

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



**PROYECTO INMOBILIARIO DE VIVIENDA
RESIDENCIAL BOLIVAR**

ANALISIS GEOTECNICO DE LA CIMENTACION

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Titulo Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ALBERTO JOSE MARTINEZ VARGAS

Lima- Perú

2008

INDICE

LISTA DE CUADROS.

LISTA DE FIGURAS.

LISTA DE TABLAS

INTRODUCCIÓN.-

CAPITULO 1. - RESUMEN EJECUTIVO.	5
CAPITULO 2.- CONSIDERACIONES GENERALES.	11
2.1 ESTUDIOS PREVIOS.	12
2.1.1 UBICACIÓN DEL PREDIO	12
2.1.2 TOPOGRAFIA DE LA ZONA	12
2.1.3 AREA DEL PREDIO	12
2.1.4 GEOLOGIA DE LA ZONA	12
2.1.5 GEOMORFOLOGIA DE LA ZONA.	12
2.2 ALCANCES ARQUITECTONICOS Y ESTRCUTURALES.	13
2.2.1 ALCANCES ARQUITECTONICOS.	13
2.2.2 ALCANCES ESTRUCTURALES.	13
2.3 EVALUACION DEL CAMPO.	20
2.4 CONSIDERACIONES NORMATIVAS VIGENTES.	20
CAPITULO 3. - INVESTIGACION DEL SUBSUELO	22
3.1 GENERALIDADES.	22
3.1.1 CANTIDAD MINIMA DE INVESTIGACION	22
3.1.2 PROFUNDIDAD MINIMA DE LAS EXCAVACIONES.	22
3.1.3 TIPO DE MUESTRAS	23
3.1.4 CONSIDERACIONES DE LOS PREDIOS ALEDAÑOS.	24
3.2 METODOS DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO.	24
3.3 ENSAYOS DE LABORATORIO INDISPENSABLES	26
3.4 PERFILES ESTRATIGRAFICOS	27
3.5 EFECTO DE LA NAPA FREATICA	27
CAPITULO 4 - EVALUACION EN LABORATORIO	29
4.1 RELACION DE EQUIPOS UTILIZADOS	29
4.2 PROCEDIMIENTOS REALIZADOS	29

4.3 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS.	30
4.4 ENSAYOS DE SALES Y SULFATOS	33
4.5 ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO	35
CAPITULO 5. - CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE.	37
5.1 CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA.	42
5.1.1 METODO DE TERZAGHI.	42
5.1.2 APLICACION DEL METODO DE TERZAGHI	45
5.1.3 METODO DE SEDMAK VESIC, ALEKSANDER	47
5.1.4 APLICACION DEL METODO DE VESIC.	52
CAPITULO 6.- EFECTO DE LA FUERZA SISMICA.	56
6.1 INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA	57
6.2 EFECTO DE LA FUERZA SISMICA	57
6.3 ORIGEN DE LOS DAÑOS	58
6.4 PREVENCIÓN A LOS DAÑOS	60
6.5 APLICACIÓN DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES	61
CAPITULO 7.- ANALISIS DE LOS ASENTAMIENTOS	67
CONCLUSIONES.	71
RECOMENDACIONES.	72
BIBLIOGRAFÍA.	73
ANEXOS.	

LISTA DE CUADROS,

CUADRO N° 2.1	Tipo de edificación	21
CUADRO N° 3.1	Numero de pisos de investigación	22
CUADRO N° 3.2	Tipos de muestra	23
CUADRO N° 3.3	Técnicas de investigación	24
CUADRO N° 3.4	Aplicación y limitaciones de los ensayos	25
CUADRO N° 3.5	Relación de ensayos mas utilizados	26
CUADRO N° 3.6	Relación de ensayos realizados	27
CUADRO N° 4.1	Relación de equipos	29
CUADRO N° 4.2	Relación De procedimientos	30
CUADRO N° 4.3	Resultados de ensayos en laboratorio	30
CUADRO N° 4.4	Resultados del laboratorio.	30
CUADRO N° 4.5	Resultados de la granulometría	31
CUADRO N° 4.6	Resultados de otras propiedades	33
CUADRO N° 4.7	Sales y sulfatos permisibles.	34
CUADRO N° 4.8	Grado de alteración de la cimentación	34
CUADRO N° 4.9	Características de los suelos superficiales	35
CUADRO N° 4.10	Características de los suelos de fundación	36
CUADRO N° 5.1	valores de N_y según diferentes autores	41
CUADRO N° 5.2	Cálculo de los factores de capacidad portante	43
CUADRO N° 5.3	Otras propiedades de los suelos	45
CUADRO N° 5.4	Resumen de las propiedades	45
CUADRO N° 5.5	Resultados de capacidad portante según Terzaghi	46
CUADRO N° 5.6	Relación de modulo de Poisson	48
CUADRO N° 5.7	Relación de modulo de Elasticidad	49
CUADRO N° 5.8	Variación de $i_{r(cr)}$ con ϕ y B/L	49
CUADRO N° 5.9	Relación para el cálculo de los factores de forma	51
CUADRO N° 5.10	Calculo de i_r , $i_{r(cr)}$	52
CUADRO N° 5.11	Resultados para F_{cs} , F_{qs} y F_{gs}	54
CUADRO N° 5.12	Resultados para F_{cd} , F_{qd} y F_{gd}	54
CUADRO N° 5.13	Resultados de la capacidad portante	55
CUADRO N° 6.1	Efectos probables en un cimiento por sismo	59
CUADRO N° 6.2	Factores de zona	62
CUADRO N° 6.3	Parámetros del suelo	63
CUADRO N° 6.4	Sistemas estructurales	64
CUADRO N° 6.5	Categoría y estructura de las edificaciones	65
CUADRO N° 6.6	Factor de Uso.	65
CUADRO N° 6.7	Resultados de parámetros sísmicos	66
CUADRO N° 7.1	Valores de I_p	69
CUADRO N° 7.2	Valores de los asentamientos.	70

LISTA DE FIGURAS:

FIGURA N° 2.1	Topografía de Lima	14
FIGURA N° 2.2	Geología de Lima	15
FIGURA N° 2.3	Geomorfología de Lima	16
FIGURA N° 2.4	Vista espacial de la estructura del proyecto	17
FIGURA N° 2.5	Vista planta de la arquitectura del proyecto	18
FIGURA N° 2.6	Vista de la estructuración del proyecto	19
FIGURA N° 5.1	Tipos de Falla	37
FIGURA N° 5.2	Superficie de falla	38
FIGURA N° 5.3	Comparación de la Capacidad portante	42
FIGURA N° 5.4	Variación de $f_{qc} = f_{yc}$ con i_r y Φ	50
FIGURA N° 6.1	Transmisión de ondas sísmicas al suelo	56
FIGURA N° 6.2	Efectos del suelo por efecto del sismo	59
FIGURA N° 6.3	Zonas sísmicas.	62
FIGURA N° 7.1	Asentamiento según el tipo de suelo.	67
FIGURA N° 7.2	(L/B) vs I_p	68

LISTA DE TABLAS:

TABLA N°01	Factores de la capacidad de carga de TERZAGHI,	44
TABLA N°02	Factores de la capacidad de carga modificados POR TERZAGHI,	45
TABLA N°03	Factores de la capacidad de carga modificados POR VESIC,	53

INTRODUCCION.

El proyecto inmobiliario desarrollado durante la titulación es amplio, complejo e involucra muchas especialidades afines a la Ingeniería Civil, es tan complejo como poder dominar toda la profesión, por ello en este informe solo se tratará de aplicar el Reglamento Nacional de Edificaciones en la evaluación geotécnica para la cimentación del proyecto inmobiliario llamado "Residencial Bolívar".

El objetivo principal es presentar de manera sencilla y práctica la aplicación del Reglamento Nacional de Edificaciones y algunas consideraciones complementarias que serán suficientes para poder desarrollar esta evaluación. No se pretende en este informe presentar un sustento teórico amplio, ni tampoco generalizar procedimientos para aplicarlos a otros proyectos, la idea es presentar una aplicación sencilla al proyecto inmobiliario desarrollado durante el presente curso de titulación.

En tal sentido se ha tomado como criterio general la utilización del Reglamento Nacional de Edificaciones, y precisamente las Normas Técnicas que involucran el presente trabajo, como son la norma E.050 "Suelos y cimentaciones" y E.030 "Diseño Sismorresistente", que en lo sucesivo serán aplicadas en el presente informe.

CAPITULO 1

RESUMEN EJECUTIVO.

Todos los habitantes, todas las familias, tienen derecho a una solución habitacional, que les permita no sólo protegerse del medio ambiente, sino también desarrollar una serie de actividades cotidianas que son indispensables para su bienestar social. La vivienda representa por lo tanto un valor importante para tal desarrollo, que debe además de ser de una calidad adecuada, sin embargo cuando la vivienda cumple este último requisito tiene un alto costo y evidentemente son los sectores de menores ingresos de la sociedad, los que no logran obtenerla con sus propios recursos en un corto o mediano plazo, por lo tanto requieren un apoyo externo importante, constituyéndose en la población objetivo de la política habitacional. El proporcionar este apoyo extraordinario y permitir que aquellos que carecen de ingresos suficientes tengan acceso a una solución es el significado social de la política habitacional y debe ser el propósito principal de ésta.

El mercado inmobiliario en el Perú ha mostrado, en los últimos años, un escaso dinamismo, como resultado de la contracción de la demanda interna y de los ingresos de la población, así como por el exceso de oferta inmobiliaria en el segmento tradicional. Las empresas inmobiliarias se han visto afectadas por la competencia de la autoconstrucción, la informalidad, sobrecostos existentes en las actividades de habilitación de terrenos y edificación. Mientras existe una realidad decreciente en el segmento tradicional, emerge como un atractivo negocio inmobiliario el mercado de viviendas económicas, gracias al Programa Mivivienda, y al naciente Programa Techo Propio, dado su elevado potencial de crecimiento y rentabilidad.

La necesidad de reducir el déficit, y tomando en consideración los principales determinantes de la oferta y la demanda de terrenos y viviendas terminadas – en particular los bajos ingresos de los estratos socioeconómicos C y D y las restricciones al acceso a las fuentes de financiamiento hipotecario

tradicionales – el Estado, en conjunto con el sector privado, iniciaron en 2004 programas habitacionales liderados por el Programa Mivivienda, orientados a la construcción de viviendas económicas con el objetivo de atender a un mercado antes no explorado y que contaba con un gran potencial de crecimiento. En la práctica, con el desarrollo gradual del Programa Mivivienda, y el reciente lanzamiento del Programa Techo Propio, ha surgido un nuevo mercado de viviendas, orientado a satisfacer las necesidades de un segmento de la población con ingresos menores al tradicionalmente atendido.

En consecuencia, actualmente coexisten dos mercados de viviendas formales en el Perú: el mercado tradicional, al cual tienen acceso los estratos socioeconómicos A y B; y el mercado de viviendas económicas, impulsado por programas del Estado, con participación del sector privado, que está en capacidad de atender a buena parte de los hogares de los estratos B2, C y D, el cual es más reciente y muestra una clara trayectoria expansiva. Pese a esto, un gran porcentaje de los estratos C y D y en forma integral el estrato E, todavía se abastecen significativamente mediante la autoconstrucción, dado que la oferta formal es insuficiente, en parte por no existir aún en el mercado local alternativas de construcción que hagan rentable la inversión inmobiliaria en estos segmentos.

El proyecto inmobiliario requiere de un análisis económico y financiero que se desprenden de una valoración de rentabilidad, se considera los aspectos técnicos necesarios para que esta rentabilidad este correctamente sustentada. Es por eso que se requirió un diagnostico de los diferentes distritos en donde se realizan proyectos inmobiliarios y al estrato que estaban dirigidos.

Atendiendo a objetivos del mercado al que se quiere llegar, la promoción inmobiliaria se rige como cualquier otro producto, es decir bajo los principios de la oferta y la demanda. Sin embargo el bien inmueble tiene características sui géneris que lo distinguen de otros bienes de producción, siendo la más importante de ellas la ubicación del suelo en donde se proyecta, que para fines de mercadotecnia involucra localización y el hecho de que sean indivisibles y por tanto inamovibles. Mediante el estudio de mercado se definieron los siguientes aspectos:

- Antecedentes y definición del mercado potencial.
- Criterios de segmentación del mercado.
- Medición del mercado.
- Perfil del cliente.
- Mercados concentrados, mercados dispersos.
- La entrevista, el muestreo, la encuesta. (no aplicado en este caso)
- Determinación del mercado real.
- Determinación del precio de venta.
- Calendario de ventas y recuperación de inversión.

Inicialmente se realizó el papel de un promotor inmobiliario para la obtención de una utilidad económica derivada de invertir un capital, dedicar trabajo y esfuerzo a un proyecto de inversión y, sobre todo, considerar los riesgos derivados de no alcanzar metas y tiempos previstos del proyecto, así como de no cumplir con las condiciones de préstamos hipotecarios y cometer errores en aspectos fundamentales como:

- La elección de la ubicación del proyecto.
- Los costos y tiempos de ejecución.
- Los tiempos y montos de recuperación.
- El análisis del entorno económico y comercial.
- El análisis financiero.
- El análisis fiscal, legal y administrativo.
- Cualquier imprevisto no considerado que pueda modificar las expectativas de rentabilidad.

En la actualidad existe una demanda bastante alta por adquirir una vivienda en los Distritos de Jesús María, Pueblo Libre, San Miguel y Magdalena del Mar. En este caso fueron evaluados concretamente dos terrenos ubicados en Miraflores (Calle Jorge Chávez 498, esquina con la Calle Madrid) y Pueblo Libre (Av. Simón Bolívar 1858. Esquina con el Pasaje El Carmen), para ello se hizo un muestreo de varias edificaciones en estas zonas, llegando a la conclusión que todas estas edificaciones para vivienda multifamiliar construidos están vendidos, generalmente adquiridas por sectores poblacionales de nivel socio económico C

y D, en gran mayoría por parejas jóvenes no solamente de la zona, sino también de otros distritos poblacionales de Lima y provincias. Luego encontramos diferencias en los costos del terreno y el público objetivo, en Miraflores los costos eran mayores, nuestro público objetivo era los sectores C y D, además debemos agregar que la ubicación del terreno en Pueblo Libre presenta un crecimiento urbanístico y su ubicación cercana a las zonas comerciales de San Miguel, presentan un panorama interesante para la inversión en la zona.

El proyecto inmobiliario se encuentra ubicado en la Avenida Simón Bolívar N° 1858, en el Distrito de Pueblo Libre, se puede afirmar que se encuentra dentro de una zona estratégica. Esta circundada por Universidades, Institutos, Colegios, Clínicas, Hospitales, centros comerciales y de esparcimiento como la Plaza San Miguel; haciendo más atractivo a los nuevos compradores. Se han realizado visita a varias edificaciones construidas y en construcción por estas zonas, pudiendo constatar que muchos departamentos son vendidos en pre-venta, llegando el promotor a vender casi en su totalidad al concluir la edificación.

La Municipalidad Distrital de Pueblo Libre, mediante el Área de Subgerencia de Licencias y Autorizaciones, e conformidad con el artículo 63 del Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley N° 27157, aprobado mediante Decreto Supremo N° 035- 2006-VIVIENDA, y el Plano de Zonificación del distrito aprobado mediante Ordenanza N° 1017-MML, certifica que el predio ubicado en: PASAJE EL CARMEN esquina con la AV. SIMON BOLIVAR N° 1858 (CUATRO ESQUINAS), está sujeta a los siguientes parámetros urbanísticos y edificatorios, para definir las características más importantes del proyecto:

- El Área Total del predio es de 6,000.00 m², ubicado en el distrito de Pueblo Libre, con un Área de Tratamiento Normativo II.
- La zonificación se divide en dos casos, la primera una Zonificación RDA que se ubica frente a la Av. Simón Bolívar y la segunda Zonificación RDM que se ubica frente al Jr. El Alba.
- Se permite una altura máxima de 8 pisos.
- Se considera un área mínima de 75.00 m² para departamentos de 3 dormitorios se utilizo como área de cada departamento 90.00 m².
- Un retiro normativo de 3.00 m. en el Pasaje el Carmen, de 5.00 m. en la Av. Simón Bolívar y de 3.00 m. en el Jr. El Alba.

- Se establece un área mínima libre para conjuntos residenciales según la zonificación, para la Zonificación RDA 50% del área del predio y para la Zonificación RDM 40% del área del predio, se cumplió estos requisitos ya que se tiene un área libre de 3500.00 m² (58.33%).
- Un alineamiento de fachada de 3.00 m. en el Pasaje el Carmen, de 5.00 m. en la Av. Simón Bolívar y de 3.00 m. en el Jr. El Alba.
- Los espacios de estacionamiento se establecen según la zonificación, para un RDA 1 cada 1.5 Viviendas y para un RDM 1 cada 1.5 Viviendas, en total tenemos 48 estacionamientos para cada bloque.
- Además se debe considerar un jardín de aislamiento de 2.50 m. frente a la Av. Simón Bolívar.

Con el levantamiento topográfico del terreno se pudo establecer las dimensiones exactas del predio; éste presenta una superficie plana de forma rectangular, siendo las dimensiones del predio las siguientes: por el Norte, Jr. El Alba con 42.50 m.; por el Este, pasaje el Carmen con 142.10 m.; por el Sur, Av. Bolívar con 40.76 m.; y por el Oeste, terrenos de propiedad de terceros con 147.10 m, arrojando un área total de 6,000.00 m². La urbanización del terreno contempla secciones de vías de 14.00 m. en el Jr. El Alba y de 34.00 m en la Av. Bolívar, todas con cubiertas con carpeta asfáltica. Los sistemas de desagüe, agua potable, telecomunicaciones y eléctrico se considerarán subterráneos, obedeciendo a aspectos funcionales y estéticos que proporcionarán un atractivo ante el mercado y todos cuentan con factibilidad en su instalación y cobertura.

Con el estudio geotécnico se determinó las propiedades geotécnicas del suelo y además la resistencia del suelo de fundación que va a interactuar con la estructura y las consideraciones que se deben tener en cuenta para la correcta elección del tipo de cimentación a proyectar.

El proyecto consta de 4 bloques de 08 pisos cada uno con semisótano, cada piso esta compuesto por 4 departamentos de 90.00 m², dando un total de 32 departamentos por bloque y todo el conjunto residencial contempla 128 departamentos, cada uno independiente en sus servicios y con áreas comunes

de esparcimiento. Cada departamento presenta el siguiente programa arquitectónico:

1. Área de Estacionamiento en Semisótano (considerando un vehículo por vivienda)
2. Sala
3. Comedor
4. Tres Dormitorios
5. Un Baño principal y uno de servicio
6. Cocina
7. Patio de Servicio.

El Sistema estructural que se proyecta es:

- Una Cimentación de zapatas cuadradas y rectangulares conectadas sobre una plataforma compactada.
- Sistema dual, comprendidos por pórticos principales y placas de espesor de 20 y 25cm.
- Columnas y vigas de concreto armado $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, que conforman los pórticos principales.
- Las columnas tiene geométricamente diferentes formas, existen rectangulares, en "T" y en "L".
- Para el caso del ascensor se establecerá una losa de cimentación para rigidizar esta zona crítica.

CAPITULO 2

CONSIDERACIONES GENERALES.

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) indica que existe la obligación de realizar un estudio de mecánica de suelos en los siguientes casos:

- a. Edificaciones en general, que alojen gran cantidad de personas, equipos costosos o peligrosos, tales como: colegios, universidades, hospitales y clínicas, estadios, cárceles, auditorios, templos, salas de espectáculos, museos, centrales telefónicas, estaciones de radio y televisión, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, centrales de generación de electricidad, sub-estaciones eléctricas, silos, tanques de agua y reservorios.
- b. Cualquier edificación no mencionada en a) de uno a tres pisos, que ocupen individual o conjuntamente más de 500 m² de área techada en planta.
- c. Cualquier edificación no mencionada en a) de cuatro o más pisos de altura, cualquiera que sea su área.
- d. Edificaciones industriales, fábricas, talleres o similares.
- e. Edificaciones especiales cuya falla, además del propio colapso, represente peligros adicionales importantes, tales como: reactores atómicos, grandes hornos, depósitos de materiales inflamables, corrosivos o combustibles, paneles de publicidad de grandes dimensiones y otros de similar riesgo.
- f. Cualquier edificación que requiera el uso de pilotes, pilares o plateas de fundación.
- g. Cualquier edificación adyacente a taludes o suelos que puedan poner en peligro su estabilidad.

En tal sentido, para este proyecto, el RNE nos exige un estudio de mecánica de suelos, ya que el proyecto se encuentra dentro del acápite c.

En este estudio se necesita de información previa que debe ser proporcionada por los propietarios o por el solicitante.

2.1 ESTUDIOS PREVIOS.

Para realizar el estudio geotécnico para fines de cimentación, es necesario tener referencia sobre la topografía, geología, geomorfología, etc., para ello es necesario evaluar esta información como referencia y tomar decisiones que pueden ser relevantes para el estudio. Para el caso concreto del proyecto se puede precisar lo siguiente:

2.1.1 UBICACIÓN DEL PREDIO.

Se debe ubicar el predio en donde se realizará el estudio geotécnico, señalando las dimensiones del predio y las referencias necesarias para poder acceder al predio.

Para el caso de nuestro proyecto la zona de estudio se encuentra ubicada en tres esquinas, por un lado la Avenida Simón Bolívar cuadra 18, y entre las calles Calle El Alba y Pasaje El Carmen, dentro del distrito de Pueblo libre, Provincia de Lima y Departamento de Lima, (Plano U-01).

2.1.2 TOPOGRAFIA DE LA ZONA.

El área de estudio es de topografía plana, esta zona está urbanizada y nivelada, se registra un desnivel de 2.00 m a lo largo del terreno, según el plano topográfico de la zona (Figura N°2.1), el área se encuentra en una zona plana con una altitud promedio de 70.00 msnm.

2.1.3 AREA DEL PREDIO

El área del predio es 6000.00 m², los linderos se encuentran definidos en el plano de ubicación que se adjunta en los anexos (Plano U-01).

2.1.4 GEOLOGIA DE LA ZONA.

Según el mapa geológico regional (Figura N°2.2), el área estudiada se encuentra sobre depósitos aluviales "Q-al" correspondiente al Delta del río Rimac, área de deposición del Delta del río Rimac, conformado por un relleno

superficial limo arenoso con presencia de tierra de chacra proveniente de los jardines existentes, a continuación se presenta el conglomerado de Lima con matriz de arena con limos, gravas de 3" a más.

2.1.5 GEOMORFOLOGÍA DE LA ZONA.

Según el mapa geomorfológico regional (Figura N°2.3), el área estudiada se encuentra sobre una terraza en el área de acumulación del material aluvial, que conforma el delta del río Rimac.

2.2 ALCANCES ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES.

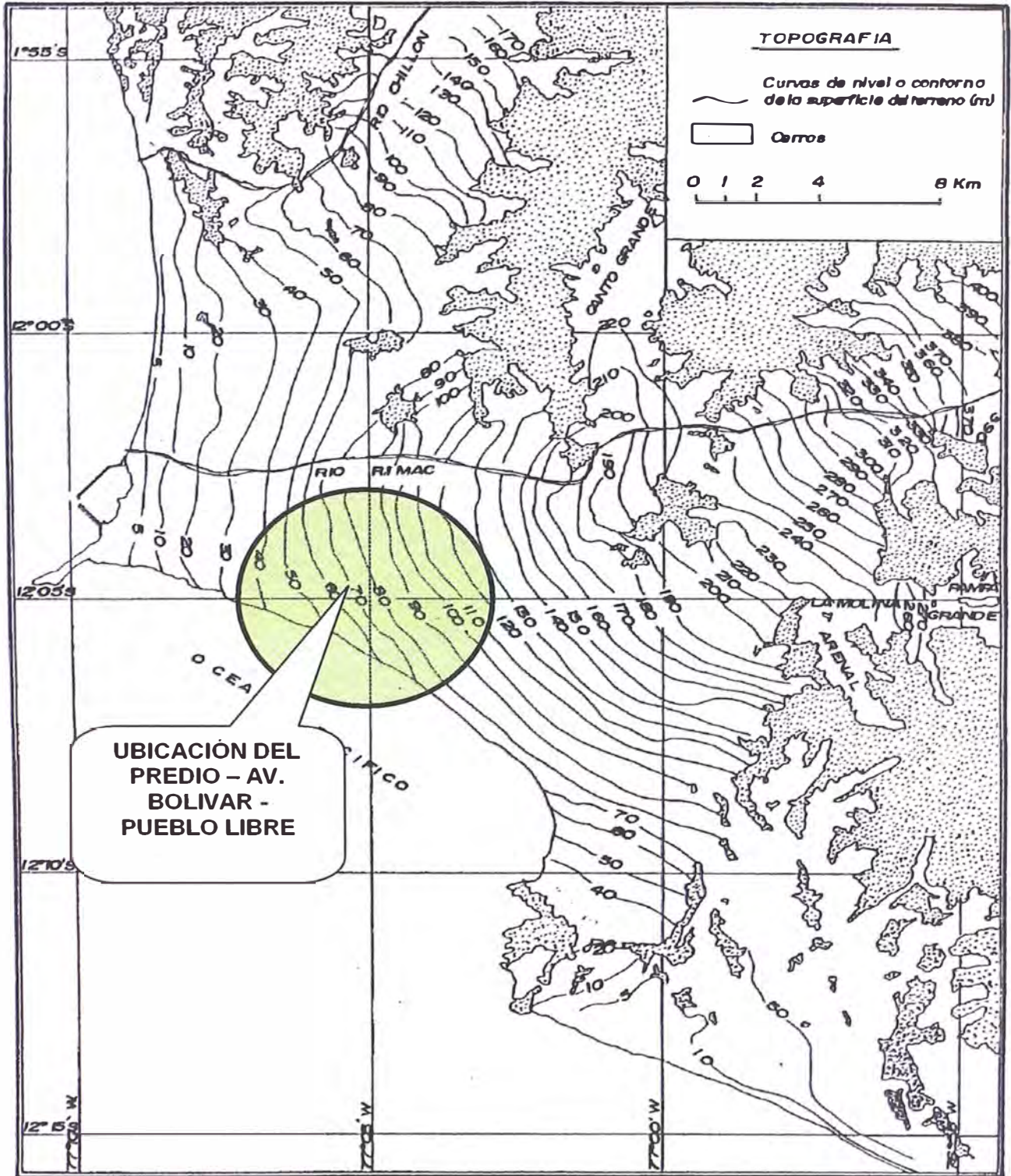
Es necesario contar con la información previa de la arquitectura y estructura que se proyectará, para poder definir datos necesarios para el estudio geotécnico.

2.2.1 ALCANCES ARQUITECTÓNICOS.

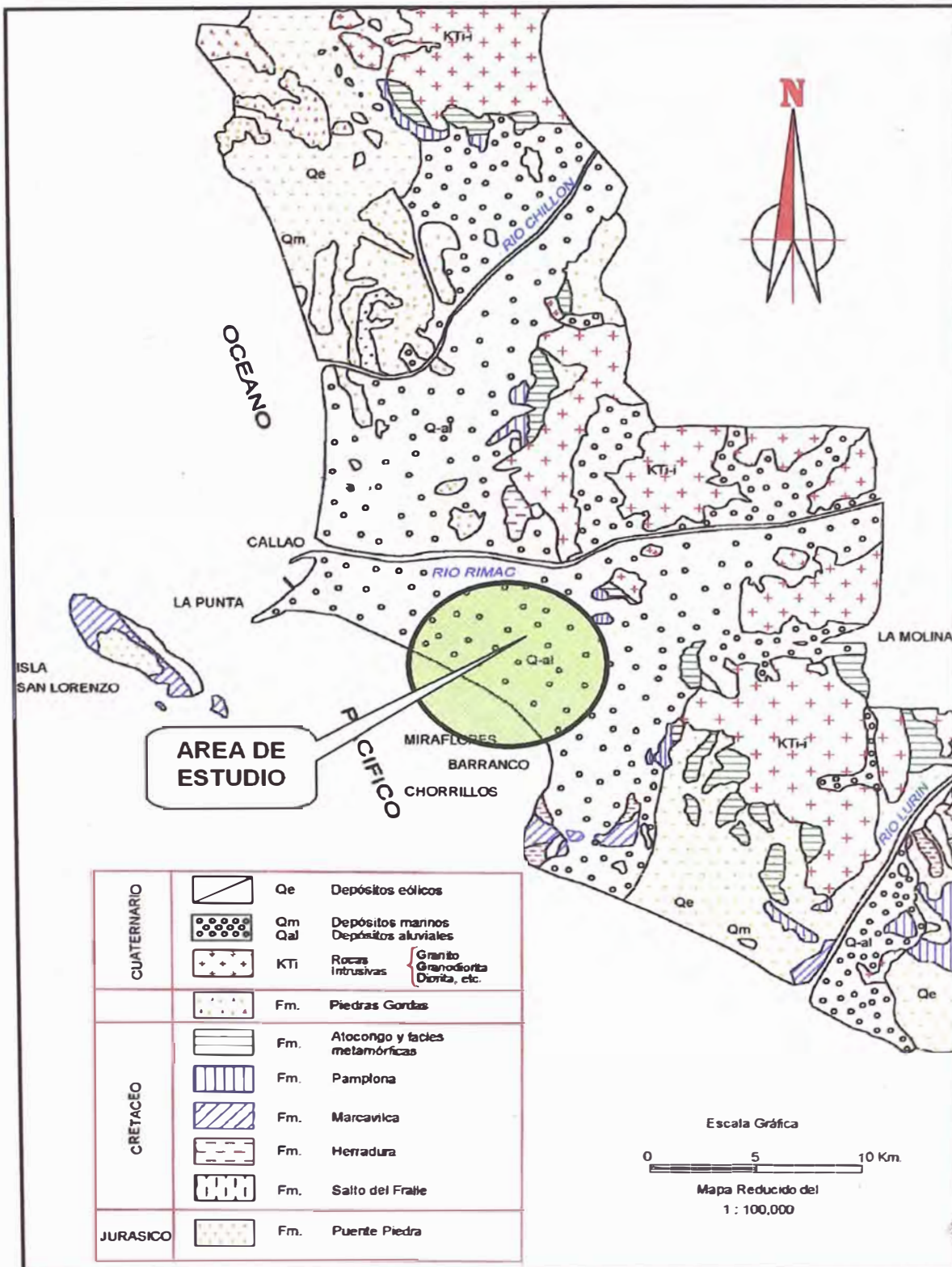
El proyecto establece 04 bloques simétricos, cada uno de ellos de 8 niveles, cada nivel de 2.50m, con un total de 32 departamento por bloque y 04 departamentos por nivel, además en cada bloque se proyecta un semisótano de 1.50 m de altura y un ascensor que se encuentra en el centro del bloque, estas características se grafican en los planos que se adjuntan en los anexos (Plano A-01 y A-02). Además en las Figuras N° 2.4, 2.5 y 2.6 se indican las características principales de los bloques proyectados.

2.2.2 ALCANCES ESTRUCTURALES.

El proyecto contempla una estructuración dual, en donde se utilizarán pórticos y muros portantes, además de vigas pretensadas, se contará con elementos estructurales de concreto armado y se utilizará placas estructurales para rigidizar la estructura. El modelo estructural será sometido a cargas de servicio y las cargas sísmicas horizontales, su modelamiento se realizará utilizando el Software ETABS 9.0, con el cual se calcularan los desplazamientos y momentos de diseño. (Ver planos E-01, E-02 y E-03)

