

**SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA  
ELABORACION DEL ESTUDIO DE  
PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL DEL  
PROYECTO CAMBIO DE LINEAS DE  
IMPULSION DE AGUA POTABLE EN EL  
DISTRITO DE LA MOLINA**

**ESTUDIO DE SUELOS**

## **INFORME TECNICO**

### **ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION**

#### **PROYECTO:**

**SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DEL  
ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL DEL  
PROYECTO CAMBIO DE LINEAS DE IMPULSION DE AGUA  
POTABLE EN EL DISTRITO DE LA MOLINA**

#### **SOLICITANTE:**

**CONSORCIO ROMAHS CONSULTORES SAC - SEBASTIAN  
MIGUEL RODRIGUEZ MARTINEZ**

#### **UBICACION:**

**DISTRITO : LA MOLINA**  
**PROVINCIA : LIMA**  
**DEPARTAMENTO : LIMA**

**FEBRERO, 2015**

## INDICE

- 1.0 ASPECTOS GENERALES
  - 1.1 Objeto del Estudio
  - 1.2 Ubicación del Area en Estudio
  - 1.3 Características del Proyecto
  
- 2.0 INVESTIGACIONES EFECTUADAS
  - 2.1 Antecedentes Geológicos de la Zona
    - 2.1.1 Geomorfología General de la Zona
    - 2.1.2 Geología de la Zona
  - 2.2 Sismicidad de la Zona
  - 2.3 Trabajos de Campo
    - 2.3.1 Calicatas
    - 2.3.2 Muestreo Disturbado
    - 2.3.3 Registro de Excavaciones
  - 2.4 Ensayos de laboratorio
    - 2.4.1 Ensayos Estándar y Especiales
  - 2.5 Clasificación de Suelos
  
- 3.0 DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO
  - 3.1 Línea de Impulsión del CR-138 al CR-183
  
- 4.0 ZONIFICACION GEOTECNICA
  - 4.1 Línea de Impulsión CR -138 al CR -183
    - 4.1.1 Zona I
    - 4.1.2 Zona II
  
- 5.0 ANALISIS DE LA CIMENTACION
  - 5.1 Tipo y Profundidad de los Cimientos
    - 5.1.1 Línea de Impulsión de la CR-138 al CR-183
      - 5.1.1.1 Zona I
      - 5.1.1.2 Zona II

## 5.2 Cálculo de la Capacidad Portante

### 5.2.1 Línea de Impulsión de la CR-138 al CR-183

#### 5.2.2.1 Zona I

#### 5.2.2.2 Zona II

## 6.0 RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN DE LAS REDES DE IMPULSION

### 6.1 Línea de Impulsión CR -138 al CR -183

#### 6.1.1 Zona I

#### 6.1.2 Zona II

## 7.0 TRATAMIENTO DE RELLENOS DE ZANJA

## 8.0 ESTABILIDAD DE TALUDES

## 9.0 CONTENIDO DE SALES

### 9.1 Línea de Impulsión CR -138 al CR -183

## 10.0 ASPECTOS SISMICOS

## 11.0 CANTERAS Y BOTADEROS

### 11.1 Canteras para Extracción de Material de Construcción

## 12.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## **ANEXOS**

### **ANEXO I**

- Registros de Exploraciones

### **ANEXO II**

- Resultado de los Ensayos de Laboratorio

### **ANEXO III**

- Materia Fotográfico

### **ANEXO IV**

- Plano de Ubicación de Calicatas

### **ANEXO V**

- Mapa de Zonificación Sísmica del Perú

## INFORME TECNICO

### 1.0 ASPECTOS GENERALES

#### 1.1 Objeto del Estudio

El presente Informe Técnico tiene por objeto realizar un Estudio de Suelos con fines de cimentación del Proyecto ***Servicio de Consultoría para la Elaboración del Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil del Proyecto Cambio de Líneas de Impulsión de Agua Potable en el distrito de La Molina***, el mismo que se ha efectuado por medio de trabajos de exploración de campo, ensayos de laboratorio y estudios geológicos, necesarios para definir el perfil estratigráfico del área en estudio, así como sus propiedades de esfuerzo y deformación, proporcionándose las condiciones mínimas de cimentación, indicándose tipo y profundidad de los cimientos, capacidad portante admisible, asentamientos, grado de agresividad al concreto de los cimientos, zonificación a lo largo de las Líneas y condiciones Geológicas – Geotécnicas del terreno.

#### 1.2 Ubicación del Área en Estudio

El área en estudio se encuentra ubicado en la Urb. Club Campestre Las Lagunas - Distrito de La Molina, Provincia y Departamento de Lima.

#### 1.3 Características del Proyecto

El proyecto consiste en cambio de líneas de impulsión de agua potable de los siguientes sectores:

- ✓ Línea de Impulsión desde la CR-138 Newton al R-183 (Sausalito), con una longitud aproximada de 2,698 ml; esta línea está ubicada en la Urb. La Planicie Este y la Urb. Sausalito y atraviesa la prolongación de la Calle La Cañada (Interior del Colegio Newton, La Avenida Ricardo Elías Aparicio, La Avenida José León Barandiaran y la Calle Monte Alegre).

### 2.0 INVESTIGACIONES EFECTUADAS

#### 2.1 Antecedentes Geológicos de la Zona

##### 2.1.1 Geomorfología General de la Zona

Las Unidades Geomorfológicas que comprende la zona son:

- a) Islas
- b) Borde Litoral
- c) Planicies costaneras y Conos deyectivos

- d) Lomas y Cerros Testigos
- e) Valles y quebradas
- f) Estribaciones andinas occidentales
- g) Zona andina

De todas estas unidades el lugar de estudio se encuentra en la Unidad de Planicies costaneras, Conos deyeativos y Estribaciones andinas occidentales

#### ***Valles y Quebradas***

Esta unidad geomorfológica comprende a los valles del Rimac, Lurín, Chillón y Chancay, así como a las quebradas afluentes y a las que discurren directamente al mar.

