AGO 0 3 1989
BIBLIOTECA - ARCHIVERO
BIBL'OTECA
558.6632
MAR
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
GUAYAQUIL - ECUADOR
FACULTAD GEOLOGIA MINAS Y PETROLEO

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Geología Minas y Petróleo

"ESTUDIO GEOTECNICO PARA UN TERMINAL DE CEPE EN POSORJA"

INFORME TECNICO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO GEOLOGO

Presentado por:

Ernesto Manuel Martínez Izurieta

Guayaquil - Ecuador

1989

BIBLIOTECA



FACULTAD GEOLOGIA
MINAS Y PETROLEO

A G R A D E C I M I E N T O

Al ING. RAUL MARURI DIAZ ,

Director de Tesis, y a los

INGS. JORGE RENGEL E. y MI

GUEL CHAVEZ M.; por su ayu

da y colaboración para la

realización de este trabajo.

AGO 0 3 1989

BIBLIOTECA

FACULTAD GEOLOGIA
MINAS Y PETROLEO

D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES

A MI ESPOSA

A MIS HIJOS

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

DECLARACION EXPRESA

''La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL''.

(Reglamento de Exámenes y Titulos Profesionales de la ESPOL).

ERNESTO MARTINEZ IZURIETA

ING. JORGE RENGEL E.

Presidente del Tribunal

ING. RAUL MARURI D.

Profesor Supervisor

ING. MIGUEL CHAVEZ M.

Miembro del Tribunal

BIBLIOTECA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
1968
GUAYAQUIL

FACULTAD DE ING.
EN CIENCIAS DE LA TIERRA

R E S U M E N

Considerando que la práctica de la Ingeneria de las obras portuarias, concede cada dia mayor importancia, entre otras disciplinas, a las condiciones geológicas-geotécnicas del área, se planificó este estudio para dar información acerca de la geologia general y de las condiciones del suelo que más puedan afectar a las actividades constructivas en un área cercana a la población de Posorja, con el objeto de escoger el sitio más indicado y poder emitir criterios para los cálculos y diseño preliminar de ingeneria para la construcción de un muelle y sus instalaciones.

El mecanismo para la elaboración del mismo, se fundamentó principalmente en los datos de las perforaciones realizadas y en el estudio morfológico del área, obteniendose la estratigrafia y factores geotécnicos tales como las caracteristicas fisicas y geomecánicas de los materiales, lo que llevó a una zonificación del terreno de carácter constructivo; identificandose además las

condiciones geológicas-geotécnicas que influirán en el diseño, lugar y construcción del muelle proyectado.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

I N D I C E G E N E R A L

RESUMEN ---------- VI

INDICE GENERAL ---------- VIII

INDICE DE FIGURAS ---------- XI

INDICE DE TABLAS ---------- XII

INTRODUCCION ---------- 13

CAPITULO I

GENERALIDADES ---------- 15

1.1 ANTECEDENTES ---------- 15

1.2 TRABAJOS REALIZADOS ---------- 17

1.3 ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO --------- 20

1.3.1 RASGOS GEOGRAFICOS ---------- 20

1.3.2 MARCO GEOLOGICO ---------- 23

CAPITULO II

BASE DE OPERACIONES ---------- 26

2.1 MORFOLOGIA COSTERA ---------- 26

2.2 PLANIFICACION Y OBJETIVO DEL ESTUDIO ---------- 29

2.3 SONDEOS MECANICOS ---------- 31

2.4 CONDICIONES GEOTECNICAS DEL AREA DE ESTUDIO ---- 53

2.4.1 CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL TERRENO -- 53

2.4.2 ZONIFICACION GEOTECNICA DEL TERRENO ----- 63

CAPITULO III

MUELLE DE OPERACIONES ---------- 69

3.1 MORFOLOGIA DEL FONDO MARINO ---------- 69

3.2 PLANIFICACION Y OBJETIVO DEL ESTUDIO ---------- 70

3.3 SONDEOS MECANICOS ---------- 71

3.4 CONDICIONES GEOTECNICAS DEL AREA DE ESTUDIO ---- 83

3.4.1 CARACTERISTICAS GEOLOGICAS-GEOTECNICAS -- 84

3.4.2 UBICACION DEL MUELLE ---------- 86

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ---------- 89

ANEXOS ---------- 93

BIBLIOGRAFIA ---------- 189

I N D I C E D E F I G U R A S

FIG		PAG
1	MAPA DE UBICACION DEL AREA ----------	21
2	UBICACION DE LAS PERFORACIONES ----------	22
3	SECCION ESTRATIGRAFICA ----------	55
4	PERFIL GEOLOGICO A - A' ----------	56
5	PERFIL GEOLOGICO B - B' ----------	57
6	PERFIL GEOLOGICO C - C' ----------	58
7	ZONIFICACION GEOTECNICA DEL TERRENO ---------	64
8	ACCESORIOS DE PERFORACION ----------	151

I N D I C E D E T A B L A S

No TABLAS		PAG.
I	PROCEDIMIENTO AUXILIAR PARA IDENTIFICACION DE SUELOS EN EL LABORATORIO.	185
II	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS.	186

BIBL'OTECA

FACULTAD GEOLOGIA MINAS Y PETROLEO

BIBLIOTECA FICT ESPOL

I N T R O D U C C I O N.-

En este informe se describe el estudio de un sitio de investigación fundado principalmente en los conceptos básicos de la Ingenieria Geológica Marina y de la Geotécnia. Estas investigaciones son ahora realizadas rutinariamente en proyectos de obras portuarias.

Los datos adquiridos por estas técnicas se usan para definir las condiciones geológicas y geotécnicas en el sitio y valorar el potencial significado ingenieril de esos parámetros fisicos.

Durante todo el informe se trató de dar un importante énfasis a la técnica y conceptos de la Ingenieria Geológica Marina. Pero dado que, esta es relativamente una nueva disciplina, la información no es fácilmente disponible ni en la literatura geológica ni en la ingenieril, pero donde es posible se muestra la interelación entre la ingenieria Geológica Marina y la Ingenieria Geotécnica. Al estudio de la Ingenieria

Geotécnica le corresponde la planificación y desarrollo y cualquier discusión de la Ingeniería Geotécnica Marina está fuera del alcance de este informe, aunque mucho de lo expuesto aquí se lo puede entender fácilmente con los principios de la Ingeniería Marina.

BIBLIOTECA



FACULTAD GEOLOGIA
MINAS Y PETROLEO

C A P I T U L O I

G E N E R A L I D A D E S.

1.1.- ANTECEDENTES.-

Se origina como resultado de la evaluación de un sitio seleccionado por la "UNIDAD EJECUTORA DEL GOLFO DE GUAYAQUIL", con la finalidad de que sirva de base para las diferentes operaciones y servicios en las labores de exploración y explotación del Gas del Golfo de Guayaquil.

El sitio de estudio está ubicado en las cercanias de la población de Posorja con frente al Canal del Morro y perteneció a las antiguas instalaciones donde funcionaba la compañia PROMAINDE.

La Unidad se interesaba en conocer las condiciones ingenieriles generales del terreno, como a su vez, el

perfil estratigráfico y caracteristicas geotécnicas del área; tanto la parte de la playa como la del fondo marino; con el objeto de escoger el sitio más indicado y poder emitir criterios para los cálculos y diseños preliminares de ingenieria para la construcción de un muelle y sus instalaciones en el área.

Al realizar este estudio se provee información acerca de la geologia general y las condiciones del suelo que más pueden afectar a las actividades constructivas. El estudio describe la estratigrafia y condiciones geotécnicas y evalúa el potencial significativo de esas condiciones.

El mecanismo para la elaboración del mismo, se fundamentó principalmente en los datos de las perforaciones realizadas y en el estudio morfológico del área. A través de las perforaciones se obtuvo la estratigrafia y factores geotécnicos tales como las caracteristicas fisicas y geomecánicas de los materiales, lo que lleva a una zonificación del terreno de carácter constructivo. Mientras con el estudio morfológico se identifican condiciones geológicas-geotécnicas que influirán en el diseño, lugar y construcción del muelle a proyectarse.

BIBLIOTECA
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
1963
GUAYAQUIL
FACULTAD DE ING. EN CIENCIAS DE LA TIERRA

1.2.- TRABAJOS REALIZADOS.-

Para la recopilación bibliográfica inicial se examinaron todas las diferentes fuentes que podían proporcionar datos y noticias al respecto, siendo estas escasas y fragmentadas.

Para el estudio de la morfología costera del área se contó con fotografías aéreas tomadas en diferentes épocas:

- No. 51 tomada en 1959, en escala aproximada 1/40.000.
- No. 6070 del IGM, tomada en 1977 en escala aproximada 1/30.000.
- S/N tomada en 1980 en escala aproximada 1/10.000.

En un principio para la morfología del fondo se contó con la carta batimétrica IOA 1073 publicada por el INOCAR, en escala 1/25.000, luego durante la realización del presente estudio se elaboró el levantamiento batimétrico expresamente para el área del proyecto, en escala 1/10.000.

Se programó la realización de 15 sondeos de investigación

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

en el área, los que fueron perforados durante todo el mes de febrero de 1981. De éstos, 10 sondeos fueron realizados en tierra firme, con un total de 137,55 metros lineales de perforación y los otros 5 sondeos en el agua, con un total de 106,30 metros lineales de perforación.

En tierra , la profundidad a que se realizaron la mayoria de los sondeos fué entre los 10.00 m. y los 14.50 m.,a excepción de los sondeos que se los llevó hastas 20.50 m. y 23.05 m. De los 137.55 metros realizados en tierra firme, 129.55 metros se perforaron por le método de percusión y lavado y los 8.00 metros restantes por el método de rotación.

Los sondeos efectuados en el agua alcanzaron entre 20.00 m. y los 24.30 m. de profundidad, tomados a partir del lecho marino y perforado por el método de percusión y lavado. Fué necesario utilizar una balsa de suficiente capacidad para soportar el peso de la perforadora con todo el equipo adicional de bombeo, accesorios, herramientas y personal para la realización de estas perforaciones. Se diseñó firmes anclajes de peso muerto sembrados al lecho marino por uñas que sobresalian de los mismos, asegurando estabilidad al equipo frente a los fuertes oleajes y

corrientes existentes en el área. El promedio de la columna de agua en los sitios de perforación tomado desde el nivel a media marea hasta el lecho marino era de 20.00 m.

Se emplearon tres equipos de perforaciones con maquinaria capaces de realizar los sondeos ya sea a percusión o a rotación; una marca, Chicago Pneumatic 8 HD, y otras dos marcas Acker modelos RG y Hill Billy. Adicionalmente cada maquinaria disponia de su equipo de bombeo, accesorios y herramientas.

De los quince sondeos realizados , se ha recuperado un total de 180 muestras clasificadas asi:

70 Muestras inalteradas (Tubo Shelby 3").
105 Muestras semialteradas (Cuchara partida 2")
5 Muestras alteradas (lavado).

Se realizaron 105 pruebas "in situ" para la determinación de la penetración standard (SPT).

Todas las muestras recuperadas se procesaron en el laboratorio, donde se determinó los parámetros fisicos y geomecánicos tales como:

Granulometria, y
Limites de atterberg: liquido y plástico; para determinar la clasificación SUCS.
Contenido natural de humedad,
Densidad húmeda,
Compresión simple (qu).

Se registraron los niveles de agua en las perforaciones realizadas en tierra, reportandóselos en cada uno de los registros.

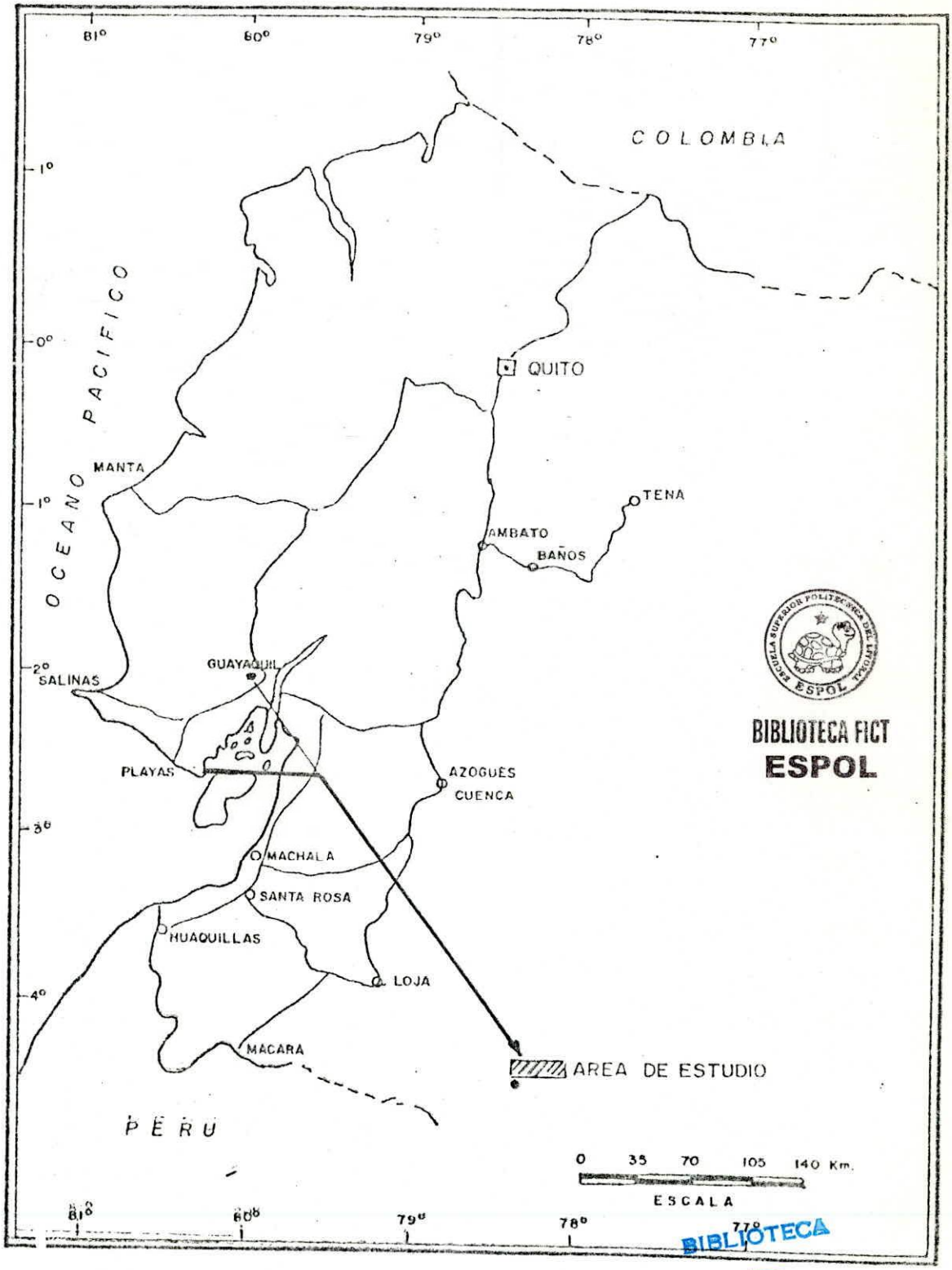
1.3.- ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO.-

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

1.3.1.- RASGOS GEOGRAFICOS.-

El área de estudio se encuentra en el cuadrante a de la Hoja del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 numerada como CT-MV-F2, 3585-1; serie J 721. En las

FIG. Nº 1 MAPA DE UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO



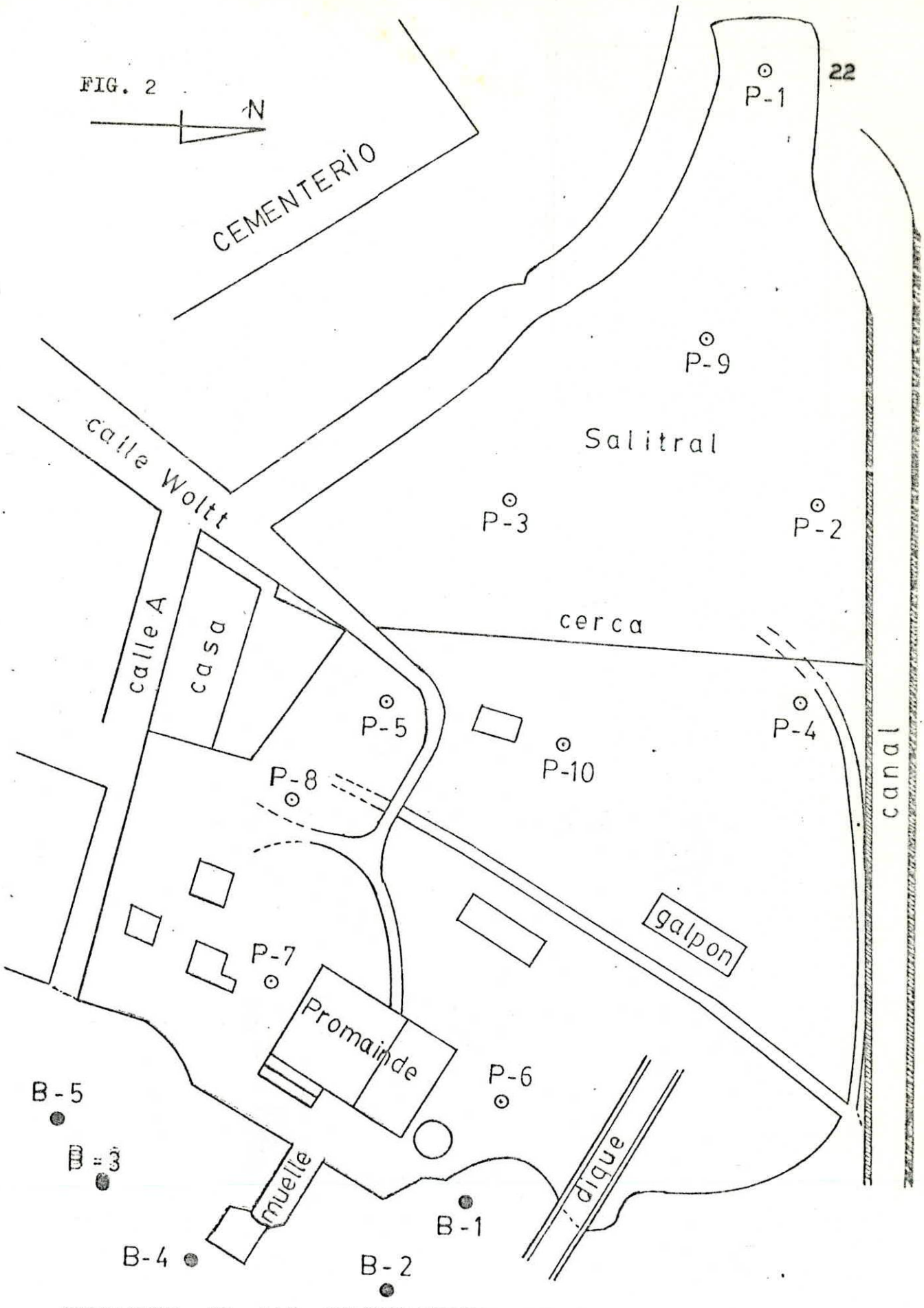
BIBLIOTECA FICT
ESPOL

BIBLIOTECA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
1968
GUAYAQUIL

FACULTAD DE ING.
EN CIENCIAS DE LA TIERRA

FIG. 2



UBICACION DE LAS PERFORACIONES EN EL SITIO DE ESTUDIO

coordenadas Lat. 2'41'50" S y Long. 80'14'30" W. Fig #1.

El núcleo de población más importante lo constituye Posorja a 700 m. al sur del área. Predomina la explotación pesquera y la actividad turistica es importante, siendo la via de comunicación más destacada la que se comunica con el balneario de General Villamil Playas, y de ahi con la ciudad de Guayaquil.

Frente al área y separada por el Canal del Morro se encuentra la isla Puná al este; al norte colinda con terrenos pertenecientes a la Armada Nacional y al oeste limita con el Cementerio de la población de Posorja.

Por este Canal transitan todas las embarcaciones que estran al Puerto de Guayaquil.

1.3.2.- MARCO GEOLOGICO.-

La zona de estudio se encuentra en la Hoja Topográfica Posorja.

Geomorfológicamente, la región está representada por una planicie con niveles que no sobrepasan los 20 metros. Un sistema fluvial de régimen temporal. El clima de la región es clasificado como semi-desértico y por lo tanto su vegetación es escasa.

La zona en gran parte está cubierta por depósitos cuaternarios correspondientes a los tablazos, pero la unidad estratigráfica terciaria está representada por la formación Socorro. Se trata de un flysch marino de ambiente profundo, resultante de la imbricación de un cono de deyección a lo largo del talud de fosa (Labrousse 1985).

Por su carácter caótico, ha sido definido como un wildflysch, en cuya base se distinguen facies correspondientes a flujos de grano que equivalen al Miembro Clay Pebble Bed de otros autores (facies Proximal), y que además en una matriz arcillosa se encuentra engolfados bloques exóticos de variados tamaños y litología.

En la zona de estudio, afloran sedimentos turbiditicos,

integrados por capas delgadas de areniscas finas alternantes con lutitas de color gris verdoso. Un azimuth de 300 grados y un buzamiento de 15 grados hacia el SE, representan la posición de las capas en esta localidad. Adicionalmente se encuentran manchas blancas que demuestran la ocurrencia de materiales tobáceos provenientes posiblemente de un vulcanismo relacionado con la Falla de la Cruz.

BIBLIOTECA
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL 1986 GUAYAQUIL
FACULTAD DE ING.
EN CIENCIAS DE LA TIERRA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL
BIBLIOTECA FICT
ESPOL

C A P I T U L O I I

B A S E D E O P E R A C I O N E S.

2.1.- MORFOLOGIA COSTERA.-

Considerando que en general los ambientes costeros son muy variables con respecto al tiempo, los cambios que se han producido en esta área se deben más bien a los ocasionados por las estructuras portuarias construidas.

Por lo general los rellenos efectuados han determinado la nueva linea de costa llegándose incluso hasta tapar la desembocadura de antiguos esteros, sedimentándose sus cauces y desapareciendo.

Al estudiar las fotografias aéreas existentes, se observa un avance continuo de las barreras arenosas limitantes de los manglares, evidenciándose una progradación de la linea

costera. Los perfiles estratigráficos encontrados en las perforaciones realizadas más las inspecciones de campo han servido para comprobar la existencia de estas barreras y sus respectivos llanos de mareas originados entre estas barreras y el continente.

