# ESTUDIO GEOTECNICO PARA CONSTRUCCION CUBIERTA CANCHA MULTIPLE CENTRO DE AGROEMPRESARIAL Y DESARROLLO PECUARIO DE LA REGIONAL HUILA CARRERA 10 No. 11-24 EN EL MUNICIPIO DE GARZON DEPTO DEL HUILA

## INFORME GEOTECNICO DEFINITIVO

CONTRATISTA

**CONSORCIO FUTURO**

**BOGOTA, D.C, MARZO DE 2021**

# CONTENIDO

PAG.

**CAPITULO 1..... 4**

**INTRODUCCION ..... 4**

**CAPITULO 2..... 5**

**ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO ..... 5**

**CAPITULO 3..... 15**

**INVESTIGACION DEL SUBSUELO ..... 15**

**3.1. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. .....15**

**3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO.....16**

**CAPITULO 4..... 18**

**ESTRATIGRAFIA Y CONDICIONES GEOTECNICAS DEL SUBSUELO 18**

**CAPITULO 5..... 23**

**ASPECTOS SISMICOS DEL SUBSUELO ..... 23**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 25**

**6.1. TIPO Y PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN. .....25**

**6.2. CAPACIDAD PORTANTE DE SEGURIDAD Y ASENTAMIENTOS. 25**

**6.2.1. METODOLOGÍA DE CÁLCULO CAPACIDAD PORTANTE DE SEGURIDAD EN SUELO GRANULAR. ..... 26**

**6.2.2. METODOLOGÍA DE CALCULO ASENTAMIENTO TOTAL EN SUELO GRANULAR. ..... 26**

**6.3. EXCAVACIONES Y SISTEMA DRENANTE PERIMETRAL.33**

**CAPITULO 7..... 34**

**LIMITACIONES ..... 34**

**ANEXO 1 : INFORME INVESTIGACION DEL SUBSUELO**

**ANEXO 2 : ANALISIS DE ESTABILIDAD Y DEFORMACION**

**ANEXO 3 : DOCUMENTOS INGENIERO GEOTECNISTA**

# ESTUDIO GEOTECNICO PARA CONSTRUCCION DE CUBIERTA CANCHA MULTIPLE CENTRO DE AGROEMPRESARIAL Y DESARROLLO PECUARIO DE LA REGIONAL HUILA CARRERA 10 No. 11-24 DEL MUNICIPIO DE GARZON EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA

## CAPITULO 1

## INTRODUCCION

El presente informe contiene los resultados del Estudio geotécnico para la construcción del proyecto de la Cubierta en estructura metálica con perfil tubular estructural y cubierta termo acústica tipo sándwich, sector cancha múltiple en el Centro de agroempresarial y desarrollo pecuario de la regional Huila, Carrera 10 No. 11-24 del Municipio de Garzón en el Departamento del Huila.

Para la realización de los trabajos se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Visita de reconocimiento al sitio del proyecto con el fin de determinar las condiciones generales del área y determinar la localización de los puntos de perforación.

- Evaluación geotécnica, condiciones actuales del entorno, y exploración del subsuelo mediante Sondeos exploratorios, y los ensayos de laboratorio requeridos.

- Análisis de características geotécnicas del subsuelo, selección, análisis de alternativas y recomendaciones de cimentación.

- Elaboración del informe geotécnico en el que se incluirán todos los aspectos relacionados con el desarrollo de los estudios.

# CAPITULO 2

# ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

## 2.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

Se proyecta construcción de la Cubierta en estructura metálica y cubierta termo acústica tipo sándwich, sector cancha múltiple en el Centro de agroempresarial y desarrollo pecuario de la regional Huila, Carrera 10 No. 11-24 del Municipio de Garzón en el Departamento del Huila, sobre terreno con topografía plana y con cimentación superficial en concreto reforzado.

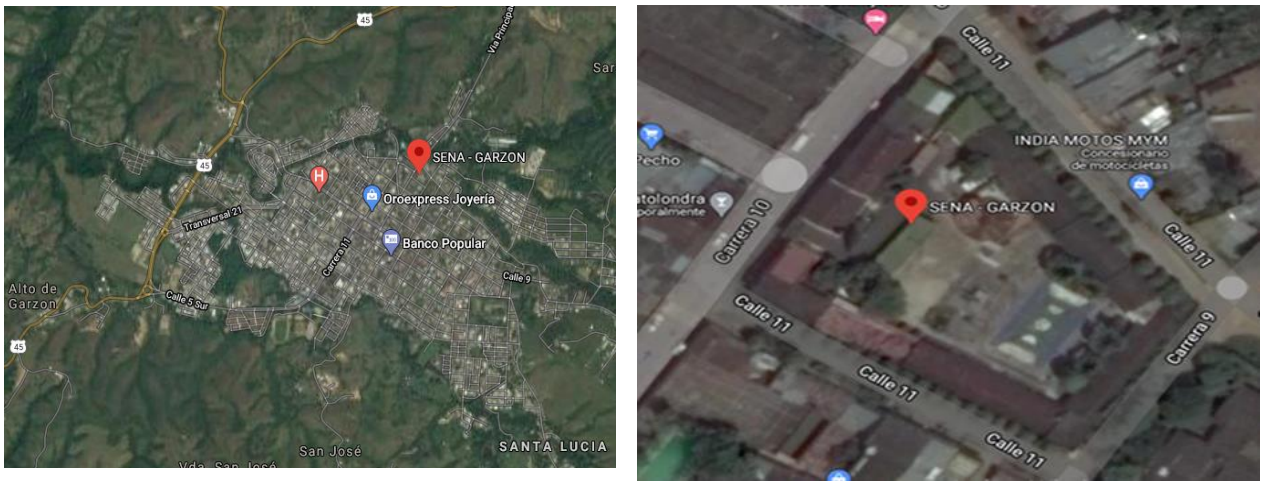



**FIG2.1 – LOCALIZACION GENERAL DEL PROYECTO EN EL MUNICIPIO DE GARZON EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA**
(Tomado de Map data 2020 Google, página internet maps.google.com)

El proyecto cosiste en la construcción de una cubierta termoacústica soportada por una estructura aporticada con columnas y vigas metálicas y cimentación superficial en concreto reforzado mediante zapatas unidas por una viga de amarre.

La evaluación de cargas se realizó siguiendo los lineamientos sugeridos en el Título B del Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistente (NSR-10). Cargas en toneladas fuerza

CUBIERTA LIVIANA
Teja termoacústica…….…….. 0.010 T/m2

Instalaciones…… 0.005 T/m2
Carga muerta (DL) ……..... 0.015 T/m2
Carga viva (Lr) o granizo…….…….. 0.050 T/m2

Realizada la investigación preliminar por el Consorcio no se encontró ni el Sena suministró información alguna sobre estudios anteriores similares en el sitio, por tanto, no existe ni anexamos al presente estudio documentación alguna que certifique dicha información.

### 2.1.1 OBJETIVOS DEL PRESENTE ESTUDIO.

Son objetivos del presente estudio:

- Realizar todos los estudios de investigación del subsuelo en el sitio del proyecto.
- Establecer la capacidad portante del terreno
- Establecer el tipo de cimentación y nivel de fundación de la cimentación que va a recibir las cargas de toda la estructura a construir.
- Establecer las recomendaciones constructivas para proteger la cimentación.

### 2.1.2 TOPOGRAFÍA DEL SITIO.

El sitio sobre el cual se va a construir la cubierta es un terreno con topografía plana que ya cuenta con una placa de aproximadamente 12 cms en concreto hidráulico cimentada sobre un terreno mejorado. El nivel 0.0 de las placas se encuentra en la cota 828 m.s.n.m. y desde esta cota se bajaron 6 m los sondeos realizados. El área cubierta del proyecto está delimitada por la disponibilidad del sitio que cuenta con la placa indicada con construcciones a los lados. El área establecida para el proyecto son las medidas aproximadas de la cancha en uso de 19*32 para un área estimada de 650 m2 incluyendo graderías.

### 2.1.3 GEOLOGÍA GENERAL

En el área se presentan características geológicas muy variadas; rocas ígneas, metamórficas y vulcano- sedimentarias en las estribaciones montañosas y rocas sedimentarias en el valle del río Magdalena, con edades desde el Precámbrico hasta el Reciente.

Las rocas precámbricas afloran en la Cordillera Central (Ortogranito de La Plata), Serranía de Las Minas (Migmatitas de Las Minas) y la Cordillera Oriental, donde aparece el Macizo de Garzón con tres cuerpos metamórficos diferenciables: Grupo Garzón, Granito de El Recreo y Neis de Guapetón.

Se identificó afloramientos de rocas paleozoicas en la Cordillera Oriental, en la quebrada Caguancito al sureste de Garzón y en la Serranía de Las Minas en la quebrada El Hígado. Las rocas vulcano-sedimentarias de la Formación Saldaña del Triásico- Jurásico afloran en el 60% del área de la Serranía de Las Minas, aunque se exponen también en el cerro El Grifo al oeste del río Suaza.

También del Jurásico afloran en el área cinco cuerpos instrusivos denominados Granito de Garzón y Monzogranito de Altamira en la Cordillera Oriental, Monzodiorita de Las Minas y Monzodiorita de El Astillero en la Serranía de Las Minas y Batolito de Ibagué en La Cordillera Central. Cuerpos porfiríticos de menor tamaño, pero cartografiables, afloran en el Macizo de Garzón.

La secuencia sedimentaria del Cretácico aflora muy fracturada y con pequeños espesores relativos. Se emplea la siguiente nomenclatura, de base a techo: formaciones Yaví, Caballos, Hondita, Loma Gorda, Grupo Olini y Formación La Tabla. La Formación Seca constituye el límite Cretácico-Paleógeno y sobre ésta afloran el Grupo Chicoral (formación Palermo- Bachué-Tesalia), las formaciones Potrerillo y Doima, el Grupo Honda y la Formación Gigante.

Aparecen, además, unidades cuaternarias de origen volcánico como la Formación Guacacallo, el Lahar de Altamira y vulcanitas básicas en conos de escorias y flujos lávicos, también depósitos coluviales. Asociados a corrientes de aguas se acumularon depósitos no

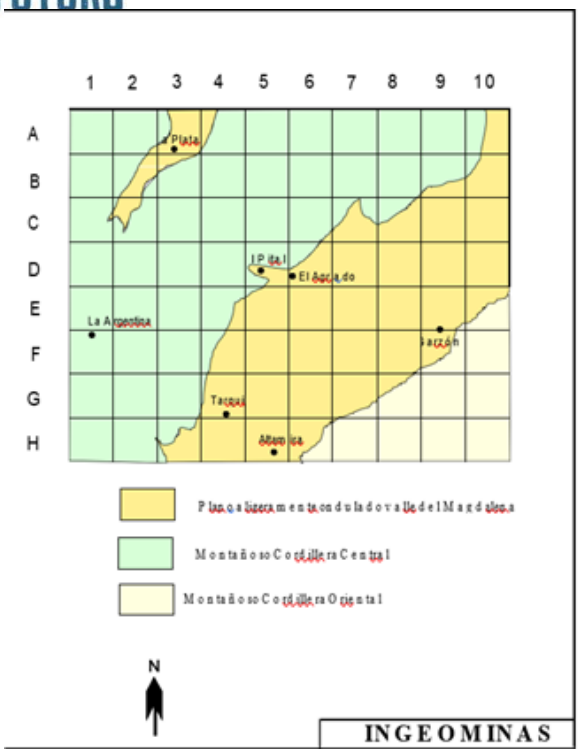
consolidados como terrazas pumíticas en el río Magdalena, abanicos antiguos, terrazas alleviates altas, depósitos fluvio- lacustres y depósitos aluviales.

