

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**DISEÑO DE CIMENTACIONES PROFUNDAS EN MAR,
APLICACIÓN AL MUELLE ARTESANAL "NEGRITOS."
ASPECTOS GEOTÉCNICOS**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

MARTÍN ALONSO VILDOZO ASTUDILLO

Lima- Perú

2007

AGRADECIMIENTO

*A Dios, Jesús y la Virgen María, por guiarme
y darme la habilidad necesaria para
culminar satisfactoriamente
mis estudios.*

*A mis padres, David y Nancy, quienes con su
constante apoyo y paciencia, hicieron
posible este gran paso para mi
desarrollo profesional.*

*A mis abuelos Martha y Gustavo, por su
aliento y preocupación.*

*A mi familia y amigos que estuvieron en los
buenos y malos momentos para
aconsejarme y alentarme a
seguir luchando por
la Titulación.*

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	01
LISTA DE GRAFICOS	03
LISTA DE TABLAS	04
LISTA DE FÓRMULAS	05
INTRODUCCIÓN	07
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	08
1.1 Antecedentes	09
1.1.1 Históricos	09
1.1.2 Del Proyecto	09
1.2 Ubicación Geográfica	10
1.3 Acceso a la Zona de Trabajo	11
1.4 Análisis Situacional Actual	11
1.5 Descripción del Proyecto	12
CAPÍTULO II: GEOMORFOLOGIA Y GEOLOGIA	13
2.1 Geomorfología	14
2.1.1 Repisa Costanera	14
2.1.2 Plataforma Continental	14
2.1.3 Talud Continental	14
2.1.4 Borde Litoral	14
2.2 Geología Regional	14
2.2.1 Paleozoico	14
2.2.2 Mesozoico – Cretácico	15
2.2.3 Cenozoico – Paleoceno	15
2.2.4 Cenozoico – Eoceno	16
2.2.5 Depósitos Cuaternarios	17
2.3 Geología Estructural	17
2.4 Geodinámica Local	18
2.4.1 Geología Local	18
2.4.2 Formación Pariñas (Pr)	19

2.4.3	Cuaternario	21
CAPÍTULO III: PROSPECCIONES GEOTECNICAS		22
3.1	Métodos de la Prospección Geofísica	23
3.1.1	Método de Reflexión Sísmica	23
3.1.2	Método de Refracción Sísmica	23
3.1.3	Método por Gravedad	23
3.1.4	Método Magnético	24
3.1.5	Método Eléctrico	24
3.2	Registro de sondajes	25
3.2.1	Método de Penetración Dinámica con el SPT	25
3.2.2	Exploraciones de Campo	27
3.3	Ensayos de Laboratorio	28
3.4	Descripción del Perfil Estratigráfico	29
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN		30
4.1	Cálculo de la Capacidad Portante	31
4.1.1	Capacidad de carga de un pilote de punta, Q_p	31
4.1.2	Capacidad de carga de un pilote por fricción, Q_s	33
4.1.3	Capacidad admisible de pilotes	34
4.1.4	Capacidad de carga de pilotes de punta descansando en roca	34
4.1.5	Fórmulas para el hincado de pilotes	35
4.1.6	Programa de cómputo para el cálculo de la capacidad de carga última de pilotes bajo carga axial mediante fórmulas empíricas (FEPC).	37
4.1.7	Resultados	44
4.2	Asentamiento de Pilotes	45
4.2.1	Aplicación	47
4.3	Evaluación del potencial de Licuación	47
4.3.1	Método Simplificado de Seed e Idriss	49
4.3.2	Método Simplificado de Iwasaki y Tatsuoka	51
4.3.3	Evaluación de la resistencia a la licuación	51
4.3.4	Aplicación	52
4.4	Verificación de la Capacidad Portante – Prueba de Carga	52
4.4.1	Formas y tipos de aplicación de carga	53

4.4.2	Procedimiento de Carga	54
4.4.3	Criterios de Carga de Falla	55
	CONCLUSIONES	60
	RECOMENDACIONES	63
	BIBLIOGRAFÍA	64
	ANEXOS	65

RESUMEN

La obra “Muelle Artesanal Negritos”, se realizó con el fin de aperturar y operar un Centro de Investigación para el Procesamiento de Productos Pesqueros, destinado a desarrollar la producción experimental de productos enlatados, congelados y otros, dirigidos a lograr el máximo aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos de la zona, a cargo de la Municipalidad Distrital de La Brea.

El Capítulo I, proporciona pequeños alcances de la mencionada obra, como es la ubicación geográfica, accesos y descripción del proyecto, entre otros.

El Capítulo II, describe la Geomorfología y Geología de la zona donde se ubica el proyecto. Desde el punto de vista Geológico, la ubicación del muelle artesanal está conformada por una amplia variedad de rocas y depósitos de edad comprendida entre el Paleozoico y el Cuaternario, habiendo predominancia de formaciones Terciarias, donde sobresale la Formación Pariñas, así como los depósitos recientes de playa.

El Capítulo III, presenta las prospecciones geotécnicas realizadas para determinar el tipo y estado del material del fondo marino donde se hincaron los pilotes de 0.35x0.35 m. En este caso se usó el Método de Penetración Dinámica con el SPT, para sacar muestras en 04 sondajes o perforaciones realizadas a lo largo de la ubicación del Muelle, que luego de ser analizadas en Laboratorio se determinó la Clasificación de Suelos, tanto en la nomenclatura SUCS como en la AASHTO. De acuerdo a los registros de las perforaciones presentados (cantidad de golpes “N”) y los resultados de los ensayos de laboratorio, se realizó la interpretación necesaria para dibujar los perfiles estratigráficos.

El Capítulo IV, con los resultados obtenidos, realiza un Análisis de la Cimentación, en el cual se obtiene la Capacidad de Carga Admisible del pilote en forma individual. Se contó con un Programa de cómputo para el cálculo de la capacidad de carga última de pilotes bajo carga axial mediante fórmulas empíricas (FEPC), el cual fue tema de tesis del Ing. Nilton Guillén Chávez

(1993). Así mismo se hace referencia a conceptos de Asentamientos de pilotes, Evaluación del Potencial de Licuación de los Suelos adyacentes y a Verificación de la Capacidad de Carga mediante la Prueba de Carga.

LISTA DE GRAFICOS

CAPITULO I

Gráfico N° 1.1	Localización del Proyecto..	10
Gráfico N° 1.2 :	Acceso a la zona del proyecto.	11
Gráfico N° 1.3 :	Esquema del Proyecto.	12

CAPITULO II

Gráfico N° 2.1 :	Columna Estratigráfica.	17
Gráfico N° 2.2 :	Mapa Geológico del Área de Estudio.	20

CAPITULO IV

Gráfico N° 4.1 :	N_q^* vs θ (grados)	32
Gráfico N° 4.2	Distribución de la resistencia unitaria por fricción	46
Gráfico N° 4.3 :	Evaluación del potencial de licuación para diferentes magnitudes de sismo	50
Gráfico N° 4.4 :	Evaluación de Ensayos de Carga: a) método de Davisson, b) método de Chin, c) método de De Beer, d) método de Hansen al 90%	58
Gráfico N° 4.5 :	Evaluación de Ensayos de Carga: a) método de Hansen al 80%, b) método de Mazurkiewicz, c) método de Fuller y Hoy y Butler y Hoy, d) método de Vander Veen	59

LISTA DE TABLAS

CAPÍTULO III

Tabla N° 3.1 :	Relación entre el “N” (SPT), la consistencia de los finos y su resistencia a la compresión simple.	26
Tabla N° 3.2	Relación entre el “N” (SPT) y la compacidad relativa de los suelos granulares.	26
Tabla N° 3.3	Resumen de Profundidades de Perforación.	27
Tabla N° 3.4 :	Porcentaje de recuperación por perforación.	27
Tabla N° 3.5 :	Clasificación de Suelos en muestras obtenidas en ensayos SPT.	28

CAPÍTULO IV

Tabla N° 4.1 :	Resistencia a la compresión simple	35
Tabla N° 4.2	Angulo de fricción \emptyset	35
Tabla N° 4.3	Factores De Correlación	38
Tabla N° 4.4	Parámetros relativos al tipo de pilote (Aoki-Velloso)	39
Tabla N° 4.5 :	Factores λ y θ relativos de carga y tipo de pilote	41
Tabla N° 4.6 :	Parámetros de Mn y Nm relativos a la forma de ejecución del pilote	42
Tabla N° 4.7 :	Carga Admisible en los diferentes sondajes	44
Tabla N° 4.8 :	Factor de corrección Cn de SPT (Seed)	49
Tabla N° 4.9 :	Factor de corrección para magnitudes de sismo M)	50

LISTA DE FÓRMULAS

CAPÍTULO IV

Fórmula N° 4.1	Capacidad de Carga Última	31
Fórmula N° 4.2 :	Capacidad de Carga de la Punta	31
Fórmula N° 4.3 :	Capacidad de Carga de Punta en arena	32
Fórmula N° 4.4 :	Resistencia límite de punta	32
Fórmula N° 4.5 :	Capacidad de Carga de Punta en arcillas	33
Fórmula N° 4.6 :	Capacidad de Carga por fricción	33
Fórmula N° 4.7 :	Capacidad de Carga por fricción en arena	33
Fórmula N° 4.8 :	Carga Admisible total	34
Fórmula N° 4.9 :	Capacidad de carga última de punta en roca	34
Fórmula N° 4.10 :	Capacidad de carga admisible de punta en roca	35
Fórmula N° 4.11 :	Ecuación Dinámica según ENR	36
Fórmula N° 4.12 :	Ecuación Dinámica para martinets de Simple y doble acción	37
Fórmula N° 4.13 :	Resistencia Lateral Método Aoki-Velloso	40
Fórmula N° 4.14 :	Resistencia por Punta Método Aoki-Velloso	40
Fórmula N° 4.15 :	Resistencia Lateral Método Decourt-Quaresma	40
Fórmula N° 4.16 :	Resistencia por Punta Método Decourt-Quaresma	41
Fórmula N° 4.17 :	Variable β	41
Fórmula N° 4.18 :	Resistencia Lateral Método Pedro Paulo Velloso	42
Fórmula N° 4.19 :	Resistencia por Punta Método Pedro Paulo Velloso	42
Fórmula N° 4.20 :	Resistencia Lateral Método Meyerhoff	43
Fórmula N° 4.21 :	Resistencia por Punta Método Meyerhoff	43
Fórmula N° 4.22	Valor de N sin corrección	44
Fórmula N° 4.23 :	Valor de N corregido	44
Fórmula N° 4.24 :	Asentamiento total	45
Fórmula N° 4.25 :	Determinación de $S_{e(1)}$	45
Fórmula N° 4.26 :	Determinación de $S_{e(2)}$	46
Fórmula N° 4.27 :	Determinación de $S_{e(3)}$	46
Fórmula N° 4.28 :	Factor de Influencia I_{ws}	47
Fórmula N° 4.29 :	Presión efectiva	47
Fórmula N° 4.30 :	Relación de esfuerzos cíclicos (Seed e Idriss)	49

Fórmula N° 4.31	Relación de esfuerzos cíclicos (Iwasaki)	51
Fórmula N° 4.32 :	Factor de Seguridad para Fenómeno de Licuación	52
Fórmula N° 4.33 :	Cálculo de X	57

INTRODUCCIÓN

Se ejecutó la obra “Construcción del Muelle Artesanal Negritos”, a cargo de la Municipalidad Distrital de La Brea, con el fin de realizar y operar el Centro de Investigación para el Procesamiento de Productos Pesqueros, destinado a desarrollar la producción experimental de productos enlatados, congelados y otros, que se irán implementando de acuerdo a los programas de investigaciones que se realicen, dirigidos a lograr el máximo aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos de la zona.

El proyecto cumplirá una función promotora, orientada a estimular y complementar las actividades de producción de las empresas privadas y contribuirá a la ampliación y diversificación de la oferta de los productos pesqueros procesados para las poblaciones del Perú.

Según información recogida de ENAPU (Empresa Nacional de Puertos), actualmente el Perú cuenta con un puerto Principal, seis puertos de Atraque Directo, tres puertos de Lanchonaje y tres puertos Fluviales. Si lo comparamos con algunos países de Sudamérica, nos estamos quedando en relación a infraestructura portuaria, no llegamos a ser competitivos en el medio. Esto sin considerar el estado actual de la infraestructura y la capacidad de almacenamiento con la que cuentan nuestros puertos.

El mencionado Muelle presenta un problema de desniveles, ya que se inició su ejecución sin un adecuado Estudio Hidro Oceanográfico.

Con los datos obtenidos del Estudio Hidro Oceanográfico y del Estudio de Suelos, se determinará la altura que debe alcanzar la estructura del Muelle sobre el nivel de la olas, para no verse afectada por el embate de éstas. Así mismo, la longitud del pilote y la profundidad que debe de ser hincado.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

- 1.1 Antecedentes**
- 1.2 Ubicación Geográfica**
- 1.3 Acceso a la Zona de Trabajo**
- 1.4 Análisis Situacional Actual**
- 1.5 Descripción del Proyecto**

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 HISTÓRICOS

Con respecto al origen de la palabra "Negritos", existen varias leyendas; una de las más aceptadas señala que, en la época de la Colonia pasó un barco español cargado de varios negros quienes estaban siendo trasladados a Lima. Según esta leyenda uno de los negros logró escaparse de la embarcación y se refugió en Balcones en el sector de Punta Pariñas, el negrito salía de vez en cuando de su escondite, y es así como la gente logró divisarlo, por este motivo surgió la novedad entre los pobladores quienes decían "vamos a ver al negro". Por esta razón con el correr del tiempo la denominación derivó en Negrito y luego a Negritos.

Negritos, sin ser un pueblo colonial, mantiene sus costumbres y tradiciones como cualquier otro pueblo. Este distrito guarda en su seno una tradición festiva como es el carnaval; y motivados por ese fervor carnavalesco es que nace una costumbre originaria como el Baile de Mamarrachos, que es el más novedoso.

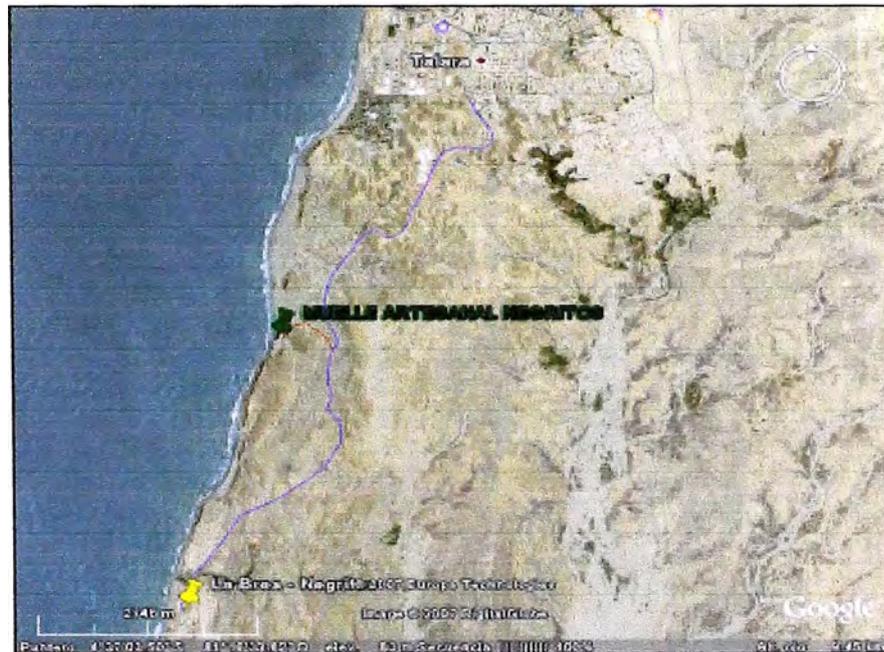
El distrito de La Brea, con su capital Negritos, fue creado mediante Ley N° 7627 el 31 de Octubre del año 1932. Pertenece a la provincia de Talara. La promulgación de la ley se hizo en la época del Presidente Manuel Sánchez Cerro, quien es oriundo de Piura. La capital del distrito tiene categoría de Pueblo que fue dado por Ley N° 12301 el 03 de Mayo de 1955.

1.1.2 DEL PROYECTO

Se ejecutará la obra "Construcción del Muelle Artesanal Negritos", con el fin de realizar y operar el Centro de Investigación para el Procesamiento de Productos Pesqueros, destinado a desarrollar la producción experimental de productos enlatados, congelados y otros, dirigidos a lograr el máximo aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos de la zona, a cargo de la Municipalidad Distrital de La Brea.

El proyecto, cumplirá una función promotora, orientada a estimular y complementar las actividades de producción de las empresas privadas, y contribuirá a la ampliación y diversificación de la oferta de los productos pesqueros procesados para las poblaciones del Perú.

Gráfico N° 1.1
Localización del Proyecto



Fuente: Google Earth

1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La Caleta de Negritos que desarrolla actividades de extracción y comercialización de especies pesqueras, se ubica en el Centro Poblado de Negritos, Distrito de La Brea, Provincia de Talara, Departamento de Piura.

Su ubicación geográfica corresponde a:

Latitud Sur	04° 39.5'
Latitud Oeste	81° 18.0'

1.3 ACCESO A LA ZONA DE TRABAJO

La caleta se encuentra a una distancia de 120 Km. de la capital del departamento de Piura al cual se encuentra conectada mediante una red vial asfaltada. Asimismo, también posee una adecuada conexión terrestre con las ciudades de Talara, Paita y la frontera con el Ecuador distante a 245 Km.

Gráfico N° 1.2
Acceso a la zona del Proyecto



1.4 ANÁLISIS SITUACIONAL ACTUAL

La población del país presenta un bajo consumo per cápita de origen pesquero especialmente en las zonas rurales y poblaciones alejadas de las costas por las distintas realidades geoeconómicas. La consecuencia de una cadena de frío en áreas interiores del país, vías de comunicación inapropiadas; y escasa diversificación de productos pesqueros, es razón por la cual el consumo de pescado está limitado en muchos casos a las zonas urbanas y otras cercanas a los puertos de desembarcaderos, lo que determina el bajo consumo per cápita a nivel nacional.

En el distrito de La Brea donde se ubicara el proyecto, son escasas las oportunidades de empleo para la población estando la mayoría en la condición de subempleados y desempleados. Sin embargo, con las actividades de procesamiento de los productos pesqueros que impulse el proyecto, avizora grandes posibilidades ocupacionales.

1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

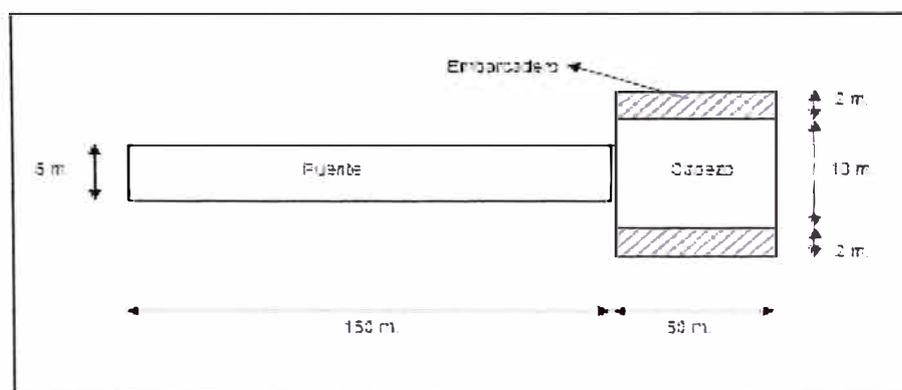
El Muelle contará con un Muro de Arranque; un Puente de 150.00 m. de largo y 5.00 m. de ancho; y el Cabezo de 50.00 m. de largo y 10.00 m. de ancho, y a ambos lados del Cabezo habrá un Embarcadero de 50.00 m. de longitud y 2 m. de ancho.

Toda la estructura del muelle estará sobre pilotes verticales e inclinados de concreto armado de 35 cm. x 35 cm. de sección.

La estructura cuenta con 8 Núcleos distribuidos a lo largo del puente, separados cada 4 tramos, los cuales absorben los esfuerzos horizontales de la estructura. Así mismo cuenta con 5 Núcleos a lo largo del Cabezo.

Todos los elementos que constituyen el Muelle, son Prefabricados de concreto armado, con cemento Tipo V.

Gráfico N° 1.3
Esquema del Proyecto



CAPÍTULO II

GEOMORFOLOGÍA Y GEOLOGÍA

- 2.1 Geomorfología**
- 2.2 Geología Regional**
- 2.3 Geología Estructural**
- 2.4 Geodinámica Local**

2.1 GEOMORFOLOGÍA

2.1.1 REPISA COSTANERA

Corresponde a la parte de la costa que está comprendida desde el borde litoral y en la parte sur de Talara en los Altos de Negritos y Portachuelo.

Su estructuración geológica es de naturaleza sedimentaria (Cretácico – Terciario), las cuales suprayecen a rocas de basamento Paleozoico que han sido afectadas por la estructuración tectónica que ha generado levantamientos superficiales denominados tablazos.

2.1.2 PLATAFORMA CONTINENTAL

Es una prolongación de la costa que presenta una superficie inclinada con cambios de relieve hasta la isobata de los 200 metros.

2.1.3 TALUD CONTINENTAL

Caracterizado por una pendiente brusca a partir de la isobata de los 200 metros hasta el eje de las fosas abisales.

2.1.4 BORDE LITORAL

Está comprendido desde la línea de alta y baja marea hasta el borde de los acantilados.

2.2 GEOLOGÍA REGIONAL

2.2.1 PALEOZOICO

Grupo Amotape (Pa)

De posible edad Devónica, parece ser la roca más antigua en el área, el contacto inferior no ha sido definido, el contacto superior está en discordancia angular con las formaciones Cretácicas y Terciarias.

Litológicamente está compuesto por argilitas intercaladas por areniscas, cuarcitas, esquistos y cuarcitas con un espesor aproximado de 1240 metros.

2.2.2 MESOZOICO - CRETÁCICO

Formación Muerto Kananga (Km – Kp)

Esta formación corresponde a una secuencia carbonatada en una plataforma somera de mar abierto alrededor de las montañas de La Brea. Su contacto inferior con el Paleozoico es discordante, presenta un espesor aproximado de 300 metros.

Formación Redondo (Rd)

Esta formación presenta un espesor máximo de 132 metros en la cuenca Talara. Litológicamente está constituida por lutitas marrón oscuras a negras, densas y micáceas con concreciones calcáreas e intercalaciones de calizas y areniscas en la parte media.

Formación Ancha (Ah)

Tiene una potencia máxima de 118 metros. Suprayece en contacto discordante a la Formación Redondo e infrayece en contacto transicional a la Formación Petacas. Está constituida por conglomerados de fragmentos de cuarcita, chert y lutitas en una matriz arcillosa.

Formación Petacas (Ps)

Tiene una potencia de 114 metros. Consta de lutitas oscuras micáceas. Se presenta en contacto discordante a la Formación Mesa del Paleoceno.