Estas barras de arena alargadas y de dirección por lo general sur-norte se fueron acumulando por acción conjunta de las olas y corrientes producidas en la desembocadura del Rio Guayas.

En el área estudiada estos sedimentos depositados sobre un substrato de roca sedimentaria (arenisca, conglomerado y arcillita) forman en la base de la secuencia de estos sedimentos recientes un potente estrato de arena sobrepuesto a este substrato rocoso. Esta barra se encuentra a una profundidad promedio de diez metros y fué la creadora del actual llano de marea, al bloquear todos los sedimentos traidos por el drenaje continental desde el oeste del área; originalmente el llano estuvo parcialmente cubierto de manglar, ahora inexistente, ya que en las muestras obtenidas de las perforaciones realizadas se encontró restos de éstos en los estratos superficiales.

En el llano de marea actual los sedimentos son esencialmente arcillo - limoso con pequeños lentes de arena y se han depositado en forma lenticular alargada y paralela a la actual linea de costa.

El drenaje superficial a la sedimentación estuarina holocénica en los terrenos de PROMAINDE se realiza por un canal septentrional, cuya desembocadura deberá ser protegida para evitar la sedimentación en este sector y garantizar el drenaje efectivo de los terrenos interiores ya que ha sido parcialmente bloqueada por los rellenos efectuados en el terreno contiguo al de PROMAINDE y que pertenecen a la ARMADA en cuyos limites desemboca este canal.

Limitando con los terrenos de la ARMADA existe otro canal por donde se realiza el drenaje superficial de esa área desde los esteros, pero durante las mareas se sicigia el agua del Estero Salado penetra en los terrenos de PROMAINDE por el norte, lo mismo que por encima de la barra en el sector meriodinal donde se encuentra desprotegida sin un enrrocado produciéndose inundaciones en ciertas zonas del terreno.

BIBLIOTECA
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL 1963 GUAYAQUIL
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL
BIBLIOTECA FICT
ESPOL FACULTAD DE ING. EN CIENCIAS DE LA TIERRA

La presencia de la colina circundante al área, donde se encuentra el cementerio del pueblo proporciona un escaso aporte sedimentario continental, formando un pequeño depósito de pie de talud de unos cien metros alrededor de ésta y de un espesor de tres metros de promedio.

La construcción de espigones y la presencia de enrrocados de protección parcialmente construidos en el área han influido en la actual linea de costa, produciendo la alteración del régimen sedimentario en el sector a tal punto que se observan indicios de erosión en ciertos sectores de la linea de costa en el terreno de PROMAINDE, parcialmente protegido por lineas de pilotes o de enrrocados parcialmente erosionados.

Es de notar también la presencia de minerales de alta densidad como la magnetita en el área, que nos indica un régimen hidráulico de alta energia.

2.2.- PLANIFICACION Y OBJETIVO DEL ESTUDIO.-

Para completar el estudio geológico de superficie, se

consideró oportuno realizar 10 sondeos mecánicos, repartidos en toda el área con el objeto de conocer su estratigrafía y aclarar algunos aspectos geológicos y geotécnicos de la misma.

Para la ubicación de los sondeos, se consideró, el objetivo principal para que fueron programados, planificándose también la realización de la prueba para la determinación de la resistencia a la penetración de los materiales a encontrarse, como una indicación de la compacidad de los suelos no cohesivos y de la resistencia de los cohesivos, ya que en efecto, es un ensayo dinámico a esfuerzo cortante in situ.

Los ensayos efectuados en el laboratorio fueron planificados para que proporcionen las características físicas y geomecánicas de los materiales encontrados, con el objeto de poder emitir criterios para los cálculos y diseños preliminares de ingeniería para la construcción de las instalaciones en el área.

2.3.- SONDEOS MECANICOS.-

Se describe el método seguido para el avance de las perforaciones y los materiales encontrados en cada uno de los sondeos. (Ver anexo A)

SONDEO # 1.

Para la realización de este sondeo se utilizó una perforadora marca Acker modelo RG, habiéndose alcanzado una profundidad de 10.00 m.

AVANCE DE LA PERFORACION.

La perforación de este sondeo fué realizada por el método de percusión y lavado en su primer tramo que va desde la superficie hasta los 6.00 m .

Se utilizó un trépano o broca de 3 1/2" encamisándose con un casing de 4" y ayudado de lodo de perfoarción.

En este tramo se recuperaron cuatro muestras semialteradas utilizándose como muestreador una cuchara partida de 2"de diámetro (Split Tube Sampler) y realizándose a su vez la prueba de penetración standard (SPT), registrándose el número de golpes "N" correspondiente.

A partir de los 6.00 m. y hasta los 10.00 m. investigados debido a la dureza del material encontrado, se cambió el método al de rotación, utilizándose una broca tipo tricónica de 2 7/8" con corona de diamante en su punta.

Se recuperaron tres muestras semialteradas, realizándose las pruebas de penetración standard correspondientes.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

MATERIALES ENCONTRADOS.-

A partir de la superficie y hasta los 6.50 m. de profundidad, se encuentra un estrato de arena con algo de limo arcilloso de color café claro y de una compacidad media. Al nivel de los 3.50 m. de profundidad se presentan además fragmentos de conchillas.

A partir de los 6.50 m. de profundidad hasta los 8.00 m. se encuentra un estrato de limo areno arcilloso con manchas de oxidación y de una coloración café claro. Estrato muy resistente de consistencia muy dura con un "N" igual a 120.

Entre los 8.00 m. y los 10.00 m. de profundidad (fin de la perforación) se presenta un estrato de arena con algo a con limo arcilloso de color café claro, y de una compacidad muy dura. Los valores de "N" son de 150 y 120 registrados en este estrato.

Se puede considerar a partir de los 6.50 m. como el nivel superior de la roca meteorizada del substrato base. El nivel freático fué encontrado a 1.00 m de profundidad.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

SONDEO # 2.

Se utilizó para el efecto la perforadora Acker modelo RG, habiéndose alcanzado una profundidad de 11.50 m.

AVANCE DE LA PERFORACION.

El avance total de la perforación fué realizado por el método de percusión y lavado.

Se perforó utilizando una broca de 3 1/2" encamisándose con un casing de 4" y ayudado de lodo de perforación.

Se recuperó una muestra inalterada, utilizando un muestreador de pared delgada (Shelby) de 3" de diámetro.

Se recuperó asi mismo un total de ocho muestras semialteradas, utilizando cuchara partida standard de 2" de diámetro (Split Tube Sampler) y registrando la penetración standard (SPT) y el número de golpes ("N") correspondiente.

MATERIALES ENCONTRADOS.

Superficialmente se encuentra aflorando hasta el 1.00 m.

de profundidad un estrato de arcilla con arena, con algo de materia orgánica y raices de color café oscuro y consistencia media.

Entre los 1.00 m. y 4.00 m. de profundidad se encontró un estrato de arena con algo de arcilla café claro de compacidad suelta variando a una arena limosa con fragmentos de conchillas de color gris oscuro y de compacidad suelta a media. Los valores de N registrados son de 2.5 y 23.

Desde los 4.00 hasta los 11.50 m. de profundidad (fin de la perforación) se encontró un potente estrato de arena que va desde con trazas de finos hasta con algo de arcilla y fragmentos de conchillas de color gris oscuro y de una compacidad media. Se registraron valores de N que van entre 15 hasta 37.

El nivel freático fue encontrado a los 1.30 m. de profundidad.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

SONDEO # 3.

Se utilizó la perforadora Acker modelo RG., alcanzándose la profundidad de 10.00 m.

AVANCE DE LA PERFORACION.

Desde la superficie hasta los 6.00 m. de profundidad se utilizó el método de percusión y lavado, para luego continuarse con rotación debido a la dureza del material, hasta los 10.00 m. de profundidad que alcanzó esta perforación.

En el primer tramo se recuperó dos muestras inalteradas, utilizando un muestreador de pared delagada (Shelby) de 3" de diámetro. Se recuperó también dos muestras semialteradas, utilizando una cuchara partida de 2" de diámetro (Split Tube Sampley) y registrando el número de golpes N de la prueba de penetración standard (SPT) realizada.

En el segundo tramo perforado, se utilizó una broca tricónica a rotación y se encamisó en diámetro NX. Se recuperó un total de tres muestras semialteradas utilizándose la cuchara partida standard de 2" de diámetro (Split Tube Sample) y realizando la prueba de penetración standard (SPT).



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

MATERIALES ENCONTRADOS.

Desde la superficie hasta los 2.05 m. se encuentra un estrato de arcilla con lentes de arena y manchas de oxidación; de color gris claro y consistencia blanda.

A partir de los 2.05 m. hasta los 3.55 m. de profundidad se encuentra un estrato de arena algo gruesa, con algo de fino y de compacidad media, registrándose un N = 21.

Entre los 3.55 m. y los 6.55 m. de profundidad se encuentra un estrato de arcilla limosa color gris claro de una consistencia que varia entre muy blanda a media.

Y, entre los 6.55 m. hasta los 10.00 m. de profundidad que alcanzó esta perforación se encontró un estrato compacto de arena gruesa con poco finos y de compacidad muy densa, registrándose unos valores de N entre 120 y 150, considerándose como el nivel de roca meteorizada del substrato rocoso, base que probablemente sea las areniscas de la Formación Tablazo, presente en el área.

El nivel freático fué encontrado a los 1.10 m. de profundidad.

SONDEO # 4.

Se utilizó la perforadora marca Acker Modelo RG y se alcanzó la profundidad de 11.00 m.

AVANCE DE LA PERFORACION.

Toda la perforación se realizó por el método de percusión y lavado, recuperándose siete muestras inalteradas, obtenidas con un muestreador de pared delgada (Shelby) de

3" de diámetro.

Además se recuperarón cuatro muestras semialteradas, utilizando una cuchara partida standard de 2" de diámetro (Split Tube Sampler) y realizándose la prueba de penetración standard (SPT), registrándose el número de golpes N correspondiente.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

MATERIALES ENCONTRADOS.

Desde la superficie hasta los 2.40 m. se encuentra un estrato de arcilla con lentes de arena, de una baja a alta plasticidad de color café oscuro con manchas de oxidación y de una consistencia blanda.

Entre los 2.40 m. y los 7.40 m. de profundidad, se encontró varias intercalaciones entre arenas y arcillas de colores gris, de compacidad muy suelta en las arenas y de una consistencia blanda en las arcillas.

A partir de los 7.40 m. hasta los 11.00 m. de profundidad

que alcanzó esta perforación, se encontró un estrato de arena suelta con un N = 6 y de color gris verdoso.

El nivel freàtico fué encontrado a los 1.02 m. de profundidad.

SONDEO # 5

Para la realización de esta perforación que alcanzó la profundidad de los 13.00 m. se utilizó una perforadora marca Acker modelo Hill Billy.

AVANCE DE LA PERFORACION.

El total de la perforación se efectuó por el método de percusión y lavado recuperándose tres muestras inalteradas por medio de un muestreador de pared delagada (Shelby) de 3" de diàmetro.

Se recuperó asi mismo seis muestras semialteradas,

utilizándose una cuchara partida standard de 2" de diámetro (Split Tube Sampler), y realizándose la prueba de penetración standard con el registro del número de golpes N correspondiente.

MATERIALES ENCONTRADOS.

A partir de la superficie y hasta los 6.40 m. de profundidad se encontró un estrato de arena con algo de limo, de color gris oscuro cerca de la superficie, variando a gris claro con la profundidad, de compacidad media cerca de la superficie, a compacta a los 4.00 m. y muy suelta a partir de los 4.90 m. El valor de N registrado varia de 13 a 34.

Entre los 6.40 m. y los 9.55 m. de profundidad se presenta un estrato de arcilla limosa de color gris claro, con manchas de oxidación en el fondo y de consistencia blanda.

Finalmente, y entre los 9.55 m. a los 13.00 m. de profundidad, fin de la perforación, se encuentra un estrato de arena limosa de color gris claro, de compacidad

BIBLIOTECA



media a suelta.

FACULTAD DE ING.
EN CIENCIAS DE LA TIERRA

El nivel freático fué encontrado a 1.13 m. de profundidad.

SONDEO # 6.

Se utilizó para el efecto una perforadora marca Acker modelo RG alcanzándose una profundidad de 13.00 m.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

AVANCE DE LA PERFORACION.

Toda fué realizada por el método de percusión y lavado recuperándose nueve muestras inalteradas, utilizando un muestreador de pared delgada (Shelby) de 3" de diámetro.

Se recuperó asi mismo cuatro muestras semialteradas, utilizándose una cuchara partida standard de 2" de diámetro (Split Tube Sampler) y realizando la prueba de penetración standard, registrándose el número de golpes N correspondientes.

MATERIALES ENCONTRADOS.

A partir de la superficie hasta los 2.00 m. de profundidad se encontró un estrato de arena arcillo-limosa de color café a gris claro con manchas de oxidación y presencia de mica.

Entre los 2.00 y los 6.00 m. de profundidad, se presenta un estrato de arcilla limosa con algo de mica, de color gris claro y consistencia blanda a muy blanda en profundidad.

Entre los 6.00 m. y los 7.40 m. de profundidad se encontró un estrato de arena limosa con algo de arcilla de color gris claro y con presencia de mica.

Entre los 7.40 m. y los 8.90 m. de profundidad se presenta un estrato de arcilla limosa con lentes de arena, rastros de mica, materia orgánica y manchas de oxidación de color gris claro y consistencia media.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Entre los 8.90 m. y los 13.00 m. de profundidad que llegó la perforación, se presenta un estrato de arena con arcilla limosa, rastros de mica, materia orgánica y manchas de oxidación, de color gris claro y con una compacidad suelta con valores de N entre 3 y 5.

El nivel freático fué encontrado a los 0.70 m. de profundidad.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

SONDEO # 7.

Para la realización de esta perforación se utilizó una máquina perforadora marca Acker modelo Hill Billy, alcanzándose una profundidad de 11.00 m.

AVANCE DE LA PERFORACION.

Los 11.00 m. de perforación fueron realizados por el método de percusión y lavado, recuperándose seis muestras inalteradas por medio de un muestreador de pared delgada (Shelby) de 3" de diámetro.

Se recuperó asi mismo cuatro muestras semialteradas, utilizando cuchara partida standard de 2" de diámetro (Split Tube Sampler) y realizando la prueba de penetración standard, registrándose el número de golpes N correspondiente.

MATERIALES ENCONTRADOS.

A partir de la superficie y hasta los 0.45 m. de profundidad, se presenta un delgado estrato de arcilla con algo de arena y trazas de gravilla; manchas de oxidación y de color café oscuro.

Entre los 0.40 m. y los 5.00 m. de profundidad, se encontró un estrato de arena con pocos finos color gris oscuro y de una compacidad que varia con la profundidad de media a muy densa y a media. Los valores de N registrados son 10, 60, 16, variando con la profundidad en ese orden.

Entre los 5.00 m. y los 11.00 m. de profundidad que llegó esta perforación se encontró un estrato de arcilla limosa con poca arena, manchas de oxidación, y de color gris

claro , presentando trazas de gravilla al nivel de los 8.50 m. La consistencia encontrada en este estrato es blanda.

El nivel freático fue encontrado a los 1.60 m. de profundidad.

SONDEO # 8.

Se utilizo para el efecto una máquina perforadora marca Acker modelo Hill Billy alcanzándose una profundidad de 14.50 m.

AVANCE DE LA PERFORACION.

Toda la perforación fué realizada por el método de percusión y lavado recuperándose tres muestras inalteradas, utilizando un muestreador de pared delgada (Shelby) de 3" de diámetro.

Se recuperó asi mismo siete muestras semialteradas, utilizando una cuchara partida standard de 2" de diámetro (Split Tube Sampler) y realizando la prueba de penetración standard, registrándose el número de golpes N correspondiente.

MATERIALES ENCONTRADOS.

Desde la superficie y hasta los 3.55 m. de profundidad se encontró un estrato de arena algo gruesa con pocos finos de color café claro y de compacidad media con un N que varia entre 14 y 17.

Entre los 11.05 m. y los 14.50 m. de profundidad que alcanzó esta perforación se encontró un estrato de arena limosa, de color gris claro de compacidad suelta, con un N que varia entre 6 y 9.

El nivel freático fué encontrado a los 13.00 m. de profundidad.

SONDEO # 9.

Se utilizó una máquina marca Acker modelo RG. y se alcanzó una profundidad de 20.50 m. en esta perforación.

AVANCE DE LA PERFORACION.

Todos los 20.50 m. perforados se los realizó por el método de percusión y lavado, recuperándose cuatro muestras inalteradas, utilizándose un muestreador de pared delgada (Shelby) de 3" de diámetro.

Se recuperó también siete muestras semialteradas con una cuchara partida standard de 2" de diámetro (Split Tube Sampler) realizándose la prueba de penetración standard (SPT) y registrándose el número de golpes N correspondiente.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

MATERIALES ENCONTRADOS.

A partir de la superficie y hasta los 1.60 m. de profundidad se encontró un estrato de arcilla con lentes de arena, materia orgánica, manchas de oxidación, de color café claro y de consistencia blanda.

Entre los 1.60 m. y los 3.55 m. de profundidad, se encontró un estrato de arena con pequeños fragmentos de conchillas de color gris oscuro, muy suelta. Con un N igual a 2.

Entre los 3.55 m. y los 7.90 m. de profundidad, se encontró un estrato de limo arenoso de color gris claro y de consistencia media. Con un N igual a 6.

Entre los 7.90 m. y los 12.40 m. de profundidad, se encuentra un estrato de arena con lentes de arcilla y gravilla, aumentando en profundidad, fragmentos de conchillas, de color gris verdoso. Su compacidad varia en profundidad de suelta a media, con un N igual a 29 en el nivel de los 11.00 m.

Entre los 12.40 m. y los 20.50 m. de profundidad que llegó esta perforación se encontró un potente estrato de arcilla con algo de arena y fragmentos de conchillas variando en profundidad a con trazas de gravillas; a los 14.50 m. se detectó presencia de carbonatos. Este estrato de color café verdoso a amarillento y de una consistencia dura dió valores de N entre 64 y 120, pudiendo considerar con seguridad que corresponde a la roca meteorizada del substrato.

El nivel freático fué encontrado a los 0.98 m. de profundidad.

SONDEO # 10.

Se utilizó una máquina perforadora marca Acker modelo Hill Billy, alcanzando la profundidad de 23.05 m.

AVANCE DE LA PERFORACION.

Desde la superficie hasta los 23.05 m. de profun[illegible]

BIBLIOTECA
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
1969
GUAYAQUIL
FACULTAD DE ING.
EN CIENCIAS DE LA TIERRA

perforó utilizando el método de percusión y lavado, recuperándose cinco muestras inalteradas con un muestreador de pared delgada (Shelby) de 3" de diámetro.

También nueve muestras semialteradas fueron recuperadas utilizando una cuchara standard de 2" de diámetro (Split Tube Sampler) realizándose las pruebas de penetración standard y registrándose el número de golpes N.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

MATERIALES ENCONTRADOS.

A partir de la superficie y hasta los 4.90 m. de profundidad, se encontró un estrato de arena ligeramente gruesa con algo de finos, de color gris verdoso a claro y de compacidad suelta, con un registro de N igual a 6 en los 4.00 m. de profundidad.

Entre los 4.90 m. y los 9.00 m. de profundidad se encuentra un estrato de arcilla con trazas a, con algo, de arena, manchas de oxidación, de color gris claro y de consistencia blanda.

Entre los 9.00 m. y los 13.50 m. de profundidad, se encontró un estrato de limo areno arcilloso cambiando en profundidad a limo arcilloso con algo de arena; fragmentos de conchillas, de color gris claro y de una consistencia variable en profundidad de blanda a media y a blanda. El valor de N encontrado es de 7 y 5.

Entre los 13.50 m. y los 15.25 m. de profundidad se encontró un estrato de arena fina arcillosa de compacidad suelta.

Finalmente entre los 15.25 m. y los 23.05 m. de profundidad que se llegó en esta perforación, se encuentra un estrato de arcilla con arena, pero que en los primeros 1.40 m. de este estrato presenta una consistencia media con valores de N igual a 6, y luego presenta una consistencia dura con un N que va entre 53 y 328. Se presentan manchas de oxidación y de un color que varia en profundidad de café claro a café oscuro.

Este último estrato corresponde evidentemente a la roca meteorizada.

El nivel freático fué encontrado a los 1.10 m. de profundidad.

2.4.- CONDICIONES GEOTECNICAS DEL AREA DE ESTUDIO.-

El proceso operativo se inicia con el análisis individual de una serie de caracteristicas geológicas del terreno, observandolas en aquellos aspectos que puedan influir favorable o desfavorablemente a la hora de su aprovechamiento como base de sustentación de las distintas obras técnicas; y se finaliza con el tratamiento conjunto de todos los datos, para realizando una división zonal, definir cualitativamente sus condiciones constructivas.

2.4.1.- CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL TERRENO.-

Los terrenos presentes en el área estan controlados por la morfologia general de la zona, la cual está determinada a su vez por la presencia de un afloramiento rocoso al oeste del área donde se ubica el cementerio del pueblo y que corresponde a la Formación Socorro. (Orstom, 1985).

