 gr/ cm³

Nc = 22.25

Nq = 11.85

N$\gamma$ = 12.54

B = 1.00

L = 1.00

D = 1.20 mts.

qL = ( a – 1.20 Mts.) = 44.66 ton/m² ; **F.s = 3.0**

q (adm) = **14.88 ton/m²**

q (diseño) = **1.48 kg/cm²**

## 11.3 FACTOR DE SEGURIDAD.

En el análisis geotécnico se consideró los factores de seguridad básicos e indirectos definidos en el NSR -10 en el ítem H.2.4 De igual modo, en el cálculo de la capacidad portante se consideró los factores de seguridad indirectos definidos en H.4.7. Según la NSR-10, el factor de seguridad se puede establecer en función de factores de seguridad directos o de factores de seguridad indirectos. Los factores de seguridad directos básicos Fsb se aplican al material terreno (suelo o roca): en otras palabras, se aplican a los parámetros geotécnicos tales como cohesión (Cu), ángulo de fricción (Φ), etc.

| FACTORES DE SEGURIDAD BÁSICOS MINIMOS DIRECTOS | |
|---|---|
| CONDICIONES | FACTOR FSBM DISEÑO |
| Carga viva + Carga viva normal | 1,50 |
| Carga Muerta + CARGA VIVA MAXIMA | 1,25 |
| carga muerta + Carga viva normal + Sismo de diseño seudo estatico | 1,10 |

El factor de seguridad básico o directo Fsb definidos en la tabla H.2.4-1 es el factor de seguridad geotécnico real, es decir que se aplica al material terreo (Suelo, Roca) pero de él derivan factores de seguridad indirectos que tienen diferentes valores y los cuales se especifican en la tabla H.4.7-1. Para las cimentaciones superficiales la adopción del factor indirecto de 3.0 garantiza que los factores de seguridad directos Fsb sean superiores a los dados en la tabla H.2.4-1.

Para la mayoría de los casos un valor de FSshear = 1.2-1.5 con respecto a la falla de corte se ajusta con un factor de seguridad de FS = 2.5-3.0 con respecto a la capacidad portante neta ultima.

Para el presente estudio se adopta un FACTOR DE SEGURIDAD DE **3.0**



# LABORATORIO DE SUELOS

CONCRETOS, PAVIMENTOS Y OBRAS CIVILES
INGTOL SAS

## Tabla N0. 11.2 FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA[2]

| ϕ | $N_c$ | $N_q$ | Nμ |
|---|---|---|---|
| 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 |

E – mail: ingtol.sas@gmail.com - ingtol.sas@hotmail.com
Mz-20 Casa No. 11 Jordán 8 Etapa
*Cel.* 3138757512-3102777903
*Ibagué – Tolima*

**11.4 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO 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 trasmitidos 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 el caso de cimientos profundos y superficiales, los factores de seguridad a la falla se deben justificar teniendo en cuenta: la magnitud de la obra, las consecuencias de la falla y la calidad de la información disponible respecto al subsuelo.

- Según la norma, se deben utilizar factores mínimos de 2.0 para carga muerta más carga viva máxima, de 3.0 para carga muerta más carga viva normal y de 1.2 para carga muerta más carga viva normal y el sismo de diseño.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 **PLACA FLOTANTE**, en concreto reforzado.
- Para la cimentación se recomienda diseñarse mediante PLACA FLOTANTE que alcancen los depósitos de suelos de profundidad, de manera que el desplante este siempre sobre el estrato natural, reduciéndose asi 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 **1.48 kg/cm2.**

- No se encontró **nivel freático** en ninguno de los sondeos realizados.

- 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.

- Se recomienda retirar el material encontrado hasta - 1.20 metros de profundidad y descargar la placa a dicha profundidad

## 11.5 RECOMENDACIONES PARA LA PROTECCIÓN DE EDIFICACIONES Y PREDIOS VECINOS.

- Evitar la pérdida o alteración de las características físicas y químicas del suelo, generación de procesos erosivos y de inestabilidad.
- Contaminación de las fuentes de agua por vertimiento de sustancias inertes, tóxicas o biodegradables.
- Alteraciones sobre la dinámica fluvial por aporte de sedimentos, alteraciones del equilibrio hidráulico y estabilidad geomorfológica de laderas.
- Desplazamiento de población.
- Alteración del flujo vehicular o peatonal.
- Alteración o deterioro del espacio público.
- Afectación a la infraestructura de servicios públicos e interrupción en la prestación de los mismos.
- Aumento de riesgos de ocurrencia de eventos contingentes tales como accidentes potenciales de peatones, vehículos, obreros, daños a estructuras cercanas, incendios, deslizamientos y movimientos en masa.

