



Estudios de Referenciación  
del Distrito de Innovación  
del Valle del Cauca

## STUDIO DE SUELOS

REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO “ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055”, MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA

---

**BUENAVENTURA – VALLE DEL CAUCA**  
**JUNIO DE 2023**

## INDICE

1.	GENERALIDADES.....	3
2.	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO .....	3
3.	GEOLOGIA LOCAL .....	6
4.	CLIMA .....	9
5.	CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO DE OBRA CIVIL .....	9
6.	EXPLORACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS .....	10
7.	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR - SPT.....	11
8.	CORRELACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO MEDIANTE ENSAYO SPT .....	13
9.	ANGULO DE FRICCIÓN DEL SUELO.....	13
10.	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO.....	13
11.	PARÁMETROS DE ELASTICIDAD DE LOS SUELOS MEDIANTE EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR.....	14
12.	EFFECTOS LOCALES PARA DISEÑO ANTISÍSMICO.....	16
13.	VERIFICACIÓN CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN NSR-10 A.2.4.3.....	18
14.	ANÁLISIS DE SUELOS ESPECIALES.....	20
15.	Suelos colapsables.....	21
16.	Suelos Expansivos.....	21
17.	Suelo Licuables o Ablandamiento Cíclico.....	22
18.	ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE .....	27
19.	VERIFICACION DE CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN NSR-10 H.2.4, H.4.2.3 .....	28
20.	ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS. ....	28
21.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	29
22.	MANEJO DEL AGUA DE INFILTRACIÓN Y LA CARGA HIDRÁULICA DE LA ZONA CONTIGUA.....	32
23.	REGISTROS DE LABORATORIO .....	33
24.	REGISTRO FOTOGRÁFICO .....	59
25.	CERTIFICADOS DE EXPERIENCIA.....	63

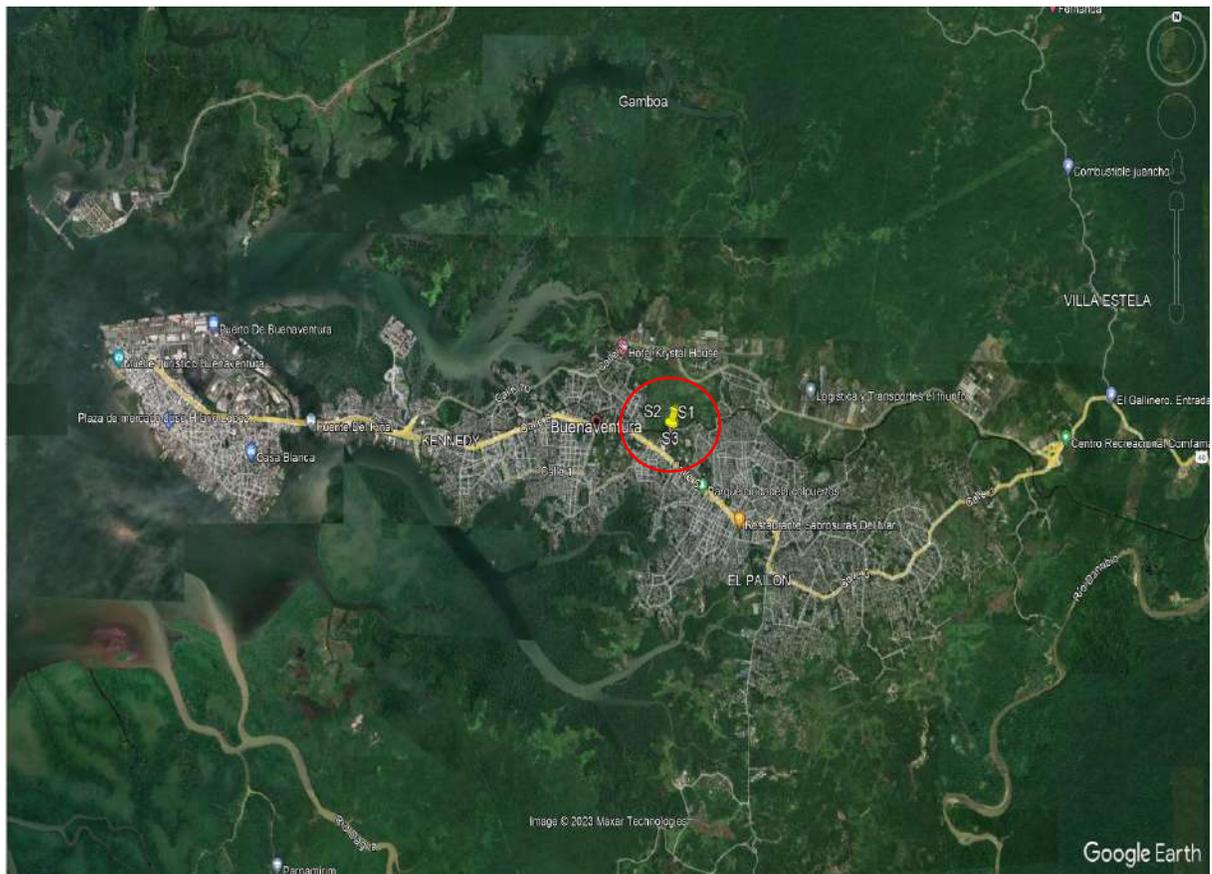
## 1. GENERALIDADES

Se ha realizado el estudio de suelos con el objeto de evaluar el comportamiento del subsuelo frente a los cambios estructurales que va a presentar.

Para esto se han programado de manera previa la ejecución de tres sondeos en la zona donde se localiza el predio. Se analizarán las propiedades físicas, gravimétricas y mecánicas del suelo, informándolas al profesional encargado con el objeto de modelar un diseño estructural eficiente y funcional.

## 2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

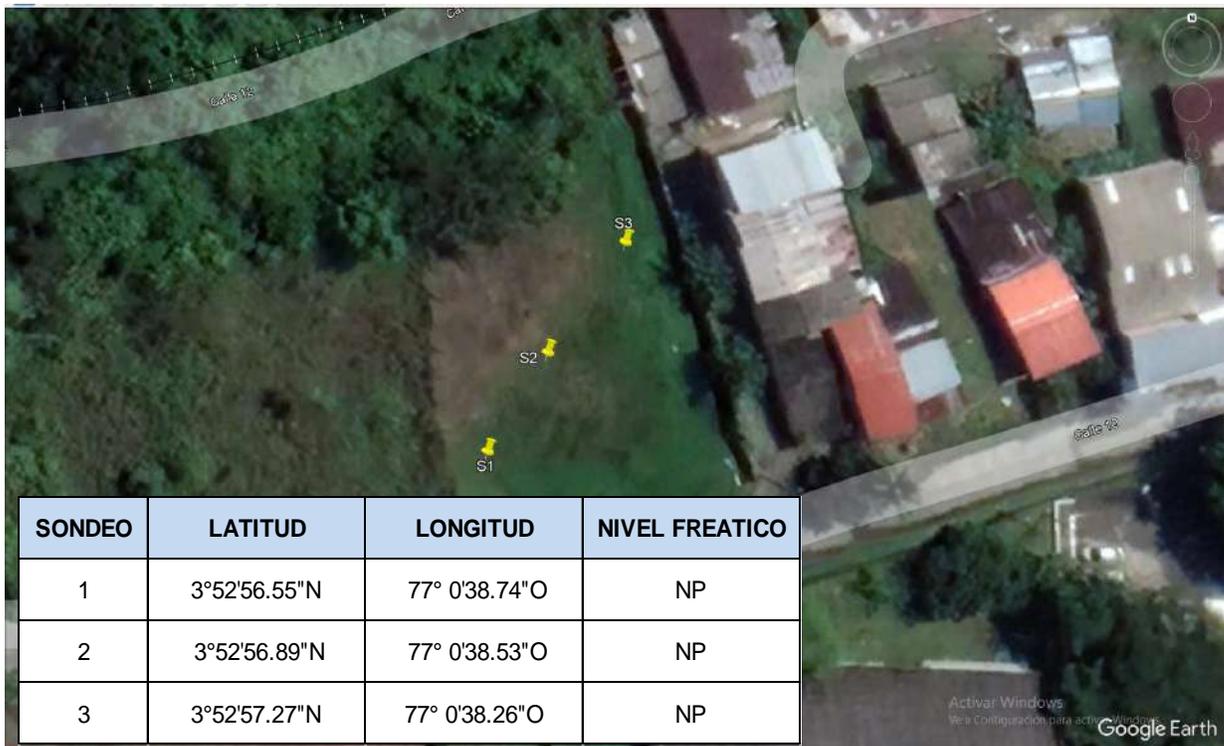
La zona del proyecto se encuentra localizada en área urbana del Municipio de Buenaventura, Valle del Cauca.



(Ubicación general del proyecto fuente google earth)



(Ubicación específica de los sondeos fuente google earth)



(Ubicación específica de los sondeos fuente google earth)

Buenaventura, oficialmente Distrito Especial, Industrial, Portuario, Biodiverso y Ecoturístico de Buenaventura, es un distrito, una ciudad y el principal puerto marítimo de Colombia y uno de los diez puertos más importantes de América Latina; se estima que Buenaventura mueve más del 53 % del comercio internacional del país.<sup>3</sup> Localizado en el departamento del Valle del Cauca, es la tercera ciudad más poblada del departamento después de Cali y Palmira. Se encuentra a orillas de la Bahía de Buenaventura en el océano Pacífico. Dista 114 km por carretera a Cali, la cual está separada de ella por la Cordillera Occidental de los Andes. Aparte de esto, es el municipio más grande en toda la región del Pacífico y el de mayor extensión del departamento del Valle del Cauca.

El Distrito de Buenaventura está integrada por su cabecera municipal la constituyen dos zonas: una insular (isla Cascajal) en la que se ha desarrollado la zona portuaria y una zona continental caracterizada por el uso residencial.

En cuanto a la zona rural se encuentra dividida en 19 Unidades de Planificación Zonal (UPZ) en las cuales hay 269 veredas y el número de poblaciones asciende a 388 asentamientos de diversos tamaño los cuales se ubican dispersos al interior del bosque húmedo tropical con especial característica de estar ubicado a la rivera de los ríos, quebradas y en medio de las zonas costeras; las localidades que más se destacan son: Puerto Merizalde, Bajo Calima, Ladrilleros, Juanchaco y Cisneros.

La ciudad está dividida en 12 comunas, de las cuales cuatro pertenecen a la zona insular y ocho a la zona continental, también llamadas 'Localidad 1' y 'Localidad 2', o también 'Isla de Cascajal' y 'Pailón'. Las comunas económicamente más importantes son las localizadas en la isla de Cascajal, pero la más poblada es la número 12, en la zona de acceso a la ciudad.

### 3. GEOLOGIA LOCAL

#### **Rocas Cretácicas:**

Formación Volcánica:

Nombre dado por Aspden (1984) para describir una secuencia volcánica, compuesta esencialmente por rocas basálticas, brechas volcánicas y delgados horizontes o lentes de rocas sedimentarias. La edad de la formación se estima entre  $136 \pm 20$  millones de años.

#### **Formación Cisneros Kc.**

La secuencia está formada por filitas, pizarras, chert, metacalizas y areniscas. La edad de la formación Cisneros de acuerdo con Aspden et al. (1984), es probablemente de 100 millones de años.

#### **Rocas Terciarias**

Las rocas terciarias de origen sedimentario se presentan en la zona occidental del Municipio de Buenaventura.

Formación Raposo Tpr:

Esta formación fue definida por Aspden (1984), para referirse a una secuencia sedimentaria clástica, cuya sección tipo se localiza en el río Raposo y su tributario el Río Cacolí. El material que conforma la secuencia conglomerática es de clastos derivados de las rocas localizadas en la Cordillera Occidental (basaltos, diabasas, chert, gabros y areniscas). La edad de la Formación Raposo según en Aspden (1984) es determinada como pliocena (5 a 10 millones de años)

Formación Mayorquín Tpm.

La formación Mayorquín fue definida por Aspden (1984), para referirse a una secuencia de rocas sedimentarias clásticas cuya localidad tipo se encuentra en la parte inferior del río Mayorquín, su contacto con la formación Raposo.

### **Rocas Intrusivas Terciarias**

Aspden (1984), reporta dos cuerpos intrusivos terciarios dentro de las formaciones cretácicas en la Cordillera Occidental: El Batolito de Anchicaya y Stock de Pance. El Batolito de Anchicaya (Tta), petrográficamente ha sido clasificado como una tonalita y cuarzodiorita.

### **Depósitos Cuaternarios.**

En Buenaventura existen los siguientes tres tipos de depósitos cuaternarios: Los depósitos de origen marino costero - playas y mareas: entre los cuales se destaca los Depósitos de playas y mareas QHa. Corresponden a franjas localizadas a lo largo de la línea de costa y sometidas a la influencia mareal. Estos depósitos están conformados por arenas finas y fragmentos de conchas con poco contenido de materia orgánica.

Depósitos de Manglares Qm. Corresponden a zonas pantanosas e inundables e intermareales. Están formados por lodos y abundante material orgánico, proveniente del bosque de manglares que crecen en esta zona.

Depósitos de Manglares Qm.

Son depósitos cuaternarios formados por la acción de precipitación y posterior erosión de los ríos. Se caracterizan morfológicamente por presentar un área plana sub-horizontal, limitada hacia el río por una pendiente abrupta y en sentido opuesto por roca formacional.

### **Geología De Las Bahías De Buenaventura Y Málaga**

Estructuralmente, la bahía de Buenaventura corresponde a una depresión orientada en dirección Noreste - Suroeste, formada posiblemente por una tectónica de bloques, separadas por la denominada falla de Buenaventura El bloque Noroeste de Buenaventura, está limitado por las Fallas de Calima y El Ceibito. El bloque Sureste de Buenaventura tiene características de hundimiento, debido al juego conjunto con la Falla de Naya – Micay cuya dirección es Sur - Norte. En la entrada de la bahía, entre las puntas de Bazán y Soldado, se encuentra un efecto conjugado entre las barras de playa, el delta de marea y sus sedimentos y la posible actividad de la falla de Buenaventura que puede

incidir también en la sedimentación (estudio geológico de Padilla, 1990, en Universidad del Valle, 1990).

### **Fallas Geológicas Y Placas Tectónicas**

Límites De Placas Tectónicas De Nazca Y Suramérica - Zona De Benioff

La costa del Pacífico americano hasta Tierra del Fuego (Argentina), hace parte del cinturón de fuego del Pacífico y contribuye con un 15% del total mundial de la disipación de la energía sísmica en forma terremotos y maremotos (Bolt, 1981).

Esta es la principal fuente de amenaza sísmica de la región Pacífico la cercanía del continente a la zona subducción de la placa de Nazca bajo la placa de Suramérica, ubicada a unos 150 Kms de la costa y que ha ocasionado los dos terremotos más grandes del país en este siglo (1906, frente a Buenaventura y 1979 frente a Tumaco). Esto convierte a la costa en zona con mayor amenaza sísmica del país.

### **Fallas Geológicas**

El territorio del Municipio de Buenaventura presenta numerosas fallas geológicas entre las que se destacan la falla Buenaventura, Naya-Micay, La Sierpe, Málaga, Pichidó, ubicada a lo largo de la bahía.

### **Falla Buenaventura**

La falla de Buenaventura está ubicada a lo largo de la bahía y alcanza el acceso al estero Gamboa. Esta falla es la responsable de las anomalías geomórficas que se presentan en zona y ha ocasionado que el bloque Sur de la bahía se desplace hacia el Noreste y el Norte hacia el Sureste en sentido sinextral.

### **Falla Calima y El Ceibito**

El bloque Noroeste de Buenaventura, está limitado por las Fallas de Calima y El Ceibito, con dirección regional Noroeste- Sureste, que controlan la dirección del río Calima, principalmente en dos sectores, el del Bajo Calima y El Ceibito. Ambas atraviesan transversalmente el río San Juan. Este bloque Noroeste se subdivide en tres sub-bloques, que corresponden de Este a Oeste a los siguientes: El levantado de Pichidó, el hundido de Málaga y el distal semi-levantado del Bongo, separados por las fallas de Málaga y la Sierpe.

