

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**



***EVALUACIÓN DEL REFORZAMIENTO Y AMPLIACIÓN  
DEL PUENTE REQUE  
EVALUACIÓN GEOTÉCNICA***

**INFORME DE SUFICIENCIA**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**PABLO CÉSAR PERI DOMÍNGUEZ**

**Lima- Perú**

**2007**

**Dedicatoria Especial**

A mis padres

Pablo y Rudy por supuesto

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ingeniero César Atala Abad, asesor del presente informe de suficiencia, por su experiencia transmitida.

Al Ingeniero Wilfredo Gutiérrez Lázares, por su entera dedicación como jefe de proyecto.

A mis hermanos: Nitza, Pether y Esther por confiar siempre en mí.

A Isabel y Adolfo por guiarme desde niño a estudiar ingeniería.

A mis tíos: Rebeca y Elías por su apoyo invaluable.

A mis amigos del Cismid: Ingeniero David Luna, Miguel Díaz, Daniel Basurto y Henry Muñoz, por su compañía.

## RESUMEN

En el presente informe de suficiencia titulado Evaluación de la Ampliación y Reforzamiento del Puente Reque – Evaluación Geotécnica, tiene el propósito de calcular la capacidad de carga axial, determinar el asentamiento y la profundidad de cimentación. Con tal motivo se realizó un programa de exploración geotécnica, el cual ha consistido en la ejecución de ensayos de penetración estándar SPT, ensayos estándar y especiales de laboratorio, además como complemento se contó con el estudio de evaluación hidráulica e hidrológica.

Del estudio geológico y del análisis del perfil estratigráfico se considera dos niveles de estratos, aproximadamente de 0.00 a 18.00 m de profundidad representado predominantemente por arenas limosas con presencia de arcillas y lentes de grava, perteneciente a depósitos cuaternarios. Subyaciendo a este estrato de 18.00 a 35.00 m de profundidad se encuentra el material denominado arenisca (roca blanda), perteneciente a la formación Goyllarizquizca, considerándose como mejor alternativa de cimentación.

De la evaluación de alternativas de cimentación más adecuada, por su capacidad de carga y penetración para llegar a la cota recomendada, son los pilotes perforados.

Finalmente se analiza la cimentación para estos pilotes perforados in-situ y se recomienda la realización de pruebas dinámicas para el cálculo de la capacidad de carga y nivel de asentamientos.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 5.1</b>	Tipos de pilas perforadas: (a) pila recta; (b) y (c) pila acampanada; (d) pila recta empotrada en roca	20
<b>Figura 5.2</b>	(a) Método Chicago para la construcción de pilas perforadas; (b) método de Gow para la construcción de pilas perforadas.	21
<b>Figura 5.3</b>	Barrenas helicoidales. (a) Bordes cortantes. (b) Dientes cortantes	22
<b>Figura 5.4</b>	Trépano ensanchador	23
<b>Figura 5.5</b>	Diagrama esquemático de un barril de granalla	24
<b>Figura 5.6</b>	Pilas perforadas con (a) ademe de acero y (b) núcleo central de acero	26
<b>Figura 5.7</b>	Capacidad última de carga de pilas perforadas: (a) con campana (b) pila recta	28
<b>Figura 5.8</b>	Factor $N_q^*$ de capacidad de carga de Vesic	30
<b>Figura 5.9</b>	Gráfica del factor $N_q^*$ de capacidad de carga de Vesic	30
<b>Figura 5.10</b>	Resistencia por fricción unitaria para pilotes en arena	32
<b>Figura 5.11</b>	Correlación del número de penetración estándar corregido con el ángulo de fricción del suelo	34
<b>Figura 5.12</b>	Varios tipos de distribución de la resistencia por fricción (superficial) unitaria a lo largo del fuste del pilote	37
<b>Figura 5.13</b>	Relación del asentamiento del grupo de pilotes al asentamiento de un pilote	41
<b>Figura 6.1</b>	Sensores utilizados en una prueba de carga dinámica	45
<b>Figura 6.2</b>	Equipo para pruebas de carga dinámica en pilotes excavados	47

## ÍNDICE

### RESUMEN

- LISTA DE FIGURAS

### INTRODUCCIÓN

<b>CAPÍTULO I</b>	<b>GENERALIDADES</b>	<b>2</b>
1.1	UBICACIÓN Y ACCESO A LA ZONA	2
1.2	CLIMA	2
1.3	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PUENTE ACTUAL	2
1.4	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL REFORZAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL PUENTE PROYECTADO	3
1.4.1	Características técnicas	3
1.4.2	Características legales	5
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>GEOLOGÍA</b>	<b>6</b>
2.1	GEOMORFOLOGÍA	6
2.1.1	Terrazas de Inundación	6
2.1.2	Unidad del cauce	7
2.2	ESTRATIGRAFÍA	7
2.2.1	Formación Goyllarizquizca	7
2.2.2	Rocas Intrusivas	8
2.2.3	Cuaternario y/o Depósitos Recientes	8

2.3	GEODINÁMICA EXTERNA	9
2.3.1	Desborde e Inundación	9
2.3.2	Erosión y Socavación	9
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>GEOTECNIA</b>	<b>10</b>
3.1	PROSPECCIONES GEOTÉCNICAS	10
3.2	ENSAYOS DE LABORATORIO	11
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO</b>	<b>12</b>
4.1	PERFIL ESTRATIGRÁFICO	12
4.1.1	Estribo izquierdo (P-1)	12
4.1.2	Pilar central (P-2)	13
4.1.3	Ampliación estribo izquierdo (P-3).	14
4.1.4	Estribo derecho (P-4).	15
4.2	PARÁMETROS DEL SUELO	16
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN</b>	<b>17</b>
5.1	TIPO Y PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN	17
5.1.1	Análisis del perfil estratigráfico	17
5.1.2	Socavación	18
5.1.3	Alternativas	18
5.2	CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE	19
5.2.1	Estimación de la capacidad de carga para pilotes perforados	19
5.2.2	Capacidad de carga de pilotes perforados en arena	29
5.2.3	Resultados de la memoria de cálculo	35

5.3	CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO	36
5.3.1	Asentamiento de pilotes perforados bajo carga de trabajo	36
5.3.2	Resultados de la memoria de cálculo	42

## **CAPÍTULO VI VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE**

	<b>– PRUEBAS DE CARGA DINÁMICA</b>	<b>44</b>
6.1	MARCO TEÓRICO	44
6.2	INSTRUMENTACIÓN	44
6.3	RESULTADOS QUE SE OBTIENEN	45
6.4	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN ENSAYO EN PILOTES PERFORADOS	47
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>48</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>51</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>52</b>

### **ANEXOS**

ANEXO – 1	MEMORIA DE CÁLCULO
ANEXO – 2	REGISTRO DE SONDAJES
ANEXO – 3	CERTIFICADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO
ANEXO – 4	PANEL FOTOGRÁFICO

### **PLANOS**

P – 01	VISTA GENERAL
P – 02	PERFIL ESTRATIGRÁFICO

## INTRODUCCIÓN

El puente se encuentra ubicado en el cruce de la Carretera Panamericana Norte Km. 772 + 830 sobre el río Reque, en la provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

Por efectos del fenómeno “El Niño” en el año 1998 se produjo el colapso del puente Reque antiguo, el cual estaba conformado por tres tramos de estructuras metálicas reticuladas tipo MAN de 33 m de largo cada uno. En ese mismo año, con el fin de restablecer la circulación en la Panamericana Norte, se instaló un puente provisional en el mismo eje del puente antiguo constituido por dos tramos de 50 m en base a estructuras reticuladas tipo SIMA con tablero metálico, utilizándose los estribos existentes del puente colapsado. Posteriormente, según estudios efectuados por Provías Nacional, se ha considerado que el puente provisional puede ser transformado en un puente definitivo en base a su ampliación y reforzamiento.

El puente actual de 100 m tiene dos tramos de 50m, tipo reticulado metálico, se ampliará con un nuevo tramo de 50 m, en la margen izquierda, tipo reticulado metálico, similar a los tramos existentes.

El presente informe denominado “Evaluación del Reforzamiento y Ampliación del Puente Reque” – Evaluación Geotécnica, tiene por objetivo asegurar la permanencia y estabilidad del actual puente ante procesos extremos de geodinámica externa generados por el denominado fenómeno de “El Niño”. Para tal efecto se ha previsto la necesidad de ampliar el puente con un nuevo tramo de 50 m que ampliará el área hidráulica del puente y así evacuar caudales extremos de aproximadamente 2,000 m<sup>3</sup>/seg.

En 1998 la principal causa de colapso de los puentes en la costa norte fue por socavación, por ello se debe contar con estudios de hidrología e hidráulica conjuntamente con los estudios geotécnicos, por lo tanto es importante definir cuales son los parámetros geotécnicos de diseño, en este caso para diseñar la

cimentación profunda por pilotes perforados, tanto para el pilar central proyectado (actual estribo izquierdo), como para el nuevo estribo izquierdo proyectado. Sobre el conjunto de pilotes se construirá una zapata de concreto armado.

Para el desarrollo del presente informe se ha considerado dividirlo en seis capítulos:

El Capítulo I, presenta las generalidades del proyecto que permite conocer su ubicación, clima, características del puente actual y características del puente proyectado.

El Capítulo II, presenta la geología local de la zona, su evolución, la geomorfología, estratigrafía y geodinámica externa.

El Capítulo III, describe las prospecciones geotécnicas y ensayos de laboratorio realizados.

El Capítulo IV, describe las características geotécnicas generales de los materiales prospectados en los sondajes, mediante un perfil estratigráfico agrupando materiales de comportamientos homogéneos, asignándoles parámetros geotécnicos, como el N del SPT promedio, ángulo de fricción, peso específico, entre otros.

El Capítulo V, analiza la cimentación de pilotes perforados, utilizando métodos generales, empíricos y semiempíricos con la finalidad de determinar el tipo de cimentación, calcular la capacidad de carga y los niveles de asentamiento.

El Capítulo VI, describe brevemente la prueba de carga dinámica para verificar la capacidad portante del pilote perforado.

## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES**

#### **1.1 UBICACIÓN Y ACCESO A LA ZONA**

El puente se encuentra ubicado en el cruce de la Carretera Panamericana Norte Km. 772 + 830 sobre el río Reque, en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

El acceso al área de estudio puede ser realizado por vía terrestre y aérea. Por vía terrestre a través de la carretera Panamericana Norte, la cual se encuentra asfaltada. El acceso aéreo se realiza a través del aeropuerto de Chiclayo.

#### **1.2 CLIMA**

El clima está definido como de calor intenso en el día y que disminuye en la noche produciendo sensación de frío; así mismo, durante tempranas horas de la mañana se torna nublado. En la faja costera (Chiclayo) el clima es de tipo desértico subtropical, donde las temperaturas promedio oscilan entre los 19° y 23°, con variaciones de tipo seco y cálido a semicálido.

#### **1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PUENTE ACTUAL**

Actualmente el puente tiene 02 tramos de 50 m, tipo reticulado metálico. La rasante en el tramo del puente es casi horizontal y está a unos 6.00 m del fondo del cauce.

La carretera en los accesos tiene un ancho de 6.00 m para doble tránsito, con bermas de 1.80 m a ambos lados.

El puente actual tiene un ancho de calzada de 7.20 m y el ancho de la vereda de 0.60 m a cada lado, que satisface los requerimientos de ancho para una calzada de dos vías de tránsito.

La cimentación profunda existente en el puente actual según el informe de CIPORT, está constituido por pilotes de acero que no progresaron por debajo de los 15 m de profundidad.

## **1.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL REFORZAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL PUENTE PROYECTADO**

### **1.4.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

#### **PROYECTO ESTRUCTURAL**

El proyecto consiste en el reforzamiento y ampliación del puente a 150 m., con una longitud de 50 m de estructura metálica reticulada, similar a los existentes para mantener la armonía y unidad arquitectónica del conjunto.

#### **SUPERESTRUCTURA**

##### **Materiales**

Para el análisis estructural se ha tomado como Módulo de Elasticidad,  $E_c = 265,000 \text{ kg/cm}^2$  y un peso específico  $w = 2.4 \text{ T/m}^3$  para el concreto y para el acero el módulo de elasticidad  $E_c = 2'039,000 \text{ kg/cm}^2$  y un peso específico  $w = 7.85 \text{ T/m}^3$ .

##### **Sobrecargas de tránsito**

El puente será diseñado para cargas AASHTO que consiste de una carga de camión HS-20 o sobrecarga tandem HL-93 simultáneamente con la sobrecarga distribuida, para dos vías de tránsito.

##### **Sección Típica del Tablero**

El puente será de 7.20 m de ancho, para dos vías de tránsito y veredas de 0.58m a ambos lados, para un ancho total de 8.36 m.

El reticulado metálico será de 50.00 m de luz, entre apoyos y 6.55 m de peralte



entre bridas. Las bridas superior e inferior serán secciones doble canal, las diagonales también serán de sección doble canal y las montantes sección E, de ala ancha. Las vigas transversales serán sección I, de peralte variable hacia el centro, sobre las que descansará la losa de concreto de 0.20 m de peralte.

## **SUBESTRUCTURA**

Las subestructuras están constituidas por el nuevo estribo izquierdo y la reconversión del actual estribo izquierdo en pilar intermedio.

### **Estribo**

La elevación del estribo izquierdo será de concreto armado con  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El estribo consistirá de un cuerpo central tipo muro cantilever, de 9.40 m de altura 12.00 m de largo y 0.90 m de espesor en la base, y alas de ambos lados de 4.00 m de largo, de orientación paralela al cuerpo central.

La elevación del estribo se apoyará sobre una zapata de concreto armado, de 2.00 m de altura y planta de 20.00 x 5.00, que descansarán sobre los pilotes de cimentación.

### **Pilar**

El estribo izquierdo actual se modificará para convertirlo en pilar intermedio. El Pilar será de tipo tarjeta de 7.70 m de altura, 11.45 m de ancho y 2.50 m de espesor, de concreto armado, con  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El pilar descansará en una zapata de concreto armado de 2.00 m de altura y planta de 16.40 x 6.00 m, que se apoyará en los pilotes de cimentación.

La rasante en el tramo del puente es casi horizontal y está a unos 6.00 m del fondo del cauce, que daría un claro libre de 1.00 m para el fondo de la superestructura, sobre el nivel de aguas extraordinarias, con un tirante máximo de 4.15 m.

### **Cimentación con pilotes**

Para el análisis del tipo de cimentación se tuvo en cuenta el perfil estratigráfico del terreno, la estimación de 2584 toneladas a transmitir al nuevo pilar central

(estribo izquierdo actual) y 2004 toneladas a transmitir al nuevo estribo Izquierdo, así como el régimen del río que cruzará el puente.

La cota de cimentación se ha fijado en el estrato de roca arenisca, a unos 28 m de la rasante ó 22 m del fondo actual del cauce, resultando pilotes de 15 m de largo.

El tipo de pilotaje mas adecuado, por su capacidad de carga y penetración para llegar a la cota de cimentación fijada, son los pilotes perforados o excavados.

En la conversión del estribo izquierdo actual a pilar intermedio, se construirán los nuevos pilotes, cuidando de no perturbar desfavorablemente la cimentación actual. Sobre el conjunto de pilotes se construirá la zapata de concreto armado.

#### **1.4.2 CARACTERÍSTICAS LEGALES**

##### **MONTO:**

Valor Referencial de la obra S/. 7'246,396.92 y de la supervisión S/. 378,780.57.

##### **PLAZO:**

El plazo de ejecución es 06 meses.

##### **OBRA:**

En fecha 26.Oct.07 se llevo a cabo el Acto de Otorgamiento de Buena Pro, habiendo ocupado el primer lugar el Postor: Consorcio del Norte por el monto de S/. 6'521,757.23. El Acto de otorgamiento de buena pro fue interpuesto por el Consorcio Puente Reque 1 integrado por EVI SAC y J.L. Ingeniería y Servicios SAC (09.Oct.07), estando a la espera del pronunciamiento del CONSUCODE ante el recurso de impugnación.

##### **SUPERVISIÓN:**

Consorcio Lambayeque (Acruta & Tapia - Multiservice Ingeniería - Cárdenas y Bautista) por el monto de S/. 340,902.51.

## **CAPÍTULO II**

### **GEOLOGÍA**

Las condiciones geológicas locales del área sobre el cual se construirá el puente “Reque” no es más que el producto final de procesos tectónicos movimientos orogénicos y procesos de erosión e intemperismo a los que han estado sujetos las diferentes formaciones y/o depósitos que afloran en el área de ubicación del Puente. Por lo tanto, su disposición, extensión lateral, vertical, característica, propiedades mecánicas, físicas, etc., se encuentran íntimamente ligada a su historial y evolución geológica. Por lo cual constituye de vital importancia comprender su evolución dado que la superestructura llegará a formar parte de dicho medio y de no ajustarse a las peculiaridades de la geología local podría verse afectada en su estabilidad y permanencia.

#### **2.1 GEOMORFOLOGÍA**

La geomorfología local sobre el cual se ubicará el puente Reque ofrece dos unidades bien diferenciadas:

##### **2.1.1 Terrazas de Inundación**

En la ubicación del puente “Reque” la Unidad de Terrazas se caracteriza por presentar un relieve llano cubierto de abundante vegetación y la cual está conformada por sedimentos recientes (arenas, limos, - arcillas) que fuesen originados por el desborde e inundación del río Reque en períodos de crecidas extraordinarias.

La importancia técnica de esta Unidad es que en períodos de máximas avenidas es inundada afectando las márgenes y accesos del Puente,

razón por la cual se ha protegido parcialmente sus márgenes mediante enrocado y espigones para tratar de controlar y encausar el cauce.

### **2.1.2 Unidad del cauce**

El cauce del río Reque ofrece un curso sinuoso y llano cubierto, también, por vegetación de tamaño medio. La sección transversal del cauce ofrece forma trapezoidal abierta y los sedimentos del lecho del cauce están conformados por suelos finos de baja compacidad que fuesen clasificados en el laboratorio como arenas limosas pobremente graduadas (SP, SM). La importancia técnica de esta Unidad es que sobre su lecho se encuentran desplantado la infraestructura del actual puente Raque y en períodos de máximas avenidas es afectado por procesos de socavación.

## **2.2 ESTRATIGRAFÍA**

Evaluada las características de los materiales recuperados en las prospecciones geotécnicas: así como los afloramientos de los alrededores del Puente se establece que las unidades geológicas (formaciones) que incidirían en la cimentación de la Superestructura del puente Reque son las siguientes (según lo establecido en el Boletín N° 38, Hoja 14-d, del Cuadrángulo de Chiclayo por el INGEMMET).

### **2.2.1 Formación Goyllarizquizca**

Esta formación aflora en la intersección de la carretera Panamericana Norte con el desvío hacia el puerto de Eten (aproximadamente, a 4 Km. del puente). Está representado por rocas cuya posición cronoestratigráfica corresponde al Cretaceo Inferior, siendo éstas de petrografía característica y representada por areniscas y cuarcitas blanquecinas y marrones bien estratificadas en capas medianas intercaladas con horizontes de limoarcillitas gris marrón de resistencia moderada a media.

La importancia técnica de esta Unidad es que en los sondajes diamantinos ejecutados en los alrededores del puente Reque, por debajo de los 18 m de profundidad se detectó un material muy compacto de color marrón de granulometría correspondiente a una arenisca, la cual podría corresponder a esta Unidad.

### **2.2.2 Rocas Intrusivas**

Agua arriba de la ubicación del Puente (aproximadamente a 8 Km.) en la margen izquierda, se observa afloramientos de rocas intrusivas pertenecientes al complejo intrusivo del Batolito de la Costa a través de la Cordillera Occidental los cuales son asociados a pequeños stocks que se encuentran como cerros testigos.

Esta unidad atraviesa toda la región en estudio y constituye en el área de influencia del proyecto de cuerpos intrusivos de ademelita y monzonita; éstos son de naturaleza ácida y se encuentran cortando a las unidades más antiguas y consiguientemente son tipos de intrusivos grandes emplazados en las fases terminales de la formación del Batolito de la Costa, por su ubicación no tienen influencia directa en el Estudio; pero estos afloramientos fueron utilizados como banco de materiales para la conformación de defensas ribereñas (enrocados).

### **2.2.3 Cuaternario y/o Depósitos Recientes**

A lo largo de la faja costanera y de las estribaciones andinas, abundan los depósitos aluviales y fluviales constituidos por conglomerados, gravas, arenas, limos, etc, formando los pisos de los valles y quebradas que se ubican entre San Pedro de Lloc y Motupe, donde están emplazados los principales centros poblados y áreas de cultivo de la zona. Hacia la línea costanera se encuentran los depósitos más finos y tierra adentro los más gruesos formando, en muchos casos, conos de deyección - Sobre estos se encuentran mantos irregulares de arenas eólicas que se origina en las

amplias playas existentes a lo largo del litoral y son transportados por los vientos que soplan constantemente.

La importancia técnica de esta Unidad es que estos materiales, en la ubicación del área del Puente, se encuentran ampliamente distribuidos y según las prospecciones conforman depósitos de más de 18 m de potencia y están conformados por limos, arenas y gravas de diversa potencia y posición.

### **2.3 GEODINÁMICA EXTERNA**

Las condiciones de geodinámica externa están controlados por los procesos hidrodinámicos generados por el río Reque, el cual al presentar un cauce sinuoso, lecho llano con márgenes tendidas es susceptible de generar procesos de:

#### **2.3.1 Desborde e Inundación**

El proceso de desborde se manifiesta principalmente ante el denominado Fenómeno de “El Niño”, el cual periódicamente afecta el Norte del Perú y se manifiesta en grandes avenidas que tienden a inundar la unidad de terrazas sobre todo en las áreas de taludes bajos. Razón por la cual en el área del Puente se han ejecutado obras de protección y control de flujos como son enrocados y espigones.

#### **2.3.2 Erosión y Socavación**

Este proceso se desarrolla, también, con la ocurrencia de grandes avenidas el cual es incrementado por la naturaleza deleznable de los materiales que conforman los taludes, márgenes y lecho del cauce que incrementan el poder erosivo del flujo de aguas y que se ha visto acentuado por la existencia de obstáculos en el cauce (pilar central).

## CAPÍTULO III

### GEOTECNIA

Con el objeto de definir la continuidad vertical y lateral de las formaciones geológicas que afloran en el área de ubicación del puente Reque, así como sus características físicas, mecánicas y químicas se programa una serie de auscultaciones y prospecciones mediante sondajes rotativos y ensayos de penetración estándar (SPT), según normas ASTM, del área sobre el cual estará desplantado el puente Reque y sobre todo considerando la ampliación que será realizada hacia la margen izquierda de 50 m de longitud.

#### 3.1 PROSPECCIONES GEOTÉCNICAS

Las prospecciones geotécnicas estuvieron orientadas a definir la calidad de los materiales en los apoyos de la infraestructura, así como cubrir el bulbo de esfuerzos generados por las futuras cargas impuestas por la Superestructura. Sus características son como a continuación se detallan:

**Tabla 3.1** Sondajes

Sondaje	Ubicación	Progresiva Km.	Referencia	Cota * Terreno	Cota Fondo
P-1	ESTRIBO IZQUIERDO	772+835	Aguas Abajo	7.628	-27.372
P-2	PILAR CENTRAL	772+880	Aguas Abajo	7.859	-27.141
P-3	AMPLIACION ESTRIBO IZQUIERDO	772+785	Aguas Arriba	10.485	-24.515
P-4	ESTRIBO DERECHO	772+920	Aguas Abajo	7.693	-27.307

### 3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Concluida las prospecciones geotécnicas con recuperación de muestras alteradas e inalteradas, muestreo de bancos de materiales y toma de muestras de aguas de las fuentes de agua existentes, las muestras fueron sometidas a diversos ensayos para establecer sus características físicas, mecánicas y propiedades químicas, según lo establecido en las Normas ASTM y NTP. Los principales ensayos de laboratorio fueron los siguientes:

- |   |                     |
|---|---------------------|
| - Análisis granulométrico por Tamizado    | ASTMD – 422         |
| - Contenido de humedad                    | NTP 339.139:1999    |
| - Límite Líquido y Plástico               | ASTM D – 4318       |
| - Densidad de Masas                       | NTP :339.139:199    |
| - Contenido de Sales y Sulfatos del Suelo | NTP:339.152, 178    |
| - Ensayos de Compresión Simple            | ASTM D – 2166.      |
| - Contenido de Sales y Sulfatos           | NTP 339.071;339.074 |

Durante estos sondajes de prospección, se efectuaron ensayos de penetración estándar (SPT). Los resultados de estos ensayos y características geotécnicas de Los niveles prospectados, se pueden observar en los Registros de Perforación incluidos en el Anexo – II.



## CAPÍTULO IV

### DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

#### 4.1 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Las características geotécnicas generales de los materiales prospectados en los sondeos están especificadas en los registros de sondeos (Anexo – II).

##### 4.1.1 ESTRIBO IZQUIERDO (P-1)

En este sondeo el Perfil Estratigráfico se diferencia claramente en dos horizontes y/o niveles de características particulares:

##### **NIVEL N° 01 (0.00 - 18.00 m): SUELOS LIMO ARENO GRAVOSOS**

Este nivel puede ser observado en superficie, dado que aflora en el área de todo el cauce. Está conformado por suelos finos (arenas y limos) y gruesos (gravas) de escasa resistencia portante y que ofrecen un color marrón grisáceo variando en su tonalidad y textura. Por la limitada cantidad de material recuperado mediante la barra partida sólo fue posible la clasificación de los suelos según el sistema SUCS entre los 0.00 — 3.00 m de profundidad resultando una arena limosa, (SP- SM).

En este horizonte hasta los 16.50 m de profundidad se observa una regularidad en la calidad de los materiales las cuales corresponden principalmente, a suelos finos (arenas, limos) y excepcionalmente se manifiesta limitados lentes de gravas que ofrecen falso rechazo. En ese horizonte la calidad (propiedades mecánicas) de los materiales varía de suelta a media, dado que los valores “N” ofrecieron valores de 6 a 33 golpes/pie pasando por 13 19 y 20, lo cual evidencia un horizonte no muy apto para la cimentación. Es importante tener en cuenta que este horizonte (a los 15 m) presentó elevada presión de agua que dificultó los

trabajos de prospección y que podría incidir en los trabajos de construcción.

Entre los 16.50 - 18.00 m de profundidad el perfil estratigráfico dentro de este mismo horizonte pasa a gravas en matriz limo arenoso, que presenta limitada potencia (1.50 m).

#### **NIVEL N° 02 (18.00 - 35.00 m): ARENISCA**

Infrayaciendo al nivel y/o estrato anterior los trabajos de prospección informaron de la presencia de un material compacto de color beige semejante a la textura una arena gruesa, donde los ensayos SPT ofrecieron valores de rechazo; no obstante no corresponden a suelos gruesos (gravas). Los ensayos de laboratorio correspondiente a peso específicos ofrecieron valores de 2.26 a 2.33 Tn/m que corroboró los valores 'N' del ensayo SPT indicando un material denso de alta compacidad. Esta característica de la calidad de los materiales, en este horizonte, se repitió hasta los 35 m de profundidad, lo cual evidencia un material apto para cimentación.

