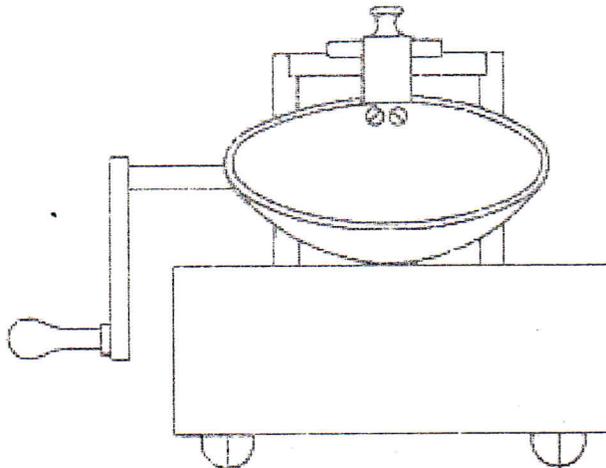


# ESTUDIO DE SUELOS

Construcción tanque para aguas negras.  
Cabecera Municipal de Flandes Tolima.

Propietario: MUNICIPIO DE FLANDES TOLIMA.

Ordeno: Ing. FERNANDO BUSTOS.



Ejecuto: Juvenal López Rodríguez  
Ingeniero Civil

Ibagué, Julio 2012.



# JUVENAL LOPEZ RODRÍGUEZ

Ingeniería Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones – Consultorías

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

## DEL PROYECTO.

**Propietario:** Municipio de Flandes- Departamento del Tolima.  
**Nit. N°**  
**Dirección:** Sector Aeropuerto. Cabecera Municipal  
**Matricula Inmobiliaria:**  
**Ficha Catastral:**  
**Obra:** Construcción tanque planta de tratamiento sector via hacia el Aeropuerto.  
**Fecha visita:** 30/07/2012  
**N° Sondeos:** Dos sondeos  
**Solicito:** Ing. FERNANDO BUSTOS RODRIGUEZ.

## NOMBRE DEL PROYECTO, OBJETIVOS Y UBICACIÓN.

El proyecto tiene como objeto la construcción de un tanque para tratamiento de aguas negras en el sector Planta de tratamiento via aeropuerto Cabecera Municipal de Flandes.

**Reconocimiento del sitio:** Lote plano cubierto de matorrales característico de zonas templadas, arboles y cerramiento en swingle, actualmente se encuentra un tanque de una planta compacta sin funcionamiento, carcamos en desuso, cerramiento en malla.

**Clima:** Las fluctuaciones de temperatura son poco notorias para el municipio de Flandes, observándose gran homogeneidad en sus características fisico-geográficas. Durante el año, las mayores temperaturas se registran en los meses de enero, febrero y marzo, en el primer semestre y agosto y septiembre durante el segundo, con temperaturas que alcanzan los 29,7°C. La temperatura media del municipio es de 28,5°C.

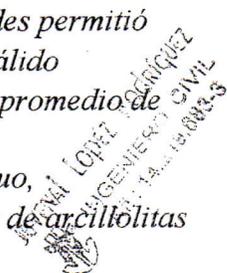
Del estudio de los valores medios mensuales multiamuales, se desprende que existe una disminución leve de temperatura hacia el suroeste del municipio, desde 28,7°C en el Aeropuerto Santiago Vila, hasta 28,3°C hacia la estación Nataima en el municipio del Espinal.

**Localización:** El municipio de Flandes se encuentra en la región centro-oriental del departamento Tolima, en la zona central de Colombia.

Geológica y geográficamente, el territorio de Flandes se encuentra en la "Depresión Interandina del río Magdalena", unidad fisiográfica conocida como Valle del Magdalena, enmarcada entre las estribaciones de las Cordilleras Oriental al este y Central al oeste. Particularmente, el área municipal se encuentra en la cuenca alta del mencionado Valle del Magdalena, específicamente en la subcuenca de Girardot.

**Fisiografía:** Con estas consideraciones, el análisis fisiográfico del municipio de Flandes permitió definir cuatro (4) grandes unidades de paisaje, a partir de una sola zona climática: Cálido semiárido: Esta zona climática tiene temperatura promedio de 28,5°C y precipitación promedio de 1229,9 mm anuales, la unidad cubre la totalidad del municipio de Flandes.

**Paisaje:** Corresponde a un paisaje de lomas degradadas por erosión de un relieve antiguo, desarrollado sobre un material parental constituido por areniscas con intercalaciones de arcillolitas y niveles de conglomerados.





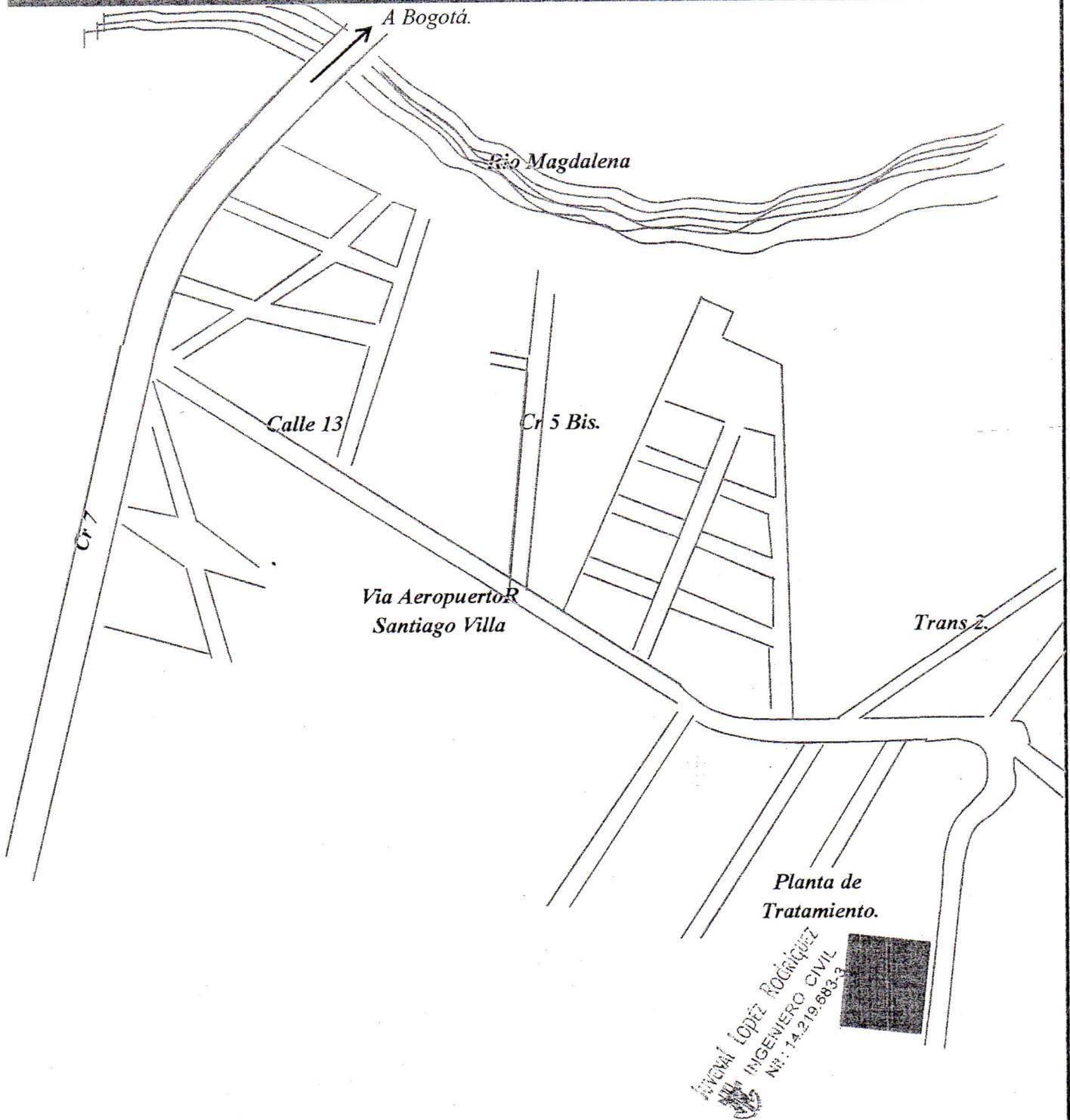
# JUVENAL LOPEZ RODRÍGUEZ

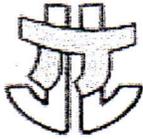
Ingeniería Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones - Consultorias

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

**UBICACIÓN GENERAL**





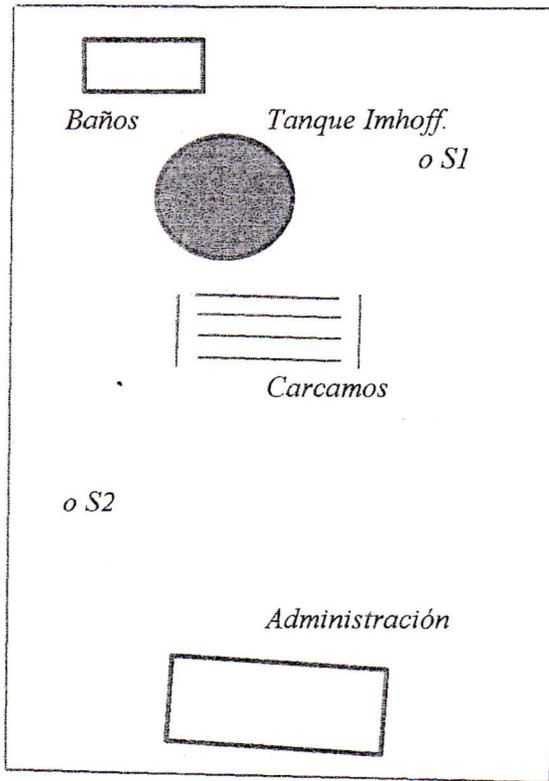
# JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ

Ingeniería Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones - Consultorías

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

## UBICACIÓN DE SONDEOS



o Sondeos

JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ  
INGENIERO CIVIL  
Nº. 14.219.683-3



# JUVENAL LOPEZ RODRÍGUEZ

Ingeniería Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones – Consultorías

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

DE CADA UNIDAD GEOLÓGICA

## FISIOGRAFÍA

Las zonas definidas Fisiográficamente entonces son:

### GRAN PAISAJE DE RELIEVE DE LOMAS AISLADAS EROSIONALES (CA)

Corresponde a un paisaje de lomas degradadas por erosión de un relieve antiguo, desarrollado sobre un material parental constituido por areniscas con intercalaciones de arcillolitas y niveles de conglomerados.

