

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO INMOBILIARIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR
CONJUNTO RESIDENCIAL LOS GORRIONES DE CHORRILLOS
ASPECTOS GEOTÉCNICOS PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE
CIMENTACIONES**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

EFRAÍN CÁRDENAS PARIONA

Lima- Perú

2010

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento sincero a cada uno de los profesores de esta mi alma mater de manera especial al Ing. Carlos Irala, al Ing. Eduardo Huari, al Dr. Arrieta por los consejos y enseñanzas.

En mi proyecto de vida esta es una de las metas principales e importantes y para el logro de ello, hubieron familiares que me brindaron su apoyo de manera desinteresada por ello mis agradecimientos sinceros para:

Mis padres Carmen y Efraín, mi tía Reinalda y mi tío Prospero, mis hermanas Miriam y Sandra, mi hermano Alex, mi primo Joseph y de manera muy especial para mi abuela Victoria, también un agradecimiento para la familia Quispe-Ortega, de manera especial para mi esposa Johana Quispe por todo lo que hicieron durante las etapas de este proyecto.

DEDICATORIA:

Esta meta alcanzada se lo debo a una mujer que dedicó gran parte de su vida a este proyecto, sin ella talvés nunca hubiera sido posible. Por su inmenso amor, por su ejemplo de vida, por su sencillez, por las horas de sacrificio y dedicación hacia mi persona, y porque siempre confió en mí, en esta oportunidad le dedico con igual reciprocidad este mi humilde trabajo, para mi abuela Victoria Peralta Quispe, y para mi mamá Carmen.

De igual manera por la comprensión, por las horas de sacrificio que pasamos para llegar a este momento, este trabajo se lo dedico a mi esposa Johana Quispe y mi razón de vida Minerva Cárdenas Quispe y decirles perdónenme por las horas que no les pude dedicar mientras hacia realidad este proyecto.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS Y TABLAS	4
LISTA DE FIGURAS Y FOTOS	5
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPITULO I: GENERALIDADES	9
1.1 UBICACIÓN	9
1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	10
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	10
1.4 TOPOGRAFÍA	15
CAPÍTULO II: ASPECTOS GEOTÉCNICOS A CONSIDERAR	17
2.1 CONCEPTOS BÁSICOS	17
2.1.1 Naturaleza del suelo	17
2.1.2 Naturaleza de la deformación del suelo	17
2.2 PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DEL SUELO	17
2.3 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	20
2.3.1 Suelos granulares	20
2.3.2 Suelos cohesivos	20
2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	21
2.4.1 Sistema AASHTO	21
2.4.2 Sistema unificado	21
2.5 ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN	24
2.5.1 Procedimiento para muestreo de suelo	26
2.5.2 Pruebas de compresibilidad	29
2.5.3 Pruebas de resistencia en laboratorio	30
CAPÍTULO III: DETERMINACIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO	35
3.1 TRABAJOS DE CAMPO	35
3.1.1 Calicatas	35
3.1.2 Muestreo	35

3.2	ENSAYOS DE LABORATORIO	37
3.3	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	38
3.4	ESTRATIGRAFÍA DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN	39
3.5	VERIFICACIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO	41
3.5.1	Perfil estratigráfico	41
3.5.2	Ensayos	41
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN		43
4.1	EDIFICACIÓN DE 05 PISOS	43
4.1.1	Tipo y profundidad de cimentación	43
4.1.2	Cálculo de la capacidad portante	44
4.1.3	Cálculo de asentamientos	46
4.2	MURO CERCO	46
4.2.1	Tipo y profundidad de los cimientos	46
4.2.2	Cálculo de asentamientos	47
CAPÍTULO V: CONSIDERACIONES SÍSMICAS Y QUÍMICAS DEL TERRENO		49
5.1	PARÁMETROS PARA EL ANÁLISIS SÍSMICO	49
5.2	AGRESIVIDAD AL CONCRETO	54
CONCLUSIONES		56
RECOMENDACIONES		57
BIBLIOGRAFÍA		58
ANEXOS		59

RESUMEN

El presente Informe corresponde al Proyecto Inmobiliario de Vivienda Multifamiliar del Conjunto Residencial Los Gorriones de Chorrillos, y desarrolla los Aspectos Geotécnicos para el Análisis y diseño de Cimentaciones.

El Proyecto del Conjunto Residencial prevé la construcción de 5 edificios de 5 pisos cada uno y está ubicado en la Mz J-Lote 9 de la Urbanización Parcelación Semi-Rústica La Campiña, Distrito de Chorrillos, Provincia y Departamento de Lima cuya área igual a 2820.30 m².

La parte estructural de los edificios está previsto ser estructurados por medio de muros y techos de concreto armado y que para su diseño es necesario conocer en forma detallada la exploración geotécnica del suelo tales como: efectuar calicatas a cielo abierto a cierta profundidades, para conocer la estratigrafía del suelo y su capacidad portante del mismo y determinar la profundidad de cimentación en terreno firme, trabajos que han sido realizados y reportan que la primera capa de un espesor aproximado de 0.80 mt donde el suelo es arcilla limosa y una segunda capa con un espesor aproximado de 0.70 mt con predominancia de arena limosa

Además se extrajo muestras alteradas e inalteradas y se complementó con ensayos en el laboratorio para determinar las propiedades y características físico – mecánicas y químicas fundamentales, de cada uno de los estratos de interés, dichos ensayos fueron ejecutados siguiendo las normas vigentes, llegándose a la conclusión de que es necesario retirar el suelo arcilloso y cambiarlo por un material de préstamo de gradación grueso a fino.

Por lo tanto, se plantea como estructura de cimentación la construcción de una platea de cimentación a una profundidad de 0.40 mt medido con respecto al nivel de piso terminado y apoyado sobre una base granular de 0.20 mt de espesor, en estado semicompacto, para tener una capacidad portante admisible del suelo: $q_{ad}=0.95 \text{ Kg/cm}^2$ y asentamientos totales del orden del $S_i = 2.10 \text{ cms}$. Así mismo, se tiene proyectado un muro cerco, el cual transmitirá cargas del orden de 1.2 - 1.5 ton/ml requiriendo de una capacidad portante admisible de: $q_{ad}=0.80 \text{ Kg/cm}^2$ y asentamientos totales de $S_i = 1.50 \text{ cms}$.

LISTA DE CUADROS

Capítulo III

Cuadro N° 3.1	Calicatas	35
Cuadro N° 3.2	Clasificación de Suelos	38
Cuadro N° 3.3	Clasificación de Suelos	38
Cuadro N° 3.5	Clasificación de Suelos	42

Capítulo IV

Cuadro N° 4.1.1	Características del suelo	42
-----------------	---------------------------------	----

Capítulo V

Cuadro N° 5.1.1	Parámetros del suelo	53
Cuadro N° 5.1.2	Factores de zona	54
Cuadro N° 5.2.1	Componentes modificadores del color del suelo	54
Cuadro N° 5.2.2	Contenido de Sales	55

LISTA DE TABLAS

Capítulo II

Tabla N° 2.2	Compacidad relativa de la arena	27
Tabla N° 2.2	Clasificación de Suelos	27

Capítulo IV

Tabla N° 4.1	Factores de capacidad	45
--------------	-----------------------------	----

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

Fig. 1.1	Edificio típico en planta	11
Fig. 1.2	Modelación de edificio típico	12
Fig. 1.3	Platea de cimentación de edificio típico en planta	13

Capítulo II

Fig. 2.1	Relación de Fases del suelo	19
Fig. 2.1	Consolidación unidimensional	27
Fig. 2.3	Esfuerzo normal (ensayo triaxial UU)	31
Fig. 2.4	Esfuerzo normal (ensayo de Compresión no Confinada)	32
Fig. 2.5	Esfuerzo normal (ensayo Triaxial CD)	33

Capítulo V

Fig. 5.1	Deposito rocoso en Chorrillos	49
Fig. 5.2	Mapa de isosistas del sismo del 3 de octubre de 1974 Lima	50

LISTA DE FOTOS

Capítulo I

Foto 1.1	Ubicación del terreno	9
----------	-----------------------------	---

Capítulo III

Foto 3.1	Excavación de calicata	36
Foto 3.2	Muestra de suelo encontrado	47

LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

- G : Grava
- S : Arena
- M : Limo
- C : Arcilla
- O : Limos orgánicos y arcilla
- Pt : Turba y suelos altamente orgánicos
- H : Alta plasticidad
- L : Baja plasticidad
- W : Bien graduados
- P : Mal graduados
- S : Esfuerzo efectivo
- Qu : Capacidad última
- ϕ : Ángulo de fricción
- N : Número de golpes
- A_R : Relación de áreas
- D_i : Diámetro interior del tubo muestreador

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del presente Informe de suficiencia, trata sobre los aspectos geotécnicos para el análisis y diseño de las cimentaciones del Conjunto Residencial Los Gorriones de Chorrillos, donde se levantarán edificaciones de hasta 5 niveles, en un terreno cuyo suelo donde predominan las arcillas limosas y que necesariamente se requieren del Estudio de Mecánica de Suelos, y que mediante resultados y análisis obtenidos del laboratorio permita determinar el tipo de cimentación a emplear y que permita transmitir en forma satisfactoria al terreno, las cargas de la superestructura de muros y techos de concreto armado previsto para el diseño estructural para dicho Conjunto Residencial.

Para ello ha sido necesario conocer la naturaleza del suelo requiriendo de trabajos de campo como la ejecución de calicatas o exploraciones del subsuelo y realizar la toma de muestras de acuerdo a dispositivos establecidos, los mismos que al procesarlos en el laboratorio y gabinete ha permitido finalmente obtener los resultados definitivos de las características geotécnicas del suelo con obtención de parámetros que permita diseñar los elementos de cimentación de este Conjunto Residencial y que interactúen en manera funcional y económica entre la superestructura en mención y el terreno en el cual se apoya.

Con la finalidad de conocer el aspecto general de las características del Conjunto Residencial dentro del cual abarcará el estudio del presente Informe en su parte inicial se muestra las características generales del proyecto en cada una de sus especialidades como: Arquitectura, Análisis y diseño estructural, Instalaciones Eléctricas y Instalaciones Sanitarias del sistema de agua fría.

A continuación se trata sobre conceptos básicos de aspectos geotécnicos, que permitirá conocer la naturaleza del suelo, sus propiedades geotécnicas como su clasificación y pruebas de laboratorio.

Para la determinación de los parámetros de diseño establecidos en los objetivos generales y específicos del presente informe se da a conocer los distintos trabajos de campo efectuados mediante calicatas y toma de muestras para ensayos de laboratorio, así como la determinación del perfil estratigráfico.

Así mismo, como parte del desarrollo del presente informe, en base a los resultados obtenidos en la información anterior de los resultados geotécnicos de los análisis obtenidos se determina el tipo de cimentación y profundidad a ubicarse, en especial si se considera los parámetros de los ángulos de cohesión y fricción se hacen los cálculos de la Capacidad Portante y Asentamientos.

La parte final del presente informe trata sobre lo correspondiente a los resultados de las condiciones sísmicas y químicas que presenta el terreno, para saber el comportamiento del suelo ante un sismo y cómo podría afectar a las estructuras del Conjunto Residencial.

También es importante tener la información del contenido de sales y sulfatos del suelo sobre el cual se colocara el cimiento y de esta forma determinar el tipo de cemento a emplear de tal manera que no afecte a la estructura de la cimentación de la edificación.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 UBICACIÓN

El proyecto estará ubicado en la Av. Los Gorriones Mz J Lote 9, esquina con la Calle Andrómeda, en la zona de “La Campiña”. Distrito de Chorrillos, Provincia y Departamento de Lima.



Foto. 1.1 Ubicación del terreno
(Fuente propia)

En la foto 1.1 se puede apreciar la zona del terreno que ha sido escogida a partir de un análisis de mercado el cual generalmente es elaborado por empresas especializadas que son contratadas por la inmobiliaria. También se observa las Calles Andrómeda y Perseo alrededor de ella, las dimensiones de su perímetro y su cercanía a la Pista de Aterrizaje de la Fuerza Aérea Las Palmas.

El terreno en estudio tiene un área total de 2,820.30 m².

Limita:

Por el Frente : Con la Calle Andrómeda

Por la Derecha: Con la Calle Los Gorriones

Por la Izquierda: Con propiedad de terceros

Por el Fondo : Con propiedad de terceros

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

- Realizar un Estudio de Suelos con fines de Cimentación para el Proyecto Inmobiliario de Vivienda Multifamiliar Conjunto Residencial Los Gorriones de Chorrillos
- Ofrecer una alternativa de vivienda que cumpla con los requerimientos de las actuales normas técnicas y legales que están establecidas en nuestro medio.
- Diseñar una arquitectura que aproveche al máximo los espacios optimizando las áreas de paso.
- Optimizar los procesos constructivos, de modo especial los encofrados para abreviar tiempo pero manteniendo calidad.
- Que el costo del departamento tenga un precio y calidad aceptables para alcanzar satisfacer sectores B y C.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto inmobiliario se describirá en sus aspectos arquitectónico, estructural y de instalaciones sanitarias y eléctricas.

Arquitectura

En cuanto al aspecto arquitectónico, el área donde se desarrollará el proyecto tiene una extensión de 2820.30 m², el mismo que a su vez tiene frente de 44.26 m con la Av. Los Gorriones y 57.76 m con la calle Andrómeda (Ver Foto 1.1)

El presente proyecto se denomina Conjunto Residencial “Los Gorriones de Chorrillos” consta de 5 edificios multifamiliares de 5 pisos, denominados Bloques I, II, III, IV, V respectivamente y 35 estacionamientos.

El terreno se optimizó obteniéndose 5 edificios: tres edificios de 4 departamentos por piso en la zona posterior y paralela a la Calle Andrómeda. Estos tres edificios contarán con una área libre posterior y los otros dos edificios serán de 3 departamentos por piso en la zona delantera de la misma Calle Andrómeda. Se creará un acceso central con dos espacios laterales que nos permitirá tener circulaciones para acceder a los bloques de edificios

multifamiliares. Estas circulaciones están acompañadas por áreas verdes. Los edificios cuentan interiormente con áreas libres centrales, delanteras y posteriores entre ellas.

La distribución de un departamento típico se muestra en el edificio representativo según la Figura 1.1 y consta de:

- Dormitorio Principal con baño privado
- Dormitorio común (2 o 3 Unid)
- Sala
- Comedor
- Cocina
- Baño común
- Baño privado en el Dormitorio Principal
- Patio –Lavandería

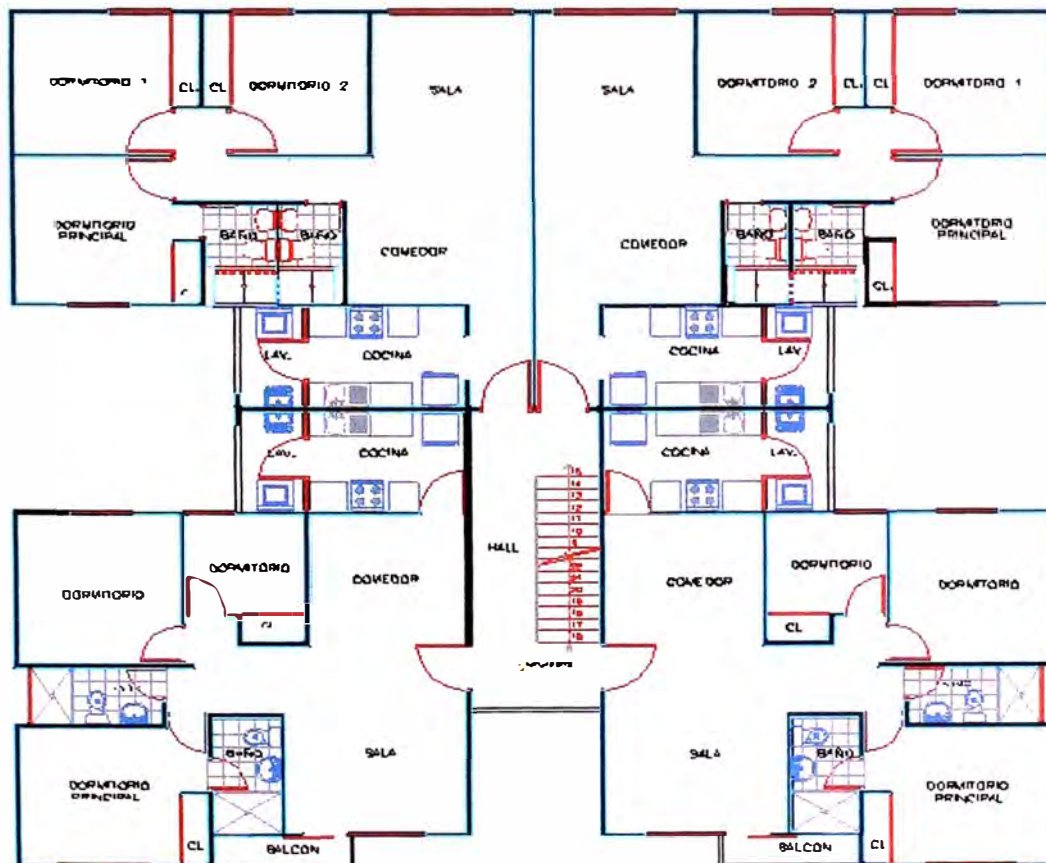


Fig. 1.1 Edificio típico en planta
(Fuente propia)

Adicionalmente se contarán con dos áreas de estacionamiento, uno frente a la Calle Andrómeda con 19 unidades de estacionamientos siendo 4 de ellos para visitas y la otra área sobre la Av. Los Gorriones con 16 unidades de estacionamientos para departamentos únicamente y de esta forma cumplir con la exigencia del Certificado de Parámetros Urbanísticos otorgado por la Municipalidad de Chorrillos.

Estructuras

Con relación al aspecto estructural, se plantea una solución con muros denominados, muros de ductilidad limitada con 10 cm de espesor mínimo según lo establecido por el anexo complementario a la Norma E-060 Art. 2.1 (*Normas para el diseño de edificios con muros de ductilidad limitada*) donde se considera como elementos resistentes a muros de concreto armado de pequeño espesor y una resistencia $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con acero con refuerzo de fluencia de $f_y: 4200 \text{ kg/cm}^2$.

