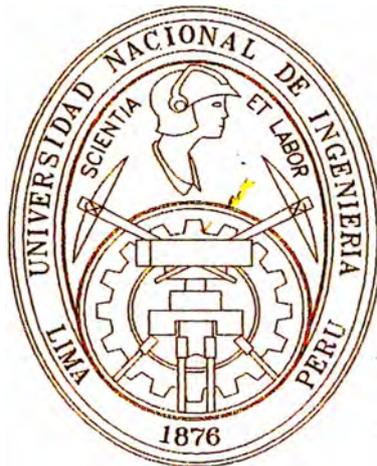


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO INMOBILIARIO CONJUNTO RESIDENCIAL
GUARDIA CIVIL, SISTEMA CONSTRUCTIVO DE
ALBAÑILERÍA ARMADA USANDO EL SISTEMA LA CASA**

IINFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO CIVIL

LUIS RODAS COTRINA

**Lima - Perú
2006**

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I : ANTECEDENTES Y MARCO TEORICO	
1.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO	5
1.2 ÁREA DEL PROYECTO	5
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
1.4 POBLACIÓN DE DISEÑO	7
1.5 SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	8
1.5.1 Dotación y Variación de Consumo del Agua Potable	8
1.5.2 Caudal de Contribución al Sistema de Alcantarillado	11
1.5.3 Componentes del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado	12
1.6 SISTEMA ESTRUCTURAL	13
1.6.1 Filosofía de Diseño Sismoresistente	13
1.6.2 Parámetros de Sitio	14
1.6.3 Condiciones Geotecnias	14
1.6.4 Factor de Amplificación Sísmica	15
1.6.5 Métodos de Análisis	15
CAPÍTULO II : ESTUDIOS PRELIMINARES	
2.1 TOPOGRAFÍA	16
2.1.1 Memoria Descriptiva	16
2.1.2 Descripción del Área de Estudio	16
2.1.3 Puntos de Triangulación y Monumentacion de Bench Marks (B.M.)	17
2.1.4 Levantamiento Topográfico	18

2.2 ESTUDIO DE SUELOS	19
2.2.1 Memoria Descriptiva	19
2.2.2 Características Estructurales	19
2.2.3 Geología y Sismicidad de la Zona	20
2.2.4 Investigación Geotécnica	21
2.2.5 Análisis de la Cimentación	23
2.2.6 Capacidad Portante	24
2.2.7 Análisis de Asentamientos	25
2.2.8 Contenido de Sales	26
 CAPÍTULO III : INSTALACIONES SANITARIAS	
3.1 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO	28
3.1.1 Estudio Demográfico	28
3.1.2 Parámetros de Consumo	29
3.1.3 Análisis de la Demanda	29
3.1.4 Factibilidad de Conexión a la Red Pública	30
3.1.5 Evacuación de Aguas Residuales	31
3.1.6 Alternativa Seleccionada para el Sistema de Agua Potable	31
3.1.7 Alternativa Seleccionada para el Sistema de Alcantarillado	32
3.1.8 Alternativa Seleccionada para las Conexiones Domiciliarias	32
3.2 PROYECTO TÉCNICO	33
3.2.1 Dimensionamiento de la Red de Distribución de Agua Potable	33
3.2.2 Dimensionamiento de la Red de Distribución de Alcantarillado	35
3.2.3 Dimensionamiento de las Conexiones Domiciliarias	37

CAPITULO IV : ESTRUCTURAS

4.1 DESCRIPCIÓN Y ESTRUCTURACIÓN	38
4.2 BASE TÉCNICO LEGAL	40
4.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	40
4.4 DATOS PARA EL ANÁLISIS	46
4.5 PREDIMENSIONAMIENTO	47
4.6 METRADO DE CARGAS	49
4.7 ANÁLISIS SÍSMICO	49
4.7.1 Análisis Estático	51
4.7.2 Análisis Dinámico	53
4.8 DISEÑO ESTRUCTURAL	60
4.8.1 Diseño de Muros de Albañilería Armada	60
4.8.2 Diseño de Losa Aligerada	67
4.8.3 Diseño de Cimentación Superficial	67
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	72

ANEXOS

- ANEXO I** Mapa de Zonificación Sísmica, Plano de Ubicación de Calicatas, Ensayo de laboratorio y Fotografías.
- ANEXO II** Diseño de Redes de Agua Potable y Alcantarillado, Laminas 63d, Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado – Sedapal.
- ANEXO III** : Diseño de Muros, Informe Técnico Firth.

PLANOS

Planos Topográficos

Planos de Instalaciones Sanitarias

Planos de Arquitectura

Planos de Estructuras

RESUMEN

En los últimos años se han venido desarrollando proyectos inmobiliarios en los diferentes distritos de Lima, con sistemas constructivos convencionales y no convencionales, esto debido a la gran variedad de materiales que se presenta el mercado hoy en la actualidad. Dichos proyectos se vienen realizando con la cooperación del capital privado (bancos y empresas constructoras) y del sector público a través del Fondo Mi Vivienda.

Para poder tener acceso a una de estas viviendas, el comprador debe estar sujeto a crédito que se le proporcionará luego de una evaluación económica por los bancos que estén participando en estos programas, lo que hace que algunos sectores de la población no puedan pasar dicha evaluación, quedando fuera en acceder una de estas viviendas.

Con la finalidad de cubrir esta necesidad de viviendas a los sectores que no pueden tener acceso a crédito, por sus bajos ingresos económicos, la Universidad Nacional de Ingeniería, viene desarrollando a través de sus egresados, proyectos inmobiliarios de interés social, la cual es parte del tema de desarrollo del presente informe de ingeniería.

El presente informe de ingeniería, tiene por finalidad desarrollar parte un proyecto inmobiliario, la cual tiene por nombre "Conjunto Residencial Guardia Civil" ubicado en el distrito de Chorrillos, la habilitación (luz, agua, desagüe, pistas y veredas) y construcción de 200 viviendas unifamiliares de dos pisos.

El proyecto consiste básicamente, el uso de cinco sistemas constructivos no convencionales tales como se muestran a continuación:

Sistema Constructivo	Manzanas	N° de Viviendas
Albañilería confinada (Italceramica)	K, H, I y J	46
Albañilería armada (Firth)	D	34
Albañilería armada (La casa)	A	32
Muros de ductilidad limitada (Unción)	B y C	46
Muros secos (Drywall)	E, F y G	42

La distribución de los sistemas constructivos se presentan separados por manzanas tal como se muestra en el plano L-02 en Planos de Arquitectura.

El proyecto por ser muy amplio y presentar varias partes a desarrollar para su elaboración, solo desarrollaremos dos partes que es tema del presente informe de ingeniería.

En la primera parte, se ha desarrollado en base a principios de diseño y las normas vigentes de Sedapal y el Reglamento Nacional de Construcciones, el diseño hidráulico para el tendido de redes para el abastecimiento de agua potable y alcantarillado de las 200 viviendas.

En la segunda parte, se ha desarrollado el diseño estructural del sistema constructivo La Casa, que consiste en la estructuración de las viviendas con muros de albañilería armada, usando para los muros unidades de ladrillo silico-calcáreos. El diseño estructural, se encuentran dentro de los parámetros y valores sismo resistente de la norma E-030, además de los requisitos que establece la norma E-070 de albañilería.

INTRODUCCIÓN

El presente informe de ingeniería comprende básicamente dos tipos de estudio, que forma parte del proyecto inmobiliario "Conjunto Residencial Guardia Civil", que contempla la construcción de 200 viviendas unifamiliares de dos pisos en el distrito de Chorrillos.

El primer estudio comprende el diseño hidráulico para el tendido de las tuberías que conforman las redes de agua potable y alcantarillado, que abastecerán a las 200 viviendas.

El segundo estudio comprende el diseño estructural de una vivienda típica de las 32 viviendas a construir con el sistema La Casa, que consiste en viviendas compuestas en su estructuración de albañilería armada.

Por tratarse de dos temas que no tiene influencia para su diseño, pero si para el proyecto, se ha desarrollado cuatro capítulos que trata de explicar en forma consistente las etapas y procedimientos de diseño a seguir.

CAPITULO I.- Comprende los antecedentes propios del proyecto, como ubicación, área y descripción del proyecto en si. También se señalan las características principales de diseño; como dotación, variación de consumo, y caudales de contribución al sistema de alcantarillado, esto con lo concerniente al sistema de agua potable y alcantarillado, filosofía de diseño, parámetros sísmicos y métodos de análisis, esto en lo referente al diseño estructural.

CAPITULO II.- En esta parte se describen los dos estudios preliminares realizados que son el estudio topográfico y estudio de suelos. En el estudio topográfico se muestra la variabilidad de niveles que presenta el terreno a si como también la ubicación de los buzones de la red colectora. En el estudio de suelos se muestran las características estructurales, análisis para la cimentación y la capacidad portante del terreno.

CAPITULO III.- En este capítulo comprende de tres partes que se basan para el diseño de las redes de agua potable y alcantarillado. La primera parte comprende el cálculo de todos los parámetros de diseño además de la evaluación de la disponibilidad hídrica y la factibilidad de conexión a la red pública. La segunda parte comprende en sí el proyecto técnico, ósea el dimensionamiento de las redes de agua potable y alcantarillado mediante un programa de cómputo Loop v.4.0 (en DOS). En la tercera parte se presentan los planos de diseño de las redes de agua potable y desagüe.

CAPITULO IV.- Comprende básicamente el diseño estructural de una vivienda con albañilería armada usando el sistema constructivo La Casa. Describe los parámetros sísmicos de diseño en base a la norma E-030 sismo resistente, también se presenta la estructuración, descripción de los materiales y metrados de las carga en base a la norma E-020 de cargas.

Se presenta el análisis sísmico, estático y dinámico, siendo este último elaborado por un programa de cómputo ETABS v.8.4.0.,

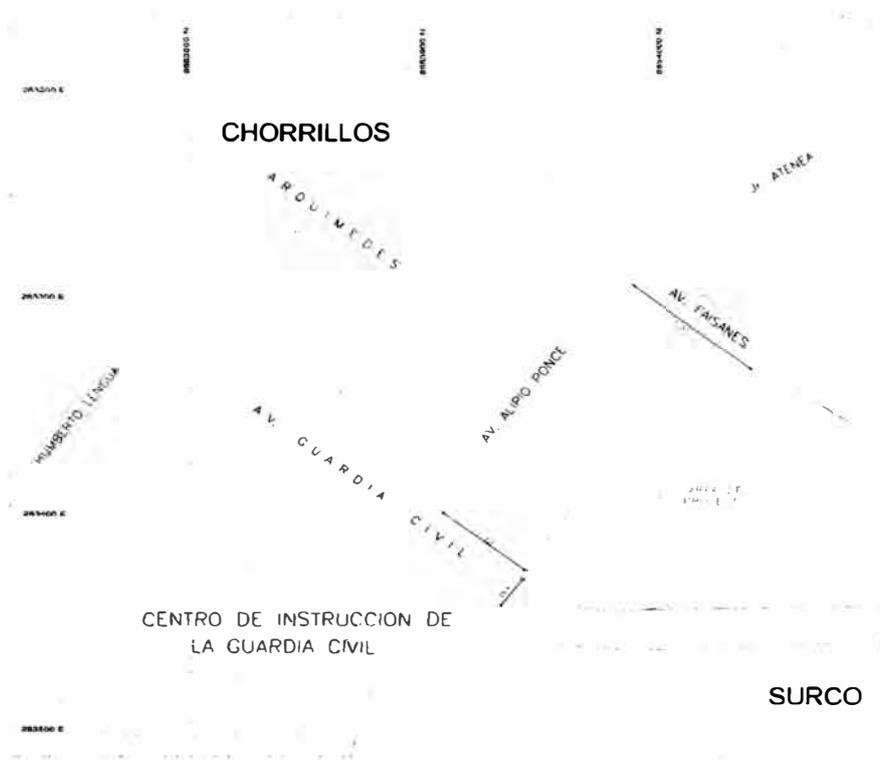
También se describe el diseño estructural de los muros de albañilería de acuerdo a la norma vigente E-070 de Albañilería.

CAPITULO I : ANTECEDENTES Y MARCO TEORICO

1.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área de estudio se ubica en la cuadra dos de la Av. Guardia Civil, colindante con las avenidas Alipio Ponce, Los Faisanes y el Jr. Los Artesanos, en el distrito de Chorrillos, Provincia y Departamento de Lima. Ver gráfico N° 1.

Gráfico N° 1.- Ubicación del terreno.



1.2 AREA DEL PROYECTO

El área del presente proyecto esta destinado a la habilitación de vivienda con bienes de dominio común, no se aportarán las calzadas como vías públicas, estas serán administradas por los mismos propietarios, siendo parte de las zonas comunes.

La organización del condominio se basa en la distribución de los sub-lotes; a lo largo del perímetro del terreno, aprovechando al máximo su accesibilidad,

ya que este cuenta con tres frentes; dejando en el interior del lote matriz seis islas de manzanas, una extensa área destinada a parque y dos zonas de estacionamientos, los cuales se encuentran rodeados por vías de 8.40m de ancho. Ver cuadro N° 1.1

Cuadro N° 1.1

RESUMEN DE AREAS DEL PROYECTO		
Descripción	Área (m²)	%
Área de terreno	30,281.42	100%
Área destinada a viviendas	15,140.22	50%
Área de aportes	5,526.77	18%
Área de circulación y áreas libres	9,614.43	32%

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto desarrollado trata de la habilitación y construcción en forma simultanea de un condominio con 200 viviendas unifamiliares de 02 pisos, con capacidad de ampliación a futuro de un 3er piso. El proyecto esta formado por 11 manzanas que agrupan a 200 lotes. Ver plano de lotización LT-01 en Planos de Arquitectura.

En el condominio se plantean sub-lotes en su mayoría de 75.00m² de área de terreno con un modelo de vivienda típica, el cual se amolda al terreno señalando, bajo cinco sistemas constructivos no convencionales.

Se ha desarrollado el diseño típico de una Vivienda unifamiliar de tres pisos, de los cuales solo van a ser construidos los dos primeros en la fase de ejecución, dejándole a cada propietario la opción de construir el último piso.

En cada sub-lote se plantea un jardín y espacio para un estacionamiento en la parte frontal, en el primer piso se encuentran los ambientes de Sala-Comedor, baño, cocina, jardín interior y escalera al 2do piso, en el segundo piso un hall de distribución, un dormitorio principal con closet, un dormitorio con closet y un baño completo y en el tercer piso un hall de distribución,

cuarto de trabajo, un depósito, closet y la lavandería-tendal. Ver plano de Arquitectura A1-01 en Planos de Arquitectura.

En el planteamiento general se ha uniformizado el diseño de las viviendas en cuanto a su volumetría, por lo cual se ha visto conveniente diferenciarlas por bloques según los sistemas constructivos planteados en el conjunto residencial. Ver **cuadro N° 1.2**.

Cuadro N° 1.2

Sistema Constructivo	Manzanas	N° de Viviendas
Albañilería confinada (Italceramica)	K, H, I y J	46
Albañilería armada (Firth)	D	34
Albañilería armada (La casa)	A	32
Muros de ductilidad limitada (Unicon)	B y C	46
Muros secos (Drywall)	E, F y G	42

1.4 POBLACIÓN DE DISEÑO

Correspondiente al número de habitantes que tendrá acceso a los servicios básicos de agua potable y alcantarillado, los cálculos de proyección de población deben adaptarse a la tendencia de crecimiento y a las perspectivas de desarrollo de la comunidad. De no estimar esas posibilidades estaría incurriendo al riesgo de sobre dimensionamiento el sistema o viceversa.

Deberá analizarse cual de las tendencias siguientes se adapta mejor a las características de la localidad:

- Crecimiento Aritmético
- Crecimiento Geométrico
- Crecimiento con una Curva Logística
- Crecimiento comparativo con otra comunidad de mayor magnitud y características similares.

Para nuestro caso por ser una habilitación urbana, se adopta el factor medio de habitantes por vivienda, considerando entre 5 a 7 habitantes por vivienda.

1.5 SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

La población o zona de estudio deberá ser considerado como un todo con las áreas adyacentes, de acuerdo con los diferentes factores topográficos y urbanísticos que pueden influir en el proyecto, por lo tanto, se debe tener en cuenta para el calculo de las redes los posibles variaciones urbanísticas y de densidad demográfica dentro de la zona estudiada y las áreas de futuras ampliaciones acordes con la población de proyecto que pueden incorporarse a través de las redes, fijándoseles coeficientes de gastos aparentes que obliguen a proyectar los diámetros y profundidades adecuadas para incorporar futuras ampliaciones.

Otro aspecto importante en la planificación coordinada en la identificación previa de las vías donde se ubiquen las redes principales para determinar el dimensionamiento y estructura vial acorde con las acciones de mantenimiento del sistema.

1.5.1 Dotación y Variación de Consumo del Agua Potable

A) Dotación:

Representa la cantidad de agua necesaria para el desarrollo de las actividades de un núcleo urbano, expresada en litro/habitante/día, incluyendo en ella los consumos correspondientes a:

- Consumo Domestico
- Consumo Comercial
- Consumo Industrial

Factores determinantes del Consumo y la Dotación.- Los factores determinantes son; El clima, calidad del agua, tamaño de la localidad, sistema de alcantarillado, presión en la red de distribución del agua, administración del agua, medidores y tarifas.

Criterios para determinar la Dotación.- Mediante investigaciones realizadas, se han llegado a aproximaciones que hacen cada vez mas precisas sobre el consumo de agua. Cuando se dispone de planos urbanísticos que presenta áreas zonificadas de acuerdo al uso, es fácil obtener y predecir los consumos con bastante aproximación, pero para los proyectos de abastecimiento de agua en zonas donde tal regulación no existe, se hace necesario estimar los consumos.

Dotación por tamaño de la Población

Fuente: Ministerio de Salud 1962

Población (habitantes)	Dotación (lt/hab./día)
Hasta 500	60
500 - 1000	60 - 80
1000 - 2000	80 - 100

Dotación por ubicación geográfica

Fuente: Ministerio de Salud 1984

Región	Dotación (lt/hab./día)
Costa	60
Sierra	50
Selva	70

Dotación por tamaño de la Población y Clima

Fuente: R.N.C.

Población (habitantes)	Clima	
	Frío	Templado
De 2,000 a 10,000	120 l/h/d	150 l/h/d
De 10,000 a 50,000	150 l/h/d	200 l/h/d
Mas de 50,000	200 l/h/d	250 l/h/d

Sedapal establece algunas dotaciones en el nuevo Reglamento de elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para

habilitaciones urbanas de Lima Metropolitana y Callao 1994, que se detalla en el **cuadro N° 1.3** siguiente:

Cuadro N° 1.3

Para zonas donde no se justificara estudios de consumo

Tipo de Habilidadación	Dotación (lt/hab./día)
Residencial (Mayores de 120 m ² de área de lote)	250
Popular (Hasta 120 m ² de área de lote)	200
Asentamientos Humanos y Pueblos Jóvenes	150

Tipo de Industria	Dotación (lt/seg./Ha)
No pesadas	1
Pesadas	2

B) Variación de Consumo:

El uso del agua no es uniforme, presentándose variaciones diarias, mensuales o estacionales, de acuerdo con la magnitud de la población, el equipamiento urbano, la actividad básica de los pobladores y las condiciones climáticas del área. Para el dimensionamiento del agua potable, se utiliza parámetros de variación diaria horaria, considerándose además el valor mínimo probable de consumo, con el objeto de verificar las características de funcionalidad del sistema.

Variación Diaria.- Corresponde al consumo en el día de mayor incidencia, el cual puede ser más caluroso o el de mayor actividad local en el año, se le denomina consumo máximo diario y el rango de variación depende principalmente de la zona y de las actividades y acontecimientos específicos.

El valor del coeficiente de variación diaria puede fluctuar entre 1.2 y 2.5, adaptándose para nuestro medio el 130% de la demanda.

Variación Horaria.- Se refiere a la variación de consumos durante el día, la cual se representa con grandes fluctuaciones dependiendo de la actividad de sus pobladores, de la magnitud de la localidad y el conjunto de sus recursos productivos.

Dependiendo de las actividades básicas de la población, el máximo valor puede producirse en las primeras horas de la mañana, al medio día o en las primeras horas de la noche.

El valor del coeficiente de variación horaria fluctuar entre 1.8 y 5, adaptándose para nuestro medio el 260% de la demanda promedio anual.

