

## 7. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS DIQUES DEL ATRATO.

Por su origen como depósitos recientes y actuales los diques y orillares del Atrato presentan, en toda su extensión, propiedades geotécnicas similares, entre las cuales pueden mencionarse las siguientes:

- Granulometría de limos, arenas y arcillas, con algo de gravas y materia orgánica;
- Espesores del orden de metros hasta decenas de metros; si se incluye en la estratigrafía el fondo del relleno aluvial, el cual es desconocido, el espesor de sedimentos recientes puede ser del orden de centenares de metros;
- Nula cementación, suelos friccionantes con cohesión muy baja a nula, lo que los hace fácilmente erodables;
- Muy bajas capacidades portantes.

Por su importancia como lugares de asentamiento de las poblaciones, y para documentar con fines de usos urbanos o de otro tipo las potencialidades y limitaciones de estos diques, se aprovechó la información disponible sobre características y propiedades geotécnicas, tomando la información del Estudio de Navegabilidad del Río Atrato (U. del Valle - Dpto. de Fluídos, para MOPT, 1989, vol. 5, Anexo 1 "Estudio General de Suelos", p. 1- 27), la cual se transcribe en este Capítulo. En este Estudio se hicieron 6 sondeos con equipo de perforación, acompañadas de extracción de muestras con barreno manual. Los autores indican que la mayoría de los sitios en donde se realizaron las perforaciones y trincheras correspondían a zonas inundables con el nivel freático muy cercano a superficie, todas ellas localizadas en poblados, cerca de edificaciones (Figuras [7.1](#) a [7.6](#), al final del Capítulo).

Las columnas estratigráficas respectivas se ilustran a continuación. Los parámetros geotécnicos medidos corresponden a los siguientes:

- El número de golpes (**N**) son los necesarios para hincar un punzón 33 cms (1 pié), golpeando con una masa o martillo de peso conocido, dejándolo caer de una altura uniforme. En general, para N menor de 20 golpes, se puede decir que la capacidad portante de un suelo es deficiente: por debajo de un número N = 10, muy mala a pésima.
- El Límite Líquido (**LL**) y el Índice de Plasticidad (**IP**), son valores indicativos de la cantidad de agua a partir de la cual el suelo tiende a comportarse como un

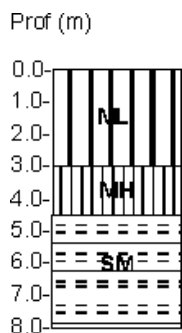
líquido y a deformarse plásticamente. Entre mayores sean estos índices, las condiciones geotécnicas de los suelos son de menor calidad.

- La Humedad Natural (**H. Nat.**), indica el grado de saturación de agua del suelo en el sitio. G, el valor de la Gravedad Específica, es equivalente a la relación del peso unitario del suelo con respecto a su contenido de agua. Para los ensayos se tomó como de 2,55 en promedio, con base en lo cual el Estudio asumió un valor, también promedio, de  $1.70 \text{ kg/cm}^3$ , como Peso Unitario.

## 7.1. Columnas estratigráficas.

De Sur a Norte las 6 perforaciones realizadas, con profundidades entre 7 y 12 metros son:

**Tagachí** (localización en Fig. 7.1)



**ML:**

Limos arenosos ( f ) de baja plasticidad y consistencia muy blanda. Contiene gravilla meteorizada.

LL = 30 a 36

IP = 5 a 7

H. Nat. = 33 a 41 %

N de golpes = 2

**MH:**

Limo de alta plasticidad de consistencia blanda.

N de golpes = 3

LL = 31

IP = 14

H. Nat = 66%

G = 2,565

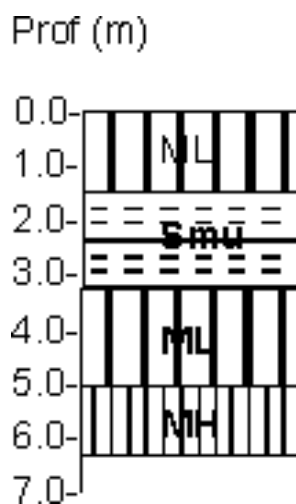
**SM:**

Arena mediana de compacidad relativa suelta a medianamente suelta.

N . de golpes varía entre 5 y 13.

Nivel freático: -1.5 metros ( en el momento de la perforación).

**Beté** (localización en Fig. 7.2)



**ML:**

Limo - arenoso ( f ) de baja plasticidad, consistencia muy blanda, con trazas de grava meteorizada.

LL = 39

IP = 11

H. Nat. = 31

**Smu:**

Arena ( f ) con trazas de grava meteorizada de consistencia muy blanda.

**ML:**

Limo arenoso ( f ) de baja plasticidad, consistencia blanda.

LL = 36

IP = 10

H. Nat. = 28

N de golpes varía entre 4 y 6 -G = 2,706

**MH:**

Limo arcilloso de alta plasticidad, de consistencia media.