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

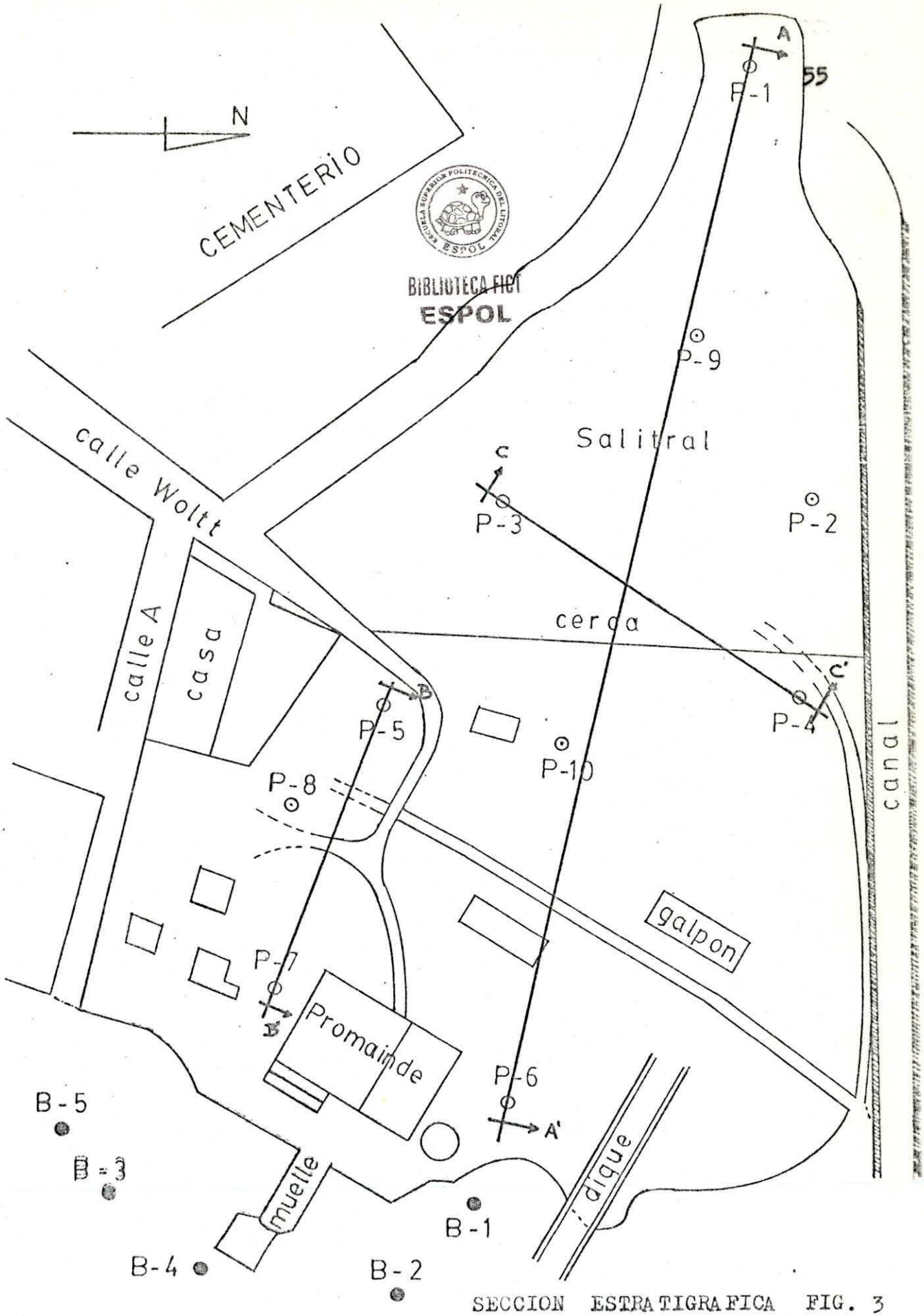
Sobre el flanco noreste de la elevación mancionada, se han depositado sedimentos recientes de composición heterogenea, cuya parte superior la constituye el actual salitral, lugar en el cual se realizaron las perforaciones.

Con el análisis de los materiales encontrados en las diez perforaciones efectuadas, y los resultados obtenidos tanto en los ensayos practicados en laboratorio como los in situ, se llegó a una evaluación de las caracteristicas y a una clasificación de estos materiales.

Basado en la interpretación de todos estos datos se elaboró tres perfiles geológicos: A-A', B-B', C-C', (Fig. 4, 5, y 6), cuyas ubicaciones se muestran en la Fig. 3, y donde estatigráficamente encontramos:

A.-

Un substrato firme de roca meteorizada dispuesto a profundidad variable en lineas subparalelas al afloramiento rocoso, dependiendo de un mayor o menor



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL
BIBLIOTECA FICT
ESPOL

SECCION ESTRATIGRAFICA FIG. 3

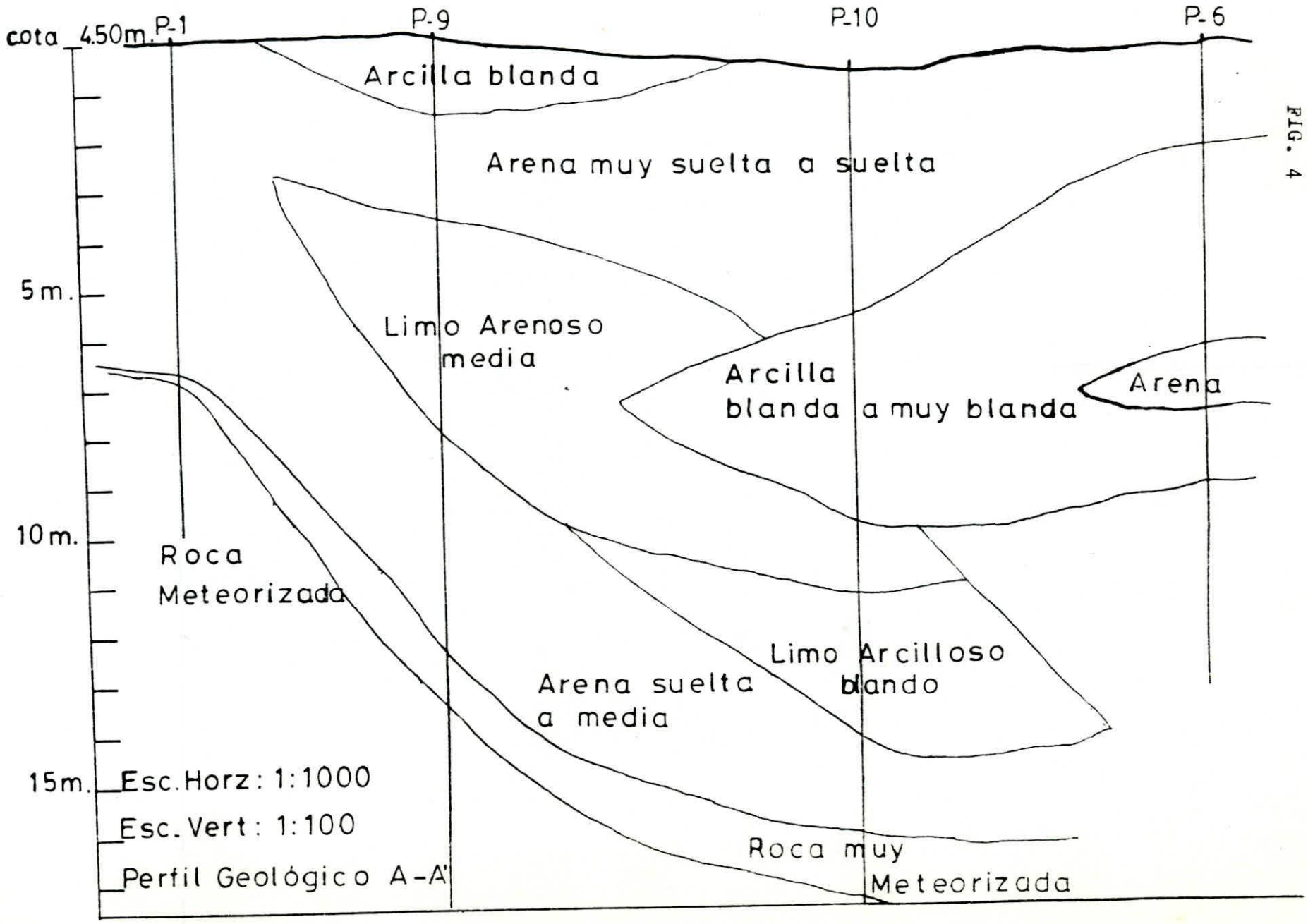
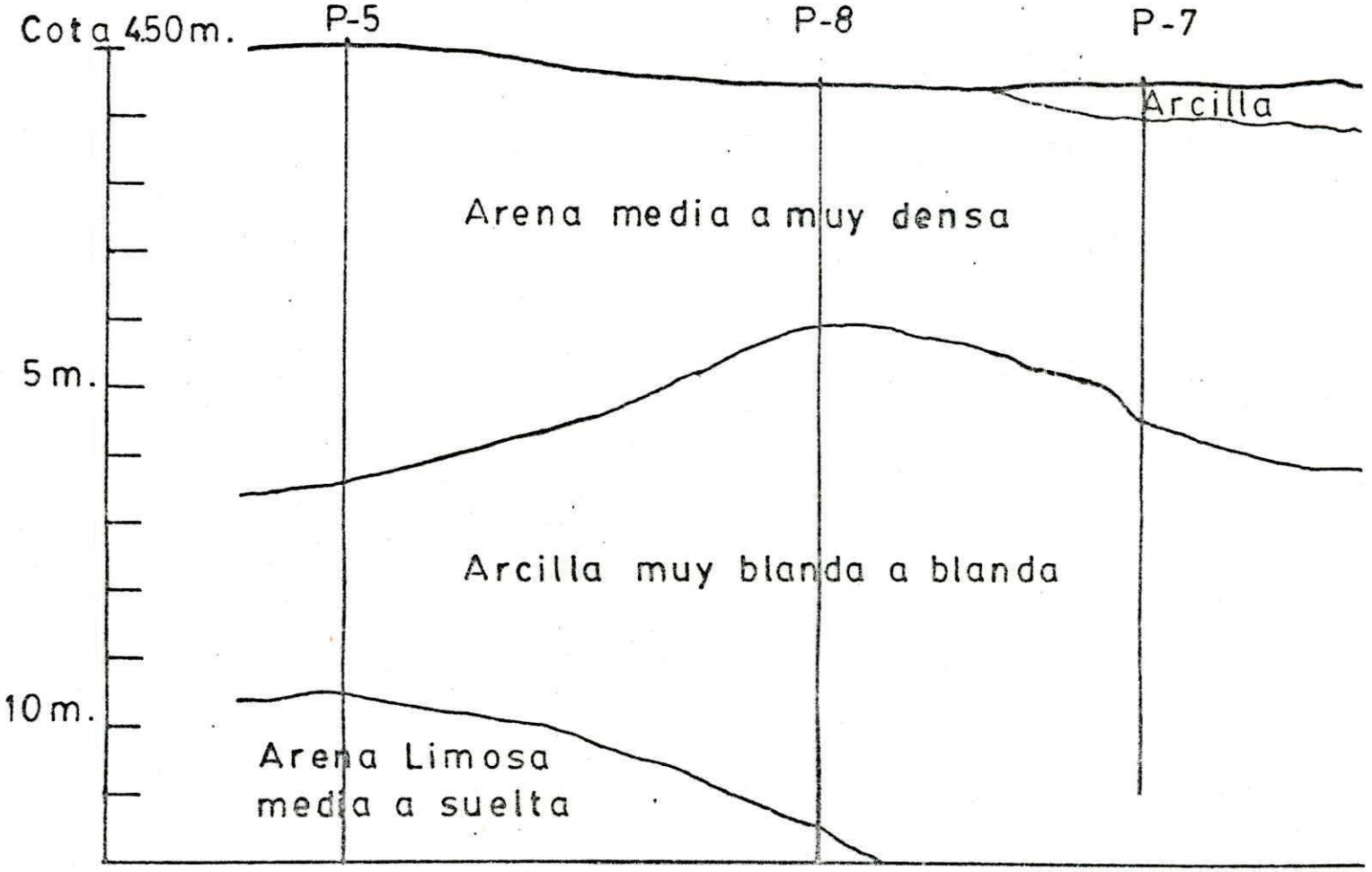

cota 4.50m.
P-1
P-9
P-10
P-6
Arcilla blanda
Arena muy suelta a suelta
5m.
Limo Arenoso
media
Arcilla
blanda a muy blanda
Arena
10m.
Roca
Meteorizada
Limo Arcilloso
blando
Arena suelta
a media
15m.
Esc. Horz: 1:1000
Esc. Vert: 1:100
Perfil Geológico A-A'
Roca muy
Meteorizada

FIG. 4



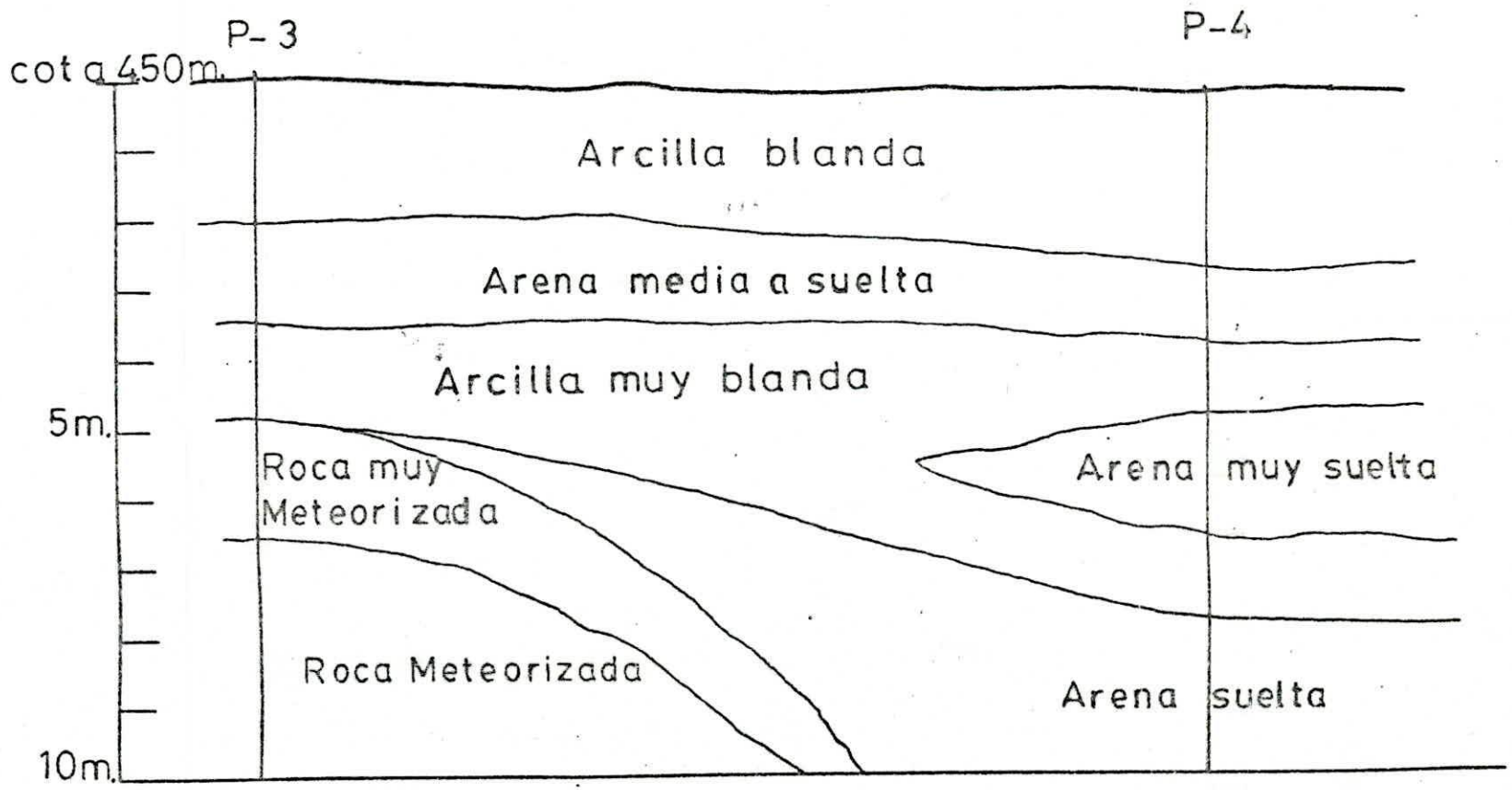
Esc. Horz: 1:500

Esc. Vert: 1:100

Perfil Geológico B-B'.

FIG. 5

BIBLIOTECA FICT
ESPOL



Esc. Horz: 1:500

Esc. Vert: 1:100

Perfil Geológico C-C'

alejamiento de la elevación.

En las perforaciones 1 y 3 realizadas cercanas al cerro se reporta este substrato a unos 6.50 m. de profundidad, el mismo que va profundizando más hacia el noreste registrándose a los 14.00 m. y 17.00 m. de profundidad en las perforaciones 9 y 10 respectivamente.

Las demás perforaciones realizadas no alcanzaron este substrato firme.

B.-

Un estrato de arena de compacidad media a suelta sobrepuesto al substrato de roca meteorizada.

Este estrato es la base del depósito de sedimentos reciente, constituyendo un buen nivel de cimentación, registrándose valores de N en la prueba de penetración standard de hasta 37.

Se encuentra el estrato a profundidades variables a partir de los 8.00 m. de profundidad, salvo el sitio de la perforación 2, donde aflora a solo 3.50 m. de la superficie. No se ha podido definir su espesor, ya que la mayoria de las perforaciones no atraviesan el estrato.

C.-

Un estrato de arcilla blanda que se localiza por encima del estrato anterior de arena, el mismo que aumenta su potencia hacia el noreste, registrándose un espesor de 2.00 m. en la perforación 3 y de más de 7.00 m. en las perforaciones 6 y 7 al noreste del área.

Son arcillas o limos arcillosos blandos de muy pocos a nada consolidados.

Estas arcillas fueron depositadas como relleno de origen estuarino, presentan un contenido de humedad natural elevado en comparación con su limite liquido caracterizandola como una arcilla sensible, propiedad que debe tomarse en cuenta en caso de aplicación de cargas vibratorias o de ocurrencia de sismos en un relleno

depositado sobre este estrato.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Los ensayos de compresión simple efectuados a muestras de este estrato dan valores que varian entre 0.1 kg./cm² . hasta 0.45 kg./cm² . con un rango promedio de 0.15 kg./cm² . a 0.25 kg./cm² ., que representa una resistencia baja.

Al considerar la muy baja capacidad de soporte de carga del estrato, a más de los posibles fuertes asentamientos que podrian ocurrir, lo convierte en un estrato que se evitará como nivel de cimentación.

D.-

Un estrato limo arenoso, casi al mismo nivel del estrato arcilloso, reportado solamente en las perforaciones 9 y 10. Tiene un espesor promedio de 4.50 m., de consistencia media y con valores a la compresión simple de 0.37 kg./cm² . Este estrato en la perforación 10 cambia en profundidad a un limo arcilloso de consistencia blanda.

Tomando en consideración que los limos arenosos son casi incompresibles se puede considerar a este estrato como recomendable para una cimentación.

E.-

Un estrato superior de arena de playa de compacidad suelta a muy suelta y que recubre los sedimentos arcillosos y limosos con un espesor de aproximadamente 5.00 m. adelgazándose hacia el noreste. (Perforación 6).

A pesar de no tener un gran espesor, esta capa constituye un buen estrato de cimentación principalmente para tipos superficiales de cimentaciones ensanchadas. El valor de N registrado varia entre 5 y 60 con un promedio de 15.

F.-

Finalmente una arcilla arenosa de consistencia media a blanda de poco espesor que recubre al estrato de arena de playa anterior en los sitios de las perforaciones 2, 3, 9, y 4.

Estos sedimentos de poco espesor (aproximadamente 1.50 m.) se depositaron como un aporte coluvial del afloramiento rocoso contiguo y con una consistencia blanda.

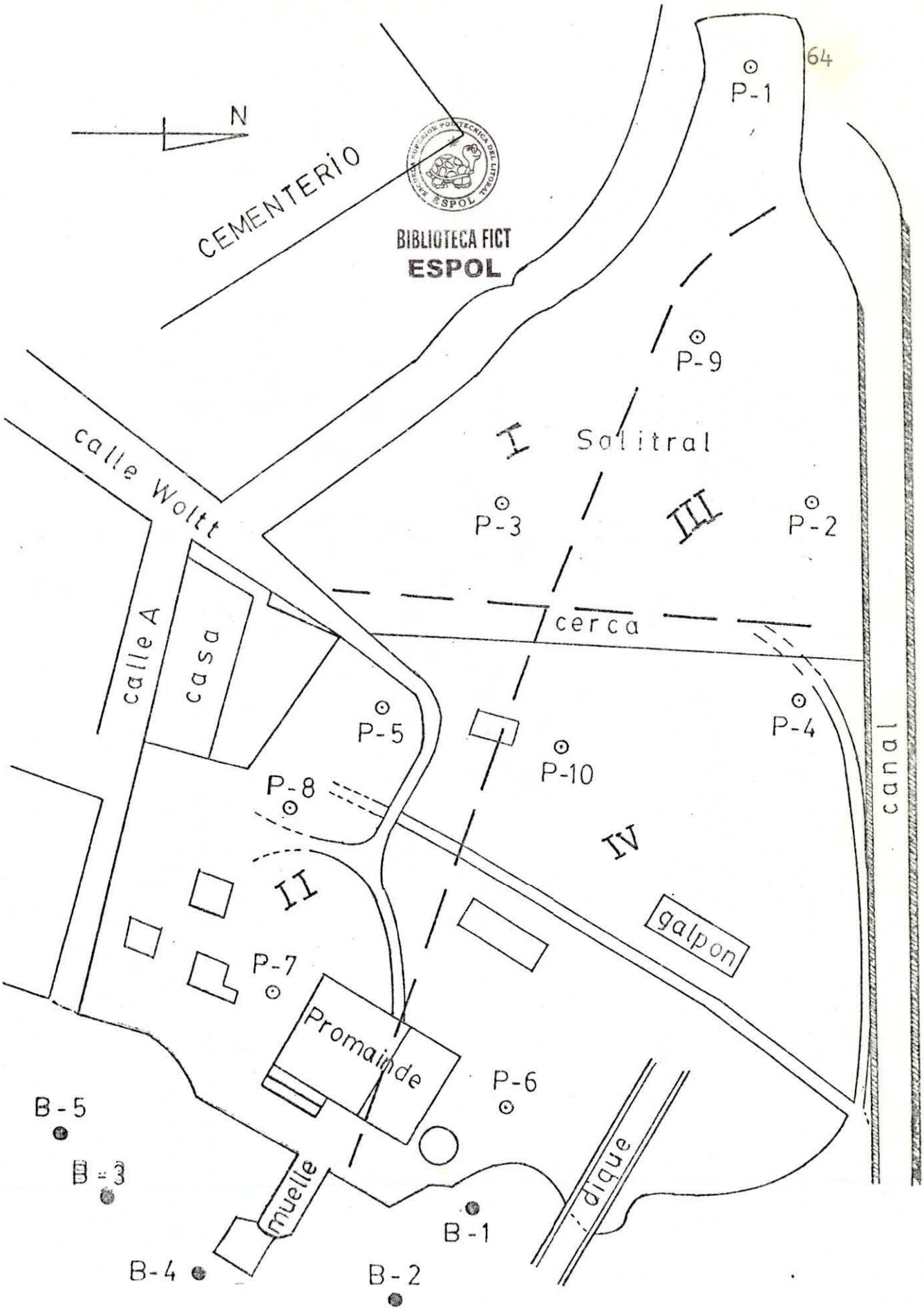
2.4.2.- ZONIFICACION GEOTECNICA DEL TERRENO.