Se presenta como lomas aisladas en la llanura, con laderas onduladas y erosión moderada, algunas veces severa y pendientes fuertemente empinadas a muy escarpadas.

### GRAN PAISAJE DE PIEDEMONTE DILUVIAL EROSIONAL (CB)

Corresponde a los depósitos de flujo de lodo provenientes de las erupciones del volcán Cerro Machín que conforman el Abanico de El Espinal. Se desarrollo sobre materiales geológicos constituidos por cantos y fragmentos angulares de rocas volcánicas y, ocasionalmente, rocas intrusivas y metamórficas, en una matriz de arena tobácea y con ocasionales niveles de pómez. La morfología es plana a levemente ondulada y es el paisaje de mayor extensión en el municipio.

Es el más extenso de los grandes paisajes del municipio y corresponde una morfología plana o ligeramente ondulada y presenta erosión ligera a moderada. Los ríos Magdalena y Coello y, en menor proporción, la quebrada Santa Ana, han generado procesos de degradación que dieron como resultados taludes verticales.

### GRAN PAISAJE DE VALLE ALUVIAL (CC)

Corresponde a un gran paisaje de plano inundable cuya evolución geomorfológica y desarrollo se debe al los ríos Magdalena y Coello, que corren por la zona oriental y noroccidental respectivamente. Este gran paisaje influencia al municipio de Flandes fundamentalmente a través de procesos de degradación, lo que explica lo angosto de los valles formados por estos ríos y las pocas terrazas (que no alcanzan a ser cartografiables a escala 1:25.000), sobrevagas y vegas (plano inundable) existentes, especialmente a partir del cruce de la variante de Girardot, hasta la confluencia con el río Coello. El río Magdalena está excavando un cauce relativamente nuevo, menos de 10.000 años que es la edad del Abanico de El Espinal. El material parental está constituido por clastos heterométricos de diversos tipos de rocas ígneas y metamórficas en gravas, arenas y limos.

El cauce de los ríos no es estable sino que cambia permanentemente, ensanchándose y estrechándose, dependiendo del caudal que es un factor relacionado con la precipitación.

### GRAN PAISAJE DE PLANICIE O LLANURA (CD)

Se presenta hacia el oriente del municipio, en donde se desarrollo a partir de arcillas, limos y delgados niveles de gravas de origen lagunal - lacustre. Se caracteriza por presentar erosión modera, severa en algunos sectores y pendientes planas a ligeramente planas.

Su morfología es plana con pequeños surcos y cárcavas incipientes. Es el segundo subpaisaje en extensión en el municipio de Flandes.

JUVENAL LOPEZ RODRÍGUEZ  
INGENIERO CIVIL  
CALLE 35 N° 4D-36 BARRIO CÁDIZ  
TEL 2668444-2704411



# JUVENAL LOPEZ RODRÍGUEZ

Ingeniería Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones – Consultorías

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

## GEOMORFOLOGÍA

Para el municipio de Flandes se identifican tres (3) unidades morfológicas, formadas cada una de ellas por diferentes procesos geomorfológicos. Para su descripción se siguió la clasificación propuesta por Villota (1991), agrupándose en unidades formadas por procesos degradacionales, identificándose dentro de ellas geoformas de superficies colinadas, de lomerío y onduladas; y unidades originadas por procesos agradacionales o constructivos, representadas por abanicos diluviales y valles aluviales.

En el municipio de Flandes se identificaron dos tipos de geoformas.

### GEOFORMAS DE SUPERFICIES DE LOMERÍO Y ONDULADAS

Corresponden a las colinas en donde aflora el Grupo Honda y las zonas bajas próximas al cauce del río Magdalena, que son formas provenientes de la denudación de llanuras agradacionales. En Flandes se identificó la geoforma correspondiente a altillanuras, provenientes de la degradación de antiguas llanuras agradacionales, dándoles el nombre de altillanuras degradadas, siguiendo la

#### ALTILLANURAS DEGRADADAS (AD).

Corresponde a una unidad de relieve que comprende antiguas llanuras agradacionales de origen aluvial-diluvial. Está constituida por estratos sedimentarios inclinados del Grupo Honda, que conforman colinas aisladas de poca elevación sobre el nivel regional del territorio municipal.

Ocupa pequeñas zonas del municipio como son la colina en donde se encuentra el Parque Natural Los Yaporogos y al norte del puente sobre el río Magdalena en la variante de Girardot. La unidad se desarrolló sobre las rocas sedimentarias del Grupo Honda, constituido por intercalaciones de areniscas y arcillolitas. Está cubierta por vegetación arbustiva baja y rastrojo, con los taludes desprotegidos.

Los procesos de remoción en masa identificados en esta unidad son desprendimientos y desplomes de bloques de arenisca ocasionados, en la mayoría de los casos, por socavación y pérdida de soporte. El proceso erosivo más común es la erosión laminar concentrada y en pequeños surcos.

El drenaje desarrollado es escaso y se restringe a pequeños surcos ocasionados por la escorrentía superficial, que en algunos casos se han convertido en cárcavas pequeñas.

### GEOFORMAS AGRADACIONALES

Formas originadas por procesos geomorfológicos constructivos, a través de la depositación y acumulación de materiales sólidos resultantes de la denudación de relieves más elevados. En el municipio de Flandes se identificaron dos geoformas correspondientes a procesos agradacionales: abanicos o conos diluviales y valles aluviales.

#### ABANICO O CONO DILUVIAL DE EL ESPINAL (CDe).

Los abanicos o conos diluviales se forman por sucesivos depósitos de flujos de lodo, que emergen de valles estrechos a zonas relativamente planas y amplias; se caracterizan por la presencia de materiales heterométricos, pobremente sorteados que incluyen material de suelo y fragmentos de roca subangulares hasta redondeados. La distribución es caótica, irregular, dispuestos como un depósito único o como capas espesas, a menudo con intercalaciones de aluviones u otros materiales alóctonos. La composición generalmente heterogénea.



## JUVENAL LOPEZ RODRÍGUEZ

Ingeniería Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones – Consultorías

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

El Abanico de El Espinal constituye la unidad geomorfológica de mayor extensión en el área municipal, tiene una pendiente menor del 3% y conforma el nivel general del municipio. No está muy disectado y únicamente se observa el entalle de los ríos Magdalena y Coello, que han ocasionado desniveles de 20 a 30 metros y taludes de 15 a 20 metros de altura. Su origen está relacionado con las erupciones explosivas del Holoceno (últimos 10.000 años de historia de La Tierra) del Volcán Cerro Machin, por lo que se caracteriza por una relativa homogeneidad composicional.

En los bordes de la unidad, especialmente los que rodean los ríos Magdalena y Coello, se han desarrollado escarpes verticales a subverticales, generalmente desprotegidos de vegetación, en donde ocurren desprendimientos, desplomes y caídas de bloques que forman coluviones y depósitos de derrubio en la base de ellos. En las quebradas Las Chontas y Santa Ana, los taludes son de menor altura, pero igualmente verticales y están protegidos por arbustos, rastrojo y pastos. En la superficie la vegetación es arbustiva, con rastrojos y pastos, pero preferencialmente cubierta por cultivos.

La red de drenaje es poco densa y se ha desarrollado preferencialmente al noroeste y sureste del municipio (cuenca de la quebrada Santa Ana); es de tipo subdendrítico, con valles y cauces angostos, pocos profundos y sinuosos.

Hacia la cuenca de la quebrada Santa Ana se identificaron procesos erosivos de tipo laminar, surcos y cárcavas, especialmente por la presencia de un depósito lagunar limoso, fácilmente erosionable. La erosión laminar se observa en superficie debido a la pérdida de la capa vegetal y al arrastre de materiales finos por las aguas de escorrentía, ocasionado algunas veces surcos.

### VALLES ALUVIALES

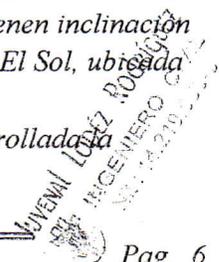
De acuerdo con la definición de Zinck (1980, en Villota, 1991), corresponde a una porción de espacio alargada, relativamente plana y estrecha, intercalada entre dos áreas de relieve más alto y que tiene como eje un curso de agua. El relieve encajante puede ser cordilleras, colinas o planicies a través de los cuales el valle deposicional se va entallando. Los aportes para el relleno del valle son tanto longitudinales como laterales de pequeña magnitud. Dentro del valle aluvial pueden existir subunidades como la llanura de inundación, uno o varios niveles de terraza, escarpes y/o taludes de terraza, que muchas veces por la escala de mapeo no pueden ser separados cartográficamente.

En el municipio de Flandes se identificaron dos valles aluviales, correspondientes a los ríos Magdalena y Coello. Estos dos valles están encajonados entre planicies constituidas por el Abanico de El Espinal.

#### Valle Aluvial del río Magdalena (VAm).

Comprende todo el límite oriental y norte del municipio; es relativamente estrecho (50 a 70 metros en promedio) para el caudal del río, lo que puede evidenciar que el depósito en el cual está encajonado (Abanico de El Espinal) es geológicamente nuevo. Las paredes del valle son escarpes verticales a subverticales en los depósitos del abanico, mientras que cuando encuentra rocas del Grupo Honda las paredes tienen inclinación suave, esporádicamente abruptas. El cauce del río es único, observándose sólo una isla, Isla El Sol, ubicada al sur de la cabecera municipal, esporádicamente barras de arena.

Al sur del puente de la variante de Girardot, el valle es más amplio y se observa mejor desarrollada la llanura de inundación con su vega, pero también el río tiene un cauce mayor único.





