



(GAT-IC)
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Civil
Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverra

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ

"Diego Luis Córdoba"
Quibdó - Chocó
NIT. 891 680089 - 4
INGENIERIA CIVIL



DEPARTAMENTO DEL CHOCO MUNICIPIO DE BAHÍA SOLANO

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA URBANIZACIÓN LLANOS DEL
MAR EN EL SECTOR DEL ESTADIO EN EL CORREGIMIENTO DE
CIUDAD MUTIS EN EL MUNICIPIO DE BAHÍA SOLANO - CHOCÓ.**

ESTUDIO GEOTÉCNICO

JOSÉ ALBERTO CÓRDOBA ARIAS
Ingeniero Civil
Quibdó, Julio de 2011



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ

*(GAT-IC)
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Civil
Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverra*

*"Diego Luis Córdoba"
Quibdó - Chocó
NIT. 891 680089 - 4
INGENIERIA CIVIL*



1. INTRODUCCIÓN

El presente informe geotécnico se presenta a solicitud de la Secretaria de Obras Publicas del Municipio de Bahía Solano, encargada de los estudios preliminares.

El informe geotécnico contiene los resultados del estudio efectuado al terreno en donde se construirá la obra, concretamente:

- ↗ Los trabajos de exploración de campo.
- ↗ El análisis geotécnico para el diseño de la fundación de la estructura.
- ↗ Las conclusiones y las recomendaciones que permitirán darle a la obra estabilidad y seguridad.
- ↗ Igualmente se dan recomendaciones para el manejo de la construcción de las fundaciones y específicamente de las excavaciones para las mismas.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA

El lote donde se construirá el proyecto esta ubicado en el municipio de Bahía Solano, en la cabecera municipal (Ciudad Mutis), en el sector del estadio.

3. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

Los edificios que se construirán serán unas estructuras a porticada en concreto reforzado con luces homogéneas. El sistema estructural transmitirá las cargas al suelo de fundación mediante columnas. Las columnas transmitirán las cargas al suelo de fundación mediante una cimentación superficial o profunda, de acuerdo con los resultados del estudio.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ

(GAT-IC)
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Civil
Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverra

"Diego Luis Córdoba"
Quibdó - Chocó
NIT. 891 680089 - 1
INGENIERIA CIVIL

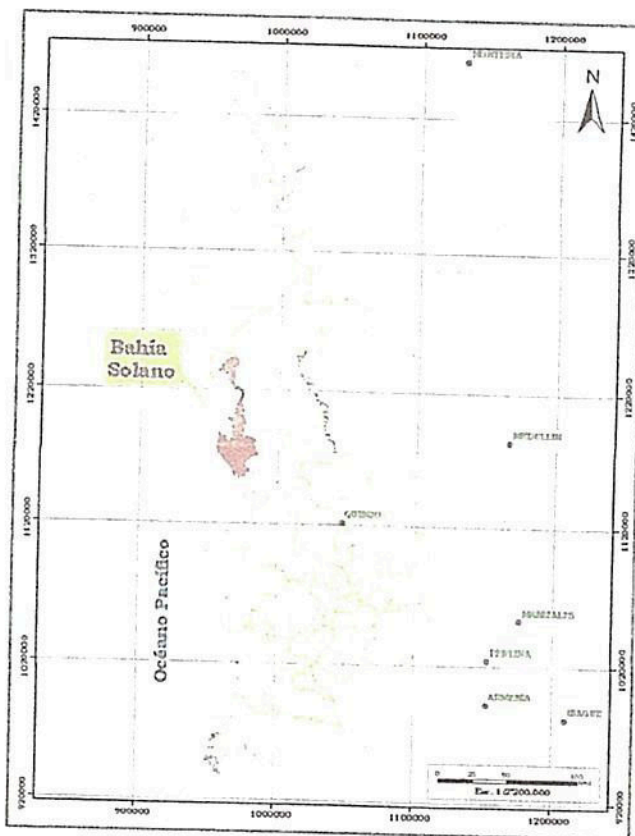


Figura 1. Localización del municipio de Bahía Solano en el Departamento del Chocó.

4. ASPECTOS GEOLÓGICOS

4.1 GEOLOGÍA LOCAL

Se realizara aquí una breve descripción del escenario geológico en el que se construirá el proyecto.

De acuerdo a los estudios geológicos realizados por el Instituto de Investigaciones Geológico Mineras, INGEOMINAS, los cuales están plasmados en el Mapa Geológico Generalizado del Departamento del Chocó (Ingeominas, 2006), En la zona en que se encuentra localizado el municipio de Bahía Solano afloran las siguientes formaciones geológicas (ver figura 2).



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ

(GAT-IC)
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Civil
Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverra

"Diego Luis Córdoba"
Quibdó - Chocó
NIT. 891 680039 - 4
INGENIERIA CIVIL



La serranía del Baudó es quizás la parte del territorio nacional más desconocida geológicamente, debido a lo inaccesible y selvático del área. Los pocos trabajos realizados, son de zonas muy restringidas y aisladas y de carácter regional. (Definida por Duque Caro, 1990)

En el área del Baudó afloran las siguientes formaciones geológicas:

- ↗ **Cretácico:** Esta representado por rocas volcánicas de composición basáltica, las cuales están intercaladas muy localmente con rocas de origen marino.
 - Basaltos de la Serranía del Baudó (Kvb): Corresponde a basaltos, aglomerados, tobas, lavas basálticas almohadilladas. La composición más común es plagioclasas, clinopiroxeno y vidrio. Como minerales accesorios se observan magnetitas y ceolitas rellenoando fisuras y cavidades. Texturalmente son rocas holocristalinas, porfíricas equigranulares.
- ↗ **Terciario:** Esta representado por calizas de carácter arrecifal, chert y areniscas que afloran cerca al área de estudio.
- ↗ **Cuaternario (Qm y Qp):** Esta representado principalmente por las zonas de manglares y las playas. Los manglares son árboles cuyas características es que viven en el agua salada, y a su vez expelen numerosas raíces que se arraigan en el suelo.

La zona en que esta ubicado el lote donde se construirá el proyecto esta formada por sedimentos aluviales depositados por el río con aportes menores y mas superficiales de la quebrada Aguacatal que constituía la red de drenaje antigua del área en que se encuentra el lote.