Siguiendo los criterios previstos para la realización de la división zonal desde el punto de vista de las caracteristicas estratigráficas y mecánicas encontradas con un objetivo de caracter constructivo del terreno, se puede delimitar el área en cuatro zonas. Fig. #7.

ZONA I.

Corresponde a la zona donde se realizaron las perforaciones 1 y 3, ubicadas al pié del cementerio en donde se encontró la roca meteorizada de alta resistencia a los 6.50 m. de profundidad.

Constituye el área con las mejores condiciones geotécnicas de cimentación, ya que se puede construir empleando



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ZONIFICACION GEOTECNICA DEL TERRENO FIG. 7

cimentaciones superficiales ensanchadas, sacando eventualmente el terreno superficial blando si lo hubiera (Perforación 3) o mejorándolo; o cuando el tipo de estructura y carga justifiquen la utilización de pilotaje por la poca profundidad que se encontró el substrato de roca meteorizada.

En general se presenta como una zona de terrenos con condiciones constructivas favorables.

ZONA II.

Se incluye en ella el conjunto de terrenos constituidos por el afloramiento superficial de la capa de arena de playa de las perforaciones 7, 8, y 5.

Si bien las condiciones constructivas para cimentaciones superficiales son buenas, en caso de proyectarse cimentaciones donde las cargas sean transmitidas al estrato arcilloso inmediato inferior, se encontraria la estructura diseñada con problemas motivados por la pobre caracteristicas mecánica de ese estrato.

Para el efecto se tendrá que profundizar los estudios de mecánica de suelos realizándose pruebas de compresibilidad para los cálculos de asentamientos de este estrato blando.

ZONA III.

Constituye el área de los sitios de las perforaciones 9 y 2.

Si bién en esta zona el terreno es poco competente, en sus dos primeros metros, se podria proyectar cimentaciones superficiles, reemplazando eventualmente ese estrato poco competente o efectuando un mejoramiento para su utilización.

Luego de este terreno poco competente, ambas perforaciones registran un potente estrato de arena capaz de proyectar cimentaciones que transmitan elevadas cargas.

La perforación 9 reporta un estrato de limo arenoso intercalado de consistencia media, que como conocemos es casi incompresible, no restándole continuidad a este

potente estrato de arena.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

En general se presenta como una zona de terrenos de condiciones constructivas aceptables.

ZONA IV.

Se incluyen los terrenos donde se realizaron las perforaciones 10, 4 y 6 y está contituido por el relleno limo-arcilloso aluvial del estuario.

Estos terrenos presentan caracteristicas constructivas muy desfavorables para la transmisiòn de cargas de obras de infraestructuras al terreno.

La necesidad de investigaciones màs profundas darán una mejor posibilidad de cimentaciones de mayor capacidad de transmisiòn de cargas.

Se puede habilitar estas zonas para estructuras muy livianas o para bodegas al aire libre, mejorando las

condiciones del terreno con rellenos capaces de absorver o de transmitir muy poco al terreno estas livianas cargas.

BIBLIOTECA
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
1968
GUAYAQUIL
FACULTAD DE ING.
EN CIENCIAS DE LA TIERRA

C A P I T U L O I I I

M U E L L E D E O P E R A C I O N E S

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

3.1.- MORFOLOGIA DEL FONDO MARINO.-

La única carta batimétrica existente del área es la IOA 1073 del INOCAR, publicada en escala 1/25.000, que ubica el área del proyecto en el extremo noroccidental de un canal afluente del gran canal de navegación que sirve de acceso al Puerto Maritimo de Guayaquil.

No pudiéndose determinar en el mapa batimétrico si existe o no áreas de sedimentación o de erosión, sin embargo apreciando la morfologia del fondo del área. las velocidades existentes y la naturaleza de los sedimentos recogidos, podemos concluir que en todo el área predomina el transporte de los sedimentos, pudiendo existir además una ligera tendencia a la erosión, excepto en los sectores cercanos a la costa, donde el proceso de sedimentación es

aparentemente continuo por tratarse de una zona de acreción costera pero con erosión local inducida por las estructuras portuarias.

Morfológicamente podemos definir al sitio donde se realizaron las perforaciones en el agua, como un sector de playa con pendientes del orden de 25% pero de superficie sensiblemente plana.

3.2.- PLANIFICACION Y OBJETIVO DEL ESTUDIO.-

Como un estudio preliminar con el objeto de encontrar la variabilidad del substrato marino en el área, a fin de determinar la posición más conveniente para la ubicación de un muelle de operaciones y luego realizar los estudios definitivos en el sitio, se planificaron la ejecución de cinco perforaciones ubicadas sensiblemente paralelas a la linea de orilla.

Los ensayos realizados en los materiales encontrados en estas perforaciones tanto in situ como en el laboratorio, se planificaron con el objeto de poder emitir los

criterios para la ubicación, el prediseño y los cálculos preliminares de ingenieria para su construcción.

3.3.- SONDEOS MECANICOS.-

Se describirá el método seguido para el avance de las perforaciones y de los materiales encontrados en cada uno de los sondeos. Ver anexo A.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

SONDEO B-1.

Para la realización de este sondeo se utilizó una perforadora Chicago Pneumatic, montada sobre una balsa fuertemente anclada en los extremos para evitar desplazamientos horizontales y de amarras ajustables para sus desplazamientos verticales.

La perforación alcanzó una profundidad de 20.00 m. a partir del lecho marino.

AVANCE DE LA PERFORACION.-

Los 20.00 m. de perforación realizados en este sondeo se los efectuó utilizando el método de percusión y lavado.

Se recuperaron un total de seis muestras inalteradas utilizando un muestreador de pared delgada (Shelby) de 3" de diámetro, del tipo de pistón, el mismo que al entrar la muestra crea un vacio en su interior subsionándola para evitar que se caiga en el trayecto hasta llevarla a la superficie.

Se recuperó también nueve muestras semialteradas, utilizándose una cuchara partida standard de 2" de diámetro (Split Tube Sampler), realizándose las pruebas de penetración standard (SPT) y registrándose el número de golpes correspondientes.

MATERIALES ENCONTRADOS.-

Desde la superficie hasta los 2.00 m. de profundidad, se

encuentra un estrato de arena con gravilla y fragmento de conchillas, con algo de finos, de color gris claro y compacidad suelta.

Entre los 2.00 y 11.00 m. se encuentra un material constituido por arcilla con porcentajes variables de arena ligeramente gruesa y limo, de color gris claro y de consistencia muy blanda a media. A partir de los 5.00 m. y hasta los 11.00 m. se presentan lentes de arenas.

Entre los 11.00 y los 20.00 m. de profundidad (fin de esta perforación) se encuentra un estrato de arena ligeramente gruesa, de color gris claro y muy resistente. El valor promedio de N correspondiente a las pruebas de penetración standard realizadas es de 88. Entre los 14.00 y 15.00 m. se encuentra intercalada en este estrato una capa de arcilla limosa con arena y manchas de oxidación, color gris claro y de consistencia dura.

SONDEO B-2.

Para la realización de este sondeo se utilizó una

perforadora CHicago Pneumatic, montada sobre una balsa fuertemente anclada en los extremos para evitar desplazamientos horizontales y de amarras ajustables para sus desplazamientos verticales.

La perforación alcanzó una profundidad de 20.90 m. a partir del lecho marino.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

AVANCE DE LA PERFORACION.

Desde el lecho marino hasta los 20.90 m. investigados se perforó utilizando el método de percusión y lavado.

Se recuperaron siete muestras inalteradas, utilizándose un muestreador de pared delgada (Shelby) de 3" de diámetro del tipo de pistón.

Se recuperó también siete muestras semialteradas, utilizando una cuchara partida de 2" de diámetro (Split Tube Sampler), realizándose varias pruebas de penetración standard (SPT) y registrándose el número de golpes N

correspondientes.

MATERIALES ENCONTRADOS.

Desde la superficie del lecho marino hasta los 0.90 m. de profundidad se encuentra un delgado estrato de arena con gravilla, de color gris.

Entre los 0.90 m. y los 10.40 m. de profundidad, se encuentra un estrato de arcilla con lentes de arenas ligeramente gruesa, de color gris claro y consistencia muy blanda a media. El valor promedio a la prueba de compresión simple de este estrato es de 0.39 kg./cm^2 . Entre los 7.40 y los 8.90 m. de este estrato le atraviesa un lente de arena con algo de arcilla y limo, con fragmentos de conchillas y gravillas, de color gris claro y compacidad suelta.

Entre los 10.40 y los 13.40 m. de profundidad, se encuentra un estrato de arena ligeramente gruesa, con algo de finos y fragmentos de conchillas, de color gris claro y de compacidad densa a muy densa, con un N promedio de 62.

Entre los 13,40 y los 17.90 m. de profundidad, se encuentra un estrato de arcilla turbosa con arena y olor a petróleo de color café oscuro variando en profundidad a una arcilla con arena y gravilla. La consistencia varia de muy firme a dura.

Entre los 17.90 y los 20.90 m. de profundidad (fin de esta perforación), se encontró un estrato de arena ligeramnete gruesa con algo de finos, de color gris claro. De compacidad muy densa con un N igual a 70.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

SONDEO B-3.

Para la realización de este sondeo se utilizó una perforadora Chicago Pneumatic, montada sobre una balsa fuertemente anclada en los extremos para evitar desplazamientos horizontales y de amarras ajustables para sus desplazamientos verticales.

La perforación alcanzó una profundidad de 20.10 m. a partir del lecho marino.

AVANCE DE LA PERFORACION.

Empleando el método de percusión y lavado se perforaron los 20.10 m. de profundidad investigados.

Se recuperó un total de cinco muestras inalteradas, utilizando un muestreador de pared delgada (Shelby) de 3" de diámetro, del tipo pistón.

También se recuperó nueve muetras semialteradas, utilizando para el efecto una cuchara partida standard de 2" de diámetro (Split Tube Sampler), registrándose los valores de N correspondientes a las pruebas de penetración Standard (SPT) que se realizaron.

MATERIALES ENCONTRADOS.

A partir del lecho marino hasta los 1.50 m. de profundidad se encontró un estrato de arena con algo de finos, manchas de oxidación y olor a petróleo, de color gris oscuro.

Entre los 1.50 y los 3.00 m. de profundidad se encuentra un estrato de arcilla con pequeñas cantidades de arena , de color gris claro y consistencia blanda. Un valor de 0.31 kg./cm² a la compresión simple.

Entre los 3.00 y los 20.10 m. de profundidad que alcanzó esta perforación, se encontró un potente estrato de arena limo arcilloso de color gris claro. Entre los 3.00 m. y los 9.15 m. la arena se encuentra de muy suelta a media, entre los 9.15 y los 16.55 m. la arena es muy densa con un valor promedio de N igual a 56 y entre los 16.65 y los 20.10 m. no se reportaron pruebas de penetración standard.

SONDEO B-4.

Para la realización de este sondeo se utilizó una perforadora Chicago Pneumatic, montada en la punta más exterior del antiguo muelle de madera existente.

La perforación alcanzó una profundidad de 24.30 m. a partir del lecho marino.

AVANCE DE LA PERFORACION.

Todos los 24.30 m. de profundidad perforados se los realizó por el método de percusión y lavado.

Se recuperó un total de cuatro muestras inalteradas, utilizándose un muestreador de pared delgada (Shelby) de 3" de diámetro, del tipo de pistón.

Se recuperó también doce muestras semialteradas, utilizándose una cuchara partida standard de 2" de diámetro (Split Tube Sampler), realizándose las pruebas de penetración standard y registrándose el número de golpes N correspondiente.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

MATERIALES ENCONTRADOS.

Desde el lecho marino hasta los 2.65 m. de profundidad se encuentra un estrato de arena con grumos de arcilla, color café claro muy densa, con un valor de N igual a 69.

Entre los 2.65 y los 7.15 m. de profundidad se encuentra un estrato de arcilla con arena y algo de limo, color gris claro y consistencia blanda.

Entre los 7.15 y los 13.55 m. de profundidad, se encuentra un estrato de arena con limo arcilloso, presencia de mica, de color gris claro y presencia de conchillas en su parte inferior. Su compacidad varia en profundidad de muy suelta a media y a muy densa.

Entre los 13.55 y los 16.35 m. de profundidad, se presenta un estrato de arcilla arenosa con algo de gravilla, con olor a petróleo en la parte inferior y de consistencia dura, con un N igual a 31 en promedio.

Entre los 16.35 y los 24.30 m. de profundidad fin de la zona explorada, se encuentra un potente estrato de arena limo arcillosa de color predominantemente gris claro, muy densa y con valores de N flúctuando entre 51 y 100.

SONDEO B-5.

Para la realización de este sondeo se utilizó una perforadora Chicago Pneumatic, montada sobre una balsa fuertemente anclada en los extremos para evitar desplazamientos horizontales y de amarras ajustables para sus desplazamientos verticales.

La perforación alcanzó una profundidad de 21.00 m. a partir del lecho marino.

AVANCE DE LA PERFORACION.

Desde el lecho marino hasta los 21.00 m. de profundidad investigados se los perforó por el método de percusión y lavado.

Se recuperó un total de siete muestras inalteradas, utilizando un muestreador de pared delgada (Shelby) de 3" de diámetro, del tipo de pistón.

Asi mismo se recuperaron ocho muestras semialteradas, utilizando una cuchara partida standard de 2" de diámetro (Split Tube Sampler), realizándose las pruebas de penetración standard y registrándose el valor de N correspondiente.

MATERIALES ENCONTRADOS.

Desde el lecho marino hasta los 6.90 m. de profundidad se encontró un estrato de arcilla con algo de arena, de color gris claro y de consistencia blanda a media. Presenta un valor promedio de 0.54 kg./cm^2 a la compresión simple.

Entre los 6.90 y los 21.00 m. de profundidad (fin de la perforación) se encuentra un potente estrato de arena limo arcilloso, de compacidad suelta hasta los 13.05 m. de profundidad y densa a muy densa en adelante. Entre los 16.05 y los 19.05 m.de profundidad se encontró intercalado un lente de arcilla con trazas de arena de consistencia firme a dura.

3.4.- CONDICIONES GEOTECNICAS DEL AREA DE ESTUDIO.-

La realización del diseño preliminar de un muelle necesita de estudios previos de Hidrografía, Oceanografía y Geología-Geotécnica, con el objeto de llegar a conocer la batimetría del área, el comportamiento de las masas de agua, los cambios meteorológicos, así como también el perfil y calidad de los suelos en donde se cimentará la obra.

Aunque el estudio global es necesario, haremos un ánalisis individual, considerando primeramente las condiciones geológicas geotécnicas encontradas en el área, para luego basados en estas mismas condiciones determinar la elección del mejor sitio posible para la ubicación del muelle proyectado.

Analizando estas conclusiones junto a los otros estudios adicionales que se deben efectuar, a más de los requerimientos impuestos por la empresa que desea construir el muelle, es que el ingeniero encargado del diseño preliminar puede realizar sus cálculos.

3.4.1.-CARACTERISTICAS GEOLOGICAS-GEOTECNICAS ENCONTRADAS.

Analizando los materiales encontrados en las perforaciones B-2, B-3, B-4, B-5, localizadas sensiblemente paralela a la linea de orilla, se deduce que estratigráficamente encontramos:



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

A.-

Un estrato superior de espesor variable, desde 0.00 m. en la perforación B-5 donde está ausente, hasta 2.65 m. en la perforación B-4. Constituido por arena con algo de grava, de compacidad variable y de color gris. Presenta además manchas de oxidación y olor orgánico en la perforación B-3.

B.-

Un estrato de arcilla limosa, de color gris claro con un espesor que va desde 1.50 m. en la perforación B-3, hasta espesores que van de 6.50 m. a 7.00 m. en las perforaciones B-2 y B-5 respectivamente.

Los ensayos de compresión simple efectuados a muestras de este estrato dan un valor promedio de 0.42 kg./cm² . correspondiente a una arcilla de consistencia blanda.

C.-

Finalmente un potente estrato de arena media a gruesa con restos de conchillas y micas, de color gris claro. Se presenta a una cota de profundidad variable que va desde los 3.00 m. de profundidad en la perforación B-3, hasta una cota promedio de los 7.00 m. de profundidad en las otras tres perforaciones B-2, B-4 y B-5 manteniéndose hasta las profundidades alcanzadas por las perforaciones.

Este estrato se presenta continuo en la perforación B-3 mientras que en las perforaciones B-2, B-4 y B-5 es atravesado por una capa de arcilla limosa de espesor variable.

En las perforaciones B-2 y B-4 se presenta esta capa, con espesores de 4.50 m. como espesor máximo en la perforación B-2 y de 2.70 m. en la perforación B-4.

Esta capa consiste de una arcilla turbosa de olor a petróleo, de color gris oscuro y con valores a la compresión simple entre 0.61 kg/cm^2 a 1.64 kg/cm^2, que la clasifica como una arcilla de consistencia media a firme.

En la perforación B-5 donde también se la reporta esta capa, se presenta entre las cotas de los 16.00 m. y los 19.00 m. de profundidad.

3.4.2.- UBICACION DEL MUELLE.-

Basado el ánalisis en las caracteristicas geológicas-geotécnicas encontradas, el área más conveniente para la ubicación del muelle es la que corresponde a la posición de la perforación B-3, donde el potente estrato de arena encontrado a más de presentarse continuo se encuentra más cerca de la superficie del lecho marino que en las demás perforaciones, constituyendose un estrato muy competente para una cimentación.

Siendo al parecer el tipo más indicado de cimentación el de pilotes prefabricados de hormigón armado, hincado en el

sitio, se podria considerar como otro principal factor fisico actuante en la zona la de encontrarse este estrato a una cota muy superficial, minimizando asi la longitud de los pilotes del muelle y de la pasarela a construirse, y por lo tanto reduciendo los costos.

El conjunto de los pilotes a calcularse, en forma básica tienen que estar diseñados para transmitir tanto las cargas verticales permanentes como es el peso de la estructura del hormigón y también las cargas verticales no permanentes como son las descargadas por el peso de las gruas, camiones, montacargas, etc.

Además soportará las cargas horizontales provocadas por la energia de atraque de los barcos, como las cargas horizontales provocados por los sismos y las olas.

Debe tomarse muy en cuenta a su vez el empuje natural de los terrenos sobre los pilotes, ya sea debido a la colocación de un relleno sobrecargado del lado de la costa, como también de la llamada fricción negativa, producida a lo largo del fuste de los pilotes provocado por la consolidación de los terrenos blandos

superficiales, en caso de sobrecargarlos por un relleno llegado a la vecindad del muelle, o presentado en caso de consolidarse la capa de arcilla alrededor de los pilotes del muelle.

Este estrato arenoso posible soportante de nuestra cimentación, se presenta en sus primeros seis metros como una arena arcillo limosa con un valor a la compresión simple promedio de 0.33 kg./cm² para luego de esta compacidad media pasar a una arena gruesa muy densa con valores promedio de N=56 a partir de los 9.00 m. de profundidad.

Considerando los pilotes cargados inferiormente a la carga de servicios y anclado en este substrato firme se esperaria que los asentamientos que se producirian deben ser bajos o despreciables.

BIBLIOTECA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL 1966 GUAYAQUIL

FACULTAD DE ING.
EN CIENCIAS DE LA TIERRA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

BASE DE OPERACIONES.-

1.- La zona que presenta condiciones constructivas más recomendables para las instalaciones a construirse, es la zona I.

En caso de cimentaciones superficiales se recomienda como una comprobación de la resistencia del terreno a un nivel propuesto de cimentación, la realizacón de pruebas de cargas.

Se recomienda también la colocación de instalaciones especiales de gran carga en esta zona, ya que el estrato resistente de roca meteorizada, es en esta zona donde se encuentra a menos profundidad (6.50 m.).

2.- Ampliar las investigaciones geotécnicas especialmente el del horizonte arcilloso blando. Obtener muestras para

ensayos de consolidación y efectuar cálculos de posibles asentamientos en este estrato.

3.- Aumentar el número de perforaciones en la Zona IV, con el objeto de precisar las propiedades y los limites de los estratos de comportamiento deficiente.

4.- Verificar la capacidad de soporte alcanzada con el mejoramiento adecuado del terreno, que se hayan realizado.

5.- Ampliar los conocimientos sobre la sensibilidad del estrato arcilloso, con atención especial a su comportamiento sismico.

MUELLE DE OPERACIONES.-

1.- Ampliar las investigaciones geotécnicas aumentando el número de perforaciones en el sitio seleccionado para la ubicación del muelle proyectado, tanto en el agua como en la zona de la playa.

En la zona de playa además de la geometria de los estratos, nos proporcionaria las caracteristicas mecánicas de ruptura y compresibilidad de la capa de arcilla necesaria para efectuar el cálculo correcto de estabilidad del relleno; y en el agua permitirá evaluar en forma más precisa el espesor del estrato de arena estimándose con más precisión la longitud de los pilotes a emplearse.

2.- Para los cálculos de la cimentación hay que tomar en cuenta la reacción lateral del suelo, evaluando principalmente la cohesión y ángulo de fricción interno de la arcilla, obteniéndoselo en ensayos triaxiales practicados sobre muestras inalteradas de ésta, o colocando presiómetros directamente en el sitio.

3.- Con la finalidad de verificar la capacidad de carga de los pilotes se recomienda efectuar por lo menos una prueba de carga estática de pilotes.

4.- Llevar un adecuado registro de hinca durante la instalación de los pilotes con el fin de garantizar tengan una resistencia de acuerdo con la capacidad de soporte de

diseño.

5.- Considerar que tanto para el relleno costero como el enrocado de protección de la linea de costa, dependerá de las olas del lugar y del rango máximo de mareas a esperarse durante el tiempo de vida de la estructura.

6.- Se recomienda además efectuar un estudio tanto de las fuentes de los materiales como del resumen de las caracteristicas de los materiales de construcción requeridos por el proyecto.

