

**LABORATORIO DE SUELOS & INGENIERIA DE CIMENTACIONES**

5TA NORTE Y BUENAVISTA  
MACHALA - EL ORO - ECUADOR

TELEFONOS: 2968683 - 097-931902

**ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS**

# **ESTUDIO DE SUELO INFORME GEOTÉCNICO**

**ANÁLISIS DE ASENTAMIENTO  
Y RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN**

**ELABORACION DE PLAN DE MEDIANO PLAZO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE MACHALA, PROVINCIA DE EL ORO**

**ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS**

---

**ELABORACION DE PLAN DE MEDIANO PLAZO PARA EL  
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE MACHALA.  
CANTON MACHALA - PROVINCIA EL ORO**

**1.- INTRODUCCION.**

A petición de la Ing. Nuria Valle se han realizado los trabajos de investigación geotécnica para el estudio de suelos como parte de los Estudios definitivos para la Elaboración de plan de mediano plazo para el mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de la Ciudad de Machala, del cantón Machala, provincia de El Oro. El presente informe cubre una memoria de los trabajos realizados, la descripción del suelo analizado, y las conclusiones y recomendaciones del caso.

**2.- GEOLOGIA GENERAL DE LA ZONA.**

La ciudad de Machala, del cantón Machala, se encuentra en el sur occidente del País, han ocurrido diferentes eventos tectónicos que van desde plegamientos hasta grandes fallas y franjas de rocas metamórficas con intrusiones magnéticas. El resultado, es la existencia de una amplia gama de rocas ígneas, intrusitas, extrusivas, sedimentarias y metamórficas. Siendo estas últimas las más próximas al área del proyecto.

Geológicamente el área del proyecto está formada por un depósito de suelo superficial fino estratificado, compuesto por capas alternadas de arcilla y arenas (arenas arcillosas) no consolidadas típico de los suelos de origen continental (suelos aluviales), son de origen cuaternario, los mismos que subyacen sobre la formación Puná.

La existencia de estratos alternados de arcilla y grava arenosa, es un indicativo de una alternabilidad en el predominio de un tipo u otro de depositación, a través de su historia geológica.



**ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS****3. - UBICACIÓN DE LOS SONDEOS REALIZADOS.**

Los sondeos realizados se encuentran ubicados de acuerdo al sector y a sus respectivas coordenadas geográficas como se indica en el siguiente cuadro:



| PERFORACION N° | COORDENADAS GEOGRAFICAS          | DIRECCION                                | BARRIO                   | SECTOR         |
|----------------|----------------------------------|--|--------------------------|----------------|
| P#1            | N= 9'641.379,27<br>E= 616.043,11 | Circunvalación Norte y Palmeras          | El Porvenir              | Jubones        |
| P#2            | N= 9'639.611,35<br>E= 617.148,84 | Av. 9na Norte                            | Urbanización La Carolina | La Providencia |
| P#3            | N= 9'640.372<br>E= 616.191       | Calle Guayas y 8va A Norte y 8va B Norte | Corina Parral            | Jubones        |
| P#4            | N= 9'640.541,56<br>E= 614.831,33 | 25 de Junio y Av. 7ma Oeste              | Buenos Aires             | Machala        |
| P#5            | N= 9'640.484,21<br>E= 613.786,27 | Av. 4ta "A" Sur                          | Cdla. Del Chofer         | Machala        |
| P#6            | N= 9'639.796,48<br>E= 615.034,37 | Ayacucho entre Pichincha y Arizaga       | San Martin               | Machala        |
| P#7            | N= 9'638.802,49<br>E= 615.688,60 | Calle 10 de Agosto y 2da Diagonal Sur    | Las Acacias              | La Providencia |
| P#8            | N= 9'639.218,55<br>E= 614.209,66 | Palmeras y 13ava Sur                     | Las Carretas             | Machala        |

**ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS**

---

#### **4. - INVESTIGACION REALIZADA**

El trabajo de campo consistió en realizar 6 perforaciones de 10,00 m y 2 perforaciones de 5,00 m, con tomas de muestras a cada 1,50 metros de profundidad.

En las muestras obtenidas de cada uno de los estratos encontrados se realizaron todos los ensayos índices de laboratorio y se clasificaron de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Para la ejecución de los ensayos de laboratorio se siguió las normas INEN y ASTM.

En los anexos del informe se incluye el cuadro que resume en forma gráfica los resultados de los ensayos mecánicos y los registros los que a más de describir los diferentes estratos encontrados se proporcionan los valores numéricos obtenidos.

#### **4.1 - TRABAJO DE OFICINA**

Con los datos obtenidos en el campo y el laboratorio se ha preparado el siguiente anexo.

ANEXO 1: Corresponden a la hoja de resumen de los trabajos realizados en el campo y laboratorio, en la que se incluyen los siguientes datos:

- Numero de la muestra y profundidad de la misma.
- Ubicación del nivel freático
- Clasificación S.U.C.S.
- Perfil estratigráfico del suelo
- Descripción de los materiales encontrados
- Contenidos de Humedad Natural
- Límites de Consistencia: Límite Líquido, Límite Plástico
- Granulometría por lavado: % pasante Tamiz # 4, # 40 y # 200
- Valores de resistencia (S.P.T.) de los estratos.