Estos muros estarán conectados en la parte superior por losas aligeradas de 17 cm de espesor como losas de piso, diseñadas de acuerdo al artículo 8.11 de la Norma E-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones 2009. La figura 1.2 muestra los muros de ductilidad en el modelamiento del edificio representativo en planta.

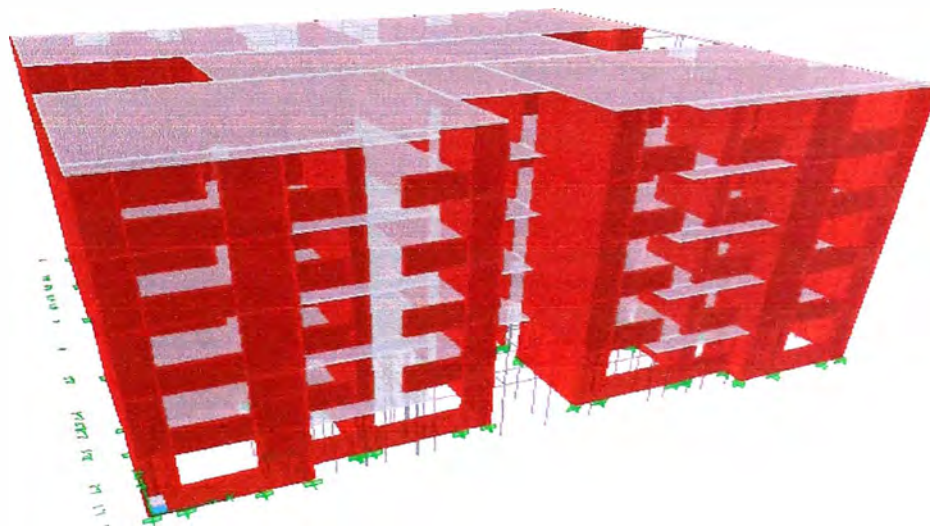


Fig. 1.2 Modelación de edificio típico
(Fuente propia)

En la base de la edificación se ha previsto una platea de cimentación con un espesor de 25cm, como solución y atención al estudio de suelos realizado, el mismo que arrojó una capacidad portante de 0.80 kg/cm².

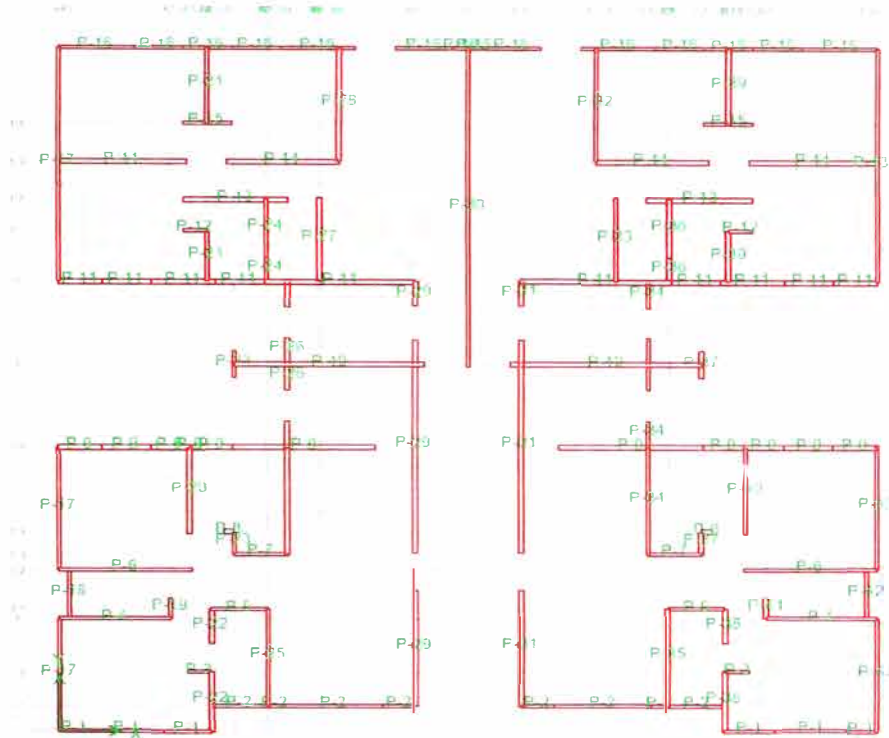


Fig. 1.3 Platea de cimentación de edificio típico en planta
(Fuente propia)

Instalaciones Sanitarias

El conjunto residencial será abastecido de la red pública con una conexión domiciliar existente de Ø2" de diámetro.

El Sistema de Abastecimiento será indirecto, contempla agua contra incendio y estará conformado por una cisterna de concreto armado que tendrá capacidad útil de 106 m³ para almacenar la dotación diaria requerida y se utilizará electro bombas de presión constante y velocidad variable para el suministro del agua potable hacia los servicios.

La descarga generada por el conjunto residencial será evacuada por gravedad a través de dos conexiones de desagüe existentes de Ø6, una ubicada en la Av. Los Gorriones y la otra ubicada en la intersección de Av. Los Gorriones con la calle Andrómeda.

Se ha diseñado un Sistema de Ventilación y montantes de desagüe con tuberías y accesorios empotrados en paredes, falsas columnas y en algunos casos con salidas en ductos de ventilación, como se indica en los planos, con el fin de obtener una máxima eficiencia en todos los puntos que requieran ser ventilados a fin de evitar la ruptura de sellos de agua, alzas de presión y la presencia de malos olores.

Las instalaciones para riego serán diseñadas formando parte del sistema de distribución de agua del conjunto residencial. El riego de áreas verdes se realizará por sectores mediante el uso de grifos de riego. El conjunto residencial contará con agua caliente en todos los pisos, las salidas serán para los lavatorios de los baños, duchas, lavadero de ropa y lavadero de cocina.

Instalaciones Eléctricas

La energía eléctrica requerida para el Complejo Residencial será proporcionada por Luz del Sur en las condiciones siguientes:

- Tensión de Servicio : 220 Voltios
- Fases : Trifásico
- Frecuencia : 60Hz.

La energía eléctrica ingresa al edificio a través de una acometida trifásica subterránea, la que desde una sub-estación alimentará el tablero General TDSGE que se ubicará en la caseta de guardianía, esta contiene los dispositivos de control, protección y corte general. El tablero nombrado alimentará los tableros TSG y TD correspondientes al control de las áreas comunes de cada edificio y las que van a cada departamento respectivamente.

En su parte externa e interna se contempla la colocación de postes de iluminación tipo farola. Este alumbrado eléctrico común será controlado mediante Timers colocados a lado del interruptor de control en el Tablero de áreas comunes para lo cual se prevé un periodo de tiempo de prendido de 6:00 pm a 6:00 am. Usarán conductos PVC eléctricos y todas serán empotradas. El cable será electrolítico. Los tableros generales serán termo magnético. En los departamentos los circuitos serán independientes para alumbrado, tomacorrientes y calentador eléctrico.

Con el objeto de cubrir las necesidades de servicio telefónico del Conjunto Residencial, se ha previsto una red de conductos y cajas, la misma que se interconectará a la red pública de Telefónica del Perú.

Sistema de Cable TV

Con el objeto de cubrir las necesidades de servicio de Cable TV del Conjunto Residencial, se ha previsto una red de conductos y cajas, la misma que se interconectará a la red pública del Sistema Cable TV existentes en el mercado nacional

Sistema de Intercomunicadores Portero

En el proyecto se ha contemplado la provisión de una red de entubado y cajas requeridas para el sistema de Intercomunicadores Portero, que será verificado cuando se seleccione el equipador.

Sistema de Alarmas Contra incendio

En el proyecto se ha contemplado la provisión de una red de entubado y cajas requeridas para el sistema de Alarmas Contra incendio que será verificado cuando se seleccione el equipador.

1.4 TOPOGRAFÍA

La topografía del área en estudio es un terreno llano con cotas de desnivel de +- 0.30m en promedio, el cual se nivela fácilmente al retirar la capa de suelo agrícola y reemplazarla por material de préstamo cuya compactación será controlada.

El levantamiento topográfico fue de la siguiente manera:

La red de apoyo topográfico está constituida por 4 puntos I, II, III, IV los tres primeros ubicados al exterior del terreno uno en la calle Los Gorriones, los dos siguientes en la calle Andrómeda y el cuarto dentro de la parcela.

Para la altimetría se ha tomado el BM referencial el vértice I con cota +100.00 ya que el punto más cercano de cota conocida se encuentra ubicado a 2 Km del terreno.

La primera estación fue en el punto I y tomando como referencia el punto II, se hizo el levantamiento de los vértices cercanos del terreno tales A, B, IV, luego de esta estación se puso en el punto II punto de la poligonal de apoyo tomando como referencia el punto I de la poligonal de apoyo y se hizo el levantamiento de

los vértices cercanos del terreno tales A, B, C, III , luego se hizo estación en el punto III con referencia al punto II y se levanto los puntos cercanos tales como B, C, IV, y por último se hizo estación en el punto IV con referencia al punto I y se levanto los puntos A, III, C, D, así mismo de cada estación se levanto diversos detalles, como pista, veredas, postes, árboles, esquinas, buzones etc.

CAPÍTULO II

ASPECTOS GEOTÉCNICOS A CONSIDERAR

2.1 CONCEPTOS BÁSICOS

2.1.1 NATURALEZA DEL SUELO

El suelo es intrínsecamente un sistema de partículas.

Las partículas discretas que constituyen un suelo no están unidas tan fuertemente como los cristales de los minerales y por tanto pueden moverse con relativa libertad unas respecto a otras.

Las partículas de los suelos son sólidas y no se pueden mover con la misma facilidad que los elementos de un fluido.

2.1.2 NATURALEZA DE LA DEFORMACIÓN DEL SUELO

La deformación de una masa de suelo viene controlada por las interacciones de las partículas individuales especialmente por el deslizamiento entre las mismas.

2.2 PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DEL SUELO

RELACIONES ENTRE LAS FASES DE LOS SUELOS

Por tratarse de un sistema discontinuo de partículas un elemento de suelo constituye intrínsecamente un sistema de varias fases. Fig. 2.1

- La fase sólida que esta constituida por partículas minerales
- La fase gaseosa
- La fase líquida generalmente de agua.

RELACIÓN DE VOLÚMENES

POROSIDAD (n).- Es la relación entre el volumen de vacíos y el volumen de la muestra de suelo.

$$n = \frac{V_v}{V}$$

RELACION DE VACÍOS e .- Es la relación del volumen de vacíos entre el volumen de sólidos de suelo en una masa dada.

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

GRADO DE SATURACIÓN DEL AGUA (G_w).- Es la relación del volumen de agua en los espacios vacíos entre el volumen de vacíos, expresado en porcentaje.

$$G_w = \frac{V_w}{V_v}$$

GRADO DE SATURACIÓN DEL AIRE (G_a).- Es la relación entre el volumen de aire presente en los poros y el volumen de vacíos.

$$G_a = \frac{V_a}{V_v}$$

A. RELACION EN PESO

CONTENIDO DE HUMEDAD (w).- Es la relación del peso de agua entre el peso de partículas sólidas en una masa de suelo.

$$w = \frac{W_w}{W_s}$$

B. RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

PESO ESPECÍFICO DEL AGUA DESTILADA (γ_o).- Es el valor del γ_o del agua a 4°C de temperatura y a la presión atmosférica correspondiente al nivel medio del mar. Donde $\gamma_o = 1 \text{Ton/m}^3$.

PESO ESPECÍFICO DEL AGUA (γ_w).- Es la relación entre el peso del agua entre el volumen del agua. En condiciones reales de trabajo su valor difiere poco con el γ_o siendo considerados generalmente en la práctica como iguales.

$$\gamma_w = \frac{W_w}{V_w}$$

PESO ESPECÍFICO DE LA FASE SÓLIDA (γ_s).- Es la relación entre el peso de la fase sólido entre su volumen.

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$$

PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (γ_m).- Es la relación entre el peso de la muestra y su volumen.

$$\gamma_m = \frac{W}{V}$$

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LA MASA DE SUELO (S_m).- Es la relación entre el peso específico de la masa de suelo y el peso específico del agua destilada.

$$S_m = \frac{\gamma_m}{\gamma_o}$$

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS (S_s).- Es la relación entre el peso específico de la fase sólida y el peso específico del agua destilada.

$$S_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_o}$$

DENSIDAD RELATIVA (D_r).- Es la relación entre la diferencia de la relación de vacíos en la condición mas suelta posible y la relación de vacíos del suelo y la diferencia entre la relación de vacíos en la condición mas suelta posible y la relación de vacíos mas densa posible.

$$D_r = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}$$

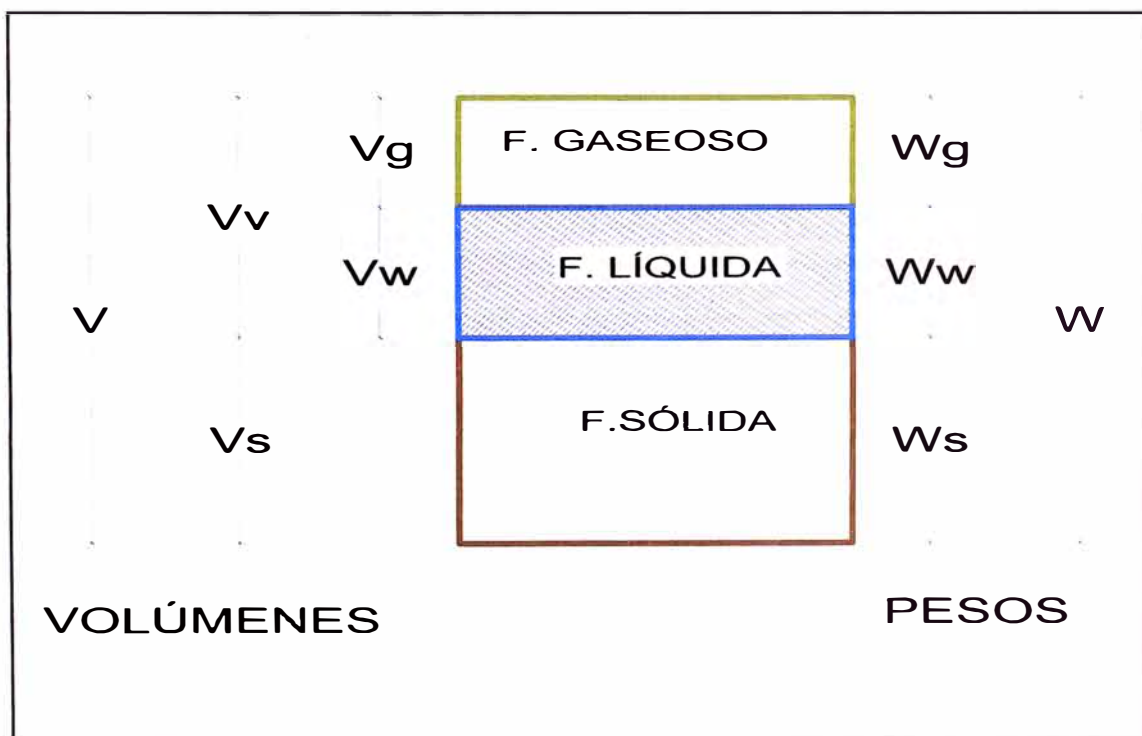


Fig. 2.1 Relación de fases del suelo
 (fuente <http://web2.ucsc.cl/geotecnia>)

2.3 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Para clasificar apropiadamente un suelo se debe conocer su distribución granulométrica. La distribución de las partículas por tamaño en una muestra de suelo se expresa mediante un gráfico que relaciona el porcentaje de partículas de tamaño inferior en peso, con cada diámetro.

2.3.1 SUELOS GRANULARES

El análisis granulométrico se realiza por tamizado, y sus propiedades están relacionadas al tamaño de sus granos. Es así que en suelos granulares la permeabilidad es alta y que la compresibilidad es baja comparado con suelos finos.

Dos parámetros se determinan de las curvas granulométricas de suelos de grano grueso:

- **COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (C_u).**- Es la relación entre el diámetro correspondiente al porcentaje que pasa el 60% y el diámetro correspondiente al porcentaje que pasa el 10%.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

- **COEFICIENTE DE CURVATURA (C_c).**- Es la relación entre el cuadrado del diámetro correspondiente al porcentaje que pasa el 30% y el producto del diámetro correspondiente al porcentaje que pasa el 10% con el diámetro correspondiente al 60%.

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \cdot D_{10}}$$

La densidad relativa y los parámetros granulométricos son propiedades muy útiles para clasificar en el laboratorio las arenas y las gravas.

2.3.2 SUELOS COHESIVOS

Las arcillas y los limos son suelos que corresponde a suelos cohesivos y el análisis granulométrico se realiza por hidrómetro. La curva granulométrica obtenida de suelos finos no se relaciona con propiedades útiles de ingeniería. Por lo tanto en el diseño de cimentaciones no se suele hacer este tipo de análisis. En suelos cohesivos el contenido de humedad es una propiedad muy importante para fines de ingeniería por ello para suelos cohesivos se establecen los límites en el contenido de humedad.

LÍMITES DE ATTERBERG

Son contenidos de humedad que definen los diferentes estados de consistencia del suelo y son:

- **LÍMITE LÍQUIDO (LL).**- Es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta en forma plástica.
- **LÍMITE PLÁSTICO (LP).**- Es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo puede considerarse como no plástico.
- **LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC).**- Es el contenido de humedad con el cual el suelo no sufre ningún cambio adicional de volumen con la pérdida de agua.

INDICE DE PLASTICIDAD (IP).- Es la diferencia entre el límite líquido y el plástico y es una excelente medida de la arcillosidad del suelo.

$$IP = LL - LP$$

INDICE DE LIQUIDEZ (IL).- Es un parámetro equivalente a la densidad relativa de los suelos granulares. El índice de liquidez es una buena medida excelente de la consistencia de un suelo cohesivo.

$$IL = \frac{w - LP}{LL - LP}$$

2.4 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

La clasificación de suelos consiste, en incluir un suelo a un grupo que presenta un comportamiento semejante. Las características utilizadas son la granulometría y la plasticidad.