BIBLIOTECA
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL 1966 GUAYAQUIL
FACULTAD DE ING. EN CIENCIAS DE LA TIERRA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL
BIBLIOTECA FICT
ESPOL

BIBLIOTECA
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL 1966 GUAYAQUIL
FACULTAD DE ING. EN CIENCIAS DE LA TIERRA

A N E X O A

REGISTROS DE PERFORACIONES

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES — COTA: 4.50 m, SONDEO: 1

mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	MUESTRA Nº	MUESTRA Tipo	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
1		SM	11	▽	1	CP	3		NP	
2	Arena con algo de limo-arcilloso Color café claro. Compacidad Media.	SM	16		2	CP	7		NP	
3										
4	Presencia adicional con fragmentos de conhillas.	SM	8		3	CP	23		NP	
5										
6		SM	5		4	CP	35		NP	
	6.50 m.									
7	Limo areno arcilloso. Con manchas de oxidación. Color café claro. Muy duro.	ML	120		5	CP	12		NP	
8	8.00 m.									

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 10/2/81
Fecha : 11/2/81	Percusión 6.00 m.	TERMINADO: 11/2/81
Hora : 12:30	Rotación 4.00 m.	ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel: 1.00 m.		HOJA : 1 DE : 2

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE				COTA: 4.50		SONDEO: 1				
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO				
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	N&	TIPO	H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
		SM	150	6	CP	16		NP	
	Arena con algo a con limo-arcilloso.								
9	Color café claro.								
	Muy denso.								
		SM	120	7	CP	18		NP	
10	FIN DE PERFORACION 10.00 m.								

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO		EMPEZADO: 10/2/81
Fecha : 11/2/81	Percusion	6.00 m.	TERMINADO: 11/2/81
Hora : 12:30	Rotacion	4.00 m.	ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel: 1.00 m			HOJA : 2 DE : 2

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE — **COTA:** 4.55 — **SONDEO:** 2

mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	MUESTRA Nº	MUESTRA Tipo	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
1	Arcilla con arena. Algo de materia orgánica y raices. Color café oscuro. Consistencia media. 1.00 m.	CL			1	S-3	12	1541	30/13	0.60
2	Arena con algo de arcilla café clara de compacidad suelta. 2.00 m.	SM	2	▽	2	CP	25		42/24	
3	Arena limosa con fragmentos de conchillas. Color gris oscuro de compacidad suelta a media.	SM	5		3	CP	32		NP	
4	4.00 m.	SM	23		4	CP	19		NP	
5	Arena con trazas de finos. Fragmentos de conchillas. Color gris oscuro. Compacidad media.	SW SM	25		5	CP	19		NP	
6										
7	7.00 m.	SW SM	16		6	CP	19		19	
8										

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO		METODO	EMPEZADO: 8/2/81
Fecha :	11/2/81	Percusión 11.50 m	TERMINADO: 8/2/81
Hora :	10:30		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel:	1.30 m.		HOJA : 1 DE : 2

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE				COTA: 4.55		SONDEO: 2				
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	MUESTRA Nº	MUESTRA Tipo	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humedo Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
9	Arena con algo de arcilla y fragmentos de conchillas. Color gris claro. Compasidad media.	SM	15		7	CP	26		NP	
10		SM	37		8	CP	24		NP	
11		SM	31		9	CP	26		NP	
	FIN DE LA PERFORACION 11.50 m.									

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	
Fecha : 11/2/81	Percusión 11.50 m.	EMPEZADO: 8/2/81
Hora : 10:30		TERMINADO: 8/2/81
Nivel: 1.30 m.		ESC. VERTICAL: 1:40
		HOJA : 2 DE : 2

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE — **COTA:** 4.50 — **SONDEO:** 3

mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	MUESTRA Nº	MUESTRA TIPO	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
1	Arcilla con lentes de arena. Manchas de oxidación. Color gris claro. Consistencia blanda.	CL		▽	1	S-3	33	1838	41/16	0.32
2	2.05 m.									
3	Arena algo gruesa con algo de finos Compacidad media.	SM	21		2	CP	24		NP	
	3.55 m.									
4	Arcilla limosa con algo de arena - gruesa. Color gris claro. Muy blanda	ML	0		3	CP	62		39/33	
5	4.90 m.									
6	Arcilla limosa. Color gris claro - Consistencia media.	CH			4	S-3	74	1575	78/30	0.54
	6.55 m.									
7		SP	120		5	CP	1.30		NP	
8										

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 19/2/81
Fecha: 20/2/81	Percusion 10.00 m	TERMINADO: 19/2/81
Hora: 12:30		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel: 1.10 m.		HOJA: 1 DE: 2

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE		COTA: 4.50			SONDEO: 3						
					MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO				
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	N°	TIPO	H %	Densidad Humedo Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
9	Arena gruesa con poco fino. Compacidad densa.	SP	150		6	CP	1.45		NP	
10		SP	120		7	CP	1.06		NP	
	FIN DE LA PERFORACION 10.00 m									

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 19/2/81
Fecha : 20/2/81	Percusión 10.00 m.	TERMINADO: 19/2/81
Hora : 12:30		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel: 1.10 m.		HOJA : 2 DE : 2

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE — COTA: 4.20 — SONDEO: 4

mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF	MUESTRA Nº	MUESTRA Tipo	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
1	Arcilla con arena fina. Manchas de oxidación y trazas de gravilla. Color café oscuro. Consistencia blanda. 1.40 m.	CL			1	S-3	29	1706	45/25	0.32
2	Arcilla con lentes de arena. De mayor plasticidad, manchas de oxidación. Consistencia blanda, café. 2.40 m.	CH			2	S-3	77	1508	68/20	0.30
3	Arena fina con arcilla limosa. Color gris claro. Consistencia muy - suelta. 3.55 m.	SC			3	S-3	63	1990	51/9	0.12
4	Arcilla con lentes de arena fina. Color gris claro. Consistencia muy blanda. 4.55 m.	CH	2		4	CP	60		56/21	
5	Arena con algo de arcilla. Color - gris oscuro. Consistencia muy suelta.	SM	2		5	CP	27		NP	
6	6.40 m.	SM	2		6	CP	24		NP	
7	Arcilla con arena, algo de gravilla Color gris a café claro 7.40 m.	CL			7	S-3	14		45/19	
8		SM			8	S-3	39		NP	

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 7/2/81
Fecha: 11/2/81	Percusión 11.00 m.	TERMINADO: 7/2/81
Hora: 12.15		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel: 1.02 m.		HOJA: 1 DE: 2

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE				COTA: 4.20		SONDEO: 4				
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO				
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	N F.	Nº	TIPO	H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
	Arena limo arcillosa, color gris ver_									
	doso.	SM			9	S-3	34		NP	
9										
		SM			10	S-3	24		NP	
10										
	Idem; con algo de gravilla. Consisten_									
	cia suelta.									
11		SM	6		11	CP	30		NP	
	FIN DE LA PERFORACION 11.00 m.									

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 7/2/81
Fecha: 11/2/81	Percusión 11.00 m.	TERMINADO: 7/2/81
Hora: 12.15		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel: 1.02 m.		HOJA: 2 DE: 2

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE

COTA: 4.50 SONDEO: 5

mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	MUESTRA Nº	MUESTRA Tipo	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
1		SW	13		1	CP	11			
2	Arena con poco finos. Color gris oscuro. Compacidad de media a densa.	SW	30		2	CP	19			
3										
4		SW	34		3	CP	23			
5	4.90 m.	SM			4	S-3	31	1883	21/18	0.20
6	Arena fina limosa con fragmento de conchillas. Color gris claro. Muy suelta. 6.40 m.									
7		CL			5	S-3	99	1514	48/30	0.45
8										

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL
BIBLIOTECA FICT
ESPOL

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 10/2/81
Fecha: 11/2/81	Percusión 13.00 m.	TERMINADO: 11/2/81
Hora: 12.40		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel: 1.13 m.		HOJA: 1 DE: 2

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE				COTA: 4.50		SONDEO: 5			
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO			
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	N°	TIPO	H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
9	Arcilla limosa con trazas de arena. Color gris claro. Compacidad blanda.	CL		6	S-3	65		48/21	
	9.55 m.								
10		SM	25	7	CP	35		NP	
11									
		SM	5	8	CP	29		NP	
	Arena limosa. Color gris claro.								
12									
13		SM		9	CP	35		NP	
	FIN DE LA PERFORACION 13.00 m.								

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO		METODO	EMPEZADO: 10/2/81
Fecha :	11/2/81	Percusión 13.00 m.	TERMINADO: 11/2/81
Hora :	12.40		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel:	1.13 m.		HOJA : 2 DE : 2

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE				COTA: 4.10		SONDEO: 6				
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO				
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	N.F.	Nº	Tipo	H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
	0.25 m. Arena con arcilla. Restos de raices y materia orgánica. Manchas oxid. Café claro.	SC			1	S-3	14	1207	27/17	
1	Arena fina con algo a con finos. Pintas de oxidación. Color gris claro. Compacidad suelta a muy suelta.	SM	10	▽	2	CP	17		NP	
2	2.00 m.	SM	2		3	CP	49		NP	
3	Arcilla con muy poca arena. Mica. Color gris claro. Consistencia blanda.	CH			4	S-3	36	1606	59/28	0.38
4					5	S-3				
5	Idem, con lentes de arena y algo de limo. Consistencia blanda.	CH			6	S-3	52	1775	57/17	0.42
6	Idem. Consistencia muy blanda. 6.00 m.	CL			7	S-3	63	1741	30/7	0.10
7	Arena con algo de arcilla y limo. Presencia de mica. Color gris claro. 7.40 m.	SM			8	S-3	35		51/31	
8	Arcilla limosa con lentes de arena.									

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	
Fecha : 6/2/81	Percusión 13.00 m.	EMPEZADO: 6/2/81
Hora : 12.15		TERMINADO: 6/2/81
Nivel : 0.70 m.		ESC. VERTICAL: 1:40
		HOJA : 1 DE 2

BIBLIOTECA
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
GUAYAQUIL
FACULTAD DE ING. EN CIENCIAS DE LA TIER

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE				COTA: 4.10			SONDEO: 6			
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO				
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	Nº	Tipo	H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
9	Presencia de mica. Manchas de oxidación y algo de materia orgánica. Color gris claro. Consistencia media. 8.90 m.	CL		9	S-3	62	1758	26/8	0.50
10		SM		10	S-3	35	1856	21/20	0.21
11	Arena con arcilla limosa. Presencia de mica y materia orgánica. Manchas de oxidación. Color gris claro. Compacidad suelta.	SM SC		11	S-3	31	1847	19/13	0.28
12		SM	5	12	CP	34		NP	
13		SM	3	13	CP	32		NP	
	FIN DE PERFORACION 13.00 m.								

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 5/2/81
Fecha: 6/2/81	Percusión 13.00 m.	TERMINADO: 5/2/81
Hora: 12.15		ESC. VERTICAL: 1.40
Nivel: 0.70 m.		HOJA: 2 DE: 2

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE				COTA: 4.00		SONDEO: 7				
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO				
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	N&	TIPO	H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
	Arcilla con algo de arena y trazas de gravilla. Manchas de oxidación. Color café oscuro.			1	S-3	6		48/20	
0.45 m.		CL	10	2	CP	9		NP	
1	Arena con poco finos. Color gris oscuro. Compacidad media.								
2	Idem, muy densa.	SM	60	3	CP	16		NP	
3									
	Idem, con pocas gravillas. Compacidad media.	SM	16	4	CP	22		NP	
4									
5	5.00 m.	SM		5	S-3			NP	
	Arcilla limosa con poca arena. Manchas de oxidación. Color gris claro. Consistencia muy blanda.	CH		6	S-3	90	1672	51/21	0.23
6									
7	Idem, con trazas de gravilla. Consistencia muy blanda.	CH		7	S-3	90	1529	53/20	0.33
8									

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 6/2/81
Fecha: 11/2/81	Percusión 11.00 m.	TERMINADO: 8/2/81
Hora: 12.40		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel: 1.60 m.		HOJA: 1 DE: 2

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE				COTA: 4.00		SONDEO: 7				
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO				
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	Nº	TIPO	H %	Densidad Humedo Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
		ML			8	S-3	78	1485	35/28	0.17
9										
	Arcilla, muy blanda.				9	S-3	74	1619	58/18	0.17
10										
		CH	4		10	CP	31		54/19	
11	FIN DE LA PERFORACION 11.00 m.									

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 6/2/81
Fecha: 11/2/81	Percusión 11.00 m.	TERMINADO: 8/2/81
Hora: 12.40		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel: 1.60 m.		HOJA: 2 DE: 2

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE				COTA: 4.00		SONDEO: 8				
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO				
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	N F.	Nº	TIPO	H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
1	Arena algo gruesa con poco finos. Color café claro. Compacidad media.	SW SM	14	▽	1	CP	24		NP	
2		SW SM	17		2	CP	19		NP	
3	3.55 m.									
4	Arcilla areno limoso. Color gris claro.	ML			3	CP	49		NP	
5	4.90 m.	CL			4	S-3	76	1522	44/17	0.21
6	Arcilla con poca arena. Color gris claro. Consistencia muy blanda.									
7		CH			5	S-3	85	1507	55/28	0.11
8										

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 10/2/81
Fecha: 11/2/81	Percusión 14.50 m	TERMINADO: 10/2/81
Hora: 12:40		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel: 0.72		HOJA: 1 DE: 2

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE				COTA: 4.00		SONDEO: 8				
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO				
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	N F.	Nº	TIPO	H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
	Idem; blanda	CH	3		6	CP	83		53/19	
9										
	Idem; consistencia blanda	ML			7	S-3	73	1758	47/35	0,30
10										
11	11.05 m.									
		SM	6		8	CP	32		N/P	
12										
	Arena limosa. Color gris claro. Compacidad suelta.	SM	6		9	CP	33		N/P	
13										
14										
		SM	9		10	CP	27		N/P	
	FIN DE PERFORACION 14.50 m.									

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 10/2/81
Fecha: 11/2/81	Percusión 14.50 m.	TERMINADO: 10/2/81
Hora: 12:40		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel: 0.72		HOJA: 2 DE: 2

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE — **COTA:** 4.50 — **SONDEO:** 9

mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	MUESTRA Nº	MUESTRA Tipo	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
1	Arcilla con lentes de arena. Olor a materia orgánica. Manchas de oxidación. Consistencia blanda.	CH		▽	1	S-3	73	1581	72/23	0,40
	1.60 m.									
2	Arena con pequeños fragmentos de conchillas. Color gris oscuro. Muy suelta.	SW	2		2	CP	30		NP	
3										
	3.55 m.									
4		ML			3	CP	47		22/20	
5	Limo arenoso. Color gris claro. Consistencia media.	ML	6		4	CP	68		35/27	
6										
7		ML			5	S-3	51		30/23	
	7.90 m.									

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	
Fecha: 18/2/81	Percusión 20.50 m.	EMPEZADO: 9/2/81
Hora: 12:30		TERMINADO: 17/2/81
Nivel: 0.98 m.		ESC. VERTICAL: 1:40
		HOJA: 1 DE: 3

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE				COTA: 4.50		SONDEO: 9				
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO				
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	N F.	N&	TIPO	H %	Densidad Humedo Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
9	Arena con lentes de arcilla y gravilla. Fragmentos de conchillas. Color gris verdoso. Suelta.	SM			6	S-3	43	1688	37/25	0,38
10										
11	Idem, con mayor porcentaje de gravilla. Compacidad media. Arena con algo de arcilla.	SM	29		7	CP	24		NP	
		SM			8	CP	22		NP	
12										
	12.40 m.									
13	Arcilla con algo de arena. Fragmento de conchillas. Color café verdoso.	CL			9	S-3	29		49/20	
14										
		CL	64		10	CP	28		45/18	
15										
		CL	70		11	CP	18		40/12	

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL
BIBLIOTECA FICT
ESPOL

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 9/2/81
Fecha: 18/2/81	Percusión 20.50 m.	TERMINADO: 17/2/81
Hora: 12:30		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel: 0,98 m.		HOJA: 2 DE: 3

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE				COTA: 4.50		SONDEO: 9				
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO				
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	Nº	tipo	H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
16		CL	66	12	CP	13	2287	46/10	4,27
17	Idem; con trazas de gravilla. Consistencia dura.								
18		CL	68	13	CP	19	2112	37/12	2,24
19									
	20.50 m.	CL	120	14	CP	18		35/11	
	FIN DE PERFORACION 20.50 m.								

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO		METODO	EMPEZADO: 9/2/81
Fecha :	18/2/81	Percusión 20.50 m.	TERMINADO: 17/2/81
Hora :	12:30		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel :	0.98 m.		HOJA : 3 DE : 3

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE				COTA: 3.70		SONDEO: 10				
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO				
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	Nº	TIPO	H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
1	Arena gruesa con trazas de fino. Color gris verdosa.	SW			1	CP	4		NP	
2	1.90 m.	SM			2	S-3	25	1933	NP	0,31
3	Arena con algo de finos. Gris clara. Suelta.									
4		SM SC	6		3	CP	25		21/14	
5	4.90 m.	CH			4	S-3	87	1565	61/30	0,32
6	Arcilla con trazas a con algo de arena. Manchas de oxidación. Color gris claro. Consistencia blanda.									
7		CL			5	S-3	58	1644	45/19	0,23

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 11/2/81
Fecha: 13/2/81	Percusión 23.05 m.	TERMINADO: 12/2/81
Hora: 12:30		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel: 1.10 m.		HOJA: 1 DE: 3

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE				COTA: 3.70		SONDEO: 10				
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO				
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	N F.	Nº	TIPO	H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
9	9.00 m.									
	Limo areno arcilloso. Pequeños fragmentos de conchillas. Gris claro. Consistencia blanda.	ML			7	S-3	58	1783	NP	0,37
10	10.55 m.									
		ML	7		8	CP	34		21/19	
11	Limo arcilloso con algo de arena. Gris claro. Consistencia media.									
12										
	Idem; consistencia blanda	ML	3		9	CP	99	1962	43/42	0,29
13	13.50 m.									
		SM SC			10	S-3	41	1704	27/20	0,56
14	Arena fina arcillosa. Compacidad suelta.									
15	15.25 m.									
	Arcilla con arena. Consistencia media.	CL	6		11	CP	49		28/20	

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 11/2/81
Fecha: 13/2/81	Percusión 23.05 m.	TERMINADO: 12/2/81
Hora: 12:30		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel: 1.10 m.		HOJA: 2 DE: 3

PROYECTO: BASE DE OPERACIONES CEPE				COTA: 3.70		SONDEO: 10				
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO				
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	N°	TIPO	H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
	16.65 m.								
17	Arcilla con poca arena. Manchas de oxidación.	CH	139	12	CP	25	1917	62/26	2,71
18		CH	328	13	CP	23	1869	62/29	2,54
19	Color café claro. Consistencia dura.								
20		CH	57	14	CP	20		70/31	
21	Idem; cambia de color a café oscuro.	CH	86	15	CP	23	1978	82/27	2,54
22									
23	23,05 m.	CH	53	16	CP	23	2051	67/26	3,02
	FIN DE PERFORACION 23.05 m.								

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO		METODO	EMPEZADO: 11/2/81
Fecha :	13/2/81	Percusión 23.05 m.	TERMINADO: 12/2/81
Hora :	12:30		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel :	1.10 m.		HOJA : 3 DE : 3

PROYECTO: MUELLE DE OPERACIONES CEPE — **COTA:** — **SONDEO:** B-1

mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	MUESTRA Nº	MUESTRA tipo	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
1	Arena con gravilla y fragmentos de conchillas. Con algo de finos. De Color gris claro y compacidad suelta.	SM	8		1	CP	28	1894		
2	2.00 m.	SM			2	CP	30	1407		
3	Arcilla con arena algo gruesa y limo; fragmentos de conchillas color gris claro. Muy blanda. 3.00 m.	CL			3	S-3	35	1696	25/13	0,19
4	Arcilla limosa con capitas de arena. Fragmentos de conchillas. Color gris clara. Media. 4.00 m.	CL			4	S-4	45	1596	48/22	0,84
5	Arcilla con arena algo gruesa. Pintas de oxidación. Color gris claro muy blanda. 5.00 m.	CL			5	S-3	69	1832	38/17	0,20
6	Arcilla limosa con lentes de arena, presenta algo de oxidación. Color gris claro. Media.	CL			6	S-3	62	1750	47/20	0,60
7	Con fragmentos de conchillas.	CH	11		7	CP	34		56/25	

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 6/2/81
Fecha :	Percusión 20.00 m.	TERMINADO: 9/2/81
Hora :		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel:		HOJA : 1 DE : 3

PROYECTO: MUELLE DE OPERACIONES CEPE				COTA:		SONDEO: B-1					
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO					
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	N F.	Nº	TIPO	H %	Densidad Humedo Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
9										
		CL			8	S-3	67	1568	40/16	0,66
10	Consistencia muy blanda									
		CH			9	S-3	35	1551	66/22	0,17
11	11.00 m.									
	Arena con algo de limo. Color gris claro. Muy densa.									
12										
	12.50 m.	SM	92		10	CP	14	1686		
	Arena algo gruesa con conchillas. Color gris claro. Muy densa.									
13										
		SW SM	85		11	CP	26	1724		
14	14.00 m.									
	Arcilla limosa con arena y manchas de oxidación. Color gris claro. Consistencia dura.									
15										
	15.55 m.	CL	85		12	CP	14	1551	37/11	

BIBLIOTECA FICT ESPOL

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 6/2/81
Fecha :	Percusión 20.00 m.	TERMINADO: 9/2/81
Hora :		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel :		HOJA : 2 DE : 3

PROYECTO: MUELLE DE OPERACIONES CEPE				COTA:				SONDEO: B-1			
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO					
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	Nº	TIPO	H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
17	Arena con algo de limo. Color gris clara. Muy densa.	SW SM	92		13	CP	24	1588		
18	18.50 m.	SM	85		14	CP	26	1657		
19	Arena algo gruesa									
20	20.00 m.	SW SM			15	CP	22	1553		
	FIN DE PERFORACION 20.00 m.									