N de golpes = 11

LL = 35

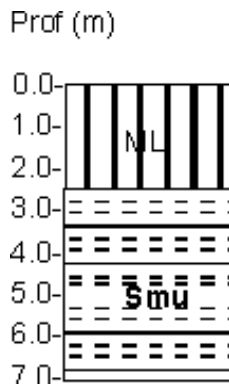
IP = 9

H. Nat. = 29

Nivel freático = - 80 metros ( en el momento de la perforación)

Nota. El sitio donde se realizó la perforación es inundable.

**Beté Calicata** (localización en Fig. 7.2)



ML:

Limo arenoso ( f ) de baja plasticidad de consistencia media con grava meteorizada.

LL = 35

IP = 8

H. Nat. = 25

Smu:

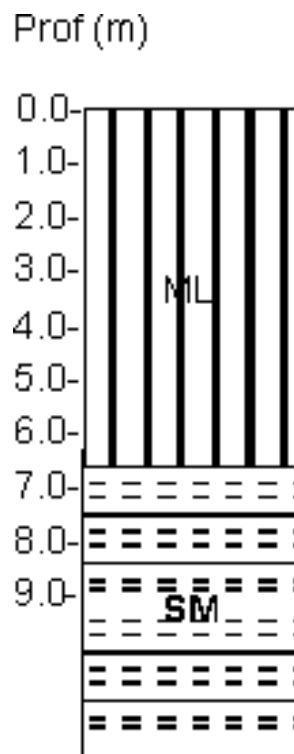
Arena fina con grava meteorizada de consistencia blanda a media.

LL = 34 a 39

IP = 7 a 10

H. Nat. = 24 a 33.

**Vigía del Fuerte** (localización en Fig. 7.3)



ML:

Limo de baja plasticidad de consistencia muy blanda ( N entre 2 y 4 ). Contiene materia orgánica.

LL = 33 a 36

IP = 5 a 8

H. Nat. = 39 a 42

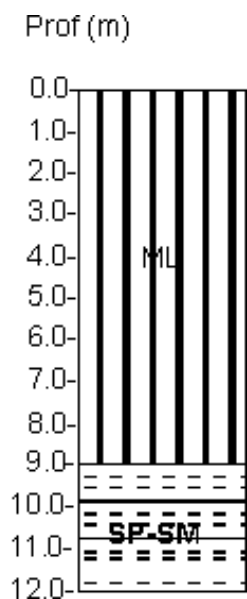
SM:

Arena ( f ). De capacidad media a suelta N entre 10 y 24.

G = 2,720

Nivel freático apareció a 2.0 metros pero la zona es inundable.

**Bojayá o Bellavista** (localización en Fig. 7.4)



ML:

Descapote 0.10 metros

Limo de baja plasticidad de consistencia muy blanda.

N varía con la profundidad de 0 a 6.

LL = 37 a 47

IP = 6 a 15

H. Nat. = 35 a 50

G = 2,636

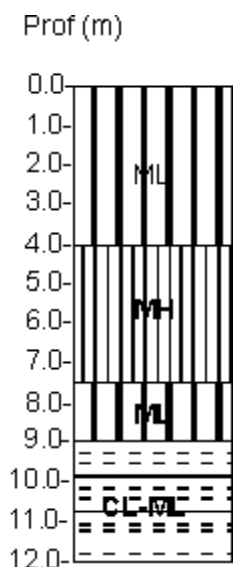
SP – SM:

Arena mediana a gruesa ( m. G. ) de compactación relativa suelta. N varía entre 10 y 11.

Nivel freático a -2.00 metros ( en el momento de la perforación ).

Nota. Es zona inundable.

**Curvaradó** (localización en Fig. 7.5)



**ML:**

Limos arenosos ( f ) de baja plasticidad, consistencia blanda.

N. de golpes = 3; LL = 39 a 48; IP = 12 a 15; H. Nat. = 37 a 48; G = 2,533

**MH:**

Limo arcilloso de baja plasticidad, consistencia muy blanda ( se enterró 2.00 metros la tubería con el peso del martillo ). N de golpes de 0 a 3.

LL = 65 a 76; IP = 22 a 30; H. Nat. = 81 a 100.

**ML:**

Limo arenoso ( f ) de baja plasticidad de consistencia blanda ( N = 4 ).

**CL – ML:**

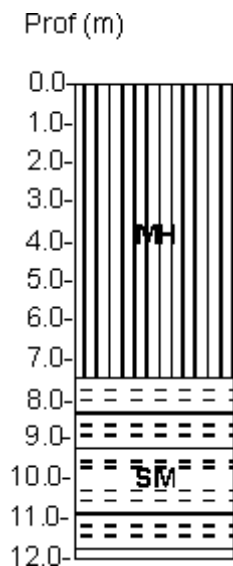
Arcilla limosa de baja plasticidad ( contiene madera en descomposición), de consistencia muy blanda.