## JUVENAL LOPEZ RODRÍGUEZ

Ingeniería Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones – Consultorías

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

*El valle aluvial tiene un desnivel, con respecto al nivel general del municipio, de 15 a 20 metros, aproximadamente. Dentro del valle aluvial se encuentra la llanura de inundación.*

*Cuando existen depósitos de derrubio o coluviones, junto a las paredes del valle, se observa vegetación arbustiva y rastrojo pero, por lo general, en los escarpes verticales la protección vegetal es escasa.*

*Los procesos de remoción en masa más comunes son desprendimientos y desplomes de las paredes del valle, aceleradas por acción antrópica y por la socavación lateral de los taludes por la acción de la corriente.*

*Valle Aluvial trenzado del rio Coello (VAc).*

*Se encuentra al occidente del municipio, observándose paredes verticales desarrolladas sobre los depósitos volcano-clásticos del Abanico de El Espinal y un desnivel que varía entre 5 y 20 metros con respecto al nivel general del abanico.*

*La vegetación en los taludes es de arbustos y rastrojo, pero con relativa frecuencia se observan desprotegidos de vegetación. En superficie están cubiertos parches de pastos y rastrojos.*

*Dentro del valle, que tiene 30 a 40 metros de amplio, el lecho mayor del rio se divide en varios canales menores que se bifurcan y reúnen, separados por islas e islotes conocidos como barras de cauce (Villota, 1991), constituidas por cantos y bloques de rocas, gravas y arenas, que por su volumen y tamaño son removilizados durante las crecientes del río. Las orillas del río no son constantes ni estables, sino que el cauce del río tiene amplitud variable con estrechamientos y ensanchamientos, temporales, que varían de acuerdo con el período climático.*

*Dentro del valle se distinguen, además del cauce mayor, los cauces menores y las barras de cauce, la llanura de inundación y dos pequeños niveles de terrazas de tipo deposicional, con sus correspondientes escarpes de terraza. Se destaca su alta pedregosidad.*

*Los procesos de remoción en masa más frecuentes son desplomes y desprendimientos de los taludes, con su acumulación en la base formando depósitos de derrubios. Como proceso erosivo importante se destaca la socavación lateral de las paredes del valle y bordes de terrazas, que ocasionan desprendimientos y desplomes.*

### PROCESOS DEGRADACIONALES Y AGRADACIONALES

*La superficie de La Tierra es afectada por procesos degradacionales o destructivos y agradacionales o constructivos que modelan el relieve terrestre que observamos. Entre los procesos destructivos, que actúan permanentemente, se encuentran la erosión, la remoción y el transporte de masas. El proceso constructivo más destacado es la acumulación o sedimentación.*

*Distintos sistemas de modelado del relieve dan lugar a formas de erosión y de sedimentación características que marcan las grandes pautas de evolución del relieve. A estos sistemas se les denomina morfogenéticos. Uno de los sistemas más importantes es el hídrico, pues es el agua líquida en movimiento la principal responsable de los procesos de erosión y sedimentación y es básicamente el que actúa sobre el territorio de Flandes. En menor proporción se encuentran el viento y la actividad antrópica.*



### EROSIÓN.

En la zona que abarca el municipio de Flandes predominan los procesos erosivos superficiales, tanto geológicos como acelerados por el hombre, de los cuales se diferencian los siguientes tipos: erosión laminar, en surcos y cárcavas y erosión fluvial. Esta erosión es debida, fundamentalmente, al efecto de las aguas corrientes o de escorrentía, que definen lo que se conoce como erosión hídrica, en la cual participa activamente la erosión pluvial.

La erosión pluvial se define como el resultado de la interacción de los elementos lluvia y suelo, de modo que su magnitud se debe al efecto combinado de ambos factores, como también a las características de la cobertura vegetal y del suelo (IGAC, 1988).

La capacidad de la lluvia para producir erosión se denomina erosividad, mientras que la susceptibilidad del suelo a degradarse se conoce como erodabilidad. Para el área del municipio de Flandes, el IGAC (1988) calculó, de manera general, un índice de erosividad de la lluvia entre 750 y 1500 Kgm-mm/m<sup>2</sup>, que se considera bajo; no obstante, si el suelo se encuentra sin vegetación, podría presentarse una erosión ligera a moderada y muchas veces severa. Sería conveniente realizar estudios detallados de erodabilidad y erosividad para el municipio y, de acuerdo con los resultados obtenidos, establecer prácticas de cultivo y manejo de suelos.

### PROCESOS DE FORMACIÓN O AGRADACIÓN

Estos procesos actúan, principalmente, en la llanura aluvial del río Coello, en donde se depositan los materiales arrastrados por la acción vigorosa del río y sus tributarios. Es aquí donde se deposita gran parte de los sedimentos erodados en la Cordillera Central y en las paredes del valle del río. El río Magdalena actúa más como agente erosivo y sólo en temporadas de verano se logran ver sus depósitos de playa.

### GEOLOGÍA

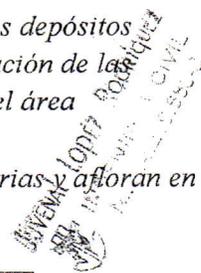
El área del municipio de Flandes está conformada por una unidad geológica terciaria, de origen sedimentario, y por depósitos cuaternarios, de origen sedimentario y volcano-sedimentario, con diverso grado de consolidación.

El territorio municipal está afectado por la Falla Cucuana-Río Bogotá, cuyo trazo tiene una orientación de N 60°-65° E. Tanto al oriente como al occidente de Flandes, existen otras fallas geológicas que pueden ser fuentes sismogénicas e influir en la amenaza sísmica del municipio.

### ESTRATIGRAFÍA – LITOLOGÍA

La unidad geológica del Terciario es el Grupo Honda, mientras que entre los depósitos cuaternarios sobresalen el Abanico de El Espinal y los depósitos aluviales antiguos del río Magdalena. Los depósitos aluviales recientes son más importantes en el río Coello. Las Figuras 3 y 4 muestran la ubicación de las secciones estratigráficas levantadas y una columna de las unidades geológicas expuestas en el área municipal.

GRUPO HONDA (Tsh). Las rocas que conforman esta unidad son eminentemente sedimentarias y afloran en las márgenes del río Magdalena o en pequeños montículos, formando colinas aisladas,





# JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ

Ingeniería Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones – Consultorías

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

de muy baja elevación, que escasamente logran sobresalir sobre las zonas planas conformadas por los depósitos sedimentarios del Cuaternario.

Ejemplos de afloramientos importantes del Grupo Honda se encuentran en las bases de los puentes del ferrocarril, Ospina Pérez (Fotografía 9) y Real. Igualmente, cerca al puente sobre el río Magdalena en la variante de Girardot, en donde conforma una colina de unos 30 a 40 metros de elevación. También pueden observarse afloramientos del Grupo Honda en el Parque Natural Los Yaporogos, en donde está localizado el tanque distribuidor del acueducto municipal, cerca al cementerio y en la zona en donde se construyeron las lagunas de oxidación.

La unidad está constituida por una secuencia en donde se intercalan bancos de areniscas grises a verdosas, con arcillolitas y lodolitas limosas, también de colores grises, amarillentos y esporádicamente rojizos. La estratificación tiene dirección general N 30°-40° E y buzamiento entre 20° y 30° hacia el SE.

Las areniscas, variedad litológica dominante, se presentan en estratos medios a gruesos con espesores entre 1 y 3 metros; están constituidas por fragmentos de roca, cuarzo, plagioclasa y hornblenda con cantidades variables de matriz; el tamaño de grano varía entre fino y conglomerático, predominando el tamaño medio. Tienen baja porosidad y permeabilidad. Evaluaciones de campo indican que cuando las areniscas tienen baja meteorización o intemperismo, es decir han sido poco afectadas por los agentes ambientales, se comportan como rocas muy resistentes, con resistencia a la compresión no confinada mayor de  $100 \text{ MNm}^{-2}$  (MPa), de acuerdo con la clasificación propuesta por Anon (1977, en Harvey, 1987). Cuando los procesos de meteorización o intemperismo, que afectan las rocas de la corteza terrestre desintegrándolas, están mediana a altamente avanzados, las rocas son moderadamente débiles, de acuerdo con la clasificación ya mencionada; esto quiere decir que se transforman en rocas blandas, fácilmente excavables con el martillo de geología o con herramientas manuales.

Las arcillolitas son también de tonos grises y amarillos y los estratos con espesores promedio de 1 m y menos, se intercalan entre las areniscas y poseen resistencia baja, por lo que son fácilmente erosionables y excavables con herramientas manuales.

Las evidencias geológicas indican que los sedimentos que dieron origen al Grupo Honda fueron depositados en un medio aluvial, por ríos trenzados. La época de depositación fue el Terciario Superior (Neógeno), más específicamente en el Plioceno.

**ALUVIONES ANTIGUOS (Qaa).** Se trata de una unidad geológica muy poco consolidada y fácilmente erosionable. Está conformada por una capa de grava matriz soportada, de espesor variable entre 0,4 metros y 5 metros, constituida por cantos de rocas bien redondeados, de areniscas cuarzosas (40%), lodolitas silíceas negras y café (35%), cuarzo (15%) y chert (10%); el tamaño de los fragmentos varía entre 2 y 15 centímetros, predominando el tamaño entre 2 y 3 centímetros, en matriz arcillo-arenosa a limo-arcillosa de color rojizo, que conforma entre el 10% y 30% del depósito.

La unidad se observó en las colinas formadas por el Grupo Honda en donde recubre discordantemente las areniscas. Las mejores exposiciones se observaron en al Parque Natural Los Yaporogos y en una colina ubicada al sur del cementerio de Flandes.

Por las características, parece tratarse de un depósito dejado por una inundación muy antigua del río Magdalena.





# JUVENAL LOPEZ RODRÍGUEZ

Ingeniería Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones – Consultorías

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

*Ibagué-Santa Fe de Bogotá con el río Magdalena y en la cuenca de la quebrada Santa Ana (vereda Paraíso - sector de La Esperanza).*

*La secuencia descansa, sobre rocas del Grupo Honda, cerca al cruce del río Magdalena en la variante de Girardot y se inicia con un banco de grava matriz soportada que grada a arenas, arcillas limosas y finalmente a limos de color café y habano, y carácter plástico, que conforma la parte más gruesa de la unidad alcanzando un espesor hasta de 3 metros; la grava de la base está constituida por fragmentos de areniscas cuarzosas, lodolitas silíceas, chert, cuarzo y rocas metamórficas y volcánicas y tiene semejanza con el nivel aluvial antiguo, descrito anteriormente. Esta secuencia es fácilmente erosionable y sólo se observan restos en las partes altas de estos cerros, a manera de remanentes dejados por la erosión. El espesor total de la unidad es de 9 metros.*

*En la vereda Paraíso, sector La Esperanza, la unidad está conformada, básicamente, por un paquete de limos de 4 metros de espesor que descansa sobre depósitos volcanosedimentarios del Abanico de El Espinal .*

*La unidad tiene edad cuaternaria y se originó, muy posiblemente, por un represamiento del río Magdalena que conformó un lago. Este represamiento pudo estar relacionado con un flujo de lodo que descendió por el río Coello y obración de agregados pétreos para construcción. Tiene forma de terrazas aluviales y alturas entre 2 y 3 metros con respecto al nivel de aguas medias del río Coello. En el río Magdalena tienen mucha menor extensión y su altura varía entre 2 y 4 metros con respecto al nivel normal de aguas del río.*