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 6/2/81
Fecha :	Percusión 20.00 m.	TERMINADO: 9/2/81
Hora :		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel :		HOJA : 3 DE : 3

PROYECTO: MUELLE DE OPERACIONES CEPE				COTA:		SONDEO: B-2				
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO				
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	N°	Tipo	H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
1	Arena gris con gravilla 0.90 m.								
				1	S-3	23	1691		0,22
2	Arcillas con lentes de arena algo gruesa. Color gris claro. Muy blanda.								
		CH		2	S-3	84	1686	52/19	0,25
3									
	Consistencia media.								
4									
		CH		3	S-3	68	1659	61/25	0,61
5									
	Con arena y algo de material orgánico. Media.								
		CL		4	S-3	58	1669	43/16	0,56
6	6.00 m.								
	Arcilla con arena y presencia de limo. Color gris verdosa. Consistencia blanda.								
7	7.40 m.								
		CL		5	S-3	31	1881	34/15	0,45

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 11/2/81
Fecha :	Percusión 20.90 m.	TERMINADO: 18/2/81
Hora :		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel :		HOJA : 1 DE : 3

PROYECTO: MUELLE DE OPERACIONES CEPE	COTA:	SONDEO: B-2

mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	MUESTRA Nº	MUESTRA tipo	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humedo Kg/M³	LL/LP V.	Qu Kg/cm²
	Arena con algo de arcilla y limo. Fragmentos de conchillas y gravilla. Color gris claro. Muy blanda.	SM			6	S-3	15	1847	NP	0,29
9										
	Arcilla con arena y algo de limo. Fragmentos de conchillas. Color gris claro Muy blanda.									
10	10.40 m.	CL			7	S-3	33	1765	45/19	0,23
	Arena con algo de finos. Color gris claro. Densa									
11										
	11.90 m.	SM	32		8	CP	26	1658	NP	
12										
	Arena algo gruesa con finos y fragmentos de conchillas. Color gris claro. Muy densa.	SW SM	92		9	CP	25	1605	NP	
13	13.40 m.									
	Arcilla turbosa con arena y olor a petróleo. Color café oscuro. Consistencia muy fina,									
14										
15		OL	16		10	CP	118		43/35	

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 11/2/81
Fecha :	Percusión 20.90 m.	TERMINADO: 18/2/81
Hora :		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel :		HOJA : 2 DE : 3

PROYECTO: MUELLE DE OPERACIONES CEPE — GOTA: — SONDEO: B-2

mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	MUESTRA N°	MUESTRA TIPO	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
	16.40 m.	OH	12		11	CP	128	1307	51/28	0,61
17	Arcilla con arena y gravilla. Color gris verdosa. Consistencia dura.									
	17.90 m.	CL	51		12	CP	13		34/8	
18	Arena con poco de fino. Color gris claro. Muy densa.									
19		SW SM	70		13	CP	17	1799	NP	
	19.40 m.									
20	Arena algo gruesa con poco finos. Color gris claro.									
	20.90 m.	SW SM			14	L	23	1855	NP	
	FIN DE PERFORACION 20.90 m.									

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 11/2/81
Fecha :	Percusión 20.90 m.	TERMINADO: 18/2/81
Hora :		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel :		HOJA : 3 DE : 3

PROYECTO: MUELLE DE OPERACIONES CEPE		COTA:			SONDEO: B-3					
					MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO			
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	Nº	TIPO	H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
1	Arena con algo de fino. Manchas de oxidación y olor a petróleo. Gravilla color gris oscuro.	SM			1	S-3	21	1854		
	1.50 m.									
2	Arcilla con pequeña cantidad de arena color gris claro. Consistencia blanda.	CH			2	S-3	78	1510	60/24	0,31
3	3.00 m.									
4	Arena con algo de arcilla y limo. Presencia de mica. Color gris claro. Compacidad muy suelta.	SC			3	S-3	49	1685	31/15	0,40
5		SM SC			4	S-3	33	1838	23/18	0,33
6	6.00m.									
7	Arena con algo de limo. Fragmento de conchillas. Color gris claro. De suelta a media.	SM			5	S-3	30	1769	NP	0,28
		SM	18		6	CP	28	1828	NP	

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 19/4/81
Fecha :	Percusión 20.10 m.	TERMINADO: 20/4/81
Hora :		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel :		HOJA : 1 DE

BIBLIOTECA
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL 1368 GUAYAQUIL
FACULTAD DE ING. EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: MUELLE DE OPERACIONES CEPE | COTA: | SONDEO: B-3

mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	MUESTRA Nº	MUESTRA Tipo	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humedo Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
9	9.15m.									
		SM	64		7	CP	25	1918	NP	
10	Arena más gruesa con algo de arcilla amarilla. Muy densa.									
11		SM	51		8	CP	22	1828	NP	
12	12.30m.									
		SM SM	47		9	CP	21	1836	NP	
13	Arena gruesa con algo de limo color gris claro. Densa.									
14		SM	56		10	CP	16	1745	NP	
15	Muy densa.									
		SM	62		11	CP	33	1870	NP	

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 19/2/81
Fecha :	Percusión 20.10 m.	TERMINADO: 20/2/81
Hora :		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel :		HOJA : 2 DE : 3

PROYECTO: MUELLE DE OPERACIONES CEPE	COTA:	SONDEO: B-3

mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	MUESTRA N°	MUESTRA Tipo	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
	16.65 m.									
17		SW			12	L	22	1744	NP	
18	Arena gris claro	SW SM			13	L	23	1746	NP	
19										
20		SW			14	L	31	1828	NP	
	FIN DE PERFORACION 20.10 m.									

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 19/2/81
Fecha :	Percusión 20.10 m.	TERMINADO: 20/2/81
Hora :		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel :		HOJA : 3 DE : 3

PROYECTO: MUELLE DE OPERACIONES CEPE	COTA:	SONDEO: B-4

mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	MUESTRA Nº	MUESTRA TIPO	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humedo Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
1	Arena con grumos de arcilla. Color café claro. Muy densa.	SM	69		1	CP	18	1939		
2	2.65 m.									
3	Arcilla con arena y algo de limo. Color gris claro. Consistencia blanda.	CH			2	S-3	65	1520	53/17	0.43
4					3	S-3		1316		
5										
6	Idem; Algo de oxidación	CL	2		4	CP	51	1460	40/21	
7	7.15 m.									
	Arena con limo arcilloso. Presencia de Mica. Color gris claro. Suelta.	SM			5	S-3	29	1784	NP	0,43

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 24/2/81
Fecha :	Percusión 24.30 m.	TERMINADO: 25/2/81
Hora :		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel :		HOJA : 1 DE : 4

PROYECTO: MUELLE DE OPERACIONES CEPE — COTA: — SONDEO: B-4

mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	MUESTRA Nº	MUESTRA Tipo	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
9	Idem; muy suelta	SM			6	S-3	35	1675	22/19	0,10
10		SM			7	CP	28	1755	NP	
11	Idem; Media									
12		SM	60		8	CP	19	1920	NP	
13	Idem. Con fragmentos de conchillas. Muy densa. 13.55 m.									
14	Arcilla con arena color gris claro. Consistencia dura.	CH	30		9	CP	22	2021	51/14	1.64
15	Idem; con olor a petróleo y con pequeña cantidad de gravilla. Consistencia dura.	CL	32		10	CP	25	2020	49/12	

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL
BIBLIOTECA FICT
ESPOL

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 24/2/81
Fecha :	Percusión 24.30 m.	TERMINADO: 25/2/81
Hora :		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel :		HOJA : 2 DE : 4

PROYECTO: MUELLE DE OPERACIONES CEPE — COTA: — SONDEO: B-4

mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	MUESTRA Nº	MUESTRA Tipo	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
	16.35									
17	Arena con algo de arcilla color gris claro y café claro. Muy densa.	SC	51		11	CP	27	1890	36/18	
	17.85									
18	Arena con arcilla limosa. Color gris claro. Muy densa.	SM SC	78		12	CP	136		23/16	
19	19.35									
20	Arena con arcilla limosa. Manchas de oxidación. Color café claro. Muy densa.	SM	92		13	CP	19	1664	NP	
	20.85									
21	Arena algo gruesa con algo de limo. Color gris claro. Muy densa.	SM	88		14	CP	21	1871	NP	
22	22.35									
23	Arena fina con poco finos. Color gris claro. Muy densa.	SW SM	100		15	CP	74	1842	NP	

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 24/2/81
Fecha :	Percusión 24.30 m.	TERMINADO: 25/2/81
Hora :		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel :		HOJA : 3 DE : 4

PROYECTO: MUELLE DE OPERACIONES CEPE				COTA:				SONDEO: B-4	
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	MUESTRA Nº	MUESTRA TIPO	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humedo Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
	24.30 m.	SW SM	100		16	CP	26	1858	NP	
	FIN DE PERFORACION 24.30 m.									

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 24/2/81
Fecha :	Percusión 24.30 m.	TERMINADO: 25/2/81
Hora :		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel :		HOJA : 4 DE : 4

PROYECTO: MUELLE DE OPERACIONES CEPE — **COTA:** — **SONDEO:** B-5

mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	MUESTRA Nº	MUESTRA Tipo	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
1	Arcilla con algo de arena. Color gris claro. Consistencia blanda.	CH			1	S-3	67	1555	57/24	0,44
2		CH			2	S-3	86	1531	61/27	0,88
3	Idem. Consistencia media.									
4		CH			3	S-3	71	1581	55/19	0,52
5	Idem. Consistencia blanda.	CH			4	S-3	174	1520	70/28	0,39
6	6.00 m.									
	Arcilla arenosa color gris claro. Consistencia blanda.	CL			5	S-3	46	1893	31/13	0,49
7	6.90 m.	SM			6	S-3	36	1881	19/18	0,29

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 24/2/81
Fecha :	Percusión 21.00 m.	TERMINADO: 25/2/81
Hora :		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel :		HOJA : 1 DE : 3

PROYECTO: MUELLE DE OPERACIONES CEPE				COTA:		SONDEO: B-5				
				MUESTRA		ENSAYO DE LABORATORIO				
mt.	Descripción del Material	SUCS	N	N&	tipo	H %	Densidad Humeda Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
9		SM		7	S-3	23	1779	NP	
10	Arena con algo de arcilla limosa color gris claro. Suelta.	SM	9	8	CP	32	1730	NP	
11		SM	7	9	CP	33	1841	NP	
12									
13	13.05 m.	SW SM	35	10	CP	27	1825	NP	
14	Arena algo gruesa con oxidación. Color gris claro. Densa a muy densa.								
15		SM	52	11	CP	23	1668	NP	

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 24/2/81
Fecha :	Percusión 21.00 m.	TERMINADO: 25/2/81
Hora :		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel :		HOJA : 2 DE : 3

PROYECTO: MUELLE DE OPERACIONES CEPE	COTA:	SONDEO: B-5

mt.	Descripción del Material	SUCS	N	NF.	MUESTRA Nº	MUESTRA TIPO	ENSAYO DE LABORATORIO H %	Densidad Humedo Kg/M³	LL/LP %	Qu Kg/cm²
	Arcilla con algo de arena. Color gris claro. Consistencia firme.	CL	14		12	CP	40	1409	25/14	
17	17.05 m.									
18	Arcillas con trazas de arena color café oscuro. Consistencia dura.	CH	43		13	CP	31	1372	58/25	
19	19.05 m.									
	Arena con algo de arcilla limosa.	SM	53		14	CP	25	1684		
20	Color gris claro. Muy densa.									
	20.55 m.									
21	Arena fina muy densa 21.00 m.	SW	59		15	CP	26	1669		
	FIN DE PERFORACION 21.00 m.									

MEDIDA DEL NIVEL FREATICO	METODO	EMPEZADO: 24/2/81
Fecha :	Percusión 21.00 m.	TERMINADO: 25/2/81
Hora :		ESC. VERTICAL: 1:40
Nivel :		HOJA : 3 DE : 3

A N E X O B

ENSAYOS DE GRANULOMETRIA

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Perforación : # 1

Muestra #	Pasante No. 4	Acumulado No.200
1	100.00	17.47
2	100.00	15.84
3	96.83	17.09
4	100.00	30.81
5	100.00	69.64
6	100.00	20.01
7	100.00	37.04

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Perforación : # 2

Muestra #	Pasante No. 4	Acumulado No.200
1	100.00	60.00
2	100.00	29.00
3	100.00	20.00
4	100.00	19.00
5	100.00	7.00
6	96.00	7.00
7	95.00	22.00
8	100.00	26.00
9	100.00	27.00

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Perforación : # 3

Muestra #	Pasante No. 4	Acumulado No.200
1	100.00	67.68
2	100.00	17.29
3	100.00	79.14
4	100.00	98.12
5	100.00	1.84
6	100.00	0.27
7	100.00	0.76

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Perforación : # 4

Muestra #	Pasante No. 4	Acumulado No.200
1	96.44	60.76
2	100.00	71.32
3	100.00	35.00
4	100.00	78.20
5	100.00	23.94
6	100.00	14.02
7	91.25	61.66
8	100.00	23.62
9	100.00	33.35
10	95.65	25.05
11	100.00	23.36

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Perforación : # 5

Muestra #	Pasante No. 4	Acumulado No.200
1	100.00	4.20
2	100.00	5.58
3	100.00	9.00
4	100.00	23.77
5	100.00	98.58
6	100.00	91.64
7	100.00	34.51
8	100.00	28.16
9	100.00	34.78

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Perforación : # 6

Muestra #	Pasante No. 4	Acumulado No.200
1	100.00	39.00
2	100.00	20.00
3	100.00	42.00
4	100.00	91.00
5	NO SALIO	
6	100.00	98.00
7	99.18	63.00
8	100.00	23.00
9	100.00	68.00
10	100.00	32.00
11	100.00	30.00
12	100.00	30.00
13	100.00	28.00

BIBLIOTECA
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
1958
GUAYAQUIL
FACULTAD DE ING.
EN CIENCIAS DE LA TIERRA

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Perforación : # 7

Muestra #	Pasante No. 4	Acumulado No.200
1	98.49	72.72
2	100.00	11.14
3	100.00	15.15
4	91.04	14.12
5		
6	100.00	92.12
7	100.00	99.62
8	98.88	81.30
9	100.00	89.37
10	100.00	85.15

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Perforación : # 8

Muestra #	Pasante No. 4	Acumulado No.200
1	100.00	5.74
2	100.00	7.47
3	100.00	59.53
4	100.00	94.26
5	100.00	97.11
6	100.00	95.70
7	100.00	75.16
8	100.00	19.05
9	100.00	29.92
10	100.00	27.31

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Perforación : # 9

Muestra #	Pasante No. 4	Acumulado No.200
1	100.00	75.92
2	100.00	4.26
3	100.00	52.45
4	100.00	83.17
5	100.00	81.15
6	92.97	19.11
7	70.30	20.00
8	100.00	20.00
9	100.00	76.60
10	100.00	64.51
11	98.55	69.47
12	99.70	73.03
13	100.00	77.35
14	100.00	53.29

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Perforación : # 10

Muestra #	Pasante No. 4	Acumulado No.200
1	100.00	2.33
2	100.00	17.49
3	100.00	27.19
4	100.00	98.51
5	100.00	69.37
7	100.00	64.02
8	100.00	75.77
9	100.00	84.52
10	100.00	39.23
11	100.00	58.92
12	100.00	96.98
13	100.00	94.33
14	100.00	81.39
15	100.00	97.24
16	100.00	97.96



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

BIBL'OTECA



FACULTAD GEOLOGIA
MINAS Y PETROLEO

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Perforación : # B - 1

Muestra #	Pasante No. 4	Acumulado No.200
1	79.00	14.00
2	75.00	18.00
3	95.00	61.00
4	100.00	69.00
5	100.00	78.00
6	100.00	74.00
7	100.00	66.00
8	100.00	63.00
9	100.00	69.00
10	100.00	16.00
11	99.00	7.00
12	100.00	67.00
13	100.00	11.00
14	100.00	13.00
15	100.00	6.00

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Perforación : # B - 2

Muestra #	Pasante No. 4	Acumulado No.200
1	100.00	84.00
2	100.00	94.00
3	100.00	89.00
4	100.00	76.00
5	100.00	57.00
6	95.00	23.00
7	100.00	74.00
8	100.00	24.00
9	100.00	9.00
10	100.00	78.00
11	100.00	86.00
12	80.00	59.11
13	100.00	11.00
14	100.00	9.00

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Perforación : # B - 3

Muestra #	Pasante No. 4	Acumulado No.200
1	93.36	14.80
2	100.00	94.95
3	100.00	26.52
4	100.00	35.25
5	100.00	20.83
6	100.00	19.42
7	100.00	16.78
8	100.00	15.56
9	100.00	6.78
10	100.00	28.16
11	100.00	13.89
12	100.00	4.39
13	100.00	5.59
14	100.00	4.66

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Perforación : # B - 4

Muestra #	Pasante No. 4	Acumulado No.200
1	65.22	21.96
2	91.21	69.71
3	NO SALIO	
4	100.00	55.21
5	100.00	28.33
6	100.00	46.65
7	100.00	21.58
8	100.00	35.51
9	100.00	69.35
10	93.84	83.04
11	98.05	23.02
12	100.00	43.39
13	100.00	37.94
14	100.00	24.16
15	100.00	9.28
16	100.00	9.09

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Perforación : # B - 5

Muestra #	Pasante No. 4	Acumulado No.200
1	100.00	82.40
2	100.00	85.59
3	100.00	93.90
4	100.00	97.59
5	100.00	56.04
6	100.00	30.15
7	100.00	35.42
8	100.00	35.00
9	100.00	23.49
10	100.00	11.96
11	100.00	16.46
12	100.00	79.28
13	100.00	95.86
14	100.00	18.95
15	100.00	4.63

A N E X O C

METODOLOGIA Y ENSAYOS DE CAMPO

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

METODOLOGIA Y ENSAYOS DE CAMPO.

Todos los métodos superficiales de reconocimiento dan sólo indicaciones aproximadas de las probables condiciones del suelo aunque se reconozcan que proporcionan datos muy valiosos, especialmente para plantear de un modo racional la necesidad del reconocimiento del subsuelo. No se debe proyectar ninguna estructura importante sin poseer datos adecuados de la naturalesa del terreno subyacente, y tales datos sólo pueden obtenerse mediantes métodos apropiados de tomas de muestras y ensayos del subsuelo, recuperadas y realizados en sondeos efectuados en el terreno.

Según las caracteristicas del suelo encontrado se utilizaron los métodos de percusión y lavado, y el de rotación, para la perforación de estos sondeos, obteniéndose muestras inalteradas y semialteradas; realizándose además las pruebas de penetración standard de campo donde se estimó conveniente.

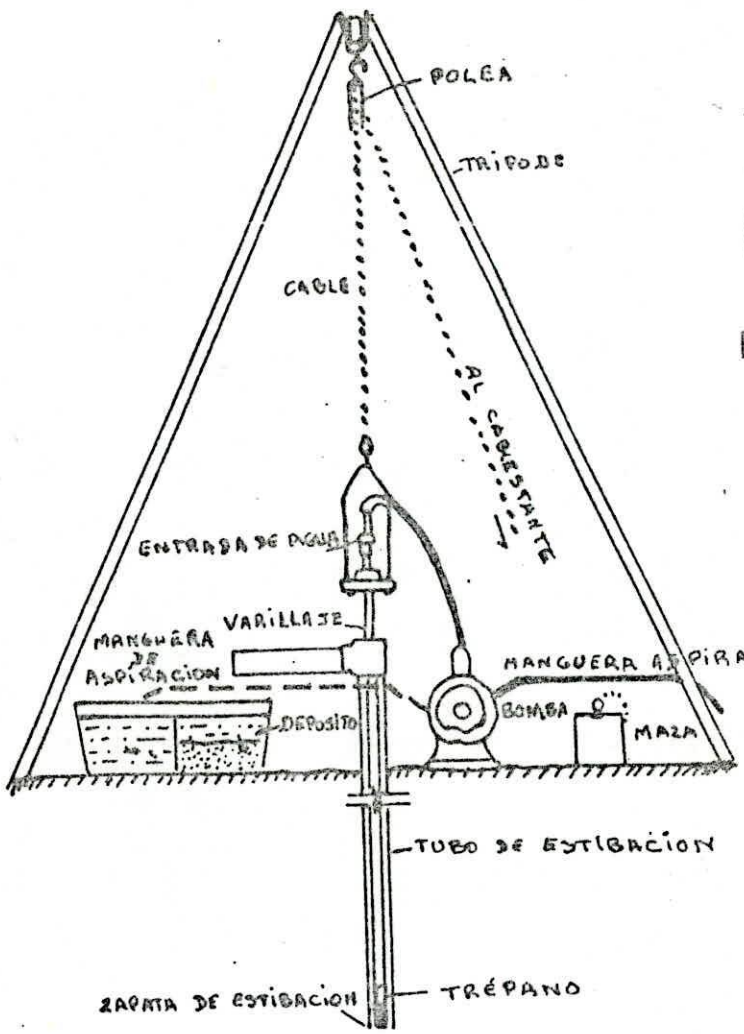
Se llevó además el registro del nivel freático de todas las perforaciones que se realizaron en tierra.

METODO DE PERCUSION Y LAVADO.-

Al aplicar este método de perforación se emplean tubos de acero que se hincan en el terreno mediante un tripode, cabrestante, martillo de hinca y otros accesorios (Fig.#8). Estos tubos que sirven para estibación tienen longitudes variables de 1.50 a 3.00 m., se hincan a golpes con el martillo hasta unos 90 cm. de una vez, y entonces se saca el suelo del interior del tubo antes de proseguir la hinca o antes de tomar la muestra.

El sondeo avanza introduciendo una varilla de edema de acero en el suelo, por dentro del tubo de estibación, vertiendo agua por la varilla y cortando el suelo con un trépano en forma de cincel en el extremo inferior de la varilla. Una bomba impulsa constantemente agua a través del varillaje hueco y de la abertura del trépano, que simultáneamente se eleva y se deja caer repetidamente mediante el cabrestante, desmenuzando asi al suelo en el interior del tubo de estibación.

El agua se eleva por el espacio entre el varillaje y el entubado y vierte en un depósito en la superficie. Las



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ACCESORIOS DE PERFORACION FIG. 8

particulas del suelo son transportadas por el agua y se depositan parcialmente en este depósito. La observación cuidadosa del agua del lavado al salir a la superficie proporciona muchas indicaciones útiles respecto a los cambios de naturaleza de las capas de suelo que se perfora y el interés de realizar los muestreos y pruebas de campo.

METODO DE ROTACION.-

Para este método, la diferencia fundamental consiste en que tanto el tubo para estibación como la varilla de avance, se introduce haciéndolos rotar, cambiándose a su vez las puntas, siendo la del tubo de estibación una zapata diamantada mientras que la de la varilla de avance una broca de tipo tricónica la misma que tritura el material a medida que se va introduciendo en él.

Este método se utiliza cuando el material encontrado es muy duro y el avance de la perforación por el método de percusión y lavado es muy lento.

MUESTRAS INALTERADAS.-

La denominación de muestras inalteradas se aplica a aquellas lo bastante poco alteradas para que se puedan emplear en el laboratorio en la determinación de las carcteristicas de resistencia y consolidación del suelo in situ sin error de importancia práctica.