1.5.2 Caudal de Contribución al Sistema de Alcantarillado

Se consideran todos los desechos que constituyen las aguas negras transformadas totalmente del abastecimiento público de agua, haciéndose nocivas y perjudiciales. Pero bajo el punto de vista hidráulico altera muy poco su condición original de fluido líquido.

Por estas circunstancias, se considera que las aguas y que leyes que gobiernan la hidráulica son también aplicables a las aguas negras.

Las características de las aguas negras y residuales pueden influir en el material de conducción y en el diseño de ciertas estructuras, por lo cual algunas consideraciones al respecto se consideraran pertinentes.

Caudal de contribución.- Se considera que le ochenta por ciento (80%) del caudal de agua potable consumido ingresa al sistema de alcantarillado. El porcentaje señalado se aplicará al caudal máximo horario de agua potable.

No se permite el ingreso de caudales por exceso o por sobrantes de agua de regadillo.

1.5.3 Componentes del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado

A) Sistema de Agua Potable:

Las líneas de agua potable están constituidas por tuberías de aducción y tuberías matrices.

Tuberías de Aducción.- Están constituidos por las tuberías que van de la fuente, reservorio o de la planta de tratamiento a la zona de servicio.

Tuberías de Matrices.- Están constituidos por el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos y demás accesorios, cuyo origen está en el punto de entrada a la ciudad (final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todas las calles, conduciendo mediante circuitos cerrados al agua, hasta las viviendas del poblador.

B) Sistema de Alcantarillado:

Esta formado por una serie de conductores subterráneos cuyo objeto principal el eliminar por transporte hidráulico las aguas negras que pueden ser acarreadas o conducidos por le agua.

Red de Alcantarillado.- Están constituidos por todos los colectores sub-lateral, lateral, principal o troncal, interceptores y emisores.

Cámara de Inspección (Buzón).- Son estructuras de concreto o de PVC, compuesta de un cilindro, que permite el acceso a los colectores y cuya ubicación y tipo están de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto.

Las cámaras de inspección son usadas generalmente para; Cambios de dirección, cambios de pendiente, cambios de diámetro, cambios del tipo de tubería y para generar caídas.

1.6 SISTEMA ESTRUCTURAL

1.6.1 Filosofía de Diseño:

La Norma E-030 de Diseño Sismorresistente, establece que el proyecto y la construcción de edificaciones deben desarrollarse con la finalidad de garantizar un comportamiento que haga posible:

- Evitar pérdidas de vidas
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos
- Minimizar los daños a la propiedad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía se establecen en la Norma E-030 los siguientes principios para el diseño:

- a) La estructura no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el sitio.
- b) La estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables.

Presentación del proyecto.- Los planos, memoria descriptiva y especificaciones técnicas del proyecto estructural, deberá llevar la firma de un ingeniero civil colegiado, quien será el único autorizado para aprobar cualquier modificación a los mismos.

La memoria descriptiva y los planos del proyecto estructural deberán contener como mínimo la siguiente información:

- Sistema estructural sismorresistente.
- Parámetros para definir la fuerza sísmica o el espectro de diseño.
- Desplazamiento máximo del ultimo nivel y el máximo desplazamiento relativo de entrepiso.

1.6.2 Parámetros de Sitio:

Zonificación.- El territorio nacional se encuentra dividido en tres zonas, según se muestra en la figura adjunta. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como la información geotectónica.

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en el **tabla N° 1.1** siguiente. Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

Tabla N° 1.1

FACTORES DE ZONA	
Zona	Factor de Zona - Z (g)
3	0.4
2	0.3
1	0.15

1.6.3 Condiciones Geotécnicas:

Para efectos de la norma sismorresistente, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Los tipos de perfiles de suelos son cuatro, y se muestran en la **tabla N° 1.2**.

Debe considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores de T_p y S , que son el periodo fundamental de vibración del suelo y el factor de amplificación del suelo, dados en la **tabla N° 1.2**.

La norma recomienda que en los sitios donde las propiedades del suelo sean poco conocidas se podrá usar los valores correspondientes al perfil tipo S_3 . Solo será necesario considerar un perfil tipo S_4 cuando los estudios geotécnicos así lo determinen.

Tabla N° 1.2

PARÁMETROS DEL SUELO			
Tipo	Descripción	Tp (s)	S
S ₁	Roca o suelo muy rígido	0.4	1.0
S ₂	Suelos intermedios	0.6	1.2
S ₃	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0.9	1.4
S ₄	Condiciones excepcionales	*	*

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

1.6.4 Factor de Amplificación Sísmica:

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

$$C = 2.5 (T_p/T) ; \quad C \leq 2.5$$

El coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de las respuesta estructural respecto a las aceleraciones del suelo.

1.6.5 Métodos de Análisis:

El análisis sísmico se realiza de muy diversas maneras, sin embargo son dos los mas usados, ellos son el método estático y el método dinámico.

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos. Y sólo las estructuras clasificadas como regulares y de no mas de 45 m. de altura podrán analizarse mediante el procedimiento de fuerzas estáticas.

Dado las características del proyecto a evaluar, una vivienda típica de tres niveles de 7.71 m. de altura, de configuración estructural regular, cumple los requisitos para hacer el análisis sísmico por el método estático, sin embargo, desarrollaremos por el método de análisis dinámico.

CAPITULO II : ESTUDIOS PRELIMINARES

2.1 TOPOGRAFIA

2.1.1 Memoria Descriptiva:

El estudio de topográfico tiene por finalidad determinar la irregularidad y forma del área de estudio, para la construcción de un Conjunto Residencial Guardia Civil, compuesta por 200 viviendas de dos niveles con proyección para un tercer nivel. Para cumplir con el objetivo propuesto, se ha elaborado un programa de trabajo que incluye el levantamiento topográfico con equipos topográficos, toma de datos, análisis de la información recopilada en el campo y procesamiento de los datos.

Equipos Usados.- Para el presente estudio se contó con los mínimos equipos, siendo estos los siguientes:

- 01 Teodolito (wild)
- 02 Miras.
- 01 Wincha (50m.)
- 01 Brújula (Brunton)

2.1.2 Descripción del Área de Estudio:

El área de estudio colinda por un lado con la propiedad de la Asoc. Benéfica Pro Niño y por los otros lados con la Av. Guardia Civil (cuadra 2), Av. Los Faisanes, Av. Alipio Ponce (cuadra 1) y el Jr. Los Artesanos.

El terreno antiguamente ha sido usado para fines agrícolas, estando compuesto en su superficie con restos de material orgánico (raíces, tallos secos, etc.), además de presenta material de desmonte y desperdicios esparcidos en gran parte de toda el área de estudio.

Las irregularidades que presenta no son muy pronunciadas, teniendo una superficie de pendiente uniforme. El suelo que se presenta está en

una condición de medianamente compacta por estar abandonada al intemperie, (ver fotos N° 1, 2 en Anexo N° I).

El área en estudio se encuentra cercado por muros de 2.10m de altura, presentando un ingreso por parte de la Av. Guardia Civil (ver foto N° 3 en Anexo N° I).

2.1.3 Puntos de Triangulación y Monumentación del Bench Marks (B.M.)

Se estableció los puntos E0, E1, E2, E3 y E4, con el fin de establecer una poligonal de apoyo con los lotes colindantes al área de estudio y las veredas.

Las coordenadas de los puntos de apoyo E0, E1, E2, E3 y E4 se establecieron con ayuda del plano de lotización de la zona y de una carta proporcionado por la Municipalidad de Chorrillos. Ver puntos de apoyo en el cuadro N° 2.1.

Cuadro N° 2.1

COTA	COORDENADA		EST.
	ESTE	NORTE	
48.91	283416.655	8653836.735	E0
47.97	283371.501	8653781.061	E1
48.63	283157.412	8653954.982	E2
50.28	283250.819	8654066.555	E3
50.61	283317.035	8654143.147	E4

El **Bench Marks (BM)** correspondiente, se materializó en un punto céntrico situado sobre un buzón ubicado en la Av. Guardia Civil, pintándose un círculo con un punto en el centro con pintura roja. Ver cuadro N° 2.2.

Cuadro N° 2.2

Coordenadas del Bench Marks (BM)

COTA	COORDENADA		EST
	ESTE	NORTE	
49.15	283465.274	8653868.575	BM

2.1.4 Levantamiento Topográfico:

Se tomó puntos en cantidad suficiente como para representar con fidelidad el relieve y forma del terreno, así como para representar en los planos todos los detalles propios de la zona (veredas, esquinas de cuadra, postes, buzones, etc.).

Como la zona de estudio se encuentra cercado y rodeado por construcciones de viviendas, y a demás cuenta con pistas y veredas, se opto hacer una poligonal de apoyo tomando por puntos de las esquinas de los lotes y buzones. Las longitudes rectas del terreno se medieron con wincha.

Procesamiento de datos.- El procedimiento para el procesamiento de datos consistió básicamente en los siguientes pasos:

- Vaciado de la data obtenida en campo en un computador personal.
- Aplicación del Software Autodesk Land Desktop 2004 para representar en un plano los puntos levantados.
- Trazo de los elementos del entorno urbano (veredas, esquinas de cuadra, postes, buzones, etc.).
- Procesamiento de las curvas, poniendo especial cuidado en revisar la malla de triángulos de interpolación (TIN).

2.2 ESTUDIO DE SUELOS

2.2.1 Memoria Descriptiva:

El presente informe técnico, corresponde al Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación para un Condominio de 200 Viviendas de Interés Social, las viviendas serán diseñadas mediante cinco tipos constructivos: Vivienda tipo UNICON (sistema muros de ductilidad limitada), Viviendas tipo ITALCERAMICA (sistema albañilería confinada), Vivienda tipo FIRTH (viviendas con bloques de concreto), Vivienda tipo LACASA (sistema albañilería armada), Vivienda tipo DRYWALL (sistema Drywall). Estas viviendas constarán de 02 niveles y estarán preparadas para soportar un piso adicional en los casos que estructuralmente sea posible.

La investigación geotécnica involucra trabajos de campo ensayos de laboratorio, necesarios para definir la estratigrafía y las propiedades de resistencia y deformación del terreno por la cimentación de la estructura propuesta.

2.2.2 Características Estructurales:

Se construirá el Condominio con 05 sistemas constructivos diferentes:

- ✧ Concreto armado **UNICON** (Sistema de ductilidad Limitada)
- ✧ **Drywall** con estructura metálica (Sistema Drywall)
- ✧ Modulación con ladrillos **LA CASA** (albañilería armada)
- ✧ Modulación con ladrillos **FIRTH** (albañilería confinada)
- ✧ Modulación **ITALCERÁMICA** (albañilería confinada)

Para el caso de los de las viviendas de albañilería confinada, armada y muros de ductilidad limitada se considera un sistema mediante muros portantes con una cimentación corrida y sobrecimiento armado. Para el sistema Drywall se considera una losa de cimentación que absorba las cargas que generen la construcción de las viviendas.

2.2.3 Geología y Sismicidad de la Zona:

A) Geología

Las características geológicas de Chorrillos, en la zona de La Campiña se encuentra asentada sobre un estrato denominado Ki-m, es decir, un depósito perteneciente a la Formación Marcavilca del grupo Morro Solar, período Cretáceo, era Mesozoica. Esta zona es estable geológicamente.

B) Simicidad

La zona central del país, al estar al frente del contacto de las placas de Nazca y de la Cordillera Andina, esta expuesta a un alto riesgo sísmico, especialmente a sismos superficiales de gran intensidad y magnitud.

En el gráfico N° 2 de los anexos, se presenta el mapa de zonificación de Riesgo Sísmico (Norma E.030 Sismorresistente del Reglamento Nacional de Construcciones) en la que se puede observar que la zona de estudio se encuentra ubicada en la Zona 3.

Los parámetros sísmicos se detallan a continuación:

Factor de Zona : $Z = 0.4$

Parámetros del Suelo:

- Factor de Amplificación de Ondas Sísmicas debido al suelo $S = 1.4$
- Periodo de Vibración Fundamental del Suelo $T_p = 0.9 \text{ s}$

Estos parámetros sísmicos se encuentran en la norma E.030, en las tablas N° 01 (Factor de Zona) y N° 02 (Parámetros del Suelo).

Para el caso del proyecto se considera un suelo tipo S2 para la zona de Lima (que pertenece a la zona 3), debido a que los suelos detectados en el presente estudio, tanto en la superficie como por debajo de la profundidad efectiva de la cimentación recomendada, esta constituido por materiales arcillosos limosos, es decir un suelo flexible.

2.2.4 Investigación Geotécnica:

La investigación de campo se ha efectuado de acuerdo a la Norma E.050 de Suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Construcción. Los trabajos efectuados son los siguientes:

A) Trabajos de Campo

Los trabajos de campo desarrollados en la etapa de investigación fueron los siguientes:

Calicatas.- La exploración del subsuelo se realizó mediante 03 calicatas o excavaciones a cielo abierto. El esquema de la ubicación de las calicatas y Foto N° 07 se presenta en el **Anexo I**.

DESCRIPCIÓN DE CALICATAS		
Calicata	Profundidad (m)	Cota (m)
C - 1	3.00	50.50
C - 2	3.00	50.50
C - 3	3.00	50.50

Toma de Muestras.- Se tomaron muestras disturbadas de cada tipo de suelo encontrado, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de laboratorio standard y ensayos especiales. Para el caso del ensayo de Corte Directo se obtuvo un bloque de muestra, la que fue cubierta con parafina en obra (Mib), con el fin de obtener un muestra inalterada. Para los otros ensayos se llevaron al laboratorio en bolsas plásticas, siendo estas muestras alteradas (Mab).

Registro de Excavaciones.- Simultáneamente al muestreo se efectuó el registro de las excavaciones, anotándose las principales características de los estratos encontrados tales como: espesor, color, humedad, compacidad, consistencia, nivel freático, plasticidad, clasificación, y otras propiedades que se puedan identificar visual y con mediante el tacto.

B) Ensayos de Laboratorio

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, siguiendo las normas de la American Society for Testing and Materiales (ASTM), y fueron las que a continuación se detallan:

- 01 Análisis Granulométrico por Tamizado, ASTM D422
- 01 Límite Líquido, ASTM D4318
- 01 Límite Plástico, ASTM D4318
- 01 Ensayo de Corte Directo, ASTM D3080

El resultado de las mismas se encuentran en el anexo correspondiente.

C) Clasificación de Suelos

Los suelos representativos se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), según se muestra en el **cuadro N° 2.3**.

Cuadro N° 2.3

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Perforación	C - 2
Muestra	M - 1
Profundidad (m)	1.60 - 3.00
% Gravas	2.3
% Arenas	7.9
% Finos	89.8
LL. (%)	29.7
LP (%)	22.5
IP (%)	7.2
SUCS	CL

2.2.5 Análisis de la Cimentación

La capacidad portante es la máxima presión que puede admitir el suelo de cimentación bajo dos consideraciones:

- El factor de seguridad mínimo de una falla por cortante sea $F_{smin} = 3.00$
- Los asentamientos producidos por la presión recomendada no sean mayores a los admisibles por la estructura y no mayor de 2.54 cm (1"). La metodología para calcular la capacidad portante se inicia cumpliendo la primera consideración, es decir calculando la presión vertical de tal forma que se obtenga un factor de seguridad por cortante de 3.00.
- Se determinará la capacidad última de la estructura para una falla local, de acuerdo al tipo de suelo encontrado en el área de estudio (suelos finos del tipo CL, arcilla de baja plasticidad).

La capacidad portante se evalúa con las siguientes consideraciones:

- La profundidad de la cimentación será como mínimo de 1.00 m de profundidad para la cimentación corrida.
En el perfil correspondiente a las calicatas C-1 y C-2, se puede apreciar que a la profundidad de cimentación propuesta (1.00 m) se presentan un suelo tipo ML, el cual por su poco espesor de estrato, no se considera como material resistente de las cargas que se transmitirán hacia el suelo; siendo el estrato CL (de mayor espesor) el considerado como estrato resistente.
- Las estructuras consideradas para los sistemas de albañilería confinada, armada y de muros de ductilidad limitada consisten en un sobrecimiento armado sobre una cimentación corrida y para el caso del sistema drywall se considera apoyada sobre una losa de cimentación.

Se considera para ambos casos que el material existente a la profundidad de cimentación esta conformado por una arcilla de baja plasticidad, de consistencia semidura (CL).

De encontrarse durante la excavación un suelo de relleno, este deberá ser removido en su totalidad y ser reemplazado por suelo natural, adecuadamente compactado en capas de 0.30 m de espesor.

- En el laboratorio se ha efectuado un ensayo de Corte Directo en una muestra representativa, con los siguientes parámetros de resistencia: ángulo de fricción interna igual a 29.6° y una cohesión igual a 0.14 Kg/cm^2 . Ver **cuadro N° 2.4**.

Cuadro N° 2.4

Ensayo para la obtención de parámetros de resistencia al corte

Prueba	1
Ensayo	Corte Directo
Calicata	C - 2
Muestra	M - 1
Profundidad (m)	1.60 - 3.00
SUCS	CL
Condición	Inalterado
γ_m (gr./cm ³)	1.74
W (%)	12.4
C (total) (Kg./cm ²)	0.14
Φ (total)	29.6°

2.2.6 Capacidad Portante

De acuerdo a la expresión de Karl Terzaghi (1943), se obtienen resultados conservadores respecto a las expresiones de autores recientes. Sin embargo, por las condiciones de sismicidad severa en nuestro país, estos resultados pueden ser considerados como adecuados. Considerando una cimentación en franja, Terzaghi expresó la capacidad última de carga en la siguiente fórmula para cimientos corridos:

$$q_{adm} = (c.N_c + \gamma_1. D_f. N_q + 0.5.B. \gamma_2. N_\gamma) / FS$$

Donde:

q_{adm} : Capacidad portante admisible (kg/cm²)

N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga

D_f : Profundidad de cimentación = 1.00 m

B : Ancho de la cimentación

γ_1 : Peso Unitario del suelo sobre la cimentación = 1.74 gr/cm³

γ_2 : Peso Unitario del suelo bajo la cimentación = 1.74 gr/cm³

($\gamma_1 - \gamma_2$, valores obtenidos de los ensayos de laboratorio)

c : Componente cohesiva del suelo (kg/cm²) = 0.14

Como la cimentación considerada descansa sobre un estrato arcilloso de consistencia media, se considera que el tipo de falla a desarrollar será la denominada FALLA POR CORTANTE LOCAL en el suelo. Esto se toma en consideración al afectar los parámetros del corte directo por 2/3.

Reemplazando los datos correspondientes para las condiciones de cimentación corrida se obtiene:

Ancho de Cimentación (m)	Capacidad Portante (kg/cm ²)
0.60	0.90

2.2.7 Análisis de Asentamientos

Para el caso de una cimentación corrida, las presiones anteriores pueden generar asentamientos mayores a los admisibles, por lo tanto se debe verificar los asentamientos previstos para esa condición.

En esta clase de suelos, suelos arcillosos e impermeables, los asentamientos son básicamente causados por la consolidación y vienen a ser los asentamientos totales que sufrirá la cimentación. Los asentamientos dependerán de los coeficientes de consolidación y estos han sido estimados aproximadamente:

e_o = Relación de vacíos in situ

$$= 0.71$$

C_c = Índice de Compresión

$$= 0.009 (LL-10) = 0.009 (29.7-10) = 0.177$$

σ_o = Esfuerzo efectivo en el lugar = $\bar{\alpha}_2 \times$ (Profundidad de la muestra)

$$= 1.74 \text{ Tn/m}^3 \times 1.60\text{m} = 2.78 \text{ Tn/m}^2$$

$\Delta\sigma$ = Incremento de esfuerzo debido a la carga (considerando $B=0.60$)

$$= 1.67 \text{ tn/m}^2$$

La relación para evaluar el asentamiento por consolidación es la siguiente:

$$S = (C_c \cdot H) / (1 + e_o) \cdot \log ((\sigma'_o + \Delta\sigma) / \sigma'_o)$$

Donde:

H = Espesor del estrato de arcilla 1.20 m

Reemplazando los datos correspondientes para las condiciones de cimentación corrida se obtiene un asentamiento por consolidación de:

S =	2.54 cm.
------------	-----------------

El asentamiento diferencial tolerable es del orden de 1", y se estima como el 75% del asentamiento inmediato. Luego para un asentamiento total de 2.54 cm se obtiene un asentamiento diferencial de 1.90 cm que es menor al asentamiento tolerable aceptado.

