

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS PARA EL PROYECTO “MEJORAMIENTO Y  
AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA LA ZONA  
URBANA DEL DISTRITO DE QUEROCOTO”

---

**PROYECTO:** “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO PARA LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE QUEROCOTO,  
PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA.”

**TESISTA:** MIKEY CARPIO DAVILA

**ASESOR:** ING. HECTOR GAMARRA UCEDA.

**UBICACIÓN:** QUEROCOTO – CHOTA. CAJAMARCA.

**CORDENADAS:** 9296666.374 N, 717415.213 E, 2430.00 Z.

**FECHA:** MARZO 2018

---

Chiclayo, Marzo 2018

**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL  
ESTRATIGRAFICO**

**CONTENIDO:**

<b>I.</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>2</b>
1.1.	INTRODUCCIÓN.....	2
1.2.	FINES DE ESTUDIO.....	2
1.3.	OBJETIVO.....	3
1.4.	NORMATIVIDAD. ....	3
1.5.	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO. ....	3
1.6.	ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO. ....	3
1.7.	CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA. ....	4
1.8.	GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO .....	4
<b>II.</b>	<b>MEMORIA DESCRIPTIVA. ....</b>	<b>6</b>
2.1.	RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN. ....	6
2.2.	INFORMACIÓN PREVIA.....	6
2.3.	EXPLORACIÓN DE CAMPO .....	7
2.4.	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	7
2.5.	PERFIL DEL SUELO .....	10
2.6.	NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA.....	10
2.7.	ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN .....	10
2.7.1.	MEMORIA DE CALCULO .....	10
2.7.2.	TIPO DE CIMENTACIÓN .....	12
2.7.3.	ESTRATO DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN.....	12
2.7.4.	PARÁMETRO DE DISEÑO PARA LA CIMENTACIÓN .....	13
2.7.5.	AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN.....	13
2.8.	EFFECTO DEL SISMO.....	14
2.8.1.	ZONIFICACIÓN SÍSMICA.....	14
2.8.2.	TIPO DE SUELO Y PERIODO.....	14
2.8.3.	FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE.....	14
<b>III.</b>	<b>PLANO DE UBICACIÓN DEL PROGRAMA DE EXPLORACIÓN.....</b>	<b>17</b>
<b>IV.</b>	<b>PERFILES DE SUELO.....</b>	<b>17</b>
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.....</b>	<b>17</b>
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	18
	ANEXOS .....	19

**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL  
ESTRATIGRAFICO**

---

## **I. GENERALIDADES**

### **1.1. INTRODUCCIÓN.**

El presente estudio de mecánica de suelos ha sido realizado con la finalidad de estudiar el sub suelo de las captaciones, líneas de conducción, reservorios, red de agua, red de desagüe y PTAR. Todo esto con la finalidad de clasificarlo y obtener los perfiles estratigráficos que nos permitirán saber qué tipo de suelos comprende el área de estudio, Así mismo mediante este estudio poder determinar la profundidad y tipo de cimentación que será utilizado para las captaciones y reservorios apoyados en el proyecto denominado **“MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE QUEROCOTO, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA “**.

El terreno suele presentar una mayor deformabilidad y una menor resistencia que el resto de materiales que intervienen en la construcción de una edificación o cualquier tipo de estructura, por lo que deben proyectarse elementos de apoyo que sirvan como nexos entre la edificación y el terreno que va a sustentarla.

Ese tipo de nexos (cimentaciones) se encargan de repartir las cargas transmitidas por la estructura al terreno, de modo que los incrementos de tensión en el terreno no superen valores superiores a la resistencia del mismo o generen deformaciones no admisibles para la estructura.

Es por eso que el presente Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) es el documento que reúne la información sobre las características del terreno de cimentación, y debe ser correctamente interpretado para conocer el alcance y las limitaciones del mismo con el objeto de proyectarse estructuras seguras y al mismo tiempo evitar un incremento innecesario del costo de la ejecución de las cimentaciones, también con ello permite saber con qué tipos de suelos se va a tratar, si existe nivel freático, agresividad del suelo y otros aspectos.

### **1.2. FINES DE ESTUDIO.**

Con las fases de exploración, análisis de campo y laboratorio efectuado, el estudio geotécnico ha sido orientado para establecer las condiciones en cuanto se refiere a la calidad del suelo que existe en el área de estudio o interpretar su comportamiento, así mismo tener datos actuales de las estratigrafías de la zona donde se cimentarán estas estructuras.

## ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL ESTRATIGRAFICO

---

Básicamente mediante este estudio geotécnico, se determinará las condiciones actuales del terreno subyacente, conformación estratigráfica, características físicas, mecánicas de los suelos conformantes y capacidad portante o admisible del mismo a nivel de cimentación, que permitan estimar el comportamiento del suelo al ser sometido a las cargas propias de la edificación a proyectarse, teniendo presente las dos premisas fundamentales de toda base de sustentación de cargas externas.