Hay dos sistemas principales de clasificación:

2.4.1 SISTEMA AASHTO

Los suelos pueden clasificarse según ocho grupos principales, A-1 al A-8, los suelos comprendidos en los grupos A-1, A-2 y A-3 son materiales de grano grueso y aquellos en los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7 son de grano fino. La turba, el lodo y otros suelos altamente orgánicos quedan clasificados en el grupo A-8.

2.4.2 SISTEMA UNIFICADO

Este sistema es el más usado trabajo de geotecnia. En el sistema unificado los siguientes símbolos se usan como identificación.

- G : Grava
- S : Arena
- M : Limo
- C : Arcilla
- O : Limos orgánicos y arcilla
- Pt : Turba y suelos altamente orgánicos
- H : Alta plasticidad
- L : Baja plasticidad
- W : Bien graduados
- P : Mal graduados

Al clasificar un suelo se debe proporcionar el nombre del grupo que describe generalmente al suelo, junto con el símbolo respectivo. Tanto para suelos granulares y finos la clasificación está basado en la norma ASTM D-2487. El cuadro 2.1 muestra los tipos de suelos:

Cuadro 2.1: Clasificación de Suelos¹

SÍMBOLO	NOMBRE TÍPICO	DESCRIPCIÓN
GW	Grava bien graduada, mezcla de grava y arena con pocos finos o sin ellos.	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios.
GP	Gravas mal graduadas, mezcla de arena y grava con pocos finos o sin ellos.	Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, son ausencia de algunos tamaños intermedios.
GM	Gravas limosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y limo.	Fracción fina no plástica.

	Continua cuadro 2.1	
GC	Gravas arcillosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla.	Finos plásticos.
SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin ellos.	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios.
SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin ellos.	Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios.
SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas.	Finos no plásticos.
SC	Arenas arcillosas, mezclas mal graduadas de arenas y arcillas.	Finos plásticos.
ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas con ligera plasticidad.	Resistencia a la disgregación nula a ligera Tenacidad nula.
CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.	Resistencia a la disgregación media a alta Tenacidad media.
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	Resistencia a la disgregación ligera a media Tenacidad ligera.

	Continua cuadro 2.1	
MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o con diatomeas, limos elásticos.	Resistencia a la disgregación ligera a media Tenacidad ligera a media.
CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad elevada, arcillas grasas.	Resistencia a la disgregación alta a muy alta.
OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta.	Resistencia a la disgregación media a alta Tenacidad ligera a media.
Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos.	Fácilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa.

¹ La elaboración del cuadro 2.1 está basado en el libro de T. William Lambe y Robert V. Whitman. Mecánica de Suelos

2.5 ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

En campo, cuando el esfuerzo sobre una capa de arcilla saturada se incrementa, por ejemplo con la construcción de una cimentación, la presión de poro del agua se incrementará. Debido a que la permeabilidad hidráulica de las arcillas es muy pequeña, se requerirá algún tiempo para que el exceso de presión de poro del agua se disipe y el incremento del esfuerzo se transfiera gradualmente a la estructura del suelo. En la Fig. 2.2, si consideramos Δp como una sobrecarga en la superficie del terreno sobre un área muy grande, el incremento del esfuerzo total $\Delta \sigma$ en cualquier profundidad del estrato de arcilla será igual a Δp , o

$$\Delta \sigma = \Delta p$$

Sin embargo, en el tiempo $t = 0$ (es decir, inmediatamente después de la aplicación del esfuerzo, el exceso de presión de poro del agua en cualquier profundidad $\Delta\mu$, será igual a Δp , o

$$\Delta\mu = \Delta h_i \cdot \gamma_w = \Delta p \quad (\text{En el tiempo } t = 0)$$

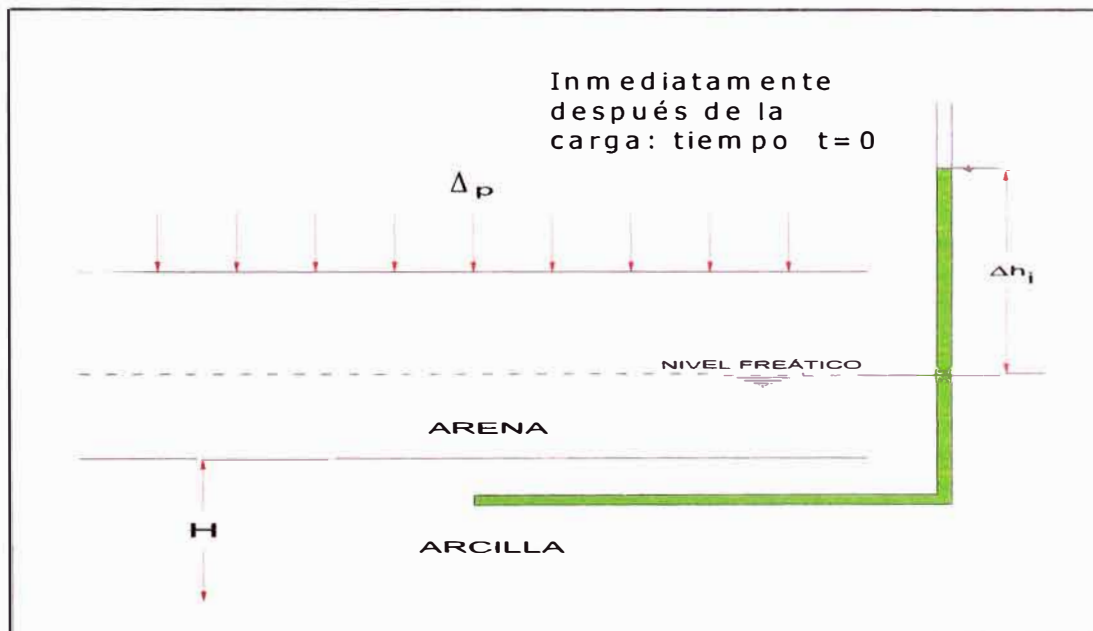


Fig. 2.2 Consolidación unidimensional
(Fuente <http://icc.ucv.cl/geotecnia>)

Además el incremento de esfuerzo efectivo en el tiempo $t = 0$ será:

$$\Delta\sigma' = \Delta\sigma - \Delta\mu = 0$$

Teóricamente, en el tiempo $t = \infty$, cuando todo el exceso de presión de poro en el estrato de arcilla se ha disipado como resultado del drenado hacia los estratos de arena,

$$\Delta\mu = 0 \quad (\text{en el tiempo } t = \infty)$$

Entonces, el incremento del esfuerzo efectivo en la capa de arcilla es:

$$\Delta\sigma' = \Delta\sigma - \Delta\mu = \Delta p - 0 = \Delta p$$

Este incremento gradual ocasionará asentamiento durante cierto tiempo y se le conoce como consolidación.

El asentamiento unidimensional por consolidación (causada por una carga adicional) de una capa de arcilla con espesor H_c puede calcularse como:

$$S = \frac{\Delta e}{1 + e_o} \cdot H_c$$

Donde:

S= asentamiento

Δe = Cambio total de la relación de vacíos causada por la aplicación de carga adicional

e_o = Relación de vacíos de la arcilla antes de la aplicación de la carga.

2.5.1 PROCEDIMIENTOS PARA MUESTREO DEL SUELO

Dos tipos de muestras de suelo se obtienen durante una exploración del subsuelo: *alteradas e inalteradas*. Las muestras alteradas pero representativas son generalmente usadas para los siguientes tipos de pruebas de laboratorio:

- Análisis granulométrico
- Determinación de los límites de líquido y plástico
- Peso específico de los sólidos del suelo
- Determinación del contenido de humedad
- Determinación del contenido orgánico
- Clasificación de suelo

Sin embargo, las muestras alteradas no deben usarse para pruebas de consolidación, permeabilidad o de resistencia cortante, ya que estas deben hacerse con muestras inalteradas. Los ensayos a estudiar son:

A. ENSAYO DE PENETRACION ESTÁNDAR – SPT

Norma: ASTM D 1556

Es un ensayo in-situ que consiste en un muestreador con un diámetro interior de 1 1/8" y un diámetro exterior de 2", que es hincado en el suelo utilizando un peso de 140 libras que cae de 30 pulgadas. El número de golpes se registra cada 6 pulgadas de penetración hasta un máximo de 100 golpes. La resistencia a la penetración N, es el número de golpes requerido para introducir el muestreador las últimas 12 pulgadas. Si el número de golpes llega a 100, la resistencia a la penetración se registra como el número de golpes requerido para hincar el muestreador las últimas 12 pulgadas, o si no se alcanza 12 pulgadas, la resistencia a la penetración se registra como 100 entre el número de pulgadas hincadas.

El grado de alteración de una muestra de suelo es usualmente usado como:

$$A_R(\%) = \frac{D_o^2 - D_i^2}{D_i^2} (100)$$

Donde:

A_R = relación de áreas

D_o = diámetro exterior del tubo muestreador

D_i = diámetro interior del tubo muestreador

Cuando la relación de áreas es de 10% o menor la muestra se considera como inalterada.

Para arenas y arcillas los términos descriptivos de acuerdo a la resistencia a la penetración están dados por las tablas 2.1 y 2.2:

Tabla 2.1
COMPACIDAD RELATIVA DE LA ARENA¹

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

Tabla 2.2
COMPACIDAD RELATIVA DE SUELOS COHESIVOS²

Nº de Golpes del SPT	Consistencia	Resistencia a la Compresión no Confinada en (kN/m ²)
< 2	Muy Blanda	0 - 25
2 - 4	Blanda	25 - 50
4 - 8	Media	50 - 100
8 - 15	Firme	100 - 200
15 - 30	Muy Firme	200 - 400
> 30	Dura	> 400

¹ Jorge E. Alva Hurtado, Diseño de Cimentaciones

² Braja M. Das, Principios de ingeniería de Cimentaciones

B. AUSCULTACIÓN DINÁMICA CON CONO TIPO PECK (ACP)

El ensayo de auscultación con cono dinámico consiste en la introducción en forma continua de una punta cónica tipo Peck. El equipo que se empleará para introducir la punta cónica en el suelo es el mismo que el empleado en el Ensayo de Penetración Estándar (STP, ASTM D 1586), en el que se reemplaza la cuchara estándar por un cono de 6.35 cm (2.5") diámetro y 60° de ángulo en la punta. Este cono se hinca en forma continua en el terreno. El registro de la auscultación se efectúa contando el número de golpes para introducir la punta cónica cada 15 cm. El resultado se presenta en forma gráfica indicando el número de golpes por cada 30 cm de penetración.

El cono tipo Peck debe calibrarse con respecto al Ensayo de Penetración Estándar con la finalidad de obtener el parámetro b a usar en la expresión siguiente para obtener N :

$$N = b.C_n$$

N = número de golpes por 30 cm de penetración en el Ensayo de Penetración Estándar

C_n = número de golpes por 30 cm de penetración con el cono dinámico tipo Peck

b = coeficiente de correlación.

Las auscultaciones dinámicas son ensayos que requieren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No deben ejecutarse ensayos con cono tipo Peck en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

Para determinar las condiciones de cimentación en base a auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida en base a la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones. El uso del cono de Peck se recomienda hasta 8 metros de profundidad. En ningún caso se debe superar los 10 metros.

2.5.2 PRUEBAS DE COMPRESIBILIDAD

A) PRUEBAS DE LABORATORIO

Básicamente, las pruebas de laboratorio generan datos más exactos sobre las propiedades ingenieriles del suelo o terreno que las interpretaciones de las pruebas simples de campo (siempre que las muestras sean en verdad representativas de las condiciones del subsuelo). El análisis de suelos en laboratorios a sufrido un gran desarrollo con mucha variedad en criterios y métodos, interrelacionadas unas con otras.

La American Society for Testing and Materials (**ASTM**) publica periódicamente un resumen de esos procedimientos. Muchas de las técnicas de prueba son exclusivamente aplicables a ciertos grupos de suelos, por lo que los datos resultan incorrectos cuando se intenta su utilización de alguna otra manera. Cuando estructuras afectables por los asentamientos, grandes terraplenes, presas o taludes pronunciados se van a cimentar sobre suelos blandos o de propiedades inciertas, conviene realizar pruebas de laboratorio sobre muestras representativas.

Sin embargo, dichas pruebas son costosas y lentas, por lo que, salvo en proyectos muy importantes, generalmente sólo se realizan unas cuantas de ellas. Por todo lo anterior, las muestras para análisis se deben escoger cuidadosamente.

B) COMPRESIBILIDAD

Entre ellas tenemos a las pruebas de consolidación y de compresión triaxial que generan valores que permiten evaluar los asentamientos que ocurren bajo carga. Las pruebas de consolidación se hacen sobre suelos plásticos, mientras que las de compresión triaxial se destinan a suelos granulares. Asimismo, las pruebas de consolidación y la máxima presión a que ha sido sometido el suelo con anterioridad. Las pruebas de compresión triaxial también sirven para evaluar la rigidez de las arenas (una propiedad que aumenta al elevarse la presión de confinamiento) y el incremento de resistencia de las arcillas por consolidación.

2.5.3 PRUEBAS DE RESISTENCIA EN LABORATORIO

Miden la resistencia del suelo a fin de calcular su capacidad de carga, la resistencia a los empujes laterales de la propia tierra y la estabilidad de los taludes. La resistencia de las arenas se mide por medio de pruebas triaxiales y

directas de esfuerzo cortante. Las pruebas con cizalla de espas, compresión y confinamiento y compresión triaxial, que se realizan en laboratorio, son aplicables a los suelos de tipo cohesivo.

Al efectuar las pruebas de resistencia, es necesario que las condiciones de drenaje durante ellas reproduzcan lo más fielmente posible las condiciones que prevalecerán en el estrato del suelo o terreno cuando se imponga la carga esperada. Todas las pruebas, salvo la triaxial, se realizan en condiciones no drenadas y se aproximan a las condiciones de carga rápida del terreno, como sucede con la mayoría de las cimentaciones y excavaciones para construcción. Las pruebas triaxiales permiten realizar los estudios bajo condiciones no drenadas, consolidadas no drenadas y consolidadas drenadas. Las pruebas que se realizan en condiciones drenadas sirven para conocer factores como la estabilidad bajo un terraplén después de haber disipado las presiones excesivas en los poros. Si existe la posibilidad de que las arenas saturadas sueltas queden sometidas a cargas sísmicas, su resistencia a cargas cíclicas y su potencial de licuefacción se miden mediante pruebas triaxiales cíclicas.

A. ENSAYO TRIAXIAL UU

El tiempo de consolidación completa bajo los esfuerzos finales en arcillas saturadas es relativamente alto comparado con las velocidades de construcción, por ésta razón se asume que no ocurrirá drenaje o consolidación en la arcilla, y la medida de la resistencia al corte deberá ser para esta condición de carga. Es por eso que en este caso el procedimiento de ensayo triaxial es el de:

No consolidado - no drenado, es decir ensayo UU.

Primer estado

Se toman muestras idénticas, y en ellas se aplica diferentes estados iniciales de esfuerzo (presiones de confinamiento) en la celda Triaxial, pero no se permitirá consolidar a los especímenes bajo los esfuerzos aplicados.

Segundo estado

Se carga hasta la falla a cada uno de los especímenes sin permitir drenaje.

Resultado

Cuando se produce un aumento en la presión de confinamiento (esfuerzo hidrostático) a una arcilla saturada y no se permite la consolidación, la presión de

poros aumenta en una cantidad igual al añadido. En este caso no existe un cambio en el esfuerzo efectivo. Por consiguiente, en los ensayos presentados no se esperaría la ocurrencia de cambio en el esfuerzo efectivo antes de cargarlos hasta la falla. Bajo esta condición se espera que todos los especímenes tengan la misma Resistencia al Corte.

En la fig. 2.3 la Resistencia al Corte (S) es la misma para todas las especies. La envolvente de falla es una línea horizontal, representada por $\phi = 0$.

La resistencia al corte puede expresarse por la ecuación:

$$S = Cu$$

Donde: la intersección de cohesión en el diagrama de Mohr fue medida utilizando procedimientos no consolidados - no drenados. (Ensayo UU).

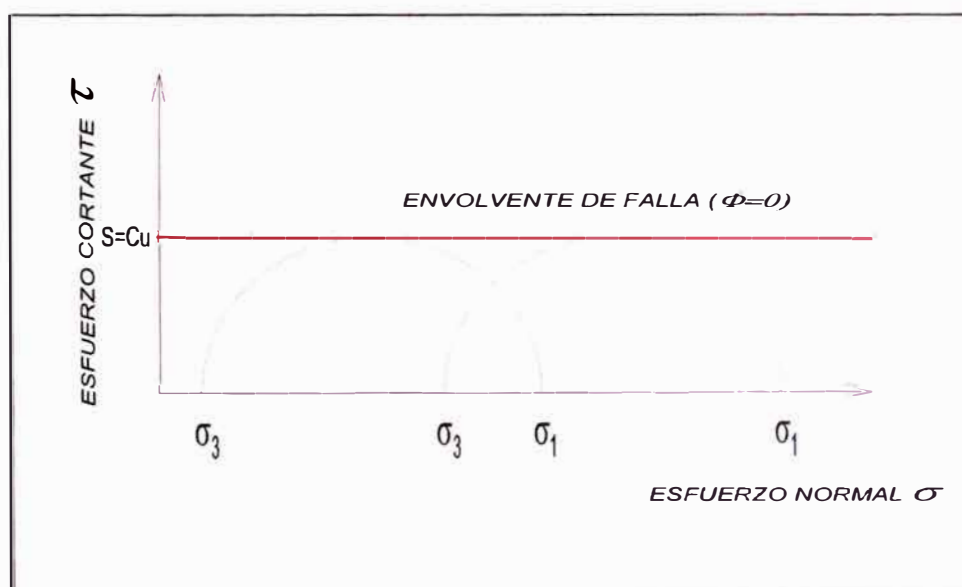


Fig. 2.3 Esfuerzo normal
(fuente Braja M. Das)

B. ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA

Este tipo de ensayo implica que la muestra no se confina con una membrana de jebe ni con presión de confinamiento. La carga axial simplemente se incrementa hasta la falla, análoga al ensayo de compresión del concreto. Este ensayo se hace en forma rápida para evitar drenaje o consolidación. El esfuerzo principal menor σ_3 es igual a cero, y el esfuerzo principal mayor σ_1 es igual al esfuerzo

axial en la falla. El esfuerzo axial en la falla se denomina resistencia a la compresión no confinada, q_u (fig. 2.4). La resistencia al corte ($S=Cu$) es igual a un medio de la resistencia a la compresión no confinada.

$$S = Cu = \frac{q_u}{2}$$

Teóricamente, el valor Cu medido en los ensayos de compresión no confinada debería ser igual de Cu medido en ensayos triaxiales del tipo no consolidado - no drenado (UU), sin embargo el ensayo de compresión no confinada produce valores más bajos. Aunque el ensayo de compresión no confinada subestima la resistencia cortante de muchos se utiliza a menudo para estimaciones preliminares de diseño y para determinar cual resistencia cortante es la crítica para el diseño. En algunos casos el ensayo de compresión no confinada puede indicar que el suelo tiene una resistencia más que adecuada para propósitos de diseño por lo que es innecesario ejecutar ensayos más precisos.