2.2.8 Contenido de Sales

De acuerdo a lo observado en la zona, hay infiltración de sales en las paredes por efectos de riego de jardines. Se recomienda usar cemento puzolánico para la preparación de la cimentación corrida. Además se deberá efectuar la impermeabilización de los elementos estructurales en contacto con el suelo para evitar el flujo de las sales por efecto de la humedad del lugar.

En las tablas N° 2.1 y N° 2.2 de Ensayos de Laboratorio (Anexo I) se presentan los valores máximos de químicos que pueden estar presentes en los suelos.

CAPITULO III : INSTALACIONES SANITARIAS

3.1 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO

Los parámetros de diseño se han considerado en base al área de proyecto y a las características de población la cual va habitar en el condominio, es decir la población a futuro esta determinada en base a la capacidad máxima que puede albergar las viviendas.

El condominio está diseñado para la construcción de 200 viviendas de dos niveles con proyección para un tercer nivel, no considerando ampliaciones a futuro de mas viviendas, por ser un área cerrada e independiente a sus servicios básicos de agua y desagüe.

El diseño hidráulico, se ha basado únicamente para el abastecimiento de agua y alcantarillado para 200 viviendas, no considerando ampliaciones por lo expuesto anteriormente.

3.1.1 Estudio Demográfico

De acuerdo al plano de habilitación urbana del condominio, se ha definido lo siguiente:

- N° de viviendas : 200
- N° de personas / vivienda ocupación inmediata : 5
- N° de personas / vivienda ocupación final : 7

Población del Proyecto.- De acuerdo a las características del proyecto, se ha considerado por ser una habilitación urbana, dos etapas; un etapa inicial para una mínima cantidad de habitantes (5 hab.) que puede tener una vivienda de dos pisos y una etapa final para el incremento de habitantes (a 7 hab.) en la futura ampliación de un nivel mas.

- Etapa Inicial : 200 viv. x 5 hab.= 1,000 hab.
- Etapa Final : 200 viv. x 7 hab. = 1,400 hab.

La cantidad de habitantes para el diseño, se considerará para la etapa final, ya que es la capacidad máxima para el cual debe ser atendidos.

3.1.2 Parámetros de Consumo

Para la elaboración del presente proyecto, se ha considerado los siguientes parámetros:

- * Coeficiente de consumo máximo diario : 1.3
- * Coeficiente de consumo máximo horario : 2.6
- * Coeficiente de retorno al alcantarillado : C = 0.8
- * Dotación : 200 litros/hab./día
(Reglamento Sedapal Art. 3.2.1).

3.1.3 Análisis de la Demanda

Con la población del proyecto, y los parámetros de consumo, se procede a calcular lo siguiente:

A) Etapa Inicial

Población : 1,000 habitantes

Dotación : 200 lt/hab./día

Requerimiento de Agua Potable:

Caudal promedio : $Q_m = 1,000 \times 200 / 86400 = 2.31 \text{ lt/s}$

Caudal máximo diario : $Q_{md} = 1.3 \times 2.31 = 3.00 \text{ lt/s}$

Caudal máximo horario : $Q_{mh} = 2.6 \times 2.31 = 6.00 \text{ lt/s}$

Contribución del Alcantarillado:

Se considera el ochenta por ciento (80%) del caudal de agua potable consumido que ingresa al sistema de alcantarillado (Art. 3.5.1 del reglamento de Sedapal).

Caudal promedio : $Q_m = 2.31 \times 0.8 \text{ lt/s} = 1.85 \text{ lt/s}$

Caudal máximo diario : $Q_{md} = 3.00 \times 0.8 \text{ lt/s} = 2.40 \text{ lt/s}$

Caudal máximo horario : $Q_{mh} = 6.00 \times 0.8 \text{ lt/s} = 4.80 \text{ lt/s}$

B) Etapa final

Población : 1,400 habitantes

Dotación : 200 lt/hab./día

Requerimiento de Agua Potable:

Caudal promedio : $Q_m = 1,400 \times 200 / 86400 = 3.24 \text{ lt/s}$

Caudal maximo diario : $Q_{md} = 1.3 \times 3.24 = 4.12 \text{ lt/s}$

Caudal maximo horario : $Q_{mh} = 2.6 \times 3.24 = 8.42 \text{ lt/s}$

Contribución del Alcantarillado :

Caudal promedio : $Q_m = 3.24 \times 0.8 \text{ lt/s} = 2.59 \text{ lt/s}$

Caudal maximo diario : $Q_{md} = 4.12 \times 0.8 \text{ lt/s} = 3.30 \text{ lt/s}$

Caudal maximo horario : $Q_{mh} = 8.42 \times 0.8 \text{ lt/s} = 6.74 \text{ lt/s}$

En resumen, para el análisis de la demanda tenemos que el caudal máximo horario que se da para una etapa final de requerimiento de agua potable es de **8.42 lts/s**, mientras que la contribución del alcantarillado es de **6.74 lts/s**.

3.1.4 Factibilidad de Conexión a la Red Pública

Sedapal, como empresa concesionaria del servicio de agua potable y alcantarillado en la ciudad de lima, ha determinado los siguientes criterios para atender la demanda del condominio:

- El empalme para atender el requerimiento de agua potable, debe efectuarse de la tubería de 150 mm de diámetro, de PVC, la que se encuentra ubicada en la intersección de las avenidas Guardia Civil y Alipio Ponce del distrito de chorrillos. Ver lamina 63d redes de agua en **Anexo II**

- Las presiones en la zona donde existe servicio actualmente son de:
 - Presión mínima : 21 Lb / pulg². = 15 metros de columna de agua
 - Presión máxima : 49 Lb / pulg². = 35 metros de columna de agua

3.1.5 Evacuación de las Aguas Residuales

De acuerdo a la ubicación donde se encuentra el área de estudio, Sedapal ha proporcionado una lamina 63d, en el cual se detalla las redes de evacuación.

- El colector circunvalación que pasa por la Av. Guardia Civil existente tiene una capacidad para evacuar las aguas residuales de 20 lt/s.
- La ubicación del colector esta en la Av. Guardia Civil frente al terreno del proyecto.
- El buzón existente tomado como BM, ubicado en la Av. Guardia Civil, tiene una profundidad de 3.91m, según la lamina 63d proporcionado por Sedapal.

3.1.6 Alternativa Seleccionada para El Sistema de Agua Potable

El sistema de agua potable ha sido seleccionada bajo las siguientes consideraciones:

- Se instalará una tubería de 110 mm de diámetro en material PVC, desde el punto de empalme con la tubería existente de 150 mm de PVC, ubicada en la intersección de la Av. Alipio Ponce y la Av. Guardia Civil, la que abastecerá con el caudal requerido a toda la habilitación.
- La presión de servicio deberá mantenerse en el punto de empalme en un promedio de 25 metros de columna de agua, lo que permitirá abastecer el Conjunto Residencial Guardia Civil con una presión mínima de 15 metros de columna de agua.

3.1.7 Alternativa Seleccionada para El Sistema de Alcantarillado

Teniendo en consideración la factibilidad otorgada por Sedapal para descargar en los buzones existentes, se ha previsto el funcionamiento del sistema de alcantarillado, según lo siguiente:

- Para garantizar las condiciones de auto limpieza de los colectores se ha considerado que la pendiente mínima de la red colectora será de 8 metros por kilómetro (8°/00)
- La red colectora ha sido dimensionada en diámetros de 200 mm.
- Se ha previsto la instalación de buzones de inspección típicos de 1.20 m de diámetro y profundidad mínima de 1.20 m.
- Tubería de Poli Cloruro de Vinilo (PVC), de unión flexible, de coeficiente de rugosidad de Manning: $n = 0.011$.

3.1.8 Alternativa Seleccionada para Las Conexiones Domiciliarias

Teniendo en consideración el carácter social del condominio, se ha previsto la ejecución de la conexiones domiciliarias según lo siguiente:

- Las conexiones domiciliarias de agua potables serán del tipo "DUPLEX", que corresponden a la ejecución de una (102 conexión domiciliaria de 3/4" (20 mm), la cual servirá para atender a las 200 viviendas con un diámetro de 3/4" (20 mm).
- En el plano IS-02 de conexiones domiciliarias de agua potable, se detalla la forma de la instalación domiciliaria tipo "Duplex".
- Las conexiones domiciliarias de alcantarillado, serán individuales, en un diámetro de 150 mm (6") hacia el colector público.

3.2 PROYECTO TECNICO

3.2.1 Dimensionamiento de La Red de Distribución de Agua Potable

Para el dimensionamiento de la red de distribución, se han tenido en consideración los siguientes aspectos:

A) Factibilidad de Servicio

Equipo de Operación y Mantenimiento del Centro de Servicios de Villa el Salvador (que también esta encargada de las redes del distrito de Chorrillos), donde se indica que las presiones máximas y mínimas en el área de servicio donde se ejecutara el empalme es de: 49 lb/pulg² (35 mca) y de 21 lb/ pulg² (15 mca) respectivamente.

El empalme que nos indica Sedapal, debe rehalarce desde la tubería de 150 mm de PVC, ubicada en la intersección de las Av, Guardia Civil y Alipio Ponce. (ver Lamina 63d en Anexo II)

B) Presiones

En el dimensionamiento de la red de distribución se ha considerado lo siguiente:

- Presión dinámica mínima: 15 metros de columna de agua
- Presión estática máxima : 35 metros de columna de agua

C) Caudal

Para el dimensionamiento se ha considerado la etapa final para el máximo caudal horario.

- Caudal máximo horario en la etapa final 8.42 l/s.

D) Tuberías y Accesorios

La elección del tipo de material a usar, estará basado considerando sus propiedades y riesgos que deberán soportar tales como: fragilidad, grado de corrosión, flexibilidad, rugosidad y peso.

Así mismo siendo las tuberías elementos sujetos a soportar presiones internas (Presión hidrostática e hidrodinámica), resulta conveniente conocer y clasificar las distintas clases de tuberías en función a la presión de trabajo.

Las normas ISO clasifican a las tuberías de acuerdo a la presión de trabajo expresada en Kg/cm², la cual se muestra en el siguiente cuadro:

CLASE (Kg./cm²)	Metros de Agua	Presión (lbs/pulg²)	Atmósferas
5	50	71.5	5
10	100	143	10
15	150	214.5	15
20	200	286	20
25	250	357.5	25

Tuberías y accesorios para el Agua Potable:

- Tubería de poli cloruro de vinilo (PVC-U, UF) Norma NTP ISO 4422 de Clase 10 (10 Kg./cm²), de coeficiente de rugosidad C = 140 (Formula de Hazen y Williams).
- Las uniones de las tuberías serán de unión flexible.
- Los accesorios a instalar serán de Fierro Fundido.
- Las Válvulas de la red, serán de cierre hermético.

En el plano del esquema de accesorios se cuantifican los tipos de accesorios que se requieren para la ejecución de las obras, teniendo en cuenta la isometría vertical y horizontal.

E) Niveles del Condominio

En el área donde se ha proyectado el Condominio, se tienen los siguientes niveles:

- Cota de terreno vivienda más alta : 51.41 m.s.n.m.
- Cota de terreno vivienda mas baja : 47.97 m.s.n.m.

F) Diámetros y Configuración de la Red de Distribución

Para el dimensionamiento de la red de distribución, se ha considerado lo siguiente:

- Instalación de una tubería de 110 mm de diámetro, con una longitud de 92.80 metros, entre el punto de empalme y el punto de ingreso a la red de distribución.
- Red de distribución esta conformada por 25 tramos y 19 nudos en diámetros de 75 mm, 50 mm y 40 mm. Ver Diseño de la Red de Agua Potable en Planos **Lamina IS-01**.

3.2.2 Dimensionamiento de la Red de Distribución de Alcantarillado

Para el dimensionamiento de la red de distribución, se han tenido en consideración los siguientes aspectos:

A) Factibilidad de Servicio

El Equipo de operaciones de Sedapal, nos indica que la evacuación de las aguas residuales, deberán ser conectados al colector Circunvalación que pasa por la Av. Guardia Civil. (ver Lamina 63d en Anexo II)

- Buzón existente en la Av. Guardia Civil, de cota de tapa 49.64 m y cota de fondo de 47.94 m.
- Dicho colector tiene la capacidad de evacuar las aguas residuales del condominio.

B) Caudal

Para el dimensionamiento se ha considerado en la etapa final para el máximo caudal horario de contribución al alcantarillado.

- Caudal máximo horario en la etapa final 6.74 l/s.

C) Tubería

En el dimensionamiento de la red colectora se considerado tubería de poli cloruro de vinilo (PVC), de coeficiente de rugosidad de Manning: $n = 0.011$.

D) Pendiente Mínima

Para garantizar las condiciones de auto limpieza de los colectores se ha considerado que la pendiente mínima de la red colectora será de 8 metros por kilómetro (8°/00).

E) Diámetro y Configuración de la Red de Alcantarillado

Para el dimensionamiento de la red, se ha tenido en consideración lo siguiente:

- De acuerdo a la ubicación del colector final, se ha considerado la descarga de las aguas residuales en el buzón existente de la Av. Guardia Civil.
- La red colectora ha sido dimensionada en diámetros de 200 mm. Ver Diseño de la Red de Distribución de Alcantarillado en **Anexo II**.
- Se ha previsto la instalación de buzones de inspección típicos de 1.20 m de diámetro y profundidad mínima de 1.20 m.

3.2.3 Dimensionamiento de Las Conexiones Domiciliarias

Para el dimensionamiento de las conexiones domiciliarias, se han tenido en consideración los siguientes aspectos:

A) Presión

Para el dimensionamiento de las conexiones domiciliarias de agua potable, se ha considerado la presión mínima en la red. De acuerdo a los cálculos efectuados tenemos lo siguiente:

- Presión dinámica mínima: 15 metros de columna de agua

B) Tuberías

En base a las presiones establecidas anteriormente, se ha proyectado para el agua potable, tuberías de \varnothing 20 mm (3/4"), UF Serie 10 (PN 10) NTP-ISO 4422:1997, las cuales van conectados desde la red pública hacia la cajas de medidor de cada vivienda (conexión tipo DUPLEX).

Para el caso de las conexiones domiciliarias de alcantarillado, estas se han proyectado tuberías de forma individual para cada vivienda, en un diámetro de 150 mm (6") que va desde la caja de registro general hacia el colector público.

Las conexiones domiciliarias de agua potable con medidor y de alcantarillado, se efectuarán en vereda, en caso contrario en las losas de concreto, las mismas que se ubicarán en el área correspondiente a la vereda.

CAPITULO IV : ESTRUCTURAS

4.1 DESCRIPCIÓN Y ESTRUCTURACIÓN

A) DESCRIPCIÓN

El proyecto Conjunto Residencial "Guardia Civil", consiste en la construcción de 200 viviendas unifamiliares de 02 pisos, con capacidad de ampliación a futuro de un 3er piso. EL proyecto esta formado por bloques (11 manzanas) que agrupan a las 200 viviendas, los cuales se distribuyen para su construcción en 5 sistemas constructivos diferentes, dentro del cual se encuentra, que es tema de desarrollo, el Sistema de Albañilería Armada usando el sistema "LA CASA" con unidades de ladrillos silico calcáreos. **Ver cuadro 4.1.**

Se tiene previsto construir en esta etapa del proyecto sólo los dos primeros niveles de cada bloque (se proyecta en planos el tercer nivel). Por lo que, será necesario asegurar que las futuras ampliaciones se hagan conforme a los criterios planteados en el proyecto original.

El diseño estructural ha sido elaborado bajo parámetros de diseño sismo resistente en concordancia con los valores que establece la norma E-070 albañilería armada y la E-030 norma sismo resistente.

Cuadro N° 4.1

N°	Sistema Constructivo	Manzanas	N° de Viviendas
1	Albañilería confinada (Italceramica)	K, H, I y J	46
2	Albañilería armada (Firth)	D	34
3	Albañilería armada (La casa)	A	32
4	Muros de ductilidad limitada (Unicon)	B y C	46
5	Muros secos (Drywall)	E, F y G	42

Ver manzaneo en plano de lotización L-02 (Planos de Arquitectura), la distribución de los sistemas constructivos.

De las viviendas.- En cada sub-lote de aproximadamente 75.00m², se ha desarrollado el diseño típico de una vivienda unifamiliar de tres pisos, de los cuales solo van a ser construidos los dos primeros en la fase de ejecución, dejándole a cada propietario la opción de construir el último piso.

En cada sub-lote se plantea un jardín y espacio para un estacionamiento en la parte frontal, en el primer piso se encuentran los ambientes de Sala-Comedor, baño, cocina, jardín interior y escalera al 2do piso, en el segundo piso un hall de distribución, un dormitorio principal con closet, un dormitorio con closet y un baño completo y en el tercer piso un hall de distribución, cuarto de trabajo, un depósito, closet y la lavandería-tendal. Ver plano de arquitectura A-01

B) ESTRUCTURACIÓN

La estructura típica de las viviendas de Albañilería Armada, están compuesta de muros ubicados en las dos direcciones ortogonales unidos por los entrepisos y el techo de Losa Aligerada.

Así, en este sistema estructural las fuerzas sísmicas, representado por las fuerzas laterales derivadas de la cortante basal aplicada en cada entrepiso y el techo, es resistida por un mecanismo de muros de corte conectados por diafragmas que se suponen indeformables, capaces de resistir dichas fuerzas laterales en proporción a la rigideces.

Para la estructuración típica de diseño, se han considerado las principales características básicas como son la forma, distribución de muros y características de diafragmas rígidos, teniendo lo siguiente:

- Muros armados de junta seca, por ser unidades apilables. De espesor de muro de 14 cm.
- Losas aligerada de 17 cm. de espesor con viguetas prefabricadas
- Placas de concreto armado.
- Altura libre entre piso de 2.40 m.

En el presente informe se presenta el diseño estructural de la Albañilería, material estructural compuesto por unidades apilables de silico calcáreos, además se presenta el sistema estructural sismorresistente final que cumple con los desplazamientos laterales máximos permisibles, al haber hecho el análisis sísmico con el método dinámico.

La planta se enmarca en un sistema de coordenadas X – Y. Tanto en la dirección X como en la dirección Y se tiene los muros y placas que le dan rigidez y resistencia a la estructura de la vivienda.

Los ejes en la dirección X están nombrados por números, mientras que los ejes en la dirección Y están nombrados por letras.

4.2 BASE TECNICO LEGAL

El proyecto estructural ha sido desarrollado sobre la base del Reglamento Nacional de Construcciones. En particular, se han considerado las normas vigentes de Suelos y Cimentaciones, Cargas, Diseño Sismo Resistente, Concreto Armado y Albañilería.

- NORMA TÉCNICA E.020 CARGAS
- NORMA TÉCNICA E.030 SISMO RESISTENTE
- NORMA TÉCNICA E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES
- NORMA TÉCNICA E.070 ALBAÑILERIA

4.3 CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

A) UNIDAD DE ALBAÑILERIA

Por ser la albañilería un elemento estructural, debemos conocer las principales características que definen la calidad de la unidad de albañilería, las cuales son:

- La resistencia a la compresión ($f'b$)
- La geometría (variación dimensional)
- La succión
- Eflorescencia
- Densidad

Resistencia a la compresión ($f'b$).- La resistencia a la compresión de la unidad de albañilería ($f'b$) es su propiedad mas importante, desde el punto de vista estructural, que condicionará directamente a la albañilería ($f'm$).

Geometría (variación dimensional).- Esta referida a la magnitud de las dimensiones, la perpendicularidad de las aristas y el acabado de las superficies de asentado, esto permite tener; muros caravista, uniformidad de juntas, uniformidad de altura de hiladas y menor revestimiento.

Succión.- Es la propiedad que tienen las unidades de albañilería en absorber agua; que depende del grado de porosidad de la unidad. La succión es necesaria para lograr una adecuada adherencia entre la unidad de albañilería y el mortero. Esta propiedad define la resistencia del muro a la tracción.

Los ladrillos silito calcáreos no deben humedecerse para su asentado, pues, pues tiene apropiados grados de succión; lo que si es necesario es limpiar las superficies mediante una brocha y ligero riego para quitar el polvillo de fabricación.

Eflorescencia.- Es un fenómeno que consiste en la formación de polvo de sales solubles, de color blanco en la superficie de los muros de ladrillo nuevos, mientras se están secando.

El peligro de eflorescencia es mayor en las unidades de arcilla, sobre todo en aquellas de baja calidad, de reducida resistencia y elevado grado de succión, que con las unidades silito calcáreos.

Densidad.- Una elevada densidad de la unidad de albañilería, se logra obtener una mayor resistencia a la compresión, buen aislamiento acústico y térmico, además de una baja permeabilidad.