### Falla Naya - Micay

La falla Naya - Micay bordea la zona del litoral y junto con la falla Buenaventura, parecen ser las responsables del hundimiento del bloque sur de la bahía de Buenaventura y el oeste de la costa pacífica.

### Falla Pichidó

La Falla de Pichidó con dirección regional 60° Noroeste, presenta un bloque norte, que sube con relación al bloque sur. Esta falla atraviesa la península de Aguadulce que está ubicada al norte de la isla Cascajal (parte insular de la Ciudad de Buenaventura) y que se prolonga a lo largo del estero Pichidó. En el área cercana a esta falla se ubicarán tres proyectos portuarios: el Complejo Puerto Industrial de Aguadulce, Puerto Solo y Complejo Industrial Pesquero.

## 4. CLIMA

El clima de Buenaventura, como en toda la costa Pacífica colombiana es tropical, extremadamente lluvioso, ya que es una de las regiones con más pluviosidad del mundo. En Buenaventura no hay estación seca, las lluvias son muy abundantes durante todo el año y el promedio anual excede los 6 metros. Las temperaturas se mantienen estables a lo largo del año, superando los 25 °C de media, de modo que según la clasificación climática de Köppen se trata de un clima Af, ecuatorial.

## 5. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO DE OBRA CIVIL

Se contempla estudio de prefactibilidad para la creación del distrito de innovación en el Valle del Cauca, Municipio de Buenaventura; esta obra está considerada dentro del **Grupo III “Edificaciones de atención a la comunidad”**, según las Norma NSR - 10.

## 6. EXPLORACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS

La profundidad y número de sondeos se estableció según el Código Colombiano de Construcciones Sismoresistentes (NSR - 10) capítulo H numeral 3; Se define como categoría baja acorde indican las tablas H.3.1-1 y H.3.2-1. **ESTUDIO GEOTÉCNICO PRELIMINAR.**

**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

**Tabla H.3.2-1**  
**Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción**  
**Categoría de la unidad de construcción**

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Para investigar las propiedades geotécnicas, las características físicas y propiedades mecánicas del subsuelo se realizaron tres (3) sondeos a cielo abierto, con Equipo de Percusión y Perforación Manual, acoplado para Prueba de Penetración Estándar a seis (06) metros de profundidad.

En la perforación se registraron las condiciones estratigráficas del subsuelo y se recuperaron simultáneamente muestras representativas a diferentes profundidades. En las capas de suelo se hizo ensayo de penetración estándar SPT, con la recuperación de muestras en tubo partido y muestreador de ventana lateral.

Las muestras obtenidas durante la exploración se identificaron visualmente en campo, se empaquetaron y rotularon debidamente para llevarles a Laboratorio en donde se seleccionaron representativamente para realizar los ensayos correspondientes.

Todos los materiales encontrados y las muestras obtenidas fueron identificados visualmente y sobre ellas se realizaron los siguientes ensayos: Humedad natural, lavados sobre tamiz 200, Granulometría, límites de atterberg, Determinación de los pesos específicos.

Para establecer las propiedades de resistencia y compresibilidad se realizaron los cálculos correspondientes a ensayo de penetración estándar, asentamientos (Terzaghi), capacidad de carga última y admisible, y módulo de reacción del suelo.

Los valores de ángulo de fricción de los materiales encontrados a través de la perforación se establecieron a partir de la composición granulométrica y consistencia de los mismos.

## 7. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR - SPT

Se presenta un método aproximado de evaluación de los parámetros efectivos de resistencia  $c'$  y  $f'$ , mediante el empleo de los datos de SPT (N en golpes/pie). Aunque el método provee valores estimados, se obtienen resultados razonables útiles iniciales, especialmente para materiales granulares o intermedios, siendo menos aproximados para materiales cohesivos.

El método de penetración estándar SPT (Standard Penetration Test) es tal vez el más conocido y usado en la exploración de suelos, tal vez por su sencillez de ejecución y sobre él existe una literatura muy abundante. El método ha sido estandarizado desde 1958, con varias revisiones (ASTM D-1586) y consiste (p.ej. Bowles, 1988) en hincar un toma muestras partido de 18" ( $\approx$  45cm) de largo colocado al extremo de una varilla AW, por medio de un peso (martillo) de 140lb ( $\approx$  63.5kg) que se deja caer "libremente" desde una altura de 30" ( $\approx$  76cm) (Figura 1b), anotando los golpes necesarios para penetrar cada 6" ( $\approx$  15cm).

El valor normalizado de penetración N es para 12" (1 pie  $\approx$  30cm), se expresa en golpes/pie y es la suma de los dos últimos valores registrados. El ensayo se dice que muestra "rechazo" si: (a) N es mayor de 50 golpes/15cm, (b) N es igual a 100 golpes/pie o (c) No hay avance luego de 10 golpes.

Aunque se denomina "estándar", el ensayo tiene muchas variantes y fuentes de diferencia, en especial a la energía que llega a la toma muestras, entre las cuales sobresalen (Bowles, 1988):

1. Equipos producidos por diferentes fabricantes
2. Diferentes configuraciones del martillo de hinca, de las cuales tres son las más comunes (Figura 2): (a) el antiguo de pesa con varilla de guía interna, (b) el martillo anular ("donut") y (c) el de seguridad
3. La forma de control de la altura de caída: (a) si es manual, cómo se controle la caída y (b) si es con la manila en la polea del equipo depende de: el diámetro y condición de la manila, el diámetro y condición de la polea, del número de vueltas de la manila en la polea y de la altura real de caída de la pesa.
4. Si hay o no revestimiento interno en la toma muestras, el cual normalmente no se usa.
5. La cercanía del revestimiento externo al sitio de ensayo, el cual debe ser estar alejado.
6. La longitud de la varilla desde el sitio de golpe y la toma muestras.
7. El diámetro de la perforación
8. La presión de confinamiento efectiva a la toma muestras, la cual depende del esfuerzo vertical efectivo en el sitio del ensayo.

$$N_{corr} = N1 = C_n \times N \quad (3)$$

y se ha estandarizado a un esfuerzo vertical de referencia  $\sigma_v' = 1 \text{ kg/cm}^2 \approx 1 \text{ atmósfera} = p_a$ , como función del parámetro  $R_s$ , definido por:

$$R_s = \sigma_v' / p_a \quad (4)$$

Existen numerosas propuestas, entre las que se destacan las siguientes (Figura 2) :

Peck	$C_n = \log(20/R_s) / \log(20)$	(5a)
Seed	$C_n = 1 - 1.25 \log(R_s)$	(5b)
Meyerhof-Ishihara	$C_n = 1.7 / (0.7 + R_s)$	(5c)
Liao-Whitman	$C_n = (1/R_s)^{0.5}$	(5d)
Skempton	$C_n = 2 / (1 + R_s)$	(5e)
Seed-Idriss	$C_n = 1 - K \cdot \log R_s$	(5f)
(Marcuson)	$(K=1.41 \text{ para } R_s < 1; K=0.92 \text{ para } R_s \geq 1)$	
González (Logaritmo)	$C_n = \log(10/R_s)$	(5g)
Schmertmann	$C_n = 32.5 / (10.2 + 20.3 R_s)$	(5h)

Tabla 5. X Jornadas Geotecnicas De La Ingenieria Colombiana - SCI -SCG - 1999

De acuerdo a la recomendación Geotécnica de Colombia la corrección por confinamiento se recomienda la de Seed-Idriss, teniendo cuidado que  $C_n < 2$ .

## 8. CORRELACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO MEDIANTE ENSAYO SPT

El uso del ensayo SPT para la Colombia Estas relaciones se deben transformar a una energía  $e = 45\%$  con el siguiente resultado:

### 9. ANGULO DE FRICCIÓN DEL SUELO.

Peck	$\phi'_{eq} = 28.5 + 0.25 \times N_{145}$
Peck, Hanson y Thornburn	$\phi'_{eq} = 26.25 \times (2 - \exp(-N_{145} / 62))$
Kishida	$\phi'_{eq} = 15 + (12.5 \times N_{145})^{0.3}$
Schmertmann	$\phi'_{eq} = \arctan[(N_{145} / 43.3)^{0.34}]$
Japan National Railway (JNR)	$\phi'_{eq} = 27 + 0.1875 \times N_{145}$
Japan Road Bureau (JRB)	$\phi'_{eq} = 15 + (9.375 \times N_{145})^{0.5}$

Tabla 1. Fuente: X Jornada Geotécnicos de la ingeniería Colombiana – SCI – SCG – 1999

## 10. RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO

La resistencia al corte no drenada ( $S_u$ ) de los suelos cohesivos se determina a partir de la correlación empírica entre la resistencia a la compresión inconfiada ( $q_u$ ) y el número de golpes por pie (N) obtenido a partir del ensayo de penetración estándar (SPT). La resistencia al corte no drenada ( $S_u$ ).

Sin embargo se pueden aplicar ecuaciones simples que nos permiten obtener aproximaciones de estos parámetros, para ser aplicados exclusivamente a etapas de anteproyectos de las obras de ingeniería. Nuestra experiencia indica que una ecuación que se puede aplicar para determinar la cohesión no drenada “ $c_u$ ” en los suelos finos plásticos y saturados que se expresa en las unidades de la presión atmosférica “Pa”, es la siguiente:

$C_u = (0.035 - 0.065) \cdot N_{60}$	Kg/cm <sup>2</sup>	Stroud-1974
$C_u = 0.29 \cdot N_{60}^{0.72}$	Kg/cm <sup>2</sup>	Hara-1971

$C_u = [(1+I_p) \cdot N_{90} \cdot Pa] / 20$	Kn/m <sup>2</sup> o Kpa	Leoni-2005
$C_u = 0.07 \cdot N_{90} \cdot Pa$	Kn/m <sup>2</sup> o Kpa	Decour-1989
$C_u = 0.145 \cdot N_{60}^{0.72} \cdot Pa$	Kn/m <sup>2</sup> o Kpa	Kulhawy y Maine (1990)

## 11. PARÁMETROS DE ELASTICIDAD DE LOS SUELOS MEDIANTE EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR

TIPO DE SUELO	RANGO DE VALORES TÍPICOS MÓDULO DE YOUNG $E_s$ (MPa)	COEFICIENTE DE POISSON $\mu$ (ADIMENSIONAL)	ESTIMACIÓN DE $E_s$ A PARTIR DE N	
			TIPO DE SUELO	$E_s$ (MPa)
Arcilla: Blanda	2.4-15	0,2 – 0,5	Limos, limos arenosos, mezclas levemente cohesivas.	0,4N
sensible	15-50	0,4-0,5 (no drenada)	Arenas limpias finas a medias y arenas levemente limosas.	0,7N
Medianamente rígida a rígida	50-100	0,20 – 0,5	Arena gruesa y arena con poca grava.	1,0N
Muy rígida	> 60	0,20 – 0,5	Grava arenosa y gravas.	1,1N
Loes	15-60	0,1-0,3	Grava arenosa y gravas	1,1N
Limo	2-20	0,3-0,35		

Tabla 2. Constantes elásticas de diferentes suelos modificadas de acuerdo con el U.S. Department of the Navy (1982) y Bowles (1988)

### PROPIEDADES DE FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO

Teniendo en cuenta que no se practicó ensayo de corte directo dada la cantidad de materiales y disposición de equipo, se hizo uso de correlaciones tipificadas en la investigación geotécnica de diferentes autores, las cuales se exponen a continuación:

Los valores de ángulo de fricción de los materiales encontrados a través de la perforación, se establecieron a partir de la composición granulométrica y consistencia de los mismos.

Para arcillas:

CORRELACION ENTRE PRUEBAS SPT Y VALORES DE RESISTENCIA DE SUELOS ARCILLOSOS				
OCR	N° golpes (SPT)	qu (KG/CM2) - RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE	DESCRIPCION	E (KG/CM2)
NC	<2	<0,25	Muy blanda	3
NC	2 - 4	025 - 0,50	Blanda	30
NC	4 - 8	0,5 - 1,0	Media	45 - 90
NC	8 - 15	1,0 - 2,0	Compacta	90 - 200
>OCR	15 - 30	2,0 - 4,0	Muy compacta	>200
>OCR	>30	>4,0	Dura	

Tabla 3 Correlación entre pruebas SPT y valores de resistencia de suelos arcillosos

NC: Normalmente consolidados

OCR: Suelos sobreconsolidados

SPT: Ensayo Stándar Penetration Test

Para arenas:

N(SPT)	DESCRIPCION	VALOR CR	ANG. FRICCION	E (KG/CM <sup>2</sup> )
0 - 4	Muy suelta	0 - 15	28	100
5 - 10	Suelta	16 - 35	28 - 30	100 - 250
11 - 30	Media	36 - 65	30 - 36	250 - 500
31 - 50	Densa	66 - 85	36 - 41	500 - 1000
> 50	Muy densa	86 - 100	41	> 1000

Tabla 4. Correlación entre pruebas SPT y valores de resistencia de suelos arenosos.

E: Modulo de Young

CR: Compactación relativa

VALORES REFERENCIALES DE PESOS UNITARIOS Y ANGULOS DE FRICCION INTERNA (HARMSSEN 2002)		
TIPO DE TERRENO	W (kg/m3)	$\theta$ (°)
ARCILLA SUAVE	1440 a 1920	0° a 15°
ARCILLA MEDIA	1600 a 1920	15° a 30°
LIMO SECO Y SUELTO	1600 a 1920	27° a 30°
LIMO DENSO	1760 a 1920	30° a 35°
ARENA SUELTA Y GRAVA	1600 a 2100	30° a 40°
ARENA DENSA Y GRAVA	1920 a 2100	25° a 35°
ARENA SUELTA, SECA Y BIEN GRADUADA	1840 a 2100	33° a 35°
ARENA DENSA, SECA Y BIEN GRADUADA	1920 a 2100	42° a 46°

Tabla 5. Pesos Unitarios y Ángulos de Fricción (HarmSen 2002)

Teniendo en cuenta las características del suelo encontrado y los registros de SPT se determina la densidad por medio de la siguiente tabla de Gravedad Especifica.

Tipo de Suelo		Gravedad especifica (G)
Inorgánico	Grava	2,65
	Arena gruesa a media	2,65
	Arena fina (limosa)	2,65
	Loess, polvo de piedra y limo arenoso	2,67
Inorgánico	Arena algo arenosa	2,65
	Limo arenoso	2,66
	Limo	2,67 – 2,70
	Arena arcillosa	2,67
	Limo arcillo arenoso	2,67
	Arcilla arenosa	2,70
	Arcilla limosa	2,75
	Arcilla	2,72 – 2,80
Orgánico	Limos con trazos de materia orgánica	2,30
	Lodos aluviales orgánicos	2,13 – 2,60
	Turba	1,50 – 2,15

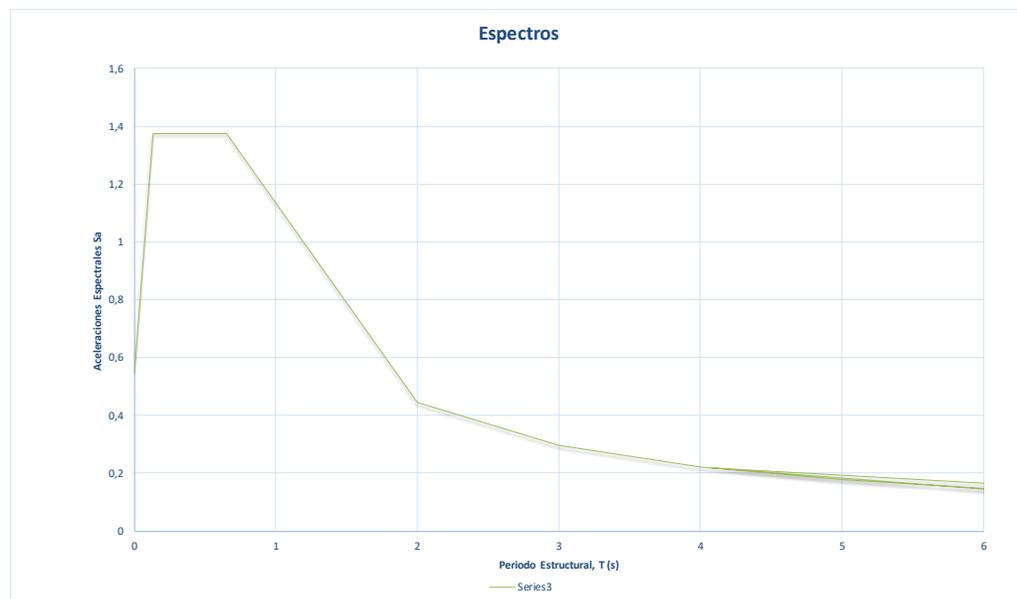
## 12. EFECTOS LOCALES PARA DISEÑO ANTISÍSMICO

Teniendo en cuenta el Código Colombiano de Construcciones Sismo resistentes (NSR 10) se realiza la siguiente caracterización:

El proyecto se encuentra dentro de la zona No. 8, de amenaza sísmica alta, con un coeficiente de aceleración pico efectiva para diseño de  $A_a = 0.40$  Y  $A_v = 0.35$

### A.2.6 ESPECTRO DE DISEÑO NSR - 10 - BUENAVENTURA VALLE DEL CAUCA

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE - NSR 2010				Sa	T
				0,550	0,000
TIPO DE SUELO		D		1,375	0,135
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA		EDIFICACIONES DE ATENCION A LA COMUNIDAD		1,375	0,649
C.I		1,25		0,446	2,000
Aa		0,40		0,298	3,000
Av		0,35		0,223	4,000
ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA				0,179	5,000
Fa		1,1		0,149	6,000
Fv		1,7		0,128	7,000
T0		0,1352		0,112	8,000
Tc		0,6491		0,219	4,080
TL		4,08		0,050	8,500



### 13. VERIFICACIÓN CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN NSR-10 A.2.4.3

Numero de golpes del ensayo de penetración estándar en cualquier perfil de suelo. El número medio de golpes del ensayo de penetración estándar en cualquier perfil de suelo, indistintamente que esté integrado por suelos no cohesivos o cohesivos, se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}}$$

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

Teniendo en cuenta lo anterior se identifica que el N identificado en el presente estudio es **31** y este valor se analiza en la siguiente tabla, Se clasifica como un perfil de suelo Tipo D.