Localmente se observan en la zona de trabajo rocas de origen sedimentario constituidas por suelos altamente orgánicos, arena limosa de color café, gris claro y gravas arenosas de compacidad media a alta. Todo este conjunto descansa sobre la formación cretácica descrita anteriormente.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ

(GAT-1C)
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Civil
Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverra

"Diego Luis Córdoba"
Quibdó - Chocó
NIT. 891 680089 - 4
INGENIERIA CIVIL

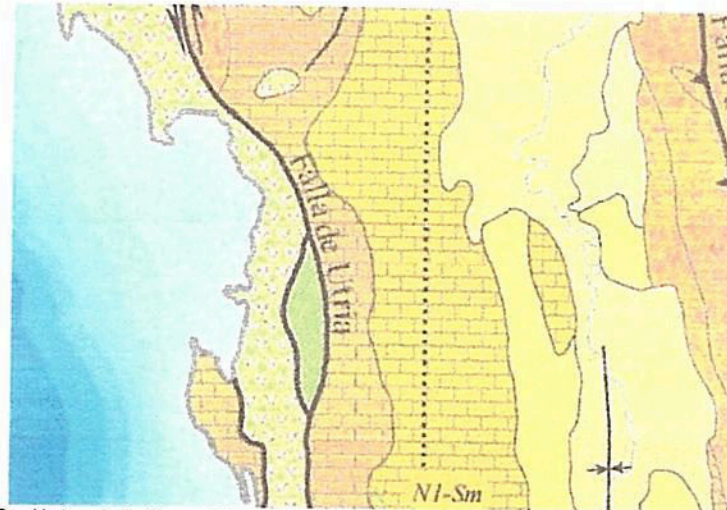


Figura 2. Mapa Geológico de la Zona. (Tomado del mapa geológico de Colombia – Ingeominas – 2006).

4.2 GEOMORFOLOGÍA

Geomorfológicamente la zona corresponde a las zonas de inundación del mar y las quebradas que constituían la red de drenajes antiguas de la zona, de relieve prácticamente plano, en la cual se encuentra el lote para la construcción del proyecto.

4.3 SISMICIDAD.

Colombia, y en particular el departamento del Chocó, esta localizado dentro de una de las zonas sísmicamente mas activas de la tierra, la cual se denomina anillo circumpacífico y corresponde a los bordes del Océano Pacífico. El emplazamiento tectónico del Chocó es complejo pues en su territorio convergen la placa de Nazca, la placa Suramericana y la placa Caribe. El municipio de Bahía Solano se encuentra al borde del Océano Pacífico en una zona de alta complejidad Geogeoestructural, debido a la convergencia en la región de las placas tectónicas antes mencionadas. La concentración de esfuerzos que implican los desplazamientos de estas placas se manifiesta en el fallamiento, plegamiento y alta sísmicidad que se presenta en todo el Departamento del Chocó.

Las fuentes sismogénicas activas que pueden afectar sísmicamente a la zona del proyecto son:



(GAT-IC)
 Facultad de Ingeniería
 Programa de Ingeniería Civil
 Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverra

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ

"Diego Luis Córdoba"
 Quibdó - Chocó
 NIT. 891 680089 - 4
 INGENIERIA CIVIL



- ↪ La falla de los Saltos
- ↪ La falla de Utria o Bahía Solano y
- ↪ La actividad sísmica asociada a la dinámica de la zona de subducción del borde del Océano Pacífico.

De acuerdo con la NSR-10, el Departamento del Chocó se encuentra en la zona de amenaza sísmica alta (ver figuras 3 y 4), es decir se pueden alcanzar aceleraciones laterales > 0.20 g., en particular el coeficiente Aa para el municipio de Bahía Solano es de 0.45g (ver figura 4), por esto el diseño de cualquier estructura debe concebirse considerando amenaza sísmica alta, de tal manera que se tengan construcciones seguras para la vida humana ante la alta probabilidad de ocurrencia de sismos de alta magnitud e intensidad.



Figura 3. Zonas de Amenaza Sísmica (Fuente: NSR-10)



(GAT-IC)
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Civil
Dirigido Ing. Tulio Palacios Chaverra

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ

"Diego Luis Córdoba"
Quibdó - Chocó
NIT. 891 680089 -- 4
INGENIERÍA CIVIL

CALCULO

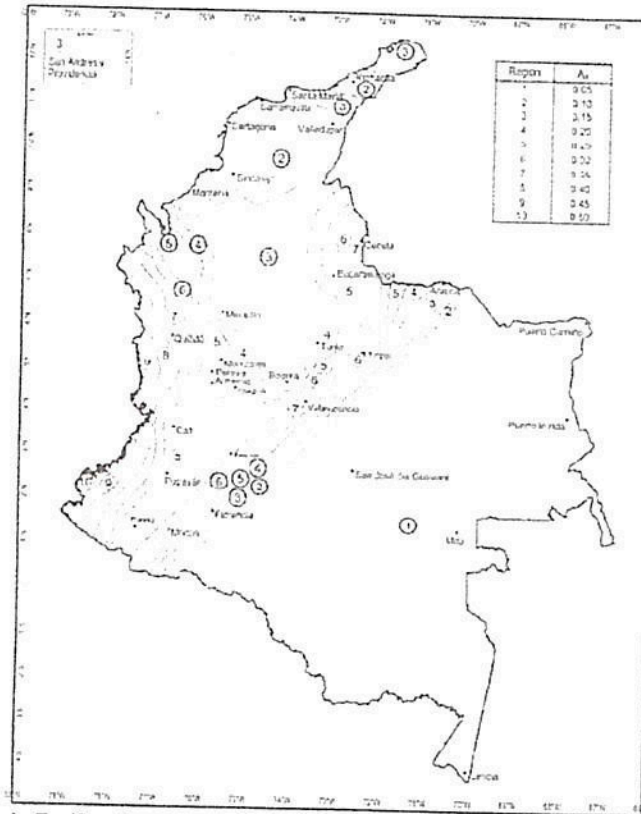


Figura 4. .Detalles de la Zonificación Sísmica para el Departamento del Chocó.

5. ASPECTOS GEOTECNICOS

5.1 EXPLORACIÓN DE CAMPO

La exploración de campo consistió en la realización de las labores de reconocimiento del terreno donde se construirá el proyecto, localización de los sitios para las perforaciones y las labores relacionadas con la implementación de las perforaciones, muestreo y descripción de campo del suelo.

Se programaron tres (3) perforaciones hasta una profundidad mínima de 3,0 m., las cuales fueron realizadas con éxito teniendo un muy buen conocimiento del área del proyecto, estas

7



perforaciones llegaron hasta una profundidad promedio de 3,0 m, donde hubo que suspenderlas debido a que se encontró un estrato de grava pobremente gradada densa, difícil de penetrar.

En el área y en particular en el terreno de construcción del proyecto no se presentan condiciones de inundación, pero el nivel freático puede ascender en épocas de lluvia fuertes, ya que este es controlado por la subida del mar que esta cerca, el cual puede hacer variar este nivel. Este aspecto debe tenerse en cuenta al momento de realizar las excavaciones para la cimentación de la estructura, debido a que produciría complicaciones para la estabilidad de las excavaciones.