CLASIFICACIÓN – UNIDADES DE ALBAÑILERIA SEGÚN NORMA E.070 PARA FINES ESTRUCTURALES

TIPO DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES					
TIPO	Variación de la Dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia a Compresión f'b min. en MPa (Kg/cm ²) sobre el área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Tipo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Tipo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Tipo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Tipo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Tipo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

LIMITACIONES EN EL USO – UNIDADES DE ALBAÑILERIA SEGÚN NORMA E.070 PARA FINES ESTRUCTURALES

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Si, hasta dos pisos	Si
Sólido Industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si Celda totalmente rellenas con grout	Si Celda parcialmente rellenas con grout	Si Celda parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Si, hasta 2 pisos

(*) Las limitaciones indicadas establecen condiciones que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

Como la estructuración de la vivienda esta compuesta básicamente por muros de Albañilería Armada, el cual a su vez esta compuesto por unidades de ladrillo **silico calcáreos**, a continuación se detallan sus y características y propiedades.

LADRILLO SILICO – CALCÁREO.-

Es un producto compuesto por una mezcla de tres componentes:

- 1) Arena fina natural con alto contenido de sílice,
- 2) Cal viva finamente molida e hidratada en la mezcla,
- 3) Agua.

La mezcla es moldeada a alta presión (16 atmósferas) y endurecida por curado a vapor por autoclaves durante ocho horas como mínimo.

Características y propiedades del material Silico – Calcáreo:

- Resistencia a la compresión; con valores característicos mínimos

Tipo	IV	V
f'b (kg/cm ²)	140	180

- Geometría; uniformidad en las dimensiones, aristas perpendiculares y no presenta alabeos. Las variaciones de dimensionalidad varían en:

Para asentado $\pm 1.0 - 2.0$ mm.

Para apilado ± 0.5 mm.

- Alabeo; No presenta.
- Eflorescencia; No presenta.
- Densidad; 1,950 – 2,050 (kg/m³)
- Resistencia al fuego; Estable mínimo 5 horas
- Aislamiento acústico; 50 – 59 dB.

Resistencia característica de la Albañilería (f_m y v'_m):

Al no realizarse ensayos para la obtención de las resistencia característica f_m y v'_m , se tomaran los valores mostrados en la **tabla 4.1** de la norma E.070, los cuales son valores mínimos representativos.

Tabla N° 4.1 – Según Norma E.070

RESISTENCIA CARACTERISTICA DE LA ALBAÑILERIA MPa (kg/cm2)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD	PILAS	MURETES
		f_b	f_m	v'_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (1459)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice - cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

(*) Utilizados para la construcción de muros armados

B) CONCRETO LIQUIDO O GROUT

Es un material de consistencia fluida que resulta de mezclar cemento, agregados y agua, pudiéndose agregar cal hidratada en una proporción que no exceda de 1/10 del volumen de cemento u otros aditivos que no disminuyan la resistencia o que origine corrosión del acero de refuerzo.

El concreto liquido o grout se emplea para rellenar los alvéolos de las unidades de albañilería en la construcción de los muros armados, y tiene como función integral el refuerzo con la albañilería en un solo conjunto estructural.

El concreto liquido o grout se clasifica en fino y en grueso. El grout fino se usará cuando la dimensión menor de los alvéolos de la unidad de albañilería sea inferior a 60 mm y el grout grueso se usará cuando la dimensión menor de los alvéolos sea igual o mayor a 60 mm.

Componentes del concreto liquido o grout:

- Cemento Pórtland Tipo I, NTP 334.009
- Agregado grueso será confitillo, que cumpla la Granulometría especificada según norma E.070 en la **tabla 4.2**.

Tabla N° 4.2

GRANULOMETRÍA DEL CONFITILLO	
Malla ASTM	% Que Pasa
1/2 pulgada	100
3/8 pulgada	85 a 100
N° 4 (4.75 mm)	10 a 30
N° 8 (2.36 mm)	0 a 10
N° 16 (1.18 mm)	0 a 5

- El agregado fino será arena gruesa, con las características indicadas según norma E.070 en la **tabla 4.3**.

Tabla N° 4.3

GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
Malla ASTM	% Que Pasa
N° 4 (4.75 mm)	100
N° 8 (2.36 mm)	95 a 100
N° 16 (1.18 mm)	70 a 100
N° 30 (0.60 mm)	40 a 75
N° 50 (0.30 mm)	10 a 35
N° 100 (0.15 mm)	2 a 15
N° 200 (0.075 mm)	Menos de 2

- El agua será potable y libre de sustancias, ácidos, álcalis y materia orgánica.

Fluidez del concreto liquido o grout:

Al vaciar en los alvéolos, su consistencia debe ser similar a la de una sopa espesa de sémola, con un revestimiento (slump) comprendido entre 8 y 11 pulgadas. La intención de emplear este gran revestimiento es que el concreto pueda circular y llenar todos los intersticios del muro, para de este modo favorecer la integración entre el refuerzo y la albañilería.

Según la norma, en la **tabla 4.4**, se muestra la proporción volumétrica (cemento: cal: arena) del concreto liquido o grout.

Tabla N° 4.4

COMPOSICIÓN VOLUMÉTRICA DEL COCRETO LIQUIDO o GROUT				
Concreto Liquido	Cemento	Cal	Arena	Confitillo
Fino	1	0 a 1/10	2 1/4 a 3 veces la suma de los aglomerantes	-----
Grueso	1	0 a 1/10	2 1/4 a 3 veces la suma de los aglomerantes	1 a 2 veces la suma de los aglomerantes

Resistencia del concreto liquido o grout:

La norma establece una resistencia mínima a la compresión $f'c = 140$ kg/cm².

C) CONCRETO

El concreto considerado en el diseño de la totalidad de los elementos estructurales es de $f'c = 210$ kg/cm²; valor que corresponde a su resistencia a la compresión a los 28 días.

D) ACERO DE REFUERZO

La barras de acero serán rectas de sección circular, y con resaltes de alta adherencia con el concreto, cuyo esfuerzo de fluencia es de $f_y = 4200$ kg/cm².

4.4 DATOS PARA EL ANÁLISIS

Para la toma de los datos para el análisis, se han considerado lo siguientes; características y propiedades de los materiales que componen la estructura de la vivienda, cargas de diseño según tipo de edificación y tipo de terreno. Los cuales se muestran en el **cuadro 4.2**.

Cuadro N° 4.2

CARGAS DE DISEÑO		
Peso losa Aligerada	245	Kg/m ²
Peso de Albañilería	2,300	Kg/m ³
Peso de Acabados	100	Kg/m ²
Peso de Concreto	2,400	Kg/m ³
Sobre carga en escaleras	200	Kg/m ²
Sobre carga (1° y 2° nivel)	200	Kg/m ²
Sobre carga (3° nivel)	100	Kg/m ²
MATERIALES		
Ladrillo silico-calcáreo		
Resistencia compresión (f _b)	145	Kg/cm ²
Albañilería (f _m)	110	Kg/cm ²
Corte muro (v _m)	10.9	Kg/cm ²
Modulo de Elasticidad (E _m)	6,60E+04	Kg/cm ²
Modulo de Corte (G _m)	4,00E-01	Kg/cm ²
Concreto (f _c)	210	Kg/cm ²
Grout (concreto liquido)	140	Kg/cm ²
Acero grado 60 (F _y)	4200	Kg/cm ²
EDIFICACIÓN		
N° de pisos	3	pisos
Altura libre entre piso	2.4	m
Área techada (1° y 2° nivel)	42.3	m ²
Área techada (3° nivel)	35.17	m ²
Resistencia del terreno	0.90	Kg/cm ²

4.5 PREDIMENCIONAMIENTO

A) LOSA ALIGERADA

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, se tiene la siguiente expresión:

$$e \geq \frac{L_1}{25}$$

Donde:

e = espesor de losa

L₁ = Luz libre

La luz libre más crítica obtenida es $L = 4.70\text{m}$, por lo que al reemplazar este valor en la fórmula se obtiene un espesor de 0.188m , que al ser redondeado a un tamaño estándar ó comercial queda definido el espesor de losa en 0.20m .

Para nuestro caso, por fines constructivos, se reemplazará el sistema convencional del aligerado, por un sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas (Sistema Firth).

Espesor de Losa: $e = 0.17\text{ m}$. (ver anexo III)

Peso de vigueta x ml : 17.85 Kg . (ver anexo III)

B) MUROS DE ALBAÑILERIA

Se ha considerado muros de soga, construidos con ladrillo silito-calcáreos, cuyas dimensiones son $15 \times 30 \times 15\text{ cm}$.; es decir con espesor efectivo (t) de 0.15 m .

De acuerdo a los lineamientos de la norma E-070 (Capítulo 7) para espesor efectivo mínimo será:

$$\text{Para Zona sísmica 3 : } t \geq \frac{h}{20} = \frac{2.40}{20} = 0.12\text{ m}$$

Donde:

h = Altura libre entre arriostres t = espesor efectivo

El espesor seleccionado es aceptable.

C) MUROS DE CONCRETO

De acuerdo a los lineamientos de la Norma E-060, el espesor mínimo para los muros de corte es 10 cm . Para nuestro caso consideraremos espesores de 15 cm . de igual espesor a los muros de albañilería.

4.6 METRADO DE CARGAS

A) DETERMINACIÓN DE LOS PESOS POR NIVELES

Para realizar el metrado de cargas, se ha considerado las cargas según cuadro N° 9, obteniendo lo siguiente:

Peso por niveles de la Estructura

NIVEL	Peso de Muros	Peso de Placas	Peso Losa Aligerada	Peso Losa Maciza	Peso Vigas	Peso Alfelser	Peso Parapeto	Peso Acabados	Sobre carga
1	21,652.20	2,635.20	9,800.00	938.40	5,880.00	621.00	0.00	4,230.00	8,460.00
2	23,970.60	2,635.20	9,800.00	938.40	5,880.00	1,076.40	0.00	4,230.00	8,460.00
3	25,792.20	2,332.80	8,053.15	938.40	5,106.00	1,076.40	6,966.24	3,517.00	3,517.00

Pesos totales

NIVEL	Total PD	Total PL	Total PD + PL (Kg)	Total PD + 25%PL (Kg)
1	45,756.80	8,460.00	54,216.80	47,871.80
2	48,530.60	8,460.00	56,990.60	50,645.60
3	53,782.19	3,517.00	57,299.19	54,661.44
				153,178.84

4.7 ANÁLISIS SÍSMICO

a) Factor de Zona:

El proyecto se ubica en la ciudad de Lima; que corresponde a una zona de mucha actividad sísmica:

Zona	Factor de Zona (Z)
3	0.4

b) Condiciones Geotécnicas:

La información que se tiene es que se trata de:

Perfil de suelo	:	Tipo S2
Periodo de vibración	:	T_p (s) = 0.6 s
Coefficiente S	:	S = 1.2

c) Factores de amplificación sísmica:

Definida por la siguiente expresión:

$$C = 25 \left(\frac{T_p}{T} \right); \quad C \leq 2.5 \dots\dots\dots (\alpha)$$

Donde:

T_p = Periodo fundamental de vibración del suelo = 0.6 s

T = Periodo fundamental de la estructura, definida por la siguiente expresión:

$T = h_n / C_t$; h_n = Altura de la edificación = 7.71 m.

$C_{tx} = C_{ty} = 60$, de acuerdo a la norma, el valor corresponde a estructuras de mampostería, cuyo elementos sismorresistente sean muros de corte.

$$T = 7.71 / 60 = 0.13 \text{ s.}$$

Luego reemplazando valores en la expresión (α), se tiene:

$$C = 2.5(0.6/0.13) = 11.54$$

Pero a su vez debe cumplir que ≤ 2.5 , como **C = 11.54**, entonces **C = 2.5**

d) Categoría de la Edificación:

En concordancia a las categorías indicadas en las normas sismorresistente; el rubro de la vivienda corresponde a la **Categoría C** – Edificaciones comunes; cuyo coeficiente de uso e importancia es :

$$U = 1.0$$

e) Sistema estructural:

Corresponde a un sistema **Albañilería Armada o Confinada**. La configuración estructural es de tipo regular. Por lo tanto el coeficiente de reducción R a emplearse es el que corresponde a una estructura regular:

$$R_x = R_y = 3$$

4.7.1 Análisis Estático

Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel de la edificación.

4.7.1.1 Procedimiento de Análisis.-**a) Fuerza cortante en la base:**

La fuerza cortante total en la base de la estructura, corresponde a la dirección considerada, se determina por la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUSC}{R} P \quad \dots\dots\dots (\Phi)$$

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

Donde: $\frac{C}{R} = \frac{C_x}{R_x} = \frac{C_y}{R_y} = \frac{2.5}{3} = 0.833 \geq 0.125 \quad \text{Ok!}$

Luego reemplazando valores en (Φ)

$$V = V_x = V_y = \frac{0.4 \times 1.0 \times 2.5 \times 1.2}{3} \times 153.179 \text{ Ton} = \mathbf{61.272 \text{ Ton}}$$

b) Distribución de la fuerza sísmica en altura:

De acuerdo a la norma, si el periodo fundamental, T, es mayor que 0.7 segundos, una parte de la fuerza cortante V, denominada Fa, deberá aplicarse como fuerza concentrada en la parte superior de la

estructura. Esta fuerza F_a se determinará mediante la siguiente expresión:

$$F_a = 0.07 \cdot T \cdot V \leq 0.15 \cdot V$$

Donde el periodo T en la expresión anterior será el mismo que el usado para la determinación de la fuerza cortante en la base.

El resto de la fuerza cortante, es decir $V - F_a$ se distribuirá entre los distintos niveles, incluyendo el último, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$F_i = \frac{P_i h_i}{\sum_{j=1}^n P_j h_j} (V - F_a)$$

Para el caso particular de este proyecto:

$T = 0.13 < 0.7$ s, entonces $F_a = 0$

En consecuencia la distribución de la fuerza sísmica en altura estará dada por:

$$F_i = \frac{P_i h_i}{\sum_{j=1}^n P_j h_j} V$$

Se muestra a continuación la distribución de la fuerza sísmica en altura.

Cuadro N° 4.3

NIVEL	Peso (Kg)	Altura (m)	Pi x Hi	Pi x Hi	Fi (Ton)
				$\Sigma P_i \times H_i$	
3	54,661.440	7.71	421,439.702	0.524	32.106
2	50,645.600	5.14	260,318.384	0.323	19.791
1	47,871.800	2.57	123,030.526	0.153	9.375

c) Efectos de torsión:

De acuerdo a la norma, la fuerza sísmica de cada nivel (F_i) se supondrá actuando en el centro de masas del nivel respectivo, debiendo considerarse además el efecto de excentricidades

accidentales en cada nivel (e), se considera como 0.05 veces la dimensión del edificio en dirección perpendicular a la aplicación de las fuerzas.

Lx (m)	5.00	(1,2 y 3 nivel)
Ly (m)	9.60	(1y 2 nivel)
Ly (m)	6.95	(3 nivel)

ex =	0.250
ey =	0.480
ey =	0.348

NIVEL	Fi en X	Mt=Fi x ey
3	32.106	11.17
2	19.791	9.50
1	9.375	4.50

NIVEL	Fi en Y	Mt=Fi x ex
3	32.106	8.03
2	19.791	4.95
1	9.375	2.34

En cada nivel además de la fuerza actuante, se aplicara el momento accidental denominado Mt, que se calcula como:

4.7.2 Análisis Dinámico

Este método se realizará mediante procedimientos de superposición espectral.

1) Modos de Vibración.-

Los periodos naturales y modos de vibración pueden determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas de la estructura.

2) Aceleración Espectral.-

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo – aceleraciones definido por:

$$Sa = \frac{ZUSC}{R} g$$

3) Criterio de Combinación.-

Mediante los criterios de combinación que se indican, se podrá obtener la respuesta máxima esperada (r) tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como para los parámetros globales del edificio como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso.

La respuesta máxima elástica esperada (r) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados (r_i) podrá determinarse usando la siguiente expresión.

$$r = 0.25 \cdot \sum_{i=1}^m |r_i| + 0.75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$$

Alternativamente, la respuesta máxima podrá estimarse mediante la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

4) Fuerza Cortante Mínima en la Base.-

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en la base del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado por el método estático para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares.

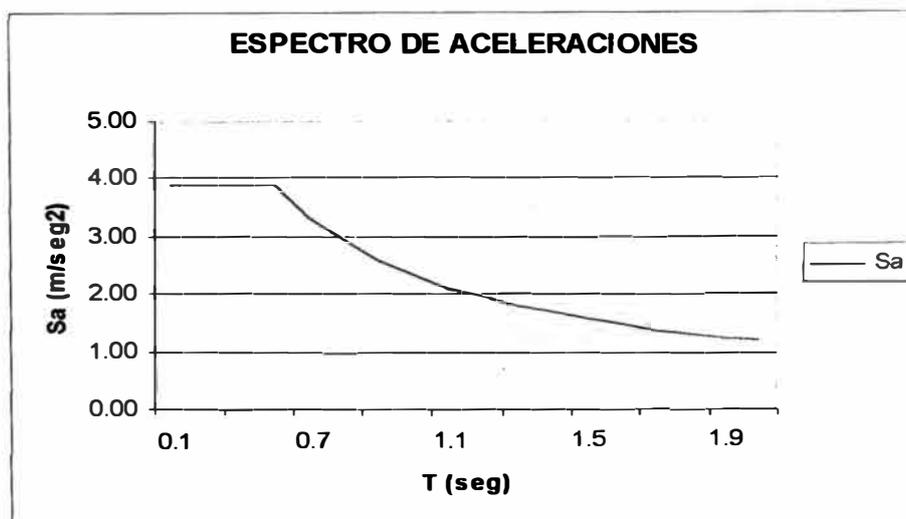
Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

4.7.2.1 Procedimiento de Análisis.-

a) Determinación del Espectro de Diseño:

Para el cálculo, se parte de los parámetros sísmicos ya conocidos, obteniendo el siguiente espectro de diseño:

T	C	Sa _x = Sa _y
0.10	2.50	3.92
0.20	2.50	3.92
0.40	2.50	3.92
0.60	2.50	3.92
0.70	2.14	3.36
0.80	1.88	2.95
0.90	1.67	2.62
1.00	1.50	2.35
1.10	1.36	2.13
1.20	1.25	1.96
1.30	1.15	1.81
1.40	1.07	1.68
1.50	1.00	1.57
1.60	0.94	1.48
1.70	0.88	1.38
1.80	0.83	1.30
1.90	0.79	1.24
2.00	0.75	1.18



b) Análisis Estructural Utilizando el Programa ETABS:

El análisis a sido realizado modelando la edificación tri-dimensionalmente, utilizando el programa de computo ETABS.

Los resultados obtenidos del análisis estructural, se muestran en la Memoria de Calculo (Anexo III).

c) Resumen de Resultados Obtenidos:**Cuadro N° 4.4: Periodos y Frecuencias Modales**

Modo	Periodo s	Frecuencia Ciclos/s	Frec. Ang. rad/s	Valor Eingen rad ² /s ²
1	0.028093	35.5962	223.66	50,022.63
2	0.011578	86.3674	542.66	294,482.32
3	0.010421	95.9563	602.91	363,501.73
4	0.008718	114.7093	720.74	519,466.02
5	0.004981	200.7645	1,261.44	1,591,200.00
6	0.004511	221.7039	1,393.01	1,940,500.00
7	0.003996	250.2749	1,572.52	2,472,800.00
8	0.003044	328.5545	2,064.37	4,261,600.00
9	0.002758	362.6311	2,278.48	5,191,500.00

Cuadro N° 4.5: Factores de Participación Modal

Modo	Periodo s	UX t - s ²	UY t - s ²	UZ t - s ²
1	0.028093	-0.553992	-0.012460	0.000
2	0.011578	-0.163911	0.371342	0.000
3	0.010421	0.081010	0.472758	0.000
4	0.008718	0.262979	0.064096	0.000
5	0.004981	-0.079308	0.011660	0.000
6	0.004511	0.063127	0.071185	0.000
7	0.003996	0.027186	-0.210949	0.000
8	0.003044	-0.043058	-0.033315	0.000
9	0.002758	-0.005948	0.076988	0.000

Cuadro N° 4.6: Masas Radiales de Participación Modal

Modo	Periodo	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
1	0.028093	72.6582	0.0368	0.0000	72.6582	0.0368	0.0000
2	0.011578	6.3606	32.6457	0.0000	79.0188	32.6824	0.0000
3	0.010421	1.5537	52.9122	0.0000	80.5725	85.5946	0.0000
4	0.008718	16.3727	0.9726	0.0000	96.9452	86.5672	0.0000
5	0.004981	1.4891	0.0322	0.0000	98.4343	86.5994	0.0000
6	0.004511	0.9434	1.1997	0.0000	99.3777	87.7990	0.0000
7	0.003996	0.1750	10.5350	0.0000	99.5527	98.3340	0.0000
8	0.003044	0.4389	0.2628	0.0000	99.9916	98.5968	0.0000
9	0.002758	0.0084	1.4032	0.0000	100.0000	100.0000	0.0000

d) Control de Desplazamientos Relativos:

Para obtener los máximos desplazamientos relativos de cada entrepiso, lo que se debe hacer primero es calcular el máximo desplazamiento relativo de cada entrepiso para cada uno de los modos y después hacer la combinación modal.