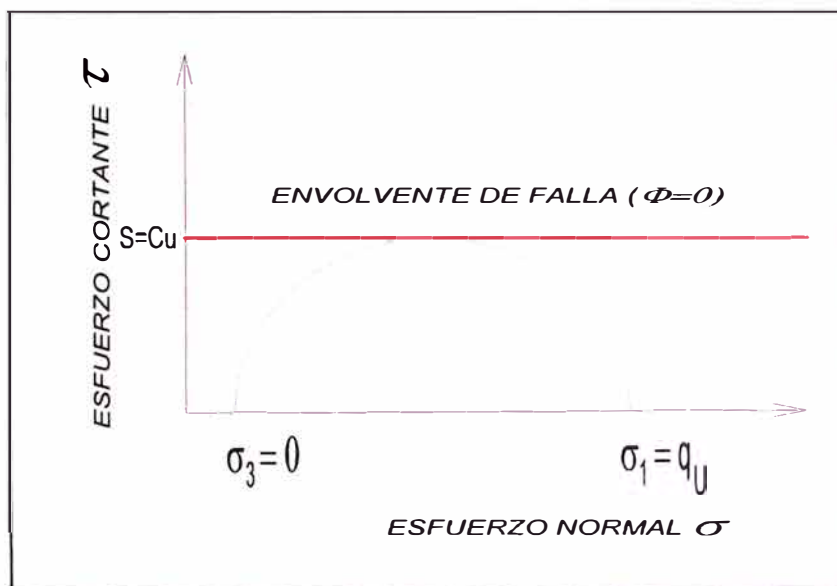


Fig. 2.4 Esfuerzo normal
(Fuente Braja M. Das)

C. ENSAYO TRIAXIAL CD

La velocidad de carga de carga en el campo será lo suficientemente lenta para permitir que la arena consolide y drene completamente, independientemente de que sea seca o saturada. De éste modo el procedimiento de ensayo apropiado a

utilizar será el consolidado-drenado (CD). Al graficar los resultados de una serie de ensayos consolidados-drenados en arena saturada, es conveniente utilizar los esfuerzos efectivos σ' , en lugar de esfuerzos totales como se ve en la fig. 2.5

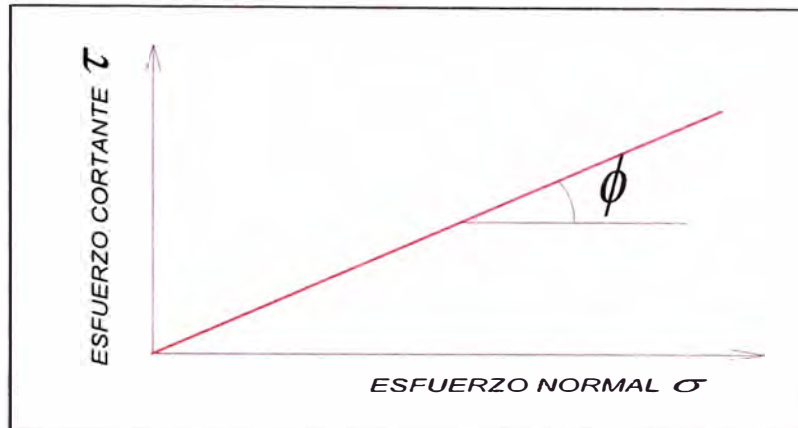


Fig. 2.5 Esfuerzo normal
(fuente Braja M. Das)

ϕ es el ángulo de fricción interna correspondiente a la envolvente de falla, siendo:

$$S = (\sigma - \mu) \operatorname{tg} \phi' = \sigma' \operatorname{tg} \phi'$$

La resistencia cortante de una arena saturada será inferior a una arena seca, por esta razón es necesario utilizar esfuerzos efectivos en vez de esfuerzos totales al calcular la resistencia cortante de arenas en el campo. Esto no es difícil, ya que las presiones de poros iniciales se conocen de las condiciones freáticas y no se desarrollarán excesos de presión de poros, ya que la arena se consolidará y drenará casi instantáneamente durante la carga en el campo.

Es interesante examinar los casos en que la resistencia cortante de una arena puede estar influenciada si el drenaje no ocurre con la carga. Existen varios tipos de problemas donde el drenaje puede no ocurrir. Esto sucede cuando la arena se carga rápidamente como en el caso de terremotos, explosiones de voladuras, y cargas de choque resultantes de lanzamientos de misiles o explosiones nucleares. Para estos casos, la resistencia cortante puede expresarse en función del mismo ángulo de fricción interna ϕ y utilizar la misma fórmula. Sin embargo,

si no se permite drenar a la arena durante la aplicación del cortante, las presiones de poro pueden cambiar. Por consiguiente, es necesario predecir como variarán las presiones de poro en el campo durante el corte, para poder determinar el valor de la resistencia cortante de la arena. En la práctica esta predicción es muy difícil, pero puede estimarse cualitativamente los cambios en la presión de poros.

CAPÍTULO III

DETERMINACIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

3.1 TRABAJOS DE CAMPO

A continuación se presenta la información disponible sobre el estudio de suelos efectuado en el terreno, lo cual fue proporcionada por la empresa consultora CAA Ing. Consultores EIRL INGENIERIA DE CIMENTACIONES PROYECTOS – CONSULTORIA.

3.1.1 CALICATAS

Con la finalidad de definir las características del subsuelo, se realizaron 08 calicatas o pozos a cielo abierto, distribuidos convenientemente en el área en estudio, con las siguientes profundidades:

Cuadro N° 3.1 Calicatas

Calicata No.	Profundidad (m.)
C-1	5.00
C-2	5.00
C-3	5.00
C-4	5.00
C-5	5.00
C-6	5.00
C-7	5.00
C-8	5.00

- *No se detectó el nivel freático hasta la profundidad explorada.*

3.1.2 MUESTREO

A) Disturbado

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

Así mismo se extrajo 02 muestras para efectuar análisis químicos de contenido de sales agresivas al concreto.

B) Muestreo Inalterado

Además se extrajo una muestra inalterada en forma de bloque cúbico de 0.20 m de lado de la calicata C-4 a fin de realizar el ensayo de Corte Directo.

C) Registro de Excavaciones

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de cada una de las calicatas (ver foto 3.1), anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrados (ver foto 3.2), tales como: espesor, humedad, plasticidad, compacidad, etc.



Foto 3.1 Excavación de calicata

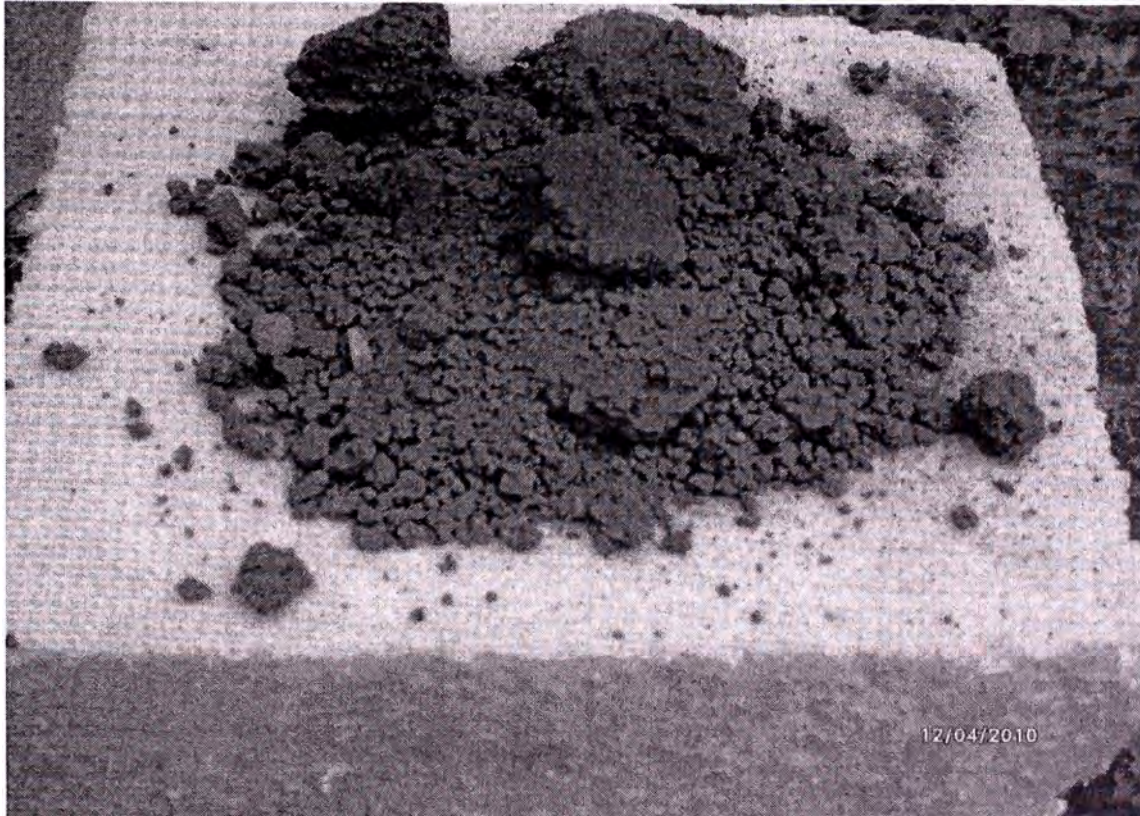


Foto. 3.2 Muestra de suelo encontrado

3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos CAA Ingenieros Consultores EIRL y en el Laboratorio de Suelo y Agua- LASA Ingenieros, de acuerdo a la siguiente relación:

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422.
- Límite Líquido ASTM D-4318.
- Límite Plástico ASTM D- 4318
- Contenido de Humedad ASTM D-2216
- Corte Directo ASTM D-3080
- Análisis Químico del Contenido de Sales Agresivas al Concreto.

3.3 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 N° 3.2 Clasificación de Suelos

Calicata N°	C-1	C-3	C-3	C-4	C-4
Prof. (m)	2.80 - 3.50	0.00 - 1.00	1.00 - 1.60	2.30 - 3.10	3.50 - 5.00
Ret. No. 4	4.2	---	0.2	---	2.2
Pasa No. 200	76.1	91.4	33.8	86.4	71.3
L.L.(%)	35.1	35.2	---	32.4	30.52
I.P. (%)	12.7	12.6	N.P.	15.9	10.48
SUCS	CL	CL	SM	CL	CL

Fuente CAA Ing. Consultores EIRL

Cuadro N° 3.3 Clasificación de Suelos

Calicata N°	C-5	C-5	C-6	C-6	C-8
Prof. (m)	0.70 - 1.50	3.35 - 4.85	0.80 - 1.80	2.90 - 3.40	1.00 - 2.50
Ret. No. 4	0.1	0.2	0.3	9.4	10.3
Pasa No. 200	12.8	70	74.4	68.8	53.1
L.L.(%)	---	28.4	47.1	47.1	52.05
I.P. (%)	N.P.	5.36	23.4	23.4	22.88
SUCS	SM	ML	CL	CL	MH

Fuente CAA Ing. Consultores EIRL

3.4 ESTRATIGRAFÍA DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN

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

En la calicata C-1 se presenta una arcilla limosa, de color beige claro, poco plástica, en estado compacto con un espesor de 0.80m, continuando hasta la profundidad de 1.30m, con arenas limosas, no plásticas, de color beige amarillento, seca, en estado compacto; entre las profundidades de 1.30m-2.20m, se presenta un limo inorgánico de mediana plasticidad, de color beige oscuro, en estado semicompacto, continuando con una arcilla arenosa, poco plástica, de color beige, en estado semicompacto, con un espesor de 1.50m, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 5.00m, con un limo arenoso, de color beige claro, poco plástico, en estado semicompacto. (Ver anexo I)

En la calicata C-2 se presenta una arcilla limosa, de color beige claro, seca, con presencia de raíces, en estado semicompacto, con un espesor de 0.90m, continuando hasta la profundidad de 2.90m, con arenas limosas y limos arenosos de grano fino, no plásticos, en estado semicompacto. Entre las profundidades de 2.90m-3.40m, se presenta una arcilla arenosa, poco plástica, de color beige claro, con presencia de caliches, en estado semicompacto, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 5.00m, con un limo arenoso, de color beige amarillento, con presencia de micas aisladas, ligeramente plástico, en estado semicompacto. (Ver anexo I)

En la calicata C-3 se presenta una arcilla limosa, poco plástica, de color beige, en estado semicompacto, con un espesor de 1.00m, continuando hasta la profundidad de 1.60m, con arenas limosas, de grano fino, no plásticas, secas, de color beige, en estado semicompacto. Entre las profundidades de 1.60m-2.40m, se presenta un limo arenoso inorgánico, de mediana plasticidad, seco, en estado semicompacto, continuando con una arena limosa, no plástica, de color beige, en estado semicompacto, con un espesor de 0.60m, subyaciendo hasta la profundidad de 3.70m, con arcillas arenosas, poco plásticas, con presencia de caliches aisladas, en estado semicompacto y hasta la profundidad explorada de 5.00m, con un limo arenoso, ligeramente plástico, poco húmedo, de color beige, en estado semicompacto. (Ver anexo I)

En la calicata C-4 se presenta un limo arenoso, de color beige, seco, en estado semicompacto, con un espesor de 0.70m, continuando hasta la profundidad de 1.40m, con arenas limosas, no plásticas, de color beiges claro, en estado semicompacto; entre las profundidades de 1.40m - 3.10m, se presentan arcillas de mediana plasticidad, de color beige, en estado semicompacto, continuando con arenas limosas, no plásticas, secas, en estado semicompacto hasta la profundidad de 3.50 m, subyaciendo hasta la profundidad de 5.00m, con arcillas arenosas, poco plásticas, de color beige amarillento, en estado semicompacto. (Ver anexo I)

En la calicata C-5 se presenta una arcilla limosa, de color beige claro, seca, en estado compacto, con un espesor de 0.70m, continuando hasta la profundidad de 1.50m, con arenas limosas, de grano fino, no plásticas, de color gris, en estado semicompacto. Entre las profundidades de 1.50m-3.35m, se presentan arcillas arenosas, poco plásticas, secas, en estado semicompacto, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 5.00m, con un limo arenoso, de baja plasticidad, de color beige amarillento, en estado semicompacto. (Ver anexo I)

En la calicata C-6 se presenta una arcilla arenosa, poco plástica, de color beige, en estado semicompacto, con un espesor de 1.80m, continuando hasta la profundidad de 2.90m, con un limo arenoso, de color beige claro, en estado semicompacto, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 5.00m, con arcillas arenosas, de color beige, de baja a mediana plasticidad, en estado semicompacto. (Ver anexo I)

En la calicata C-7 se presenta una arcilla arenosa, poco plástica, de color beige en estado semicompacto, con un espesor de 1.90m, continuando hasta la profundidad de 3.00m, con un limo arenoso inorgánico, de mediana plasticidad, seco, en estado semicompacto y hasta 3.40m, con arcillas arenosas, poco plásticas, de color beige, en estado semicompacto; luego hasta la profundidad explorada de 5.00m se presenta un limo arenoso, de color beige amarillento, ligeramente plástico, en estado semicompacto. (Ver anexo I)

En la calicata C-8 se presenta una arcilla limosa poco plástica, de color beige, en estado semicompacto, con un espesor de 0.60m, continuando hasta la profundidad de 1.00m, con arenas limosas, de grano fino, no plásticas, secas, en estado semicompacto. Entre las profundidades de 1.00m - 2.50m, se presentan

limos arenosos inorgánicos, de color beige oscuro, de mediana plasticidad, en estado semicompacto, continuando hasta 3.50 m con una arcilla limosa, poco plástica, de color beige claro, seca, en estado semicompacto, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 5.00m un limo arenoso, de color beige amarillento, ligeramente plástico, seco, en estado semicompacto. (Ver anexo I)

3.5 VERIFICACIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Con el objeto de verificar la información disponible, se programó la excavación de una calicata de la cual se obtuvo la siguiente información.