Las anteriores consideraciones serán tenidas en cuenta para los cálculos de la capacidad portante del suelo de fundación, debido a la influencia que tiene el agua sobre la resistencia al corte de los suelos.

6. ENSAYOS DE LABORATORIO

De las excavaciones se tomaron muestras alteradas e inalteradas para los ensayos de laboratorio. Sobre las muestras recuperadas se realizaron ensayos de clasificación de suelos, humedad natural, consistencia y resistencia al corte. Como parámetros de resistencia al corte se asumieron valores típicos o medidos debidamente sustentados en la mecánica de suelos.

Los ensayos de laboratorio se hicieron en el laboratorio de Suelos y pavimentos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica del Chocó "Diego Luis Córdoba", en la Ciudad de Quibdó.

En la tabla 1 se muestran los resultados de los ensayos de laboratorio:

TABLA No 1

MUESTRA	PROFUNDIDAD z (m)	HUMEDAD NATURAL w %	LIMITE LIQUIDO LL %	LIMITE PLÁSTICA LP %	ÍNDICE DE PLASTICIDAD IP %	CLASIFICACIÓN USCS	GRADACIÓN
							G - A - F
AP1-z=1.00	1.00	32.07	39.99	25.68	14.31	ML	00-00-100
AP2-z=1.00	1.00	31.74	40.51	26.03	14.48	ML	00-00-100
AP2-z=1.60	1.60	31.76	40.21	25.83	14.38	ML	00-00-100
AP2-z=3.00	3.00	31.12	40.58	26.68	13.90	ML	00-00-100
AP1-z=1.50	1.50	11.32	40.19	25.62	14.57	ML	00-00-100
AP1-z=3.00	3.00	9.19	41.48	26.51	14.97	ML	00-00-100



MUESTRA	PROFUNDIDAD z (m)	HUMEDAD NATURAL w (%)	LIMITE LIQUIDO LL (%)	LIMITE PLÁSTICA LP (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD IP (%)	CLASIFICACIÓN USCS	GRADACIÓN G - A - F
AP3-z=1.70	1.70	12.71	40.31	26.31	14.00	ML	00-00-100
AP3-z=2.50	2.50	11.42	40.19	26.01	14.18	ML	00-00-100
AP3-z=1.00	1.00	10.93	40.07	25.62	14.45	ML	00-00-100
AP1-z=1.50	1.50	11.32	----	----	-----	SM - SP	24.4-66.2-9.4
AP1-z=3.00	3.00	9.19	----	----	-----	SM - SW	2.7-91.0-6.3
AP3-z=1.70	1.70	12.71	----	----	-----	SM - SP	15.6-76.9-7.5
AP3-z=2.50	2.50	11.42	----	----	-----	SM - SW	2.5-90.5-7.1
AP3-z=1.00	1.00	10.93	----	----	-----	SM - SW	2.4-90.4-7.2
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE q_u (Kg. / cm²)							
AP1-z=1.00	1.00	32.07	$q_u = 0.667$ (Kg. / cm ²)			ML	
AP2-z=1.00	1.00	31.74	$q_u = 0.707$ (Kg. / cm ²)			ML	
AP2-z=1.60	1.60	31.76	$q_u = 0.712$ (Kg. / cm ²)			ML	
AP2-z=3.00	3.00	31.12	$q_u = 0.639$ (Kg. / cm ²)			ML	

G - A - F → % de grava - % arena - % de finos.

7. CLASIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS

Los suelos encontrados son de origen aluvial, producidos por los procesos de sedimentación del río y el mar, bajo diferentes condiciones hidrodinámicas que dieron como resultado la acumulación de capas de suelos finos y gruesos, aunque en general localmente hay presencia predominante de suelos gravo limosos de diferentes colores y consistencias como se pudo observar. De acuerdo con los resultados de los ensayos de laboratorio, la secuencia estratigráfica desde la superficie hasta el fondo en los sondeos es:

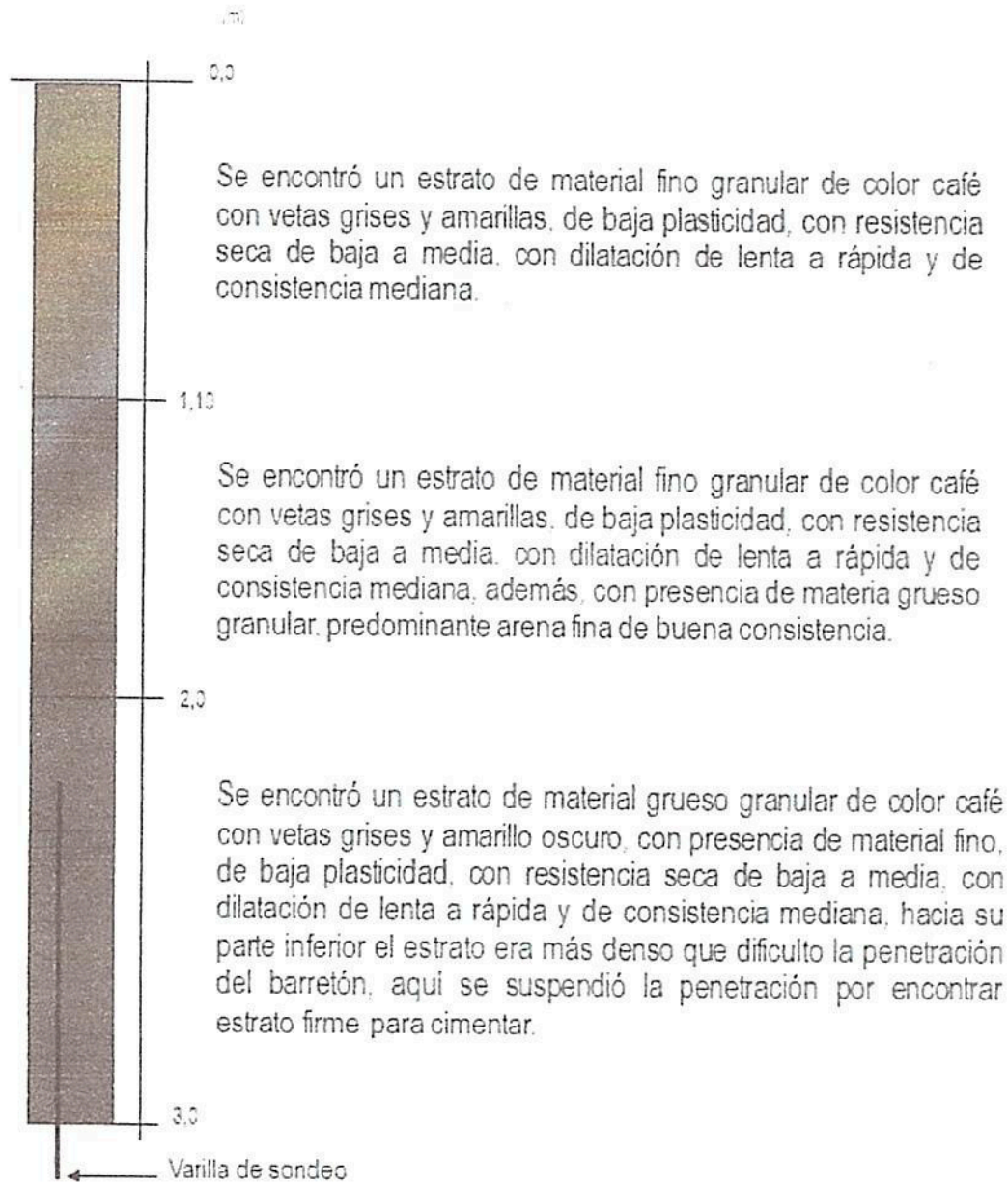
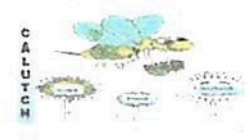
- De 0,0 m - 1,10 m, a esta profundidad se encontró un estrato de material fino granular de color café con vetas grises y amarillas, de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana.
- De 1,10 m - 2,0 m, a esta profundidad se encontró un estrato de material fino granular de color café con vetas grises y amarillas, de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana, además, con presencia de materia grueso granular, predominante arena fina de buena consistencia.
- De 2,0 m - 3,0 m, a esta profundidad se encontró un estrato de material grueso granular de color café con vetas grises y amarillo oscuro, con presencia de material fino, de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana, hacia su parte inferior el estrato era más denso que dificultó la penetración del barretón, aquí se suspendió la penetración por encontrar estrato firme para cimentar.