# LABORATORIO DE SUELOS & INGENIERIA DE CIMENTACIONES

5TA NORTE Y BUENAVISTA  
MACHALA - EL ORO - ECUADOR

TELEFONOS: 2968683 - 097-931902

## ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS

### 4.2.- TRABAJO DE CAMPO: INVESTIGACION DEL SUBSUELO

| PEFORACION # | PROFUNDIDAD (m) | DESCRIPCION DE LOS ESTRATOS                                     | CLASIFICACION SUCS | Nivel freático (m) |
|--------------|-----------------|---|--------------------|--------------------|
| N°1          | 0,50 -1,00      | Relleno con material de desalojo                                | Relleno            |                    |
|              | 1,50 -2,00      | Arcilla color café consistencia muy blanda                      | CL                 | 1,10               |
|              | 2,50 -3,00      | Arcilla café consistencia muy blanda                            | CH                 |                    |
|              | 4,00 -4,50      | Arena fina arcillosa color gris, compacidad relativa muy suelta | SC                 |                    |
|              | 5,50 -6,00      | Arena fina arcillosa color gris, compacidad relativa muy suelta | SC                 |                    |
|              | 7,00 -7,50      | Arcilla color gris, consistencia blanda                         | CL                 |                    |
|              | 8,50 -9,00      | Arcilla color gris, consistencia blanda                         | CL                 |                    |
|              | 9,50 -10,00     | Arcilla color gris, consistencia blanda                         | CL                 |                    |



# LABORATORIO DE SUELOS & INGENIERIA DE CIMENTACIONES

STA NORTE Y BUENAVISTA  
MACHALA - EL ORO - ECUADOR

TELEFONOS: 2968683 - 097-931902

## ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS

| PEFORACION # | PROFUNDIDAD (m) | DESCRIPCION DE LOS ESTRATOS  | CLASIFICACION SUCS | Nivel freático (m) |
|--------------|-----------------|--|--------------------|--------------------|
| N°2          | 0,00-0,55       | Relleno con material de desalojo   | Relleno            |                    |
|              | 0,50 -1,00      | Arcilla color café consistencia blanda                                     | CL                 | 0,87               |
|              | 1,50 -2,00      | Arcilla arenosa café consistencia firme                                    | CL                 |                    |
|              | 2,50 -3,00      | Arena fina arcillosa color café, compacidad relativa suelta                | SC                 |                    |
|              | 4,00 -4,50      | Arena color café, compacidad relativa firme                                | SC                 |                    |
|              | 5,50 -6,00      | Arena fina con conchillas color gris, compacidad relativa firme            | SC                 |                    |
|              | 7,00 -7,50      | Arena fina con conchillas color gris, compacidad relativa firme            | SC                 |                    |
|              | 8,50 -9,00      | Arena fina arcillosa con conchillas color gris, compacidad relativa suelta | SC                 |                    |
|              | 9,50 -10,00     | Arcilla limosa color gris, consistencia blanda                             | CL                 |                    |





# LABORATORIO DE SUELOS & INGENIERIA DE CIMENTACIONES

STA NORTE Y BUENAVISTA  
MACHALA - EL ORO - ECUADOR

TELEFONOS: 2968683 - 097-931902

## ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS

| PEFORACION # | PROFUNDIDAD (m) | DESCRIPCION DE LOS ESTRATOS                              | CLASIFICACION SUCS | Nivel freático (m) |
|--------------|-----------------|--|--------------------|--------------------|
| N°3          | 0,00-0,05       | Capa de Hormigon   | Hormigón           |                    |
|              | 0,05-0,15       | Relleno con Lastre café                                  | Relleno            |                    |
|              | 0,50 -1,00      | Arcilla limosa café consistencia blanda                  | CL                 | 1,40               |
|              | 1,50 -2,00      | Arcilla limosa café consistencia blanda                  | CL                 |                    |
|              | 2,50 -3,00      | Limo de mediana plasticidad café consistencia muy blanda | MH                 |                    |
|              | 4,00 -4,50      | Limo con arena fina café consistencia media              | ML                 |                    |
|              | 5,50 -6,00      | Arena color gris, compacidad relativa firme              | SC                 |                    |
|              | 7,00 -7,50      | Arena color gris, compacidad relativa muy firme          | SP                 |                    |
|              | 8,50 -9,00      | Arena color gris, compacidad relativa muy firme          | SP                 |                    |
|              | 9,50 -10,00     | Arcilla color gris oscuro, consistencia blanda           | CL                 |                    |



# LABORATORIO DE SUELOS & INGENIERIA DE CIMENTACIONES

5TA NORTE Y BUENAVISTA  
MACHALA - EL ORO - ECUADOR

TELEFONOS: 2968683 - 097-931902

## ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS

| PEFORACION # | PROFUNDIDAD (m) | DESCRIPCION DE LOS ESTRATOS                                       | CLASIFICACION SUCS | Nivel freático (m) |
|--------------|-----------------|---|--------------------|--------------------|
| N°4          | 0,50 -1,00      | Arcilla color café oscuro consistencia muy blanda                 | CL                 | 0,28               |
|              | 1,50 -2,00      | Arena arcillosa color café, compacidad relativa suelta            | SC                 |                    |
|              | 2,50 -3,00      | Arena fina arcillosa color café, compacidad relativa firme        | SC                 |                    |
|              | 3,50 -4,00      | Arena gruesa café a gris, compacidad relativa firme               | SM                 |                    |
|              | 4,50 -5,00      | Arena gruesa color gris con conchillas, compacidad relativa firme | SC                 |                    |