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

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

**Tabla A.2.4-3**  
Valores del coeficiente  $F_a$ , para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

**Nota:** Para el perfil tipo **F** debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

**Tabla A.2.4-4**  
Valores del coeficiente  $F_v$ , para la zona de períodos intermedios del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

**Nota:** Para el perfil tipo **F** debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Según el numeral A-2.5.2. Coeficiente de Importancia, de acuerdo al grupo de uso al cual está asignada la edificación, el valor de  $I = 1.25$ , el cual modifica el espectro de diseño.

#### 14. ANALISIS DE SUELOS ESPECIALES

En suelos cohesivos los principales inconvenientes se presentan con la colapsabilidad y la expansión, y con la presencia de suelos orgánicos. En suelos granulares con la erosión y la licuefacción.

### 15. Suelos colapsables

En cuanto a los suelos colapsables se dividen para su estudio en suelos aluviales y coluviones, eólicos, cenizas volcánicas y suelos residuales

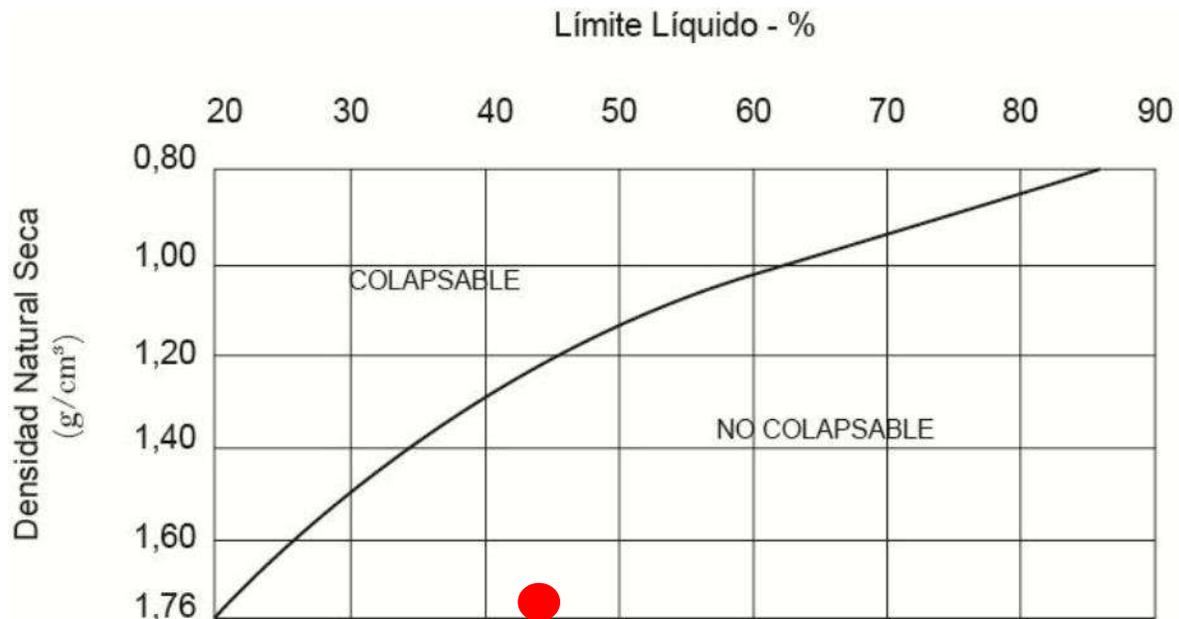


Figura 1. Criterios del potencial de colapso

### 16. Suelos Expansivos

Algunos suelos, en especial de tipo arcilloso, tienen la propiedad de contraerse cuando pierden agua y de expandirse cuando la ganan de nuevo, según las condiciones ambientales, son los denominados suelos expansivos. Esa expansión y contracción genera daños progresivos en los suelos, reflejados en fisuras, grietas y giros en muros y elementos estructurales, a causa de movimientos desiguales de sus cimientos.

Se presenta un método razonablemente confiable para identificar el potencial de expansión. Este método clasifica el potencial de expansión en función de los límites de Atterberg, la succión del suelo y la expansión porcentual obtenida de ensayos con odómetro (Reese y O'Neill, 1988). El espesor del estrato potencialmente expansivo se debe identificar mediante:

- Estudio de muestras de suelo tomadas de perforaciones para determinar la presencia de agrietamiento, superficies de deslizamiento o estructuras en bloque, y las variaciones de color;
- Ensayos en laboratorio para determinar los perfiles de contenido de humedad del suelo.

LÍMITE LÍQUIDO LL (%)	LÍMITE PLÁSTICO LP (%)	SUCCIÓN DEL SUELO (MPa)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN (%)	CLASIFICACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN
>60	>35	>0,38	>1,5	Elevado
50 - 60	25 - 35	0,14 – 0,38	0,5 – 1,5	Marginal
<50	<25	<0,14	<0,5	Bajo

**Tabla 6. Método para identificar suelos potencialmente expansivos Reese y O’Neill 1988)**

Como se definió anteriormente el promedio del límite líquido es de 42 y el promedio de límite plástico es de 22 por lo que su potencial de expansión es bajo

### 17. Suelo Licuables o Ablandamiento Cíclico.

Los suelos granulares tienen una tendencia natural a densificarse bajo carga, ya sea ésta monotónica o cíclica. Cuando el suelo está saturado y el drenaje es lento o totalmente inexistente, esta tendencia a la densificación causa el crecimiento de la presión de poros, en exceso de su estado estático, y el decrecimiento correlativo del esfuerzo efectivo hasta que sobreviene la flotación de las partículas, lo que ha recibido el nombre genérico de licuación.

LICUACIÓN DE FLUJO — Se define como un estado de movimiento catastrófico donde el esfuerzo cortante estático es superior a la resistencia correlativa del suelo en su condición licuada. Cuando sobreviene el movimiento sísmico, este actúa como un disparador y en adelante las grandes deformaciones generadas son el producto del estado de esfuerzos estáticos.

**MOVILIDAD CÍCLICA** — En contraste con el anterior, el fenómeno denominado movilidad cíclica tiene lugar cuando el estado de esfuerzos estáticos es inferior a la resistencia del suelo licuado; durante el movimiento sísmico el estado de esfuerzos aumenta en forma escalonada hasta que se alcanza la resistencia del suelo y sobreviene la falla. Los términos licuación horizontal, corrimiento lateral y oscilación del terreno son casos especiales de movilidad cíclica observados en la práctica.

**VOLCANES DE ARENA** — Es un fenómeno que frecuentemente acompaña la ocurrencia de la licuación; durante el movimiento sísmico, o inmediatamente después, el exceso de presión de poros es disipado, normalmente hacia arriba como la dirección más fácil y en puntos localizados, o a lo largo de grietas, se producen erupciones de arena en estado líquido que conforman pequeños volcanes.

**SUSCEPTIBILIDAD A LA LICUACIÓN** — Teniendo en cuenta que no todos los suelos son licuables es preciso conformar una lista de características del suelo mismo y de su circunstancia, que conducen a que sean susceptibles a la licuación:

- (a) La edad geológica es determinante: suelos del Holoceno son más susceptibles que los del Pleistoceno y la licuación de depósitos de edades anteriores no es común.
- (b) El depósito de suelo debe estar saturado, o cerca de la saturación, para que ocurra la licuación.
- (c) Depósitos fluviales, coluviales, granulares, eólicos, cuando saturados, son susceptibles de licuación.
- (d) Asimismo pueden clasificarse como licuables los depósitos de abanicos aluviales, planicies aluviales, playas, terrazas y estuarios.
- (e) Son muy susceptibles a la licuación las arenas finas y arenas limosas, relativamente uniformes, con densidad suelta y media. Generalmente se producen grandes deformaciones del terreno y de las estructuras apoyadas, y pueden formar volcanes de arena en superficie con los correspondientes cambios volumétricos severos.
- (f) Los depósitos bien gradados con tamaños hasta de gravas, gravas arenosas y gravas areno-limosas, son menos susceptibles a licuación, pero de todas formas deben verificarse. Estos materiales también pueden generar cambios volumétricos del terreno.

(g) Los limos, limos arcillosos y arcillas limosas, de baja plasticidad y con la humedad natural cercana al límite líquido, también son susceptibles de presentar licuación o falla cíclica. Generalmente se produce la degradación progresiva de la resistencia dinámica de los suelos finos con el número de ciclos de carga equivalente, llevándolos a la falla o generando grandes asentamientos del terreno y de las estructuras apoyadas en él.

(h) Suelos con partículas redondeadas, son más susceptibles que suelos con partículas angulares. Suelos con partículas micáceas, propios de suelos volcánicos, son más susceptibles.

(i) Cuando el depósito está en condición seca o con bajo grado de saturación, se genera un proceso de densificación con las consecuentes deformaciones permanentes del terreno y estructuras apoyadas en él.

EVALUACION POTENCIAL DE LICUACION METODO SEED E IDRIS										 <b>INGEGAR INGENIERIA S.A.S</b> <small>Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos</small>													
Versión: 003		IG-F-160				Julio de 2021																	
										Solicitud: 023/04/2023													
<b>PROYECTO:</b>		REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO “ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055”, MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA																					
<b>CLIENTE:</b>		SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO																					
<b>LUGAR:</b>		BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA						<b>FECHA:</b>		9-jun-23													
Metodo Simplificado					Metodo de Seed e Idris (1982)																		
Sondeo	Peso específico Ton/m3	Profundidad ms	Esfuerzo Vertical Ton/m2	N.A.F.	Esfuerzo Vertical Efectiva Ton/m2	N1 corr	CRR	rd	CSR	FS	Consideracion												
1	2,670	1,25	3,338	0,00	3,338	2,6	0,229	0,981	0,379	0,60	Licuable												
	2,670	1,70	4,539	0,00	4,539	4,6	0,376	0,975	0,377	1,00	Licuable												
	2,670	2,15	5,741	0,00	5,741	9,1	0,712	0,968	0,374	1,90	No Licuable												
	2,670	2,60	6,942	0,00	6,942	19,1	1,478	0,961	0,372	3,98	No Licuable												
	2,670	3,05	8,144	0,00	8,144	33,2	3,705	0,954	0,369	10,04	No Licuable												
	2,670	3,50	9,345	0,00	9,345	43,6	3,121	0,948	0,366	8,52	No Licuable												
	2,670	3,95	10,547	0,00	10,547	49,4	3,589	0,941	0,364	9,87	No Licuable												
	2,670	4,40	11,748	0,00	11,748	58,5	4,288	0,934	0,361	11,87	No Licuable												
	2,670	4,85	12,950	0,00	12,950	71,5	5,265	0,927	0,359	14,68	No Licuable												
2	2,670	1,25	3,338	0,00	3,338	1,3	0,137	0,981	0,379	0,36	Licuable												
	2,670	1,70	4,539	0,00	4,539	2,0	0,186	0,975	0,377	0,49	Licuable												
	2,670	2,15	5,741	0,00	5,741	7,8	0,614	0,968	0,374	1,64	No Licuable												
	2,670	2,60	6,942	0,00	6,942	18,9	1,462	0,961	0,372	3,93	No Licuable												
	2,670	3,05	8,144	0,00	8,144	27,3	2,167	0,954	0,369	5,87	No Licuable												
	2,670	3,50	9,345	0,00	9,345	41,6	2,945	0,948	0,366	8,04	No Licuable												
	2,670	3,95	10,547	0,00	10,547	46,8	3,384	0,941	0,364	9,30	No Licuable												
	2,670	4,40	11,748	0,00	11,748	65,7	4,830	0,934	0,361	13,37	No Licuable												
	2,670	4,70	12,549	0,00	12,549	67,0	4,928	0,930	0,359	13,71	No Licuable												
$FS = \frac{CRR}{CSR}$ <p>Si <math>F_S &gt; 1,3</math> el depósito no es propenso a la licuación</p> $\frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} = CSR = 0.65 * \frac{a_g}{g} * \frac{\sigma_{vo}}{\sigma_r} * r_d$ <p>A max                      0,595    Aceleracion Maxima efectiva            CRR                        Resistencia del Terreno a esfuerzo de corte            CSR                        Esfuerzo cortante inducido por el sismo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">NSR-10 - Analisis Sismico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aa= 0,40</td> <td>Fa= 1,10</td> <td>0,440</td> </tr> <tr> <td>Av= 0,35</td> <td>Fv= 1,70</td> <td>0,595</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Aceleracion Max</td> <td>0,595</td> </tr> </tbody> </table>												NSR-10 - Analisis Sismico			Aa= 0,40	Fa= 1,10	0,440	Av= 0,35	Fv= 1,70	0,595	Aceleracion Max		0,595
NSR-10 - Analisis Sismico																							
Aa= 0,40	Fa= 1,10	0,440																					
Av= 0,35	Fv= 1,70	0,595																					
Aceleracion Max		0,595																					

EVALUACION POTENCIAL DE LICUACION METODO SEED E IDRISS										 <b>INGEGAR INGENIERIA S.A.S</b> Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos	
Versión: 003		IG-F-160				Julio de 2021				Solicitud: 023/04/2023	
<b>PROYECTO:</b>		REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO “ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055”, MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA									
<b>CLIENTE:</b>		SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO									
<b>LUGAR:</b>		BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA						<b>FECHA:</b>		9-jun-23	
Metodo Simplificado					Metodo de Seed e Idris (1982)						
Sondeo	Peso específico Ton/m3	Profundidad ms	Esfuerzo Vertical Ton/m2	N.A.F.	Esfuerzo Vertical Efectiva Ton/m2	N1 corr	CRR	rd	CSR	FS	Consideracion
3	2,670	1,25	3,338	0,00	3,338	2,0	0,186	0,981	0,379	0,49	Licuable
	2,670	1,70	4,539	0,00	4,539	4,6	0,376	0,975	0,377	1,00	Licuable
	2,670	2,15	5,741	0,00	5,741	12,4	0,962	0,968	0,374	2,57	No Licuable
	2,670	2,60	6,942	0,00	6,942	21,5	1,668	0,961	0,372	4,49	No Licuable
	2,670	3,05	8,144	0,00	8,144	35,1	1,686	0,954	0,369	4,57	No Licuable
	2,670	3,50	9,345	0,00	9,345	46,2	3,335	0,948	0,366	9,10	No Licuable
	2,670	3,95	10,547	0,00	10,547	56,6	4,143	0,941	0,364	11,39	No Licuable
	2,670	4,40	11,748	0,00	11,748	68,9	5,070	0,934	0,361	14,04	No Licuable
$FS = \frac{CRR}{CSR}$ Si $F_s > 1,3$ el depósito no es propenso a la licuación						$\frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} = CSR = 0.65 * \frac{a_g}{g} * \frac{\sigma_{vo}}{\sigma_r} * r_d$					
A max		0,595 Aceleracion Maxima efectiva									
CRR		Resistencia del Terreno a esfuerzo de corte									
CSR		Esfuerzo cortante inducido por el sismo									
<b>NSR-10 - Analisis Sismico</b>											
Aa= 0,40		Fa= 1,10		0,440							
Av= 0,35		Fv= 1,70		0,595							
Aceleracion Max				0,595							

## 18. ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE

### CAPACIDAD DE CARGA:

Con base en las propiedades geotécnicas, físicas y mecánicas del subsuelo y en las características estructurales del proyecto, se han tenido en cuenta los valores de capacidad portante encontrados en las pruebas in situ y en las de Laboratorio.