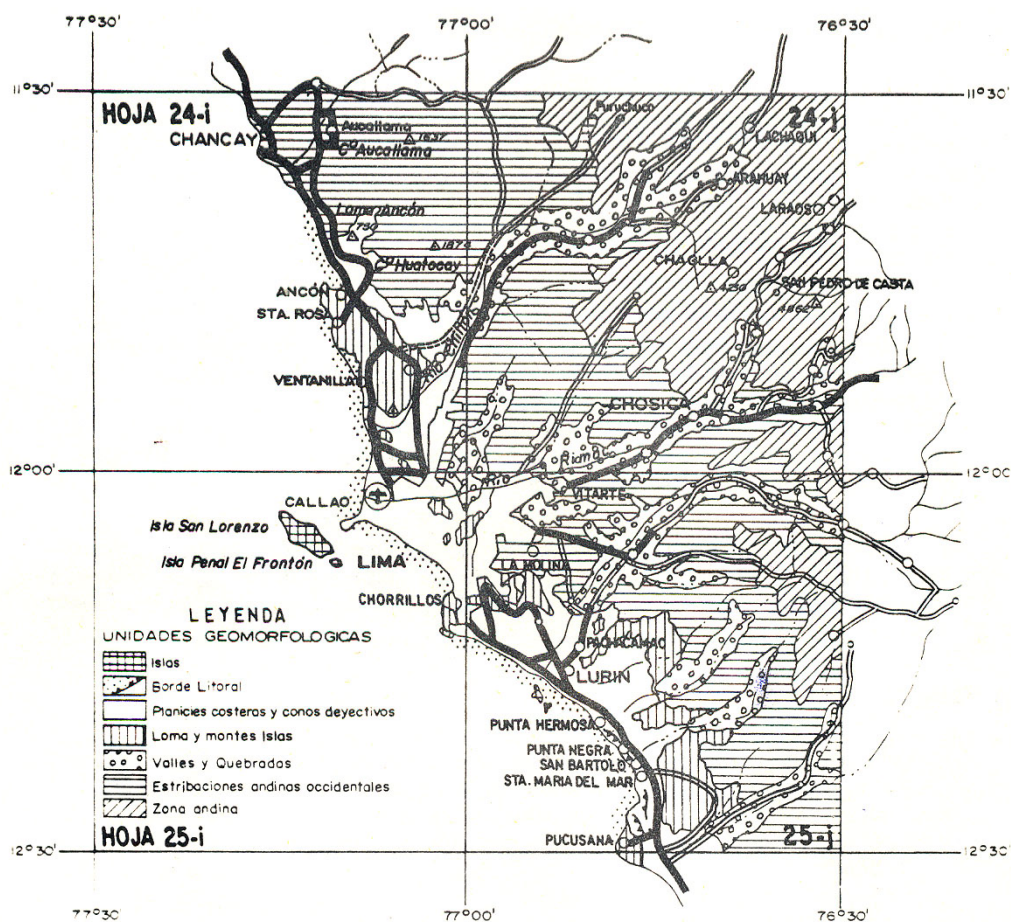
Presentan un clima seco con un piso cubierto por depósitos coluviales y materiales de poco transporte, provenientes de las estribaciones de la Cordillera Occidental, siendo a su vez estos cubiertos por arena eólica.

#### ***Estribaciones andinas occidentales***

Esta unidad geomorfológica corresponde a las laderas y restos marginales de la cordillera andina, de topografía abrupta, formando por plutones los cuales han sido emplazados con rumbo NO-SE, los mismos que han sido disectados por las quebradas.

Las estribaciones de la cordillera occidental terminan hacia el Oeste en la zona de lomas con pendientes menos abruptas y menores de 30°.

#### ***Ver Plano Geomorfológico de la Zona***



MAPA GEOMORFOLOGICO DE LOS CUADRANGULOS  
**CHANCAY - CHOSICA - LIMA - LURIN**  
ESCALA - 1:1'000,000

### 2.1.2 Geología de la Zona

El área que conforma el entorno donde se encuentra las obras proyectadas consistentes en redes de agua y alcantarillado, tienen una variada geología.

De acuerdo a la Geología del lugar, se ha distinguido depósitos aluviales pleistocenos, depositos coluvio aluvial eluvial Pleistocenicos, Superunidad Patap y Superunidad Santa Rosa

#### ***Deposito aluvial Pleistocénico***

En el sector de La Molina el Depósito Aluvial Pleistocénico está constituido por acumulaciones aluviales desérticas del Cuaternario antiguo principalmente por la activación de la quebrada La Molina. La litología de estos depósitos aluviales pleistocénicos está conformada por bloques de roca de naturaleza intrusiva y volcánica y gravas con formas que van de subangulosas a angulosas, arenas de diversas granulometrías y una matriz limosa a limo arcillosa.

#### ***Depósito Coluvio Aluvial Eluvial Pleistocénico***

Conformado por bloques de roca de naturaleza pétrea del tipo intrusivo o volcánico, con formas que van desde angulosas a subangulosas, con gravas y/o gravillas de forma angulosa y arenas de diversa granulometría en un Depósito Coluvio – Aluvial – Eluvial Antiguo o Reciente.

#### ***Superunidad Patap***

Esta superfamilia está constituida por cuerpos de gabros y dioritas, las más antiguas del Batolito.

#### ***Gabros y Gabrodioritas***

El principal cuerpo gabroide ocurre en el C° Colorado al sureste de Lima, entre Atogonco, La Molina y la quebrada Manchay, presentando en sus partes marginales gradación a una diorita básica de color oscuro por los ferromagnesianos que contiene y que la hacen diferente a las dioritas de las otras familias, mostrando en sus parte interna variaciones complejas de anfíboles y piroxenos.

#### ***Superunidad Santa Rosa***

Tonalita-diorita (Santa Rosa oscuro)

Estos cuerpos se presentan constituyendo la parte central de esta super-familia, con un marcado color oscuro. Constituyen el plutón principal en los cerros que bordean Manchay, La Molina y el valle del Rímac desde Vitarte hasta Chosica;

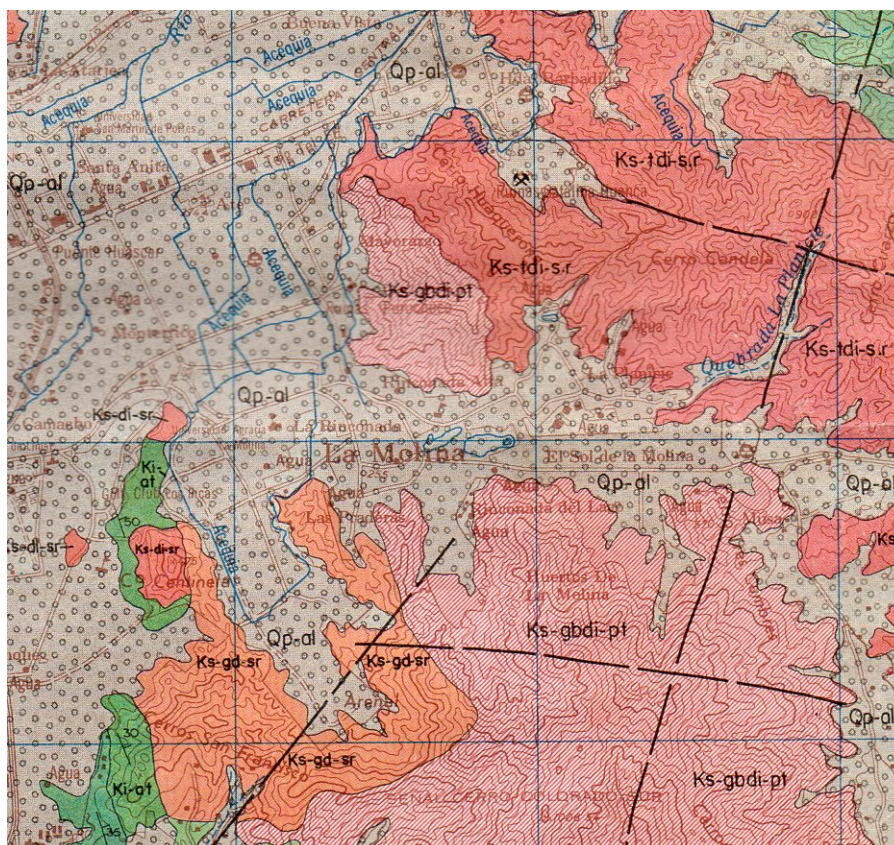
continuando hasta el valle del Chillón a la altura de Yungas, cubriendo de esta manera una gran extensión.