### 1.3. OBJETIVO.

El presente Informe tiene por objeto realizar el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) con fines de Cimentación Y estratigrafía para el proyecto de saneamiento en la zona urbana del distrito de Querocoto. Este proyecto es parte de la realización del tema de tesis que lleva como nombre : **“MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE QUEROCOTO, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA”**, el presente EMS se ha realizado mediante trabajos de campo a través de calicatas, ensayos de laboratorio y labores de gabinete; en base a los cuales se definen perfiles estratigráficos del subsuelo, sus principales características físicas y mecánicas, y sus propiedades de resistencia y deformación, las cuales nos conducen a la determinación del tipo y profundidad de cimentación, salinidad, capacidad portante admisible del suelo, cuantificar la magnitud de los posibles asentamientos, así como también evaluar la ocurrencia de potenciales problemas geotécnicos y emitir recomendaciones que garanticen la estabilidad del proyecto.

### 1.4. NORMATIVIDAD.

El estudio realizado, en cuanto a su alcance y procedimiento, se encuentra referido principalmente a la Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones del reglamento Nacional de Edificaciones.

### 1.5. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.

El proyecto indicado se ubica en la ciudad de Querocoto con coordenadas UTM 9296666.374 N, 717415.213 E, 2430.00 Z, Distrito de Querocoto, Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.

### 1.6. ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO.

Tomando como referencia a la ciudad de Chiclayo y Chota, las vías de acceso a la capital del Distrito de Querocoto es:

**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL  
ESTRATIGRAFICO**

**Cuadro N° 2.13: Vía de acceso Chiclayo – Querocoto**

DE - A	DISTANCIA	TIEMPO	VÍA	MED. TRANSP.
CHICLAYO- CUMBIL	115.00 KM	1.30 horas	Asfaltada	Veh. Motorizado
CUMBIL - HUAMBOS	65.00 KM	2.30 horas	Asfaltada	Veh. Motorizado
HUAMBOS - QUEROCOTO	20.00 KM	1.30 horas	Afirmada	Veh. Motorizado
<b>TOTAL</b>	<b>200.00 KM</b>	<b>5.30 horas</b>		

**Cuadro N° 2.14: Vías de acceso Chota – Querocoto.**

DE - A	DISTANCIA	TIEMPO	VÍA	MED. TRANSP.
CHOTA -HUAMBOS	57.50 KM	1.30 horas	Asfaltada	Veh. Motorizado
HUAMBOS - QUEROCOTO	20.00 KM	1.30 horas	Afirmada	Veh. Motorizado
<b>TOTAL</b>	<b>77.50 KM</b>	<b>3.00 horas</b>		

#### **1.7. CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA.**

El distrito de Querocoto se encuentra en la región yunga y jalca, un aspecto relevante en el distrito en mención, es su clima el cual es templado y seco, típico de la sierra peruana, sin embargo, cuando lo correlacionamos con la altura, la vegetación y la apariencia paisajística del distrito tienen características típicas zona de la selva, pero ligeramente con clima frío.

La temperatura promedio anual es de 14°C, pudiendo llegar en las zonas altas a 4°C y en el valle a 25°C. La humedad relativa puede llegar al 100% en los meses de lluvia (noviembre –mayo) y el 87% en los meses de escasas de lluvias (junio-octubre).

Las precipitaciones pluviales oscilan entre 90 y 1000 mm<sup>3</sup> para la época del año con mayor frecuencia de precipitaciones (noviembre a mayo)

#### **1.8. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO**

##### **1.8.1. GEOLOGÍA REGIONAL.**

Las características geológicas que presenta el departamento de Cajamarca, se encuentran relacionadas a su origen formacional y a su tectónica. El Grupo Salas es el más antiguo, y corresponde al Paleozoico, Ordovícico inferior.

El Grupo Goyllarisquizga del Cretácico inferior presenta areniscas, calizas y lutitas de las formaciones Chimú, Santa Carhuaz y Farrat, las mismas que presentan fracturas. Las

## ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL ESTRATIGRAFICO

---

formaciones Inca, Chulec, Pariatambo y Yumagual, Pulluicana, Quilquiñan, y Cajamarca (cretácico medio-superior) son principalmente calizas y lutitas. Los depósitos volcánicos paleógenos y neógenos se encuentran constituidos generalmente por flujos piroclásticos y de lava. Estos corresponden al Grupo Calipuy y al Volcánico Huambos.