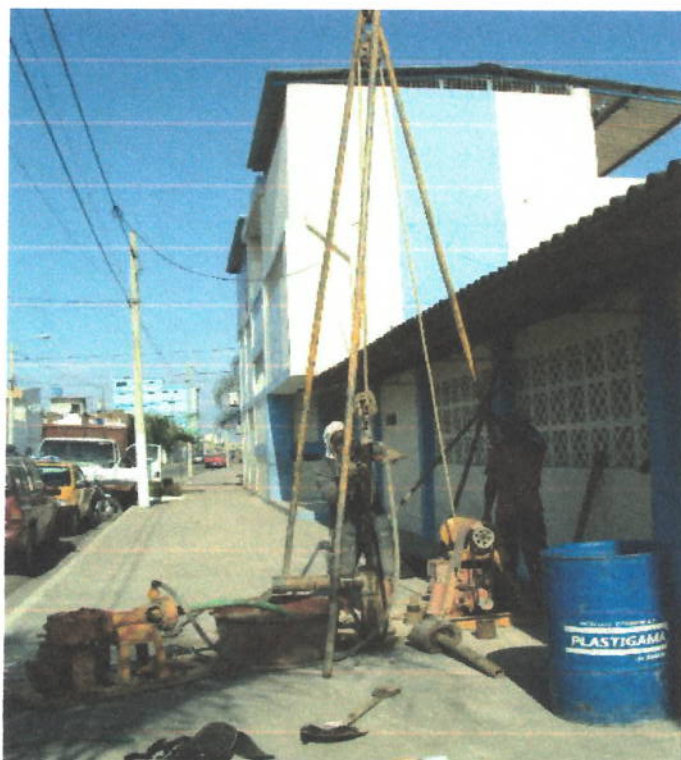
# LABORATORIO DE SUELOS & INGENIERIA DE CIMENTACIONES

5TA NORTE Y BUENAVISTA  
MACHALA - EL ORO - ECUADOR

TELEFONOS: 2968683 - 097-931902

## ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS

| PEFORACION # | PROFUNDIDAD (m) | DESCRIPCION DE LOS ESTRATOS                                 | CLASIFICACION SUCS | Nivel freático (m) |
|--------------|-----------------|---|--------------------|--------------------|
| N°5          | 0,00-0,10       | Capa de Hormigon  | Hormigón           |                    |
|              | 0,10-0,25       | Relleno con lastre  | Relleno            |                    |
|              | 0,25-0,30       | Capa de Hormigón  | Hormigón           |                    |
|              | 0,30-0,85       | Material de relleno   | Relleno            |                    |
|              | 1,50 -2,00      | Arcilla arenosa café consistencia blanda                    | CL                 | 1,10               |
|              | 2,50 -3,00      | Arcilla arenosa color café, consistencia firme              | CL                 |                    |
|              | 4,00 -4,50      | Arena arcillosa color gris, compacidad relativa firme       | SC                 |                    |
|              | 5,50 -6,00      | Arena fina gris, compacidad relativa firme                  | SC                 |                    |
|              | 7,00 -7,50      | Arena fina color gris, compacidad relativa suelta           | SC                 |                    |
|              | 8,50 -9,00      | Arcilla plástica color gris oscuro, consistencia muy blanda | CH                 |                    |
|              | 9,50 -10,00     | Arcilla plástica color gris, consistencia blanda            | CL                 |                    |



# LABORATORIO DE SUELOS & INGENIERIA DE CIMENTACIONES

STA NORTE Y BUENAVISTA  
MACHALA - EL ORO - ECUADOR

TELEFONOS: 2968683 - 097-931902

## ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS

| PEFORACION # | PROFUNDIDAD (m) | DESCRIPCION DE LOS ESTRATOS                                 | CLASIFICACION SUCS | Nivel freático (m) |
|--------------|-----------------|---|--------------------|--------------------|
| N°6          | 0,00 - 0,80     | Material de relleno   | Relleno            | 0,45               |
|              | 0,80 - 1,00     | Arcilla plástica color café oscuro consistencia muy blanda  | CL                 |                    |
|              | 1,50 - 2,00     | Arcilla limosa color café, consistencia muy blanda          | CL                 |                    |
|              | 2,50 - 3,00     | Arena color café, compacidad relativa muy suelta            | SC                 |                    |
|              | 4,00 - 4,50     | Arcilla color gris, consistencia blanda                     | CL                 |                    |
|              | 5,50 - 6,00     | Arcilla color gris, consistencia blanda                     | CL                 |                    |
|              | 7,00 - 7,50     | Arena gris, con conchillas de compacidad relativa muy firme | SC                 |                    |
|              | 8,50 - 9,00     | Arena gris, con conchillas de compacidad relativa suelta    | SC                 |                    |
|              | 9,50 - 10,00    | Arena gris, con conchillas de compacidad relativa suelta    | SC                 |                    |





# LABORATORIO DE SUELOS & INGENIERIA DE CIMENTACIONES

5TA NORTE Y BUENAVISTA  
MACHALA - EL ORO - ECUADOR

TELEFONOS: 2968683 - 097-931902

## ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS

| PEFORACION # | PROFUNDIDAD (m) | DESCRIPCION DE LOS ESTRATOS  | CLASIFICACION SUCS | Nivel freático (m) |
|--------------|-----------------|--|--------------------|--------------------|
| N°7          | 0,00 - 0,06     | Capa de Hormigón   | Hormigón           |                    |
|              | 0,06 - 0,56     | Relleno con lastre gris  | Relleno            |                    |
|              | 0,50 - 1,00     | Arcilla color café consistencia firme                                      | CL                 | 1,50               |
|              | 1,50 - 2,00     | Arcilla plástica color café oscuro, consistencia muy blanda                | CH                 |                    |
|              | 2,50 - 3,00     | Arcilla plástica café, de consistencia blanda                              | CL                 |                    |
|              | 4,00 - 4,50     | Arcilla arenosa color café-gris, consistencia media                        | CL                 |                    |
|              | 5,50 - 6,00     | Arena gruesa arcillosa, color gris, compacidad relativa suelta             | SC                 |                    |
|              | 7,00 - 7,50     | Arcilla gravosa con lentes de arena, color gris oscuro, consistencia firme | CL                 |                    |
|              | 8,50 - 9,00     | Arcilla con lentes de arena, color gris, consistencia media                | CL                 |                    |
|              | 9,50 - 10,00    | Arcilla limosa color gris de consistencia media                            | CL                 |                    |



# LABORATORIO DE SUELOS & INGENIERIA DE CIMENTACIONES

5TA NORTE Y BUENAVISTA  
MACHALA - EL ORO - ECUADOR

TELEFONOS: 2968683 - 097-931902

## ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS

| PEFORACION # | PROFUNDIDAD (m) | DESCRIPCION DE LOS ESTRATOS                                 | CLASIFICACION SUCS | Nivel freático (m) |
|--------------|-----------------|---|--------------------|--------------------|
| N°8          | 0,00 - 0,06     | Capa de Hormigón  | Hormigón           |                    |
|              | 0,06 - 0,57     | Relleno con lastre café                                     | Relleno            |                    |
|              | 0,50 - 1,00     | Arcilla plástica color café consistencia blanda             | CH                 | 0,90               |
|              | 1,50 - 2,00     | Arcilla plástica color café oscuro, consistencia muy blanda | CH                 |                    |
|              | 2,50 - 3,00     | Arena arcillosa, color gris, compacidad relativa muy suelta | SC                 |                    |
|              | 3,50 - 4,00     | Arena arcillosa, color gris, compacidad relativa muy firme  | SC                 |                    |
|              | 4,50 - 5,00     | Arena fina arcillosa, color gris, compacidad relativa firme | SC                 |                    |





**ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS**

---

**4.3.- ESTRATIGRAFIA DEL SITIO INVESTIGADO.**

El suelo analizado hasta los 5,00 y 10,00 m de profundidad respectivamente de acuerdo a lo solicitado, presenta los siguientes estratos definidos:

AL NORTE (sector1): presenta superficialmente una capa de relleno hasta los 1,00 m de profundidad. Luego aparecen estratos de Arcilla blanda color café, hasta los 3,00 m de profundidad. Luego aparecen estratos de Arena fina color café –gris, hasta los 6,00m de profundidad y finalmente aparecen estratos de Arcilla blanda, color gris, hasta los 10,00m de profundidad.



AL SUR (sector 7 y 8): los estratos varían por sector pero en resumen general se encuentran superficialmente capas de relleno entre los 0,56 y 0,57 m de profundidad. Luego aparecen estratos de Arcilla blanda color café, hasta los 3,00 m de profundidad. Luego aparecen estratos de Arena de grano medio y fino, color gris, hasta los 6,00m de profundidad y finalmente aparecen estratos conformados por Arcillas con lentes de arena, color gris, hasta los 10,00 m de profundidad.



CENTRO (sector 3 y 4): los estratos varían por sector pero en resumen general se encuentran superficialmente una capa de relleno hasta los 0,45 m de profundidad.

**ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS**

---

Luego aparecen estratos de Arcilla de mediana plasticidad hasta los 1,00 m de profundidad. Luego aparecen estratos de Arenas finas color café a gris, hasta los 6,00 m de profundidad y finalmente aparece estratos de arcilla blanda color gris, hasta los 10,00 m de profundidad.



CENTRO (Sector 6): superficialmente se encuentra una capa de relleno hasta los 0,80 m de profundidad. Luego se encuentran estratos de Arcilla de mediana plasticidad hasta los 2,00 m de profundidad, luego aparecen estratos de Arenas finas color café, hasta los 3,00 m de profundidad y finalmente aparece estratos de arcilla blanda color gris, hasta los 10,00 m de profundidad.



AL ESTE (sector 2): superficialmente se encuentra una capa de relleno con material de desalojo hasta los 0,55 m de profundidad. Luego presenta estratos de Arcilla de color café de consistencia blanda a firme hasta los 2,00 m de profundidad. Luego aparecen estratos de Arena fina con conchillas de compacidad relativa firme a suelta, y se encuentra hasta los 9,00 m de profundidad. Finalmente aparece un estrato de Arcilla de consistencia blanda, color gris, hasta los 10,00 m de profundidad.



**ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS**

---



AL OESTE (sector 5): superficialmente se encuentra una capa de relleno hasta los 0,85 m de profundidad. Luego presenta estratos de Arcilla de color café de consistencia blanda a firme hasta los 3,00 m de profundidad. Luego aparecen estratos de Arena fina con conchillas de compacidad relativa firme a suelta, y se encuentra hasta los 7,50 m de profundidad. Finalmente aparecen estratos de Arcilla de consistencia muy blanda a blanda, color gris, hasta los 10,00 m de profundidad.



### **5.-CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO.**

Se efectuó el análisis de cimentación directa, para lo cual a partir de los ensayos de laboratorio se efectuaron correlaciones estratigráficas y estadísticas, para las evaluaciones físicas mecánicas de la capacidad portante del suelo para producir un asentamiento máximo de 2,50 cm. esto es, dentro del límite permisible.

La capacidad de carga admisible en suelos finos cohesivos y friccionantes se obtiene a través del criterio de Resistencia al corte y asentamiento mediante la teoría de Karl Terzaghi para cimentaciones poco profundas y de tipo corridas, se expresa así:

# LABORATORIO DE SUELOS & INGENIERIA DE CIMENTACIONES

STA NORTE Y BUENAVISTA  
MACHALA - EL ORO - ECUADOR

TELEFONOS: 2968683 - 097-931902

## ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS

$$q_{ult} = c' N_c + \gamma D_f N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma$$

La capacidad de carga admisible se obtiene con el criterio de carga límite, esta se divide para un factor de seguridad, el cual depende del tipo de suelo y del grado de exactitud en la determinación de los parámetros de diseño para obtener la capacidad de carga admisible "q<sub>a</sub>". El factor de seguridad asumido en el presente diseño es de FS= 3:

El cálculo de capacidad Admisible del suelo natural sin considerar relleno de mejoramiento se resume en el siguiente cuadro:

| PERFORACION Nº | ANCHO DE LA CIMENTACION MINIMA ESTIMADA (m.) | PROFUNDIDAD DE DESPLANTE CIMENTACION (m.) | PROFUNDIDAD DE ANALISIS (m.) | PRESION ADMISIBLE DEL SUELO (Kg/cm <sup>2</sup> )= q <sub>adm</sub> |
|----------------|--|---|------------------------------|---|
| 1              | 1,50   | -1,00                                     | 2,50 - 3,00                  | 0,20  |
|                | 1,50   | -1,00                                     | 4,00 - 4,50                  | 0,30  |
| 2              | 1,50   | -1,00                                     | 1,50 - 2,00                  | 0,73  |
|                | 1,50   | -1,00                                     | 2,50 - 3,00                  | 0,77  |
| 3              | 1,50   | -1,00                                     | 1,50 - 2,00                  | 0,33  |
|                | 1,50   | -1,00                                     | 2,50 - 3,00                  | 0,67  |
| 4              | 1,50   | -1,00                                     | 1,50 - 2,00                  | 0,60  |
|                | 1,50   | -1,00                                     | 2,50 - 3,00                  | 0,93  |
| 5              | 1,50   | -1,00                                     | 1,50 - 2,00                  | 0,43  |
|                | 1,50   | -1,00                                     | 2,50 - 3,00                  | 0,70  |
| 6              | 1,50   | -1,00                                     | 2,50 - 3,00                  | 0,33  |
|                | 1,50   | -1,00                                     | 4,00 - 4,50                  | 0,33  |
| 7              | 1,50   | -1,00                                     | 2,50 - 3,00                  | 0,40  |
|                | 1,50   | -1,00                                     | 3,50 - 4,00                  | 0,57  |
| 8              | 1,50   | -1,00                                     | 2,50 - 3,00                  | 0,40  |
|                | 1,50   | -1,00                                     | 3,50 - 4,00                  | 1,43  |