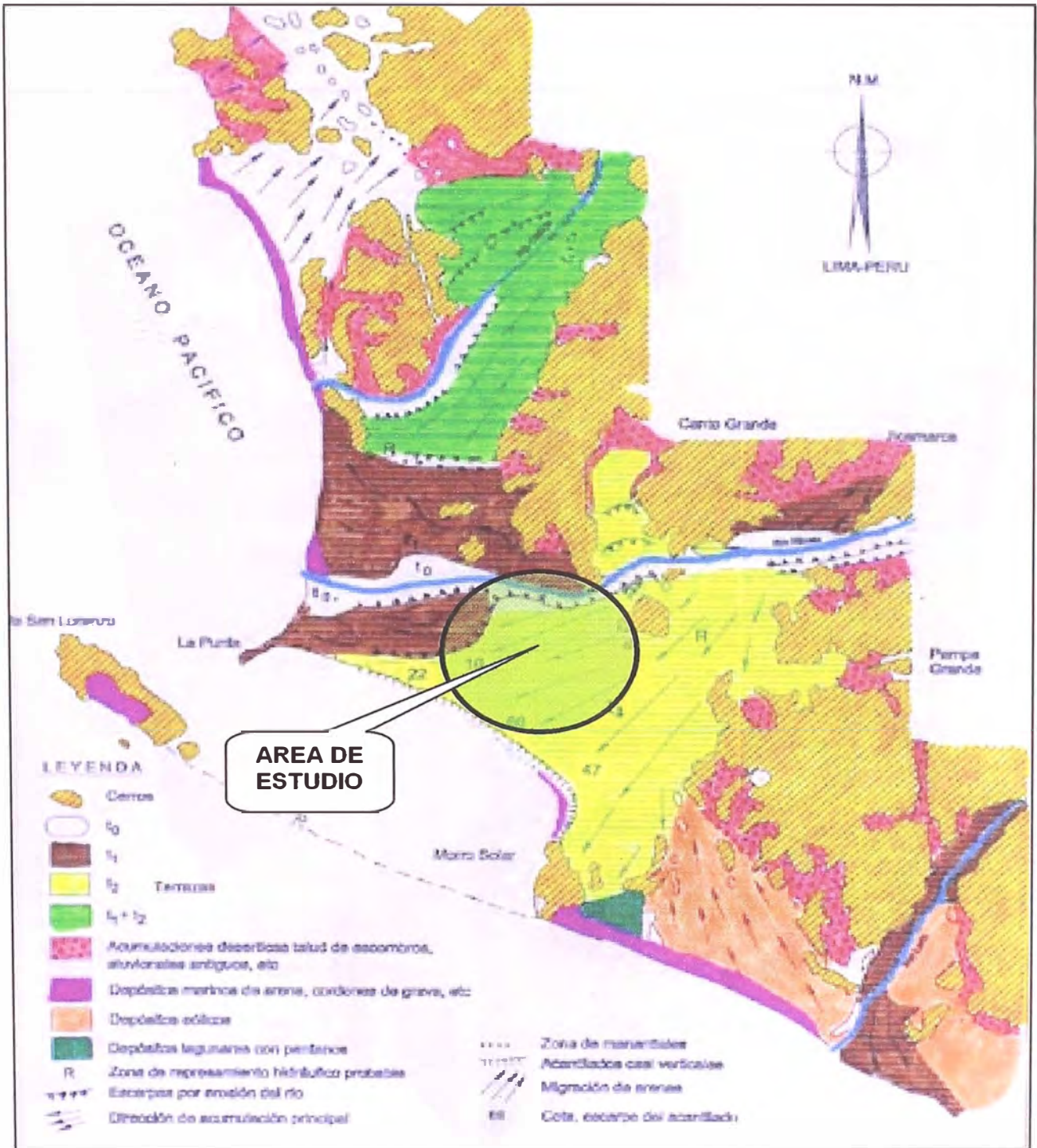


TOPOGRAFIA DE LIMA
FIGURA N° 2.1



GEOLOGIA DE LIMA

FIGURA N° 2.2



GEOMORFOLOGIA DE LIMA
FIGURA N° 2.3

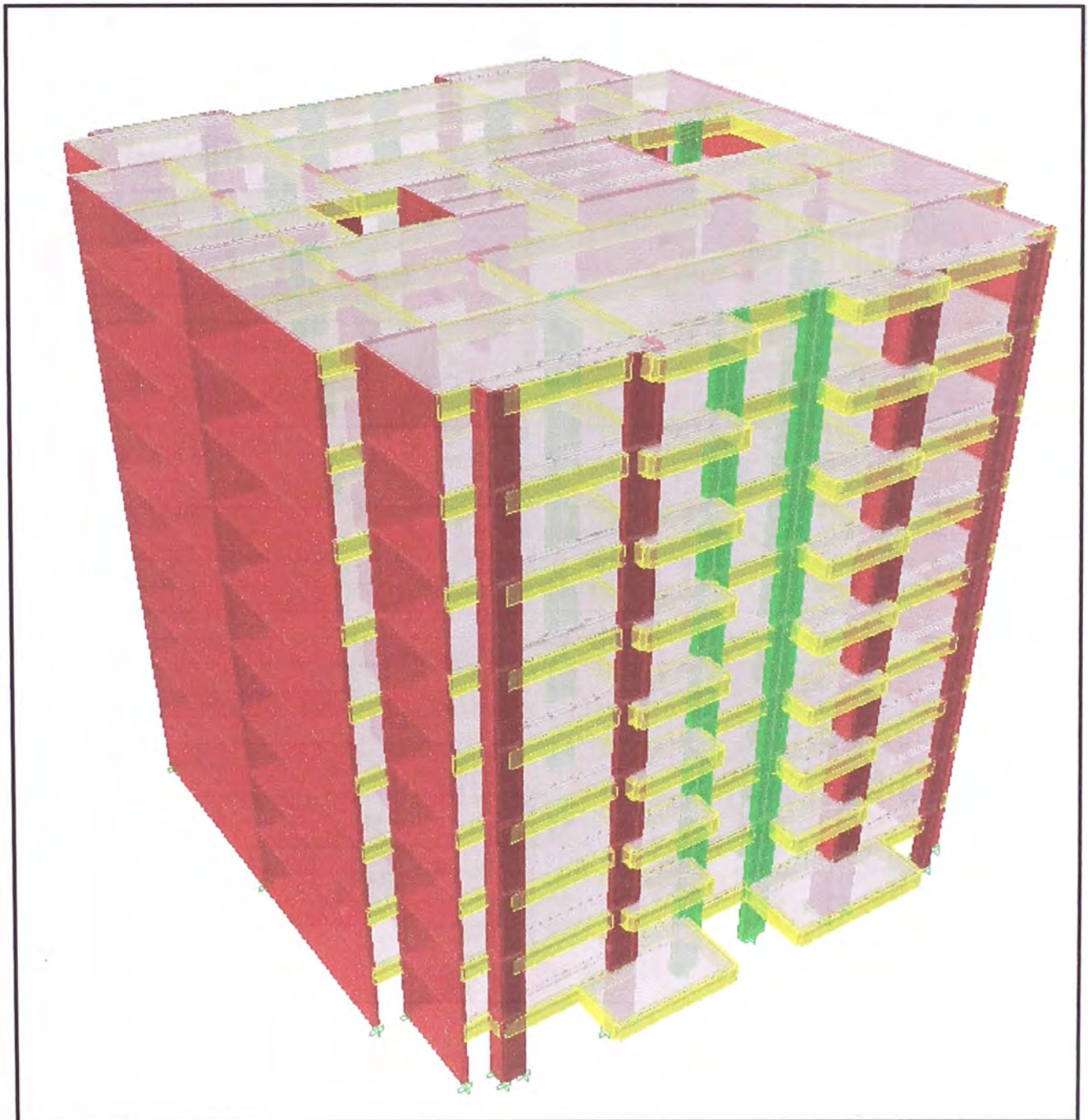


FIGURA N°2.4
VISTA ESPACIAL DE LA ESTRUCTURA DEL PROYECTO

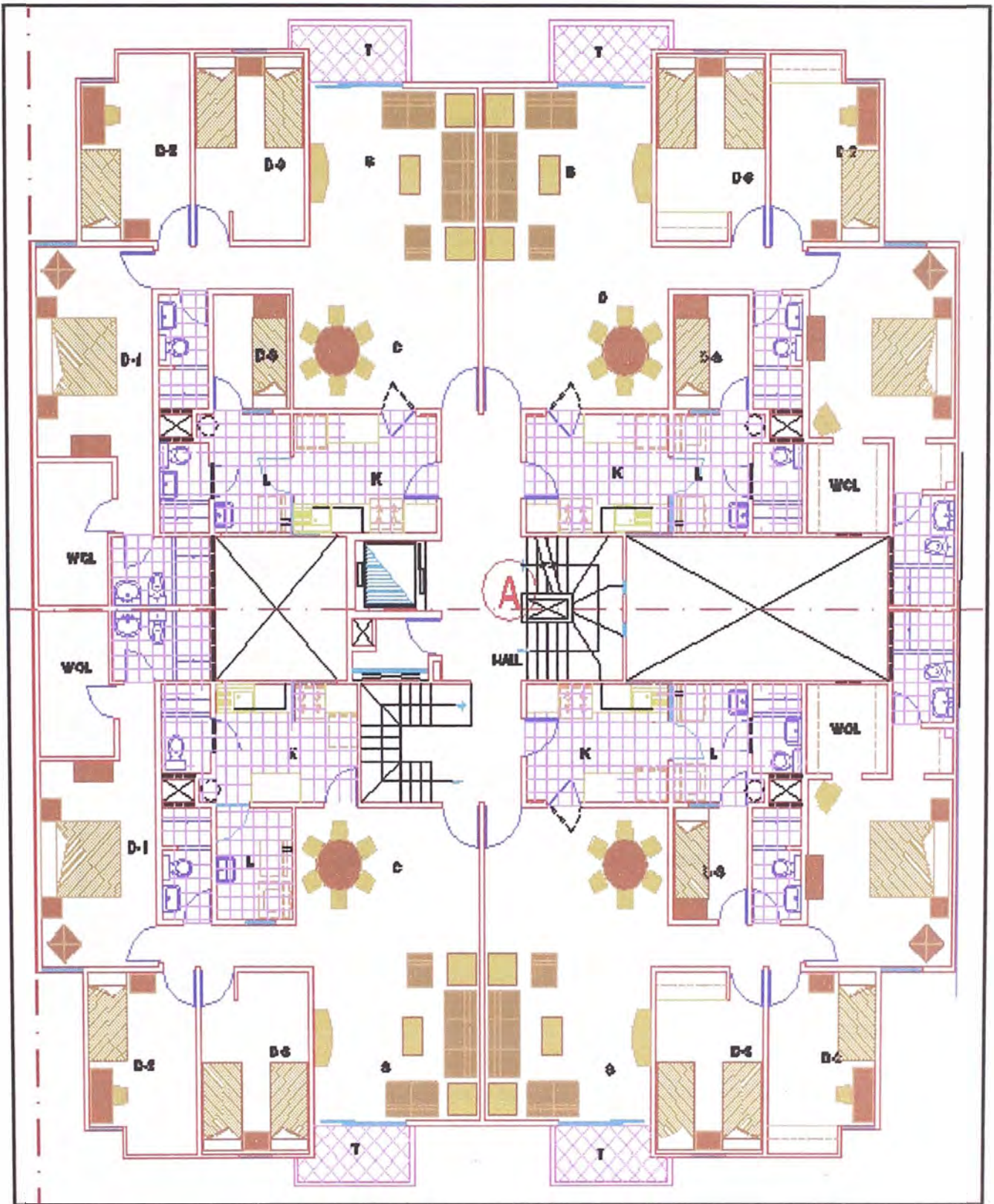


FIGURA N°2.5

VISTA PLANTA DE LA ARQUITECTURA DEL PROYECTO

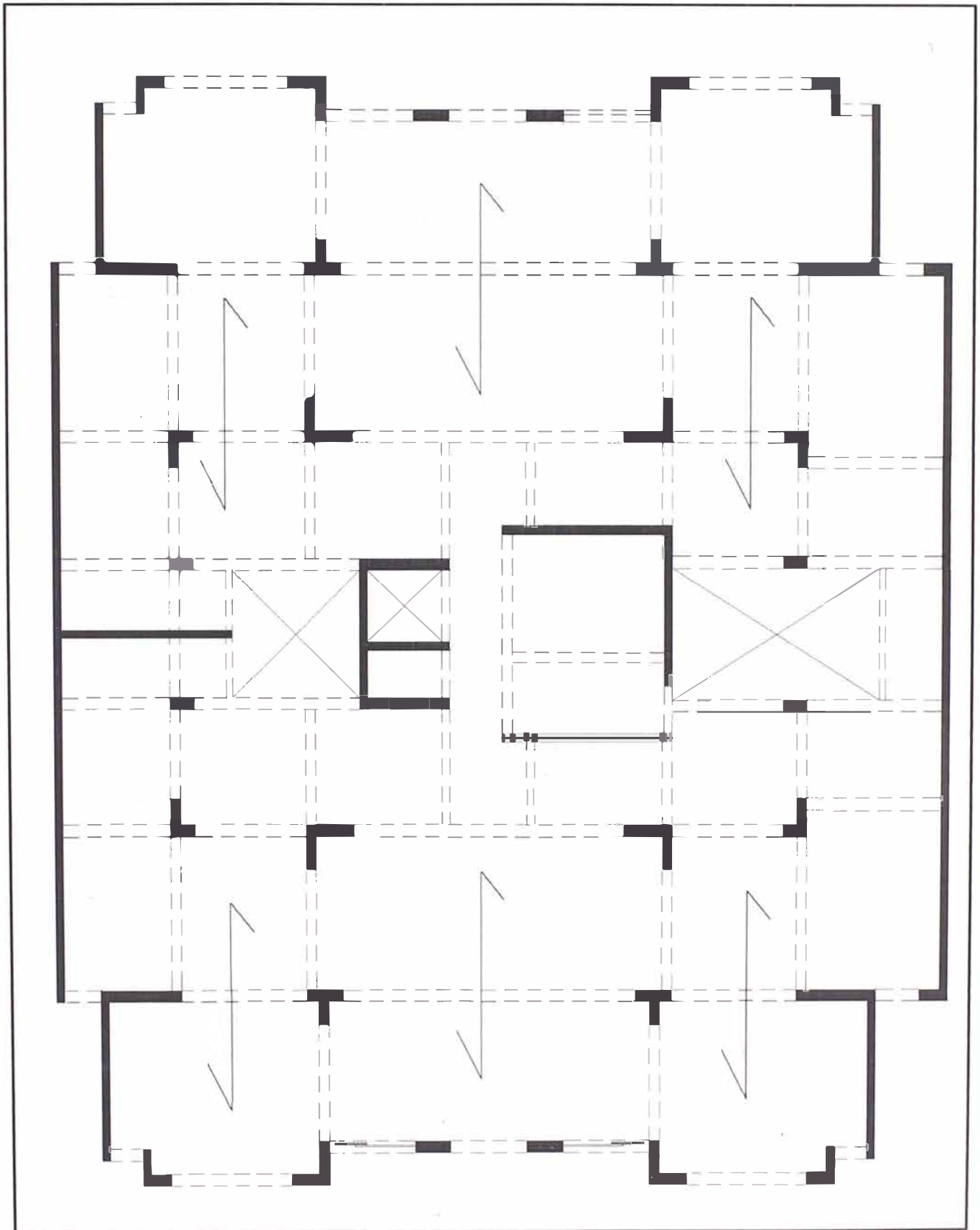


FIGURA N2.6

VISTA DE LA PLANTA DE LA ESTRUCTURACION DEL PROYECTO

2.3 EVALUACION DE CAMPO.

Para poder definir los costos del estudio geotécnico con fines de cimentación, se debe realizar una visita previa para evaluar los tiempos, los accesos existentes, las condiciones actuales del predio, descartar pruebas, etc.

En el caso del proyecto se tienen los accesos necesarios para llegar al predio, el predio se encuentra libre para poder realizar las pruebas necesarias, por lo que se definieron las pruebas a realizar.

2.4 CONSIDERACIONES NORMATIVAS VIGENTES.

El Reglamento Nacional de Edificaciones "R.N.E." aprobado por Decreto Supremo N° 11-2006-VIVIENDA, es la que norma los anteproyectos y proyectos de edificaciones que se realicen en la Republica del Perú, en tal sentido en sus 66 Normas Técnicas agrupadas en 02 Tomos están establecidas las recomendaciones que se deben tener presentes en los procesos de elaboración de anteproyectos o proyectos de edificaciones; en este caso la Norma E.050 "Suelos y Cimentaciones" es la que indica las recomendaciones a seguir en los estudios de mecánica de suelos para fines de cimentación de edificaciones y otras obras indicadas en esta norma. Además también se debe utilizar la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" para la aplicación del efecto sísmico en las cimentaciones.

La finalidad de este capítulo no es explicar el contenido de las normas, solo plantear cuál es la norma vigente y en los capítulos posteriores aplicar sus recomendaciones y parámetros indicados en ella.

El tipo de edificación se encuentra definido y establecido en la Norma E-0.50 vigente, para poder establecer cuáles son las pautas de la investigación mínima que se debe considerar en el estudio de Mecánica de Suelos. En tal sentido el proyecto es de importancia Tipo "C", esto debido a que se tiene una estructuración de pórticos y muros de concreto con un máximo de 8 pisos.

CUADRO N° 2. 1
TIPO DE EDIFICACION

CLASE DE ESTRUCTURA	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS	NUMERO DE PISOS			
		≤ 3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	< 12	C	C	C	B
PORTICOS Y/O MUROS CONCRETO	< 10	C	C	B	A
MUROS PORTANTES ALBAÑILERIA	< 12	B	A	-	-
BASES MAQUINAS Y SIMILARES	CUALQUIERA	A	-	-	-
ESTRUCTURAS ESPECIALES	CUALQUIERA	A	A	A	A
OTRAS ESTRUCTURAS	CUALQUIERA	B	A	A	A

EXTRAIDO DE LA NORMA E 050 "SUELOS Y CIMENTACIONES", DEL RNE

CAPITULO 3

INVESTIGACION DEL SUBSUELO.

La investigación del suelo de fundación se realiza mediante sondajes, perforaciones, calicatas, ensayos in situ, ensayos de laboratorio, etc. En este capítulo se indicarán los métodos más utilizados, y se establecerán los métodos utilizados en el proyecto.

3.1 GENERALIDADES

3.1.1 CANTIDAD MÍNIMA DE INVESTIGACIÓN.

Según la norma, se establece que la cantidad mínima de investigación será tres puntos, pero se establece un cuadro en donde están relacionados el tipo de la edificación con el área del predio.

CUADRO N°3.1
NUMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACION

TIPO DE EDIFICACION	NUMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN (n)
A	1 cada 225 m ²
B	1 cada 450 m ²
C	1 cada 800 m ²

EXTRAIDO DE LA NORMA E.050 "SUELOS Y CIMENTACIONES", DEL RNE

En el presente caso se tiene un área de 6000.00 m² y una edificación tipo "C", por tanto se tiene que realizar 1 punto de exploración cada 800.00 m², que resultaría en total 8 puntos de exploración necesarios para cumplir con los requisitos mínimos que establece la norma.

3.1.2 PROFUNDIDAD MÍNIMA DE LAS EXCAVACIONES.

Se establece como profundidad mínima de 3.00 m, pero se debe establecer si existen sótanos o no, en este caso se cuenta con un semisótano de

1.50 m de altura, luego para el caso del proyecto se estableció como profundidad mínima de las excavaciones:

$$P = h + D_f + z = 1.50 + 1.30 + 3.00 = 5.80 \text{ m}$$

Donde:

h = La altura del semisótano, $h = 1.50 \text{ m}$

D_f = La profundidad de la cimentación recomendada, $D_f = 1.30 \text{ m}$

Z = una profundidad recomendada por el RNE.

Se ha considerado $z = 1.5 B$, para un "B" (ancho de la cimentación) promedio de 2.00 m, entonces $Z = 3.00$. Según esto la profundidad de las calicatas deberá ser de 5.80 m, por lo que se realizaron calicatas de 6.00 m de profundidad.

3.1.3 TIPO DE MUESTRAS.

La toma de muestras es una etapa importante y crítica, de su correcta aplicación implicará la calidad de los resultados que se obtenga, ésta es una de las etapas en donde se comete gran cantidad de errores. El RNE presenta la siguiente clasificación.

CUADRO N°3.2
TIPOS DE MUESTRA

TIPO DE MUESTRA	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERISTICAS
Mib	BLOQUES	INALTERADA	Deben mantenerse inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo. (Aplicable solamente a suelos cohesivos, rocas blandas, suelos granulares suficientemente cementados para permitir su obtención).
Mit	TUBOS DE PARED DELGADA		
Mab	CON BOLSAS DE PLASTICO	ALTERADA	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.
Maw	EN LATA SELLADA	ALTERADA	Debe mantener inalterado el contenido de agua

EXTRAIDO DE LA NORMA E 050 "SUELOS Y CIMENTACIONES", DEL RNE

Para este caso se utilizaron muestras tipo "M_{ab}" en todas las calicatas, y poder realizar los ensayos de laboratorio, el suelo encontrado es semi compacto.

3.1.4 CONSIDERACIONES DE LOS PREDIOS ALEDAÑOS.

La ubicación estratégica del predio, presenta frontera sólo con la Universidad Garcilazo de la Vega, donde las cimentaciones se encontrarán retiradas más de 10 m de la frontera, y nuestra cimentación no se profundizará mas de 1.50 m con respecto a la cimentación colindante.

3.2 METODOS DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO.

Los métodos de investigación son diversos en su procedimiento, costos, alcance, etc., la idea es saber establecer el método más ventajoso y para esto se requiere cierta experiencia y conocimiento previo de la zona, además es relevante también definir cuando es necesario realizar una investigación de campo rutinaria y cuando se requiere un procedimiento más extenso. Sondear es la técnica que se emplea para hacer un agujero (sondeo) en la tierra o en una construcción, el tipo de sondeo dependerá del fin que se persiga, y en segundo lugar de la rapidez y economía. El Reglamento Nacional de Edificaciones plantea las siguientes técnicas:

CUADRO N°3.3
TECNICAS DE INVESTIGACION

TECNICA	NORMA
Análisis Granulométrico	ASTM D 422
Peso Especifico de los sólidos	ASTM D 854
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	ASTM D 1557
Compresión no Confinada	ASTM D 2166
Contenido de Humedad	ASTM D 2216 ASTM D 4643
Clasificación Unificada de Sucs (SUCS)	ASTM D 2487
Triaxial no Consolidado no Drenado	ASTM D 2850
Corte Directo	ASTM D 3080
Densidad Relativa.	ASTM D 4253 ASTM D 4254
Límite Líquido y Plástico	ASTM D 4318
Triaxial Consolidado no Drenado	ASTM D 4767

Además el RNE indica la aplicación y limitaciones para cada tipo de ensayo:

CUADRO N°3.4

APLICACIÓN Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS

		P C S DE I ACION	TIP DE SUELO	B E PA METROS A SER OBTENIDOS	A R TECNICA DE INVESTIGACION	GIDA TIPOS DE SUELOS	CA N TECNICA DE INVESTIGACION	E MITIDA TIPOS DE SUELOS
ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)	ASTM D 1566	PERFORACION	SW, SP, SM, SC, SM	N	PERFORACION	CL, ML, SC, MH, CH	CALICATA	LO RESTANTE
AUSCULTACION DINAMICA CON EL CONO TIPO PECK (PROFUNDIDAD MAXIMA 10 M)	----	AUSCULTACION	TODO EXCEPRO GRAVAS	q_c, f_c	-	-	CALICATAS	GRAVAS
AUSCULTACION SEMI ESTATICA CON EL CONO HOLANDES	ASTM D 3441	AUSCULTACION	TODO EXCEPRO GRAVAS	q_c, f_c	*	*	CALICATAS	LO RESTANTE
AUSCULTACION DINAMICA CON CONO (DP) TIPO ALEMAN (PROFUNDIDAD MAXIMA 8 M)	DIN 4094	AUSCULTACION	SW, SP, SM	C_p	-	-	CALICATAS	LO RESTANTE
RESISTENCIA AL CORTE POR MEDIO DE LA VELETA NORMAL (3)	ASTM D2573	PERFORACION	CL, ML, CH, MH	C_u, S_t	-	-	-	LO RESTANTE
RESISTENCIA AL CORTE POR MEDIO DE LA VELETA MINIATURA (LONG. MAX. DE BARRA 3M) (3)	ASTM D4648	PERFORACION	CL, ML, CH, MH	C_u, S_t	-	-	-	LO RESTANTE
PRUEBA DE CARGA	ASTM D 1194	-	SUELOS GRANULA RES Y ROCAS BLANDAS	ASENTAMIENTOS VS PRESION	*	*	*	*

(1) según clasificación SUCS los ensayos son aplicados a suelos

(2) Leyenda:

C_u = Cohesión en condiciones no drenadas

N = Número de golpes de 30 cm. de penetración en el ensayo estándar de penetración

C_n = Número de golpes de 30cm de penetración mediante auscultación con cono tipo Peck

C_p = Número de golpes de 10 cm de penetración mediante auscultación con cono DP, alemán.

q_c = Resistencia de punta del cono en unidades de presión

f_c = Fricción en el manguito

S_t = Sensitividad

(3) Sólo para suelos finos saturados sin arena ni gravas

En el presente proyecto se han realizado sondeos del tipo calicatas, la ubicación de las calicatas se encuentran definidas en el Plano S-01, se decidió utilizar este método debido a las razones siguientes:

- Permite realizar rápidamente la toma de muestras.
- El costo es bajo, con respecto a la magnitud del proyecto.
- El suelo del área ya ha sido estudiado y existen experiencias anteriores del tipo de suelo de Lima.
- Los métodos de perforación sólo podrían ser utilizados a una cierta profundidad, la incertidumbre sería encontrar primero a qué profundidad se encuentra el conglomerado.

3.3 ENSAYOS DE LABORATORIO INDISPENSABLES.

Es necesario determinar las propiedades físicas del suelo de fundación, para ello se deben realizar una serie de ensayos, en la tabla siguiente se indican los ensayos que se pueden realizar, su finalidad y normatividad.

CUADRO Nº 3.5
RELACION DE ENSAYOS MAS UTILIZADOS

N	ENSAYO	FINALIDAD	NORMA
1	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	PROPORCIÓN DE LAS DIFERENTES GRANULOMETRIAS QUE PRESENTA UN SUELO	ASTM D 422
2	DENSIDAD DE CAMPO-CONO DE ARENA	SE OBTIENE LA RELACION MASA - VOLUMEN IN SITU	ASTM D 1556
3	PESO ESPECÍFICO DE LOS SÓLIDOS	RELACION PESO - VOLUMEN	ASTM D 854
4	ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	RELACIONES HUMEDAD-DENSIDAD	ASTM D 1557
5	CONTENIDO DE HUMEDAD	CANTIDAD DE AGUA EN EL SUELO	ASTM D 2216 ASTM D 4643
6	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL	DESPLAZAMIENTOS	ASTM D 2435
7	CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	NOMENCLATURA Y REGLAS PARA CLASIFICAR	ASTM D 2487
8	ENSAYO TRIAXIAL	OBTENER PARÁMETROS DEL SUELO (ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA Y COHESIÓN) Y LA RELACIÓN ESFUERZO-DEFORMACIÓN A TRAVÉS DE LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE	ASTM D 2850 ASTM D 4767
9	CORTE DIRECTO	EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO TIENE COMO OBJETIVO DETERMINAR LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE DE UNA MUESTRA Y OBTENER PARÁMETROS DEL SUELO (ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA Y COHESIÓN)	ASTM D 3080
10	LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO	CLASIFICAR E IDENTIFICAR LOS SUELOS.	ASTM D 4318
11	LÍMITE DE CONTRACCIÓN	CAMBIOS DE VOLUMEN ENTRE EL ESTADO SECO Y EL ESTADO HÚMEDO	ASTM D 427
12	CONTENIDO DE SULFATOS, CLORUROS Y SALES SOLUBLES TOTALES EN EL SUELO Y EL AGUA	CANTIDAD DE SALES Y SULFATOS EN EL SUELO	BS1377- Parte 3

EXTRAIDO DE LA NORMA E 050 "SUELOS Y CIMENTACIONES", DEL RNE

Para el proyecto se han realizado los siguientes ensayos, en el Cuadro N°3.6 se precisan el tipo y cantidad de ensayos realizados.

CUADRO N°3.6
RELACION ENSAYOS REALIZADOS

N	ENSAYO	CANTIDAD
1	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	06
2	DENSIDAD DE CAMPO	02
3	PESO ESPECÍFICO DE LOS SÓLIDOS	02
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	06
5	CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	06
6	CORTE DIRECTO	01
7	LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO	06
8	LÍMITE DE CONTRACCIÓN	00
9	CONTENIDO DE SULFATOS, CLORUROS Y SALES SOLUBLES TOTALES EN EL SUELO Y EL AGUA	01

3.4 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.

En base a las calicatas realizadas, se describen las principales características físicas que se encuentren a la vista, como son el color, olor, consistencia, textura, tamaño de las partículas, formas de las partículas, etc., se determina el espesor de los diferentes tipos de suelos encontrados y se realizan los registros de sondeos de cada calicata, con esta información se puede realizar un perfil del suelo.

En este caso el terreno está constituido por dos tipos de suelos claramente definidos, una arena limosa "SM" de profundidad que varia de 0.00 a 1.00 m y una Grava Limosa "GM" de profundidad de 1.00 – 6.00 m, se presentan en los anexos los sondajes de las tres calicatas y el perfil estratigráfico del suelo, se indican estos en el Plano S-02.

3.5 EFECTO DE LA NAPA FREÁTICA.

El efecto del agua en el suelo es de tal importancia, que dejar pasar su presencia seria un grave error, es necesario precisar si existe napa freática, a

que profundidad se encuentra, en que fecha se hizo esta constatación; de la existencia o no de la napa freática es importante en la toma de decisiones para los efectos de cómo se planteará el estudio de suelos.

En nuestro caso no se encontró evidencia de la existencia de napa freática, se realizaron excavaciones de 6.00 m, y no se constato su existencia a esta profundidad.

CAPITULO 4

EVALUACION EN LABORATORIO.

Después de la evaluación de campo, definir los tipos de pruebas a realizar y la cantidad de las mismas, se procede a ensayarlas en un laboratorio que cuente con las siguientes consideraciones:

- Que tenga los equipos calibrados y certificados.
- Con un Ingeniero especialista en Mecánica de Suelos o Geotecnia.
- Que posea las condiciones legales mínimas, como son acreditación de la empresa, CONSUCODE, RUC, etc.

4.1 RELACION DE EQUIPOS UTILIZADOS.

Los ensayos se realizaron en el laboratorio del Ingeniero José Alberto Martínez del Rosario, con los siguientes equipos calibrados y certificados:

CUADRO N° 4.1
RELACION DE EQUIPOS

N	ENSAYO	EQUIPO
1	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	JUEGO DE MALLAS, CON MALLAS NÚMERO 4, 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 2", 3", ETC.
2	DENSIDAD DE CAMPO	CONO DE ARENA
3	CORTE DIRECTO	EQUIPO PARA EL CORTE DIRECTO
4	LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO	EQUIPO CASAGRANDE

4.2 PROCEDIMIENTOS REALIZADOS.

Los procedimientos realizados para los diversos ensayos, se indican en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 4.2
RELACION DE PROCEDIMIENTOS

N	ENSAYO	PROCEDIMIENTO SEGUN
1	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	SE APLICA LA NORMA ASTM D 422
2	DENSIDAD DE CAMPO	SE APLICA LA NORMA ASTM D1556
3	PESO ESPECÍFICO DE LOS SÓLIDOS	SE APLICA LA NORMA ASTM D 854
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	SE APLICA LAS NORMAS: ASTM D 2216 ASTM D 4643
5	CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	SE APLICA LA NORMA ASTM D 2487
6	CORTE DIRECTO	SE APLICA LA NORMA ASTM D 3080
7	LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO	SE APLICA LA NORMA ASTM D 4318
8	LÍMITE DE CONTRACCIÓN	SE APLICA LA NORMA ASTM D 427

4.3 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS.

Los resultados que se obtuvieron se presentan en el Anexo – 2, en donde se encuentran los certificados de las pruebas realizadas, se presenta un resumen de los resultados obtenidos:

CUADRO N° 4.3
RESULTADOS DE ENSAYOS EN LABORATORIO

CALICATA	H (m)	MUESTRA	H (m)	SUCS	γ_d (T/m ³)	γ_h (T/m ³)	ϕ (°)	C (Kg/cm ³)	LL	LP	ω (%)	ρ (g/cm ³)
C-1	6.00	M-1	0.60	SM	--	--	28.00	0.00	18.87	NP	10.26	1.65
		M-2	2.00	GM	2.22	2.09	32.00	0.00	10.99	NP	6.26	2.02
C-2	3.00	M-1	0.60	SM	--	--	--	--	23.70	NP	10.64	--
		M-2	2.00	GM	--	--	--	--	26.10	NP	6.24	--
C-3	3.00	M-1	0.20	SM	--	--	--	--	27.75	NP	11.51	1.60
		M-2	2.00	GM	2.06	1.93	--	--	19.60	NP	6.30	2.13

Se utilizaron los promedios de los resultados para poder definir las propiedades de los tipos de suelos y presentar el resumen correspondiente:

CUADRO N° 4.4

suelo	γ (T/m ³)	ϕ (°)	C (Kg/cm ³)	ω (%)	γ_d (T/m ³)	γ_h (T/m ³)	ρ (g/cm ³)
SM	1.62	28.00	0.00	10.80	--	--	1.62
GM	2.75	32.00	0.00	6.27	2.14	2.06	2.75

Del análisis granulométrico es posible establecer también las siguientes propiedades:

CUADRO N° 4.5
RESULTADOS DE LA GRANULOMETRIA

CALICATA	H (m)	MUESTRA	H (m)	SUCS	% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS	D60	D30
C-1	6.00	M-1	0.60	SM	16.46	71.15	12.39	no	0.286
		M-2	2.00	GM	67.84	18.50	13.66	41.899	2.659
C-2	3.00	M-1	0.60	SM	11.70	75.80	12.51	no	0.224
		M-2	2.00	GM	64.58	23.37	12.05	28.822	1.642
C-3	3.00	M-1	0.20	SM	8.08	77.97	13.95	no	0.313
		M-2	2.00	GM	67.12	17.85	15.03	37.069	1.832

Para las tres calicatas existe un porcentaje promedio de gravas del 65%, que el 22% corresponde a las arenas y 13% a limos, esto correspondiente al conglomerado encontrado a partir de un metro de profundidad

Con estos resultados se realizaron los siguientes cálculos para encontrar otras propiedades del suelo, como son:

- La relación de vacíos "e", es el índice entre el volumen de vacíos y de sólidos en la masa del suelo, su cálculo se define como:

$$e = \frac{\text{Volumen vacios}}{\text{Volumen suelo}} = \frac{n}{1-n} \dots(4.1)$$

- La porosidad "n" es la expresión del volumen de vacíos como porcentaje del volumen total de la muestra, no se toma en cuenta la cantidad de agua y aire contenida en los poros, su cálculo se define como:

$$n = \frac{\text{Volumen vacios}}{\text{Volumen total}} \times 100 = 1 - \frac{\gamma_d}{G \cdot \gamma_w} \dots(4.2)$$

Donde:

- γ_d : PESO ESPECIFICO DEL SUELO SECO (T/m³)
- γ_w : PESO ESPECIFICO DEL AGUA (T/m³)
- G : GRAVEDAD ESPECÍFICA.

- La gravedad especifica "G", es la relación entre el peso especifico de un suelo " γ_s ", entre el peso especifico del agua a 4°C.

$$G = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \dots (4.3)$$

Tenemos los siguientes resultados para el suelo tipo "GM":

Contenido de humedad "w" = 6.27%

Peso Especifico Seco " γ_d " = 2.14 T/m³

Peso Especifico Húmedo " γ_h " = 2.06T/m³

Peso Especifico del suelo " γ_s " = 2.75 T/m³

Entonces se calcula la Gravedad Especifica "G", aplicando la ecuación (4.3):

$$G = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{2.75}{1.00} = 2.75$$

Se calcula la porosidad "n" y la relación de vacíos "e", utilizando las ecuaciones (4.1) y (4.2):

$$n = 1 - \frac{\gamma_d}{G \cdot \gamma_w} = 1 - \frac{2.14}{2.75 \cdot 1.00} = 22.20\%$$

$$n = 22.20\%$$

$$e = \frac{n}{1-n} = \frac{0.222}{1-0.222} = 0.285$$

CUADRO N° 4.6
RESULTADOS DE OTRAS PROPIEDADES

SUELO	γ (T/m ³)	ϕ (°)	C (Kg/cm ³)	ω (%)	G	n (%)	e
GM	2.75	32.00	0.00	6.27	2.75	22.20	0.285

Se Debe indicar que los cálculos obtenidos son susceptibles a errores por diversos motivos, como son entre otros:

- La extracción de las muestras.
- El tipo de muestra.
- Los procedimientos manuales en el laboratorio.
- Equipos con falta de calibración.

4.4 ENSAYO DE SALES Y SULFATOS.

Es recomendable realizar un ensayo químico para descartar la posibilidad de la existencia de sales y sulfatos, estos ensayos deberán ser realizados en un laboratorio químico adecuado y registrado para tal fin.

El RNE establece que se deberá indicar las precauciones a tomar en cuenta por el diseñador o el constructor, en tal sentido una de esas indicaciones es el contenido de sales agresivas al concreto.

El RNE también indica las cantidades permisibles expresado en partes por millón, en el Cuadro N° 4.7 se indica lo estipulado por el RNE.

CUADRO N° 4.7
SALES Y SULFATOS PERMISIBLES

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄) ¹ , presente en el suelo, % en peso	Sulfato (SO ₄) En agua p.p.m.	Tipo de cemento	Concreto con agregado de peso normal Relación máxima agua/cemento en peso 1	Concreto con agregados de peso normal y ligero Resistencia mínima a compresión, f _c MPa 1
Despreciable	0,00 ≤ SO ₄ < 0,10	0,00 ≤ SO ₄ < 150	-	-	-
Moderado	0,10 ≤ SO ₄ < 0,20	150 ≤ SO ₄ < 1500	II,IP(MS),IS(MS),P(MS),I(PM)(MS),I(SM)(MS)	0,50	28
Severo	0,20 ≤ SO ₄ < 2,00	1500 ≤ SO ₄ < 10000	V	0,45	31
Muy Severo	SO ₄ > 2,00	SO ₄ > 1000	V mas puzolana 3	0,45	31

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

2 Agua de mar.

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

También en el Comité 318-83 del ACI, presenta el efecto nocivo de los elementos químicos en la cimentación.

CUADRO N° 4.8
GRADO DE ALTERACIÓN DE LA CIMENTACION

PRESENCIA EN EL SUELO	P.P.M.	GRADO DE ALTERACIÓN	OBSERVACIONES
Sulfatos	0 – 1000 1000 – 2000 2000 – 20 000 > 20 000	Leve Moderado Severo Muy severo	Ocasiona un ataque químico del concreto de la cimentación
Cloruros	> 6000	perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos
Sales solubles totales	>15 000	perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación.

Para el caso de nuestro proyecto se realizó un análisis químico en el Laboratorio "LACSA", el certificado se adjunta en el Anexo-2, el resultado del

análisis indica que existe 500 ppm de sulfatos, no se encontró sales solubles ni cloruros.

Podemos indicar entonces que la exposición a sulfatos es leve, en tal sentido el concreto no presentará alteración por efecto de sulfatos y se recomienda utilizar cemento Tipo I.

4.5 ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO.

Del perfil de los registros de sondaje que se presentan se observa que los suelos son homogéneos, superficialmente son suelos finos cuya clasificación es ARENA LIMOSA (SM), no plástico, húmeda a muy húmeda, medianamente compacta, continúan suelos granulares cuya clasificación es GRAVA LIMOSA (GM), no plástica, humedad ligera a saturada, densa a muy densa, que son los suelos que se encuentran bajo el nivel de cimentación y corresponde a parte del lecho antiguo del río Rímac.

Los suelos superficiales tienen las propiedades y características físicas siguientes:

CUADRO N° 4.9
CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS SUPERFICIALES

<i>Permeabilidad</i>	<i>Semipermeable a impermeable</i>
<i>Capilaridad</i>	<i>Elevada a veces perjudicial</i>
<i>Elasticidad</i>	<i>Baja a mediana</i>
<i>Cambios de volumen</i>	<i>Pequeños a elevados</i>
<i>Como terreno de fundación</i>	<i>Malo a regular</i>

Los suelos bajo el nivel de cimentación, tienen las propiedades y características físicas siguientes:

CUADRO N° 4.10
CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS DE FUNDACION

<i>Permeabilidad</i>	<i>Permeable</i>
<i>Capilaridad</i>	<i>Baja</i>
<i>Elasticidad</i>	<i>Muy baja</i>
<i>Cambios de volumen</i>	<i>Muy Pequeños</i>
<i>Como terreno de fundación</i>	<i>Bueno a excelente</i>

De los resultados del cuadro de parámetros físicos deducidos, de los suelos a nivel de cimentación, se comenta lo siguiente, que:

- La proporción de vacíos (e), para la grava limosa es 0.285 y la porosidad (n) es 0.222, es decir que estos suelos se encuentran medianamente compactos.
- La estabilidad de un suelo, depende en gran parte de sus vacíos, de ahí que se aconseje compactar un suelo, para disminuir su volumen de vacíos y darle así mayor estabilidad.
- El grado de saturación (S_r), su valor para este tipo de suelo puede variar de 9.45% a 100.55%, es decir que los suelos se encuentran ligeramente húmedos, tal como se constato en campo.
- Los resultados obtenidos en los análisis químicos en los suelos bajo el nivel de cimentación, indican que no existe posibilidad de que se produzca el fenómeno de lixiviación por no existir sales solubles totales, y su porosidad es baja, que afectarían a la cimentación.

CAPITULO 5

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE.

El comportamiento de las cimentaciones superficiales afectadas por cargas debe tener las siguientes características:

1. La cimentación debe estar diseñada para poder resistir la falla por corte general del suelo que los soporta.
2. Los asentamientos deben ser los permisibles.

La carga por área unitaria de la cimentación bajo la cual ocurre la falla por corte en el suelo se llama capacidad de carga última, las principales tipos de falla que se presentan se representan en el siguiente grafico.

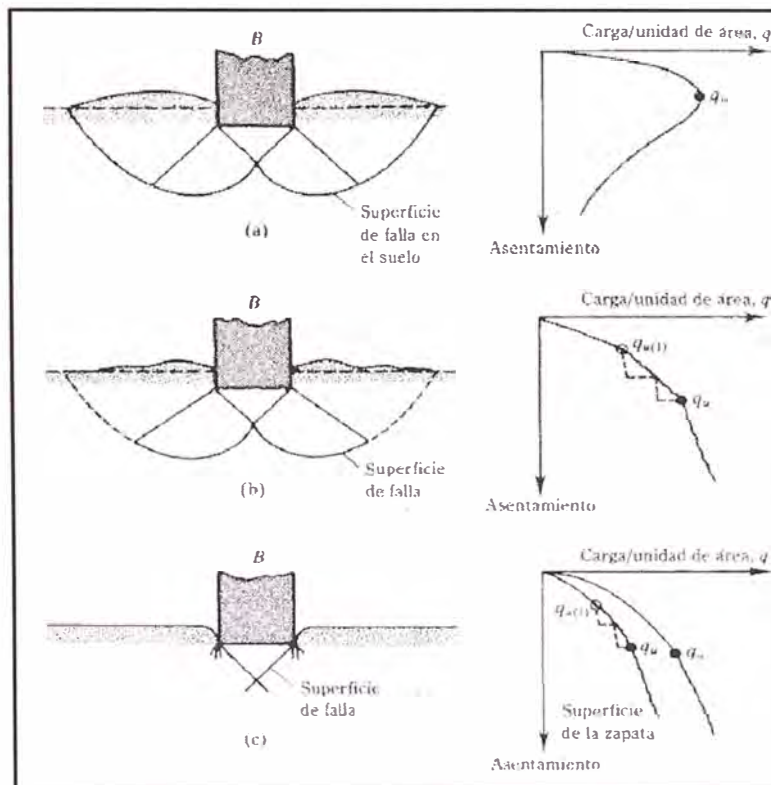


FIGURA N° 5.1

Naturaleza de la falla en suelo por capacidad de carga: (a) falla general por corte; (b) falla local de corte; (c) falla de corte por punzonamiento (Vesic, 1973)

El problema de la capacidad portante de cimientos superficiales se ha solucionado con teoría de plasticidad desde hace ya bastante tiempo (por ejemplo Prandtl, 1923 y Reissner, 1924; Terzaghi, 1943; Brinch-Hansen, 1950; Meyerhof, 1953; Vesic, 1975), suponiendo siempre el terreno de apoyo del cimiento horizontal y de extensión lateral infinita (Figura 5.2).