Asimismo, existe la presencia de depósitos cuaternarios de origen aluvial, eólico, fluvial y fluvio-glaciar. Los de origen aluvial y fluvial se presentan inconsolidados y están conformados por gravas.

Los Andes es un claro ejemplo de cordillera formada como resultado del proceso de subducción de una placa oceánica bajo una continental. Las principales unidades estructurales formadas como resultado de la evolución de la Cordillera Andina son la Zona Costera, la Cordillera Occidental, la Cordillera Oriental, el Altiplano y la Zona Subandina (Audebaud et al, 1973; Dalmayrac et al, 1987). Estas unidades se han formado como resultado de una tectónica activa cuya principal fuente de energía radica en el proceso de subducción de la placa oceánica bajo la continental.

### 1.8.2. GEOLOGÍA LOCAL.

La conformación estratigráfica de toda el área en estudio y en general todo el valle Chancay están apoyados sobre un depósito de suelos finos de origen **sedimentario**, heterogéneo de unidades geológicas:

- Era: **cenozoica**.
- Sistema: **cuaternario**.
- Serie: **reciente**.

**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL  
ESTRATIGRAFICO**

EDAD		UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	ROCAS INTRUSIVAS	LITOLOGÍA
CENOZOICA	CUATERNARIO	Dep. lacustrinos		Sedimentos poco consolidados, de diferente granulometría y composición compuestos por gravas, arenas, arcillas y limos.
		Dep. fluviales		
		Dep. aluviales		
		Dep. fluvioglaciales		
		Dep. glaciales		
	NEÓGENO	Rocas volcánicas	Apófisis, diques y sills de composición diorítica	Lavas, tufos y aglomerados interestratificados con sedimentos arcillosos y arenosos, y que contienen algunas capas carbonosas y ligníferas.
	PALEÓGENO	Fm. Chota		Areniscas y lutitas rojas con muy pocos estratos de conglomerados.
CRETÁCICO	SUPERIOR	Fm. Celendín		Lutitas fosilíferas interestratificadas con calizas.
		Fm. Cajamarca		Calizas con intercalaciones de margas.
		Gpo. Quilquiñán		Margas y lutitas fosilíferas con intercalaciones de calizas
		Gpo. Pulluicana		Calizas y margas. La parte inferior (Fm. Yumagual) es más arcillosa y arenosa que la parte superior (Fm. Mujarrún)
		Fm. Pariatambo		Lutitas calcáreas y bituminosas, con interestratificaciones de calizas.
	INFERIOR	Fm. Chulec		Calizas con pocos estratificaciones de lutitas
		Fm. Inca		Calizas arenosas y ferruginosas, interestratificadas con lutitas
		Fm. Farrat		Cuarcitas con intercalaciones de lutitas.
		Fm. Carhuaz		Lutitas y lutitas arenosas
		Fm. Santa		Calizas y arcillitas calcáreas
		Fm. Chimú		Areniscas intercaladas con lutitas carbonosas.
	JURÁSICO	Fm. Chicama		Lutitas fosilíferas, tufos volcánicos, lutitas carbonosas y areniscas.
	TRIÁSICO	Gpo. Pucará		Calizas
	PALEOZOICO	Gpo. Mitu		Areniscas, lutitas y conglomerados
	PRECÁMBRICO		Granitos basales	

## II. MEMORIA DESCRIPTIVA.

### 2.1. RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN.

De acuerdo al EMS se presenta el cuadro resumen donde se encuentran las principales características del presente estudio.

### 2.2. INFORMACIÓN PREVIA

#### 2.2.1. De la obra a ejecutar

Se realizará un mejoramiento y aplicación en la zona urbana del distrito de Querocoto para cubrir las necesidades básicas de la población con los servicios primordiales de agua potable y alcantarillado, además con una planta de tratamiento para sus aguas residuales.

## ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL ESTRATIGRAFICO

---

### **2.2.2. Datos generales del terreno**

El terreno donde se realizará el proyecto es una zona geológicamente accidentada característico de zona parte sierra peruana.

### **2.3. EXPLORACIÓN DE CAMPO**

El día 08, 09, 10 y 11 de febrero de 2018, con apoyo de personal otorgado por la municipalidad distrital de Querocoto se realizó las excavaciones para extraer muestras de suelos mediante calicatas, en presencia del solicitante (Tesisista) en donde se obtuvieron 24 calicatas que comprende muestreos en la captación, reservorios, líneas de conducción, aducción, PTAR, y en la avenidas o manzanas que comprende el área de estudio.