Tonalita Granodiorita (Santa Rosa claro)

Se caracterizan por su marcada coloración gris clara que la diferencia de los cuerpos tonalítico dioríticos más oscuros y a los que casi bordean; siendo sus contactos en parte transicional, pasando de una leucotonalita clara con abundante cuarzo (Santa Rosa Claro) como se puede ver en Cieneguilla, a diorita cuarcífera (Santa Rosa Oscuro) en la parte alta del Cerro Huaycan, constituyendo entonces los cuerpos claros las partes marginales.

Aflora entre las Quebradas Tinajas, Cieneguilla, Chacacayo y más al Norte de las Quebradas de Socos (Afluentes del Río Chillón), Huanchac, Puente Paraíso y Zancudo (afluente del Río Chancay).

- ***Ver Plano Geológico de la Zona***

[illegible]

## **2.2 Sismicidad de la Zona**

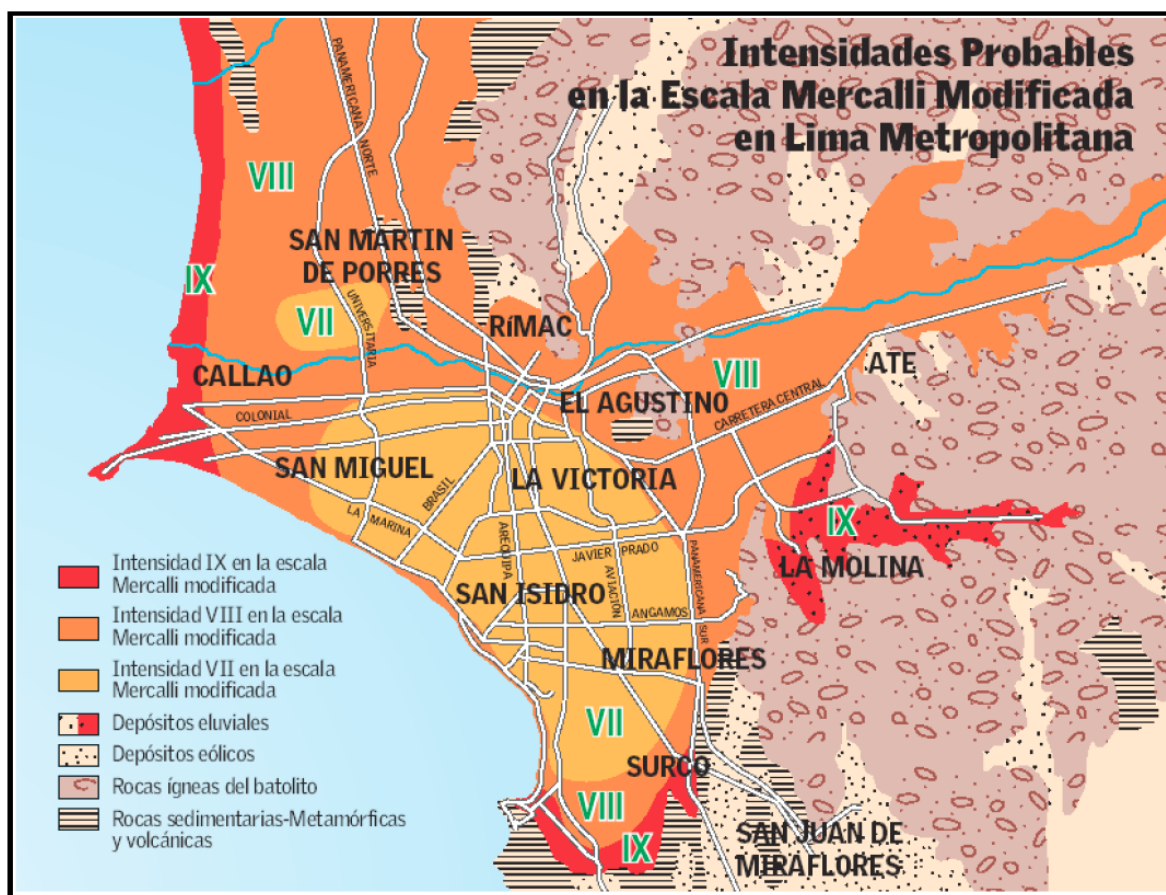
La actividad sísmica en el departamento de Lima, donde se ubica el área en estudio, es de origen tectónico, y manifiesta una estructura interna compleja debido a la interacción por subducción de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana.

En general, la zona está frecuentemente sujeta a sismos de variada intensidad, con epicentros tanto profundos como superficiales, por encontrarse dentro de la llamada zona de transición sismotectónica continental del Bloque Norte-Centro del Perú, la cual coincide con los paralelos 12° y 13° de Latitud Sur.

Algunos sismos que afectan la zona son causados también por la Fosa Tectónica de Lima que pertenece al Plano de Wadati-Benioff, y son originados principalmente por la disipación de la energía acumulada a lo largo de fallas, o por las rupturas de la corteza terrestre.

Según el Mapa Preliminar de Regionalización Sismo-tectónica e Intensidades Máximas Posibles, publicado por el Instituto Geográfico Nacional, el departamento de Lima se encuentra dentro de la zona de alta actividad sísmica, con profundidades hipo-centrales mayores a 60 km y con sismos de intensidades posibles de VIII en la escala de Mercalli. Para la zona de Lima se cuentan con registros de eventos sísmicos históricos desde el año 1513. A partir del año 1906 se dispone de un registro instrumental. Los principales sismos registrados que han afectado a la ciudad de Lima se indican en el presente cuadro.