3.5.1 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

En la calicata C-1 se presenta limo con arenas muy finas (ML) con un espesor de 0.84m, continuando hasta la profundidad de 1.43 con arenas limosas (SM) de color beige en estado semicompacto; entre las profundidades de 1.43m-2.84m se presenta arenas limosas amarillento semicompacto, mezcla de arena y arcilla mal graduadas. (Ver anexo I)

3.5.2 ENSAYOS

También se extrajo tres muestras alteradas cuyos ensayos se realizaron en el laboratorio N° 2 de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional de Ingeniería, considerando los análisis de interés que son:

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422.
- Límite Líquido ASTM D-4318.
- Límite Plástico ASTM D- 4318
- Índice Plástico
- Contenido de Humedad ASTM D-2216
- Corte Directo ASTM D-3080

Los resultados fueron los siguientes: (Ver anexo I)

Angulo de Fricción Interna	$\phi = 29.2^\circ$
Cohesión	C = 0
Peso Volumétrico del Suelo	$\gamma = 1.81 \text{ gr/cm}^3$

(Ver cuadro 3.5)

Cuadro 3.5 Clasificación de suelos según SUCS

Calicata N°	C-1	C-1	C-1
Prof. (m)	0.00 – 0.84	0.84 – 1.43	1.43-2.84
Ret. No. 4	1.2	-	-
Pasa No. 200	66.7	29.8	29.8
L.L.(%)	38.08	NP	NP
I.P. (%)	10.42	NP	NP
SUCS	ML	SM	SM

Fuente: Laboratorio N° 2 de Mecánica de suelos de la UNI

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

4.1 EDIFICACIÓN DE 05 PISOS

El proyecto se denomina Conjunto Residencial “Los Gorriones de Chorrillos” consta de 5 edificios multifamiliares de 5 pisos cada uno, 3 edificios de 4 departamentos por piso y 2 edificios de 3 departamentos por piso, haciendo un total de 90 departamentos, cuya estructura total se cimentará optimizando un área de 2820.30m².

4.1.1 Tipo y Profundidad de Cimentación

De acuerdo a la descripción del perfil estratigráfico se recomienda cimentar por medio de una platea de cimentación a una profundidad de 0.40 m, medido con respecto al nivel de piso terminado, apoyado sobre una base granular de 0.20 m. de espesor, subyaciendo las arcillas limosas y limos arenosos. El material de base deberá presentar las siguientes características:

Cuadro N° 4.1.1 Características del Suelo

Tamaño de la Malla tipo AASHTO T-11 Y T-27 (ABERTURA CUADRADA)	Porcentaje en peso que pasa			
	Gradación	Gradación	Gradación	Gradación
	A	B	C	D
2 pulg.	100	100	---	---
1 pulg.	--	75 - 97	100	100
3/8 pulg	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
Nº4-(4.76 mm.)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
Nº10-(2.00 mm.)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
Nº40-(0.420 mm.)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
Nº200-(0.074 mm.)	2 - 8	5 - 20	5 - 15	5 - 20

La granulometría definitiva que se adopte dentro de estos límites, tendrá una gradación uniforme de grueso a fino.

La fracción del material que pase la malla N° 200, no debe exceder de 1/2, y en ningún caso de los 2/3 de la fracción que pase el Tamiz N°40.

La fracción del material que pase el Tamiz N° 40, debe tener un límite líquido no mayor de 25% y un índice de plasticidad inferior o igual a 6% determinados de acuerdo a los Métodos T-89 y T-91 de la AASHTO.

4.1.2 Cálculo de la Capacidad Portante

A la profundidad antes mencionada los cimientos se apoyarán sobre las arcillas limosas y limos arenosos, en estado semicompacto, cuyas características de resistencia están dados principalmente por el ensayo de Corte Directo, efectuado con una muestra de la calicata C-4 de 2.30 – 2.50 m que corresponde a una arcilla, presentando los siguientes resultados:

Cohesión (C) = 0.15 Kg/cm²

Angulo de Fricción Interna (φ) = 14.8°

Luego, considerando la teoría de Karl Terzaghi, la Capacidad Portante Admisible para la platea de cimentación de 8.00mx10.00m, se puede calcular mediante la siguiente relación:

$$q_{ad} = \frac{1}{FS} \left[C' N_c + \gamma D_f N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma \right]$$

Donde:

Coeficiente de Falla Local C' = 2/3 C

Peso Volumétrico del Suelo γ = 1.71 gr/cm³

Ancho menor del Cimiento B = 8.00 m

Profundidad de Cimentación D_f = 0.40 m.

Factor de Seguridad FS = 3.00

Factores Adimensionales en falla local, función de ϕ N'_q , N'_γ , N'_c (ver tabla 4.1).

Considerando el valor conservador de $\phi = 14^\circ$: tenemos $N'_c = 10.37$; $N'_q = 3.59$;

$N'_\gamma = 2.29$

Reemplazando valores en la fórmula de Karl Terzaghi, se obtiene:

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

ϕ	N'_c	N'_q	N'_γ	ϕ	N'_c	N'_q	N'_γ
0	5.14	1.00	0.00	26	22.25	11.85	12.54
1	5.38	1.09	0.07	27	23.94	13.20	14.47
2	5.63	1.20	0.15	28	25.80	14.72	16.72
3	5.90	1.31	0.24	29	27.86	16.44	19.34
4	6.19	1.43	0.34	30	30.14	18.40	22.40
5	6.49	1.57	0.45	31	32.67	20.63	25.99
6	6.81	1.72	0.57	32	35.49	23.18	30.22
7	7.16	1.88	0.71	33	38.64	26.09	35.19
8	7.53	2.06	0.86	34	42.16	29.44	41.06
9	7.92	2.25	1.03	35	46.12	33.30	48.03
10	8.35	2.47	1.22	36	50.59	37.75	56.31
11	8.80	2.71	1.44	37	55.63	42.92	66.19
12	9.28	2.97	1.69	38	61.35	48.93	78.03
13	9.81	3.26	1.97	39	67.87	55.96	92.25
14	10.37	3.59	2.29	40	75.31	64.20	109.41
15	10.98	3.94	2.65	41	83.86	73.90	130.22
16	11.63	4.34	3.06	42	93.71	85.38	155.55
17	12.34	4.77	3.53	43	105.11	99.02	186.54
18	13.10	5.26	4.07	44	118.37	115.31	224.64
19	13.93	5.28	4.68	45	133.88	134.88	271.76
20	14.83	6.40	5.39	46	152.10	158.51	330.35
21	15.82	7.07	6.20	47	173.64	187.21	403.67
22	16.88	7.82	7.13	48	199.26	22.31	496.01
23	18.05	8.66	8.20	49	229.93	265.51	613.16
24	19.32	9.60	9.44	50	266.89	319.07	762.89
25	20.72	10.66	10.88				

Tabla 4.1 Factores de capacidad
(Fuente Braja M. Das)

4.1.3 Cálculo de Asentamientos

Para el cálculo de asentamientos de las arcillas subyacentes, se ha empleado la siguiente relación:

$$S_i = \frac{qB(1-u^2)I_f}{E_s}$$

Donde:

$q = 0.95 \text{Kg/cm}^2 = 9.5 \text{Ton/m}^2$	Presión de trabajo
$B = 10.00 \text{m}$	Ancho mayor del cimiento
$u = 0.30$	Relación de Poisson
$I_f = 82 \text{cm/m}$	Factor de forma
$E_s = 3375 \text{Ton/m}^2$	Módulo de elasticidad

Reemplazando valores se obtiene:

$$S_i = 2.1 \text{cms}$$

Entonces el asentamiento es menor que el tolerable adoptado de 1". (Para cálculo de asentamientos ver tabla 5 del anexo I)

4.2 MURO CERCO

También está proyectada la construcción de un muro perimétrico que hará de cerco para el conjunto residencial y que será apoyado sobre el suelo propio.

4.2.1 Tipo y Profundidad de los Cimientos

El muro cerco se cimentará a la profundidad de 1.50 m, medido con respecto al nivel del terreno actual, apoyado sobre las arcillas limosas y limos arenosos, por medio de un cimiento corrido armado, cuyas características de resistencia están dados principalmente por el ensayo de Corte Directo, efectuado con una muestra de la calicata C-4 de 2.30 – 2.50 m, presentando los siguientes resultados:

Cohesión (C) = 0.15 Kg/cm²

Angulo de Fricción Interna (φ) = 14.8°

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

$$q_{ad} = \frac{1}{FS} \left[C' N'_c + \gamma D_f N'_q + 0.5 \gamma B N'_\gamma \right]$$

Coefficiente de Falla Local C' = 2/3 C

Peso Volumétrico del Suelo γ = 1.71 gr/cm³

Ancho del Cimiento B = 0.60 m

Profundidad de Cimentación D_f = 1.50 m.

Factor de Seguridad FS = 3.00

Factores Adimensionales en falla local, función de φ N'_q, N'_γ, N'_c (ver tabla 4.1).

Con Angulo de fricción φ = 14.8°: tenemos N'_c = 10.37; N'_q = 3.59; N'_γ = 2.29

Reemplazando valores, se obtiene:

$$q_{ad} = 0.8 \text{ Kg/cm}^2$$

4.2.2 Cálculo de Asentamientos

Para el cálculo de asentamientos de las arcillas inorgánicas subyacentes, se ha empleado la siguiente relación:

$$S_i = \frac{qB(1-u^2)If}{E_s}$$

Donde:

q = 0.80 Kg/cm² = 8 Ton/m² Presión de trabajo

B = 4.00 m Ancho mayor del cimiento

$\nu=0.30$

Relación de Poisson

$I_f=170\text{cm/m}$

Factor de forma

$E_s=3375\text{Ton/m}^2$

Módulo de elasticidad

Reemplazando valores se obtiene:

$$S_i = 1.5\text{cms}$$

Entonces el asentamiento es menor que el tolerable adoptado de 1".

CAPÍTULO V

CONSIDERACIONES SÍSMICAS Y QUÍMICAS DEL TERRENO

5.1 PARÁMETROS PARA EL ANÁLISIS SÍSMICO

Esta zona está compuesta por depósitos cuaternarios los cuales se han depositado dentro del geosinclinal de Lima (ver Fig. 5.1)

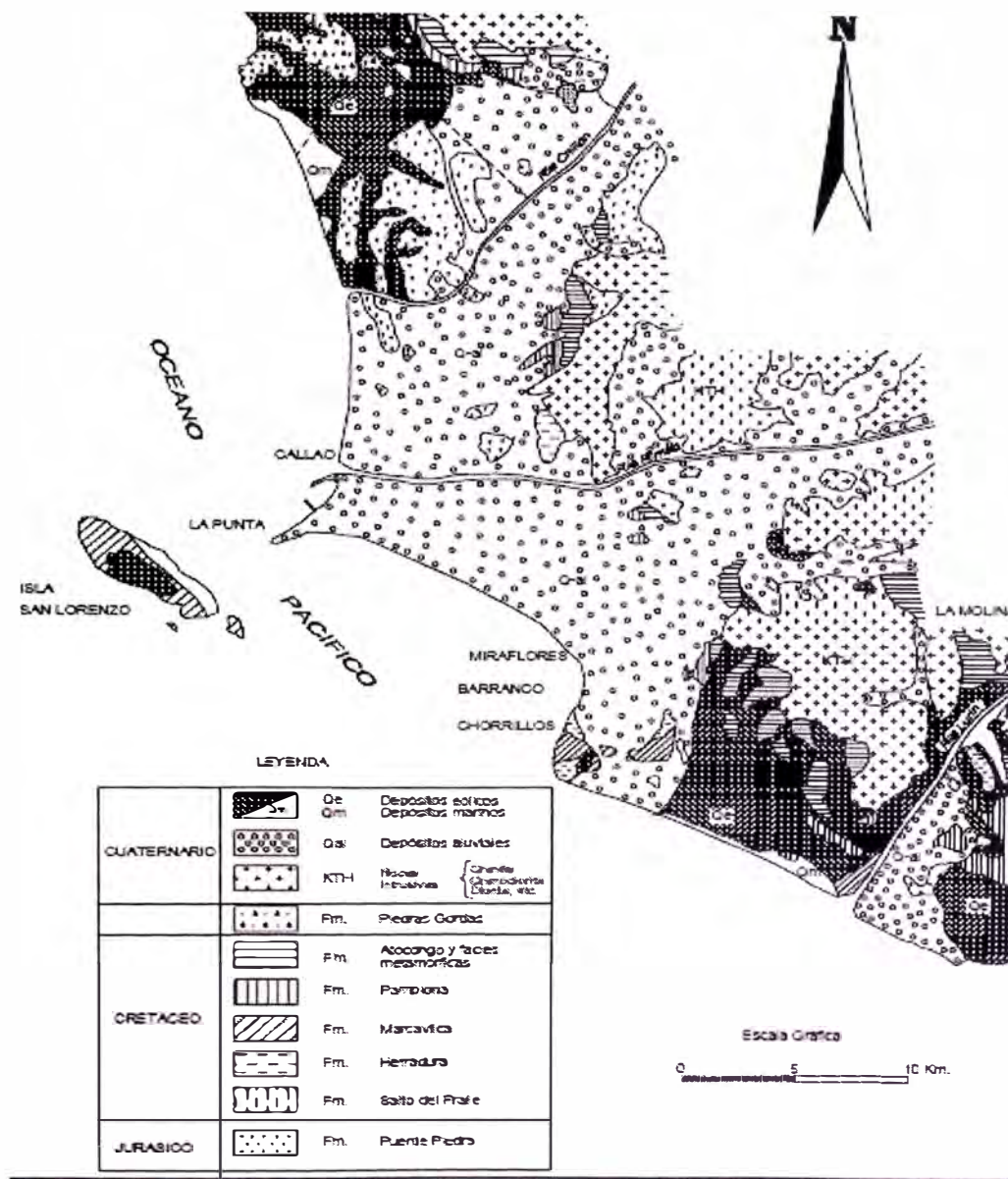


Fig. 5.1 Depósito rocoso en Chorrillos
(fuente <http://web2.ucsc.cl/geología>)

De acuerdo a la Información Sísmológica, en el Departamento de Lima, se han producido sismos con intensidades promedio de VII – VIII según la Escala de Mercalli Modificada. (Ver anexo)

Por otro lado por estudios presentados por Giesecke se presenta en la fig. 5.2 el mapa de isosistas del sismo del 3 de Octubre de 1974 (Referencia Alva Hurtado 1984) en Lima que nos muestra el grado de intensidad en las diferentes zonas de Lima metropolitana, en nuestro caso Chorrillos destaca por ser una zona marcada con grado VII y VIII.

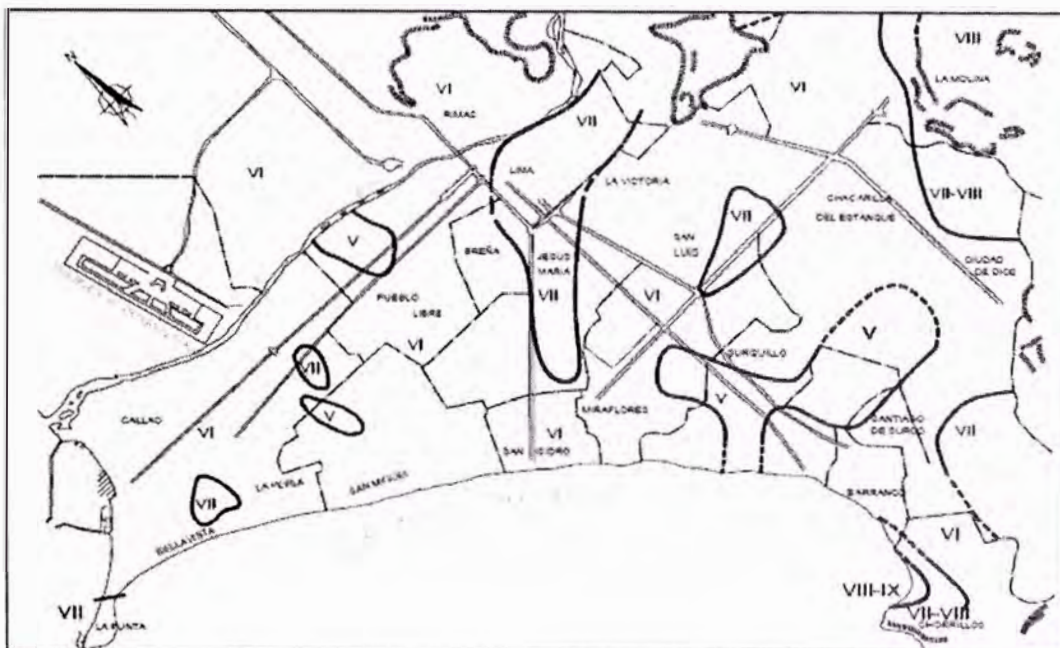


Fig. 5.2 Mapa de isosistas del sismo del 3 de octubre de 1974 Lima
(Fuente ponencia del Dr. Alva Hurtado)

La escala considerada es la Escala de Mercalli modificada.

En este contexto es bueno saber que el Perú forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico o Cinturón Circumpacífico, situado en las costas del Océano Pacífico, caracterizándose por concentrar algunas de las zonas de subducción deslizamiento del borde de una placa de la corteza terrestre por debajo del borde más importantes del mundo, lo que ocasiona una intensa actividad sísmica y volcánica en las zonas que abarca.

El crecimiento acelerado de Lima trae como consecuencia que, en muchos casos, no se tome en consideración el tipo de terreno que va a sostener los

nuevos edificios que definen la expansión. Lamentablemente, las consecuencias de esta falta de previsión son solo tangibles luego de que un terremoto produzca daños irreparables en algunas de ellas. El problema se agrava cuando, además de hacerlo en malos terrenos, las obras son realizadas por maestros de obras y no por ingenieros experimentados que toman en cuenta las técnicas antisísmicas mínimas.

Según el ingeniero Antonio Blanco, proyectista de estructuras y ex decano nacional de Colegio de Ingenieros del Perú, "la altura de las edificaciones depende del tipo de terreno en el que se construye. En un terreno de grava se pueden construir edificios de 20 o 30 pisos sin problemas. En los terrenos blandos esto no es posible debido a que los cimientos deberían ser extremadamente grandes y profundos".

¿Pero, qué efecto pueden producir los sismos en el suelo de Lima? Sería imposible dar una respuesta única debido a que se han podido identificar hasta cinco tipos distintos de terrenos. El ingeniero Zenón Aguilar, jefe del Departamento Académico de Mecánica de Suelos de la facultad de Ingeniería Civil de la UNI, asegura que "en suelos firmes como los afloramientos de gravas compactas de las zonas 1 y 2, las fuerzas sísmicas son intensas en un pequeño rango de períodos cortos, por lo cual las viviendas de poca altura son las que sufren los mayores efectos. Sin embargo, no son muy significativos. Las zonas 3 y 4 son las que presentan mayores problemas durante terremotos, pues se pueden generar amplificaciones sísmicas importantes y deformaciones permanentes del terreno causados por deslizamientos o licuación de suelos. La zona 5 es un caso muy especial, pues se trata de rellenos de desmontes y basura que han sido urbanizados".