### **2.4. ENSAYOS DE LABORATORIO**

En el laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayo de Materiales de USAT se han efectuado los siguientes ensayos:

#### **ENSAYOS ESTÁNDAR.**

- Contenido de humedad. NTP 339.127
- Análisis granulométrico. NTP 339.128
- Límite líquido y límite plástico. NTP 339.129
- Clasificación unificada de suelos (SUCS). NTP 339.134

#### **ENSAYOS ESPECIALES.**

- Contenido de Sales Solubles Totales NTP 339.177:2002
- Contenido de Iones Cloruros Solubles NTP 339.177
- Contenido de Sulfatos Solubles NTP 339.178
- Peso Volumétrico NTP 339.139
- Corte Directo NTP 339.171
- Consolidación NTP 339.154

#### **2.4.1. CONTENIDO DE HUMEDAD. NTP 339.127**

Este ensayo tiene por finalidad, determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo. El contenido de humedad de una masa de suelo, está formado por la suma de sus aguas libre, capilar e higroscópica.

La importancia del contenido de agua que presenta un suelo representa junto con la cantidad de aire, una de las características más importantes para explicar el

## ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL ESTRATIGRAFICO

---

comportamiento de este (especialmente en aquellos de textura más fina), como por ejemplo cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica.

### **2.4.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO. NTP 339.128**

Es un proceso mecánico mediante el cual se separan las partículas de un suelo en sus diferentes tamaños, denominado a la fracción menor (Tamiz No 200) como limo, Arcilla y Coloide. Se lleva a cabo utilizando tamices en orden decreciente. La cantidad de suelo retenido indica el tamaño de la muestra, esto solo separa una porción de suelo entre dos tamaños. Los tamices empleados son: 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/5", ¼", N° 4, N° 10, N° 40, N° 60, N° 100, N° 200.

### **2.4.3. LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO. NTP 339.129**

- **LÍMITE LÍQUIDO:** Es el contenido de agua del material en el límite superior de su estado plástico.
- **LÍMITE PLÁSTICO:** Es el contenido de agua del material en el límite inferior de su estado plástico.
- **ÍNDICE DE PLASTICIDAD:** Es el rango de contenido de humedad sobre el cual un suelo se comporta plásticamente. ( $IP = L.L. - L.P.$ )

### **2.4.4. CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE LOS SUELOS (SUCS.) NTP 339.134**

Es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras. Cada letra es descrita debajo. Para clasificar el suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo mediante tamizado u otros. También se le denomina clasificación modificada de Casagrande.

### **2.4.5. CONTENIDO DE SALES TOTALES. NTP 339.152**

El contenido total de sales solubles de un suelo se determina un extracto acuoso preparado usando una relación suelo-agua de 1:5 para la mezcla. Esta proporción se ha considerado como la más adecuada entre otras que se indican en la literatura pertinente.

Un volumen conocido de la solución de ensayo, que es el extracto acuoso, o una muestra de agua subterránea que es filtrada, se evapora a sequedad en una cápsula de peso conocido y se pone a secar a peso constante a  $180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . El incremento de peso hallado

## ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL ESTRATIGRAFICO

---

representa el total de sólidos disueltos. Este procedimiento puede ser usado para otras temperaturas de secado del residuo de evaporación tal como  $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 105\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### **2.4.6. CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS. NTP 339.177**

Mediante este ensayo se determina en forma cuantitativa de partículas por millón del ion cloruro en agua contenido en suelos y agua subterránea.

### **2.4.7. CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS. NTP 339.178**

Mediante este ensayo se determina en forma cuantitativa de partículas por millón del ion sulfato en agua contenido en suelos y agua subterránea.

### **2.4.8. GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS. NTP 339.131**

La gravedad específica de un suelo se utiliza en el cálculo de las relaciones de fase de los suelos, en los cálculos de los ensayos de granulometría por sedimentación, compresibilidad y potencial de expansión.

El término partículas sólidas significa partículas minerales que ocurren naturalmente y no son solubles fácilmente en agua. En consecuencia, la gravedad específica de los materiales que contengan materias extrañas (como cemento, cal y similares), materia soluble en agua (como el cloruro de sodio), y los suelos que contengan partículas con una gravedad específica menor que uno requiere un tratamiento especial o una definición calificada de su gravedad específica

### **2.4.9. CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO) NTP 339.171**

La finalidad del ensayo de corte directo, es determinar la resistencia de una muestra de suelo, sometida a fatigas y/o deformaciones que simulen las que existen o existirán en terreno producto de la aplicación de una carga, en este caso la aplicación de cargas de los reservorios y PTAR.

A partir del procesamiento de datos del presente ensayo, se va a tener como resultados el ángulo de fricción  $\phi$  y de la cohesión  $c$ , con los que nos va a permitir mediante cálculos previos, poder obtener su capacidad portante de la muestra del terreno.