#### **4.1.2 PILAR CENTRAL (P-2)**

Este sondaje corresponde al pilar central y se denominó como P-2, se encuentra ubicado aproximadamente a 40 m del sondase P-1. Las características estratigráficas son las siguientes:

#### **NIVEL N° 01 (0.00 - 18.00 m): SUELOS LIMO ARENO GRAVOSOS**

El nivel superior de este horizonte se observa en superficie, dado que a en toda el área del cauce. Está conformado, principalmente, por arenas limosas de color marrón grisáceo que varían en su tonalidad y textura. En este horizonte la barra partida del SPT si recuperó muestras los cuales clasificaron en laboratorio como arenas limosas (SM), arenas pobremente gradadas (SP) y arena bien gradadas (SW), suelos que se intercalan hasta los 18 m de profundidad.

Sin embargo, en este horizonte, las prospecciones reportaron la presencia de gravas de 2 pulg. de diámetro en menor proporción. Materiales que influyeron en los resultados de los valores "N" del SPT al ofrecer falsos rechazos que no es la expresión de la calidad de los materiales. Así por ejemplo, se puede observar entre los 7.50 a 12.00 m de profundidad como los valores de "N" varían de 12 a 50 golpes/pie y donde se recuperó grava de 1 pulg. a 2 pulg. de diámetro.

Es importante tener en cuenta que en este horizonte también se presentó elevada presión de agua que dificultó los trabajos de prospección y que podría incidir en los trabajos de construcción.

#### **NIVEL N° 02 (18.00 - 35.00 m): ARENISCA**

De igual forma que en el primer sondaje los trabajos de prospección en este punto informaron de la presencia de un material compacto de color beige semejante a una arena gruesa compacta, donde los ensayos del SPT ofrecieron valores de rechazo; no obstante no corresponden a suelos gruesos (gravas).

Los ensayos de laboratorio correspondiente a peso específicos en este material ofrecieron valores de 2.26 a 2.33 Tn/m<sup>3</sup> que corroboró los ensayos de SPT indicando un material denso de alta compactación. Esta característica en este horizonte se repitió hasta los 35 m de profundidad. Así mismo en este horizonte y entre los 20 a 24 m de profundidad se recuperó muestras inalteradas mediante el core barrel los cuales ofrecieron valores de 23 a 25 Kg/cm<sup>2</sup> lo cual corrobora el valor de los pesos específicos y valores "N" de ensayo SPT.

#### **4.1.3 AMPLIACIÓN ESTRIBO IZQUIERDO (P-3)**

Este sondaje se ubicó en la margen izquierda a 40 m, aproximadamente, del sondaje P-1. Las características de los materiales fueron las siguientes:

#### **NIVEL N° 01 (0.00 - 19.50 m): SUELOS LIMO ARENO GRAVOSOS**

En esta tercera prospección el perfil estratigráfico es de similares características a los anteriores. Los elementos reportados varían de

materiales finos a gruesos; sin embargo los materiales gruesos no superan las 2 pulg. de diámetro y los ensayos de laboratorio clasificaron los elementos como arenas pobremente gradadas (SP), arenas limosas (SM), arenas bien gradadas (SW).

En relación a la compactación de los materiales los ensayos SPT ofrecieron valores que variaron entre los 11, 14 a 50 golpes pie. lo cual evidenciaría un material de variable compactación; sin embargo la no continuidad de los rechazos reportados entre los 7.50 m a los 18 m de profundidad indicaría la probabilidad de que se trate de falsos rechazos, dado que además se reporta la presencia de elementos del tamaño de las gravas. Es importante anotar que a los 13 m de profundidad también se reporta la presencia de elevada presión de agua que dificultó los trabajos de prospección y que podría incidir en los trabajos de construcción.

#### **NIVEL N° 02 (19.50 – 35.00 m): ARENISCA**

A partir de los 19.50 m de profundidad las características de los depósitos areno limoso gravosos (gravas en menor proporción) varían a un material de textura areniscosa de color beige amarillento y donde los valores “N” del ensayo SPT ofrecen valores de rechazo lo que evidencia un material compacto. Estas características al igual que en los sondajes P-1 y P-2 se repite hasta los 35 m de profundidad.

#### **4.1.4 ESTRIBO DERECHO (P-4).**

Este sondaje se ubicó en la margen derecha próximo al estribo. Las características de los materiales fueron los siguientes:

#### **NIVEL N° 01 (0.00 - 19.50 m): SUELOS LIMO ARENO GRAVOSOS**

En esta cuarta prospección el perfil estratigráfico es de similares características a los anteriores sondajes y, principalmente entre los 0.00 a 13.50 m de profundidad donde el perfil estratigráfico está conformado por arenas limosas pobremente gradadas (SM, SP). Los valores de rechazo (falso) reportados entre los 4.50 a 9.00 se explican por La presencia de

ligera proporción de gravas y porque entre los 7.50 a 9.00m se presenta la arena cementada mediante carbonatos.

A partir de los 13.50 m de profundidad y hasta los 19.50 m aproximadamente, los suelos finos varían a materiales gruesos con presencia de gravas de hasta 3 pulg. de diámetro dentro de una matriz areno limoso que a los 18 m de profundidad clasifica como una grava limosa (GM).

#### **NIVEL N° 02 (19.50 - 35.00 m): ARENISCA**

A partir de los 19.50 m de profundidad las características de los depósitos areno limosos gravosos varían a un material de textura areniscosa de color beige amarillento y donde los valores "N" del ensayo SPT ofrecen valores de rechazo lo que evidencia un material compacto. Estas características al igual que en los sondajes P-1, P-2 y P3 se repite hasta los 35 m de profundidad, como puede observarse en los cores y/o testigos recuperados.

## **4.2 PARÀMETROS DEL SUELO**

Se ha considerado dos estratos predominantes que tienen los siguientes parámetros de suelo:

- El primer nivel presenta los siguiente parámetros:

Material	<u>Arena limosa predominantemente</u>
Nº Promedio	22 golpes / pie
Angulo de fricción ( $\Phi$ )	31°
Peso específico (Y)	2 Tn/m <sup>3</sup>

- El segundo nivel presenta los siguientes parámetros :

Material	<u>Arena compacta y/o Arenisca</u>
Nº promedio	50 golpes / pie
Angulo de fricción ( $\Phi$ )	36°
Peso específico (Y)	2.2 Tn/m <sup>3</sup>
Resistencia uniaxial	24 Kg /cm <sup>2</sup> (promedio)
Coefficiente de Poisson	0.30
Módulo de elasticidad	8,248 Tn/m <sup>2</sup>

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

Evaluado los resultados del Estudio Geológico, las prospecciones geotécnicas así como de los resultados de los ensayos de laboratorio, se analizó el Perfil Estratigráfico del área de ubicación del puente “Reque” con el objetivo de recomendar la infraestructura más apta a ser aplicada según las condiciones particulares del terreno, sobre el cual se desplantará o reforzará el puente “Reque”.

#### 5.1 TIPO Y PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN

##### 5.1.1 ANÁLISIS DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

###### **Cimentación sobre los depósitos cuaternarios.**

- Este horizonte ofrece una potencia estimada de 18 m a 22m y en las prospecciones P-1, P-2 y P-3 está conformado, principalmente, por suelos finos que según el sistema SUCS clasificaron como arenas limosas, limos y arcillas (SP, SM, SW, ML-CL). Además de estos suelos se presentó, en menor proporción, la existencia de gravas cuyo tamaño máximo no superó las 2 pulg de diámetro.
- En el sondaje P-4 el Perfil Estratigráfico varía ligeramente, dado que a partir de los 13.50m de profundidad se presentó una potente secuencia de gravas de hasta 3 pulg de diámetro que progresó hasta los 19.50m de profundidad.
- Si bien es cierto que existe una regularidad en la calidad de los materiales en este horizonte (suelos finos), ésta no se presenta en los valores N” del ensayo SPT, el cual varía muy irregularmente con la profundidad. Sin embargo la tendencia de los valores en los sondajes

P-1 y P-2 es de 18 golpes/pie (exceptuando los valores de rechazo que por la existencia de gravas podría corresponder a falso rechazo) y en el sondaje P-3 de 26 golpes/pie lo cual evidencia materiales cuya compacidad varia de suelta a media.

- Es importante considerar la existencia en este horizonte de agua o nivel freático lo cual incidiría en el proceso constructivo de ejecutarse una excavación a cielo abierto, así mismo en los sondajes diamantinos se detectó la presencia de fuerte flujo de agua subterránea el cual podría incidir una excavación abierta mediante la generación de una red interna de flujo que pudiese generar la alteración desfavorable de la compacidad de los suelos.

#### **Cimentación sobre el estrato de arenisca - roca blanda**

- La información de los sondajes diamantinos estableció que a partir de (Los 18m de profundidad, aproximadamente el Perfil Estratigráfico está conformado por roca BLANDA arenisca el cual desde el punto de vista de resistencia para la cimentación se constituye en el más apto, dado que los valores N” del ensayo SPT y resultados de los ensayos la laboratorio a muestras inalterada ofrecieron valores de hasta 24 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia (valor medio).

### **5.1.2 SOCAVACIÓN**

Según información del Estudio de Hidrología este horizonte estará afectado por procesos hidrodinámicos generados por el río Reque (socavación), cuando se presente el denominado Fenómeno de “El Niño” que hasta 7 m de profundidad.

### **5.1.3 ALTERNATIVAS**

Luego de evaluada las características geológicas, geotécnicas e hidrológicas del Perfil Estratigráfico del puente “Reque” respecto al tipo de cimentación se establece que:



- La alternativa de proyectar *caissons* en los sondajes (P-1) y (P-3) está limitada por la existencia de suelos finos, presencia del nivel freático y elevada presión de agua que podría dificultar el hincado del caisson y requerirse el uso de cámara neumática para alcanzar profundidades de por lo menos los 18m de profundidad.
- Por la existencia de horizontes de gravas que ofrecieron rechazo en el ensayo SPT el hincado de *pilotes de acero* estaría limitado, sólo a atravesar los horizontes finos sin que puedan profundizar por debajo de estos materiales gravosos; además existe antecedentes de que antes se aplicó pilotes de acero para el reforzamiento del pilar central que no llegaron a profundizar por debajo de los 14m de profundidad (Informe de Ciport Construcciones Civiles y Portuarias, febrero 26 del 2000).
- En el Estribo Izquierdo (P-1) y ampliación del estribo izquierdo (P-3) se recomienda la proyección de cimentación profunda mediante *pilotes perforados* que profundicen hasta el nivel de roca arenisca (blanda).

## 5.2 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

### 5.2.1 ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA PARA PILOTES PERFORADOS

#### Generalidades

Usamos el término *pilote perforado* para un agujero barrenado o excavado hasta el fondo de la cimentación de una estructura que luego se llena con concreto, se caracteriza por tener un diámetro aproximado de 2.5 pies ( $\approx 750$  mm) o mayor. A veces el diámetro es tan pequeño como 1 pie ( $\approx 305$  mm).

El uso de cimentaciones con pilotes perforados tiene varias ventajas:

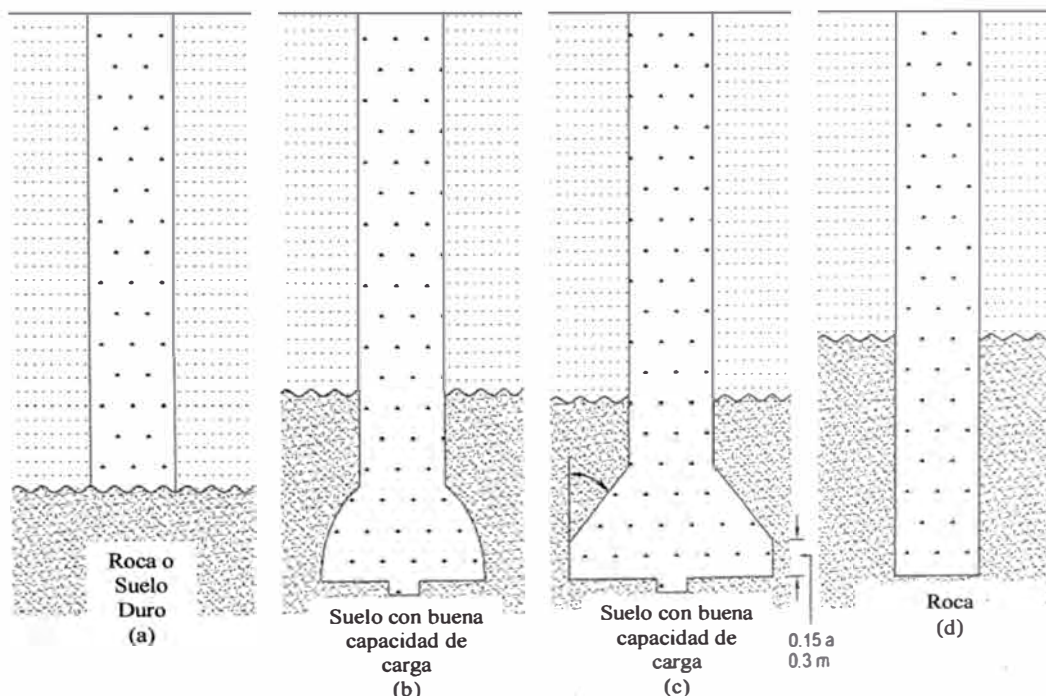
- ✓ La construcción de pilotes perforados en depósitos de arena densa y grava es más fácil que hincar pilotes.
- ✓ Se usa un solo pilote perforado en vez de un grupo de pilotes con capuchón.
- ✓ Los pilotes perforados se construyen antes de terminar las operaciones de nivelación.



- ✓ Se evita el empleo de martillos de hincado, que ocasionan ruido y dañan las estructuras vecinas.
- ✓ Los pilotes perforados tienen alta resistencia a cargas laterales.
- ✓ Se emplea equipo ligero en la construcción.

Existen varias desventajas en el uso de pilotes perforados. La operación de concretado puede demorarse por mal tiempo y siempre requiere de una cuidadosa supervisión. Pueden producirse deformaciones en el terreno y daño a las estructuras vecinas.

Los pilotes perforados se clasifican de acuerdo con la manera en que se diseñan para transferir la carga estructural al subsuelo. La figura 5.1a muestra un pilote perforado *recto*, extendido a través de la capa superior de suelo pobre y su punta sobre un estrato de suelo o roca con capacidad de carga. Un *pilote acampanado* (figura 5.1b y c) consiste en un pilote recto con una campana en el fondo que descansa sobre un suelo resistente. La campana se construye con forma de domo (figura 10.1c) o de escarpio.



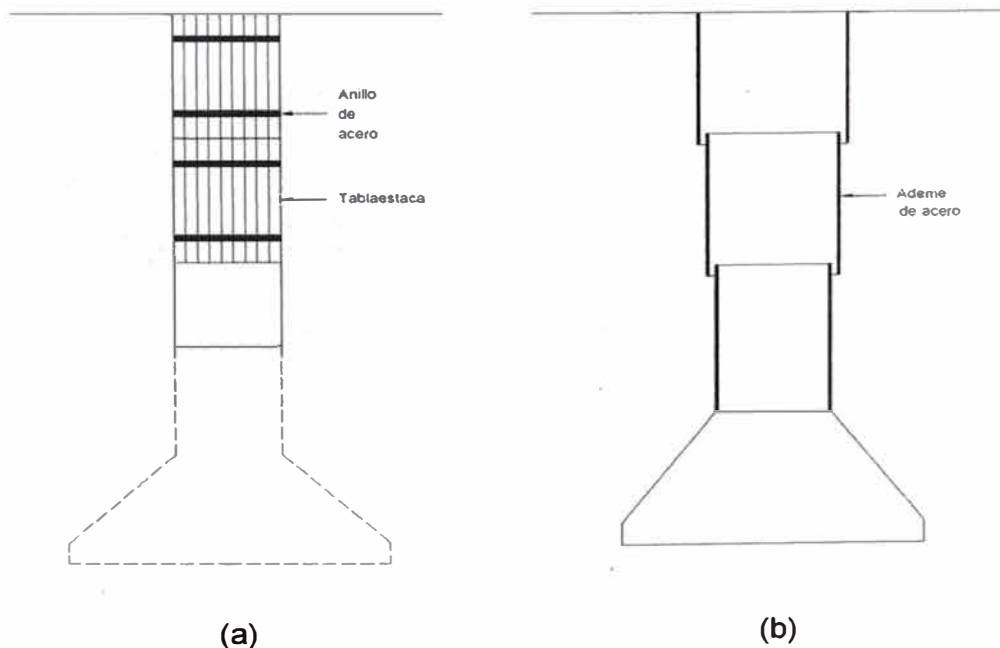
**Figura 5.1** Tipos de pilotes perforados: (a) pilote recto; (b) y (c) pilote acampanado; (d) pilote recto empotrado en roca

Para campanas de escarpio, las herramientas o cortadores comercialmente disponibles forman ángulos de  $30^\circ$  a  $45^\circ$  con la vertical. Para la mayoría de los pilotes perforados construidos en Estados Unidos, la capacidad total de carga se asigna solamente a la carga por punta, sin embargo, bajo ciertas circunstancias también se considera la resistencia por fricción. En Europa siempre se consideran ambas contribuciones.

Los pilotes también se extienden hasta un estrato de roca (figura 5.1d). En el cálculo de la capacidad de carga de tales pilotes, el esfuerzo cortante y el de carga desarrollados a lo largo del perímetro del pilote y en la interfaz con la roca deben tomarse en consideración.

### Procedimientos de Construcción

Uno de los métodos más viejos de construcción de pilotes perforados es el método *Chicago* (figura 5.2a). Para éste, se excavan manualmente agujeros circulares con diámetro de 3.5 pies (1.1 m) o mayores a profundidades de 2-6 pies (0.6 – 0.8 m). Los lados del agujero excavado se forran entonces con tabloncillos verticales, mantenidos firmemente en su posición por dos anillos circulares de acero. Después de colocar los anillos de excavación se continúa por otros 2-6



**Figura 5.2** (a) Método Chicago para la construcción de pilotes perforados; (b) método de Gow para la construcción de pilotes perforados.

pies (0.6 – 1.8 M). Cuando se alcanza la profundidad deseada, se procede a excavar la campana. Cuando se termina la excavación, el agujero se rellena con concreto.

En el método Gow de construcción (figura 5.2b) el agujero se excava a mano. Forros metálicos telescópicos se usan para mantener el barreno. Los forros son retirados uno a la vez conforme avanza el colado. El diámetro mínimo de una pilote perforado Gow es de aproximadamente 4 pies (1.22 m). Cualquier sección del forro es aproximadamente 2 pulgs (50 mm) menor en diámetro que la sección inmediatamente arriba de ella. Pilotes de hasta 100 pies (30m) se logran con este método.

La mayor parte de las excavaciones se hace ahora mecánicamente y no a mano. Las barrenas helicoidales son herramientas comunes de excavación, que tienen bordes o dientes cortantes. Aquellas con bordes cortantes se usan principalmente para perforar suelos blandos y homogéneos; aquellas con dientes cortantes se usan en suelos o lechos duros. La barrena se conecta a una flecha cuadrada llamada *Kelly* que se hinca en el suelo y se hace girar. Cuando la hélice está llena con suelo, la barrena se levanta por arriba de la superficie del terreno y el suelo se descarga haciendo girar la barrena a alta velocidad. Esas barrenas se consiguen en varios diámetros; a veces son tan grandes como 10 pies (3 m) o mayores.



(a)

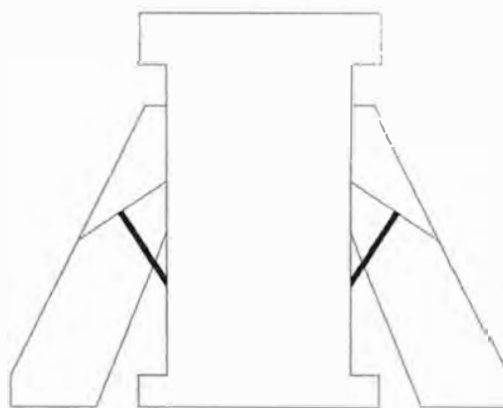


(b)

**Figura 5.3** Barrenas helicoidales. (a) Bordes cortantes. (b) Dientes cortantes

Cuando la excavación se extiende hasta el nivel del estrato de carga, la barrena se reemplaza, en caso necesario, por herramientas ensanchadoras para formar la campana.

Un trépano ensanchador consiste esencialmente en un cilindro con dos hojas cortadoras articuladas a la parte superior del cilindro (figura 5.4). Cuando el trépano se baja en el agujero, las hojas cortadoras permanecen plegadas dentro del cilindro. Cuando se alcanza el fondo del agujero, las hojas se despliegan hacia fuera y se hace girar el trépano. El suelo suelto cae dentro del cilindro que es elevado y vaciado periódicamente hasta que se termina de formar la campana. La mayoría de los trépanos llegan a cortar campanas con diámetros tan grandes como tres veces el diámetro de la flecha.

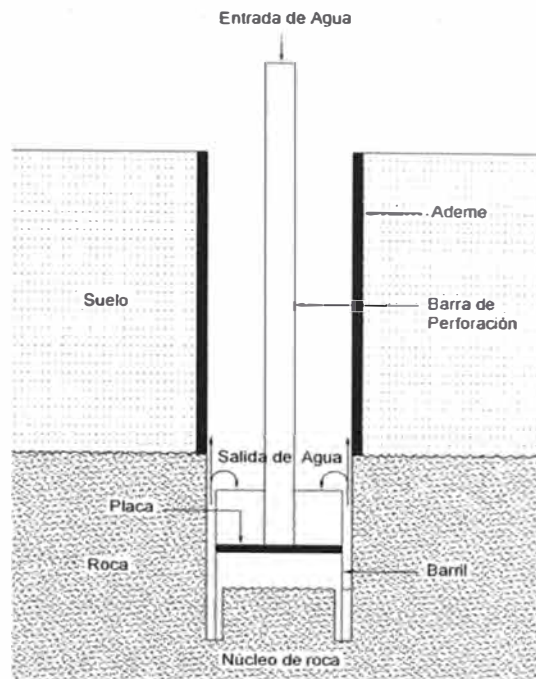


**Figura 5.4** Trépano ensanchador

Otro dispositivo cortador muy común es el *taladro tipo cucharón*. Se trata esencialmente de un cucharón con una abertura y bordes cortantes en el fondo. EL cucharón se une al Kelly y se hace girar. El suelo suelto se recoge en el cucharón que es elevado y vaciado periódicamente. Agujeros de hasta 16 o 18 pies (5 - 5.5 m) de diámetro se perforan con este tipo de equipo.

Cuando se encuentra roca durante la perforación, se usan barriles de extracción con *dientes de carbono de tungsteno*. Los *barriles de granalla* también se usan para perforar en roca muy dura. El principio de extracción de roca por medio de un barril de granalla se muestra en la figura 5.5. El vástago de perforación se conecta a la placa del barril de granalla. El cual se tiene algunas ranuras a través de las cuales se suministran granallas de acero al fondo del agujero perforado.

Las granallas cortan la roca cuando el barril es girado. A través del vástago se suministra agua al agujero perforado. Las partículas finas de roca y acero (producidas por el molido de las granallas) son lavadas hacia arriba y se asientan en la parte superior del barril.



**Figura 5.5** Diagrama esquemático de un barril de granalla

La *máquina Benoto* es otro tipo de equipo perforador generalmente usado cuando las condiciones de perforado son difíciles y se encuentran muchos boleos en el suelo. Consiste esencialmente en un tubo de acero que oscila y se empuja en el suelo. Una herramienta llamada *cuchara perforadora*, provista con hojas y quijadas cortadoras, se usa para romper el suelo y la roca dentro del tubo y luego retirarlos.

### Uso de ademes y lodos de perforación

Los agujeros hechos en suelos gravosos y arenosos tienden a desplomarse. La excavación de agujeros para pilotes perforados en esos suelos debe continuarse usando ademes conforme avanza la perforación o bien usando *lodo de perforación*.



### Inspección del fondo del agujero

En algunas ocasiones, el fondo del agujero debe inspeccionarse para tener la seguridad de que el estrato de apoyo es como se anticipó y que la campana está apropiadamente construida. Por esas razones, un inspector debe descender al fondo del agujero. Varias medidas de seguridad deben observarse durante este procedimiento:

- ✓ Si no se tiene aún un ademe en el agujero, el inspector debe ser bajado por grúa para impedir que el agujero y la campana se desplomen.
- ✓ Debe revisarse que el agujero no contenga gases explosivos o venenosos, lo que se hace usando una lámpara de seguridad de minero.
- ✓ El inspector debe vestir un arnés de seguridad.
- ✓ El inspector debe portar también un lámpara de seguridad y un tanque de aire.

### Consideraciones de diseño

Para pilotes perforados con refuerzo nominal, la mayoría de los reglamentos de construcción sugieren usar una resistencia de diseño para el concreto  $f_c$  del orden de  $f'_c / 4$ . Para el diámetro mínimo del pilote se tiene entonces

$$f_c = 0.25 f'_c = \frac{Q_w}{A_{gs}} = \frac{Q_w}{\frac{\pi}{4} D_s^2}$$

o

$$D_s = \sqrt{\frac{Q_w}{\left(\frac{\pi}{4}\right)(0.25)f'_c}} = 2.257 \sqrt{\frac{Q_w}{f'_c}} \quad (5.1)$$

- donde
- $D_s$  = diámetro del pilote
  - $f'_c$  = resistencia a los 28 días del concreto
  - $Q_w$  = carga de trabajo del pilote perforado
  - $A_{gs}$  = área total de la sección transversal del pilote

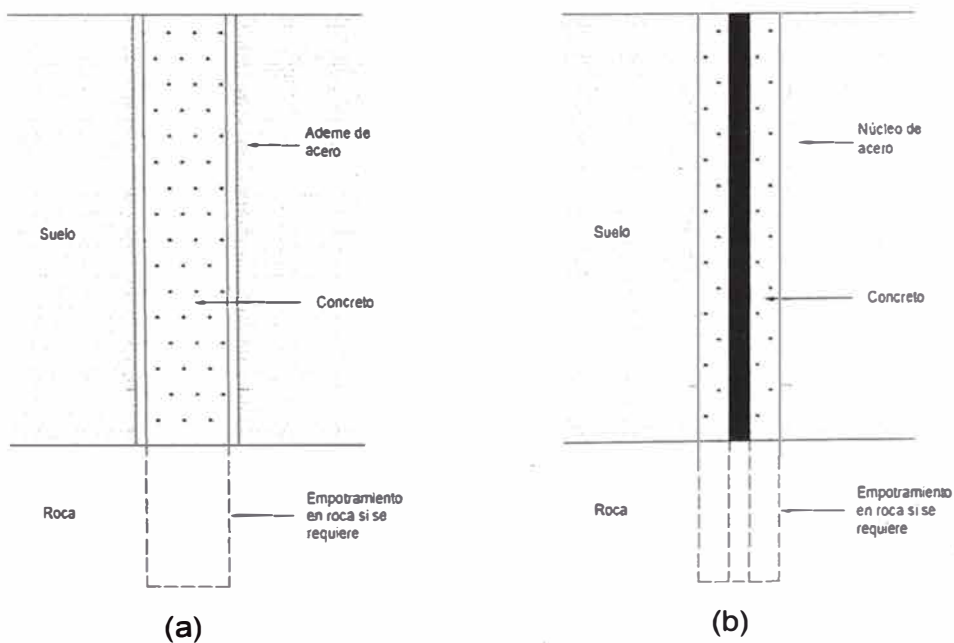
Dependiendo de las condiciones de carga, el porcentaje de refuerzo es a veces muy alto. En ese caso, se considera el uso de *una sola sección laminada de acero* en el centro del pilote (figura 5.6b). En ese caso,

$$Q_w = (A_{gs} - A_s)f_c + A_s f_s \quad (5.2)$$

donde  $A_s$  = área de la sección de acero  
 $f_s$  = resistencia permisible del acero  $\approx 0.5\sigma_{cedencia}$

Cuando se usa un ademado permanente de acero para la construcción en vez de una sección laminada central de acero (figura 5.5a), se usa la ecuación (5.2). Sin embargo,  $f_s$  para el acero debe ser del orden de  $0.4f_s$ .