Fecha	Magnitud	Nombre
13 de noviembre,1555	8.4 <sup>1</sup>	Lima de 1555
17 de julio,1578	7.5	Villa de Santa María de Cañete de 1578
9 de julio,1586	8,0	<b>Lima y Callao de 1586</b>
19 de octubre,1609	8,5	<b>Lima y Callao de 1609</b>
27 de noviembre,1630	9,3	Lima y Callao de 1630
13 de noviembre,1655	8,0	<b>Lima y Callao de 1655</b>
17 de junio,1678	8,0	Lima y Callao de 1678
20 de octubre de1687	8,0 8,5	<b>Lima y Callao de 1687</b>
14 de julio de 1699	7,0	Lima de 1699
28 de octubre,1746	8.4	<b>Lima y Callao de 1746</b>
26 de enero, 1777	7,0	Lima de 1777
1 de diciembre,1806	8,4	Lima de 1806
30 de marzo,1828	8,0	<b>Lima de 1828</b>
8 de octubre,1831	7,0	<b>Sur del Perú de 1831</b>
20 de septiembre,1898	6,0	Callao de 1898
4 de marzo,1904	6,4	Lima y Callao de 1904
12 de diciembre,1908	8,2	Costa central del Perú de 1908
11 de marzo,1926	6,0	Lima de 1926
19 de enero, 1932	7,7	Huacho de 1932
5 de marzo,1935	6,0	Norte del Perú de 1935
24 de mayo,1940	8,2	<b>Lima y Callao de 1940</b>
15 de junio,1945	5,0	Lima de 1945
31 de enero, 1951	7,0	Lima de 1951
21 de abril,1954	6,2	Cañete-Chincha de 1954
17 de octubre,1966	7,5	<b>Lima y Callao de 1966</b>
3 de octubre,1974	7,2	<b>Lima de 1974</b>
29 de mayo,1990	7,0	San Martín de 1990
8 de abril,1993	6,0	Lima de 1993
29 de marzo,2008	5,3	Callao del 2008



**Mapa de Intensidades probables en la Escala de Mercalli Modificada en Lima Metropolitana**  
*Fuente: Revista Caretas Agosto 2007*

## 2.3 Trabajos de Campo

### 2.3.1 Calicatas

Con la finalidad de definir el perfil estratigráfico del área en estudio, se han realizado 12 calicatas, distribuidos convenientemente en el área en estudio, alcanzando las siguientes profundidades:

#### **CUADRO DE CALICATAS**

##### **Líneas de Impulsión CR -138 al CR -183**

Calicata N°	Profundidad (m)	Ubicación	Observaciones
LI-15	2.00	Calle once y Calle la Cañada	----
LI-16	2.20	Calle La Cañada y Av. Ricardo Elías Aparicio	----
LI-17	2.20	Av. Ricardo Elías Aparicio	----
LI-18	2.00	Av. Ricardo Elías Aparicio	----
LI-19	2.00	Av. Ricardo Elías Aparicio	----
LI-20	2.00	Av. Ricardo Elías Aparicio y Calle Yola	----
LI-21	2.20	Av. Ricardo Elías Aparicio y Calle Velero	----
LI-22	2.00	Av. Ricardo Elías Aparicio y Calle El Lindero	----
LI-23	2.00	Av. José León Barandarian	----
LI-24	2.00	Calle Montealegre	----
LI-25	0.60	Reservorio existente y Calle Montealegre	No se pudo profundizar por presencia de roca intrusiva (Granodiorita)
LI-25 A	1.00	Calle Montealegre	Corte de Talud Roca intrusiva (Granodiorita)

- ***Ver plano de Ubicación de Calicatas - Anexo IV.***

### 2.3.2 Muestreo Disturbado

Se extrajeron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos estándar de clasificación e identificación de suelos.

Además se extrajo muestras a fin de realizar ensayos de Corte Directo ASTM D-3080.

Así mismo se extrajo muestras para efectuar análisis químicos de contenido de sales agresivas al concreto.

### **2.3.3 Registro de Excavaciones**

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de cada una de las calicatas, mostrándose las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como: espesor, humedad, plasticidad, etc. ***Ver Anexo I - Registro de Exploraciones***

## **2.4 Ensayos de laboratorio**

Los ensayos de laboratorio se han realizado en el Laboratorio de CAA Ingenieros Consultores Eirl y en el Laboratorio de Análisis de Suelo y Agua –de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional de Agraria La Molina, de acuerdo a la siguiente relación: ***Ver Anexo II – Resultados de Ensayos de Laboratorio.***

### **2.4.1 Ensayos Estándar y Especiales**

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422.
- Límite Líquido ASTM D-4318
- Límite Plástico ASTM D-4318
- Contenido de Humedad ASTM D-2426
- Peso Volumétrico NTP 339.139
- Corte Directo ASTM D-3080
- Clasificación SUCS ASTM D-2487
- Cloruros ASTM D-512
- Sulfatos ASTM D-516
- Ph MTC E 129
- Conductividad ASTM D-1125

## **2.5 Clasificación de Suelos**

Los suelos han sido clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), según se muestra en el siguiente cuadro:

### **CUADRO DE CLASIFICACION**

<b>Sector</b>	Línea de Impulsión CR-138 al CR-183	Línea de Impulsión CR-138 al CR-183	Línea de Impulsión CR-138 al CR-183	Línea de Impulsión CR-138 al CR-183	Línea de Impulsión CR-138 al CR-183	Línea de Impulsión CR-138 al CR-183	Línea de Impulsión CR-138 al CR-183
<b>Calicata N°</b>	LI-17	LI-18	LI-19	LI-20	LI-21	LI-22	LI-24
Prof. (m)	1.10 - 2.20	0.80 - 2.00	1.20 - 2.00	1.50 - 2.00	1.20 - 2.20	0.30 - 2.00	0.30 - 2.00
Ret. No. 4	2.20	0.09	3.45	8.20	---	20.53	39.10
Pasa No. 200	4.60	3.58	4.30	5.60	11.90	4.33	5.20
L.L.	---	---	---	---	---	---	---
I.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
SUCS	SP	SP	SP	SP – SM	SP – SM	SP	SP - SM

### **3.0 DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO**

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, se presenta la siguiente conformación:

#### **3.1 Línea de Impulsión del CR-138 al CR-183**

En la calicata LI-15 se presenta un material de afirmado consistente en gravas angulosas, con matriz limo arenoso, en estado semicompacto en un espesor de 0.20m, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.00m arenas con limos de grano grueso, no plásticas, color beige, poco húmedas, con gravas angulosas de tamaño máximo 5", en estado semicompacto.

En la calicata LI-16 se presenta un relleno conformado por arenas limosas, con gravas angulosas, con presencia de raíces y trozos de ladrillos en un espesor de 0.70m, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.20m arenas de grano fino, no plásticas, color beige, húmedas, con micas, en estado semicompacto.