### **2.4.10. CONSOLIDACIÓN NTP 339.154**

Los resultados del ensayo de consolidación se utilizan para estimar la magnitud y velocidad de los asentamientos diferencial y total de una estructura o relleno. Las estimaciones de este tipo son de gran importancia en el diseño de estructuras ingenieriles y en la evaluación de su comportamiento.

**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL  
ESTRATIGRAFICO**

---

**2.5. PERFIL DEL SUELO**

Los perfiles de suelo de las muestras realizadas se anexarán en este informe como resultado de la estratigrafía.

**2.6. NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA**

No se encontró nivel freático en las ninguna de las excavaciones realizadas.

**2.7. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN**

Toda cimentación que se diseñe parte de las premisas que debe preservar un factor de seguridad (FS) contra la falla por corte y un límite en el asentamiento, por lo que los cálculos hechos para determinar la Capacidad Admisible consideran un **FS = 3** y un **Asentamiento Total máximo = 2.5 cm** respectivamente.

**2.7.1. MEMORIA DE CALCULO**

Para realizar los diferentes cálculos se ha tomado como dato asumido el ancho mínimo de una zapata con valor a  $B=2.00$  m.

**2.7.1.1. Presión admisible del suelo**

Para este ensayo solo se tomaron 4 calicatas del total de calicatas obtenidas en campo, ya que es necesario y fundamental saber su capacidad portante de estas calicatas, ya que en su área de extracción se construirán estructuras importantes para mejora la calidad de vida de la población urbana del distrito de Querocoto, estas muestras son las siguientes.

CALICATA	UBICACIÓN
C-3	RESERVORIO N°1
C-6	RESERVORIO N°2 Y CAPTACIÓN N°2
C-9	RESERVORIO N°3 Y CAPTACIÓN N°3
C-13	PTAR

Para hallar la presión admisible del suelo, primero a cada una de las muestras se sometió a un ensayo de nominado **ENSAYO DE CORTE DIRECTO 339.171**, con el que se halló un Angulo de fricción  $\phi$  y la cohesión interna **c**. Se procesamiento de datos se obtuvo los siguientes resultados.

**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL  
ESTRATIGRAFICO**

CALICATA	UBICACIÓN	Ø	c
C-3	RESERVORIO N°1	17.0	0.163
C-6	RESERVORIO N°2 Y CAPTACIÓN N°2	27.6	0.134
C-9	RESERVORIO N°3 Y CAPTACIÓN N°3	17.9	0.176
C-13	PTAR	24.1	0.149

- **Según Terzagui:** Este autor nos brinda las siguientes formulas para poder hallar la presión admisible.

$$q_d = 1.3(2/3)C \cdot N'_c + \gamma \cdot Z \cdot N'_q + 0.4 \gamma \cdot B \cdot N'_\gamma$$

dónde: para la calicata c-13 tiene estos valores.

Ø =	24.1
C =	0.15
γ =	2.07
Df =	1.5
B =	1.00
Nc =	14.20
Nq =	5.24
Nγ =	2.01

Aplicando los valores anteriores se obtuvieron las siguientes presiones admisibles o capacidad portante de las muestras de las calicatas ensayadas,

CALICATA	UBICACIÓN	Qd=Continúa	Qd=aislada
C-3	RESERVORIO N°1	0.59Kg/cm2	0.70Kg/cm2
C-6	RESERVORIO N°2 Y CAPTACIÓN N°2	1.14Kg/cm2	1.27Kg/cm2
C-9	RESERVORIO N°3 Y CAPTACIÓN N°3	0.75 Kg/cm2	0.88 Kg/cm2
C-13	PTAR	1.08 Kg/cm2	1.21 Kg/cm2

#### 2.7.1.2. Estimación de los asentamientos

Para hallar los asentamientos se han usado las siguientes expresiones:

$$\Delta H = \frac{C_c}{1 + e_1} \left( \log \frac{(P_i + \sigma_z)}{P_i} \right) * H$$

# ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL ESTRATIGRAFICO

Para Calcular  $\sigma_z$

$$\sigma_z = \left(\frac{W}{4\pi}\right)(a * b + c) \quad W = \frac{\text{Peso Total}}{\text{Área}} \quad a = 2. x. y. z \frac{(x^2 + y^2 + z^2)^{\frac{1}{2}}}{[z^2(x^2 + y^2 + z^2) + x^2 y^2]}$$

$$b = \frac{(x^2 + y^2 + 2z^2)^{\frac{1}{2}}}{(x^2 + y^2 + z^2)} \quad c = \arctan\left(\frac{2. x. y. z(x^2 + y^2 + z^2)^{\frac{1}{2}}}{[z^2(x^2 + y^2 + z^2) - x^2 y^2]}\right)$$

Donde; los valores para el reservorio1 (C-3) son los siguientes

Cc	e1	Pi	$\sigma_z$	H
0.3297	0.748	0.8552	21.0067238	1.00

a	b	c	W
0.39191836	1.66666667	0.40271584	250

x	y	z	Peso Total	Área
2	2	4.00	1000	4

De acuerdo a estas expresiones y con los datos obtenidos en el en sayo se presenta el resumen de los asentamientos.