En forma general se resume que el estrato entre 2,50 y 3,00 metros de profundidad tiene una presión admisible promedio de 0,55 Kg/cm<sup>2</sup> en toda el área investigada. A partir de los 4,00 y 4,50 m de profundidad, la presión admisible del suelo promedio es de 0,70 Kg/cm<sup>2</sup>.

El nivel freático en el día de investigación de campo se lo determinó a los 0,28 m a 1,50 m de profundidad.



**ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS**

De acuerdo a las características que presenta, se recomienda excavar y desalojar hasta los 2,00 metros de profundidad, considerando un relleno de mejoramiento bajo la cimentación de 1,00 metro (incluyendo un replantillo de 10 cm de espesor), cuya característica y forma de compactación se detallan en el artículo 8 de este informe.

**6.- COTAS DE CIMENTACION.**

Analizados los Registros de perforación se ha determinado que las cotas de cimentación deberán estar situadas a la profundidad que se indica en el siguiente cuadro:

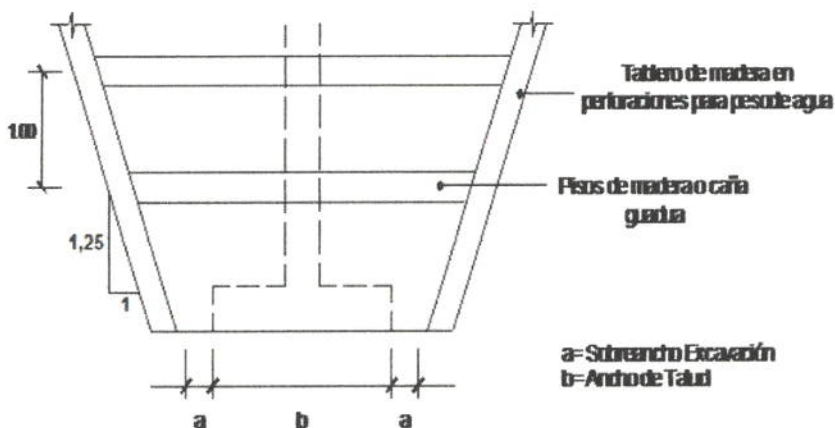
| PERF. N° | COTA BOCA PERFORACION (m.) | COTA CIMENTACION (m.) | PROFUNDIDAD EXCAVACION (m) | RELLENO MEJORAMIENTO BAJO LA CIMENTACION (m.) | PRESION ADMISIBLE DEL SUELO DE MEJORAMIENTO (Kg./cm <sup>2</sup> ) qadm |
|----------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|---|---|
| 1        | +0,00                      | - 1,00                | - 2,00                     | 1,00*   | 0,80  |

\* CONSIDERAR 10 CM DE REPLANTILLO

**7.- EXCAVACIONES Y RELLENOS.-**

Para las excavaciones que se van a realizar en suelos arcillosos arenosos sueltos de fácil erosión deberán protegerse las paredes de la excavación con los entibamientos necesarios para evitar el deslizamientos de los mismos por la presencia del nivel freático.

El talud recomendado para la excavación hasta el nivel de desplante de la cimentación será 1 H: 1,25 V



## **8.- RECOMENDACIONES PARA EL SUELO DE FUNDACION.-**

### **MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN EN GENERAL:**

Para la construcción de estructuras de hormigón armado de hasta 3 plantas, en forma general, se recomienda hacer el siguiente mejoramiento del suelo: realizar la excavación y desalajo hasta la profundidad de - 2,00 metros, desde cota de boca de perforación +0,00, y se deberá colocar un relleno de mejoramiento de 1,00 m bajo la cimentación (considerando 10 cm de replantillo), con la finalidad de mejorar las condiciones portantes y de trabajabilidad del suelo, debido a que la capa superior es una capa de arcilla blanda de baja capacidad portante.

En la etapa constructiva, cuando se realicen las excavaciones para las cimentaciones, los suelos producto de la excavación deberán ser retirados y en su lugar deberán colocarse materiales granulares, material rocoso ó combinaciones de ambos (grava-arena) TIPO CALICHANA O CHAGUANA, libre de material orgánico y escombros, el porcentaje que pase el tamiz # 200 no deberá ser mayor del 20 %, tendrá un índice plástico menor a 6 y el valor del C.B.R. será mayor al 30%, compactadas en capas no mayores de 30 cm. cuya densidad de compactación no deberá ser menor al 95 % de la máxima densidad fijado por el ensayo AASHTO T-180 MODIFICADO obtenido en el Laboratorio. La primera capa deberá realizarse con material granular grueso (piedra bola) con diámetros no mayores a 12" que servirá para estabilizar el suelo de fundación, esta capa será de 0,40 m de espesor. Para la siguiente capa el material deberá tener una granulometría más fina que la capa anterior con agregados no mayores de 6", esta capa será de 0,50 m de espesor. Si existe una indentación de la primera capa de relleno deberá colocarse material hasta alcanzar la cota recomendada de cimentación.