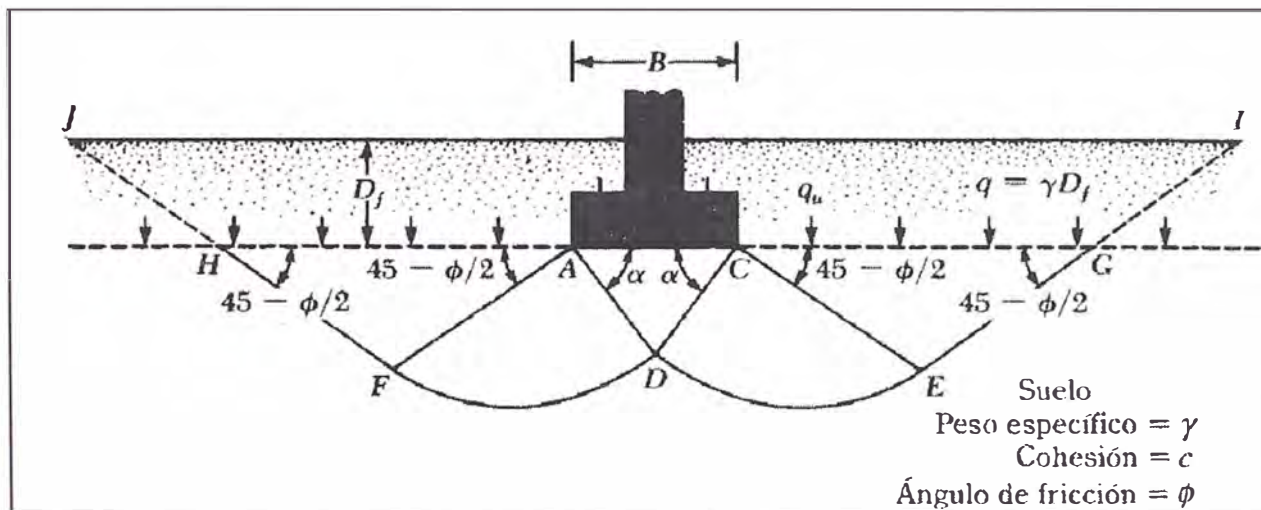


FIGURA N° 5.2

Falla por capacidad de carga en suelo bajo una cimentación rígida corrida

Terzaghi (1943) fue el primero en presentar una teoría completa para evaluar la capacidad de carga última de cimentaciones superficiales. Terzaghi sugirió que para una cimentación corrida (es decir cuando la relación ancho entre longitud de la cimentación tiende a cero), la superficie de falla en el suelo bajo carga última puede suponerse similar a la mostrada en la Figura N°5.1 (caso de Falla general por corte), el efecto del suelo puede suponerse reemplazando por una sobrecarga equivalente efectiva $q = \gamma D_f$, (Donde " γ " es el peso específico del terreno y " D_f " la profundidad de la cimentación).

La zona de falla bajo la cimentación puede separarse en tres partes:

1. La zona triangular ACD inmediatamente debajo de la cimentación.
2. Las zonas de corte radiales ADF y CDE, con las curvas DE y DF como arcos espiral logarítmica.
3. Dos zonas pasivas de Rankine triangulares AFH y CEG.

Se supone que los ángulos CAD y ACD son iguales al ángulo de fricción del suelo “ ϕ ”. Usando el análisis de equilibrio, Terzaghi expreso la capacidad de carga última de la forma:

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma \dots\dots (5.1)$$

En la cual:

q_u = capacidad última del cimiento.

c = cohesión efectiva.

q = sobrecarga externa = $\gamma_1 \times D_f$.

γ_1 = peso unitario del suelo externo.

D_f = altura de suelo externo.

γ = peso unitario del suelo bajo el cimiento.

B = ancho del cimiento.

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad portante que son función de ϕ'

ϕ = ángulo de fricción interna del suelo portante.

En relación con los diferentes factores N se puede decir:

- La solución de la capacidad última realmente corresponde al Segundo Teorema de la Teoría de Plasticidad que evalúa el Limite Superior de la carga de colapso y como tal corresponde a un campo cinemáticamente posible. (Drucker y Prager, 1952)
- Con Teoría de Plasticidad se tiene solución para los factores N_q y N_c en un material sin peso, la cual depende del ángulo α de la cuña central ACD con la horizontal ($\phi \leq \alpha \leq \pi/4 + \phi/2$), y cuya fórmula se dio por primera vez por Prandtl (1920) y Reissner (1924), así:

$$N_c = \tan \alpha + \begin{bmatrix} \cos(\alpha - \phi) \\ \text{sen} \phi \cos \alpha \end{bmatrix} \left[1 + \text{sen} \phi \cdot e^{\left[\left(\frac{3}{2} \pi + \phi - 2 \right) \cdot \tan \phi - 1 \right]} \right] \dots\dots (5.2)$$

$$N_q = \left[\frac{\cos(\alpha - \phi)}{\cos \phi} \right] \tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \cdot e^{\left[\left(\frac{3}{2}\pi + \phi - 2\alpha\right) \tan \phi\right]} \quad (5.3)$$

Para el límite superior de $\alpha = \pi/4 + \phi/2$, que corresponde a un cimiento liso en el cual q_u es el esfuerzo principal mayor:

$$N_q = K_p \cdot e^{\pi \tan \phi} \quad (5.4)$$

Donde K_p :

$$K_p = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) = \frac{(1 + \sin \phi)}{(1 - \sin \phi)}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi \quad (5.5)$$

Las cuales son las expresiones usadas por la mayoría de los autores. Sin embargo Terzaghi (1948) asume que el cimiento es perfectamente rugoso y adopta el límite inferior de $\alpha = \phi$, mientras que Meyerhof (1953) concluye que para este cimiento rugoso $\alpha = 1.2 \phi$. Estas variaciones de α resultan en valores superiores de N_q y N_c en relación con los de las fórmulas 5.3, para los de Terzaghi e inferiores para los de Meyerhof.

- La Teoría de Plasticidad no incluye el peso propio de la masa de suelo que falla y al involucrarlo, con el factor N_γ , hay que apelar a valores semiempíricos o francamente experimentales y hay una gran variedad de soluciones, con valores muy dispares entre los extremos.

En el Cuadro N° 5.1 y Figura N°5.3 se presentan algunos valores desarrollados por diferentes autores y aún no hay unanimidad sobre este factor: Es conveniente recordar, además, que todas estas expresiones sólo son válidas para:

- (a) Cimiento corrido (condición de deformación plana $L \rightarrow \infty$)
- (b) Carga centrada en B
- (c) Carga vertical
- (d) Base de cimiento horizontal
- (e) Terreno horizontal ilimitado
- (f) Sobrecarga vertical externa ($q = \gamma D_f$) uniforme
- (g) Suelo incompresible
- (h) Suelo homogéneo
- (i) Suelo seco (γ) o saturado (γ')
- (j) Resistencia lineal de Mohr-Coulomb
- (k) Esfuerzos efectivos (salvo para $\phi_u = 0^\circ$)

Cuando no se cumple alguna de las condiciones de la (a) a la (g) se usan factores adicionales de corrección o ajuste, en nuestro caso utilizaremos los factores de corrección de Vesic, 1975.

CUADRO N°5.1

VALORES DE N_q , SEGÚN DIFERENTES AUTORES

AUTOR	EXPRESION	RUGOSIDAD	OBSERVACIONES
Terzaghi (1943)	$1/2 \tan \phi' (K_{pg} \sec^2 \phi' - 1)$	Rugoso	K_{pg} especial
Taylor (1948)	$(N_q - 1) \tan (\pi/4 + \phi'/2)$	Rugoso	N_q Prandtl
Meyerhof (1953)	$(N_{qm} - 1) \tan (1.4 \phi')$	Rugoso	N_{qm} Meyerhof
Jiménez-Salas (1954)	$(N_q - 1) \tan (\pi/4 + \phi'/2)$	Rugoso	N_q Prandtl
Feda (1960)	$0.01 \exp (\phi'/4)$		Empírica
Brinch-Hansen (1961)	$1.8 (N_q - 1) \tan \phi'$	Liso	Aprox. Numérica
Caquot-Kérisel (1966)	$1/2 \cot (\pi/4 - \phi'/2) \times [K_p \csc(\pi/4 - \phi'/2) - 1]$	Liso	K_p Boussinesq
De Mello (1969)	$2.06 (N_q - 1) \tan \phi'$	Liso	Aprox. Estadística
Vésic (1975)	$2 (N_q + 1) \tan \phi'$	Liso	Aprox. Numérica
González (1987)	$2 (N_q - 1) \tan \phi'$	Liso	Analogía con q_{crit}

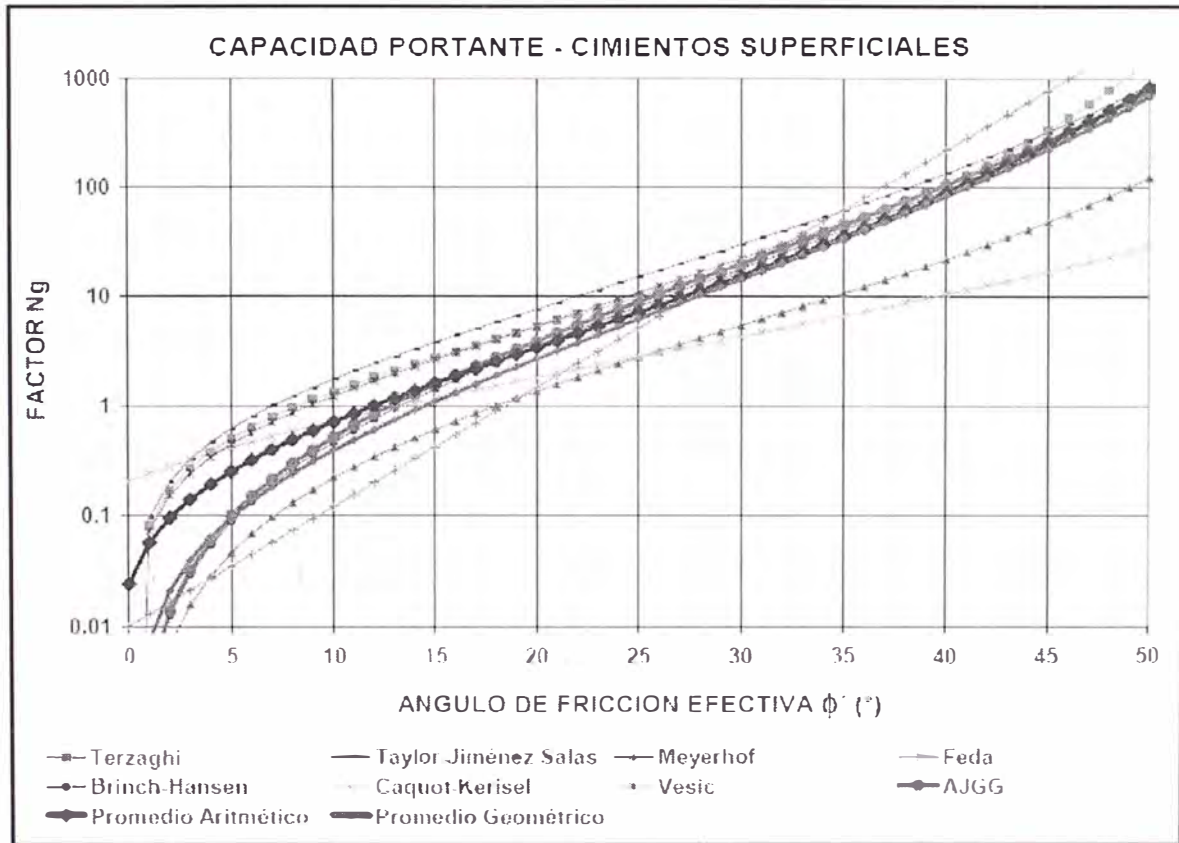


FIGURA Nº 5.3

Capacidad portante en cimientos superficiales

No es la finalidad hacer la reseña histórica de todos los modelos y métodos que han existido para el cálculo de la capacidad portante, se ha querido presentar un resumen de los principales criterios y modelos que se utilizan para el cálculo, en el presente trabajo se aplican los métodos de Terzaghi y Vesic, para el cálculo de la capacidad portante última.

5.1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA.

El cálculo de la capacidad portante última se realizara por medio de los métodos de Terzaghi (1943) y de Vesic (1973), se presentara en forma general la parte teórica de estos métodos.

5.1.1 METODO DE TERZAGHI.

La ecuación (5.1) planteada por Terzaghi esta aplicada por definición para una cimentación corrida, y se definió también para los casos de zapatas cuadradas y circulares las siguientes expresiones:

$$q_u = 1.30 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.40 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \quad (\text{Cimentación cuadrada}) \dots (5.7)$$

$$q_u = 1.30 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.30 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \quad (\text{Cimentación circular}) \dots (5.8)$$

En la ecuación (5.7), "B" es igual a la dimensión de cada lado de la cimentación cuadrada y en la ecuación (5.8) corresponde al diámetro de la cimentación circular.

Para cimentaciones que exhiben falla local por corte, Terzaghi sugirió modificaciones a las ecuaciones, tal como sigue:

$$q_u = \frac{2}{3} \cdot c \cdot N'_c + q \cdot N'_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N'_\gamma \dots (\text{cimentación corrida}) \dots (5.9)$$

$$q_u = 0.867 \cdot c \cdot N'_c + q \cdot N'_q + 0.40 \cdot \gamma \cdot B \cdot N'_\gamma \dots (\text{cimentación cuadrada}) \dots (5.10)$$

$$q_u = 0.867 \cdot c \cdot N'_c + q \cdot N'_q + 0.30 \cdot \gamma \cdot B \cdot N'_\gamma \dots (\text{cimentación circular}) \dots (5.11)$$

N_c , N_q y N_γ son los factores de capacidad de carga. Estos se calculan usando las siguientes ecuaciones:

CUADRO N°5.2
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N_c	$N_c = \cot \phi \left[\frac{e^{2(3\pi/4 - \phi/2) \tan \phi}}{2 \cos^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)} - 1 \right] = \cot \phi (N_q - 1)$
N_q	$N_q = \frac{e^{2(3\pi/4 - \phi/2) \tan \phi}}{2 \cos^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)}$
N_γ	$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$

Los valores de N_c , N_q y N_γ , están indicados en la Tabla N°5.1.

TABLA N°5.1
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI

ϕ	N_c	N_q	N_γ	ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.00
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

Los valores de los factores de carga modificada N'_c , N'_q y N'_γ (ver Tabla N°5.2), se calculan reemplazando ϕ por ϕ' , utilizando la expresión:

$$\phi' = \tan^{-1} \left(\frac{2}{3} \tan \phi \right) \dots\dots\dots(5.12)$$

Las ecuaciones de capacidad de carga de Terzaghi se modificaron para tomar en cuenta los efectos de la relación de (B/L), es decir para los casos en donde $B \neq L$ y $L \neq 0$. La ecuación de Terzaghi proporciona resultados aceptables considerando la incertidumbre del comportamiento del suelo.

TABLA N°5.2
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA MODIFICADOS DE TERZAGHI

ϕ	N_c'	N_q'	N_r'	ϕ	N_c'	N_q'	N_r'
0	5.70	1.00	0.00	26	15.53	6.05	2.59
1	5.90	1.07	0.005	27	16.30	6.54	2.88
2	6.10	1.14	0.02	28	17.13	7.07	3.24
3	6.30	1.22	0.04	29	18.03	7.66	3.76
4	6.51	1.30	0.055	30	18.99	8.31	4.39
5	6.74	1.39	0.074	31	20.03	9.03	4.83
6	6.97	1.49	0.10	32	21.16	9.82	5.51
7	7.22	1.59	0.128	33	22.39	10.69	6.32
8	7.47	1.70	0.16	34	23.72	11.67	7.22
9	7.74	1.82	0.20	35	25.18	12.75	8.35
10	8.02	1.94	0.24	36	26.77	13.97	9.41
11	8.32	2.08	0.30	37	28.51	15.32	10.90
12	8.63	2.22	0.35	38	30.43	16.85	12.75
13	8.96	2.38	0.42	39	32.53	18.56	14.71
14	9.31	2.55	0.48	40	34.87	20.50	17.22
15	9.67	2.73	0.57	41	37.45	22.70	19.75
16	10.06	2.92	0.67	42	40.33	25.21	22.50
17	10.47	3.13	0.76	43	43.54	28.06	26.25
18	10.90	3.36	0.88	44	47.13	31.34	30.40
19	11.36	3.61	1.03	45	51.17	35.11	36.00
20	11.85	3.88	1.12	46	55.73	39.48	41.70
21	12.37	4.17	1.35	47	60.91	44.45	49.30
22	12.92	4.48	1.55	48	66.80	50.46	59.25
23	13.51	4.82	1.74	49	73.55	57.41	71.45
24	14.14	5.20	1.97	50	81.31	65.60	85.75
25	14.80	5.60	2.25				

5.1.2 APLICACIÓN DEL METODO DE TERZAGHI.

Se tiene los siguientes datos obtenidos en los ensayos realizados:

CUADRO N°5.3
PROPIEDADES FISICAS DE LOS SUELOS TIPO

suelo	γ (t/m^3)	ϕ ($^\circ$)	c (kg/cm^2)	ω (%)	γ_d (t/m^3)	γ_h (t/m^3)	ρ (gr/cm^3)
SM	1.62	28.00	0.00	10.80	--	--	1.62
GM	2.75	32.00	0.00	6.27	2.14	2.06	2.75

Y se considera lo siguiente:

CUADRO N°5.4
OTRAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS TIPO

SUELO	γ (t/m^3)	ϕ ($^\circ$)	E (t/m^2)	μ
SM	1.62	28.00	1000	0.30
GM	2.75	32.00	5000	0.15

Se considera como suelo de fundación el "GM", en donde deben descansar los cimientos a una profundidad mínima de 1.30 m (estos contados desde el nivel de piso terminado del semisótano), se calculan los factores de forma para un ángulo de fricción interna $\phi = 32.00^\circ$, según la Tabla N° 5.1: $N_q = 28.52$, $N_c = 44.04$ y $N_\gamma = 26.87$

Para una profundidad de cimentación $D_f = 2.80$ m, tenemos los siguientes resultados de la capacidad última para un cimiento corrido, cimiento cuadrado y cimiento circular, se considera un Factor de seguridad de 3.00.

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS} \dots (5.13)$$

En el Cuadro N°5.5 se presentan los resultados de la aplicación de la ecuación (5.1), (5.9), (5.10), (5.11) y (5.13), como también el cálculo de la capacidad portante admisible con un Factor de Seguridad $FS = 3.0$

CUADRO N°5.5

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE PARA $D_f = 2.80m$

B	Capacidad Portante Ultima " q_u "			Capacidad Admisible " q_{adm} "		
	CIMENTACION			CIMENTACION		
	CORRIDA (kg/cm ²)	CUADRADA (kg/cm ²)	CIRCULAR (kg/cm ²)	CORRIDA (kg/cm ²)	CUADRADA (kg/cm ²)	CIRCULAR (kg/cm ²)
0.60	24.18	23.73	23.29	8.06	7.91	7.76
0.70	24.55	24.03	23.51	8.18	8.01	7.84
0.80	24.92	24.32	23.73	8.31	8.11	7.91
0.90	25.29	24.62	23.96	8.43	8.21	7.99
1.00	25.66	24.92	24.18	8.55	8.31	8.06
1.10	26.02	25.21	24.40	8.67	8.40	8.13
1.20	26.39	25.51	24.62	8.80	8.50	8.21
1.30	26.76	25.80	24.84	8.92	8.60	8.28
1.40	27.13	26.10	25.06	9.04	8.70	8.35
1.50	27.50	26.39	25.29	9.17	8.80	8.43
1.60	27.87	26.69	25.51	9.29	8.90	8.50
1.70	28.24	26.99	25.73	9.41	9.00	8.58
1.80	28.61	27.28	25.95	9.54	9.09	8.65
1.90	28.98	27.58	26.17	9.66	9.19	8.72
2.00	29.35	27.87	26.39	9.78	9.29	8.80
2.10	29.72	28.17	26.62	9.91	9.39	8.87
2.20	30.09	28.46	26.84	10.03	9.49	8.95
2.30	30.46	28.76	27.06	10.15	9.59	9.02
2.40	30.83	29.05	27.28	10.28	9.68	9.09
2.50	31.20	29.35	27.50	10.40	9.78	9.17
2.60	31.57	29.65	27.72	10.52	9.88	9.24

5.1.2 METODO DE SEDMAK VESIC, ALEKSANDER.

La ecuación general planteada por Meyerhof (1963) sugirió esta ecuación para poder superar las limitaciones de los criterios tomados por Terzaghi (1943), pudiendo aplicarla para cimentaciones rectangulares ($0 < B/L < 1$), además toma en cuenta la resistencia cortante a lo largo de la superficie de falla en el suelo que se encuentra por encima del fondo de la cimentación en la Figura N° 5.1 esta representada como GI y HJ, además la carga sobre la cimentación puede estar inclinada, se sugirió lo siguiente:

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i} \dots (5.14)$$

Donde:

q_u = capacidad última del cimiento.

c = cohesión efectiva.

q = sobrecarga externa = $\gamma_1 \times D_f$.

γ_1 = peso unitario del suelo externo.

D_f = nivel de la cimentación.

γ = peso unitario del suelo bajo el cimiento.

B = ancho del cimiento.

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad portante, función de ϕ , ver Tabla N°5.3.

ϕ = ángulo de fricción interna del suelo portante.

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$ = Factores de forma.

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$ = Factores de profundidad.

$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$ = Factores por inclinación de carga.

La ecuación (5.14), fue modificada para tomar en cuenta el cambio de falla en el suelo "falla local por corte", el cambio se debe a la compresibilidad del suelo, para tomar la compresibilidad del suelo Vesic propuso la siguiente modificación:

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{cc} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qc} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma c} \dots (5.15)$$

En donde F_{cc} , F_{qc} , $F_{\gamma c}$ son los factores de compresibilidad del suelo. Los factores de compresibilidad del suelo, fueron obtenidos por Vesic a partir de la analogía de expansión de cavidades. De acuerdo con esta teoría, para calcular estos factores deben darse los siguientes pasos:

1. Calcule el Índice de rigidez " I_r " del suelo a una profundidad aproximada de $B/2$ por debajo del fondo de la cimentación:

$$I_r = \frac{G}{c + q \cdot \tan \phi} \dots (5.16)$$

Donde:

G = modulo cortante del suelo.

q = presión efectiva de sobrecarga a una profundidad de $D_f + B/2$

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)} \dots (5.17)$$

Donde:

E = Modulo de elasticidad (KN/m^2)

μ = Modulo de Poisson.

En los siguientes Cuadros N° 5.6 y 5.7 se indican los valores de " μ " y " E " para los diferentes tipos de suelos:

CUADRO N° 5.6
VALORES DEL MÓDULO DE POISSON

TIPO DE SUELO	μ
ARCILLA SATURADA	0.40 – 0.50
ARCILLA NO SATURADA	0.10 – 0.30
ARCILLA ARENOSA	0.20 – 0.30
LIMO	0.30 – 0.35
ARENA DENSA	0.20 – 0.40
ARENA DE GRANO GRUESO	0.15
ARENA DE GRANO FINO	0.20
ROCA	0.10 – 0.40
LOESS	0.10 – 0.30
CONCRETO	0.15

CUADRO N° 5.7
VALORES DEL MÓDULO DE YOUNG

TIPO DE SUELO	E (t/m ²)
ARCILLA MUY BLANDA	30 – 300
ARCILLA BLANDA	200 – 400
ARCILLA MEDIA	450 – 900
ARCILLA DURA	700 – 2000
ARCILLA ARENOSA	3000 – 4250
SUELOS GLACIARES	1000 – 16000
LOESS	1500 – 6000
ARENA LIMOSA	500 – 2000
ARENA SUELTA	1000 – 2500
ARENA DENSA	5000 – 10000
GRAVA ARENOSA DENSA	8000 – 20000
GRAVA ARENOSA SUELTA	5000 – 14000
ARCILLA ESQUISTOSA	14000 – 140000
LIMOS	200 - 2000

2. El índice de rigidez crítico " $I_{r(cr)}$ " se expresa como:

$$I_{r(cr)} = \frac{1}{2} \cdot e^{\left[(3.30 - 0.45 \frac{B}{L}) \cdot \cot(45 - \frac{\phi}{2}) \right]} \dots (5.18)$$

Las variaciones para el $I_{r(cr)}$ para $B/L = 0$ y $B/L = 1$ se muestran en la Cuadro N° 5.8.

CUADRO N° 5.8
VARIACIÓN DE $I_{r(cr)}$ CON ϕ y B/L

ϕ (°)	$I_{r(cr)}$		ϕ (°)	$I_{r(cr)}$	
	$B/L = 0$	$B/L = 1$		$B/L = 0$	$B/L = 1$
0	13	8	30	152	70
5	18	11	35	283	120
10	25	15	45	592	225
15	37	20	40	1442	485
20	55	30	50	4330	1258
25	89	44			

¹ Segun Vesic (1973)

3. Se cumple lo siguiente:

$$l_r \geq l_{r(cr)} : F_{cc} = F_{qc} = F_{\gamma c} = 1 \dots (5.19)$$

$$l_r < l_{r(cr)} : F_{\gamma c} = F_{qc} = e^{(-4.40 + 0.60 \cdot \frac{B}{L}) \cdot \tan \phi + (\frac{3.07 \cdot \text{sen} \phi \cdot \log 2I_r}{1 + \text{sen} \phi})} \dots (5.20)$$

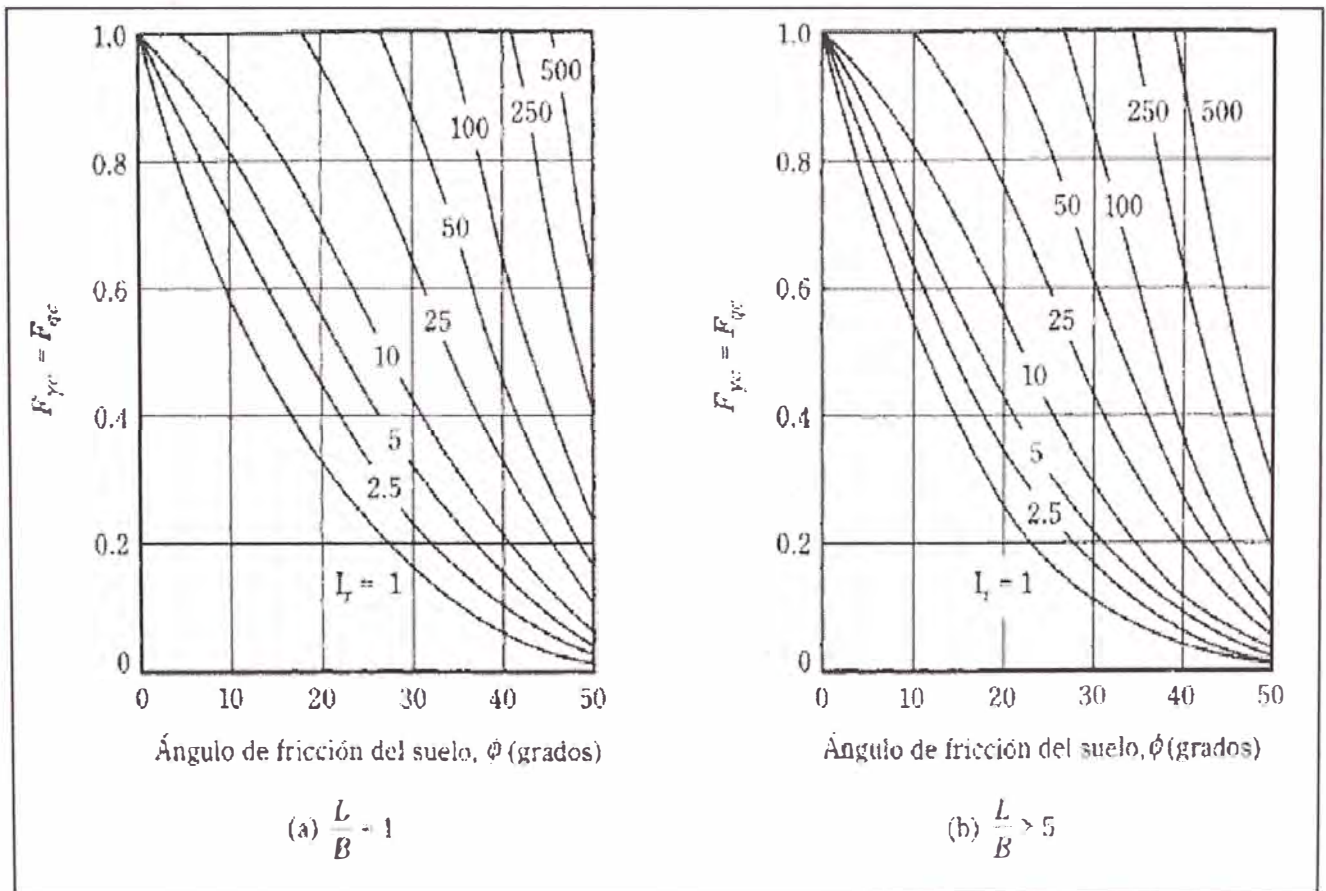


FIGURA N° 5.4

Variación de $F_{qc} = F_{\gamma c}$ con l_r y ϕ

La Figura N° 5.4 muestra la variación de $F_{qc} = F_{\gamma c}$, de la Ecuación 5.20 con ϕ e l_r , podemos precisar:

Para $\phi = 0^\circ$

$$F_{cc} = 0.32 + 0.12 \cdot \frac{B}{L} + 0.60 \cdot \log I_r \dots (5.21)$$

Para $\phi > 0^\circ$:

$$F_{cc} = F_{qc} - \frac{1 - F_{qc}}{N_q \tan \phi} \dots (5.22)$$

El Cuadro N° 5.9, indica los métodos para calcular los restantes factores de forma:

CUADRO N° 5.9
RELACION PARA EL CÁLCULO DE LOS FACTORES DE FORMA

FACTOR	RELACION	FUENTE
FORMA	$F_{cs} = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$ $F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$ $F_{\gamma s} = 1 - 0.40 \frac{B}{L}$ <p>Donde "L" es la longitud de la cimentación (L > B)</p>	De Beer (1970) Hansen (1970)
PROFUNDIDAD	<p>Condición (a): $D_f/B \leq 1$</p> $F_{cd} = 1 + 0.40 \cdot \frac{D_f}{B}$ $F_{qd} = 1 + 2 \cdot \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{D_f}{B}$ $F_{\gamma d} = 1$ <p>Condición (b): $D_f/B > 1$</p> $F_{cd} = 1 + 0.40 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$ $F_{qd} = 1 + 2 \cdot \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$ $F_{\gamma d} = 1$	Hansen (1970)

* Estos factores de forma son relaciones empíricas basadas en numerosas pruebas de laboratorio.

** El factor $\tan^{-1}(D_f/B)$ esta en radianes.

5.1.3 APLICACION DEL METODO DE VESIC.

Se tiene los siguientes datos obtenidos en los ensayos realizados según el Cuadro N°5.3, y considerando los valores del Cuadro N°5.4. Entonces se calcula el valor de "G", para el caso de "GM":

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \frac{5000}{2 \cdot (1+0.15)} = 2173.93 \text{ t/m}^2$$

Entonces el valor de I_r e $I_{r(cr)}$ se presentan en la siguiente Cuadro N°5.10:

CUADRO N° 5.10
CALCULO DE I_r , $I_{r(cr)}$

B (m)	L (m)	B / L	q (t/m ²)	I_r	$I_{r(cr)}$
1.00	1.00	1.00	9.08	383.36	85.49
1.00	1.20	0.83	9.08	383.36	97.87
1.00	1.50	0.67	9.08	383.36	112.05
1.20	1.20	1.00	9.35	372.08	85.49
1.20	1.50	0.80	9.35	372.08	100.56
1.20	1.80	0.67	9.35	372.08	112.05
1.40	1.40	1.00	9.63	361.45	85.49
1.40	1.80	0.78	9.63	361.45	102.39
1.40	2.00	0.70	9.63	361.45	109.06
1.60	1.60	1.00	9.90	351.41	85.49
1.60	1.80	0.89	9.90	351.41	93.56
1.60	2.00	0.80	9.90	351.41	100.56
1.80	1.80	1.00	10.18	341.91	85.49
1.80	2.00	0.90	10.18	341.91	92.72
1.80	2.20	0.82	10.18	341.91	99.08
2.00	2.00	1.00	10.45	332.92	85.49
2.00	2.20	0.91	10.45	332.92	92.04
2.00	2.40	0.83	10.45	332.92	97.87
2.20	2.20	1.00	10.73	324.38	85.49
2.20	2.40	0.92	10.73	324.38	91.47

En todos los casos $I_r > I_{r(cr)}$, por tanto se aplica la Ecuación N°5.19:

$$F_{cc} = F_{qc} = F_{yc} = 1$$

Se procede a calcular los otros factores de forma, según la Cuadro N°5.9, pero antes utilizando la Tabla N° 5.3 se calculan los factores de carga:

Para un $\phi = 32^\circ$:

$$N_q = 23.18, N_c = 35.49 \text{ y } N_\gamma = 30.22.$$

Entonces en el Cuadro N° 5.11 se presentan los resultados para F_{cs} , F_{qs} y $F_{\gamma s}$:

TABLA N°5.3
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA POR VESIC

ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan\phi$	ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan\phi$
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

CUADRO N° 5.11
RESULTADOS PARA F_{cs} , F_{qs} y F_{ys}

B (m)	L (m)	B/L	N_q/N_c	F_{cs}	F_{qs}	F_{ys}
1.00	1.20	0.83	0.65	1.54	1.52	0.67
1.00	1.50	0.67	0.65	1.44	1.42	0.73
1.20	1.50	0.80	0.65	1.52	1.50	0.68
1.20	1.80	0.67	0.65	1.44	1.42	0.73
1.40	1.80	0.78	0.65	1.51	1.49	0.69
1.40	2.00	0.70	0.65	1.46	1.44	0.72
1.60	1.80	0.89	0.65	1.58	1.56	0.64
1.60	2.00	0.80	0.65	1.52	1.50	0.68
1.80	2.00	0.90	0.65	1.59	1.56	0.64
1.80	2.20	0.82	0.65	1.53	1.51	0.67
2.00	2.20	0.91	0.65	1.59	1.57	0.64
2.00	2.40	0.83	0.65	1.54	1.52	0.67
2.20	2.40	0.92	0.65	1.60	1.57	0.63
2.20	2.60	0.85	0.65	1.55	1.53	0.66
2.40	2.60	0.92	0.65	1.60	1.58	0.63
2.40	2.80	0.86	0.65	1.56	1.54	0.66

Entonces en el Cuadro N° 5.12 se presentan los resultados para F_{cs} , F_{qs} y F_{ys} , teniendo en cuenta lo indicado en el Cuadro N°5.9. Para un $D_f = 2.80$ m, se tiene:

CUADRO N° 5.12
RESULTADOS PARA F_{cd} , F_{qd} y F_{yd}

B (m)	L (m)	B/L	D_f/B	CONDICIÓN	F_{cd}	F_{qd}	F_{yd}
1.00	1.20	0.83	2.80	b	1.49	1.34	1.00
1.00	1.50	0.67	2.80	b	1.49	1.34	1.00
1.20	1.50	0.80	2.33	b	1.47	1.32	1.00
1.20	1.80	0.67	2.33	b	1.47	1.32	1.00
1.40	1.80	0.78	2.00	b	1.44	1.31	1.00
1.40	2.00	0.70	2.00	b	1.44	1.31	1.00
1.60	1.80	0.89	1.75	b	1.42	1.29	1.00
1.60	2.00	0.80	1.75	b	1.42	1.29	1.00
1.80	2.00	0.90	1.56	b	1.40	1.28	1.00
1.80	2.20	0.82	1.56	b	1.40	1.28	1.00
2.00	2.20	0.91	1.40	b	1.38	1.26	1.00
2.00	2.40	0.83	1.40	b	1.38	1.26	1.00
2.20	2.40	0.92	1.27	b	1.36	1.25	1.00
2.20	2.60	0.85	1.27	b	1.36	1.25	1.00
2.40	2.60	0.92	1.17	b	1.34	1.24	1.00
2.40	2.80	0.86	1.17	b	1.34	1.24	1.00

Se considera un Factor de seguridad de 3.00, además se calcula también la capacidad portante admisible según la Ecuación N° 5.11 y la capacidad portante neta según:

$$q_{\text{net}(u)} = q_u - q \quad \dots(5.21)$$

Teniendo los siguientes datos:

- Factor de Seguridad "FS", FS= 3.0
- Nivel de cimentación "D_f", D_f = 2.80 m
- Sobrecarga externa "q", q = γ x D_f

Aplicando la Ecuación 5.11, 5.13 y 5.21, como las consideraciones del Cuadro N°5.9, se tiene los siguientes resultados en el Cuadro N°5.15:

CUADRO N° 5.15
RESULTADOS DE LA CAPACIDAD PORTANTE

B (m)	L (m)	B / L	D _f /B	F _{cs}	F _{qs}	F _{γs}	F _{cd}	F _{qd}	F _{γd}	q _u (kg/cm ²)	q _{ad} (kg/cm ²)	q _{net} (kg/cm ²)
1.00	1.00	1.00	2.80	1.65	1.62	0.60	1.49	1.34	1.00	41.33	13.78	40.56
1.00	1.20	0.83	2.80	1.54	1.52	0.67	1.49	1.34	1.00	39.12	13.04	38.35
1.00	1.50	0.67	2.80	1.44	1.42	0.73	1.49	1.34	1.00	36.90	12.30	36.13
1.20	1.20	1.00	2.33	1.65	1.62	0.60	1.47	1.32	1.00	41.33	13.78	40.56
1.20	1.50	0.80	2.33	1.52	1.50	0.68	1.47	1.32	1.00	38.78	12.93	38.01
1.20	1.80	0.67	2.33	1.44	1.42	0.73	1.47	1.32	1.00	37.08	12.36	36.31
1.40	1.40	1.00	2.00	1.65	1.62	0.60	1.44	1.31	1.00	41.36	13.79	40.59
1.40	1.80	0.78	2.00	1.51	1.49	0.69	1.44	1.31	1.00	38.64	12.88	37.87
1.40	2.00	0.70	2.00	1.46	1.44	0.72	1.44	1.31	1.00	37.69	12.56	36.92
1.60	1.60	1.00	1.75	1.65	1.62	0.60	1.42	1.29	1.00	41.41	13.80	40.64
1.60	1.80	0.89	1.75	1.58	1.56	0.64	1.42	1.29	1.00	40.11	13.37	39.34
1.60	2.00	0.80	1.75	1.52	1.50	0.68	1.42	1.29	1.00	39.07	13.02	38.30
1.80	1.80	1.00	1.56	1.65	1.62	0.60	1.40	1.28	1.00	41.49	13.83	40.72
1.80	2.00	0.90	1.56	1.59	1.56	0.64	1.40	1.28	1.00	40.37	13.46	39.60
1.80	2.20	0.82	1.56	1.53	1.51	0.67	1.40	1.28	1.00	39.45	13.15	38.68
2.00	2.00	1.00	1.40	1.65	1.62	0.60	1.38	1.26	1.00	41.60	13.87	40.83
2.00	2.20	0.91	1.40	1.59	1.57	0.64	1.38	1.26	1.00	40.62	13.54	39.85
2.00	2.40	0.83	1.40	1.54	1.52	0.67	1.38	1.26	1.00	39.81	13.27	39.04
2.20	2.20	1.00	1.27	1.65	1.62	0.60	1.36	1.25	1.00	41.73	13.91	40.96
2.20	2.40	0.92	1.27	1.60	1.57	0.63	1.36	1.25	1.00	40.88	13.63	40.11
2.20	2.60	0.85	1.27	1.55	1.53	0.66	1.36	1.25	1.00	40.15	13.38	39.38
2.40	2.40	1.00	1.17	1.65	1.62	0.60	1.34	1.24	1.00	41.89	13.96	41.12
2.40	2.60	0.92	1.17	1.60	1.58	0.63	1.34	1.24	1.00	41.14	13.71	40.37
2.40	2.80	0.86	1.17	1.56	1.54	0.66	1.34	1.24	1.00	40.49	13.50	39.72

CAPITULO 6

EFECTO DE LA FUERZA SISMICA

La respuesta de una estructura que está sometida a un sismo, depende de las características dinámicas de la estructura y de las características del sismo. Estas últimas dependen de las propiedades dinámicas del terreno de fundación y la distancia al epicentro (Ver Figura N°6.1). Del tipo de terreno dependen las frecuencias predominantes en las ondas del sismo y la distancia es importante por que las frecuencias más altas se van atenuando a medida que la distancia al foco es mayor.