## 12. 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 – Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar, el tipo de perfil del suelo se calcula por la siguiente expresión.

$$\overline{N} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{N_i}} \qquad \text{(A.2.4.2)}$$

Donde:

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

$N_i$ = número de golpes por píe 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

$$\overline{N_1} = \frac{30}{\frac{1.20}{3.41} + \frac{2.0}{4.34} + \frac{2.0}{5.27}} = \overline{N} = 25.16$$

$$\overline{N_2} = \frac{30}{\frac{0.70}{3.1} + \frac{1.50}{4.03} + \frac{3.0}{4.96}} = \overline{N} = 24.94$$

$$\overline{N_3} = \frac{30}{\frac{2.40}{4.34} + \frac{3.0}{5.27}} = \overline{N} = 26.73$$

$$\overline{N_{TOTAL}} = N_1 + N_2 + N_3 \qquad \overline{N_{TOTAL}} = 25.61$$

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.



# LABORATORIO DE SUELOS

CONCRETOS, PAVIMENTOS Y OBRAS CIVILES
INGTOL SAS

**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 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 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>$\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²) |
| D | Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o | 360 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 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²) |
| E | Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o | 180 m/s > $\bar{v}_s$ |
| | perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas | IP > 20<br>w ≥ 40%<br>50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\bar{s}_u$ |
| F | Los perfiles de suelo tipo F 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.*

E – mail: ingtol.sas@gmail.com - ingtol.sas@hotmail.com
Mz-20 Casa No. 11 Jordán 8 Etapa
Cel. 3138757512-3102777903
Ibagué – Tolima

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

| TIPO DE PERFIL | $V_S$ | N o $N_{Ch}$ | $S_U$ |
|---|---|---|---|
| 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 Aa, el municipio de Alpujarra se encuentra clasificada en la región 2, con un valor de* ***Aa = 0.25*** *y según Figura A-2-3-3 Mapa de valores de Av, el municipio de Alpujarra se encuentra en la región 2, con un valor de* ***Av=0.25.***

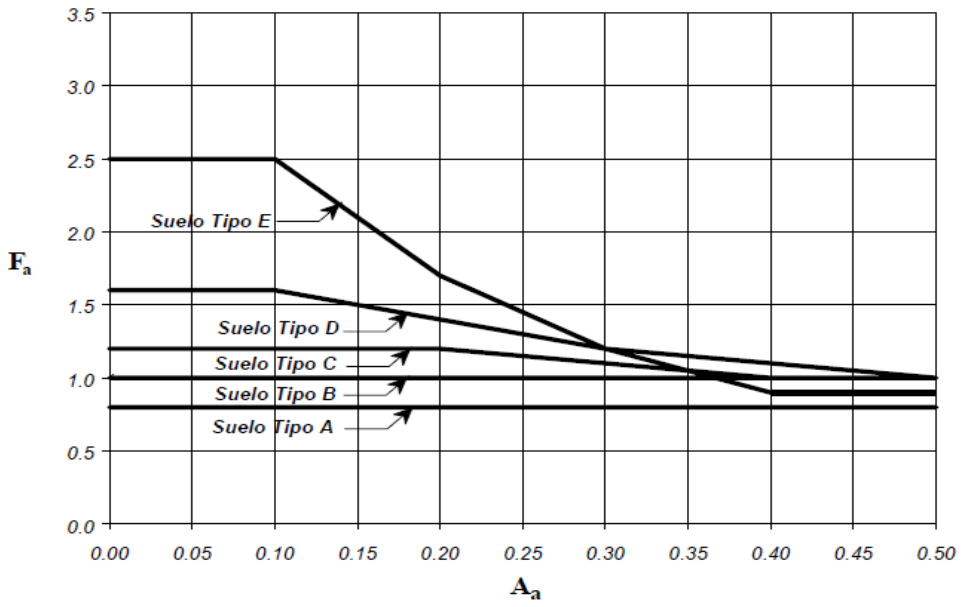



**Figura A.2.4-1 - Coeficiente de amplificación $F_a$ del suelo para la zona de períodos cortos del espectro**


E – mail: ingtol.sas@gmail.com - ingtol.sas@hotmail.com
Mz-20 Casa No. 11 Jordán 8 Etapa
Cel. 3138757512-3102777903
Ibagué – Tolima