Para la etapa constructiva del proyecto una vez realizado el relleno de acuerdo con las recomendaciones dadas y comprobados sus densidades en cada una de las capas de relleno y con la finalidad de mejorar las condiciones de trabajabilidad del suelo deberá fundirse un contrapiso de hormigón simple de 0,10 cm. de espesor con una resistencia de  $f_c$  de 180 Kg/cm<sup>2</sup>, sobre la que se asentará la estructura a construirse.

## **9.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES: para estructuras de Hªª.**

9.1- Las recomendaciones que se hacen en el presente estudio están correlacionados a los datos obtenidos en el campo y laboratorio y cualquier cambio de ellas implicará revisar los parámetros de diseño.



**ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS**

---

Bajo estas condiciones la cimentación debe tener las siguientes características:

- **Cota de cimentación:** Se implantará la cimentación en la cota: -1,00 m.
- **Tipo de cimentación:** CIMENTACIÓN DIRECTA (Hasta 3 plantas).
- **Relleno bajo la cimentación:** primera capa de 0,40 m. de piedra bola con diámetros < a 30 cm, segunda capa de 0,50 m de grava arenosa (GP), y finalmente un replantillo de H°S° de 10 cm de espesor de  $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$ .
- **Capacidad admisible del suelo considerando un relleno de MEJORAMIENTO compactado:**  $0,80 \text{ Kg/cm}^2$  (8,00 Ton/m<sup>2</sup>) para un FS de 3
- **Asentamientos:** máximo 2,50 cm.

9.2.-El contrapiso de hormigón simple se fundirá una vez compactado el suelo y que se encuentre sin excesos de agua.

9.3.- Durante la excavación de suelo y/o en casos de lluvias, se recomienda tener a disposición un bombeo adecuado para abatir el nivel freático, con la finalidad de que el relleno se realice con la humedad óptima de compactación y las densidades de las capas no serán menores al 95% de la densidad del Próctor de laboratorio.

9.4.- Se recomiendan entibar las cimentaciones de acuerdo a lo que se indica en el artículo 7 de este estudio de suelos y las entibaciones necesarias para proteger las excavaciones para la construcción de la cimentación de la estructura ; esto es, durante la excavación, relleno y construcción de la cimentación.

**LABORATORIO DE SUELOS & INGENIERIA DE CIMENTACIONES**

STA NORTE Y BUENAVISTA  
MACHALA - EL ORO - ECUADOR

TELEFONOS: 2968683 - 097-931902

**ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS**

---

**ANEXO 1**

**HOJAS DE RESUMEN DE CAMPO Y  
LABORATORIO DE LA PERFORACIÓN  
REALIZADA**



## **10.- SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO**

### **10.1 - ALCANCE DE LOS ESTUDIOS**

De acuerdo con la información proporcionada, el presente estudio será para complementar la información básica que sirva para la creación y fortalecimiento de los sistemas de alcantarillado y agua potable de la ciudad de Machala, ésta información nos permitirá determinar la profundidad de los sondeos de investigación.

### **10.2- INVESTIGACION REALIZADA**

El trabajo de campo consistió en realizar 5 calicatas entre 1,00 y 2,00 metros de profundidad, con tomas de muestras a cada 1,50 metros de profundidad. La ubicación de los sondeos se detalla a continuación:



# LABORATORIO DE SUELOS & INGENIERIA DE CIMENTACIONES

STA NORTE Y BUENAVISTA  
MACHALA - EL ORO - ECUADOR

TELEFONOS: 2968683 - 097-931902

## ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS

| PERFORACION | COTA BOCA PERFORACION | UBICACIÓN GEOGRAFICA |            | Dirección  | BARRIO -SECTOR                  |
|-------------|-----------------------|----------------------|------------|--|---------------------------------|
|             |                       | NORTE                | ESTE       |  |                                 |
| C# 1        | +0,00                 | 9'640.708,10         | 613.695,65 | Av. 3ra Sur / Circunvalación Norte y 18ava Oeste | Barrio 24 de Mayo - Machala     |
| C# 2        | +0,00                 | 9'639.125            | 613.912    | Av. 15ava Sur / 9na y 8va Oeste                  | Barrio Brisas del Mar - Machala |
| C# 3        | +0,00                 | 9'641.356,41         | 616.026,66 | Av Las Palmeras y 11va B norte                   | Barrio El Porvenir - Jubones    |
| C# 4        | +0,00                 | 9'639018             | 617.313    | Callejón Marcel Laniado                          | Urb. Unioro - La Providencia    |
| C# 5        | +0,00                 | 9'639.655,50         | 615.967,57 | Buenavista / Olmedo y Sucre                      | La Providencia                  |

En las muestras obtenidas de cada uno de los estratos encontrados se realizaron todos los ensayos índices de laboratorio y se clasificaron de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Para la ejecución de los ensayos de laboratorio se siguió las normas INEN y ASTM.

En el anexo 2 del informe se incluye el cuadro que resume en forma gráfica los resultados de los ensayos mecánicos y los registros los que a más de describir los diferentes estratos encontrados se proporcionan los valores numéricos obtenidos.

### 10.3.- TRABAJO DE OFICINA

Con los datos obtenidos en el campo y el laboratorio se ha preparado el siguiente anexo.

ANEXO 2: Corresponden a la hoja de resumen de los trabajos realizados en el campo y laboratorio, en la que se incluyen los siguientes datos:

- Numero de la muestra y profundidad de la misma.
- Ubicación del nivel freático
- Clasificación S.U.C.S.
- Perfil estratigráfico del suelo
- Descripción de los materiales encontrados
- Contenidos de Humedad Natural
- Límites de Consistencia: Límite Líquido, Límite Plástico
- Granulometría por lavado: % pasante Tamiz # 4, # 40 y # 200
- Valores de resistencia (S.P.T.) de los estratos.



**ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS**

---

**10.4.- TRABAJO DE CAMPO**

**10.4.1.- INVESTIGACIÓN REALIZADA:**

**CALICATA N° 1:**

La primera capa es una Grava arenosa con pocos finos no plásticos (GP), de color café amarilloso; tiene porcentajes pasantes del tamiz #200 de 7,81%, un límite líquido= NP, un límite plástico= NP y un índice plástico= NP. De acuerdo con la clasificación de AAHSTO es un suelo tipo A-1b(0). La segunda capa es una capa de material de desalojo (gravo-arenoso no plástico) que de acuerdo con la clasificación de AAHSTO es un suelo tipo A-1b (0). La tercera capa es una Arcilla arenosa color café, con fragmentos de conchillas; tiene porcentajes pasantes del tamiz #200 del 62,67%, un límite líquido del 57,39%, un límite plástico del 22,38% y un índice de plasticidad del 35,01%. De acuerdo con la clasificación de AAHSTO es un suelo tipo A-7-5(16). La cuarta capa es una Arena arcillosa con fragmentos de conchillas, color gris; tiene pasantes del tamiz #200 del 32,26%, un límite líquido 39,57%, un límite plástico del 21,17% y un índice de plasticidad del 18,39%, de acuerdo a la clasificación AAHSTO en un suelo tipo A-2-6(1). El valor de CBR a 1" de penetración es de 9,00%.



**CALICATA N° 2:**

La primera capa es un Lastre arenoso arcilloso color café. La segunda capa es una Arena arcillosa color café; tiene porcentajes del tamiz #200 del 66,75%, un

**ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS**

---

límite líquido del 37,17%, un límite plástico del 20,77% y un índice de plasticidad del 16,50%; de acuerdo con la clasificación de AAHSTO es un suelo tipo A-2-6(1). La tercera capa es una Arena fina arcillosa color gris; tiene porcentajes pasantes del tamiz #200 del 34,96% al 32,54%; tiene un límite líquido del 37,43% al 36,49%, un límite plástico del 21,14% al 20,73% y un índice de plasticidad del 16,28% al 15,76%, de acuerdo con la clasificación de AAHSTO es un suelo tipo A-2-6(1). La cuarta capa es una Arena arcillosa color café; tiene porcentajes pasantes del tamiz #200 del 29,30%, tiene límite líquido 37,89%, un límite plástico del 21,26% y un índice de plasticidad del 16,63%, de acuerdo a la clasificación AAHSTO en un suelo tipo A-2-6(1). El valor de CBR a 1" de penetración es de 5,57%. El nivel freático se encuentra a los 1,20 m de profundidad.

**CALICATA N° 3:**

La primera capa es un Relleno con material de desalojo y arcilla color café; tiene porcentajes del tamiz #200 del 33,66%, un límite líquido del 39,79%, un límite plástico del 19,18% y un índice de plasticidad del 20,60%; de acuerdo con la clasificación de AAHSTO es un suelo tipo A-2-6(2). La Segunda capa es una Arcilla limosa blanda color café; tiene porcentajes pasantes del tamiz #200 del 16,13%; tiene un límite líquido del 40,92%, un límite plástico del 24,79% y un índice de plasticidad del 16,13%. De acuerdo con la clasificación de AAHSTO es un suelo tipo A-6(11). El valor de CBR a 1" de penetración es de 2,67%. El nivel freático se encuentra a los 1,10 m de profundidad.



**ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS**

---



**CALICATA N° 4:**

La primera capa es un Relleno con Lastre color café; tiene porcentajes del tamiz #200 del 3,30%, un límite líquido= NP, un límite plástico= NP, y un índice de plasticidad= NP. De acuerdo con la clasificación de AAHSTO es un suelo tipo A-1-b (0). La Segunda capa es un Lastre con basura color café; tiene porcentajes pasantes del tamiz #200 del 6,14%; tiene un límite líquido= NP, un límite plástico= NP y un índice de plasticidad= NP. De acuerdo con la clasificación de AAHSTO es un suelo tipo A-1b (0). El valor de CBR a 1" de penetración es de 9,22%.

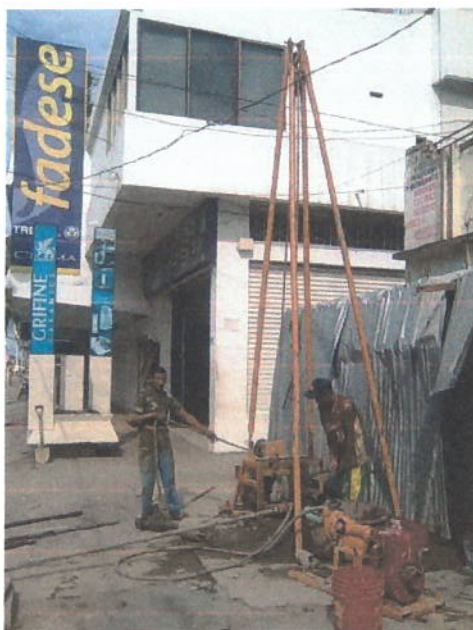


**ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS**

---

**CALICATA Nº 5:**

La primera capa es una capa de Hormigón de 5cm. La segunda capa es de Relleno con Lastre color gris; tiene porcentajes del tamiz #200 del 9,35%, un límite líquido= NP, un límite plástico= NP, y un índice de plasticidad= NP. De acuerdo con la clasificación de AAHSTO es un suelo tipo A-1-b (0). La segunda capa es una Arena limosa arcillosa (SC), de color café, con porcentajes pasantes del tamiz #200 de 32,71%, tiene una humedad natural del 27,79%, un límite líquido 39,54%, límite plástico 22,79% y un índice plástico 16,75%. De acuerdo con la clasificación de AAHSTO es un suelo tipo A-2-6 (1). El valor de CBR a 1" de penetración es de 5,00%. El nivel freático se encuentra a los 0,80 m de profundidad.



**10.5.- DESCRIPCIÓN DE LOS SONDEOS REALIZADOS:**

De acuerdo al perfil estratigráfico de los sondeos realizados, está conformado por Arcilla arenosas (CL), arenas arcillosas (SC), y rellenos con lastre (GP).