Realmente no se pueden obtener muestras inalteradas en absoluto en una perforación, puesto que siempre son inevitables ciertas deformaciones del suelo, ya que la separación de la muestra del resto de la masa del suelo modifica las tensiones que actúan en la superficie de la muestra, lo que a su vez trae consigo la subsiguiente deformación, a menos que se tome especiales precauciones, para distorbarla lo menos posible.

Las técnicas de la toma de muestras inalteradas han experimentado grandes modificaciones y mejoras. La empleada en la realización de estas perforaciones fue la adopción de tubos tomamuestras de pared delgada denominado tubo Shelby. Usualmente este tubo es de 60 cm., y biselados en la punta.

Cuando las muestras se sacan a la superficie se sellan ambos extremos derramando parafina liquida y son llevadas al laboratorio para su análisis.

MUESTRAS SEMIALTERADAS.-

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Para la obtención de este tipo de muestreo se utiliza la denominada cuchara partida que tiene un diámetro exterior de dos pulgadas y un diámetro interior de no menos que 1 3/8 de pulgadas. Está dividido longitudinalmente y se une al fondo por medio de una zapata en forma de borde de corte y un accesorio en la parte superior, que contiene una válvula de control de bola. Su longitud mínima es de 61 cm. o 24 pulgadas. La válvula de bola funciona de tal modo que permite que el liquido de la cuchara escape hacia arriba, conforme se va introduciendo la muestra.

La muestra se la obtiene introduciendo la cuchara partida en la formación y extrayendo una sección representativa del suelo, la cual por ser remoldeada de su estado original se dice que está semialterada.

ENSAYO DE PENETRACION STANDARD (SPT).-

Este ensayo realizado in situ, se practica a medida que avanza la perforación y teóricamente en el momento de la obtención de muestras semialteradas.

La prueba de penetración standard, nos proporciona un índice de la dureza o la compacidad del suelo, basándose en la teoria de que cuanto más denso o duro sea el suelo, tanto mayor será la energia necesaria para introducir con la misma fuerza la cuchara de obtención de muestras semialteradas una distancia uniforme.

La prueba de penetración standard (simbolo N) es el número de golpes de un peso de 140 lbs. (63.50 kg.) que cae a lo largo de 76 cm. necesarios para introducir la cuchara de muestreo 30 cm. (12 pulg.) en el suelo intacto. La práctica habitual consiste en introducir la cuchara 45 cm. (18 pulg.) y contar los golpes para cada incremento de 15 cm. (6 pulg.). El conteo de golpes en los primeros 15 cm. se descarta, determinándose el valor de N combinando los conteos de golpes de los otros dos incrementos, asegurándose haber llegado a suelo intacto.

Para impulsar el muestreador, el peso de golpeo se eleva con un pedaso de soga, que pasa por la polea acanalada simple y se enrolla varias vueltas en el malacate. Después de elevar el peso 76 cm. (30 pulg.), la tensión del malacate se suelta por completo y el peso tiene un recorrido virtualmente libre.

Puesto que la prueba de penetración standard es, en gran parte, una operación manual, proporciona una medida aproximada (no precisa) de la dureza o de compacidad del suelo.

La prueba de penetración standard se puede utilizar para clasificar la compacidad o la dureza de las formaciones de los suelos como sigue:

Suelos Granulares (Terzaghi y Peck 1948).

N	Compacidad.
0-4	Muy Sueltas.
4-10	Sueltas.
10-30	Media.
30-50	Densa.
Más de 50	Muy Densa.

Suelos Cohesivos.

N	Consistencia	Resistencia a la Compresión Simple - qu (kg/cm).
< 2	Muy Blanda	< 0.25.
2-4	Blanda	0.25 - 0.50.
4-8	Media	0.50 - 1.00.
8-15	Firme	1.00 - 2.00.
15-30	Muy Firme	2.00 - 4.00.
> 30	Dura	> 4.00.

MEDICION DEL NIVEL FREATICO.-

La lectura de la medida del nivel freático encontrado en cada una de las perforaciones realizadas en tierra, se la efectuó después de 24 horas de haber terminado la perforación y extraído los tubos de estibamiento de la misma.

Durante este lapso de espera, el terreno recuperaba su nivel natural.

A N E X O D

METODOLOGIA Y ENSAYOS DE LABORATORIO.

METODOLOGIA Y ENSAYOS DE LABORATORIO.

La selección de las pruebas a realizarse en una investigación, dependerá de la magnitud y sentido en que enfoquemos nuestro estudio, llevandonos a la complejidad de pruebas especiales o a la determinación de simples ensayos básicos fundamentales.

Al considerar nuestro estudio como una proyección preliminar para la ubicación y construcción de un muelle, a más de la zonificación del área donde se ubicarán las instalaciones portuarias, en zonas que presenten parámetros más favorables para la construcción; se programaron los siguientes tipos de pruebas de laboratorio:

Granulometria.
Limites de atterberg: liquido y plástico.
Contenido natural de humedad.
Densidad húmeda.
Compresión simple (qu).
Clasificación SUCS.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

La metodologia empleada para la realización de estas pruebas es:

DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA.

El ánalisis granulométrico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaño los granos que lo componen.

La cantidad de suelo requerida para el ensayo de la fracción que pasa la malla # 4, depende de la cantidad de finos que contenga:

Suelos arcillosos y limosos ..... 200 a 500 gr.
Suelos arenosos ..... 500 a 1000 gr.

El equipo utilizado consistió en un juego de tamices # 4, 200, fondo y tapa, una balanza de 0.1 gr. de aproximación, una balanza de 0.01 gr. de aproximación, un horno de temperatura constante de 105° C., varias cápsulas de 25 cm. de diámetro, una brocha y un tubo de vidrio.

El procedimiento utilizado fue el con lavado previo, y de la siguiente forma:

1.-

Se pone a secar la muestra en un horno de 105º C. Se deja enfriar a la temperatura ambiente y se pesa la cantidad requerida para hacer la prueba.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

2.-

Se desmoronan los grumos de material con un rodillo de madera.

3.-

Se pone la muestra en una charola con agua y se deja remojar hasta que todo el material se haya desintegrado. Esto requiere de 2 a 12 horas.

4.-

Se vacia el contenido de la cápsula sobre la malla # 200, cuidadosamente y con la ayuda de agua, lávese lo mejor posible la muestra, para que todos los finos pasen por la malla.

El material que pasa a través de la malla # 200 puede analizarse por medio de otros métodos. Consérvese este material para en caso de que haya necesidad de chequear éste análisis.

5.-

El material retenido en la malla 200 se pasa a una cápsula, lavando la malla con agua destilada.

6.-

Se seca el material de la cápsula en la estufa y se pesa.

7.-

Se coloca el juego de mallas # 4 y 200, se agrega el suelo pesado y desmoronado y se tapa.

8.-

Se agita el juego de mallas, horizontalmente con movimientos de rotación y verticalmente con golpes de vez en cuando. El tiempo de agitado depende de la cantidad de finos en la muestra, pero por lo general no debe ser menor de 15 minutos.

9.-

Se quita la tapa y se separa la malla # 4 vaciando la fracción de suelo que ha sido retenida en ella sobre un papel bien limpio. A las particulas que han quedado trancadas entre los hilos de la malla no hay que forzarlas a pasar a través de ella, inviértase el tamiz y con ayuda de una brocha o un cepillo de alambre, despréndanse y agrégense a las depositadas en el papel.

10.-

Se pesa cuidadosamente la fracción de la muestra obtenida. Se la pone en una cápsula. Se guarda esta fracción de muestra hasta el final de la prueba, para poder repetir las pesadas en caso de error.

11.-

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Se hacen las pesadas de las fracciones retenidas en la malla # 200 y en el fondo, procediendo en la forma indicada anteriormente. Todos los pesos retenidos se anotan en el registro del cálculo.

Para realizar los cálculos se obtiene la suma de los pesos retenidos en cada malla y se verifica ese total con el peso de la muestra que se colocó en el juego de tamices. Si el error excede al 1%, se vuelve a pesar cada fricción. Si el error es menor, se lo usará para corregir el peso de la fracción más grande.

Se obtuvieron los porcentajes del material pasante en cada malla respecto del peso seco de la muestra original,

determinándose asi los porcentajes pasantes acumulados de material en cada malla.

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG.-

Las propiedades plásticas de los suelos arcillosos o limosos pueden ser estudiadas aproximadamente por medio de pruebas simples. Las más usuales se denominan limites de consistencia o de Atterberg.

El limite liquido es el contenido de agua tal que, para un material dado, fija la división entre el estado casi liquido y el plástico.

El limite plástico es el contenido de agua que limita el estado plástico del estado resistente semi sólido.

La definición arbitraria standard que se ha dado a estos limites es la siguiente:

El limite liquido (LL) es el contenido de agua de un suelo (expresado en porcentaje del peso seco) que posee una consistencia tal que una muestra con una ranura, al sujetarse al impacto de varios golpes fuertes, se cierra sin que el suelo resbale sobre su apoyo. En la determinación de este limite definido albitrariamente influye la técnica de operación y el factor personal.

El dispositivo diseñado por A. Casagrande, ha eliminado la influencia del factor personal en dicha prueba, proporcionándole un medio mecánico para producir un impacto standard y una herramienta para hacer una ranura de dimensiones standard. Asi que el LL podria definirse como el contenido de agua que permite cerrar la ranura con 25 golpes.

Para llevar a cabo la prueba con este dispositivo, se determina el número de golpes necesarios para cerrar la ranura hecha en la muestra de suelo, con diferentes contenidos de agua. Se ha encontrado empiricamente que la curva que se obtiene trazando una gráfica en papel semilogaritmico, con el contenido de agua en la escala aritmética y el número de golpes en la logaritmica, es una linea recta. Esta curva, se llama "cur[illegible] de

BIBLIOTECA
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
GUAYAQUIL
FACULTAD DE ING.
EN CIENCIAS DE LA TIERRA

escurrimiento" . El contenido de agua que corresponda en esta curva a 25 golpes es el limite liquido.

El limite plástico (LP) de un suelo se define como el contenido de agua (expresado en porcentaje del peso seco) con el cual se agrieta un cilindro de material de 3mm. de diámetro al rodarse con la palma de la mano sobre una superficie lisa.

El equipo utilizado para la determinación del LL consiste en un dispositivo de A. Casagrande que incluye la cuchilla para hacer la ranura, espátulas, cápsulas de porcelana, un tamiz # 40, recipientes con tapa para secar muestras, un mortero, un horno a temperatura constante de 105º C. y una balanza que pueda pesar con 0.01 gr. de aproximación.

El aparato de A. Casagrande debe ser ajustado antes de usarse para que la copa tenga una altura de caida de 1 cm.

Las pruebas de consistencia se hacen solamente con la porción de suelo que pasa a través de la malla 40.

Esta porción se obtiene ya sea pasando el material por la malla # 40, en seco, o bien por un proceso de lavado más lento pero mucho más preciso.

Para la determinación de uno de los dos procesos, se seca al horno una muestra húmeda de material y se presiona con los dedos. Si se desmorona fácilmente y los granos pueden separarse (lo que indica que el material es areno-limoso) se usa el método de separación en seco; en cambio si la muestra ofrece considerable resistencia y los granos no pueden separarse (arcilla) se debe hacer la selección por medio de lavado.

Para la preparación de la muestra empleando el método seco se coge del material que pasa por la malla # 4; 150 gr. desmenuzados en un mortero, sin llegar a romper los granos. Se agrega agua y con una espátula se mezcla perfectamente hasta obtener una pasta suave y espesa.

Cuando se emplea el método húmedo se sigue el mismo procedimiento que se usa en el análisis granulométrico por vía húmeda, con la diferencia de que en vez de utilizar la malla # 200 se utiliza la # 40 y que al evaporar el agua

del recipiente se deja que el material se seque hasta que tenga la consistencia de una pasta suave, logrado lo cual se pasa a una cápsula .

De la pasta ya preparada por culquiera de los dos métodos se separa una pequeña porción para el ensayo de limite plástico y el resto se utiliza para el ensayo de limite liquido.

Para el procedimiento de la prueba del limite liquido, se coloca una parte del material de la cápsula (de 50 a 80 gr) en la copa del aparato, se trabaja con la espátula hasta lograr una pasta suave y luego se aplana hasta que su superficie quede horizontal. Se coloca la punta del renurador encima de la pasta de manera que la herranmienta quede perpendicular a la superficie de la copa, luego se hace una ranura a lo largo de la pasta y por el centro de ella. Al mismo tiempo, se inclina el ranurador para que permanezca perpendicular a la superficie inferior de la copa.

Para arcillas con poco o nulo contenido de arena, la ranura deberá hacerse por medio de un movimiento suave y

continuo.

Cuando se trata de arcillas arenosas, limos con poca plasticidad y algunos suelos orgánicos, el ranurador no podrá correrse a través de la pasta sin averiar los lados de la ranura. Para estos suelos, se cortará la ranura con una espátula y se chequeará las dimensiones con el ranurador.

El ranurador deberá limpiarse con un trapo, antes de que seque el material adherido.

Despúes de asegurarse de que la copa y la base estén limpias y secas, se da vuelta a la manija a razón de dos golpes por segundo, contando el número de golpes requeridos para que se cierre el fondo de la ranura en una distancia de 1 cm. Se anota el número de golpes en el registro respectivo.

Luego, se pone aproximadamente, 20 a 30 gr. de la porción de la muestra que está próxima a la ranura en un recipiente, cerrándolo. Se pesa con una aproximación de

0.01 gr. y una vez destapado el recipiente, se introduce en un horno con el fin de secar la porción de la muestra. Se repite el mismo procedimiento para obtener 2 o 3 puntos de la curva de escurrimiento con la condición de que los golpes requeridos estén entre 20 y 35. Despúes, se cambia la consistencia de la pasta de modo que los golpes requeridos estén entre 5 y 15 con el fin de obtener otros 2 o 3 puntos de la curva.

Lo más conveniente es obtener primero los puntos correspondientes a un número de golpes cercano a 35 y después agregar agua para obtener una consistencia correspondiente a un número menor de golpes. Deberá agregarse material adicional de la muestra para reemplazar el material tomado para las determinaciones de contenido de agua.

Una vez que los datos estén anotados en el formulario se procede al dibujo de la curva de escurrimiento.

Para la realización del ensayo de limite plàstico se toma aproximadamente la mitad de la muestra inmediatamente después de su preparación y se cilindra con la mano sobre

una superficie limpia y lisa como la de un vidrio, hasta formar un cilindro de 3 mm. de diámetro y de 6 a 10 cm. de largo.

Se amasa la tira y se vuelve a cilindrar, repitiendo la operación tantas veces como se necesite para reducir gradualmente la humedad por evaporización, hasta que el cilindro se empiece a endurecer, alcanzándose el limite plástico cuando el cilindro se agrieta al ser rodillado hasta que tenga aproximadamente 3 mm. de diámetro, repitiéndose la misma operación con la otra mitad de la muestra en caso de duda de cuando se alcanzó el limite plástico.

Una vez alcanzado el limite plástico, se parte el cilindro y se ponen los pedazos en un recipiente con tapa, determinando el contenido de agua secándolo en un horno a 105º C., en la forma indicada en el procediemiento para la obtención del limite liquido, anotándose los datos en un formulario especial para luego proceder a los cálculos necesarios. Se repite esta prueba por dos o tres veces y se promedia los valores obtenidos.

El índice de plasticidad IP es igual a la diferencia entre LL y LP.:

$$IP = LL - LP.$$

4.2.3.-CONTENIDO DE HUMEDAD.-

El contenido de humedad o más comúnmente la humedad de la muestra de un suelo, es la relación entre el peso de agua contenida en la muestra y el peso de la muestra después de ser secada en el horno. Este es sin dudad alguna, el ensayo que más se realiza en el laboratorio.

El equipo a utilizarse consiste de una balanza de 0.01 gr. de aproximación, un horno (105° - 110° C.), una espátula, y recipientes para meter en el horno las muestras.

Se pesa la muestra y el recipiente con una aproximación de 0.01 gr., colocando el recipiente con la muestra en el horno con el fin de que ésta se seque, tapando el recipiente con el propósito de favorecer la evaporación. Se saca la muestra del horno y se deja enfriar en el

BIBLIOTECA
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
GUAYAQUIL
FACULTAD DE ING.
EN CIENCIAS DE LA TIERRA

secador hasta que baje a la temperatura ambiente, debiéndose evitar que la muestra absorva humedad. Se pesa el recipiente con la muestra seca con una aproximación de 0.01 gr.

Si el peso del recipiente no ha sido obtenido anteriormente, se debe limpiar éste y obtener su peso con una aproximación de 0.01 gr., recomendándose obtener su peso con anterioridad al ensayo para evitar posibles errores.

Para calcular el contenido de humedad de la muestra basta usar la siguiente ecuación:

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{100 \times \text{Peso perdido por la muestra}}{\text{Peso de la muestra seca}}$$

Por lo general el tamaño de la muestra que se debe tomar depende de la cantidad de material que se vaya a usar en otro ensayo y cuyo contenido de humedad sea requerido.

BIBLIOTECA



FACULTAD GEOLOGIA
MINAS Y PETROLEO

DENSIDAD HUMEDA.-

La densidad húmeda o peso unitario húmedo, es la relación entre el peso, por unidad de volúmen de una muestra de suelo.

Este ensayo se lo realiza como una parte del ensayo de compresión no confinada, proporcionando los datos para los cálculos preliminares de este.

Consiste en determinar el volúmen de la probeta de una muestra inalterada preparada para la realización del ensayo de compresión no comfinada y luego pesarla en una balanza con aproximación de 0.01 gr.

La densidad húmeda está dada por el valor que resulta de dividir el peso dado por su volumen, y dimensionalmente está dado por unidades de peso sobre unidades de volumen.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE O NO CONFINADA.-

La resistencia de suelos arcillosos no alterados por agentes atmosféricos puede ser determinada mediante este ensayo, que no es más que un sustitutivo de otros más incómodos, que se realizan en el campo.

Debe usarse la misma muestra en este ensayo y en los de clasificación.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

El ensayo de compresión no confinada de un suelo es uniaxial, y la probeta se mantiene sin ningún respaldo lateral mientras soporta la compresión vertical. Este ensayo es muy parecido al tradicional de un cilindro de hormigón, salvo que las probetas son mucho más pequeñas, asi como las cargas necesarias para romperlas. Se lo realiza sobre una muestra inalterada de suelo con el contenido natural de húmedad, con el fin de medir la resistencia in situ. Este ensayo se limita a suelos cohesivos o semicohesivos, ya que los que no tienen cohesión (tal como la arena seca) no pueden permanecer sin algo que los sostenga.

El aparato que se utiliza es ligero (aprox. 14,5 kg) y fácilmente transportable, pudiéndose usar con la misma facilidad tanto en el laboratorio como en el campo. La carga se aplica por medio de una manivela de mano y una caja de engranajes de precisión. La velocidad de deformación se puede regular girando la manivela a la velocidad conveniente.

Existe también la versión de este aparato motorizado, y es en el cual se realizó todos los ensayos practicados en esta investigación, en el cual la razón de carga es precisamente controlada por el ajuste de un dial micrométrico y puede duplicarse de ensayo a ensayo. Este tipo de aparato es más recomendado para trabajos en laboratorio.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

La capacidad de carga de estos aparatos es de 500 libras (226,8 kg.), utilizándose para su medición un doble anillo dinamómetro que lleva un cuadrante con graduación de hasta 0,0001 de pulgada. Las lecturas del cuadrante se transforman en cargas mediante una curva de reducción. Las deformaciones se miden en otro cuadrante destinado a este objeto, conocido como deformimetro, con una graduación de hasta 0.001 de pulgada.

Para la realización del ensayo en si, se coloca la probeta preparada en el aparato, con su eje vertical tan próximo al centro de la placa inferior como sea posible. La distancia entre las placas superior e inferior se puede ajustar, bien elevando o bajando la cabeza del bastidor del aparato o bien, más rápidamente, girando la placa inferior sobre su encaje roscado. Después de ajustarla, particularmente cuando se hace por medio de la cabeza del bastidor, se comprueba para tener la seguridad que las placas superior e inferior están alineadas y paralelas.

Se ajusta el cuadrante de los anillos dinamométricos en la lectura cero, sin aplicarle carga alguna. Dos maneras son posibles. Un ajuste aproximado se puede llevar a cabo subiendo o bajando su punto de contacto con la parte baja del anillo, haciendo girar la tuerca exagonal; se requiere para ello fuerte presión con los dedos. Si fuera necesario puede hacerse otro más exacto girando la tuerca biselada del cuadrante con limitación a cinco graduaciones.

Se monta el medidor de deformaciones de modo que el brazo horizontal accesorio, apoye en la parte inferior de la placa superior cuando el vástago del cuadrante esté en su

posición más extendida.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Se coloca el disco de plástico suministrado con el aparato en la parte alta de la probeta. Se lleva el brazo indicador horizontal del cuadrante a apoyar en la parte inferior del disco. Cuando se usa éste, todos los ajustes a cero se pueden hacer antes de poner en contacto con la placa superior. El uso del disco elimina la necesidad de ajustar a cada ensayo la altura de la probeta. También provee un medio de mantener la mayor lectura del cuadrante una vez que se quita la carga.

Se pone el cuadrante del medidor de deformaciones en cero, con el disco sobre la probeta y en contacto con la placa superior pero sin aplicarle carga. Si se desea, se puede hacer la primera lectura sin ponerle a cero. Se anota o el cero o la lectura inicial en la hoja de datos.

Hay que elegir una velocidad de deformación por compresión, sugiriendose que su valor esté entre 0.5 y 2 por 100 de la altura original de la probeta, por minuto.

Se continúa comprimiendo hasta que ocurra la rotura o se pase el máximo de la curva de deformaciones. Si se alcanza el máximo se continúa la compresión hasta que llegue a cierta deformación arbitrariamente alegida.

Se quita la carga, se retira la probeta y se hace un dibujo mostrando la rotura. La probeta se puede tirar, preservarse para usarla después, secarla al horno o hacer una muestra remoldeada.

Se anotan los datos obtenidos durante el ensayo en la hoja de datos.

Para la preparación de la probeta se cortan una o más de una muestra inalterada con sierra de alambre. La dimensión longitudinal de la probeta cortada debe coincidir con la dirección vertical de la muestra original.

La probeta puede ser, aproximadamente de 1,5 pulgada (3,80 cm.) de lado en cuadrado y 3,00 pulgadas (7.60 cm.) de alto, pero se pueden usar más grande o más pequeño, asi

como de forma cilíndrica, como las usadas en nuestros ensayos realizados. La altura deberá ser, aproximadamente dos veces la altura del diámetro.