El cálculo de la capacidad portante se realizó considerando el suelo cohesivo presente en los estratos y con las recomendaciones de la norma NSR-10. La ecuación utilizada fue la siguiente:

Donde:

$$\sigma_{ult} = C.N_c + \gamma.D_f.N_q + 0,5.\gamma.B.N_\gamma$$

C: cohesión del suelo;

Esf. ult: Capacidad de carga o capacidad portante;

$\gamma D_f$ : Esfuerzo efectivo a nivel de la cimentación;

$N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$ : factores de capacidad de carga basados en el ángulo de fricción interna del suelo de fundación, adimensionales;

La capacidad de carga admisible se calculó considerando un factor de seguridad de tres que es el recomendado por la norma para prevenir la falla por capacidad portante.

Los valores de capacidad portante se encuentran registrados en el cuadro resumen del ensayo de penetración Standard con sus respectivas profundidades, número de sondeo y tipo de suelo ensayado.

Se trabajó sobre el valor más crítico de la prueba de penetración estándar, sobre la cual el especialista en el área estará dispuesto a desarrollar la aplicación de las condiciones para el diseño estructural.

Para el cálculo de carga última y admisible además del tipo de cimentación que vaya a escoger el Ingeniero Calculista, se recomienda utilizar un factor de seguridad de tres,  $FS=3$ . Y que cumpla con los factores de seguridad directos básicos mínimos  $F_{sbm}=1.50$ .

### 19. VERIFICACION DE CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN NSR-10 H.2.4, H.4.2.3

Factor de Seguridad Básico Mínimo  $F_{sbm}$

CONDICIÓN	DISEÑO	CONSTRUCCIÓN
Carga muerta + carga viva normal	1.50	1.25
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.25	1.10
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de diseño pseudo estático	1.10	1.00
Talud Condición estática + Agua Normal	1.50	1.25
Talud Condición estática + Agua Normal + Sismo de Diseño pseudo estático	1.05	1.00

Para el caso se tiene que:

$FS = \text{Esfuerzo cortante ultimo} / \text{Esfuerzo cortante actuante}$

Según la modelación estructural los esfuerzos cortantes actuantes derivados del análisis estructural inicial.

### 20. ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS.

Los asentamientos en suelos granulares se presentan inmediatamente después de este ser cargado a diferencia de los suelos cohesivos para los cuales el período de respuesta es más lento, además pueden ser apreciablemente reducidos, sin embargo hay que estimarlos con precisión porque la mayoría de las estructuras son más sensibles a los asentamientos rápidos de distorsión que a los lentos, hasta el punto que el diseño en este tipo de suelos resulta regido por el criterio de asentamiento.

Para estimar los valores de asentamientos se empleó el método elástico de Schilcher (1926) el cual consiste conocer las propiedades del suelo el cual se va apoyar la estructura con sus dimensiones y establecer los asentamientos de una estructura rígida o una estructura flexible. Y del suelo obtenemos los siguientes valores y son remplazados en las ecuaciones:

Carga admisible  $q_{adm}$

Módulo de elasticidad Young

Coefficiente de Poissons

Una vez obtenidos todos los valores remplazamos en la ecuación de Asentamientos, y obtenemos los resultados de los asentamientos basados en el método elástico obtenidos en las perforaciones de campo.

Ver anexo hoja de cálculo de capacidad portante y asentamientos

## 21. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante la ejecución de las perforaciones, se encontraron las siguientes características:

**Sondeo No. 1:** Capa vegetal – Arcilla de baja plasticidad color beige claro con vetas rojizas y naranjas – Arcilla de baja plasticidad color beige claro con vetas blancas y rojas – Rechazo pesa, conglomerado de gravas y arcillas – No se evidencio la existencia de nivel freático.

**Sondeo No. 2:** Capa vegetal – Arcilla de baja plasticidad color beige claro con vetas rojizas y naranjas – Arcilla de baja plasticidad con presencia de algunas gravas color beige claro con vetas rojizas – Arcilla de baja plasticidad con presencia de algunas gravas color beige claro con vetas grises - Rechazo pesa, conglomerado de gravas y arcillas – No se evidencio la existencia de nivel freático.

**Sondeo No. 3:** Capa vegetal – Arcilla de baja plasticidad color beige claro con vetas naranjas y presencia de algunas gravas – Arcilla de baja plasticidad con presencia de grava color beige caro con vetas grises - Rechazo pesa, conglomerado de gravas y arcillas – No se evidencio la existencia de nivel freático.

Con los datos encontrados y realizando los cálculos respectivos, la cota de cimentación general recomendada por nuestro Laboratorio estaría ubicada a 1.50 mts con respecto al nivel del terreno de mejoramiento, en donde se estima una capacidad de carga admisible entre 1.14Kg/cm<sup>2</sup>).

La capacidad de carga admisible se anexa en las tablas en la que se tuvo en cuenta para las perforaciones, un ancho asumido típico en este tipo de estructuras, y diferentes profundidades dentro del estrato escogido como cota de cimentación.

Es importante que el ingeniero calculista tenga en cuenta las cargas reales, y, con la ayuda del cuadro de carga admisible realice el chequeo de capacidades portantes. De esta manera, se analizará en que cota de trabajo el suelo compensa el efecto de la estructura.

El sistema de fundación recomendado para el diseño estructural, teniendo en cuenta las capacidades de carga de las pruebas de Laboratorio, y los chequeos efectuados en cuanto a factor carga y factor asentamiento a diferentes profundidades, sería de una cimentación superficial, constituida por zapatas individuales de forma cuadrada, cimentadas a una profundidad de 1.50 mts y viga de cimentación sin ensanchamiento, trabajando directamente sobre el estrato correspondiente.

Se debe diseñar un sistema para que el suelo compense la carga combinada de la nueva estructura. De esta manera al cargar la superestructura se debe asegurar que la presión de carga sea uniforme sobre el área de cimentación.

En cuanto al proceso constructivo de la cimentación, se excavará hasta la cota de desplante la cual está ubicada a **2.00 mts**, a partir de la cota de excavación para la implantación de la estructura, se conformará y nivelará el material natural, eliminando vacíos generados por el proceso de excavación. A continuación, se recomienda realizar un mejoramiento del suelo, el cual consiste en reemplazar el material a nivel de implantación con material de relleno seleccionado de tamaño máximo de 2", con un espesor mínimo de **50 cm**, esto con el fin de mejorar la capacidad de soporte y evitar la generación de asentamientos diferenciales. A continuación, se colocará una capa de concreto de limpieza, el cual

mejorará las condiciones de resistencia del suelo y protegerá la cota de cimentación de una posible infiltración de agua. Inmediatamente se armará el acero de refuerzo del elemento y se fundirá.

En el caso de necesitar materiales de relleno, se podría utilizar el proveniente de la excavación, siempre y cuando no se encuentre en estado de saturación. En caso contrario, se recomienda utilizar material de río no cohesivo debidamente conformado y compactado por los métodos convencionales.

Es importante que el Ingeniero Calculista, tenga en cuenta para la cota de cimentación la capacidad portante del terreno; el análisis de asentamientos; el uso adecuado del sistema de cimentación; el perfil estratigráfico del presente estudio; las recomendaciones de mejoramiento del suelo y las especificaciones contempladas en la NSR-10

## 22. MANEJO DEL AGUA DE INFILTRACIÓN Y LA CARGA HIDRÁULICA DE LA ZONA CONTIGUA.

Por tratarse de construcciones de edificaciones de atención a la comunidad, y en caso de construir en época de invierno o de presentarse una posible escorrentía de agua, para contrarrestar los efectos del agua, debe tenerse en cuenta las obras de drenaje periféricas y la disposición de motobombas con el objeto de evitar la saturación del suelo. Además, para los concretos utilizados en la fundación se recomiendan aditivos impermeabilizantes.

**NOTA:** El presente estudio está limitado por las condiciones actuales del terreno y el factor clima reinante en la zona en el momento de realizar las perforaciones. Cualquier cambio representativo en las condiciones de este, se debe informar a la persona especialista para analizar y evaluar dichos parámetros adicionales.

Las condiciones expuestas en este informe están contempladas en las características que presentaron los materiales, y el posible comportamiento que puedan tener en el proceso constructivo de la obra.

Atentamente,

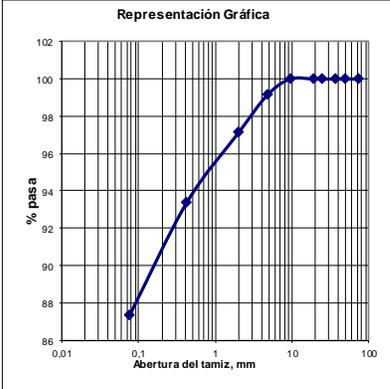
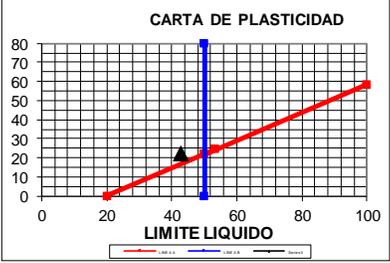


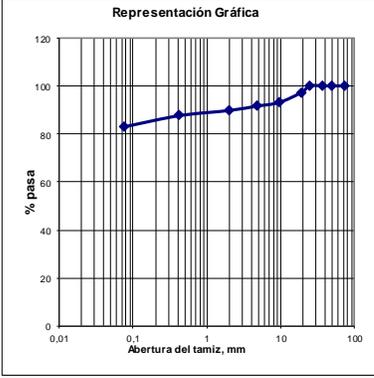
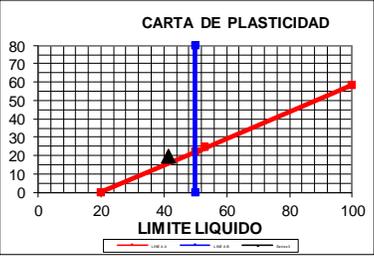
**HECTOR FERNANDO GARCIA SARAY**

Ingeniero Civil

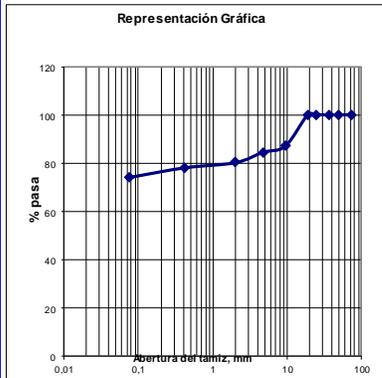
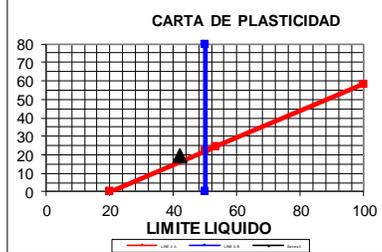
Esp. Ingeniería de fundaciones E.C.I

## 23. REGISTROS DE LABORATORIO

ENSAYO DE CLASIFICACION							INGEGAR INGENIERIA S.A.S Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos	
Versión: 006		IG-F-022		Mayo de 2017			Solicitud No. 023/04/2023	
PROYECTO	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA			LUGAR	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA		TIPO DE ENSAYO	
CLIENTE	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO			FECHA	9-jun-23		Granulometría	X
FUENTE	MATERIAL INSITU						Límites	X
DESCRIPCION	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR BEIGE CLARO CON VETAS ROJIZAS Y NARANJAS						Humedad, Wn	X
SONDEO 1 MUESTRA 1		PROFUNDIDAD :		0,10-2,60		NORMA	INV-E-122/123/125/126	
DATOS DEL ENSAYO DE GRADACION								
TAMIZ		MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE PASA		% PASA UNIFICADO	
mm	pulg							
75	3	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00		
50	2	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00		
37,5	1 1/2	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00		
25	1	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00		
19	3/4	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00		
9,5	3/8	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00		
4,75	No. 4	3,0	0,86	0,86	99,14	99,14		
2,00	No. 10	7,0	2,01	2,87	97,13	97,13		
0,42	No. 40	13,0	3,74	6,61	93,39	93,39		
0,075	No. 200	21,0	6,03	12,64	87,36	87,36		
	Fondo	304,0	87,36	100,00	0,00	0,00		
<b>TOTAL ENSAYO</b>		348,0						0,00
W seco antes de lavar		348,0		% Error Muestra	0,00	% Error Permitido		0,1
W seco después de lavar		44,0						
PORCENTAJE MATERIAL		HUMEDAD NATURAL						
GRAVA	0,86	P1	421					
ARENA	11,78	P2	348					
FINOS	87,36	% Wn	20,98					
CLASIFICACION								
U.S.C		CL						
A.S.T.H.O		A-7-5						
NIVEL FREATICO		NP						
Representación Gráfica								
								
CARTA DE PLASTICIDAD								
								
 <b>GINA FONTECHA GUTIERREZ</b> Analista de laboratorio II				 <b>Ing. FERNANDO GARCIA SARAY</b> Especialista ingeniería de fundaciones				

ENSAYO DE CLASIFICACION						INGEGAR INGENIERIA S.A.S Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos																													
Versión: 006		IG-F-022		Mayo de 2017																															
Solicitud No. 023/04/2023																																			
PROYECTO	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA (IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA			LUGAR	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA		TIPO DE ENSAYO																												
CUENTE	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO			FECHA	9-jun-23		Granulometría X																												
FUENTE	MATERIAL INSITU					Limites	X																												
DESCRIPCION	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR BEIGE CLARO CON VETAS BLANCAS Y ROJAS					Humedad, Wn	X																												
SONDEO 1 MUESTRA 2		PROFUNDIDAD : 2,60-4,85		NORMA	INV-E-122/123/125/126																														
DATOS DEL ENSAYO DE GRADACION																																			
TAMIZ		MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE PASA	% PASA UNIFICADO																													
mm	pulg																																		
75	3	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00																													
50	2	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00																													
37,5	1 1/2	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00																													
25	1	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00																													
19	3/4	17,0	2,76	2,76	97,24	97,24																													
9,5	3/8	25,0	4,07	6,83	93,17	93,17																													
4,75	No. 4	9,0	1,46	8,29	91,71	91,71																													
2,00	No. 10	11,0	1,79	10,08	89,92	89,92																													
0,42	No. 40	13,0	2,11	12,20	87,80	87,80																													
0,075	No. 200	28,0	4,55	16,75	83,25	83,25																													
Fondo		512,0	83,25	100,00	0,00	0,00																													
TOTAL ENSAYO		615,0				0,00																													
W seco antes de lavar		615,0	% Error	0,00	% Error Permitido	0,1																													
W seco después de lavar		103,0	Muestra																																
PORCENTAJE MATERIAL		HUMEDAD NATURAL																																	
GRAVA	8,29	P1	745																																
ARENA	8,46	P2	615																																
FINOS	83,25	% Wn	21,14																																
CLASIFICACION																																			
U.S.C		CL																																	
A.S.T.H.O		A-7-5																																	
NIVEL FREATICO		NP																																	
<p style="text-align: center;">Representación Gráfica</p> 				<p style="text-align: center;">LIMITE LIQUIDO</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Nº Golpes</td> <td>17</td> <td>27</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>Wmh+Wr</td> <td>52,20</td> <td>52,60</td> <td>52,80</td> </tr> <tr> <td>Wms+Wr</td> <td>41,00</td> <td>41,80</td> <td>42,40</td> </tr> <tr> <td>Wr</td> <td>15,8</td> <td>15,8</td> <td>15,8</td> </tr> <tr> <td>W %</td> <td>44,44</td> <td>41,54</td> <td>39,10</td> </tr> <tr> <td></td> <td>42,42</td> <td>41,93</td> <td>40,43</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD</td> <td colspan="3">41,59</td> </tr> </table>				Nº Golpes	17	27	33	Wmh+Wr	52,20	52,60	52,80	Wms+Wr	41,00	41,80	42,40	Wr	15,8	15,8	15,8	W %	44,44	41,54	39,10		42,42	41,93	40,43	HUMEDAD	41,59		
Nº Golpes	17	27	33																																
Wmh+Wr	52,20	52,60	52,80																																
Wms+Wr	41,00	41,80	42,40																																
Wr	15,8	15,8	15,8																																
W %	44,44	41,54	39,10																																
	42,42	41,93	40,43																																
HUMEDAD	41,59																																		
<p style="text-align: center;">CARTA DE PLASTICIDAD</p> 				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>INDICE DE PLASTICIDAD</td> <td>19,27</td> </tr> <tr> <td>INDICE DE TENACIDAD</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>INDICE DE COMPRESIBILIDAD</td> <td>0,284</td> </tr> <tr> <td>INDICE DE FLUIDEZ</td> <td>0,859</td> </tr> </table>				INDICE DE PLASTICIDAD	19,27	INDICE DE TENACIDAD	26	INDICE DE COMPRESIBILIDAD	0,284	INDICE DE FLUIDEZ	0,859																				
INDICE DE PLASTICIDAD	19,27																																		
INDICE DE TENACIDAD	26																																		
INDICE DE COMPRESIBILIDAD	0,284																																		
INDICE DE FLUIDEZ	0,859																																		
 <b>GINA FONTECHA GUTIERREZ</b> Analista de laboratorio II				 <b>Ing. FERNANDO GARCIA SARAY</b> Especialista ingeniería de fundaciones																															