(GM-IC)
 Facultad de Ingeniería
 Programa de Ingeniería Civil
 Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverra

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCO

"Diego Luis Córdoba"
 Quibdó - Chocó
 NIT. 891 680089 - 4
 INGENIERIA CIVIL



Perfil de la perforación 1 (AP1)



(GAT-IC)
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Civil
Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverra

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ

"Diego Luis Córdoba"
Quibdó - Chocó
NIT. 891 680089 - 4
INGENIERÍA CIVIL



8. CARGAS TRANSMITIDAS POR LA ESTRUCTURA

De acuerdo con la información recibida del calculista se estiman cargas máximas de 30 ton., las cuales como se anoto antes se transmitirán al suelo de fundación a través de cimentaciones superficiales o profundas.

Se analizara la viabilidad de los dos casos:

9. ANALISIS DEL ESCENARIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.

De acuerdo con el perfil geotécnico se observa que el subsuelo esta conformado por:

1. Un estrato de suelo fino granular de color café con vetas grises y amarillas, este material presenta características de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida, de consistencia mediana y un comportamiento semiplástico por tener su contenido de humedad natural entre los limites plástico y liquido.
2. En el lote para el segundo estrato se encuentra un estrato de material fino granular de color café con vetas grises y amarillas, de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana, con presencia de material grueso granular, el cual es un estrato indicado para cimentar de acuerdo a las solicitudes de carga que se tiene para el tipo de estructura a construir.
3. Por ultimo encontramos una capa de suelo grueso granular de consistencia media a firme con presencia de material fino granular de color café, de compacidad media a alta y con buena capacidad portante, sin embargo no se tiene conocimiento de su espesor, lo cual debe comprobarse cuando se realicen las excavaciones para la cimentación de la estructura.

Del perfil geotécnico se puede deducir que una cimentación superficial es viable siempre y cuando se lleve a una profundidad de 1.30 m a 1.50 m a partir de la superficie actual, para llevar las cargas de la estructura a estratos de mejor capacidad portante teniendo en cuenta que no se quiere ningún tipo de asentamiento o si se presenta sea aceptable.



10. CIMENTACION DE LA ESTRUCTURA Y CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA LAS CIMENTACIONES.

De acuerdo con la información de campo y el análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio se plantea como alternativa para la cimentación de la edificación la utilización de cimentaciones superficiales mediante zapatas que se apoyaran en el estrato de suelo fino granular denso de color café con vetas grises y amarillas que se encuentra a partir de 1.0 m de profundidad aproximadamente.

Las zapatas se pueden apoyar directamente sobre el estrato o mediante un reemplazo del limo café con vetas grises y amarillas por material granular muy bien compactado, mínimo al 95% de la densidad máxima alcanzada por el material granular en la prueba proctor modificado, suelo cemento o concreto ciclópeo pobre de 0.50 a 1.0 m de profundidad. El reemplazo debe apoyarse en el limo café, tal como se indica en la siguiente figura:

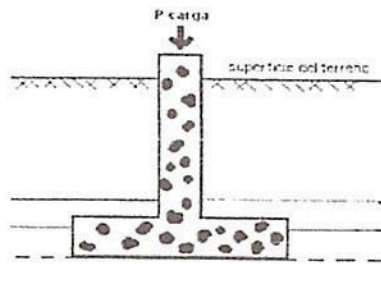


Figura 6: Cimentación directa sobre el limo.

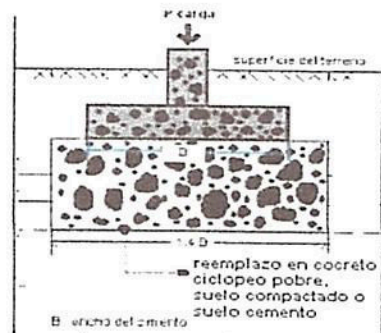


Figura 7. Cimentación mediante un reemplazo con material granular compactado, suelo cemento o concreto ciclópeo pobre.



Calculo de la Capacidad Portante del Suelo de Cimentación.

Para la cimentación de la estructura se recomienda una cimentación superficial constituida por zapatas rectangulares o cuadradas apoyadas a una profundidad de desplante de 1.50 m, o mediante un reemplazo en concreto ciclópeo apoyado a la misma profundidad m, es decir penetrando aproximadamente 0.90 m el estrato de limo que se encontró en las perforaciones.

La capacidad portante del suelo de cimentación se calculará con la teoría de capacidad portante de Terzaghi para cimentaciones superficiales, considerando falla por corte general.

Según lo anterior la capacidad portante última (σ_{ult}) de un suelo está dada por la siguiente expresión matemática.

$$\sigma_{ult} = CN_cS_c + \sigma'_o N_qS_q + 0.5\gamma' L N_\gamma S_\gamma$$

Donde:

- σ_{ult} : Capacidad de carga ultima del suelo de cimentación (Ton/m²)
- C → Cohesión del suelo (Ton/m²)
- σ'_o → Presión efectiva de sobrecarga del suelo por encima del nivel de cimentación. (Ton/m²)
- γ : Peso unitario del suelo de cimentación. (Ton/m³)
- B : Ancho de la cimentación. (m)
- L : Largo de la cimentación. (m)

N_c, N_q y N_γ → $f(\phi)$. Son factores adimensionales de capacidad de carga. Su valor depende del ángulo de fricción interna del suelo (ϕ).