Si los pilotes van a ser sometidos a cargas de tensión, el refuerzo debe estar presente sobre toda la longitud del pilote.



**Figura 5.6** Pilotes perforados con (a) ademe de acero y (b) núcleo central de acero

### Diseño de la mezcla de concreto

El diseño de mezclas de concreto para pilotes perforados no es muy diferente del usado para otras estructuras de concreto, cuando se usa una parrilla de refuerzo, debe tomarse en cuenta que el concreto fluya a través del refuerzo. En la mayoría de los casos, un revenimiento del concreto de aproximadamente 6 pulgs (150 mm) se considera satisfactorio. El tamaño máximo de los agregados debe limitarse a aproximadamente 0.75 pulg (20 mm).

### ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA

La capacidad última de carga de un pilote perforado (figura 5.7) es:

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad (5.3)$$

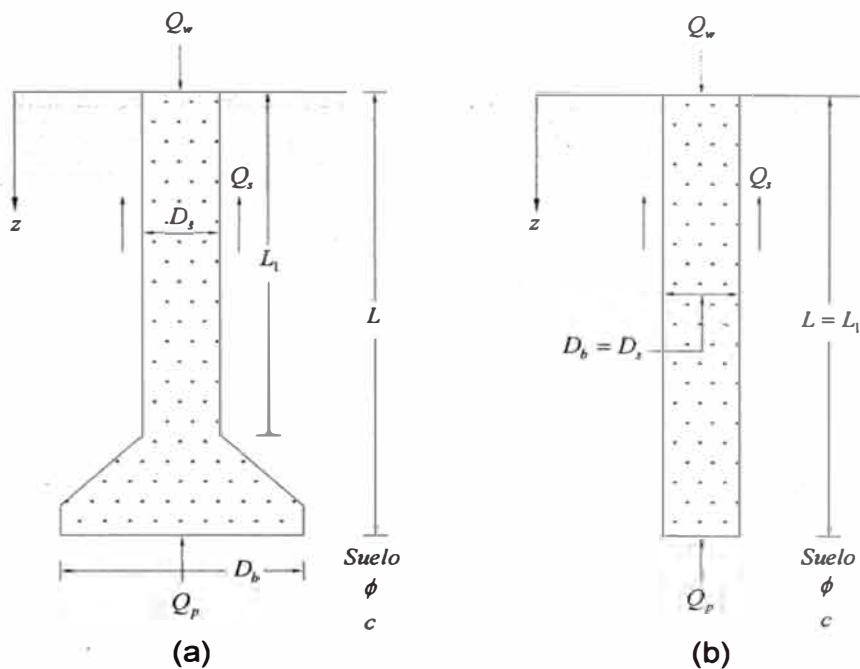
- Donde
- $Q_u$  = carga última
  - $Q_p$  = capacidad última de carga en la base
  - $Q_s$  = resistencia por fricción (superficial)

La ecuación para la carga última en la base es similar a la de cimentaciones superficiales.

$$Q_p = A_p (cN_c^* + q'N_q^* + 0.3\gamma D_b N_\gamma^*) \quad (5.4)$$

- Donde
- $N_c^*, N_q^*, N_\gamma^*$  = factores de capacidad de carga
  - $q'$  = esfuerzo vertical efectivo al nivel del fondo del Pilote
  - $D_b$  = diámetro de la base
  - $A_p$  = área de la base





**Figura 5.7** Capacidad última de carga de pilotes perforados: (a) con campana (b) pilote recto

En la mayoría de los casos, el último término (que contiene a  $N_\gamma^*$ ) es despreciado excepto para las pilotes perforados relativamente cortos, por lo que

$$Q_p = A_p (cN_c^* + q'N_q^*) \quad (5.5)$$

La capacidad neta de carga en la base (es decir, la carga total menos el peso del pilote) es aproximada a

$$Q_{p(neta)} = A_p (cN_c^* + q'N_q^* - q') = A_p [cN_c^* + q'(N_q^* - 1)] \quad (5.6)$$

La expresión para la resistencia por fricción o superficial  $Q_s$ , es similar a la de los pilotes hincados:

$$Q_s = \int_0^{L_1} p f dz \quad (5.7)$$

Donde  $p$  = perímetro del fuste =  $\pi D_s$   
 $f$  = resistencia unitaria por fricción (o superficial)

## 5.2.2 CAPACIDAD DE CARGA DE PILOTES PERFORADOS EN ARENA

### CAPACIDAD ÚLTIMA DE CARGA EN LA BASE

Para pilotes perforados en arena,  $c=0$  y por consiguiente la Ec. (5.6) se simplifica a

$$Q_{p(neta)} = A_p q' (N_q^* - 1) \quad (5.8)$$

La determinación de  $N_q^*$  es siempre un problema en cimentaciones profundas, como en el caso de los pilotes. Es conveniente diferenciar entre pilotes perforados y pilotes hincados. Para condiciones iniciales similares del suelo, el valor real de  $N_q^*$  debe ser considerablemente menor para pilotes perforados y colocadas *in situ* que para pilotes hincados. Vesic (1967) comparó los resultados teóricos obtenidos por varios investigadores relativos a la variación de  $N_q^*$  con el ángulo de fricción del suelo. Entre esos investigadores se cuentan DeBeer, Meyerhof, Hansen, Vesic y Terzaghi. Los valores de  $N_q^*$  dados por Vesic (1963) son aproximadamente el límite inferior y por tanto son los usados en este informe (ver figura 5.8). También usamos la siguiente ecuación para calcular la carga última de punta  $Q_p$ .

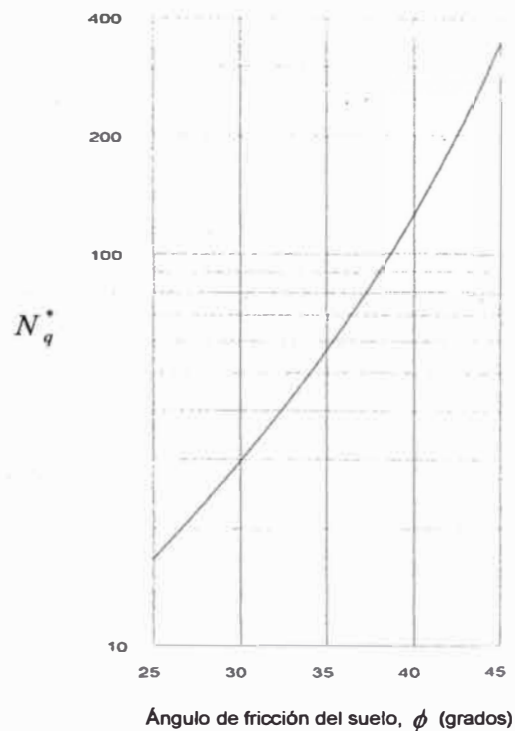
$$Q_{p(neta)} = A_p (\sigma'_0 N_{\sigma}^* - q')$$

donde  $\sigma'_0 = [(1 + 2K_0)/3]q'$

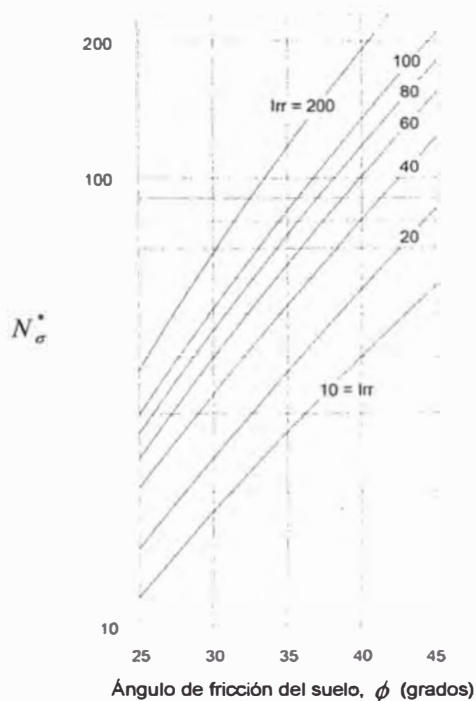
o

$$Q_{p(neta)} = A_p \left[ \frac{1 + 2K_0}{3} N_{\sigma}^* - 1 \right] q' \quad (5.9)$$

Los valores  $N_{\sigma}^*$  están graficados en la figura 5.9.



**Figura 5.8** Factor  $N_q^*$  de capacidad de carga de Vesic



**Figura 5.9** Gráfica del factor  $N_\sigma^*$  de capacidad de carga de Vesic

De acuerdo con la teoría de Vesic,

$$N_{\sigma}^* = f(I_{rr}) \quad (5.9.a)$$

donde:  $I_{rr}$  = índice de rigidez reducida para el suelo

Sin embargo,

$$I_{rr} = \frac{I_r}{1 + I_r \Delta} \quad (5.9.b)$$

donde

$$I_r = \text{índice de rigidez del suelo} = \frac{E_s}{2(1 + \mu_s)(c + q' \tan \phi)} = \frac{G_s}{c + q' \tan \phi} \quad (5.9.c)$$

$E_s$  = módulo de elasticidad del suelo

$\mu_s$  = relación de Poisson del suelo

$G_s$  = módulo cortante del suelo

$\Delta$  = deformación unitaria promedio en la zona plástica debajo de la punta del pilote

Para condiciones sin cambio de volumen (arena densa o arcilla saturada),  $\Delta = 0$ , por lo que

$$I_{rr} = I_r \quad (5.9.d)$$

Los valores de  $I_r$  se logran de pruebas de laboratorio de consolidación y triaxiales correspondientes a los niveles apropiados de esfuerzo. Sin embargo, para uso preliminar, se recomiendan los siguientes valores.

Tipo de Suelo	$I_r$
Arena	70 - 150
Limos y arcillas (condición drenada)	50 - 100
Arcillas (condición no drenada)	100 - 200

## RESISTENCIA POR FRICCIÓN SUPERFICIAL

La resistencia por fricción bajo carga última,  $Q_s$ , desarrollada en un pilote perforado se calcula con la relación dada en la ecuación (5.7), en la que

$$p = \text{perímetro del fuste} = \pi D_s$$

$$f = \text{resistencia unitaria por fricción (o superficial)} = K\sigma'_v \tan \delta \quad (5.10)$$

donde

$$K = \text{Coeficiente de presión de tierra} = K_0 = 1 - \text{sen} \phi$$

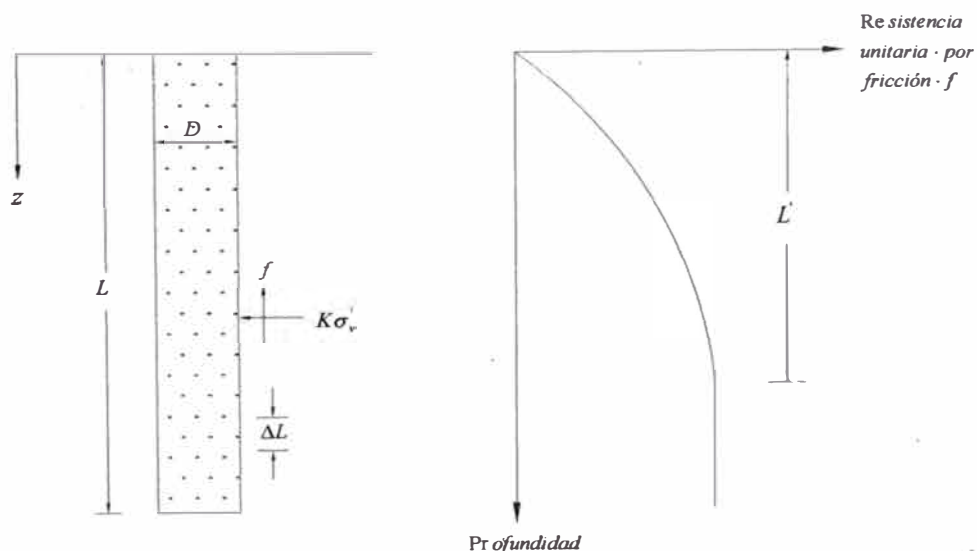
$$\sigma'_v = \text{esfuerzo vertical efectivo a cualquier profundidad } z$$

$$\delta = \text{ángulo de fricción entre el suelo y el pilote}$$

Entonces

$$Q_s = \int_0^{L'} p f dz = \pi D_s (1 - \text{sen} \phi) \int_0^{L'} \sigma'_v \tan \delta dz \quad (5.11)$$

El valor de  $\sigma'_v$  crecerá hasta una profundidad de aproximadamente  $15D_s$  y permanecerá luego constante, como muestra la figura 5.10.



**Figura 5.10** Resistencia por fricción unitaria para pilotes en arena

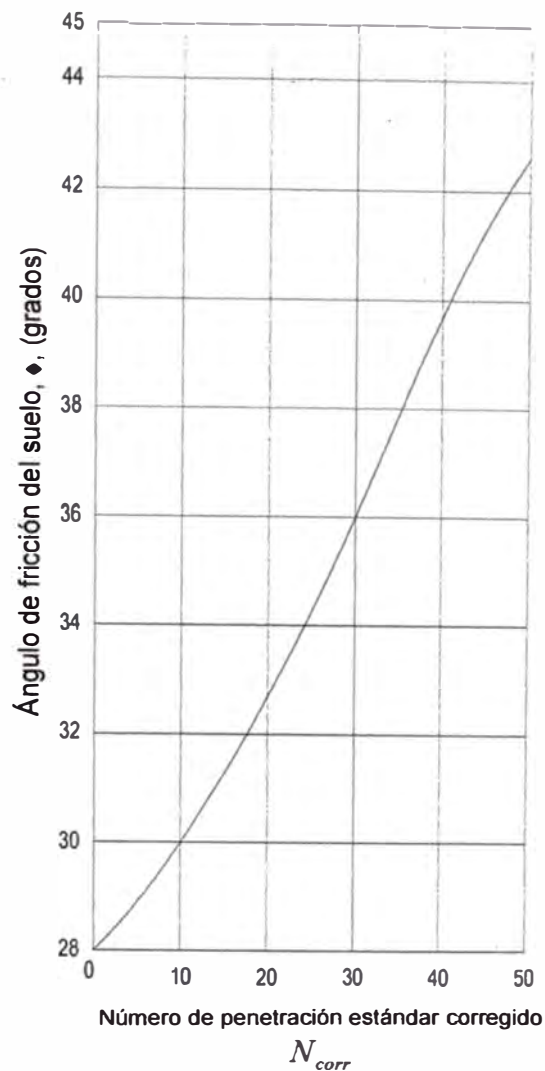
## CARGA ADMISIBLE NETA

Un factor apropiado de seguridad debe aplicarse a la carga última para obtener la carga admisible neta, o

$$Q_{adm(neta)} = \frac{Q_{p(neta)} + Q_s}{FS} \quad (5.12)$$

Una estimación confiable del ángulo,  $\phi$ , de fricción del suelo se hace para obtener la resistencia neta,  $Q_{p(neta)}$ , de la base. La figura 5.11 muestra una correlación conservadora entre el ángulo de fricción del suelo y los números de resistencia a la penetración estándar corregidos correspondientes en suelos granulares. Sin embargo, esos ángulos de fricción son válidos sólo para presiones de bajo confinamiento. Con altas presiones de confinamiento, que ocurren en el caso de cimentaciones profundas,  $\phi$  decrece considerablemente para arenas medias a densas. Este decremento afecta el valor de  $N_q^*$  o  $N_\sigma^*$  (y  $I_{rr}$ ) por usarse en la estimación de  $Q_{p(neta)}$ . Por ejemplo, Vesic (1977) mostró que, para arena del río Chattahoochee con una densidad relativa de aproximadamente 80% el ángulo triaxial de fricción es aproximadamente de  $45^\circ$  para una presión de confinamiento de 10 lb/pulg<sup>2</sup> (70 kN/m<sup>2</sup>). Sin embargo, para una presión de confinamiento de 1500 lb/pulg<sup>2</sup> (10.35 MN/m<sup>2</sup>), el ángulo de fricción es de aproximadamente  $32.5^\circ$ , que resultará ultimadamente en un decremento de diez veces para el valor de  $N_q^*$  o  $N_\sigma^*$ . Entonces, para condiciones generales de trabajo en pilotes perforados, el ángulo de fricción estimado con la figura 5.11 debe reducirse aproximadamente entre 10% y 15%. En general, los valores experimentales que se tienen muestran el siguiente rango de  $N_q^*$  para pilotes perforados estándar (o pilotes colados *in situ*).

Tipo de Arena	Compacidad relativa de la arena	Rango de N
Suelta	40 o menos	10-20
Media	40-60	25-40
Densa	60-80	30-50
Muy Densa	> 80	75-90



**Figura 5.11** Correlación del número de penetración estándar corregido con el ángulo de fricción del suelo

### CAPACIDAD DE CARGA DE GRUPOS DE PILOTES

En pilotes excavados, la acción de excavación reduce la compactación, por lo que el factor de eficiencia de grupo es difícil que sea mayor que la unidad. En diseño se usa un *factor de eficiencia de grupo de 1* para todo tipo de pilotes en suelo granular. Esto significa que se ignora el efecto de grupo al predecir la capacidad portante.

### 5.2.3 RESULTADOS DE LA MEMORIA DE CÁLCULO

Para el modelo geotécnico de cálculo se ha considerado dos estratos según los resultados de las prospecciones. El primero conformado predominantemente por arenas y limos, varía aproximadamente desde la cota relativa 26 m hasta la cota relativa 06 m de profundidad, y el segundo estrato está conformado por la roca blanda denominada arenisca, que varía a partir de la cota relativa 06 m, tal como se representa en el Plano de Perfil Estratigráfico. Para estos dos estratos se ha considerado las propiedades determinadas en el Capítulo 4.

Según el estudio de Hidráulica e hidrología se considera una socavación crítica de 10 m de profundidad y nivel freático superficial.

Tomando estas consideraciones se ha procedido a calcular la capacidad de carga de los pilotes perforados, que serán ubicados en el actual estribo izquierdo y en el estribo izquierdo proyectado. El factor de eficiencia de grupo para pilotes excavados se considera igual a 1, y el factor de seguridad (FS) aplicado a la carga última para obtener la capacidad admisible se considera igual a 2.5.

De la memoria de cálculo (Anexo - I) se tiene el siguiente resultado de la Capacidad admisible de carga.

Diámetro (m)	Qp (ton)	Qs (ton)	Qu (ton)	Qadm (ton)
0.80	480	68	548	219
1.00	749	85	834	334
1.20	1080	92	1172	469



## 5.3 CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO

### 5.3.1 ASENTAMIENTO DE PILOTES PERFORADOS BAJO CARGA DE TRABAJO

El asentamiento de pilotes perforados bajo carga de trabajo se calcula de manera similar a la de pilotes hincados. En muchos casos, la carga tomada por la resistencia del fuste es pequeña comparada con la tomada en la base. En tales casos, la contribución de  $s_3$  es despreciada.

El asentamiento de un pilote perforado de trabajo vertical,  $Q_w$ , es causado por tres factores:

$$s = s_1 + s_2 + s_3 \quad (5.13)$$

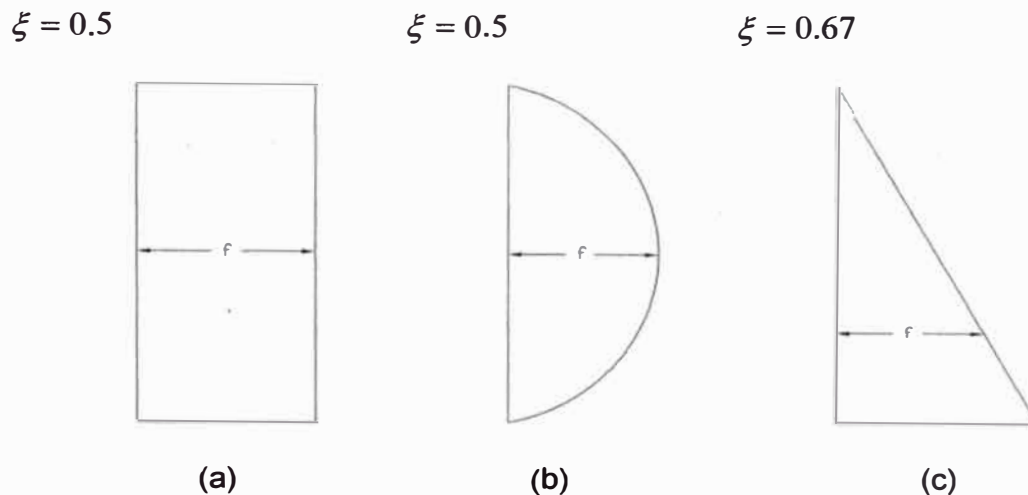
- donde
- $s$  = asentamiento total del pilote
  - $s_1$  = asentamiento elástico del pilote
  - $s_2$  = asentamiento del pilote causado por la carga en la punta del pilote
  - $s_3$  = asentamiento del pilote causado por la carga transmitida a lo largo del fuste

Si el material del pilote se supone elástico, la deformación del fuste se evalúa usando los principios fundamentales de la mecánica de materiales:

$$s_1 = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p E_p} \quad (5.14)$$

- donde
- $Q_{wp}$  = carga en la punta del pilote bajo condición de carga de trabajo
  - $Q_{ws}$  = carga por 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  $\xi$  dependerá de la distribución de la resistencia por fricción (superficial) unitaria a lo largo del fuste. Si la distribución de  $f$  es uniforme o parabólica, como muestran las figuras 5.12a y 5.12b,  $\xi=0.5$ . Sin embargo, para una distribución triangular  $f$  (figura 5.12c), la magnitud de  $\xi$  es aproximadamente de 0.67 (Vesic, 1977).



**Figura 5.12** Varios tipos de distribución de la resistencia por fricción (superficial) unitaria a lo largo del fuste del pilote

El asentamiento de un pilote causado por la carga en la punta se expresa en forma similar a la de cimentaciones superficiales.

$$s_2 = \frac{q_{up} D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp} \quad (5.15)$$

- donde
- D = ancho o diámetro del pilote
  - $q_{up}$  = carga puntual por área unitaria en la punta del pilote  
 $q_{up} = Q_{wp} / A_p$
  - $E_s$  = módulo de elasticidad del suelo en o bajo la punta del Pilote
  - $\mu_s$  = relación de Poisson del suelo
  - $I_{wp}$  = factor de influencia  $\approx 0.85$

Vesic (1977) también propuso un método semiempírico para obtener la magnitud del asentamiento,  $s_2$ :

$$s_2 = \frac{Q_{wp} C_p}{Dq_p} \quad (5.16)$$

donde  $q_p$  = resistencia última en la punta del pilote  
 $C_p$  = coeficiente empírico

Valores representativos de de  $C_p$  para varios suelos se dan en la tabla 5.1.

El asentamiento de un pilote causado por la carga llevada por el fuste se da por una relación similar a la Ecuación (5.15), o

$$s_3 = \left( \frac{Q_{ws}}{pL} \right) \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{ws} \quad (5.17)$$

donde  $p$  = perímetro del pilote  
 $L$  = longitud empotrada del pilote  
 $I_{ws}$  = factor de influencia

**Tabla 5.1** Valores típicos de  $C_p$

Tipo de suelo	Pilote hincado	Pilote perforado
Arena (densa a suelta)	0.02 - 0.04	0.09 - 0.018
Arcilla (firme a blanda)	0.02 - 0.03	0.03 - 0.06
Limo (denso a suelto)	0.03 - 0.05	0.09 - 0.12

Note que el término  $\frac{Q_{ws}}{pL}$  en la ecuación (5.17) es el valor promedio de  $f$  a lo largo del fuste del pilote. El factor de influencia,  $I_{ws}$ , tiene una relación empírica simple (Vesic 1977):

$$I_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{\frac{L}{D}} \quad (5.18)$$

Vesic también propuso una relación empírica simple similar a la ecuación (5.16) para obtener  $s_3$ :

$$s_3 = \frac{Q_{ws} C_s}{L q_p} \quad (5.19)$$

donde  $C_s = \text{constante empírica} = (0.93 + 0.16 \sqrt{L/D}) C_p$  (5.20)

Los valores de  $C_p$  por usarse en la ecuación (5.19) se obtienen en la tabla 5.1.

Mediante el método empírico de Vesic (1970) es posible calcular el asentamiento total del pilote.

$$S_t = \frac{D}{100} + \frac{(Q_{va} L)}{A_p E_p} \quad (5.21)$$

- donde:
- $S_t$  = asentamiento total del pilote
  - $D$  = diámetro del pilote
  - $Q_{va}$  = carga aplicada al pilote
  - $A_p$  = área de la sección transversal del pilote
  - $L$  = longitud del pilote
  - $E_p$  = Módulo de elasticidad del Pilote

Sharma y Joshi (1988) usaron las ecuaciones (5.13), (5.14), (5.16) y (5.19) para estimar el asentamiento de los pilotes de concreto en arena, y las compararon con los valores observados en campo. Para esos cálculos usaron:  $\xi = 0.5$  y  $0.67$ ,  $C_p = 0.02$  y  $C_s = 0.02$ . La tabla 5.2 muestra la comparación de los valores estimados y observados del asentamiento.

**Tabla 5.2** Comparación de valores observados y estimados del asentamiento de dos pilotes de concreto

Pilote	Carga sobre pilote (kN)	s medido (mm)	s calculado	
			$\xi = 0.5$	$\xi = 0.67$
TP-1	694	1.08	1.456	1.571
	1388	2.91	3.350	3.550
	2776	6.67	7.195	7.535
	4448	13.41	11.670	13.651
TP-2	694	0.65	1.467	1.610
	1388	2.11	3.118	3.387
	2776	6.72	6.889	7.365

### ASENTAMIENTO DE UN PILOTE INDIVIDUAL EN ARENA O GRAVA

En pilotes excavados o pilotes hincados en suelo granular suelto, el asentamiento puede ser significativo, pero no existen métodos aceptados de predecir asentamientos con exactitud. Como una aproximación gruesa, el desplazamiento vertical de un pilote puede estimarse como una carga puntual en la base del pilote.

Sin embargo el único método confiable para obtener la deformación de un pilote en un suelo granular es ejecutar un ensayo de carga.