ENSAYO DE CLASIFICACION				INGEGAR INGENIERIA S.A.S Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos		
Versión: 006	IG-F-022	Mayo de 2017				
Solicitud No. 023/04/2023						
PROYECTO	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA	LUGAR	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA	TIPO DE ENSAYO		
CLIENTE	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO	FECHA	9-jun-23	Granulometría	X	
FUENTE	MATERIAL INSITU			Límites	X	
DESCRIPCION	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR BEIGE CLARO CON VETAS ROJIZAS Y NARANJAS			Humedad, Wn	X	
SONDEO	2 MUESTRA 1	PROFUNDIDAD :	0,13-0,67	NORMA	INV-E-122/123/125/126	
DATOS DEL ENSAYO DE GRADACION						
TAMIZ		MASA RETENIDA	PORCENAJE RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE PASA	% PASA UNIFICADO
mm	pulg					
75	3	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
50	2	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
37,5	1 1/2	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
25	1	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
19	3/4	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
9,5	3/8	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
4,75	No. 4	5,0	1,47	1,47	98,53	98,53
2,00	No. 10	7,0	2,06	3,54	96,46	96,46
0,42	No. 40	21,0	6,19	9,73	90,27	90,27
0,075	No. 200	37,0	10,91	20,65	79,35	79,35
	Fondo	269,0	79,35	100,00	0,00	0,00
<b>TOTAL ENSAYO</b>		<b>339,0</b>				<b>0,00</b>
W seco antes de lavar		339,0				
W seco después de lavar		70,0		% Error Muestra 0,00	% Error Permitido	0,1
PORCENTAJE MATERIAL		HUMEDAD NATURAL				
GRAVA	1,47	P1	405			
ARENA	19,17	P2	339			
FINOS	79,35	% Wn	19,47			
CLASIFICACION						
U.S.C	CL					
A.S.T.H.O	A-7-5					
NIVEL FREATICO	NP					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Representación Gráfica</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">CARTA DE PLASTICIDAD</p> </div> </div>						
GINA FONTECHA GUTIERREZ Analista de laboratorio II		Ing. FERNANDO GARCIA SARAY Especialista ingeniería de fundaciones				

ENSAYO DE CLASIFICACION						INGEGAR INGENIERIA S.A.S Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos	
Versión: 006		IG-F-022		Mayo de 2017		Solicitud No. 023/04/2023	
PROYECTO	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA			LUGAR	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA		TIPO DE ENSAYO
CLIENTE	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO			FECHA	9-jun-23		Granulometría
FUENTE	MATERIAL INSITU					Límites	X
DESCRIPCION	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON PRESENCIA DE ALGUNAS GRAVAS COLOR BEIGE CLARO CON VETAS ROJIZAS					Humedad, Wn	X
SONDEO 2 MUESTRA 2		PROFUNDIDAD :		0,67-2,75	NORMA	INV-E-122/123/125/126	
DATOS DEL ENSAYO DE GRADACION							
TAMIZ		MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE PASA	% PASA UNIFICADO	
mm	pulg						
75	3	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	
50	2	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	
37,5	1 1/2	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	
25	1	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	
19	3/4	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	
9,5	3/8	81,0	12,80	12,80	87,20	87,20	
4,75	No. 4	16,0	2,53	15,32	84,68	84,68	
2,00	No. 10	27,0	4,27	19,59	80,41	80,41	
0,42	No. 40	13,0	2,05	21,64	78,36	78,36	
0,075	No. 200	25,0	3,95	25,59	74,41	74,41	
	Fondo	471,0	74,41	100,00	0,00	0,00	
<b>TOTAL ENSAYO</b>		633,0				0,00	
W seco antes de lavar		633,0		0,00	% Error Permitido	0,1	
W seco después de lavar		162,0	% Error Muestra				
PORCENTAJE MATERIAL		HUMEDAD NATURAL					
GRAVA	15,32	P1		757			
ARENA	10,27	P2		633			
FINOS	74,41	% Wn		19,59			
CLASIFICACION							
U.S.C		CL					
A.S.T.H.O		A-7-5					
NIVEL FREATICO		NP					
Representación Gráfica							
							
LIMITE LIQUIDO							
Nº Golpes	16	25	33				
Wmh+Wr	54,50	55,00	53,20				
Wms+Wr	42,50	43,40	42,70				
Wr	16,1	16,1	16,1				
W %	45,45	42,49	39,47				
	43,07	42,49	40,82				
<b>HUMEDAD</b>	42,13						
LIMITE PLASTICO							
Wmh+Wr	22,40	22,20					
Wms+Wr	20,20	20,10					
Wr	10,80	10,80					
W %	23,40	22,58					
<b>HUMEDAD</b>	22,99						
INDICE DE PLASTICIDAD	19,13						
INDICE DE TENACIDAD	22,675						
INDICE DE COMPRESIBILIDAD	0,289						
INDICE DE FLUIDEZ	1,014						
CARTA DE PLASTICIDAD							
							
							
GINA FONTECHA GUTIERREZ Analista de laboratorio II				Ing. FERNANDO GARCIA SARAY Especialista ingeniería de fundaciones			

**ENSAYO DE CLASIFICACION**

Versión: 006
IG-F-022
Mayo de 2017


  
 Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos

Solicitud No. 023/04/2023

PROYECTO	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA	LUGAR	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA	TIPO DE ENSAYO	
CLIENTE	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO	FECHA	9-jun-23	Granulometría	X
FUENTE	MATERIAL INSITU			Límites	X
DESCRIPCION	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON PRESENCIA DE ALGUNAS GRAVAS COLOR BEIGE CLARO CON VETAS GRISAS			Humedad, Wn	X
SONDEO	2 MUESTRA 3	PROFUNDIDAD :	2,75-4,70	NORMA	INV-E-122/123/125/126

DATOS DEL ENSAYO DE GRADACION						
TAMIZ		MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE PASA	% PASA UNIFICADO
mm	pulg					
75	3	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
50	2	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
37,5	1 1/2	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
25	1	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
19	3/4	27,0	4,08	4,08	95,92	95,92
9,5	3/8	106,0	16,04	20,12	79,88	79,88
4,75	No. 4	40,0	6,05	26,17	73,83	73,83
2,00	No. 10	13,0	1,97	28,14	71,86	71,86
0,42	No. 40	21,0	3,18	31,32	68,68	68,68
0,075	No. 200	28,0	4,24	35,55	64,45	64,45
	Fondo	426,0	64,45	100,00	0,00	0,00
TOTAL ENSAYO		661,0				0,00
W seco antes de lavar		661,0	% Error Muestra	0,00	% Error Permitido	0,1
W seco después de lavar		235,0				

PORCENTAJE MATERIAL		HUMEDAD NATURAL	
GRAVA	26,17	P1	791
ARENA	9,38	P2	661
FINOS	64,45	% Wn	19,67

**CLASIFICACION**

U.S.C **CL**

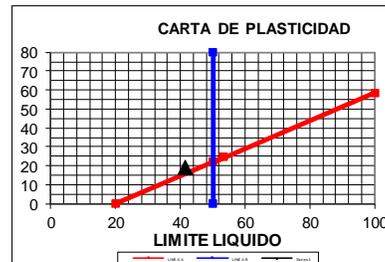
A.S.T.H.O **A-7-5**

NIVEL FREATICO **NP**

LIMITE LIQUIDO			
Nº Golpes	15	27	34
Wmh+Wr	54,50	53,00	53,40
Wms+Wr	42,80	42,50	42,30
Wr	15,8	16	15,8
W %	43,33	39,62	41,89
	40,74	39,99	43,47
HUMEDAD	41,40		

LIMITE PLASTICO			
Wmh+Wr	23,50	24,20	
Wms+Wr	21,20	21,80	
Wr	11,10	11,10	
W %	22,77	22,43	
HUMEDAD	22,60		

INDICE DE PLASTICIDAD	18,80
INDICE DE TENACIDAD	130,814
INDICE DE COMPRESIBILIDAD	0,283
INDICE DE FLUIDEZ	0,173



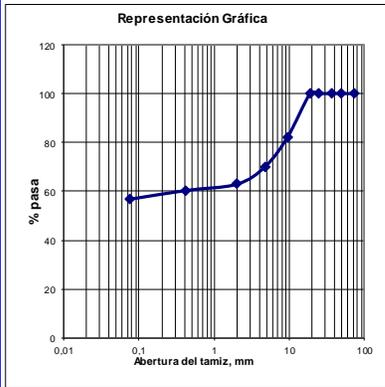
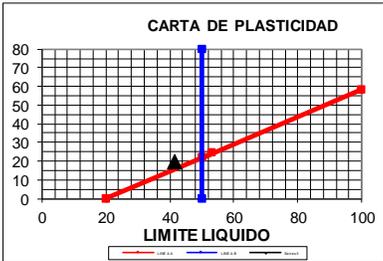
*Gina Fontecha*

**GINA FONTECHA GUTIERREZ**  
Analista de laboratorio II

*Fernando Garcia Saray*

**Ing. FERNANDO GARCIA SARAY**  
Especialista ingeniería de fundaciones

ENSAYO DE CLASIFICACION						INGEGAR INGENIERIA S.A.S Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos	
Versión: 006		IG-F-022		Mayo de 2017			
Solicitud No. 023/04/2023							
PROYECTO	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA				LUGAR	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA	TIPO DE ENSAYO
CLIENTE	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO				FECHA	9-jun-23	Granulometría
FUENTE	MATERIAL INSITU						Límites
DESCRIPCION	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR BEIGE CLARO CON VETAS NARANJAS Y PRESENCIA DE ALGUNAS GRAVAS						X
SONDEO 3 MUESTRA 1		PROFUNDIDAD :		0,10-2,15	NORMA	INV-E-122/123/125/126	
DATOS DEL ENSAYO DE GRADACION							
TAMIZ		MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE PASA	% PASA UNIFICADO	
mm	pulg						
75	3	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	
50	2	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	
37,5	1 1/2	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	
25	1	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	
19	3/4	51,0	10,08	10,08	89,92	89,92	
9,5	3/8	37,0	7,31	17,39	82,61	82,61	
4,75	No. 4	40,0	7,91	25,30	74,70	74,70	
2,00	No. 10	15,0	2,96	28,26	71,74	71,74	
0,42	No. 40	19,0	3,75	32,02	67,98	67,98	
0,075	No. 200	27,0	5,34	37,35	62,65	62,65	
	Fondo	317,0	62,65	100,00	0,00	0,00	
TOTAL ENSAYO		506,0				0,00	
W seco antes de lavar		506,0		0,00	% Error Permitido	0,1	
W seco después de lavar		189,0	% Error Muestra				
PORCENTAJE MATERIAL		HUMEDAD NATURAL					
GRAVA	25,30	P1	605				
ARENA	12,06	P2	506				
FINOS	62,65	% Wn	19,57				
CLASIFICACION							
U.S.C		CL					
A.S.T.H.O		A-7-5					
NIVEL FREATICO		NP					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>Representación Gráfica</b></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>CARTA DE PLASTICIDAD</b></p> </div> </div>							
LIMITE LIQUIDO		Nº Golpes	17	26	32		
Wmh+Wr		55,20	54,80	53,70			
Wms+Wr		43,20	43,20	43,50			
Wr		16,1	16,1	16			
W %		44,28	42,80	37,09			
HUMEDAD		42,26	43,01	38,22			
HUMEDAD		41,16					
LIMITE PLASTICO							
Wmh+Wr		23,20	24,20				
Wms+Wr		21,20	21,80				
Wr		11,10	11,10				
W %		19,80	22,43				
HUMEDAD		21,12					
INDICE DE PLASTICIDAD		20,05					
INDICE DE TENACIDAD		20,743					
INDICE DE COMPRESIBILIDAD		0,280					
INDICE DE FLUIDEZ		1,018					
GINA FONTECHA GUTIERREZ Analista de laboratorio II				Ing. FERNANDO GARCIA SARAY Especialista ingeniería de fundaciones			

ENSAYO DE CLASIFICACION					INGEGAR INGENIERIA S.A.S Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos	
Versión: 006		IG-F-022		Mayo de 2017		
Solicitud No. 023/04/2023						
PROYECTO	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA				LUGAR	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA
CLIENTE	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO				FECHA	9-jun-23
FUENTE	MATERIAL INSITU				Granulometría	X
DESCRIPCION	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON PRESENCIA DE GRAVA COLOR BEIGE CLARO CON VETAS GRISAS				Humedad, Wn	X
SONDEO	3 MUESTRA	2	PROFUNDIDAD:	2,15-4,40	NORMA	INV-E-122/123/125/126
DATOS DEL ENSAYO DE GRADACION						
TAMIZ		MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE PASA	% PASA UNIFICADO
mm	pulg					
75	3	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
50	2	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
37,5	1 1/2	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
25	1	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
19	3/4	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
9,5	3/8	105,0	17,86	17,86	82,14	82,14
4,75	No. 4	71,0	12,07	29,93	70,07	70,07
2,00	No. 10	42,0	7,14	37,07	62,93	62,93
0,42	No. 40	15,0	2,55	39,63	60,37	60,37
0,075	No. 200	21,0	3,57	43,20	56,80	56,80
	Fondo	334,0	56,80	100,00	0,00	0,00
<b>TOTAL ENSAYO</b>		<b>588,0</b>				<b>0,00</b>
W seco antes de lavar		588,0	% Error	0,00	% Error Permitido	0,1
W seco después de lavar		254,0	Muestra			
PORCENTAJE MATERIAL		HUMEDAD NATURAL				
GRAVA	29,93	P1	710			
ARENA	13,27	P2	588			
FINOS	56,80	% Wn	<b>20,75</b>			
CLASIFICACION						
U.S.C	CL					
A.S.T.H.O	A-7-5					
NIVEL FREATICO	NP					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>Representación Gráfica</b></p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>CARTA DE PLASTICIDAD</b></p>  </div> </div>						
					INDICE DE PLASTICIDAD	19,18
					INDICE DE TENACIDAD	20,915
					INDICE DE COMPRESIBILIDAD	0,285
					INDICE DE FLUIDEZ	1,076
 <b>GINA FONTECHA GUTIERREZ</b> Analista de laboratorio II				 <b>Ing. FERNANDO GARCIA SARAY</b> Especialista ingeniería de fundaciones		