CALICATA	UBICACIÓN	$\Delta H$
C-3	RESERVORIO N°1	1.40cm
C-6	RESERVORIO N°2 Y CAPTACIÓN N°2	1.17cm
C-9	RESERVORIO N°3 Y CAPTACIÓN N°3	0.01cm
C-13	PTAR	0.01cm

## 2.7.2. TIPO DE CIMENTACIÓN

Por la naturaleza de la estructura y del suelo se ha considerado una cimentación del tipo superficial (poco profunda) en base a zapatas corridas o aisladas, ya sea rectangulares o cuadradas, interconectadas con vigas de cimentación y eventualmente algunos cimientos corridos convencionales para elementos de poca importancia, en la hipótesis que se tenga un sistema estructural de Albañilería Confinada o Pórticos de Concreto Armado respectivamente, según el Ítem 3.2 (Sistemas Estructurales) de la Norma Sismo resistente E.030 - 2016.

## 2.7.3. Estrato de apoyo de la cimentación

## ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL ESTRATIGRAFICO

Los estratos donde se apoyarán las cimentaciones son del tipo **ML, CL-ML, CL Y SC**, dichos estratos se hallado mediante los perfiles estratigráficos obtenidos por calicatas.

<b>CALICATA</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>ZUCS</b>
<b>C-3</b>	Arena Arcillosa de Color Blanco Claro	ML
<b>C-6</b>	Arcilla Limosa de Baja Plasticidad con Arena	CL-ML
<b>C-9</b>	Arcilla de Baja Plasticidad con Arena de Color Marrón Claro	CL
<b>C-13</b>	Arena Arcillosa de Color Marrón Claro	SC

### 2.7.4. Parámetro de diseño para la cimentación

- Profundidad De Cimentación**

De acuerdo a las características que presenta la edificación a construir se ha determinado una profundidad mínima de cimentación de **1.50 m** medida a partir del nivel natural del suelo, teniendo en cuenta los perfiles estratigráficos obtenidos las calicatas.

- Presión Admisible**

La presión admisible definida a la falla local es variable, valor hallado mediante las fórmulas de terzhagui ver cuadro de presión admisible. De las calicatas ensayadas 3, C-3, C-6, C-9 Y C-13.

### 2.7.5. Agresividad del suelo a la cimentación

Habiendo realizado el ensayo respectivo en las muestras M1, M3,M6, M7, M9,M10 Y M13 de las calicatas, que tiene una ubicación en la estratigrafía desde 00 m hasta 1.50 m de profundidad, se ha encontrado los siguientes valores

<b>MUESTRA</b>	<b>PH (PPM)</b>	<b>SALES TOTALES (PPM)</b>	<b>CLORUROS (PPM)</b>	<b>SULFATOS (PPM)</b>
<b>M - 01</b>	<b>7.1</b>	<b>165.3</b>	<b>84.3</b>	<b>35.6</b>
<b>M - 03</b>	<b>7.3</b>	<b>178.8</b>	<b>99.2</b>	<b>51.2</b>
<b>M - 06</b>	<b>7.2</b>	<b>212.1</b>	<b>105.4</b>	<b>78.4</b>
<b>M - 07</b>	<b>7.3</b>	<b>155.1</b>	<b>86.5</b>	<b>37.5</b>
<b>M - 09</b>	<b>7.2</b>	<b>170.5</b>	<b>91.3</b>	<b>48.8</b>
<b>M - 10</b>	<b>7.1</b>	<b>201.1</b>	<b>100.4</b>	<b>75.7</b>
<b>M - 13</b>	<b>7.2</b>	<b>148.8</b>	<b>78.1</b>	<b>32.4</b>

## ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL ESTRATIGRAFICO

Lo que significa una exposición a **Cloruros despreciable** (mayor de 1000 PPM el PR debe recomendar las medidas de protección necesarias) y una exposición a **Sulfatos Moderada** al concreto, de acuerdo a esto según norma se recomienda el uso de un cemento de estos tipos:

- Tipo II.
- Tipo IP (MS).
- Tipo IS (MS)
- Tipo P (MS)
- Tipo I (PM) (SM)
- Tipo I (SM) (MS)

También se recomienda un concreto de peso normal con **f'c mínimo de 28 (Mpa)**, con una relación máxima **agua-material cementante 0.50** (Relación en peso).