El área ha sido intensamente afectada por eventos tectónicos que dieron origen a diferentes características de deformación. Se establecieron cuatro regiones tectónicas con límites bien definidos: Cordillera Central, limitada por la Falla de La Plata (Sistema de Chusma) de la región tectónica de la Serranía de Las Minas, la cual conforma un cinturón de cabalgamiento de cobertura o escamación gruesa y vergencia al sureste. La Falla de El Agrado-Betania delimita la región anterior de la región del Valle del Magdalena, que es de cobertura delgada y presenta plegamientos importantes como los sinclinales de Tarqui y Garzón y los anticlinales de El Agrado, La Cañada y Zuluaga. La Cordillera Oriental es una región con estilo estructural diferente, de cobertura gruesa y transporte tectónico al noroeste por las fallas de Garzón–Algeciras y Pitalito-Altamira.

### 2.1.4 GEOMORFOLOGÍA

Cubre un área con morfología plana a ligeramente ondulada, correspondiente a la cuenca sedimentaria del Valle Superior de Magdalena; la mayor parte está conformada por las estribaciones montañosas de las cordilleras Oriental y Central, con la Serranía de Las Minas como rasgo importante. Además del río Magdalena, sobresalen el río Suaza al suroeste y el río La Plata al noroeste.

El área incluye zonas montañosas de las cordilleras Oriental y Central, así como zonas topográficas bajas, correspondientes al Valle Superior del Magdalena. Se presentan dos morfologías principals:




- Plana a ligeramente ondulada.

La morfología plana a ligeramente ondulada corresponde al valle amplio del río Magdalena y sus afluentes, que se extiende desde el sur hacia el nororiente. La morfología es el resultado del depósito de sedimentos por acción fluvial y su posterior erosión; se destaca la formación de terrazas. Presenta un drenaje denso por sectores, subparalelo a subdendrítico, que conforma valles angostos y escarpados, relacionados con las corrientes menores, pero amplios cuando formados por los ríos principales. La altitud de esta región varía entre 700 y 1.000 metros sobre el nivel del mar (msnm) ocupa aproximadamente el 35 % del área total de la plancha y allí se ubican las cabeceras municipales de Altamira, Tarqui, Garzón, El Pital y El Agrado.

- Montañosa. La zona de morfología montañosa son las estribaciones de las cordilleras Central y Oriental. El relieve ha sido modelado por las corrientes que drenan desde estas cordilleras hacia el río Magdalena.

### 2.1.5 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La zona se considera de riesgo sísmico alto con base en datos históricos y la actividad registrada por la Red Sismólogica Nacional. En épocas históricas no se ha reportado actividad volcánica que haya afectado la zona, pero las investigaciones geológicas indican la presencia de depósitos asociados a volcanismos en el Cuaternario. En el área de Garzón se refleja la compleja evolución geológica del Valle Superior del Magdalena y las estribaciones de las cordilleras Central y Oriental desde el Precámbrico hasta el presente.

Las rocas metamórficas proterozoicas del Macizo de Garzón, Migmatitas de Las Minas y Ortogranito de La Plata representan, en concepto de Kroonenberg & Diederix (1982), la orogenia más antigua reconocida en la zona; la Orogenia Nickeriana de

aproximadamente 1.200 Ma atrás. Según Kroonenberg (1981, 1982) el metamorfismo y las intrusiones sintectónicas en el

Macizo de Garzón se debieron a una colisión continental entre los escudos Guayanés y Canadiense, esto basado en similitudes de edades y tipos de rocas entre el Macizo de Garzón y la provincia Grenville, en el borde oriental del Escudo Canadiense.

Se asume que durante el Paleozoico las condiciones geológicas fueron en extremo variables. La Formación El Hígado indica acumulación de sedimentos en un medio anóxico marino du- rante el Paleozoico temprano (Ordovícico).

Para el Paleozoico tardío se registra una acumulación de sedimentos (Paleozoico de La Jagua y Calizas y Arenitas de La Batalla) en una transgresión ma- rina (Kroonenberg & Diederix, 1982) hasta el inicio de un período de intensa erosión a finales del Paleozoico o comienzos del Triásico debido a la formación de un graben en el Valle Superior del Magdalena (Villarroel & Mojica, 1987) por tectónica distensiva (Mojica & Franco, 1990). La escasez de afloramientos del Paleozoico puede obedecer a esta exposición y fuerte erosión.

No obstante, en el área no se registran las rocas que evidencian la subsidencia del graben y consecuente relleno que Mojica & Franco (1990) anotan para el Triásico y Jurásico temprano a medio y que es claro al norte del Valle Superior del Magdalena (especialmente en la subcuenca de Girardot).

Para esta zona sur del Valle Superior del Magdalena es más sencillo pensar en la no acumulación de las formaciones Luisa y Payandé que en su erosión total.

### 2.1.6 AMENAZAS Y RIESGOS GEOLÓGICOS

El relieve y la conformación geológica de Garzón hacen del área una zona expuesta a actividad sísmica y volcánica, así como a procesos de erosión y remoción en masa.

En numerosas ocasiones la actividad humana altera las características o condiciones naturales del territorio, acelerando los procesos desestabilizadores, con lo que se genera extensos fenómenos de remoción en masa, incluidos flujos hidrológicos.

Igualmente, las corrientes de agua que cruzan la zona originan inundaciones periódicas, que afectan las áreas aledañas al cauce.

De estos fenómenos geológicos e hidrológicos, los más frecuentes están relacionados con erosión, remoción en masa e inundaciones; menos frecuentes, pero muy destructores, son los resultantes de la actividad sísmica.

En épocas históricas no se ha reportado actividad vólcánica en la zona, pero las investigaciones geológicas indican la presencia de depósitos asociados con volcanismos en el Cuaternario.

### 2.1.6.1 AMENAZAS DE ORIGEN GEOMORFOLÓGICO

Dentro de este grupo se cobijan todas las amenazas que tiene que ver con probabilidad de ocurrencia de fenómenos naturales, relacionadas con el deterioro de la cobertura superficial de la tierra por efectos naturales o antrópicos como son los procesos de meteorización (tanto física como química), erosión del suelo y las rocas, y fenómenos de remoción en masa como los derrumbes y escurrimiento del suelo.

**Erosión y Remoción en Masa**

Los principales procesos de erosión y remoción en masa son de tres tipos: deslizamientos, flujos de escombros y socavación lateral .

- **Deslizamientos**

Los deslizamientos se presentan en la zona montañosa en forma simple o compleja, reptación y carcavamiento asociados a diferentes tipos de roca, especialmente lutitas y *shales* de las formaciones Loma Gorda y Hondita y a las plutonitas mediana a altamente meteorizadas, con desarrollo de suelos areno – arcillosos.

Las condiciones geológicas, unidas a las altas pendientes topográficas, deforestación, apertura de vías sin obras de protección de taludes y manejo de aguas, técnicas inadecuadas de cultivo, mal manejo del agua superficial, uso inadecuado del suelo, entre otros factores, preparan el terreno para que un factor adicional, normalmente un aguacero intenso y

excepcionalmente un sismo, actúe como mecanismo disparador ocasionándose el proceso de remoción en masa.

Este último caso se presentó el 6 de junio de 1994, cuando un sismo de magnitud 6,2 con epicentro en la cuenta alta del río Páez, ocasionó más de tres mil procesos de remoción en masa (INGEOMINAS, 1994).

- **Flujos de escombros**

  Las condiciones de inestabilidad y manejo inadecuado de numerosas cuencas hidrográficas del área que abarca la Plancha 366, son una amenaza por flujos de escombros para las obras de infraestructura y personas ubicadas en o cerca del cauce de los afluentes o co- rrientes principales; esta amenaza es mucho mayor en las partes bajas, en donde las quebradas emergen a los valles principales, descargando los sedimentos y demás materiales que un flujo torrencial puede arrastrar.

  Aguaceros prolongados, épocas lluviosas y excepcionalmente sismos, pueden ocasionar flujos torrenciales que descienden por los canales y arrasan lo que encuentren a su paso.

- **Socavación lateral**

  Las corrientes superficiales pueden ocasionar erosión por socavación lateral de las paredes de su cauce, y afectar pérdidas de cultivos, áreas productivas y obras de infraestructura. Los ríos Magdalena, Páez, Suaza, Loro y La Plata, así como algunas corrientes menores, presentan efectos por este proceso.

  El flujo de escombros, generado por el sismo de junio de 1994, aceleró este fenomeno de remoción en masa en el valle del río Páez.

### 2.1.6.2 AMENAZAS DE ORIGEN GEOLÓGICO

Dentro de esta categoría se agrupa principalmente para el municipio de Neiva, lo

relacionado con el riesgo sísmico, producto de la actividad geológica de las fallas.

- Amenaza Sísmica

El municipio de Garzon y en general el departamento del Huila se encuentra ubicado en una zona de amenaza sísmica alta según el estudio general de amenazas sísmicas de Colombia, realizado por la universidad de los Andes, la asociación Colombiana de Ingeniería sísmica (AIS), y el INGEOMINAS.

Se entiende por amenaza sísmica a la probabilidad de que un sismo de cierta magnitud ocurra en una zona en un periodo futuro, es decir, que un determinado valor de aceleración iguales o supere un nivel de referencia; mas técnicamente, la amenaza sísmica hace referencia a la probabilidad de que un determinado valor de aceleración máxima a nivel local sea excedido en un periodo de retorno especificado (Sarriá 1955)..

Cuando se pretende evaluar es prioritario determinar las fuentes que puedan originar los movimientos telúricos, estas fuentes están relacionadas con las fallas geológicas activas, lo cual quiere decir que presentan energía acumulada y sufren movimientos.

Algunos terremotos que han dejado historia en el departamento del Huila, fueron los que se presentaron en el año 1827, y 1967, los cuales causaron graves daños a las ciudades de Neiva, Acevedo, El Agrado, Altamira. Campoalegre, Garzón y La Plata.

La actividad tectónica del Valle Superior del Magdalena y en especial del piedemonte de la cordillera oriental y central, debido a la presencia de fallas geológicas activas, presentan una eminente amenaza al departamento del Huila.

El efecto catastrófico de un movimiento sísmico es factor detonante de otras amenazas geológicas como fenómenos de remoción en masa, inundaciones, avalanchas, etc.

Los efectos de estos fenómenos geológicos se incrementan por la acción de factores de tipo atrópico (uso del suelo) y morfogenéticos (meteorización acelerada y profunda, altas pendientes y acción erosiva fuerte).

El estudio “Evaluación preliminar de la amenaza sísmicá del departamento del Huila" realizado por el centro de procesamiento de información sismológica, (CPIS) de la facultad de Minas de la Universidad Nacional sede Medellín, presenta de manera

general las posibles sismo - fuentes presentes en el departamento del Huila (fallas geológicas), con base en la recopilación histórica de los sismos ocurridos en la región datos instrumentales de sismógrafos y las características tectónicas de la zona.

El área del municipio de Garzon y sus cercanías, se encuentra afectada por fallas geológicas activas como son: la falla de Buenavista, falla de Dina, Falla de Bache, Falla de Baraya, la Falla de Fortalecillas y el sistema de fallas Chusma -Teruel y Garzón - Suaza, algunas de las cuales presentan indicios de actividad reciente y que pueden ser detonantes de terremotos que afecten a la ciudad de Garzón.

### 2.1.6.3 AMENAZAS DE ORIGEN HIDROCLI MATO LÓGICO

Dentro de esta categoría se agrupan las amenazas de régimen torrencial de las corrientes y por inundación.