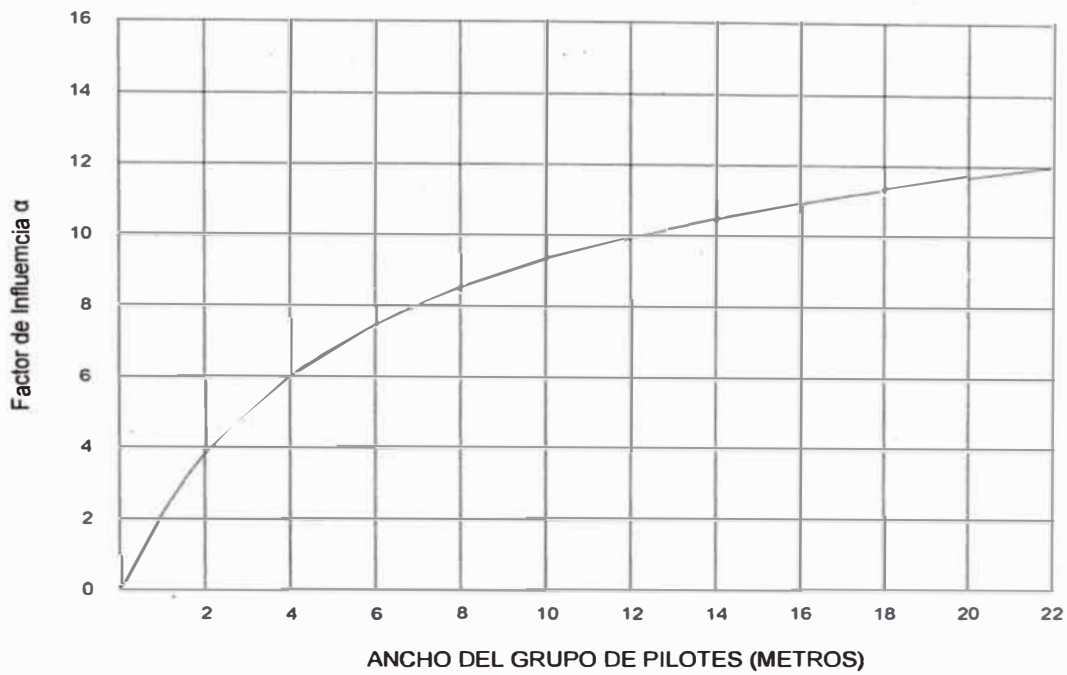
### ASENTAMIENTO DE UN GRUPO DE PILOTES EN ARENA O GRAVA

#### Método de Skempton

Una aproximación al asentamiento de un grupo de pilotes en suelo granular en base al asentamiento de un pilote individual puede obtenerse de la figura 5.13 donde

$$S_G = \alpha \cdot S_i \quad (5.22)$$

Donde  $S_G$  = asentamiento del grupo de pilotes  
 $S_i$  = asentamiento de un pilote individual  
 $\alpha$  = factor de influencia (Ver figura 5.13)



**Figura 5.13** Relación del asentamiento del grupo de pilotes al asentamiento de un pilote

### Método de Vesic

$$S_G = S_t \sqrt{\frac{b}{D}} \quad (5.23)$$

donde

- $S_G$  = asentamiento del grupo de pilotes
- $S_t$  = asentamiento de un pilote
- $b$  = ancho del grupo de pilotes
- $D$  = diámetro del pilote

## CAPÍTULO VI

### VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE

#### PRUEBAS DE CARGA DINÁMICA

El ensayo dinámico tiene por objetivo principal determinar la capacidad de ruptura de la interacción entre el pilote y el suelo, para esfuerzos estáticos axiales. Este difiere de las tradicionales pruebas de carga estáticas por el hecho de que la carga es aplicada dinámicamente, a través de golpes de un sistema de percusión adecuado. La medición se hace por medio de la instalación de sensores en el fuste, en una sección situada por lo menos dos veces el diámetro del pilote debajo de su cabeza. Las señales de los sensores son enviadas por el cable al equipo *Pile Driver Analyzer* (PDA), donde son almacenadas y procesadas.

#### 5.1 MARCO TEÓRICO

El Ensayo Dinámico es basado en la teoría de la onda. Hace mucho tiempo se sabe que una onda de tensión es generada cuando se le aplica un golpe a un pilote. Esa onda recorre el pilote con una velocidad fija, dependiente apenas de las características del material. Sin embargo, el inicio de la aplicación de esa teoría en la práctica data solamente de la década de 1960, con el progreso de los computadores y de la electrónica. El trabajo de E.A. Smith (1960) fue la primera solución de la ecuación de la onda usando computadores. Las investigaciones que resultaron en el desarrollo del PDA y del método de ensayo dinámico empezaron en el final de los años 60, comandadas por el profesor George G. Goble, en la Universidad Case Western, EUA.

#### 5.2 INSTRUMENTACIÓN

Son usados dos pares de sensores como los mostrados en la figura 6.1. El sensor de la derecha es un transductor de deformación específica, que genera una tensión proporcional a la deformación sufrida por el material del pilote

durante el golpe. El sensor de la izquierda es un acelerómetro, que genera una tensión proporcional a la aceleración de las partículas del pilote.

La señal de cada uno de los transductores de deformación es multiplicada por el módulo de elasticidad del material del pilote y por el área de sección en la región de los sensores, para la obtención de la evolución de la fuerza respecto al tiempo. Por ello esos transductores suelen ser llamados de sensores de fuerza. El PDA saca el promedio de las dos señales de fuerza así obtenidos, a fin de detectar y compensar los efectos de la excentricidad del golpe.

La señal de cada uno de los acelerómetros es integrada, para obtención de la evolución de la velocidad de desplazamiento de la partícula con el tiempo. Por ello esos transductores a veces son llamados sensores de velocidad. De la misma forma que las señales de fuerza, el PDA también trabaja con el promedio de las dos señales de velocidad.



**Figura 6.1** Sensores utilizados en una prueba de carga dinámica

### 5.3 RESULTADOS QUE SE OBTIENEN

Mediante esta prueba se pretende conocer la capacidad última del pilote y la curva carga-asiento en condiciones dinámicas, habiéndose conseguido ambos objetivos de manera más rápida y económica que mediante una prueba estática de carga.



Para dar el impacto al pilote se tiene una masa de impacto y un dispositivo de guiado que permite alturas de caída de la masa de hasta 2 m.

Se puede utilizar un equipo de ensayos PDA para la toma de datos de la onda de fuerza y de velocidad en la cabeza del pilote en cada uno de los impactos realizados, según norma ASTM D 4945.

El análisis de los datos obtenidos se realiza utilizando el programa informático CAPWAP, que hace una modelización del suelo y del pilote y simula el comportamiento del conjunto durante el impacto. Mediante procesos de iteración numérica va asignando parámetros al modelo hasta que se obtienen unas curvas de fuerza y velocidad muy similares a las realmente medidas en la prueba en obra. Una vez ajustados los parámetros del modelo de esta forma, se calculan las resistencias por punta y por fuste, obteniéndose también curvas carga-asiento del pilote en régimen estático.

El principal objetivo del Ensayo Dinámico es obtener la capacidad de ruptura del suelo. Sin embargo, paralelamente muchos otros datos pueden ser obtenidos por el ensayo. Algunos de los más importantes son:

- Tensiones máximas de compresión y de tracción en el material del pilote durante los golpes.
- Nivel de flexión sufrido por el pilote durante el golpe.
- Informaciones sobre la integridad del pilote, incluso la localización de eventual daño y estimativa de su intensidad.
- Energía efectivamente trasferida para el pilote, permitiendo estimar la eficiencia del sistema de hinca.
- Desplazamiento máximo del pilote durante el golpe.
- Velocidad de aplicación de los golpes y estimativa de altura de caída para martillos Diesel simple acción.
- A través del análisis CAPWAP es posible separarse la parcela de resistencia debida a fricción de la resistencia de punta, y determinar la distribución de fricción a lo largo del fuste. Ese análisis, generalmente hecho posteriormente en gabinete a partir de los datos almacenados por el PDA, permite también obtener otros datos de interés, como el límite de deformación elástica del suelo.

### 5.3 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN ENSAYO EN PILOTES PERFORADOS

En pilotes moldados "in situ", es recomendable hacer una preparación previa, la que consiste en la ejecución de un cabezal de hormigón para recibir los impactos. Los sensores deben ser instalados preferentemente en el fuste del pilote, y no en el cabezal. Los golpes son aplicados por cualquier sistema capaz de liberar un peso en caída libre. Debe usarse madera contrachapada, a veces encimadas por una chapa metálica, para amortiguamiento de los golpes.



**Figura 6.2** Equipo para pruebas de carga dinámica en pilotes excavados

## CONCLUSIONES

En base a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio y del análisis de la cimentación se puede concluir lo siguiente:

- ✓ El entorno al puente Reque (Carretera Panamericana Norte Km. 772 + 830) presenta clima de calor intenso en el día que disminuye en la noche produciendo sensación de frío con temperaturas que oscilan entre los 19° y 23°.
- ✓ El área se encuentra ubicada en la Zona 3 del Mapa de Zonificación Sísmica del Perú correspondiente a una alta sismicidad.
- ✓ La descarga en el río Reque experimenta notables crecidas entre los meses de diciembre a marzo y especialmente durante la presencia de eventos extraordinarios como el fenómeno de "El Niño". Producto de precipitaciones la cuenca tuvo un incremento significativo respecto al promedio mensual de los últimos 30 años. Ha alcanzando caudales máximos de 600 m<sup>3</sup>/seg. y 1996 m<sup>3</sup>/seg, para los años 1983 y 1998, respectivamente. A fin de garantizar la estabilidad del puente existente y la transitabilidad de dicha vía durante el próximo periodo de avenidas, se considera efectuar la ampliación de dicho puente para incrementar su capacidad hidráulica.
- ✓ El proyecto consistió en el reforzamiento y ampliación del puente a 150 m., con una longitud de 50 m de estructura metálica reticulada, más favorable hacia la margen izquierda.
- ✓ La evolución geológica sobre el cual se ubicará la ampliación del puente Reque, ha dado lugar a una configuración estratigráfica particular con dos unidades características bien diferenciadas. Un primer nivel conformado por suelos de origen reciente (arenas, limos, arcillas y gravas) y de 18 m de potencia aproximadamente correspondiente al cuaternario; un segundo nivel, ubicado por debajo de los 18 m de profundidad, el cual constituye materiales

preconsolidados definidos como roca arenisca que, según lo estudiado por el INGEMMET, correspondería a materiales de la formación Goyllarisquizca.

- ✓ Para el análisis de la cimentación se consideró dos tipos de suelos, el primero conformado predominantemente por un suelo areno limoso, de 0.00 a 18.00 m suelto a medio suelto, no cohesivo, que presenta número de golpes "N" del SPT variables; y luego roca arenisca (roca blanda) y/o arena muy densa, compacta, de 18.00 a 35.00 m aproximadamente, con valores de "N" del SPT que llegaron al rechazo.
- ✓ Del perfil estratigráfico se concluye que el nivel constituido predominantemente por arenas limosas de compacidad media a baja no son aptas para proyectar la base de la cimentación, sin embargo el nivel constituido por la roca blanda arenisca se considera apto para apoyar la cimentación.
- ✓ El análisis del tipo de cimentación tuvo en consideración el perfil estratigráfico del terreno, la carga de 2584 toneladas a transmitir al nuevo pilar central (estribo izquierdo actual) y 2004 toneladas a transmitir al nuevo estribo izquierdo, así como el régimen del río que cruzará el puente.
- ✓ Se analizó tres alternativas de cimentación, caissons, pilotes hincados y pilotes perforados. La primera alternativa por caissons, es limitada por la existencia de suelos finos, nivel freático superficial y elevada presión de agua que dificulta el hincado de caisson y por la necesidad de contar con cámara neumática. La segunda alternativa por pilotes hincados se descartó por la presencia de lentes de grava de hasta 3 pulg. de diámetro que se reflejó en los falsos rechazos del SPT. La tercera alternativa en base a pilotes perforados se eligió por su facilidad de construcción en estas condiciones particulares y por su capacidad de carga en comparación con los pilotes hincados.
- ✓ La profundidad de socavación máxima estimada por el estudio hidrológico es de 7.00 m de profundidad.
- ✓ Para el análisis de la cimentación se considera el nivel freático superficial, que proviene principalmente de la infiltración de los ríos, debido a que el estrato superficial es predominantemente arenoso.

- ✓ Se analiza la capacidad de carga del pilote considerando que, la socavación máxima estimada llegará hasta la cota inferior de la zapata cimentación o cota superior del pilote.
- ✓ La capacidad de carga admisible ( $Q_{adm.}$ ), restringiendo el asentamiento a 1.0 pulg. como máximo, corresponde a:

**ASENTAMIENTO TOTAL PARA UN VALOR DE 1 PULG.**

Diámetro (m)	Qwp (ton)	Qws (ton)	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	ST (mm)
0.80	151	26	2.329	23	0.00	25
1.00	189	32	1.865	23	0.00	25
1.20	227	36	1.547	23	0.00	25

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE PARA UN ASENTAMIENTO DE 1 PULG.**

Diámetro (m)	Qwp (ton)	Qws (ton)	Qadm
0.80	151	26	177
1.00	189	32	221
1.20	227	36	263

- ✓ Dado que la cimentación del puente actual en el pilar central y el estribo derecho está constituida por pilotes de acero que no progresaron por debajo de los 15 m de profundidad. Se recomienda el tratamiento mediante consolidación con inyecciones de cemento. Dicho tratamiento deberá considerar los suelos donde están desplantados los pilotes de acero hasta una profundidad mínima de 22 m.

## RECOMENDACIONES

- ✓ La cimentación profunda debe realizarse mediante pilotes perforados que alcancen profundidades mínimas de 22 m. Se desplantará sobre la roca arenisca (roca blanda), con nivel debajo de la socavación.
- ✓ Se recomienda también ejecutar ensayos que verifiquen que las inyecciones de cemento se han consolidado y/o cementado los intersticios de los suelos que sirven de soporte a los pilotes.
- ✓ Se deberá prever que la existencia de niveles de grava podrían ofrecer cierta dificultad en la excavación, sin embargo en los sondajes ejecutados sólo se detectó bolonería menor a 3 pulg. de diámetro a excepción de algunos bloques aislados de hasta 1.00 m de diámetro ubicados superficialmente, por ello se recomienda que durante el proceso constructivo estos deberán ser fraccionados de ser detectados.



## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Alva Hurtado J.E. "Cimentaciones Profundas", Seminario Cimentaciones de Estructuras, Comité Peruano de Mecánica de Suelos, Fundaciones y Mecánica de Rocas, Lima-Perú, 1993.
- 2 Alva Hurtado J.E. "Estudio Verificatorio de la Capacidad de Carga Axial de los Pilotes de la Pila Central y Estribos del Puente Killman", Informe presentado a P y V-GMI. Lima-Perú, 1992.
- 3 Braja M. Das "Principios de Ingeniería de Cimentaciones", Edición N° 4, Internacional Thomson Editores, California State University, 2001.
- 4 Decourt L. y Quaresma A.R. "Capacidad de Carga de Pilotes a partir de Valores de SPT", 6to. Congreso Brasileiro de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, Río de Janeiro, 1978.
- 5 Díaz Abanto H.F. "Estudio de Suelos para la cimentación del Puente Pariñas", Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú, 1994.
- 6 Echave Mercado R. "Cimentación por Pilotes", Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú, 1976.
- 7 Guillén N. "Capacidad Última de Carga de Pilotes en Carga Axial", Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú, 1994.
- 8 Moreano Mejía J.R. "Algunos Problemas Estructurales en el diseño de Cimentaciones Piloteadas", Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú, 1976.
- 9 Velloso P.P.C. "Cimentaciones – Aspectos Geotécnicos", Vol.3, Pontificia Universidad Católica, Río de Janeiro, 1982.

- 10 Veneros Calderón L.D. "Análisis y Diseño de Cimentaciones Profundas, asistido con Programas de Computo, Aplicación: Puente Yuracyacu", Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú, 2006.



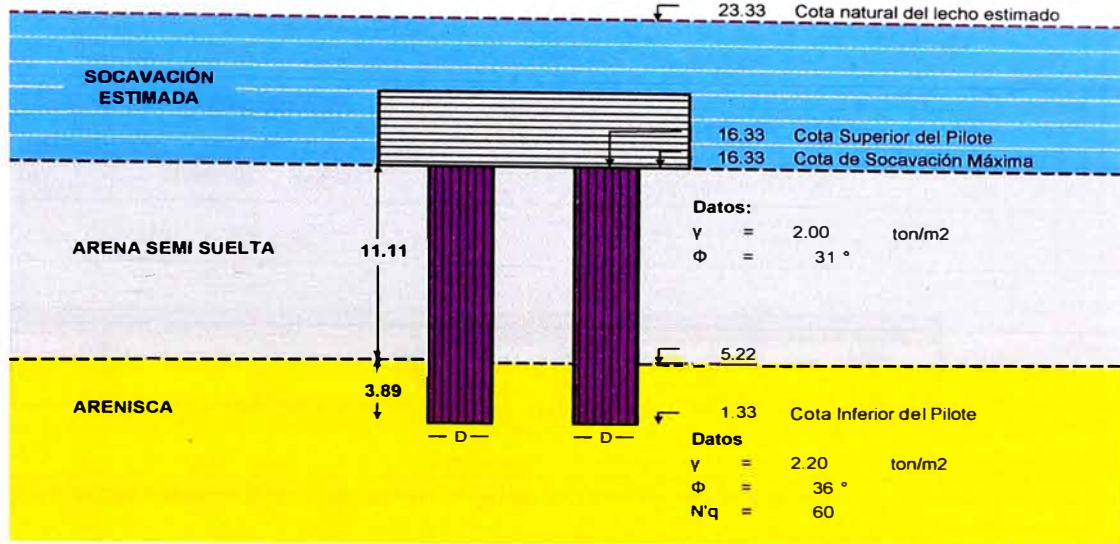
## **ANEXOS**

**ANEXO - I**  
**MEMORIA DE CÁLCULO**

**PILAR CENTRAL PROYECTADO (ESTRIBO IZQUIERDO ACTUAL)**

**1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA**

Longitud del Pilote	15.0 m	<b>Consideraciones Generales</b>
Profundidad de Socavación	7.0 m	
		$\delta = 0.75 \phi$
		$K = (1 - \text{sen}\phi)$



**1.1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ÚLTIMA POR PUNTA**

**1.1.1 Primer caso**

$$Q_{p(neta)} = A_p q' (N_q^* - 1)$$

Diámetro (m)	Area (m2)	q' (ton/m2)	N'q	Qp (ton)
0.80	0.503	15.78	60	468
1.00	0.785	15.78	60	731
1.20	1.131	15.78	60	1053

**1.1.2 Segundo caso**

$$Q_{p(neta)} = A_p (\sigma'_0 N'_\sigma - q')$$

donde:  $\sigma'_0 = [(1 + 2K_0) / 3] q'$

Diámetro (m)	Area (m2)	q' (ton/m2)	$\sigma'_0$ (ton/m2)	N' $\sigma$	Qp (ton)
0.80	0.503	15.78	9.59	100	474
1.00	0.785	15.78	9.59	100	740
1.20	1.131	15.78	9.59	100	1067

**1.2 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA POR FRICCIÓN SUPERFICIAL**

$$Q_s = \int_0^L p f dz = \pi D_s (1 - \text{sen}\phi) \int_0^L \sigma'_v \tan \delta dz$$

Diámetro (m)	Estrato	Longitud	$\pi i^* D_s$	$(1 - \text{sen}\phi)$	$\sigma'_v$	$\tan(\delta)$	Qs(parcial)	Qs(total)
0.80	Arena	11.11	2.513	0.485	5.56	0.43	32.37	65
	Arenisca	3.89	2.513	0.412	13.44	0.51	32.5	
1.00	Arena	11.11	3.142	0.485	5.56	0.43	40.48	81
	Arenisca	3.89	3.142	0.412	13.44	0.51	40.63	
1.20	Arena	11.11	3.770	0.485	5.56	0.43	48.57	90
	Arenisca	3.89	3.770	0.412	13.44	0.51	41.41	

1.3 CÁLCULO DE LA CARGA ADMISIBLE NETA

$$FS = 2.5$$

$$Q_{adm (neto)} = \frac{Q_p (neto) + Q_s}{FS}$$

Diámetro (m)	Qp (ton)	Qs (ton)	Qu (ton)	Qadm (ton)
0.80	468	65	533	213
1.00	731	81	812	325
1.20	1053	90	1143	457

2 CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO

2.1 ASENTAMIENTO ELÁSTICO DEL PILOTE (S1)

$$E_p = 2.10E+06 \text{ ton/m}^2$$

$$\xi = 0.50$$

$$s_1 = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p E_p}$$

Diámetro (m)	Longitud (m)	Ap (m2)	Qwp (ton)	Qws (ton)	S1 (mm)
0.80	15	0.503	187	26	2.840
1.00	15	0.785	293	32	2.812
1.20	15	1.131	421	36	2.773

2.2 ASENTAMIENTO DEL PILOTE CAUSADO POR LA CARGA EN LA PUNTA DEL PILOTE (S2)

2.2.1 Método general

$$E_s = 8.2E+03 \text{ ton/m}^2$$

$$\mu_s = 0.30$$

$$I_{wp} = 0.85$$

$$s_2 = \frac{q_{up} D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp} \quad \text{donde} \quad q_{up} = Q_{wp} / A_p$$

Diámetro (m)	Ap (m2)	Qwp (ton)	S2 (mm)
0.80	0.503	187	28
1.00	0.785	293	35
1.20	1.131	421	42

2.2.2 Método semiempírico de Vesic

$$C_p = 0.040$$

$$s_2 = \frac{Q_{wp} C_p}{D q_p}$$

Diámetro (m)	Ap (m2)	Qwp (ton)	qp	S2 (mm)
0.80	0.503	187	468	20
1.00	0.785	293	731	16
1.20	1.131	421	1053	13

2.3 ASENTAMIENTO DEL PILOTE CAUSADO POR LA CARGA TRANSMITIDA A LO LARGO DEL FUSTE DEL PILOTE (S3)

2.3.1 Método general

$$E_s = 8.25E+03 \text{ ton/m}^2$$

$$\mu_s = 0.30$$

$$I_{ws} = 0.85$$

$$L = 15 \text{ m}$$

$$s_3 = \left( \frac{Q_{ws}}{pL} \right) \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{ws}$$

Diámetro (m)	Ap (m2)	Qws (ton)	S2 (mm)
0.80	0.503	26	0.00
1.00	0.785	32	0.00
1.20	1.131	36	0.00

2.3.2 Método semiempírico de Vesic

$L = 15$

$$s_3 = \frac{Q_{ws} C_s}{L q_p} \quad \text{donde} \quad C_s = (0.93 + 0.16 \sqrt{L/D}) C_p$$

Diámetro (m)	Ap (m2)	Qws (ton)	qp	Cs	S3 (mm)
0.80	0.503	26	468	0.065	0.24
1.00	0.785	32	731	0.062	0.18
1.20	1.131	36	1053	0.06	0.14

2.4 ASENTAMIENTO TOTAL

2.4.1 Método general (S1,S2 Y S3)

$s = s_1 + s_2 + s_3$

Diámetro (m)	Qwp (ton)	Qws (ton)	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	ST (mm)
0.80	187	26	2.840	28	0.00	31
1.00	293	32	2.812	35	0.00	38
1.20	421	36	2.773	42	0.00	45

2.4.2 Método general (S1) + Método semiempírico de Vesic (S2 y S3)

$s = s_1 + s_2 + s_3$

Diámetro (m)	Qwp (ton)	Qws (ton)	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	ST (mm)
0.80	187	26	2.840	20	0.24	23
1.00	293	32	2.812	16	0.18	19
1.20	421	36	2.773	13	0.14	16

2.4.3 Método semiempírico de Vesic para Asentamiento Total (ST)

$L = 17.00 \text{ m}$   
 $E_p = 2.10E+06 \text{ ton/m}^2$

$$S_t = \frac{D}{100} + \frac{(Q_w L)}{A_p E_p}$$

Diámetro (m)	Ap (m2)	Qva (ton)	ST (mm)
0.80	0.503	213	8.00
1.00	0.785	325	10.00
1.20	1.131	457	12.00

3 CONSIDERACIONES FINALES DE ASENTAMIENTO Y CAPACIDAD DE CARGA

Tomamos el Asentamiento total mas desfavorable en este caso el calculado por el método general.

Como el asentamiento total supera la 1 pulgada (2.54cm) se realiza el cálculo para restringir el asentamiento de 1".

3.1 ASENTAMIENTO TOTAL PARA UN VALOR DE 1 PULG.

Diámetro (m)	Qwp (ton)	Qws (ton)	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	ST (mm)
0.80	151	26	2.329	23	0.00	25
1.00	189	32	1.865	23	0.00	25
1.20	227	36	1.547	23	0.00	25

3.2 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE PARA UN ASENTAMIENTO DE 1 PULG.