PERFILES ESTRATIGRAFICOS DEL SUBSUELO											
Versión: 004		IG - F - 027				Julio de 2019					
Solicitud No. 023/04/2023											
PROYECTO	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA					LUGAR	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA				
CLIENTE	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO					FECHA	9-jun-23				
LOCALIZACIÓN	MATERIAL INSITU					PERFILES ESTRATIGRAFICOS	SISTEMA USC	X			
OBSERVACION	SONDEO 1						SISTEMA AASHTO	X			
						NORMA	NSR 10: TITULO H				
PROF. Mts	ESTRATO	DESCRIPCION	INDICE DE PLASTICIDAD				CLASIFICACIÓN				
			LL%	LP%	IP%	Humedad nat%	A.A.S.T.H.O	U.S.C	% GRAVA	% ARENA	% FINOS
0,00											
	0,10	CAPA VEGETAL									
1,00											
		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR BEIGE CLARO CON VETAS ROJIZAS Y NARANJAS	42,82	20,61	22,21	20,98	A-7-5	CL	0,86	11,78	87,36
2,00											
	2,60										
3,00											
		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR BEIGE CLARO CON VETAS BLANCAS Y ROJAS	41,59	22,32	19,27	21,14	A-7-5	CL	8,29	8,46	83,25
4,00											
	4,85										
5,00											
		RECHAZO PESA, CONGLOMERADO DE GRAVAS Y ARCILLAS									
6,00											

*Gina Fontecha*  
GINA FONTECHA GUTIERREZ  
Analista de laboratorio II

*Fernando Garcia Saray*  
Ing. FERNANDO GARCIA SARAY  
Especialista ingeniería de fundaciones

PERFILES ESTRATIGRAFICOS DEL SUBSUELO											
Versión: 004			IG - F - 027				Julio de 2019				
Solicitud No. 023/04/2023											
<b>PROYECTO</b>		REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA					<b>LUGAR</b>		BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA		
<b>CLIENTE</b>		SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO					<b>FECHA</b>		9-jun-23		
<b>LOCALIZACIÓN</b>		MATERIAL INSITU					<b>PERFILES ESTRATIGRAFICOS</b>		SISTEMA USC X		
<b>OBSERVACION</b>		SONDEO 2					<b>NORMA</b>		SISTEMA AASHTO X		
<b>NORMA</b> NSR 10: TITULO H											
PROF. Mts	ESTRATO	DESCRIPCION	INDICE DE PLASTICIDAD				CLASIFICACION				
			LL%	LP%	IP%	Humedad nat%	A.A.S.T.H.O	U.S.C	% GRAVA	% ARENA	% FINOS
0,00											
	0,13	CAPA VEGETAL									
	0,67	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR BEIGE CLARO CON VETAS ROJIZAS Y NARANJAS	40,62	22,28	18,34	19,47	A-7-5	CL	1,47	19,17	79,35
1,00											
	2,00	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON PRESENCIA DE ALGUNAS GRAVAS COLOR BEIGE CLARO CON VETAS ROJIZAS	42,13	22,99	19,13	19,59	A-7-5	CL	15,32	10,27	74,41
3,00											
	4,00	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON PRESENCIA DE ALGUNAS GRAVAS COLOR BEIGE CLARO CON VETAS GRISES	41,40	22,60	18,80	19,67	A-7-5	CL	26,17	9,38	64,45
5,00											
	6,00	RECHAZO PESA, CONGLOMERADO DE GRAVAS Y ARCILLAS									

*Gina Fontecha*

GINA FONTECHA GUTIERREZ  
Analista de laboratorio II

*Fernando Garcia Saray*  
Ing. FERNANDO GARCIA SARAY  
Especialista ingeniería de fundaciones

PERFILES ESTRATIGRAFICOS DEL SUBSUELO											
Versión: 004		IG - F - 027				Julio de 2019			 Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos		
Solicitud No. 023/04/2023											
PROYECTO	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA					LUGAR	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA				
CLIENTE	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO					FECHA	9-jun-23				
LOCALIZACIÓN	MATERIAL INSITU					PERFILES ESTRATIGRAFICOS	SISTEMA USC	X			
OBSERVACION	SONDEO 3						SISTEMA AASHTO	X			
						NORMA	NSR 10: TITULO H				
PROF. Mts	ESTRATO	DESCRIPCION	INDICE DE PLASTICIDAD				CLASIFICACIÓN				
			LL%	LP%	IP%	Humedad nat%	A.A.S.T.H.O	U.S.C	% GRAVA	% ARENA	% FINOS
0,00	0,10	CAPA VEGETAL									
1,00		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR BEIGE CLARO CON VETAS NARANJAS Y PRESENCIA DE ALGUNAS GRAVAS	41,16	21,12	20,05	19,57	A-7-5	CL	25,30	12,06	62,65
2,00	2,15										
3,00		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON PRESENCIA DE GRAVA COLOR BEIGE CLARO CON VETAS GRISES	41,69	22,51	19,18	20,75	A-7-5	CL	29,93	13,27	56,80
4,00	4,40										
5,00		RECHAZO PESA, CONGLOMERADO DE GRAVAS Y ARCILLAS									
6,00											

*Gina Fontecha*  
GINA FONTECHA GUTIERREZ  
Analista de laboratorio II

*Fernando Garcia Saray*  
Ing. FERNANDO GARCIA SARAY  
Especialista ingeniería de fundaciones

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR SPT INSITU			IG SAS INGEGAR INGENIERIA S.A.S Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos
Versión: 004	IG-F-023	Mayo de 2017	

Solicitud No.: 023/04/2023

<b>PROYECTO</b>	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA	<b>LUGAR</b>	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA
<b>CLIENTE</b>	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO		
<b>FUENTE</b>	MATERIAL INSITU	<b>FECHA</b>	9-jun-23
<b>DESCRIPCION</b>	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		
<b>OBSERVACION</b>	NO SE PRESENTARON ALTERACIONES EN EL ENSAYO	<b>NORMA</b>	INV-E-111

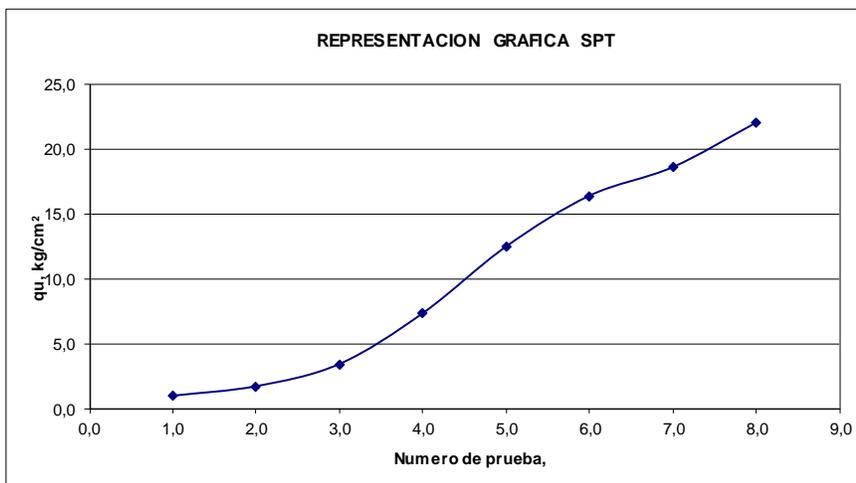
**DATOS DEL EQUIPO DE PENETRACION**

Peso del Martillo	63,5
Altura de Caída	0,76
Diametro de la punta	5,50
Longitud del tubo	1,40
Longitud de la punta	0,125
Diametro del tubo	2,83

**DATOS PARA EL CALCULO Ns (Correccion nº de golpes)**

ER (julios)	472,948
ERs (70%ER)	331,06
p'' (Ton/m2)	1,000
Gravedad	9,80
Prof de caída	15

SONDEO	1	1	1	1	1	1	1	1
No. prueba	1	2	3	4	5	6	7	8
Estrato	1	1	1	1	2	2	2	2
Profundidad	0,80-1,25	1,25-1,70	1,70-2,15	2,15-2,60	2,60-3,05	3,05-3,50	3,50-3,95	3,95-4,40
P esp (ton/m3)	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67
peso (Ton/m2)	3,338	1,202	4,539	2,403	5,741	3,605	6,942	4,806
No. golpes	4	7	14	30	51	67	76	90
golpes corregido	2,6	4,6	9,1	19,5	33,2	43,6	49,4	58,5
Vr. Qu (kg/cm <sup>2</sup> )	0,978	1,712	3,423	7,335	12,470	16,382	18,583	22,006



*Gina Marcela Fontecha.*

**GINA FONTECHA GUTIERREZ**  
Analista de laboratorio II



**Ing. FERNANDO GARCIA SARAY**  
Especialista ingeniería de fundaciones

**ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR SPT INSITU**

Versión: 004

IG-F-023

Mayo de 2017

**INGEGAR INGENIERIA S.A.S**  
Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos

Solicitud No.: 023/04/2023

<b>PROYECTO</b>	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPI N 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA	<b>LUGAR</b>	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA
<b>CLIENTE</b>	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO		
<b>FUENTE</b>	MATERIAL INSITU	<b>FECHA</b>	9-jun-23
<b>DESCRIPCION</b>	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		
<b>OBSERVACION</b>	NO SE PRESENTARON ALTERACIONES EN EL ENSAYO	<b>NORMA</b>	INV-E-111

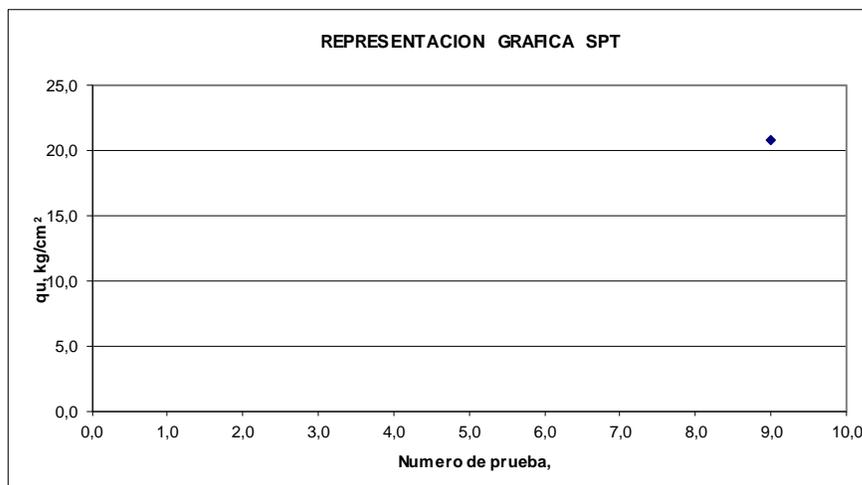
**DATOS DEL EQUIPO DE PENETRACION**

Peso del Martillo	63,5
Altura de Caída	0,5
Diámetro de la punta	5,08
Longitud del tubo	1,40
Longitud de la punta	0,125
Diámetro del tubo	2,83

**DATOS PARA EL CALCULO Ns (Correccion nº de golpes)**

ER (julios)	311,15
ERs (70%ER)	217,81
p'' (Ton/m <sup>2</sup> )	1,000
Gravedad	9,80
Prof de caída	15

SONDEO	1						
No, prueba	9						
Estrato	2						
Profundidad	4,40-4,85						
P esp (ton/m <sup>3</sup> )	2,67						
peso (Ton/m <sup>2</sup> )	12,950						
No, golpes	110						
golpes corregido	71,5						
Vr. Qu (kg/cm <sup>2</sup> )	20,741						



*Gina Marcela Fontecha.*

**GINA FONTECHA GUTIERREZ**  
Analista de laboratorio II

*Fernando Garcia Saray*

**Ing. FERNANDO GARCIA SARAY**  
Especialista ingeniería de fundaciones

**ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR SPT INSITU**

Versión: 004

IG-F-023

Mayo de 2017

**IG S.A.S**  
INGEGAR INGENIERIA S.A.S  
Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos

Solicitud No.: 023/04/2023

<b>PROYECTO</b>	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA	<b>LUGAR</b>	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA
<b>CLIENTE</b>	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO		
<b>FUENTE</b>	MATERIAL INSITU	<b>FECHA</b>	9-jun-23
<b>DESCRIPCION</b>	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		
<b>OBSERVACION</b>	NO SE PRESENTARON ALTERACIONES EN EL ENSAYO	<b>NORMA</b>	INV-E-111

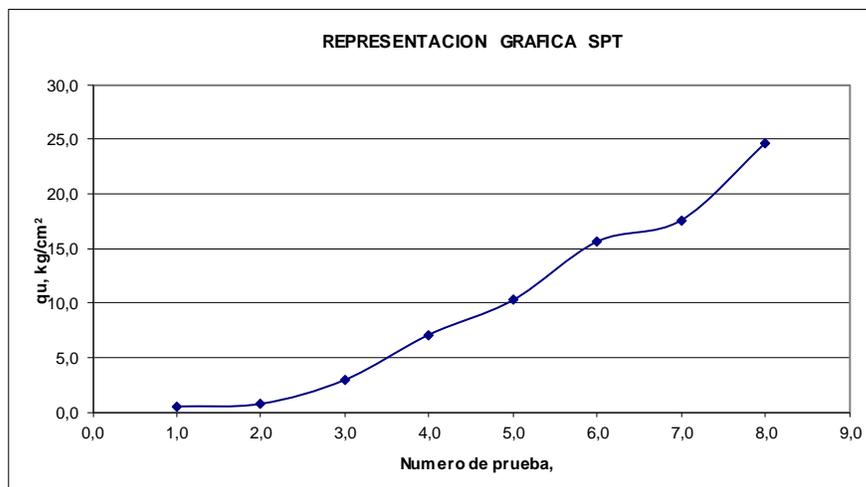
**DATOS DEL EQUIPO DE PENETRACION**

Peso del Martillo	63,5
Altura de Caída	0,76
Diametro de la punta	5,50
Longitud del tubo	1,40
Longitud de la punta	0,125
Diametro del tubo	2,83

**DATOS PARA EL CALCULO Ns (Correccion n° de golpes)**

ER (julios)	472,948
ERs (70%ER)	331,06
p'' (Ton/m2)	1,000
Gravedad	9,80
Prof de caída	15

SONDEO	2	2	2	2	2	2	2	2
No, prueba	1	2	3	4	5	6	7	8
Estrato	2	2	2	2	2	3	3	3
Profundidad	0,80-1,25	1,25-1,70	1,70-2,15	2,15-2,60	2,60-3,05	3,05-3,50	3,50-3,95	3,95-4,40
P esp (ton/m3)	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67
peso (Ton/m2)	3,338	1,202	4,539	2,403	5,741	3,605	6,942	4,806
No, golpes	2	3	12	29	42	64	72	101
golpes corregido	1,3	2,0	7,8	18,9	27,3	41,6	46,8	65,7
Vr. Qu (kg/cm <sup>2</sup> )	0,489	0,734	2,934	7,091	10,269	15,648	17,604	24,695



*Gina Marcela Fontecha*

**GINA FONTECHA GUTIERREZ**  
Analista de laboratorio II

*Fernando Garcia Saray*

**Ing. FERNANDO GARCIA SARAY**  
Especialista ingeniería de fundaciones

**ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR SPT INSITU**

Versión: 004

IG-F-023

Mayo de 2017



Solicitud No.: 023/04/2023

<b>PROYECTO</b>	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA	<b>LUGAR</b>	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA
<b>CLIENTE</b>	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO		
<b>FUENTE</b>	MATERIAL INSITU	<b>FECHA</b>	9-jun-23
<b>DESCRIPCION</b>	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		
<b>OBSERVACION</b>	NO SE PRESENTARON ALTERACIONES EN EL ENSAYO	<b>NORMA</b>	INV-E-111