La NSR - 10, en el título H, recomienda que estos factores sean calculados según las siguientes ecuaciones:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan (45^\circ + \phi/2).$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = 2(N_q - 1) \tan \phi$$

S_c, S_q y S_γ → Son factores de forma de la cimentación y dependen de B y L, se definen de acuerdo con el siguiente cuadro:



Cimentaciones Superficiales

TIPO DE ZAPATA	FACTORES DE FORMA		
	S_c	S_q	S_γ
CORRIDA	1.0	1.0	1.0
CIRCULAR	1.3	1.0	0.6
CUADRADA	1.3	1.0	0.8
RECTANGULAR	$(1 + 0.3 \frac{B}{L})$	1.0	$(1 - 0.2 \frac{B}{L})$

De acuerdo con el perfil estratigráfico la cimentación se apoyará en el estrato de limo café a una profundidad aproximada 1.30 m a 1.50 m.

Para estimar la capacidad portante última (σ_{ult}) del suelo de cimentación se toman para el estrato de limo café los siguientes parámetros de resistencia al corte de acuerdo con sus características físicas y mecánicas:

$$q_u = 0.712 \text{ Kg/cm}^2 \Rightarrow C = q_u / 2 = 0.712 / 2 = 0.356 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\phi = 0^\circ$$

El valor del peso unitario para cada estrato, se tomo teniendo en cuenta las características del suelo y las condiciones de humedad, de acuerdo con esto, para el suelo de cimentación se tomo un peso unitario promedio, γ_0 , de 1.80 Ton/m³, y para los suelos que suprayacen el suelo de cimentación se tomó un peso unitario promedio (γ) de 1.90 Ton/m³, estimados a partir de los pesos unitarios secos y el contenido de humedad, así:

Peso unitario del suelo de cimentación. $\gamma_0 = 1.80 \text{ Ton/m}^3$

Peso unitario del suelo de sobrecarga. $\gamma = 1.90 \text{ Ton/m}^3$

Estimada la capacidad de carga última (σ_{ult}) del suelo de cimentación, se calculará la capacidad portante admisible o permisible o de diseño (σ_{adm}) con un factor de seguridad (F.S.) de 3.0:



$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{ult}}{F.S} = \frac{\sigma_{ult}}{3.0}$$

Como cimentación superficial se utilizarán zapatas rectangulares o cuadradas colocadas a una profundidad de cimentación (D_f) de 1.50 m.

A continuación se procederá entonces a estimar la capacidad portante última (σ_{ult}) del suelo de cimentación de acuerdo con lo expuesto.

- ↪ **Suelo de cimentación : limo café ML**
 - ✓ Asumimos comportamiento puramente cohesivo
 - ✓ Parámetros de resistencia al corte : - $C = 0.356 \text{ Kg/cm}^2$
- $\phi = 0^\circ$

↪ **Tipo de cimentación:** Superficial – Zapatas cuadradas o rectangulares.

↪ **Calculo de la Capacidad Portante Última del Suelo de cimentación. (σ_{ult}).**

$$\sigma_{ult} = CN_c S_c + \sigma_0' N_q S_q + 0.5 \gamma' B N_\gamma S_\gamma$$

$$\phi = 0^\circ \Rightarrow 0.5 \gamma' B N_\gamma S_\gamma = 0$$

$$\sigma_{ult} = CN_c S_c + \sigma_0' N_q S_q$$

$$\sigma_0' = q_0 + \sum (\gamma_i \times z_i) = \gamma_1 z_1 + \gamma_2 z_2$$

$$\sigma_0' = (1.90)(1.30) + (1.80)(0.2)$$

$$\sigma_0' = 2.83 \text{ Ton/m}^2$$

Para $\phi = 0^\circ \rightarrow N_c = 5.7$
 $\rightarrow N_q = 1.0$

Factores de forma: $S_q = 1.0$
 $S_c = 1.3$

$$\sigma_{ult} = (5.7)(3.56)(1.3) + (2.83)(1.0)(1.0)$$

$$\sigma_{ult} = 26.38 + 2.83$$

$$\sigma_{ult} = 29.21 \text{ (Ton/m}^2\text{)}$$



↪ Cálculo de la capacidad portante admisible del suelo de cimentación (σ_{adm}).

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{ult.}}{F.S} = \frac{29.21}{3}$$

$$\sigma_{adm} = 9.74 \text{ (Ton/m}^2\text{)} = 10.0 \text{ (Ton/m}^2\text{)}$$

Las zapatas deben diseñarse teniendo en cuenta los siguientes criterios:

↪ LA PRESION DE CONTACTO (σ_{cont}) $\leq \sigma_{adm}$, es decir: $\frac{P}{B \times L} \leq \sigma_{adm}$

↪ El asentamiento que produce σ_{cont} , debe estar dentro del rango permisible.

Los asentamientos se estimaron con la carga máxima supuesta, teniendo en cuenta el índice de consolidación C_c , calculado de la siguiente manera:

$$C_c = 0.009(LL-10)$$

Y la relación de vacíos inicial e_0 calculada así:

$$e_0 = wG_s.$$

De esta manera el asentamiento se puede estimar de la siguiente manera:

$$S_e = \frac{B \times q_a}{E_s} (1 - \mu_s^2) \alpha_r$$

Donde

S_e : Asentamiento elástico

E_s : Modulo de elasticidad del suelo

μ_s : Relación de Poisson del suelo

$$S_e = \frac{1.5 \times 30}{2.5 \times 10^6} (1 - 0.4^2) \times 1.0$$

$$S_e = 1.403 \text{ mm}$$



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCO

(GAT-IC)
 Facultad de Ingeniería
 Programa de Ingeniería Civil
 Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverra

"Diego Luis Córdoba"
 Quibdó - Choco
 NIT. 891 680089 - 4
INGENIERIA CIVIL



Para la carga supuesta, los asentamientos estarán dentro de los rangos permitidos para este tipo de estructura y serán menores de 3 cm.