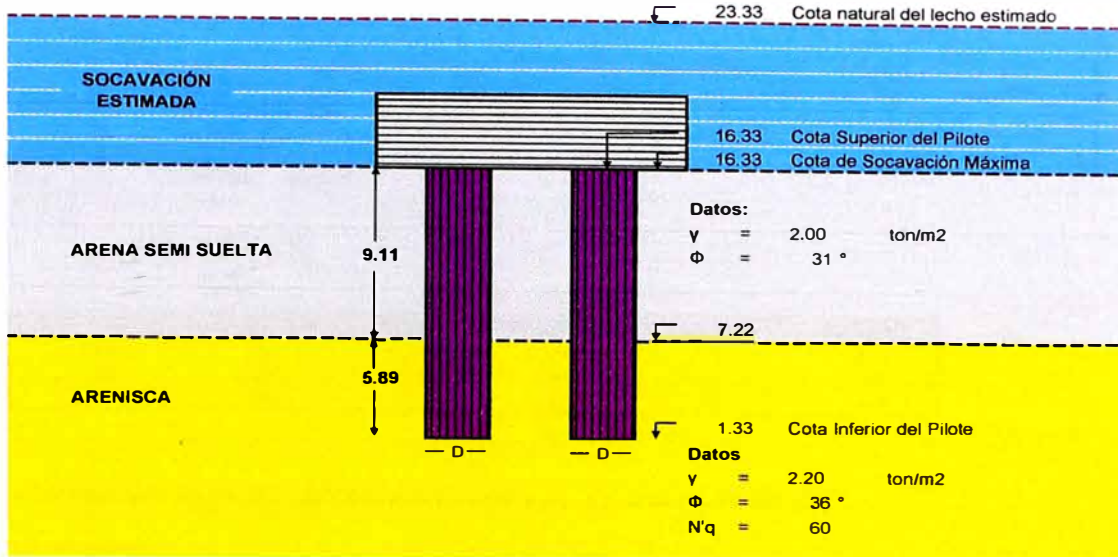
Diámetro (m)	Qwp (ton)	Qws (ton)	Qadm
0.80	151	26	177
1.00	189	32	221
1.20	227	36	263

**AMPLIACIÓN ESTRIBO IZQUIERDO**

**1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA**

Longitud del Pilote	15.0 m
Profundidad de Socavación	7.0 m

Consideraciones Generales	
$\delta$	= 0.75 $\Phi$
K	= (1-sen $\Phi$ )



**1.1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ÚLTIMA POR PUNTA**

**1.1.1 Primer caso**

$$Q_{p(neta)} = A_p q' (N'_q - 1)$$

Diámetro (m)	Area (m2)	q' (ton/m2)	N'q	Qp (ton)
0.80	0.503	16.18	60	480
1.00	0.785	16.18	60	749
1.20	1.131	16.18	60	1080

**1.1.2 Segundo caso**

$$Q_{p(neta)} = A_p (\sigma'_0 N'_\sigma - q')$$

donde:  $\sigma'_0 = [(1 + 2K_0) / 3] \gamma' h'$

Diámetro (m)	Area (m2)	q' (ton/m2)	$\sigma'_0$ (ton/m2)	N' $\sigma$	Qp (ton)
0.80	0.503	16.18	9.84	100	487
1.00	0.785	16.18	9.84	100	760
1.20	1.131	16.18	9.84	100	1095

**1.2 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA POR FRICCIÓN SUPERFICIAL**

$$Q_s = \int_0^L p f dz = \pi D_s (1 - \text{sen} \phi) \int_0^L \sigma'_v \tan \delta \cdot dz$$

Diámetro (m)	Estrato	Longitud	$\pi D_s$	(1-sen $\Phi$ )	$\sigma'_v$	tan( $\delta$ )	Qs(parcial)	Qs(total)
0.80	Arena	9.11	2.513	0.485	4.56	0.43	21.77	68
	Arenisca	5.89	2.513	0.412	12.64	0.51	46.28	
1.00	Arena	9.11	3.142	0.485	4.56	0.43	27.22	85
	Arenisca	5.89	3.142	0.412	12.64	0.51	57.86	
1.20	Arena	9.11	3.770	0.485	4.56	0.43	32.66	92
	Arenisca	5.89	3.770	0.412	12.64	0.51	58.98	

1.3 CÁLCULO DE LA CARGA ADMISIBLE NETA

$$FS = 2.5$$

$$Q_{adm (neta)} = \frac{Q_{p(neta)} + Q_s}{FS}$$

Diámetro (m)	Qp (ton)	Qs (ton)	Qu (ton)	Qadm (ton)
0.80	480	68	548	219
1.00	749	85	834	334
1.20	1080	92	1172	469

2 CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO

2.1 ASENTAMIENTO ELÁSTICO DEL PILOTE (S1)

$$E_p = 2.10E+06 \text{ ton/m}^2$$

$$\xi = 0.50$$

$$s_1 = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p E_p}$$

Diámetro (m)	Longitud (m)	Ap (m2)	Qwp (ton)	Qws (ton)	S1 (mm)
0.80	15	0.503	192	27	2.918
1.00	15	0.785	300	34	2.884
1.20	15	1.131	432	37	2.845

2.2 ASENTAMIENTO DEL PILOTE CAUSADO POR LA CARGA EN LA PUNTA DEL PILOTE (S2)

2.2.1 Método general

$$E_s = 8.2E+03 \text{ ton/m}^2$$

$$\mu_s = 0.30$$

$$l_{wp} = 0.85$$

$$s_2 = \frac{q_{up} D}{E_s} (1 - \mu_s^2) l_{wp} \quad \text{donde} \quad q_{up} = Q_{wp} / A_p$$

Diámetro (m)	Ap (m2)	Qwp (ton)	S2 (mm)
0.80	0.503	192	29
1.00	0.785	300	36
1.20	1.131	432	43

2.2.2 Método semiempírico de Vesic

$$C_p = 0.040$$

$$s_2 = \frac{Q_{wp} C_p}{D q_p}$$

Diámetro (m)	Ap (m2)	Qwp (ton)	qp	S2 (mm)
0.80	0.503	192	480	20
1.00	0.785	300	749	16
1.20	1.131	432	1080	13

2.3 ASENTAMIENTO DEL PILOTE CAUSADO POR LA CARGA TRANSMITIDA A LO LARGO DEL FUSTE DEL PILOTE (S3)

2.3.1 Método general

$$E_s = 8.25E+03 \text{ ton/m}^2$$

$$\mu_s = 0.30$$

$$l_{ws} = 0.85$$

$$L = 15 \text{ m}$$

$$s_3 = \left( \frac{Q_{ws}}{pL} \right) \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) l_{ws}$$

Diámetro (m)	Ap (m2)	Qws (ton)	S2 (mm)
0.80	0.503	27	0.00
1.00	0.785	34	0.00
1.20	1.131	37	0.00

2.3.2 Método semiempírico de Vesic

L = 15

$$s_3 = \frac{Q_{ws} C_s}{L q_p} \quad \text{donde} \quad C_s = (0.93 + 0.16 \sqrt{L/D}) C_p$$

Diámetro (m)	Ap (m2)	Qws (ton)	qp	Cs	S3 (mm)
0.80	0.503	27	480	0.065	0.24
1.00	0.785	34	749	0.062	0.19
1.20	1.131	37	1080	0.06	0.14

2.4 ASENTAMIENTO TOTAL

2.4.1 Método general (S1,S2 Y S3)

$$s = s_1 + s_2 + s_3$$

Diámetro (m)	Qwp (ton)	Qws (ton)	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	ST (mm)
0.80	192	27	2.918	29	0.00	32
1.00	300	34	2.884	36	0.00	39
1.20	432	37	2.845	43	0.00	46

2.4.2 Método general (S1) + Método semiempírico de Vesic (S2 y S3)

$$s = s_1 + s_2 + s_3$$

Diámetro (m)	Qwp (ton)	Qws (ton)	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	ST (mm)
0.80	192	27	2.918	20	0.24	23
1.00	300	34	2.884	16	0.19	19
1.20	432	37	2.845	13	0.14	16

2.4.3 Método semiempírico de Vesic para Asentamiento Total (ST)

L = 17.00 m  
 Ep = 2.10E+06 ton/m2

$$S_t = \frac{D}{100} + \frac{(Q_w L)}{A_p E_p}$$

Diámetro (m)	Ap (m2)	Qwa (ton)	ST (mm)
0.80	0.503	219	8.00
1.00	0.785	334	10.00
1.20	1.131	469	12.00

**3 CONSIDERACIONES FINALES DE ASENTAMIENTO Y CAPACIDAD DE CARGA**

Tomamos el Asentamiento total mas desfavorable en este caso el calculado por el método general.

Como el asentamiento total supera la 1 pulgada (2.54cm) se realiza el cálculo para restringir el asentamiento de 1".

3.1 ASENTAMIENTO TOTAL PARA UN VALOR DE 1 PULG.

Diámetro (m)	Qwp (ton)	Qws (ton)	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	ST (mm)
0.80	151	27	2.336	23	0.00	25
1.00	189	34	1.874	23	0.00	25
1.20	227	37	1.550	23	0.00	25

3.2 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE PARA UN ASENTAMIENTO DE 1 PULG.

Diámetro (m)	Qwp (ton)	Qws (ton)	Qadm
0.80	151	27	178
1.00	189	34	223
1.20	227	37	264



**ANEXO - II**

**REGISTRO DE SONDAJES**

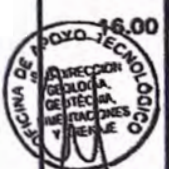
# PUENTE REQUE. DPTO. DE LAMBAYEQUE

## ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA CIMENTACIÓN

42

REGISTRO N°: 01	PERFORACIÓN: Estrada Biquilendo (P-17)	COTA INICIO (Part): 7.628
UBICACIÓN: CARRET. PANAMERICANA NORTE.	NIVEL FREÁTICO: 6.128	COTA FINAL (Part): - 27.372
TRAMO REQUE - CIRCLAYO Km : 772+800	FECHA: OCTUBRE del 2004	TÉC.: LUIS BARRERA SALDAS

PROF. m.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	ÍNDICES	Simbología	ENSAYO SPT Golpes/1m										
0.00 (7.628)	<p><b>DE 0.00 A 3.00m:</b> ARENA FINA DE 1mm APROX. COLOR MARRÓN GRISACEO. AFLORA SUPERFICIALMENTE EN TODO EL ÁREA DEL PUENTE. CLASIFICA SEGÚN SUCS COMO SP, SM.</p> <p>EL SUELO OFRECE BAJA COMPACIDAD, LA BARRETA SE HUNDE A LA PRESIÓN DE LAS MANOS. SE RECUPERA BOLONERÍA DE HASTA 1.00m DE DIÁMETRO QUE OBLIGA LA REUBICACIÓN DEL EQUIPO HASTA EN DOS OPORTUNIDADES.</p>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	10	20	30	40	50					
10	20	30	40	50										
3.00	<p><b>DE 3.00 A 7.50m:</b> SU DISTRIBUCIÓN GRAMULOMÉTRICA INDICA QUE CORRESPONDE A UNA ARENA GRAVOSA DE COLOR GRÍS. EL TAMAÑO DE LAS GRAVAS ES DE HASTA 0.035m.</p>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	10	20	30	40	50					
10	20	30	40	50										
4.50	<p><b>A LOS 4.50m:</b> EL TUBO DE REVESTIMIENTO BAJA CON TODA LA BARRA DEL SPT. SE PRESENTA FALSO RECHAZO POR ALGÚN ELEMENTO (GULJARRO) QUE BLOQUEA LA TUBERÍA.</p>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	10	20	30	40	50					
10	20	30	40	50										
6.00	<p><b>A LOS 6.00m:</b> SE RECUPERA UN GULJARRO DE HASTA 0.07m.</p>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	10	20	30	40	50					
10	20	30	40	50										
7.50	<p><b>DE 7.50 A 9.00m:</b> CORRESPONDE A UNA ARENA GRAVO ARCILLOSA DE COLOR MARRÓN. SE RECUPERAN GRAVAS DE 0.04m Y 0.025m DE DIÁMETRO.</p>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	10	20	30	40	50					
10	20	30	40	50										
9.00	<p><b>DE 9.00 A 10.50m:</b> ARENA FINA LIMOSA DE COLOR MARRÓN.</p>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	10	20	30	40	50					
10	20	30	40	50										
10.50	<p><b>DE 10.50 A 12.00m:</b> SUELO GRAVO ARENOSO DE COLOR MARRÓN GRISACEO. EL ENSAYO DE SPT OFRECE FALSO RECHAZO.</p>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	10	20	30	40	50					
10	20	30	40	50										
12.00	<p><b>DE 12 A 16.50m:</b> ARENA GRUESA DE COLOR MARRÓN GRISACEO. LOS ELEMENTOS VARIAN DE 3.36 a 2 mm.</p>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	10	20	30	40	50					
10	20	30	40	50										
13.00				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	10	20	30	40	50					
10	20	30	40	50										
14.50				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	10	20	30	40	50					
10	20	30	40	50										
16.00	<p>SE PRESENTA ELEVADA PRESIÓN DE AGUA Y SE PRODUCE DERRUMBES QUE IMPOSIBILITAN LA EJECUCIÓN DEL ENSAYO SPT. SE INYECTA CEMENTO PARA ESTABILIZAR EL POZO.</p>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	10	20	30	40	50					
10	20	30	40	50										
18.00	<p><b>DE 16.50 A 18.00m:</b> GRAVAS DE 0.05m DE DIÁMETRO MÁXIMO Y DE 0.01m COMO TAMAÑO MÍNIMO. DE FORMAS SUBREDONDEADAS A SUBANGULARES. LIGERA PRESENCIA DE MATRIZ LIMOARENOSA DE COLOR MARRÓN.</p>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	10	20	30	40	50					
10	20	30	40	50										
22.00	<p><b>DE 18m A 35m:</b> SE RECUPERA UN MATERIAL COMPACTO DE COLOR BEIGE GRISACEO DE ELEVADO PESO ESPECÍFICO Y MODERADO GRADO DE COMPACTACIÓN. EN MUESTRA ALTERADA SEMEJA UNA ARENA BIEN GRADUADA. EL ENSAYO SPT OFRECE VALORES ALTOS Y DE RECHAZO. GEOTECNICAMENTE CORRESPONDE A UNA ARENISCA.</p> <p>LOS ENSAYOS DE LABORATORIO A MUSTRAS INTALTERADAS OFRECEN PESOS ESPECÍFICO DEL ORDEN DE LOS 2.28 Tn/m<sup>3</sup> a 2.33 Tn/m<sup>3</sup>.</p>	<p>P.E.N: 2.28 - 2.33 Tn/m<sup>3</sup>.</p>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	10	20	30	40	50					
10	20	30	40	50										



**PUENTE REQUE. DPTO. DE LAMBAYEQUE  
ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA CIMENTACIÓN**

43

REGISTRO N°: 01	PERFORACIÓN: Estrato: Biquilinda (P-17)	COTA INICIO (Purf): 7.628
UBICACIÓN: CARRET. PANAMERICANA NORTE	NIVEL FREÁTICO: 6.1280	COTA FINAL (Purf): -27.372
TRAMO REQUE - CHICLAYO Km : 772+889	FECHA : OCTUBRE del 2004	TÉC.: LUIS BARRERA BALINAS.

PROF. m.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	ÍNDICES	Simbología	ENSAYO SPT				
				10	20	30	40	50
22.00	<p>DE 18m A 35m: SE RECUPERA UN MATERIAL COMPACTO DE COLOR BEIGE GRISáceO DE ELEVADO PESO ESPECÍFICO Y MODERADO GRADO DE COMPACTACIÓN. EN MUESTRA ALTERADA SEMEJA UNA ARENA BIEN GRADUADA. EL ENSAYO SPT OFRECE VALORES ALTOS Y DE RECHAZO. GEOTÉCNICAMENTE CORRESPONDE A UNA ARENISCA.</p> <p>LOS ENSAYOS DE LABORATORIO A MUETRAS INALTERADAS OFRECEN PESOS ESPECÍFICO DEL ORDEN DE LOS 2.28 Tr/m<sup>3</sup> a 2.33 Tr/m<sup>3</sup>.</p>							
25.00								
30.00								
35.00 ( 27.372 )								





**PUENTE REQUE. DPTO. DE LAMBAYEQUE**  
**ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA CIMENTACIÓN**

44

REGISTRO N° 02	PERFORACIÓN PILAR CENTRAL (P-2)	COTA INICIO (Perf) : 7.859
UBICACIÓN: CARRETERA PARANANCA NOROCCIDENTAL	NIVEL FREÁTICO: 6.128	COTA FINAL (Perf) : -27.141
TRAMO REQUE - CHICLAYO Km : 772+800	FECHA : OCTUBRE del 2004	TÉC.: LUIS BARRERA SALINAS

PROF. m.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	ÍNDICES	Litología	ENSAYO SPT Golpes/Pie				
				10	20	30	40	50
0.00 (7.859)	DE 0.00 A 3.00: ARENA FINA DE 1mm APROXIMADAMENTE, COLOR MARRÓN GRISÁCEO. ESTE SUELO AFLORA SUPERFICIALEMENTE EN TODO EL ÁREA DEL PUENTE. CLASIFICA SEGÚN SUCS COMO SP, SM		SP, SM					
3.00	DE 3.00 A 7.50: ARENA GRUESA A GRAVA MEDIA. COLOR GRIS. ELEMENTOS DE FORMA ANGULAR. EL TAMAÑO MÁXIMO DE LOS ELEMENTOS RECUPERADO CON BARRA PARTIDA ES DE 2.5CMS. ENTRE LOS 4.5 Y 7.50 CLASIFICA COMO SP, SW-SM SEGÚN SUCS.			11				
4.50			SP	18				
6.00	DE 7.50 A 12.00 : GRAVA ARENOL ARCILLOSA PLÁSTICA, PRINCIPALMENTE, LOS ELEMENTOS MAYORES RECUPERADOS MEDIANTE BARRA PARTIDA Y CORE BARREL VARÍAN DE 0.05 A 0.025m. OFRECEN FORMAS SUBREDONDEADAS A REDONDEADAS. LA MATRIZ ES ARCILLOSA PLÁSTICA Y DE COLOR MARRÓN. LOS ENSAYOS DE LABORATORIO CLASIFICAN ESTA MATERIAL COMO SM, SP-SC.		SW-SM	18				
7.50			SP-SC					RECHAZO >>50
9.00					22			
10.50	DE 12 a 13.50: SE REPORTA LA PRESENCIA DE GRAVAS.		SM					RECHAZO >>50
12.00								RECHAZO >>50
13.00		A LOS 13.00: PRESENCIA DE ELEVADA PRESIÓN DE AGUA.						
15.00	DE 15.00 A 18.50: ARENA GRUESA A FINA DE COLOR BEIGE CLARO. LOS ELEMENTOS MAYORES SON DE 1CM, DE DIÁMETRO, COMO MÁXIMO.		SM					28
16.00	DE 18.00 A 22.00: A PARTIR DE LOS 18m SE PRODUCE RECHAZO EN MATERIAL FINO, EL QUE NO SE RECUPERA CON LA BARRA PARTIDA. ENTRE LOS 21 Y 24m DE PROFUNDIDAD SE LOGRA EXTRAER, MEDIANTE EL CORE BARREL, UNA MUESTRA CONTINUA DE ARENISCA DE MODERADO GRADO DE COMPACTACIÓN.  LOS ENSAYOS DE LABORATORIO DE LOS PESOS ESPECÍFICOS ARROJAN RESULTADOS DE 2.10 A 2.26 T/m <sup>3</sup> . Y LOS ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS INALTERADAS OFRECEN VALORES DE 23.46 A 25.92 Kg/cm <sup>2</sup> . PARA ESTE MATERIAL CLASIFICADO COMO ARENISCA.							RECHAZO >>50
18.00								RECHAZO >>50
22.00								



**PUENTE REQUE. DPTO. DE LAMBAYEQUE  
ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA CIMENTACIÓN**

45

REGISTRO N°: 02	PERFORACIÓN: PILAR CENTRAL (P-2)	COTA BOCIO (Part): 7.238
UBICACIÓN: CARRET. PANAMERICANA NORTE.	NIVEL FREÁTICO: 6.128	COTA FINAL (Part): - 27.141
TRAMO REQUE - CUSCLAYO Km : 772+000	FECHA : OCTUBRE del 2004	TÉC. LUIS BARRERA SALMAS.

PROF. m.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	ÍNDICES	Stratología	ENSAYO SPT Golpes/Pie				
				10	20	30	40	50
22.00	<p>DE 18.00 A 35.00: A PARTIR DE LOS 18m SE PRODUCE RECHAZO DEL SPT EN MATERIAL FINO, EL CUAL NO SE RECUPERA. ENTRE LOS 21 Y 24m DE PROFUNDIDAD SE LOGRA EXTRAER MEDIANTE EL CORE BARREL UNA MUESTRA CONTINUA DE ARENISCA DE MODERADO GRADO DE COMPACTACIÓN.</p> <p>LOS ENSAYOS DE LABORATORIO DE LOS PESOS ESPECÍFICOS ARROJAN RESULTADOS DE 2.10 A 2.26 Tn/m<sup>3</sup>. Y LOS ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS INALTERADAS OFRECEN VALORES DE 23.46 A 25.92 Kg/cm<sup>2</sup>, PARA ESTE MATERIAL CLASIFICADO COMO ARENISCA.</p>							
25.00								
30.00								
35.00 (27.141)								



**PUENTE REQUE. DPTO. DE LAMBAYEQUE**  
**ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA CIMENTACIÓN**

REGISTRO N°: 03	PERFORACIÓN: AMPLIACIÓN E. I. (P-3).	COTA INICIO (Part): 10.485
UBICACIÓN: CARRETERA PANAMERICANA NOROCC.	NIVEL FREÁTICO: 6.128	COTA FINAL (Part): -34.815
TRAMO REQUE - GRUCLAYO Km : 772+000	FECHA: OCTUBRE del 2004	TIC: LOS BARRERA S.M.S.A.S.

PROP. m.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	INDICES	Simbología	ENSAYO SPT Golpes/Pie				
				10	20	30	40	50
0.00 (10.485)	DE 0.00 A 3.00: ARENA FINA DE 1mm DE DIAMETRO APROXIMADAMENTE, COLOR MARRÓN GRISÁCEO. ESTE SUELO AFLORA SUPERFICIALMENTE EN TODO EL ÁREA DEL PUENTE. CLASIFICA SEGÚN SUCS COMO SP, SM MATERIAL DE BAJA COMPACIDAD, A LA SIMPLE PRESIÓN DE LAS MANOS LA BARRETA FACILMENTE SE HUNDE.		SP, SM					
3.00	3.00: ARENA FINA DE COLOR MARRÓN GRISÁCEO. NO CLASIFICA EN LABORATORIO POR POCA CANTIDAD DE MUESTRA. PODRÍA CORRESPONDER A UNA ARENA FINA O ARENA LIMOSA (SP o SM).			25				
4.50	4.50 - 6.00: ARENA FINA DE COLOR MARRÓN GRISÁCEA CLASIFICA SEGÚN SUCS COMO UNA ARENA LIMOSA (SM). LOS ENSAYOS SPT OFRECEN VALORES DE 14 A 23 GOLPE/PIE.			23				
6.00			SM	14				
7.50	6.00: SUELOS FINOS. EL MATERIAL CLASIFICA COMO UN LIMO DE BAJA COMPRESIBILIDAD (ML).		ML					RECHAZO >50
9.00	9.00: ARENA FINA. CLASIFICA EN LABORATORIO COMO UNA ARENA LIMOSA (SM).		SM					RECHAZO >50
10.50	10.50-12.00: MUESTRA FINA DE COLOR MARRÓN A BEIGE. CLASIFICA EN LABORATORIO COMO UNA ARCILLA LIMOSA DE BAJA COMPRESIBILIDAD (ML - CL).		ML-CL	34				
12.00	12.00-13.50: MUESTRA DE COLOR MARRÓN. DE NATURALEZA ARCILLOSA Y PLÁSTICA. CLASIFICA SEGÚN SUCS COMO CL.		CL	41				
13.50	13.50-16.50: SUELO DE NATURALEZA ARCILLO - LIMOSA Y COLOR MARRÓN. CLASIFICA EN LABORATORIO COMO ML-CL. PRESENTA ALGUNOS ELEMENTOS DEL TAMAÑO DE LAS GRAVAS.		ML-CL	39				
15.00			ML-CL	25				
16.00	16.00 A 19.50m: TRANSICIÓN ENTRE SUELOS FINOS Y ARENISCA COMPACTA UBICADA POR DEBAJO DE LOS 19.50m.							
19.50	19.50: ARENISCA COMPACTA CON ELEMENTOS DE 0.14m DE DIAMETRO (GUJARROS CAÍDOS DE LA PARTE SUPERIOR) EN MUESTRA ALTERADA CLASIFICA COMO UN ARENA POBREMENTE GRADUADA (SP). ESTE HORIZONTE YA CORRESPONDE A LA ARENISCA (ROCA BLANDA).							RECHAZO >50
21.00	21.00: EN MUESTRA ALTERADA ES UNA ARENA DE GRANO MEDIO DE COLOR BEIGE AMARILLENTO QUE CLASIFICA COMO SP. CORRESPONDE A UNA ARENISCA DISGREGADA.							RECHAZO >50
22.00								



**PUENTE REQUE. DPTO. DE LAMBAYEQUE**  
**ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA CIMENTACIÓN**

47

REGISTRO N°: 03	PERFORACIÓN: AMPLIACIÓN E.L. (P-3).	COTA INICIO (Perf) : 10.485
UBICACIÓN: CARRET. PANAMERICANA NORTE	NIVEL FREÁTICO: 8.128	COTA FINAL (Perf) : - 24.515
TRAMO REQUE - CIBCLAYO Km : 772+800	FECHA : OCTUBRE del 2004	TÉC. LUIS BARRERA SALINAS

PROF. m.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	ÍNDICES	Simbología	ENSAYO SPT				
				10	20	30	40	50
22.00	<b>22.00:</b> EN MUESTRA ALTERADA ES UNA ARENA DE GRANO MEDIO DE COLOR BEIGE AMARILLENTO QUE CLASIFICA COMO SP. CORRESPONDE A UNA ARENISCA DISGREGADA.							
25.00	<b>24.00:</b> MATERIAL DE COLOR BEIGE AMARILLENTO MUESTRA FINA ALGO PLÁSTICA.							
	<b>26.00 a 35.00m:</b> ARENISCA DE COLOR BEIGE AMARILLENTO QUE EN MUESTRA DISGREGADA CLASIFICA COMO SP. CORRESPONDE A UNA ARENISCA (ROCA BLANDA).							
35.00 (24.515)	<b>35.00m:</b> FIN DE SONDAJE.							



**PUENTE REQUE. DPTO. DE LAMBAYEQUE**  
**ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA CIMENTACIÓN**

REGISTRO N°: 04	PERFORACIÓN: ESTRIBO DERECHO (P-4)	COTA INICIO (Part): 7.693
UBICACIÓN: CARRET. PANAMERICANA NORTE.	NIVEL FREÁTICO: 6.128	COTA FINAL (Part): -27.307
TRAMO REQUE - CHICLAYO Km : 772+880	FECHA : OCTUBRE del 2004	TÉC.: LUIS BARRERA SALINAS.