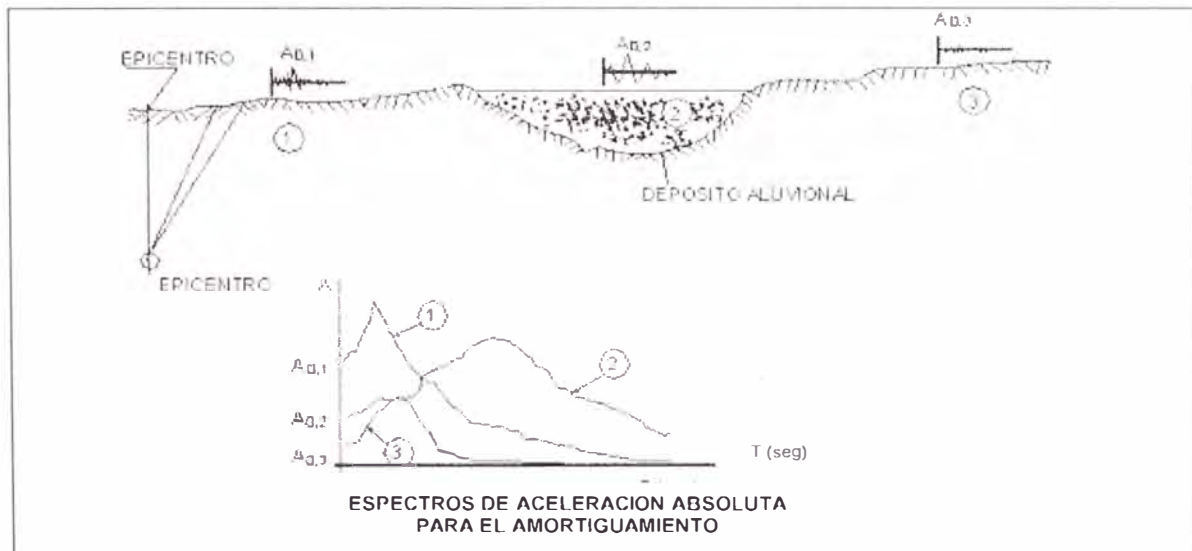


FIGURA N°6.1

Comportamiento de las ondas sísmicas

Es evidente que la naturaleza del terreno tiene una gran importancia en los colapsos de estructuras durante los terremotos. Se ha observado en general, que en suelos firmes, las construcciones han sufrido menos daños que las estructuras cimentadas en suelos blandos. Pero por otro lado, se han reportado casos en que construcciones situadas en terrenos blandos han sufrido menos daños que otras ubicadas en terrenos firmes. Por ello se recomienda emplear estructuras flexibles en suelos firmes y estructuras rígidas en suelo blando, a pesar de que esto ocasiona problemas de cimentación para las estructuras rígidas apoyadas en suelo blando.

Un factor a considerar es que la correlación entre el daño y la duración del sismo es mayor en los suelos blandos.

6.1 INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA.

Uno de los objetivos en la determinación de las propiedades de esfuerzo-deformación de los suelos es el uso de estas propiedades mecánicas, para estimar desplazamientos verticales y horizontales en la masa del suelo cuando éste se somete a un incremento de esfuerzo. En la interfase de la estructura de cimentación y el suelo se originan desplazamientos debido a las cargas que transmite la cimentación dando lugar a desplazamientos totales y diferenciales.

Los desplazamientos diferenciales de la estructura deberán ser iguales a los originados en la superficie de apoyo de la cimentación. Así pues, la estructura de la cimentación junto con las cargas que obran sobre ella y las reacciones que se provocan en el suelo se sujetará a una determinada configuración, igual a la que el suelo adoptará debido a las reacciones que éste aporta a la estructura de cimentación para su equilibrio. La configuración de esfuerzos y deformaciones en la superficie de contacto dependerá de la rigidez de la estructura de la cimentación, de la deformabilidad del subsuelo y de la distribución de cargas que se apliquen sobre a estructura de la cimentación.

La interacción entre la estructura de cimentación y el suelo consistirá en encontrar un sistema de reacciones que aplicadas simultáneamente a la estructura de cimentación y a la masa del suelo produzcan la misma configuración de desplazamientos diferenciales entre los dos elementos.

6.2 EFECTO DE LA FUERZA SISMICA.

Los movimientos sísmicos pueden ocasionar los siguientes efectos:

- Grietas en el suelo.
- Cambios en el caudal de manantiales y pozos.
- Asentamientos diferenciales del suelo, fundamentalmente en terrenos sueltos y con gran cantidad de agua.

- Licuefacción de terrenos saturados de agua, sobre todo cuando la sacudida tiene gran duración.
- Desplazamiento del terreno a lo largo de la falla (lo que provocaría los desplazamientos de las edificaciones situadas en laderas)

6.3 ORIGEN DE LOS DAÑOS.

En terrenos, el origen de los daños está en la magnitud de los movimientos provocados por las sacudidas sísmicas, la cual va a depender de los siguientes factores:

- La naturaleza del terreno. La composición de la capa más superficial influye decisivamente en las características finales de la sacudida sísmica.

Los movimientos sísmicos dependerán de la composición y las propiedades físicas de la capa cercana a la superficie del terreno, siendo el movimiento del terreno mayor cuánto más blando sea éste, más gruesa sea la capa del suelo y, sobre todo, cuando dicha capa esté saturada de agua.

En terrenos blandos saturados de agua, durante sacudidas fuertes y largas, el suelo se comportará y fluirá como un líquido debido a que las vibraciones sísmicas aplican fuerzas al fluido que rellena los huecos entre los granos de arena, causando la salida de agua y fango a la superficie durante la sacudida. Esto, compacta los granos de arena y provoca asentamientos del terreno o deslizamientos, al producirse una sensible disminución de la resistencia en los estratos afectados y perder las estructuras su base de apoyo. La licuación ocurre particularmente cuando el nivel del agua subterránea es superficial y en zonas como lechos fluviales, estuarios, rellenos artificiales, etc. Las vibraciones también pueden producir asientos en rellenos y suelos granulares flojos (Ver Figura N°6.2 y Figura N°6.3).




ANTES	DURANTE	DESPUES
		
Los granos de arena están solo un poco compactados	Los granos están mas sueltos. agua y todo salen a la superficie	Los granos de compactan mas y el suelo se hunde

FIGURA N°6.2

Comportamiento del suelo bajo el efecto de un sismo

- Pendiente del terreno. Los daños se concentran en áreas donde existen suelos poco firmes y donde hay zonas deslizantes. Los desplazamientos de tierras son más frecuentes en terrenos que forman taludes, cuando existen muros de contención y en rellenos flojos o insuficientemente compactados, después de un terremoto suelen producirse asentamientos que afectan a las edificaciones.
- Cercanía a las fallas activas. La fuerza del movimiento decrecerá a medida que se sitúe más lejos del epicentro.

CUADRO N°6.1

EFFECTOS SEGÚN TIPO DE TERRENO

TIPO DE TERRENO	ACCION SOBRE LA VIBRACION	EFFECTOS PROBABLES
Roca estable	No se incrementa	El terreno se mantiene firme
Roca no estable	Apenas incrementa	Puede haber desprendimientos
Suelo no consolidado	Se incrementa	El suelo pierde su firmeza, tanto mas cuanto mas agua contenga
Suelo blando o rellenos	Se incrementa mucho	Asentamientos del suelo, deslizamientos, posible licuación

Los daños producidos en la cimentación se deben a:

- Adopción de una solución inadecuada al tipo de terreno (poca profundidad de las cimentaciones y mala calidad de los materiales).
- Cimentación insuficiente.
- Falta de arriostramiento de la cimentación.
- En terrenos arcillosos, falta de uniformidad en el reparto de las cargas en planta del edificio para que la carga por unidad de superficie sea la misma.

6.4 PREVENCIÓN DE LOS DAÑOS.

Es necesario tener las siguientes consideraciones tanto en el diseño como en los procesos constructivos:

- Evitar construir en laderas con tendencias a deslizamientos.
- En caso de construir en ladera, evitar la coexistencia en una misma unidad estructural de sistemas de cimentación superficiales y profundos.
- Cimentar sobre un terreno de características geotécnicas homogéneas. De presentar discontinuidades, se dispondría de juntas que independizarán unas partes de otras.
- Emplear estructuras flexibles en suelos firmes y estructuras rígidas en suelo blando.
- Antes de construir, es conveniente saber si se puede producir la licuación del terreno sobre el que se va a apoyar el edificio; debiendo tomarse las medidas oportunas ante suelos susceptibles de licuación o bien evitar la cimentación superficial (en caso de ser una capa de tierra pequeña se puede sustituir o tomar como base de cimentación una amplia losa muy rígida que reduzca los daños en caso de producirse el fallo).
- Debe garantizarse el amarre en dos direcciones de los elementos de cimentación.
- Los sistemas de concreto colocado in situ, constituyen diafragmas horizontales suficientemente rígidos para transmitir los efectos sísmicos a los muros resistentes en cada dirección, lo que mejora notablemente el

comportamiento tanto bajo fuerzas laterales debidas al sismo como bajo el efecto de hundimientos diferenciales en zonas de terreno compresible.

6.5 APLICACIÓN DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES.

El RNE incluye la Norma Técnica E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE”, en el se establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde, su aplicación es en el diseño de todos los edificios nuevos, a la evaluación y reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resultaren dañadas por la acción de los sismos.

La aplicación del RNE en el estudio geotécnico se indica en la misma norma, en las consideraciones geotécnicas, se define la ecuación de la fuerza cortante en la base:

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P \quad (6.1)$$

Donde:

Z: Factor de Zona

U: Factor de Uso

S: Factor de Suelo

C: Factor de Amplificación Sísmico

R: Coeficiente de Reducción.

P: Peso Total de la Edificación.

En el estudio de suelos se definirá los parámetros sismorresistentes en un cuadro resumen.

- Se indica la ubicación del proyecto para definir la zonificación correspondiente, según lo indicado en la Cuadro N° 6.2 y Figura N° 6.3

CUADRO N° 6.2
FACTORES DE ZONA

ZONA	Z
3	0.40
2	0.30
1	0.15



FIGURA N°6.3

Mapa de zonificación sísmica

- Se define el perfil del suelo según lo indicado en la Cuadro N°6.3.

CUADRO N°6.3
PARAMETROS DEL SUELO

TIPO	DESCRIPCION	$T_{P(S)}$	S
S ₁	ROCA O SUELOS MUY RIGIDOS	0.40	1.00
S ₂	SUELOS INTERMEDIOS	0.60	1.20
S ₃	SUELOS FLEXIBLES O CON ESTRATOS DE GRAN ESPESOR	0.90	1.40
S ₄	CONDICIONES EXEPCIONALES	*	*

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

- Calculo del factor de amplificación sísmica, de acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$C = 2.50 \cdot \frac{T_p}{T}; C \leq 2.50 \dots\dots\dots (6.2)$$

“T” es el período fundamental del edificio, se estimará para cada dirección.

- De la estructuración se define el parámetro “R”, según el Cuadro N° 6.4 y Cuadro N° 6.5:

CUADRO N°6.4

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
SISTEMA ESTRUCTURA	COEFICIENTE DE REDUCCION “R” PARA ESTRUCTURAS REGULARES(*)(**)
ACERO	
PORTICOS DUCTILES CON UNIONES RESISTENTES AL MOMENTOS	9.50
OTRAS ESTRUCTURAS DE ACERO	
ARRIOSTRES EXCENTRICOS	6.50
ARRIOSTRES EN CRUZ	6.00
CONCRETO ARMADO	
PORTICOS ¹	9.00
DUAL ²	7.00
DE MUROS ESTRUCTURALES ³	6.00
MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA ⁴	4.00
ALBAÑILERIA ARMADA O CONFINADA ⁵	3.00
MADERA (POR ESFUERZOS ADMISIBLES)	7.00

1. Por lo menos el 80% del cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos que cumplan los requisitos de la NTE E.060 Concreto Armado. En caso se tengan muros estructurales, estos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.

2. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. Los pórticos deberán ser diseñados para tomar por lo menos 25% del cortante en la base. Los muros estructurales serán diseñados para las fuerzas obtenidas del análisis según Artículo 16 (16.2)

3. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 80% del cortante en la base.

4. Edificación de baja altura con alta densidad de muros de ductilidad limitada.

5. Para diseño por esfuerzos admisibles el valor de R será 6

(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

(**) Para estructuras irregulares, los valores de R deben ser tomados como ¾ de los anotados en la Tabla. Para construcciones de tierra referirse a la NTE E.080 Adobe. Este tipo de construcciones no se recomienda en suelos S3, ni se permite en suelos S4.

CUADRO N°6.5
CATEGORIA Y ESTRUCTURA DE LAS EDIFICACIONES

CATEGORIA DE LA EDIFICACION	REGULARIDAD ESTRUCTURAL	ZONA	SISTEMA ESTRUCTURAL
A(*)(**)	REGULAR	3	Acero, muros de concreto armado, albañilería armada o confinada, sistema dual.
		2 Y 1	Acero, muros de concreto armado, albañilería armada o confinada, sistema dual, madera.
B	REGULAR O IRREGULAR	3 Y 2	Acero, muros de concreto armado, albañilería armada o confinada, sistema dual, madera.
		1	Cualquier sistema
C	REGULAR O IRREGULAR	3, 2 Y 1	Cualquier sistema

(*) Para lograr los objetivos indicados la edificación será especialmente estructurada para resistir sismos severos.

(**) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas medicas, se podrá usar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.

- Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en el Cuadro N° 6.6.

CUADRO N°6.6
CATEGORIA DE LA EDIFICACIONES

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	Interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc.	1,0
D Edificaciones Menores	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja, como cercos de menos de 1,50m de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares.	(*)

(*) En estas edificaciones, a criterio del proyectista, se podrá omitir el análisis por fuerzas sísmicas, pero deberá proveerse de la resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales.

Para el caso del proyecto se tiene los siguientes cálculos:

1. La ubicación del área del estudio es Pueblo Libre – Lima, es decir usando el Cuadro N° 6.2 y Figura N°6.2, se puede establecer que el área se encuentra en la zona 3, por lo que el Factor “Z” es 0.40.
2. El tipo de suelo, de acuerdo a los sondajes, que será el suelo de fundación, es una grava limosa semicompacta “GM”, por tanto según el RNE se clasificó como un perfil de suelo tipo S1 y según el Cuadro N 6.3, indica que el valor del Factor de Suelo “S” será igual a 1.0, además se establece el valor de “T_p” igual a 0.4.
3. Del tipo de estructura proyectada, se tiene una estructura simétrica, de sistema dual y con una categoría de edificación tipo “C”. Se define el parámetro “R” igual a 7.
4. El uso que se le dará a la edificación es vivienda, por tanto utilizando el Cuadro N° 6.6, se define un factor “U” igual a 1.0.
5. El calculo del factor de amplificación sismica se realiza de la siguiente manera:
 - Numero de pisos = 8.00
 - Altura de cada nivel = 3.00m
 - Altura del Semisótano = 1.50 m
 - Altura de todo el edificio = h_n = 8.00 x 3.00 + 1.50 = 25.50 m.
 - Los elementos sismorresistentes son muros de corte por tanto, de acuerdo a la expresiones aproximadas de la Norma E.030:

$$T = \frac{h_n}{C_t} = \frac{25.50}{60} = 0.425$$

Entonces se calcula el valor de “C”, según la Ecuación (6.2):

$$C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T} \right) = 2.5 \times \frac{0.4}{0.425} = 2.35 \leq 2.5$$

Se indican en un cuadro resumen los valores obtenidos:

CUADRO N° 6.7
RESUMEN DE PARAMETROS SISMICOS

FACTORES	CONSTATADO	VALORES
FACTOR DE ZONA "Z"	ZONA 3	0.40
FACTOR DE USO "U"	EDIFICACIÓN PARA VIVENDAS	1.00
FACTOR DE SUELO "S"	PERFIL TIPO S1 - SUELO "GM"	1.00
AMPLIFICACIÓN SÍSMICA "C"	CT = 60, ELEMENTOS SISMORRESISTENTES MUROS DE CORTE	2.35
COEFICIENTE DE REDUCCIÓN "R"	SISTEMA DUAL, SIMETRICO Y REGULAR	7.00
PERIODO PREDOMINANTE "T _p "		0.40

La fuerza cortante en la base del edificio se calcularía con la expresión:

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P = \frac{0.40 \cdot 1.00 \cdot 2.35 \cdot 1.00}{7.00} \cdot P = 0.134 \cdot P$$

CAPITULO 7

ANALISIS DE LOS ASENTAMIENTOS

En la Figura N°7.1 se establece el comportamiento del suelo sometido a las cargas que son transmitidas por la zapata, según el tipo de suelo de fundación se presentara un asentamiento de cimentación rígida (suelos granulares) o un asentamiento de cimentación flexible (suelos cohesivos), el proyecto presenta un suelo de fundación rígido, se calcula los asentamientos para la cimentación rígida.

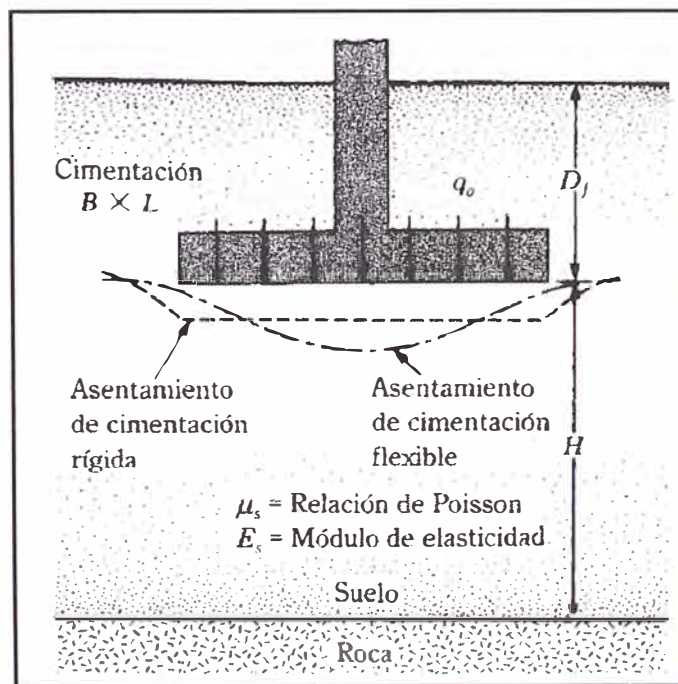


FIGURA N°7.1

Asentamiento según el tipo de suelo.

El asentamiento elástico inicial, según la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1969), está dado por:

$$S = \Delta_{qs} \cdot \frac{B(1 - \mu^2)}{E_s} \cdot I_p \dots (7.1)$$

Donde:

- S = Asentamiento (cm)
- Δ_{qs} = Esfuerzo neto transmitido (kg/cm^2)
- B = Ancho de la cimentación (cm)
- E_s = Módulo de la Elasticidad (kg/cm^2)
- μ = Módulo de Poisson.
- I_w = Factor de Influencia que depende de la forma y la rigidez de la cimentación según Figura N°7.1

Calculando Δ_{qs} :

$$\Delta_{qs} = q_{adm} - \gamma \cdot D_f \dots\dots\dots(7.2)$$

Además el factor de influencia "I_p" se calcula según la Figura N°7.2:

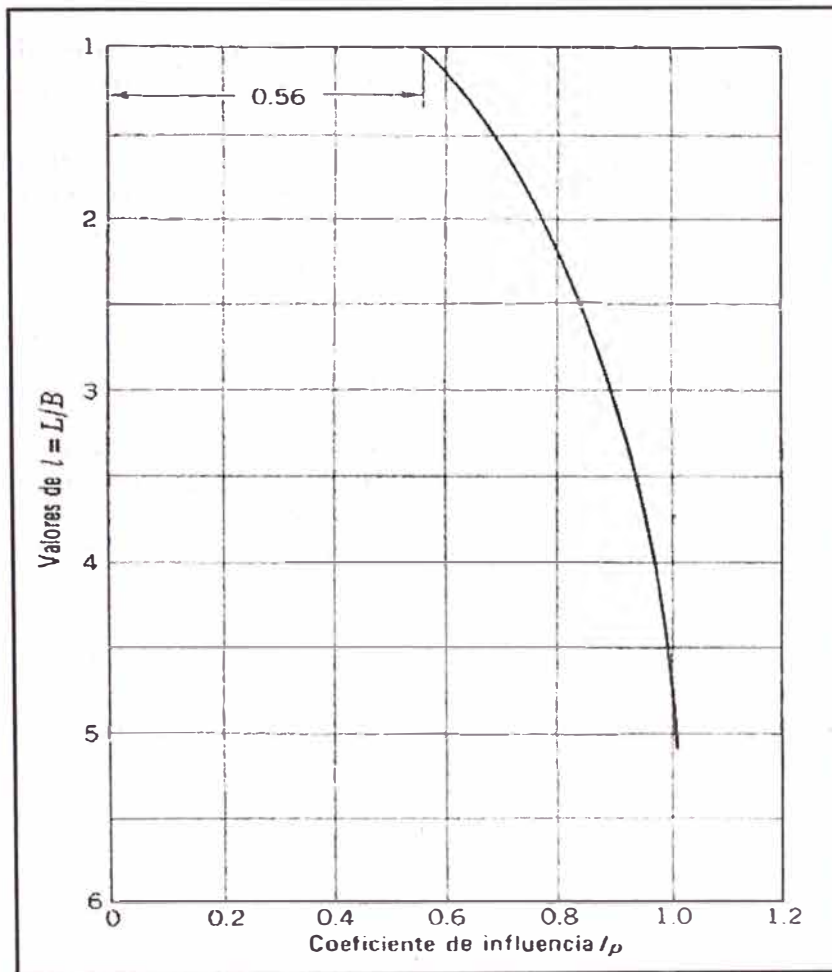


FIGURA N°7.2

(L/B) vs I_p

Calculando Δ_{qs} :

$$\Delta_{qs} = q_{adm} - \gamma \cdot D_f \dots\dots\dots(7.2)$$

Además el factor de influencia “ I_p ” se calcula según la Figura N° 7.2:

CUADRO N°7.1
VALORES DE I_p

B (m)	L (m)	L / B	I_p
1.00	1.00	1.00	0.56
1.00	1.20	1.20	0.60
1.00	1.50	1.50	0.68
1.20	1.20	1.00	0.56
1.20	1.50	1.25	0.65
1.20	1.80	1.50	0.68
1.40	1.40	1.00	0.56
1.40	1.80	1.29	0.70
1.40	2.00	1.43	0.67
1.60	1.60	1.00	0.56
1.60	1.80	1.13	0.57
1.60	2.00	1.25	0.65
1.80	1.80	1.00	0.56
1.80	2.00	1.11	0.57
1.80	2.20	1.22	0.63
2.00	2.00	1.00	0.56
2.00	2.20	1.10	0.57
2.00	2.40	1.20	0.60
2.20	2.20	1.00	0.56
2.20	2.40	1.09	0.57
2.20	2.60	1.18	0.59
2.40	2.40	1.00	0.56
2.40	2.60	1.08	0.57
2.40	2.80	1.17	0.58

Para el caso del proyecto, se tiene:

$$D_f = 2.80 \text{ m}$$

$$\gamma = 2.75 \text{ t/m}^3$$

$$E = 5000 \text{ t/m}^2 = 500 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mu = 0.15$$

Para estos datos y utilizando el Cuadro N°7.2, aplicamos la Ecuación 7.1 y 7.2:

CUADRO N°7.2 VALORES DE LOS ASENTAMIENTOS

H (m)	B (m)	L (m)	L/B	I_p	q_{adm} (kg/cm ²)	Δ_{qs} (kg/cm ²)	S (cm)	S (pulg)
2.8	1.00	1.00	1.00	0.56	13.78	13.01	0.0133	0.00522
2.8	1.00	1.20	1.20	0.60	13.04	12.27	0.0134	0.00527
2.8	1.00	1.50	1.50	0.68	12.30	11.53	0.0143	0.00562
2.8	1.20	1.20	1.00	0.56	13.78	13.01	0.0159	0.00626
2.8	1.20	1.50	1.25	0.65	12.93	12.16	0.0173	0.00679
2.8	1.20	1.80	1.50	0.68	12.36	11.59	0.0172	0.00678
2.8	1.40	1.40	1.00	0.56	13.79	13.02	0.0186	0.00731
2.8	1.40	1.80	1.29	0.70	12.88	12.11	0.0216	0.00850
2.8	1.40	2.00	1.43	0.67	12.56	11.79	0.0201	0.00793
2.8	1.60	1.60	1.00	0.56	13.80	13.03	0.0213	0.00837
2.8	1.60	1.80	1.13	0.57	13.37	12.60	0.0209	0.00823
2.8	1.60	2.00	1.25	0.65	13.02	12.25	0.0232	0.00913
2.8	1.80	1.80	1.00	0.56	13.83	13.06	0.0240	0.00943
2.8	1.80	2.00	1.11	0.57	13.46	12.69	0.0237	0.00933
2.8	1.80	2.20	1.22	0.63	13.15	12.38	0.0256	0.01006
2.8	2.00	2.00	1.00	0.56	13.87	13.10	0.0267	0.01051
2.8	2.00	2.20	1.10	0.57	13.54	12.77	0.0265	0.01043
2.8	2.00	2.40	1.20	0.60	13.27	12.50	0.0273	0.01075
2.8	2.20	2.20	1.00	0.56	13.91	13.14	0.0295	0.01160
2.8	2.20	2.40	1.09	0.57	13.63	12.86	0.0293	0.01155
2.8	2.20	2.60	1.18	0.59	13.38	12.61	0.0298	0.01173
2.8	2.40	2.40	1.00	0.56	13.96	13.19	0.0323	0.01271
2.8	2.40	2.60	1.08	0.57	13.71	12.94	0.0322	0.01269
2.8	2.40	2.80	1.17	0.58	13.50	12.73	0.0322	0.01269

Según el RNE se puede estimar para suelos granulares el asentamiento diferencial "δ" como el 75% del asentamiento total "S", del Cuadro N°7.2 el asentamiento total más desfavorable es S = 0.0323 cm, para una zapata cuadrada de 2.40 x 2.40, entonces:

$$\delta = 0.75 \cdot S = 0.02420 \text{ cm}$$

Por lo tanto su distorsión angular "α" es:

$$\alpha = \frac{\delta}{L} = \frac{0.02420}{240} \cong \frac{1}{10000}$$

CONCLUSIONES.

1. El nivel de cimentación del edificio será de 2.80 m, considerando la excavación del semisótano que es 1.50 m, más una profundidad adicional de 1.30 m. A ese nivel se encuentra la grava limosa "GM", correspondiente al conglomerado de lima, este suelo es característico de Lima, y se considera de buena capacidad portante.
2. Las propiedades físicas de cada tipo de suelo encontrado son:

suelo	γ (T/m ³)	ϕ (°)	c (Kg/cm ³)	ω (%)	γ_d (T/m ³)	γ_h (T/m ³)	ρ (g/cm ³)
SM	1.62	28.00	0.00	10.80	—	—	1.62
GM	2.75	32.00	0.00	6.27	2.14	2.06	2.75

3. La capacidad portante del suelo de cimentación, a la profundidad de las zapatas, supera los 4.0 Kg/cm².
4. El cálculo de los asentamientos, indican que los asentamientos están por debajo de lo permisible.
5. Las condiciones de frontera con las cimentaciones vecinas, no presentan problemas para la construcción del edificio.

RECOMENDACIONES.

1. No se encontraron sales ni sulfatos que afecten al concreto, por lo que se recomienda la utilización del cemento Portland tipo I.
2. Es recomendable tener medidas de seguridad en la excavación, para evitar problemas de colapso de paredes laterales. Se debería plantear por parte del Ingeniero estructural algún sistema de retención, como medida preventiva.
3. La evaluación geotécnica es aplicable solo a la zona y área evaluada, no se recomienda utilizar estudios cercanos, sin antes verificar en campo las condiciones reales del terreno.
4. Los ensayos a utilizar deberán ser los necesarios y suficientes para poder determinar las propiedades físicas del suelo de fundación.
5. Es necesario indicar la existencia de algún otro fenómeno que haga necesario un análisis geotécnico adicional que no se encuentre especificado en el estudio, debido a los términos de referencia, costos, complejidad, etc., que pueda afectar a la cimentación. En el caso del presente proyecto, no existe fenómeno que haga necesario un estudio adicional

BIBLIOGRAFIA.

1. Bowles, Joseph E. (2002), "Foundation Analysis and Design", Editorial Mc. Graw Hil.-U.S.A., Quinta Edición.
2. Crespo Villalaz, Carlos (2006), "Mecánica de Suelos y Cimentaciones", Editorial Limusa – España, Sexta Edición.
3. Das, Braja M. (2002), "Principies of Foundation Engineering", Editorial PWS Publishing Company - U.S.A., Segunda Edición.
4. Delgado Vargas, Manuel (1999), "Ingeniería de cimentaciones", Editorial Alfaomega-México, Segunda Edición.
5. González G., Álvaro J. (2008), "Cálculo simplificado de capacidad portante de cimientos superficiales en ladera", Editorial Alfaomega-México, primera Edición.
6. Hunt, Roy E. (2006), "Geotechnical Investigation Methods: A Field Guide For Geotechnical Engineers", Editorial Kindle, Segunda Edición.
7. Juárez Badillo, Eulalio (2000), "Mecánica de Suelos", Tomo I, II y III, Editorial Limusa-España, Quinta Edición.
8. Lambe, T. William (1990), "Mecánica de Suelos", Editorial del Instituto Tecnológico de Massachussets – Mit, Massachussets – E.E.U.U., Cuarta Edición.
9. Martínez Vargas, Alberto José (1990), "Geotecnia Para Ingenieros -Principios Básicos", Editorial del INGEMET, Segunda Edición, Lima-Perú.
10. Peck, Ralph Brazelton (2005), "Ingeniería de Cimentaciones ", Editorial Limusa España, Primera Edición.

ANEXO-1

REGISTROS DE SONDEOS.