*Amenaza por comportamiento torrencial de las corrientes.* Estas amenazas pueden ser provocadas por avenidas de los drenajes que deyectan de la Cordillera Oriental y que han dejado geoformas de abanicos a través del cuaternario, manifestando su intermitencia.

*Amenazas por inundaciones.* La ciudad de Garzón presenta dos tipos de inundaciones de acuerdo a su origen: amenazas de origen natural y amenazas generadas por efectos antrópicos.

*Amenazas de origen natural.* Causadas por el desbordamiento del río Magdalena y quebrada Garzón.

Amenaza de origen Antrópico: En Garzón son generadas por la insuficiencia del sistema de alcantarillado y su falta de mantenimiento, que en épocas de lluvias fuertes provocan el rebosamiento afectando a la población en general, inundaciones, cuyos efectos son fácilmente previsibles, debido a que las zonas afectadas son casi siempre las mismas.

Desafortunadamente, no hay un análisis confiable para establecer períodos de recurrencia y por tanto es difícil evaluar las áreas amenazadas por inundaciones extraordinarias.

# CAPITULO 3

# INVESTIGACION DEL SUBSUELO

Con el propósito de conocer el perfil del subsuelo y evaluar los parámetros que rigen su comportamiento ante la imposición de cargas, se realizaron los siguientes trabajos de investigación del subsuelo ejecutados por la firma **SERVI.LAB INGENIERIA** en el mes de noviembre de 2020.

## 3.1. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO.

De acuerdo con los requerimientos de la Norma NSR-10 para proyectos similares, para determinar las características y propiedades geotécnicas del subsuelo en el sector investigado, se realizaron Tres (3) Sondeos hasta una profundidad máxima explorada de 4.0 m (consistencia firme a rechazo), utilizando Equipo de perforación mecánico y Trípode Guía, el Tubo sacamuestras Split-Spoon, el Tubo Guia de avance y Extensión de tubería metálica.

| SONDEO No. | LATITUD | LONGITUD | ALTITUD MSNM | PROFUNDIDAD (M) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | N 02° 11" 58.6" | W 75° 37' 32.9" | 828 | 4.00 |
| 2 | N 02° 11" 59.1" | W 75° 37' 33.0" | 828 | 4.00 |
| 3 | N 02° 11" 58.6" | W 75° 37' 32.4" | 828 | 4.00 |

Activar Windows

Con el propósito de hacer un muestreo continuo y detallado del subsuelo, se realizó el ensayo de penetración estándar (SPT) y la correspondiente toma de muestra alterada cohesiva a granular con la cuchara partida (Split Spoon), e inalterada con el tubo Shelby.

En el Anexo No. 1 "Investigación del subsuelo", se presenta la figura No. 1 con el esquema general del proyecto y la localización de los Sondeos realizados, e incluye los perfiles estratigráficos obtenidos durante la investigación del subsuelo, con los valores de resistencia del subsuelo con la profundidad.

## 3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Todas las muestras obtenidas se identificaron visualmente y sobre una cantidad representativa de ellas, se realizaron los ensayos de laboratorio requeridos tanto para clasificar los materiales como para determinar sus propiedades mecánicas e in-situ. A continuación se presentan los ensayos de laboratorio realizados:

Determinación en laboratorio de contenido de agua (Humedad) Norma de Ensayo INV E-122

Análisis Granulométrico de Agregados Gruesos y Finos. Norma de Ensayo INV E – 213 / 214

Determinación del Límite Líquido Norma de Ensayo INV E-125

Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los suelos. Norma de Ensayo INV E- 126.

Determinación de los factores de contracción de los suelos. Norma de Ensayo INV E-127.

Determinación “Resistencia a la penetración Normal” o valor N, Ensayo de Penetración Normal y Muestreo con Tubo Partido de los Suelos Norma de
Ensayo INV E – 211.

Determinación de la Gravedad especifica de los suelos y del llenante mineral Norma de Ensayo INV E-128.

Determinación Peso Unitario del suelo muestra parafinada.

Adicionalmente los parámetros de deformabilidad del subsuelo se determinaron con base en

las correlaciones establecidas para determinar los módulos de elasticidad y resistencia de los suelos.

En las tablas de resultados del Anexo No. 1, se resumen los ensayos de laboratorio realizados.

Para la realización del ensayo de campo SPT se empleó el martillo de 140 Lbs. Los resultados posteriormente fueron corregidos para tener en cuenta el confinamiento y la energía promedio aplicada, de acuerdo con las siguientes expresiones:

$$N_i' = C_N * N * \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \eta_4$$

En donde:

$N'_i$ : Número de golpes corregido para un esfuerzo de confinamiento de 1 kg/cm$^2$ y un determinado nivel de trasmisión de energía

$C_N$ : Factor de ajuste para tener en cuenta el nivel de confinamiento. Se evaluó de la siguiente manera:

$$C_N = 1 - 1.41 \log\left(\frac{\sigma_v'}{10}\right)$$

$n_1$ : Factor de corrección por caída del martillo. Se obtiene como la relación entre la energía impartida por el martillo a la parte superior del sistema de varillas y la energía teórica en caída libre. Las eficiencias medias son diferentes en cada país así, para Japón la eficiencia es del 72%, para USA del 55% y para Colombia del orden de 45%.

$n_2$ : Factor de corrección por longitud del sistema de varillas. De acuerdo con las longitudes de varillaje, se utilizará el factor de corrección correspondiente.

$n_3$ : Factor de corrección por presencia de revestimiento interno. Como no se utilizó revestimiento, el factor de corrección es 1.0.

$n_4$ : Factor de corrección por diámetro de la perforación. Los diámetros de las perforaciones fueron inferiores a 12 cm, por lo cual el factor de corrección es 1.0

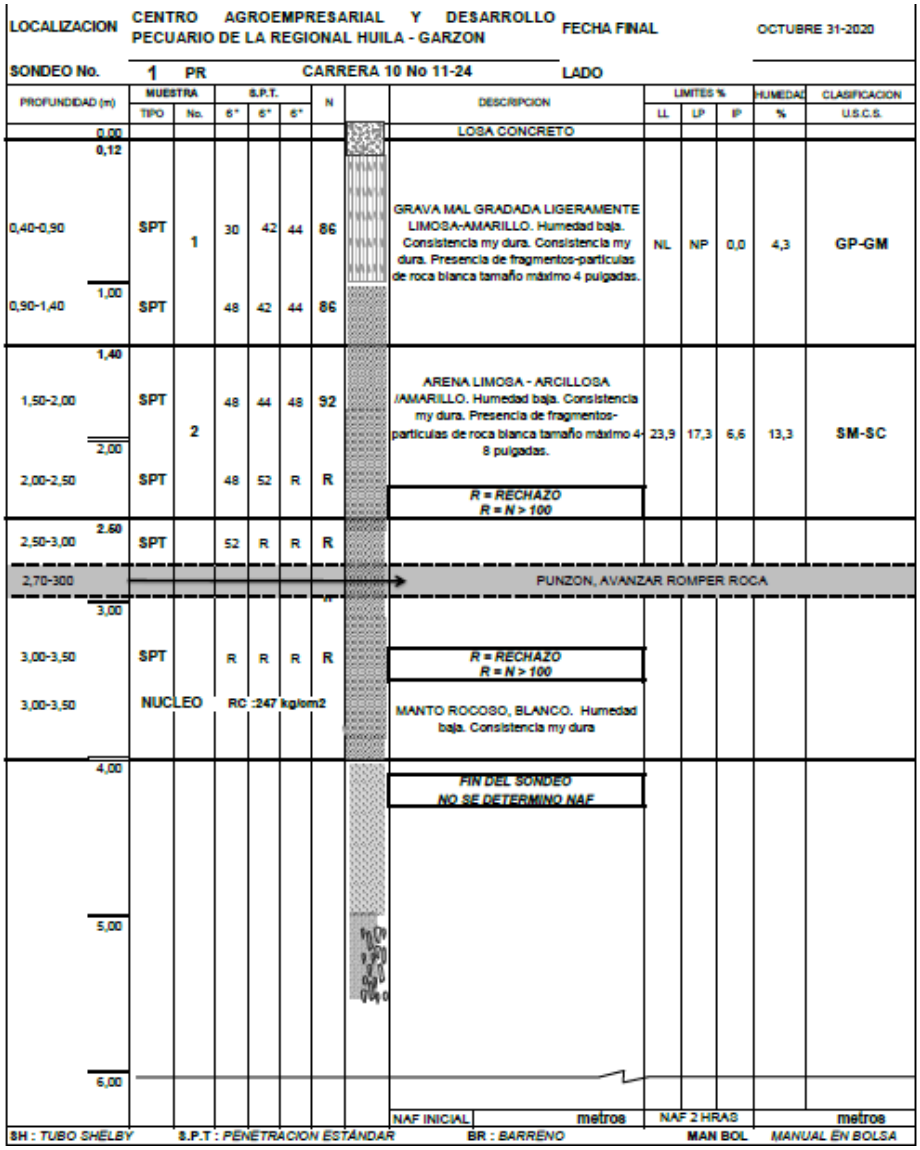
Con el fin de estimar valores de ángulo de fricción equivalente, $Ø_{eq}$, en la misma tabla se obtuvo el resultado con la siguiente expresión:

Kishida $Ø = 15 + \sqrt{(20 * N_{72})}$

# CAPITULO 4

## ESTRATIGRAFIA Y CONDICIONES GEOTECNICAS DEL SUBSUELO

Con base en los trabajos de campo y los resultados en el laboratorio ejecutados por la firma **SERVI.LAB INGENIERIA** en el mes de Noviembre de 2020, se pudieron establecer los siguientes perfiles estratigráficos promedio del subsuelo, los cuales se presentan a continuación:



| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LOCALIZACION | CENTRO AGROEMPRESARIAL Y DESARROLLO PECUARIO DE LA REGIONAL HUILA - GARZON | | | | | | | FECHA FINAL | | | | OCTUBRE 31-2020 | | | |
| SONDEO No. | 1 PR | | | CARRERA 10 No 11-24 | | | | LADO | | | | | | | |
| PROFUNDIDAD (m) | MUESTRA | | S.P.T. | | | N | | DESCRIPCION | LIMITES % | | | HUMEDAD | CLASIFICACION | | |
| | TIPO | No. | 6" | 6" | 6" | | | | LL | LP | IP | % | U.S.C.S. | | |
| 0,00 | | | | | | | | LOSA CONCRETO | | | | | | | |
| 0,12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,40-0,90 | SPT | 1 | 30 | 42 | 44 | 86 | | GRAVA MAL GRADADA LIGERAMENTE LIMOSA-AMARILLO. Humedad baja. Consistencia my dura. Consistencia my dura. Presencia de fragmentos-particulas de roca blanca tamaño máximo 4 pulgadas. | NL | NP | 0,0 | 4,3 | GP-GM | | |
| 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,90-1,40 | SPT | | 48 | 42 | 44 | 86 | | | | | | | | | |
| 1,40 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,50-2,00 | SPT | 2 | 48 | 44 | 48 | 92 | | ARENA LIMOSA - ARCILLOSA AMARILLO. Humedad baja. Consistencia my dura. Presencia de fragmentos-particulas de roca blanca tamaño máximo 4-8 pulgadas. | 23,9 | 17,3 | 6,6 | 13,3 | SM-SC | | |
| 2,00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,00-2,50 | SPT | | 48 | 52 | R | R | | R = RECHAZO R = N > 100 | | | | | | | |
| 2,50 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,50-3,00 | SPT | | 52 | R | R | R | | | | | | | | | |
| 2,70-300 | | | | | | | | PUNZON, AVANZAR ROMPER ROCA | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,00-3,50 | SPT | | R | R | R | R | | R = RECHAZO R = N > 100 | | | | | | | |
| 3,00-3,50 | NUCLEO | | RC :247 kg/cm2 | | | | | MANTO ROCOSO, BLANCO. Humedad baja. Consistencia my dura | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | FIN DEL SONDEO NO SE DETERMINO NAF | | | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | NAF INICIAL metros | | | | NAF 2 HRAS | | | metros |
| SH : TUBO SHELBY | | | S.P.T : PENETRACION ESTÁNDAR | | | | | BR : BARRENO | | | | MAN BOL | MANUAL EN BOLSA | | |