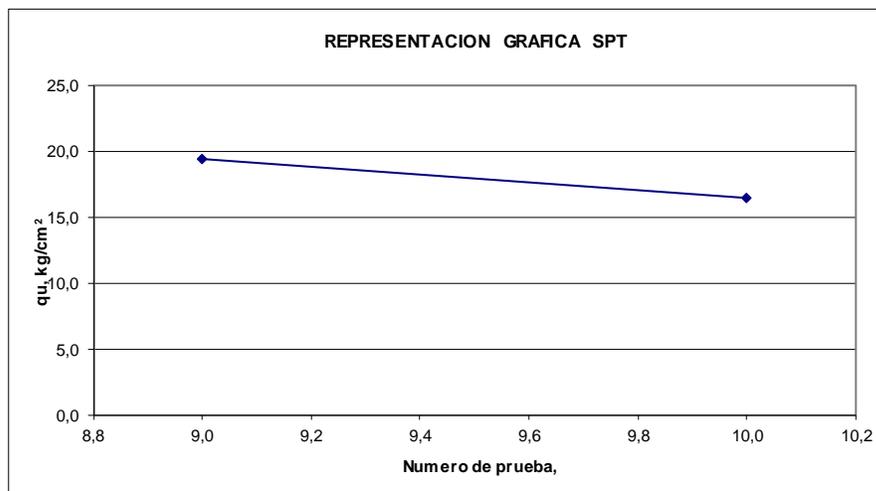
**DATOS DEL EQUIPO DE PENETRACION**

Peso del Martillo	63,5
Altura de Caída	0,5
Diametro de la punta	5,08
Longitud del tubo	1,40
Longitud de la punta	0,125
Diametro del tubo	2,83

**DATOS PARA EL CALCULO Ns (Correccion nº de golpes)**

ER (julios)	311,15
ERs (70%ER)	217,81
p'' (Ton/m2)	1,000
Gravedad	9,80
Prof de caída	15

SONDEO	2							
No, prueba	9							
Estrato	3							
Profundidad	4,40-4,70							
P esp (ton/m3)	2,67							
peso (Ton/m2)	12,950							
No, golpes	103							
golpes corregido	67,0							
Vr. Qu (kg/cm <sup>2</sup> )	19,421							



*Gino Marcelo Fontecha.*

**GINA FONTECHA GUTIERREZ**  
Analista de laboratorio II

*Fernando Garcia Saray*

**Ing. FERNANDO GARCIA SARAY**  
Especialista ingeniería de fundaciones

**ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR SPT INSITU**

Versión: 004

IG-F-023

Mayo de 2017

**INGEGAR INGENIERIA S.A.S**  
Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos

Solicitud No.: 023/04/2023

<b>PROYECTO</b>	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA	<b>LUGAR</b>	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA
<b>CLIENTE</b>	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO		
<b>FUENTE</b>	MATERIAL INSITU	<b>FECHA</b>	9-jun-23
<b>DESCRIPCION</b>	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		
<b>OBSERVACION</b>	NO SE PRESENTARON ALTERACIONES EN EL ENSAYO	<b>NORMA</b>	INV-E-111

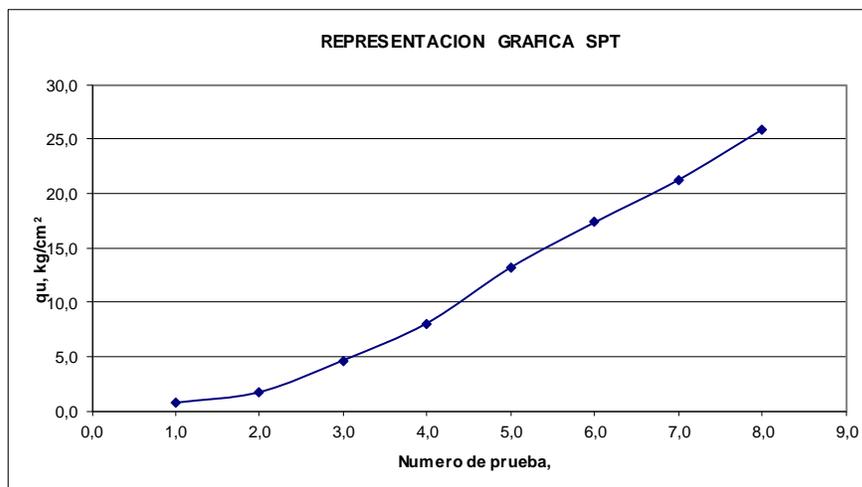
**DATOS DEL EQUIPO DE PENETRACION**

Peso del Martillo	63,5
Altura de Caída	0,76
Diámetro de la punta	5,50
Longitud del tubo	1,40
Longitud de la punta	0,125
Diámetro del tubo	2,83

**DATOS PARA EL CALCULO Ns (Correccion nº de golpes)**

ER (julios)	472,948
ERs (70%ER)	331,06
p'' (Ton/m2)	1,000
Gravedad	9,80
Prof de caída	15

SONDEO	3	3	3	3	3	3	3	3
No, prueba	1	2	3	4	5	6	7	8
Estrato	1	1	1	2	2	2	2	2
Profundidad	0,80-1,25	1,25-1,70	1,70-2,15	2,15-2,60	2,60-3,05	3,05-3,50	3,50-3,95	3,95-4,40
P esp (ton/m3)	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67
peso (Ton/m2)	3,338	1,202	4,539	2,403	5,741	3,605	6,942	4,806
No, golpes	3	7	19	33	54	71	87	106
golpes corregido	2,0	4,6	12,4	21,5	35,1	46,2	56,6	68,9
Vr. Qu (kg/cm <sup>2</sup> )	0,734	1,712	4,646	8,069	13,203	17,360	21,272	25,918



*Gina Marcela Fontecha*

**GINA FONTECHA GUTIERREZ**  
Analista de laboratorio II

*Fernando Garcia Saray*

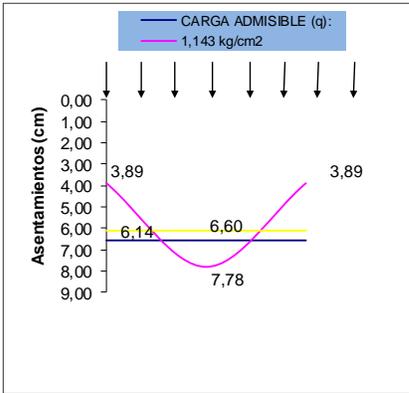
**Ing. FERNANDO GARCIA SARAY**  
Especialista ingeniería de fundaciones







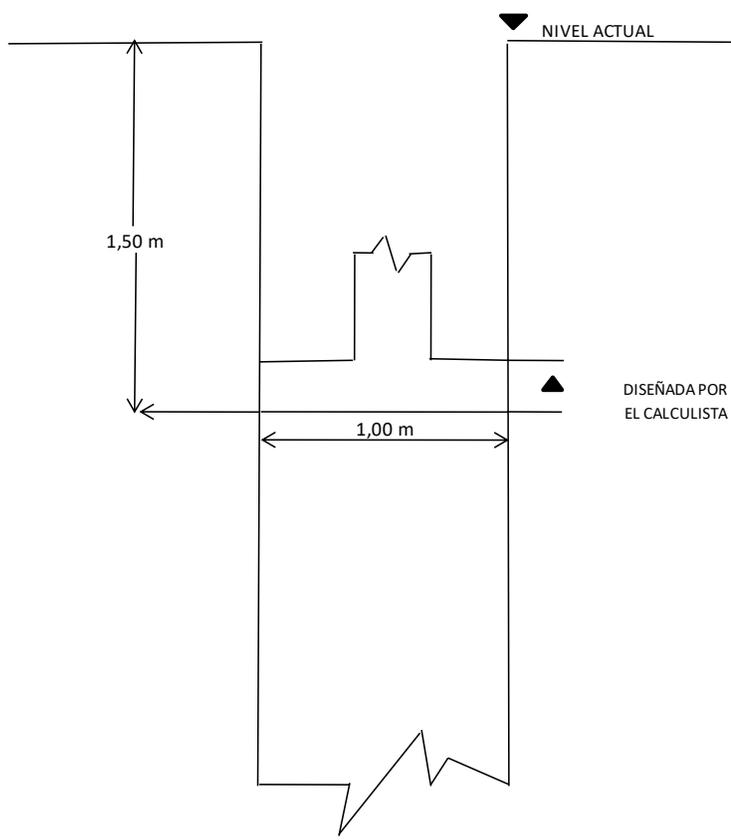
CUADRO DE CAPACIDAD PORTANTE								 INGEGAR INGENIERIA S.A.S Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos		
Versión: 003		I G - F - 026		Mayo de 2017						
Solicitud No.: 023/04/2023										
NORMA: NSR 10: TITULO H										
PROYECTO	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA				LUGAR	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA				
CLIENTE	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO				FECHA	9-jun-23				
<b>DATOS INICIALES TIPO DE SUELO</b>										
Clasificación:		CL		Nc:		14,83				
Peso específico del suelo KN/m <sup>3</sup>		26,700		Nq:		6,40				
Cohesión (KN/m <sup>2</sup> )		0,980		Ny:		5,39				
Angulo de fricción, (grados)		20,0		F.S.:		3,0				
<b>CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KN/m<sup>2</sup>)</b>										
Profundidad del suelo		Diferentes valores de B (m)			Diferentes valores de B (m)					
mts	pies	1,00	1,50	2,00	1,00	1,50	2,00			
0,50	1,64	171,93	207,91	243,89	1,72	2,08	2,44			
1,00	3,28	257,37	293,35	329,33	2,57	2,93	3,29			
1,50	4,92	342,81	378,79	414,77	3,43	3,79	4,15			
2,00	6,56	428,25	464,23	500,21	4,28	4,64	5,00			
2,50	8,20	513,69	549,67	585,65	5,14	5,50	5,86			
3,00	9,84	599,13	635,11	671,09	5,99	6,35	6,71			
4,00	13,12	770,01	805,99	841,97	7,70	8,06	8,42			
6,00	19,69	1111,77	1147,75	1183,73	11,12	11,48	11,84			
<b>CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m<sup>2</sup>)</b>										
Profundidad del suelo		Diferentes valores de B, mts			Diferentes valores de B (m)					
mts	pies	1,00	1,50	2,00	1,00	1,50	2,00			
0,50	1,64	57,31	69,30	81,30	0,57	0,69	0,81			
1,00	3,28	85,79	97,78	109,78	0,86	0,98	1,10			
1,50	4,92	114,27	126,26	138,26	1,14	1,26	1,38			
2,00	6,56	142,75	154,74	166,74	1,43	1,55	1,67			
2,50	8,20	171,23	183,22	195,22	1,71	1,83	1,95			
3,00	9,84	199,71	211,70	223,70	2,00	2,12	2,24			
4,00	13,12	256,67	268,66	280,66	2,57	2,69	2,81			
6,00	19,69	370,59	382,58	394,58	3,71	3,83	3,95			
 GINA FONTECHA GUTIERREZ Analista de laboratorio II				 Ing. FERNANDO GARCIA SARAY Especialista ingeniería de fundaciones						

CALCULO DE ASENTAMIENTOS TEORICOS			 INGEGAR INGENIERIA S.A.S Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos																									
Versión:002	IG-F-142	Mayo de 2017	Solicitud <u>023/04/2023</u>																									
OBRA:	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA	NORMA:	NSR 10 AP "H"																									
CLIENTE:	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO																											
LOCALIZACION:	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA																											
DESCRIPCION:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD																											
FECHA RECIBO:	20-abr-23	FECHA ENSAYO:	9/06/2023																									
<table border="1"> <tr> <td>CARGA ADMISIBLE (q):</td> <td>1,143 kg/cm<sup>2</sup></td> <td>1,14 kg/cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>MODULO DE YOUNG (E):</td> <td>45 kg/cm<sup>2</sup></td> <td>45 kg/cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>COEFICIENTE DE POISSON (v):</td> <td>0,30</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>ANCHO CIMENTACION (b):</td> <td>1,00 m</td> <td>100 cm</td> </tr> <tr> <td>LARGO CIMENTACION (l):</td> <td>1,00 m</td> <td>100 cm</td> </tr> <tr> <td>m:</td> <td></td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Ip:</td> <td></td> <td>0,56</td> </tr> <tr> <td>FACTOR DE SEGURIDAD:</td> <td>3,00</td> <td>3,00</td> </tr> </table>					CARGA ADMISIBLE (q):	1,143 kg/cm <sup>2</sup>	1,14 kg/cm <sup>2</sup>	MODULO DE YOUNG (E):	45 kg/cm <sup>2</sup>	45 kg/cm <sup>2</sup>	COEFICIENTE DE POISSON (v):	0,30	0,30	ANCHO CIMENTACION (b):	1,00 m	100 cm	LARGO CIMENTACION (l):	1,00 m	100 cm	m:		1,00	Ip:		0,56	FACTOR DE SEGURIDAD:	3,00	3,00
CARGA ADMISIBLE (q):	1,143 kg/cm <sup>2</sup>	1,14 kg/cm <sup>2</sup>																										
MODULO DE YOUNG (E):	45 kg/cm <sup>2</sup>	45 kg/cm <sup>2</sup>																										
COEFICIENTE DE POISSON (v):	0,30	0,30																										
ANCHO CIMENTACION (b):	1,00 m	100 cm																										
LARGO CIMENTACION (l):	1,00 m	100 cm																										
m:		1,00																										
Ip:		0,56																										
FACTOR DE SEGURIDAD:	3,00	3,00																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ASENTAMIENTOS</th> <th colspan="3">ASENTAMIENTOS CARGA FLEXIBLE</th> </tr> <tr> <th>CARGA RIGIDA</th> <th>ESQUINA</th> <th>CENTRO</th> <th>VALOR MEDIO</th> <th>CARGA TOTAL</th> </tr> <tr> <th>(cm)</th> <th>(cm)</th> <th>(cm)</th> <th>(cm)</th> <th>(T)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6,14</td> <td>3,89</td> <td>7,78</td> <td>6,60</td> <td>11,43</td> </tr> </tbody> </table>					ASENTAMIENTOS		ASENTAMIENTOS CARGA FLEXIBLE			CARGA RIGIDA	ESQUINA	CENTRO	VALOR MEDIO	CARGA TOTAL	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(T)	6,14	3,89	7,78	6,60	11,43				
ASENTAMIENTOS		ASENTAMIENTOS CARGA FLEXIBLE																										
CARGA RIGIDA	ESQUINA	CENTRO	VALOR MEDIO	CARGA TOTAL																								
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(T)																								
6,14	3,89	7,78	6,60	11,43																								
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Carga flexible :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esquina :</li> <math display="block">s = q \cdot b \cdot \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot I_p</math> <li>• Centro :</li> <math display="block">s = 2 \cdot q \cdot b \cdot \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot I_p</math> <li>• Valor medio :</li> <math display="block">s = s(\text{centro}) \cdot 0.848</math> </ul> <p>Carga rígida :</p> <math display="block">s = 93\% \cdot s(\text{valor medio})</math> </div> <div style="width: 45%;">  </div> </div>																												
 <b>GINA FONTECHA GUTIERREZ</b> Analista de laboratorio II		 <b>Ing. FERNANDO GARCIA SARAY</b> Esp. Ingeniería de fundaciones																										

CLASIFICACION DEL SUELO										 <b>INGEGAR INGENIERIA S.A.S</b> <small>Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos</small>							
Versión: 003			IG-F-024			Mayo de 2017											
										Solicitud No.: 023/04/2023							
										Norma: NSR 10 TITULO A 2.4.3							
<b>PROYECTO</b>	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA								<b>LUGAR</b>	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA							
<b>CLIENTE</b>	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO								<b>FECHA</b>	9-jun-23							
<b>SONDEO 1</b>																	
<b>TOMA DE MUESTRAS mts</b>	0,80-1,25	1,25-1,70	1,70-2,15	2,15-2,60	2,60-3,05	3,05-3,50	3,50-3,95	3,95-4,40	4,40-4,85								
<b>NUMERO DE GOLPES "N"</b>	4	7	14	30	51	67	76	90	110								
<b>GOLPES CORREGIDOS "Ni"</b>	2,60	4,55	9,10	19,50	33,15	43,55	49,40	58,50	71,50								
<b>ESTRATOS "di"</b>	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45								
<b>di/Ni</b>	0,173	0,099	0,049	0,023	0,014	0,010	0,009	0,008	0,006								
<b>SUMATORIA</b>	<b>32,43</b>																
<b>TIPO "D"</b>																	
<p><b>Tabla A.2.4-1</b> Clasificación de los perfiles de suelo</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;"><b>D</b></td> <td style="padding: 5px;">Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><math>360 \text{ m/s} &gt; \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}</math></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><math>50 &gt; \bar{N} \geq 15</math>, o <math>100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) &gt; \bar{\sigma}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)</math></td> </tr> </table>													<b>D</b>	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$ , o $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{\sigma}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
<b>D</b>	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$															
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$ , o $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{\sigma}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$															
 <b>GINA FONTECHA GUTIERREZ</b> Analista de laboratorio II						 <b>Ing. FERNANDO GARCIA SARAY</b> sp. Ingeniería de fundaciones											