2.2.3 CENOZOICO - PALEOCENO

Formación Mesa (Ms)

Tiene una potencia de 130 metros. Está en discordancia con la Formación infrayacente Petacas.

Está constituida por areniscas de grano medio a grueso con intercalaciones de lutitas gris oscuras micromicáceas.

Esta Formación se observa en el subsuelo de La Brea y Pariñas, ocupando un área relativamente pequeñas.

Formación Balcones (Bs)

Esta formación posee una potencia de 215 metros. Su contacto inferior es transicional con la Formación Mesa.

Está constituida por lutitas de color gris oscuro, micáceas con intercalaciones de cuerpos de areniscas en forma de lentes y canales.

2.2.4 CENOZOICO - EOCENO

Formación Salinas (Sn)

Se presenta como localidad típica El Alto, Lobitos y Negritos. Su espesor promedio es de 70 metros. Litológicamente está compuesta de areniscas conglomerádicas grises de estratificación gruesa intercaladas con lutitas y lodositas de color gris oscuro.

Formación San Cristóbal (Scrl)

Está constituido por lutitas marinas glauconíticas con cuerpos de arena porosa y permeables. Esta formación se presenta con un espesor promedio de 80 metros.

Formación Palegreda (Pg)

Su localidad típica es Negritos y el Alto. Tiene una potencia de 206 metros. Está constituido por lutitas grises y lentes de areniscas silísticas.

Formación Pariñas (Pr)

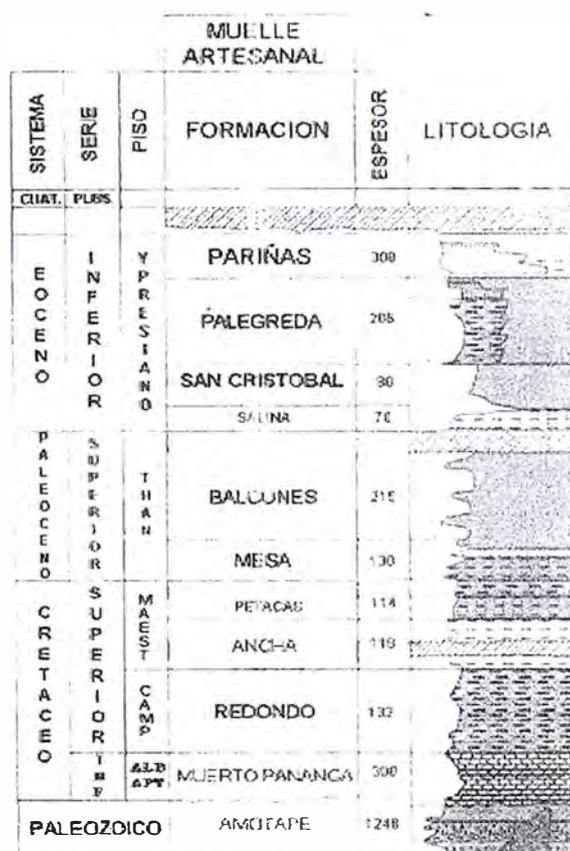
Esta formación es de edad Eocénica. Su ambiente de depositación es de tipo de playa a sub litoral (transgresivo).

2.2.5 DEPÓSITOS CUATERNARIOS

Depósitos Marinos recientes (Qal)

Están constituidos por las acumulaciones de arenas y limos que se presentan en el borde litoral y se ubican en el área de estudio como depósitos de playa conformadas por fajas angostas de arena.

Gráfico N° 2.1
Columna Estratigráfica



2.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El grupo de estructuras de deformación superficial incluye fallas de bajo ángulo con un máximo de 29 grados de buzamiento. Muchas de estas fallas de bajo ángulo son de tipo compresional con indicaciones de acortamiento cortical y repetición de formaciones, característico de la zona del zócalo continental.

La faja costera del NW del Perú presenta un aspecto complicado debido a la intersección de numerosas fallas. Aparentemente las fallas no siguen un lineamiento determinado, pero se ha podido comprobar que las fallas principales más jóvenes siguen con cierta aproximación las líneas de costa y tiene una dirección promedio Norte-Sur.

El gran dinamismo tectónico que ha existido en el área ha influido en la sedimentación terciaria. Esta influencia se aprecia en la gran diversidad de fases presentes con cambios litológicos bruscos y distancias relativamente cortas.

Además, en ciertas zonas del zócalo continental y suprayaciendo rocas terciarias, se encuentran sedimentos cuaternarios no consolidados cuyo espesor conocido llega a más de 3 metros en el área de estudio disfrazando completamente cualquier estructura que pudiera detectarse por control de afloramientos.

Tectónicamente la parte del zócalo continental se considera como una prolongación debido a que desde Portachuelo en el sur hasta Cabo Blanco en el norte, la zona tiene el mismo estilo tectónico, caracterizados por los efectos de extensión de la corteza terrestre.

El rango estructural que ha afectado el área de estudio es el levantamiento de La Brea - Negritos de rumbo Este – Oeste, en la cual está aflorando la formación Pariñas y se ha calculado en campo que los estratos presentan un buzamiento entre 20 y 25 grados.

2.4 GEODINÁMICA LOCAL

2.4.1 GEOLOGÍA LOCAL

En el área de estudio se han definido depósitos de playa constituidos por acumulaciones de arena así como Formación Pariñas del Eoceno.

2.4.2 FORMACIÓN PARIÑAS (Pr)

Esta formación está presente en el área en la cual se encuentra aflorando como cerros escarpados y en el campo se ha podido definir que presentan una dirección este – oeste, en la cual los estratos de la Formación Pariñas tienen una inclinación promedio de 22 grados y una dirección nor este – sur oeste de 15 grados

Mitológicamente está compuesta por areniscas de grano fino a grueso compacta con presencia de cuarzo de color blanco y algunos minerales oscuros, y en menos escala conglomerados de color blanco de cuarzo hialino lechoso, arcilla poco consolidada. También presenta capas de lutita.

La parte basal del Pariñas está formado por un conglomerado, aparentemente de bastante extensión. Este conglomerado es fácilmente observado en Punta Balcones en horas de baja marea. Suprayaciendo este conglomerado se encuentra una arenisca de grano medio, laminada, que presenta concentraciones de foraminíferos y restos de plantas.

Suprayaciendo esta arenisca, se observa lutitas de color verdoso característico, con abundancia de turrítelas y restos de conchas. En el afloramiento de Punta Balcones, esta greda disminuye de potencia hacia el Norte.

Sobre esta greda verdosa se encuentra una arenisca de grano medio a grueso con finas capas de conglomerados y con restos salificados de troncos, lo cual indica deposición en zona entre mareas.

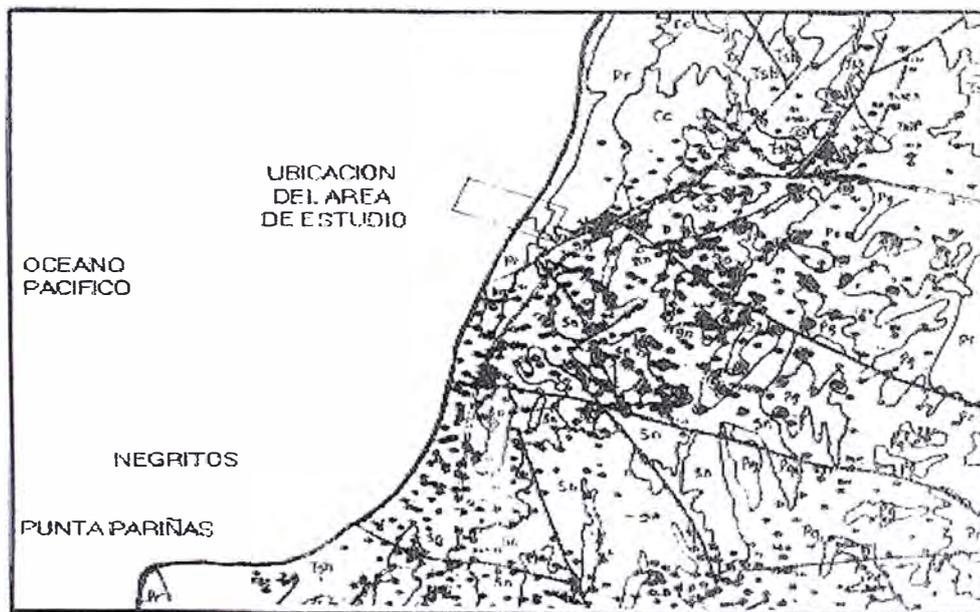
El tercer intervalo de ésta secuencia lo constituye una arenisca de grano medio, laminada, con evidencias de deslizamientos locales, intercalada con gredas de color verdoso. Una característica de este intervalo es que presenta concreciones cuyo número aumenta hacia arriba. Esta sección fue depositada en un frente deltaico.

Suprayaciendo este frente deltaico se observa una arenisca de grano medio a grueso con concreciones también compuestas por areniscas cementadas con carbonato de calcio. Intercaladas con esta arenisca se encuentra otra de grano más grueso conteniendo pequeños rodados y con estratificación cruzada de bajo ángulo. Todo este intervalo fue depositado en la parte inferior del delta.

Suprayaciendo el anterior intervalo, se observa una arenisca de grano medio bastante homogénea y friable que representa un depósito de playa.

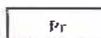
La potencia de esta formación se ha podido definir con un aproximado de 300 metros de espesor, de los cuales 180 metros están aflorando en el borde litoral y presentan una proyección en la base del muelle artesanal Negritos.

Gráfico N° 2.2
Mapa Geológico del Área de Estudio



LEYENDA GEOLÓGICA

Formación Pariñas



FaEa



Depósitos Recientes



Escala: 1: 50,000

2.4.3 CUATERNARIO

Depósitos Marinos recientes (Qal)

En el área se presentan depósitos de arena típicos de playa cuyas partículas son transportadas por el viento y el agua, partículas como limos, arenas finas en suspensión por el medio acuoso.

En promedio se tiene que las arenas se presentan entre 80 centímetros a más de 3 metros de espesor en la base del muelle artesanal Negritos.

CAPÍTULO III

PROSPECCIONES GEOTÉCNICAS

- 3.1 Métodos de la Prospección Geofísica**
- 3.2 Registro de sondajes**
- 3.3 Ensayos de Laboratorio**
- 3.4 Descripción del Perfil Estratigráfico**

3.1 MÉTODOS DE LA PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

3.1.1 Método de Reflexión Sísmica

Con esta técnica se levanta el mapa de la estructura del subsuelo haciendo uso de los tiempos requeridos por una onda sísmica (o pulso) engendrada en el suelo por una explosión de dinamita próxima a la superficie, para volver a ésta después de ser reflejada en las formaciones mismas. Las reflexiones son registradas por instrumentos detectores colocados sobre el suelo, cerca del punto de explosión, que responden a los movimientos del suelo. Las variaciones en los tiempos de reflexión de un lugar a otro de la superficie indican, por lo general, características estructurales de las rocas del subsuelo. Normalmente, y con una sola explosión, pueden ser observadas reflexiones hasta profundidades de 6000 metros, de manera que en la mayoría de las zonas puede determinarse la estructura geológica de toda la sección sedimentaria.

3.1.2 Método de Refracción Sísmica

En este método los instrumentos detectores se disponen a cierta distancia del punto de explosión, que es larga en comparación con la profundidad a que se encuentre el horizonte que haya de ser marcado en el mapa. Las ondas explosivas recorren grandes distancias horizontales a través del suelo, y el tiempo requerido para su desplazamiento informa acerca de la velocidad y profundidad de ciertas formaciones del subsuelo. Aunque el método de refracción no da tanta información, ni tan precisa, del cuadro estructural como el de reflexión, proporciona datos de la velocidad en las capas refractantes, que con frecuencia permite al geólogo identificarlas o especificar su litología.

3.1.3 Método por Gravedad

En la prospección por gravedad se miden las pequeñísimas variaciones que en la atracción gravitatoria ejercen las rocas emplazadas en los primeros kilómetros por debajo de la superficie del suelo. Los diferentes

tipos de rocas tienen densidades diferentes y las rocas más densas ejercen mayor atracción gravitacional. Si las rocas más densas están arqueadas hacia arriba, formando una elevación estructural, tal como un anticlinal, el campo gravitatorio terrestre será mayor sobre el eje de la estructura que a lo largo de sus flancos. Por otra parte, un domo salino que es menos denso que las rocas en que está instruido puede ser descubierto gracias a los bajos valores de la gravedad que normalmente son registrados sobre el mismo.

3.1.4 Método Magnético

La prospección magnética determina las variaciones del campo magnético terrestre atribuibles a cambios de estructura, o de la susceptibilidad magnética de algunas rocas próximas a la superficie. Las rocas sedimentarias presentan en general, una susceptibilidad muy pequeña en comparación con las ígneas o metamórficas, y la mayoría de las exploraciones magnéticas están encaminadas a levantar el mapa de la estructura sobre o dentro del basamento o a descubrir directamente minerales magnéticos.

3.1.5 Método Eléctrico

Existen varias técnicas geofísicas destinadas a detectar anomalías en las propiedades eléctricas de las rocas, tales como la conductibilidad, autopotencial y respuesta a la inducción.

El método de resistividad se emplea para determinar variaciones laterales o verticales de la conductibilidad en el interior del suelo, y se utiliza con frecuencia para medir la profundidad a que se encuentra la roca firme en conexión con proyectos de ingeniería civil, dado que normalmente, existe un gran contraste entre la conductibilidad de la roca firme y los materiales no consolidados que la cubren.

El método de corrientes telúricas aprovecha como fuente las corrientes terrestres naturales en lugar de corrientes engendradas artificialmente e introducidas en el suelo.

El método autopotencial se utiliza para detectar la presencia de ciertos minerales que reaccionan con electrólitos del suelo, engendrando potenciales electroquímicos. Una masa de sulfuros que aparezca más oxidada a poca profundidad que a gran profundidad, engendrará potenciales de este tipo que pueden ser registrados por electrodos situados en la superficie.

Los métodos electromagnéticos detectan anomalías en las propiedades inductoras de las rocas del subsuelo. Se introduce en el suelo una corriente alterna, por lo general de alta frecuencia, y sobre la superficie o en el aire se miden la intensidad y el desfase de los potenciales inducidos por las rocas enterradas.

3.2 REGISTRO DE SONDAJES

3.2.1 Método de Penetración Dinámica con el SPT

Este ensayo permite medir la resistencia a la penetración del terreno y al mismo tiempo obtener muestras representativas alteradas con propósitos de identificación en campo y clasificación en laboratorio.

Los ensayos de penetración estándar se realizan exclusivamente en suelos finos y en suelos granulares finos con un contenido de grava de hasta 5%. En suelos gravosos o en suelos granulares finos con contenido de gravas gruesas los resultados pueden ser usados como referencia.

El procedimiento del Ensayo de Penetración Estándar está indicado en la Norma ASTM D-1586. Este ensayo consiste en hincar en el terreno un muestreador de caña partida, cuyo extremo inferior está unido a un anillo cortante (zapata) y el superior a una válvula y pieza de conexión a la línea (tubería) de perforación. El muestreador tiene un diámetro externo de 51mm y un diámetro interno de 35mm. Para la penetración se utiliza la energía de un martillo de 63.5 Kg. de peso que cae libremente de una altura de 760mm.

El registro de penetración e índice N se obtiene al considerar los golpes necesarios para penetrar los últimos 30cm (12”) de un total de 45cm (18”) de muestreador; los primeros 15cm (6”) no se consideran, dado que el suelo podría estar alterado por efectos del procedimiento utilizado durante la ejecución del sondaje de perforación.

La resistencia a la penetración es un indicador de la compacidad de los suelos no cohesivos y de la resistencia de los suelos cohesivos.

Las Tablas N° 3.1 y N° 3.2 reflejan la compacidad y la resistencia de acuerdo con los resultados de la prueba de penetración estándar respectivamente.

Tabla N° 3.1

Relación entre el “N” (SPT), la consistencia de los finos y su resistencia a la compresión simple

N° de Golpes	Consistencia	Resistencia a la Compresión Simple (Kg/cm2)
< 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

Tabla N° 3.2

Relación entre el “N” (SPT) y la compacidad relativa de los suelos granulares

Número de Golpes del SPT	Compacidad Relativa
0 - 4	Muy suelta
5 - 10	Suelta
11 - 20	Firme
21 - 30	Muy firme
31 - 50	Densa
Más de 50	Muy Densa

El ensayo de penetración estándar puede realizarse a cada metro o metro y medio de profundidad.

3.2.2 Exploraciones de Campo

A continuación se presenta en la Tabla N° 3.3 el resumen de las profundidades alcanzadas en las 04 perforaciones o sondajes realizadas:

Tabla N° 3.3
Resumen de Profundidades de Perforación

Ubicación/Muelle	Eje	Sondeo	Prof. (m)	N. F.
Negritos	02	Eje 02 - S1	4.50	Seco
	18	Eje 18 - S2	5.50	Seco
	30	Eje 30 - S3	7.50	Seco
	41	Eje 41 - S4	9.50	Seco

Con respecto a la recuperación de testigos, se obtuvieron los siguientes resultados, los cuales se muestran en la Tabla N° 3.4, considerando valores promedio.

Tabla N° 3.4
Porcentaje de recuperación por perforación

EJE 02 – S1			
0.00	-	2.00	= 85%
2.00	-	4.50	= 95%
EJE 18 – S2			
0.00	-	3.00	= 95%
3.00	-	5.50	= 85%
EJE 30 – S3			
0.00	-	3.50	= 85%
3.50	-	7.50	= 80%

EJE 41 – S4			
0.00	-	5.00	= 85%
5.00	-	9.50	= 80%

3.3 Ensayos de Laboratorio

Se ha realizado ensayos de clasificación de suelos en las muestras obtenidas en los ensayos SPT, la cual se muestra en la Tabla N° 3.5:

Tabla N° 3.5
Clasificación de Suelos en muestras obtenidas
en los ensayos SPT

EJE	SPT	SUCS	N	Compacidad
02-S1	1	SP	15	Firme
	2	GP	34	Densa
18-S2	1	SP	31	Densa
	2	GP	18	Firme
	3	GP	27	Muy Firme
30-S3	1	SP	29	Muy Firme
	2	SP	16	Firme
	3	GP	45	Densa
41-S4	4	GP	41	Densa
	1	SP	32	Densa
	2	SP	62	Muy Densa
	3	SP	16	Firme
	4	GP	41	Densa
	5	GP	46	Densa
	6	GP	60	Muy Densa

Los formatos de los Análisis Granulométricos de las muestras obtenidas en los ensayo de SPT, se presentan en el Anexo N° 03.

3.4 Descripción del Perfil Estratigráfico

De acuerdo a los registros de las perforaciones presentados y los resultados de los ensayos de laboratorio, se ha realizado la interpretación necesaria para dibujar los perfiles estratigráficos.

Superficialmente y hasta una profundidad de 5.00m. la estratigrafía está constituida por arena media a gruesa color beige (arena de playa) en estado suelto a medianamente denso, con presencia de escasa conchuelas. Continúa al estrato descrito grava sub-angulosa y en algunos casos escasos cantos rodados, producto de la descomposición de la Roca Madre, empacados en arena fina a media, hasta una profundidad de 9.50m. Subyace a éste el estrato rocoso.

Estos se presentan en las respectivas láminas y en ellas se indican la ubicación de los puntos de perforación en planta, el eje analizado y el perfil estratigráfico.

Los registros de las 04 perforaciones realizadas se presentan en el Anexo N° 04.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

- 4.1 Cálculo de la Capacidad Portante**
- 4.2 Asentamiento de Pilotes**
- 4.3 Evaluación del potencial de Licuación**
- 4.4 Verificación de la Capacidad Portante –
Prueba de Carga**

4.1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE UN PILOTE

4.1.1 Capacidad de carga de un pilote de punta, Q_p

En general, la capacidad de carga última se expresa mediante:

Fórmula N° 4.1:

Capacidad de Carga Última

$$q_u = cN_c^* + qN_q^* + \gamma DN_\gamma^*$$

donde:

N_c^* , N_q^* y N_γ^* son los factores de capacidad de carga que incluyen los factores necesarios de forma y profundidad.

Como el ancho D de un pilote es relativamente pequeño, el término γDN_γ^* se cancela, sin introducir un serio error.

Por tanto la capacidad de carga de la punta del pilote se expresa mediante:

Fórmula N° 4.2:

Capacidad de Carga de la Punta

$$Q_p = A_p q_u = A_p (cN_c^* + q' N_q^*)$$

donde:

A_p = área de la punta del pilote

c = cohesión del suelo que soporta la punta del pilote

q_p = resistencia de la punta unitaria

q' = esfuerzo vertical efectivo al nivel de la punta del pilote

N_c^* , N_q^* = factores de capacidad de carga

En arena, la cohesión c es igual a 0, por lo que la capacidad de carga de la punta es:

Fórmula N° 4.3

Capacidad de Carga de Punta en arena

$$Q_p = A_p q_u = A_p q' N_q^*$$

La resistencia límite de punta se expresa mediante:

Fórmula N° 4.4

Resistencia límite de punta

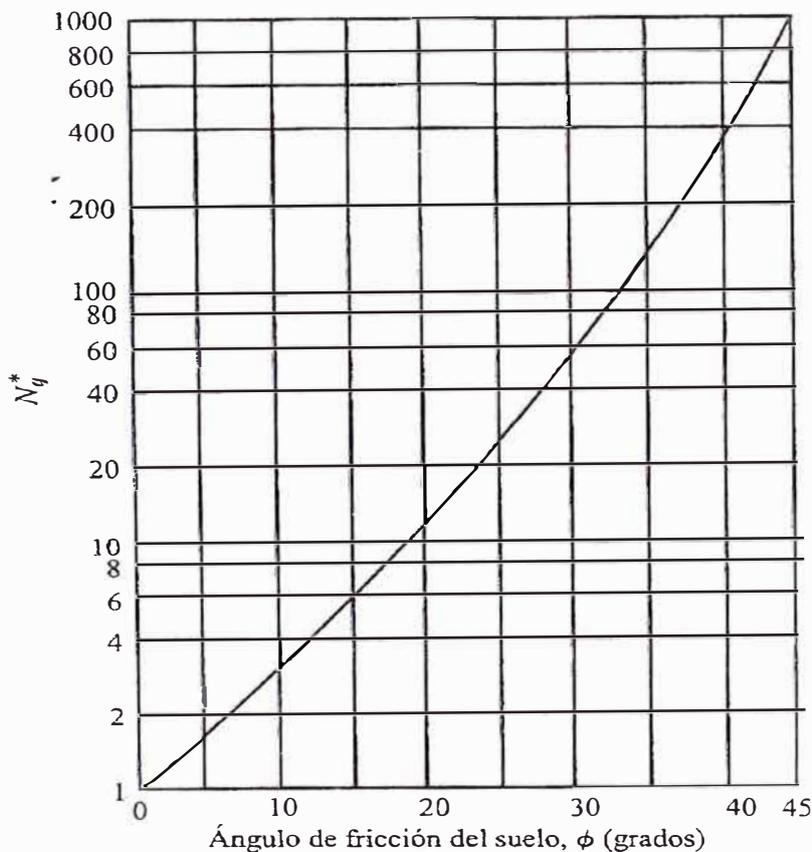
$$q_l (kN / m^2) = 50 N_q^* \tan \phi$$

donde:

ϕ = ángulo de fricción del suelo en el estrato de apoyo.