## TECTÓNICA – ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS

*El municipio de Flandes 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.*

*FALLA DE CUCUANA-RÍO BOGOTÁ. Fue descrita, inicialmente, por Franco y Gómez (1978) mediante la observación en una imagen de satélite. La estructura cruza el territorio de Flandes con dirección N 60°-65° E, originando, según los autores mencionados, el giro o flexión del cauce del río Magdalena que trae una dirección norte-sur y a la altura de Girardot-Flandes vira hacia el occidente y suroccidente para retomar, nuevamente, su rumbo original cerca de la confluencia con el río Coello; Vergara y Cárdenas (1998) consideran, igualmente que la Falla de Cucuana puede ser la responsable del cambio del curso del río Magdalena. En la Figura 2 se observa esta situación.*

*Adicionalmente, observando el mapa geológico de Colombia (INGEOMINAS, 1988), se nota que la falla trunca un cinturón de rocas sedimentarias cretáceas, que viene desde el norte y desaparece justo en el trazo de la falla referida.*

*Si bien no se han realizado estudios geológicos detallados para identificar actividad neotectónica en esta estructura geológica, datos preliminares de Vergara (1987) indican abombamientos, zonas de colapso, hundimientos escalonados y fracturas asociadas a los depósitos del Abanico de El Espinal, que podrían estar relacionados con actividad reciente de la falla.*

*Según Vergara y Cárdenas (1998), esta estructura geológica que atraviesa el departamento del Tolima afectando las unidades geológicas desde el Jurásico hasta el Holoceno (Abanico de El Espinal), es clasificada como potencialmente activa.*



# JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ

Ingeniería Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones – Consultorías

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

**DISCONTINUIDADES.** Geológicamente las discontinuidades son superficies en donde las condiciones del macizo rocoso cambian o sufren interrupciones. Las discontinuidades más frecuentes son planos de estratificación, fracturas, diaclasas, zonas de falla, venas, planos de esquistosidad, discordancias, entre otras.

En el territorio de Flandes se observaron las siguientes discontinuidades:

**Diaclasas.** Las areniscas del Grupo Honda exhiben varios juegos de diaclasa con 40 a 60 cm de espaciamiento y orientaciones de N70°E/75°SE, N10°W/85°SW, N18°E/81°NW y N60°W/85°NE, que generan bloques que se desprenden por acción de la gravedad cuando la superficie sobre la cual descansan, constituida por arcillolitas, es socavada por el agua. En otras ocasiones se trata de agua de infiltración que lubrica esta superficie de discontinuidad entre areniscas y arcillolitas, lo que puede acelerar el desplome.

**Discordancias.** Los contactos entre las diferentes unidades geológicas que conforman el territorio municipal de Flandes son discordancias, por consiguiente, interrupciones en las propiedades de cada una de ellas. Esta situación permite que exista comportamiento diferente en los patrones de drenaje, erosión y características geomecánicas, dependiendo del tipo de unidad expuesta en una zona, como se describió en el capítulo sobre geomorfología.

**Estratificación.** Los planos de estratificación en el Grupo Honda, especialmente el presente entre las areniscas y arcillolitas, causa desplomes debido a que las arcillolitas, cuando están expuestas a los agentes erosivos, son fácilmente atacadas y arrastradas por el agua, generando pérdida de soporte y desplome de los bancos de areniscas, fenómeno corriente en las zonas donde aflora esta unidad geológica, en el municipio de Flandes.

**Investigación de Campo:** La investigación de campo se desarrollo sobre la base de dos (2) sondeos, a una profundidad media de 8.25 ms, los perfiles estratigráficos nos definen su posesión, anchos y características geotécnicas, en cada sondeo se tomaron las muestras para ensayos de laboratorio.

**El procedimiento para el trabajo de campo y para definir los perfiles del suelo en cada sondeo es:** Se utilizo barreno manual helicoidal para inicio de perforación, a medida que se bajaba cada 50 cms se saca los barrenos se determina los tipos de muestra y se anota su continuidad o cambio de materiales, se va anotando la profundidad; cada vez que se saca cada tramo se clasifica una muestra para laboratorio, se puede evaluar la humedad mediante el humeo metro o se tiqueta cada muestra para mandar a laboratorio; se registra también el tipo de estrato, color y características geológicas.

## Estratigrafía

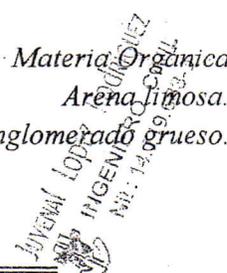
### SONDEO N° 1

0.00 A 0.22 ms.	Materia Orgánica
0.22 A 6.25 ms.	Arena limosa.
6.25 A 8.25 ms.	Conglomerado grueso.

### SONDEO N° 2

0.00 A 0.25 ms.	Materia Orgánica
0.25 A 6.45 ms.	Arena limosa.
6.45 A 8.27 ms.	Conglomerado grueso.

**Tipos de estratos:** Según los sondeos los estratos son paralelos o sea pertenecen al tipo simple o regular, la recolección de muestras cumple la norma AASHTO T86-70 y ASTM D420-70.





# JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ

Ingeniería Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones - Consultorías

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

**Características :** Arena limosa color gris.  
Humedad media.  
Compacidad relativa densa.  
Estructura homogénea.  
Conglomerado grueso arenoso.  
Humedad media.  
Compacidad relativa densa.  
Estructura homogénea.

**Nivel freático :** A la profundidad de 6.10 ms se encontró nivel freático.

## DE LOS LABORATORIOS Y ANALISIS GEOTECNICOS.

**Laboratorios:** Para la Arena y la grava se realizaron los siguientes ensayos:  
En cada sondeo se tomaron una muestra para cada estrato, dando dos por estrato.

**Contenido de humedad:** ASTM D2216-71

Arena limosa.		Grava limosa.	
M-SM-1	9 %	M- GM-1	10 %
M-SM-2	8 %	M- GM-2	9 %
Prom.	9 %		9.5 %

**Gravedad Especifica de los solidos de un suelo:** AASHTO T100-70, ASTM D854-58

Arena limosa: Muestras : M- SM- gris - 2.69

Grava limosa: M- GM- gris- 2.82

**Peso Unitario:** ASTM D2937-71

Arena limosa: M- SM- 2.13 t/m<sup>3</sup>.

Grava limosa: M- GM- 2.21 T/m<sup>3</sup>.

**Análisis granulométrico:** AASHTO T87-70 (Preparación de la muestra)

AASHTO T88-70 (Procedimiento)

ASTM D421-63 y D422-63.

**Muestra Arenosa.**

Mas del 50% de la muestra pasa el tamiz N° 4 y se retiene en el N° 200- Arena

Pasa 200 - 18%. Se analiza los finos.

Cu= 4.                      Cc= 1                      Gi= 0

Analisis de la parte fina.

**Límites de Atterberg :** AASHTO T89-68 y T90-70/ ASTM 423-66 (LL) y D424-59 (LP).

L.L= 34                      L.P= 24.9                      IP= 9.1

**Grava limosa.**

Mas del 50% se retiene en el tamiz N° 4



# JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ

Ingenieria Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones – Consultorias

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

Pasa 200- 17.5% Se analiza los finos.

$$Cu = 4$$

$$Cc = 1$$

$$Gi = 3$$

Analisis de la parte fina.

Limites de Atterberg : AASHTO T89-68 y T90-70/ ASTM 423-66 (LL) y D424-59 (LP).

$$L.L = 31$$

$$L.P = 24.2$$

$$I.P = 6.8$$

## PARAMETROS GEOMECHANICOS

Parametro.	Arena	Grava	Und.
Cohesion no drenada (Cu).	3.09	3.42	T/m <sup>2</sup>
Peso Unitario Total ( $\gamma_t$ )	2.23	2.26	T/m <sup>3</sup>
Peso Unitario humedo ( $\gamma_n$ )	2.13	2.21	T/m <sup>3</sup>
Peso Unitario seco ( $\gamma_s$ )	1.96	2.01	T/m <sup>3</sup>
Módulo de Elasticidad (Es)	4569	10862	T/m <sup>2</sup>
Relación de vacios (.e.)	0.38	0.34	
Coficiente de compresibilidad (Cc).	0.22	0.19	
Ceficiente de recompresión (Cr)	0.055	0.0475	
Relación de Poisson ( $\mu$ ).	0.34	0.29	
Angulo de fricción interna ( $\phi$ ).	42	45	°

Para calcular la capacidad neta admisible tomo el modelo planteado por Bowles (1977).

**Para la Arena**

$$q_{neto\ admisible} = (kN/m^2) = 11.98 * (N) 60 * ((3.28 * B + 1) / 3.28 * B)^2 * F_d * (S_c / 25) \quad \text{para } B > 1.22$$

$$F_d = \text{factor de profundidad} = 1 + 0.33(D_f/B) \leq 1.33$$

$S_c$  = asentamiento tolerable en mm.

$$F_d = 1.09$$

$$S_c = L/1000 = 20 \text{ mm}$$

$$q_{na} = 377.12 \text{ kN/m}^2 = 38.48 \text{ T/m}^2$$

**Para la Grava**

$$q_{na} = 506.42 \text{ kN/m}^2 = 51.68 \text{ T/m}^2$$

Anexo formatos de laboratorio, cuyos resultados me permitieron calcular los parametros geomecanicos.

Con referencia a los Efectos Locales, y según la Norma Colombiana de Construcciones Sismorresistente, el perfil de suelo es:

$$N = 17.37 \text{ Tipo de perfil D.}$$

Considerando los parametros que definen el espectro de diseño a tener en cuenta, son los que aparecen a continuación.

JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ  
INGENIERO CIVIL  
Nº: 14.219.683-3



# JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ

Ingeniería Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones – Consultorías

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

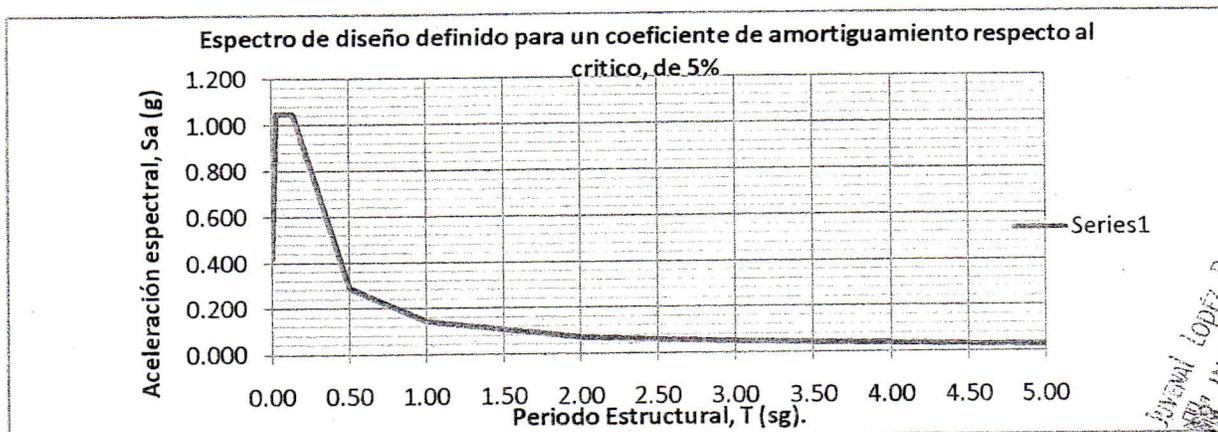
La zona se encuentra identificada como un valle aluvial conformada principalmente por sedimentos del río Magdalena, con estructuras arenosa limosa.