N varía entre 4 y 6

Nivel freático a -1.00 - Zona inundable.



**Sautatá** (localización en Fig. 7.5)



**MH:**

Descapote 1.10 metros.

Limos arcillo arenosos ( f ) de alta plasticidad, con alto contenido de materia orgánica, de consistencia muy blanda.

LL = 53 a 56

IP = 10 a 13

H. Nat. = 83 a 100

G = 2,531

**SM:**

Arena limosa ( f ) de compacidad relativa suelta a media, contiene materia orgánica.

N varía entre 7 y 13.

## 7.2. Resultados.

El Estudio citado (U. del Valle para MOPT, 1989, vol. 5, Anexo 1), concluye que: *"En general se puede observar la presencia preponderante de arenas finas y limos de baja plasticidad, muy sueltos, con presencia de agua que hacen que su capacidad portante sea regularmente baja. Como consecuencia de lo anterior estos suelos son susceptibles de sufrir deformaciones y asentamientos apreciables así como a permitir fácilmente efectos inconvenientes como sifonamientos, licuefacción y socavación"*.

Los valores obtenidos de los parámetros geotécnicos Vs profundidad se ilustran en las figuras [7.7](#) a [7.10](#).

Excepto por los estratos más profundos en Vigía del Fuerte, en donde un nivel de arenas finas dio número de golpes de 16 y 24, todos los valores de los ensayos estuvieron por debajo de 15 y, entre los 2 y 6 metros de profundidad, por debajo de 7 golpes/pie (Fig. 7.7).

Estos valores, junto con la granulometría de los estratos (predominantemente limos y arenas) y los niveles freáticos superficiales, indican condiciones geotécnicas que favorecen altamente el potencial de licuefacción de los terrenos, por vibraciones sísmicas. Esto se demostró a raíz de los terremotos de octubre de 1992, que la produjeron de manera generalizada en muchos diques del Atrato Medio, en la región del antiguo cauce del río Sucio (Barranquillita, Bajirá) e incluso en Apartadó. En Murindó sus efectos destruyeron las obras de infraestructura enterrada y fueron responsables de los daños mayores en la mayoría de las edificaciones, incluso las de madera y paja.

La composición y condiciones geotécnicas de los diques, incluida la presencia de suelos orgánicos y estratos con palizadas, significan varias limitaciones para el emplazamiento de edificaciones y otras obras civiles de importancia. Entre estas limitaciones destacan:

- Necesidad de descapotes y reemplazamiento de suelos con otros materiales, sin posibilidades de volúmenes cercanos de gravas o de materiales de cantera.
- Dificultades de compactación de materiales de préstamo cercanos, limo-arenosos: una vez pasado cierto umbral de compactación, los materiales tratados pueden ser disturbados.
- Potencial de erosión y desbordamientos en zonas de préstamo.
- Alto potencial de sifonamiento y erosión alrededor de obras en materiales rígidos sometidos a la acción del río, tales como muelles y tuberías enterradas.

Hasta ahora, con la excepción de obras rígidas "importadas" de la región andina, tales como el hospital, el colegio y la alcaldía del Antiguo Murindó y algunas otras edificaciones en Vigía del Fuerte, las construcciones tradicionales se realizan en madera, sobre pilotes de soporte a alturas que superan los niveles de inundación conocidos en cada población. Sin embargo, las prácticas de cimentación sobre pilotes hincados a profundidad, muy comunes en el Litoral Pacífico entre Buenaventura y Tumaco no parecen aplicarse en el Atrato Medio. Sería recomendable explorar la disponibilidad en la región de maderas adecuadas (duras y resistentes al enterramiento en suelos saturados, como el mangle), con base en las cuales se podría hacer transferencia de tecnología apropiada de cimentaciones como las tradicionales del Pacífico. Un proyecto al respecto podría iniciarse, en fase piloto, para el emplazamiento de obras de interés colectivo. Por lo demás, actividades de este tipo, que busca disminuir la vulnerabilidad de instalaciones colectivas y de servicios públicos, sería un paso adelante para una región en la cual las normas sismo-resistentes (principalmente desarrolladas para construcciones en concreto) no aplican.

**Figura 7.1 Esquema perforación Tagachí - margen izquierda**

**Figura 7.2 Trinchera y perforación en Beté - margen izquierda**

**Figura 7.3 Perforación Vigía del Fuerte - margen derecha**

**Figura 7.4 Perforación Bellavista - margen izquierda**

**Figura 7.5 Perforación Curvaradó - margen derecha**



**Figura 7.6 Perforación Sautatá 12m - margen izquierda**

**Figura 7.7 Número de golpes vs. profundidad**  
**Figura 7.8 Límite Líquido vs. profundidad**

**Figura 7.9 Límite Plástico vs. profundidad**  
**Figura 7.10 Humedad Natural vs. profundidad**