Son estas diferencias las que marcan la importancia de hacer un completo análisis del suelo antes de elegir el lugar de la construcción. Esta certeza le permitirá planificar al ingeniero qué tipo de cimientos debe utilizar. Además, se debe tener en consideración que en los suelos blandos el movimiento producido por un sismo se amplifica en 40%, así es que la fuerza sísmica con la que se debe construir debe tener en cuenta esto. "Por ejemplo, en San Isidro los cimientos deben tener unos 40 centímetros de ancho mientras que en Villa, para

una casa de apenas dos pisos, se necesitan cimientos de 1,20 metros de ancho", explica el ing. Blanco de la PUCP.

Los 5 tipos de suelo en Lima son:

Zona 1: Incluye afloramientos rocosos, estratos potentes de grava que conforman los conos de deyección de los ríos Rímac y Chillón.

Zona 2: Conformada por un estrato superficial de suelos granulares finos y suelos arcillosos.

Zona 3: Conformada en su mayor parte por depósitos de suelos finos y arenas de gran espesor en estado suelto.

Zona 4: Conformada por depósitos de arenas eólicas de gran espesor y sueltas, depósitos marinos y suelos pantanosos.

Zona 5: Constituida por áreas puntuales conformadas por depósitos de rellenos sueltos de desmontes heterogéneos.

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.

Fuerza Horizontal Equivalente

La fuerza cortante total (V) puede 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:

Z = Factor de Zona

U = Factor de Uso

S = Factor de Suelo

C = Coeficiente Sísmico

R = Factor de Ductilidad

P = Peso de la Estructura

Tipo de Suelo y Periodo

De acuerdo a las normas de Diseño Sismo Resistente del Reglamento Nacional de Construcciones, al suelo de cimentación del mencionado estudio le corresponde un perfil de suelo tipo S₃, con un periodo $T_p(s) = 0.9$ seg. Y un factor de suelo $S = 1.4$ (Ver cuadro N° 5.1.1).

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 del Distrito de Chorrillos, Provincia y Dpto. de Lima comprendida en la Zona Sísmica 3, correspondiéndole una sismicidad alta y un factor de zona $Z=0.4$ g. (Ver Cuadro N° 5.1.2).

Ver Anexo II (Mapa de Zonificación Sísmica del Perú).

De lo anterior se concluye que de acuerdo al área sísmica donde se ubica la zona en estudio existe la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades del orden VIII en la escala de Mercalli Modificada.

Cuadro N° 5.1.1

Parámetros del Suelo			
Tipo	Descripción	T_p (s)	S
S ₁	Roca o suelos muy rígidos	0,4	1,0
S ₂	Suelos intermedios	0,6	1,2
S ₃	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0,9	1,4
S ₄	Condiciones excepcionales	*	*

(Fuente R.N.E. 0.30)

(*) Los valores de T_p y S para este caso serán establecidos por el especialista, pero en ningún caso serán menores que los especificados para el perfil tipo S₃.

Cuadro N° 5.1.2

Factores de Zona	
ZONA	Z
3	0,4
2	0,3
1	0,15

(Fuente R.N.E. 0.30)

5.2 AGRESIVIDAD AL CONCRETO

CONTENIDO DE SALES

El color del suelo es una característica importante, pues, no solo sirve para reconocer los distintos tipos de terrenos, sino que indica, ciertas propiedades físicas y químicas. El color del suelo es debido: al contenido de humedad, de humus y la naturaleza química de los compuestos de hierro.

Cuadro 5.2.1.- Componentes Modificadores del Color del Suelo

COLOR	COMPONENTES
Negro y Marrón	Presencia de materia orgánica.
Blanco y Gris	Presencia de cuarzo, yeso y caolín.
Amarillos	Presencia de óxidos de fierro hidratado.
Rojo	Presencia de óxidos de fierro y manganeso.

Fuente: Ecología del Perú, PNUD, 2000 web

Los resultados del análisis físico químico efectuado con dos muestras representativas del subsuelo del área de estudio en Chorrillos, muestran los siguientes valores:

Cuadro N° 5.2.2 Contenido de Sales

Calicata N°	Profundidad (m)	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)
C-2	0.90 – 1.80	43.15	121.76
C-5	1.50 – 2.20	50.32	68.15

Fuente CAA Ing. Consultores EIRL

Dichos valores se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles de agresividad al concreto, pudiéndose emplear por lo tanto Cemento Tipo I en la preparación del concreto de los cimientos.

CONCLUSIONES

En base a la exploración de campo, ensayos de laboratorio y análisis de los resultados efectuados se puede concluir con lo siguiente:

- El perfil estratigráfico del terreno donde se ubicará el proyecto es variable, se intercalan estratos de suelos finos como limo (ML) y arcilla (CL) y capas de arenas limosas (SM).
- La estructura considerada en el proyecto del Conjunto Residencial son 5 edificios de 05 pisos cada uno, por los cuales se propone como alternativa de cimentación con platea, la misma que se instalara a una profundidad de 0.40m medido respecto al nivel del terreno actual.
- La platea se apoyará sobre una capa de material de préstamo granular tipo afirmado, debidamente compactada de 0.20 m. de espesor, para una capacidad portante admisible de: $q_{ad}=0.95 \text{ Kg/cm}^2$ y asentamientos totales de $S_i = 2.10 \text{ cms}$.
- En el Proyecto también se tiene proyectado un muro cerco que será cimentado a una profundidad de 1.50m, por medio de un cimiento corrido armado y en la que subyacen las arcillas limosas y limos arenosos, en estado semicompacto, para lo cual se requiere una Capacidad Portante Admisible de: $q_{ad}=0.80 \text{ Kg/cm}^2$ y asentamientos totales de $S_i = 1.50 \text{ cms}$.

RECOMENDACIONES

- Se ha determinado que la presencia de compuestos químicos tales como sulfatos y cloruros están en cantidades permisibles y por lo tanto no resultan ser agresivos para los materiales de construcción, en este caso los que se utilicen para la cimentación recomendando emplear Cemento Tipo I en la preparación del concreto para los cimientos.
- Además, se debe tener en consideración que en los suelos blandos el movimiento producido por un sismo se amplifica en 40%, así es que la fuerza sísmica con la que se debe construir debe tener en cuenta esto ya que la estructura será altamente rígida.
- Se recomienda tomar medidas de seguridad durante la ejecución de las partidas de movimiento de tierras tanto para el personal y equipos a emplear.
- Dada la poca profundidad de cimentación de la platea, se debe evitar la saturación del subsuelo por causas de cualquier índole como: riego de jardines, fallas en las instalaciones sanitarias, etc., que puede traer como consecuencia la disminución de la capacidad portante.
- Se recomienda además implementar un sistema de drenaje para el agua de riego de las áreas verdes.

BIBLIOGRAFÍA

- Alva Hurtado, J. E., Diseño de Cimentaciones Superficiales. Seminario Cimentaciones de Estructuras para Post Grado, Lima, 1993.
- Braja M. Das, Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Cuarta Edición, Internacional Thomson Editores, México 2002.
- Lambe T. William, Robert V. Whitman, Mecánica de Suelos. Segunda Edición, Editorial Limusa, Mexico, 2001
- Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.030 Diseño Sismorresistente, Ministerio de Vivienda, Lima 2009.
- Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.050 Suelos y Cimentaciones, Ministerio de Vivienda, Lima 2009.
- Páginas web:
 - www.youtube.com/watch?v=Q0hGg7jkFQA Ing. Diego Aguirre 2009.
 - www.youtube.com/watch?v=JZaXN5XtFZs&feature=channel Ing. Diego Aguirre 2009.
 - www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/AR07308M.pdf Ing. César León 2009.

ANEXOS

ANEXO I

Planos, estratigrafía y resultados

ANEXO II

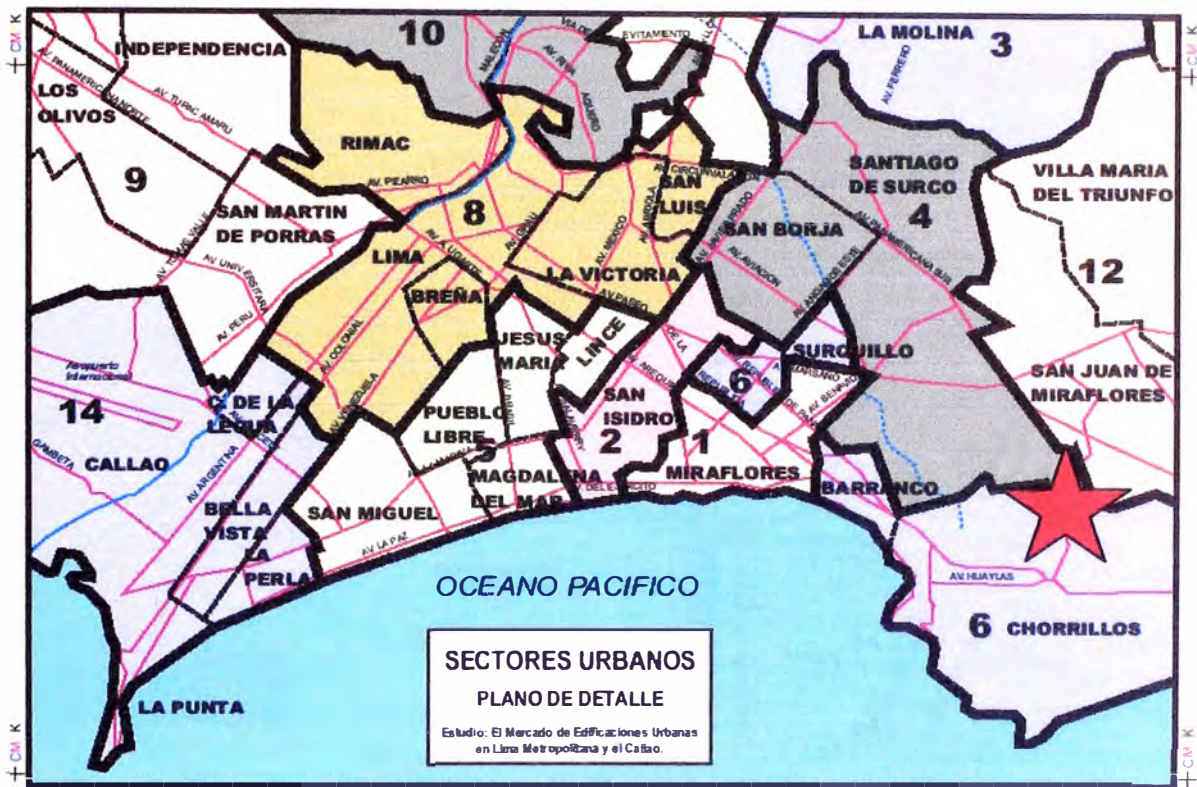
Factores sísmicos

ANEXO III

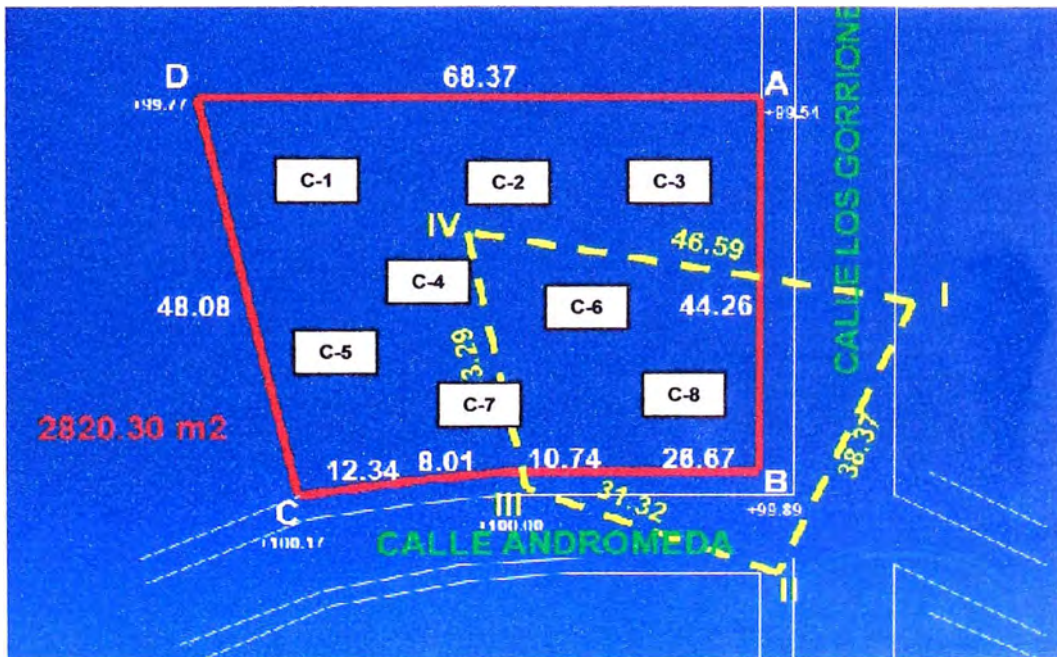
Material Fotográfico

ANEXO I

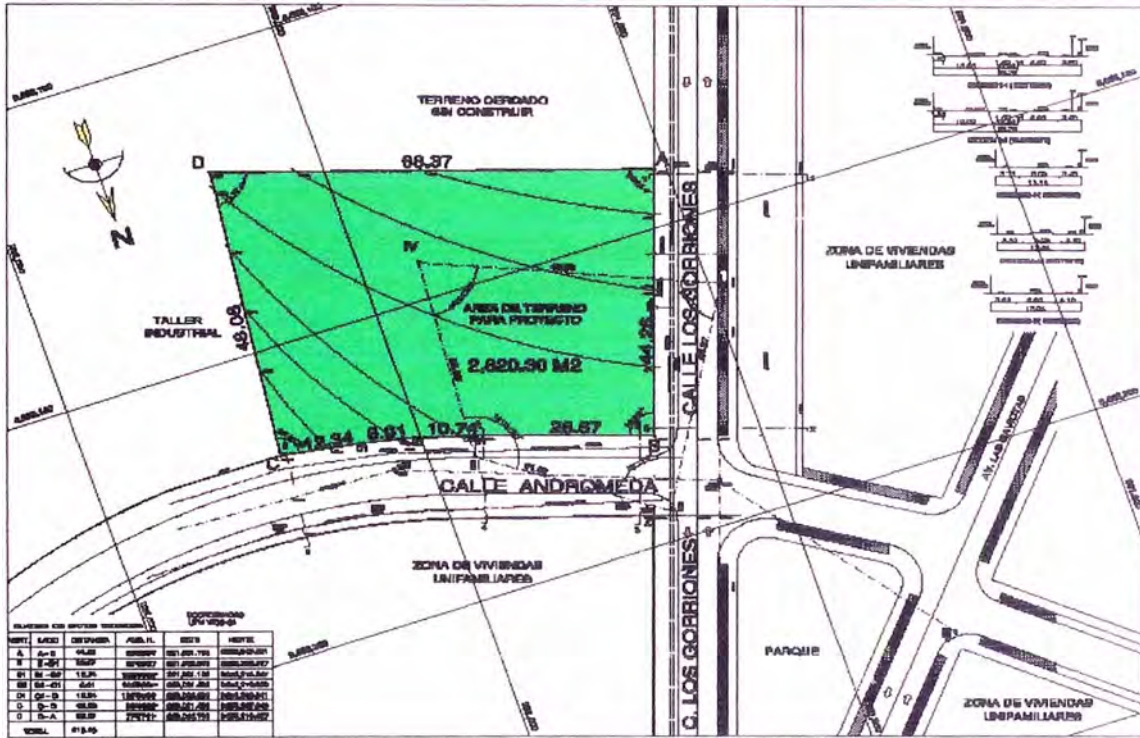
Planos, estratigrafía y resultados



UBICACIÓN PROYECTO LOS GORRIONES DE CHORRILLOS




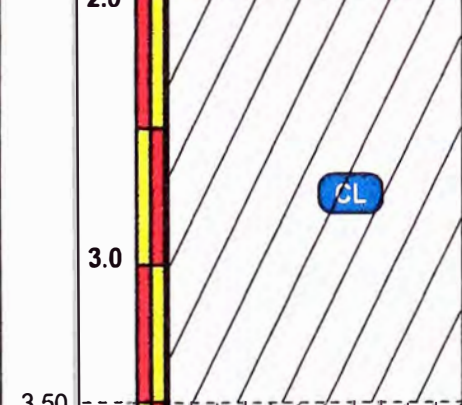
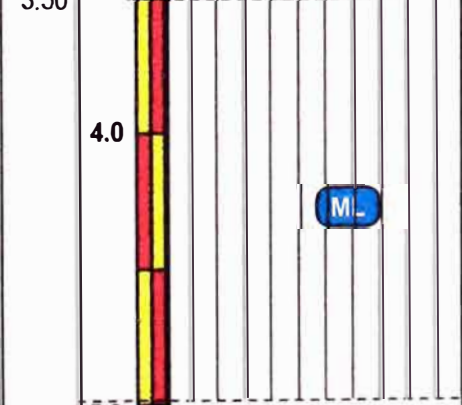


Plano de ubicación de calicatas



Plano topográfico

CALICATA – 01

Profundidad de	Material		Observaciones
	SUCS	Descripción SUCS	
0.0	 CL	Arcilla de baja compresibilidad	Color beige claro, poco plástica, en estado compacto.
0.80	 SM	Arena limosa	No plásticas, de color beige amarillento, seca, en estado compacto
1.30	 ML	Limo de baja compresibilidad	Limo inorgánico de mediana plasticidad, de color beige oscuro, en estado semicompacto.
2.0	 CL	Arcilla de baja compresibilidad	Arcilla arenosa, poco plástica, de color beige, en estado semicompacto.
3.0	 ML	Limo de baja compresibilidad	Limo arenoso, de color beige claro, poco plástico, en estado semicompacto.
3.50			
4.0			
5.0			
6.0			

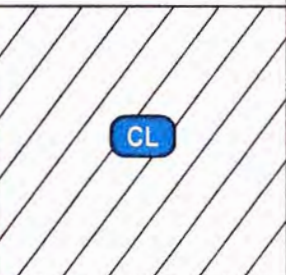
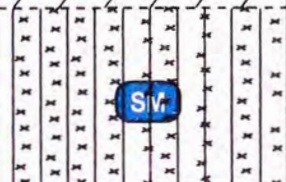
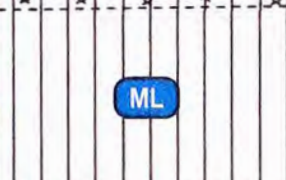
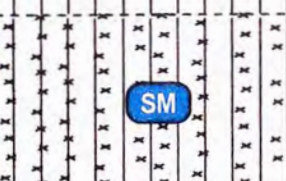

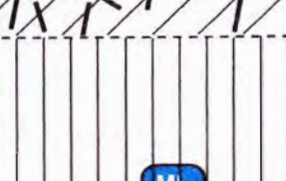
No registró presencia de nivel freático.