REGISTRO DE SONDAJE

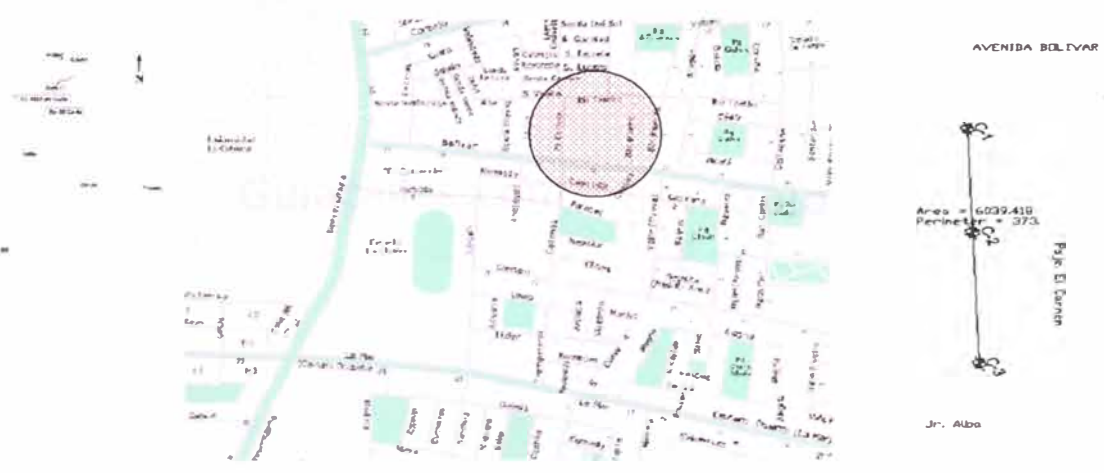
Proyecto	RESIDENCIAL BOLIVAR
Ubicación	PUEBLO LIBRE-AV. SIMON BOLIVAR 1858
Solicitado	GRUPO N06-TITULACION FIC-UNI

Calicata	C - 1	Prof. (m)	6.00	Cota	70.00 ms.n.m.
Referencia	PUEBLO LIBRE-AV. SIMON BOLIVAR 1858	Operador	J.D.M. / J.F.V.M.	Fecha	NOVIEMBRE - 2008

prof. (m)	Exc.	M	N.F.	Descripción visual del estrato	Clasif. SUCS	SIMBOL	IMAGEN
1.20	M-1			PRESENTA UN ESTRATO NATURAL DE LIJO, COLOR HARRON. CLARO. DE BAJA HUMEDAD. DE CONSISTENCIA DURA. PRESENTA POROSIDADES Y MICROFALLAS (TERRENO DE CULTIVO).	SM		
1.20							
4.00	4.80	M-2		PRESENTA UN MATERIAL ALUVIONAL DE GRAVA REDONDEADA A SUBREDONDEADA. CON MATRIZ ARENA MEDIA FINA. COLOR GRIS BEIGE. DE BAJA HUMEDAD, SEMIDENSA. PRESENTA COMO TAMAÑO MAXIMO BOLEOS DE 30 x 20 CH. EN UN 5% DEL VOLUHEN. EL RESTANTE GRAVA A CLASIFICAR.	GM		
6.00							

- 1





C-1

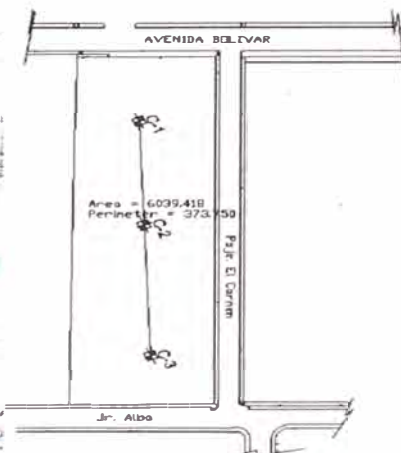


REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto	RESIDENCIAL BOLIVAR
Ubicación	PUEBLO LIBRE-AV. SIMON BOLIVAR 1858
Solicitado	GRUPO N06-TITULACION FIC-UNI

Calicata	C - 2	Prof. (m)	3.00	Cota	70.00 ms.n.m.
Referencia	PUEBLO LIBRE-AV. SIMON BOLIVAR 1858	Operador	J.D.M. / J.F.V.M.	Fecha	NOVIEMBRE - 2008





Prof. (m)	Exc.	M	N.F.	Descripción visual del estrato	Clasif. SUCS	SIMBOL	IMAGEN
1.20		M-1		PRESENTA UN ESTRATO NATURAL DE LIJO . COLOR HARRON. CLARO. DE BAJA HUMEDAD. DE CONSISTENCIA DURA. PRESENTA POROSIDADES Y MICROFALLAS (TERRENO DE CULTIVO).	SM		
1.80		M-2		PRESENTA UN MATERIAL ALUVIONAL DE GRAVA REDONDEADA A SUBREDONDEADA. CON MATRIZ ARENA MEDIA FINA. COLOR GRIS BEIGE. DE BAJA HUMEDAD, SEMIDENSA. PRESENTA COMO TAMAÑO MAXIMO BOLEOS DE 30 x 20 CH. EN UN 5% DEL VOLUHEN. EL RESTANTE GRAVA A CLASIFICAR.	GM		
3.00							

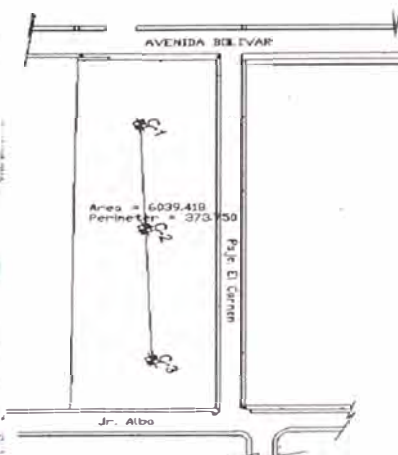


REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto	RESIDENCIAL BOLIVAR
Ubicación	PUEBLO LIBRE-AV. SIMON BOLIVAR 1858
Solicitado	GRUPO N06-TITULACION FIC-UNI

Calicata	C - 3	Prof. (m)	3.00	Cota	70.00 ms.n.m.
Referencia	PUEBLO LIBRE-AV. SIMON BOLIVAR 1858	Operador	J.D.M. / J.F.V.M.	Fecha	NOVIEMBRE - 2008

prof. (m)	Exc.	M	N.F.	Descripción visual del estrato	Clasif. SUCS	SIMBOL	IMAGEN
1.20	M-1			PRESENTA UN ESTRATO NATURAL DE LIJO . COLOR HARRON. CLARO. DE BAJA HUMEDAD. DE CONSISTENCIA DURA. PRESENTA POROSIDADES Y MICROFALLAS (TERRENO DE CULTIVO).	SM		
1.80	M-2			PRESENTA UN MATERIAL ALUVIONAL DE GRAVA REDONDEADA A SUBREDONDEADA. CON MATRIZ ARENA MEDIA FINA. COLOR GRIS BEIGE. DE BAJA HUMEDAD, SEMIDENSA. PRESENTA COMO TAMAÑO MAXIMO BOLEOS DE 30 x 20 CM. EN UN 5% DEL VOLUMEN. EL RESTANTE GRAVA A CLASIFICAR.	GM		
3.00							



ANEXO-2

ENSAYOS DE LABORATORIO.

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM-2216

PROYECTO : CONSTRUCCION DE LA RESIDENCIAL BOLIVAR
SOLICITANTE : GRUPO N06-TITULACION FIC-UNI
UBICACIÓN : AV. BOLIVAR - PUEBLO LIBRE
HECHO POR : CONSULTORIA MARTINEZ **FECHA:** 04/11/2008

MUESTRAS

CALICATA		C - 1	C - 2	C - 3
MUESTRA N°		M - 1	M - 1	M - 1
PROFUNDIDAD (m)		0.00-0.60	0.00-0.60	0.00-0.60
FRASCO No		21	100	120
1. Peso recipiente + suelo húm	grs	131.097	124.597	126.889
2. Peso recipiente + suelo sec	grs	120.200	114.200	115.240
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	10.897	10.397	11.649
4. Peso de recipiente	grs	14.021	16.472	14.018
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs	106.18	97.73	101.22
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %	10.26	10.64	11.51

MUESTRAS

CALICATA		C - 1	C - 2	C - 3
MUESTRA N°		M - 2	M - 2	M - 2
PROFUNDIDAD (m)		2.00	2.00	2.00
FRASCO No		21	100	120
1. Peso recipiente + suelo húm	grs	131.097	124.597	126.889
2. Peso recipiente + suelo sec	grs	124.200	118.250	120.200
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	6.897	6.347	6.689
4. Peso de recipiente	grs	14.021	16.472	14.018
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs	110.18	101.78	106.18
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %	6.26	6.24	6.30

Observaciones:
NINGUNA

ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

**METODO DEL CONO DE ARENA
ASTM-1556**

PROYECTO : CONSTRUCCION DE LA RESIDENCIAL BOLIVAR
SOLICITANTE : GRUPO N06-TITULACION FIC-UNI
UBICACIÓN : AV. BOLIVAR - PUEBLO LIBRE
HECHO POR : CONSULTORIA MARTINEZ **FECHA:** 04/11/2008

CALICATA		C - 1	C - 3
RECIPIENTE N°		2.00	2.00
1. Peso del frasco + arena	grs	6800.00	5892.20
2. Peso del frasco + arena que q	grs	4200.00	3150.00
3. Peso de arena empleada	(1) - (2) grs	2600.00	2742.20
4. Peso de arena en el cono	grs	1200.00	1100.00
5. Peso de arena en excavación	(3) - (4) grs	1400.00	1642.20
6. Densidad de la arena	gr/cc	1.35	1.35
7. Volumen de material extraído	(5)/(6) cc	1037.04	1216.44
8. Peso de la muestra	grs	2300.00	2501.00
9. Densidad húmeda	(8)/(7) grs/cc	2.22	2.06
10. Humedad	%	6.26	6.30
11. Densidad seca	(9)/(1+(10/100)) grs/cc	2.09	1.93

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA N°		21	120
1. Peso recipiente + suelo húmed	grs	131.097	126.889
2. Peso recipiente + suelo seco	grs	124.200	120.200
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	6.897	6.689
4. Peso de recipiente	grs	14.021	14.018
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs	110.18	106.18
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %	6.26	6.30

Observaciones:
NINGUNA

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS
(Gs)
A.S.T.M. 854

PROYECTO : CONSTRUCCION DE LA RESIDENCIAL BOLIVAR
SOLICITANTE : GRUPO N06-TITULACION FIC-UNI
UBICACIÓN : AV. BOLIVAR - PUEBLO LIBRE
HECHO POR : CONSULTORIA MARTINEZ FECHA: 04/11/2008

CALICATA	C - 1	C - 3
MUESTRA	M-1	M-1
PROFUNDIDAD	0.60	0.60
Nº FRASCO	10	20
Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	5325.00	4520.00
Peso del frasco volumétrico	1250.00	850.00
Peso del suelo seco (1 - 2) (gr)	4075.00	3670.00
Peso del frasco + peso suelo + peso agua (gr)	5800.00	4920.00
Peso del frasco + peso del agua enrasada (gr)	4200.00	3540.00
Volumen del suelo (3 + 5 - 4) (cm3)	2475.00	2290.00
Gs (3)/(6) gr/cc	1.65	1.60

CALICATA	C - 1	C - 3
MUESTRA	M-1	M-1
PROFUNDIDAD	2.00	2.00
Nº FRASCO	10	20
Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	4200.00	4520.00
Peso del frasco volumétrico	1250.00	850.00
Peso del suelo seco (1 - 2) (gr)	3950.00	3670.00
Peso del frasco + peso suelo + peso agua (gr)	5800.00	4920.00
Peso del frasco + peso del agua enrasada (gr)	1900.00	3540.00
Volumen del suelo (3 + 5 - 4) (cm3)	50.00	2290.00
Gs (3)/(6) gr/cc	79.00	1.60

Observaciones:
NINGUNA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTALD-422

PROYECTO	CONSTRUCCION DE LA RESIDENCIAL BOLIVAR		
OBRA	CONSTRUCCION	FECHA	04/11/2008
SOLICITADO	GRUPO N06-TITULACION FIC-UNI	ING. RESP	C.W.C.O.
UBICACIÓN	AV. BOLIVAR - PUEBLO LIBRE	TECNICO	J.D.M./J.F.V.M.
CALICATA	C - 1 MUESTRA:	M - 1 PROFUND (m.)	0.00-0.60

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%) :	10.639
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr) :	203.860
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr) :	180.890
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr) :	22.970

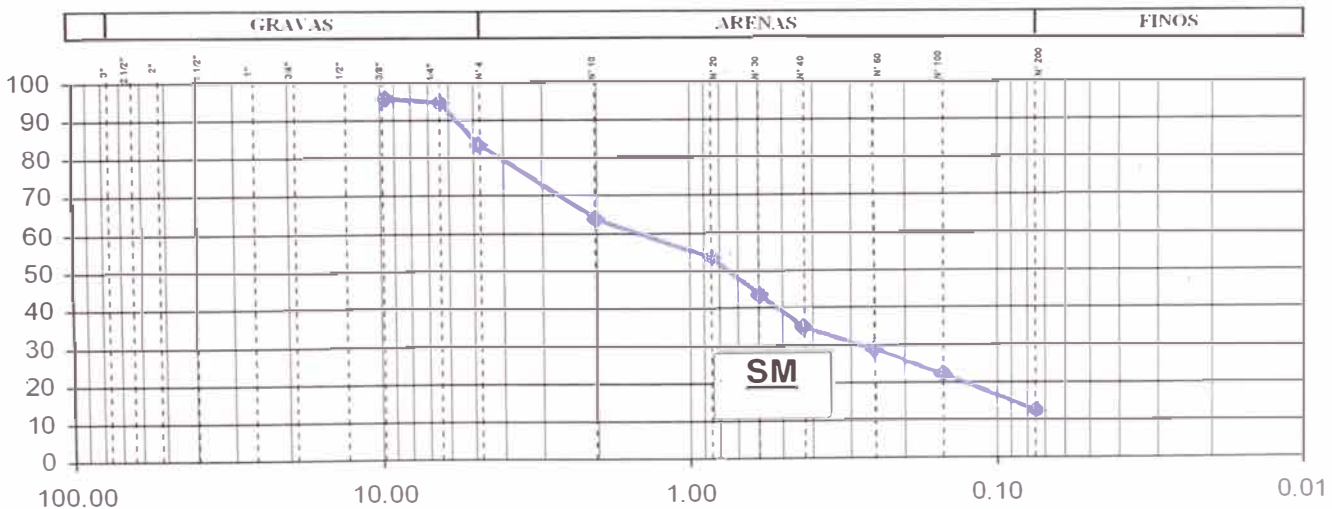
TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA(%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525	8.25	4.05	4.05	95.95
1/4"	6.350	2.23	1.09	5.14	94.86
N° 4	4.760	25.30	12.41	16.46	83.54
N° 10	2.000	40.12	19.68	36.14	63.86
N° 20	0.840	21.20	10.40	46.54	53.46
N° 30	0.590	20.12	9.87	56.41	43.59
N° 40	0.426	18.01	8.83	65.24	34.76
N° 60	0.250	12.20	5.98	71.23	28.77
N° 100	0.149	13.20	6.48	77.70	22.30
N° 200	0.074	20.20	9.91	87.61	12.39
Fondo	-	0.06	0.03	87.64	12.36

D60	no
D30	0.286
D10	-
Cu	-
Cc	-

Gravas	16.46
Arenas	71.15
Finos	12.39

Gruesa	0.00
Fina	16.46
Gruesa	19.68
Media	29.10
Fina	22.37

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM-D-422

PROYECTO	CONSTRUCCION DE LA RESIDENCIAL BOLIVAR		
OBRA	CONSTRUCCION	FECHA	04/11/2008
SOLICITADO	GRUPO N06-TITULACION FIC-UNI	ING. RESP	C.W.C.O.
UBICACIÓN	AV. BOLIVAR - PUEBLO LIBRE	TECNICO	J.D.M./J.F.V.M.
CALICATA	C - 1	MUESTRA:	M - 2
		PROFUND (m.)	2.00

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%) :	10.263
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr) :	7606.790
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr) :	6719.871
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr) :	886.919

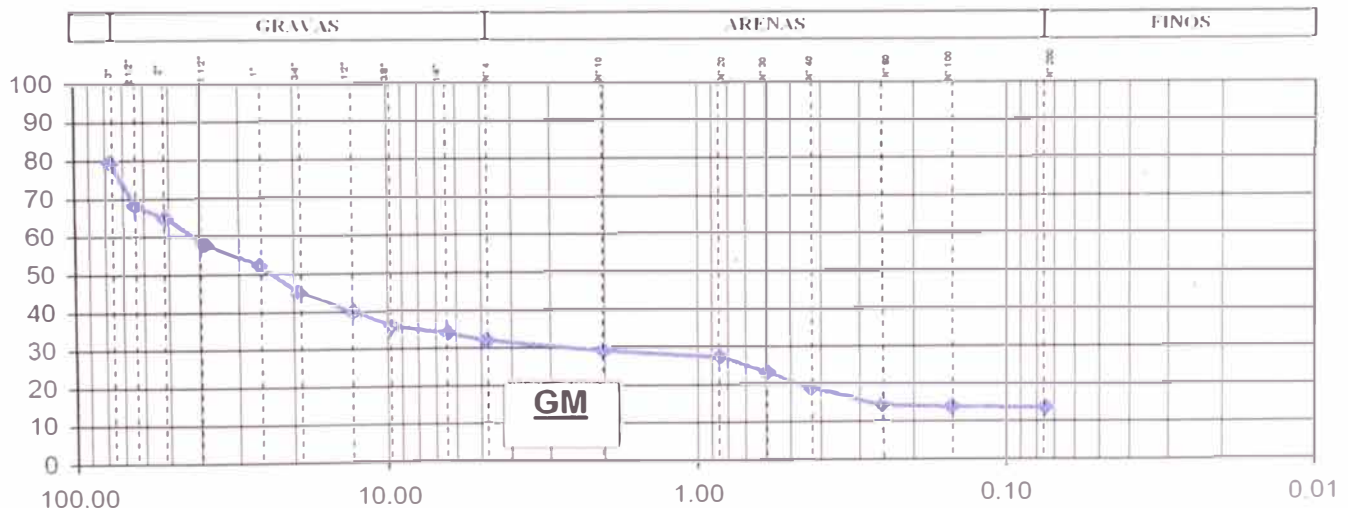
TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA (%)
3"	76.200	1547.10	20.34	20.34	79.66
2 1/2"	63.500	850.25	11.18	31.52	68.48
2"	50.800	259.84	3.42	34.93	65.07
1 1/2"	38.100	520.12	6.84	41.77	58.23
1"	25.400	450.00	5.92	47.69	52.31
3/4"	19.050	542.20	7.13	54.81	45.19
1/2"	12.700	400.21	5.26	60.07	39.93
3/8"	9.525	300.00	3.94	64.02	35.98
1/4"	6.350	150.00	1.97	65.99	34.01
N° 4	4.760	290.55	3.82	67.84	32.16
N° 10	2.000	216.05	2.84	70.68	29.32
N° 20	0.840	138.21	1.82	72.49	27.51
N° 30	0.590	320.20	4.21	76.70	23.30
N° 40	0.426	350.00	4.60	81.31	18.69
N° 60	0.250	330.64	4.35	85.65	14.35
N° 100	0.149	32.20	0.42	86.08	13.92
N° 200	0.074	20.00	0.26	86.34	13.66
Fondo	-	2.31	0.03	86.37	13.63

D60	41.899
D30	2.659
D10	-
Cu	-
Cc	-

Gravas	67.84
Arenas	18.50
Finos	13.66

Gruesa	54.81
Fina	13.02
Gruesa	2.84
Media	10.63
Fina	5.03

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO	CONSTRUCCION DE LA RESIDENCIAL BOLIVAR		
OBRA	CONSTRUCCION	FECHA	04/11/2008
SOLICITADO	GRUPO N06-TITULACION FIC-UNI	ING. RESP	C.W.C.O.
UBICACIÓN	AV. BOLIVAR - PUEBLO LIBRE	TECNICO	J.D.M./J.F.V.M.
CALICATA	C - 2 MUESTRA:	M - 1 PROFUND (m.)	0.00-0.60

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%) :	10.639
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr) :	200.500
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr) :	182.950
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr) :	17.550

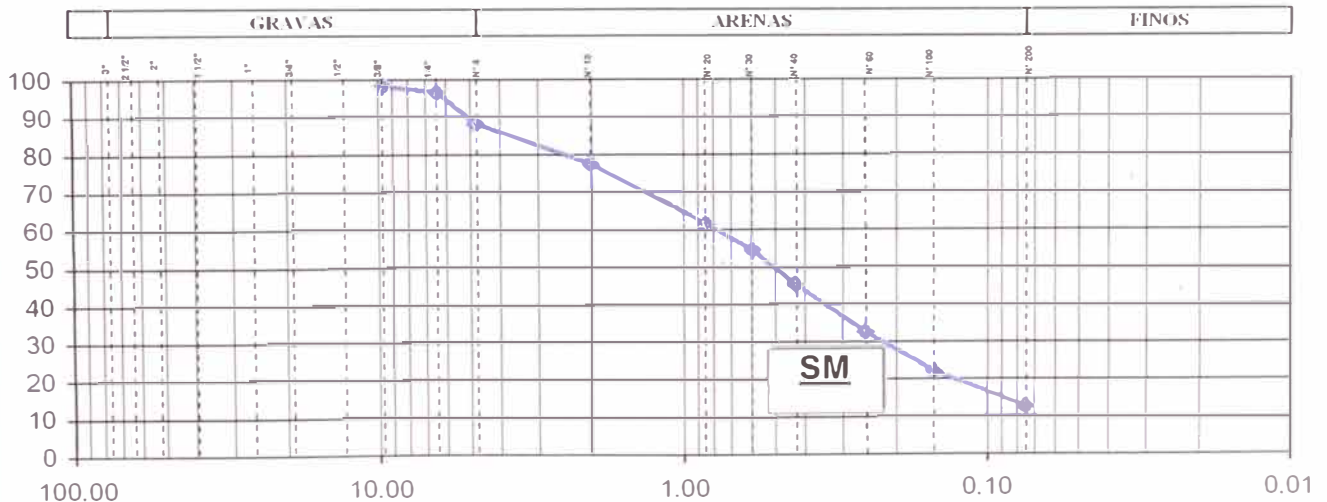
TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA(%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525	3.20	1.60	1.60	98.40
1/4"	6.350	3.28	1.64	3.23	96.77
N° 4	4.760	20.25	10.10	11.70	88.30
N° 10	2.000	21.20	10.57	22.27	77.73
N° 20	0.840	32.21	16.06	38.33	61.67
N° 30	0.590	14.56	7.26	45.60	54.40
N° 40	0.426	18.25	9.10	54.70	45.30
N° 60	0.250	25.23	12.58	67.28	32.72
N° 100	0.149	21.12	10.53	77.82	22.18
N° 200	0.074	19.40	9.68	87.49	12.51
Fondo	-	4.25	2.12	89.61	10.39

D60	110
D30	0.224
D10	-
Cu	-
Cc	-

Gravas	11.70
Arenas	75.80
Finos	12.51

Gruesa Fina	0.00
Gruesa Media	11.70
Gruesa Fina	10.57
Media Fina	32.43
Fina Fina	32.79

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO	CONSTRUCCION DE LA RESIDENCIAL BOLIVAR		
OBRA	CONSTRUCCION	FECHA	04/11/2008
SOLICITADO	GRUPO N06-TITULACION FIC-UNI	ING. RESP	C.W.C.O.
UBICACION	AV. BOLIVAR - PUEBLO LIBRE	TECNICO	J.D.M./J.F.V.M.
CALICATA	C - 2	MUESTRA:	M - 2
		PROFUND (m.)	2.00

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%) :	10.263
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr) :	6250.200
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr) :	5750.780
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr) :	499.420

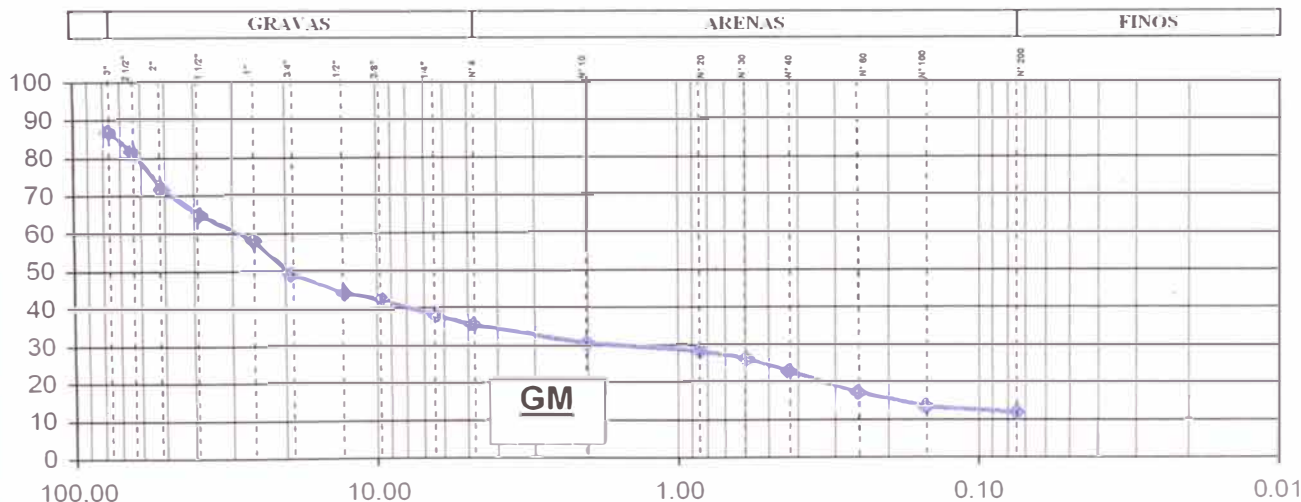
TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA (%)
3"	76.200	810.25	12.96	12.96	87.04
2 1/2"	63.500	320.79	5.13	18.10	81.90
2"	50.800	621.20	9.94	28.03	71.97
1 1/2"	38.100	437.18	6.99	35.03	64.97
1"	25.400	425.25	6.80	41.83	58.17
3/4"	19.050	558.89	8.94	50.78	49.22
1/2"	12.700	321.25	5.14	55.92	44.08
3/8"	9.525	120.25	1.92	57.84	42.16
1/4"	6.350	250.32	4.00	61.84	38.16
N° 4	4.760	421.20	6.74	64.58	35.42
N° 10	2.000	300.20	4.80	69.38	30.62
N° 20	0.840	125.25	2.00	71.39	28.61
N° 30	0.590	144.80	2.32	73.70	26.30
N° 40	0.426	220.20	3.52	77.22	22.78
N° 60	0.250	350.20	5.60	82.83	17.17
N° 100	0.149	238.10	3.81	86.64	13.36
N° 200	0.074	82.20	1.32	87.95	12.05
Fondo	-	3.25	0.05	88.00	12.00

D60	28.822
D30	1.642
D10	-
Cu	-
Cc	-

Gravas	64.58
Arenas	23.37
Finos	12.05

Gruesa	50.78
Fina	13.80
Gruesa	4.80
Media	7.84
Fina	10.73

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO	CONSTRUCCION DE LA RESIDENCIAL BOLIVAR		
OBRA	CONSTRUCCION	FECHA	04/11/2008
SOLICITADO	GRUPO NO6-TITULACION FIC-UNI	ING. RESP	C.W.C.O.
UBICACION	AV. BOLIVAR - PUEBLO LIBRE	TECNICO	J.D.M./J.F.V.M.
CALICATA	C - 3	MUESTRA:	M - 1
		PROFUND (m.)	0.00-0.60

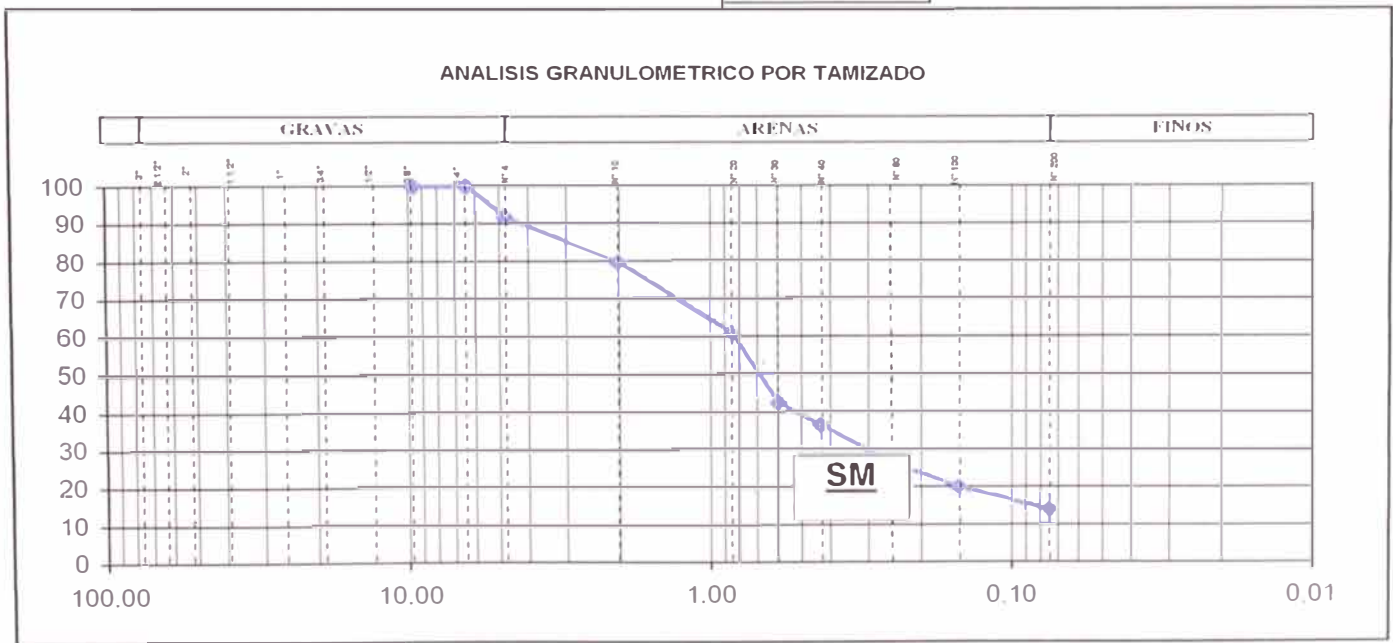
HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%) :	10.639
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr) :	324.250
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr) :	281.330
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr) :	42.920

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA(%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	26.20	8.08	8.08	91.92
N° 10	2.000	40.25	12.41	20.49	79.51
N° 20	0.840	60.25	18.58	39.07	60.93
N° 30	0.590	60.25	18.58	57.66	42.34
N° 40	0.426	19.25	5.94	63.59	36.41
N° 60	0.250	32.31	9.96	73.56	26.44
N° 100	0.149	21.12	6.51	80.07	19.93
N° 200	0.074	19.40	5.98	86.05	13.95
Fondo	-	2.30	0.71	86.76	13.24

D60	no
D30	0.313
D10	-
Cu	-
Cc	-

Gravas	8.08
Arenas	77.97
Finos	13.95

Gruesa	0.00
Fina	8.08
Gruesa	12.41
Media	43.10
Fina	22.46



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO	CONSTRUCCION DE LA RESIDENCIAL BOLIVAR		
OBRA	CONSTRUCCION	FECHA	04/11/2008
SOLICITADO	GRUPO NO6-TITULACION FIC-UNI	ING. RESP	C.W.C.O.
UBICACIÓN	AV. BOLIVAR - PUEBLO LIBRE	TECNICO	J.D.M./J.F.V.M.
CALICATA	C - 3	MUESTRA: M - 2	PROFUND (m.) 2.00

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%) :	10.263
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr) :	8200.000
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr) :	7218.725
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr) :	981.275

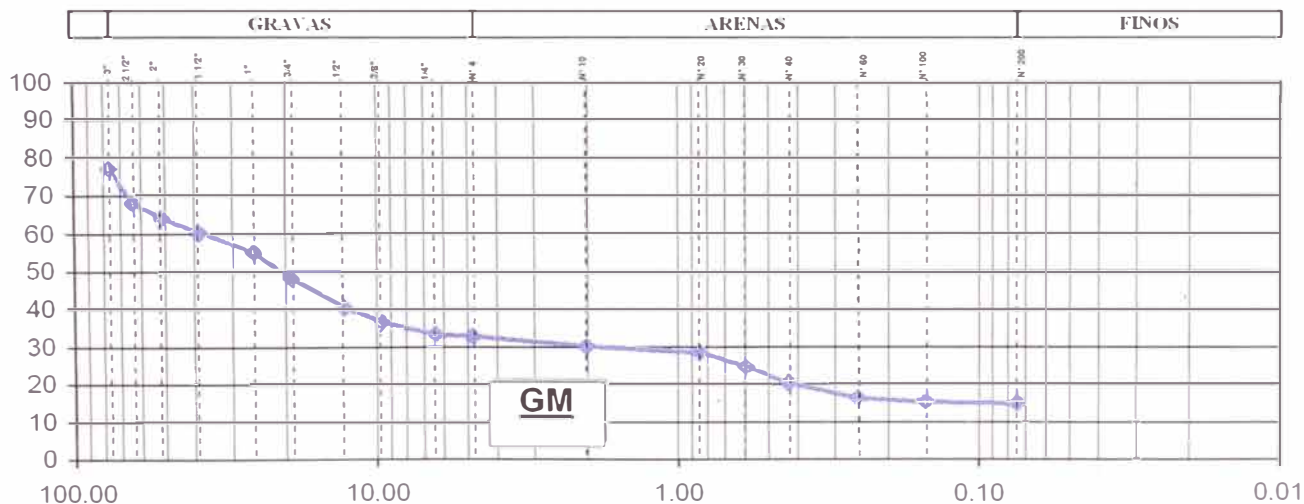
TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA(%)
3"	76.200	1850.23	22.56	22.56	77.44
2 1/2"	63.500	750.21	9.15	31.71	68.29
2"	50.800	345.20	4.21	35.92	64.08
1 1/2"	38.100	300.25	3.66	39.58	60.42
1"	25.400	420.00	5.12	44.71	55.29
3/4"	19.050	574.21	7.00	51.71	48.29
1/2"	12.700	638.25	7.78	59.49	40.51
3/8"	9.525	325.20	3.97	63.46	36.54
1/4"	6.350	250.32	3.05	66.51	33.49
N° 4	4.760	300.10	3.66	67.12	32.88
N° 10	2.000	216.05	2.63	69.75	30.25
N° 20	0.840	140.21	1.71	71.46	28.54
N° 30	0.590	320.20	3.90	75.37	24.63
N° 40	0.426	350.00	4.27	79.64	20.36
N° 60	0.250	330.64	4.03	83.67	16.33
N° 100	0.149	85.21	1.04	84.71	15.29
N° 200	0.074	21.20	0.26	84.97	15.03
Fondo	-	1.25	0.02	84.98	15.02

D60	37.069
D30	1.832
D10	-
Cu	-
Cc	-

Gravas	67.12
Arenas	17.85
Finos	15.03

Gruesa	51.71
Fina	15.41
Gruesa	2.63
Media	9.88
Fina	5.33

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

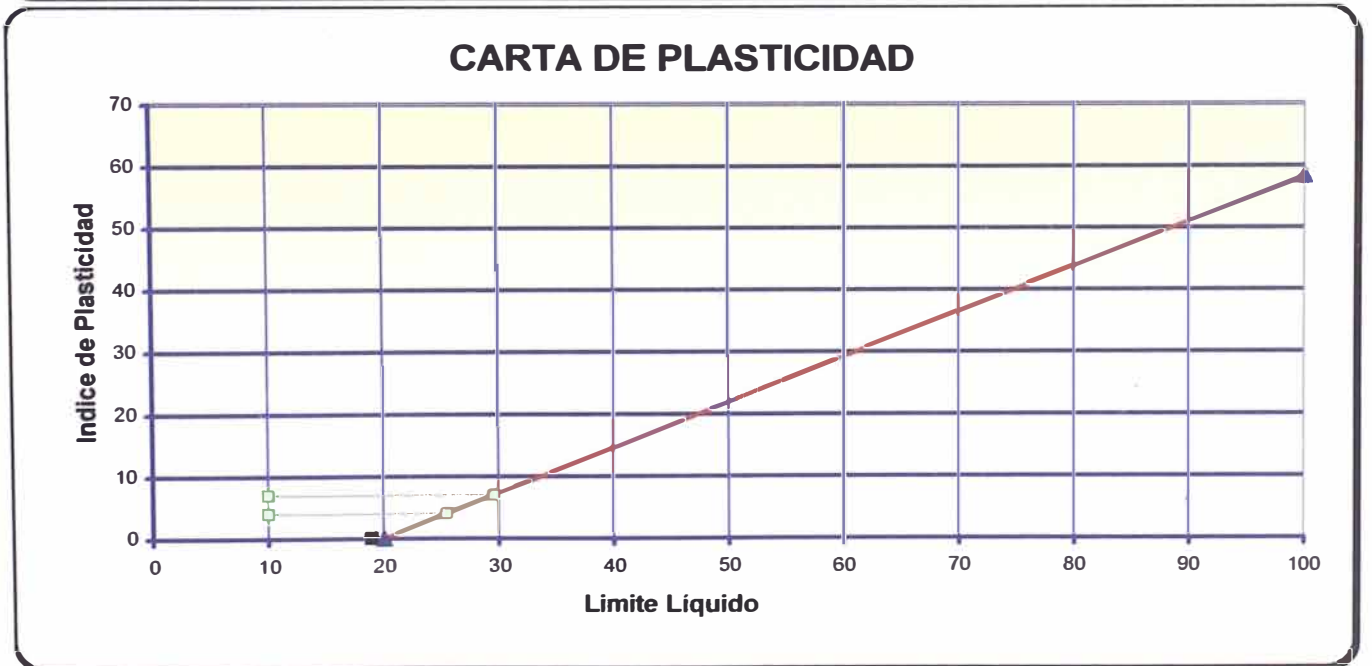
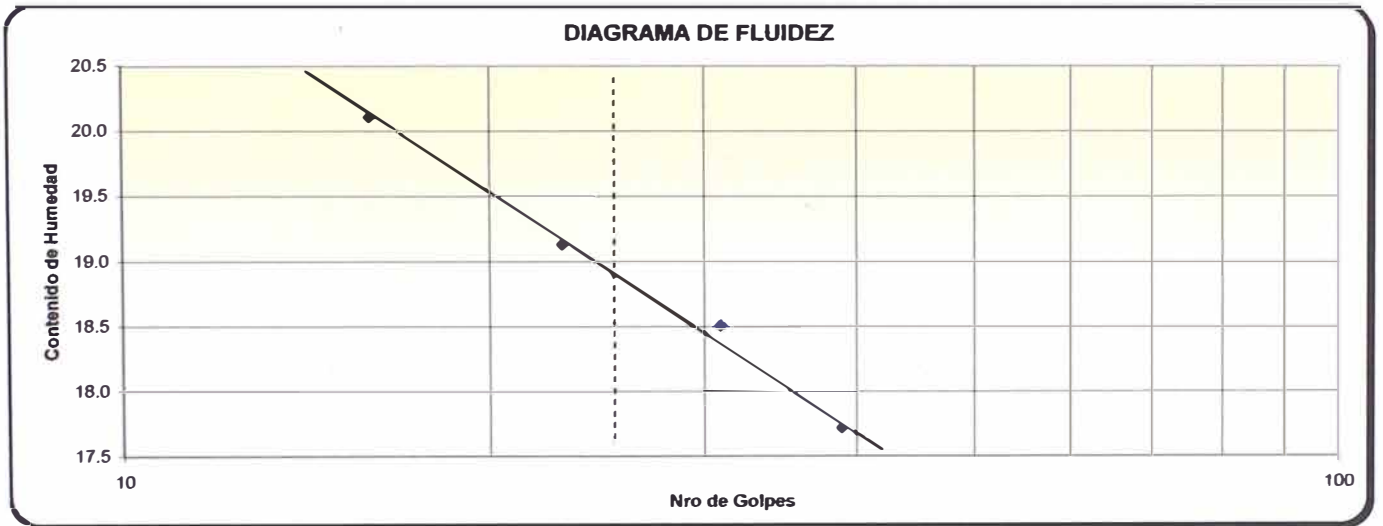


LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITANTE: GRUPO N06-TITULACION FIC-UNI	FECHA: 04/11/2008
PROYECTO: CONSTRUCCION DE LA RESIDENCIAL BOLIVAR	
LOCALIZACION: AV. BOLIVAR - PUEBLO LIBRE	
SONDAJE: C - 1	
MUESTRA: M - 1	PROF (m) : 0.60

		LIMITE PLASTICO (ASTM D-4318)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)			
		1	2	1	2	3	4
ENSAYO No				1	2	3	4
CAPSULA N.				179	88	149	170
NUMERO DE GOLPES				16	23	31	39
1	PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO			20.52	22.10	20.36	21.94
2	PESO CAPSULA + SUELO SECO			18.78	20.56	18.82	20.29
3	PESO CAPSULA			10.13	12.51	10.50	10.98
4	PESO AGUA (1-2)			1.74	1.54	1.54	1.65
5	PESO SUELO SECO (2-3)			8.65	8.05	8.32	9.31
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100)			20.12	19.13	18.51	17.72
		L.P. = N.T.		L.L. = 18.87			

I.P. = N.P.