En la calicata LI-17 se presenta un material de afirmado, consistentes en gravas angulosas, con matriz limo arenosa, en estado semicompacto en un espesor de 0.30m, continuando hasta la profundidad de 0.60m con un relleno conformado por

arenas limosas, con presencia de gravillas y bolsas de plásticos; entre las profundidades de 0.60-1.20m se presenta un material removido, consistente en arenas de grano fino, no plásticas, color beige, en estado semicompacto, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.20m arenas de grano fino, no plásticas, color beige, poco húmedas, con micas, en estado semicompacto.

Nota: a la profundidad de 1.00m pasa una tubería de concreto de 4" de diametro.

En la calicata LI-18 se presenta un material removido conformado por arenas de grano fino, con gravas de 1" aisladas y raíces en un espesor de 0.80m, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.00m arenas de grano fino, no plásticas, color beige, húmedas, con micas, en estado semicompacto.

En la calicata LI-19 se presenta un material removido conformado por arenas limosas, con gravillas de 1" aisladas y raíces en un espesor de 0.30m, continuando hasta la profundidad de 1.20m un material removido, conformado por arenas limosas, de grano fino, de color beige, no plásticas, en estado semicompacto, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.00m arenas de grano fino, no plásticas, color beige, húmedas, con micas, en estado semicompacto.

Nota: a la profundidad de 1.00m pasa una tubería de concreto de 8" de diámetro.

En la calicata LI-20 se presenta un material removido conformado por arenas limosas, con gravas angulosas y raíces en un espesor de 0.40m, continuando hasta la profundidad de 1.50m un material removido, consistentes en arenas de grano grueso, no plásticas, color beige, húmedas, en estado semicompacto, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.00m arenas con limos, de grano medio a grueso, no plásticas, color beige, poco húmedas, con gravas angulosas de tamaño máximo 4", en estado semicompacto.

Nota: a la profundidad de 1.00m pasa una tubería de concreto de 8" de diámetro.

En la calicata LI-21 se presenta un relleno conformado por arenas de grano grueso, con presencia de raíces y trozos de concreto en un espesor de 0.80m, continuando hasta la profundidad de 1.20m un material removido, conformado por arenas de grano grueso, no plásticas, húmedas, en estado semicompacto; entre las profundidades de 1.20-1.70m se presentan arenas con limos, de grano grueso, no plásticas, color beige, húmedas, con gravas de tamaño máximo 2", en estado

semicompacto, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.20m arenas con limos de grano fino, no plásticas, color beige, poco húmedas, con micas, en estado semicompacto.

Nota: a la profundidad de 1.00m pasa una tubería de concreto de 8" de diametro.

En la calicata LI-22 se presenta un material removido conformado por arenas gruesas, con presencia de raíces y gravillas de ½" aisladas en un espesor de 0.30m, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.00m arenas de grano medio a grueso, con gravas angulosas en un 20% - 25%, no plásticas, color beige, poco húmedas, con gravas angulosas de 3/8"-1" en un 5%, en estado semicompacto.

En la calicata LI-23 se presenta un material removido conformado por arenas de grano grueso, no plásticas, con gravillas de 1" aisladas y raíces en un espesor de 0.40m, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.00m arenas con limos de grano grueso, no plásticas, color beige, húmedas, con gravas angulosas de tamaño 1½", en estado semicompacto.

En la calicata LI-24 se presenta un material removido conformado por arenas de grano grueso, con gravillas y raíces en un espesor de 0.30m, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.00m arenas con limos, de grano grueso, no plásticas, color plumizo, con gravas angulosas de ¾"-1" en un 5%-10%, en estado semicompacto a compacto.

En la calicata LI-25 se presenta un material removido conformado por arenas limosas, con presencia de gravillas de ½" aisladas y raíces en un espesor de 0.10m, continuando hasta la profundidad de 0.50m la roca intrusiva (Granodiorita), en estado muy meteorizado, que al excavar se presenta como una arena limosa, con gravas, en estado semicompacto a compacto, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 0.60m la roca intrusiva (Granodiorita), en estado sano de difícil excavación manual.

En la calicata LI-25A (corte de talud) se presenta hasta la profundidad de 1.00m roca intrusiva (Granodiorita), en estado sano de difícil excavación manual.

#### **4.0 ZONIFICACION GEOTECNICA**

De acuerdo a la descripción del perfil estratigráfico y al plano de zonificación, se presentan:

##### **4.1 Línea de Impulsión CR -138 al CR -183**

###### **4.1.1 Zona I**

Se presenta un material removido y rellenos con espesores que varían entre 0.40 m – 1.50 m, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.00 m – 2.20 m arenas de grano fino y arenas de grano grueso, con gravas angulosas de tamaño máximo 1"- 4", en estado semicompacto.

###### **4.1.2 Zona II**

Se presenta un material removido con un espesor de 0.10 m continuando con la roca intrusiva (Granodiorita), en estado fracturado, de difícil excavación manual.

#### **5.0 ANALISIS DE LA CIMENTACION**

##### **5.1 Tipo y Profundidad de los Cimientos**

###### **5.1.1 Línea de Impulsión de la CR-138 al CR-183**

###### **5.1.1.1 Zona I**

Los cimientos se apoyarán sobre las arenas de grano fino y arenas de grano grueso, no plásticas, en estado semicompacto, a una profundidad de 1.00 m, medido con respecto al nivel del terreno actual, por medio de un bloque de concreto.

###### **5.1.1.2 Zona II**

Los cimientos se apoyarán sobre la roca intrusiva (Granodiorita), a una profundidad de 0.80 m, en estado fracturado y sano, por medio de un bloque de concreto.

## 5.2 Cálculo de la Capacidad Portante

### 5.2.1 Línea de Impulsión de la CR-138 al CR-183

#### 5.2.1.1 Zona I

A la profundidad antes mencionada los cimientos se apoyarán arenas de grano fino y arenas de grano grueso, no plásticas, en estado semicompacto, cuyas características de resistencia están dados principalmente por el ensayo de Corte Directo, efectuado con una muestra de la calicata LI-18 de 0.80 – 2.00 m presentando los siguientes resultados:

Cohesión (C)	= 0.00 Kg/cm <sup>2</sup>
Angulo de Fricción Interna ( $\phi$ )	= 30.3°

Luego, considerando la teoría de Karl Terzaghi, la Capacidad Portante Admisible se puede calcular mediante la siguiente relación:

$$q_{ad} = \frac{1}{FS} \left[ \gamma D_f N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma \right]$$

Peso Volumétrico del Suelo sobre el N.F.Z.	$\gamma_1$	= 1.55 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Volumétrico del Suelo por debajo del N.F.Z.	$\gamma_2$	= 1.68 gr/cm <sup>3</sup>
Ancho del Cimiento	B	= 0.60 m
Profundidad de Cimentación	$D_f$	= 1.00 m.
Factor de Seguridad	FS	= 3.00
Factores Adimensionales función de $\phi$	$N_q, N_\gamma$	
Nivel de fondo de zapata	N.F.Z.	