CALICATA - O2

Profundidad de	Material		Observaciones
	SUCS	Descripción SUCS	
0.0		Arcilla de baja compresibilidad	Arcilla limosa, de color beige claro, seca, con presencia de raíces, en estado semicompacto .
1.0		Arena limosa	Arenas limosas y limos arenosos de grano fino, no plásticos, en estado semicompacto .
2.0			
2.90		Arcilla arenosa	Arcilla arenosa, poco plástica, de color beige claro, con presencia de caliches, en estado semicompacto .
3.40			
4.0		Limo de baja compresibilidad	Limo arenoso, de color beige amarillento, con presencia de micas aisladas, ligeramente plástico, en estado semicompacto
5.0			
6.0			

No registró presencia de nivel freático.

CALICATA – 03

Profundidad de	Material		Observaciones
	SUCS	Descripción SUCS	
0.0		Arcilla de baja compresibilidad	Poco plástica, de color beige, en estado semicompacto
1.0		Arena limosa	Arenas limosas, de grano fino, no plásticas, secas, de color beige, en estado semicompacto
1.60		Limo de baja compresibilidad	Limo arenoso inorgánico, de mediana plasticidad, seco, en estado semicompacto
2.0		Arena limosa	Arena limosa, no plástica, de color beige, en estado semicompacto
2.40		Arcilla de baja compresibilidad	Arcillas arenosas, poco plásticas, con presencia de caliches aisladas, en estado semicompacto
3.0		Limo de baja compresibilidad	Limo arenoso, ligeramente plástico, poco húmedo, de color beige, en estado semicompacto
3.70			
4.0			
5.0			
6.0			

No registró presencia de nivel freático.

CALICATA – 04

Profundidad de	Material		Observaciones
	SUCS	Descripción SUCS	
0.0		Limo de baja compresibilidad	Limo arenoso, de color beige, seco, en estado semicompacto
0.70			Arena limosa
1.0			Arcilla de baja compresibilidad
1.40			Arena limosa
2.0			Arcilla de baja compresibilidad
3.0			Arcilla de baja compresibilidad
3.10			
3.50			
4.0			
5.0			
6.0			

No registró presencia de nivel freático.

CALICATA – 05

Profundidad de	Material		Observaciones
	SUCS	Descripción SUCS	
0.0		Arcilla de baja compresibilidad	arcilla limosa, de color beige claro, seca, con presencia de raíces, en estado semicompacto.
0.70		Arcilla de baja compresibilidad	
1.0		Arena limosa	Arenas limosas y limos arenosos de grano fino, no plásticos, en estado semicompacto.
1.50		Arena limosa	
2.0		Arcilla arenosa	Arcilla arenosa, poco plástica, de color beige claro, con presencia de caliches, en estado semicompacto.
3.35		Arcilla arenosa	
4.0		Arena limosa	Limo arenoso, de color beige amarillento, con presencia de micas aisladas, ligeramente plástico, en estado semicompacto.
5.0		Arena limosa	
6.0			

No registró presencia de nivel freático.

CALICATA – O6

Profundidad de	Material		Observaciones
	SUCS	Descripción SUCS	
0.0	<p>The log shows a soil profile with three distinct layers. The top layer is labeled 'SC' (Arcilla arenosa) and is located between 0.0 and 1.80 meters depth. The middle layer is labeled 'SM' (Arena limosa) and is located between 1.80 and 2.90 meters depth. The bottom layer is labeled 'SC' (Arcilla arenosa) and is located between 2.90 and 6.0 meters depth. The log also shows a color-coded profile on the left side, with red and yellow sections corresponding to the different soil types.</p>	Arcilla arenosa	Se presenta una arcilla arenosa, poco plástica, de color beige, en estado semicompacto.
1.0		Arcilla arenosa	Se presenta una arcilla arenosa, poco plástica, de color beige, en estado semicompacto.
1.80		Arcilla arenosa	Se presenta una arcilla arenosa, poco plástica, de color beige, en estado semicompacto.
2.0		Arena limosa	Limo arenoso, de color beige claro, en estado semicompacto.
2.90		Arena limosa	Limo arenoso, de color beige claro, en estado semicompacto.
3.0		Arcilla arenosa	Arcillas arenosas, de color beige, de baja a mediana plasticidad, en estado semicompacto.
4.0		Arcilla arenosa	Arcillas arenosas, de color beige, de baja a mediana plasticidad, en estado semicompacto.
5.0		Arcilla arenosa	Arcillas arenosas, de color beige, de baja a mediana plasticidad, en estado semicompacto.
6.0		Arcilla arenosa	Arcillas arenosas, de color beige, de baja a mediana plasticidad, en estado semicompacto.

No registró presencia de nivel freático.

CALICATA - 07

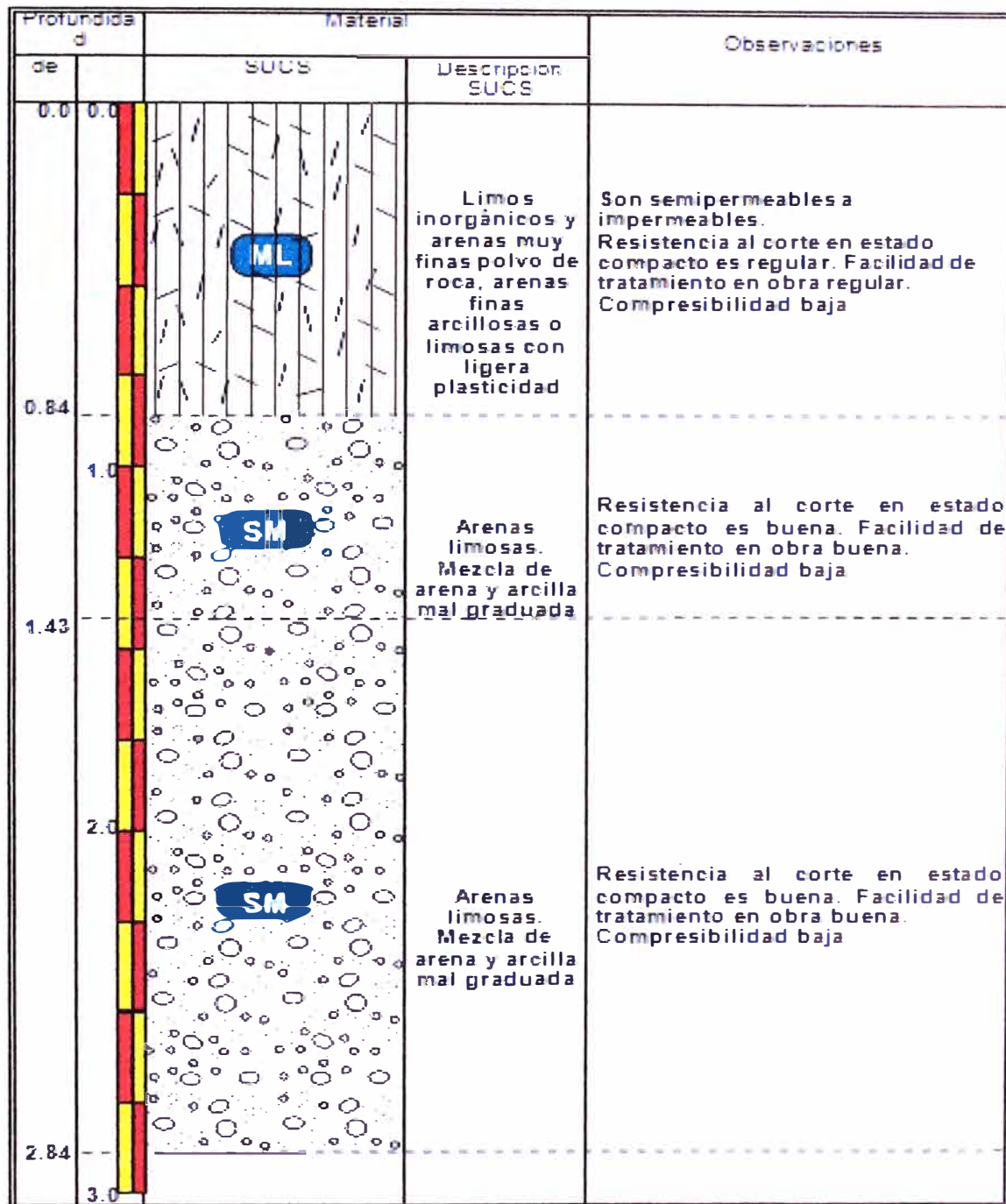
Profundidad de	Material		Observaciones
	SUCS	Descripción SUCS	
0.0		Arcilla arenosa	Arcilla arenosa, poco plástica, de color beige en estado semicompacto.
1.0			
1.90		Arena limosa	Limo arenoso inorgánico, de mediana plasticidad, seco, en estado semicompacto.
2.0			
3.0		Arcilla arenosa	Arcillas arenosas, poco plásticas, de color beige, en estado semicompacto
3.40			
4.0		Arena limosa	Limo arenoso, de color beige amarillento, ligeramente plástico, en estado semicompacto.
5.0			
6.0			

No registró presencia de nivel freático.

CALICATA – 08

Profundidad de	Material		Observaciones
	SUCS	Descripción SUCS	
0.0		Arcilla de baja compresibilidad	Presenta una arcilla limosa poco plástica, de color beige, en estado semicompacto.
0.60		Arena limosa	
1.0		Limo de baja compresibilidad	Presentan limos arenosos inorgánicos, de color beige oscuro, de mediana plasticidad, en estado semicompacto
2.0		Limo de baja compresibilidad	
2.50		Arcilla de baja compresibilidad	Arcilla Limosa, Poco Plástica, De Color Beige Claro, Seca, En Estado Semicompacto
3.0		Arcilla de baja compresibilidad	
3.50		Limo de baja compresibilidad	Limo arenoso, de color beige amarillento, ligeramente plástico, seco, en estado semicompacto.
4.0		Limo de baja compresibilidad	
5.0		Limo de baja compresibilidad	Limo arenoso, de color beige amarillento, ligeramente plástico, seco, en estado semicompacto.
6.0		Limo de baja compresibilidad	

No registró presencia de nivel freático.



Perfil estratigráfico de calicata 1 realizada adicionalmente para verificación somera de las calicatas antes descritas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME N° S10-298

SOLICITANTE : TITULACION POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS GESTION INGENIERIA - GRUPO 7

PROYECTO : LOS GORRIONES DE CHORRILLOS

UBICACIÓN : URB. MATELLINI CHORRILLOS

FECHA : 13 DE MAYO DEL 2010

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1
Prof.(m) : 0,00-0,84
Muestra : M-1

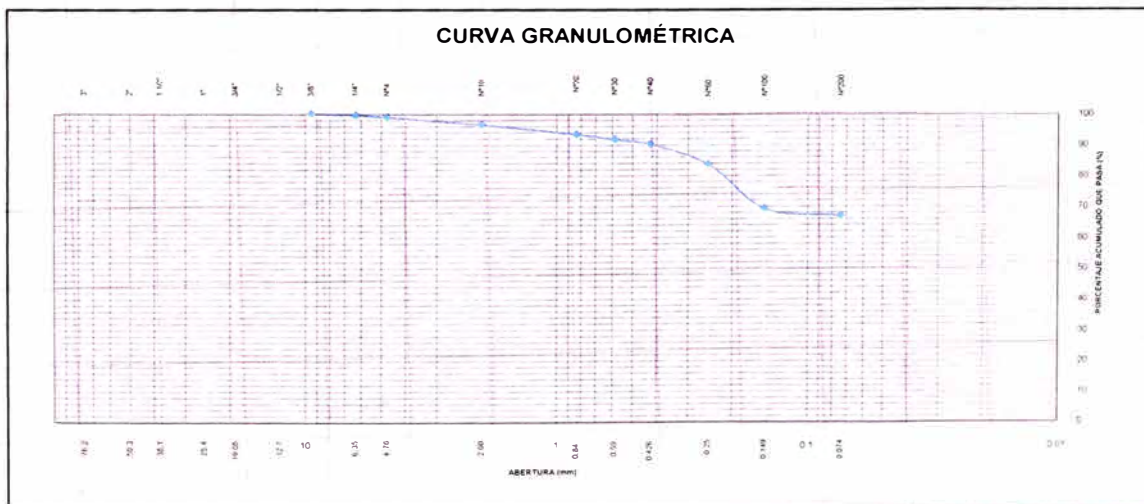
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	Parcial (%)	Retenido (%)	
			Retenido	Pasa
3"	76,200	-	-	-
2"	50,300	-	-	-
1 1/2"	38,100	-	-	-
1"	25,400	-	-	-
3/4"	19,050	-	-	-
1/2"	12,700	-	-	-
3/8"	9,525	-	-	100,0
1/4"	6,350	0,6	0,6	99,4
N°4	4,760	0,6	1,2	98,8
N°10	2,000	2,4	3,6	96,4
N°20	0,840	3,2	6,7	93,3
N°30	0,590	1,6	8,4	91,6
N°40	0,426	1,6	10,0	90,0
N°60	0,250	6,6	16,6	83,4
N°100	0,149	14,4	31,1	68,9
N°200	0,074	2,3	33,3	66,7
- N°200		66,7		

% grava	: 1,2
% arena	: 32,2
% finos	: 66,7

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
Límite Líquido (%)	:	38,08
Límite plástico (%)	:	27,66
Índice Plástico (%)	:	10,42

Clasificación SUCS ASTM D2487 : ML
Clasificación AASHTO - AASHTO M-145 : A-4(6)



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante
Ejecución: Tec. J. Poul Huambo



WILFREDO GUTIÉRREZ
ING. JEFE DEL LAB.
Lab. de Mecánica de Suelos

INFORME N° S10-298

SOLICITANTE : TITULACION POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTO GESTION INGENIERIA GRUPO N° 7

PROYECTO : LOS GORRIONES DE CHORRILLOS

UBICACIÓN : URB. MATELLINI - CHORRILLOS

FECHA : 13 DE MAYO DEL 2010

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : ***
 Prof.(m.) : 084-1.43
 Muestra : M-3

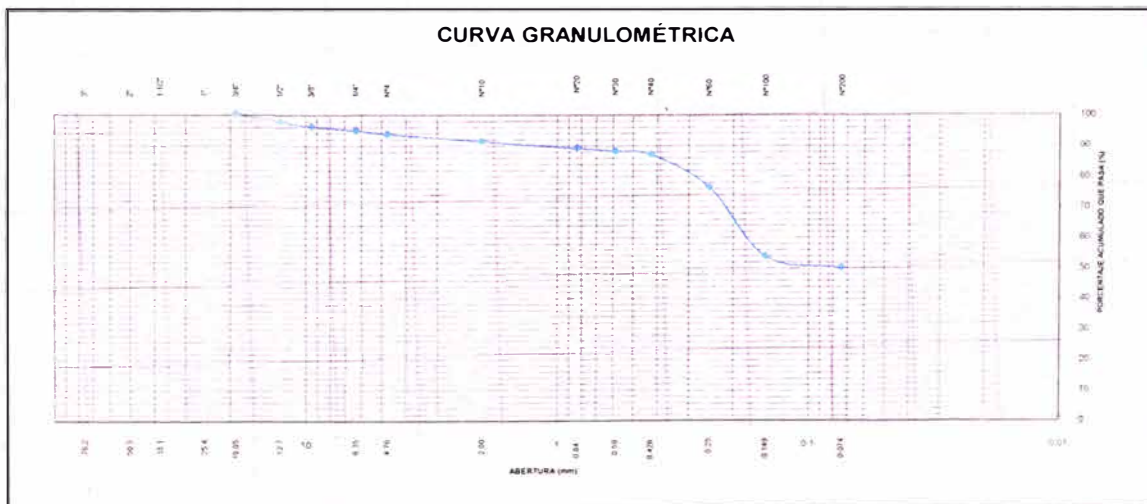
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial	(% Acumulado	
			Reteni	Pasa
3"	76,200	-	-	
2"	50,300	-	-	
1 1/2"	38,100	-	-	
1"	25,400	-	-	
3/4"	19,050	-	-	100,0
1/2"	12,700	2,6	2,6	97,4
3/8"	9,525	1,6	4,2	95,8
1/4"	6,350	1,3	5,5	94,5
N°4	4,760	1,1	6,6	93,4
N°10	2,000	2,4	9,0	91,0
N°20	0,840	2,2	11,2	88,8
N°30	0,590	1,0	12,2	87,8
N°40	0,426	1,1	13,3	86,7
N°60	0,250	10,7	24,0	76,0
N°100	0,149	22,6	46,6	53,4
N°200	0,074	3,6	50,2	49,8
- N°200		49,8		

% grava	: 6,6
% arena	: 43,6
% finos	: 49,8

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Límite Líquido (%)	: NP
Límite plástico (%)	: NP
Índice Plástico (%)	: NP

Clasificación SUCS ASTM D2487 : SM
 Clasificación AASHTO - AASHTO M-145 : A-4(0)
 Peso Volumetrico NTP 339.139 : 1,812



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante
 Ejecución Tec J. Poul Huambo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