PROF. m.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	ÍNDICES	Símbolo Log	ENSAYO SPT Golpes/Pie				
				10	20	30	40	50
0.00 ( 7.693)	DE 0.00 A 3.00: ARENA FINA DE 1mm APROXIMADAMENTE. COLOR MARRÓN GRISáceO. ESTE SUELO AFLORA SUPERFICIALMENTE EN TODO EL ÁREA DEL PUENTE. CLASIFICA SEGÚN SUCS COMO SP, SM		SP-SM					
3.00	3.00: ARENA FINA DE COLOR GRIS. CLASIFICA EN LABORATORIO COMO UNA ARENA LIMOSA POBREMENTE GRADUADA SP-SM.		SP-SM					
4.50	4.00: ARENA FINA DE COLOR GRIS. CLASIFICA EN LABORATORIO TAMBIÉN COMO SP-SM.							RECHAZO > 50
6.00	6.00: LA MUESTRA PASA A SER UNA ARENA GRUESA A GRAVA FINA POR ESO SE EXPLICA EL NÚMERO DE GOLPES. PERO SE NOTA QUE ESTÁ COMPACTA.							RECHAZO > 50
7.50	7.50: ARENA FINA COMPACTA. CEMENTADO CON AGUAS QUE CIRCULARON POR SU MASA. EFECTIVAMENTE, EFERVECE CON ACIDO CLORHÍDRICO. PRESENTA GRUPOS COMPACTOS. CLASIFICA EN LABORATORIO COMO SM.		SM					RECHAZO > 50
9.00	8.00: SUELO DE COLOR MARRÓN. SE OBSERVA UN GUIJARRO DE 3CMS Y BLOQUES DE SUELO DE AGUAS CARBONATADAS. CLASIFICA EN LABORATORIO COMO SP-SM.		SP-SM					50
10.50	10.50: ARENA LIMOSA. EL ENSAYO SPT OFRECE VALORES DE 20 GOLPES/PIE.		SM					20
12.00	12.00: ARENA FINA LIMOSA DE COLOR GRIS. LA MUESTRA DE CORE BARREL INDICA UNA MUESTRA ARCILLO LIMOSA DE COLOR MARRÓN.		SP-SM					
13.00	13.50-18.00: LAS MUESTRA CORRESPONDE A GUIJARROS DE HASTA 0.07m DE DIÁMETRO. SE INTERPRETA COMO UNA GRAVA AHOGADA EN MATRIZ FINA.							
15.00	18.00: SE RECUPERA SUFICIENTE MUESTRA EN LA BARRA PARTIDA PARA CLASIFICAR. CORRESPONDE A UNA GRAVA LIMOSA (GM) DE COLOR BEIGE.		GM					RECHAZO > 50
16.00	19.50-21.00: TRANSICIÓN ENTRE LA GRAVA LIMOSA Y LA ARENISCA (ROCA BLANDA).							RECHAZO 50
19.50	21.00: LA MUESTRA RECUPERADA CON EL COREL BARREL PRESENTA COLOR BEIGE. TEXTURA SIMILAR A LA ARENISCA DE LOS SONDAJES PI, P2 Y P3.							
21.00								
22.00								







## **ANEXO - III**

### **CERTIFICADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO**



MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

50

001

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

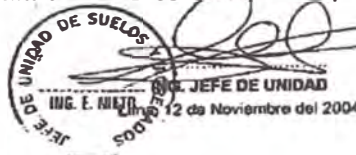
**INFORME DE ENSAYO N° 578 - 2004 - MTC/14.01**

**SOLICITANTE** : Prevtas Nacional - MTC **MUESTRA** : Agregado fino  
**DOMICILIO LEGAL** : Av. Bolivia N° 120- 2° Piso -Lima **IDENTIFICACIÓN** : Cantera "Victoria"  
**PROYECTO** : Estudio Geotécnico con fines de orientación del Puente Requena (Lambayeque) **CANTIDAD** : 49 kg aprox.  
**REFERENCIA** : Memo N° 009-2004-MTC/14.01.Odgeoed.dggc.lao **PRESENTACIÓN** : 01 saco  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 21.10.2004 **FECHA ENSAYO** : 04 al 12.11.2004

MALLAS SERIE AMERICANA	DENOMINACIÓN ABERTURA (mm)	NORMAS DE ENSAYO	ARENA					
			RET.	PASA				
3"	76,200	NTP 400.012(01)						
2 1/2"	63,500							
2"	50,800							
1 1/2"	38,100							
1"	25,400							
3/4"	19,050							
1/2"	12,700							
3/8"	9,525				100			
1/4"	6,350			2	98			
N° 4	4,760			2	96			
N° 6	3,360			2	94			
N° 8	2,380			5	89			
N° 10	2,000			3	86			
N° 16	1,190			13	73			
N° 20	0,840			10	63			
N° 30	0,590			14	49			
N° 40	0,425			14	35			
N° 50	0,297			12	23			
N° 80	0,177			10	13			
N° 100	0,149			2	11			
N° 200	0,074		6	5				
- N° 200	-	NTP 400.018(02)	5	-				
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 338.128(99)						
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 338.128(99)		NP				
CLASIFICACIÓN SUCS		NTP 338.134(99)		SP-SM				
CLASIFICACIÓN AASHTO		NTP 338.135(99)		A-1-b(0)				
TERRONES DE ARCILLA (%)		NTP 400.015(02)		1,3				
EQUIVALENTE DE ARENA (%)		NTP 338.148(00)		49,0				
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)		NTP 400.017(99)		1415				
PESO UNITARIO VARELLADO (kg/m³)		NTP 400.017(99)		1622				
P.ESP. BULK (BASE SECA) gr/cm³		NTP 400.022(02)		2,529				
P.ESP. BULK (BASE SATURADA) gr/cm³		NTP 400.022(02)		2,591				
P.ESP. APARENTE (BASE SECA) gr/cm³		NTP 400.022(02)		2,895				
% ABSORCIÓN		WTP 400.022(02)		2,4				
IMPUREZAS ORGÁNICAS		NTP 400.024(99)		ACEPTABLE				
ÍNDICE PLÁSTICO (%) MALLA N° 200		NTP 338.128(99)		N.P.				
MÓDULO DE FINEZA		ASTM C-125 (00)		2,59				
CARBÓN Y LIGNITO(%)		ASTM C-123(98)		0,0				
DURABILIDAD (SO4Mg) %		NTP 400.016(99)		10,64				

**Observaciones:**

- Material proporcionado e identificado por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT, como procedente de la cantera "Victoria" en el km 35+450 Carretera Chiclayo- Ptomaka- Túcumo - Patapo.
- La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de un sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



USA (1/3)  
ent 1mm  
O.S. N° 555



**LABORATORIO**



Av. Túpac Amaru N° 1590 - Rimac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677





51

002

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 5 7 6 - 2004 - MTC/ 14.01**

<b>SOLICITANTE</b>	: Provias Nacional - MTC	<b>MUESTRA</b>	: Agregados
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: Av. Bolivia N° 120- 2° Piso - Lima	<b>IDENTIFICACION</b>	: km 9+000 Carretera Reque-La Tranca de Reque
<b>PROYECTO</b>	: Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b>	: 18 kg aprox.
<b>REFERENCIA</b>	: Memo N° 009-2004-MTC714.01.Sdgeocd.dg	<b>PRESENTACION</b>	: 01 saco
<b>FECHA DE RECEPCION</b>	: 21.10.2004	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 08.11.2004

**RESISTENCIA A LA ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ANGELES  
NTP 400.020 (2 002)**

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS % DE PERDIDA
Tamaño Máximo Nominal : 2 1/2"	12,0
Gradación : "1"	
Número de Esferas : 12	

**Observaciones:**

- Muestra identificada y proporcionada por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI- del 07.01.98).



  
ING. JEFE DE UNIDAD  
Lima, 12 de Noviembre del 2004

USA (2/3)  
enf./ mmi  
O.S. N° 555



**LABORATORIO OAT**

Av. Túpac Amaru N° 1590 - Rimac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677





52 003

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 576 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b>	: Provisión Nacional - MTC	<b>MUESTRA</b>	: Agregado fino
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: Av. Bolivia N° 120 - 2° Piso - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: Cantera "Victoria" km 35+ 450
<b>PROYECTO</b>	: Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b>	: 49 kg aprox.
<b>REFERENCIA</b>	: Memo N° 009-2004-MTC/14.01.Sdgeoed.dggc.lao	<b>PRESENTACIÓN</b>	: 01 saco
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 21.10.2004	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 04.11.2004

**DETERMINACIÓN DE MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN TAMIZ N° 200 POR LAVADO  
(PROCEDIMIENTO A) NTP 400.018(2 002)**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO(%)
Arena Cantera "Victoria" km 35+450 Carretera Chiclayo-Pomalca- Tucume- Patapo	4,9

**Observaciones:**

- Muestra proporcionada e identificada por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



*[Signature]*  
**ING. JEFE DE UNIDAD**  
 Lima, 12 de Noviembre del 2004

USA (3/3)  
enf./ rmi  
O.S.N° 555



Av. Túpac Amaru N° 1590 – Rímac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677





MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCION GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 5 7 6 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b> :	Provia Nacional - MTC	<b>MUESTRAS</b> :	Agregados
<b>DOMICILIO LEGAL</b> :	Av. Bolivia N° 120 - 2° Piso - Lima.	<b>IDENTIFICACIÓN</b> :	El que se indica
<b>PROYECTO</b> :	Estudio Geotécnica con fines de Cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b> :	67 kg. aprox.
<b>REFERENCIA</b> :	Memo N° 009-2004-MTC/14.01.Dodgeod.dggc.fabs.	<b>PRESENTACIÓN</b> :	02 Secos
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b> :	21.10.2004	<b>FECHA ENSAYO</b> :	10.11.2004

Determinación	NTP	Cantera Victoria	Cantera Piedra Grande
		Arena	Piedra
Sales Solubles (%)	339.152 - 2002	0,0540	0,0260
Sulfatos expresado como ión SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (%)	339.178 - 2002	0,0189	0,0041
Cloruros expresado como ión Cl <sup>-</sup> (%)	339.177 - 2002	0,0065	0,0035

**Observaciones:**

Muestra proporcionada e identificada por el personal técnico de la SDGEOCD de la OAT.  
La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.  
Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



*[Handwritten Signature]*  
JEFE DE UNIDAD  
Lima, 12 de Noviembre del 2004

UAQ (1/1)  
ama  
O.S. N° 555





MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

5401

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 405 - 2004 - MTC/14.01**

**SOLICITANTE** : Provisa Nacional -MTC **MUESTRAS** : Suelos  
(de perforación)  
**DOMICILIO LEGAL** : Av. Bolivia N° 120 - 2° Piso - Lima **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica  
**PROYECTO** : Estudio Geotécnico con fines de cimentación **CANTIDAD** : 150 g aprox.  
**REFERENCIA** : Memo N° 113-2004-MTC/14.01.SDGEOCD,laos **PRESENTACIÓN** : Bolsa plásticas  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 08.09.2004 **FECHA ENSAYO** : 24.09.2004

MALLAS SERIE AMERICANA	SONDAJE	NORMAS DE ENSAYO	P -1* (ESTRIBO DOLBERDO)							
			M-1		M-2		M-3		M-4 (*)	
			RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA
	MUESTRA	-	0,00 -0,20		1,00		3,00		7,00 -8,00	
	PROF. (m)	-								
	ABERTURA (mm)	-								
3"	78,200	NTP 339.128(89)								
2 1/2"	63,500									
2"	50,800									
1 1/2"	38,100					100		100		100
1"	25,400				7	93	7	93	14	86
3/4"	19,050				2	91	5	88	18	67
1/2"	12,700				1	90	5	83	6	61
3/8"	9,525				-	90	1	82	1	60
1/4"	6,350				1	89	1	81	2	58
N° 4	4,760				1	88	1	80	1	57
N° 6	3,360				1	87	1	79	2	55
N° 8	2,380				1	86	2	77	1	54
N° 10	2,000									
N° 16	1,190			100	-	88	2	75	-	54
N° 20	0,840			1	99	1	85	6	67	1
N° 30	0,590			1	98	1	84	7	60	-
N° 40	0,428			4	94	2	82	4	56	1
N° 50	0,297			13	81	3	79	3	53	1
N° 80	0,177			28	55	6	73	4	49	1
N° 100	0,149			41	14	25	48	13	38	4
N° 200	0,074		7	7	10	38	7	29	2	
- N° 200	-	NTP 339.132(89)	6	1	17	21	11	18	7	
			1	-	21	-	18	-	37	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NTP 339.128(89)		30,0							
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	NTP 339.129(89)		NP		NP					
CLASIFICACIÓN SUCS	NTP 339.134(89)		SP		SM					
CLASIFICACIÓN AASHTO	NTP 339.135(89)		A-3 (0)		A-2-4 (0)					

**Observaciones:**

- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. (\*) Identificación establecida en el documento de referencia del solicitante
- La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



USA (1/5)  
enf / mp  
O.S. N° 446



ING° JEFE DE UNIDAD  
Lima, 05 de Octubre del 2004



Av. Túpac Amaru N° 1590 - Rimac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677





MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO Nº 4 6 5 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b> :	Provizas Nacional -MTC	<b>MUESTRAS</b> :	Suelos (de perforación)
<b>DOMICILIO LEGAL</b> :	Av. Bolivia Nº 120 - 2º Piso - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b> :	La que se indica
<b>PROYECTO</b> :	Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b> :	150 g aprox.
<b>REFERENCIA</b> :	Memo Nº 113-2004-MTC/14.01.SDGEOCD,laos	<b>PRESENTACIÓN</b> :	Bolsa plásticas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b> :	08.08.2004	<b>FECHA ENSAYO</b> :	24.08.2004

MALLAS SERIE AMERICANA	SONDAJE	NORMAS DE ENSAYO	P -1ª (ESTRIBO IZQUIERDO)								
	MUESTRA		M-5 (*)		M-6		M-7		M-8		
	PROF. (m)		7,50 -8,00		9,00 -10,50		10,50 -12,00		12,00 -13,00		
	ABERTURA (mm)		RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	
3"	76,200	NTP 339.128(99)									
2 1/2"	63,500										
2"	50,800					100					
1 1/2"	38,100					8	92				
1"	25,400					-	92		100		
3/4"	19,050					4	88	15	85		
1/2"	12,700					6	80	16	69		
3/8"	9,525					2	78	3	86		
1/4"	6,350					2	76	19	47		
Nº 4	4,760					1	75	11	36	100	
Nº 6	3,380					-	75	18	18	1	99
Nº 8	2,380					-	75	11	7	1	98
Nº 10	2,000					1	74	3	4	1	97
Nº 16	1,190				100	-	74	3	1	16	81
Nº 20	0,840			1	89	-	74	-	1	36	45
Nº 30	0,590			6	83	-	74	-	1	16	28
Nº 40	0,428			6	87	1	73	-	1	4	25
Nº 50	0,287			3	84	1	72	-	1	2	23
Nº 60	0,177			8	75	13	59	-	1	4	19
Nº 100	0,149			13	62	7	52	1	-	1	18
Nº 200	0,074		38	28	20	32	-	-	4	14	
- Nº 200	-	NTP 339.132(99)	26	-	32	-	-	-	14	-	
<b>LÍMITE LÍQUIDO (%)</b>		NTP 339.129(99)	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>ÍNDICE PLÁSTICO (%)</b>		NTP 339.129(99)	-	-	-	-	-	-	-	-	

**Observaciones:**

- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. (\*) Identificación establecida en el documento de referencia del solicitante.
- La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución Nº 0002-98/IN DECOPI-CR 01/07.01.98).



USA (2/5)  
enf / mmp  
O.S. Nº 448



*[Signature]*

**ING. E. NIETO**

**ING. JEFE DE UNIDAD**  
Lima, 05 de Octubre del 2004



Av. Túpac Amaru Nº 1590 - Rimac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677





MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 4 8 5 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b>	:	Provias Nacional -MTC	<b>MUESTRAS</b>	:	Suelos (de perforación)
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	:	Av. Bolívar N° 120 - 2° Piso - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	:	La que se indica
<b>PROYECTO</b>	:	Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b>	:	150 g aprox.
<b>REFERENCIA</b>	:	Memo N° 113-2004-MTC/14.01.SDGEOD, laos	<b>PRESENTACIÓN</b>	:	Bolsa plásticas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	:	08.09.2004	<b>FECHA ENSAYO</b>	:	24.08.2004

MALLAS SERIE AMERICANA	SONDAJE	NORMAS DE ENSAYO	P -1° (ESTRIBO IZQUIERDO)								
			M-9		M-10		M-11		M-13		
			13,50 -18,00		16,50 -18,00		18,00 -19,50		19,50 -21,00		
	PROF. (m)		RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	
3"	78,200	NTP 339.128(99)									
2 1/2"	63,500										
2"	50,800										
1 1/2"	38,100					100					
1"	25,400					27	73				100
3/4"	19,050					30	43			8	82
1/2"	12,700					9	34			5	87
3/8"	9,525					8	28			2	85
1/4"	6,350					11	15			2	83
N° 4	4,760				100	-	15		100	1	82
N° 6	3,360			1	99	-	15	1	99	2	80
N° 8	2,380			1	98	-	15	1	98	1	79
N° 10	2,000			1	97	-	15	1	97	1	78
N° 16	1,190			3	94	-	15	2	95	2	78
N° 20	0,840			5	88	-	15	5	80	1	75
N° 30	0,580			9	80	-	15	7	83	2	73
N° 40	0,428			14	68	-	15	12	71	4	69
N° 50	0,297			19	47	1	14	15	58	11	58
N° 60	0,177			16	31	3	11	28	30	24	34
N° 100	0,149			6	25	2	9	6	24	8	26
N° 200	0,074		14	11	3	6	8	18	12	14	
- N° 200	-	NTP 339.132(99)	11	-	6	-	18	-	14	-	
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.128(99)									
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129(99)									

**Observaciones:**

- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-88/ANDECOPI-CRT del 07.01.98).



USA (3/5)  
enf / mp  
O.S. N° 446



*[Signature]*  
ING° JEFE DE UNIDAD  
Lima, 05 de Octubre del 2004



Av. Túpac Amaru N° 1590 - Rimac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 4 6 5 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b>	: Provias Nacional - MTC	<b>MUESTRA</b>	: Suelos (de perforación)
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: Av. Bolivia N° 120- 2° Piso - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: La que se indica
<b>PROYECTO</b>	: Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b>	: 150 g aprox.
<b>REFERENCIA</b>	: Memo N° 113-2004-MTC/14.01.SDGEOCD.laos	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Bolsa plásticas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 06.09.2004	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 24.09.2004

**DETERMINACIÓN DE MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN TAMIZ N° 200 POR LAVADO  
(MÉTODO A) NTP 339.132(1 999)**

IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (%)
P- 1" (Estribo Izquierdo) M-1(0,00 -0,20 m de prof.)	1,3
P-1" (Estribo Izquierdo) M- 2 (1,50 m de prof.)	21

**Observaciones:**

- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Cantidad de muestra de acuerdo a Norma Técnica.
- Muestra sumergida por unos minutos antes del lavado.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



*[Signature]*  
**ING. JEFE DE UNIDAD**  
 ING. E. NIETO  
 Lima, 05 de Octubre del 2004

USA (4/5)  
enf./ rmp  
O.S.N° 446



**LABORATORIO AT**

Av. Túpac Amaru N° 1590 – Rímac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO Nº 4 6 5 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b>	: Provias Nacional - MTC	<b>MUESTRA</b>	: Suelos (de perforación)
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: Av. Bolivia Nº 120- 2º Piso - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: La que se indica
<b>PROYECTO</b>	: Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b>	: 150 gr aprox.
<b>REFERENCIA</b>	: Memo Nº 113-2004-MTC/14.01.SDGE OCD.laos	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Bolsas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 06.09.2004	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 24.09.2004

**PESO VOLÚMETRICO DE SUELOS COHESIVOS  
(MÉTODO DE INMERSIÓN EN EL AGUA) NTP 339.139 (1 999)**

IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (gr/cc)
P-1"- Estribo Izquierdo. M-12 (18,00-19,50 m de prof.)	2,280
P-1"- Estribo Izquierdo. M-14 (21,00 -22,50 m de prof.)	2,334

**Observaciones:**

- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



  
**ING. JEFE DE UNIDAD**  
 Lima, 05 de Octubre del 2004

USA (5/5)  
enf./mp  
O.S. Nº 446



**LABORATORIO AT**

Av. Túpac Amaru Nº 1590 – Rímac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677



MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCION GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 4 6 5 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b> :	Provias Nacional	<b>MUESTRAS</b> :	Agua
<b>DOMICILIO LEGAL</b> :	Av. Bolivia N° 120, 2do. Piso - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b> :	Río Reque
<b>PROYECTO</b> :	Estudio Geotécnico con fines de Cimentación del Puente Reque (Lambayeque).	<b>CANTIDAD</b> :	01 L.
<b>REFERENCIA</b> :	Memo N° 113-2004-MTC/14.01.Sdgeocd.laos.	<b>PRESENTACIÓN</b> :	Frescos Plásticos
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b> :	06.09.2004	<b>FECHA ENSAYO</b> :	13.09.2004

Determinación	NTP	Fuente de Agua
		Río Reque
Residuo Sólido p.p.m.	339.071 - 82	566
Sulfatos expresado como ión SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> p.p.m.	339.074 - 82	107
Cloruros expresado como ión Cl <sup>-</sup> p.p.m.	339.076 - 82	62
Materia Orgánica expresada en oxígeno p.p.m.	339.072 - 82	6.2
Potencial de Hidrogeno (pH)	339.073 - 82	7.6

**Observaciones:**

- La muestra de agua analizada no cumple Especificaciones Técnicas, para su empleo en obras de concreto, la materia orgánica más alto que el límite permisible (máx. 3ppm). Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario. Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución INDECOPI N° 0002-98/indecopi-cr del 07.01.98).



**JEFE DE UNIDAD**

Lima, 04 de Octubre del 2004

UAQ (1/1)  
ama  
O.S. N° 446







60 001

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO**  
**SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**  
**DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 541 - 2004 - MTC/14.01**

**SOLICITANTE** : Provias Nacional -MTC **MUESTRAS** : Suelos  
(de perforación)  
**DOMICILIO LEGAL** : Av. Bolivia N° 120 - 2° Piso - Lima **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica  
**PROYECTO** : Estudio Geotécnico con fines de cimentación **CANTIDAD** : 150 g - 2,8 kg aprox.  
del Puente Reque (Lambayeque)  
**REFERENCIA** : Memo N° D02-2004-MTC/14.01.Sdgeocd.dggc.lac **PRESENTACIÓN** : Bolsa plásticas  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 29.09.2004 **FECHA ENSAYO** : 25 al 28.10.2004

MALLAS SERIE AMERICANA	SONDAJE	NORMAS DE ENSAYO	PILAR CENTRAL (P-2)								
	MUESTRA		M-1		M-2		M-3		M-4		
	PROF. (m)		3,00 - 4,00		4,00 - 6,00		6,00 - 7,50		7,50 - 8,00		
	PROCEDENCIA		SPT		SPT		SPT		CORE BARREL		
ABERTURA (mm)		RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA		
3°	76,200	NTP 339.128(99)									
2 1/2°	63,500										
2°	50,800										
1 1/2°	38,100									100	
1°	25,400								50	50	
3/4°	19,050				100				14	36	
1/2°	12,700			5	95				12	24	
3/8°	9,525			-	95			100	6	18	
1/4°	6,350			16	79		100	1	99	2	18
N° 4	4,760			8	71	1	99	1	98	-	16
N° 8	3,360			14	57	1	98	2	96	-	16
N° 8	2,380			15	42	5	93	3	83	-	16
N° 10	2,000			5	37	7	88	3	90	-	16
N° 16	1,190			10	27	58	28	27	63	-	16
N° 20	0,840			4	23	18	10	27	36	-	18
N° 30	0,590			4	19	4	8	15	21	1	15
N° 40	0,428			4	15	1	5	5	16	-	15
N° 50	0,297			4	11	1	4	3	13	-	15
N° 80	0,177			4	7	2	2	3	10	-	15
N° 100	0,149			1	6	-	2	1	9	-	15
N° 200	0,074		2	4	1	1	2	7	1	14	
- N° 200	-	NTP 339.132(99)	4	-	1	-	7	-	14	-	
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.129(99)	-	-	-	-	-	-	-	-	
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129(99)	-	-	NP	-	NP	-	-	-	
CLASIFICACIÓN SUCS		NTP 339.134(99)	-	-	SP	-	SW-SM	-	-	-	
CLASIFICACIÓN AASHTO		NTP 339.135(99)	-	-	A-1-b (0)	-	A-1-b (0)	-	-	-	

**Observaciones:**

Muestra proporcionada e identificada por personal técnico de la SOGEOCO de la OAT.

La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.

Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del

sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



USA (1/12)  
enf / rmp  
O.S. N° 509



**LABORATORIO OAT**

Av. Túpac Amaru N° 1590 - Rimac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677





MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 5 4 1 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b> :	Provias Nacional -MTC	<b>MUESTRAS</b> :	Suelos (de perforación)
<b>DOMICILIO LEGAL</b> :	Av. Bolivia N° 120 - 2° Pao - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b> :	La que se indica
<b>PROYECTO</b> :	Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b> :	150 g - 2,8 kg aprox.
<b>REFERENCIA</b> :	Memo N° 002-2004-MTC/14.01.Sdgeocd.dggc.lao	<b>PRESENTACIÓN</b> :	Bolsa plásticas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b> :	29.09.2004	<b>FECHA ENSAYO</b> :	25 al 28.10.2004

MALLAS SERIE AMERICANA	SONDAJE	NORMAS DE ENSAYO	PILAR CENTRAL (P-2)								
	MUESTRA		M-5		M-6		M-7		M-8		
	PROF. (m)		7,50 - 9,00		9,00 - 10,50		9,00 - 10,50		10,00 - 12,00		
	PROCEDENCIA		SPT		CORE BARREL		SPT		SPT		
ABERTURA (mm)		RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA		
3"	76,200	NTP 339.128(99)									
2 1/2"	63,500										
2"	50,800										
1 1/2"	38,100										
1"	25,400					100					
3/4"	19,050				100	10	90				
1/2"	12,700			4	96	25	85		100		100
3/8"	9,525			1	95	5	60	5	95	1	98
1/4"	8,350			1	94	2	58	2	93	1	98
N° 4	4,760			2	92	-	58	1	92	1	97
N° 6	3,360			5	87	1	57	2	90	-	97
N° 8	2,380			9	78	1	58	3	87	-	97
N° 10	2,000			6	72	-	56	3	84	1	86
N° 16	1,190			26	46	2	54	17	67	3	93
N° 20	0,840			19	27	-	54	10	57	1	92
N° 30	0,590			14	13	1	53	3	54	-	92
N° 40	0,426			2	11	-	53	1	53	1	91
N° 50	0,297			1	10	1	52	1	52	1	90
N° 60	0,177			1	9	-	52	2	50	12	78
N° 100	0,149			-	9	-	52	-	50	10	68
N° 200	0,074		1	8	1	51	4	46	33	35	
- N° 200	-	NTP 339.132(99)	8	-	51	-	46	-	35	-	
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.128(99)	28,0		-		-		30,0		
INDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.128(99)	11,0		-		-		NP		
CLASIFICACIÓN SUCS		NTP 339.134(99)	SP-SC		-		-		SM		
CLASIFICACIÓN AASHTO		NTP 339.135(99)	A-2-6 (0)		-		-		A-2-4 (0)		

**Observaciones:**

Muestra proporcionada e identificada por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT.  
 La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.  
 Este documento no daba ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



**JEFE DE UNIDAD DE SUELOS**  
 ING. E. NIETO  
 JEFE DE UNIDAD  
 Lima, 28 de Octubre del 2004

USA (2/12)  
enf / mp  
O.S. N° 509







62

003

MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 541 - 2004 - MTC/14.01**

**SOLICITANTE** : Provisa Nacional -MTC **MUESTRAS** : Suelos  
(de perforación)

**DOMICILIO LEGAL** : Av. Bolivia N° 120 - 2° Piso - Lima **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica

**PROYECTO** : Estudio Geotécnico con fines de cimentación **CANTIDAD** : 150 g - 2,8 kg aprox.

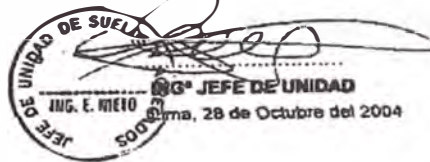
**REFERENCIA** : Memo N° 002-2004-MTC/14.01. Sdgeoecd.dggc.lao **PRESENTACIÓN** : Bolsa plásticas

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 29.09.2004 **FECHA ENSAYO** : 25 al 28.10.2004

MALLAS SERIE AMERICANA	SONDAJE	NORMAS DE ENSAYO	PILAR CENTRAL (P-2)							
	MUESTRA		M-9		M-10		M-11		M-12	
	PROF. (m)		10,50 -12,00		16,00 -18,50		16,00 -18,50		18,50 -18,00	
	PROCEDENCIA		CORE BARREL		SPT		CORE BARREL		LAVADO	
ABERTURA (mm)		RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	
3"	78,200	NTP 339.128(98)								
2 1/2"	63,500									
2"	50,800									
1 1/2"	38,100				100					
1"	25,400			26	74					
3/4"	19,050			-	74				100	
1/2"	12,700			-	74			11	89	
3/8"	9,525			-	74		100	5	84	
1/4"	8,350			-	74	2	98	4	80	
N° 4	4,780			-	74	-	98	-	80	
N° 6	3,360			-	74	2	96	2	78	
N° 8	2,380			1	73	1	95	-	78	
N° 10	2,000			-	73	-	95	-	78	
N° 16	1,190			1	72	2	93	3	75	
N° 20	0,840			-	72	1	92	2	73	100
N° 30	0,590			-	72	5	87	2	71	3
N° 40	0,428			-	72	15	72	4	67	12
N° 50	0,297			1	71	20	52	5	62	17
N° 80	0,177			2	69	20	32	9	53	20
N° 100	0,149			1	68	5	27	4	49	4
N° 200	0,074		7	61	8	19	9	40	8	
- N° 200	-	NTP 339.132(99)	61	-	19	-	40	-	36	-
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.129(99)	-	-	18,0	-	-	-	29,0	-
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129(99)	-	-	NP	-	-	-	NP	-
CLASIFICACIÓN SUCS		NTP 339.134(98)	-	-	SM	-	-	-	SM	-
CLASIFICACIÓN AASHTO		NTP 339.135(99)	-	-	A-2-4 (0)	-	-	-	A-4 (0)	-

**Observaciones:**

Muestra proporcionada e identificada por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT.  
La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.  
Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-08/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



USA (3/12)  
enf / rmp  
O.S. N° 509



LABORATORIO



Av. Túpac Amaru N° 1590 - Rímac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677





63004

MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO**  
**SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**  
**DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

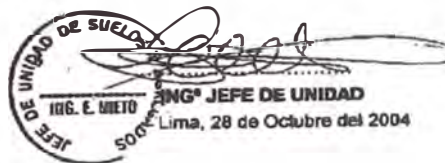
**INFORME DE ENSAYO Nº 5 4 1 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b> :	Proveas Nacional -MTC	<b>MUESTRAS</b> :	Suelos (de perforación)
<b>DOMICILIO LEGAL</b> :	Av. Bolivia Nº 120 - 2º Piso - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b> :	La que se indica
<b>PROYECTO</b> :	Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b> :	150 g - 2,8 kg aprox.
<b>REFERENCIA</b> :	Memo Nº 002-2004-MTC/14.01.Sdgeocd.dggc.lao	<b>PRESENTACIÓN</b> :	Bolsa plásticas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b> :	29.09.2004	<b>FECHA ENSAYO</b> :	25 al 28.10.2004

MALLAS SERIE AMERICANA	SONDAJE	NORMAS DE ENSAYO	PILAR CENTRAL (P-2)							
	MUESTRA		M-13		M-14		M-15		M-16	
	PROF. (m)		18,00 -19,60		10,60 -21,00		30,00		32	
	PROCEDENCIA		LAVADO		LAVADO		LAVADO		LAVADO	
ABERTURA (mm)		RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	
3"	76,200	NTP 339.128(99)								
2 1/2"	63,500									
2"	50,800									
1 1/2"	38,100									
1"	25,400									
3/4"	19,050									
1/2"	12,700									
3/8"	9,525									
1/4"	6,350									
Nº 4	4,760									
Nº 6	3,360									
Nº 8	2,360									
Nº 10	2,000									
Nº 16	1,190									
Nº 20	0,840									
Nº 30	0,590									
Nº 40	0,428									
Nº 50	0,297									
Nº 80	0,177									
Nº 100	0,149									
Nº 200	0,074									
- Nº 200	-	NTP 339.132(99)	23	-	28	-	9	-	8	-
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.129(99)	19,0		-		-		-	
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129(99)	NP		-		NP		NP	
CLASIFICACIÓN SUCS		NTP 339.134(99)	SM		-		SP-SM		SP-SM	
CLASIFICACIÓN AASHTO		NTP 339.135(99)	A-2-4 (0)		-		A-3 (0)		A-3 (0)	

**Observaciones:**

- Muestra proporcionada e identificada por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT.
- La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOP-CRT del 07.01.98).