Debido a lo laborioso hacer la combinación modal, solo se considera que el primer modo de vibración, produce casi todo el desplazamiento y que el aporte de los otros modos son muchos menos importantes.

Los cálculos que se presentan, solamente la contribución del primer modo 72.66 % de masa efectiva, usando la siguiente expresión.

$$x_i = S_{di} * FPM_i * X_i$$

Donde:

x_i = Desplazamiento del modo i del nudo que mas se desplaza

S_{di} = Seudo – desplazamiento espectral para el modo i .

FPM_i = Factor de Participación modal, en la dirección del sismo.

X_i = Forma de modo del nudo respectivo para el modo i .

Los valores espectrales del pseudo-desplazamientos S_d se leen del espectro de desplazamientos, o como en este caso en que se tiene de dato el espectro de pseudo-aceleraciones S_a , se calcula S_d usando la relación S_a/w^2 .

Cuadro N° 4.7: Desplazamientos para el Modo 1 de los ejes B, 2 y 3

EJE B

Nivel	Modo	wi	Sai	Sdi	FPMi	Xi		xi	
						x	y	x	y
3	1	42.605	3.920	0.002160	3.031506	0.55742	0.03513	0.003649	0.000230
2	1	42.605	3.920	0.002160	3.031506	0.37002	0.02227	0.002422	0.000146
1	1	42.605	3.920	0.002160	3.031506	0.16072	0.00886	0.001052	0.000058

EJE 2

Nivel	Modo	wi	Sai	Sdi	FPMi	Xi		xi	
						x	y	x	y
3	1	42.605	3.920	0.002160	3.031506	0.46240	0.10323	0.003027	0.000676
2	1	42.605	3.920	0.002160	3.031506	0.29950	0.07281	0.001961	0.000477
1	1	42.605	3.920	0.002160	3.031506	0.12961	0.03115	0.000849	0.000204

EJE 3

Nivel	Modo	wi	Sai	Sdi	FPMi	Xi		xi	
						x	y	x	y
3	1	42.605	3.920	0.002160	3.031506	0.38480	0.10323	0.002519	0.000676
2	1	42.605	3.920	0.002160	3.031506	0.24190	0.07281	0.001584	0.000477
1	1	42.605	3.920	0.002160	3.031506	0.10421	0.03115	0.000682	0.000204

Con los últimos valores obtenidos en el cuadro N° 4.7, se hallaran los desplazamientos laterales máximos (cuadro N° 4.8) y se verificará el desplazamiento relativo de cada entrepiso (cuadro N° 4.9).

Cuadro N° 4.8 : Desplazamientos laterales máximos

Sismo Y

Ubicación	Nivel	x	y	$\Delta x_i = 0.75R$	$\Delta y_i = 0.75R$	$\Delta x_i - \Delta x_{i-1}$	$\Delta y_i - \Delta y_{i-1}$	$(\Delta x_i - \Delta x_{i-1})/h_i$	$(\Delta y_i - \Delta y_{i-1})/h_i$
Eje B	3	0.003649	0.000230	0.008211	0.000517	0.002760	0.000189	0.001150	0.000079
	2	0.002422	0.000146	0.005451	0.000328	0.003083	0.000198	0.001285	0.000082
	1	0.001052	0.000058	0.002367	0.000131	0.002367	0.000131	0.000986	0.000054

Cuadro N° 4.9 : Desplazamientos laterales máximos

Sismo X

Ubicación	Nivel	x	y	$\Delta x_i = 0.75R$	$\Delta y_i = 0.75R$	$\Delta x_i - \Delta x_{i-1}$	$\Delta y_i - \Delta y_{i-1}$	$(\Delta x_i - \Delta x_{i-1})/h_i$	$(\Delta y_i - \Delta y_{i-1})/h_i$
Eje 2	3	0.003027	0.000676	0.006811	0.001521	0.002400	0.000448	0.001000	0.000187
	2	0.001961	0.000477	0.004412	0.001073	0.002503	0.000614	0.001043	0.000256
	1	0.000849	0.000204	0.001909	0.000459	0.001909	0.000459	0.000795	0.000191
Eje 3	3	0.002519	0.000676	0.005668	0.001521	0.002105	0.000448	0.000877	0.000187
	2	0.001584	0.000477	0.003563	0.001073	0.002028	0.000614	0.000845	0.000256
	1	0.000682	0.000204	0.001535	0.000459	0.001535	0.000459	0.000640	0.000191

En el cuadro N° 4.9 se puede observar el valor máximo obtenido de la distorsión, se produce en el Eje B (nivel 2) y es de 0.001285, cumpliendo holgadamente con lo establecido en la Norma (0.005).

En el cuadro N° 4.8 se muestran la forma como se desplazará el pórtico del eje B para un sismo que actúa en la dirección Y (Espectro SY) y en cuadro N° 16 se muestran como también se desplazaran los pórticos del eje 2 y 3 para un sismo que actúa en la dirección X (Espectro SX)

e) Comparación de Cortantes y Calculo del Factor de Amplificación:

METODO	Dirección	
	X	Y
Método estático cortante basal	61.272	61.272
Mínimo según norma (80%) cortante basal estático	49.018	49.018
Método dinámico cortante basal	31.69	37.08
Factor de amplificación	1.55	1.32

4.8 DISEÑO ESTRUCTURAL

4.8.1 Diseño de Muros de Albañilería Armada

Los muros se han dispuesto en aparejo de soga, hechos con ladrillos silito-calcáreos de 15 cm. de espesor que cumple con el requisito mínimo $t \geq h/20 = 240/20 = 12$ cm. (E-070 capítulo 7).

Para la estructuración y predimensionamiento, se asumirá que todos los alvéolos inicialmente están rellenos de grout (concreto líquido) y se verificará la compresión de los muros, la densidad de los muros reforzados en cada dirección.

En el gráfico N° 3, se muestra la disposición de los muros.

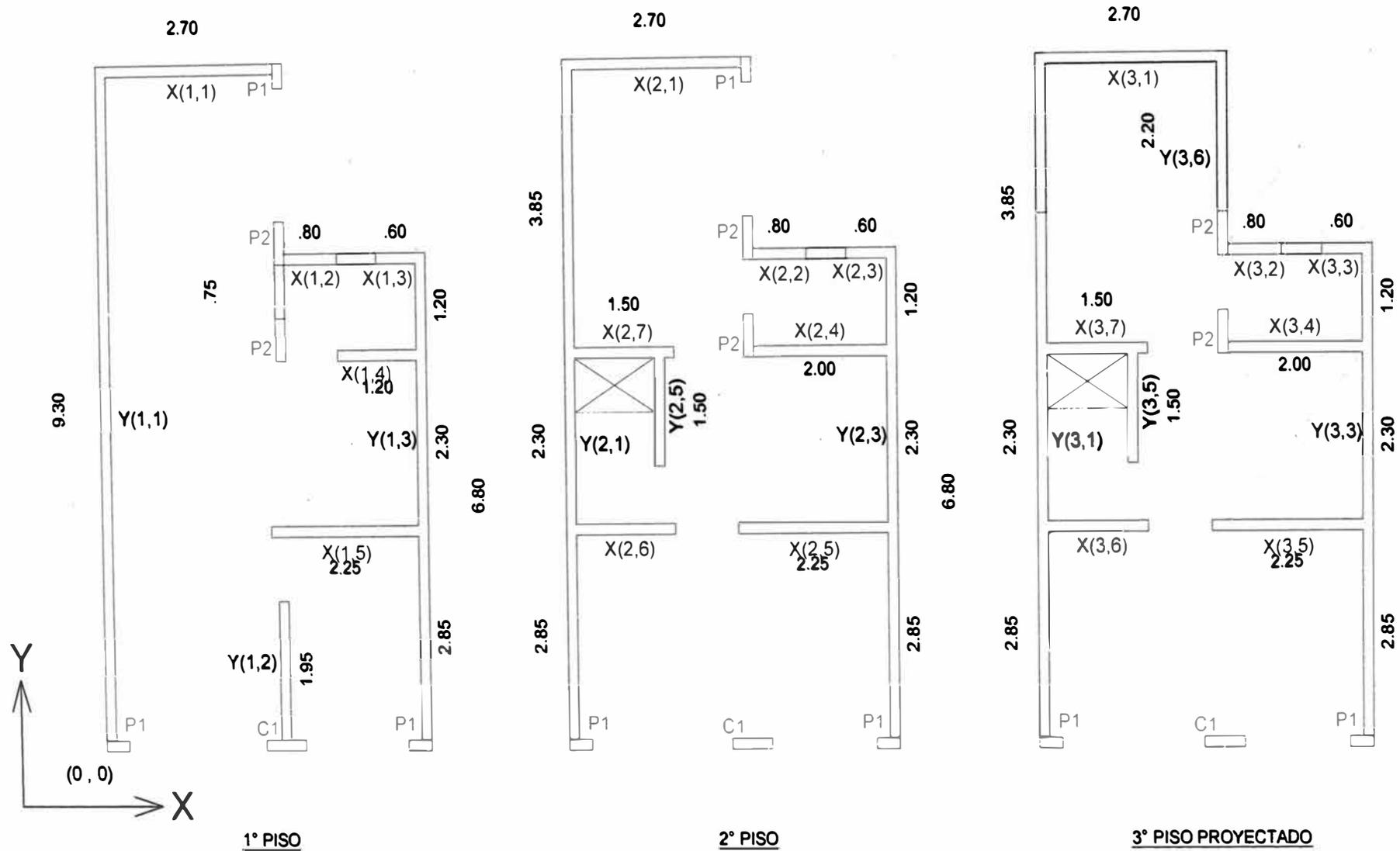


Gráfico N° 3 : MODULACIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERIA ARMADA

a) Revisión de Compresión de los Muros

Se debe verificar que el esfuerzo axial máximo (σ_m) producido por la carga de gravedad máxima de servicio (P_m), incluyendo el 100% de sobrecarga, deberá ser inferior al 15% del esfuerzo de la albañilería.

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L.t} \leq 0,15 f_m$$

Cuadro N° 4.10: Verificación de los esfuerzos axiales en el 1er piso

Muro	X(1,1)	X(1,2)	X(1,3)	X(1,4)	X(1,5)	Y(1,1)	Y(1,2)	Y(1,3)	Y(1,4)
Pm (ton)	6.44	2.18	1.77	3.59	9.21	31.26	4.07	19.48	1.59
L (m)	2.70	0.80	0.60	1.20	2.25	9.30	1.75	6.80	0.5
t (m)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
σ_m (ton/m ²)	15.89	18.2	19.69	19.96	27.28	22.41	15.51	19.1	21.25
f'm (ton/m ²)	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
0.15f'm	165	165	165	165	165	165	165	165	165

En el cuadro N° 4.10, se muestran que todos los muros del primer piso cumplen con: $\sigma_m \leq 0.15 f'_m$, lo que significa que no será necesario mejorar la calidad de la albañilería.

b) Revisión de la densidad de Muros en cada dirección:

La densidad mínima de muros en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Area Corte de los Re forzados}}{\text{Area de la Planta Tipica}} = \frac{\sum Lt}{A_p} \geq \frac{Z.U.S.N}{56}$$

Donde:

N = Número de pisos del edificio

L = Longitud total del muro incluido columnas

t = Espesor efectivo del muro

Cuadro N° 4.11: Muros en la dirección X-X

NIVEL	Lx m	t m	ΣLt m2	Ap m2	$\Sigma Lt/Ap$	ZUSN/56
1	7.55	0.15	1.133	42.30	0.0268	0.0086
2	11.35	0.15	1.703	42.30	0.0403	0.0086
3	11.35	0.15	1.703	35.17	0.0484	0.0086

Se verifica la condición de densidad mínima de muros para cada nivel, tanto en la dirección XX como en la dirección YY, tal como se muestran en los cuadro N° 4.11 y cuadro N° 4.12.

Cuadro N° 4.12: Muros en la dirección Y-Y

NIVEL	Ly m	t m	ΣLt m2	Ap m2	$\Sigma Lt/Ap$	ZUSN/56
1	18.60	0.15	2.79	42.30	0.0660	0.0086
2	17.60	0.15	2.64	42.30	0.0624	0.0086
3	19.80	0.15	2.97	35.17	0.0844	0.0086

c) Verificación de la resistencia al Agrietamiento Diagonal:

La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculara en cada entrepiso mediante la siguiente expresión:

$$V_m = 0,35 v'_m \alpha t L + 0,23 P_g$$

Donde:

v'_m = Resistencia característica a corte de la albañilería.

P_g = Carga gravitacional de servicio, con carga reducida.

t = Espesor efectivo de muro.

L = Longitud total del muro.

α = Factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez, calculado como:

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e L}{M_e} \leq 1$$

Donde:

V_e = Fuerza cortante del muro obtenido del análisis elástico.

M_e = Momento flector del muro obtenido del análisis elástico.

En los cuadros N° 4.13, 4.14 y 4.15, se muestran las fuerzas cortantes " V_e " y momentos flectores " M_e " por niveles obtenidos del análisis elástico.

Cuadro N° 4.13

NIVEL 1 ($V_1 = 61.272$)

MURO	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (T-m)	L (m)	α	Vm (Tn)	0.55Vm
X(1,1)	6.02	10.19	17.03	2.70	1.62	26.41	14.53
X(1,2)	2.08	1.60	1.63	0.80	0.79	4.10	2.25
X(1,3)	1.69	0.84	1.27	0.60	0.40	1.76	0.97
X(1,4)	5.01	5.72	6.54	1.20	1.05	8.36	4.60
X(1,5)	9.28	13.34	22.35	2.25	1.34	19.39	10.66
Y(1,1)	30.34	18.85	52.68	9.30	3.33	184.20	101.31
Y(1,2)	1.78	2.19	3.06	1.75	1.25	12.93	7.11
Y(1,3)	19.76	16.04	36.07	6.80	3.02	122.06	67.13

Cuadro N° 4.14

NIVEL 2 ($V_1 = 51.897$)

MURO	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (T-m)	L (m)	α	Vm (Tn)	0.55Vm
X(2,1)	3.21	7.53	7.47	2.70	2.72	42.76	23.52
X(2,2)	1.19	0.32	0.35	0.80	0.73	3.61	1.99
X(2,3)	0.97	0.28	0.17	0.60	0.99	3.62	1.99
X(2,4)	2.86	9.56	7.92	2.00	2.41	28.24	15.53
X(2,5)	5.63	6.60	7.64	2.25	1.94	26.27	14.45
X(2,6)	2.83	1.20	1.18	1.50	1.53	13.78	7.58
X(2,7)	2.81	0.90	0.65	1.50	2.08	18.50	10.18
Y(2,1)	17.79	14.88	31.00	9.30	4.46	241.45	132.80
Y(2,3)	12.63	14.16	22.92	6.80	4.20	166.34	91.49
Y(2,5)	2.36	0.24	0.23	1.50	1.57	14.02	7.71

Cuadro N° 4.15

NIVEL 3 (V1 = 32.106)

MURO	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (T-m)	L (m)	α	Vm (Tn)	0.55Vm
X(3,2)	0.29	0.4	0.34	0.80	0.94	4.37	2.40
X(3,3)	0.26	0.18	0.25	0.60	0.43	1.54	0.85
X(3,4)	0.71	6.24	4.02	2.00	3.10	35.64	19.60
X(3,5)	1.98	2.76	2.38	2.25	2.61	34.06	18.73
X(3,6)	0.56	0.88	0.70	1.50	1.89	16.35	8.99
X(3,7)	0.82	0.84	0.59	1.50	2.14	18.56	10.21
Y(3,1)	5.86	7.44	12.98	6.80	3.90	153.11	84.21
Y(3,3)	4.40	6.81	8.20	6.80	5.65	220.87	121.48
Y(3,5)	0.72	0.24	0.23	1.50	1.57	13.64	7.50

d) Control de Fisuración:

Esta condición tiene como propósito evitar que los muros se figuren ante los sismos moderados, que son los mas frecuentes. Para el efecto se considerarán las fuerzas cortantes producidas por el sismo moderado.

Para todos los muros de albañilería debe verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte.

$$V_e \leq 0.55 V_m$$

donde: "V_e" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "V_m" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

Como se puede apreciar en los cuadros N° 4.13, 4.14 y 4.15, todos los muros presentan $V_e < 0.55 V_m$, por lo que pasan el sismo moderado.

e) Aspectos generales de diseño de Muros Armados:

La norma E-070, establece que para lograr que los muros de albañilería armada tengan un comportamiento dúctil ante sismos

severos, propiciando una falla final de tracción por flexión, evitando fallas frágiles que impidan o reduzcan la respuesta dúctil del muro ante dichas solicitaciones, se debe satisfacer las verificaciones por resistencia a compresión y flexo compresión y resistencia al corte.

Todos los muros llevarán refuerzo horizontal y vertical. La cuantía mínima de refuerzo en cualquier dirección será de 0.1%. Las varillas serán corrugadas.

e) Nomenclatura, formulas y secuencias del diseño de muros:

En el cuadro N° 4.16, se muestra la secuencia de calculo del refuerzo horizontal y vertical, conforme lo señala la Norma E-070 de albañilería.

Cuadro N° 4.16

$P_m = PD + PL$	Carga gravitacional máxima acumulada
$P_g = PD + 0.25PL$	Carga gravitacional acumulada reducida
$V_u = 1.25 V_e$	Fuerza cortante última
$M_u = 1.25 M_e$	Momento flector último
V_m	Cortante de agrietamiento diagonal
$P_{mu} = 1.25P_m$	Carga axial máxima existe en ese piso
$P_{gu} = 0.9P_g$	Carga axial reducida
$P_o = 0.1f_m * t * L$	
$\Phi = 0.85 - 0.2(P_{gu} / P_o) \geq 0.65$	Factor de reducción de resistencia por flexocompesión
$D = 0.80 L$	Peralte efectivo del muro para calcular el refuerzo vertical
$A_{sv} = (2M_u / \Phi - P_{gu} L) / (f_y D)$	Área de acero vertical requerido
A_{sv} a usar	Área de acero a usar
$M_n = 0.5 P_{mu} L + A_{sv} f_y D$	Momento flector nominal máximo (solo para el 1er. nivel)
M_{n1} / M_{u1}	Factor de amplificación de la fuerza cortante, para el piso 1
$V = 1.25 V_u (M_{n1}/M_{u1})$	Fuerza cortante asociada al mecanismo de falla por flexión, en el 1er. piso no menor que V_m y no mayor en pisos superiores
$D = 0.8 L$	Cuando $M_n/(V_u L) \geq 1$
$D = L$	Cuando $M_n/(V_u L) < 1$
$\delta_{min} = 0.001$	Cuantía mínima
$S = A_{sh} f_y D / V$	Espaciamiento del refuerzo horizontal
S a usar	Espaciamiento del acero horizontal a usar, por hiladas
A_{sh}	Área del acero horizontal requerido
Acero ($\Phi 3/8"$)	Acero horizontal a usar

Ver diseño de los muros en **Anexo III**.

4.8.2 Diseño de Losa Aligerada

Se ha proyectado losas aligeradas y macizas de concreto armado. Las losas aligeradas constan de viguetas pretensadas de dos tipos; V102 y V103 y ladrillos de arcilla Bobedilla # 12 (Sistema Firth). El espesor total de la losa es 17 cm., y el espaciamiento de viguetas es de 50 cm.

En el análisis se ha supuesto que las viguetas serán apuntaladas al centro de la luz y que se seguirán estrictamente las instrucciones del fabricante.