Reemplazando valores, se obtiene:

$$q_{ad} = 0.95 \text{ Kg/cm}^2$$

### Cálculo de Asentamientos

Los asentamientos elásticos, están dados por la siguiente relación (Harr 1966).

$$Se = \frac{Bq_o}{E_s} (1 - \mu_s^2) \alpha$$

Donde:

Ancho de Cimiento	B	= 0.60 m
Presión Admisible	$q_o$	= 0.95 Kg/cm <sup>2</sup>
Relación de Poisson	$\mu_s$	= 0.25

Módulo de Elasticidad  $E_s = 120 \text{ Kg/cm}^2$

Factor de forma, Coeficiente Adimensional  $\alpha = 0.90$

Reemplazando valores se obtiene:

$$S_e = 0.40 \text{ cms}$$

### Empujes Laterales

Para la determinación de los empujes laterales sobre entibamientos y calzaduras, se empleará una distribución triangular de presiones. El empuje total puede determinarse mediante la siguiente relación:

$$E_A = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_A$$

Donde:

$K_A$  : Coeficiente activo de presiones

$H$  : Altura de muro (m)

$\gamma$  : Peso volumétrico de masa ( $1.68 \text{ gr/cm}^3$ )

$K_A = \tan^2(45 - \phi/2)$

Para  $\phi = 30.3^\circ$

$K_A = 0.33$ .

#### 5.2.1.2 Zona II

Se cimentará sobre la roca intrusiva (Granodiorita), en estado fracturado, de difícil excavación manual, a una profundidad de 0.80 m, para una capacidad portante admisible de  $q_{ad} = 12.23 \text{ Kg/cm}^2$ .

## 6.0 RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN DE LAS REDES DE IMPULSION

### 6.1 Línea de Impulsión CR -138 al CR -183

#### 6.1.1 Zona I

Se presenta un material removido y rellenos con espesores que varían entre 0.40 m – 1.50 m, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.00 m – 2.20 m arenas de grano fino y arenas de grano grueso, con gravas angulosas de tamaño máximo 1"- 4", en estado semicompacto.

Estos suelos de acuerdo a sus características, ofrecen buenas condiciones de apoyo a las tuberías, que pueden ser excavados manualmente o con equipo

mecánico.

Para la excavación de las zanjas y tendido de las tuberías, se recomienda utilizar entibamiento a partir de 1.50 m de profundidad, para mantener estable las paredes.

Considerar un empuje activo de  $K_A=0.33$ , con una densidad de  $\gamma=1.64 \text{ grs/cm}^3$ .

Para el relleno de la zanja se podrá emplear el mismo material de la zona, descartando los rellenos superficiales, raíces y partículas mayores de 3", compactado por capas al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado ASTM D-1557.

#### **6.1.2 Zona II**

Se presentan material removido con un espesor de 0.10 m continuando con la roca intrusiva (Granodiorita), en estado fracturado, de difícil excavación manual.

Estos suelos presentan buenas condiciones de apoyo a las tuberías; para la excavación de las zanjas se recomienda el empleo de martillos neumáticos o explosivos controlados en la zona rocosa.

Para el relleno de la zanja se podrá emplear el mismo material de la zona, descartando los rellenos superficiales, raíces y partículas mayores de 3" y/o material de préstamo, compactado por capas al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado ASTM D-1557.

### **7.0 TRATAMIENTO DE RELLENOS DE ZANJA**

Para el relleno final de la zanja se deberá seguir el siguiente tratamiento:

#### **7.1 Zona I**

El relleno final de la zanja se podrá emplear el mismo material excavado de la zona, descartando los rellenos superficiales, raíces y partículas mayores de 3", compactado por capas al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado ASTM D-1557.

#### **7.2 Zona II**

Para el relleno de la zanja se podrá emplear el mismo material de la zona, descartando los rellenos superficiales, raíces y partículas mayores de 3" y/o material de préstamo, compactado por capas al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado ASTM D-1557.

## 8.0 ESTABILIDAD DE TALUDES

Se recomienda entibamiento o apuntalamiento en las zanjas a partir de 1.50 m en las redes de agua, a fin de prevenir hundimiento o derrumbes de las paredes de las zanjas o áreas adyacentes a las mismas.

## 9.0 CONTENIDO DE SALES

Los resultados del análisis físico-químico efectuado con muestras representativas del subsuelo, muestra los siguientes valores:

### 9.1 Línea de Impulsión CR-138 al CR -183

Calicata N°	Profundidad (m)	Presencia en suelo	p.p.m.	Salinidad (ds/m)	Ataque acido	Grado Relativo	Observaciones	Cemento/tipo/ recomendaciones
LI-19	1.20 – 2.00	Sulfatos	273.36	---	---	Despreciable	No ocasiona ataque químico al concreto de la cimentación	Cemento Portland I
		Cloruros	24.66	---	---	Despreciable	No ocasiona ataque químico a la corrosión de armaduras o elementos metálicos	---
		Sales Solubles Totales	732.00	---	---	No agresivo	No presenta problemas de lixiviación	---
		Conductividad (C.E.)	---	0.73	---	No salino	No presenta problemas de lixiviación	---
		pH	---	---	7.45	Despreciable	No presenta elemento ácido que pueda atacar al concreto	---

**Ver Anexo II – Resultados de Análisis de Laboratorio**

Calicata N°	Profundidad (m)	Presencia en suelo	p.p.m.	Salinidad (ds/m)	Ataque acido	Grado Relativo	Observaciones	Cemento/tipo/ recomendaciones
LI-24	0.30 – 2.00	Sulfatos	385.72	---	---	Despreciable	No ocasiona ataque químico al concreto de la cimentación	Cemento Portland I
		Cloruros	110.95	---	---	Despreciable	No ocasiona ataque químico a la corrosión de armaduras o elementos metálicos	---
		Sales Solubles Totales	1,320.00	---	---	Débilmente agresivo	No presenta problemas de lixiviación	---
		Conductividad (C.E.)	---	1.32	---	No salino	No presenta problemas de lixiviación	---
		pH	---	---	9.46	Despreciable	No presenta elemento ácido que pueda atacar al concreto	---

**Ver Anexo II – Resultados de Análisis de Laboratorio**

Los valores se encuentran se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles de agresividad al concreto, pudiéndose emplear por lo tanto Cemento Pórtland Tipo I en la preparación del concreto de los bloques de anclaje y otras estructuras.

El pH indica que el suelo no presenta elementos ácidos que pueda atacar al concreto.

En la conductividad los valores obtenidos indican que el suelo es no salino, sin embargo este parámetro no refleja el problema de lixiviación.