La zona de estudio pertenece a una región de amenaza sísmica 4 Intermedia con valores de  $A_a = 0.20$  y  $A_v = 0.04$ ; para un Grupo de uso IV- Edificaciones Indispensables para un Coeficiente de importancia  $I = 1.50$ , definiéndose los siguientes coeficientes:

Coeficiente		Valle aluvial del río Magdalena.
$T_o$	Periodo inicial	0.03
$T_c$	Periodo corto	0.14
$T_l$	Periodo largo	4.80
$F_a$	Fact ampliación aceleración.	1.40
$F_v$	Fact amplia aceler interv veloc Constante	2.00
$A_v$	Velocidad máxima sismo de diseño (m/sg)	0.04
$A_a$	Coefi aceleración para el sismo de diseño.	0.20

### Valores del espectro de diseño

	Periodo Estructural T (sg)	Aceleración espectral, $S_a$ (g).	
	0.00	0.420	
	0.02	0.840	
$T_o$	0.03	1.050	$A_m$
$T_c$	0.14	1.050	
	0.50	0.288	
	1.00	0.144	
	2.00	0.072	
	3.00	0.048	
	4.50	0.032	
$T_l$	4.80	0.030	
	5.00	0.028	



JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ  
INGENIERO CIVIL  
NIT: 14.219.873-3



## DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.

JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ.  
Cuadro resumen.

LINEA 2000 JJJD. LTDA.  
Construcciones.

Proyecto: Construcción tanque para aguas negras

Descripcion del suelo: Arena limosa.

Fecha: 30/07/2012

Localizacion: Cabecera municipal  
Flandes Tolima

Propietario: Municipio de Flandes Tolima.

Sondeo N°:		1	2				
Muestra: Arena limosa color gris.	N°	1	2				
Recipiente (Tara)	N°	6	9				
Peso de tara + suelo humedo. (gr)	w1	24.2	26.2				
Peso de tara + suelo seco. (gr).	w2	23	25				
Peso de tara. (gr)	w3	10.0	10.5				
Peso del suelo seco. (gr)	w2- w3	13.0	14.5				
Peso de agua. (gr)	w1-w2	1.2	1.2				
Contenido de humedad %	w1-w2/w2-w3	0.09	0.08			Prom:	0.09

Sondeo N°:		1	2				
Muestra: Grava limosa color gris.	N°	1	2				
Recipiente (Tara)	N°	6	9				
Peso de tara + suelo humedo. (gr)	w1	32.2	31.8				
Peso de tara + suelo seco. (gr).	w2	30.2	30.1				
Peso de tara. (gr)	w3	10.0	10.5				
Peso del suelo seco. (gr)	w2- w3	20.2	19.6				
Peso de agua. (gr)	w1-w2	2.0	1.7				
Contenido de humedad %	w1-w2/w2-w3	0.10	0.09			Prom:	0.09

Elaboro: \_\_\_\_\_

Reviso: \_\_\_\_\_

Pag. \_\_\_\_\_

JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ  
INGENIERO CIVIL  
N.º 14.241.900-1



# GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS ( $G_s$ )

JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ.  
Ingeniero Civil.

LINEA 2000 JJJ.D. LTDA.  
Construcciones.

Proyecto: Construcción tanque para aguas negras.

Fecha: 30/07/2012

Localizacion: Cabecera Municipal Flandes Tolima.

Propietario: Municipio de Flandes tolima.

Descripcion del suelo: Arena limosa.

Profundidad muestra (m): 3.00	Color: Gris.			
Perforacion N°	1	2	3	4
Volumen del frasco a 20° C, ml	500	500		
Método de remoción del aire.	Vac.	Aspir.		
Peso frasco + agua + suelo, $W_t$ - gr	766.9	768.5		
Temperatura, ° C.	24.0	24.0		
Peso frasco + agua, $W_w$ - gr	693.3	693.3		
Plato evaporador N°.	6	7	9	
Peso plat evapo + suelo seco, $W_s$ - gr	369.5	388.4		
Peso plato evaporador, $W_e$ - gr	252.6	268.4		
Peso del suelo seco, $W_{ss}$ - gr	116.9	120		
$W = W_{ss} + W_w - W_t$ - gr	43.3	44.8		
$G_s = \alpha * (W_{ss}/W)$	2.70	2.68		

T- °C	$\alpha$	$\gamma_w$ gr/cm <sup>3</sup>
16	1.0007	0.99897
18	1.0004	0.99862
20	1.0000	0.99823
22	0.9996	0.99780
24	0.9991	0.99732
26	0.9986	0.99681

G <sub>s</sub> Prom	2.69
---------------------	------

Descripcion del suelo: Grava limosa.

Profundidad muestra (m): 7	Color: Gris.			
Perforacion N°	1	2	3	4
Volumen del frasco a 20° C, ml	500	500		
Método de remoción del aire.	Vac.	Aspir.		
Peso frasco + agua + suelo, $W_t$ - gr	854.0	848.0		
Temperatura, ° C.	24.0	24.0		
Peso frasco + agua, $W_w$ - gr	778.4	770.7		
Plato evaporador N°.	8	7	10	
Peso plat evapo + suelo seco, $W_s$ - gr	369.5	388.4		
Peso plato evaporador, $W_e$ - gr	252.6	268.4		
Peso del suelo seco, $W_{ss}$ - gr	116.9	120		
$W = W_{ss} + W_w - W_t$ - gr	41.3	42.7		
$G_s = \alpha * (W_{ss}/W)$	2.83	2.81		

T- °C	$\alpha$	$\gamma_w$ gr/cm <sup>3</sup>
16	1.0007	0.99897
18	1.0004	0.99862
20	1.0000	0.99823
22	0.9996	0.99780
24	0.9991	0.99732
26	0.9986	0.99681

G <sub>s</sub> Prom	2.82
---------------------	------

Elaboro: \_\_\_\_\_

Reviso: \_\_\_\_\_

Pag. \_\_\_\_\_

JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ  
INGENIERO CIVIL  
N°: 14.2.19.883-3



# PESOS UNITARIOS

JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ.  
Ingeniero Civil.

LINEA 2000 JJJD. LTDA.  
Construcciones.

Proyecto: Construcción tanque Flandes Tolima.  
Localizacion: Cabecera Municipal Flandes.

Fecha: 30/07/2012  
Propietario: Municipio de Flandes.

TIPO DE MUESTAR: Arena limosa	Color: Gris.		Compacidad : Densa.			Clasif:	
Perforacion N°	1	2					
Peso de la muestra, $W_t$ (gr)	808.1	809.3					
Vol del recipiente, $V_c$ (cm3).	969	969					
Lect inicial probeta graduada (ml)	800	800					
Lect final de la probeta graduada (ml).	209.4	212.5					
Vol de agua, $V_w$ (ml)	590.6	587.5					
Vol de suelo, $V_s$ (cm3).	378	382					
<b>DENSIDAD HÚMEDA.</b>							
$\gamma_{hum} = W_t/V_s$ (gr/cm3).	2.136	2.121				Prom	2.13
$\gamma_{hum} = gr/cm^3 * 9.807$ (kN/m3)	20.94	20.80				Prom	20.9
<b>CÁLCULO DEL PESO UNITARIO SECO.</b>							
Contenido de humedad, $\omega$ (%).	9	8					
$\gamma_{seco} = \gamma_{hum}/(1 + \omega)$ (gr/cm3).	1.959	1.964				Prom	1.96
$\gamma_{seco} = \gamma_{hum}/(1 + \omega)$ (kN/m3).	19.21	19.26				Prom	19.24
$e = (G_s * \gamma_w / \gamma_{seco}) - 1$	0.38	0.37					
$\gamma_{saturado} = ((G_s * \gamma_w) + (e * \gamma_w)) / (1 + e)$ (gr/cm3)	2.23	2.23				Prom	2.23

TIPO DE MUESTAR: Grava limosa.	Color: Gris		Compacidad: Densa			Clasif:	
Perforacion N°	1	2					
Peso de la muestra, $W_t$ (gr).	839	844					
Vol del recipiente, $V_c$ (cm3)	969	969					
Lect inicial probeta graduada (ml)	800	800					
Lect final de la probeta graduada (ml).	210	215					
Vol de agua, $V_w$ (ml).	590	585					
Vol de suelo, $V_s$ (cm3).	379	384					
<b>DENSIDAD HÚMEDA.</b>							
$\gamma_{hum} = W_t/V_s$ (gr/cm3).	2.214	2.198				Prom	2.206
$\gamma_{hum} = gr/cm^3 * 9.807$ (kN/m3).	21.71	21.55				Prom	21.6
<b>CÁLCULO DEL PESO UNITARIO SECO.</b>							
Contenido de humedad, $\omega$ (%)	10	9					
$\gamma_{seco} = \gamma_{hum}/(1 + \omega)$ (gr/cm3).	2.012	2.016				Prom	2.01
$\gamma_{seco} = \gamma_{hum}/(1 + \omega)$ (kN/m3).	19.74	19.78				Prom	19.76
$e = (G_s * \gamma_w / \gamma_{seco}) - 1$	0.34	0.34					
$\gamma_{saturado} = ((G_s * \gamma_w) + (e * \gamma_w)) / (1 + e)$ (gr/cm3)	2.26	2.26				Prom	2.26

Elaboro: \_\_\_\_\_

Reviso: \_\_\_\_\_

  
 Pag. \_\_\_\_\_  
 JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 24.219.888-3



# GRANULOMETRIA.

Normas NTC-1493- 1494 INV- E 125, E- 126.

JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ  
Ingeniero Civil.

LINEA 2000 JJJD. LTDA.  
Construcciones.