En cuanto una probeta ha sido cortada, se envuelve en papel celofán, encerado o se coloca en un recipiente hermético a menos que se realice el ensayo inmediatamente. Si lo que queda de la muestra inalterada original se va a usar otras veces, necesita volverse a cubrir.

El valor del esfuerzo parcial a que va siendo sometida la muestra durante el ensayo se obtiene al dividir el valor de la carga aplicada para el área corregida con la lectura dada por el deformimetro, hasta llegarse a la máxima carga admitida por la muestra, en que ya no se deforma sino que se rompe.

CLASIFICACION DE SUELO SISTEMA SUCS.-

Este sistema fué originalmente desarrollado por el profesor A. Casagrande (1948) para ser usado en la construcción de aeropuertos durante la II Guerra Mundial.

Fué modificado en 1952 por el Profesor Casagrande, el US. Bureau of Reclamation, y la US Army Corps of Engineers para hacer el sistema también aplicable a la construcción de presas, fundaciones y otros tipos de construcciones. La base para la clasificación SUCS es que el suelo de grano grueso puede ser clasificado de acuerdo a su distribución del tamaño del grano, mientras la conducción ingenieril de los suelos de grano fino es ante todo referida a su plasticidad. En otras palabras, suelos en el cual los finos (limos y arcillas) no afectan la ejecución ingenieril, son clasificados de acuerdo a las caracteristicas plásticas. Por consiguiente, solo un análisis granulométrico y los limites de Atterberg son necesarios para una completa clasificación de suelos en este sistema.

Un "paso por paso" elaborado por la clasificación de suelos SUCS convenientemente presentado en la tabla I, muestra un proceso de eliminación de todas las posibilidades hasta llegar a la indicada clasificación especifica. Los pasos presentados, adoptados por la Corps of Engineers, ayudan en este proceso.

La clasificación se la ejecuta en conjunción de esta

figura con la tabla II. Asi:

1.- Determinar si el suelo es de grano grueso, de grano fino o altamente orgánico. Esto es determinado por una inspección visual o por la cantidad de suelo pasante el tamiz # 200.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

2.- Si es de grano grueso:

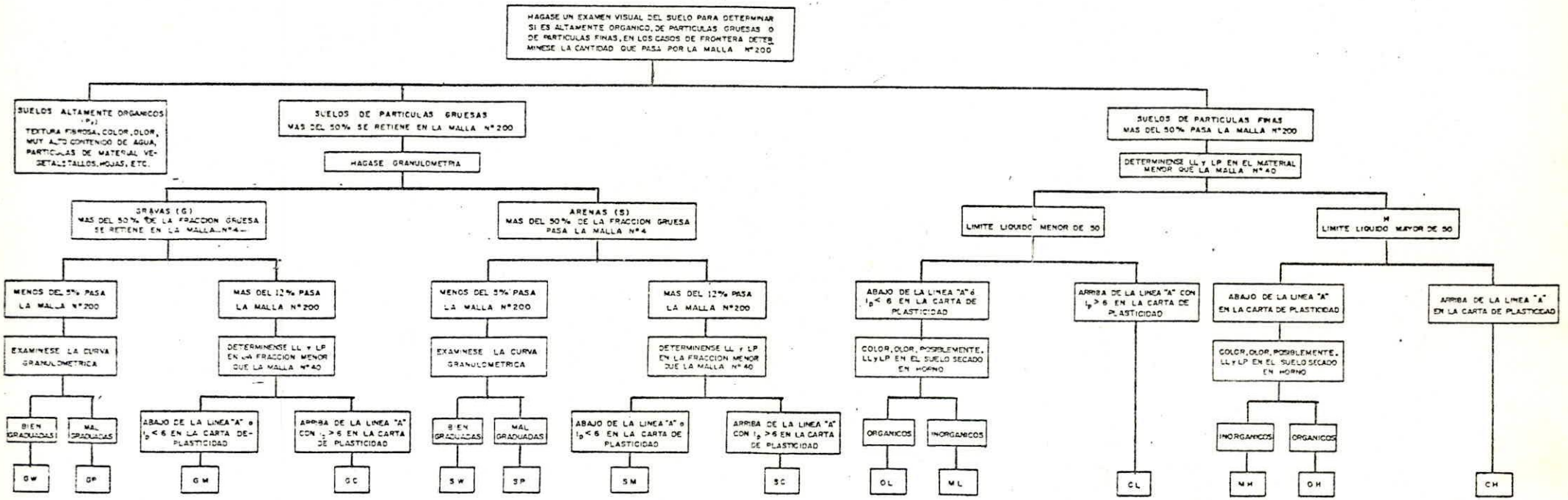
a. Ejecutar un análisis granulométrico y plotear la curva de distribución de tamaño del grano. Determinese el porcentaje pasante del tamiz # 4 y clasifique el suelo como grava (porcentaje retenido sobre el tamiz # 4) o arena (porcentaje pasante del tamiz # 4).

b. Determinese la cantidad de material pasante del tamiz # 200. Si menos que 5% pasó el tamiz # 200, examine la forma de la curva de distribución de tamaño del grano; si es bien graduada, clasifique como GW o SW; si es pobremente graduada, clasifique como GP o SP.

TABLA I

PROCEDIMIENTO AUXILIAR PARA IDENTIFICACION DE SUELOS EN EL LABORATORIO

S. U. C. S. (versión S.O.P.)



NOTA Los tamaños de las mallas son de la US Standard

Si los finos interfieren con las propiedades de drenaje, usese un símbolo doble tal como GW-GM, etc.

BIBLIOTECA FICT ESPOL

TABLA II

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS
(VERSION S.O.P.)

CRITERIO DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO

	Símbolo del grupo	
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS — Más de la mitad del material es retenido en la malla No. 200 (0.08 mm) (Véase la curva granulométrica para identificar los porcentajes de suelos)	GRAVAS — Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida en la malla No. 4 (Véase la curva granulométrica para identificar los porcentajes de suelos)	GRAVAS LIMPIAS (Poco o nada de partículas finas)	GW
			GP
		GRAVAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	GM
			GC
	ARENAS — Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla No. 4	ARENAS LIMPIAS (Poco o nada de partículas finas)	SW
			SP
		ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	SM
			SC
SUELOS DE PARTICULAS FINAS — Más de la mitad del material pasa la malla No. 200 (Véase la curva granulométrica para identificar los porcentajes de suelos)	LIMOS Y ARCILLAS — Límite líquido menor de 50		ML
			CL
			OL
	LIMOS Y ARCILLAS — Límite líquido mayor de 50		MH
			CH
			OH
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS			P_t

DETERMINENSE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMETRICA DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (FRACCION QUE PASA LA MALLA No. 200). LOS SUELOS FINOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE:

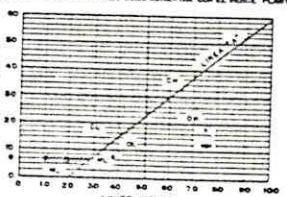
MENOS DE 5%	GW, GP, SW, SP
MAS DE 12%	GM, GC, SM, SC
DE 5% A 12%	CASOS DE FRONTERA QUE REQUIEREN USO DE SIMBOLOS DOBLES

GW	COEF. DE UNIFORMIDAD (C_u) MAYOR DE 4 — COEF. DE CURVATURA (C_c) ENTRE 1 Y 3
GP	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACION PARA GW
GM	LIMITES DE PLASTICIDAD ABAJO DE LA LINEA "A" O I_p MENOR QUE 6
GC	LIMITES DE PLASTICIDAD ARRIBA DE LA LINEA "A" CON I_p MAYOR QUE 6
SW	C_u MAYOR DE 6 — C_c ENTRE 1 Y 3
SP	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACION PARA SW
SM	LIMITES DE PLASTICIDAD ABAJO DE LA LINEA "A" O I_p MENOR QUE 6
SC	LIMITES DE PLASTICIDAD ARRIBA DE LA LINEA "A" CON I_p MAYOR QUE 6

EQUIVALENCIA DE SIMBOLOS

G. GRAVA M. LIMO O. SUELOS ORGANICOS W. BIEN GRADUADOS L. BAJA COMPRESIBILIDAD
S. ARENA C. ARCILLA P. TURBA P. MAL GRADUADA H. ALTA COMPRESIBILIDAD

COMPARANDO SUELOS A IGUAL LIMITE LIQUIDO, LA TENACIDAD Y LA RESISTENCIA EN ESTADO SECO AUMENTAN CON EL INDICE PLASTICO



CARTA DE PLASTICIDAD PARA CLASIFICACION DE SUELOS DE PARTICULAS FINAS EN EL LABORATORIO

✣ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDAR

PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO

(Excluyendo las partículas mayores de 76 mm (3") y basando los porcentajes en peso estimados)

				Símbolos del grupo	Nombres típicos	Información necesaria para la descripción de los suelos
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS — Más de la mitad del material es retenido en la malla No. 200 (✣)	GRAVAS — Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida en la malla No. 4	GRAVAS LIMPIAS (Poco o nada de partículas finas)	AMPLIA GAMA EN LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS Y CANTIDADES APRECIABLES DE TODOS LOS TAMAÑOS INTERMEDIOS	GW	GRAVAS BIEN GRADUADAS, MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA CON POCO O NADA DE FINOS	Dese el nombre típico; indíquense los porcentajes aproximados de grava y arena, tamaño máximo, angulosidad, características de la superficie y dureza de las partículas gruesas; nombre local y geológico, cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis Para los suelos inalterados agréguese información sobre estratificación, compacidad, cementación, condiciones de humedad y características de drenaje Ejemplo Arena limosa, con grava, cerca un 20% de grava de partículas duras angulosas y de 15 cm de tamaño máximo; arena gruesa a fina de partículas redondeadas o subangulosas, alrededor de 15% de finos no plásticos de baja resistencia en estado seco, compacta y húmeda en el lugar; arena aluvial (SM).
			PREDOMINIO DE UN TAMAÑO O UN TIPO DE TAMAÑOS CON AUSENCIA DE ALGUNOS TAMAÑOS INTERMEDIOS	GP	GRAVAS MAL GRADUADAS, MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA CON POCO O NADA DE FINOS	
		GRAVAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	FRACCION FINA POCO O NADA PLASTICA (PARA IDENTIFICACION VEASE GRUPO ML ABAJO)	GM	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y LIMO	
			FRACCION FINA PLASTICA (PARA IDENTIFICACION VEASE GRUPO CL ABAJO)	GC	GRAVAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA	
	ARENAS — Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla No. 4 (Para identificación visual puede usarse 1/2 cm como equivalente de la abertura de la malla No. 4)	ARENAS LIMPIAS (Poco o nada de partículas finas)	AMPLIA GAMA EN LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS Y CANTIDADES APRECIABLES DE TODOS LOS TAMAÑOS INTERMEDIOS	SW	ARENAS BIEN GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA CON POCO O NADA DE FINOS	
			PROMEDIO DE UN TAMAÑO O UN TIPO DE TAMAÑOS CON AUSENCIA DE ALGUNOS TAMAÑOS INTERMEDIOS	SP	ARENAS MAL GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA CON POCO O NADA DE FINOS	
		ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	FRACCION FINA POCO O NADA PLASTICA (PARA IDENTIFICACION VEASE GRUPO ML ABAJO)	SM	ARENAS LIMOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y LIMO	
			FRACCION FINA PLASTICA (PARA IDENTIFICACION VEASE GRUPO CL ABAJO)	SC	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y ARCILLA	
SUELOS DE PARTICULAS FINAS — Más de la mitad del material pasa la malla No. 200 (Las partículas de 0.074 mm de diámetro (malla No. 200) son aproximadamente las más pequeñas visibles a simple vista)	PROCEDIMIENTOS DE IDENTIFICACION EN LA FRACCION QUE PASA LA MALLA No. 40					
	LIMOS Y ARCILLAS — Límite líquido menor de 50	RESISTENCIA EN EL ESTADO SECO (CARACTERISTICAS DE ENDURECIMIENTO)	DILATANCIA (REACCION AL AGITADO)	TENACIDAD (CONSISTENCIA CERCA DEL LIMITE PLASTICO)			
		MUY A LIGERA	RAPIDA A LENTA	NULA	ML	LIMOS INORGANICOS, POLVO DE ROCA, LIMOS ARENOSOS O ARCILLOSOS LIGERAMENTE PLASTICOS	Dese el nombre típico; indíquense el grado y carácter de la plasticidad, cantidad y tamaño máximo de las partículas gruesas; color del suelo húmedo, olor, nombre local y geológico, cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis Para los suelos estratificados agréguese información sobre la estructura, estratificación, consistencia en estado inalterado, fisuras, condiciones de humedad y de drenaje Ejemplo Limo arcilloso, café ligeramente plástico, porcentaje pequeño de arena fina, numerosos agujeros verticales de raíces firme y seco en el lugar (CL).
		MEDIA A ALTA	NULA A MUY LENTA	MEDIA	CL	ARCILLAS INORGANICAS DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS POBRES	
		LIGERA A MEDIA	LENTA	LIGERA	OL	LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD	
	LIMOS Y ARCILLAS — Límite líquido mayor de 50	LIGERA A MEDIA	LENTA A NULA	LIGERA A MEDIA	MH	LIMOS INORGANICOS, LIMOS micáceos o diatomáceos, LIMOS ELASTICOS	
		ALTA A MUY ALTA	NULA	ALTA	CH	ARCILLAS INORGANICAS DE ALTA PLASTICIDAD, ARCILLAS GRASAS	
		MEDIA A ALTA	NULA A MUY LENTA	LIGERA A MEDIA	OH	ARCILLAS ORGANICAS DE MEDIA A ALTA PLASTICIDAD, LIMOS ORGANICOS DE MEDIA PLASTICIDAD	
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS		FACILMENTE IDENTIFICABLES POR COLOR, OLOR, SENSACION ESPONJOSA Y FRECUENTEMENTE POR SU TEXTURA FIBROSA			P_t	TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	

✣ CLASIFICACIONES DE FRONTERA — Los suelos que poseen las características de dos grupos se designan con los símbolos correspondientes a los grupos. Ejemplo: grava arcillosa bien graduada con cemento arenoso: GW-GC

✣ Todos los tamaños de las mallas en esta carta son los U.S. Standard

PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION PARA SUELOS FINOS O FRACCIONES FINAS DE SUELO EN EL CAMPO

Estos procedimientos se efectúan con la fracción que pase por la malla No. 40 (aproximadamente 0.5 mm).

Para fines de clasificación en el campo si no se usa la malla, simplemente se quitan a mano las partículas gruesas que obstruyan o dificulten las pruebas.

DILATANCIA
(Reacción al agitado)

Después de quitar las partículas mayores que la malla No. 40, prepárese una pastilla de suelo húmedo de aproximadamente 10 cm³ si es necesario añádase suficiente agua para dejar el suelo suave pero no pegajoso.

Colóquese la pastilla en la palma de la mano y agítese horizontalmente golpeando vigorosamente varias veces contra la otra mano. La reacción positiva consiste en la aparición de agua en la superficie de la pastilla, la cual cambia adquiriendo una apariencia de brillado y se vuelve inestable. Cuando la pastilla se oprime entre los dedos, el agua y el lustre desaparecen de la superficie, la pastilla se vuelve tiesa y finalmente se agrieta o se desmorona. La rapidez de la aparición del agua durante el agitado y de su desaparición durante la opresión sirve para identificar el carácter de los finos en un suelo.

RESISTENCIA EN ESTADO SECO
(Característica al endurecimiento)

Después de eliminar las partículas mayores que la malla No. 40, modélese un cilindro de suelo de 2.5 cm de diámetro por 2.5 cm de altura hasta alcanzar una consistencia de masilla, añadiendo agua si es necesario. Déjese secar completamente la pastilla en un horno, al sol o al aire y pruébese su resistencia comprimiéndola y desmoronándola entre los dedos. Esta resistencia es una medida del carácter y la cantidad de la fracción coloidal que contiene el suelo. La resistencia en estado seco aumenta con la plasticidad.

TENACIDAD
(Consistencia cerca del límite plástico)

Después de eliminar las partículas mayores que la malla No. 40, modélese un espécimen de aproximadamente 10 cm³ hasta alcanzar la consistencia de masilla. Si el suelo está muy seco debe añadírsele agua, pero si esta pegajosa debe extenderse el espécimen formando una capa delgada, que permita además de perdida de humedad por evaporación. Posteriormente el espécimen se divide en tres sobre una superficie lisa o entre las palmas hasta secar un rollito aproximadamente 3 mm de diámetro, se amasa y se vuelve a rular varias veces. Durante estas operaciones el contenido de agua se reduce gradualmente y el espécimen llega a perder toda plasticidad y se desmorona cuando se alcanza el límite plástico. Después que el rollo se ha desmoronado los trozos deben juntarse y continuar el amasado entre los dedos en forma suave y hasta que la masa se desmorona nuevamente.

c. Si entre 5% y 12% del material pasa el tamiz # 200, este es un caso de "linea de borde", y la clasificación tendria doble simbolo apropiados para la graduación y caracteristicas plásticas (GW-GM, SW-SM, etc.).

d. Si más que el 12% pasa el tamiz # 200, determinese los limites de Atterberg en la fracción menor que la malla # 40. Use la carta de plasticidad para determinar la correcta clasificación (GM, SM, GC, SC, GM-GC o SM-SC.)

3.- Si es de grano fino:

a. Determinese los limites de Atterberg en el material menor que el tamiz # 40. Si el limite liquido es menor que 50, clasifique como L, si el limite liquido es mayor que 50, clasifique como H.

b. Para L:

Si el limite es ploteado bajo la linea A y de la zona sombreada en la carta de plasticidad,

determinese por color, olor o el cambio en el limite liquido y limite plástico en el suelo secado en el horno, sea que éste fuera orgánico (OL) o inorgánico (ML). Si el limite es ploteado arriba de la linea A y de la zona sombreada en la carta de plasticidad, clasifica como CL.

c. Para H:

Si el limite se plotea bajo la linea A en la carta de plasticidad, determinese sea orgánica (OH) o inorgánica (MH). Si el limite se plotea arriba de la linea A, clasifica como CH.

d. Para limites que son ploteados en la zona sombreada en la carta de plasticidad, cerrado para la linea A o alrededor del limite liquido igual a 50, use doble simbologia (linea de borde).

FACULTAD GEOLOGIA MINAS Y PETROLEO
BIBLIOTECA
Ingresó AGO 03 1989
FACULTAD GEOLOGIA MINAS Y PETROLEO
BIBLIOTECA
BIBLIOTECA F.I.G.M.P. GUAYAQUIL-ECUADOR

///

B I B L I O G R A F I A

BERTRAM G ., 1962. Ensayos de suelo fundamentales para la construcción. Revista de información técnica. Madrid-España.

BOWLES J ., 1979. Physical and Geotechnical Properties of Soils. McGraw-Hill book company. Library of Congress Cataloging in Publication Data. U.S.A.

BRISTOW C.R. y HOFFSTETTER R. , 1977. Lexique Estratigraphyque International, volumen V : América Latina. Ecuador. Centro National de la Recherche Scientifique. Francia.

CAMBERFORT H ., 1975. Geotécnia del Ingeniero, Reconocimiento de suelos. Editores técnicos asociados, s.a. Barcelona-España.

DOORNKAMP J., BRUNSDEN D., JONES D., COOKE R., BUSH P., 1979. Rapid geomorfophological assenssments for engineering. Q. Jl. Engng. Geol. Vol 12. The geological society, London-Inglaterra.

FELD J., 1965. Failures in Foundations. Soiltest, Inc. Evanston, Ill., U.S.A.

FLETCHER G., SMOOTS V., 1978. Estudios de suelos y cimentaciones en la industria de la construcción. Editorial Limusa, s.a. México.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

GALABRU P., 1974. Tratado de procedimientos generales de construcción. Cimentaciones y Túneles. Segunda edicion. Editorial Reverté s.a. España.

HOLTZ R., KOVACS W., 1981. An introduction to geotechnical engineering. Prentice-Hall, Inc.,Englewood Cliffs, New Jersey.

HOWARD A., REMSON I., 1978. Geology in environmental planning. Library of Congress Cataloging in Publication Data. U.S.A.

I.G.M. , 1959. Fotografia aérea # 51. Edicion I.G.M. Ecuador.

I.G.M. , 1977. Fotografia aérea # 6070. Edicion I.G.M. Ecuador.

INOCAR , 1972. Carta batmétrica IOA 1073. Zona de Posorja, escala 1:25000. Edicion Inocar. Guayaquil-Ecuador.

JUAREZ E., RICO A., 1974. Mecánica de suelos tomo II. Teoria y aplicación de la mecánica de los suelos. Editorial Limusa s.a. México.

McCARTHY D., 1977. Essentials of Soil Mechanics and Foundations. Reston publishing company Inc. Resto, Virginia.

McCLELLAND ENGINEERS, INC., 1982. A technical manual. Offshore site evaluation. McClelland Engineers Inc. Ventura-California.

MENZIES B. K. , 1977. Foundation Engineering. Butterworth (Publishers) Inc. U.S.A.

MIRO M. , 1972. Curso de Geologia Marina. Programa de investigación y exploración oceanográfica. Edicion provisional no corregida Inocar. Guayaquil-Ecuador.

ORSTOM ., 1985. Proyecto Espol-Orstom, informe # 6. Hoja Data de Posorja (18 NW). Mapa geológico escala 1:50000. Espol. Guayaquil-Ecuador

RICO A., DEL CASTILLO H., 1976. La ingeneria de suelos en las vias terrestres. Volumen 1. Editorial Limusa s.a. México.

SELLEY R., 1976. Medios sedimentarios antiguos. Hermann Blume Ediciones. España.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

SOILTEST INC., 1969. The unconfined compression test of cohesive soils. Manual soiltest Inc. Evanston, Ill. U.S.A.

SOWERS B., SOWERS F., 1972. Introducción a la mécanica de los suelos y cimentaciones. Editorial Limusa-Wiley s.a. México.

TIPPETTS , ABBETT , McCARTHY , STRATTON , 1964. Manual de laboratorio. Suelo, pavimento y materiales. New York.

TSCHEBOTARIOFF G., 1972. Mecánica del suelo. Cimientos y estructuras de tierra. Aguilar s.a. de ediciones. Madrid-España.

VIERS G., 1973. Geomorfologia. Oikos-Tau s.a. ediciones. España.

BIBLIOTECA



FACULTAD DE ING.
EN CIENCIAS DE LA TIERRA