Gráfico N° 4.1

N_q^* vs ϕ (grados)



Para pilotes en arcillas saturadas en condiciones no drenadas ($\phi=0$), la capacidad de carga de la punta se expresa mediante:

Fórmula N° 4.5

Capacidad de Carga de Punta en arcillas

$$Q_p = A_p c_u N_c^* = 9A_p c_u$$

donde:

c_u = cohesión no drenada del suelo debajo de la punta del pilote.

4.1.2 Capacidad de carga de un pilote por fricción, Q_s

La resistencia por fricción o superficial de un pilote se expresa mediante:

Fórmula N° 4.6

Capacidad de Carga por fricción

$$Q_s = \sum p \Delta L f$$

donde:

P = perímetro de la sección del pilote

ΔL = longitud incremental del pilote sobre la cual p y f se consideran constantes.

f = resistencia unitaria por fricción a cualquier profundidad z.

La resistencia unitaria por fricción en arena, a cualquier profundidad para un pilote se expresa mediante:

Fórmula N° 4.7

Capacidad de Carga por fricción en arena

$$f = K \sigma'_o \tan \delta$$

donde:

K = coeficiente de presión de tierra

σ'_o = esfuerzo vertical efectivo a la profundidad bajo consideración

δ = ángulo de fricción suelo-pilote

4.1.3 Capacidad admisible de pilotes

Después que la capacidad última total de un pilote se ha determinado al sumar la capacidad de carga de punta y la resistencia por fricción (superficial), debe usarse un factor de seguridad razonable para obtener la carga admisible total para cada pilote, el cual se expresa mediante:

Fórmula N° 4.8 **Carga Admisible total**

$$Q_{adm} = \frac{Q_u}{FS}$$

donde:

Q_{adm} = capacidad de carga admisible para cada pilote
FS = factor de seguridad

El factor de seguridad usado generalmente varía entre 2.5 y 4, dependiendo de las incertidumbres en el cálculo de la carga última.

4.1.4 Capacidad de carga de pilotes de punta descansando en roca

Algunas veces los pilotes son hincados hasta un estrato subyacente de roca. La resistencia última de punta unitaria en roca se expresa mediante:

Fórmula N° 4.9 **Capacidad de carga última de punta en roca**

$$q_p = q_{u-R}(N_\phi + 1)$$

donde:

$N_\phi = \tan^2(45 + \phi/2)$
 q_{u-R} = resistencia a compresión simple de la roca
 ϕ = ángulo de fricción drenada

En la Tabla N° 4.1 se presentan algunos valores típicos de la compresión simple para algunas rocas:

Tabla N° 4.1
Resistencia a la compresión simple

Tipo de roca	q_{u-R} (MN/m ²)
Arenisca	70 - 140
Piedra caliza	105 - 210
Pizarra	35 - 70
Granito	140 - 210
Mármol	60 - 70

En la Tabla N° 4.2 se presentan valores típicos del ángulo de fricción ϕ para algunas rocas:

Tabla N° 4.2
Angulo de fricción ϕ

Tipo de roca	ϕ (grados)
Arenisca	27 - 45
Piedra caliza	30 - 40
Pizarra	10 - 20
Granito	40 - 50
Mármol	25 - 30

Un factor de seguridad de por lo menos 3 debe usarse para determinar la capacidad de carga admisible de la punta del pilote. Así entonces,

Fórmula N° 4.10
Capacidad de carga admisible de punta en roca

$$Q_{p(adm)} = \frac{[q_{u-R}(N_{\phi} + 1)]A_p}{FS}$$

4.1.5 Fórmulas para el hincado de pilotes

Para desarrollar la capacidad de carga deseada, un pilote de carga por punta debe penetrar el estrato de suelo denso suficientemente o tener suficiente contacto con un estrato de roca. Este requisito no puede ser siempre satisfecho mediante el hincado del pilote a una profundidad

predeterminada porque los perfiles de suelo varían. Por esta razón, varias ecuaciones fueron desarrolladas para calcular la capacidad última de un pilote durante el hincado. Esas ecuaciones dinámicas se usan ampliamente en el campo para determinar si el pilote ha alcanzado un valor de carga satisfactorio a la profundidad determinada.

Una de las primeras ecuaciones dinámicas, es la comúnmente llamada fórmula del Engineering News Record (ENR), expresada mediante:

Fórmula N° 4.11

Ecuación Dinámica según ENR

$$Q_u = \frac{W_R h}{S + C}$$

donde:

W_R = peso del martinete

h = altura de caída del martinete

S = penetración del pilote por golpe del martinete

C = constante

La penetración del pilote S , se basa usualmente en el valor promedio obtenido en los últimos golpes de hincado. En la fórmula original de la ecuación, se recomendaron los siguientes valores para C :

Para martinetes de gravedad: $C = 2.54\text{cm}$ (si las unidades de S y h están en centímetros).

Para martinetes de vapor: $C = 0.254\text{m}$ (si las unidades de S y h están en centímetros).

Un factor de seguridad $FS = 6$ fue también recomendado para estimar la capacidad admisible del pilote.

Para martinetes de simple y doble acción, el término $W_R h$ se reemplaza por $E H_E$ (donde E = eficiencia del martinete y H_E = energía nominal del martinete). Entonces:

Fórmula N° 4.12

Ecuación Dinámica para martinetes de Simple y doble acción

$$Q_u = \frac{EH_E}{S + C}$$

4.1.6 Programa de cómputo para el cálculo de la capacidad de carga última de pilotes bajo carga axial mediante fórmulas empíricas (FEPC).

El programa está basado en la utilización de fórmulas empíricas para el cálculo de la capacidad de carga última de pilotes individuales. Estas fórmulas se aplican a tipos de suelos agrupados de acuerdo a la clasificación propuesta por Aoki-Velloso (1975). P.P. Velloso (1982) establece correlaciones sólo para suelos de dos clases y Meyerhoff (1976) sólo se aplica a suelos no cohesivos y limos no plásticos. Los factores de seguridad los proporciona el usuario y se usan en todas las fórmulas, con excepción de la fórmula de Decourt-Quaresma, donde el FS es 1.3 para carga por fricción y 4.0 para carga por punta. El programa fue presentado originalmente por Bertolucci (1988).

Simplificaciones adoptadas:

El programa adopta las siguientes simplificaciones:

- 1º El valor del ensayo SPT en el primer metro del sondaje siempre se considera igual a cero SPT (0) = 0.
- 2º El valor de SPT se relaciona al metro inmediatamente inferior, es decir SPT (1) corresponde a un intervalo entre 1.0 y 2.0 m. de profundidad del sondaje.
- 3º En la transición de estratos se adoptan los parámetros del estrato superior, si la transición ocurre después de 0.5 m; en caso contrario, los parámetros que se adoptan son del estrato inferior y el valor del SPT será el que corresponde al metro subsiguiente. Con relación a la última simplificación, es importante un análisis más cuidadoso de los resultados en los niveles de transición y también evitar la introducción

de estratos menores de un metro de espesor.

Parámetros generales de entrada de datos

Los datos comunes de entrada para todos los métodos del programa son: número de estratos, profundidad del sondaje, profundidad final de cada estrato, código de suelo de cada estrato (propuesto por Aoki-Velloso), peso específico efectivo de cada estrato, valores del ensayo SPT para cada metro y el factor de seguridad, (no se aplica a la fórmula de Decourt Quaresma, la que fija 1.3 para carga lateral y 4.0 para carga por punta).

Los factores de correlación indicados en la Tabla N° 4.3, son definidos por el propio programa, en función al tipo de suelo.

Con relación a las características del pilote se establecen los siguientes datos: cota superficial del pilote, diámetro del fuste (o dimensión del lado en el caso de una sección cuadrada) y el diámetro de la base, en caso de un alargamiento de la misma.

Métodos mediante fórmulas empíricas

Los métodos usados mediante fórmulas empíricas son:

- 1° Método de Aoki Velloso.
- 2° Método de Decourt - Quaresma.
- 3° Método Pedro Paulo Velloso.
- 4° Método de Meyerhoff (con y sin corrección de SPT).

Tabla N° 4.3
Factores De Correlación

TIPO DE SUELO	CODIGO	AOKI-VELLOSO			DECORT-QUARESMA		P.P. VELLOSO (*)	
		Kp (kPa)	α (%)	KI (kPa)	K (Pa)	a (kPa)	b'	a' (kPa)
Arena	100	1000	1.4	14	400	600	1	5
Arena Limosa	120	800	2	16	400	500	1	8.5
Arena Limosa-Arcillosa	123	700	2.4	16.8	400	500	1	8.5
Arena Arcillosa	130	600	3	18	400	500	1	8.5

TIPO DE SUELO	CODIGO	AOKI-VELLOSO			DECORT-QUARESMA		P.P. VELLOSO (*)	
		Kp (kPa)	α (%)	Kl (kPa)	K (Pa)	a (kPa)	b'	a' (kPa)
Limo Arenoso	210	550	2.2	12.1	250	430	0.87	10
Limo Arenoso-Arcilloso	213	450	2.8	12.6	250	430	0.87	10
Limo Arcilloso	230	230	3.4	7.82	200	430	1	10
Limo Arenoso-Arcilloso	231	250	3	7.5	200	430	1	10
Arcilla	300	200	6	12	120	250	1	6.3
Arcilla Arenosa	310	350	2.4	8.4	120	250	1	6.3
Arcilla Arenosa-Limosa	312	300	2.8	8.4	120	250	1	6.3
Arcilla Limosa	320	220	4	8.8	120	250	1	6.3
Arcilla Limosa-Arenosa	321	330	3	9.9	120	250	1	6.3

(*) El parámetro b se asume igual a 1.00 para todos los suelos.

Método de Aoki-Velloso

La entrada de datos para el cálculo basado en el método de Aoki Velloso se empieza a través de los parámetros relativos al tipo de pilote F1 y F2. Estos valores son proporcionados por el usuario y se indican en la Tabla N° 4.4:

Tabla N° 4.4
Parámetros relativos al tipo de pilote

Tipo de Pilote	F1	F2
Franki	2.50	5.0
Acero	1.75	3.5
Concreto	1.75	3.5
Strauss	1.70	3.0
Premoldeado	$1 + \frac{D(cm)}{80}$	2 F1
Excavado	3.00	6.0

Los resultados son proporcionados desde 1.00 a 2.00 m. de longitud del pilote hasta la profundidad final del sondaje. Las fórmulas son las siguientes:

Fórmula N° 4.13

Resistencia Lateral Método Aoki-Velloso

$$R_l = \frac{A_l L}{F_2} \times \sum_{i=CA}^L (N_i \times K_{li})$$

Fórmula N° 4.14

Resistencia por Punta Método Aoki-Velloso

$$R_p = A_p \times \frac{K_p \times N_p}{F_1}$$

donde:

- R_l = resistencia lateral
- A_l = área lateral por metro lineal de pilote
- N_i = SPT en el punto i
- K_{li} = α_i x K_l (factor de correlación)
- CA = cota superficial del pilote
- L = penetración del pilote
- R_p = resistencia por punta
- A_p = área de la punta
- K_p = factor de correlación
- N_p = SPT de la punta

Método de Decourt-Quaresma

No existe entrada de datos específicos y los resultados se presentan para longitudes del pilote desde 1.00 m. hasta la profundidad final del sondaje. Las fórmulas usadas son las siguientes:

Fórmula N° 4.15

Resistencia Lateral Método Decourt-Quaresma

$$R_l = 10 \times p \times L \times \left[\frac{|\bar{N}|^L}{3^{CA} + 1} \right]$$

Fórmula N° 4.16

Resistencia por Punta Método Decourt-Quaresma

$$R_p = A_p \times K \times \left| \bar{N} \right|_{p-1}^{p+1}$$

donde:

$\left| \bar{N} \right|_{CA}^L$ = SPT promedio a lo largo del fuste.

P = perímetro del pilote.

K = factor de correlación

$\left| \bar{N} \right|_{p-1}^{p+1}$ = SPT promedio en una longitud de 3.0 próximos a la punta (1.0 m. encima de la punta, en la punta y 1.0 m. debajo de la punta).

Método de Pedro Paulo Velloso

Se empieza la entrada de datos con los valores de λ , y θ que son los factores relativos de carga del pilote y el tipo de pilote. Los valores propuestos se indican en la Tabla N° 4.5.

Tabla N° 4.5

Factores λ y θ relativos de carga y tipo de pilote

Pilote en tracción	$\lambda = 0.7$
Pilote en compresión	$\lambda = 1.0$
Pilote Hincado	$\theta = 1.0$
Pilote Excavado	$\theta = 0.5$

El programa genera el valor de " β ":

Fórmula N° 4.17

Variable β

$$\beta = 1.016 - \frac{0.016 * D_e}{0.035}$$

El valor de B es menor que 0.2 y D_e es el diámetro efectivo del pilote. Los resultados se presentan desde una profundidad de "8 D_e " hasta una

profundidad de “3.5D_e” por encima de la profundidad final del sondaje.

Las fórmulas usadas son las siguientes:

Fórmula N° 4.18

Resistencia Lateral Método Pedro Paulo Velloso

$$Rl = A_{ll} \times \theta \times \lambda \times \sum_{i=CA}^L (a_i \times N_i^{b_i})$$

Fórmula N° 4.19

Resistencia por Punta Método Pedro Paulo Velloso

$$R_p = A_p \times \beta \times \theta \frac{\left| \overline{N_i^b a_i} \right|_{P-8D_e}^P + \left| \overline{N_i^b a_i} \right|_P^{P+3.5D_e}}{2}$$

donde:

- $\left| \overline{N_i^b a_i} \right|_{P-8D_e}^P$ = promedio de los productos Nb.a desde 8D_e, por encima de la punta del pilote hasta la punta del pilote (b se adopta igual a 1).
- $\left| \overline{N_i^b a_i} \right|_P^{P+3.5D_e}$ = idem, desde la punta hasta 3.5D_e, por debajo de la punta del pilote.

D_e = diámetro efectivo del fuste del pilote.

Método de Meyerhoff

La entrada de datos comienza con los parámetros M_m y N_m, que son los factores relativos a la forma de ejecución del pilote. Meyerhof propone la siguiente Tabla:

Tabla N° 4.6

Parámetros de M_n y N_m relativos a la forma de ejecución del pilote

Tipo de Pilote	M _n	N _m
Franki.	6	1
Punta Cónica.	3	1
Hincado en suelos no cohesivos.	2	1
Hincado en suelos cohesivos.	> 2	1
Excavado.	1	0.3

Los resultados se presentan para longitudes de pilote de 1.0 m hasta una profundidad de 2.0 m por encima de la profundidad final del sondaje. Las fórmulas usadas son las siguientes:

Fórmula N° 4.20

Resistencia Lateral Método Meyerhoff

$$R_l = M_n \times A_{ll} \times \sum_{i=CA}^L N_i$$

Fórmula N° 4.21

Resistencia por Punta Método Meyerhoff

$$R_p = N_m \times A_p \times Q$$

donde:

Q = es el valor menor entre Q1 y Q2

$$Q1 = 10 \times T_s \times \left| \bar{N} \right|_{P+1}^{P+D_e}$$

Q2 = es el valor mayor entre Q3 y Q4

$$Q3 = T_s \times \frac{Z_b}{D_e} \times \left| \bar{N} \right|_{P-Z_b}^{P-1}$$

$$Q4 = \frac{T_s}{D_e} \times N_p$$

Con:

Ts = 40 kPa para suelos no cohesivos

Ts = 30 kPa para suelos limosos no plásticos y por extensión a todos los demás suelos.

Zb = longitud del pilote limitada a 10 De.

El método de Meyerhoff se presenta con ó sin corrección de los valores de SPT, en el último caso se emplean las siguientes fórmulas:

Fórmula N° 4.22

Valor de N sin corrección

$$N_c = N \text{ para } \sigma' < 100 \text{ Kpa}$$

Fórmula N° 4.23

Valor de N corregido

$$N_c = 0.77 \times \log_{10} \frac{2000}{\sigma'} \times N \text{ para } \sigma' > 100 \text{ Kpa}$$

donde:

N_c = N del ensayo SPT corregido

σ' = Esfuerzo efectivo al inicio del metro considerado

4.1.7 Resultados

De todos los métodos usados en el Programa FEPC, se tomaron los valores procedentes del **Método de Aoki-Velloso**, porque es el único que considera la profundidad de penetración en el estrato rocoso (a 1 metro), que es donde finalmente se asentará el pilote de concreto. Los valores hallados en los distintos sondajes se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 4.7

Carga Admisible en los diferentes sondajes

Eje	Sondeo	Prof. (m)	Radm (KN)	Radm (Ton)
02	Eje 02 - S1	5.50	1648.8	168.2
18	Eje 18 - S2	6.50	1695.8	173.0
30	Eje 30 - S3	8.50	1869.8	190.8
41	Eje 41 - S4	10.50	2020.4	206.2

Los resultados de todos los métodos utilizados por el programas FEPC, se pueden visualizar en el Anexo N° 05.

4.2 ASENTAMIENTO DE PILOTES

El asentamiento elástico de un pilote bajo una carga vertical de trabajo Q_w se determina por tres factores:

Fórmula N° 4.24 **Asentamiento total**

$$S_e = S_{e(1)} + S_{e(2)} + S_{e(3)}$$

donde:

S_e = asentamiento total del pilote

$S_{e(1)}$ = asentamiento del fuste del pilote

$S_{e(2)}$ = asentamiento del pilote causado por la carga en la punta del pilote

$S_{e(3)}$ = asentamiento del pilote causado por la carga transmitida a lo largo del fuste del pilote

Fórmula N° 4.25 **Determinación de $S_{e(1)}$**

$$S_{e(1)} = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p E_p}$$

donde:

Q_{wp} = carga tomada en la punta del pilote bajo condición de carga de trabajo

Q_{ws} = carga tomada por la resistencia de fricción (superficial) bajo condición de carga de trabajo

A_p = área de la sección transversal del pilote

L = longitud del pilote

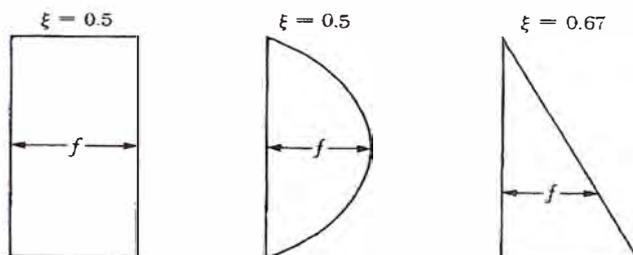
E_p = módulo de elasticidad del material del pilote

La magnitud de ξ depende de la naturaleza de la distribución de la fricción unitaria (superficial) a lo largo del fuste del pilote. Si la distribución de f

es uniforme o parabólica, entonces el valor de $\xi = 0.5$. Para una distribución triangular de f , la magnitud de ξ es aproximadamente 0.67.

Gráfico N° 4.2

Distribución de la resistencia unitaria por fricción



Fórmula N° 4.26

Determinación de $S_{e(2)}$

$$S_{e(2)} = \frac{q_{wp} D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp}$$

donde:

D = ancho o diámetro del pilote

q_{wp} = carga en la punta por área unitaria de la punta del pilote
(Q_{wp}/A_p)

E_s = módulo de elasticidad del suelo en o debajo de la punta del Pilote.

μ_s = relación de Poisson del suelo

I_{wp} = factor de influencia = 0.85

Fórmula N° 4.27

Determinación de $S_{e(3)}$

$$S_{e(3)} = \left(\frac{Q_{ws}}{pL} \right) \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{ws}$$

donde:

p = perímetro del pilote

L = longitud empotrada del pilote

I_{ws} = factor de influencia

El factor de influencia I_{ws} tiene una relación empírica simple (Vesic, 1977):

Fórmula N° 4.28

Factor de Influencia I_{ws}

$$I_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{\frac{L}{D}}$$

4.2.1 Aplicación

Debido a que los pilotes de concreto armado se apoyan directamente sobre material rocoso, penetrando 1 metro en el estrato, no se produce asentamiento diferencial alguno.

4.3 EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN

Cuando un depósito de arena suelta saturada es sometido a vibración, tiende a compactarse y a decrecer en volumen. Si el drenaje es impedido, la presión de poros aumenta. Si la presión de poros en el depósito de arena es aumentar debido a las vibraciones continuas el suelo, puede ocurrir en algún momento una condición en la cual la presión de poros llegue a ser igual a la presión de tapada.

Basándonos en el principio de la tensión efectiva se tiene:

Fórmula N° 4.29

Presión efectiva

$$\bar{\sigma} = \sigma - \gamma$$

donde:

σ = presión efectiva de tapada

σ = presión total de tapada

γ = presión de poros

Si $\sigma = \gamma$ se tiene que $\sigma = 0$. Bajo esta condición el depósito de arena no es capaz de poseer ninguna resistencia al corte y el conjunto agua-arena se convierte en un fluido, los elementos más pesados de este fluido se hunden y los más livianos flotan. Este fenómeno se denomina licuación.

Iwamoto (1983) explica en forma resumida el fenómeno de licuación de arena de la siguiente manera:

- ✓ El movimiento del terreno debido al terremoto causa esfuerzos de corte repetidos en la arena saturada.
- ✓ Los esfuerzos de corte causan una tendencia a la compresión, pero la condición no drenada no permite todavía la compresión.
- ✓ Por lo tanto, se generan y acumulan las presiones del agua en los poros de la arena.
- ✓ El esfuerzo de confinamiento efectivo decrece.
- ✓ El contacto entre las partículas de la arena suelta, y por lo tanto, la resistencia al corte decrece.
- ✓ La arena inicia un estado licuado y sin ninguna resistencia la corte.

Estudios detallados de laboratorio y de campo en lugares donde se ha producido y no licuación de suelos, han señalado los siguientes parámetros más determinantes:

- ✓ Granulometría del suelo.
- ✓ Densidad relativa del suelo.
- ✓ Profundidad del nivel freático.
- ✓ Presión del agua en los poros del suelo.
- ✓ Presión inicial de confinamiento.
- ✓ Magnitud del movimiento sísmico.
- ✓ Duración del movimiento sísmico.

Es más significativo usar la resistencia a la penetración directamente como un índice de resistencia a la licuación que usarlo como un factor individual tal como la densidad relativa.

4.3.1 Método Simplificado de Seed e Idriss

La relación de esfuerzos cíclicos desarrollados en el suelo debido a la vibración del sismo es calculada por la siguiente expresión:

Fórmula N° 4.30

Relación de esfuerzos cíclicos (Seed e Idriss)

$$\frac{\tau_h}{\sigma_0} = 0.65 \frac{a_{\max}}{g} \frac{\sigma_0}{\sigma_0} r_d$$

donde:

a_{\max} = aceleración máxima en la superficie del terreno

g = aceleración de la gravedad

$\bar{\sigma}_0$ = presión de sobrecarga efectiva a la profundidad dada

σ_0 = presión de sobrecarga total a la profundidad dada

r_d = factor de reducción del esfuerzo cortante, con valor 1 en la superficie, $r_d = 1 - 0.015z$; z es la profundidad en metros.