Proyecto: Construcción tanque para aguas negras.

Fecha: 30/07/2012

Localizacion: Cabecera Municipal flandes Tolima.

Propietario: Municipio de Flandes Tolima.

Sondeo N°: Promedio Muestra: M- SM

Profundidad (m): 3

Descripcion del suelo: Arena limosa.

% Gravas	10.2
% Arenas	71.8
% Finos	18.0

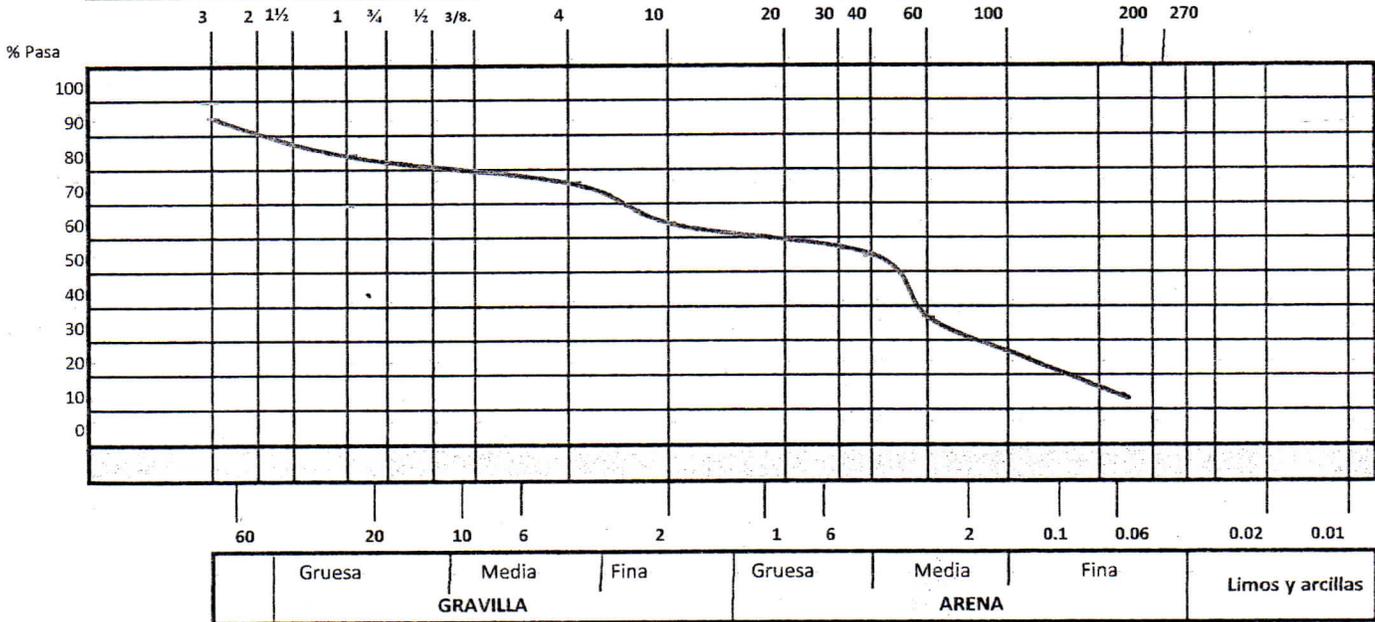
Tamaño de la muestra (ASTM D1140- 54)

Diametro nominal de la partcula mayor.	Peso minimo aproximado de muestra, gr.
Tamiz N° 10	200
Tamiz N° 4	500
3/4 pulg.	1500

## LIMITES

## CLASIFICACION.

Limite Liquido	LL.	34.0	% Indice de Grupo.	0
Limite Plastico.	LP.	24.9	% AASTHO.	A-2-6
Indice Plastico.	Ip	9.1	% U.S.C.	SM



P1= 500 gr.

Tamiz	Peso retenido
3"	12
1"	24
4	15
10	41
40	61
60	75
140	88
200	94
Pasa 200	90
Total	500

P2= 500 gr

% Retenido	% Pasa.
2.4	97.6
4.8	92.8
3.0	89.8
8.2	81.6
12.2	69.4
15.0	54.4
17.6	36.8
18.8	18.0
18.0	0.0
100.0	

$Cu = D60/D10 = \underline{4}$

$Cc = (D30)^2/D60 * D10 = \underline{1}$

$GI = (F200 - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F200 - 15)(Ip - 10) = \underline{0}$

Para suelos de los grupos A-2-6 o A-2-7 usar solo:  
 $GI = 0.01 * (F200 - 15) * (IP - 10) = \underline{0}$

Observaciones: Arena limosa.

Elaboro: \_\_\_\_\_

Reviso: \_\_\_\_\_

JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ  
INGENIERO CIVIL  
NE: 19.844-3  
Pag.



## DETERMINACION DE LIMITES

Procedimiento de ensayo: INV E122/ INV E 125-98/ INV E 126.

**JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ.**  
Ingeniero Civil.

**LINEA 2000 JJJD. LTDA.**  
Construcciones.

**Proyecto:** Construcción tanque para aguas negras.

**Fecha:** 30/07/2012

**Localizacion:** Cabecera Municipal Flandes Tolima.

**Propietario:** Municipio de Flandes Tolima.

**Descripcion del suelo:** Arena limosa Gris. (Parte fina)

**Profundidad de la muestra:** 3.00 ms prom.

**Muestra N° M- S** (Muestra tipo)

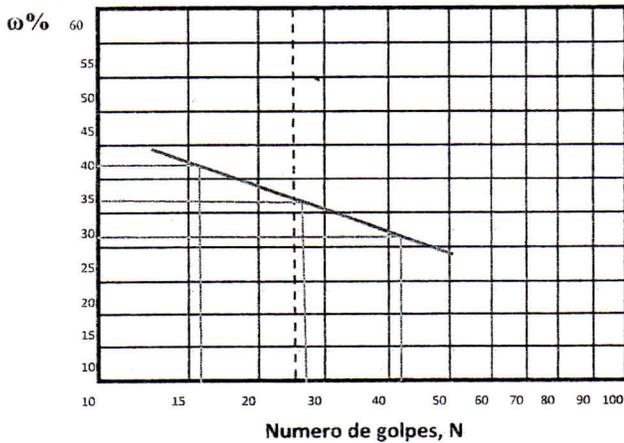
**ω =** 9.0 %

### DETERMINACION LIMITE LIQUIDO.

Tara	N°	3	7	9
Peso suelo hum + tara.	P1	8.87	9.71	9.68
Peso suelo seco+ tara.	P2	7.68	8.42	8.54
Peso tara.	P3	4.85	4.92	5.00
Peso suelo seco.	P2-P3	2.83	3.50	3.54
Peso de agua.	P1-P2	1.19	1.29	1.14
Contenido de humedad	%	42.0	36.9	32.2
Numero de golpes	N	16	26	41

### DETERMINACION LIMITE PLASTICO.

Tara	N°	2	5	8
Peso suelo humedo + tara.	P1	9.82	9.64	9.72
Peso suelo seco+ tara.	P2	8.88	8.68	8.75
Peso tara.	P3	4.98	4.86	4.95
Peso suelo seco.	P2-P3	3.90	3.82	3.80
Peso de agua.	P1-P2	0.94	0.96	0.97
Contenido de humedad	%	24.1	25.1	25.5
Limite plastico	Prom	24.9		



<b>Limite liquido</b>	LL	<u>34</u>
<b>Limite plastico</b>	LP	<u>24.9</u>
<b>Indice plastico</b>	Ip	<u>9.1</u>
<b>Indice de consistencia</b>	Ic	<u>          </u>
<b>Indice de flujo</b>	Fi	<u>19.1</u>
<b>Indice tenacidad</b>	It	<u>0.48</u>
<b>Indice de liquidez</b>	IL	<u>-2</u>
<b>Indice de Compresión</b>	Cc	<u>0.22</u>

**Observaciones:** Limo gris.

**Elaboro:** \_\_\_\_\_

**Reviso:** \_\_\_\_\_



# GRANULOMETRIA.

Normas NTC-1493- 1494 INV- E 125, E- 126.

JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ  
Ingeniero Civil.

LINEA 2000 JJD. LTDA.  
Construcciones.

Proyecto: Construcción tanque para aguas negras.

Fecha: 30/07/2012

Localizacion: Cabecera Municipal flandes Tolima.

Propietario: Municipio de Flandes Tolima.

Sondeo N°: Promedio Muestra: M- G

Profundidad (m): 7

Descripcion del suelo: Grava limosa.

% Gravas	58.3
% Arenas	24.2
% Finos	17.5

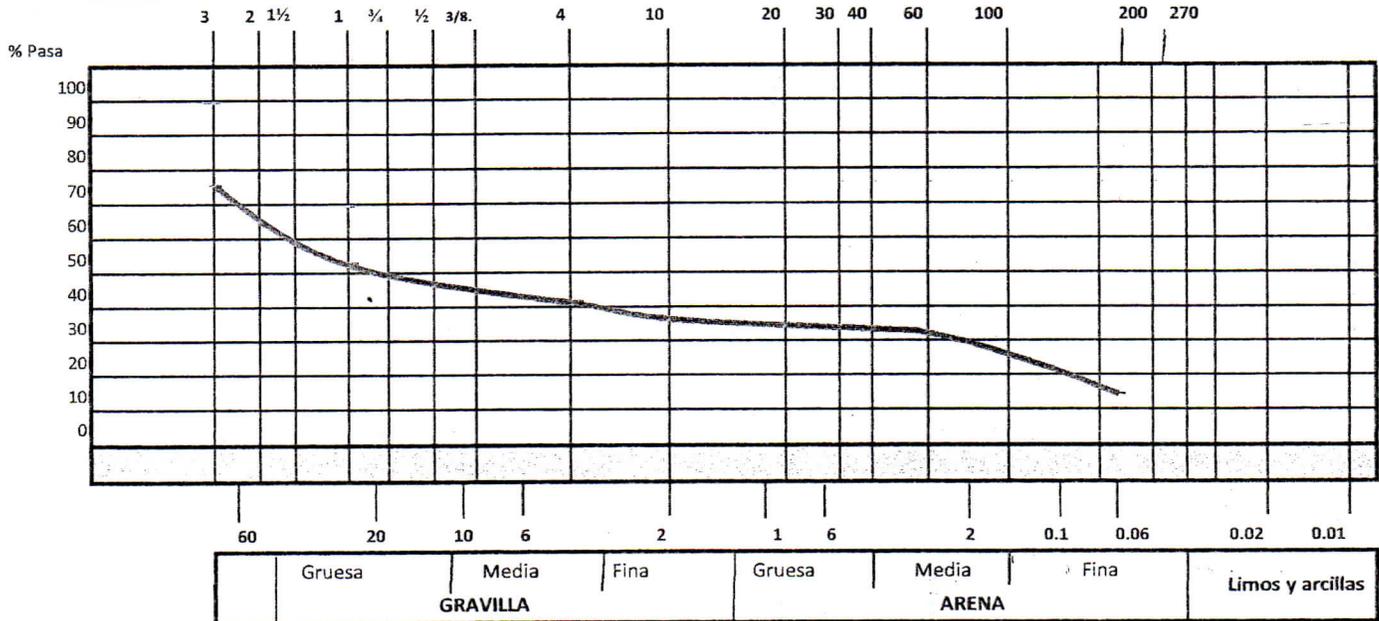
Tamaño de la muestra (ASTM D1140- 54)

Diametro nominal de la partícula mayor.	Peso mínimo aproximado de muestra, gr.
Tamiz N° 10	200
Tamiz N° 4	500
3/4 pulg.	1500

## LIMITES

Limite Liquido	LL.	31.0	% Indice de Grupo.	3
Limite Plastico.	LP.	24.2	% AASTHO.	A-2-4
Indice Plastico.	Ip	6.8	% U.S.C.	GW-Arenosa

## CLASIFICACION.



P1= 1800 gr.