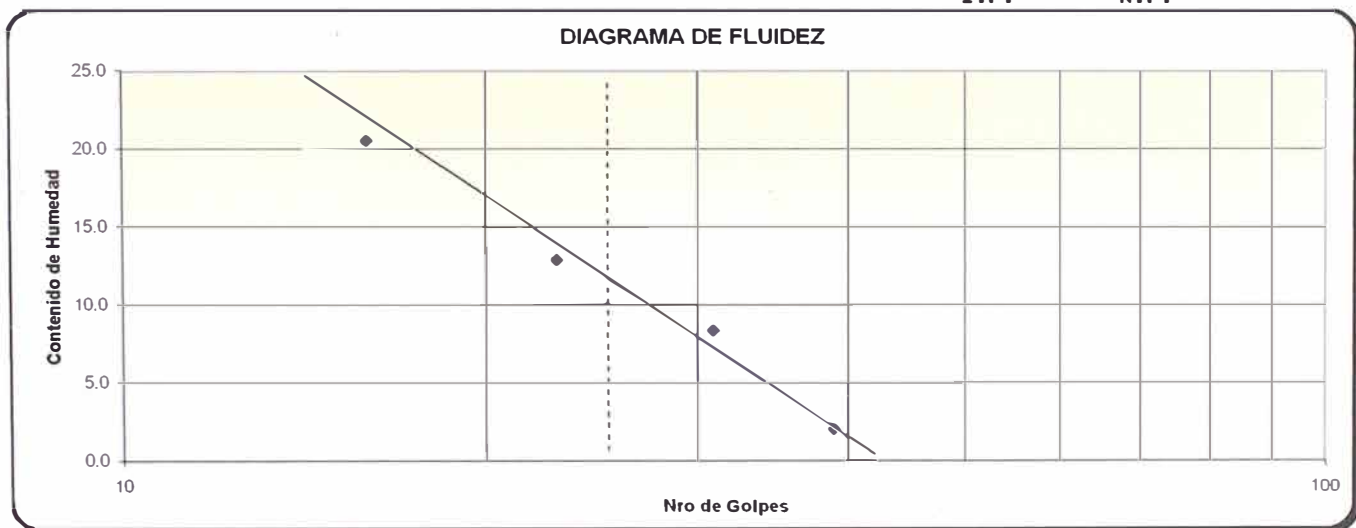
DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO: ML

LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITANTE: GRUPO N06-TITULACION FIC-UNI	FECHA: 04/11/2008
PROYECTO: CONSTRUCCION DE LA RESIDENCIAL BOLIVAR	
LOCALIZACION: AV. BOLIVAR - PUEBLO LIBRE	
SONDAJE: C - 1	
MUESTRA: M - 2 PROF (m) : 2.00	

		LIMITE PLASTICO (ASTM D-4318)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)			
		1	2	1	2	3	4
ENSAYO No				1	2	3	4
CAPSULA N.				180	90	148	171
NUMERO DE GOLPES				16	23	31	39
1	PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO			20.51	22.14	20.40	21.96
2	PESO CAPSULA + SUELO SECO			18.77	20.99	19.62	21.74
3	PESO CAPSULA			10.31	12.10	10.33	11.12
4	PESO AGUA (1-2)			1.74	1.15	0.78	0.22
5	PESO SUELO SECO (2-3)			8.46	8.89	9.29	10.62
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100)			20.57	12.94	8.40	2.07
		L.P. = N.T.		L.L. = 10.99			

I.P. = N.P.



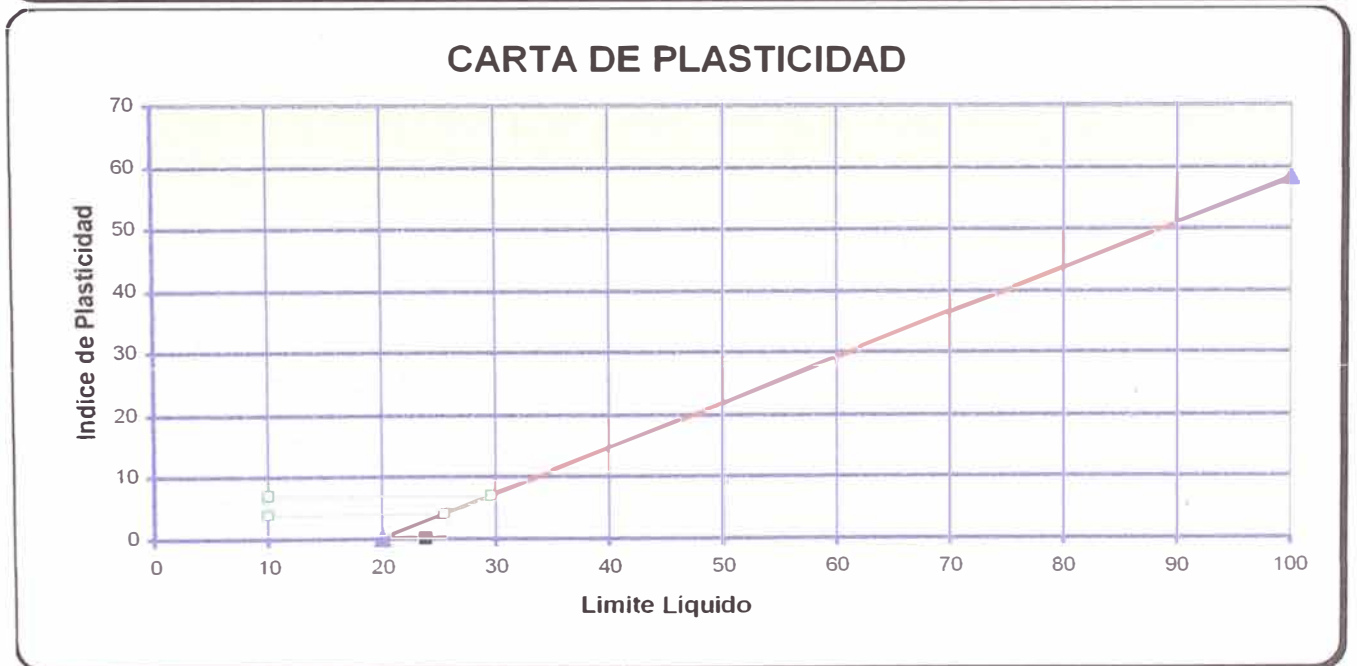
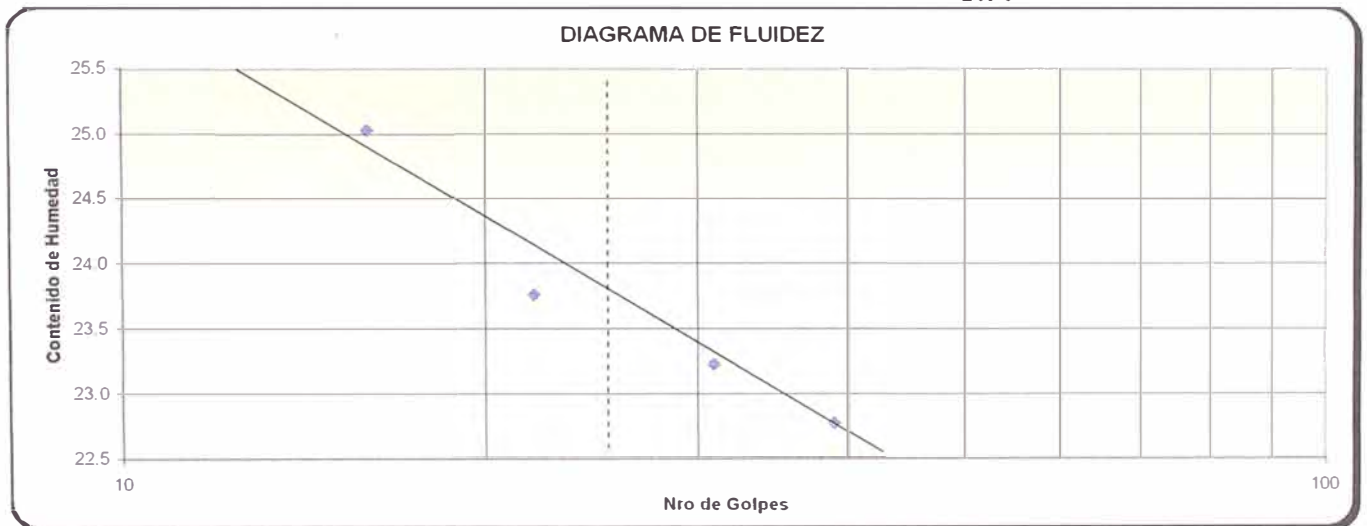
DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO: ML

LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITANTE:	GRUPO N06-TITULACION FIC-UNI	FECHA:	04/11/2008
PROYECTO:	CONSTRUCCION DE LA RESIDENCIAL BOLIVAR		
LOCALIZACION:	AV. BOLIVAR - PUEBLO LIBRE		
SONDAJE:	C - 2		
MUESTRA:	M - 1	PROF (m) :	0.60

		LIMITE PLASTICO (ASTM D-4318)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)			
		1	2	1	2	3	4
ENSAYO No							
CAPSULA N.				113	145	121	119
NUMERO DE GOLPES				16	22	31	39
1	PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO			19.31	20.76	19.20	20.90
2	PESO CAPSULA + SUELO SECO			17.53	18.94	17.66	19.08
3	PESO CAPSULA			10.42	11.28	11.03	11.09
4	PESO AGUA (1-2)			1.78	1.82	1.54	1.82
5	PESO SUELO SECO (2-3)			7.11	7.66	6.63	7.99
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100)			25.04	23.76	23.23	22.78
		L.P. = N.T.		L.L. = 23.70			

I.P. = N.P.



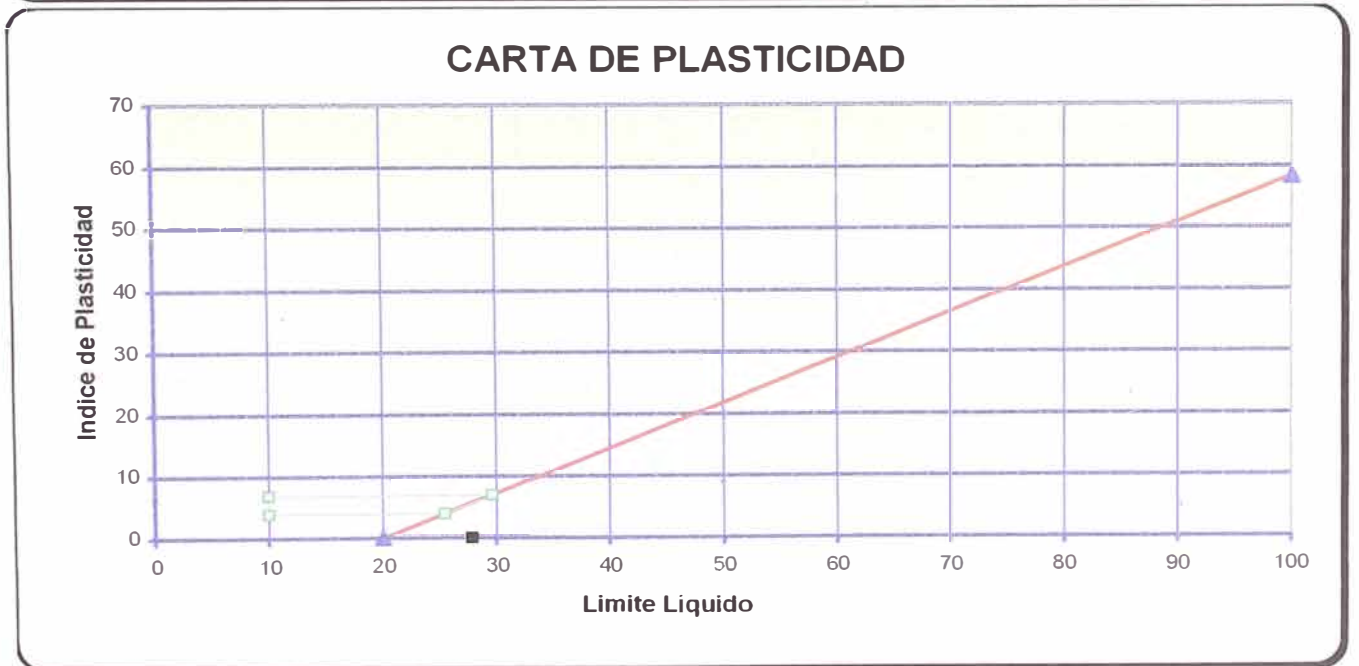
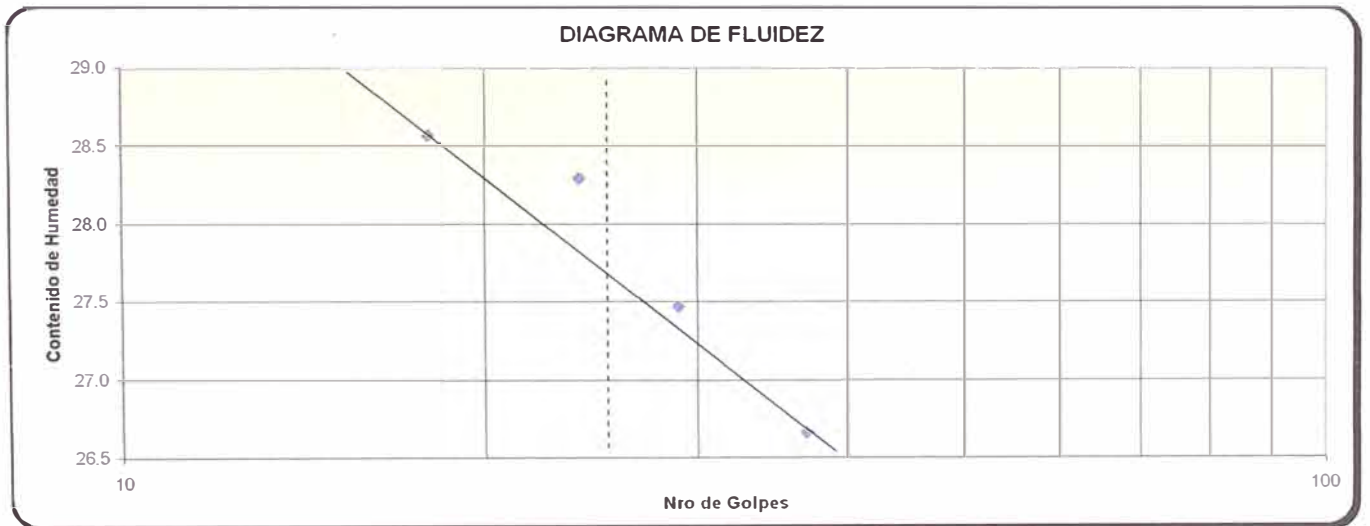
DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO: ML

LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITANTE: GRUPO N06-TITULACION FIC-UNI	FECHA: 04/11/2008
PROYECTO: CONSTRUCCION DE LA RESIDENCIAL BOLIVAR	
LOCALIZACION: AV. BOLIVAR - PUEBLO LIBRE	
SONDAJE: C - 3	
MUESTRA: M - 1 PROF (m) : 0.60	

ENSAYO No	LIMITE PLASTICO (ASTM D-4318)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)			
	1	2	1	2	3	4
CAPSULA N.			153	158	31	111
NUMERO DE GOLPES			18	24	29	37
1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO			18.66	20.05	19.27	20.54
2 PESO CAPSULA + SUELO SECO			16.82	18.03	17.99	18.50
3 PESO CAPSULA			10.38	10.89	13.33	10.85
4 PESO AGUA (1-2)			1.84	2.02	1.28	2.04
5 PESO SUELO SECO (2-3)			6.44	7.14	4.66	7.65
6 CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100)			28.57	28.29	27.47	26.67
L.P. = N.T.			L.L. = 27.75			

I.P. = N.P.



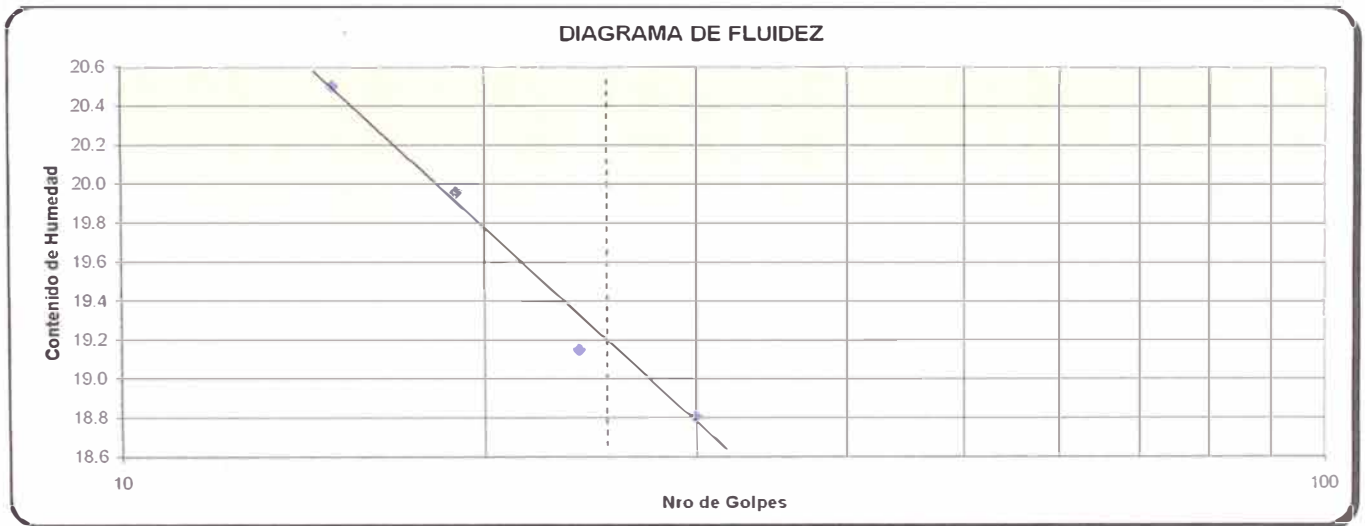
DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO: ML

LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITANTE:	GRUPO N06-TITULACION FIC-UNI	FECHA:	04/11/2008
PROYECTO:	CONSTRUCCION DE LA RESIDENCIAL BOLIVAR		
LOCALIZACION:	AV. BOLIVAR - PUEBLO LIBRE		
SONDAJE:	C - 3		
MUESTRA:	M - 2	PROF (m) :	2.00

		LIMITE PLASTICO (ASTM D-4318)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)			
		1	2	1	2	3	4
	ENSAYO No						
	CAPSULA N.			66	82	160	185
	NUMERO DE GOLPES			15	19	24	30
1	PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO			33.11	29.73	28.85	27.68
2	PESO CAPSULA + SUELO SECO			29.85	26.92	25.87	25.16
3	PESO CAPSULA			13.95	12.84	10.31	11.76
4	PESO AGUA (1-2)			3.26	2.81	2.98	2.52
5	PESO SUELO SECO (2-3)			15.90	14.08	15.56	13.40
6	CONTEINIDO DE HUMEDAD (4/5*100)			20.50	19.96	19.15	18.81
		L.P. = N.T.		L.L. = 19.60			

I.P. = N.P.



DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO: ML

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
NORMA ASTM 3080

Solicitado GRUPO N°06-TITULACION FIC-UBI
Proyecto: RESIDENCIA BOLIVAR
Ubicación: AV. BOLIVAR N°1858-PUEBLO LIBRE
Fecha: Nov-08

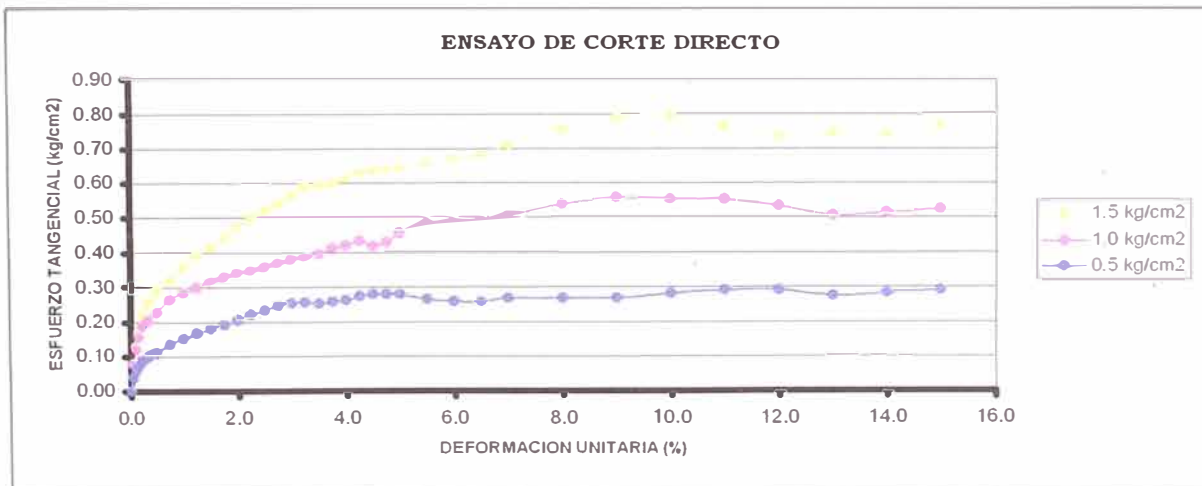
Constante Dial de caro.02

Area de Contacto **28.27**

Muestra: **C - 1 (M - 2)-MATRIZ (SM)**
Tipo de suelo **GM**
Profund. (m) : **2.00**

$\gamma_d = 1.620$
Peso = 96.14

Deformación Tangencial %	0.5 Kg/cm2			1.0 Kg/m2			1.5 Kg/cm2		
	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm2	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm2	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm2
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	72.00	1.15	0.04	138.00	2.21	0.08	142.00	2.27	0.08
0.10	108.00	1.73	0.06	220.00	3.52	0.12	228.00	3.65	0.13
0.15	134.00	2.14	0.08	282.00	4.51	0.16	302.00	4.83	0.17
0.25	162.00	2.59	0.09	338.00	5.41	0.19	400.00	6.40	0.23
0.35	180.00	2.88	0.10	366.00	5.86	0.21	462.00	7.39	0.26
0.50	200.00	3.20	0.11	404.00	6.46	0.23	514.00	8.22	0.29
0.75	238.00	3.81	0.13	472.00	7.55	0.27	570.00	9.12	0.32
1.00	270.00	4.32	0.15	506.00	8.10	0.29	640.00	10.24	0.36
1.25	296.00	4.74	0.17	536.00	8.58	0.30	696.00	11.14	0.39
1.50	320.00	5.12	0.18	560.00	8.96	0.32	740.00	11.84	0.42
1.75	342.00	5.47	0.19	584.00	9.34	0.33	790.00	12.64	0.45
2.00	366.00	5.86	0.21	604.00	9.66	0.34	836.00	13.38	0.47
2.25	392.00	6.27	0.22	616.00	9.86	0.35	892.00	14.27	0.50
2.50	414.00	6.62	0.23	634.00	10.14	0.36	928.00	14.85	0.53
2.75	438.00	7.01	0.25	656.00	10.50	0.37	956.00	15.30	0.54
3.00	454.00	7.26	0.26	674.00	10.78	0.38	998.00	15.97	0.56
3.25	458.00	7.33	0.26	686.00	10.98	0.39	1044.00	16.70	0.59
3.50	452.00	7.23	0.26	704.00	11.26	0.40	1054.00	16.86	0.60
3.75	460.00	7.36	0.26	734.00	11.74	0.42	1064.00	17.02	0.60
4.00	466.00	7.46	0.26	748.00	11.97	0.42	1086.00	17.38	0.61
4.25	486.00	7.78	0.28	770.00	12.32	0.44	1116.00	17.86	0.63
4.50	496.00	7.94	0.28	744.00	11.90	0.42	1124.00	17.98	0.64
4.75	496.00	7.94	0.28	762.00	12.19	0.43	1132.00	18.11	0.64
5.00	496.00	7.94	0.28	806.00	12.90	0.46	1142.00	18.27	0.65
5.50	472.00	7.55	0.27	856.00	13.70	0.48	1164.00	18.62	0.66
6.00	462.00	7.39	0.26	864.00	13.82	0.49	1186.00	18.98	0.67
6.50	458.00	7.33	0.26	870.00	13.92	0.49	1204.00	19.26	0.68
7.00	476.00	7.62	0.27	890.00	14.24	0.50	1256.00	20.10	0.71
8.00	478.00	7.65	0.27	952.00	15.23	0.54	1338.00	21.41	0.76
9.00	476.00	7.62	0.27	986.00	15.78	0.56	1394.00	22.30	0.79
10.00	502.00	8.03	0.28	976.00	15.62	0.55	1410.00	22.56	0.80
11.00	518.00	8.29	0.29	974.00	15.58	0.55	1356.00	21.70	0.77
12.00	518.00	8.29	0.29	942.00	15.07	0.53	1306.00	20.90	0.74
13.00	488.00	7.81	0.28	896.00	14.34	0.51	1318.00	21.09	0.75
14.00	502.00	8.03	0.28	908.00	14.53	0.51	1312.00	20.99	0.74
15.00	518.00	8.29	0.29	926.00	14.82	0.52	1362.00	21.79	0.77



ENSAYO DE CORTE DIRECTO - NORMA ASTM 3080

ESFUERZO NOMINAL (MPa)	ESFUERZO NOMINAL (kg/cm ²)	1.05	1.30	1.55	1.80	2.05	2.30	2.55	2.80	3.05	3.30	3.55	3.80	4.05	4.30	4.55	4.80	5.05	5.30	5.55	5.80	6.05	6.30	6.55	6.80	7.05	7.30	7.55	7.80	8.05	8.30	8.55	8.80	9.05	9.30	9.55	9.80	10.05	10.30	10.55	10.80	11.05	11.30	11.55	11.80	12.05	12.30	12.55	12.80	13.05	13.30	13.55	13.80	14.05	14.30	14.55	14.80	15.05	15.30	15.55	15.80	16.05	16.30	16.55	16.80	17.05	17.30	17.55	17.80	18.05	18.30	18.55	18.80	19.05	19.30	19.55	19.80	20.05	20.30	20.55	20.80	21.05	21.30	21.55	21.80	22.05	22.30	22.55	22.80	23.05	23.30	23.55	23.80	24.05	24.30	24.55	24.80	25.05	25.30	25.55	25.80	26.05	26.30	26.55	26.80	27.05	27.30	27.55	27.80	28.05	28.30	28.55	28.80	29.05	29.30	29.55	29.80	30.05	30.30	30.55	30.80	31.05	31.30	31.55	31.80	32.05	32.30	32.55	32.80	33.05	33.30	33.55	33.80	34.05	34.30	34.55	34.80	35.05	35.30	35.55	35.80	36.05	36.30	36.55	36.80	37.05	37.30	37.55	37.80	38.05	38.30	38.55	38.80	39.05	39.30	39.55	39.80	40.05	40.30	40.55	40.80	41.05	41.30	41.55	41.80	42.05	42.30	42.55	42.80	43.05	43.30	43.55	43.80	44.05	44.30	44.55	44.80	45.05	45.30	45.55	45.80	46.05	46.30	46.55	46.80	47.05	47.30	47.55	47.80	48.05	48.30	48.55	48.80	49.05	49.30	49.55	49.80	50.05	50.30	50.55	50.80	51.05	51.30	51.55	51.80	52.05	52.30	52.55	52.80	53.05	53.30	53.55	53.80	54.05	54.30	54.55	54.80	55.05	55.30	55.55	55.80	56.05	56.30	56.55	56.80	57.05	57.30	57.55	57.80	58.05	58.30	58.55	58.80	59.05	59.30	59.55	59.80	60.05	60.30	60.55	60.80	61.05	61.30	61.55	61.80	62.05	62.30	62.55	62.80	63.05	63.30	63.55	63.80	64.05	64.30	64.55	64.80	65.05	65.30	65.55	65.80	66.05	66.30	66.55	66.80	67.05	67.30	67.55	67.80	68.05	68.30	68.55	68.80	69.05	69.30	69.55	69.80	70.05	70.30	70.55	70.80	71.05	71.30	71.55	71.80	72.05	72.30	72.55	72.80	73.05	73.30	73.55	73.80	74.05	74.30	74.55	74.80	75.05	75.30	75.55	75.80	76.05	76.30	76.55	76.80	77.05	77.30	77.55	77.80	78.05	78.30	78.55	78.80	79.05	79.30	79.55	79.80	80.05	80.30	80.55	80.80	81.05	81.30	81.55	81.80	82.05	82.30	82.55	82.80	83.05	83.30	83.55	83.80	84.05	84.30	84.55	84.80	85.05	85.30	85.55	85.80	86.05	86.30	86.55	86.80	87.05	87.30	87.55	87.80	88.05	88.30	88.55	88.80	89.05	89.30	89.55	89.80	90.05	90.30	90.55	90.80	91.05	91.30	91.55	91.80	92.05	92.30	92.55	92.80	93.05	93.30	93.55	93.80	94.05	94.30	94.55	94.80	95.05	95.30	95.55	95.80	96.05	96.30	96.55	96.80	97.05	97.30	97.55	97.80	98.05	98.30	98.55	98.80	99.05	99.30	99.55	99.80	100.05	100.30	100.55	100.80	101.05	101.30	101.55	101.80	102.05	102.30	102.55	102.80	103.05	103.30	103.55	103.80	104.05	104.30	104.55	104.80	105.05	105.30	105.55	105.80	106.05	106.30	106.55	106.80	107.05	107.30	107.55	107.80	108.05	108.30	108.55	108.80	109.05	109.30	109.55	109.80	110.05	110.30	110.55	110.80	111.05	111.30	111.55	111.80	112.05	112.30	112.55	112.80	113.05	113.30	113.55	113.80	114.05	114.30	114.55	114.80	115.05	115.30	115.55	115.80	116.05	116.30	116.55	116.80	117.05	117.30	117.55	117.80	118.05	118.30	118.55	118.80	119.05	119.30	119.55	119.80	120.05	120.30	120.55	120.80	121.05	121.30	121.55	121.80	122.05	122.30	122.55	122.80	123.05	123.30	123.55	123.80	124.05	124.30	124.55	124.80	125.05	125.30	125.55	125.80	126.05	126.30	126.55	126.80	127.05	127.30	127.55	127.80	128.05	128.30	128.55	128.80	129.05	129.30	129.55	129.80	130.05	130.30	130.55	130.80	131.05	131.30	131.55	131.80	132.05	132.30	132.55	132.80	133.05	133.30	133.55	133.80	134.05	134.30	134.55	134.80	135.05	135.30	135.55	135.80	136.05	136.30	136.55	136.80	137.05	137.30	137.55	137.80	138.05	138.30	138.55	138.80	139.05	139.30	139.55	139.80	140.05	140.30	140.55	140.80	141.05	141.30	141.55	141.80	142.05	142.30	142.55	142.80	143.05	143.30	143.55	143.80	144.05	144.30	144.55	144.80	145.05	145.30	145.55	145.80	146.05	146.30	146.55	146.80	147.05	147.30	147.55	147.80	148.05	148.30	148.55	148.80	149.05	149.30	149.55	149.80	150.05	150.30	150.55	150.80	151.05	151.30	151.55	151.80	152.05	152.30	152.55	152.80	153.05	153.30	153.55	153.80	154.05	154.30	154.55	154.80	155.05	155.30	155.55	155.80	156.05	156.30	156.55	156.80	157.05	157.30	157.55	157.80	158.05	158.30	158.55	158.80	159.05	159.30	159.55	159.80	160.05	160.30	160.55	160.80	161.05	161.30	161.55	161.80	162.05	162.30	162.55	162.80	163.05	163.30	163.55	163.80	164.05	164.30	164.55	164.80	165.05	165.30	165.55	165.80	166.05	166.30	166.55	166.80	167.05	167.30	167.55	167.80	168.05	168.30	168.55	168.80	169.05	169.30	169.55	169.80	170.05	170.30	170.55	170.80	171.05	171.30	171.55	171.80	172.05	172.30	172.55	172.80	173.05	173.30	173.55	173.80	174.05	174.30	174.55	174.80	175.05	175.30	175.55	175.80	176.05	176.30	176.55	176.80	177.05	177.30	177.55	177.80	178.05	178.30	178.55	178.80	179.05	179.30	179.55	179.80	180.05	180.30	180.55	180.80	181.05	181.30	181.55	181.80	182.05	182.30	182.55	182.80	183.05	183.30	183.55	183.80	184.05	184.30	184.55	184.80	185.05	185.30	185.55	185.80	186.05	186.30	186.55	186.80	187.05	187.30	187.55	187.80	188.05	188.30	188.55	188.80	189.05	189.30	189.55	189.80	190.05	190.30	190.55	190.80	191.05	191.30	191.55	191.80	192.05	192.30	192.55	192.80	193.05	193.30	193.55	193.80	194.05	194.30	194.55	194.80	195.05	195.30	195.55	195.80	196.05	196.30	196.55	196.80	197.05	197.30	197.55	197.80	198.05	198.30	198.55	198.80	199.05	199.30	199.55	199.80	200.05	200.30	200.55	200.80	201.05	201.30	201.55	201.80	202.05	202.30	202.55	202.80	203.05	203.30	203.55	203.80	204.05	204.30	204.55	204.80	205.05	205.30	205.55	205.80	206.05	206.30	206.55	206.80	207.05	207.30	207.55	207.80	208.05	208.30	208.55	208.80	209.05	209.30	209.55	209.80	210.05	210.30	210.55	210.80	211.05	211.30	211.55	211.80	212.05	212.30	212.55	212.80	213.05	213.30	213.55	213.80	214.05	214.30	214.55	214.80	215.05	215.30	215.55	215.80	216.05	216.30	216.55	216.80	217.05	217.30	217.55	217.80	218.05	218.30	218.55	218.80	219.05	219.30	219.55	219.80	220.05	220.30	220.55	220.80	221.05	221.30	221.55	221.80	222.05	222.30	222.55	222.80	223.05	223.30	223.55	223.80	224.05	224.30	224.55	224.80	225.05	225.30	225.55	225.80	226.05	226.30	226.55	226.80	227.05	227.30	227.55	227.80	228.05	228.30	228.55	228.80	229.05	229.30	229.55	229.80	230.05	230.30	230.55	230.80	231.05	231.30	231.55	231.80	232.05	232.30	232.55	232.80	233.05	233.30	233.55	233.80	234.05	234.30	234.55	234.80	235.05	235.30	235.55	235.80	236.05	236.30	236.55	236.80	237.05	237.30	237.55	237.80	238.05	238.30	238.55	238.80	239.05	239.30	239.55	239.80	240.05	240.30	240.55	240.80	241.05	241.30	241.55	241.80	242.05	242.30	242.55	242.80	243.05	243.30	243.55	243.80	244.05	244.30	244.55	244.80	245.05	245.30	245.55	245.80	246.05	246.30	246.55	246.80	247.05	247.30	247.55	247.80	248.05	248.30	248.55	248.80	249.05	249.30	249.55	249.80	250.05	250.30	250.55	250.80	251.05	251.30	251.55	251.80	252.05	252.30	252.55	252.80	253.05	253.30	253.55	253.80	254.05	254.30	254.55	254.80	255.05	255.30	255.55	255.80	256.05	256.30	256.55	256.80	257.05	257.30	257.55	257.80	258.05	258.30	258.55	258.80	259.05	259.30	259.55	259.80	260.05	260.30	260.55	260.80	261.05	261.30	261.55	261.80	262.05	262.30	262.55	262.80	263.05	263.30</
------------------------------	--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	----------

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS

Proyecto: RESIDENCIAL BOLIVAR
AV. BOLIVAR N°1858 – PUEBLO LIBRE

Solicitante: GRUPO N°06-TITULACION FIC-UNI

Fecha: 24 DE SETIEMBRE DEL 2008

MUESTRA	UBICACION	Ph	CL ppm	SO4 ppm	S.S.T. ppm
01	Zona de estudio	-----	-----	500	---

La muestra fue tomada por el interesado.