### 2.8. EFECTO DEL SISMO

En atención a la Norma Técnica de Edificación E-030: Diseño Sismoresistente, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, Modificada con Decreto Supremo N° 003-2016-VIVIENDA vigente a la fecha, se debe tener en cuenta que los factores a considerarse son:

#### 2.8.1. Zonificación Sísmica

Dentro del territorio peruano se han establecido diversas zonas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de los sismos. Según el mapa de Zonificación Sísmica del Perú la localidad de Querocoto, Distrito de Querocoto, Provincia de Chota y Región Cajamarca está comprendida en la Zona Sísmica 3, correspondiéndole una sismicidad alta y un factor de zona  $Z=0.35$  g.

#### 2.8.2. Tipo de suelo y periodo

De acuerdo a las normas de Diseño Sismo Resistente del Reglamento Nacional de Construcciones (RNE E.030), al suelo de cimentación del mencionado estudio le corresponde un perfil de suelo tipo S2 (Suelos Intermedios), con un periodo  $T_p(s) = 0.6$  seg; un factor de suelo  $S = 1.20$ , y un factor de uso  $U = 1.30$ .

#### 2.8.3. Fuerza horizontal equivalente

La fuerza horizontal o cortante en la base debido a la acción sísmica se determinará mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

$V$  = Cortante basal

$Z$  = Factor de Zona

$U$  = Factor de Uso

# ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL ESTRATIGRAFICO

S= Factor de amplificación del Suelo

C=Factor de amplificación sísmicas

P = Peso de la Edificación

R = Coeficiente de Reducción

## Resumen:

- Factor de Zona:  
 **$Z = 0.35$**  (Zona 4)
- Condiciones Geotécnicas:  
 **$S_3$**  (Suelo Intermedio)
- Periodo de Vibración del Suelo:  
 **$T_p = 0.6$  seg.**
- Factor de Ampliación del Suelo:  
 **$S = 1.20$**
- Factor de Ampliación Sísmica “C”, se calculará en base a la siguiente expresión:

$$C = 2.50 * \left[ \frac{T_p}{T} \right] \quad C < 2.50$$

- Categoría de la Edificación :  
**B** (Edificación Importante)
- Factor de Usos:  
 **$U = 1.3$**
- La fuerza horizontal o cortante basal, debido a la acción sísmica se determinará por la siguiente fórmula:

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

Donde:

V= Cortante basal

Z= Factor de Zona

U=Factor de Uso

S= Factor de amplificación del Suelo

C=Factor de amplificación sísmicas

P = Peso de la Edificación



**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL  
ESTRATIGRAFICO**

---

R = Coeficiente de Reducción

**III. PLANO DE UBICACIÓN DEL PROGRAMA DE EXPLORACIÓN**

Los planos de ubicación de los puntos en donde se ha realizado los sondeos se muestran en los anexos de este estudio.

**IV. PERFILES DE SUELO**

Los perfiles de suelos obtenidos mediante calicatas se anexarán en el presente informe.

**V. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

Los diferentes resultados que se han obtenido de acuerdo a la normativa antes mencionada se alcanzan en la documentación respectiva.

**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL  
ESTRATIGRAFICO**

---

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

1. El objetivo principal del presente informe, es estudiar las características en cuanto se refiere a calidad de los suelos del terreno natural con fines de cimentación y estratigrafía.
2. Los trabajos de campo consistieron en la obtención de muestras mediante calicatas con una profundidad de 1.50 m.
3. De los resultados obtenidos del laboratorio y los registros realizados en campo se alcanzaron a conocer las propiedades mecánicas de los estratos conformados en el terreno, elaborándose los perfiles estratigráficos respectivos.
4. El estrato donde se apoyarán la cimentación de los 3 reservorios y PTAR, son del tipo **ML**, **CL-ML**, **CL** Y **SC**, dicho estrato se hallado mediante los perfiles estratigráficos obtenidos de las excavaciones en cada una de las calicatas.
5. De acuerdo a las características que presenta la edificación a construir se ha determinado una profundidad mínima de cimentación de **1.50 m** y **2.00 m** en la PTAR, medida a partir del nivel natural del suelo, teniendo en cuenta los perfiles estratigráficos obtenidos en las excavaciones (calicatas)
6. Las presiones admisibles definidas a la falla local son variables, pero la menor en el estudio es de **0.59 kg/cm<sup>2</sup>**, valor hallado mediante las fórmulas de Terzagui el resultado de las expresiones que nos brinda la bibliografía referente con un factor de seguridad de 3.
7. El tipo de cimentación recomendada, Zapatas, ello dependerá de lo que con buen criterio lo decida el proyectista.
8. Los resultados del análisis químico muestran que el suelo analizado de cimentación no mostrara problemas de alteración en las estructuras a colocar. Se recomienda entonces a utilizar cemento portland tipo I.
9. El asentamiento mínimo es de 0.01 cm y el máximo es de 1.4 cm, el cual es menor de 2.54 cm, el cual es el asentamiento máximo permisible.
10. Para mejorar el suelo de cimentación donde ira apoyado los reservorios y la PTAR, se recomienda colocar bajo el nivel de cimentación una capa de hormigón de 0.20 m de espesor.
11. En lo referente a la sismicidad del área en estudio, se recomienda que para el análisis Sismoresistente se debe tener en cuenta un suelo S2, con período predominante  $T_s=0,6$  seg.
12. Las conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente Estudio de Suelos con fines de Cimentación son sólo aplicables para el área estudiada.