Cuando se lleve acabo el diseño de la estructura y se conozcan con precisión las cargas que transmite la estructura al suelo a través de sus columnas, se chequearan los asentamientos si es necesario, para tomar las medidas pertinentes, si la situación lo amerita.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ
 "Diego Luis Córdoba"
 Quibdó - Chocó
 NIT. 891 680089 - 4
INGENIERÍA CIVIL
 (GAT-IC)
 Facultad de Ingeniería
 Programa de Ingeniería Civil
 Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverra



11. CONCLUSIONES

- ↪ Los suelos encontrados son de origen aluvial, estos últimos formados por los procesos de sedimentación del Océano Pacífico y la quebrada Chocolatar, fundamentalmente se encuentra un lleno antrópico de suelo areno-limoso, piedras y limos que descansa sobre varios estratos de suelos formados por gravas arenosas de compactación mediana a compacta de color café oscuro con vetas grises y amarillas. Los suelos finos tienen capacidad portante baja a media. Los suelos gruesos tienen una capacidad portante buena.
- ↪ El nivel freático (N.F.), no se encontró durante las perforaciones pero tiene tendencia a ascender, ya que este es controlado por el océano Pacífico fuente aledaña al sitio del proyecto. Por esta razón la profundidad a la que se encuentra el manto freático depende de las subidas de esta fuente y por lo tanto fluctúa con las épocas de sequía y lluvia. En el área y en particular en el terreno de construcción del proyecto no se presentan condiciones de inundación. Este aspecto debe tenerse en cuenta en la construcción de cualquier obra subterránea.
- ↪ De acuerdo con la NSR-10, el Departamento del Chocó se encuentra en la zona de amenaza sísmica alta, es decir se pueden alcanzar aceleraciones laterales > 0.20 g., en particular el coeficiente A_a para el municipio de Bahía Solano es de 0.45g, por esto el diseño de cualquier estructura debe concebirse considerando amenaza sísmica alta, de tal manera que se tengan construcciones seguras para la vida humana ante la alta probabilidad de ocurrencia de sismos de alta magnitud e intensidad.



(GAT-IC)
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Civil
Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverra

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ

"Diego Luis Córdoba"
Quibdó - Chocó
NIT. 891 680089 - 4
INGENIERIA CIVIL

C
A
L
C
U
L
O
C
O



12. RECOMENDACIONES

- ⇒ Como solución de cimentación se recomienda una cimentación superficial directa sobre el limo inorgánica (ML) de color café oscuro con vetas grises y amarillas, mediante zapatas rectangulares o cuadradas, colocadas a una profundidad de 1.50 m, es decir penetrando aproximadamente 0.90 m en el estrato de cimentación y con una capacidad portante admisible de 10.0 Ton/m². También se podría hacer un reemplazo en concreto ciclópeo, suelo cemento o material granular bien compactado del suelo de fundación con las especificaciones dadas anteriormente, esta solución tiene la ventaja de que facilita el amarre de la cimentación.
- ⇒ Ningún tipo de estructura se deberá fundar sobre material con contenido orgánico, si este es encontrado se debe reemplazar en su totalidad, en la medida de lo posible, pues es susceptible de sufrir grandes deformaciones bajo la acción de cargas. Con aprobación del Ingeniero Geotecnista o un especialista en el área, los pisos y cualquier estructura menor se deberá fundar sobre un material granular con espesor de 0.20 m – 0.40 m, compactado con una densidad mínima que sea mayor que el 90% de la densidad máxima del proctor modificado. La compactación deberá realizarse en capas de espesor no mayor de 0.20 m (20 cm.).
- ⇒ Los pisos se apoyaran sobre un lleno compactado hecho con material granular, en caso de encontrar material orgánico, el reemplazo debe ser realizado con material granular limpio bien compactado tal como la grava arenosa que se extrae del río, al cual se le colocara en la parte superior material granular limpio del río con el objetivo de mejorar la superficie de apoyo y evitar que los pisos se mantengan húmedos por capilaridad.
- ⇒ De acuerdo con las normas Colombianas de construcción SISMORESISTENTE (NSR-10), para efectos locales de la respuesta sísmica de la edificación deben considerarse los siguientes parámetros Geotécnicos y Sísmicos:



PARÁMETROS GEOTECNICOS Y SISMICOS RECOMENDADOS PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA (De acuerdo con la NSR - 10)		
1	Suelo de cimentación de las zapatas	Fino granular
2	Profundidad de cimentación de las zapatas	$D_f = 1.50 \text{ m}$
3	Capacidad Portante Última de la zapata de cimentación, $Q_{ult.}$	$Q_{ult.} = 29.0 \text{ ton/m}^2$
4	Capacidad Portante admisible de la zapata de cimentación, $Q_{adm.}$	$Q_{adm.} = 10.0 \text{ ton/m}^2$
Para efectos locales de la respuesta sísmica de la Estructura:		
9	Zona de Amenaza Sísmica(NSR-10)	Alta
10	Coefficiente de Aceleración lateral Pico Efectiva	$A_a = 0.45g$
11	Tipo de Perfil de Suelos	D
12	Coefficiente de Sitio	$S = 1.5$
13	Coefficiente de Importancia	$I = 1.1$

- Para ayudar a atender las solicitudes de eventos sísmicos, las estructuras deberán rigidizarse en su fundación mediante vigas de amarre.
- Todos los llenos que se hagan alrededor de la estructura y obras accesorias, se deberán hacer con material granular de río.
- En la obra deberá disponerse de una copia de este informe como documento de apoyo y orientación en la construcción de las fundaciones.
- Cualquier modificación que se quiera realizar, deberá consultarse con un profesional competente, quien deberá tener en cuenta este estudio.
- Es importante que durante la construcción de las cimentaciones se mantenga informado al consultor sobre los avances de esta o se cuente con su presencia o en su defecto con un profesional especialista en el área de geotecnia, para que verifique que las condiciones de campo sean las esperadas de acuerdo con los resultados de este estudio, y para que el mismo indique los ajustes necesarios si la situación lo exige.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ
 (GAT-IC)
 Facultad de Ingeniería
 Programa de Ingeniería Civil
 Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverra

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ

"Diego Luis Córdoba"
 Quibdó - Chocó
 NIT. 891 680089 - 4
 INGENIERIA CIVIL



Quedamos a su disposición, para aclarar cualquier inquietud relacionada con este estudio, con gusto se darán las explicaciones y recomendaciones necesarias en la Universidad Tecnológica del Chocó "Diego Luis Córdoba".