INFORMADO POR:

ANEXO-3

PLANOS



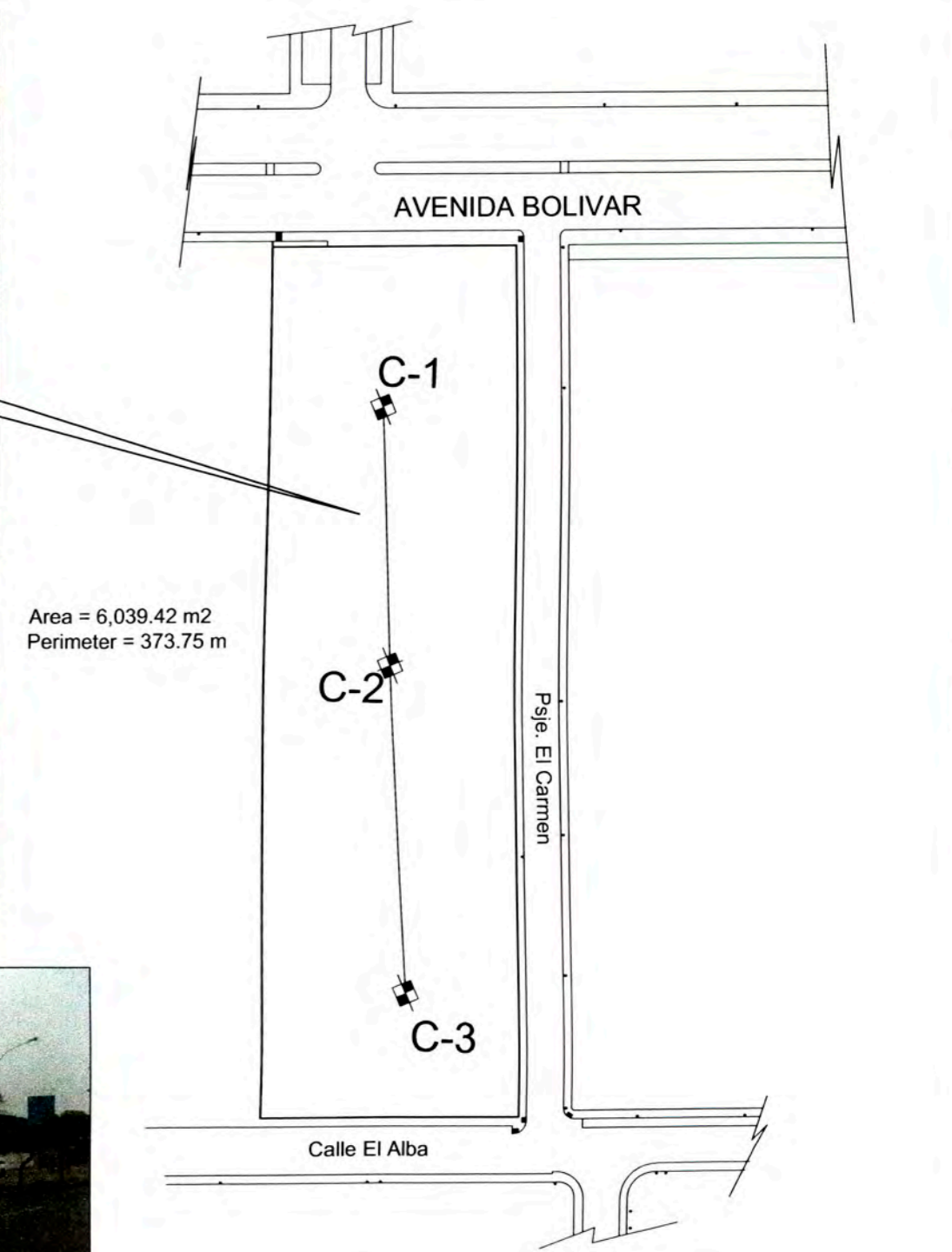
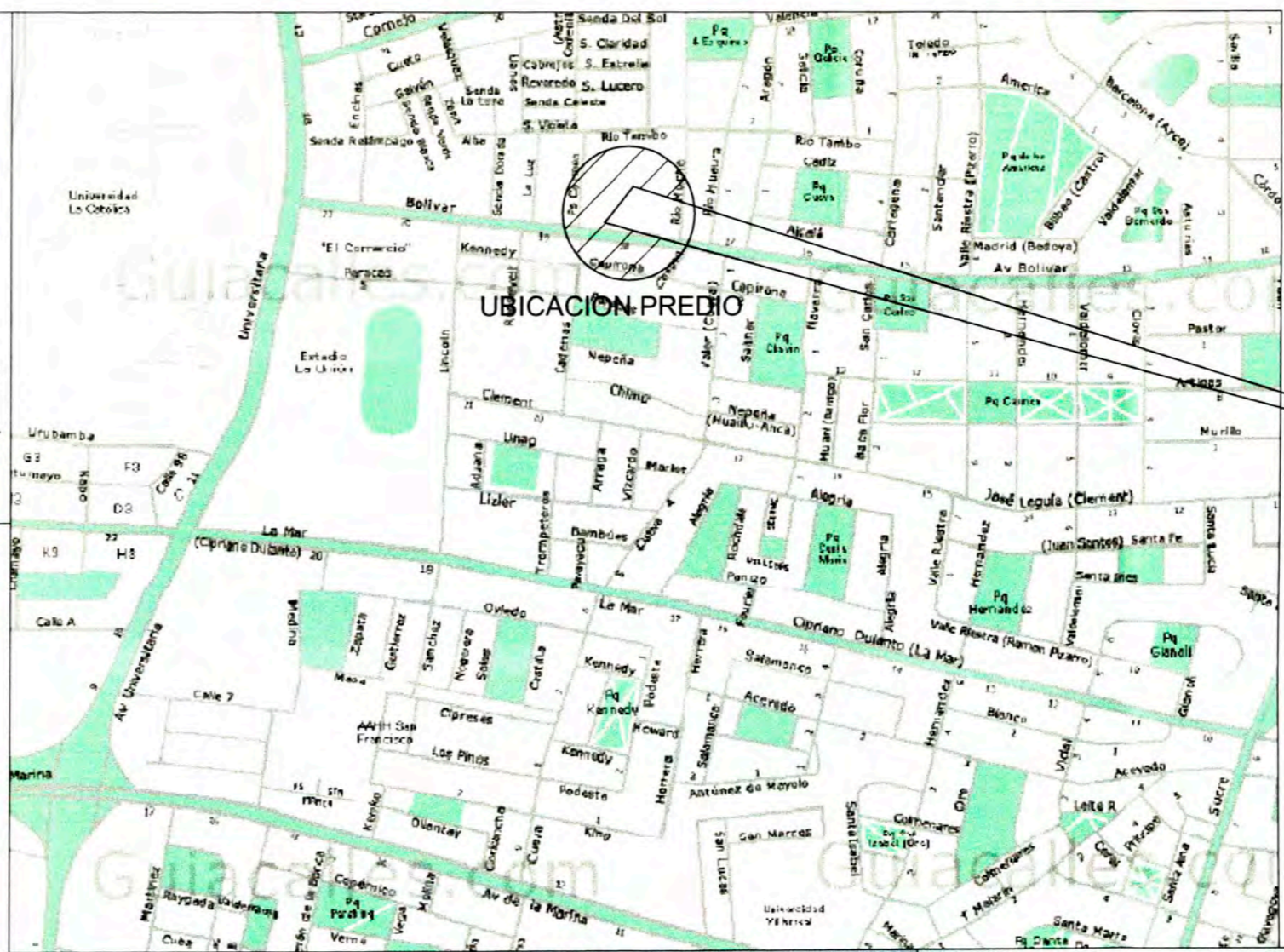
DISTRIBUCION DISTRITAL DE LIMA METROPOLITANA

DISTRIBUICON DISTRITAL DE LIMA



FOTOS DEL PREDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	PROYECTO: RESIDENCIAL BOLIVAR	PLANO: UBICACION		LÁMINA: U-01
	ELABORADO POR: TITULACION GRUPO N°06-FC-UNI	DISEÑO: GRUPO N°06	ESCALA: 1:50	TÍTULO:
	UBICACION: PUEBLO LIBRE / LIMA / PERU	ARCHIVO: C:\VIVIENDA MULTIF\	FECHA: NOV. 2008	CÓDIGO:

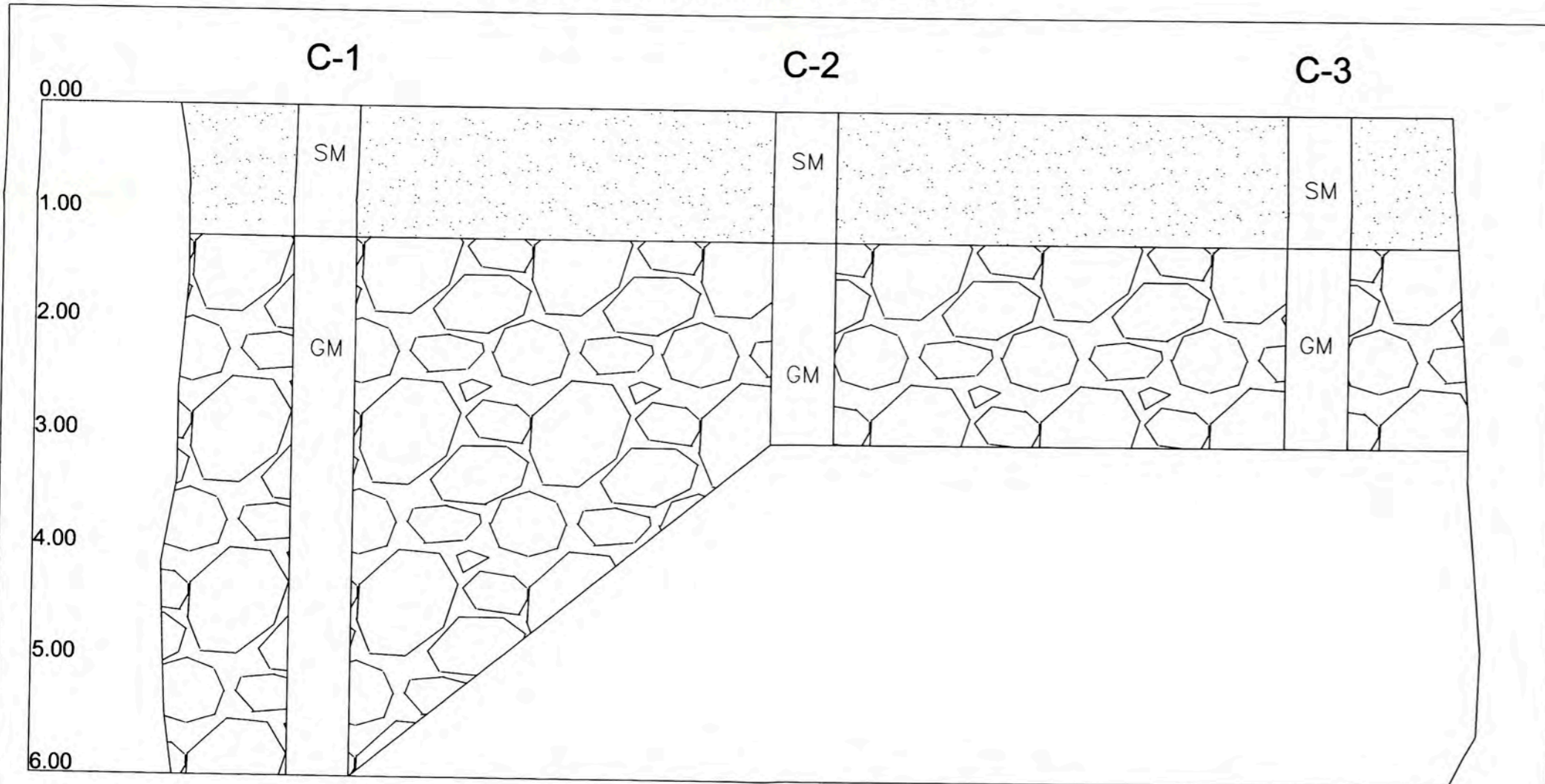


UBICACION DE LAS CALICATAS

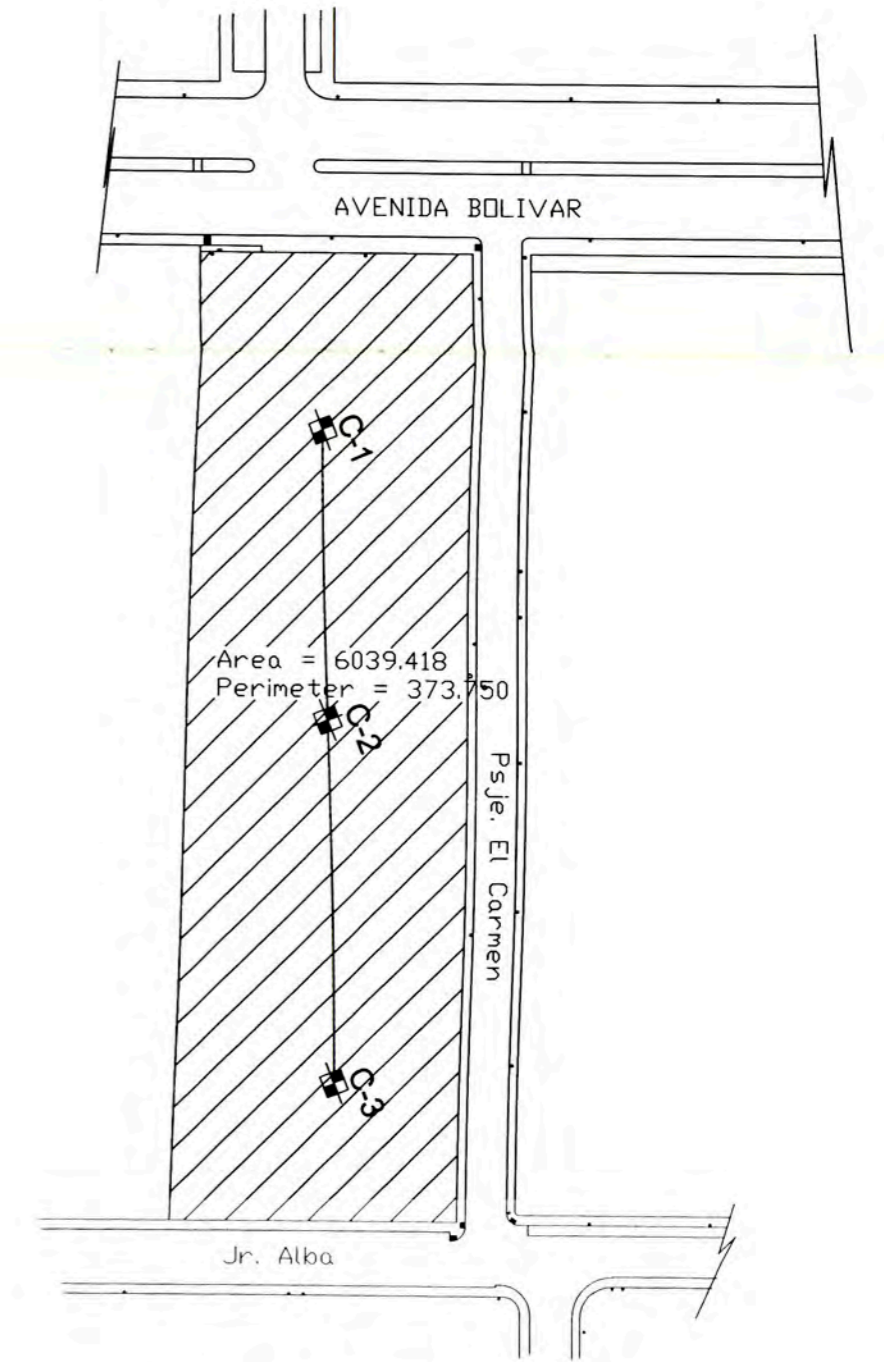


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	PROYECTO: RESIDENCIAL BOLIVAR	PLANO: UBICACION DE CALICATAS	LAMINA: S-01
	ELABORADO POR: TITULACION GRUPO 406-FC-UNI	DISEÑO: GRUPO 406	ESCALA: 1:50
UBICACION: PUEBLO LIBRE / LIMA / PERU	PROYECTO: C/INMEDIATA	FECHA: NOV. 2008	ESTADO:

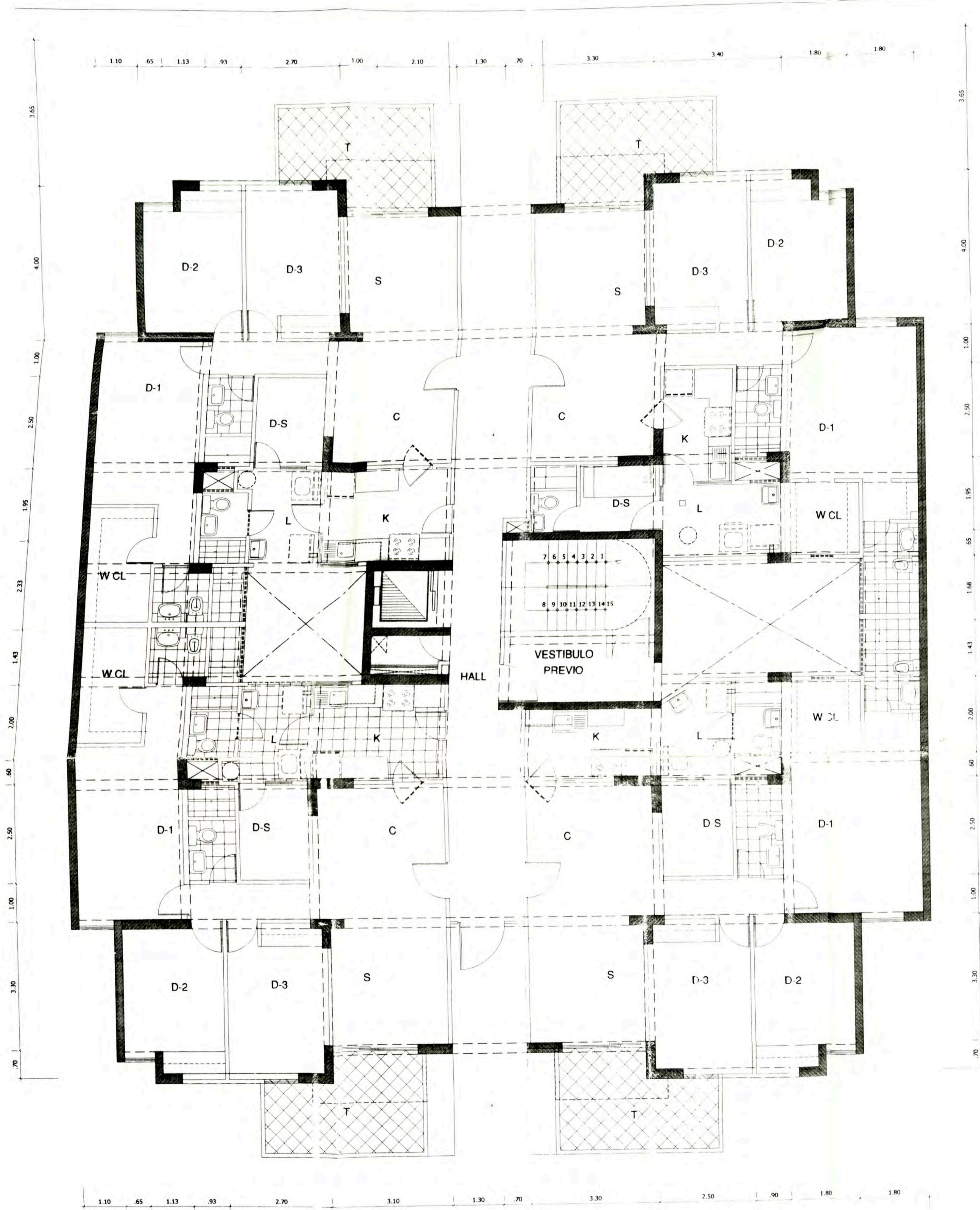
PERFIL ESTRATIGRAFICO



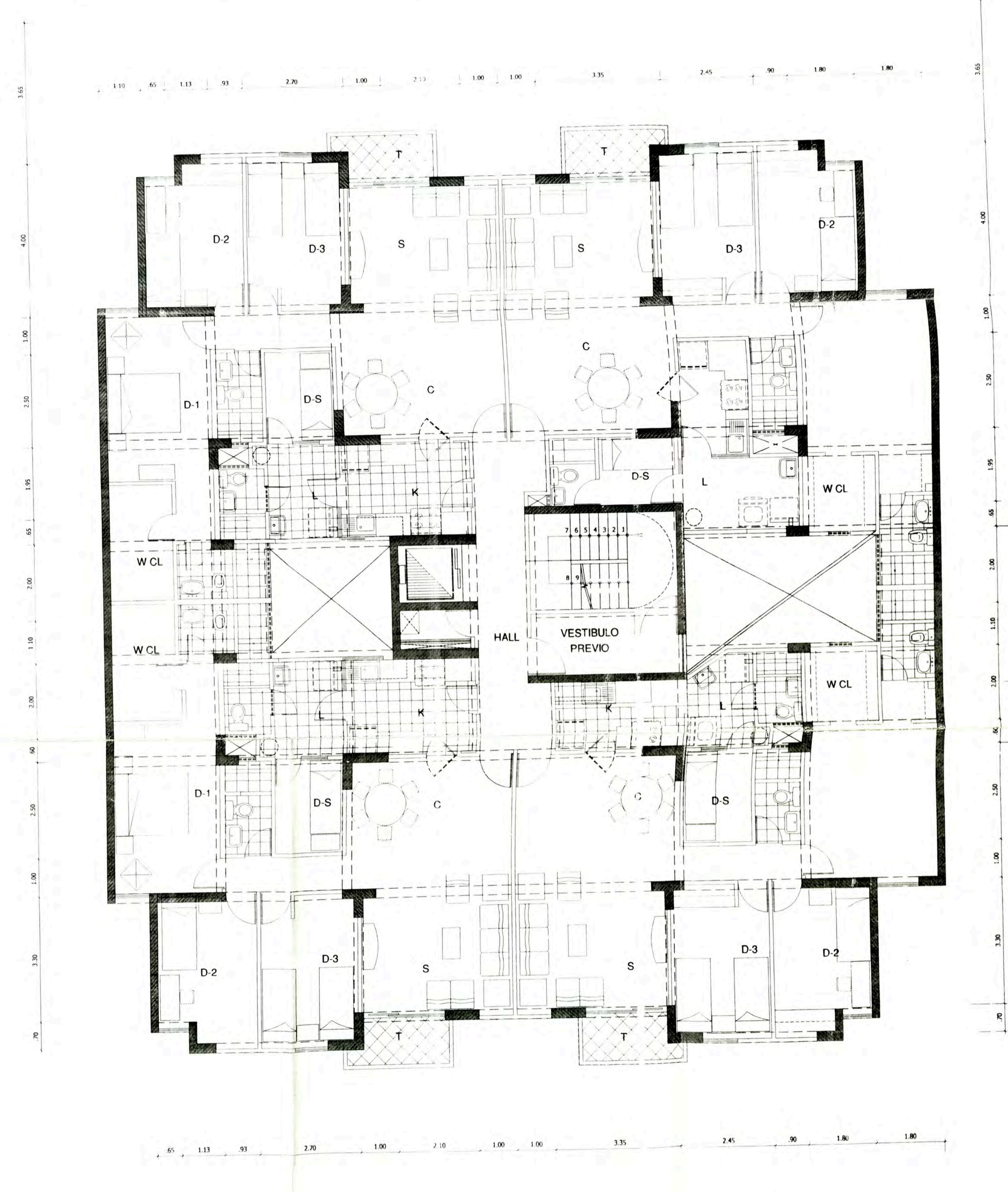
FOTOS DE LAS CALICATAS



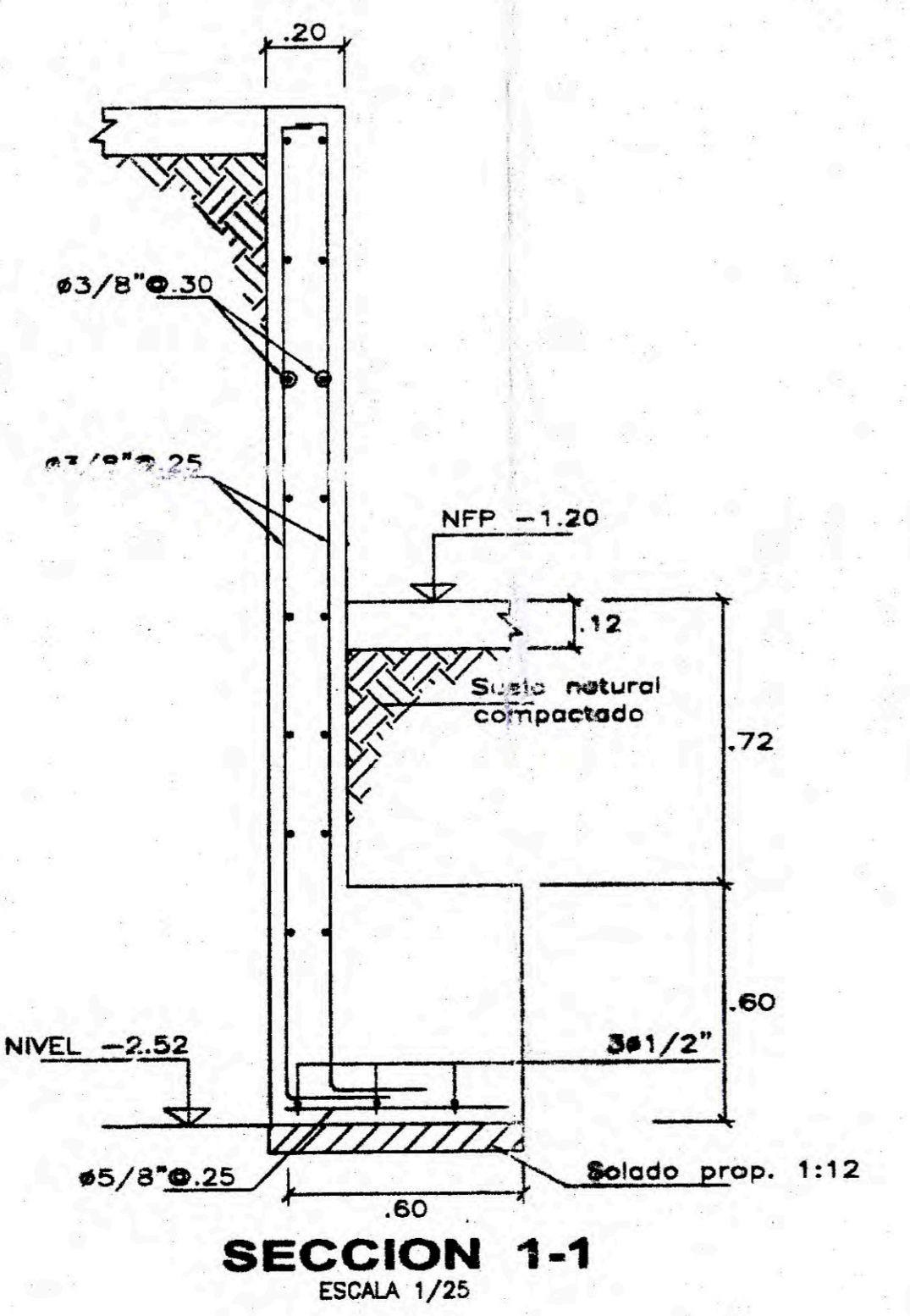
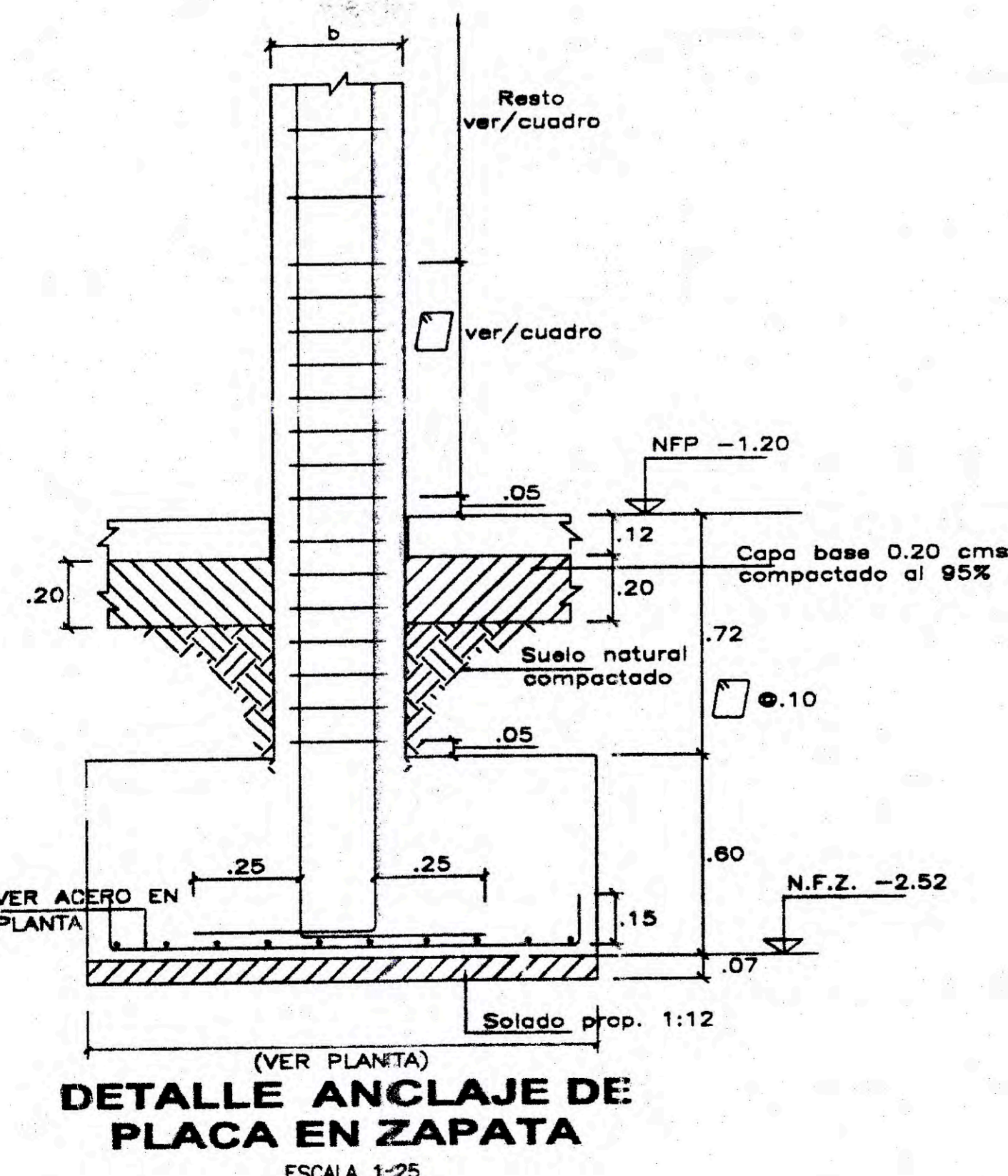
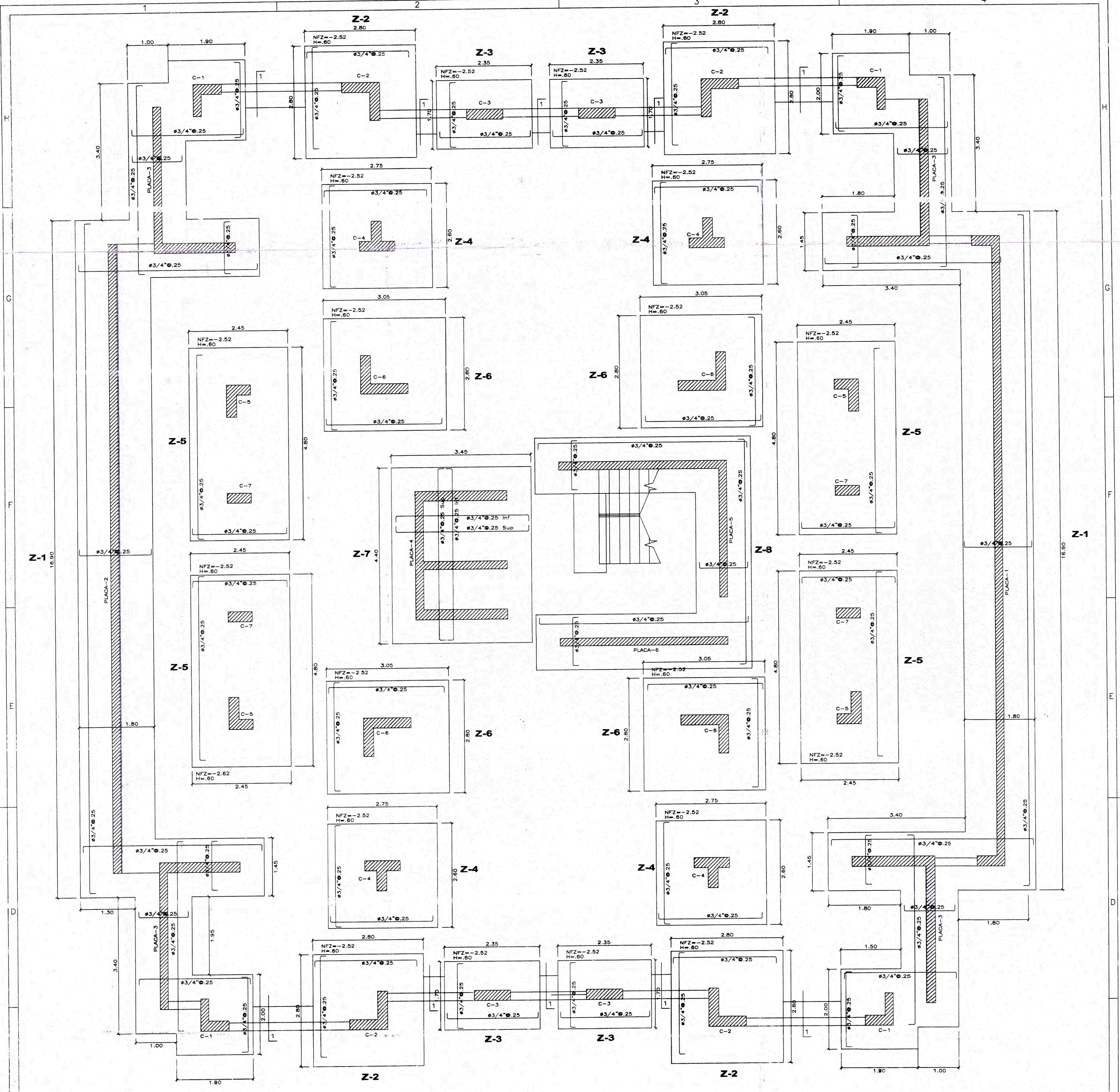
UBICACION DE LAS CALICATAS



PLANTA PRIMER NIVEL



PLANTA TIPICA 2° AL 8° PISO



RESUMEN DE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN	
-TIPO DE CIMENTACIÓN:	SUPERFICIAL, ZAPATAS AISLADAS Y/O COMBINADAS ARMADAS, CIMENTOS CORRIDOS DE CONCRETO CICLOPEO Y/O ARMADAS.
-PARÁMETROS DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN:	
-PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN Df:	1.30m POR DEBAJO DEL NIVEL DEL PISO TERMINADO DEL SEMISOTANO
-PRESIÓN ADMISIBLE:	Qed = 3.80 Kg/cm ²
-ADHESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN:	NO DETECTADA
-TIPO DE CEMENTO:	PORTLAND TIPO I

CIMENTACION

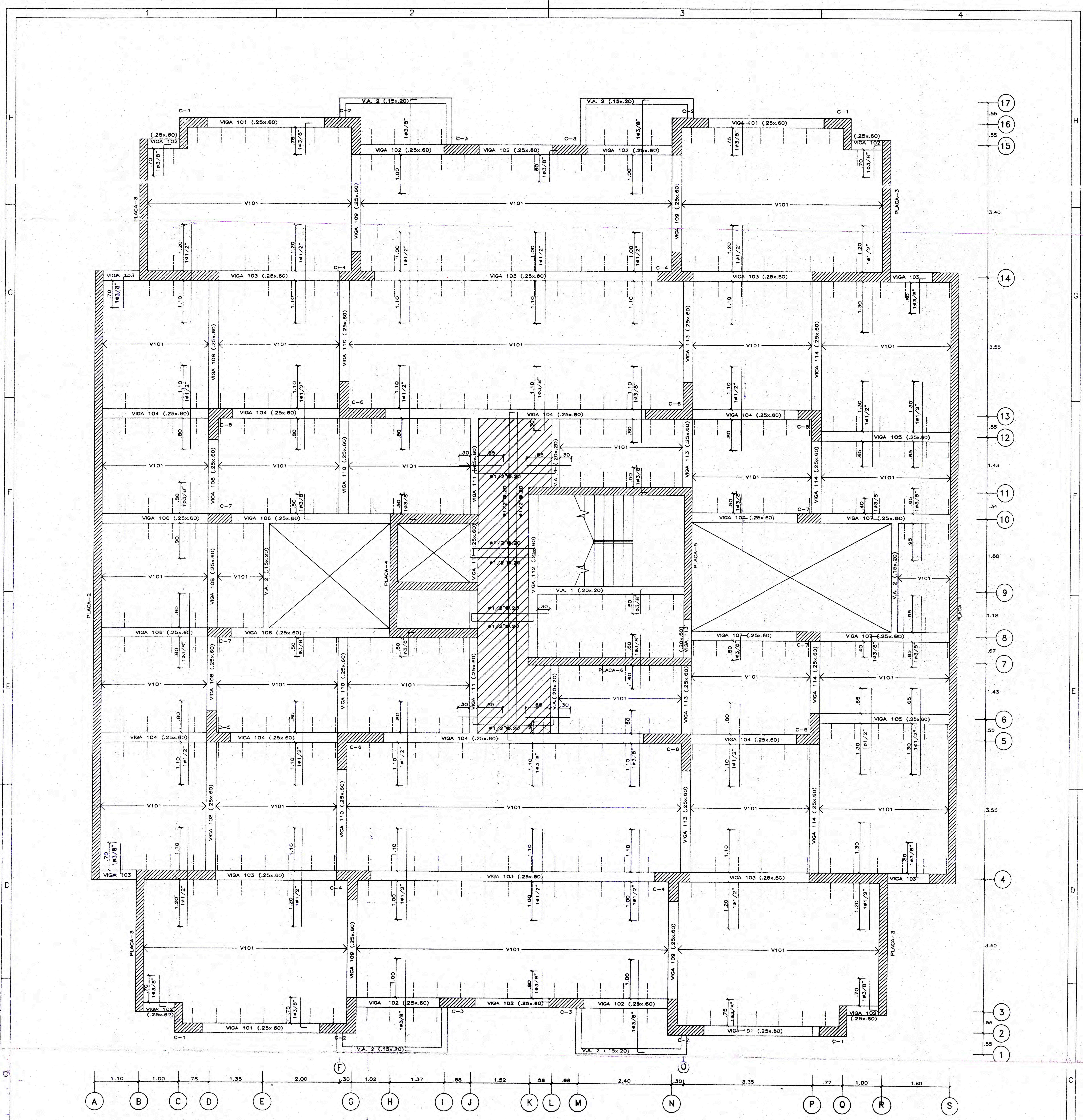
ESC. 1/50

NOTA:

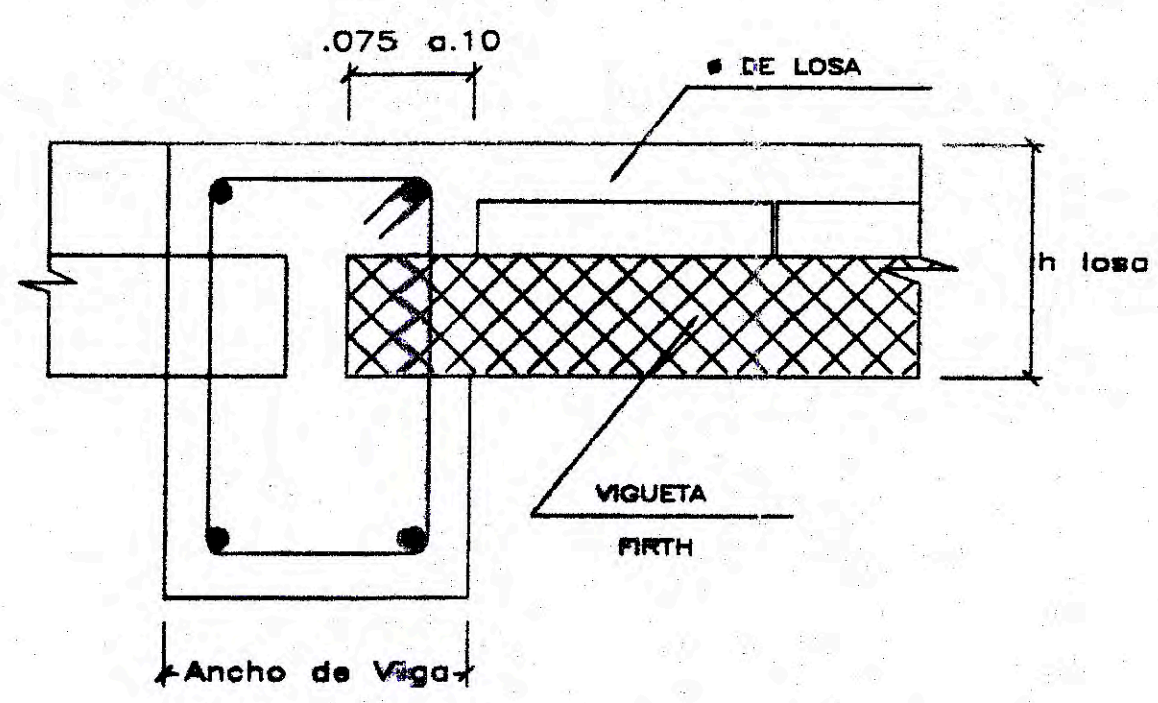
- PARA EL TRAZADO DE CIMENTACION VER ARQUITECTURA
- EN CASO QUE A LA PROFUNDIDAD INDICADA SE ENCUENTRE MATERIAL SUETO O RELLENO PROFUNDIR EXCAVACION Y VACIAR FALSA ZAPATA.