USA (4/12)  
enf / mp  
O.S. Nº 509



**LABORATORIO OAT**

Av. Túpac Amaru Nº 1590 - Rímac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677







64 005

MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO Nº 5 4 1 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b> :	Provias Nacional -MTC	<b>MUESTRAS</b> :	Suelos (de perforación)
<b>DOMICILIO LEGAL</b> :	Av. Bolivia Nº 120 - 2º Piso - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b> :	La que se indica
<b>PROYECTO</b> :	Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b> :	150 g - 2,8 kg aprox.
<b>REFERENCIA</b> :	Memo Nº 002-2004-MTC/14.01.Sdgeocd.dggc.lao	<b>PRESENTACIÓN</b> :	Bolsa plásticas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b> :	29.09.2004	<b>FECHA ENSAYO</b> :	25 al 28.10.2004

MALLAS SERIE AMERICANA	SONDAJE	NORMAS DE ENSAYO	FILAR CENTRAL (P-2)	
	MUESTRA		RET.	PASA
	PROF. (m)		16-17	
	PROCEDECIA		36,00	
	ABERTURA (mm)		LAVADO	
3"	78,200	NTP 339.128(99)		
2 1/2"	63,500			
2"	50,800			
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050			
1/2"	12,700			
3/8"	9,525			
1/4"	6,350			
Nº 4	4,760			
Nº 6	3,360			
Nº 8	2,380			
Nº 10	2,000			
Nº 16	1,190			
Nº 20	0,840			
Nº 30	0,590			
Nº 40	0,428			100
Nº 50	0,297			2 98
Nº 80	0,177			48 49
Nº 100	0,149			14 35
Nº 200	0,074		23 12	
- Nº 200	-	NTP 339.132(99)	12 -	
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.129(99)	--	
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129(99)	NP	
CLASIFICACIÓN SUCS		NTP 339.134(99)	SP-SM	
CLASIFICACIÓN AASHTO		NTP 339.135(99)	A-2-4 (0)	

**Observaciones:**

- Muestra proporcionada e identificada por personal técnico de la SDGEOCO de la OAT.
- La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución Nº 0002 98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



**JEFE DE UNIDAD DE SUELOS**  
**ING. E. RIEZO**  
**JEFE DE UNIDAD**  
 Lima, 28 de Octubre del 2004



USA (5/12)  
erd / mmp  
O.S. Nº 509



Av. Túpac Amaru Nº 1590 - Rimac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677





MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO Nº 5 4 1 - 2004 - MTC/14.01**

**SOLICITANTE** : Provias Nacional - MTC **MUESTRA** : Suelos  
(de perforación)  
**DOMICILIO LEGAL** : Av. Bolivia Nº 120- 2º Piso - Lima **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica  
**PROYECTO** : Estudio Geotécnico con fines de cimentación **CANTIDAD** : 150 g - 2,8 kg aprox.  
del Puente Reque (Lambayeque)  
**REFERENCIA** : Memo Nº 002-2004-MTC/14.01.Sdgeocd.dggc.lao **PRESENTACIÓN** : Bolsa plásticas  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 29.09.2004 **FECHA DE ENSAYO** : 25.10.2004

**DETERMINACIÓN DE MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN TAMIZ Nº 200 POR LAVADO  
(MÉTODO A) NTP 339.132(1 999)**

IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (%)
Pilar Central (P-2) M-1 (3,00-4,50 m de prof.) SPT	4,4
Pilar Central (P-2) M-2 (4,50- 6,00 m de prof.) SPT	0,7
Pilar Central (P-2) M-3 (6,00- 7,50 m de prof.) SPT	6,7
Pilar Central (P-2) M-4 (7,50- 9,00 m de prof.) Core Barrel	14
Pilar Central (P-2) M-5 (7,50- 9,00 m de prof.) SPT	8,3
Pilar Central (P-2) M-6 (9,00 -10,00 m de prof.) Core Barrel	51

**Observaciones:**



- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Cantidad de muestra de acuerdo a Norma Técnica.
- Muestra sumergida por unos minutos antes del lavado.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



**JEFE DE UNIDAD DE SUELOS Y ACEROS**  
ING. E. NIETO

**ING. JEFE DE UNIDAD**  
Lima, 28 de Octubre del 2004

USA (6/12)  
enf./ rmp  
O.S. Nº 509



**LABORATORIO**

Av. Túpac Amaru Nº 1590 – Rímac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

65007

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 541 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b>	: Provias Nacional - MTC	<b>MUESTRA</b>	: Suelos (de perforación)
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: Av. Bolivia N° 120- 2° Piso - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: La que se indica
<b>PROYECTO</b>	: Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b>	: 150 g - 2,8 kg aprox.
<b>REFERENCIA</b>	: Memo N° 002-2004-MTC/14.01.Sdgeocd.dggc.lao	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Bolsa plásticas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 29.09.2004	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 25.10.2004

**DETERMINACIÓN DE MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN TAMIZ N° 200 POR LAVADO  
(MÉTODO A) NTP 339.132(1 999)**

IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (%)
Pilar Central (P-2) M-7 (9,00 -10,50 m de prof.) SPT	46
Pilar Central (P-2) M-8 (10,00- 12,00 m de prof.) SPT	35
Pilar Central (P-2) M-9 (10,50 -12,00 m de prof.) Core Barrel	61
Pilar Central (P-2) M-10(15,00-16,50 m de prof.) SPT	19
Pilar Central (P-2) M-11(15,00- 16,50 m de prof.) Core Barrel	40
Pilar Central (P-2) M-12(16,50-18,00 m de prof.) Lavado	36

**Observaciones:**



- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Cantidad de muestra de acuerdo a Norma Técnica.
- Muestra sumergida por unos minutos antes del lavado.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



**ING. JEFE DE UNIDAD**  
Lima, 28 de Octubre del 2004

USA (7/12)  
enf./mp  
O.S.N° 509



**LABORATORIO AT**

Av. Túpac Amaru N° 1590 – Rímac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677





MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 5 4 1 - 2004 - MTC/14.01**

**SOLICITANTE** : Proviás Nacional - MTC **MUESTRA** : Suelos  
(de perforación)

**DOMICILIO LEGAL** : Av. Bolivia N° 120- 2º Piso - Lima **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica

**PROYECTO** : Estudio Geotécnico con fines de cimentación **CANTIDAD** : 150 g - 2,8 kg aprox.  
del Puente Reque (Lambayeque)

**REFERENCIA** : Memo N° 002-2004-MTC/14.01.Sdgeocd.dggc.lao **PRESENTACIÓN** : Bolsa plásticas

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 29.09.2004 **FECHA DE ENSAYO** : 28.10.2005

**DETERMINACIÓN DE MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN TAMIZ N° 200 POR LAVADO  
(MÉTODO A) NTP 339.132(1 999)**

IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (%)
Pilar Central (P-2) M-13(18,00-19,50 m de prof.) Lavado	23
Pilar Central (P-2) M-14 (19,50- 21,00 m de prof.) Lavado	28
Pilar Central (P-2) M-15(30 m de prof.) Lavado	8,6
Pilar Central (P-2) M-16(32 m de prof.) Lavado	7,9
Pilar Central (P-2) M-17(35 m de prof.) Lavado	12

**Observaciones:**



- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Cantidad de muestra de acuerdo a Norma Técnica.
- Muestra sumergida por unos minutos antes del lavado.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



**ING. JEFE DE UNIDAD**  
Lima, 28 de Octubre del 2004

USA (8/12)  
enf./mp  
O.S.N° 509



**LABORATORIO AT**

Av. Túpac Amaru N° 1590 – Rimac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677





68  
009

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO Nº 5 4 1 - 2004 - MTC/14.01**

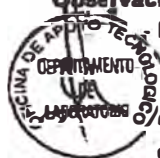
<b>SOLICITANTE</b>	: <b>Proviás Nacional - MTC</b>	<b>MUESTRA</b>	: Suelos (de perforación)
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: Av. Bolivia Nº 120- 2º Piso - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: La que se indica
<b>PROYECTO</b>	: Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b>	: 150 g - 2.8 kg aprox.
<b>REFERENCIA</b>	: Memo Nº 002-2004-MTC/14.01.Sdgeocd.dggc.lao	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Bolsas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 29.09.2004	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 25.10.2004

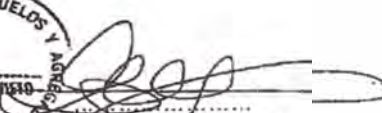
**PESO VOLÚMETRICO DE SUELOS COHESIVOS  
(MÉTODO DE INMERSIÓN EN EL AGUA) NTP 339.139 (1 999)**

IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (gr/cc)
Pilar Central (P-2) M-18A (21,00 -24,00 m)Core Barrel	2,261
Pilar Central (P-2) M-18B (21,00 -24,00 m) Core Barrel	2,101
Pilar Central (P-2) M-18C (21,00 -24,00 m) Core Barrel	2,211

**Observaciones:**

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.  
 Interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.  
 Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



  
**ING. JEFE DE UNIDAD**  
 Lima, 28 de Octubre del 2004

USA (9/12)  
enf./ mmp  
O.S. Nº 509



**LABORATORIO**



Av. Túpac Amaru Nº 1590 – Rimac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 541 - 2004 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: Provias Nacional - MTC	MUESTRA	: Suelos (perforación)
DOMICILIO LEGAL	: Av. Bolivia N° 120-2do. Piso-Lima	IDENTIFICACIÓN	: M-18A Prof. 21-24 m (Core Barrel)
PROYECTO	: Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	CANTIDAD	: 360 gr.
REFERENCIA	: Memo. N°002-2004-MTC/14.01.SDGEOD.dggc.k	PRESENTACIÓN	: Bolsa plástica (parafinado)
FECHA DE RECEPCIÓN	: 29.09.2004	FECHA DE ENSAYO	: 28.10.2004

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS  
( ASTM D2166-98 )

Tiempo Transcurrido (segundos)	Dial de Carga	Carga Axial (kg)	Dial de Deformación (0,001")	Deformación Total (cm)	Deformación Unitaria	Área Corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
11	7	87	10	0.025	0.003	10,045	8.66
23	18	143	20	0.051	0.007	10,080	14.19
35	27	189	30	0.076	0.010	10,115	18.69
46	35	230	40	0.102	0.014	10,150	22.66
58	38	245	50	0.127	0.017	10,186	24.05
69	42	265	60	0.152	0.021	10,222	25.92

Observaciones: Humedad Natural= 7.7 %

- Muestras proporcionadas e identificadas por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución Indecopi N° 0002-98/INDECOPI.CRT del 07.01.98).



ING. JEFE DE UNIDAD  
Lima, 28 de Octubre del 2004



USA (10/12)  
enf/edm  
O.S. N°509



Av. Túpac Amaru N° 1590 - Rimac, Telf : 481 - 3707 Fax : 481 - 0677





MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

70011

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 541 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b>	: Provias Nacional - MTC	<b>MUESTRA</b>	: Suelos (perforación)
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: Av. Bolivia N° 120-2do. Piso-Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: M-18B Prof. 21-24 m (Core Barrel)
<b>PROYECTO</b>	: Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b>	: 320 gr.
<b>REFERENCIA</b>	: Memo.N°002-2004-MTC/14.01.Sdgeoed.dggc.laos	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Bolsa plástica (parafinado)
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 29.09.2004	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 28.10.2004

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS  
( ASTM D2166-98 )**

Tiempo Transcurrido (segundos)	Dial de Carga	Carga Axial (kg)	Dial de Deformación (0.001")	Deformación Total (cm)	Deformación Unitaria	Área Corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
11	12	113	10	0.025	0.00338	9.65	11.71
23	22	164	20	0.051	0.00676	9.69	16.92
35	33	220	30	0.076	0.01015	9.72	22.63
46	35	230	40	0.102	0.01353	9.75	23.59

Observaciones: Humedad Natural= 9,8 %

- Muestras proporcionadas e identificadas por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT.
- La Interpretación ajena de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución Indecopi N° 0002-98/INDECOPI.CRT del 07.01.98).



ING. JEFE DE UNIDAD  
Lima, 28 de Octubre del 2004

USA (11/12)  
en/edm  
O.S. N°509







72  
001

MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 5 5 5 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b> :	Provincia Nacional -MTC	<b>MUESTRAS</b> :	Suelos (de perforación)
<b>DOMICILIO LEGAL</b> :	Av. Bolivia N° 120 - 2° Piso - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b> :	La que se indica
<b>PROYECTO</b> :	Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Raquea (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b> :	200 g - 1,3 kg aprox.
<b>REFERENCIA</b> :	Memo N° 008-2004-MTC/14.01. Sdgeoed.dggc.lac	<b>PRESENTACIÓN</b> :	Bolsa plásticas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b> :	18.10.2004	<b>FECHA ENSAYO</b> :	27.10 al 03.11.2004

MALLAS SERIE AMERICANA	SONDAJE	NORMAS DE ENSAYO	SONDAJE P-3									
			M-1		M-2		M-3		M-4			
			3,00		4,50		6,00		7,5			
	ABERTURA (mm)		RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA		
3"	76,200	NTP 339.128(99)										
2 1/2"	63,500											
2"	50,800											
1 1/2"	38,100											
1"	25,400											
3/4"	19,050											
1/2"	12,700											
3/8"	9,525											
1/4"	6,350											
N° 4	4,780									100		
N° 6	3,360								3	97		
N° 8	2,380								2	95		
N° 10	2,000							100	1	94		
N° 16	1,190						1	99	3	91		
N° 20	0,840						1	98	2	89		
N° 30	0,590				100		100	2	96	2	87	
N° 40	0,426			1	99		1	99	5	91	3	84
N° 50	0,297			5	94		5	94	13	78	3	81
N° 80	0,177			28	88		32	82	33	45	6	75
N° 100	0,149			12	86		15	47	10	35	4	71
N° 200	0,074		20	36		23	24	15	20	8	63	
- N° 200	-	NTP 339.132(99)	36	-		24	-	20	-	83	-	
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.129(99)	--			--		--		22,0		
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129(99)	-			NP		NP		3,0		
CLASIFICACIÓN SUCS		NTP 339.134(99)	-			SM		SM		ML		
CLASIFICACIÓN AASHTO		NTP 339.135(99)	-			A-2-4 (0)		A-2-4 (0)		A-4 (0)		

**Observaciones:**

Muestra proporcionada e identificada por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT como proveniente de ensayos SPT  
 muestreador Core Barrel.  
 La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.  
 Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del  
 sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



*[Signature]*  
**ING° JEFE DE UNIDAD**  
 Lima, 03 de Noviembre del 2004

USA (1/11)  
enf / rmi  
O.S. N° 541



Av. Túpac Amaru N° 1590 - Rímac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677





MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO Nº 555 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b> :	Provisa Nacional -MTC	<b>MUESTRAS</b> :	Suelos (de perforación)
<b>DOMICILIO LEGAL</b> :	Av. Bolivia Nº 120 - 2º Piso - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b> :	La que se indica
<b>PROYECTO</b> :	Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b> :	200 g - 1.3 kg aprox.
<b>REFERENCIA</b> :	Memo Nº 008-2004-MTC/14.01. Sdgeoed.dggc.lao	<b>PRESENTACIÓN</b> :	Bolsa plásticas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b> :	18.10.2004	<b>FECHA ENSAYO</b> :	27.10 al 03.11.2004

MALLAS SERIE AMERICANA	SONDAJE MUESTRA PROF. (m) ABERTURA (mm)	NORMAS DE ENSAYO	SONDAJE P-S								
			M-5		M-6		M-7		M-8		
			RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	
			9,00		10,60 -12,00		12,00 -13,60		13,60 -15,00		
3"	76,200	NTP 339.128(99)									
2 1/2"	63,500										
2"	50,800										
1 1/2"	38,100										
1"	25,400										
3/4"	19,050										
1/2"	12,700										
3/8"	9,525										
1/4"	6,350										
Nº 4	4,760			100			100			100	
Nº 6	3,360			1	99		2	98	3	97	
Nº 8	2,380			1	98		-	98	2	95	
Nº 10	2,000			-	98		-	98	1	94	
Nº 16	1,190			2	96		1	97	3	81	
Nº 20	0,840			2	84		-	97	1	90	
Nº 30	0,590			3	91		1	96	1	88	
Nº 40	0,426			4	87	100	2	94	2	87	
Nº 50	0,297			7	80	1	99	3	91	6	81
Nº 80	0,177			29	51	7	92	6	85	11	70
Nº 100	0,149			12	39	10	82	4	81	4	66
Nº 200	0,074		14	25	28	54	16	65	12	54	
- Nº 200	-	NTP 339.132(99)	25	-	54	-	65	-	54	-	
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.129(99)	-		24.0		33.0		26.0		
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129(99)	NP		4.0		12.0		7.0		
CLASIFICACIÓN SUCS		NTP 339.134(99)	SM		ML-CL		CL		ML-CL		
CLASIFICACIÓN AASHTO		NTP 339.135(99)	A-2-4 (0)		A-4 (0)		A-6 (6)		A-8 (6)		

**Observaciones:**

Muestra proporcionada e identificada por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT como proveniente de ensayos SPT muestreador Core Barrel.  
 La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.  
 Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



*[Signature]*  
**ING. JEFE DE UNIDAD**  
 Lima, 03 de Noviembre del 2004

USA (2/11)  
enf / msi  
O.S. Nº 541





- MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

74  
003

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 555 - 2004 - MTC/14.01**

**SOLICITANTE** : Provias Nacional -MTC **MUESTRAS** : Suelos (de perforación)  
**DOMICILIO LEGAL** : Av. Bolivia N° 120 - 2° Piso - Lima **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica  
**PROYECTO** : Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque) **CANTIDAD** : 200 g - 1,3 kg aprox.  
**REFERENCIA** : Memo N° 008-2004-MTC/14.01. Sdgeoed.dggc.lac **PRESENTACIÓN** : Bolsa plásticas  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 18.10.2004 **FECHA ENSAYO** : 27.10 al 03.11.2004

MALLAS SERIE AMERICANA	SONDAJE	NORMAS DE ENSAYO	SONDAJE P-3								
			M-9		M-10		M-11		M-12		
			RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	
	MUESTRA	-	13,60 -16,00		15,00 -16,60		15,00- 16,60		18,60		
	PROF. (m)	-									
	ABERTURA (mm)	-	RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	
3"	76,200	NTP 339.128(99)									
2 1/2"	63,500										
2"	50,800										
1 1/2"	38,100										
1"	25,400									100	
3/4"	19,050					100			9	91	
1/2"	12,700				4	96			19	72	
3/8"	9,525				-	96			6	69	
1/4"	6,350				-	96			9	57	
N° 4	4,760				100	-	98		3	54	
N° 6	3,360			3	97	-	98		3	51	
N° 8	2,380			1	98	2	94		4	47	
N° 10	2,000			-	96	-	94		2	45	
N° 16	1,180			1	95	2	92		6	39	
N° 20	0,840			2	93	2	90		3	36	
N° 30	0,590			2	91	6	84		100	8	28
N° 40	0,426			3	88	24	60	2	98	9	19
N° 50	0,297			4	84	18	42	3	85	7	12
N° 80	0,177			34	50	10	32	14	81	6	6
N° 100	0,149			14	36	5	27	9	72	1	5
N° 200	0,074		22	14	12	15	21	51	3	2	
- N° 200	-	NTP 339.132(99)	14	-	15	-	51	-	2	-	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NTP 339.129(99)		--		--		25,0		--		
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	NTP 339.129(99)		NP		NP		5,0		NP		
CLASIFICACIÓN SUCS	NTP 339.134(99)		SM		SM		ML-CL		SP		
CLASIFICACIÓN AASHTO	NTP 339.135(99)		A-2-4 (0)		A-2-4 (0)		A-4 (0)		A-1-a (0)		

**Observaciones:**

Muestra proporcionada e identificada por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT como proveniente de ensayos SPT.  
El muestreador Core Barrel.  
La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.  
Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



*[Signature]*  
ING. E. PRÉTO  
ING° JEFE DE UNIDAD  
Lima, 03 de Noviembre del 2004

USA (3/11)  
enf / rmi  
O.S. N° 541



Av. Túpac Amaru N° 1590 - Rímac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677







MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO Nº 555 - 2004 - MTC/14.01**

**SOLICITANTE** : Provias Nacional -MTC **MUESTRAS** : Suelos  
(de perforación)  
**DOMICILIO LEGAL** : Av. Bolivia Nº 120 - 2º Piso - Lima **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica  
**PROYECTO** : Estudio Geotécnico con fines de cimentación **CANTIDAD** : 200 g - 1,3 kg aprox.  
**REFERENCIA** : Memo Nº 008-2004-MTC/14.01. Sdgeoed.dggc.las **PRESENTACIÓN** : Bolsa plásticas  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 18.10.2004 **FECHA ENSAYO** : 27.10 al 03.11.2004

MALLAS SERIE AMERICANA	SONDAJE	NORMAS DE ENSAYO	SONDAJE P-S				
	MUESTRA		M-13		M-14		
	PROF. (m)		21,00		22,00		
	ABERTURA (mm)		RET.	PASA	RET.	PASA	
3"	76,200	NTP 339.128(99)					
2 1/2"	63,500						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						
3/4"	19,050						
1/2"	12,700						
3/8"	9,525				100		
1/4"	8,350			9	91		
Nº 4	4,760			-	91		
Nº 6	3,360			-	91		
Nº 8	2,380			-	91		
Nº 10	2,000			-	91		
Nº 16	1,190			-	91		
Nº 20	0,840			3	88		100
Nº 30	0,590			13	75	2	98
Nº 40	0,426			15	60	12	86
Nº 50	0,297			13	47	29	57
Nº 60	0,177			13	34	30	27
Nº 100	0,149			3	31	5	22
Nº 200	0,074		9	22	8	14	
- Nº 200	-	NTP 339.132(99)	22	-	14	-	
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.129(99)	-	-	-	-	
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129(99)	-	-	-	NP	
CLASIFICACIÓN SUCS		NTP 339.134(99)	-	-	-	SM	
CLASIFICACIÓN AASHTO		NTP 339.135(99)	-	-	-	A-2-4 (0)	

**Observaciones:**

Muestra proporcionada e identificada por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT como proveniente de ensayos SPT .  
Muestreador Core Barrel.  
La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.  
Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución Nº 0002-88/INDECOPI-CRT del 07.01.88).