**LOCALIZACION** CENTRO AGROEMPRESARIAL Y DESARROLLO PECUARIO DE LA REGIONAL HUILA -GARZON — **FECHA FINAL** NOVIEMBRE 04-2020

**SONDEO No.** 2 PR — CARRERA 10 No 11-24 — **LADO**

| PROFUNDIDAD (m) | MUESTRA TIPO | MUESTRA No. | S.P.T. 6" | S.P.T. 6" | S.P.T. 6" | N | DESCRIPCION | LIMITES % LL | LP | IP | HUMEDAD % | CLASIFICACION U.S.C.S. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | | | | | | | LOSA CONCRETO | | | | | |
| 0,12 | | | | | | | | | | | | |
| 0,50-1,00 | SPT | 1 | 34 | 37 | 48 | 85 | GRAVA BIEN GRADADA LIGERAMENTE LIMOSA-AMARILLO. Humedad baja. Consistencia my dura. Presencia de fragmentos-particulas de roca blanca tamaño máximo 4-8 pulgadas. | NL | NP | 0,0 | 5,7 | GW-GM |
| 1,00 | | | | | | | | | | | | |
| 1,00-1,50 | SPT | | 48 | 52 | R | R | *R = RECHAZO R = N > 100* | | | | | |
| 1,30-1,50 | → | | | | | | PUNZON, AVANZAR ROMPER ROCA | | | | | |
| 1,60 | | | | | | | | | | | | |
| 1,50-2,00 | SPT | 2 | 46 | 45 | 48 | 93 | GRAVA LIMOSA-AMARILLO CAFÉ. Humedad baja. Consistencia my dura. Presencia de fragmentos-particulas de roca blanca tamaño máximo 4-8 pulgadas. | NL | NP | 0,0 | 6,5 | GM |
| 2,00 | | | | | | | | | | | | |
| 2,00-2,50 | SPT | | 48 | 52 | R | R | *R = RECHAZO R = N > 100* | | | | | |
| 2,30-2,50 | → | | | | | | PUNZON, AVANZAR ROMPER ROCA | | | | | |
| 2,60 | | | | | | | | | | | | |
| 2,50-3,00 | SPT | | R | R | R | R | *R = RECHAZO R = N > 100* | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | | |
| 2,50-3,00 | NUCLEO | | RC :309 kg/cm2 | | | | MANTO ROCOSO, BLANCO. Humedad baja. Consistencia my dura | | | | | |
| 3,50 | | | | | | | MANTO ROCOSO, BLANCO. Humedad baja. Consistencia my dura | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | *FIN DEL SONDEO NO SE DETERMINO NAF* | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | |

NAF INICIAL ____ metros — NAF 2 HRAS ____ metros

*SH : TUBO SHELBY* — *S.P.T : PENETRACION ESTÁNDAR* — *BR : BARRENO* — **MAN BOL** *MANUAL EN BOLSA*

| LOCALIZACION | CENTRO AGROEMPRESARIAL Y DESARROLLO PECUARIO DE LA REGIONAL HUILA-GARZON | | | | | | | FECHA FINAL | | | | NOVIEMBRE 04-2020 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SONDEO No. | 3 | PR | | | CARRERA 10 No 11-24 | | | LADO | | | | | |
| PROFUNDIDAD (m) | MUESTRA TIPO | MUESTRA No. | S.P.T. 6" | S.P.T. 6" | S.P.T. 6" | N | | DESCRIPCION | LIMITES % LL | LP | IP | HUMEDAD % | CLASIFICACION U.S.C.S. |
| 0,00 | | | | | | | | LOSA CONCRETO | | | | | |
| 0,10 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,10-0,60 | SPT | 1 | 14 | 4 | 5 | 9 | | ARENA LIMOSA - ARCILLOSA / AMARILLA. Humedad baja. Consistencia my dura. Presencia de fragmentos-particulas de roca blanca tamaño máximo 4-8 pulgadas. | 25,5 | 19,5 | 6,0 | 5,6 | SM-SC |
| 0,70-1,20 | SPT | | 19 | 33 | 48 | 81 | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | | | | | |
| 1,20 | | | | | | | | ARENA LIMOSA - ARCILLOSA / AMARILLA | | | | | |
| 1,20-1,70 | SPT | | 52 | R | R | R | | | | | | | |
| 1,40-1,60 | → | | | | | | | PUNZON, AVANZAR ROMPER ROCA | | | | | |
| | | 2 | | | | | | Humedad baja. Consistencia my dura. Presencia de fragmentos-particulas de roca blanca tamaño máximo 4-8 pulgadas. | | | | | |
| 1,60-2,10 | SPT | | 48 | 52 | R | R | | *R = RECHAZO* *R = N > 100* | 25,5 | 19,5 | 6,0 | 5,6 | SM-SC |
| 1,90-2,10 | → | | | | | | | PUNZON, AVANZAR ROMPER ROCA | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | | | | | |
| 2,10 | | | | | | | | | | | | | |
| 2,10-2,60 | SPT | | R | R | R | R | | *R = RECHAZO* *R = N > 100* | | | | | |
| 2,50-3,00 | NUCLEO | | RC :241 kg/cm2 | | | | | MANTO ROCOSO, BLANCO. Humedad baja. Consistencia my dura | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | MANTO ROCOSO, BLANCO. Humedad baja. Consistencia my dura | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | *FIN DEL SONDEO* *NO SE DETERMINO NAF* | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | NAF INICIAL metros | | NAF 2 HRAS | | | metros |
| SH : *TUBO SHELBY* | | | S.P.T : *PENETRACION ESTÁNDAR* | | | | | BR : *BARRENO* | | | | MAN BOL | *MANUAL EN BOLSA* |

A continuación, se presentan los cuadros resumen de los ensayos de laboratorio para cada sondeo ejecutado.

**SONDEO No. 1** **CENTRO AGROEMPRESARIAL Y DESARROLLO PECUARIO**
**CARRERA 10 No. 11 - 24**
**GARZON - HUILA**

| *Profundidad* | *HN* | *LL* | *IP* | *GRAVA* | *ARENA* | *P#200* | *SPT* | *CONSISTENCIA* | **SUCS** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| metros | % | | | % | % | % | **N** | | |
| 0.00-0.12 | ***LOSA CONCRETO*** | | | | | | | | |
| 0.12-1.40 | 4.3 | NL | NP | 54.4 | 35.8 | 9.8 | 86 | *MUY DURA* | **GP-GM** |
| 1.40-2.50 | 13.3 | 23.9 | 6.6 | 25.8 | 51.7 | 22.5 | 92-R | *MUY DURA* | **SM-SC** |
| 2.50-4.00 | ***MANTO ROCOSO*** | | | | | | R | *MUY DURA* | |

**SONDEO No. 2** **CENTRO AGROEMPRESARIAL Y DESARROLLO PECUARIO**
**CARRERA 10 No. 11 - 24**
**GARZON - HUILA**

| *Profundidad* | *HN* | *LL* | *IP* | *GRAVA* | *ARENA* | *P#200* | *SPT* | *CONSISTENCIA* | **SUCS** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| metros | % | | | % | % | % | **N** | | |
| 0.00-0.12 | ***LOSA CONCRETO*** | | | | | | | | |
| 0.12-1.50 | 5.7 | NL | NP | 51.5 | 42.1 | 6.4 | 85-R | *MUY DURA* | **GW-GM** |
| 1.50-2.50 | 6.5 | NL | NP | 41.7 | 40.0 | 18.3 | 93-R | *MUY DURA* | **GM** |
| 2.50-4.00 | ***MANTO ROCOSO*** | | | | | | R | *MUY DURA* | |

**SONDEO No. 3** **CENTRO AGROEMPRESARIAL Y DESARROLLO PECUARIO**
**CARRERA 10 No. 11 - 24**
**GARZON - HUILA**

| *Profundidad* | *HN* | *LL* | *IP* | *GRAVA* | *ARENA* | *P#200* | *SPT* | *CONSISTENCIA* | **SUCS** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| metros | % | | | % | % | % | **N** | | |
| 0.00-0.10 | ***LOSA CONCRETO*** | | | | | | | | |
| 0.10-1.20 | 5.6 | 25.5 | 6.0 | 38.2 | 48.6 | 13.2 | 9-81 | *MUY DURA* | **SM-SC** |
| 1.20-2.10 | 5.6 | 25.5 | 6.0 | 38.2 | 48.6 | 13.2 | R | *MUY DURA* | **SM-SC** |
| 2.10-4.00 | ***MANTO ROCOSO*** | | | | | | R | *MUY DURA* | |

La estratigrafía del subsuelo del sitio, ***CENTRO AGROEMPRESARIAL Y DESARROLLO PECUARIO DE LA REGIONAL, Carrera 10 No. 11-24***, zona urbana del Municipio de Garzon - Huila, está conformada por:

***0.12-1.80 m aproximadamente,*** compuesto por suelos *gruesos*, conformados por *Gravas* (GP-GM) (GW-GM) (GM), y *Arenas* (SM-SC), **COMPACIDAD DENSA A MUY DENSA**, con humedades Wn que oscilan entre *4.3-13.1 %, Límite Líquido* LL entre *NL-25.5 %,* e Indice de plasticidad IP entre NP-6.6 *%,*

***1.80-4.00 m aproximadamente,*** se evidencia a existencia de un ***Manto rocoso granular Blanco*** muy duro***.***

| SONDEO No. | NUCLEOS DE ROCA (MANTO ROCOSO) | |
|---|---|---|
| | Profundidad m | RC kg/cm$^2$ |
| **1** | 3.00-3.50 | **247** |
| **2** | 2.50-3.00 | **309** |
| **3** | 2.50-3.00 | **241** |

De acuerdo con la evaluación de la estratigrafía del subsuelo, material granular de **Compacidad muy densa (con N > 50), NO se presentan características expansivas, licuables o colapsables del subsuelo.**

Inspeccionadas la superficie del terreno y las edificaciones aledañas (infraestructura Sena-polideportivo), no presenta grietas y fisuras, debido a posibles asentamientos. Durante el proceso de exploración del subsuelo por medio de sondeos NO SE DETERMINO NIVEL DE AGUAS FREATICAS (NAF).