ESPECIFICACIONES GENERALES	
CONCRETO ARMADO	
-ZAPATAS	f _c =210 kg/cm ²
-VIGA DE CIMENTACION	f _c =210 kg/cm ²
-COLUMNAS, MURO, PLACAS	f _c =210 kg/cm ²
-VIGAS	f _c =210 kg/cm ²
-LOSAS ALIGERADA	f _c =210 kg/cm ²
CONCRETO SIMPLE	
-LOSA DE ESTACIONAMIENTO	f _c =175 kg/cm ²
CIMENTO CORRIDO	f _c = 100 kg/cm ² +30% DE PIEDRA GRANDE (6" MAXIMO)
SOBRECIMIENTO	f _c = 100 kg/cm ² + 25% DE PIEDRA MEDIANA (3" MAXIMO)
ACERO DE REFUERZO	
BARRAS CORRUGADAS ASTM A-615 (GRADO 80)	f _y =4200 kg/cm ²
RECUBRIMIENTOS	
-ZAPATAS	7.0 cm.
-MUROS Y LOSAS EN CONTACTO CON AGUA O TERRENO	4.0 cm.
-COLUMNAS Y VIGAS ANCHO >= 0.25	4.0 cm.
ANCHO <= 0.20	2.0 cm.
-PLACAS, LOSAS, ESCALERAS, ETC	2.5 cm.
ALBAÑERIA	
CERCO Y TABIQUE EXTERIOR:	
-f _m = 45 kg/cm ²	
-UNIDAD DE ALBAÑERIA: SE USARAN UNIDADES DE ARCILLA SOLIDA (SIN HUECOS EN EL AREA DE ASENTADO QUE EXCEDAN EL 25% DE DICHA AREA)	
-MORTERO: CEMENTO : ARENA :: 1 : 4	
-ESPESOR DE JUNTAS: MINIMO 1 cm. MAXIMO 1.5 cm.	
TABIQUE INTERIOR:	
SOBRECARGAS	
NIVEL SEMISOTANO	200 kg/m ²
NIVEL 1° AL 8°	200 kg/m ²
ULTIMO NIVEL	150 kg/m ²
ESCALERAS	350 kg/m ²
CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES	
-SISTEMA ESTRUCTURAL: DIRECCION X-X MUROS Y PORTICOS DE CONCRETO ARMADO	
DIRECCION Y-Y MUROS Y PORTICOS DE CONCRETO ARMADO	
-PARAMETROS DE FUERZA SISMICA: Z=0.4, U=1.0, S=1.0, Tp=0.4 seg., Rm=7, Ry=7	
-DESPLAZAMIENTOS CALCULADOS SEGUN N.T.E.-030	
MAXIMO ABSOLUTO D _x = 2.08 cm. D _y = 0.56 cm.	
MAXIMO RELATIVO/ALTURA D _x /h _i = 0.007 D _y /h _i = 0.007	

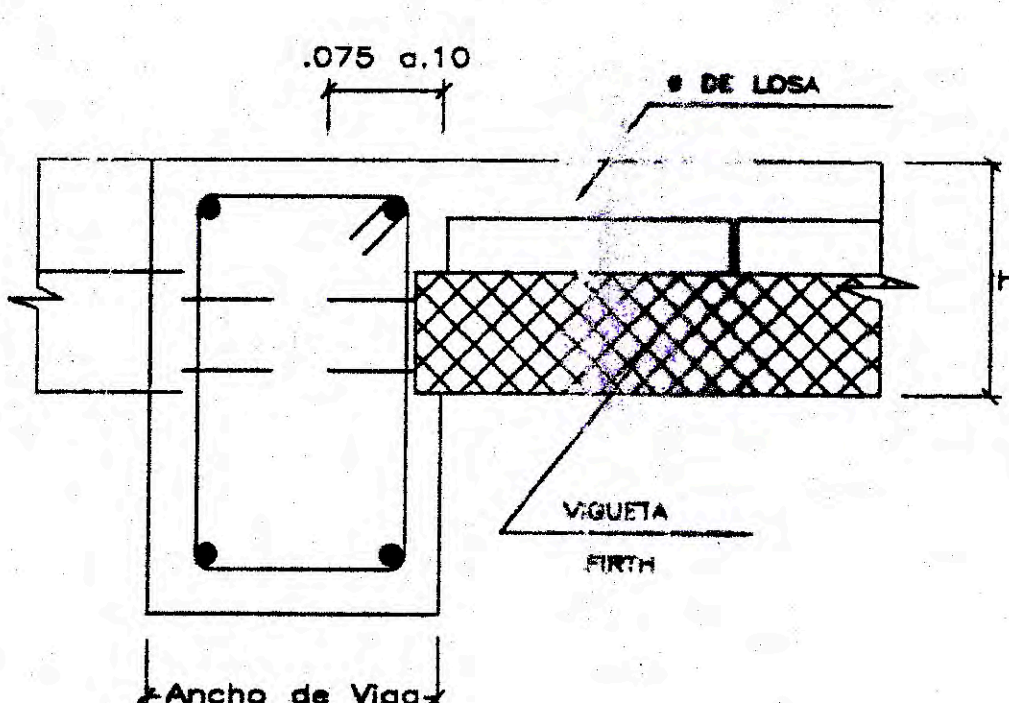
<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</p>	PROYECTO: RESIDENCIAL BOLIVAR	PLANO: CIMENTACION	LAMINA: E-01	
	ELABORADO POR: TITULACION GRUPO N°06-FIC-UNI	DIBUJO: GRUPO N°06	ESCALA: 1:50	
	UBICACION: PUEBLO LIBRE / LIMA / PERU	ARCHIVO: CAMBENDA MULTIF.	FECHA: NOV 2, 008	CODIGO: -----



TECHO TIPICO

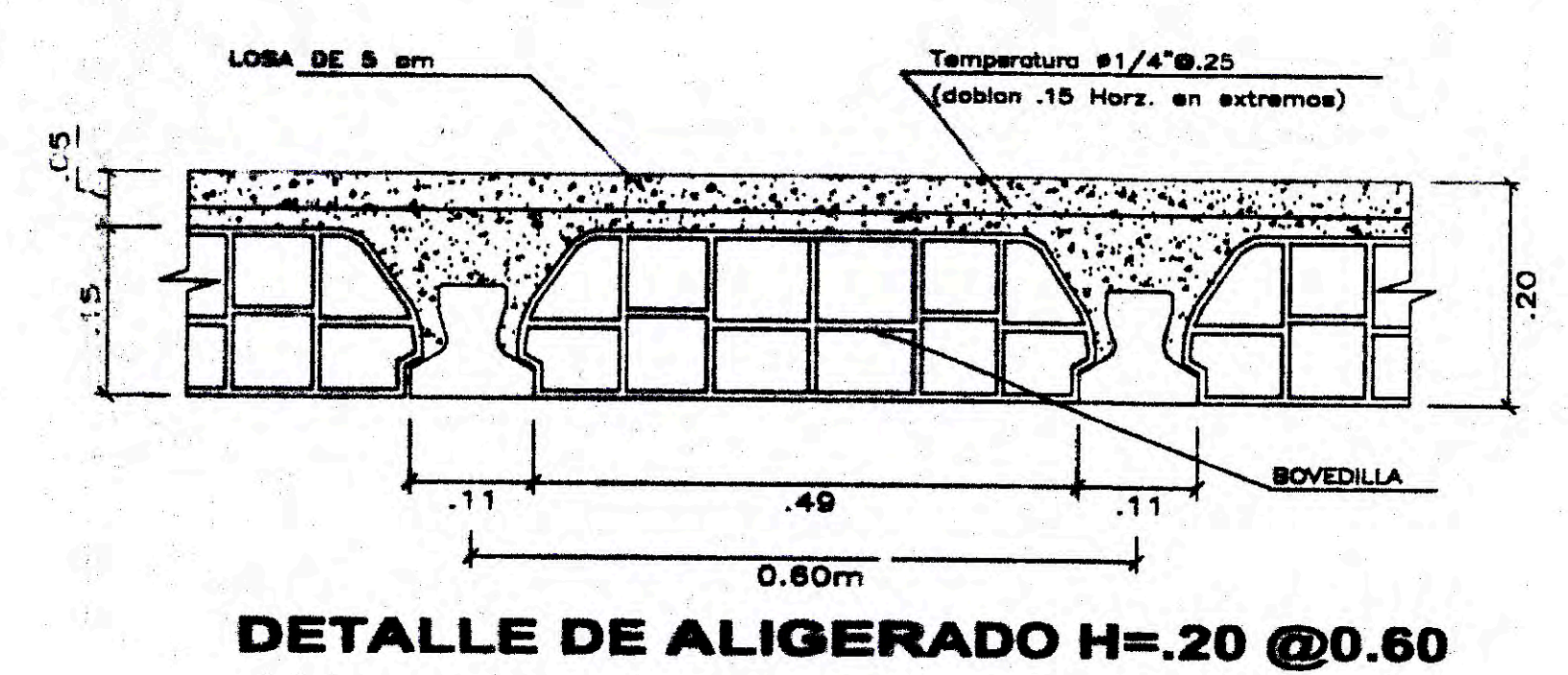
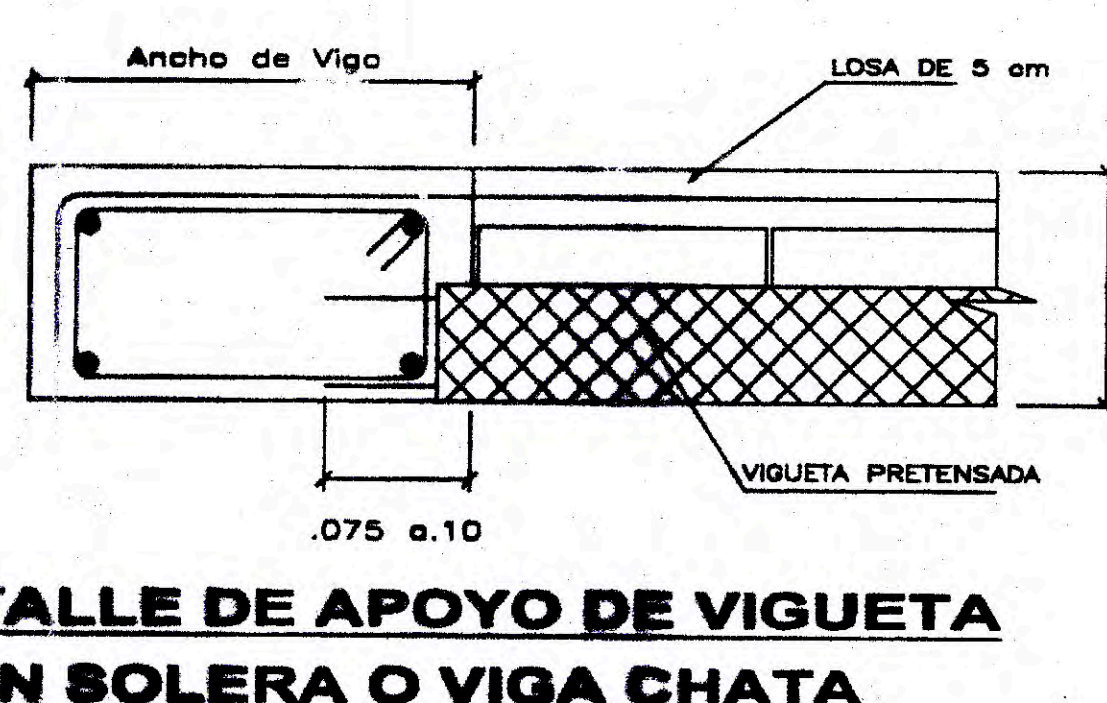


DETALLE DE APOYO DE VIGUETA EN VIGA PERALTADA
ESC. 1/10



DETALLE DE APOYO DE VIGUETA EN SOLERA O VIGA CHATA
ESC. 1/10

LA VIGUETA DEBE INGRESAR A LA VIGA CHATA POR LO MENOS 2cm DE CONCRETO (RECURRIMIENTO DE LA VIGA)

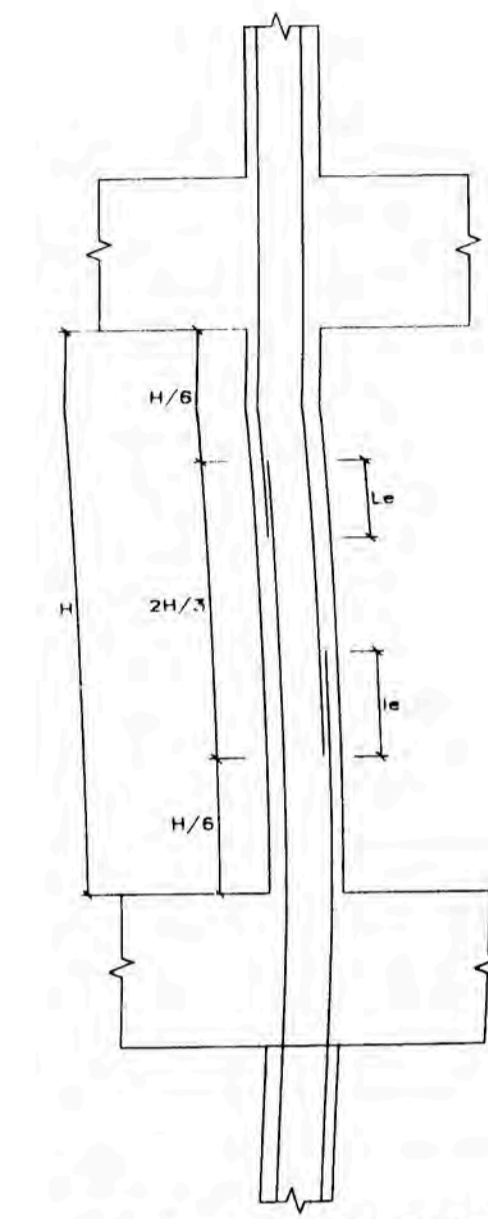


DETALLE DE ALIGERADO H=20 @0.60
ESC. 1/10

SOBRE CARGA PARA LOSA ALIGERADA DE TECHO: 200 KG/M2
SOBRE CARGA PARA LOSA MACIZA DE TECHO: 300 KG/M2

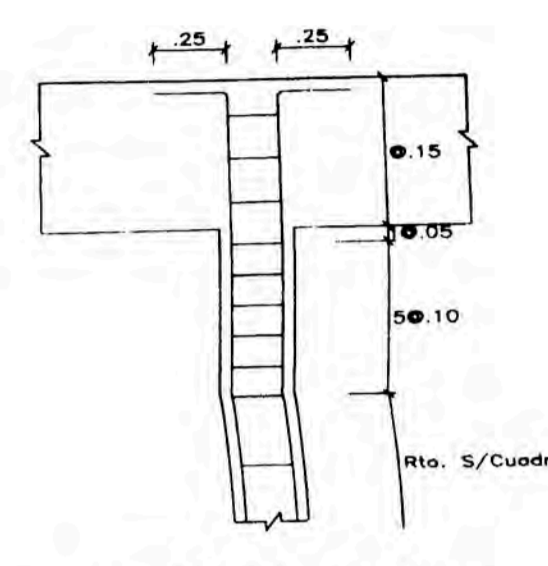
<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</p>	PROYECTO: EDIFICIO MULTIFAMILIAR	PLANO: TECHOS Y LOSAS	LÁMINA: E-02	
	ELABORADO POR: TITULACIÓN-GRUPO N06-FIC-LNI	DIBUJO: GRUPO N06	ESCALA: 1:50	
	UBICACIÓN: PUEBLO LIBRE / LIMA / PERU	ARCHIVO: C:\VIVIENDA MULTIF\	FECHA: NOV 2,008	CODIGO: -----

CUADRO DE COLUMNAS							
NIVEL	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7
7' y 8'							
	16#5/8" 4 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	8#5/8" 4 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	4#3/4"+4#5/8" 2 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	12#5/8" 3 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	14#5/8" 4 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	20#5/8" 5 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	8#5/8" 2 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20
5' y 6'							
	16#5/8" 4 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	8#5/8" 4 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	8#3/4" 2 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	12#5/8" 3 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	14#5/8" 4 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	20#5/8" 5 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	8#5/8" 2 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20
3' y 4'							
	16#5/8" 4 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	16#5/8" 4 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	8#3/4" 2 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	12#5/8" 3 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	14#5/8" 4 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	20#5/8" 5 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	8#5/8" 2 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20
2' y 1'							
	16#5/8" 4 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	4#3/4"+12#5/8" 4 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	8#3/4" 2 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	12#5/8" 3 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	4#3/4"+10#5/8" 4 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	4#5/8"+16#5/8" 5 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20	8#5/8" 2 [3/8" 1#0.05, 5#10, R#20

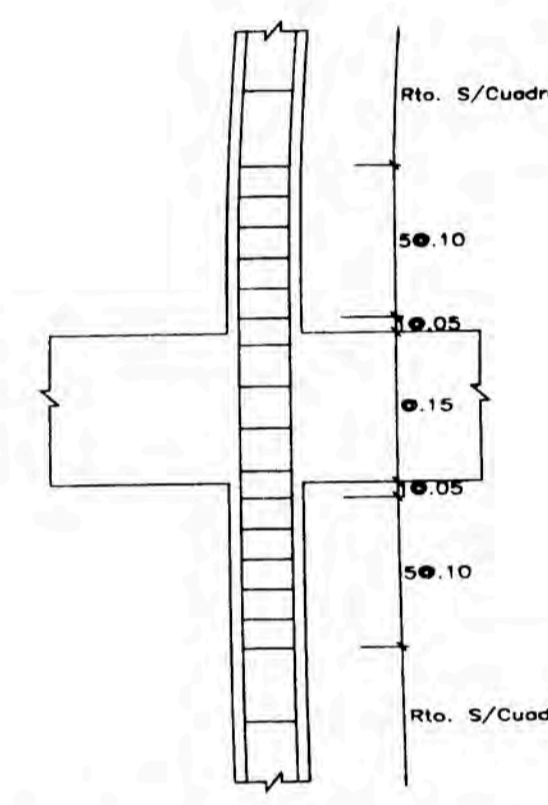


EMPALME DE REFUERZO VERTICAL EN COLUMNAS S/E

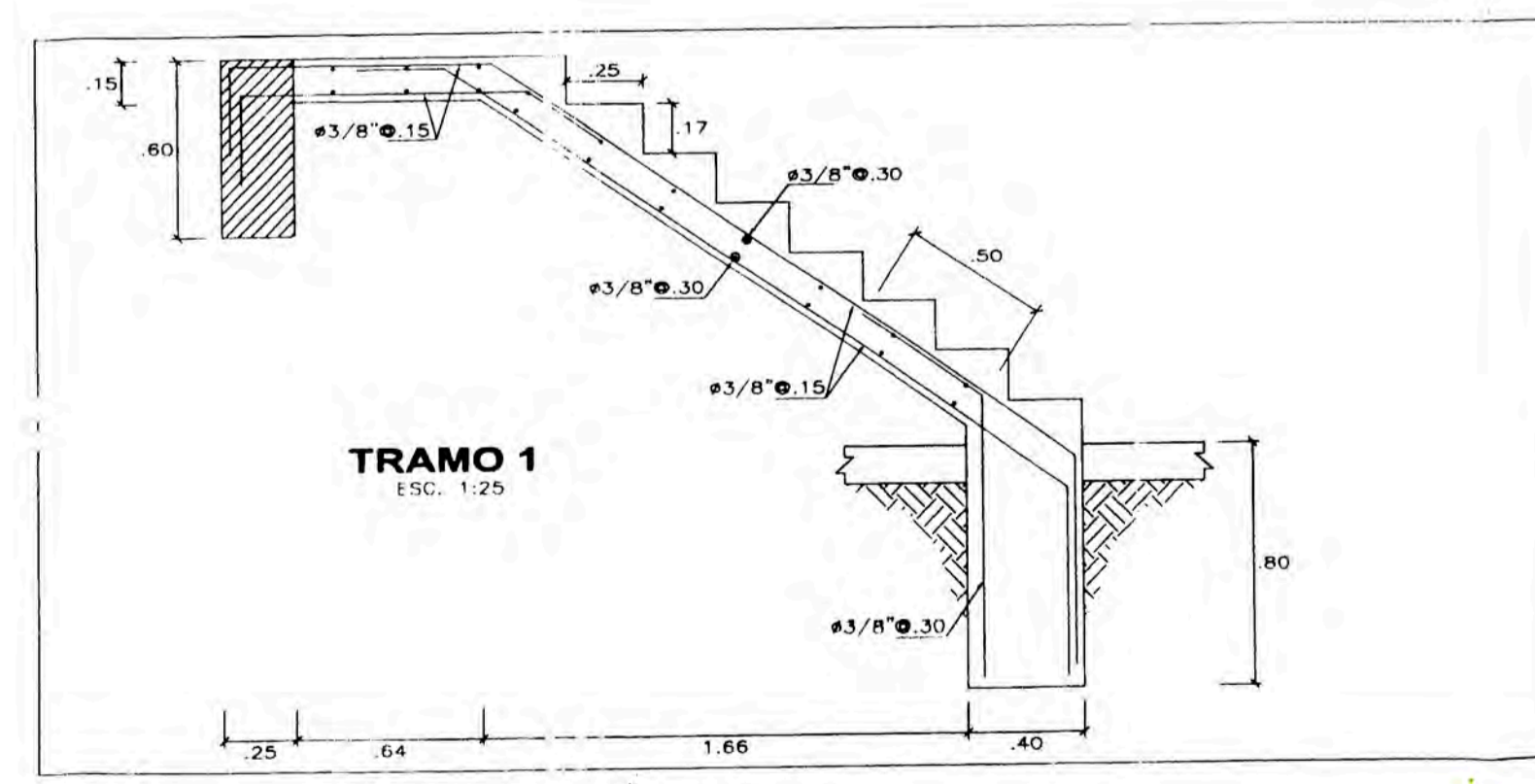
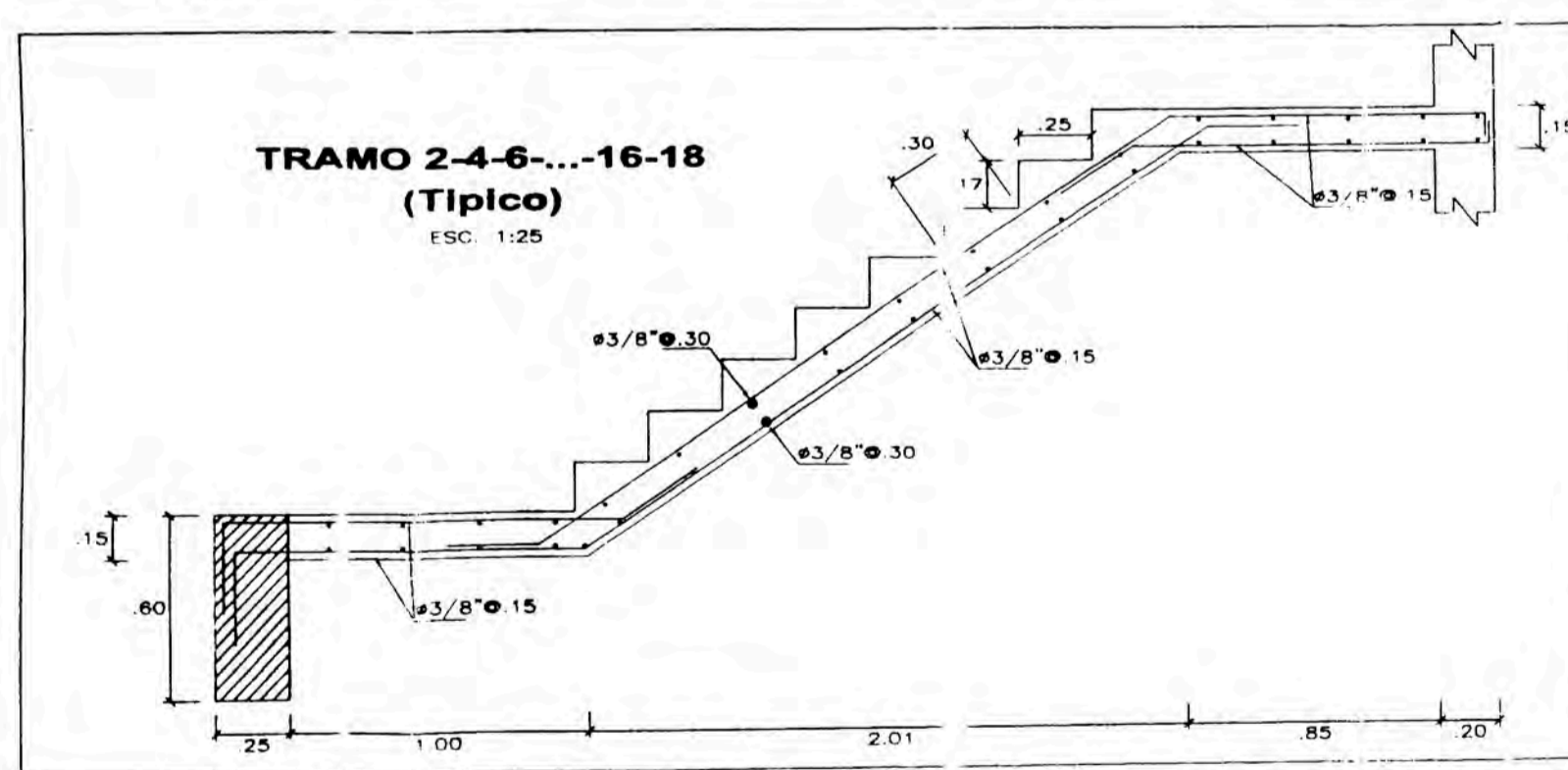
Ø	Le(m)
3/8"	40
1/2"	45
5/8"	60



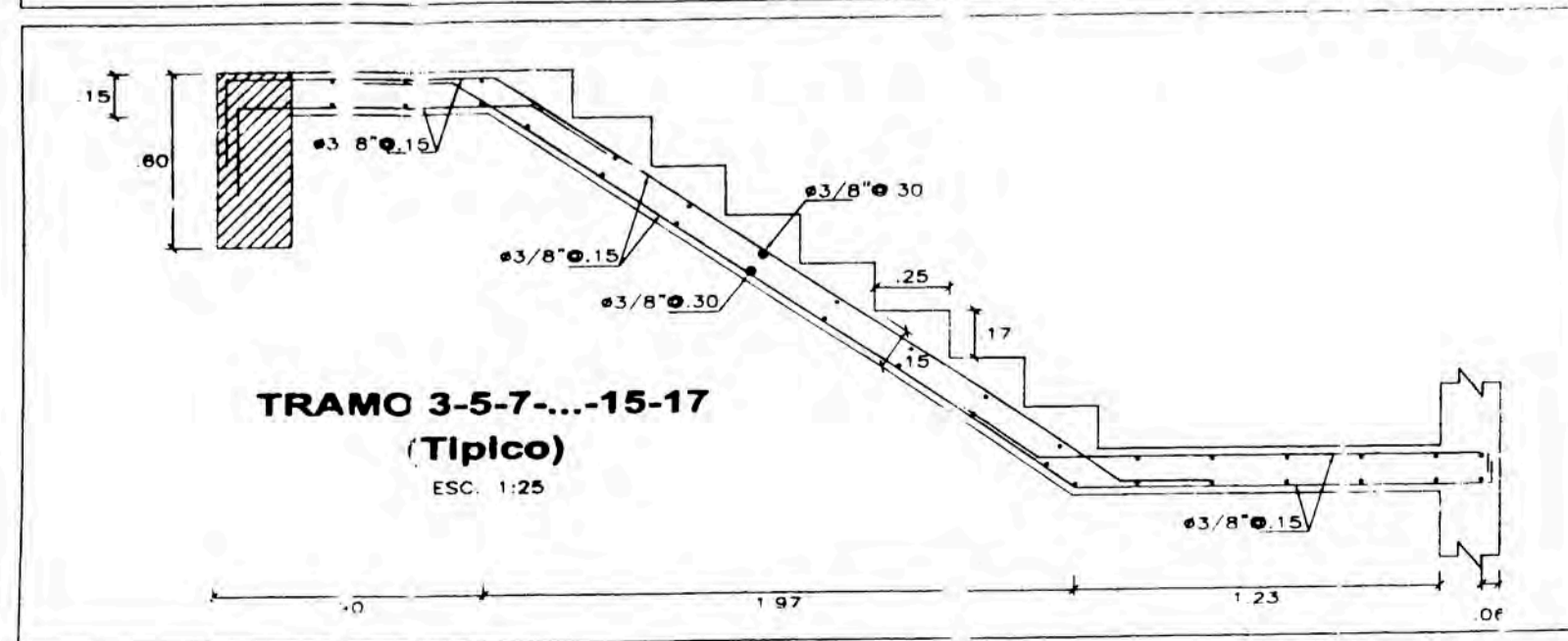
REMATE DE COLUMNAS S/E



REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNAS S/E



SOBRE CARGA PARA ESCALERAS: 350 KG/M2



TRASLAPES Y EMPALMES				ESTRIBOS		
Ø	LOSAS, VIGAS (cm)		COLUM. (cm)	LOSAS Y VIGAS	EN COLUMNAS	 Ø L Rmin.
	Ref. Inf.	Ref. Sup.				
6 mm	30			 No se permitirán empalmes del refuerzo superior (negativo) en la longitud de 1/4 luz de la losa o de cada lado de columna o apoyo.	 Los empalmes L se ubicarán en el tercio central. No se empalmarán más del 50% de la armadura en una misma sección.	 Ø L Rmin.
3/8"	40	55	30			
1/2"	40	60	40			
5/8"	50	70	55			
3/4"	65	90	70			

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	PROYECTO: EDIFICIO MULTIFAMILIAR	PLANO: COLUMNAS Y ESCALERAS	LAMINA: E-03	
	LABORADO POR: TITULACI: V-GRUPO N°06-FIC-UIII	DIBUJO: GRUPO N06		ESCALA: 1:50
	UBICACION: PUEBLO LIBRE / LIMA / PERU	ARCHIVO: C:\VIVIENDA MULTIF.\		FECHA: NOV 2,008

ANEXO-4

FOTOS.



FOTO-01
VISTA DE LA UBICACIÓN DE LA CALICATA N°01.



FOTO-02
VISTA DE LA CALICATA N°01.



FOTO-03

OTRA VISTA DE LA CALICATA N°01. CON EL CONO DE ARENA,
REALIZANDO LA DENSIDAD DE CAMPO IN-SITU..



FOTO-04

OTRA VISTA DE LA UBICACIÓN DE LA CALICATA N°01



FOTO-05
OTRA VISTA DE LA CALICATA N°01.



FOTO-06
VISTA DE LA CALICATA N°02, A 6.00M DE PROFUNDIDAD



FOTO-07
OTRA VISTA DE LA UBICACIÓN DE LA CALICATA N°02.



FOTO-08
OTRA VISTA DE LA CALICATA N°02.

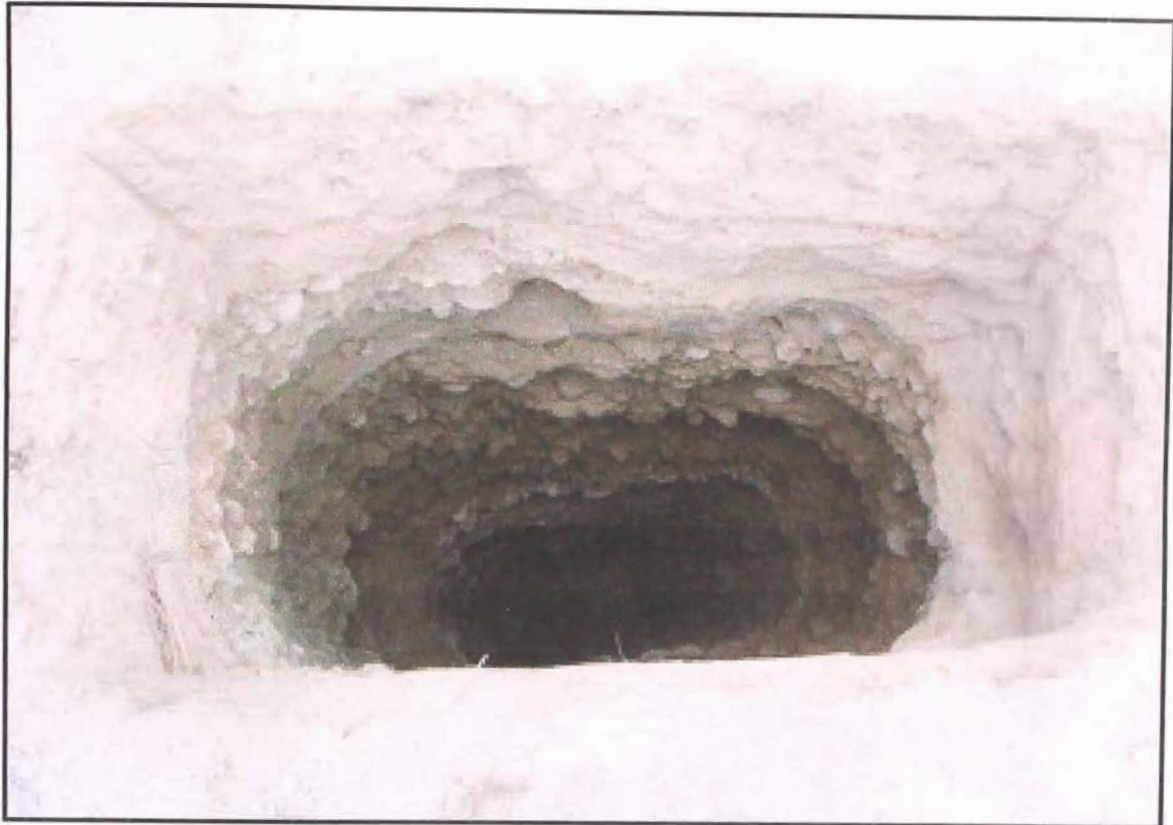


FOTO-09
VISTA DE LA CALICATA N°03.



FOTO-10
OTRA VISTA DE LA CALICATA N°03.