ING. E. NIETO  
Lima, 03 de Noviembre del 2004

USA (4/11)  
enf / mmi  
O.S. Nº 541



Av. Túpac Amaru Nº 1590 - Rimac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677



MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO**  
**SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**  
**DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 5 5 5 - 2004 - MTC/14.01**

**SOLICITANTE** : Proviens Nacional -MTC **MUESTRAS** : Suelos  
(de perforación)  
**DOMICILIO LEGAL** : Av. Bolivia N° 120 - 2° Piso - Lima **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica  
**PROYECTO** : Estudio Geotécnico con fines de cimentación **CANTIDAD** : 200 g - 1,3 kg aprox.  
**REFERENCIA** : Memo N° 008-2004-MTC/14.01. Sdgeocd.dggc.lac **PRESENTACIÓN** : Bolsa plásticas  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 18.10.2004 **FECHA ENSAYO** : 27.10 al 03.11.2004

MALLAS SERIE AMERICANA	SONDAJE	NORMAS DE ENSAYO	SONDAJE P-4								
			M-1		M-2		M-3		M-4		
			3,00		4,60		6,00		7,60		
	ABERTURA (mm)		RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	
3"	78,200	NTP 339.128(99)									
2 1/2"	63,500										
2"	50,800										
1 1/2"	38,100									100	
1"	25,400								10	90	
3/4"	19,050								-	90	
1/2"	12,700								-	90	
3/8"	9,525								2	88	
1/4"	6,350								3	85	
N° 4	4,760							100	2	83	
N° 6	3,360							5	95	2	81
N° 8	2,380							3	92	2	79
N° 10	2,000				100		100	1	91	1	78
N° 18	1,190			1	99	1	99	2	89	2	78
N° 20	0,840			2	97	1	98	1	88	1	75
N° 30	0,590			5	92	2	96	1	87	1	74
N° 40	0,428			10	82	3	93	1	86	2	72
N° 50	0,297			15	67	12	81	1	85	4	68
N° 80	0,177			31	36	51	30	19	66	22	46
N° 100	0,149			10	26	10	20	15	51	11	35
N° 200	0,074		14	12	12	8	27	24	18	17	
- N° 200	-	NTP 339.132(99)	12	-	8	-	24	-	17	-	
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.129(99)	--		--		--		--		
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129(99)	NP		NP		NP		NP		
CLASIFICACIÓN SUCS		NTP 339.134(99)	SP-SM		SP-SM		SM		SM		
CLASIFICACIÓN AASHTO		NTP 339.135(99)	A-2-4 (0)		A-3 (0)		A-2-4 (0)		A-2-4 (0)		

**Observaciones:**

Muestra proporcionada e identificada por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT como proveniente de ensayos SPT y muestreador Core Barrel.  
La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.  
Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPLCRT del 08.01.98).



**ING° JEFE DE UNIDAD**  
Lima, 03 de Noviembre del 2004

USA (5/11)  
enf / mli  
O.S. N° 541



**LABORATORIO OAT**

Av. Túpac Amaru N° 1590 - Rimac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677







MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO Nº 5 5 5 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b> :	Provincia Nacional -MTC	<b>MUESTRAS</b> :	Suelos (de perforación)
<b>DOMICILIO LEGAL</b> :	Av. Bolívar Nº 120 - 2º Piso - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b> :	La que se indica
<b>PROYECTO</b> :	Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Raque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b> :	200 g - 1,3 kg aprox.
<b>REFERENCIA</b> :	Memo Nº 008-2004-MTC/14.01.Sdgeocd.dggc.lee	<b>PRESENTACIÓN</b> :	Bolsa plásticas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b> :	18.10.2004	<b>FECHA ENSAYO</b> :	27.10 al 03.11.2004

MALLAS SERIE AMERICANA	SONDAJE MUESTRA PROF. (m) ABERTURA (mm)	NORMAS DE ENSAYO	SONDAJE P-4																
			M-6		M-6		M-7		M-8										
			RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA									
			9,00		10,60		12,00		12,00										
3"	76,200	NTP 339.128(99)																	
2 1/2"	63,500																		
2"	50,800																		
1 1/2"	38,100																		
1"	25,400																		
3/4"	19,050																		
1/2"	12,700																		
3/8"	9,525																		
1/4"	6,350																		
Nº 4	4,760					100			100										
Nº 6	3,360				1	99	1	99	2	98									
Nº 8	2,380					2	97	1	98	-	98								
Nº 10	2,000			100	1	98	-	98	-	98									
Nº 16	1,190			1	99	8	90	1	97	-	98								
Nº 20	0,840			-	99	3	87	-	97	-	98								
Nº 30	0,590			1	98	3	84	1	96	-	98								
Nº 40	0,426			3	95	2	82	4	92	-	98								
Nº 50	0,297			12	83	4	78	9	83	2	96								
Nº 80	0,177			39	44	28	50	36	47	12	84								
Nº 100	0,149			16	28	15	35	15	32	11	73								
Nº 200	0,074		23	5	19	16	21	11	36	37									
- Nº 200	-	NTP 339.132(99)	5	-	16	-	11	-	37	-									
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.129(99)								25,0									
INDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129(99)		NP		NP		NP		2,0									
CLASIFICACIÓN SUCS		NTP 339.134(99)		SP-SM		SM		SP-SM		SM									
CLASIFICACIÓN AASHTO		NTP 339.135(99)		A-3 (0)		A-2-4 (0)		A-2-4 (0)		A-4 (0)									

**Observaciones:**

Muestra proporcionada e identificada por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT como proveniente de ensayos SPT y muestreador Core Barrel.  
 La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.  
 Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



**ING. E. MITTO**  
**ING. JEFE DE UNIDAD**  
 Lima, 03 de Noviembre del 2004



USA (8/11)  
enf / ml  
O.S. Nº 541



**LABORATORIO OAT**

Av. Túpac Amaru Nº 1590 - Rímac, Telf. 481-3707 Fax 481-0677





MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 5 5 5 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b> :	Provias Nacional -MTC	<b>MUESTRAS</b> :	Suelos (de perforación)
<b>DOMICILIO LEGAL</b> :	Av. Bolivia N° 120 - 2° Piso - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b> :	La que se indica
<b>PROYECTO</b> :	Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b> :	200 g - 1,3 kg aprox.
<b>REFERENCIA</b> :	Memo N° 008-2004-MTC/14.01.Sdgeoed.dggc.lao	<b>PRESENTACIÓN</b> :	Bolsa plásticas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b> :	18.10.2004	<b>FECHA ENSAYO</b> :	27.10 al 03.11.2004

MALLAS SERIE AMERICANA	SONDAJE	NORMAS DE ENSAYO	SONDAJE P-4	
	MUESTRA		M-9	
	PROF. (m)		18,00	
	ABERTURA (mm)		RET.	PASA
3"	76,200	NTP 339.128(99)		
2 1/2"	63,500			
2"	50,800			
1 1/2"	38,100			100
1"	25,400			23 77
3/4"	19,050			14 63
1/2"	12,700			10 53
3/8"	9,525			5 48
1/4"	6,350			4 44
N° 4	4,760			2 42
N° 6	3,360			2 40
N° 8	2,380			2 38
N° 10	2,000			2 36
N° 16	1,190			6 30
N° 20	0,840			2 28
N° 30	0,590			2 26
N° 40	0,428			1 25
N° 50	0,297			1 24
N° 60	0,177			2 22
N° 100	0,149			1 21
N° 200	0,074		2 19	
N° 200	-	NTP 339.132(99)	19 -	
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.129(99)	36,0	
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129(99)	3,0	
CLASIFICACIÓN SUCS		NTP 339.134(99)	GM	
CLASIFICACIÓN AASHTO		NTP 339.135(99)	A-1-b (0)	

**Observaciones:**

Muestra proporcionada e identificada por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT como proveniente de ensayos SPT y muestreador Core Barrel.  
 La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.  
 Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOP-CRT del 07.01.98).



*[Signature]*  
ING. E. MIELO

**ING. JEFE DE UNIDAD**  
Lima, 03 de Noviembre del 2004

USA (7/11)  
enf / rmi  
O.S. N° 541







400.79  
- 008

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO Nº 5 5 5 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b>	: Provias Nacional - MTC	<b>MUESTRA</b>	: Suelos (de perforación)
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: Av. Bolivia Nº 120- 2º Piso - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: La que se indica
<b>PROYECTO</b>	: Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b>	: 200 g - 1,3 kg aprox.
<b>REFERENCIA</b>	: Memo Nº 008-2004-MTC/14.01.Sdgeocd.dggc.lao	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Bolsa plásticas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 18.10.2004	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 27 al 28.10.2004

**DETERMINACIÓN DE MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN TAMIZ Nº 200 POR LAVADO  
(MÉTODO A) NTP 339.132(1 999)**

IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (%)
Sondaje P-3, M-1 (3,00 m de prof.)	36
Sondaje P-3, M-2 (4,50 m de prof.)	24
Sondaje P-3, M-3 (6,00 m de prof.)	20
Sondaje P-3, M-4 (7,50 m de prof.)	63
Sondaje P-3, M-5 (9,00 m de prof.)	25
Sondaje P-3, M-6 (10,50 -12,00 m de prof.)	54
Sondaje P-3, M-7 (12,00 -13,50 m de prof.)	65

**Observaciones:**



- Muestra proporcionada e identificada por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT.
- Cantidad de muestra de acuerdo a Norma Técnica.
- Muestra sumergida por unos minutos antes del lavado.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).

**ING. JEFE DE UNIDAD**  
 Lima, 03 de Noviembre del 2004



USA (8/11)  
enf./ mmi  
O.S. Nº 541



**LABORATORIO OAT**

Av. Túpac Amaru Nº 1590 – Rímac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677





MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 5 5 5 - 2004 - MTC/14.01**

**SOLICITANTE** : Proviás Nacional - MTC **MUESTRA** : Suelos  
(de perforación)

**DOMICILIO LEGAL** : Av. Bolivia N° 120- 2° Piso - Lima **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica

**PROYECTO** : Estudio Geotécnico con fines de cimentación **CANTIDAD** : 200 g - 1,3 kg aprox.  
del Puente Reque (Lambayeque)

**REFERENCIA** : Memo N° 008-2004-MTC/14.01.Sdgeoed.dggc.lao **PRESENTACIÓN** : Bolsa plásticas

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 18.10.2004 **FECHA DE ENSAYO** : 27 al 28.10.2004

**DETERMINACIÓN DE MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN TAMIZ N° 200 POR LAVADO  
(MÉTODO A) NTP 339.132(1 999)**

IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (%)
Sondaje P-3, M-8 (13,50 -15,00 m de prof.)	54
Sondaje P-3, M-9 (13,50 -15,00 m de prof.)	14
Sondaje P-3, M-10 (15,00 -16,00 m de prof.)	15
Sondaje P-3, M-11 (15,00 -16,50 m de prof.)	51
Sondaje P-3, M-12 (19,50 m de prof.)	1,8
Sondaje P-3, M-13(21,00 m de prof.)	22
Sondaje P-3, M-14 (22,50 m de prof.)	14

**Observaciones:**

- Muestra proporcionada e identificada por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT.
- Cantidad de muestra de acuerdo a Norma Técnica.
- Muestra sumergida por unos minutos antes del lavado.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



**ING. JEFE DE UNIDAD**  
ING. E. NIETO  
Lima, 03 de Noviembre del 2004

USA (9/11)  
enf./ mmi  
O.S. N° 541





147-81  
-010

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO Nº 5 5 5 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b>	: Provias Nacional - MTC	<b>MUESTRA</b>	: Suelos (de perforación)
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: Av. Bolívia Nº 120- 2º Piso - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: La que se indica
<b>PROYECTO</b>	: Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque)	<b>CANTIDAD</b>	: 200 g - 1,3 kg aprox.
<b>REFERENCIA</b>	: Memo Nº 008-2004-MTC/14.01.Sdgeoed.dggc.lao	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Bolsa plásticas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 18.10.2004	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 27 al 28.10.2004

**DETERMINACIÓN DE MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN TAMIZ Nº 200 POR LAVADO  
(MÉTODO A) NTP 339.132(1 999)**

IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (%)
Sondaje P-4, M-1 (3,00 m de prof.)	12
Sondaje P-4, M-2 (4,50 m de prof.)	8,2
Sondaje P-4, M-3 (6,00 m de prof.)	24
Sondaje P-4, M-4 (7,50 m de prof.)	17
Sondaje P-4, M-5 (9,00 m de prof.)	5,1
Sondaje P-4, M-6 (10,50 m de prof.)	16

**Observaciones:**



- Muestra proporcionada e identificada por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT.
- Cantidad de muestra de acuerdo a Norma Técnica.
- Muestra sumergida por unos minutos antes del lavado.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



  
**ING. JEFE DE UNIDAD**  
 Lima, 03 de Noviembre del 2004

USA (10/11)  
enf./ ml  
O.S. Nº 541



**LABORATORIO AT**

Av. Túpac Amaru Nº 1590 Rimac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677





MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

82  
011

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 5 5 5 - 2004 - MTC/14.01**

**SOLICITANTE** : Provias Nacional - MTC **MUESTRA** : Suelos  
(de perforación)  
**DOMICILIO LEGAL** : Av. Bofivia N° 120- 2º Piso - Lima **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica  
**PROYECTO** : Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Reque (Lambayeque) **CANTIDAD** : 200 g - 1,3 kg aprox.  
**REFERENCIA** : Memo N° 008-2004-MTC/14.01.Sdgeoed.dggc.lao **PRESENTACIÓN** : Bolsa plásticas  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 18.10.2004 **FECHA DE ENSAYO** : 27 al 28.10.2004

**DETERMINACIÓN DE MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN TAMIZ N° 200 POR LAVADO  
(MÉTODO A) NTP 339.132(1 999)**

IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (%)
Sondaje P-4, M-7 (12,00 m de prof.)	11
Sondaje P-4, M-8 (12,00 m de prof.)	37
Sondaje P-4, M-9 (18,00 m de prof.)	19

**Observaciones:**



- Muestra proporcionada e identificada por personal técnico de la SDGEOCD de la OAT.
- Cantidad de muestra de acuerdo a Norma Técnica.
- Muestra sumergida por unos minutos antes del lavado.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



**ING. JEFE DE UNIDAD**  
Lima, 03 de Noviembre del 2004

USA (11/11)  
enf./ rmi  
O.S.N° 541



**LABORATORIO OAT**

Av. Túpac Amaru N° 1590 – Rimac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677



MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES  
DIRECCION GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

83  
012

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO  
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ENSAYO N° 5 5 5 - 2004 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b>	: Provias Nacional - MTC	<b>MUESTRAS</b>	: Suelos
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: Av. Bolivia N°120 - 2da. Piso - Lima.	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: El que se indica
<b>PROYECTO</b>	: Estudio Geotécnico con fines de cimentación del Puente Raque (Lambayeque).	<b>CANTIDAD</b>	: 200g. 1,3 g.aprox.
<b>REFERENCIA</b>	: Memo N°008-2004-MTC/14.01.SDGEOD. dggc.las.	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Bolsas plásticas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 18.10.2004	<b>FECHA ENSAYO</b>	: 03.11.2004

Muestra	Sondaje	Profundidad	Sales Solubles (%)	Sulfatos (%)
			NTP: 339.152 (2002)	NTP: 339.178 (2002)
M - 5	P - 3	9.00m	0,0420	0,0085
M - 7	P - 4	12.00m	0,0384	0,0067

**Observaciones:**

- Material proporcionado e identificado por el solicitante.
  - La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado el sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



*[Signature]*  
JEFE DE UNIDAD

Lima, 04 de Noviembre del 2004

UAQ (1/1)  
ama  
O.S. N° 541



**LABORATORIO AT**

Av. Túpac Amaru N° 1590 - Rimac, Telf: 481-3707 Fax 481-0677



**ANEXO - IV**  
**PANEL FOTOGRAFICO**





**Foto 1:** Imagen satelital del puente Reque actual.

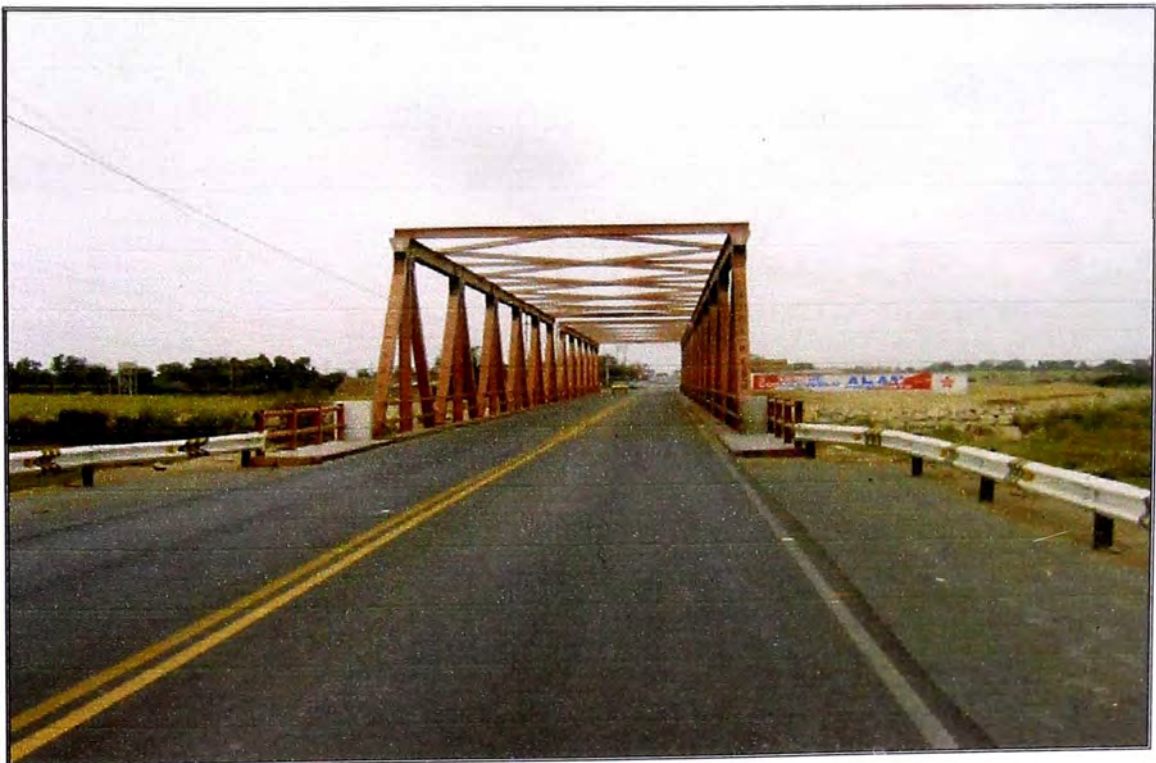


**Foto 2:** Colapso del Puente Reque antiguo por efectos del fenómeno “EL Niño” en el año 1998, el cual estaba conformado por tres tramos de estructuras metálicas reticuladas tipo MAN de 33 m de largo cada uno.



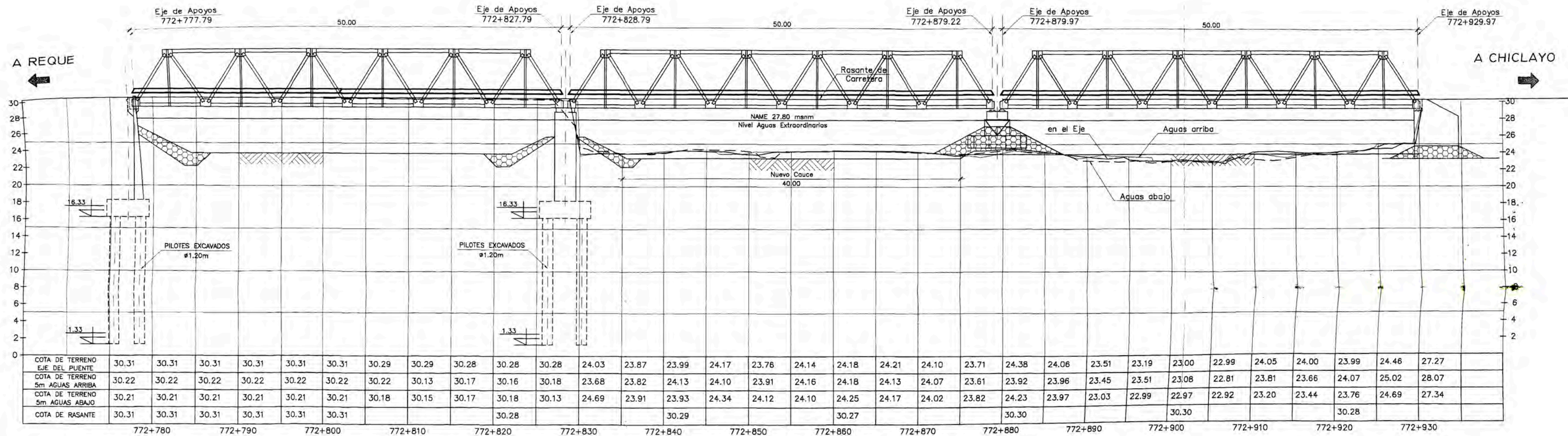


**Foto 3:** Puente Reque actual tipo reticulado metálico, conformado por dos tramos de 50 m cada uno. Fue construido en el año 1998 como reemplazo del puente antiguo colapsado.

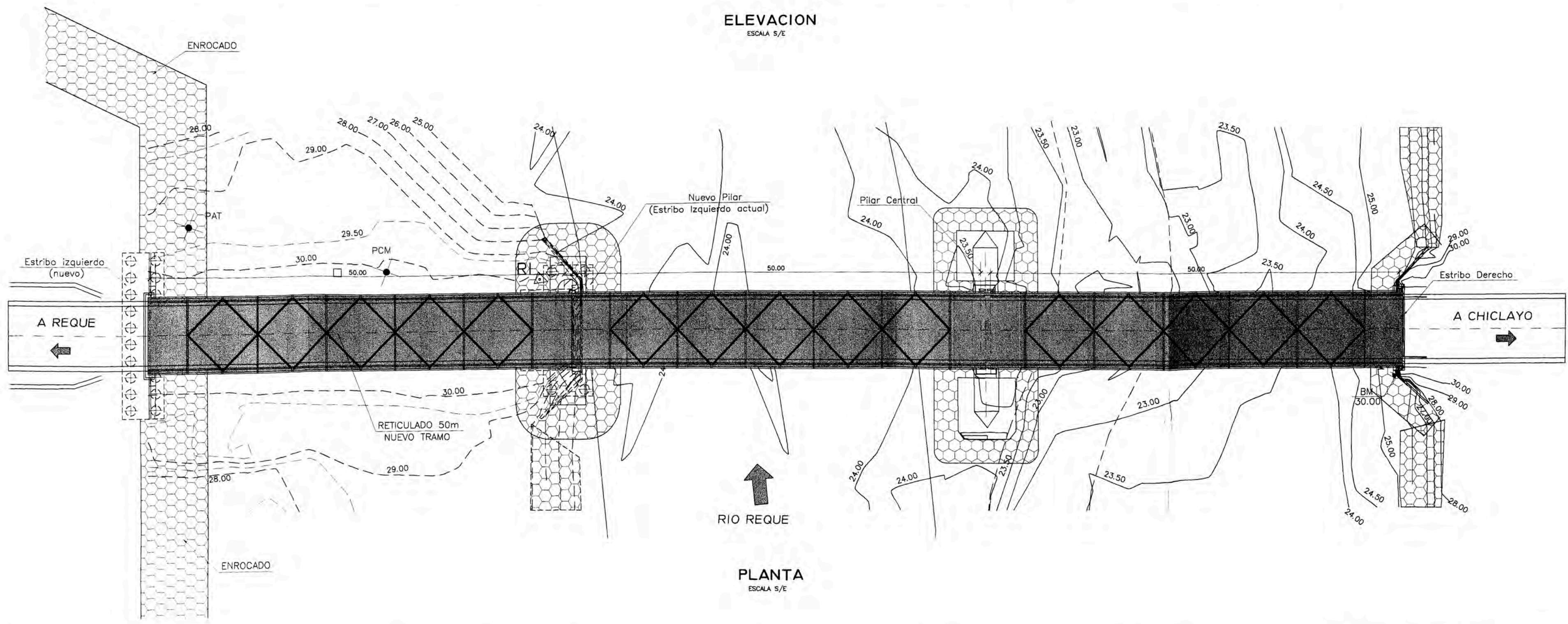


**Foto 4:** Vista frontal del puente Reque actual.



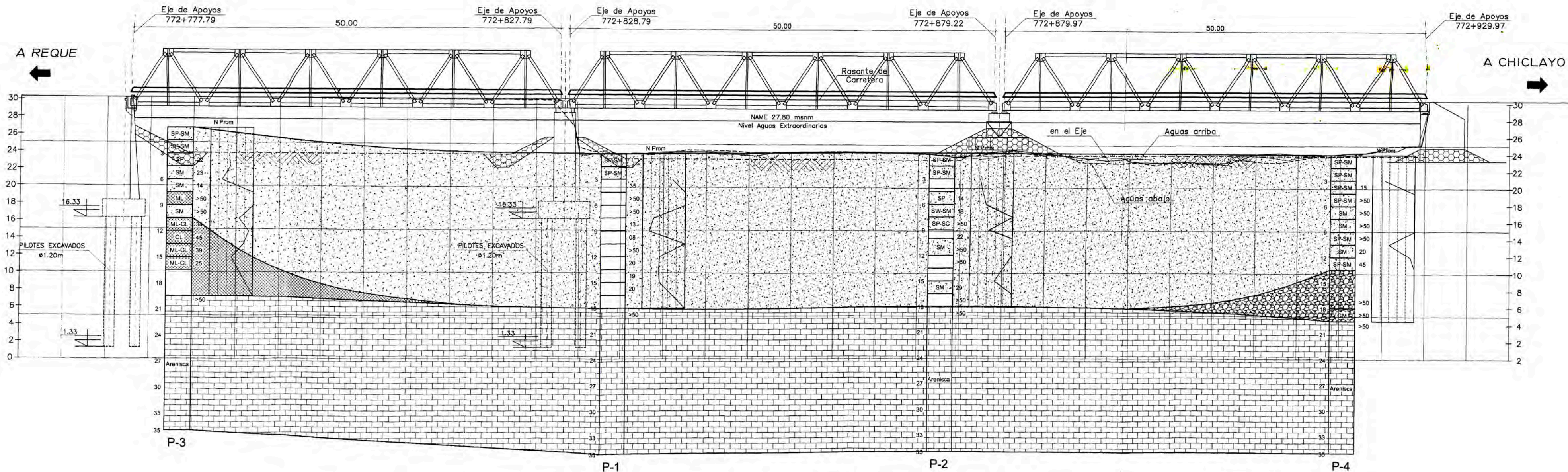


ELEVACION  
ESCALA S/E



PLANTA  
ESCALA S/E





COTA DE TERRENO EJE DEL PUENTE	30.31	30.31	30.31	30.31	30.31	30.31	30.29	30.29	30.28	30.28	30.28	24.03	23.87	23.99	24.17	23.76	24.14	24.18	24.21	24.10	23.71	24.38	24.06	23.51	23.19	23.00	22.99	24.05	24.00	23.99	24.46	27.27			
COTA DE TERRENO 5m AGUAS ARRIBA	30.22	30.22	30.22	30.22	30.22	30.22	30.22	30.13	30.17	30.16	30.18	23.68	23.82	24.13	24.10	23.91	24.16	24.18	24.13	24.07	23.61	23.92	23.96	23.45	23.51	23.08	22.81	23.81	23.66	24.07	25.02	28.07			
COTA DE TERRENO 5m AGUAS ABAJO	30.21	30.21	30.21	30.21	30.21	30.21	30.18	30.15	30.17	30.18	30.13	24.69	23.91	23.93	24.34	24.12	24.10	24.25	24.17	24.02	23.82	24.23	23.97	23.03	22.99	22.97	22.92	23.20	23.44	23.76	24.69	27.34			
COTA DE RASANTE	30.31	30.31	30.31	30.31	30.31	30.31			30.28				30.29				30.27				30.30				30.30				30.28						
	772+780	772+790	772+800	772+810	772+820	772+830	772+840	772+850	772+860	772+870	772+880	772+890	772+900	772+910	772+920	772+930																			

ELEVACION  
ESCALA S/E