En el sector donde se van a utilizar tuberías principales de hierro dúctil se recomienda utilizar mangas de polietileno debido al alto contenido de cloruros y sulfatos.

*Según Steinrathr, referencia: Corrosión de Estructuras Enterradas. Autor Juan J. Royuela Arce. 10 ppm en ion Cl<sup>-</sup> es ya optimo para la corrosión del hierro y acero, y 200 ppm en ion SO<sub>4</sub> activa la corrosión.*

- ✓ De acuerdo a la Norma E050 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, el límite máximo aceptable de ion cloro presente en el suelo es de 0.2% (2,000 ppm). Así mismo el contenido de sulfatos soluble en agua presente en el suelo como porcentaje en peso, presenta los siguientes límites:

### CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS

Explosión a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO <sub>4</sub> ) <sup>1</sup> , presente en el suelo, % en peso	Sulfato (SO <sub>4</sub> ) en agua ppm	Tipo de cemento	Concreto con agregado de peso normal Relación máxima agua/cemento en peso <sup>1</sup>	Concreto con agregados de peso normal y ligero Resistencia mínima a compresión, f'c MPa <sup>1</sup>
Depreciable	0.00 ≤ SO <sub>4</sub> < 0.10	0.00 ≤ SO <sub>4</sub> < 150	---		
Moderado <sup>2</sup>	0.10 ≤ SO <sub>4</sub> < 0.10	150 ≤ SO <sub>4</sub> < 1500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0.50	28
Severo	0.20 ≤ SO <sub>4</sub> < 2.00	1500 ≤ SO <sub>4</sub> < 10000	V	0.45	31
Muy Severo	SO <sub>4</sub> > 0.10	SO <sub>4</sub> > 10000	V mas puzolana <sup>3</sup>	0.45	31

1 Puede requerirse una relación agua-cemento menor o una resistencia mas alta para lograr baja permeabilidad, protección contra la corrosión de elementos metálicos embebido, o contra congelamiento y deshielo.

2 Agua de mar

3 Puzolana que se ha determinado por medio de ensayos o por experiencia que mejora la resistencia a sulfatos cuando se usa en concretos que contiene Cementos Tipo V.

#### Ataque ácido

En caso del Ph sea menor a 4.0 el Profesional Responsable deberá proponer medidas de protección adecuado, para proteger el concreto del ataque acido.

## 10.0 ASPECTOS SISMICOS

De acuerdo a la Información Sismológica en el Departamento Lima, se han producido sismos con intensidades promedio de VII - VIII, según la Escala de Mercalli Modificada.

Por otra parte la zona en estudio se encuentra ubicada en la Zona 3 del Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, de acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E.030-Diseño Sismo Resistente.

Las Fuerzas Sísmicas Horizontales pueden calcularse de acuerdo a las Normas de Diseño Sismo Resistente según la siguiente relación:

$$V = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R}$$

Donde:

S = Factor Suelo  
Ts = Período Predominante  
Z = Factor de Zona

Sector		Tipo de suelo	S	Ts (seg)	Z(g)
Línea de Impulsión CR - 138 al CR -183	Zona I	Arenas	1.4	0.9	0.4
	Zona II	Roca	1.0	0.4	0.4

Ver Anexo V – Mapa de Zonificación Sísmica del Perú

## 11.0 CANTERAS Y BOTADEROS

### 11.1 Canteras para Extracción de Material de Construcción

#### CANTERA JICAMARCA

**Ubicación.-** Se localiza en el sector denominado Jicamarca lado derecho de la quebrada Jicamarca – Distrito de Lurigancho – Lima

**Tipo de Material.-**

- Piedra  $\frac{1}{4}$ " (confitillo chancado),
- Piedra chancada de  $\frac{3}{4}$ " ó  $\frac{1}{2}$ ",
- Piedra de zanja o cimentación,
- Arena lavada,
- Arena chancada y arena tierra.

**Tipo de Explotación.-** Será necesario el empleo de un tractor sobre oruga para la acumulación y cargador frontal.

**Usos.-** Afirmado y concreto.



#### CANTERA CARAPONGO

**Ubicación.-** Ubicado entre el distrito Lurigancho, Provincia de Lima y Departamento de Lima, a una a una altitud aproximada de 560 a 950 m.s.n.m.

**Tipo de Material.-**

- Piedra  $\frac{1}{4}$ " (Confitillo chancado).
- Piedra Chancada de  $\frac{3}{4}$ " y  $\frac{1}{2}$ "
- Piedra de Zanja o Cimentación.
- Afirmado
- Arena Natural.
- Arena Gruesa Procesada.
- Arena Zarandeada.
- Arena Chancada y Arena Tierra.

**Usos.-** Afirmado y concreto.



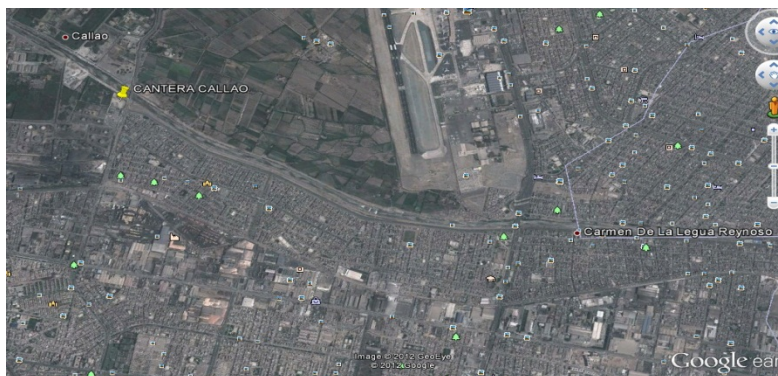
### **CANTERA CALLAO**

**Ubicación.-** Ubicado en la Av. Néstor Gambeta S/N Puerta 6 Base Naval, en la Provincia del Callao a orillas del Río Rimac.

#### **Tipo de Material.-**

- Piedra chancada
- Base Granular.
- Sub Base.
- Arena Gruesa de Río.
- Hormigón.

**Usos.-** Afirmado, concreto, base y sub-base



### **CANTERA LURIN**

**Ubicación.-** Ubicado en el Distrito de Lurín, Departamento de Lima, Provincia de Lima, en la costa peruana a 3.75 km. del litoral costero a la altura del Km. 39.5 de la Panamericana Sur.

#### **Tipo de Material.-**

- Piedra 1/4" (Confitillo chancado).
- Piedra Chancada 3/4" y 1/2"
- Arena Gruesa.
- Arena Fina.
- Hormigón.