Seed (1979) propuso que la relación de esfuerzos cíclicos para causar la licuación inicial puede ser determinada para una resistencia a la penetración modificada $N_1 = C_n N$ y la magnitud del sismo M .

Los valores de C_n están tabulados en la siguiente tabla:

Tabla N° 4.8

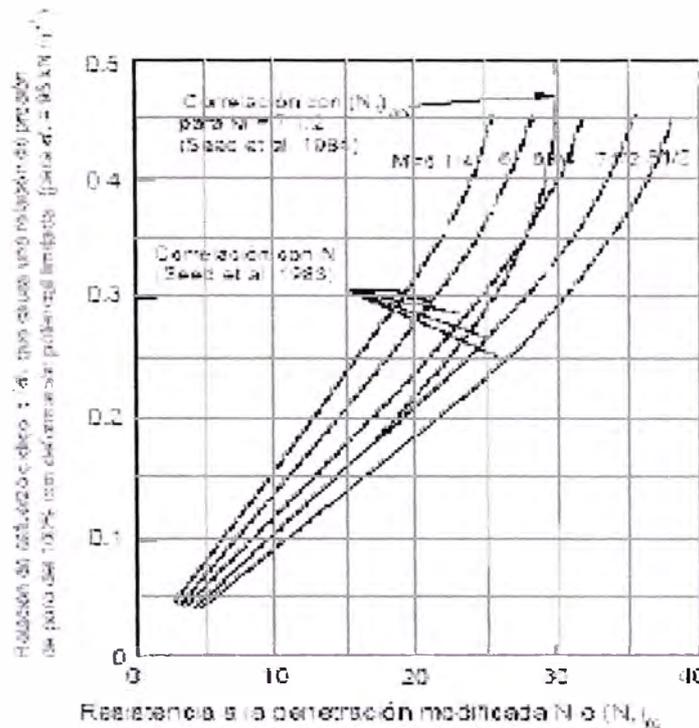
Factor de corrección C_n de SPT (Seed)

Sobrecarga de presión efectiva (KN/m ²)	Cn	
	Dr = 40-60%	Dr = 60-80%
50	1.36	1.36
100	0.97	0.97
200	0.67	0.72
400	0.42	0.50
500	0.38	0.46

La primera correlación con N sugiere que la relación de esfuerzos para causar la licuación se relaciona linealmente cuando N_1 se acerca a $N_1=35$ golpes/300mm y es dado aproximadamente por $N_1/70$ para sismos de magnitud 6, $N_1/90$ para sismos de magnitud 7.5 y $N_1/100$ para sismos de magnitud 8.25.

Gráfico N° 4.3

Evaluación del potencial de licuación para diferentes magnitudes de sismo



Los siguientes factores de corrección para la relación de esfuerzos para causar la licuación pueden ser aplicados para otras magnitudes de sismo M:

Tabla N° 4.9

Factor de corrección para magnitudes de sismo M)

M = 8.50	Factor = 0.89
M = 6.75	Factor = 1.13
M = 6.00	Factor = 1.32
M = 5.25	Factor = 1.50

4.3.2 Método Simplificado de Iwasaki y Tatsuoka

Según Iwasaki (1978), la resistencia cortante cíclica normalizada puede ser evaluada mediante las siguientes expresiones:

Fórmula N° 4.31

Relación de esfuerzos cíclicos (Iwasaki)

a) Para $0.02 \leq D_{50} \leq 0.60$ mm.

$$\frac{\tau}{\sigma_v} = 0.0882 \sqrt{\frac{N}{\sigma_v + 0.7}} + 0.225 \log\left(\frac{0.35}{D_{50}}\right)$$

b) Para $0.60 \leq D_{50} \leq 2.0$ mm.

$$\frac{\tau}{\sigma_v} = 0.0882 \sqrt{\frac{N}{\sigma_v + 0.7}} - 0.05$$

Donde:

D_{50} = abertura de malla (mm) por donde pasa el 50% en peso del Suelo.

σ_v = presión de sobrecarga efectiva (kg/cm^2)

N = valor de N del ensayo de SPT

4.3.3 Evaluación de la resistencia a la licuación:

El método propone una relación para evaluar la relación de esfuerzos que se requiere para causar licuefacción en un suelo dado, cuyas características son conocidas (τ_1 / σ'_o), así como la relación de esfuerzos que induce un movimiento sísmico cuyas características son conocidas (τ_{pro} / σ'_o). Por lo tanto, se puede definir el factor de seguridad contra la ocurrencia del fenómeno de licuefacción (FL), mediante la siguiente expresión:

Fórmula N° 4.32

Factor de Seguridad para Fenómeno de Licuación

$$FL = \frac{(\tau_l / \sigma'_o)}{(\tau_{pro} / \sigma'_o)}$$

Por lo tanto si $FL > 1$ no se producirá licuación; en caso contrario ocurrirá licuación.

4.3.4 Aplicación

Al no encontrar depósitos de arena suelta en las inmediaciones de los puntos de estudio, se concluye que no existe indicios de potencial de licuación de suelos.

4.4 VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE – PRUEBA DE CARGA

La única manera segura de saber si un pilote es capaz de soportar la carga requerida, es ejecutando un ensayo de carga. Este ensayo también puede utilizarse para medir las características de carga-deformación del pilote.

La prueba de carga se realiza generalmente por las siguientes razones:

- ✓ Verificar experimentalmente que la actual respuesta del pilote a la carga (reflejada en la relación carga-asentamiento) corresponde a la respuesta asumida por el diseñador.
- ✓ Que la carga última actual del pilote no es menor que la carga última calculada y que fue usada como base en el diseño de la cimentación.
- ✓ Obtener datos del suelo deformado y facilitar el diseño de otro pilote.
- ✓ Determinar el comportamiento carga-asentamiento de un pilote, especialmente en la región de carga de trabajo.
- ✓ Para indicar la dureza estructural del pilote.

4.4.1 Formas y tipos de aplicación de carga

La norma ASTM-D-1143-81 menciona los siguientes arreglos o dispositivos para aplicar la carga al pilote:

- 1) Carga aplicada al pilote o grupo e pilotes por gata hidráulica actuando frente a un marco de reacción anclado. Puede realizarse de dos formas, con pilotes de anclaje o con anclaje enterrado.

- a. Pilotes de anclaje

Se instala un número suficiente de pilotes de anclaje a cada lado del pilote de prueba de tal forma que proporcionen adecuada capacidad de reacción. Dichos pilotes estarán ubicados a una distancia libre del pilote de prueba al menos 5 veces el mayor diámetro del pilote de prueba, pero no menos que 2m. Sobre los pilotes de anclaje va una viga de prueba de medida y resistencia suficiente para impedir una deflexión excesiva, esta viga está sujeta por conexiones diseñadas para transferir la carga a los pilotes. Entre el fondo de la viga y la cabeza del pilote de prueba existe una luz suficiente para poder colocar la gata hidráulica y dos planchas de acero de espesor mínimo de 2", el sistema trabaja al reaccionar la gata hidráulica al cargar el pilote, transmitiendo esta carga (mediante viga de reacción) a un par de pilotes de anclaje.

- b. Anclaje enterrado

Usualmente transfieren la reacción a estratos más duros debajo del nivel de la punta del pilote, pudiendo ser puestos más cercanamente al pilote de prueba.

- 2) Carga aplicada al pilote o grupo de pilotes por gata hidráulica actuando frente a caja o plataforma cargada.

La norma ASTM especifica que se debe centrar sobre el pilote o grupo de pilotes una viga de prueba de medidas y resistencia suficiente para impedir una deflexión excesiva bajo carga, permitiendo espacio suficiente entre el cabezal del pilote y el fondo de la viga para

poder ubicar las planchas y la gata; los extremos de la viga se deben soportar sobre cajones temporales.

Se centra una caja o plataforma sobre la viga de prueba, la cual estará soportada por durmientes ubicadas tan lejos como sea posible del pilote de prueba, pero en ningún caso la distancia será menor que 1.5m de luz entre caras. La carga de la caja o plataforma será de material apropiado tal como suelo, roca, concreto o acero.

3) Carga aplicada directamente a un pilote o grupo de pilotes}

La norma ASTM especifica que se debe centrar sobre la plancha de acero una viga de prueba de peso conocido y suficiente medida y resistencia, con los extremos soportados sobre durmientes temporales; centrar una plataforma de peso conocido sobre la viga, esta plataforma es soportada por durmientes ubicadas a una distancia libre no menor de 1.5m. La carga de la plataforma puede ser con acero o concreto.

En lo referente al asentamiento de la cabeza del pilote, éste se puede medir de tres formas:

- a) Nivelación directa con referencia a un datum fijado (BM).
- b) Por un alambre sostenido bajo tensión
- c) Por medio de vigas de referencia, una a cada lado del pilote de prueba, las cuales tienen un mínimo de dos deformómetros, con las espigas paralelas al eje longitudinal del pilote y soportada por orejas firmemente pagadas sobre los lados del pilote debajo de la plancha de prueba. Estos deformómetros deben de tener una precisión a al menos 0.01 pulgadas (0.25mm).

4.4.2 Procedimiento de Carga

Los procedimientos de carga más comunes son:

a) Prueba de carga mantenida

Denominado por el ASTM-D-1143-81 como el procedimiento estándar de carga, el procedimiento a seguir es el siguiente: Siempre y cuando

no ocurra la falla primero, cargar el pilote hasta 200% de su carga de diseño, aplicando la carga en incrementos del 25% de la carga de diseño del pilote. Mantener cada incremento de carga hasta que la razón de asentamiento no sea más grande que 0.01 pulgadas (0.25mm)/hora, pero no mayor que 2 horas. Si el pilote de prueba no ha fallado, remover la carga de prueba total en cualquier momento después de 12 horas si el asentamiento del tope sobre un período de 1 hora no es más grande que 0.01 pulgadas (0.25mm); si ocurre lo contrario, permitir que la carga total permanezca sobre el pilote por 24 horas. Después del tiempo requerido de espera, remover la carga de prueba en decrementos de 25% de la carga total con 1 hora entre decrementos. Si la falla del pilote ocurre, continúe aplicando carga con la gata al pilote hasta que el asentamiento sea igual al 15% del diámetro del pilote o dimensión diagonal.

b) Razón de penetración constante

Fue un método desarrollado por Whitaker en 1957 para modelos de pilotes (pilotes de prueba preliminares) y posteriormente usado para ensayos de pilotes de tamaño natural; este método también es llamado CRP y tiene la ventaja de ser rápido en su ejecución, no dando tiempo a la consolidación del terreno. El método consiste en hacer penetrar el pilote a una velocidad constante y medir continuamente la fuerza aplicada en la cabeza del pilote para mantener la razón de aplicación. La norma ASTM-D-1143-81 especifica que la razón de penetración del pilote debe ser de 0.01 a 0.05 pulgadas (0.25 a 1.25mm) en suelo cohesivo y 0.03 a 0.10 pulgadas (0.75 a 2.5mm)/min. en suelo granular.

4.4.3 Criterios de Carga de Falla

El criterio más usado para definir la carga de rotura en un gráfico carga vs asentamiento es aquel que muestra un cambio brusco en la curva obtenida, pero en la mayoría de los casos, la pendiente de la curva varía gradualmente, no pudiendo establecerse en forma definida la carga de rotura.

Los criterios recopilados por Vesic (1975) son:

- 1) Limitando el asentamiento total
 - a. absoluto: 1" (25.4mm) (Holanda, Código de New York)
 - b. relativo: 10% del diámetro del pilote (Inglaterra)

- 2) Limitando el asentamiento plástico
 - a. 0.25 pulgadas (6.35mm) (AASHTO)
 - b. 0.33 pulgadas (8.40mm) (Magnet)
 - c. 0.50 pulgadas (12.7mm) (Código de Boston)

- 4) Limitando la relación asentamiento plástico/asentamiento elástico a 1.5 (Cristiani y Nielsen).

- 5) Limitando la relación asentamiento/carga
 - a. Total 0.01 in/ton (California, Chicago)
 - b. Incremental 0.03 in/ton (Ohio)
 0.05 in/ton (Raymond Co.)

- 6) Limitando la relación asentamiento plástico/carga
 - a. Total 0.01 in/ton (New Cork)
 - b. Incremental 0.03 in/ton (Raymond Co.)

- 7) Relación máxima $\frac{\text{Incremento asentamiento}}{\text{Incremento de carga}}$ Vesic (1963)

- 8) Curvatura maxima de la urva log W/log Q (De Beer, 1967)

- 9) Postulado de Van der Veen (1953) $W = \beta \ln\left(1 - \frac{Q}{Q_{\max}}\right)$

Fellenius (1980) recopiló varios criterios de falla aplicables al gráfico carga vs asentamiento.

a) Método de Davisson

La carga límite propuesta es definida como la carga que corresponde a un asentamiento que excede la compresión elástica del pilote por un valor X dado por:

Fórmula N° 4.33

Cálculo de X

$$X = 3.8 + \frac{D}{120}$$

donde:

D = diámetro (mm)

X = en (mm)

El método de Davisson se aplica a ensayos de velocidad de penetración constante, i se aplica a ensayos con carga mantenida, resulta conservador.

b) Método de Chin

Se admite que la curva carga-asentamiento cerca de la rotura es hiperbólica. En este método el asentamiento es dividido por su correspondiente carga y el gráfico pasa a ser una curva de asentamiento/carga vs asentamiento. Los puntos obtenidos tienden a formar una recta y la inversa de la pendiente es la carga de rotura. Este método se aplica a pruebas rápidas o lentas, ya que el tiempo de aplicación de los estados de carga es constante.

c) Método de Beer

La curva carga vs asentamiento es llevada a un gráfico log-log. Para los valores de carga mayores, los puntos tienden a caer en dos rectas y su intersección es la carga de rotura.

d) Criterio de 90% de Brinch-Hansen

La carga de rotura será aquella cuyo asentamiento es el doble del asentamiento medido para una carga que corresponde al 90% de la carga de rotura.

e) Método de Fuller y Hoy

De acuerdo a este criterio, la carga de rotura es aquella que corresponde al punto en la curva carga-asentamiento tangente a una recta de inclinación 0.05 in/ton.

f) Método de Butler y Hoy

La carga de rotura es definida como aquella correspondiente al punto de intersección de dos rectas tangentes, la primera corresponde a la tangente a la curva y que tenga una inclinación de 0.05 in/ton y la segunda recta tangente es aquella paralela a la línea de compresión elástica del pilote y tangente a la curva.

Gráfico N° 4.4

Evaluación de Ensayos de Carga: a) método de Davisson, b) método de Chin, c) método de De Beer, d) método de Hansen al 90%

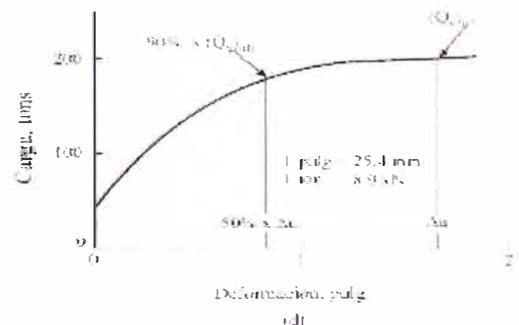
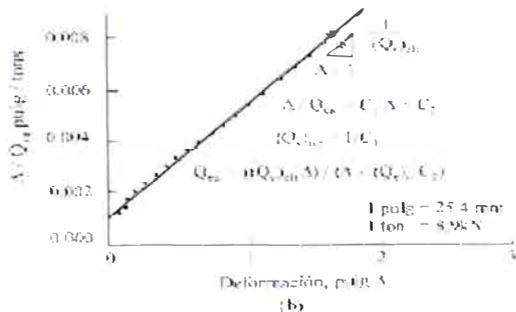
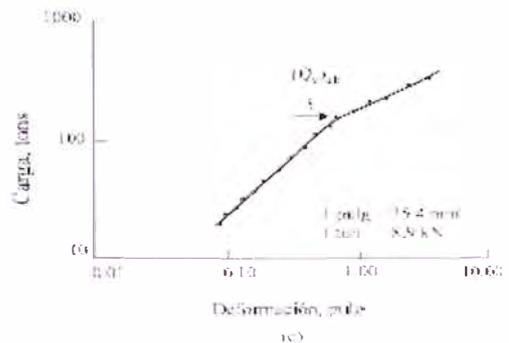
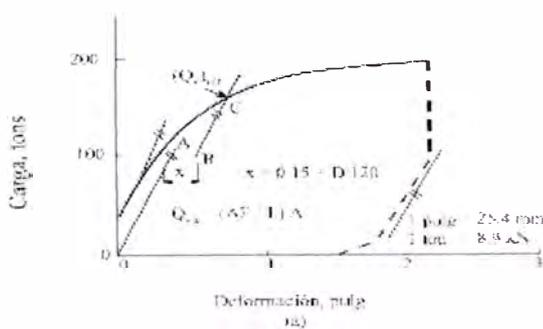
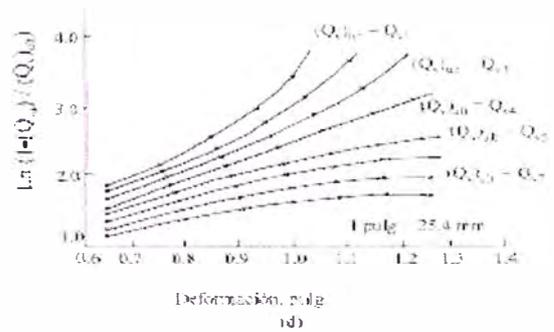
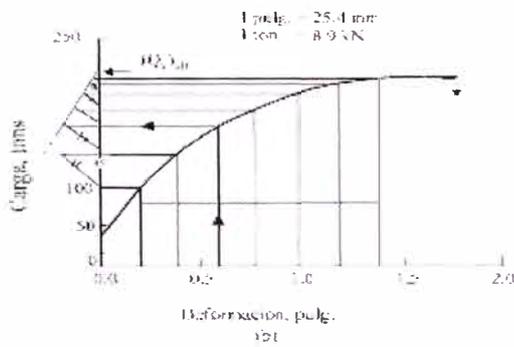
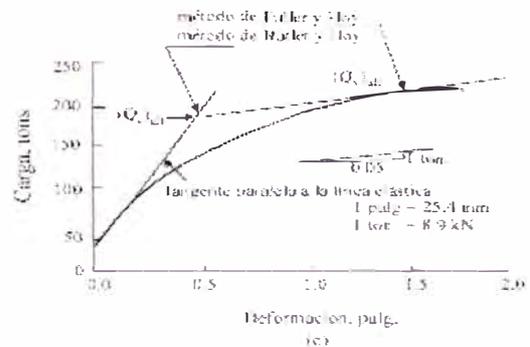
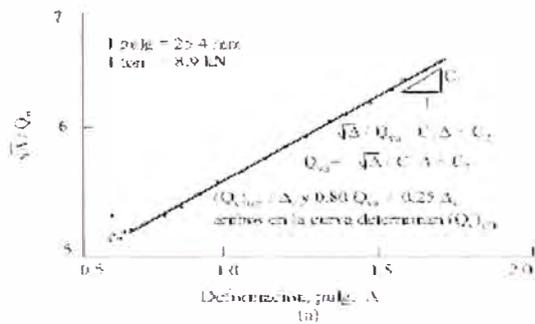


Gráfico N° 4.5

**Evaluación de Ensayos de Carga: a) método de Hansen al 80%,
 c) método de Mazurkiewicz, c) método de Fuller y Hoy y
 Butler y Hoy, d) método de Vander Veen**



CONCLUSIONES

1. Desde el punto de vista geológico, la ubicación del muelle artesanal Negritos está conformada por una amplia variedad de rocas y depósitos de edad comprendida entre el Paleozoico y el Cuaternario, habiendo predominancia de formaciones Terciarias, donde sobresale la Formación Pariñas, así como los depósitos recientes de playa.
2. Se realizaron 04 sondajes o perforaciones con el Método de Penetración Dinámica del SPT a lo largo de la estructura del Muelle (puente y cabezo). A continuación se presenta la relación de los sondajes:

Eje	Sondeo	Prof. (m)	N. F.
02	Eje 02 - S1	4.50	Seco
18	Eje 18 - S2	5.50	Seco
30	Eje 30 - S3	7.50	Seco
41	Eje 41 - S4	9.50	Seco

3. Superficialmente y hasta una profundidad de 5.00m. la estratigrafía está constituida por arena media a gruesa de color beige (arena de playa) en estado suelto a medianamente denso, con presencia de escasa conchuelas. Continúa al estrato descrito grava sub-angulosa y en algunos casos escasos cantos rodados, producto de la descomposición de la roca madre, empacados en arena fina a media, hasta una profundidad de 9.50m., subyace a éste el estrato rocoso.
4. Al encontrar estrato rocoso subyacente a los estratos de arena mal gradada (SP) y grava mal gradada (GP), se determinó el empleo de pilotes de concreto armado, con punta de acero.
5. De acuerdo a los registros de los sondajes y los resultados de las pruebas de laboratorio en las muestras extraídas del ensayo SPT, con los cuales se clasificó los suelos según la nomenclatura SUCS, se tiene la siguiente tabla:

EJE	SPT	SUCS	N	Compacidad
02-S1	1	SP	15	Firme
	2	GP	34	Densa
18-S2	1	SP	31	Densa
	2	GP	18	Firme
	3	GP	27	Muy Firme
30-S3	1	SP	29	Muy Firme
	2	SP	16	Firme
	3	GP	45	Densa
41-S4	4	GP	41	Densa
	1	SP	32	Densa
	2	SP	62	Muy Densa
	3	SP	16	Firme
	4	GP	41	Densa
	5	GP	46	Densa
	6	GP	60	Muy Densa

5. Para el cálculo de la capacidad de carga última, se utilizó el programa FEPC, el cual está basado en la utilización de fórmulas empíricas para el cálculo de la capacidad de carga última de pilotes individuales. Como dicho programa no está diseñado para estrato rocoso, sin embargo es posible, para el desarrollo de los cálculos, asumir valores altos de N para identificar el estrato rocoso (hay que tener presente que en los sondajes se visualiza hasta 3 estratos, arena mal gradada - SP, grava mal gradada - GP y roca). Estos valores de N fluctúan entre 50 a 75.
6. De acuerdo a las consideraciones detalladas, se obtuvo valores de la carga admisible en cada eje donde se realizó el sondaje según los diversos métodos empleados por el programa FEPC. Se toman los valores procedentes del **Método de Aoki-Velloso**, porque es el único que considera la profundidad de penetración en el estrato rocoso (a 1 metro), que es donde finalmente se asentará el pilote de concreto.
- La siguiente Tabla presenta los valores procedentes del Método de Aoki-Velloso:

Eje	Sondeo	Prof. (m)	Radm (KN)	Radm (Ton)
02	Eje 02 - S1	5.50	1648.8	168.2
18	Eje 18 - S2	6.50	1695.8	173.0
30	Eje 30 - S3	8.50	1869.8	190.8
41	Eje 41 - S4	10.50	2020.4	206.2

7. Al no encontrar depósitos de arena suelta en las inmediaciones de los puntos de estudio, se concluye que no existe indicios de un potencial de licuación de suelos.