***Nota:*** *Con el valor de Aa = 0.25, intersecto la línea "**Suelo Tipo D"**, y obtengo el valor de **Fa = 1.3***

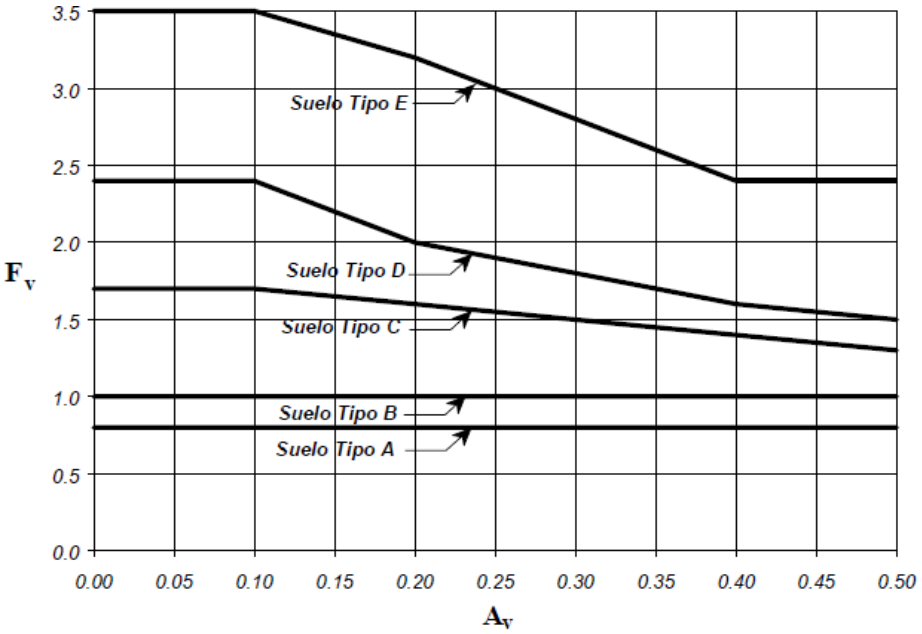



**Figura A.2.4-2 — Coeficiente de amplificación $F_V$ del suelo para la zona de períodos intermedios del espectro**

***Nota:*** *Con el valor de Av = 0.25, intersecto la línea "**Suelo Tipo D"**, y obtengo el valor de **Fv = 2.0***


E – mail: ingtol.sas@gmail.com - ingtol.sas@hotmail.com

Mz-20 Casa No. 11 Jordán 8 Etapa

*Cel.* 3138757512-3102777903

*Ibagué – Tolima*

## 13. EFECTOS SISMICOS LOCALES

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

- Perfil del Suelo: D
- Zona Amenaza Sísmica: ALTA
- Aa: 0.25
- Fa: 1.3
- Av: 0.25
- Fv: 2.0

## 14. RECOMENDACIONES Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION;

- Para la construcción de la placa 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 placas de fundación y obras de contención, las mismas deberán protegerse el fondo con un solado de concreto pobre 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.

- 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.
- 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.

## 15. RECOMENDACIONES RESISTENCIA DEL CONCRETO:

- Para la fundida o vaciada del concreto hidráulico de las placas u otro elemento estructural, se recomienda realizar pruebas de asentamiento mediante cono slump para verificar asentamiento del concreto.
- Se recomienda realizar fundida de 6 muestras de cilindros de concreto hidráulico con la misma mezcla que se está fundiendo en el momento, para poder determinar su resistencia a la compresión a los 7, 14, y 28 días.
- Se recomienda al día siguiente de la fundida de los cilindros, desencofrarlos e inmediatamente sumergirlos en agua para su correcto curado.

## 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 **1.48** kg/cm2.
- Se recomienda retirar el material encontrado hasta - 1.20 metros de profundidad respecto al nivel actual del terreno y descargar la placa a dicha profundidad.
- 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.

- Bajo las cargas recomendadas de diseño, no se espera 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.



# LABORATORIO DE SUELOS

CONCRETOS, PAVIMENTOS Y OBRAS CIVILES

INGTOL SAS

# REGISTRO FOTOGRAFICO

E – mail: ingtol.sas@gmail.com - ingtol.sas@hotmail.com

Mz-20 Casa No. 11 Jordán 8 Etapa

*Cel.* 3138757512-3102777903

*Ibagué – Tolima*

# LABORATORIO DE SUELOS

CONCRETOS, PAVIMENTOS Y OBRAS CIVILES

INGTOL SAS


## FOTOS GENERALES






E – mail: ingtol.sas@gmail.com - ingtol.sas@hotmail.com

Mz-20 Casa No. 11 Jordán 8 Etapa

*Cel.* 3138757512-3102777903

*Ibagué – Tolima*



# LABORATORIO DE SUELOS

CONCRETOS, PAVIMENTOS Y OBRAS CIVILES
INGTOL SAS

## FOTOS GENERALES













E – mail: ingtol.sas@gmail.com - ingtol.sas@hotmail.com
Mz-20 Casa No. 11 Jordán 8 Etapa
*Cel.* 3138757512-3102777903
*Ibagué – Tolima*

# LABORATORIO DE SUELOS

CONCRETOS, PAVIMENTOS Y OBRAS CIVILES
INGTOL SAS

## FOTOS GENERALES








E – mail: ingtol.sas@gmail.com - ingtol.sas@hotmail.com
Mz-20 Casa No. 11 Jordán 8 Etapa
*Cel.* 3138757512-3102777903
*Ibagué – Tolima*



**LABORATORIO DE SUELOS**

CONCRETOS, PAVIMENTOS Y OBRAS CIVILES

INGTOL SAS

# PERFIL ESTRATIGRAFICO ENSAYOS DE LABORATORIO

E – mail: ingtol.sas@gmail.com - ingtol.sas@hotmail.com

Mz-20 Casa No. 11 Jordán 8 Etapa

*Cel.* 3138757512-3102777903

*Ibagué – Tolima*



# LABORATORIO DE SUELOS

CONCRETOS, PAVIMENTOS Y OBRAS CIVILES

INGTOL SAS

# *ANEXOS*

E – mail: ingtol.sas@gmail.com - ingtol.sas@hotmail.com

Mz-20 Casa No. 11 Jordán 8 Etapa

*Cel.* 3138757512-3102777903

*Ibagué – Tolima*