## ANEXOS

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL  
ESTRATIGRAFICO

---

ANEXO 01: PLANOS DE UBICACIÓN DEL PROGRAMA DE EXPLORACIÓN

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL  
ESTRATIGRAFICO

---

ANEXO 2.3: RESULTADOS DE CORTE DIRECTO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL  
ESTRATIGRAFICO

---

ANEXO 03: PANEL FOTOGRÁFICO

# ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL ESTRATIGRAFICO

---

Imagen 01 y 02: Extracción de muestras en captación y línea de conducción



Imagen 03 y 04: Extracción de muestras en Reservorio 1 y 2



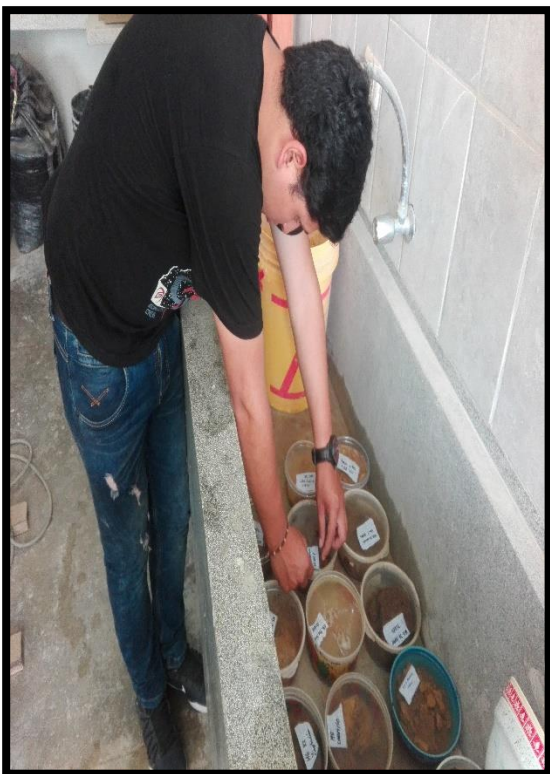
## ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL ESTRATIGRAFICO

---

**Imagen 05 y 06:** Extracción de muestras calles de la zona urbana



**Imagen 07 y 08:** Ensayo de mecánica suelos de las calicatas en laboratorio



## ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL ESTRATIGRAFICO

---

Imagen 09 y 10: Ensayo de peso específico y consolidación

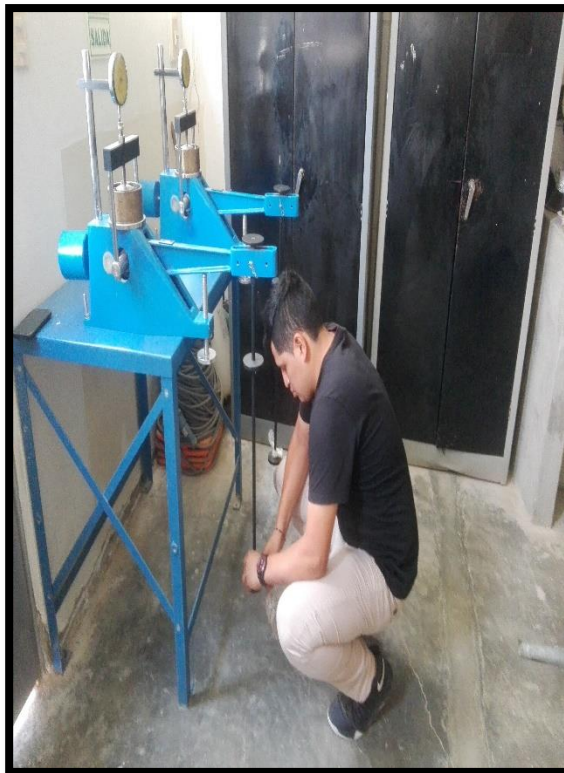


Imagen 09 y 10: Ensayo de corte directo