8. Debido a que los pilotes de concreto armado se apoyan directamente sobre material rocoso, penetrando 1 metro en el estrato, no se produce asentamiento diferencial alguno.

RECOMENDACIONES

1. Como el área del muelle artesanal se encuentra en la Plataforma Continental, cerca de la zona de subducción, foco de movimientos sísmicos originados por el choque de la corteza oceánica con la corteza continental, se debe realizar el análisis sismo resistente de la ubicación del muelle.
2. El pilote de concreto debe de quedar hincado en el estrato rocoso 1 metro por seguridad, debido a la calidad de la roca encontrada (Toba volcánica, el cual está conformado por areniscas).
3. Para el ingreso de datos al programa FEPC para el cálculo de la capacidad de carga última, considerar además de los estratos de arena mal gradada (SP) y piedra mal gradada (GP), el estrato rocoso con una profundidad de 1.0 metro.
4. Es necesario realizar pruebas de carga en los pilotes para verificar la capacidad de carga admisible de los mismos. Los ensayos de carga se realizarán para obtener información referente a la capacidad de carga, la respuesta carga-desplazamiento y el comportamiento de los pilotes bajo cargas de diseño, y además permitirán evaluar la validez de las hipótesis de diseño usadas en el presente proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ DAS, Braja; Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Thomson Learning, México D.F., México, 2001.
- ✓ DOBRIN, Milton B., Introducción a la Prospección Geofísica, Segunda Edición, Ediciones Omega S.A., Barcelona, España, 1961.
- ✓ Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación, Talara, Perú, 2005.
- ✓ FUENTES ORTIZ, César; Ingeniería Portuaria, Primera Edición, Coper Editores, Lima, Perú, 2001.
- ✓ GUILLEN CHÁVEZ, Nilton, Capacidad de carga última de pilotes en carga axial, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, UNI-FIC, Lima, Perú, 1993.
- ✓ JUAREZ BADILLO, Eulalio; RICO RODRIGUEZ, Alfonso; Mecánica de Suelos Tomo I, Tercera Edición, Editorial Limusa S.A., México D.F., México, 1974.
- ✓ Municipalidad Distrital de La Brea, Expediente Técnico Obra "Construcción de Muelle Artesanal Negritos", Talara, Perú, 2003.
- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.

ANEXOS

Anexo N° 01	Plano de Ubicación de Puntos de Sondaje.
Anexo N° 02 :	Plano de Distribución de pilotes en Planta y Perfil.
Anexo N° 03 :	Formatos de Análisis Granulométrico.
Anexo N° 04 :	Registro de Perforaciones
Anexo N° 05 :	Resultados de Sondaje Programa FEPC.
Anexo N° 06 :	Panel Fotográfico.

466.750 466.900 467.100 467.300 467.350

9° 489,800

9° 489,800

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL
LA BREA - NEGRITOS**

PROYECTO :
MUELLE ARTESANAL NEGRITOS

PLANO :
UBICACION DE PUNTOS DE SONDAJE

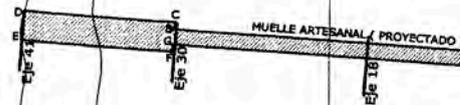
DISTRITO : LA BREA	PROVINCIA : TALARA	DEPARTAMENTO : PIURA
ESCALA : 1:2,500		PLANO Nº
FECHA : SEPTIEMBRE-2003		

ANEXO 01

1:1,000



Linea de mas alta marea (L.A.M)
= 240 m. (DNM - Octubre 2003)



COORDENADAS DE LOS VERTICES DEL MUELLE ARTESANAL

VERTICES	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
	NORTE	ESTE	LATITUD	LONGITUD
A	9'489,453.392	467,184.591	04° 37' 08" . 088	81° 17' 45" . 085
B	9'489,467.729	467,020.718	04° 37' 07" . 619	81° 17' 50" . 404
C	9'489,470.967	467,021.002	04° 37' 07" . 513	81° 17' 50" . 394
D	9'489,475.324	466,971.192	04° 37' 07" . 371	81° 17' 52" . 011
E	9'489,465.362	466,970.320	04° 37' 07" . 695	81° 17' 52" . 039
F	9'489,461.005	467,020.130	04° 37' 07" . 838	81° 17' 50" . 423
G	9'489,464.242	467,020.413	04° 37' 07" . 732	81° 17' 50" . 413
H	9'489,449.862	467,184.777	04° 37' 08" . 203	81° 17' 45" . 079

9° 489,600

9° 489,600

9° 489,400

9° 489,400

9° 489,200

9° 489,200

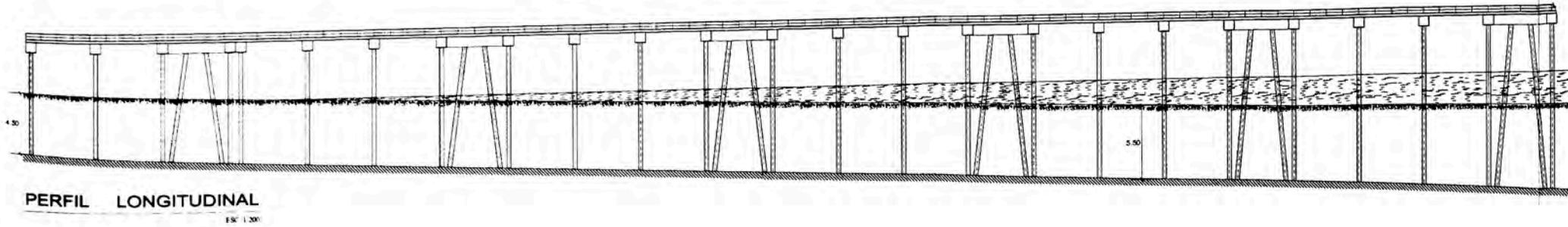
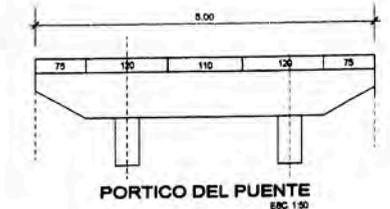
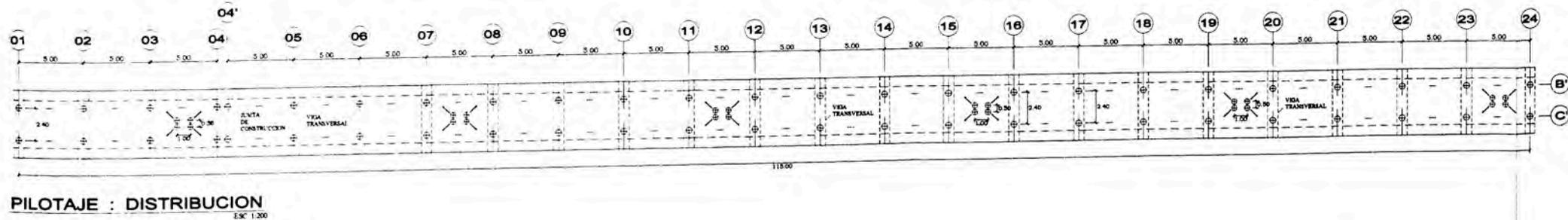
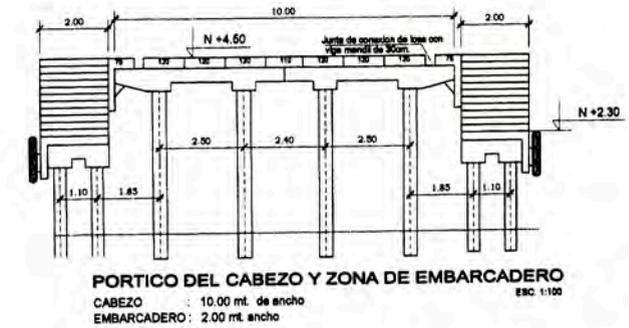
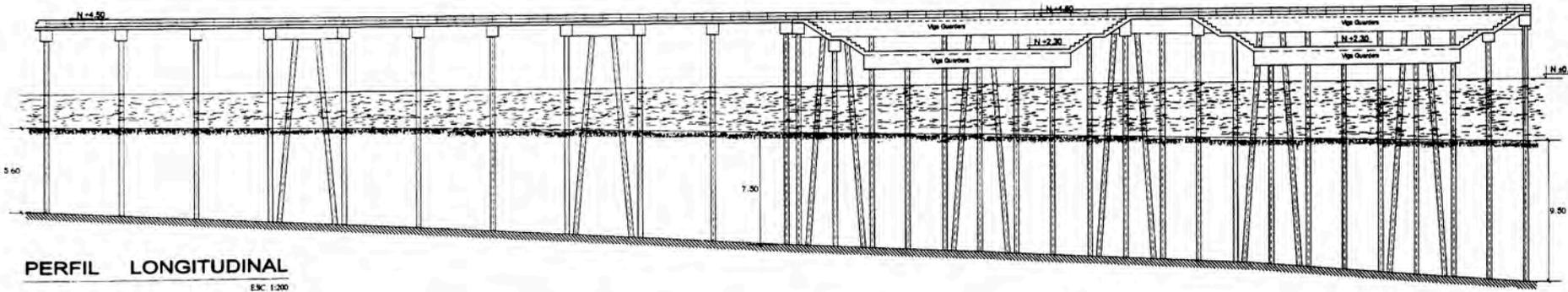
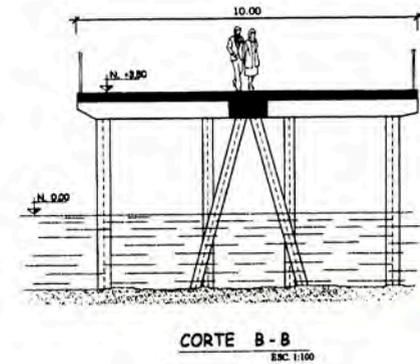
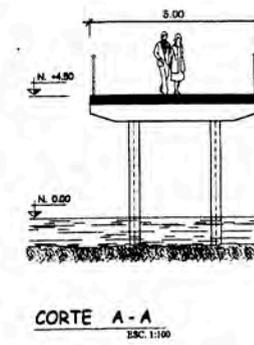
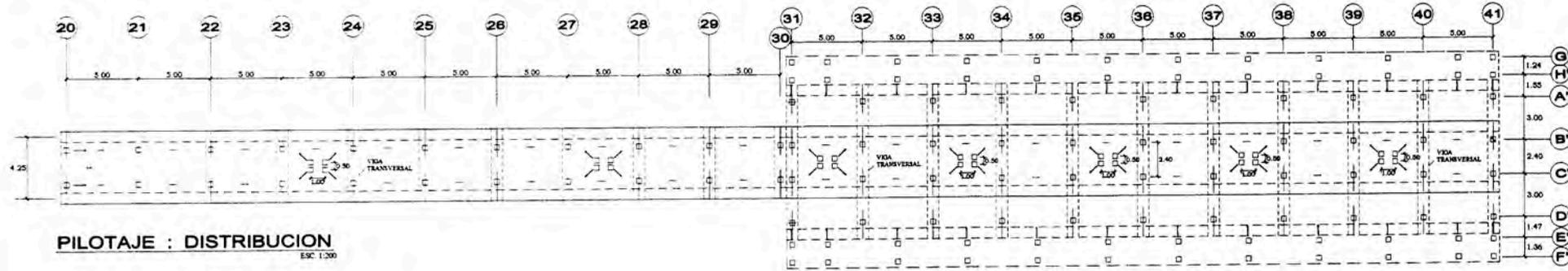
466.750

466.900

467.100

467.300

467.350



	MUNICIPALIDAD DISTRITAL LA BREA - NEGRITOS			
	CONSTRUCCION MUELLE ARTESANAL NEGRITOS			
	PLANO PLANTA - PERFIL LONGITUDINAL - PILOTAJE			
	ANEXO 02		INDICADA	SEPTIEMBRE 2003

ANEXO N° 03

***FORMATOS DE ANÁLISIS
GRANULOMÉTRICO***

Análisis Granométrico EJE 02-S1-M1

PROYECTO MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA-PERU

LABORATORIO DE INGENIERÍA - ING. WILSER BRIONES GALLARDO
R.C.I.P. N° 22269

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-22)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

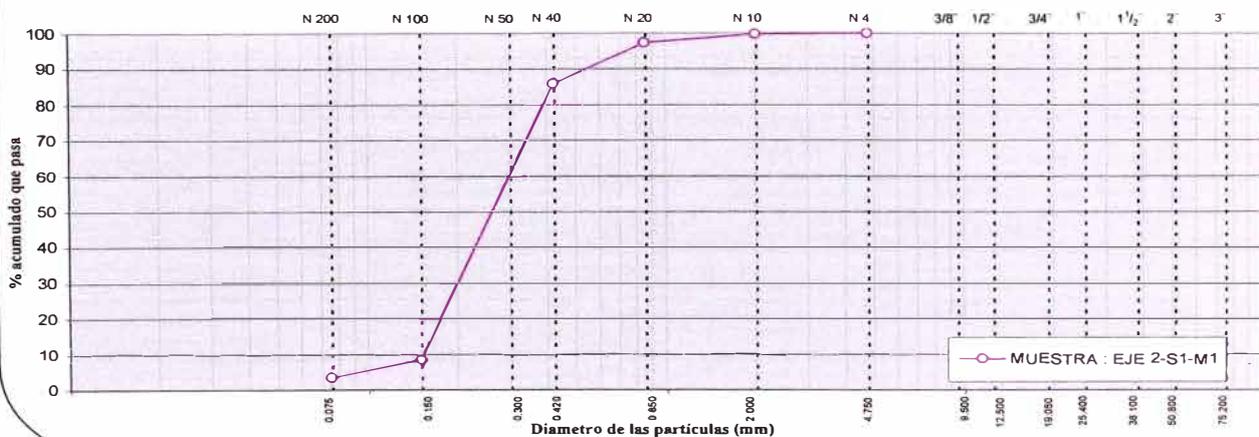
PROYECTO	: MUELLE ARTESANAL NEGRITOS	DEPARTAMENTO	: PIURA
SECTOR	: LA PROVIDENCIA	PAIS	: PERU
DISTRITO	: LA BREA	FECHA	: AGOSTO 2003
PROVINCIA	: TALARA		

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : **EJE 2-S1-M1** PESO INICIAL : 436.2 g.
 PROFUNDIDAD : **SPT-1 (1,50 - 1,80 m)**

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA		
3 "	75.000						
2 "	50.800						
1 1/2 "	37.500					LIMITES DE CONSISTENCIA	
1 "	25.700						Limite Liquido = N.P.
3/4 "	19.050						Limite Plástico = N.P.
1/2 "	12.500					Indice de Plasticidad = N.P.	
3/8 "	9.500						
N° 4	4.750				100.0		
N° 10	2.000	1.13	0.3	0.3	99.7	CLASIFICACION	
N° 20	0.850	10.97	2.5	2.8	97.2		SUCS = SP
N° 40	0.420	49.83	11.4	14.2	85.8	AASHTO = A-3 (0)	
N° 100	0.150	337.80	77.4	91.6	8.4		
N° 200	0.075	21.03	4.8	96.5	3.5	Humedad Natural = 24.2	
< N° 200	0.075	15.47	3.5	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Análisis Granulométrico EJE 02-S1-M2

PROYECTO MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA-PERU

LABORATORIO DE INGENIERÍA - ING. WILSER BRIONES GALLARDO
R.C.I.P. N° 22269

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-22)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

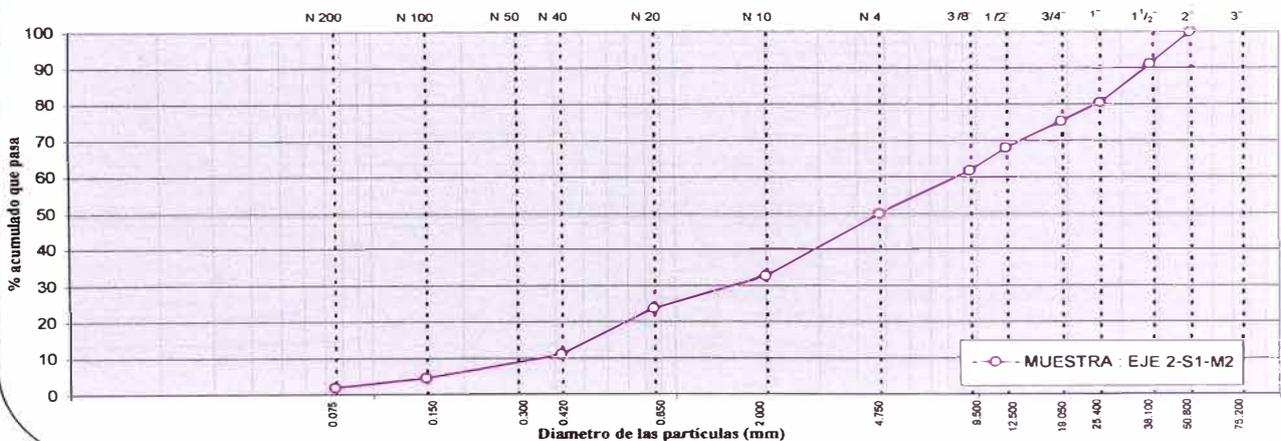
PROYECTO	: MUELLE ARTESANAL NEGRITOS	DEPARTAMENTO	: PIURA
SECTOR	: LA PROVIDENCIA	PAIS	: PERU
DISTRITO	: LA BREA	FECHA	: AGOSTO 2003
PROVINCIA	: TALARA		

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: EJE 2-S1-M2	PESO INICIAL	1638.0 g.
PROFUNDIDAD	: SPT-2 (3,00 - 3,25 m)	SUB-MUESTRA	43.3

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	
3 "	75.000					
2 "	50.800				100.0	
1 1/2 "	37.500	145.00	8.9	8.9	91.1	LIMITES DE CONSISTENCIA
1 "	25.700	175.55	10.7	19.6	80.4	
3/4 "	19.050	85.00	5.2	24.8	75.2	
1/2 "	12.500	118.65	7.2	32.0	68.0	Limite Liquido = N.P.
3/8 "	9.500	105.00	6.4	38.4	61.6	Limite Plástico = N.P.
N° 4	4.750	195.00	11.9	50.3	49.7	Indice de Plasticidad = N.P.
N° 10	2.000	14.95	17.2	67.5	32.5	CLASIFICACION
N° 20	0.850	7.77	8.9	76.4	23.6	
N° 40	0.420	11.10	12.7	89.1	10.9	SUCS = GP
N° 100	0.150	5.60	6.4	95.6	4.4	AASHTO = A-1-a (0)
N° 200	0.075	2.26	2.6	98.2	1.8	Humedad Natural = 0.6
< N° 200	0.075	1.61	1.8	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA



Análisis Granulométrico EJE 18-S2-M1

PROYECTO MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA-PERU

LABORATORIO DE INGENIERÍA - ING. WILSER BRIONES GALLARDO
R.C.I.P. N° 22269

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-22)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

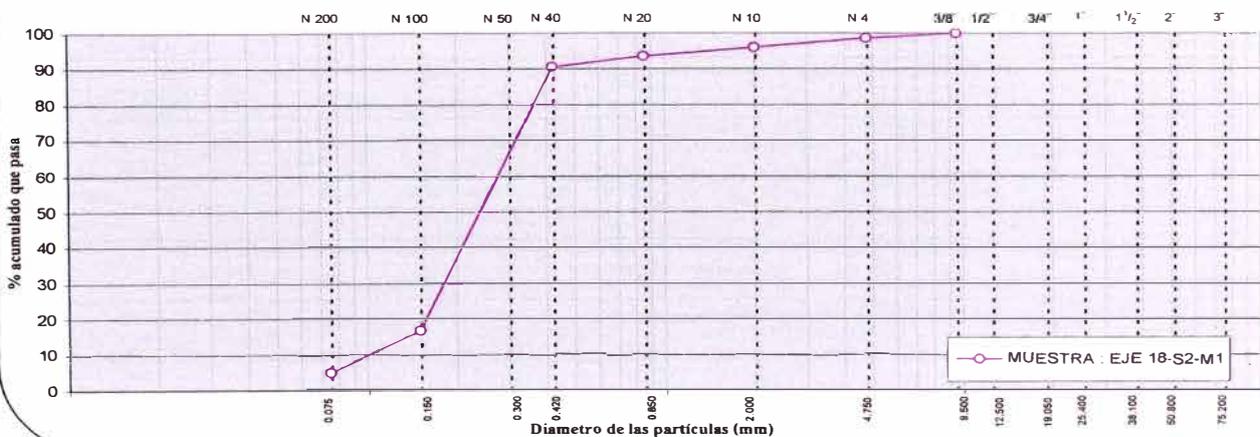
PROYECTO	: MUELLE ARTESANAL NEGRITOS	DEPARTAMENTO	: PIURA
SECTOR	: LA PROVIDENCIA	PAIS	: PERU
DISTRITO	: LA BREA	FECHA	: AGOSTO 2003
PROVINCIA	: TALARA		

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : **EJE 18-S2-M1** PESO INICIAL 460.4 g.
 PROFUNDIDAD : **SPT-1 (1,50 - 1,78 m)**

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	
3 "	75.000					
2 "	50.800					
1 1/2 "	37.500					LIMITES DE CONSISTENCIA
1 "	25.700					
3/4 "	19.050					
1/2 "	12.500					Limite Liquido = N.P.
3/8 "	9.500				100.0	Limite Plástico = N.P.
N° 4	4.750	6.47	1.4	1.4	98.6	Indice de Plasticidad = N.P.
N° 10	2.000	12.22	2.7	4.1	95.9	CLASIFICACION
N° 20	0.850	11.11	2.4	6.5	93.5	
N° 40	0.420	14.49	3.1	9.6	90.4	SUCS = SP
N° 100	0.150	339.09	73.7	83.3	16.7	AASHTO = A-3 (0)
N° 200	0.075	54.80	11.9	95.2	4.8	Humedad Natural = 23.7
< N° 200	0.075	22.17	4.8	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA



Análisis Granulométrico EJE 18-S2-M2

PROYECTO MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA-PERU

LABORATORIO DE INGENIERÍA - ING. WILSER BRIONES GALLARDO
R.C.I.P. N° 22269

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-22)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