Se procedió a realizar de forma inalterada, el ensayo de CBR, para obtener el valor de capacidad admisible del suelo de algunos de los sitios investigados, el cual se resume en el siguiente cuadro:



**ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS**

| Calicata N° | Qu<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Factor de seguridad | Presión admisible<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------|-----------------------------|---------------------|--|
| 1           | 6,33                        | 3                   | 2,11                                       |
| 2           | 3,92                        | 3                   | 1,31                                       |
| 3           | 1,88                        | 3                   | 0,63                                       |
| 4           | 6,49                        | 3                   | 2,16                                       |
| 5           | 3,51                        | 3                   | 1,17                                       |

Como podemos observar la presión admisible está entre 0,63 Kg/cm<sup>2</sup> a 2,16 Kg/cm<sup>2</sup>, esto nos da un promedio de  $Q_{adm} = 1,48$  Kg/cm<sup>2</sup>.

**11.- ENSAYO PERMEABILIDAD.**

El ensayo de Permeabilidad de los estratos esta determinado solo en algunos sectores como se resume en el siguiente cuadro:

| CALICATA N° | Profundidad de toma muestra | DESCRIPCION DEL SUELO EN GENERAL   | VALORES DE K (cm/seg.) | PERMEABILIDAD RELATIVA |
|-------------|-----------------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------|
| C# 1        | 0,80 -1,00                  | Arena arcillosa de color gris      | $1,36 \times 10^{-3}$  | BAJA PERMEABILIDAD     |
| C# 2        | 0,80 -1,00                  | Arena fina arcillosa de color gris | $4,14 \times 10^{-3}$  | BAJA PERMEABILIDAD     |
| C# 3        | 0,80 -1,00                  | Arcilla limosa de color café       | $3,25 \times 10^{-6}$  | MUY BAJA PERMEABILIDAD |
| C# 4        | 0,80 -1,00                  | Lastre con basura color café       | $2,38 \times 10^{-3}$  | BAJA PERMEABILIDAD     |
| C#5         | 0,80 -1,00                  | Arena limosa arcillosa, color café | $5,34 \times 10^{-4}$  | BAJA PERMEABILIDAD     |

De acuerdo con los resultados que tenemos en el cuadro, se resume que la permeabilidad está entre  $K = 1,36 \times 10^{-3}$  y  $3,25 \times 10^{-6}$  cm/seg., es decir son suelos con permeabilidad baja y media por tanto se recomienda que para la construcción de las plantas de tratamiento se impermeabilicen mediante métodos apropiados, o la utilización de geomembranas sintéticas con la finalidad de evitar la contaminación de las áreas adyacentes y afluentes cercanos al proyecto.

**ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS****12.- ENSAYO TRIAXIAL**

Para la construcción de los muros de de las piscinas de tratamiento deberán realizarse con materiales que tengan los siguientes parámetros:

| PERFORACION | DESCRIPCION                 | DENSIDAD DEL SUELO<br>$\gamma$ (Kg/m <sup>3</sup> ) | ANGULO DE FRICCIÓN<br>$\phi$ | COHESION<br>$c$<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------|-----------------------------|---|------------------------------|--|
| 1           | Arcilla, café blanda (CH)   | 1624,67   | 1,2                          | 0,11                                     |
| 2           | Arena fina, café (SC)       | 1845,33   | 19,20                        | 0,01                                     |
| 3           | Limo plástico, café (MH)    | 1692,00   | 1,20                         | 0,12                                     |
| 5           | Arcilla arenosa, café (CL)  | 1724,33   | 5,8                          | 0,13                                     |
| 6           | Arena muy suelta, café (SC) | 1910,33   | 7,60                         | 0,05                                     |
| 7           | Arcilla color café (CL)     | 1680,67   | 4,10                         | 0,11                                     |

Los taludes para la construcción de los muros tendrán una pendiente de 1: 1,50, y la densidad del material de los muros no deberán ser menor del 95% de densidad fijado en el ensayo de laboratorio Próctor Estándar T-99

Se debe realizar la compactación de las capas con equipos livianos, como vibradores de plancha, compactadores de impacto, etc., las capas a rellenar no deberán ser mayores de 30 cm.

**13.- Relleno en las Zanjas de las líneas de conducción de AA.SS:**

Para el relleno en las zanjas en el tendido de la red de AA.SS. previa a la colocación de la tubería se colocará un colchón de arena fina (pasante del tamiz #40) sobre la que asentara la tubería de conducción, se procederá al relleno con el material de excavación hasta el nivel se subrasante y se compactará de acuerdo con el ensayo Estándar T- 99 hasta alcanzar el 95% de la densidad de laboratorio.

**14.- RECOMENDACIONES GENERALES.**

Se recomienda los entibamientos necesarios en los estratos donde los suelos son arenas arcillosas finas medianamente compactas, de fácil erosión, y para excavaciones de profundidades mayores a 2,00 metros, lo cual debe considerarse en los análisis de precios unitarios.

Si los estratos superficiales son arcillas arenosas, y se van a realizar excavaciones para profundidades mayores a 2,00 metros y con presencia del agua o nivel freático también se requiere de entibamientos para la excavación de los cimientos y un sistema de bombeo adecuado para el abatimiento del nivel freático.



**ASESORIA - ESTUDIOS TÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELOS**

---

Los empujes que recibirán las paredes de la excavación estarán determinados por la suma de los empujes geostáticos producidos por el estrato correspondiente más el empuje hidrostático que genere la presencia del nivel freático, éste valor será evaluado con los parámetros dados en las conclusiones.

El valor del factor de hinchamiento para cuantificar volúmenes de excavación se determinarán en base a los valores de densidad in situ y densidad suelta.

$$\%H = \frac{\gamma^m - \gamma^{ms}}{\gamma^{ms}}$$

**Arcillas**  
 $\gamma^m = 1,638 \text{ t/m}^3$   
 $\gamma^{ms} = 1,489 \text{ t/m}^3$

En la fase de la construcción se recomienda realizar la verificación de los parámetros dados se cumplan para toda el área, durante la excavación se realizará la verificación antes mencionada.

Machala, Febrero 25 del 2013

  
Ing. Luis Chaguay Carrion  
Reg. Prof. 07-1211