De acuerdo con la anterior información geomecánica de la investigación del subsuelo, se presenta a continuación el Modelo geológico-geotécnico del terreno con su geometría parámetros y propiedades geomecánicas del terreno.

| ESTRATO | PROFUNDIDAD | ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES GEOMECANICAS |
|---|---|---|
| 1 | 0.00 – 2.50 | GRAVAS Y ARENAS EN MATRIZ ARCILLOLIMOSA AMARILLA, COMPACIDAD DENSA A MUY DENSA<br>Humedad natural Wp = 4.3% – 13.3%<br>Límite Líquido LL = NL – 25.5%<br>Indice de plasticidad IP = NP - 6.6%<br>Tamiz 200 = 6.4% - 22.5% Ensayo SPT N = 9 – 93<br>Angulo de fricción interna Ø = 29.7 - > 33.0° |
| 2 | 2.50 – 4.00 | MANTO ROCOSO ARENOSO BLANCO DE COMPACIDAD MUY DENSA A ROCOSA<br>Ensayo SPT N > 80 |

# CAPITULO 5

## ASPECTOS SISMICOS DEL SUBSUELO

De acuerdo con la Norma NSR-10, el sitio del proyecto corresponde a una Zona de riesgo sísmico Alto (Aceleración pico efectiva de Aa = 0.30g, y Velocidad pico efectiva de Av = 0.15g), y localmente se considera como un perfil de tipo **C,** y los Coeficientes sísmicos de diseño geotécnico son los siguientes: Fa = 1.10 y Fv = 1.65. Los anteriores parámetros sísmicos se obtuvieron de las tablas incluidas en la Norma NSR-10, como se consignan a continuación:

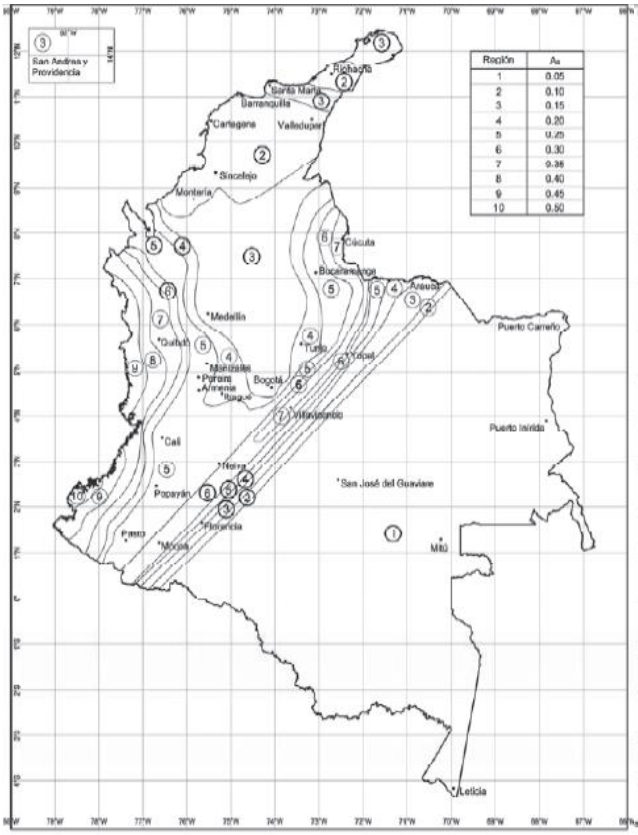



Figura A.2.3-2 — Mapa de valores de $A_a$

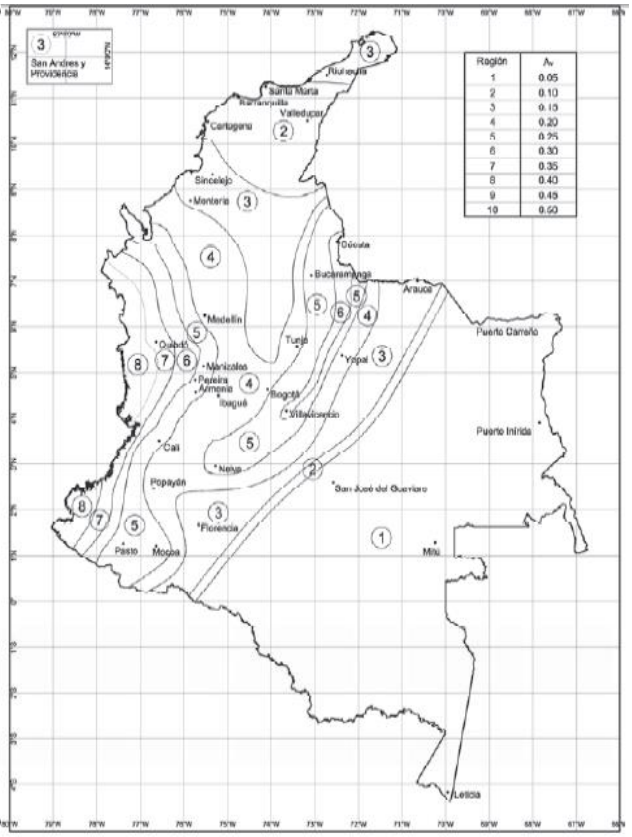



Figura A.2.3-3 - Mapa de valores de $A_v$

## 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 |

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

| Tipo de perfil | Descripción | Definición |
|---|---|---|
| A | Perfil de roca competente | $\overline{v}_s \geq 1500$ m/s |
| B | Perfil de roca de rigidez media | 1500 m/s > $\overline{v}_s \geq 760$ m/s |
| C | Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o | 760 m/s> $\overline{v}_s \geq 360$ m/s |
| | perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios | $\overline{N} \geq 50$, o<br>$\overline{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²) |
| D | Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o | 360 m/s > $\overline{v}_s \geq 180$ m/s |
| | perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones | 50 > $\overline{N} \geq 15$, o<br>100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\overline{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²) |
| E | Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o | 180 m/s > $\overline{v}_s$ |
| | perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas | IP > 20<br>w ≥ 40%<br>50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\overline{s}_u$ |
| F | Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases:<br>$F_1$ — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.<br>$F_2$ — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ( H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).<br>$F_3$ — Arcillas de muy alta plasticidad ( H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75)<br>$F_4$ — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ( H > 36 m) | |

## 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 |

# CAPITULO 6

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye y recomienda que la mejor alternativa para la construcción Proyecto construcción de la Cubierta sector cancha múltiple en el Centro de agroempresarial y desarrollo pecuario de la regional Huila, Carrera 10 No. 11-24 del Municipio de Garzón en el Departamento del Huila, es utilizar la alternativa de Cimentación superficial como se describe a continuación:

## 6.1. TIPO Y PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN.

- **Cimentación con Zapatas aisladas y/o corridas unidas con vigas de amarre**

Se recomienda la construcción como soporte de la Cubierta de un sistema de Zapatas aisladas cuadradas (con sección 1.0 m x 1.0 m), cimentando a una profundidad de fundación Df >= 0.70 m con respecto a la cota terreno actual, en el siguiente estrato de cimentación:

| ESTRATO DE CIMENTACION SUPERFICIAL |
|---|
| Gravas y Arenas en matriz limoarcillosa amarilla con gravas finas y fragmentos de roca de roca blanca tamaño máximo 4”, densa a rocosa con la profundidad |

## 6.2. CAPACIDAD PORTANTE DE SEGURIDAD Y ASENTAMIENTOS.

De acuerdo con la formulación propuesta en la literatura geotécnica, a continuación se entregan las ecuaciones de capacidad portante de seguridad y asentamientos en cimentación superficial para la hipótesis de diseño geotécnico como subsuelo granular, teniendo en cuenta los ensayos de laboratorio y las correlaciones geotécnicas incluidas en cada descripción de la variable matemática a considerar, de acuerdo con lo reportado en la literatura geotécnica por Terzaghi, Peck, Hanson, Bowles y Steinbrenner:

### 6.2.1. METODOLOGÍA DE CÁLCULO CAPACIDAD PORTANTE DE SEGURIDAD EN SUELO GRANULAR.

A continuación se presenta la metodología de cálculo para capacidad portante de seguridad en condición granular:

$$\sigma ns = (\gamma s´ x Df x Nq + 0.5 x B x \gamma s´ x N\gamma)/FS$$

Donde:

**σns** = Capacidad portante de seguridad suelo de fundación (Ton/m²)

**γs´** = Peso unitario **efectivo** del subsuelo (Ton/m3)= 0.90 Ton/m3 aprox.
(este valor se obtiene de la resta Peso unitario menos el Agua)

**Df** = Profundidad promedio de la cimentación (m) >= 0.70 m

**Nq y Nγ** = Factores de capacidad portante (en función de ϕ`normalizado)

**B** = ancho promedio de la cimentación (m) >= 1.0 m

**FS** = Factor de seguridad suelo granular = 2.50

### 6.2.2. METODOLOGÍA DE CALCULO ASENTAMIENTO TOTAL EN SUELO GRANULAR.

De acuerdo con la formulación propuesta en la literatura geotécnica a continuación se entregan la ecuación del asentamiento total suelo granular (al tenerse un subsuelo granular de Compacidad densa, no se desarrolla el asentamiento por consolidación**).**

$$\delta t = Cd x \Delta q x B x ((1.0 - \nu^2)/Es)$$

Donde :

**δt** = Asentamiento total estimado por sobrecarga (mm).

**Cd** = Factor de forma por la cimentación.

**B** = Ancho promedio de la cimentación.

**Δq** = Sobrecarga aplicada a nivel de fundación (Ton/m²).

**ν** = Coeficiente de la relación de Poisson suelo cohesivo.

**Es** = Módulo de deformación del suelo de fundación (Ton/m²).

A continuación se entregan los parámetros de diseño geotécnico recomendados para ejecutar los cálculos estructurales de cimentación para la obra proyectada Cubierta sector cancha múltiple de agroempresarial y desarrollo pecuario de la regional Huila, en la Carrera 10 No. 11-24 del Municipio de Garzón en el Departamento del Huila:

| Arenas | | | | | | N |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 4 | 10 | 30 | 50 | >50 | 20 |
| Cr (%) | 15 | 35 | 65 | 85 | 86 - 100 | 50 |
| Id | 0,15 | 0,33 | 0,67 | 0,85 | 0,85 - 1 | 0,5 |
| $q_a$ kg/cm² | | 0,7 | 2,5 | 4,5 | >4,5 | 1,60 |
| ϕ | 28 | 30 | 36 | 41 | >41 | 33,0 |
| E kg/cm² | 100 | 250 | 500 | 1000 | >1000 | 375 |
| Compacidad | Muy floja | Floja | Media | Densa | Muy densa | Media |

Ref.: "Mecánica de suelos y cimentaciones". Carlos Crespo Villalaz. Pág. 175, 194
Ref.: Guía geotécnica para cimentaciones de edificios en la comunidad de Madrid
Ref.: Geotécnia y cimientos III, primera parte. Pág. 91

**Tensión admisible suelos con rozamiento interno**
(Condiciones drenadas)

Ecuación general de Tezaghi (condiciones drenadas):

$$q_h = c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Con corrección por la forma de la cimentación:

$$q_h = c \cdot N_c \cdot S_c + q \cdot N_q \cdot S_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma$$

$$q_{adm} = \frac{q_h}{F}$$

| $q_{adm}$ = | 1,28 kg/cm² | | |
|---|---|---|---|
| Ángulo rozamiento interno: | 33,00 ° | 33 ° | |
| Peso específico suelo, $\gamma_1$: | 0,90 g/cm³ | 0,0009 kg/cm³ | |
| Profundidad cimentación, | 0,70 m | 70 cm | |
| Tensión vertical, q: | | 0,06 kg/cm² | |
| Cohesión, c: | 0,000 kg/cm² | 0,00 kg/cm² | |
| Factor de seguridad, F: | 2,5 | 2,5 | |
| Ancho cimentación, B: | 1,00 m | 100 cm | |
| Longitud cimentación, L: | 1,00 m | 100 cm | |
| Factores capacidad carga | $N_q$: | 26,09 | |
| | $N_c$: | 38,64 | |
| | $N_\gamma$: | 35,19 | |
| Factores forma cimentación | $S_q$: | 1,54 | |
| | $S_c$: | 1,57 | |
| | $S_\gamma$: | 0,70 | |

Factores capacidad de carga:

| Para ϕ distinto de 0 => | Ángulo de rozamiento interi | 33 |
|---|---|---|
| | $Nq=(1+sen\phi)/(1-sen\phi)\cdot e^{\pi tag\phi}$= | 26,09 |
| | $Nc=(Nq-1)cotag\phi$= | 38,64 |
| | $N\gamma=2*(Nq+1)\cdot tag\phi$= | 35,19 |