Atentamente,

JOSÉ ALBERTO CÓRDOBA ARIAS
 Laboratorio de Suelos y Pavimentos
 Universidad Tecnológica del Chocó

EULOGIO PALACIOS CHAVERRA
 Director Programa Ingeniería Civil
 Universidad Tecnológica del Chocó



12. REFERENCIAS

1. DAS, Braja M. Principios de Ingenierías de Cimentación. International Thomson Editores. Cuarta Edición. México, 2002
2. DAS, Braja M. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Internacional Thomson Editores S.A., México, 2001.
3. DAS, Braja M. Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Internacional Thomson Editores S.A., México, 2001.
4. CUJAR CH. Germán. Cimentaciones Superficiales. Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Civil, Popayán 2003.
5. WHITLOW, Roy. Fundamentos de Mecánica de Suelos. Grupo Editorial Patria Cultural S.A., México, 2000
6. ARANGO VELEZ, Antonio. Propiedades Ingenieriles de los Suelos. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Minas, 1985.
7. BOWLES, Joseph E. Foundations Analysis and design. Editorial McGraw Hill, Cuarta Edición, Singapur. 1988.
8. JUÁREZ BADILLO et All. Mecánica de Suelos. Tomo 2. Editorial Limusa. 1996
9. NSR – 10 Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, Bogotá 2010
10. Ingeominas. Mapa Geológico del Departamento del Chocó, 2003.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCO

(GAT-IC)

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Civil

Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverra

"Diego Luis Córdoba"

Quibdó - Choco

NIT. 801 680089 - 4

INGENIERIA CIVIL



ANEXOS



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCO

(GAT-IC)
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Civil
Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverri

"Diego Luis Córdoba"
Quibdó - Choco
NIT. 891 680089 - 4
INGENIERIA CIVIL



ANEXO N° 1

ENSAYOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCO
 "Diego Luis Córdoba"
 Quibdó - Choco
 NIT. 891 680089 - 1
INGENIERIA CIVIL
 (GAT-IC)
 Facultad de Ingeniería
 Programa de Ingeniería Civil
 Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverra



ANEXO N° 2
FOTOGRAFIAS DEL TRABAJO DE CAMPO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ

"Diego Luis Córdoba"

Quibdó - Chocó

NIT. 891 630089 - 4

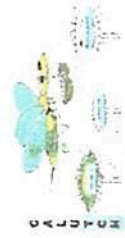
INGENIERIA CIVIL

(924) - JC

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Civil

Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverra



Trabajos en las perforaciones

Ciudadela Universitaria - Conmutador 6710237 Tel. Secret. 6710274 Fax 6710172 - AA. 292 B/ Nicolás Medrano
E - mail utch @ col2. Telecom. Com. Co - E - mail utch @ com. co



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCCO



(GAT-IC)

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Civil

Dirigido Ing. Fulgencio Palacios Chaverri

"Diego Luis Córdoba"

Quibdó - Chocó

NIT. 891 680089 - 4

INGENIERIA CIVIL



Trabajos en las perforaciones

Ciudadela Universitaria - Conmutador 6710237 Tel. Secret. 6710274 Fax 6710172 - AA. 292 B/ Nicolás Medrano
E - mail utch @ col2. Telecom. Com. Co - E - mail utch @ com. co



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCO

"Diego Luis Córdoba"

Quibdó - Choco

NIT. 891 680089 - 4

INGENIERÍA CIVIL

(SMT-IC)

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Civil

Dirigido Ing. Esteban Palacios Claverín



Trabajos en las perforaciones

148



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCO

"Diego Luis Córdoba"

Quibdó - Choco

NIT. 891 680039 - 4

INGENIERIA CIVIL

(GAT-IC)

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Civil

Dirigido Ing. Ecólogo Palacios Chaverria



Trabajos en las perforaciones

29

Ciudadela Universitaria -- Conmutador 6710237 Tel. Secret. 6710274 Fax 6710172 -- AA. 292 B/ Nicolás Medrano
E -- mail utch @ col2. Telecom. Com. Co -- E -- mail utch @ com. co



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCO

"Diego Luis Cántobal"

Quibdó - Choco

NIT. 891 638089 - 4

INGENIERIA CIVIL

(GAET-IC)

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Civil

Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverra



Trabajos en las perforaciones

30

Ciudadela Universitaria - Conmutador 6710237 Tel. Secret. 6710274 Fax 6710172 - AA. 292 B/ Nicolás Medrano
E - mail utich@colz.telecom.com.co - E - mail utich@cam.co

146



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCO

"Diego Luis Córdoba"