El tipo de vigueta, se obtendrá de acuerdo a la sobrecarga, espesor de losa y la luz libre entre apoyos. En el cuadro siguiente muestran las viguetas a usar para la losa aligerada:

Luz (m)	Sobrecarga Kg/cm ²	Tipo de Vigueta según fabricante
0 – 3.80	200	V101
3.90 – 4.50	200	V102
3.50 – 5.00	200	V103

En el **Anexo III**, se adjunta el informe técnico, donde se detalla el diseño de losas aligeradas usando viguetas pretensadas.

4.8.3 Diseño de cimentación superficial

La cimentación consta de cimientos corridos y sobrecimientos armados. Para el cálculo se determinará primero la carga que soporta el cimiento incluso su peso propio.

Como inicialmente se desconoce las medidas del cimiento, pues es lo que se quiere calcular, se estima que el peso propio es aprox. 10% de la carga total que recibe el cimiento.

Considerando un metro lineal de muro y una capacidad portante de terreno $\sigma_t = 0.90 \text{ kg/cm}^2$, se tiene lo siguiente:

- 1) Para el eje B de mayor área tributaria (Plano cimentaciones E-01)

Pesos	Carga (Kg/m)
Peso muro :	2,484.00
Peso losa + acabados :	2,070.00
Peso de viga :	324.00
Sobrecimiento	148.50
Sobre carga :	600.00
Carga actuante	5,626.50
Peso de cemento 10% carga	562.65
Peso total (P)	6,189.15

Aplicando la siguiente expresión:

$$B(\text{cm}) = \frac{P}{100 \times \sigma_t} \dots\dots\dots (\alpha)$$

Se obtiene el ancho de la cimentación $B = 0.80 \text{ m}$.

- 2) Para el eje A con menor área tributaria (Plano cimentaciones E-01)

Pesos	Carga (Kg/m)
Peso muro :	2,480.00
Peso losa + acabados :	1,314.45
Peso de viga :	183.60
Sobrecimiento	148.50
Sobre carga :	635.00
Carga actuante	4,761.55
Peso de cemento 10% carga	476.16
Peso total (P)	5,237.71

Reemplazando en la expresión (α) , se obtiene el ancho de cimentación $B = 0.60 \text{ m}$.

CONCLUSIONES

- El diseño de los elementos estructurales, teniendo en cuenta los criterios y recomendaciones practicas, nos permite obtener una idea próxima de cómo debe ser la distribución de los elementos estructurales y en que orden de magnitud deben ser sus dimensiones.
- El análisis efectuado para el diseño sismorresistente de la estructura de albañilería armada, ha sido empleando el método de Análisis Dinámico, lo que implica que para obtener los máximos desplazamientos relativos de cada entrepiso, debemos hacer una combinación modal para cada modo de vibración como lo establece la Norma E-030 sismorresistente. Pero en nuestro caso el desplazamiento máximo desplazamiento lo produce el primer modo de vibración, y las demás modos son menores. Por lo tanto las distorsiones de cada entrepiso han sido calculados restando directamente los desplazamientos máximos.
- Según la Norma E-070 de Albañilería, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso no debe exceder la fracción de la altura en 0.005 para el caso que el material predominante es la albañilería. Se a calculado primeramente los desplazamientos de cada entrepiso y luego el valor de la destorció, donde se observa que el valor máximo obtenido se produce en el eje B nivel 2 y es de 0.01285, cumpliendo holgadamente lo establecido en la Norma.
- Como los vanos de las ventanas no se han considerado en el modelamiento estructural, siendo estos separados de los muros mediante juntas sísmicas, la cantidad de acero horizontal y vertical que tendrán estos muros, serán lo mínimo para mantener en pie al muro.
- La cimentación a sido diseñado para una capacidad portante de 0.90 kg/cm². La resistencia del concreto de $f_c = 210$ kg/cm², con un módulo de elasticidad de $E = 2.20 \times 10^6$ Tn/m², el esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo de 4,200 kg/cm². Se considero también una resistencia

nominal del muro de albañilería de $f'm = 110 \text{ kg/cm}^2$ y un módulo de elasticidad de $E' = 600f'c$.

- Finalmente se puede agregar para que una estructura de albañilería armada funcione adecuadamente frente a las solicitaciones a las que será sometidas a lo largo de su vida útil, no solamente se debe preservar las exigencias de las normas de diseño, sino que ante todo debe primar el criterio del ingeniero proyectista en lo referente a la concepción estructural e idealización del modelo, para que la estructura se comporte lo mas cercano posible a como a sido conceptuado, y con lo que respecta a la construcción, mantener siempre buena practica constructiva, ceñirse a los planos del proyecto y cumplir con los reglamentos, pensando siempre en las seguridad de las personas que van a hacer uso de la edificación, manteniendo siempre la ética profesional.

RECOMENDACIONES

- En las edificaciones de albañilería confinada o armada, se debe procurar que los vanos de las puertas y de las ventanas sean consistentes en la ubicación de piso a piso, esto con la finalidad de minimizar los cambios de rigideces.
- Los alfeizares para este caso de construcción, deben ser considerados para el diseño, separados de los muros, de no ser así se estaría contribuyendo a la rigidez pero no a la resistencia, creándose concentraciones de esfuerzos en los muros.
- Es el caso también de los dinteles que es muy común en estos tipos de construcción de albañilería, tienden a causar también concentraciones de esfuerzos en los muros. La mejor práctica es no colocar dinteles y llevar los vanos de las puertas y ventanas de piso a techo.
- La cimentación corrida debe estar perfectamente nivelada conforme lo señala los planos del proyecto. Esto con la finalidad que no se produzca muros desalineados, ya que las unidades de ladrillo silico-calcáreos presenta una exactitud geométrica.
También se deberá dejar en la cimentación los anclajes para la armadura vertical y tuberías para las instalaciones sanitarias y eléctricas.
- Durante el proceso constructivo se debe controlar el rendimiento del personal de las distintas cuadrillas lo cual influirá en la decisión de mantener, reducir o reubicar a dicho personal, lo mismo que en los recursos financieros de obra.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARANGO ORTIZ, Julio; "Diseño, Diseño y Construcción en Albañilería" Edición Capitulo Peruano ACI Perú – 2002.
2. PINTADO CABALLERO, Patricia; "Diseño Estructural de un Centro Educativo Utilizando Programas de Computo SAP 2000 Y ETABS". Tesis de Grado UNI – FIC Lima – 2004.
3. SAN BARTOLOMÉ RAMOS, Ángel; "Construcciones de Albañilería, Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural" Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú - Lima, Perú – 1994.

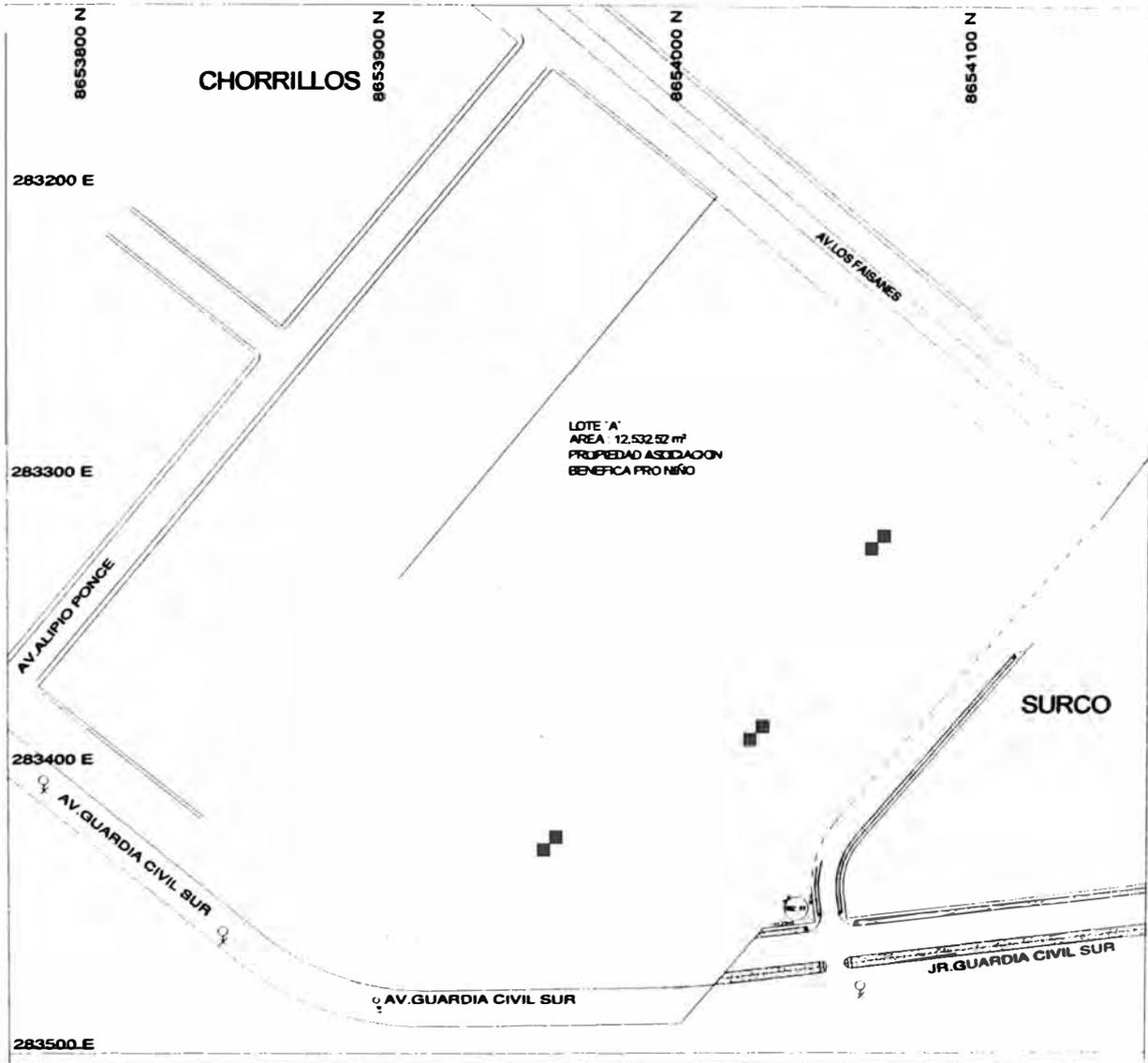
ANEXOS

ANEXO I Mapa de Zonificación Sísmica, Plano de Ubicación de Calicatas, Ensayo de laboratorio y Fotografías.



ZONA 3 : SISMICIDAD ALTA
ZONA 2 : SISMICIDAD MEDIA
ZONA 1 : SISMICIDAD BAJA

Grafico N° 02: Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según el Reglamento Nacional de Construcción (1997)



PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

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

INFORME N° S05 - 873

SOLICITADO : ESCUELA PROFESIONAL - UNI-FIC GRUPO N° 06 ORION
PROYECTO : CURSO DE TITULACION: PROYECTO INMOBILIARIO
UBICACIÓN : Chorrillos - la Campiña
FECHA : 13, Enero del 2006

ENSAYOS ESTÁNDAR

I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

Calicata : ***
Muestra : Unica
Prof. (m) : ***

Malla	(%) Acumulado que pasa
3"	
2"	
1 1/2"	
1"	
3/4"	
1/2"	100.0
3/8"	99.4
1/4"	98.1
N°4	97.7
N°10	96.8
N°20	96.3
N°30	96.1
N°40	96.0
N°60	95.4
N°100	94.6
N°200	89.8
% de Grava	2.3
% de Arena	7.9
% de Finos	89.8

LIMITE LIQUIDO (%) : 29.7
ASTM D4318
LIMITE PLASTICO (%) : 22.5
ASTM D4318
INDICE DE PLASTICIDAD (%) : 7.2
CLASIFICACION SUCS : CL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

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

Viene de informe N° :

S05 - 873

II. ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM 3080

Estado : Inalterado
Muestra : Unica
Calicata : ***
Prof. (m) : ***

Specimen N°	I	II	III
Lado de la caja (cm)	6.00	6.00	6.00
Altura Inicial de muestra (cm)	2.00	2.00	2.00
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	1.740	1.740	1.740
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1.549	1.549	1.549
Cont. de humedad inicial (%)	12.4	12.4	12.4
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	1.987	1.957	1.917
Altura final de muestra (cm)	1.993	1.948	1.896
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	1.934	1.969	2.012
Densidad seca final (gr/cm ³)	1.554	1.590	1.634
Cont. de humedad final (%)	24.4	23.9	23.1
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.50	1.00	1.50
Esfuerzo de corte maximo (kg/cm ²)	0.420	0.708	0.989
Angulo de friccion interna :	29.6 °		
Cohesion (kg/cm ²) :	0.14		

Muestras remitidas e identificadas por el solicitante

Realizado por: *Tec. Jorge Chávez U.*

Revisado por: *Ing. A. Quiñones V.*



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

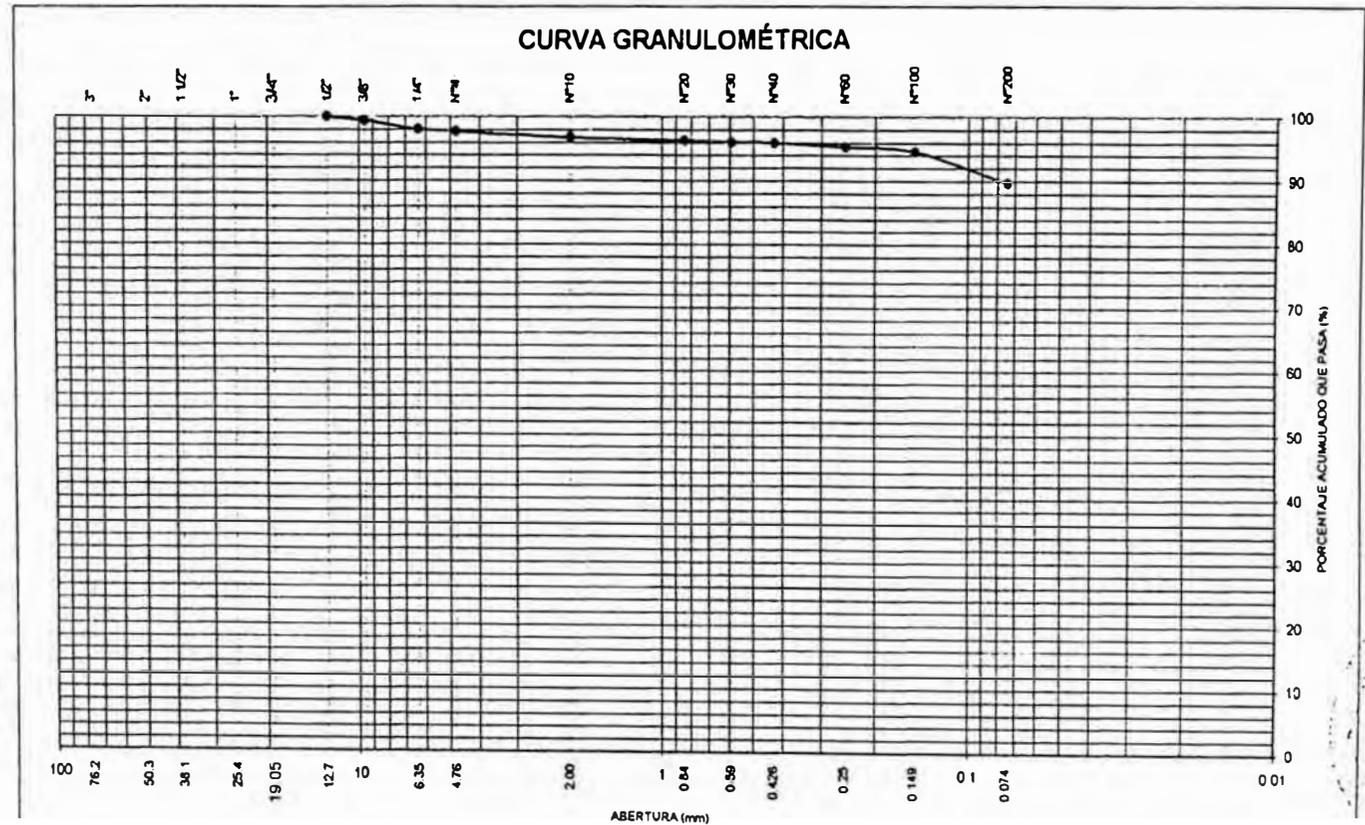
Lima 100 - Perú Teléfono (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422	INFORME N° S05 - 873
--	-----------------------------

Calicata : ***
Muestra : Unica
Prof. (m) : ***

Solicitado : ESCUELA PROFESIONAL - UNI-FIC GRUPO N° 06 ORION
Proyecto : CURSO DE TITULACION: PROYECTO INMOBILIARIO
Ubicación : Chorrillos - la Campaña
Fecha : 13, Enero del 2006

Tamiz	Abertura (mm)	(%) acumulado que pasa
3"	76.200	
2"	50.300	
1 1/2"	38.100	
1"	25.400	
3/4"	19.050	
1/2"	12.700	100.0
3/8"	9.525	99.4
1/4"	6.350	98.1
N°4	4.760	97.7
N°10	2.000	96.8
N°20	0.840	96.3
N°30	0.590	96.1
N°40	0.426	96.0
N°60	0.250	95.4
N°100	0.149	94.6
N°200	0.074	89.8



V°B°



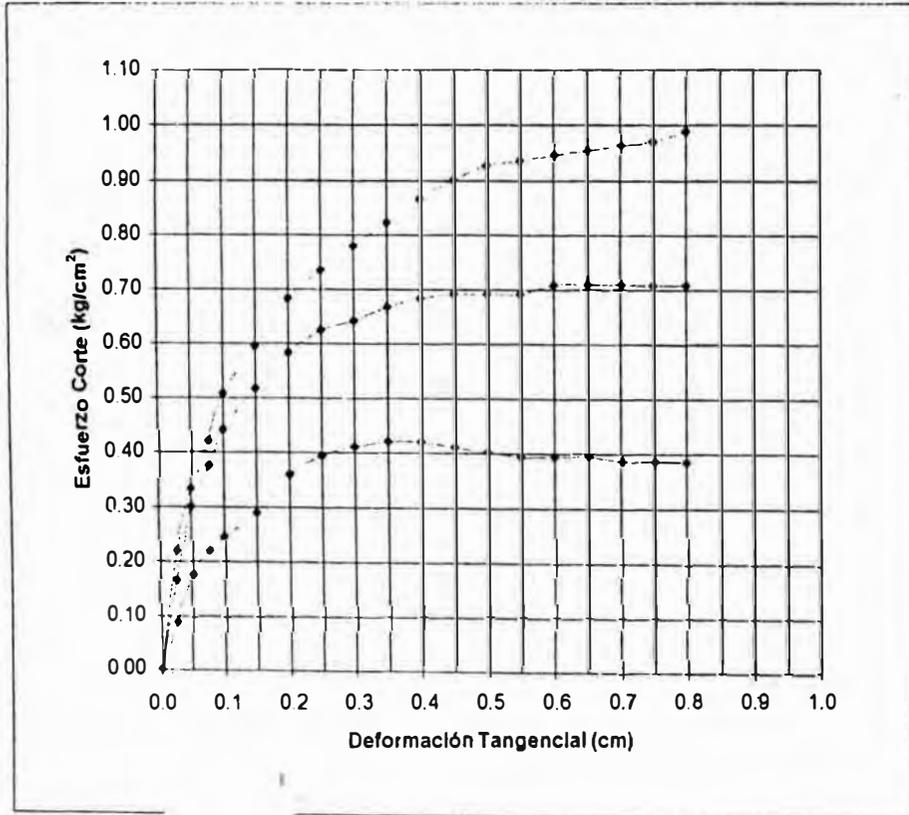
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

INFORME N° S05 - 873

Estado : Inalterado
Muestra : Unica
Calicata : ***
Prof. (m) : ***

SOLICITADO : ESCUELA PROFESIONAL - UNI-FIC GRUPO N° 08 ORION
PROYECTO : CURSO DE TITULACION: PROYECTO INMOBILIARIO
UBICACIÓN : Chorrillos - la Campiña
FECHA : 13, Enero del 2008

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE

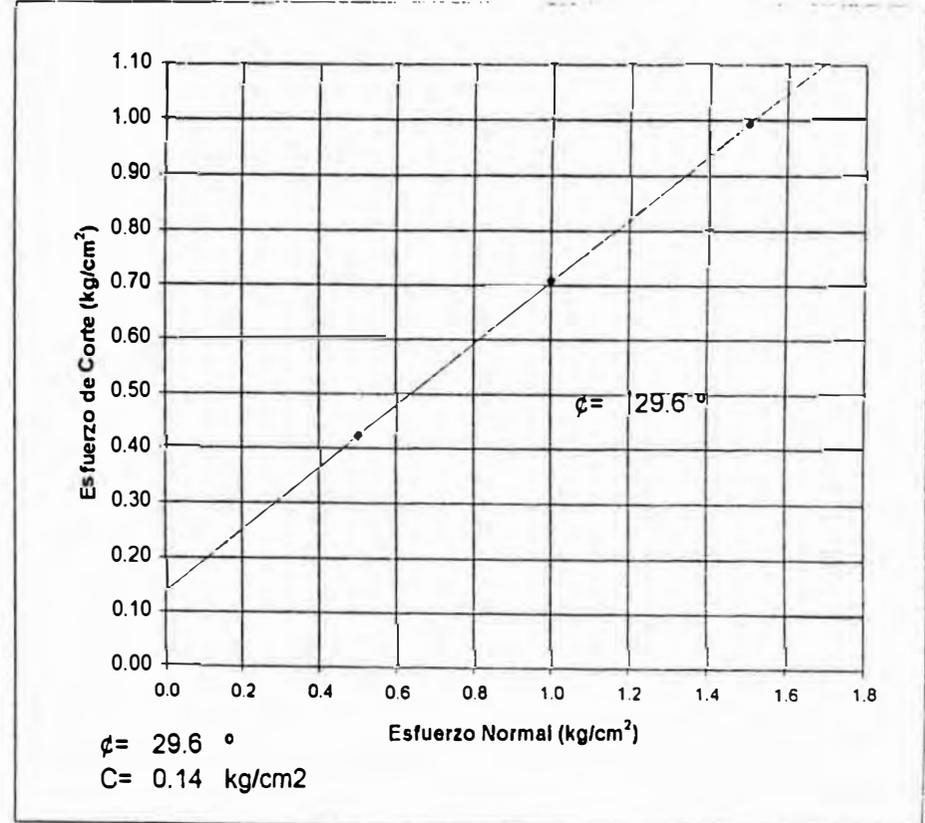


TABLA N° 2.1.

ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACIÓN

PRESENCIA EN EL SUELO DE:	P.P.M	GRADO DE ALTERACIÓN	OBSERVACIÓN
SULFATOS (*)	0 - 1,000 1,000 - 2,000 2,000 - 20,000 > 20,000	Leve Moderado Severo Muy Severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
CLORUROS (**)	> 6,000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras e elementos metálicos
SALES SOLUBLES TOTALES (**)	> 15,000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia por lixiviación

(*) Comité 318-83-ACI

(**) Experiencia existente

TABLA N° 2.2**TIPO DE CEMENTO PARA CONCRETO EXPUESTO AL ATAQUE DE SULFATOS**

GRADO DE ATAQUE DE LOS SULFATOS	% DE SULFATOS SOLUBLES (SO₄) EN LA MUESTRA	P.P.M. DE SULFATOS (SO₄) EN AGUA	TIPO DE CEMENTO	RELACIÓN AGUA / CEMENTO MAXIMA
Despreciable	0 a 0.10	0 a 150	I	
Moderado	0.10 a 0.20	150 a 1,500	II	0.5
Agresivo	0.20 a 2.00	1,500 a 10,000	V	0.45
Muy Agresivo	> 2.00	> 10,000	V + puzolana	0.45

P.C.A. Asociación Cemento Portland



FOTO N° 01
VISTA INTERIOR DEL TERRENO. DONDE SE APRECIA LA UNIFORMIDAD DEL TERRENO, APRECIAMOS TAMBIEN MATERIAL DE DESMONTE EN POCA CANTIDAD Y MADERA DE DESPERDICIO.



FOTO N° 02
OTRA VISTA INTERIOR DEL TERRENO. DONDE TAMBIEN APRECIAMOS LA UNIFORMIDAD DEL TERRENO, APRECIAMOS TAMBIEN MATERIAL DE DESMONTE EN POCA CANTIDAD Y MADERA DE DESPERDICIO.



FOTO N° 03
AV. GUARDIA CIVIL, COLINDANTE CON EL TERRENO, CERCADO CON UN MURO DE ALBAÑILERIA

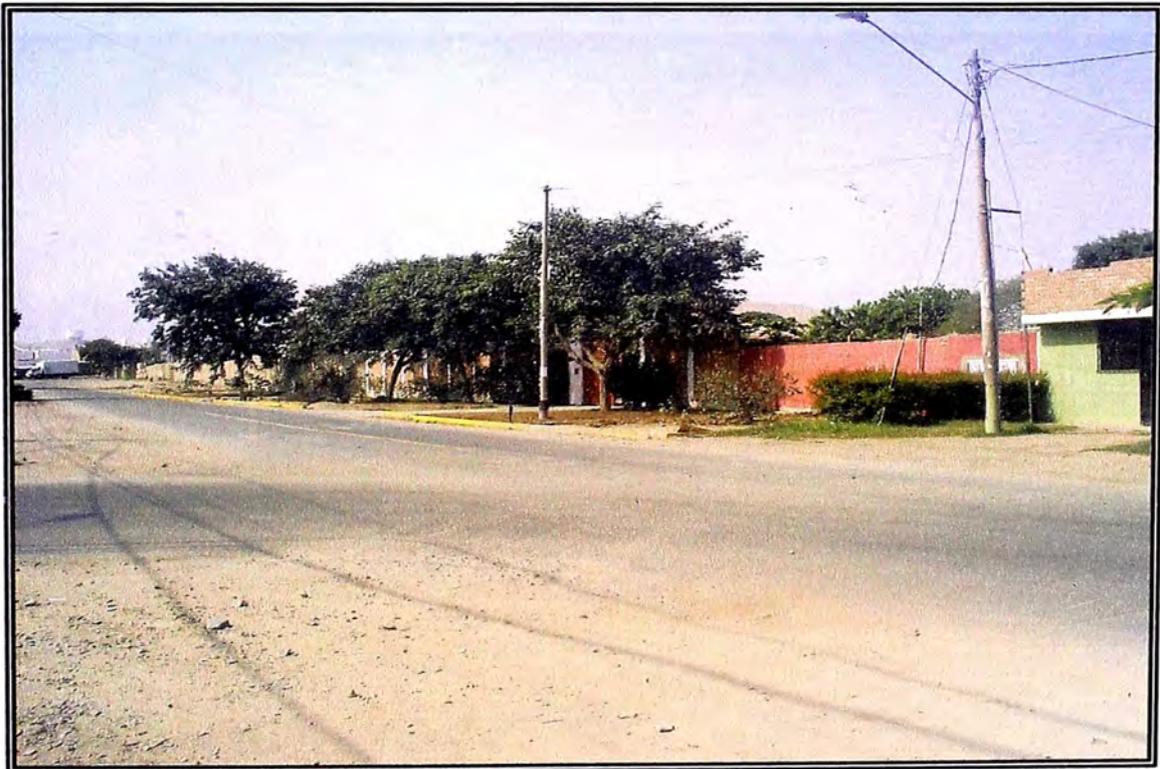


FOTO N° 04
AV. LOS FAISANES, COLINDANTE CON EL TERRENO, CERCADO CON UN MURO DE ALBAÑILERIA



FOTO N° 05
AV. ALIPIO PONCE CON LA AV. GUARDIA CIVIL, ACCESO AL TERRENO

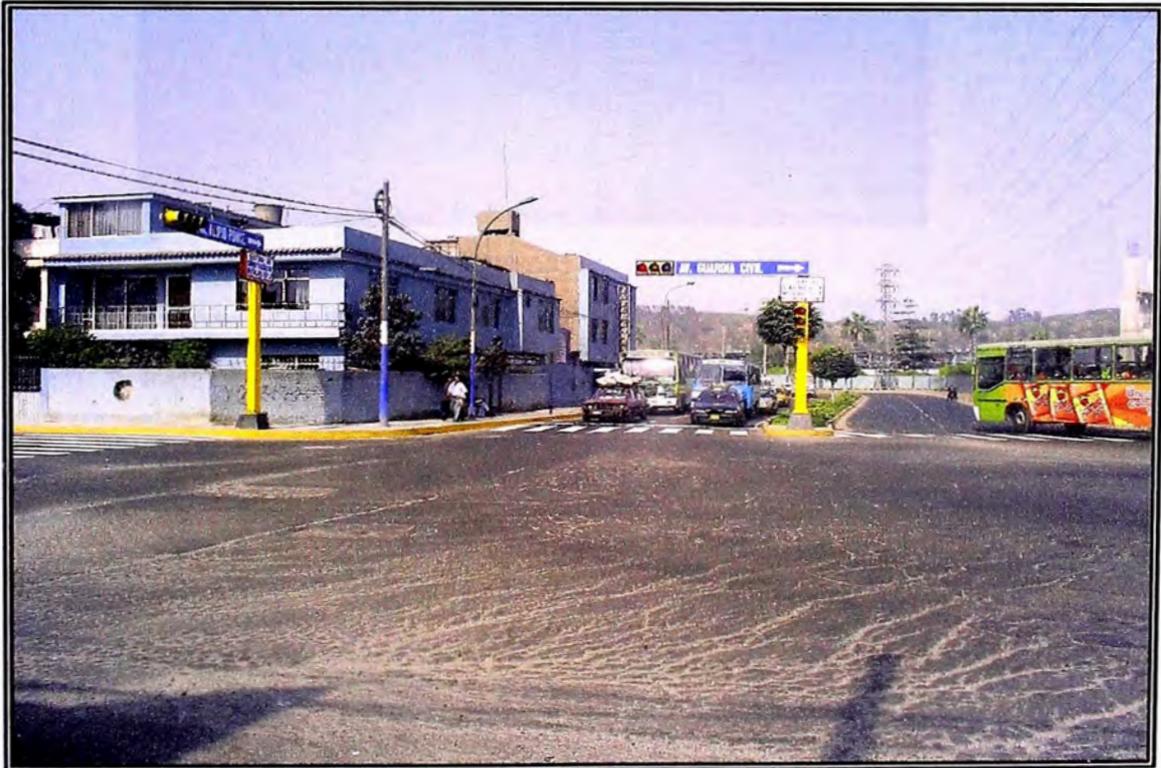


FOTO N° 06
ACCESO AL TERRENO POR LA AV. ALIPIO PONCE.

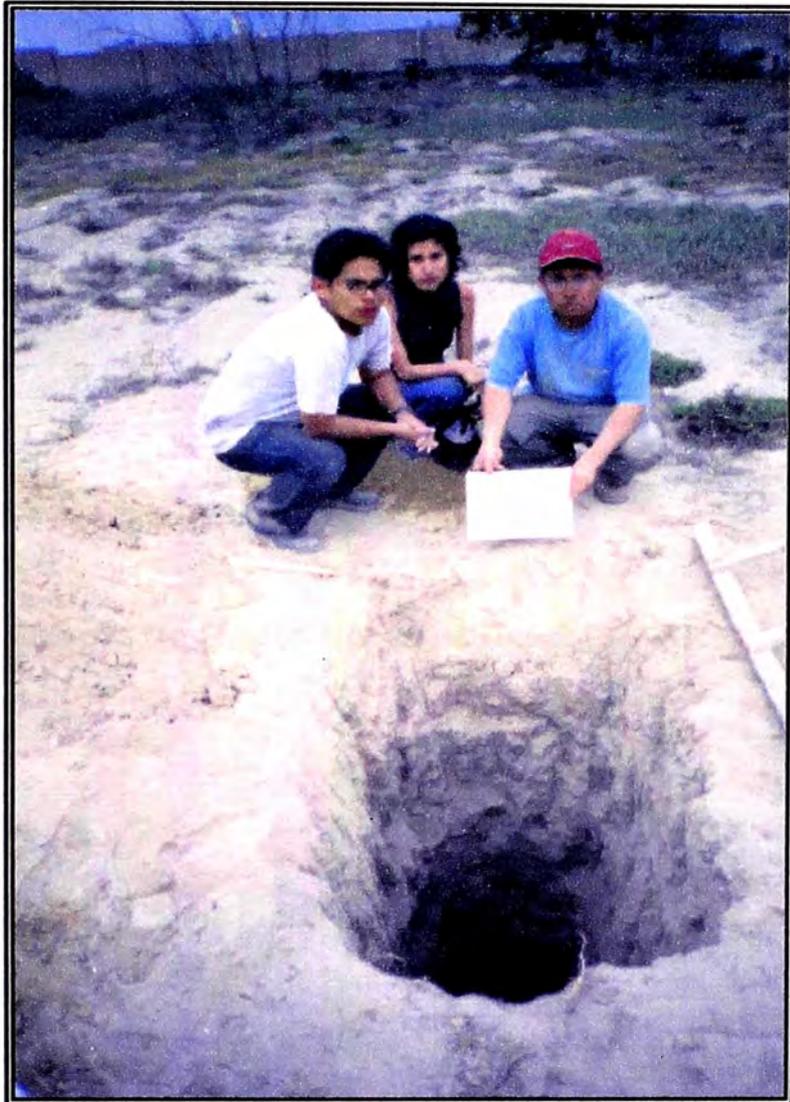


FOTO N° 07
SE MUESTRA UNA PERSPECTIVA DE LA CALICATA N° 02, NÓTESE LA
VEGETACIÓN SUPERFICIAL ALREDEDOR DE LA CALICATA, ASÍ COMO EL
MATERIAL SUPERFICIAL ARCILLOSO DE COLOR MARRÓN CLARO

**ANEXO II · Diseño de Redes de Agua Potable y Alcantarillado,
Laminas 63d.**

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ALCANTARILLADO

PROYECTO: CONDOMINIO GUARDIA CIVIL
 LOCALIDAD: CHORRILLOS
 CAUDAL DEL DESAGUE = 6.740 l/s
 LONGITUD TOTAL = 1,117.97 m

CAUDAL UNITARIO = 0.00603 l/s/m So mín = 0.008
 CAUDAL INFILTRACION = 0.00001 l/s/m D mín = 8 plg
 CAUDAL EN MARCHA = 0.00603 l/s/m n MANNING = 0.011 C.S.N.

Vmín = 0.6 m/s
 Vmáx = 3.0 m/s

(2) TRAMO	(3) N° DE BUZON		(6) LONGITUD (m)	(10) CONTRIBUCION DEL TRAMO (l/s)	(13) COTA DEL TERRENO		(14) ALTURA DEL BUZON		(15) COTA DE FONDO BZ		(19) DESNIVEL ENTRE FONDO BZs (m)	(20) PENDIENTE S ₀	(21) DIAMETRO D (plg)	(22) Secc. Parcial y/D=0.75	
	A. ARRIBA	A. ABAJO			A. ARRIBA	A. ABAJO	A. ARRIBA	A. ABAJO	A. ARRIBA	A. ABAJO				CAUDAL l/s	VELOCIDAD m/s
1	1	2	73.78	0.445	51.76	51.59	1.00	1.43	50.76	50.16	0.60	0.0081	8	28.1	1.08
2	2	3	168.60	1.017	51.59	49.73	1.43	1.27	50.16	48.46	1.70	0.0101	6	25.9	0.99
3	3	4	24.27	0.146	49.73	49.49	1.27	1.27	48.46	48.22	0.24	0.0099	8	31.0	1.19
4	4	5	24.00	0.145	49.49	49.20	1.27	1.23	48.22	47.97	0.25	0.0104	8	31.8	1.22
5	6	5	21.64	0.131	49.35	49.20	1.20	1.23	48.15	47.97	0.18	0.0083	8	28.5	1.09
6	5	7	61.66	0.372	49.20	47.63	1.23	1.12	47.97	46.51	1.46	0.0237	8	48.0	1.84
7	9	8	55.50	0.335	49.70	49.62	1.00	1.37	48.70	48.25	0.45	0.0081	8	28.1	1.08
8	8	7	45.00	0.272	49.62	47.63	1.37	1.12	48.25	46.51	1.74	0.0387	8	61.4	2.35
9	7	10	39.72	0.240	47.63	47.55	1.12	1.86	46.51	45.69	0.82	0.0206	8	44.8	1.72
10	11	10	85.00	0.513	47.57	47.55	1.20	1.86	46.37	45.69	0.68	0.0080	8	27.9	1.07
11	10	12	26.80	0.162	47.55	47.52	1.86	2.68	45.69	44.84	0.85	0.0317	8	55.6	2.13
12	13	14	33.00	0.199	50.85	51.30	1.20	1.91	49.65	49.39	0.26	0.0079	8	27.7	1.06
13	14	15	38.40	0.232	51.30	51.42	1.91	2.41	49.39	49.01	0.38	0.0099	8	31.0	1.19
14	16	15	33.00	0.199	50.97	51.42	1.70	2.41	49.27	49.01	0.26	0.0079	8	27.7	1.06
15	15	17	38.40	0.232	51.42	51.50	2.41	2.90	49.01	48.60	0.41	0.0107	8	32.2	1.24
16	18	17	33.00	0.199	51.13	51.50	2.26	2.90	48.87	48.60	0.27	0.0082	8	28.2	1.08
17	17	19	22.84	0.138	51.50	51.52	2.90	3.32	48.60	48.20	0.40	0.0175	8	41.3	1.58
18	21	20	47.00	0.284	51.38	51.53	2.56	3.09	48.82	48.44	0.38	0.0081	8	28.1	1.08
19	22	20	17.50	0.106	51.61	51.53	3.03	3.09	48.58	48.44	0.14	0.0080	8	27.9	1.07
20	20	19	14.50	0.088	51.53	51.52	3.09	3.32	48.44	48.20	0.24	0.0166	8	40.1	1.54
21	19	23	26.00	0.157	51.52	51.68	3.32	3.78	48.20	47.90	0.30	0.0115	8	33.5	1.28
22	23	24	91.39	0.552	51.68	51.47	3.78	4.47	47.90	47.00	0.90	0.0098	8	31.0	1.19
23	24	25	34.00	0.205	51.47	51.40	4.47	4.68	47.00	46.72	0.28	0.0082	8	28.3	1.09
24	25	26	50.00	0.302	51.40	50.12	4.68	3.81	46.72	46.31	0.41	0.0082	8	28.3	1.08
25	26	27	12.67	0.076	50.12	50.11	3.81	3.91	46.31	46.20	0.11	0.0087	8	29.1	1.11
			1,117.87	6.745											

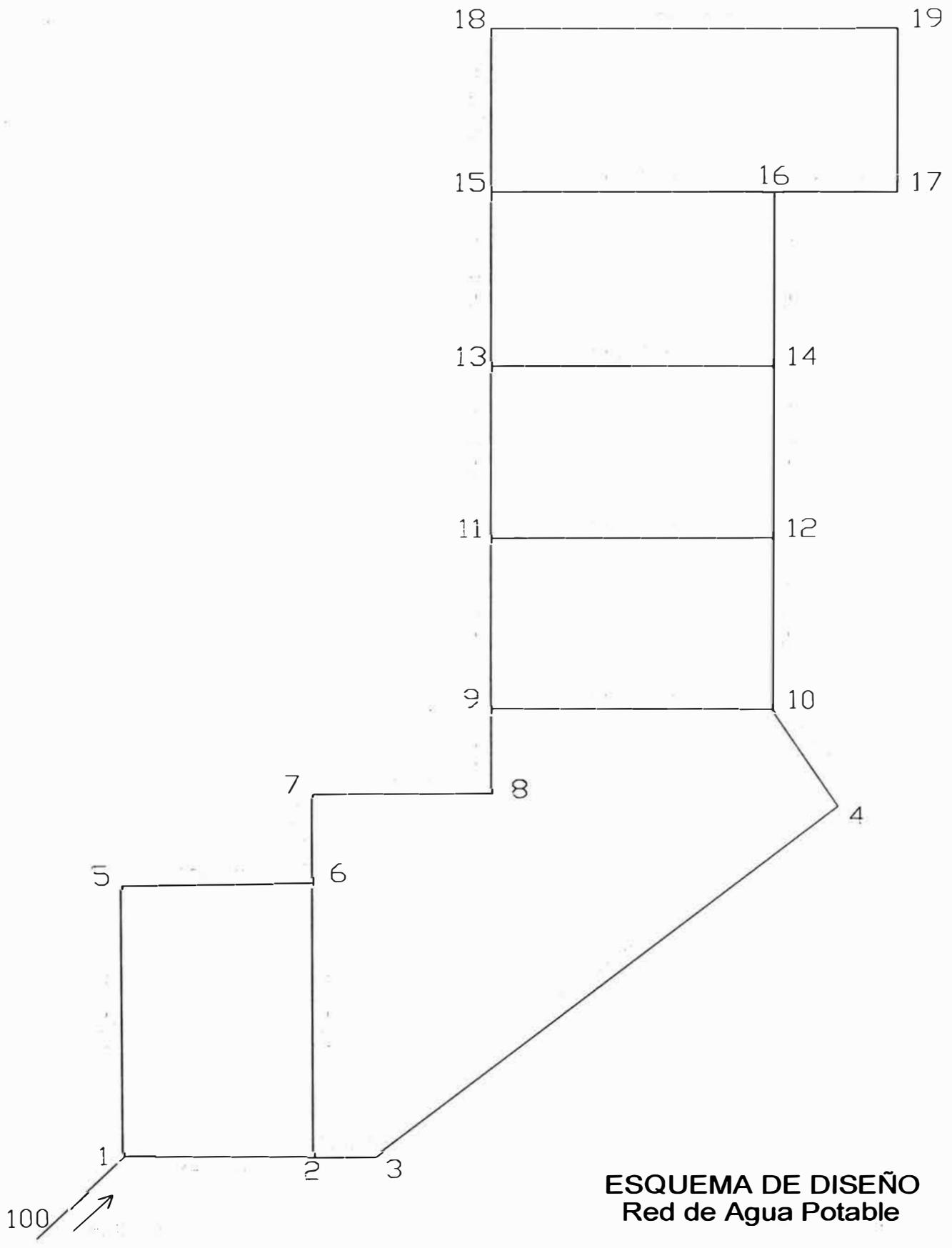
DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