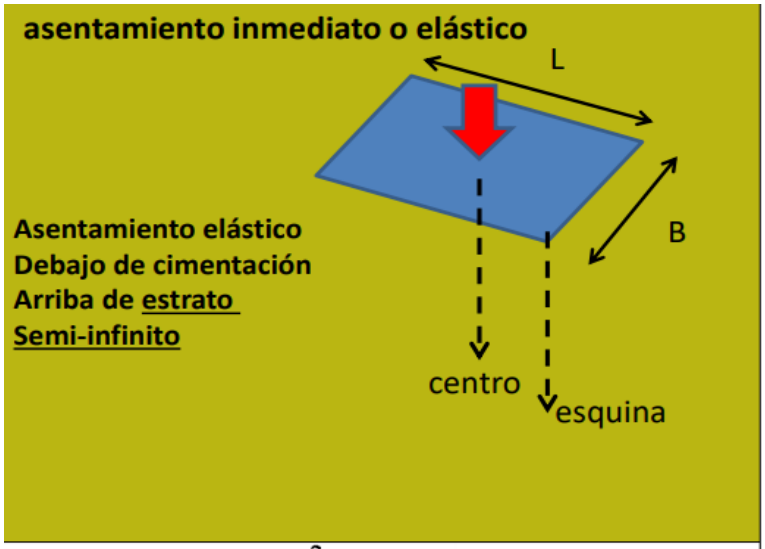
Factores según forma de la cimentación:

| | | |
|---|---|---|
| | $S_q=1+sen\phi$ | 1,54 |
| | $Sc=(S_q \cdot N_q-1)/(N_q-1)$ | 1,57 |
| | $S_\gamma=1-0,3\cdot(B/L)$ | 0,70 |

(Según Código Técnico Edificación y Eurocódigo 7)

Rotura a compresión simple, $q_u$:
0,00 kg/cm²
Cohesión, c:
0,05 kg/cm²

El factor de forma “Cd” se obtuvo de la siguiente tabla resumen de factores de forma para el cálculo del asentamiento inmediato, en este proyecto para Zapata cuadrada (Giroud(1968), y Skempton (1951)), con Cd = 0.82 (rígido).




$$\rho_i = \frac{pB(1-\mu^2)I_p}{E}$$

*Table 6.8 Influence factors ($I_r$) for vertical displacement due to elastic compression of a layer of semi-infinite thickness*

| Shape | Flexible* | | | Rigid† |
|---|---|---|---|---|
| | Centre | Corner | Average | |
| Circle | 1.00 | 0.64 | 0.85 | 0.79 |
| Rectangle | | | | |
| $\frac{L}{B}$ 1.0 | 1.122 | 0.561 | 0.946 | 0.82 |
| 1.5 | 1.358 | 0.679 | 1.148 | 1.06 |
| 2.0 | 1.532 | 0.766 | 1.300 | 1.20 |
| 3.0 | 1.783 | 0.892 | 1.527 | 1.42 |
| 4.0 | 1.964 | 0.982 | 1.694 | 1.58 |
| 5.0 | 2.105 | 1.052 | 1.826 | 1.70 |
| 10.0 | 2.540 | 1.270 | 2.246 | 2.10 |
| 100.0 | 4.010 | 2.005 | 3.693 | 3.47 |

* After Giroud (1968)
† After Skempton (1951)

*Table 6.9 Typical values of Poisson's ratio*

$\Delta q$ = 8 Ton/m2 B = 1.0 m $\nu$ = 0.35 Es = 2000 Ton/m2 COLUMNA CENTRAL

**$\delta$total** = 0.82 x 8 Ton/m2 x 1.0 m x (1 – 0.35 x 0.35) / 2500 Ton/m2 = **2.30 mm**

$\Delta q$ = 6 Ton/m2 B = 1.0 m $\nu$ = 0.35 Es = 2000 Ton/m2 COLUMNA DE BORDE

**$\delta$total** = 0.82 x 6 Ton/m2 x 1.0 m x (1 – 0.35 x 0.35) / 2500 Ton/m2 = **1.73 mm**

Asentamiento diferencial = **$\delta$dif** = 2.30 mm – 1.73 mm = **0.57 mm**

| ALTERNATIVA DE CIMENTACION | CAPACIDAD PORTANTE DE SEGURIDAD (Ton/m2) | ASENTAMIENTO TOTAL ESTIMADO (mm) |
|---|---|---|
| ZAPATAS CUADRADA | 12.50 | =< 10 |

**Esfuerzo efectivo al nivel del fondo de cimentación = 0.80Ton/m3x1.20m = 0.96 Ton/m2**

**Valor calculado de la capacidad portante última (FS = 1.0 ) = 32.0 Ton/m2**

De acuerdo con los requerimientos de los Numerales H.2.4.3 – VALORES DEL FACTOR DE SEGURIDAD BASICO (FSb), y H.2.4.4 – FACTORES DE SEGURIDAD INDIRECTOS (incluidos en la Tabla H.4.7-1 – Factores indirectos Fsicp mínimos), los factores de seguridad para el presente proyecto deberán ser mayores a los mínimos propuestos en la Tabla H.2.4-1 – FACTORES DE SEGURIDAD BASICOS MINIMOS DIRECTOS (F**SBM**), tomando como base de análisis y comprobación geotécnica con las cargas estructurales de las Zapatas representativas para el chequeo de los factores de seguridad.

**CALCULO PARAMETROS DE CARGA Ø' Y C, USANDO FSD = Ø' / FSD Y C / FSD**

Para aplicar los factores de seguridad se hace la reducción de los parámetros geotécnicos por cada factor asociado, como se explica a continuación:

El parámetro geotécnico de diseño es el valor de **Ø°prom= 33.0°**

Carga muerta + Carga Viva Normal :

Angulo de fricción interna Ø° = ATAN ( TAN (33.0°) / 1.50) = 23.40°

Carga muerta + Carga Viva Máxima :

Angulo de fricción interna Ø° = ATAN ( TAN (33.0°) / 1.25) = 27.45°

Carga muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudoestático:

Angulo de fricción interna Ø° = ATAN ( TAN (33.0°) / 1.10) = 30.55°

## Tensión admisible suelos con rozamiento interno

(Condiciones drenadas)

Ecuación general de Tezaghi (condiciones drenadas):

$$q_k = c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Con corrección por la forma de la cimentación:

$$q_k = c \cdot N_c \cdot S_c + q \cdot N_q \cdot S_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma$$

$$q_{adm} = \frac{q_k}{F}$$

**Factores capacidad de carga:**

| Para ϕ distinto de 0 => | Ángulo de rozamiento interi | 12,21 |
|---|---|---|
| | $N_q=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\pi \text{tag}\phi}$= | 3,03 |
| | $N_c=(N_q-1)\text{cotag}\phi$= | 9,39 |
| | $N_\gamma=2*(N_q-1)\cdot\text{tag}\phi$= | 0,88 |

**Factores según forma de la cimentación:**

| | | |
|---|---|---|
| | $S_q=1+\text{sen}\phi$ | 1,21 |
| | $S_c=(S_q \cdot N_q-1)/(N_q-1)$ | 1,32 |
| | $S_\gamma=1-0,3\cdot(B/L)$ | 0,70 |

(Según Código Técnico Edificación y Eurocódigo 7)

$q_{adm}$ = **1,24 kg/cm²**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ángulo rozamiento interno | 12,21 | ° | 12,21 | ° | |
| Peso específico suelo, γ: | 0,90 | g/cm³ | 0,0009 | kg/cm³ | |
| Profundidad cimentación, | 0,70 | m | 70 | cm | |
| Tensión vertical, q: | | | 0,06 | kg/cm² | |
| Cohesión, c: | 0,080 | kg/cm² | 0,08 | kg/cm² | |
| Factor de seguridad, F: | 1 | | 1 | | |
| Ancho cimentación, B: | 1,00 | m | 100 | cm | |
| Longitud cimentación, L: | 1,00 | m | 100 | cm | |
| Factores capacidad carga | $N_q$: | | 3,03 | | |
| | $N_c$: | | 9,39 | | |
| | $N_\gamma$: | | 0,88 | | |
| Factores forma cimentació | $S_q$: | | 1,21 | | |
| | $S_c$: | | 1,32 | | |
| | $S_\gamma$: | | 0,70 | | |

| | | |
|---|---|---|
| Rotura a compresión simple, $q_u$: | 0,00 | kg/cm² |
| Cohesión, c: | 0,05 | kg/cm² |

**EJEMPLO DE CALCULO PARA LA CONDICION FACTOR SEGURIDAD INDIRECTO FSICP MINIMO " Carga Muerta + Carga Viva Normal "**

**DE LOS ANTERIORES CALCULOS GEOTECNICOS SE TIENEN LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES DE CAPACIDADES PORTANTES ULTIMAS (Qultim), A UTILIZAR EN LOS FACTORES DE SEGURIDAD DE DISEÑO GEOTECNICO:**

TABLA CAPACIDAD PORTANTE ULTIMA PARA EL CHEQUEO FACTORES "FSBM"

| CONDICION DE TRABAJO | Ø° | CAPACIDAD PORTANTE ULTIMA |
|---|---|---|
| Carga muerta + Carga Viva Normal | 23.40° | **20.00 Ton/m2** |
| Carga muerta + Carga Viva Máxima | 27.45° | **30.10 Ton/m2** |
| Carga muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudoestático | 30.55° | **42.10 Ton/m2** |

TABLA FACTORES SEGURIDAD BASICOS MINIMOS DIRECTOS

| CONDICION ZAPATA | REQUISITO FACTOR FSBM DISEÑO | **FACTOR FSBM DISEÑO OBTENIDO CAPACIDAD PORTANTE DE DISEÑO** |
|---|---|---|
| Carga Muerta + Carga Viva Normal | **1.50** | **20.00 Ton/m2** |
| Carga Muerta + Carga Viva Máxima | **1.25** | **30.10 Ton/m2** |
| Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático | **1.10** | **42.10 Ton/m2** |

TABLA FACTORES SEGURIDAD INDIRECTOS F**SICP** MINIMOS

| CONDICION | F**SICP** MINIMO DE DISEÑO | **FACTOR FSICP DISEÑO OBTENIDO CAPACIDAD PORTANTE DE DISEÑO** |
|---|---|---|
| Carga Muerta + Carga Viva Normal | **3.00** | **12.40 Ton/m2** |
| Carga Muerta + Carga Viva Máxima | **2.50** | **14.00 Ton/m2** |
| Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático | **1.50** | **20.00 Ton/m2** |

El Coeficiente de balasto o Modulo de reacción del suelo o Modulo de WINKLER/ WINKLER, E., Die Lehre von Elastizitat und Festigkeit (Sobre Elasticidad y Resistencia). Praga, 1867, pp. 182, se determina con base en los valores de penetración estándar para cimentaciones, y a la relación de longitud y ancho del cimiento de acuerdo con la expresión Ks que se emplea como correlación empírica (BOWLES, Joseph E. Foundation Analysis and Design. Fourth Edition. McGraw-Hill Book Company. Singapore, 1988. - Third Edition, New York, 1982):

$$Ks = \frac{Ncorr}{5.5}\left[\frac{1.0 + 0.5\,B/L}{1.5}\right] \quad \left(Kg/cm^3\right)$$

Para el presente proyecto, se contempla zapata cuadrada B=L = 1.0 m, y se tienen los siguientes valores de Ks tomando el N60 de cada sondeo respectivamente, y también aplicable para el piso de la cancha deportiva.