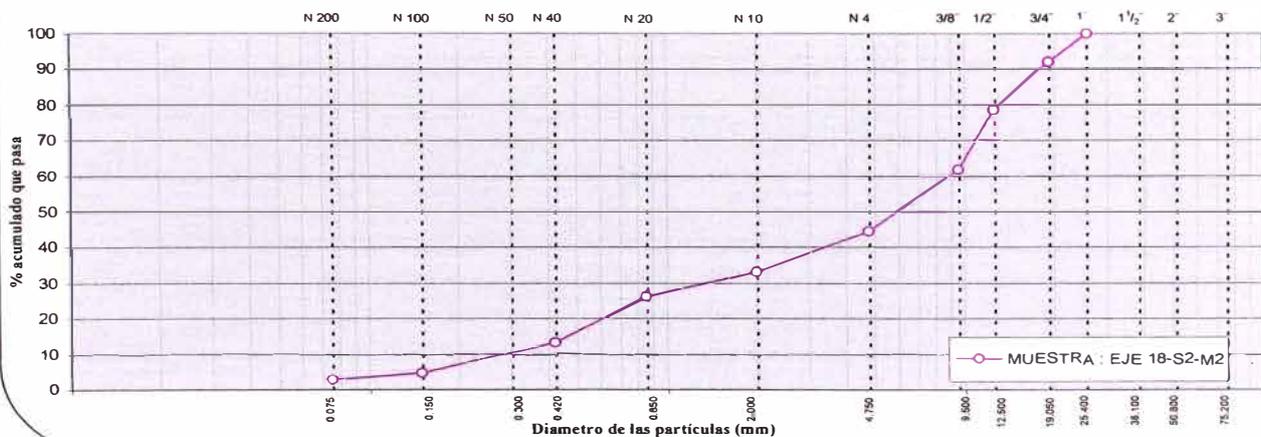
PROYECTO	: MUELLE ARTESANAL NEGRITOS	DEPARTAMENTO	: PIURA
SECTOR	: LA PROVIDENCIA	PAIS	: PERU
DISTRITO	: LA BREA	FECHA	: AGOSTO 2003
PROVINCIA	: TALARA		

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : **EJE 18-S2-M2** PESO INICIAL : 566.5 g.
 PROFUNDIDAD : **SPT-2 (3,00 - 3,36 m)**

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	
3 "	75.000					
2 "	50.800					
1 1/2 "	37.500					LIMITES DE CONSISTENCIA
1 "	25.700				100.0	
3/4 "	19.050	44.00	7.8	7.8	92.2	Limite Liquido = N.P.
1/2 "	12.500	78.00	13.8	21.5	78.5	Limite Plástico = N.P.
3/8 "	9.500	95.00	16.8	38.3	61.7	Indice de Plasticidad = N.P.
N° 4	4.750	98.00	17.3	55.6	44.4	
N° 10	2.000	64.00	11.3	66.9	33.1	CLASIFICACION
N° 20	0.850	40.00	7.1	74.0	26.0	SUCS = GP
N° 40	0.420	73.00	12.9	86.9	13.1	AASHTO = A-1-a (0)
N° 100	0.150	48.00	8.5	95.3	4.7	
N° 200	0.075	11.12	2.0	97.3	2.7	Humedad Natural = 6.7
< N° 200	0.075	15.36	2.7	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA



Análisis Granulométrico EJE 18-S2-M3

PROYECTO MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA-PERU

LABORATORIO DE INGENIERÍA - ING. WILSER BRIONES GALLARDO
R.C.I.P. N° 22269

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-22)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

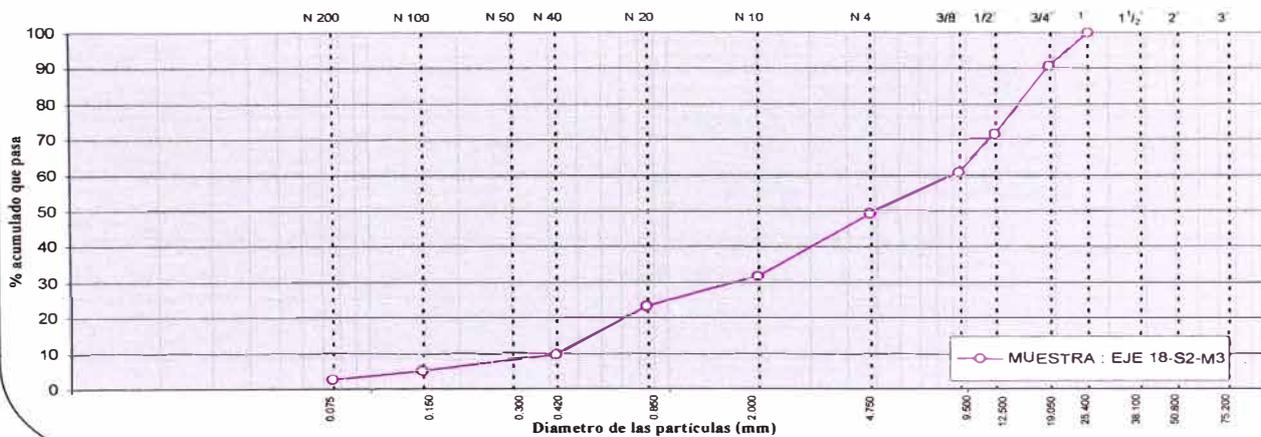
PROYECTO	: MUELLE ARTESANAL NEGRITOS	DEPARTAMENTO	: PIURA
SECTOR	: LA PROVIDENCIA	PAIS	: PERU
DISTRITO	: LA BREA	FECHA	: AGOSTO 2003
PROVINCIA	: TALARA		

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : **EJE 18-S2-M3** PESO INICIAL 475.0 g.
 PROFUNDIDAD : **SPT-3 (4,50 - 4,86 m)**

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	
3 "	75.000					
2 "	50.800					
1 1/2 "	37.500					LIMITES DE CONSISTENCIA
1 "	25.700				100.0	
3/4 "	19.050	45.00	9.5	9.5	90.5	Limite Liquido = N.P.
1/2 "	12.500	90.00	18.9	28.4	71.6	Limite Plástico = N.P.
3/8 "	9.500	51.20	10.8	39.2	60.8	Indice de Plasticidad = N.P.
N° 4	4.750	55.00	11.6	50.8	49.2	
N° 10	2.000	83.65	17.6	68.4	31.6	CLASIFICACION
N° 20	0.850	39.50	8.3	76.7	23.3	SUCS = GP
N° 40	0.420	65.00	13.7	90.4	9.6	AASHTO = A-1-a (0)
N° 100	0.150	22.00	4.6	95.0	5.0	
N° 200	0.075	11.65	2.5	97.5	2.5	Humedad Natural = 5.9
< N° 200	0.075	12.00	2.5	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA



Análisis Granulométrico EJE 30-S3-M1

PROYECTO MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA-PERU

LABORATORIO DE INGENIERÍA - ING. WILSER BRIONES GALLARDO
R.C.I.P. N° 22269

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-22)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

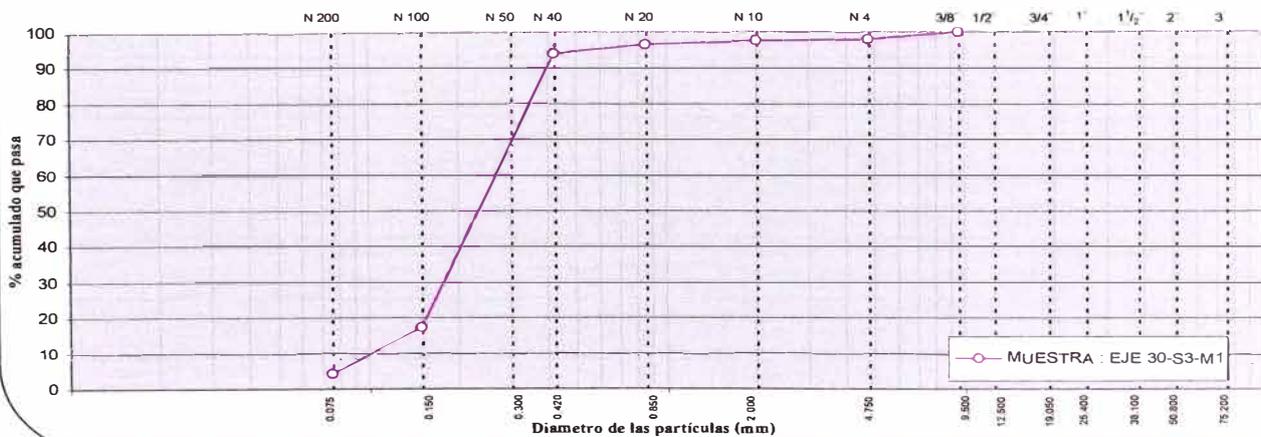
PROYECTO	: MUELLE ARTESANAL NEGRITOS	DEPARTAMENTO	: PIURA
SECTOR	: LA PROVIDENCIA	PAIS	: PERU
DISTRITO	: LA BREA	FECHA	: AGOSTO 2003
PROVINCIA	: TALARA		

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: EJE 30-S3-M1	PESO INICIAL	283.1 g.
PROFUNDIDAD	: SPT-1 (1,50 - 1,85 m)		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA		
3 "	75.000						
2 "	50.800						
1 1/2 "	37.500					LIMITES DE CONSISTENCIA	
1 "	25.700						Limite Liquido = N.P.
3/4 "	19.050						Limite Plástico = N.P.
1/2 "	12.500						Indice de Plasticidad = N.P.
3/8 "	9.500				100.0		
N° 4	4.750	5.87	2.1	2.1	97.9	CLASIFICACION	
N° 10	2.000	1.12	0.4	2.5	97.5		SUCS = SP
N° 20	0.850	3.06	1.1	3.6	96.4		AASHTO = A-3 (0)
N° 40	0.420	6.64	2.3	5.9	94.1		
N° 100	0.150	217.67	76.9	82.8	17.2		
N° 200	0.075	36.52	12.9	95.7	4.3		
< N° 200	0.075	12.20	4.3	100.0		Humedad Natural = 31.8	

CURVA GRANULOMETRICA



Análisis Granulométrico EJE 30-S3-M2

PROYECTO MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA-PERU

LABORATORIO DE INGENIERÍA - ING. WILSER BRIONES GALLARDO
R.C.I.P. N° 22269

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-22)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

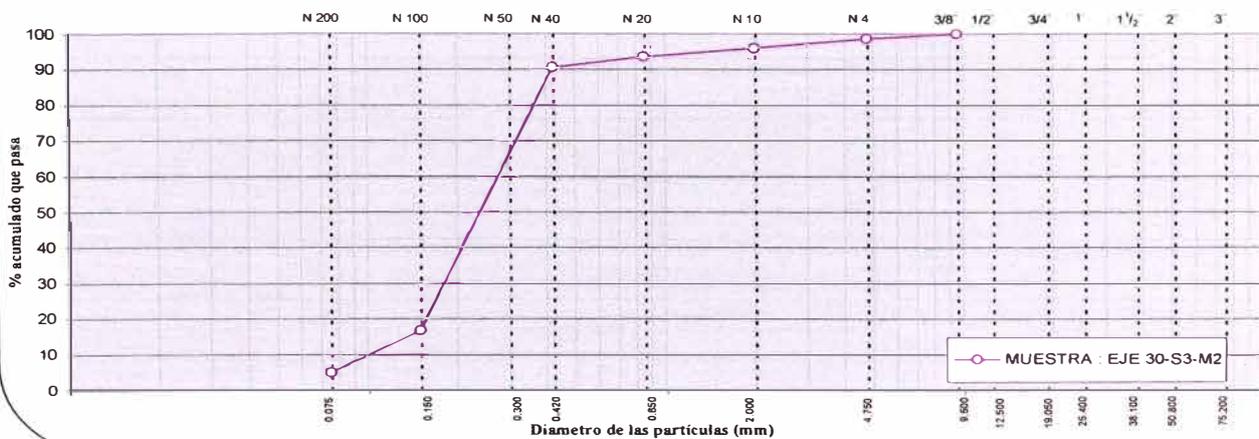
PROYECTO	: MUELLE ARTESANAL NEGRITOS	DEPARTAMENTO	: PIURA
SECTOR	: LA PROVIDENCIA	PAIS	: PERU
DISTRITO	: LA BREA	FECHA	: AGOSTO 2003
PROVINCIA	: TALARA		

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: EJE 30-S3-M2	PESO INICIAL	460.4 g.
PROFUNDIDAD	: SPT-2 (3,00 - 3,25 m)		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	
3 "	75.000					
2 "	50.800					
1 1/2 "	37.500					LIMITES DE CONSISTENCIA
1 "	25.700					
3/4 "	19.050					
1/2 "	12.500					
3/8 "	9.500				100.0	
N° 4	4.750	6.47	1.4	1.4	98.6	CLASIFICACION
N° 10	2.000	12.22	2.7	4.1	95.9	
N° 20	0.850	11.11	2.4	6.5	93.5	
N° 40	0.420	14.49	3.1	9.6	90.4	
N° 100	0.150	339.09	73.7	83.3	16.7	
N° 200	0.075	54.80	11.9	95.2	4.8	Humedad Natural = 23.7
< N° 200	0.075	22.17	4.8	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA



Análisis Granulométrico EJE 30-S3-M3

PROYECTO MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA-PERU

LABORATORIO DE INGENIERÍA - ING. WILSER BRIONES GALLARDO
R.C.I.P. N° 22269

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-22)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: MUELLE ARTESANAL NEGRITOS	DEPARTAMENTO	: PIURA
SECTOR	: LA PROVIDENCIA	PAIS	: PERU
DISTRITO	: LA BREA	FECHA	: AGOSTO 2003
PROVINCIA	: TALARA		

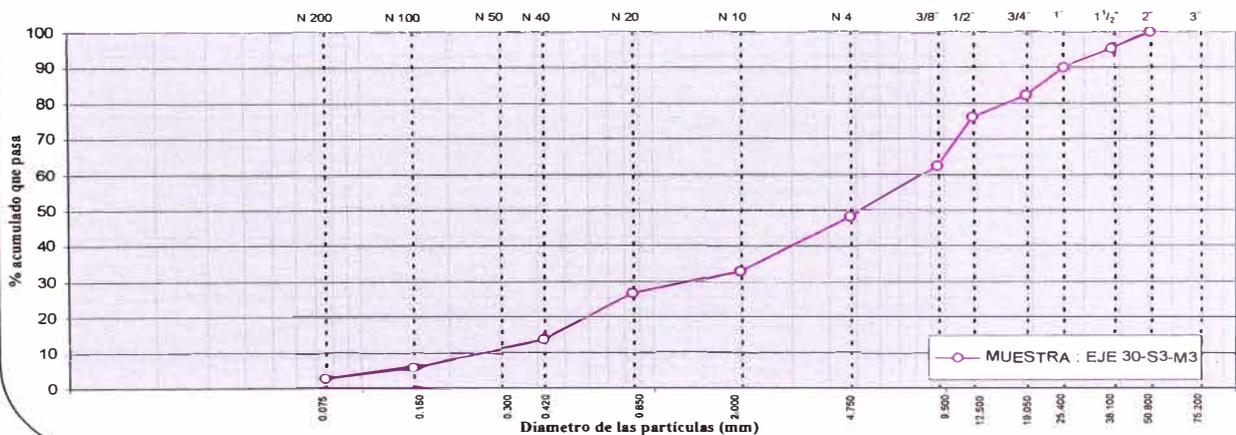
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: EJE 30-S3-M3	PESO INICIAL	525.0 g.
PROFUNDIDAD	: SPT-3 (4,50 - 4,83 m)		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA		
3 "	75.000						
2 "	50.800				100.0		
1 1/2 "	37.500	25.00	4.8	4.8	95.2	LIMITES DE CONSISTENCIA	
1 "	25.700	28.00	5.3	10.1	89.9		Limite Liquido = N.P.
3/4 "	19.050	40.80	7.8	17.9	82.1		Limite Plástico = N.P.
1/2 "	12.500	32.00	6.1	24.0	76.0	Indice de Plasticidad = N.P.	
3/8 "	9.500	71.00	13.5	37.5	62.5		
N° 4	4.750	75.00	14.3	51.8	48.2		
N° 10	2.000	80.00	15.2	67.0	33.0		
N° 20	0.850	33.70	6.4	73.4	26.6		
N° 40	0.420	68.30	13.0	86.4	13.6		
N° 100	0.150	41.00	7.8	94.2	5.8		
N° 200	0.075	16.00	3.0	97.3	2.7		
< N° 200	0.075	14.20	2.7	100.0			

CLASIFICACION	
SUCS	= GP
AASHTO	= A-1-a (0)
Humedad Natural	= 7.8

CURVA GRANULOMETRICA



Análisis Granulométrico EJE 30-S3-M4

PROYECTO MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA-PERU

LABORATORIO DE INGENIERÍA - ING. WILSER BRIONES GALLARDO
R.C.I.P. N° 22269

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-22)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

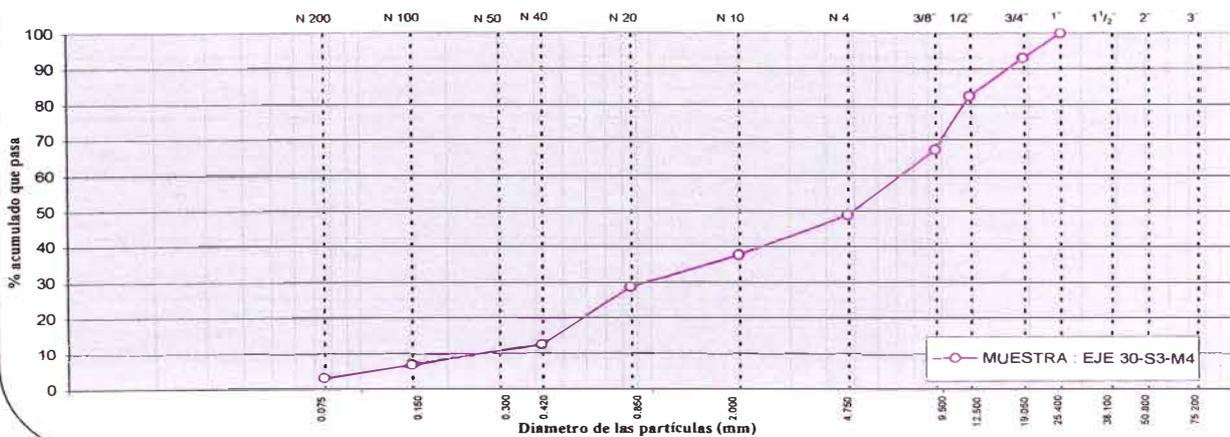
PROYECTO	: MUELLE ARTESANAL NEGRITOS	DEPARTAMENTO	: PIURA
SECTOR	: LA PROVIDENCIA	PAIS	: PERU
DISTRITO	: LA BREA	FECHA	: AGOSTO 2003
PROVINCIA	: TALARA		

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : **EJE 30-S3-M4** PESO INICIAL 450.0 g.
 PROFUNDIDAD : **SPT-4 (6,00 - 6,36 m)**

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	
3 "	75.000					
2 "	50.800					
1 1/2 "	37.500					LIMITES DE CONSISTENCIA
1 "	25.700				100.0	
3/4 "	19.050	31.65	7.0	7.0	93.0	
1/2 "	12.500	48.10	10.7	17.7	82.3	Limite Liquido = N.P.
3/8 "	9.500	67.80	15.1	32.8	67.2	Limite Plástico = N.P.
N° 4	4.750	82.50	18.3	51.1	48.9	Indice de Plasticidad = N.P.
N° 10	2.000	51.30	11.4	62.5	37.5	CLASIFICACION
N° 20	0.850	40.00	8.9	71.4	28.6	
N° 40	0.420	73.00	16.2	87.6	12.4	SUCS = GP
N° 100	0.150	25.00	5.6	93.2	6.8	AASHTO = A-1-a (0)
N° 200	0.075	16.70	3.7	96.9	3.1	Humedad Natural = 0.6
< N° 200	0.075	13.95	3.1	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA



Análisis Granulométrico EJE 41-S4-M1

PROYECTO MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA-PERU

LABORATORIO DE INGENIERÍA - ING. WILSER BRIONES GALLARDO
R.C.I.P. N° 22269

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MÉTODO AASHTO T-89 Y ASTM D-22)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

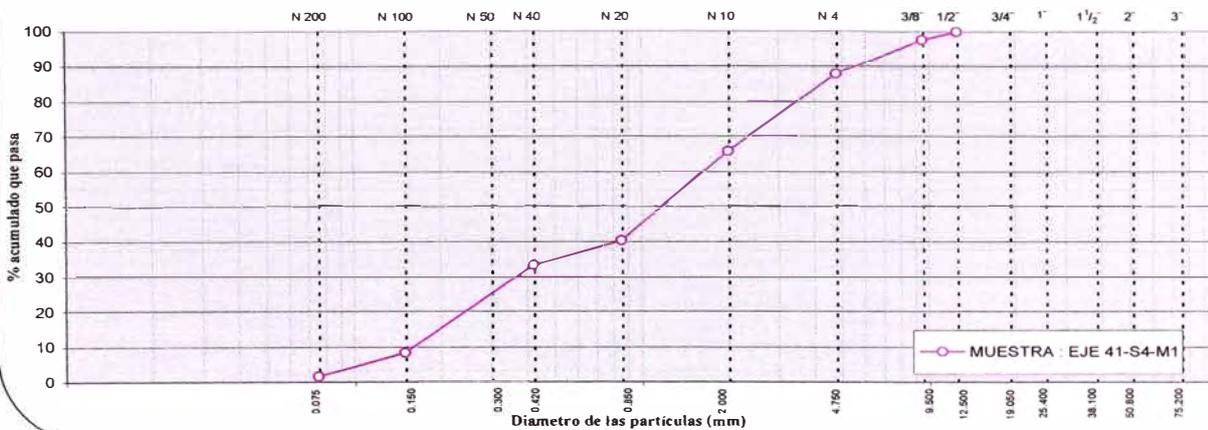
PROYECTO	: MUELLE ARTESANAL NEGRITOS	DEPARTAMENTO	: PIURA
SECTOR	: LA PROVIDENCIA	PAÍS	: PERU
DISTRITO	: LA BREA	FECHA	: AGOSTO 2003
PROVINCIA	: TALARA		

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : **EJE 41-S4-M1** PESO INICIAL : 300.0 g.
 PROFUNDIDAD : SPT-1 (1,50 - 1,78 m)

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	
3 "	75.000					
2 "	50.800					
1 1/2 "	37.500					LIMITES DE CONSISTENCIA
1 "	25.700					
3/4 "	19.050					
1/2 "	12.500				100.0	Limite Líquido = N.P.
3/8 "	9.500	7.09	2.4	2.4	97.6	Limite Plástico = N.P.
N° 4	4.750	29.54	9.8	12.2	87.8	Indice de Plasticidad = N.P.
N° 10	2.000	66.24	22.1	34.3	65.7	CLASIFICACION
N° 20	0.850	76.40	25.5	59.8	40.2	
N° 40	0.420	21.02	7.0	66.8	33.2	SUCS = SP
N° 100	0.150	74.82	24.9	91.7	8.3	AASHTO = A-1-b (0)
N° 200	0.075	20.19	6.7	98.4	1.6	Humedad Natural = 20.6
< N° 200	0.075	4.73	1.6	100.0		