Tamiz	Peso retenido
3"	410
1"	420
4	220
10	60
40	55
60	68
140	82
200	170
Pasa 200	315
Total	1800

P2= 1800 gr

% Retenido	% Pasa.
22.8	77.2
23.3	53.9
12.2	41.7
3.3	38.3
3.1	35.3
3.8	31.5
4.6	26.9
9.4	17.5
17.5	0.0
100.0	

$Cu = D_{60}/D_{10} = \underline{\underline{4}}$

$Cc = (D_{30})^2 / D_{60} * D_{10} = \underline{\underline{1}}$

$GI = (F_{200} - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F_{200} - 15)(IP - 10) = \underline{\underline{3}}$

Para suelos de los grupos A-2-6 o A-2-7 usar solo:  
 $GI = 0.01 * (F_{200} - 15) * (IP - 10) = \underline{\underline{0}}$

Observaciones: Grava bien graduada; arenosa.

Elaboro: \_\_\_\_\_

Reviso: \_\_\_\_\_

JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ  
INGENIERO CIVIL  
Pag.



## DETERMINACION DE LIMITES

Procedimiento de ensayo: INV E122/ INV E 125-98/ INV E 126.

**JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ.**  
Ingeniero Civil.

**LINEA 2000 JJJD. LTDA.**  
Construcciones.

**Proyecto:** Construcción tanque para aguas negras.  
**Localizacion:** Cabecera Municipal Flandes Tolima.  
**Descripcion del suelo:** Grava limosa Gris. (Parte fina)  
**Profundidad de la muestra:** 7.00 ms prom.

**Fecha:** 30/07/2012

**Propietario:** Municipio de Flandes Tolima.

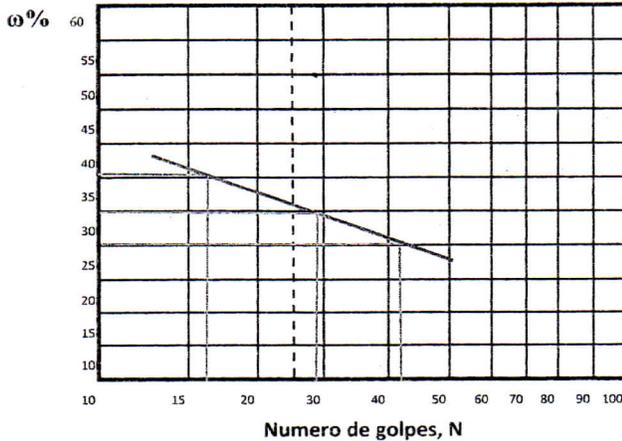
**Muestra N°** M- G (Muestra tipo)                       $w = 9.0 \%$

### DETERMINACION LIMITE LIQUIDO.

Tara	N°	3	7	9
Peso suelo hum + tara.	P1	8.92	9.69	9.68
Peso suelo seco+ tara.	P2	7.74	8.45	8.57
Peso tara.	P3	4.85	4.92	5.00
Peso suelo seco.	P2-P3	2.89	3.53	3.57
Peso de agua.	P1-P2	1.18	1.24	1.11
Contenido de humedad	%	40.8	35.1	31.1
Numero de golpes	N	17	29	41

### DETERMINACION LIMITE PLASTICO.

Tara	N°	2	5	8
Peso suelo humedo + tara.	P1	10.15	10.26	11.02
Peso suelo seco+ tara.	P2	9.12	9.22	9.85
Peso tara.	P3	4.98	4.86	4.95
Peso suelo seco.	P2-P3	4.14	4.36	4.90
Peso de agua.	P1-P2	1.03	1.04	1.17
Contenido de humedad	%	24.9	23.9	23.9
Limite plastico	Prom	24.2		



Limite liquido	LL	31
Limite plastico	LP	24.2
Indice plastico	Ip	6.8
Indice de consistencia	Ic	
Indice de flujo	Fi	26.9
Indice tenacidad	It	0.25
Indice de liquidez	IL	-2
Indice de Compresión	Cc	0.19

**Observaciones:** Limo gris.

**Elaboro:** \_\_\_\_\_

**Reviso:** \_\_\_\_\_



# ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR SPT.

Tipo de muestra (Inalterada, remoldeada).

JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ.  
Ingeniero Civil.

LINEA 2000 JJJ.D. LTDA.  
Construcciones.

Proyecto: Construcción tanque aguas negras.

Fecha: 10/07/2012

Localizacion: Cabecera Municipal Flades Tolima.

Propietario: Municipio de Flandes Tolima.

Grado de alteracion de la muestra.
$AR(\%) = [(De)^2 - (Di)^2 / (Di)^2] * 100 =$
AR ≤ 10% es inalterada.

Grado de alteracion de la muestra.
$AR(\%) = [(De)^2 - (Di)^2 / (Di)^2] * 100 =$
AR ≤ 10% es inalterada.

Tipo de Suelo: SM		
Prof. Mts.	Sondeo N° 1	Sondeo N° 2
	Prof: 3 m	Prof: 3 m
	N:	N:
0.00		
0.50		
1.00	55	48
1.50	57	52
2.00	58	58
2.50	62	65
3.00	64	65
3.50	71	75
4.00	80	81
4.50	84	83
5.00		
<b>Prom</b>	66.38	65.88

Tipo de Suelo: GW- Arenosa.		
Prof. Mts.	Sondeo N° 1	Sondeo N° 2
	Prof: 7 m	Prof: 7 m
	N:	N:
2.00		
5.50		
6.00		
6.50	85	84
7.00	88	86
7.50	91	90
8.00	95	96
8.50		
9.00		
9.50		
10.00		
<b>Prom</b>	89.75	89.00

$N60 = N \eta_h \eta_b \eta_s \eta_r / 60 = 35$

$N60 = N \eta_h \eta_b \eta_s \eta_r / 60 = 47$

N60: Num penetracion estandar corr por condiciones de campo.

N: Numero de penetracion medido.

66.13      89.38

$\eta_h$ : Eficiencia del martilloo %.

0.7      0.7

$\eta_b$ : Correccion por diametro de perforacion.

1      1

$\eta_s$ : Correccion del muestreador.

1      1

$\eta_r$ : Correccion por longitud de la barra perforadora.

0.75      0.75

$cu(kN/m^2) = KN60 = 4.4 kN/m^2 * 35 = 154 kN/m^2.$
$K = 4.4 kN/m^2.$
$cu(kN/m^2) = 29(N60)^{0.72} = 29*(35)^{0.72} = 452.7 kN/m^2.$
$cu(\text{Promedio}) = (154 + 452) / 2 = 303 kN/m^2.$

$cu(kN/m^2) = KN60 = 206.8 kN/m^2.$
$K = 4.4 kN/m^2.$
$cu(kN/m^2) = 29(N60)^{0.72} = 463.76 kN/m^2.$
$cu(\text{Promedio}) = (206.8 + 463.76) / 2 = 335.3 kN/m^2.$

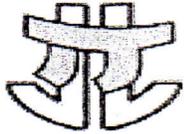
$\phi'(^{\circ}) = 27.1 + 0.3(N60) - 0.00054(N60)^2 = 36.94^{\circ}$
$\phi'(^{\circ}) = V20*(N60) + 20 = 46.46$
$\phi'(\text{Promedio}) = (36.94 + 46.46) / 2 = 41.7 = 42^{\circ}$

$\phi'(^{\circ}) = 27.1 + 0.3(N60) - 0.00054(N60)^2 = 40.11$
$\phi'(^{\circ}) = V20*(N60) + 20 = 50.66$
$\phi'(\text{Promedio}) = (40.11 + 50.66) / 2 = 45^{\circ}$

Elaboro: \_\_\_\_\_

Reviso: \_\_\_\_\_  
Pag. \_\_\_\_\_

JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ  
INGENIERO CIVIL  
NIT: 14.219.893-3



# JUVENAL LOPEZ RODRÍGUEZ

Ingeniería Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones – Consultorías

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

## ANÁLISIS GEOTÉCNICO

### CAPACIDAD DE CARGA DE LOSAS DE CIMENTACIÓN.

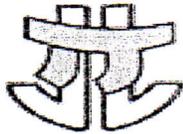
Cu =	3.09	T/m <sup>2</sup>	Nc =	5.14	
Df =	5.00	m	Nq =	1.00	
γ =	2.13	T/m <sup>3</sup>	Ny =	0.00	
F.S. =	3.00		q =	0	T/m <sup>2</sup>
Sc =	20.00	mm			

B(m)	L(m)	Df(m)	B/L	Df/B	N	N60	Fd	Sc	qna		A	Q	qna ≤ 15.93(N60)sc/25)	
									kn/m <sup>2</sup>	T/m <sup>2</sup>				
2.50	20	1.0	2.50	0.40	51.5	27.0	1.83	20	293	2.99	50	150	345	Ok.
5.00	20	1.5	3.33	0.30	54.5	28.6	2.10	20	301	3.07	100	307	365	Ok.
7.50	20	2.0	3.75	0.27	58.0	30.5	2.24	20	318	3.24	150	486	388	Ok.
10.00	20	2.5	4.00	0.25	63.5	33.3	2.32	20	346	3.53	200	706	425	Ok.
12.50	20	3.0	4.17	0.24	64.5	33.9	2.38	20	350	3.57	250	893	432	Ok.
15.00	20	3.5	4.29	0.23	73.0	38.3	2.41	20	396	4.04	300	1211	488	Ok.
17.50	20	4.0	4.38	0.23	80.5	42.3	2.44	20	436	4.44	350	1555	539	Ok.
20.00	20	4.5	4.44	0.23	83.5	43.8	2.47	20	451	4.60	400	1841	559	Ok.
22.50	20	5.0	4.50	0.22	87.0	45.7	2.49	20	470	4.79	450	2157	582	Ok.
22.50	20	7.5	3.00	0.33	91.5	48.0	1.99	20	511	5.21	450	2346	612	Ok.
22.50	20	10.0	2.25	0.44	95.5	50.1	1.74	20	551	5.62	450	2529	639	Ok.
22.50	20	12.5	1.80	0.56	97.5	51.2	1.59	20	581	5.92	450	2665	652	Ok.
22.50	20	15.0	1.50	0.67	97.5	51.2	1.50	20	599	6.10	450	2747	652	Ok.
22.50	20	17.5	1.29	0.78	98.5	51.7	1.42	20	623	6.35	450	2859	659	Ok.
22.50	20	20.0	1.13	0.89	98.5	51.7	1.37	20	641	6.54	450	2942	659	Ok.
22.50	20	22.5	1.00	1.00	98.5	51.7	1.33	20	659	6.72	450	3026	659	Ok.