.

| SONDEO | N60 | Ks (Kg/cm3) |
|---|---|---|
| 1 | >50 | 9.09 |
| 2 | >50 | 9.09 |
| 3 | >50 | 9.09 |

**MODULO DE REACCION DE BALASTO RECOMENDADO Ks = 9.0 Kg/cm3**

Realizar el desmonte y limpieza, el manejo y control de aguas superficiales y drenado - secado del área a intervenir.

Realizar la Excavación manual hasta el nivel inferior N-0.70 m y colocación del solado del limpieza.

Para realizar estas excavaciones se debe tener la disponibilidad en obra de la motobomba.

Realizar el armado del acero de refuerzo de las zapatas y Fundir el concreto estructural de las zapatas.

Armar la estructura de hierros de los pedestales columnas y fundir el concreto estructural de los pedestales.

Armar la estructura de hierros de las vigas de amarre de cimentación, donde se requieran, y los nudos viga-pedestal.

Fundir el concreto estructural de las vigas de amarre de cimentación, donde se requieran.

## 6.3. EXCAVACIONES Y SISTEMA DRENANTE PERIMETRAL.

Las excavaciones para la construcción Cimentaciones se podrán ejecutar con taludes vertical, debido a la consistencia granular a cohesiva del subsuelo superficial que permite ejecutar cortes temporales sin inestabilidad paredes hasta la profundidad de excavación máxima proyectada de 0.70 m.

Con el objeto de facilitar los procesos de construcción y evitar el remoldeo del suelo de fundación, se deberá mantener durante la ejecución de las excavaciones y construcción de la cimentación, un sistema de bombeo para evacuar las aguas que puedan fluir hacia la excavación, con el fin de mantenerla seca en todo momento y evitar el aposamiento (en caso de aguas lluvias y/o niveles freáticos colgados por invierno).

Los rellenos que sirvan de restitución de las excavaciones, se recomienda construirse con material de excavaciones no contaminado y/o con un material granular seleccionado, con un bajo contenido de finos, libre de materia orgánica, límite líquido inferior al 25%, índice de plasticidad menor al 9% y cumplir con los siguientes requisitos de granulometría aproximada:

TABLA 6.1. GRANULOMETRIA RELLENO DE EXCAVACIONES

| **TAMIZ** | | **PORCENTAJE QUE PASA** | |
|---|---|---|---|
| **Normal** | **Alterno** | **BG-1** | **BG-2** |
| 37.5 mm | 1 ½" | 100 | - |
| 25.0 mm | 1 | 70-100 | 100 |
| 19.0 mm | 3/4" | 60-90 | 70-100 |
| 9.5 mm | 3/8" | 45-75 | 50-80 |
| 4.75 mm | No.4 | 30-60 | 35-65 |
| 2.0 mm | No.10 | 20-45 | 20-45 |
| 425 μm | No.40 | 10-30 | 10-30 |
| 75 μm | No.200 | 5-15 | 5-15 |

El material granular seleccionado que se debe compactar en capas sueltas no mayores de 0.20 m, hasta alcanzar como mínimo un peso unitario seco equivalente al 90% del obtenido en el ensayo Próctor modificado.

# CAPITULO 7

## LIMITACIONES

Los análisis de ingeniería, conclusiones y recomendaciones que se resentan en este informe se fundamentan en la información obtenida en los trabajos de investigación del subsuelo y en la información dada por los contratantes.

Si durante la construcción del proyecto se encuentran suelos con características distintas a las planteadas en este informe como típicas, deberá informarse al Ingeniero de Suelos y Cimentaciones para llevar a cabo los ajustes y estudios necesarios.

Bogotá, D.C, Noviembre de 2020

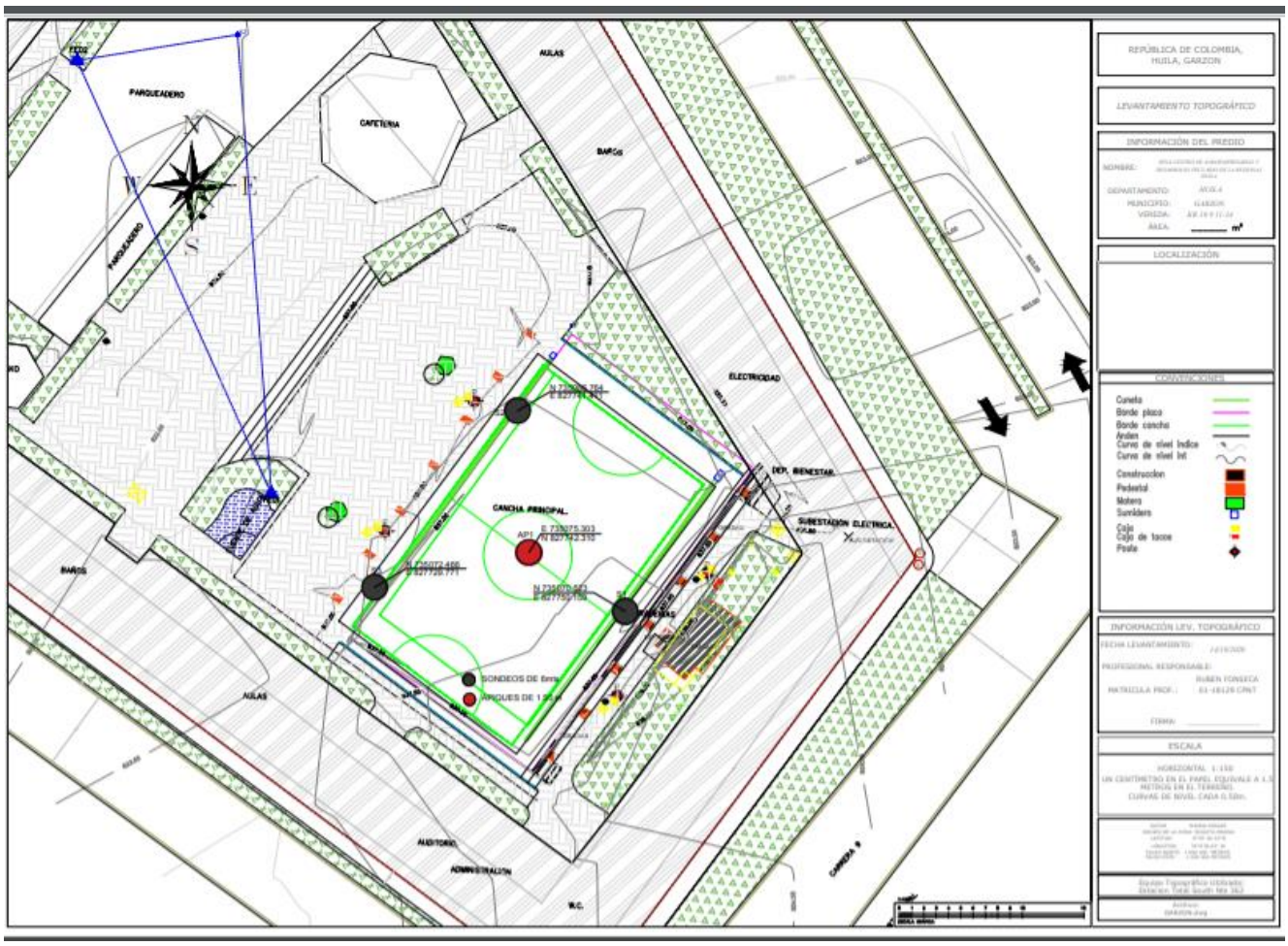


ING. JOSE ARMANDO RUIZ ANGARITA
MP-25202-47008 CND
Ingeniero Consultor – Magíster en Geotécnia
Universidad de la Salle – Universidad de los Andes

# ANEXO 1

## INFORME INVESTIGACION DEL SUBSUELO

# PLANO No. 1 – LOCALIZACION TOPOGRAFICA Y UBICACIÓN DE SONDEOS



# ANEXO 2

## ANALISIS DE ESTABILIDAD Y DEFORMACION

| Arenas | | | | | | N |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 4 | 10 | 30 | 50 | >50 | 20 |
| Cr (%) | 15 | 35 | 65 | 85 | 86 - 100 | 50 |
| Id | 0,15 | 0,33 | 0,67 | 0,85 | 0,85 - 1 | 0,5 |
| $q_a$ kg/cm$^2$ | | 0,7 | 2,5 | 4,5 | >4,5 | 1,60 |
| $\phi$ | 28 | 30 | 36 | 41 | >41 | 33,0 |
| E kg/cm$^2$ | 100 | 250 | 500 | 1000 | >1000 | 375 |
| Compacidad | Muy floja | Floja | Media | Densa | Muy densa | Media |

Ref.: "Mecánica de suelos y cimentaciones". Carlos Crespo Villalaz. Pág. 175, 194

Ref.: Guía geotécnica para cimentaciones de edificios en la comunidad de Madrid

Ref.: Geotécnia y cimientos III, primera parte. Pág. 91

## Tensión transmitida en profundidad

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ancho (B): | 1,50 | m | 150 | cm |
| Largo (L): | 1,50 | m | 150 | cm |
| Carga admisible ($q_{adm}$): | 1,25 | kg/cm$^2$ | 1,25 | kg/cm$^2$ |
| Incremento profundidad ($\Delta h$): | 0,20 | m | 20 | cm |
| Carga total ($Q_t$): | 28,13 | T | 28125 | kg |
| Ángulo respecto vertical: | 45 | ° | 0,79 | radianes |

| Método 2 en 1 | | | | | En función ángulo | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Prof. (Z, m) | Carga transmitida kg/cm$^2$ | (%) | Carga transmitida máxima | (%) | Carga transmitida kg/cm$^2$ | (%) |
| 0,20 | 0,97 | 77,85 | **1,25** | 100,00 | 0,97 | 77,85 |
| 0,40 | 0,78 | 62,33 | **1,17** | 93,49 | 0,78 | 62,33 |
| 0,60 | 0,64 | 51,02 | **0,96** | 76,53 | 0,64 | 51,02 |
| 0,80 | 0,53 | 42,53 | **0,80** | 63,80 | 0,53 | 42,53 |
| 1,00 | 0,45 | 36,00 | **0,68** | 54,00 | 0,45 | 36,00 |
| 1,20 | 0,39 | 30,86 | **0,58** | 46,30 | 0,39 | 30,86 |
| 1,40 | 0,33 | 26,75 | **0,50** | 40,13 | 0,33 | 26,75 |
| 1,60 | 0,29 | 23,41 | **0,44** | 35,12 | 0,29 | 23,41 |
| 1,80 | 0,26 | 20,66 | **0,39** | 30,99 | 0,26 | 20,66 |
| 2,00 | 0,23 | 18,37 | **0,34** | 27,55 | 0,23 | 18,37 |
| 2,20 | 0,21 | 16,44 | **0,31** | 24,65 | 0,21 | 16,44 |
| 2,40 | 0,18 | 14,79 | **0,28** | 22,19 | 0,18 | 14,79 |
| 2,60 | 0,17 | 13,38 | **0,25** | 20,08 | 0,17 | 13,38 |
| 2,80 | 0,15 | 12,17 | **0,23** | 18,25 | 0,15 | 12,17 |
| 3,00 | 0,14 | 11,11 | **0,21** | 16,67 | 0,14 | 11,11 |
| 3,20 | 0,13 | 10,19 | **0,19** | 15,28 | 0,13 | 10,19 |
| 3,40 | 0,12 | 9,37 | **0,18** | 14,06 | 0,12 | 9,37 |

Esfuerzo vertical $\sigma_z$ a profundida d z (método 2 en 1):

$$\sigma_{z\,media} = \frac{q_0 \cdot B \cdot L}{(B+z)\cdot(L+z)}$$

$$\sigma_{z\,máxima} = \sigma_{z\,media} \cdot 1{,}5$$

En función del ángulo:

$$\sigma_{z\,media} = \frac{q_0 \cdot B \cdot L}{(B+z\cdot tag\alpha)\cdot(L+z\cdot tag\alpha)}$$