CURVA GRANULOMÉTRICA



Análisis Granulométrico EJE 41-S4-M2

PROYECTO MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA-PERU

LABORATORIO DE INGENIERÍA - ING. WILSER BRIONES GALLARDO
R.C.I.P. N° 22269

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MÉTODO AASHTO T-89 Y ASTM D-22)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: MUELLE ARTESANAL NEGRITOS	DEPARTAMENTO	: PIURA
SECTOR	: LA PROVIDENCIA	PAIS	: PERU
DISTRITO	: LA BREA	FECHA	: AGOSTO 2003
PROVINCIA	: TALARA		

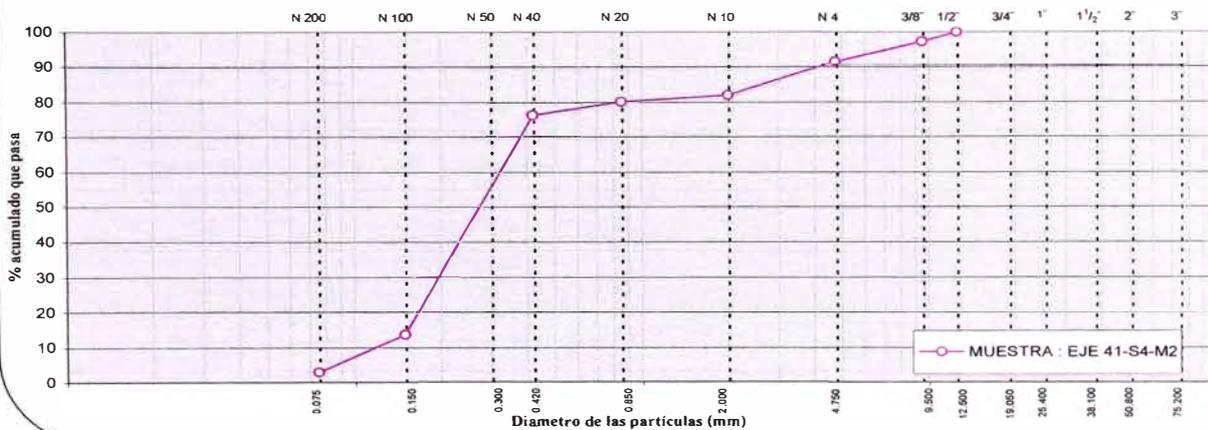
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : **EJE 41-S4-M2** PESO INICIAL : 228.1 g.
 PROFUNDIDAD : **SPT-2 (3,00 - 3,35 m)**

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	
3"	75.000					
2"	50.800					
1 1/2"	37.500					
1"	25.700					
3/4"	19.050					
1/2"	12.500				100.0	
3/8"	9.500	6.12	2.7	2.7	97.3	
N° 4	4.750	13.10	5.7	8.4	91.6	
N° 10	2.000	21.99	9.6	18.1	81.9	
N° 20	0.850	4.45	2.0	20.0	80.0	
N° 40	0.420	8.59	3.8	23.8	76.2	
N° 100	0.150	142.82	62.6	86.4	13.6	
N° 200	0.075	24.58	10.8	97.2	2.8	
< N° 200	0.075	6.49	2.8	100.0		

LIMITES DE CONSISTENCIA		
Limite Líquido	=	N.P.
Limite Plástico	=	N.P.
Indice de Plasticidad	=	N.P.
CLASIFICACION		
SUCS	=	SP
AASHTO	=	A-3 (0)
Humedad Natural	=	41.1

CURVA GRANULOMÉTRICA



Análisis Granulométrico EJE 41-S4-M3

PROYECTO MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA-PERU

LABORATORIO DE INGENIERIA - ING. WILSER BRIONES GALLARDO
R.C.I.P. N° 22269

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-22)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

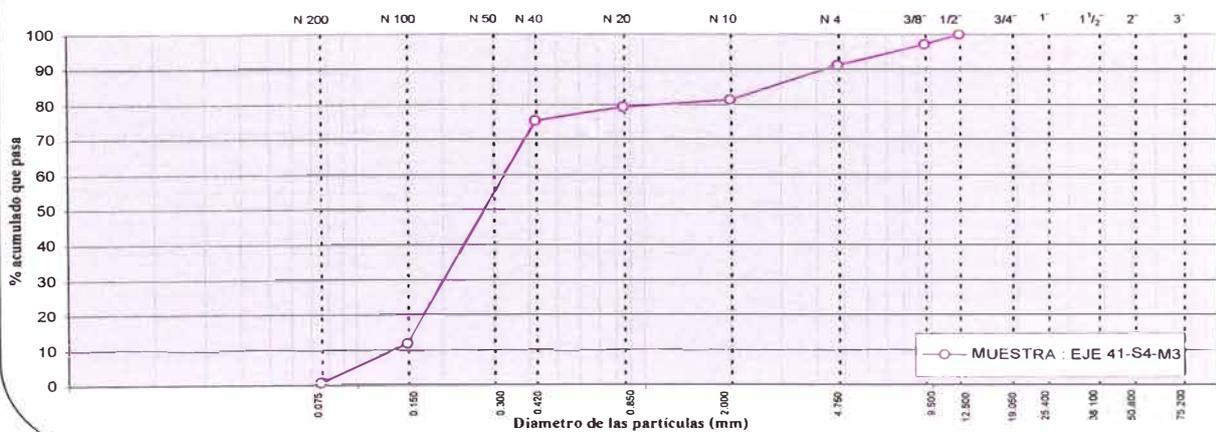
PROYECTO : MUELLE ARTESANAL NEGRITOS	DEPARTAMENTO : PIURA
SECTOR : LA PROVIDENCIA	PAIS : PERU
DISTRITO : LA BREA	FECHA : AGOSTO 2003
PROVINCIA : TALARA	

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : **EJE 41-S4-M3** PESO INICIAL : 220.0 g.
 PROFUNDIDAD : SPT-3 (4,50 - 4,85 m)

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	
3 "	75.000					
2 "	50.800					
1 1/2 "	37.500					LIMITES DE CONSISTENCIA
1 "	25.700					
3/4 "	19.050					
1/2 "	12.500				100.0	Limite Liquido = N.P.
3/8 "	9.500	6.12	2.8	2.8	97.2	Limite Plástico = N.P.
Nº 4	4.750	13.10	6.0	8.7	91.3	Indice de Plasticidad = N.P.
Nº 10	2.000	21.99	10.0	18.7	81.3	CLASIFICACION
Nº 20	0.850	4.45	2.0	20.8	79.2	
Nº 40	0.420	8.59	3.9	24.7	75.3	SUCS = SP
Nº 100	0.150	140.00	63.6	88.3	11.7	AASHTO = A-3 (0)
Nº 200	0.075	24.58	11.2	99.5	0.5	Humedad Natural = 15.5
< Nº 200	0.075	1.17	0.5	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA



Análisis Granulométrico EJE 41-S4-M4

PROYECTO MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA-PERU

LABORATORIO DE INGENIERÍA - ING. WILSER BRIONES GALLARDO
R.C.I.P. N° 22269

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MÉTODO AASHTO T-89 Y ASTM D-22)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: MUELLE ARTESANAL NEGRITOS	DEPARTAMENTO	: PIURA
SECTOR	: LA PROVIDENCIA	PAIS	: PERU
DISTRITO	: LA BREA	FECHA	: AGOSTO 2003
PROVINCIA	: TALARA		

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : **EJE 41-S4-M4** PESO INICIAL : 380.0 g.
 PROFUNDIDAD : **SPT-4 (6,00 - 6,31 m)**

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	
3"	75.000					
2"	50.800					
1 1/2"	37.500					
1"	25.700				100.0	
3/4"	19.050	35.00	9.2	9.2	90.8	Limite Liquido = N.P.
1/2"	12.500	45.30	11.9	21.1	78.9	Limite Plástico = N.P.
3/8"	9.500	56.90	15.0	36.1	63.9	Indice de Plasticidad = N.P.
N° 4	4.750	60.00	15.8	51.9	48.1	
N° 10	2.000	55.00	14.5	66.4	33.6	
N° 20	0.850	29.00	7.6	74.0	26.0	
N° 40	0.420	50.00	13.2	87.2	12.8	
N° 100	0.150	40.00	10.5	97.7	2.3	
N° 200	0.075	6.00	1.6	99.3	0.7	
< N° 200	0.075	2.80	0.7	100.0		

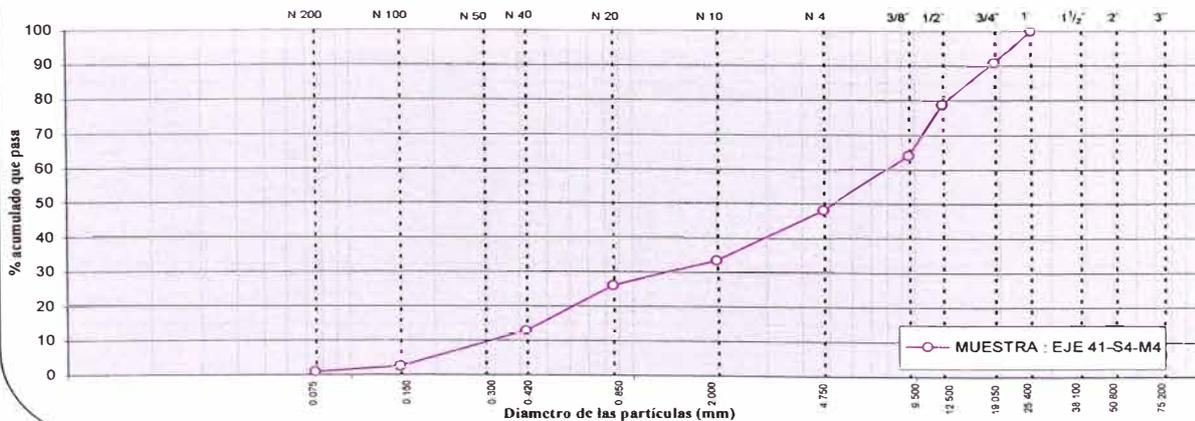
LIMITES DE CONSISTENCIA

Limite Liquido = N.P.
 Limite Plástico = N.P.
 Indice de Plasticidad = N.P.

CLASIFICACION

SUCS = **GP**
 AASTHO = **A-1-a (0)**
 Humedad Natural = **6.5**

CURVA GRANULOMETRICA



Análisis Granulométrico EJE 41-S4-M5

PROYECTO MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA-PERU

LABORATORIO DE INGENIERÍA - ING. WILSER BRIONES GALLARDO
R.C.I.P. N° 22269

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-22)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: MUELLE ARTESANAL NEGRITOS	DEPARTAMENTO	: PIURA
SECTOR	: LA PROVIDENCIA	PAIS	: PERU
DISTRITO	: LA BREA	FECHA	: AGOSTO 2003
PROVINCIA	: TALARA		

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: EJE 41-S4-M5	PESO INICIAL	330.0 g.
PROFUNDIDAD	: SPT-5 (7,50 - 7,77 m)		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	
3 "	75.000					
2 "	50.800					
1 1/2 "	37.500					
1 "	25.700				100.0	
3/4 "	19.050	25.80	7.8	7.8	92.2	Limite Liquido = N.P.
1/2 "	12.500	45.20	13.7	21.5	78.5	Limite Plástico = N.P.
3/8 "	9.500	50.00	15.2	36.7	63.3	Indice de Plasticidad = N.P.
Nº 4	4.750	60.00	18.2	54.8	45.2	
Nº 10	2.000	43.00	13.0	67.9	32.1	
Nº 20	0.850	22.00	6.7	74.5	25.5	
Nº 40	0.420	38.00	11.5	86.1	13.9	
Nº 100	0.150	30.00	9.1	95.2	4.8	
Nº 200	0.075	12.00	3.6	98.8	1.2	
< Nº 200	0.075	4.00	1.2	100.0		

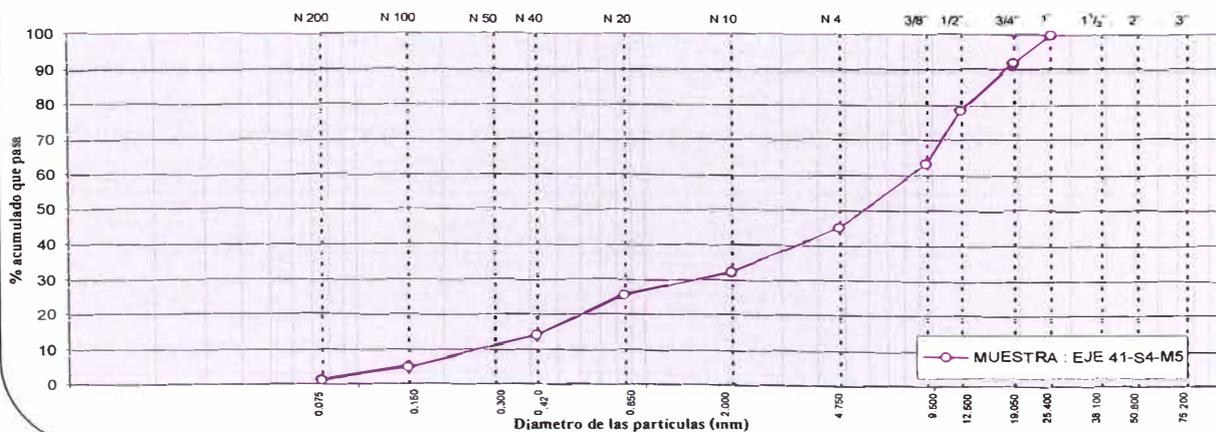
LIMITES DE CONSISTENCIA

Limite Liquido	=	N.P.
Limite Plástico	=	N.P.
Indice de Plasticidad	=	N.P.

CLASIFICACION

SUCS	=	GP
AASHTO	=	A-1-a (0)
Humedad Natural	=	3.2

CURVA GRANULOMETRICA



Análisis Granulométrico EJE 41-S4-M6

PROYECTO MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA-PERU

LABORATORIO DE INGENIERÍA - ING. WILSER BRIONES GALLARDO
R.C.I.P. N° 22269

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-22)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : MUELLE ARTESANAL NEGRITOS	DEPARTAMENTO : PIURA
SECTOR : LA PROVIDENCIA	PAIS : PERU
DISTRITO : LA BREA	FECHA : AGOSTO 2003
PROVINCIA : TALARA	

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : **EJE 41-S4-M6** PESO INICIAL : 350.0 g.
 PROFUNDIDAD : **SPT-6 (9,00 - 9,28 m)**

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	
3 "	75.000					
2 "	50.800					
1 1/2 "	37.500					
1 "	25.700				100.0	
3/4 "	19.050	24.00	6.9	6.9	93.1	Limite Líquido = N.P.
1/2 "	12.500	36.00	10.3	17.1	82.9	Limite Plástico = N.P.
3/8 "	9.500	56.90	16.3	33.4	66.6	Indice de Plasticidad = N.P.
N° 4	4.750	60.00	17.1	50.5	49.5	
N° 10	2.000	53.00	15.1	65.7	34.3	
N° 20	0.850	29.00	8.3	74.0	26.0	
N° 40	0.420	50.00	14.3	88.3	11.7	
N° 100	0.150	26.00	7.4	95.7	4.3	
N° 200	0.075	6.00	1.7	97.4	2.6	
< N° 200	0.075	9.10	2.6	100.0		

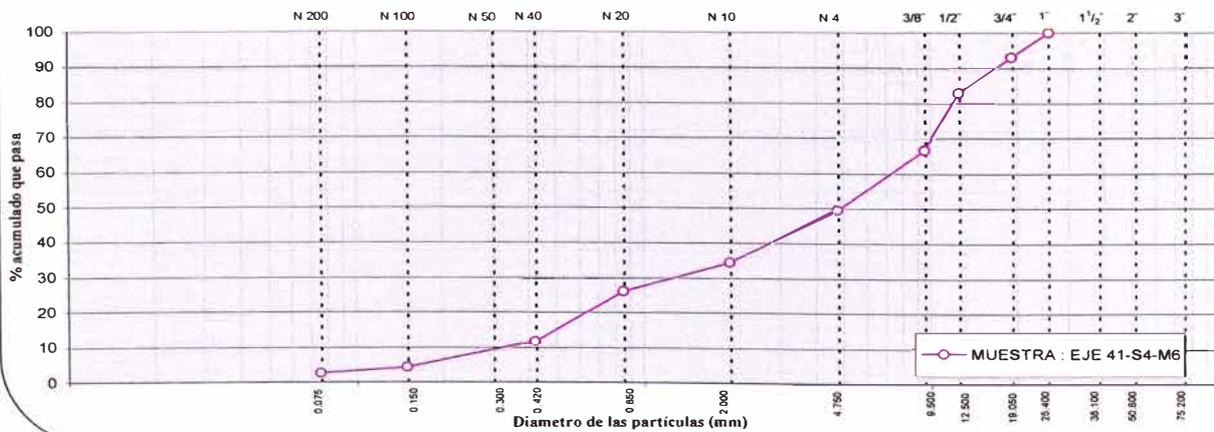
LIMITES DE CONSISTENCIA

Limite Líquido = N.P.
 Limite Plástico = N.P.
 Indice de Plasticidad = N.P.

CLASIFICACION

SUCS = GP
 AASHTO = A-1-a (0)
 Humedad Natural = 0.5

CURVA GRANULOMETRICA



ANEXO N° 04

REGISTRO DE PERFORACIONES

"CONSTRUCCIÓN MUELLE ARTESANAL NEGRITOS"

REGISTRO DE PERFORACION No. EJE 02-S1

SECTOR : <u>LA PROVIDENCIA</u>	INCLINACION DEL SONDEO : <u>VERTICAL</u>	SUPERVISADO POR : _____
DISTRITO : <u>LA BREA</u>	NIVEL FREATICO (m) : _____	REGISTRADO POR : _____
PROVINCIA : <u>TALARA</u>	EQUIPO : _____	DIBUJADO POR : _____
DEPARTAMENTO : <u>PIURA</u>	FECHA DE INICIO : _____	PERFORISTA : _____
PROFUNDIDAD EJECUTADA (m) : <u>9.00</u>	FECHA DE FINALIZACION : _____	No. DE CAJAS DE TESTIGO : _____

PROFUNDIDAD (m)	DIAMETRO		NIVEL FREATICO	PERDIDA DE AGUA % COLOR	N° DE CAJAS DE TESTIGOS	DESCRIPCION LITOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	SUCS (DESCRIPCION BASADA EN OBSERVACION DE CAMPO)	LONGITUD DE CORRIDA DE PERFORACION (m)	RECUPERACION (%)		PARAMETROS DE SUELOS			PARAMETROS DE ROCA			PROFUNDIDAD (m) Y N° DE MUESTRAS PARA LABORATORIO
	PERFORACION	REVESTIMIENTO								20	40	60	80	SPT	ALTERACION	DUREZA	FRAGMENTAMIENTO	
1						ARENA MUY GRADADA, MEDIANAMENTE DENSA A SUELTA, ARENA MEDIA A GRUESA, PREDOMINA LA ARENA MEDIA. GRAVA SUBREDONDEADA FINA.	SP		1.50			15					M-1	
2					0.00 - 2.00													
3						GRAVA MAL GRADADA FINA, SUBREDONDEADA, SIN ALTERACION, SUELTA DE COLOR GRIS CLARO. ARENA FINA A MEDIA, PREDOMINA LA ARENA MEDIA.	GP	1.05			34					M-2		
4					2.00 - 4.50													
5						ROCA ARENISCA (TOBA VOLCANICA)	R											
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		

LEYENDA

SUELOS



R



SP



GP



% DE RECUPERACION

● ENSAYO SPT

GRADOS DE ALTERACION DE LA ROCA	
A 1	ROCA NO ALTERADA (FRESCA)
A 2	ROCA POCO ALTERADA
A 3	ROCA MODERADAMENTE ALTERADA
A 4	ROCA MUY ALTERADA
A 5	ROCA COMPLETAMENTE ALTERADA

GRADOS DE DUREZA DE LA ROCA	
D 1	MUY DURA
D 2	DURA
D 3	MODERADAMENTE DURA
D 4	LIGERAMENTE SUAVE
D 5	DEBIL o SUAVE

GRADOS DE FRAGMENTAMIENTO DE LA ROCA	
F 1	<1 FRACTURA/m (masivo)
F 2	2-5 FRACTURAS/m (Poco fracturado)
F 3	6-10 FRACTURAS/m (Fracturado)
F 4	11-20 FRACTURAS/m (Muy fracturado)
F 5	>20 FRACTURAS/m (Fragmentado)

CONSULTOR	JEFE DE PROYECTO	ESCALA	PROYECTO	N° DE CUADRO	DESCRIPCION DEL CUADRO	FECHA
	DISEÑO	S/E	CONSTRUCCIÓN MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA - PERU	01	REGISTRO DE PERFORACION MUELLE ARTESANAL NEGRITOS EJE 02-S1	
	DIBUJO					

"CONSTRUCCIÓN MUELLE ARTESANAL NEGRITOS"

REGISTRO DE PERFORACION No. EJE 18-S2

SECTOR : <u>LA PROVIDENCIA</u>	INCLINACION DEL SONDEO : <u>VERTICAL</u>	SUPERVISADO POR : _____
DISTRITO : <u>LA BREA</u>	NIVEL FREATICO (m) : _____	REGISTRADO POR : _____
PROVINCIA : <u>TALARA</u>	EQUIPO : _____	DIBUJADO POR : _____
DEPARTAMENTO : <u>PIURA</u>	FECHA DE INICIO : _____	PERFORISTA : _____
PROFUNDIDAD EJECUTADA (m) : <u>10.00</u>	FECHA DE FINALIZACION : _____	No. DE CAJAS DE TESTIGO : _____

PROFUNDIDAD (m)	DIAMETRO		NIVEL FREATICO	PERDIDA DE AGUA %	COLOR	Nº DE CAJAS DE TESTIGOS	DESCRIPCION LITOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	SUCS (DESCRIPCION BASADA EN OBSERVACION DE CAMPO)	LONGITUD DE CORRIDA DE PERFORACION (m.)	RECUPERACION (%)	PARAMETROS DE SUELOS			PARAMETROS DE ROCA			PROFUNDIDAD (m) Y No. DE MUESTRAS PARA LABORATORIO					
	PERFORACION	REVESTIMIENTO										SPT	ALTERACION	DUREZA	FRAGMENTAMIENTO								
1							ARENA MUY GRADADA, MEDIANAMENTE DENSA A SUELTA, ARENA MEDIA A GRUESA, PREDOMINA LA ARENA MEDIA. GRAVA SUBREDONDEADA FINA.	SP	1.50	20 40 60 80	20 40 60 80	31						M-1					
2						0.00 - 3.00								0.45									
3														1.05									
4							GRAVA MAL GRADADA FINA, SUBREDONDEADA, SIN ALTERACION, SUELTA DE COLOR GRIS CLARO. ARENA FINA A MEDIA, PREDOMINA LA ARENA MEDIA	GP	0.45	20 40 60 80	20 40 60 80	18						M-2					
5														1.05									
6														0.45									
7							ROCA ARENISCA (TOBA VOLCANICA)	R	0.55	20 40 60 80	20 40 60 80	27						M-3					
8																							
9																							
10																							