CLASIFICACION DEL SUELO										 INGEGAR INGENIERIA S.A.S Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos		
Versión: 003			IG-F-024			Mayo de 2017						
										Solicitud No.: 023/04/2023		
										Norma: NSR 10 TITULO A 2.4.3		
<b>PROYECTO</b>		REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA							<b>LUGAR</b>		BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA	
<b>CLIENTE</b>		SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO							<b>FECHA</b>		9-jun-23	
<b>SONDEO 2</b>												
<b>TOMA DE MUESTRAS mts</b>	0,80-1,25	1,25-1,70	1,70-2,15	2,15-2,60	2,60-3,05	3,05-3,50	3,50-3,95	3,95-4,40	4,40-4,70			
<b>NUMERO DE GOLPES "N"</b>	2	3	12	29	42	64	72	101	103			
<b>GOLPES CORREGIDOS "Ni"</b>	1,30	1,95	7,80	18,85	27,30	41,60	46,80	65,65	66,95			
<b>ESTRATOS "di"</b>	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,30			
<b>di/Ni</b>	0,346	0,231	0,058	0,024	0,016	0,011	0,010	0,007	0,004			
<b>SUMATORIA</b>	<b>30,91</b>											
<b>TIPO "D"</b>												
<b>Tabla A.2.4-1</b> <b>Clasificación de los perfiles de suelo</b>												
<b>D</b>	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o		$360 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 180 \text{ m/s}$									
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones		$50 > \bar{N} \geq 15$ , o $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{\sigma}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$									
												
<b>GINA FONTECHA GUTIERREZ</b> Analista de laboratorio II						<b>Ing. FERNANDO GARCIA SARAY</b> sp. Ingeniería de fundacione						

CLASIFICACION DEL SUELO									 <b>INGEGAR INGENIERIA S.A.S</b> <small>Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos</small>							
Versión: 003			IG-F-024			Mayo de 2017										
									Solicitud No.: 023/04/2023							
									Norma: NSR 10 TITULO A 2.4.3							
<b>PROYECTO</b>	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA							<b>LUGAR</b>	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA							
<b>CLIENTE</b>	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO							<b>FECHA</b>	9-jun-23							
<b>SONDEO 3</b>																
<b>TOMA DE MUESTRAS mts</b>	0,80-1,25	1,25-1,70	1,70-2,15	2,15-2,60	2,60-3,05	3,05-3,50	3,50-3,95	3,95-4,40								
<b>NUMERO DE GOLPES "N"</b>	3	7	19	33	54	71	87	106								
<b>GOLPES CORREGIDOS "Ni"</b>	1,95	4,55	12,35	21,45	35,10	46,15	56,55	68,90								
<b>ESTRATOS "di"</b>	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45								
<b>di/Ni</b>	0,231	0,099	0,036	0,021	0,013	0,010	0,008	0,007								
<b>SUMATORIA</b>	<b>30,88</b>															
<b>TIPO "D"</b>																
<p><b>Tabla A.2.4-1</b> Clasificación de los perfiles de suelo</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="2" style="width: 10%; text-align: center;"><b>D</b></td> <td style="width: 50%;">Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o</td> <td style="width: 40%; text-align: center;"><math>360 \text{ m/s} &gt; \bar{v}_s \geq 180 \text{ m/s}</math></td> </tr> <tr> <td>perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones</td> <td style="text-align: center;"><math>50 &gt; \bar{N} \geq 15, \text{ o}</math> <math>100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) &gt; \bar{s}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)</math></td> </tr> </table>												<b>D</b>	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 180 \text{ m/s}$	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15, \text{ o}$ $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
<b>D</b>	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 180 \text{ m/s}$														
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15, \text{ o}$ $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$														
 <b>GINA FONTECHA GUTIERREZ</b> Analista de laboratorio II						 <b>Ing. FERNANDO GARCIA SARAY</b> sp. Ingenieria de fundacione										

ESQUEMA DE CIMENTACION PROPUESTO			INGEGAR INGENIERIA S.A.S Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos
<b>Versión:</b> 003	<b>I G - F - 028</b>	<b>Mayo de 2017</b>	
			Solicitud No.: 023/04/2023  NORMA: NSR 10: TITULO H
<b>PROYECTO</b>	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA	<b>LUGAR</b>	BUENAVENTURA VALLE DEL CAUCA
<b>CLIENTE</b>	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO	<b>FECHA</b>	9-jun-23
			
 <b>GINA MARCELA FONTECHA</b> Analista de laboratorio II		 <b>Ing. FERNANDO GARCIA SARAY</b> Esp. Ingenieria de fundaciones	

## CALCULO DE ESFUERZO HORIZONTAL

<b>OBRA:</b>	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA	<b>NORMA:</b>	ASTM-D 1586 / NSR 10 AP "H"
<b>CLIENTE:</b>	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO		
<b>LOCALIZACION:</b>	BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA		
<b>DESCRIPCION:</b>	ARCILLAS DE BAJA PLASTICIDAD		
<b>OBSERVACIONES:</b>	NO SE EVIDENCIO LA EXISTENCIA DE NIVEL FREATICO		

Prof m	g ton/m <sup>3</sup>	Ø (°)	Ka	Kp	ga ton/m <sup>3</sup>	sha ton/m <sup>2</sup>	sha + W ton/m <sup>2</sup>	shp ton/m <sup>2</sup>
0,500	2,670	20,0	0,490	2,040	0,000	0,655	1,155	2,72
1,000	2,670	20,0	0,490	2,040	0,000	1,309	1,809	5,45
1,500	2,670	20,0	0,490	2,040	0,000	1,964	2,464	8,17
2,000	2,670	20,0	0,490	2,040	0,000	2,618	3,118	10,89
2,500	2,670	22,0	0,455	2,198	0,000	3,037	3,537	14,67
3,000	2,670	22,0	0,455	2,198	0,000	3,644	4,144	17,61
3,500	2,670	22,0	0,455	2,198	0,000	4,252	4,752	20,54
4,000	2,670	22,0	0,455	2,198	0,000	4,859	5,359	23,47
4,500	2,670	22,0	0,455	2,198	0,000	5,466	5,966	26,41
5,000	2,650	22,0	0,455	2,198	0,000	6,028	6,528	29,12
5,500	2,650	30,0	0,455	2,198	0,000	6,631	7,131	32,04
6,000	2,650	30,0	0,455	2,198	0,000	7,234	7,734	34,95

Se considero una sobrecarga de 0.50 ton/m<sup>2</sup> para el esfuerzo horizontal activo, como factor adicional en caso de considerar un talud vertical y/o alguna actividad anormal en este sector del muro

ga	Peso especifico del agua
sha	Esfuerzo horizontal activo
sha + W	Esfuerzo horizontal activo mas caraga adicional
shp	Esfuerzo horizontal pasivo



Ing. Fernando Garcia  
Jefe de Laboratorio

## 24. REGISTRO FOTOGRÁFICO

REGISTRO FOTOGRAFICO			 <p><b>INGEGAR INGENIERIA S.A.S</b> Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos</p>
Versión: 001	IG-F-249	Julio de 2021	

N° Solicitud: 023/04/2023

<b>CLIENTE:</b>	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO
<b>PROYECTO:</b>	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA



PERFORACIÓN SONDEO 1



PERFORACIÓN SONDEO 1



PERFORACIÓN SONDEO 1



PERFORACIÓN SONDEO 1

REGISTRO FOTOGRAFICO			 <p>IGT S.A.S INGEGAR INGENIERIA S.A.S Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos</p>
Versión: 001	IG-F-249	Julio de 2021	

N° Solicitud: 023/04/2023

<b>CLIENTE:</b>	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO
<b>PROYECTO:</b>	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA



PERFORACIÓN SONDEO 2



PERFORACIÓN SONDEO 2



PERFORACIÓN SONDEO 2



PERFORACIÓN SONDEO 2

REGISTRO FOTOGRAFICO			 <p>IGT S.A.S INGEGAR INGENIERIA S.A.S Laboratorios de suelos, concretos y pavimentos</p>
Versión: 001	IG-F-249	Julio de 2021	

N° Solicitud: 023/04/2023

<b>CLIENTE:</b>	SISTEMA NACIONAL DE REGALIAS, GOBERNACIÓN DEL VALLE, INFIVALLE, FONDO MIXTO
<b>PROYECTO:</b>	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055", MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA



PERFORACIÓN SONDEO 3



PERFORACIÓN SONDEO 3



PERFORACIÓN SONDEO 3



PERFORACIÓN SONDEO 3



## 25. CERTIFICADOS DE EXPERIENCIA

Villavicencio, 09 de junio de 2023

Señores:

ALCALDIA MUNICIPAL DE BUENAVENTURA

Valle del Cauca

Yo, **HECTOR FERNANDO GARCIA SARAY** Ingeniero Civil, con Matricula Profesional N° 25202-087708 de Cundinamarca, debidamente registrado en el consejo profesional nacional de ingeniería, presento el estudio geotécnico de acuerdo con la NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10, para el proyecto “REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA PROYECTO DENOMINADO “ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055”, MUNICIPIO DE BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA” declarando que asumo la responsabilidad por los perjuicios que a causa ellos puedan deducirse, exonerando de cualquier responsabilidad a la Alcaldía Municipal de Cali – Valle del Cauca.

Cordial Saludo



**HECTOR FERNANDO GARCIA SARAY**

Ingeniero Civil

Esp. Ingeniería de fundaciones E.C.I

**REPÚBLICA DE COLOMBIA**  
**IDENTIFICACIÓN PERSONAL**  
**CÉDULA DE CIUDADANÍA**

NUMERO **86.054.553**

**GARCIA SARAY**

APELLIDOS  
**HECTOR FERNANDO**

NOMBRES

FIRMA



INDICE DERECHO



FECHA DE NACIMIENTO **20-SEP-1977**

**VILLAVICENCIO**  
(META)

LUGAR DE NACIMIENTO

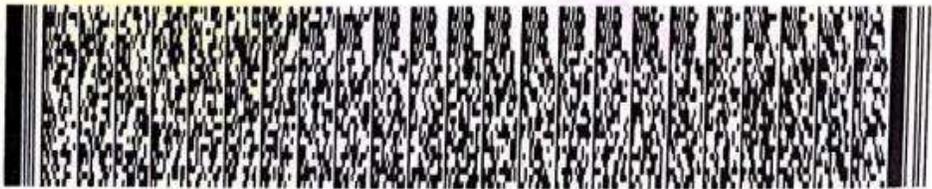
**1.70**      **A+**      **M**

ESTATURA      G.S. RH      SEXO

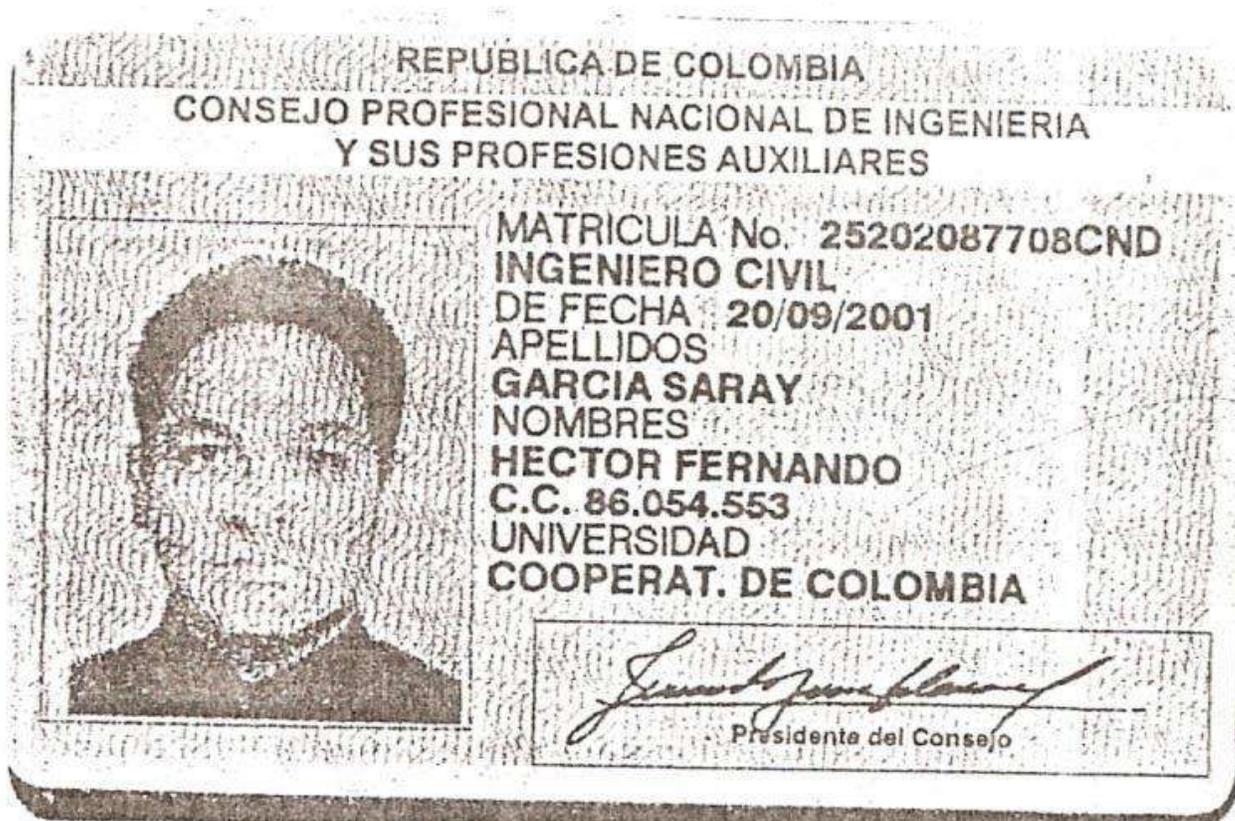
**24-ENE-1996 VILLAVICENCIO**

FECHA Y LUGAR DE EXPEDICIÓN

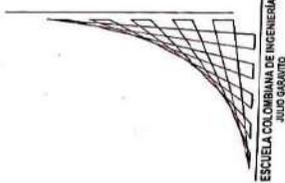
REGISTRADOR NACIONAL  
JUAN CARLOS GALINDO VÁCHA



A-5201000-00990182-M-0086054553-20180327      0060473668A 1      9903680030



República de Colombia



La Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

con personería jurídica concedida por el Ministerio de Justicia, según resolución No. 0056 del 19 de enero de 1973

otorgó a

Héctor Fernando García Saray

c.c. 86.554.553 de Villavieja  
el día 7 del mes de marzo de 2017

el título de  
Especialista en Ingeniería de Fundaciones

En testimonio de ello se expide el presente diploma

*Guillermo Ángel Cárdenas*  
Rector

*Paul G. J. C.*  
Secretario General

*Guillermo Ángel Cárdenas*  
Presidente del Consejo Directivo

Acta de grado No. 3606

Registro No. 012426

Libro de Diplomas No. 01

Folio No. 0219

Bogotá, D. C. 7 de marzo de 2017

**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA  
COPNIA**

**EL DIRECTOR GENERAL**

**CERTIFICA:**

1. Que HECTOR FERNANDO GARCIA SARAY, identificado(a) con Cedula de Ciudadanía 86054553, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-087708 desde el 20 de Septiembre de 2001, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 2582.
2. Que el(la) MATRICULA 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 el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**
4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los siete (07) días del mes de Junio del año dos mil veintitres (2023).



**Rubén Darío Ochoa Arbeláez**

Firma del titular (\*)

(\*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estables de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado.  
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.  
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web [https://tramites.copnia.gov.co/Copnia\\_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart](https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart) indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA - COPNIA  
Calle 78 N° 9 - 57 - Teléfono: 322 0191 - Bogotá D.C.  
e-mail: [contactenos@copnia.gov.co](mailto:contactenos@copnia.gov.co)  
[www.copnia.gov.co](http://www.copnia.gov.co)