**Usos.-** concreto

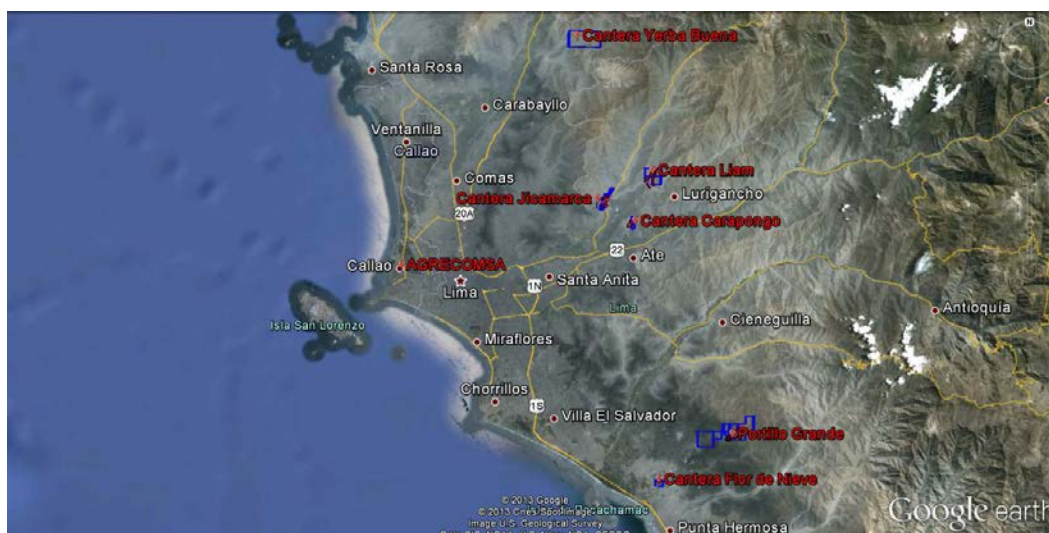
### **CANTERA PUCARA**

**Ubicación.-** Ubicado en el Distrito de Lurín, Departamento de Lima, Provincia de Lima, al Lado costero del litoral peruano en el Km. 40 de la Panamericana Sur.

#### **Tipo de Material.-**

- Base Granular.
- Sub Base Granular.

**Usos.-** Concreto, base



### **BOTADERO PORTILLO GRANDE**

**Ubicación.-** Ubicado en el Distrito de Lurín, Departamento de Lima, Provincia de Lima.

### **BOTADERO ZAPALLAL**

**Ubicación.-** Ubicado en el Distrito de Puente Piedra, Departamento de Lima, Provincia de Lima.

### **BOTADERO ANCON**

**Ubicación.-** Ubicado en el Distrito de Ancón, Departamento de Lima, Provincia de Lima,

### **BOTADERO HUAYCOLORO**

**Ubicación.-** Ubicado en el Distrito de San Antonio - Departamento de Lima, Provincia de Huarochiri.

## **12.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, así como al análisis efectuado, se puede concluir lo siguiente:

- El área en estudio se encuentra ubicado en la Urb. Club Campestre Las Lagunas - Distrito de La Molina, Provincia y Departamento de Lima.
- El proyecto consiste en cambio de líneas de impulsión de agua potable de los siguientes sectores:
- ✓ Línea de Impulsión desde la CR-138 Newton al R-183 (Sausalito), con una longitud aproximada de 2,698 ml.

### **RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION**

Sector	Zona Geotécnica	Tipo de suelo	Profundidad de cimentación (D <sub>f</sub> )	Capacidad Portante (Kg/cm <sup>2</sup> )	Asentamiento total (cms)	Tipo de cimiento	Tipo de Cemento	Parámetros sísmicos
Línea de Impulsión de la CR-138 al CR-183	I	Arenas de grano fino y arenas de grano grueso, no plástica, en estado semicompacto	A una profundidad 1.00 m, medido con respecto al nivel del terreno actual	0.95	0.40	Bloque de concreto	Cemento Portland tipo I	S=1.0 Ts=0.4 Z=0.4
	II	Roca intrusiva (Granodiorita)	A una profundidad 0.80 m, medido con respecto al nivel del terreno actual	12.23	---	Bloque de concreto	Cemento Portland tipo I	S=1.4 Ts=0.9 Z=0.4

### LÍNEA DE IMPULSIÓN CR -138 AL CR -183

CUADRO DE CARACTERIZACION GEOTECNICA			
Zona	Tipo de Suelo	Características Geotécnicas	
I	Se presenta un material removido y rellenos con espesores que varían entre 0.40 m – 1.50 m, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.00 m – 2.20 m arenas de grano fino y arenas de grano grueso, con gravas angulosas de tamaño máximo 1"-1/4", en estado semicompacto.	Condiciones de Cimentación	Presenta buenas condiciones de cimentación para el apoyo de las tuberías.
		Proceso de excavación y estabilización del suelo en excavación	Pueden ser excavados manualmente o con equipo mecánico, se recomienda utilizar entibamiento para mantener estable las paredes, a partir de 1.50 m de profundidad.
		Nivel freático ó filtración de agua	No presenta
		Empujes laterales	Para la determinación de los empujes laterales se empleará un coeficiente de empuje activo de $K_A=0.33$ y una densidad de $\gamma=1.68 \text{ grs/cm}^3$ .
		Relleno para las zanjas	Para el relleno de la zanja se podrá emplear el mismo material de la zona, descartando los rellenos y partículas mayores de 3", compactado por capas al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado ASTM D-1557.
		Agresividad del suelo al concreto y/o acero de los cimientos.	Se podrá emplear por lo tanto Cemento Portland Tipo I. En el sector donde se van a utilizar tuberías principales de hierro dúctil se recomienda utilizar mangas de polietileno.
		Aspecto sísmico	Zona 3 Periodo Predominante $T_s=0.9\text{seg}$ , Factor de Suelo $S=1.4$ , Factor de Zona $Z=0.4g$
II	Se presenta un material removido con un espesor de 0.10 m continuando con la roca intrusiva (Granodiorita), en estado fracturado, de difícil excavación manual.	Condiciones de Cimentación	Presenta buenas condiciones de cimentación para el apoyo de las tuberías.
		Proceso de excavación y estabilización del suelo en excavación	Se recomienda el empleo de martillos neumáticos o explosivos controlados en la zona rocosa.
		Nivel freático ó filtración de agua	No presenta
		Empujes laterales	----
		Relleno para las zanjas	Para el relleno de la zanja se podrá emplear el mismo material de la zona, descartando los rellenos y partículas mayores de 3", compactado por capas al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado ASTM D-1557.
		Agresividad del suelo al concreto y/o acero de los cimientos.	Se podrá emplear por lo tanto Cemento Portland Tipo I. En el sector donde se van a utilizar tuberías principales de hierro dúctil se recomienda utilizar mangas de polietileno.
		Aspecto sísmico	Zona 3 Periodo Predominante $T_s=0.4\text{seg}$ , Factor de Suelo $S=1.0$ , Factor de Zona $Z=0.4g$