## Tensión admisible suelos con rozamiento interno

(Condiciones drenadas)

Ecuación general de Tezaghi (condiciones drenadas):

$$q_k = c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Con corrección por la forma de la cimentación:

$$q_k = c \cdot N_c \cdot S_c + q \cdot N_q \cdot S_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma$$

$$q_{adm} = \frac{q_k}{F}$$

| $q_{adm}$ = | 1,28 kg/cm² |
|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ángulo rozamiento interno: | 33,00 | ° | 33 | ° |
| Peso específico suelo, γ: | 0,90 | g/cm³ | 0,0009 | kg/cm³ |
| Profundidad cimentación, | 0,70 | m | 70 | cm |
| Tensión vertical, q: | | | 0,06 | kg/cm² |
| Cohesión, c: | 0,000 | kg/cm² | 0,00 | kg/cm² |
| Factor de seguridad, F: | 2,5 | | 2,5 | |
| Ancho cimentación, B: | 1,00 | m | 100 | cm |
| Longitud cimentación, L: | 1,00 | m | 100 | cm |
| Factores capacidad carga | $N_q$: | | 26,09 | |
| | $N_c$: | | 38,64 | |
| | $N_\gamma$: | | 35,19 | |
| Factores forma cimentación | $S_q$: | | 1,54 | |
| | $S_c$: | | 1,57 | |
| | $S_\gamma$: | | 0,70 | |

Factores capacidad de carga:

| Para ϕ distinto de 0 => | Ángulo de rozamiento interi | 33 |
|---|---|---|
| | $Nq=(1+sen\phi)/(1-sen\phi)\cdot e^{\pi tag\phi}=$ | 26,09 |
| | $Nc=(Nq-1)cotag\phi=$ | 38,64 |
| | $N\gamma=2*(Nq+1)\cdot tag\phi=$ | 35,19 |

Factores según forma de la cimentación:

| | | |
|---|---|---|
| | $S_q=1+sen\phi$ | 1,54 |
| | $Sc=(S_q \cdot N_q-1)/(N_q-1)$ | 1,57 |
| | $S_\gamma=1-0,3\cdot(B/L)$ | 0,70 |

(Según Código Técnico Edificación y Eurocódigo 7)

Rotura a compresión simple, $q_u$: 0,00 kg/cm²

Cohesión, c: 0,05 kg/cm²

# ANEXO 3

## DOCUMENTOS INGENIERO GEOTECNISTA

BOGOTA, D.C, NOVIEMBRE DE 2020

# CARTA DE RESPONSABILIDAD

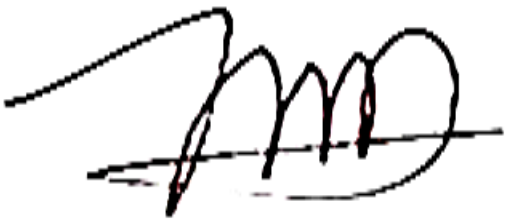
**REFERENCIA:**

**ESTUDIO GEOTECNICO PARA CONSTRUCCION CUBIERTA CANCHA MULTIPLE EN EL CENTRO DE AGROEMPRESARIAL Y DESARROLLO PECUARIO EN LA REGIONAL HUILA CARRERA 10 No. 11-24 EN EL MUNICIPIO DE GARZON - DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Yo **JOSE ARMANDO RUIZ ANGARITA** realicé los estudios y diseños geotécnicos de la referencia siguiendo los requisitos del Titulo H de la Norma para el diseño y construcción de construcciones sismo resistentes NSR-10, y asumo toda la responsabilidad por el alcance geotécnico requerido para la construcción CUBIERTA METALICA CANCHA MULTIPLE EN EL CENTRO DE AGROEMPRESARIAL Y DESARROLLO PECUARIO EN LA REGIONAL HUILA CARRERA 10 No. 11-24 EN EL MUNICIPIO DE GARZON DEPARTAMENTO DEL HUILA, siempre y cuando el constructor cumpla las recomendaciones geotécnicas de cimentación, y requisitos de excavación y rellenos proyectados del Informe geotécnico.

Cualquier modificación a los diseños geotécnicos, únicamente con mi autorización directa.

Responsable,



JOSE ARMANDO RUIZ ANGARITA
Ingeniero Civil - Magister en Geotécnia
MP-2520247008 CND

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2020-327608

**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA**
**COPNIA**

**EL DIRECTOR GENERAL**

**CERTIFICA:**

1. Que JOSE ARMANDO RUIZ ANGARITA, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 13460203, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-47008 desde el 17 de Junio de 1993, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 75.

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 dos (02) días del mes de Septiembre del año dos mil veinte (2020).

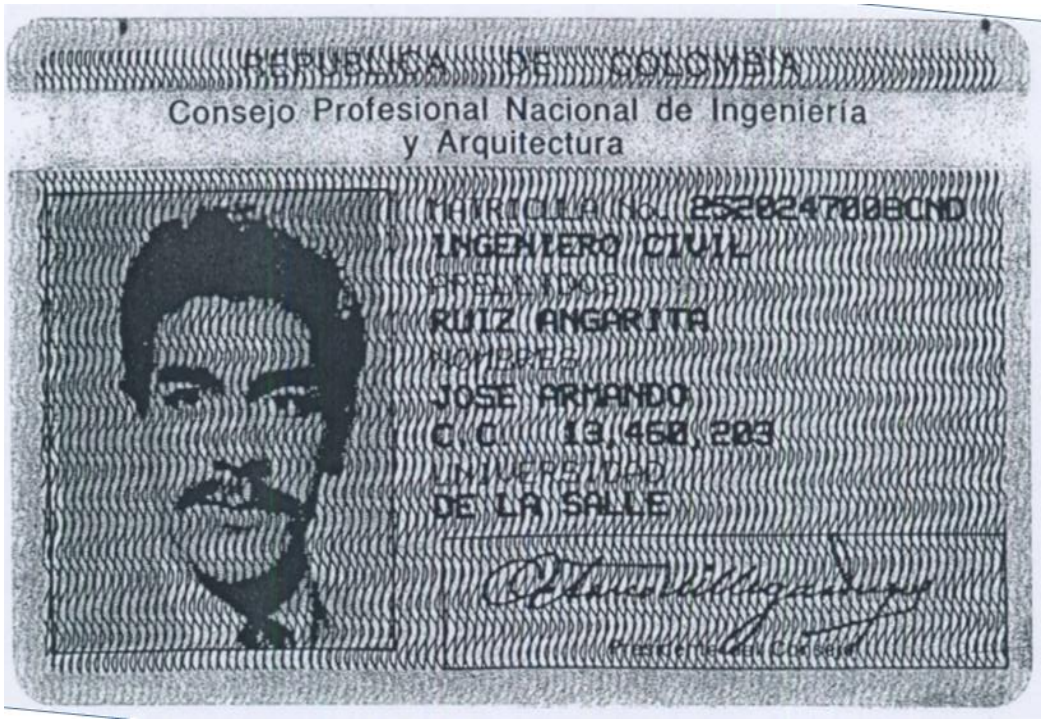


**Rubén Dario Ochoa Arbeláez**

Firma del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma 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 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
www.copnia.gov.co



REPUBLICA DE COLOMBIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería y Arquitectura

MATRICULA No. 25202470085CND

INGENIERO CIVIL

APELLIDOS

RUIZ ANGARITA

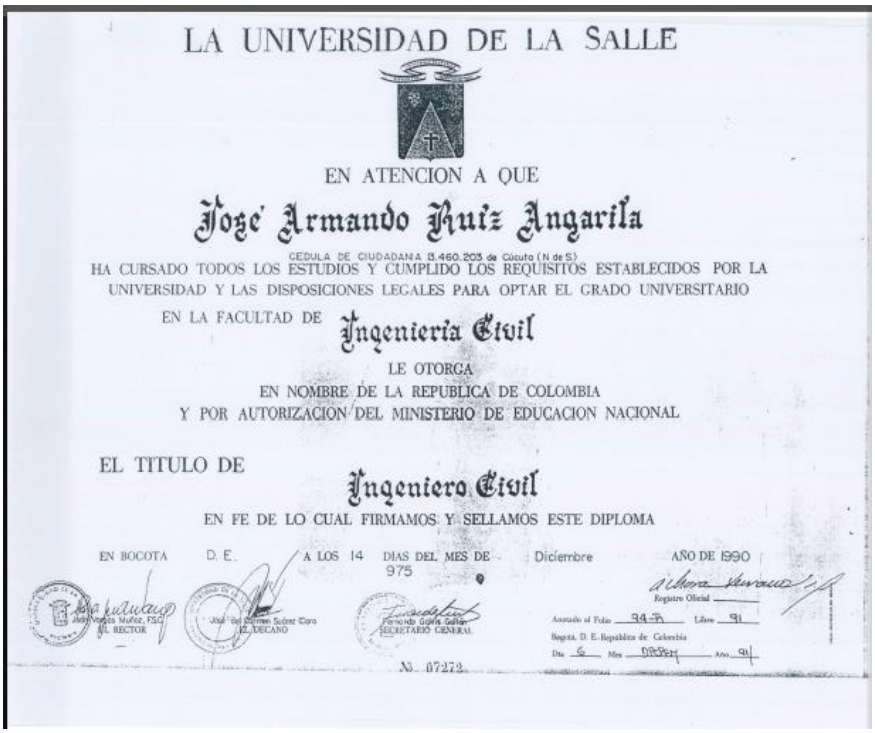
NOMBRES

JOSE ARMANDO

C. C. 13,460,283

UNIVERSIDAD

DE LA SALLE



LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE

EN ATENCION A QUE

Jose Armando Ruiz Angarita

CEDULA DE CIUDADANA 13.460.203 de Cúcuta (N de S)

HA CURSADO TODOS LOS ESTUDIOS Y CUMPLIDO LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS POR LA UNIVERSIDAD Y LAS DISPOSICIONES LEGALES PARA OPTAR EL GRADO UNIVERSITARIO

EN LA FACULTAD DE Ingenieria Civil

LE OTORGA

EN NOMBRE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA

Y POR AUTORIZACION DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL

EL TITULO DE

Ingeniero Civil

EN FE DE LO CUAL FIRMAMOS Y SELLAMOS ESTE DIPLOMA

EN BOGOTA D. E. A LOS 14 DIAS DEL MES DE Diciembre AÑO DE 1990

975

Registro Oficial

Asentado al Folio 94-R Libro 91

Bogotá, D. E. República de Colombia

Día 6 Mes DICIEMBRE Año 91

No. 07272



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

SANTAFE DE BOGOTA, D.C.

REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL

El Consejo Directivo y el Rector de la Universidad de los Andes

con las debidas autorizaciones legales y teniendo en cuenta que

José Armando Ruiz Angarita

C.C. 13'460.203 DE CUCUTA

ha cumplido con los requisitos académicos exigidos por la Universidad, le otorgan con los derechos, obligaciones y prerrogativas correspondientes, el presente Diploma de

Magister en Ingeniería Civil

El Rector

El Decano de la Facultad

REGISTRADO
LIBRO 9 FOLIO 53

ALCALDIA MAYOR DE SANTAFE DE BOGOTA, D.C.

Anotado al Folio No. 94 del Libro No. 94.

EL SECRETARIO DE EDUCACION

Santafé de Bogotá, D.C., a 31 de Agosto de 1.9 94

El Presidente del Consejo Directivo

El Secretario General

Santafé de Bogotá, D.C., 5 de marzo de 1.9

12366