### ASENTAMIENTOS.

B(m)	L(m)	Df(m)	B/L	Df/B	N	N60	qna (kn/m <sup>2</sup> )	Se (mm)
20	20	5.0	1.00	0.25	83.5	43.8	470.0	20.67
20	20	5.5	1.00	0.28	84.9	44.5	478.2	20.54
20	20	6.0	1.00	0.30	85.5	44.9	486.4	20.58
20	20	6.5	1.00	0.33	84.5	44.4	494.6	21.01
20	20	7.0	1.00	0.35	87.0	45.7	502.8	20.59
20	20	7.5	1.00	0.38	90.5	47.5	511.0	19.97
20	20	8.0	1.00	0.40	95.5	50.1	519.0	19.08

JUVENAL LOPEZ RODRÍGUEZ  
INGENIERO CIVIL  
Nº. 14.219.983



# JUVENAL LOPEZ RODRÍGUEZ

Ingeniería Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones – Consultorías

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

B(m)	L(m)	Df(m)	B/L	Df/B	N	N60	qna (kN/m <sup>2</sup> )	Se (mm)
20	20	8.5	1.00	0.43	96.5	50.7	527.0	19.04
20	20	9.0	1.00	0.45	97.0	50.9	535.0	19.09
20	20	9.5	1.00	0.48	97.5	51.2	543.0	19.14
20	20	10.0	1.00	0.50	98.0	51.5	551.0	19.18
20	20	10.5	1.00	0.53	99.0	52.0	557.0	19.06
20	20	11.0	1.00	0.55	98.5	51.7	563.0	19.23
20	20	11.5	1.00	0.58	99.5	52.2	569.0	19.11
20	20	12.0	1.00	0.60	98.5	51.7	575.0	19.37
20	20	12.5	1.00	0.63	98.5	51.7	581.0	19.44
20	20	13.0	1.00	0.65	98.5	51.7	584.6	19.42
20	20	13.5	1.00	0.68	98.5	51.7	588.2	19.41
20	20	14.0	1.00	0.70	98.5	51.7	591.8	19.40
20	20	14.5	1.00	0.73	98.5	51.7	595.4	19.39
20	20	15.0	1.00	0.75	98.5	51.7	599.0	19.38

## ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES.

Parametros		Valor	Unidad
$E'$	Modulo de elasticidad del material de ka estructura	3400000	T/m <sup>2</sup>
$E_s$	Modulo de elasticidad del suelo	4569	T/m <sup>2</sup>
$B$	Ancho de la cimentación.	20	m
$I_b$	Momento de inercia de la estructura por unidad de long.	0.005	m <sup>4</sup>
$a$	Espesor del muro de corte.	0.4	m
$h$	Altura del muro de corte.	5	m

$$Kr = E' I_b / E_s B^3 = 0.00050 \quad B/L = 1 \quad \delta = 0.5 \quad S_d = 9.72 \text{ m.m.}$$

## ASENTAMIENTOS POR SISMO.

$$\phi = 46^\circ \quad N_q = 60 \quad N_\gamma = 110$$

$$\text{Para Tan } \theta = 0.176 \quad N_\gamma E / N_\gamma = 0.4 \quad N_q E / N_q = 0.6$$

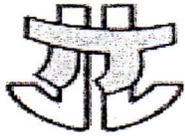
$$N_\gamma E = 44 \quad N_q E = 36$$

$$q_u E = q N_q E + 0.5 \gamma B N_\gamma E. \quad q_u E = 1321 \text{ T/m}^2$$

$$D_f/B = 0.25 \quad K_h = 0.28 \quad \text{Tan } \alpha_e = 1.35$$

$$S_{eq} = 0.0013 \text{ mm}$$

JUVENAL LOPEZ RODRÍGUEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 No. 13.219.3823



## JUVENAL LOPEZ RODRÍGUEZ

Ingeniería Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones – Consultorías

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

### INTERVALOS DE ASENTAMIENTOS.

Placa m*m)	q Neta Admisible (T/m <sup>2</sup> )	Elastico (mm)	Diferencial (mm)	Sismo (mm)
20*20	6.2	19.23	9.72	0.0013

Los asentamientos estan dentro de los rangos permitidos.

### RECOMENDACIONES.

**Geotécnicas:** Obra de magnitud alta a media cimentarlo sobre los depósitos compactados subyacentes. Proteger los taludes de corte, obtener los parámetros de diseño con base geotécnica y definir la condición de estabilidad en sectores de borde de talud.

**Constructivas:** Se recomienda utilizar una cimentación superficial ( $D_f < 4B$ ), una losa maciza o reticular con vigas de amarre, fundir una capa de concreto pobre de 2000 Psi de 10 cm en el fondo.

**Recomendaciones generales:**

El suelo encontrado es realmente una Arena limosa color gris con las siguientes características:

Peso unitario:  $\gamma = 2.13 \text{ gr/cm}^3$ .

Cohesión:  $c_u = 3.09 \text{ T/m}^2$

Capacidad portante:  $\sigma = 6.2 \text{ T/m}^2$ .

Angulo fricción interna:  $\phi = 42^\circ$

Profundidad desplante:  $D_f = 5.00 \text{ ms}$ .

Coefficientes de empuje:  $K_a = 0.45$  y  $K_p = 2.41$

### ANEXOS.

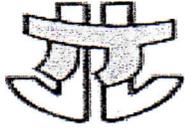
#### CUADRO DE PERFILES.

Anexo los formatos de perfiles definidos para los dos sondeos.

JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ  
INGENIERO CIVIL  
Nº 2199220







# JUVENAL LOPEZ RODRÍGUEZ

Ingeniería Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones – Consultorías

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

## FOTOS

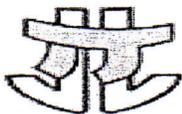


Sondeo N° 1



Inicio del Sondeo N° 2

JUVENAL LOPEZ  
INGENIERO  
N.º 14.279.860



# JUVENAL LOPEZ RODRÍGUEZ

Ingeniería Civil

Proyectos-Interventorias- Construcciones – Consultorías

Diseños- Estudio de suelos- Avalúos

## DOCUEMNTOS

Anexo los siguientes docuemntos:

Fotocopia de la cedula de ciudadanía.

Fotocopia de la tarjeta profesional.

Fotocopia de la vigencia de la tarjeta profesional.

The stamp contains the following text:  
JUVENAL LOPEZ RODRIGUEZ  
INGENIERO CIVIL  
NIT: 742.19.693-3

JUVENAL LOPEZ RODROGUEZ

Ingeniero Civil,

M.P. N° 2520218966 C.N.D.

REPUBLICA DE COLOMBIA  
IDENTIFICACION PERSONAL  
CEDULA DE CIUDADANIA  
14.219.683

NUMERO

LOPEZ RODRIGUEZ

APELLIDOS

JUVENAL

NOMBRES



FIRMA



INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO  
HONDA  
(TOLIMA)

06-ENE-1957

LUGAR DE NACIMIENTO  
1.70

ESTATURA

B+

G.S. RH

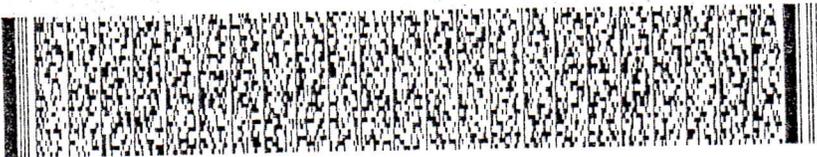
M

SEXO

17-ENE-1976 IBAGUE

FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADORA NACIONAL  
ALMAGEATRIZ RENGIFO LOPEZ



A-2900100-63118264-M-0014219683-20040420

03716 04110B 02 141581226

REPUBLICA DE COLOMBIA  
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA  
COPNIA

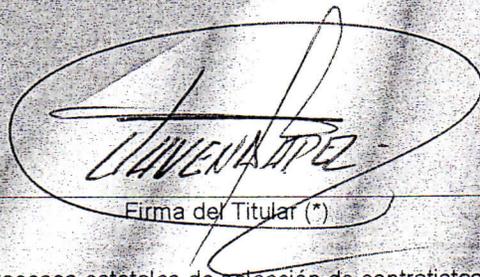
EL DIRECTOR GENERAL (E)

**CERTIFICA:**

1. Que LOPEZ RODRIGUEZ, JUVENAL con Cédula de Ciudadanía N° 14219683, se encuentra inscrito (a) en el Registro Profesional Nacional que lleva ésta entidad, como INGENIERO CIVIL, con Matrícula Profesional No. 25202-18966 CND desde el (los) quince (15) día(s) del mes de agosto del año mil novecientos ochenta y cinco (1985).
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 veintiocho (28) día(s) del mes de mayo del año dos mil doce (2012).



JOSE OLEGARIO NEMETH ESQUINAS



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: 16922244 y el código de verificación: 8E2R7J48

REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA  
COPNIA



MATRICULA PROFESIONAL No  
2520218966CND  
INGENIERO CIVIL

DE FECHA 15/08/1985

JUVENAL  
LOPEZ RODRIGUEZ

C.C. 14219683

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Juvenal Lopez Rodriguez". The signature is written over a horizontal line.

PRESIDENTE DEL CONSEJO