Quibdó - Choco

NIT. 891 630089 - 4

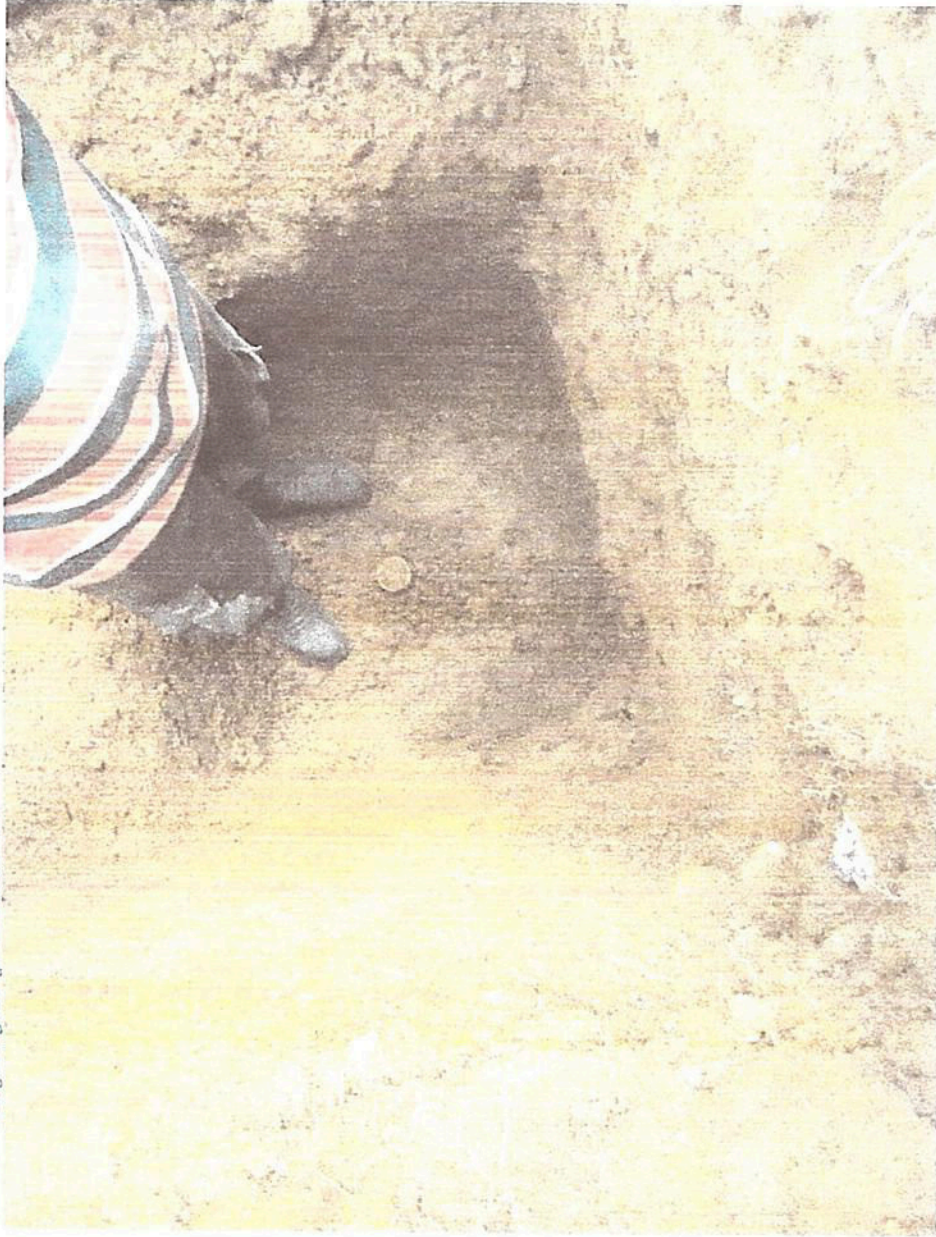
INGENIERIA CIVIL

(GAT-IC)

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Civil

Dirigido Ing. Eulogio Palacios Chaverre



Trabajos en las perforaciones

31

Ciudadela Universitaria - Conmutador: 6710237 Tel. Secret. 6710274 Fax 6710172 - AA. 292 B/ Nicolás Medrano
E - mail utich@col2.telecom.com.co - E - mail utich@com.co

21x



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCO

"Diego Luis Córdoba"

Quibdó - Choco

NIT. 891 680089 - 4

INGENIERIA CIVIL

(GAT-IC)

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Civil

Dirigido Ing. Eulogio Salazar Chaverria



Trabajos en las perforaciones

Handwritten mark



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ

"Diego Luis Córdoba"

Quibdó - Chocó

NIT. 891 680089 - 4

INGENIERIA CIVIL

(S.M.-IC)

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Civil

Dirigido Ing. Eulogio Peláez Chaves



Trabajos en las perforaciones

33

Ciudadela Universitaria - Conmutador 6710237 Tel. Secret. 6710274 Fax 6710172 - AA. 292 B/ Nicolás Medrano
E - mail utch @ col2. Telecom. Com. Co - E - mail utch @ com. co

1/19



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCO

"Diego Luis Córdoba"

Quibdó - Choco

NIT. 891 680039 - A

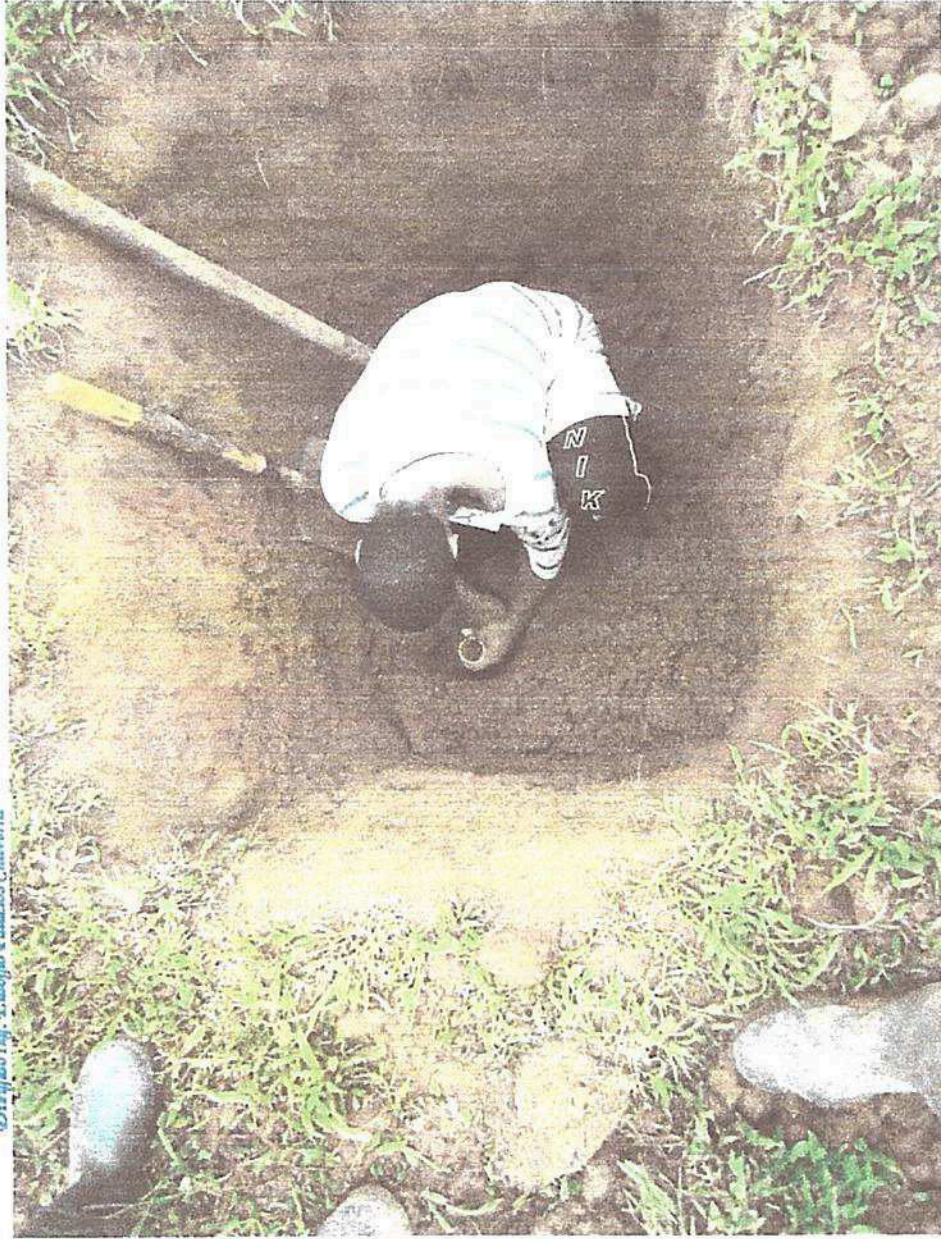
INGENIERIA CIVIL

IGAT-IC

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Civil

Dirigido por: Eulogio Palacios Chaverria



Trabajos en las perforaciones

150



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ

"Diego Luis Córdoba"

Quibdó - Chocó

NTT. 891 680089 - 4

INGENIERIA CIVIL

(527-10)

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Civil

Dirigido Ing. Eulogio Palacios Charverra



Trabajos en las perforaciones

Ciudadela Universitaria - Conmutador 6710237 Tel. Secret. 6710274 Fax 6710172 - AA. 292 B/ Nicolás Medrano
E - mail utch @ col2. Telecom. Com. Co - E - mail utch @ com. co