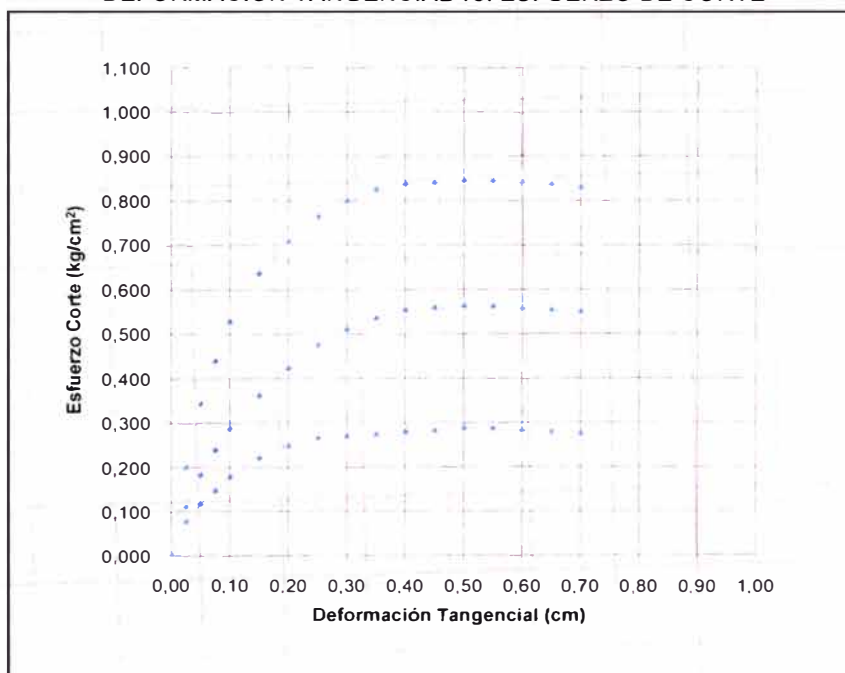
INFORME N° S10-298

SOLICITADO : TITULACION POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTO GESTION INGENIERIA GRUPO N° 7
PROYECTO : LOS GORRIONES DE CHORRILLOS
UBICACION : URB. MATELLINI - CHORRILLOS
FECHA : 13 DE MAYO DEL 2010

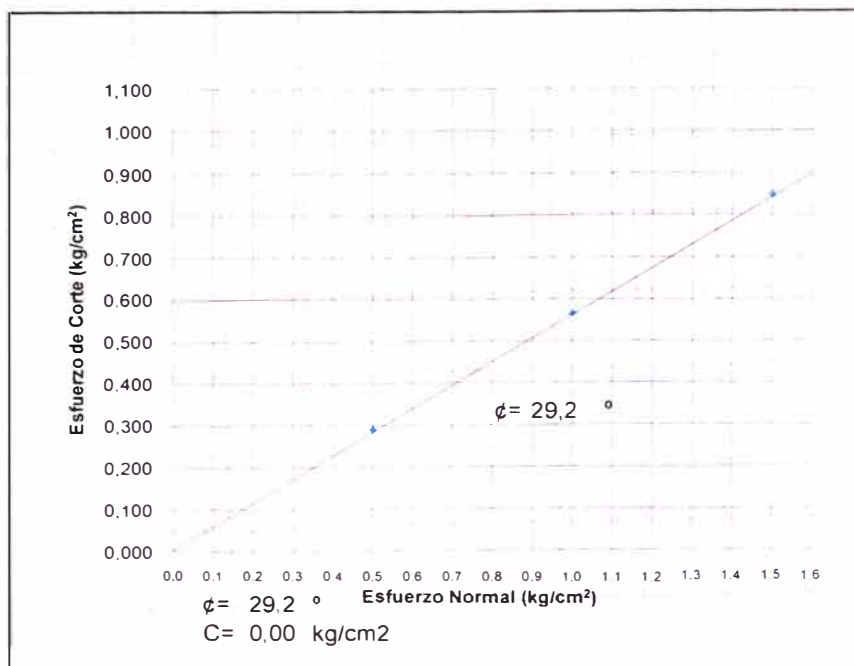
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
Muestra : M-3
Calicata : ***
Prof.(m) : 084-1.43

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

Viene de informe N° :

S10-298

II. ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

ESTADO : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
Muestra : M-3
Calicata : ***
Prof.(m) : 084-1.43

Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	6,36	6,36	6,36
Altura Inicial de muestra (cm)	2,16	2,16	2,16
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	1,811	1,811	1,811
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1,704	1,704	1,704
Cont. de humedad inicial (%)	6,3	6,3	6,3
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	2,015	1,995	1,970
Altura final de muestra (cm)	1,947	1,919	1,881
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	2,338	2,354	2,385
Densidad seca final (gr/cm ³)	1,890	1,918	1,957
Cont. de humedad final (%)	23,7	22,8	21,9
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0,5	1,0	1,5
Esfuerzo de corte maximo (kg/cm ²)	0,284	0,560	0,844

Angulo de friccion interna : **29,2 °**
Cohesion (Kg/cm²) : **0,00**

Muestra remitida e identificada por el solicitante

Realizado por

Tec. J. Poul Huambo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME N° S10-298

SOLICITANTE : TITULACION POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTO GESTION INGENIERIA GRUPO 7

PROYECTO : LOS GORRIONES DE CHORRILLOS

UBICACIÓN : URB. MATELLINI- CHORRILLOS

FECHA : 13 DE MAYO DEL 2010

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : ***
 Prof.(m.) : 0.84-1.43
 Muestra : M-1

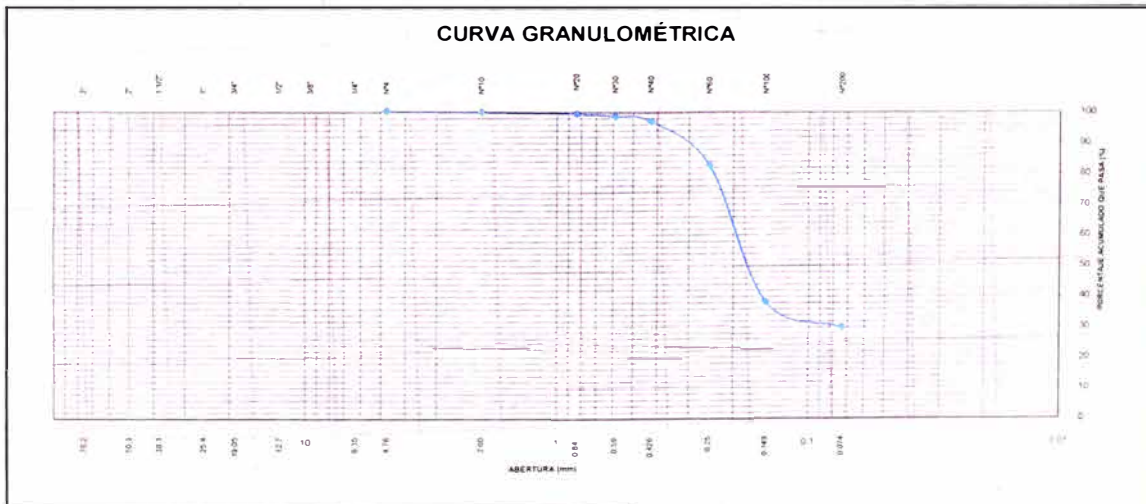
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial	(% Acumulado	
			Reteni	Pasa
3"	76,200	-	-	
2"	50,300	-	-	
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	4,760	-	-	100,0
N°10	2,000	0,4	0,4	99,6
N°20	0,840	0,5	0,9	99,1
N°30	0,590	0,8	1,7	98,3
N°40	0,426	1,7	3,3	96,7
N°60	0,250	14,4	17,7	82,3
N°100	0,149	44,3	62,0	38,0
N°200	0,074	8,2	70,2	29,8
- N°200		29,8		

% grava	: ----
% arena	: 70,2
% finos	: 29,8

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Limite Líquido (%)	: NP
Limite plástico (%)	: NP
Indice Plástico (%)	: NP

Clasificación SUCS ASTM D2487 : **SM**
 Clasificación AASHTO - AASHTO M-145 : **A-2-4(0)**



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante
 Ejecución Tec J. Poul Huambo

**TABLA N°5
PARÁMETROS PARA CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATO**

METODO ELÁSTICO PARA EL CALCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS (*)					
FORMULA :		$S_i = \frac{q B(1-u^2)}{E_s} I_f$			
SIMBOLOGÍA :		<p>S_i = ASENTAMIENTO PROBABLE (cm)</p> <p>u = RELACIÓN DE POISSON (→)</p> <p>E_s = MODULO DE ELASTICIDAD (ton/m²)</p> <p>I_f = FACTOR DE FORMA (cm/m)</p> <p>q = PRESION DE TRABAJO (ton/m²)</p> <p>B = ANCHO DE LA CIMENTACIÓN (m)</p>			
CUADROS AUXILIARES					
TIPO DE SUELO	Es (ton/m ²)	TIPO DE SUELO	u (-)		
ARCILLA MUY BLANDA	30-300	ARCILLA : SATURADA	0.4-0.5		
BLANDA	200-400	NO SATURADA	0.1-0.2		
MEDIA	450-900	ARENOSA	0.2-0.3		
DURA	700-2000	LIMO	0.3-0.35		
ARCILLA ARENOSA	3000-4250	ARENA : DENSA	0.2-0.4		
SUELOS GLACIARES	1000-16000	DE GRANO GRUESO	0.15		
LOESS	1500-6000	DE GRANO FINO	0.25		
ARENA LIMOSA	500-2000	ROCA	0.1-0.4		
ARENA SUELTA	1000-2500	LOESS	0.1-0.3		
DENSA	5000-10000	HIELO	0.36		
GRAVA ARENOSA DENSA	8000-20000	CONCRETO	0.15		
SUELTA	5000-14000				
ARCILLA ESQUISTOSA	14000-140000				
LIMOS	200-2000				
		VALORES DE I_f (cm/m)			
FORMA DE LA ZAPATA	CIM. FLEXIBLE				RIGIDA
	CENTRO	ESQ.	MEDIO		
UBICACIÓN					
RECTANGULAR L/8:2	153	77	130	120	
L/8:5	210	105	183	170	
L/8:10	254	127	225	210	
CUADRADA	112	56	95	82	
CIRCULAR	100	64	85	88	
		FORMULAS: PARA ESTIMAR Es:			
		ARENAS: $E_s=50(N+15)$ ton/m ²			
		ARENA ARCILL. $E_s=30(N+5)$ ton/m ²			
		ARCILLAS SENCIBLES NORMALMENTE			
		CONSOLIDADAS $E_s=(125 A 250) q_u$			
		ARCILLAS POCO SENCIBLES:			
		$E_s = 500q_u$			
		N: SPT			
		qu: COMPRESION SIMPLE (10n/m ²)			

(*) Dr. Jorge Alva H. " Mecánica de Suelos Aplicado a Cimentaciones"
ACI Capítulo FIC-UNI : Cimentaciones de Concreto Armado en Edificaciones - 2da Edición (1993). Pág.35

ANEXO II

Factores Sísmicos

ZONAS SÍSMICAS



Mapa de Zonificación Sísmica del Perú

ESCALA DE INTENSIDAD MERCALLI MODIFICADA (ABREVIADA)

INTENSIDAD: GRADOS

- I No sentido en general, excepto por muy pocos en circunstancias especialmente favorables.
- II Sentido solamente por pocas personas en reposo, especialmente en pisos altos de edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.
- III Sentido muy perceptiblemente en el interior de las construcciones, especialmente en los pisos superiores de edificios, pero mucha gente no reconoce la perturbación como movimiento sísmico. Vehículos motorizados estacionados pueden mecerse ligeramente. Vibración como el paso de un camión.
- IV Durante el día, sentido en interiores por muchos, en exteriores sentido por pocos. En la noche, algunos se despiertan. Platos, ventanas y puertas se sacuden; las paredes crujen. Sensación como que un camión pesado golpeará el edificio. Vehículos detenidos se mecen notablemente. Líquidos en vasijas abiertas se agitan.
- V Sentido por casi todos. Muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas, etc. se rompen [por la vibración]. En algunos casos, el revestimiento se agrieta. Objetos inestables se voltean. Se advierten algunas veces perturbaciones de postes, árboles, y otros objetos altos. Se asustan pocos, algunos, varios. Pocos salen fuera de las construcciones. Árboles y arbustos se sacuden ligeramente.
- VI Sentido por todos. Algunos muebles pesados se mueven. En algunos casos cae revestimiento. Daño ligero. Muchos se asustan. Muchos salen de la construcción. Objetos son arrojados de repisas o lugares de reposo. Árboles y arbustos se sacuden moderadamente. Se despiertan todos.
- VII Todos se asustan. Todo el mundo corre fuera de la construcción. Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción. Daño ligero a moderado en estructuras ordinarias bien construidas. Daño considerable en estructuras pobremente construidas o malamente diseñadas. Advertido por personas manejando vehículos motorizados. Árboles y arbustos se sacuden fuertemente. En muchos casos muebles pesados se voltean. Agua se vuelve turbia y lodosa. Caída de comisas, parapetos, losetas, tejas, y piedras.

- VIII** Daño ligero en estructuras especialmente diseñadas. Daño considerable en edificaciones resistentes ordinarias con colapso parcial. Gran daño en estructuras pobremente construidas. Muros de panel forzados fuera de su marco estructural. Caída de columnas, monumentos, muros, etc. Muebles pesados se voltean. Eyección de arena y lodo en pequeñas cantidades. Cambios: temporal, permanente, en flujo de manantiales y pozos, cambios en las temperaturas del agua. Personas manejando vehículos se desconciertan. Árboles se sacuden fuertemente; ramas y troncos se rompen. Terrenos húmedos se agrietan en cierta extensión.
- IX** Daño considerable en estructuras diseñadas especialmente. Pandeo de marcos estructurales bien diseñados. Gran daño en construcciones resistentes, con colapso parcial. Edificios desplazados de sus cimientos. El suelo se agrieta conspicuamente. Se rompen tuberías en el subsuelo. Se reportan varios deslizamientos.
- X** Algunas estructuras de madera bien construidas se destruyen. La mayoría de las estructuras de mampostería/albañilería y pórticos destruida, incluyendo sus cimientos. Terreno severamente agrietado. Rieles se doblan. Considerables deslizamientos de las riberas de ríos y pendientes empinadas. Arena y lodo desplazado/traslado. Daños severos a presas, diques, y terraplenes. Tuberías subterráneas rotas, trituradas, aplastadas, combadas.
- XI** Pocas, si alguna estructura (mampostería o albañilería) permanece en "pie". Puentes destruidos. Amplias fisuras en el terreno. Las tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. Deslizamientos rotacionales y deslizamientos de tierras en terrenos blandos. Rieles se doblan o arquean grandemente. Gran daño a presas, diques, y terraplenes. Causa maremoto significativo.
- XII** Daño total. Se ven ondas en la superficie del terreno. Líneas de vista y nivel distorsionadas. Objetos lanzados hacia arriba: al aire.

ANEXO III

Material Fotográfico y resultados de ensayo



Foto 1: Frontis del terreno donde se ejecutará el proyecto inmobiliario

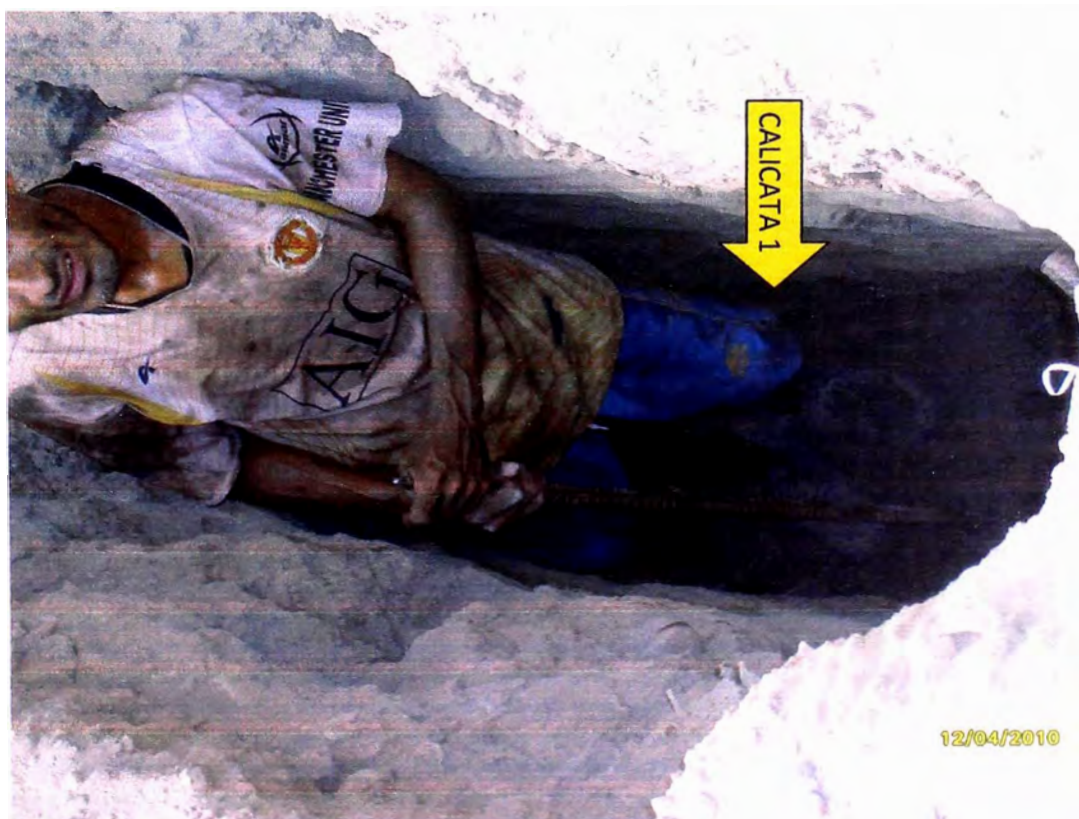


Foto 2: Excavación de calicata 1



Foto 3: Excavación de calicata 1



Foto 4: Estratos encontrados en calicata 1



Foto 3: Excavación de calicata 1



Foto 4: Estratos encontrados en calicata 1



Foto 5: Muestreo disturbado 1



Foto 6: Muestreo disturbado 2