LEYENDA

SUELOS



R



SP



GP



% DE RECUPERACION

● ENSAYO SPT

GRADOS DE ALTERACION DE LA ROCA

A 1	ROCA NO ALTERADA (FRESCA)
A 2	ROCA POCO ALTERADA
A 3	ROCA MODERADAMENTE ALTERADA
A 4	ROCA MUY ALTERADA
A 5	ROCA COMPLETAMENTE ALTERADA

GRADOS DE DUREZA DE LA ROCA

D 1	MUY DURA
D 2	DURA
D 3	MEDIANAMENTE DURA
D 4	LEGERAMENTE SUAVE
D 5	DEBIL o SUAVE

GRADOS DE FRAGMENTAMIENTO DE LA ROCA

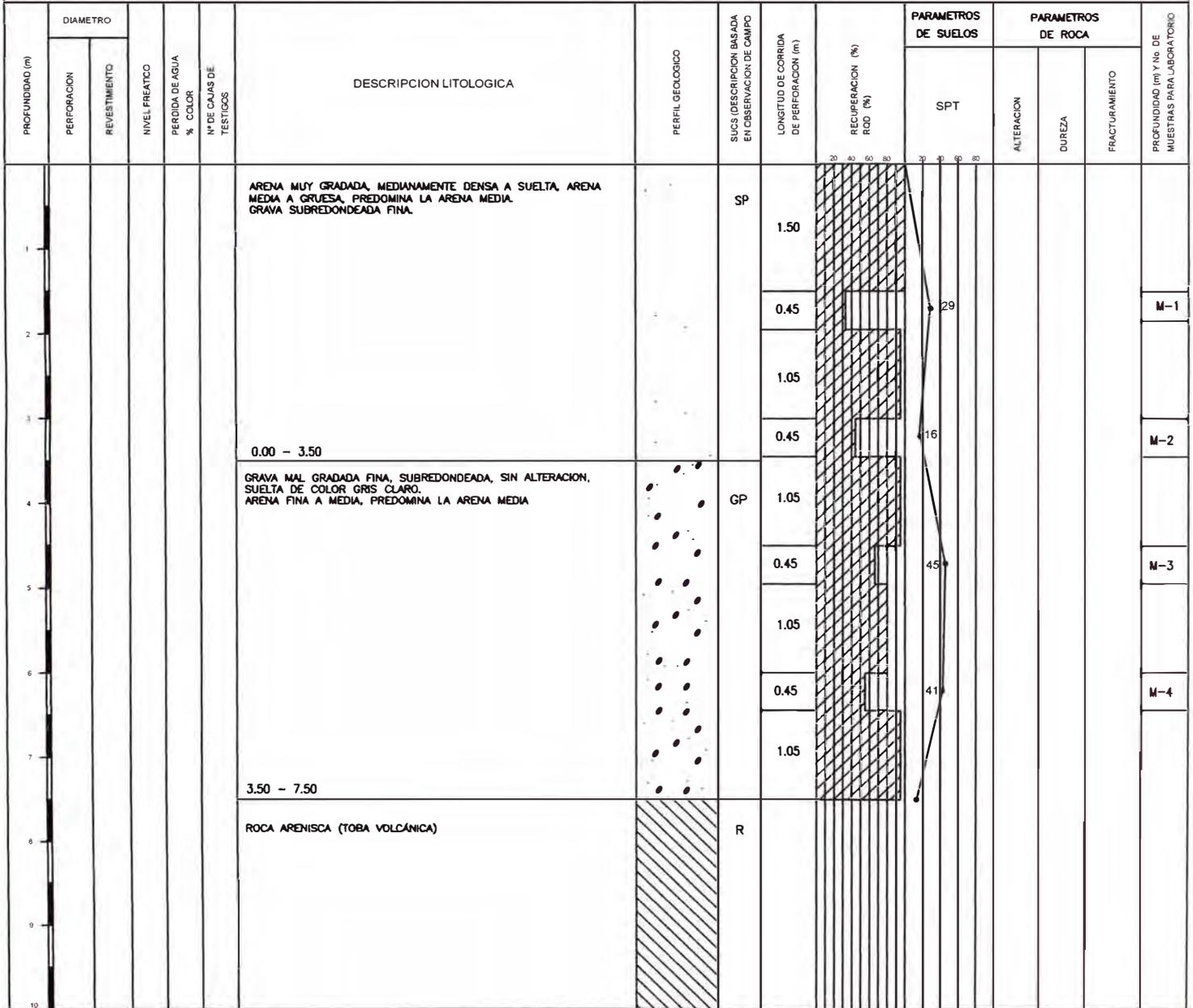
F 1	<1 FRACTURAS/m (masiva)
F 2	2-5 FRACTURAS/m (Poco fracturado)
F 3	6-10 FRACTURAS/m (Fracturado)
F 4	11-20 FRACTURAS/m (Muy fracturado)
F 5	>20 FRACTURAS/m (Fragmentado)

CONSULTOR	JEFE DE PROYECTO	ESCALA	PROYECTO	Nº DE CUADRO	DESCRIPCION DEL CUADRO	FECHA
	DISEÑO	S/E	CONSTRUCCIÓN MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA - PERU	01	REGISTRO DE PERFORACION MUELLE ARTESANAL NEGRITOS EJE 18-S2	
	DIBUJO					

"CONSTRUCCIÓN MUELLE ARTESANAL NEGRITOS"

REGISTRO DE PERFORACION No. EJE 30-S3

SECTOR : <u>LA PROVIDENCIA</u>	INCLINACION DEL SONDEO : <u>VERTICAL</u>	SUPERVISADO POR : _____
DISTRITO : <u>LA BREA</u>	NIVEL FREATICO (m) : _____	REGISTRADO POR : _____
PROVINCIA : <u>TALARA</u>	EQUIPO : _____	DIBUJADO POR : _____
DEPARTAMENTO : <u>PIURA</u>	FECHA DE INICIO : _____	PERFORISTA : _____
PROFUNDIDAD EJECUTADA (m) : <u>15.00</u>	FECHA DE FINALIZACION : _____	No. DE CAJAS DE TESTIGO : _____



LEYENDA



GRADOS DE ALTERACION DE LA ROCA	
A 1	ROCA NO ALTERADA (FRESCA)
A 2	ROCA POCO ALTERADA
A 3	ROCA MODERADAMENTE ALTERADA
A 4	ROCA MUY ALTERADA
A 5	ROCA COMPLETAMENTE ALTERADA

GRADOS DE DUREZA DE LA ROCA	
D 1	MUY DURA
D 2	DURA
D 3	MEDIANAMENTE DURA
D 4	LIGERAMENTE SUAVE
D 5	DEBIL o SUAVE

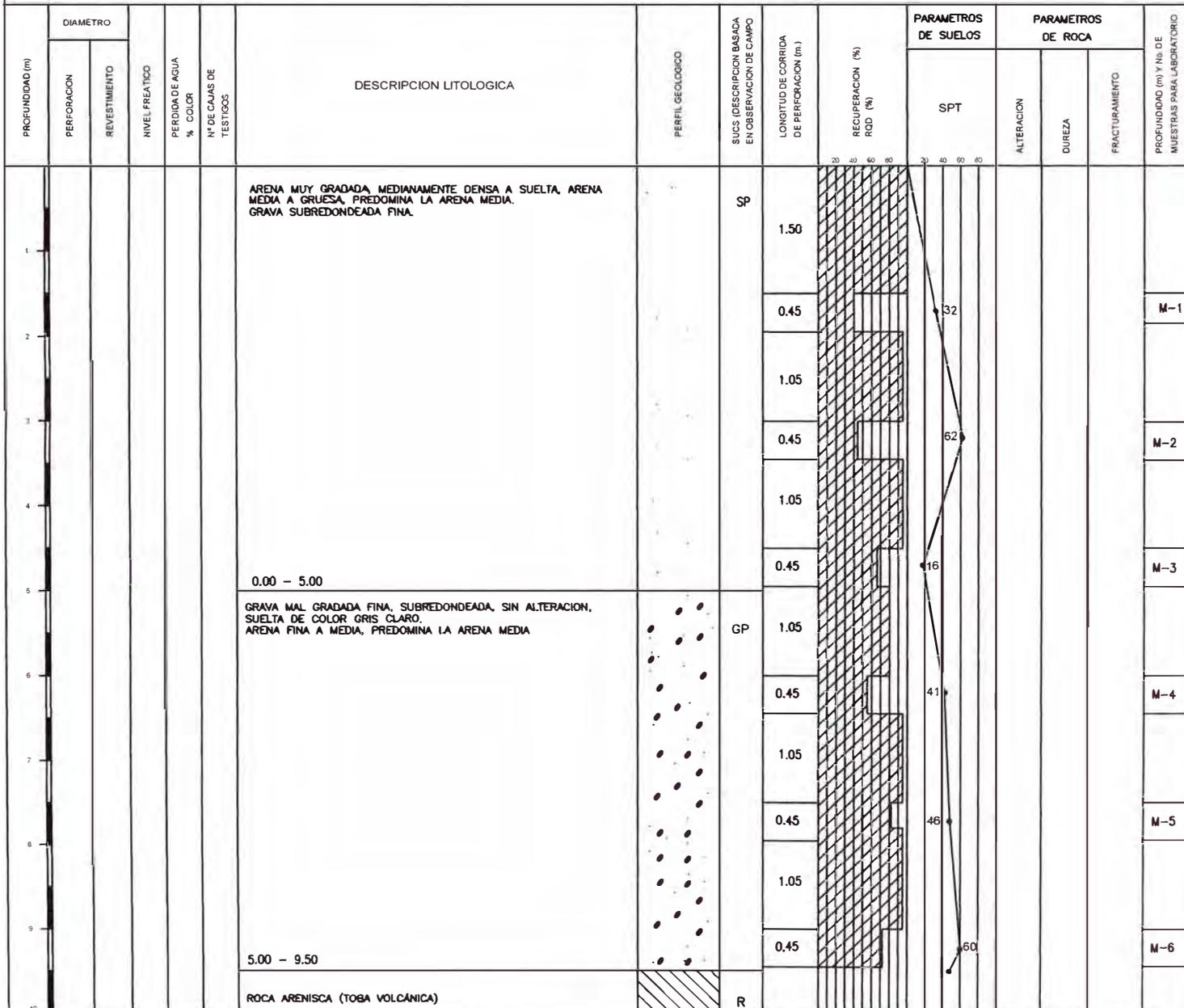
GRADOS DE FRAGMENTACION DE LA ROCA	
F 1	<1 FRACTURAS/m (masivo)
F 2	2-5 FRACTURAS/m (Poco fracturado)
F 3	6-10 FRACTURAS/m (Fracturado)
F 4	11-20 FRACTURAS/m (Muy fracturado)
F 5	>20 FRACTURAS/m (Fragmentado)

CONSULTOR	JEFE DE PROYECTO	ESCALA	PROYECTO	N° DE CUADRO	DESCRIPCION DEL CUADRO	FECH
	DISEÑO	S/E	CONSTRUCCIÓN MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA - PERU	01	REGISTRO DE PERFORACION MUELLE ARTESANAL NEGRITOS EJE 30-S3	
	DIBUJO					

"CONSTRUCCIÓN MUELLE ARTESANAL NEGRITOS"

REGISTRO DE PERFORACION No. EJE 41-S4

SECTOR : <u>LA PROVIDENCIA</u>	INCLINACION DEL SONDEO : <u>VERTICAL</u>	SUPERVISADO POR : _____
DISTRITO : <u>LA BREA</u>	NIVEL FREATICO (m) : _____	REGISTRADO POR : _____
PROVINCIA : <u>TALARA</u>	EQUIPO : _____	DIBUJADO POR : _____
DEPARTAMENTO : <u>PIURA</u>	FECHA DE INICIO : _____	PERFORISTA : _____
PROFUNDIDAD EJECUTADA (m) : <u>20.00</u>	FECHA DE FINALIZACION : _____	No. DE CAJAS DE TESTIGO : _____



LEYENDA

SUELOS



R



SP



GP



% DE RECUPERACION

● ENSAYO SPT

GRADOS DE ALTERACION DE LA ROCA	
A 1	ROCA NO ALTERADA (FRESCA)
A 2	ROCA POCO ALTERADA
A 3	ROCA MODERADAMENTE ALTERADA
A 4	ROCA MUY ALTERADA
A 5	ROCA COMPLETAMENTE ALTERADA

GRADOS DE DUREZA DE LA ROCA	
D 1	MUY DURA
D 2	DURA
D 3	MEDIANAMENTE DURA
D 4	LIGERAMENTE SUAVE
D 5	DEBIL o SUAVE

GRADOS DE FRAGMENTACION DE LA ROCA	
F 1	<1 FRACTURA/m (masivo)
F 2	2-5 FRACTURAS/m (Poco fracturado)
F 3	6-10 FRACTURAS/m (Fracturado)
F 4	11-20 FRACTURAS/m (Muy fracturado)
F 5	>20 FRACTURAS/m (Fragmentada)

CONSULTOR	JEFE DE PROYECTO	ESCALA	PROYECTO	N° DE CUADRO	DESCRIPCION DEL CUADRO	FECHA
	DISEÑO DIBUJO	S/E	CONSTRUCCIÓN MUELLE ARTESANAL NEGRITOS TALARA - PERU	01	REGISTRO DE PERFORACION MUELLE ARTESANAL NEGRITOS EJE 41-S4	

ANEXO N° 05

RESULTADOS DE SONDAJES

PROGRAMA FEPC

Resultados de Sondaje

Eje 02-S1

DATOS DEL PILOTE

OBRA : MUELLE NEGRITOS
IDENTIF. DE SONDAJE : EJE 02-S1
TIPO DE PILOTE : HINCADO
COTA DEL TERRENO : 100
COTA SUP. DEL PILOTE : 100

METODO AOKI-VELLOSO

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
2	2	15	58.8	735.0	793.8	317.5
3	3	34	117.6	1666.0	1783.6	713.4
4	4	50	250.9	2450.0	2700.9	1080.4
5	5	75	448.9	3675.0	4121.9	1649.8

METODO DECOURT-QUARESMA

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
1	1	15	14.0	490.0	504.0	133.3
2	2	15	98.0	1045.3	1143.3	336.7
3	3	34	182.0	1617.0	1799.0	544.3
4	4	50	354.7	2597.0	2951.7	922.1

METODO PEDRO PAULO VELLOSO

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
4	4	50	448.0	2794.0	3242.0	1296.8

METODO MEYERHOFF SIN CORRECCION DE SPT

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
1	1	15	0.0	186.1	186.1	74.4
2	2	15	42.0	186.1	228.1	91.2
3	3	34	84.0	421.8	505.8	202.3
4	4	50	179.2	1045.3	1224.5	489.8

METODO MEYERHOFF CON CORRECCION DE SPT

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
1	1	15	0.0	186.1	186.1	74.4
2	2	15	42.0	186.1	228.1	91.2
3	3	34	84.0	421.8	505.8	202.3
4	4	50	179.2	1045.3	1224.5	489.8

Resultados de Sondaje

Eje 18-S2

DATOS DEL PILOTE

OBRA : MUELLE NEGRITOS
IDENTIF. DE SONDAJE : EJE 18-S2
TIPO DE PILOTE : HINCADO
COTA DEL TERRENO : 100
COTA SUP. DEL PILOTE : 100

METODO AOKI-VELLOSO

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
2	2	18	121.5	882.0	1003.5	401.4
3	3	18	192.1	882.0	1074.1	429.6
4	4	27	262.6	1323.0	1585.6	634.2
5	5	50	368.5	2450.0	2818.5	1127.4
6	6	75	564.5	3675.0	4239.5	1695.8

METODO DECOURT-QUARESMA

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
1	1	31	14.0	800.3	814.3	210.8
2	2	18	172.7	1094.3	1267.0	406.4
3	3	18	270.7	1029.0	1299.7	465.5
4	4	27	368.7	1551.7	1920.4	671.5
5	5	50	508.7	2482.7	2991.4	1012.0

METODO PEDRO PAULO VELLOSO

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
4	4	27	469.0	1903.6	2372.6	949.0
5	5	50	658.0	2786.3	3444.3	1377.7

METODO MEYERHOFF SIN CORRECCION DE SPT

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
1	1	31	0.0	384.6	384.6	153.8
2	2	18	86.8	384.6	471.4	188.6
3	3	18	137.2	608.0	745.2	298.1
4	4	27	187.6	1094.3	1281.9	512.8
5	5	50	263.2	1029.0	1292.2	516.9

METODO MEYERHOFF CON CORRECCION DE SPT

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
1	1	31	0.0	384.6	384.6	153.8
2	2	18	86.8	384.6	471.4	188.6
3	3	18	137.2	608.0	745.2	298.1
4	4	27	187.6	1094.3	1281.9	512.8
5	5	50	263.2	1029.0	1292.2	516.9

Resultados de Sondaje

Eje 30-S3

DATOS DEL PILOTE

OBRA : MUELLE NEGRITOS
IDENTIF. DE SONDAJE : EJE 30-S3
TIPO DE PILOTE : HINCADO
COTA DEL TERRENO : 100
COTA SUP. DEL PILOTE : 100

METODO AOKI-VELLOSO

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
2	2	29	113.7	1421.0	1534.7	613.9
3	3	16	227.4	784.0	1011.4	404.6
4	4	45	290.1	2205.0	2495.1	998.0
5	5	45	466.5	2205.0	2671.5	1068.6
6	6	41	642.9	2009.0	2651.9	1060.8
7	7	50	803.6	2450.0	3253.6	1301.4
8	8	75	999.6	3675.0	4674.6	1869.8

METODO DECOURT-QUARESMA

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
1	1	29	14.0	947.3	961.3	247.6
2	2	29	163.3	1208.7	1372.0	427.8
3	3	16	312.7	1470.0	1782.7	608.0
4	4	45	401.3	1731.3	2132.6	741.5
5	5	45	625.3	2139.7	2765.0	1015.9
6	6	41	849.3	2221.3	3070.6	1208.6
7	7	50	1054.7	2711.3	3766.0	1489.1

METODO PEDRO PAULO VELLOSO

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
4	4	45	518.0	2295.1	2813.1	1125.2
5	5	45	833.0	2356.5	3189.5	1275.8
6	6	41	1148.0	2525.3	3673.3	1469.3
7	7	50	1435.0	3308.3	4743.3	1897.3

METODO MEYERHOFF SIN CORRECCION DE SPT

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
1	1	29	0.0	359.8	359.8	143.9
2	2	29	81.2	359.8	441.0	176.4
3	3	16	162.4	719.6	882.0	352.8
4	4	45	207.2	1208.7	1415.9	566.4
5	5	45	333.2	1470.0	1803.2	721.3
6	6	41	459.2	1731.3	2190.5	876.2
7	7	50	574.0	2139.7	2713.7	1085.5

METODO MEYERHOFF CON CORRECCION DE SPT

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
1	1	29	0.0	359.8	359.8	143.9
2	2	29	81.2	359.8	441.0	176.4
3	3	16	162.4	719.6	882.0	352.8
4	4	45	207.2	1208.7	1415.9	566.4
5	5	45	333.2	1470.0	1803.2	721.3
6	6	40	459.2	1731.3	2190.5	876.2
7	7	46	571.5	2125.0	2696.5	1078.6

Resultados de Sondaje

Eje 41-S4

DATOS DEL PILOTE

OBRA : MUELLE NEGRITOS
IDENTIF. DE SONDAJE : EJE 41-S4
TIPO DE PILOTE : HINCADO
COTA DEL TERRENO : 100
COTA SUP. DEL PILOTE : 100

METODO AOKI-VELLOSO

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
2	2	32	125.4	1568.0	1693.4	677.4
3	3	62	250.9	3038.0	3288.9	1315.6
4	4	16	493.9	784.0	1277.9	511.2
5	5	16	556.6	784.0	1340.6	536.2
6	6	41	619.4	2009.0	2628.4	1051.4
7	7	46	780.1	2254.0	3034.1	1213.6
8	8	46	960.4	2254.0	3214.4	1285.8
9	9	60	1140.7	2940.0	4080.7	1632.3
10	10	75	1375.9	3675.0	5050.9	2029.4

METODO DECOURT-QUARESMA

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
1	1	32	14.0	1045.3	1059.3	272.1
2	2	32	177.3	2058.0	2235.3	650.9
3	3	62	340.7	1796.7	2137.4	711.3
4	4	16	644.0	1535.3	2179.3	879.2
5	5	16	732.7	1192.3	1925.0	861.7
6	6	41	821.3	1682.3	2503.6	1052.3
7	7	46	1026.7	2172.3	3199.0	1332.8
8	8	46	1255.3	2482.7	3738.0	1586.3
9	9	60	1484.0	2956.3	4440.3	1880.6

METODO PEDRO PAULO VELLOSO

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
4	4	16	882.0	1581.2	2463.2	985.3
5	5	16	994.0	1842.2	2836.2	1134.5
6	6	41	1106.0	2371.8	3477.8	1391.1
7	7	46	1393.0	2325.8	3718.8	1487.5
8	8	46	1715.0	2771.0	4486.0	1794.4
9	9	60	2037.0	3553.9	5590.9	2236.4

METODO MEYERHOFF SIN CORRECCION DE SPT

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
1	1	32	0.0	397.0	397.0	158.8
2	2	32	89.6	397.0	486.6	194.6
3	3	62	179.2	794.1	973.3	389.3
4	4	16	352.8	1682.3	2035.1	814.0
5	5	16	397.6	1796.7	2194.3	877.7
6	6	41	442.4	1535.3	1977.7	791.1
7	7	46	557.2	1192.3	1749.5	699.8
8	8	46	686.0	1682.3	2368.3	947.3
9	9	60	814.8	2172.3	2987.1	1194.8

METODO MEYERHOFF CON CORRECCION DE SPT

LONG.	PROF.	SPT	RL (KN)	RP (KN)	RT (KN)	RADM (KN)
1	1	32	0.0	397.0	397.0	158.8
2	2	32	89.6	397.0	486.6	194.6
3	3	62	179.2	794.1	973.3	389.3
4	4	16	352.8	1623.5	1976.3	790.5
5	5	16	397.6	1796.7	2194.3	877.7
6	6	41	442.4	1535.3	1977.7	791.1
7	7	43	555.8	1184.2	1740.0	696.0
8	8	41	675.9	1623.5	2299.4	919.8
9	9	51	789.9	2027.0	2816.9	1126.8

ANEXO N° 06

PANEL FOTOGRAFICO

FOTO N° 01 : PRIMEROS 100 METROS DE PUENTE DE MUELLE



FOTO N° 02 : PILOTES DE CONCRETO CON PUNTA DE ACERO



FOTO N° 03:

PILOTE ANTES DE SER HINCADO



FOTO N° 04 :

HINCADO DE PILOTES



FOTO N° 05 Y 06 :

OBRA TERMINADA (PUENTE Y CABEZO)