PROYECTO: PROYECTO INMOBILIARIO GUARDIA CIVIL

LOCALIDAD: CHORRILLOS

CAUDAL DE DISEÑO = 8.42 l/s

TRAMO	NUDO		CAUDAL (l/s)	LONGITUD (M)	DIAMETRO (MM)	C Hazen W.	PERDIDA DE CARGA (M)	COTA PIEZOMETRICA	COTA TERRENO	PRESION (M)
	INICIAL	FINAL								
1	100	1	8.42	20.00	100	140	48.46	95.32	63.78	31.54
2	1	2	4.46	38.00	50	140	16.01	79.13	47.59	31.54
3	2	3	3.12	12.23	50	140	20.00	75.36	47.73	27.63
4	3	4	2.63	121.93	50	140	21.02	75.96	49.16	26.80
5	1	5	3.33	61.80	50	140	15.46	79.09	47.55	31.54
6	2	6	0.90	61.80	40	140	19.93	76.05	48.42	27.63
7	5	6	2.69	38.00	50	140	19.75	76.28	48.38	27.90
8	6	7	3.33	20.26	50	140	22.88	74.04	49.28	24.76
9	7	8	3.24	35.67	50	140	24.59	72.90	49.48	23.42
10	4	10	2.08	26.63	50	140	29.06	69.90	50.40	19.50
11	8	9	3.18	18.81	50	140	27.40	70.91	49.73	21.18
12	9	10	0.51	56.01	40	140	28.84	69.99	50.08	19.91
13	9	11	2.49	38.40	50	140	28.89	69.84	49.93	19.91
14	10	12	2.14	38.40	50	140	30.95	68.41	50.36	18.05
15	11	12	0.23	56.01	40	140	30.80	68.66	50.21	18.45
16	11	13	1.66	38.40	50	140	30.90	68.95	50.50	18.45
17	12	14	1.57	38.40	50	140	32.82	67.89	50.96	16.93
18	13	14	0.14	56.01	40	140	33.45	68.08	51.25	16.83
19	13	15	0.92	38.40	40	140	33.47	68.02	51.19	16.83
20	14	16	0.90	38.40	40	140	34.05	67.80	51.51	16.29
21	16	15	0.06	56.01	40	140	34.78	67.06	51.46	15.60
22	16	17	0.35	26.27	40	140	34.94	67.02	51.57	15.45
23	15	18	0.40	36.31	40	140	34.77	67.09	51.49	15.60
24	17	19	0.26	36.31	40	140	35.12	66.98	51.70	15.28
25	19	18	0.05	82.28	40	140	35.20	66.91	51.69	15.22



ESQUEMA DE DISEÑO
Red de Agua Potable

URB. SANTA ROSA DE SURCO
2da. ETAPA
EXP. 3712
F.R. 22-01-04

Lamina 63d

HUANUCO

50

URB. LA CAMPIÑA
6ta. ETAPA
EXP. 138-A
F.R. 02-07-63

ARQUIMEDES

AV. ALIPIO PONCE

47.5

AV. GUARDIA CIVIL

AV. GUARDIA CIVIL

CENTRO DE INSTRUCCION DE LA
GUARDIA CIVIL DEL PERU

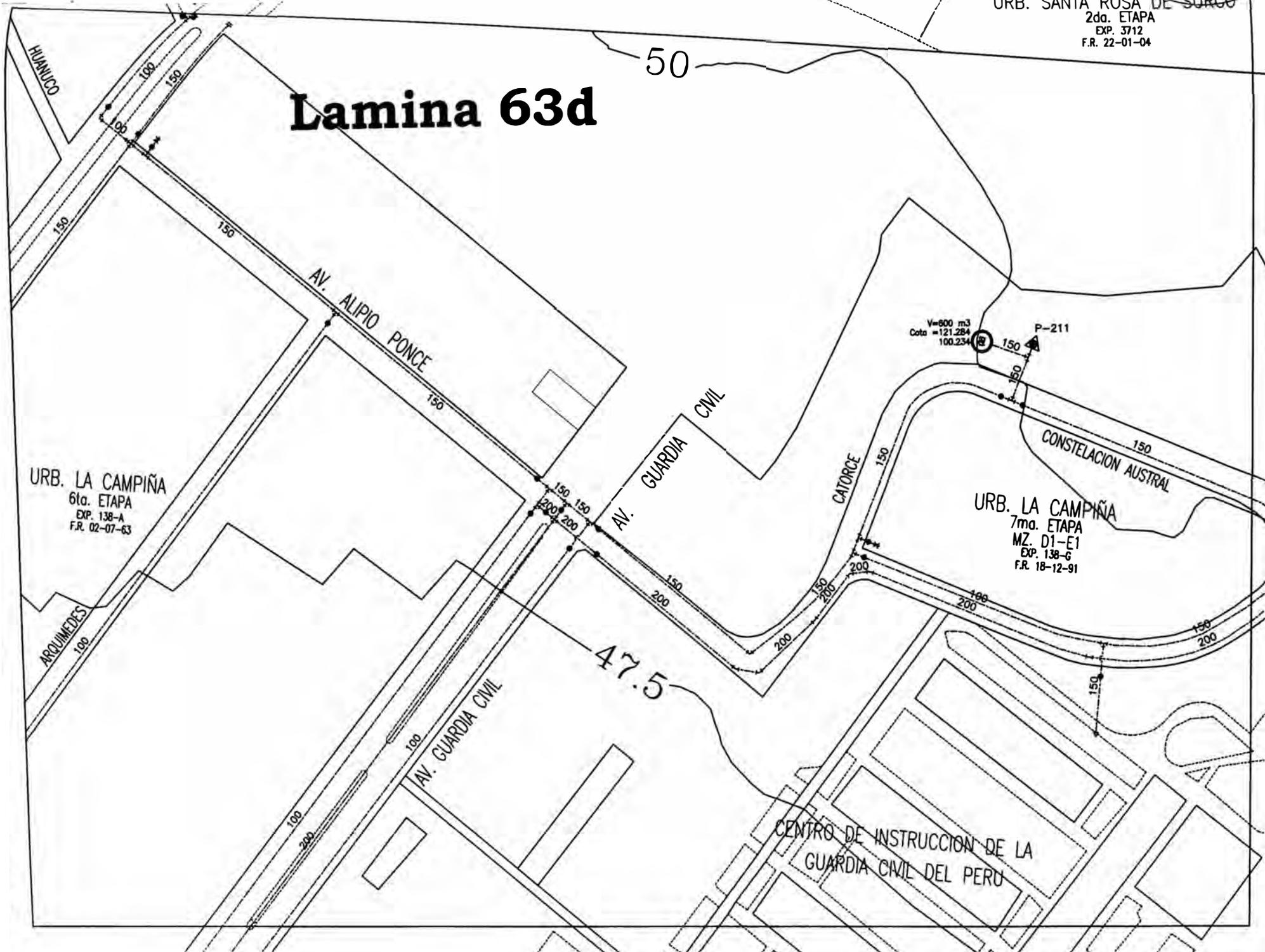
V=800 m3
Cota =121.284
100.234

P-211

CONSTELACION AUSTRAL

URB. LA CAMPIÑA
7ma. ETAPA
MZ. D1-E1
EXP. 138-G
F.R. 18-12-91

CATORCE



ANEXO III · Diseño de Muros, Informe Técnico Firth.

DISEÑO DE MUROS (NORMA E-070 ALBAÑILERIA)

NIVEL 1

MURO	X(1,1)	X(1,2)	X(1,3)	X(1,4)	X(1,5)	Y(1,1)	Y(1,2)	Y(1,3)
L	2.70	0.8	0.8	1.35	2.25	9.3	1.95	6.8
Pm (Tn)	6.40	2.25	1.85	5.34	10.49	33.90	2.46	21.41
Pg (Tn)	6.02	2.08	1.69	5.01	9.28	30.34	1.78	19.76
Vu (Tn)	12.74	2.00	1.05	7.15	16.68	23.56	2.74	20.05
Mu (Tn-m)	21.29	2.04	1.59	8.18	27.94	65.85	3.83	45.09
Vm (Tn)	26.41	4.10	1.76	8.36	19.39	184.20	12.93	122.06
Pmu(Tn)	8.00	2.81	2.31	6.67	13.12	42.37	3.08	26.77
Pgu (Tn)	5.41	1.87	1.52	4.51	8.36	27.31	1.61	17.78
Po (Tn)	44.55	13.20	13.20	22.28	37.13	153.45	32.18	112.20
Φ	0.83	0.82	0.83	0.81	0.80	0.81	0.84	0.82
D (m)	2.16	0.64	0.64	1.08	1.80	7.44	1.56	5.44
Asv (cm ²)	4.043	1.291	0.972	3.108	6.752	-2.924	0.912	-0.479
Asv a usar	4.260	1.420	1.420	3.550	6.840	13.950	4.160	10.650
Acero	6Φ3/8"	2Φ3/8"	2Φ3/8"	5Φ3/8"	2Φ1/2"+ 6Φ3/8"	19Φ3/8"	6Φ3/8"	15Φ3/8"
Mn (Tn-m)	49.45	4.94	4.74	20.61	66.47	632.93	30.26	334.35
Mn1 / Mu1	2.32	2.42	2.99	2.52	2.38	9.61	7.91	7.42
V (Tn)	36.99	6.06	3.92	22.53	49.59	283.09	27.07	185.85
D (cm)	270	64	64	135	225	930	195	680
δ min	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
S a usar	30.00	30.00	45.00	15.00	15.00	15.00	30.00	15.00
Ash	0.98	0.68	0.66	0.60	0.79	1.09	0.99	0.98
Área (Φ)	1Φ3/8"	1Φ3/8"	1Φ3/8"	1Φ3/8"	1Φ3/8"	1Φ1/2"	1Φ3/8"	1Φ3/8"
S a usar	2 hileras	2 hileras	3hileras	1 hileras	1hileras	1 hileras	2 hileras	1 hileras

NIVEL 2

MURO	X(2,1)	X(2,2)	X(2,3)	X(2,4)	X(2,5)	X(2,6)	X(2,7)	Y(2,1)	Y(2,3)	Y(2,5)
L	2.70	0.80	0.80	2.00	2.25	1.50	1.50	9.30	6.80	1.50
Pm (Tn)	3.44	1.29	1.07	3.06	6.36	3.16	3.00	19.72	13.88	2.58
Pg (Tn)	3.21	1.19	0.97	2.86	5.63	2.83	2.81	17.79	12.63	2.36
Vu (Tn)	9.41	0.40	0.35	11.95	8.25	1.50	1.13	18.60	17.70	0.30
Mu (Tn-m)	9.34	0.44	0.21	9.90	9.55	1.48	0.81	38.75	28.65	0.29
Vm (Tn)	42.76	3.61	3.62	28.24	26.27	13.78	18.50	241.45	166.34	14.02
Pmu(Tn)	4.30	1.61	1.34	3.82	7.95	3.96	3.75	24.65	17.35	3.23
Pgu (Tn)	2.89	1.07	0.88	2.58	5.07	2.54	2.53	16.02	11.37	2.12
Po (Tn)	44.55	13.20	13.20	33.00	37.13	24.75	24.75	153.45	112.20	24.75
φ	0.84	0.83	0.84	0.83	0.82	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
D (m)	2.16	0.64	0.64	1.60	1.80	1.20	1.20	7.44	5.44	1.20
Asv (cm2)	1.592	0.074	-0.073	2.783	1.573	-0.052	-0.365	-1.778	-0.363	-0.493
Asv a usar	4.260	1.420	1.420	3.550	4.260	2.840	2.840	13.410	10.650	2.130
Acero	6φ3/8"	2φ3/8"	2φ3/8"	5φ3/8"	6φ3/8"	4φ3/8"	4φ3/8"	19φ3/8"	15φ3/8"	3φ3/8"
Mn1 / Mu1	2.32	2.42	2.99	2.52	2.38	0.00	0.00	9.61	7.42	0.00
V (Tn)	32.80	1.45	1.57	45.19	29.44	0.00	0.00	268.17	196.88	0.00
D (cm)	270	64	80	200	225	150	150	930	680	150
δ min	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
S a usar	30.00	45.00	45.00	15.00	15.00	45.00	45.00	15.00	15.00	45.00
Ash	0.87	0.24	0.21	0.81	0.47	0.71	0.71	1.03	1.03	0.71
Área (Φ)	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	1.29	0.71	0.71
S a usar	2 hilasas	3 hilasas	3 hilasas	1 hilasas	1 hilasas	3 hilasas	3 hilasas	1 hilasas	3 hilasas	3 hilasas

NIVEL 3 (Proyectado)

MURO	X(3,2)	X(3,3)	X(3,4)	X(3,5)	X(3,6)	X(3,7)	Y(3,1)	Y(3,3)	Y(3,5)
L	0.80	0.80	2.00	2.25	1.50	1.50	6.80	6.80	1.50
Pm (Tn)	0.33	0.30	0.78	2.22	0.67	0.88	6.40	4.82	0.80
Pg (Tn)	0.29	0.26	0.71	1.98	0.56	0.82	5.86	4.40	0.72
Vu (Tn)	0.50	0.23	7.80	3.45	1.10	1.05	9.30	8.51	0.30
Mu (Tn-m)	0.43	0.31	5.03	2.98	0.88	0.74	16.23	10.25	0.29
Vm (Tn)	4.37	1.54	35.64	34.06	16.35	18.56	153.11	220.87	13.64
Pmu(Tn)	0.41	0.37	0.97	2.77	0.84	1.10	8.00	6.02	0.99
Pgu (Tn)	0.26	0.24	0.64	1.78	0.50	0.74	5.28	3.96	0.65
Po (Tn)	13.20	13.20	33.00	37.13	24.75	24.75	112.20	112.20	24.75
Φ	0.85	0.85	0.85	0.84	0.85	0.84	0.84	0.84	0.84
D (m)	0.64	0.64	1.60	1.80	1.20	1.20	5.44	5.44	1.20
Asv (cm2)	0.294	0.203	1.569	0.408	0.259	0.129	0.121	-0.110	-0.057
Asv a usar	1.420	1.420	2.13	3.55	2.84	2.84	7.10	7.10	2.13
Acero	2Φ3/8"	2Φ3/8"	3Φ3/8"	5Φ3/8"	4Φ3/8"	4Φ3/8"	10Φ3/8"	10Φ3/8"	3Φ3/8"
Mn1 / Mu1	2.42	2.99	2.52	2.38	0.00	0.00	9.61	7.42	0.00
V (Tn)	1.82	1.01	29.50	12.31	0.00	0.00	134.08	94.69	0.00
D (cm)	64	64	200	225	150	150	680	680	150
δ min	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010
S a usar	45.00	45.00	15.00	45.00	45.00	45.00	15.00	30.00	45.00
Ash	0.30	0.17	0.53	0.59	0.71	0.71	0.70	0.99	0.71
Área (Φ)	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
S a usar	3 hilasas	3 hilasas	1 hilasas	3 hilasas	3 hilasas	3 hilasas	1 hilasas	2 hilasas	3 hilasas

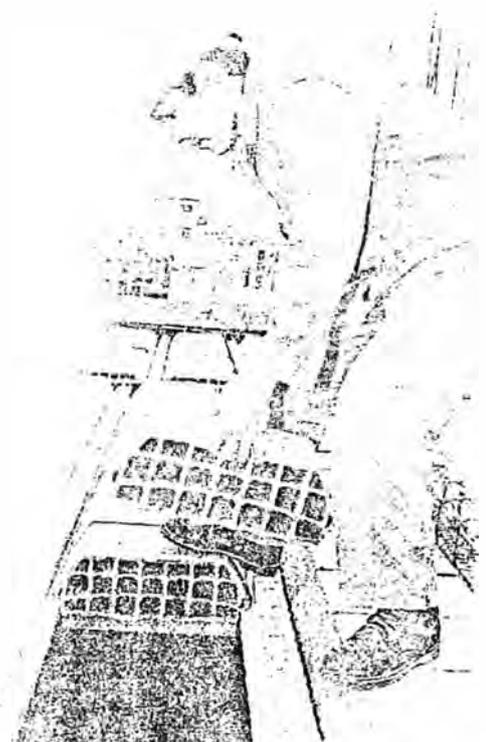


SOLUCIONES EN CONCRETO

**SISTEMA DE LOSAS
ALIGERADAS CON
VIGUETAS PRETENSADAS**



Informe Técnico





SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS PRETENSADAS

INFORME TECNICO	Pág.
Introducción	3
Generalidades	4
Descripción	5
Especificaciones técnicas	6
Detalles de conexión vigueta - viga	7
Ventajas	9
Consideraciones para el diseño	11
Tipo de vigueta según luz y sobre carga	14
Anexo:	20

**Ensayos realizados por el Laboratorio de Estructuras
Antisísmicas de la Universidad Católica del Perú - Resumen**



SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS PRETENSADAS: EFICIENTE, ECONOMICO E INNOVADOR

Durante los últimos años, el concreto armado ha sido uno de los materiales más confiables a nivel mundial. Este material, fruto de la combinación entre concreto y acero ha sido por excelencia el material líder en la construcción en el Perú .

En la búsqueda de mejorar la respuesta del concreto ante esfuerzos de tracción, e igualmente en el afán de encontrar procedimientos que combinen acero y concreto de alta resistencia -con el propósito de obtener ventajas económicas en la construcción-, surge el *concreto preesforzado*.

El pretensado es empleado generalmente en elementos prefabricados. La técnica de pretensar un elemento, es un procedimiento sencillo y normalmente se lleva a cabo en plantas debidamente acondicionadas.

Uno de los usos más eficientes y económicos del pretensado es la prefabricación de viguetas pretensadas para sistemas de losas aligeradas puesto que se combinan las ventajas de todo elemento prefabricado y de todo elemento pretensado.

La losa es un elemento importantísimo en la construcción de edificaciones, no solo porque transmite las cargas de gravedad hacia las vigas y asegura que la estructura se desplace uniformemente ante las sollicitaciones sísmicas (diafragma rígido), sino que representa dos factores que pueden determinar la programación de la obra y la calidad de la misma: tiempo y costo.

Se debe dejar los paradigmas antiguos y adaptarse al cambio, adecuándose a la innovación tecnológica y al progreso técnico que permitan conseguir construcciones más rápidas, eficientes, de calidad; y al menor costo posible.



1. GENERALIDADES

Con el sistema de viguetas prefabricadas pretensadas se busca reemplazar un sistema de losa aligerada convencional, pudiendo cubrir paños más grandes con menor peralte, dada las ventajas que ofrece el pretensado.

El espaciamiento entre viguetas de eje a eje es de 50 cm., las viguetas se colocan simplemente apoyadas sobre las vigas reemplazando el acero corrido y una porción de concreto que iría en una vigueta convencional.

Los bloques ya sea de arcilla o poliestireno se apoyan sobre las viguetas, por lo tanto no se requiere mayores encofrados. Sólo se necesita soleras que van cada 2m. aprox. y puntales c/1.5 m.

2. DESCRIPCION

El sistema de viguetas pretensadas Firth está conformado por:

Viguetas:

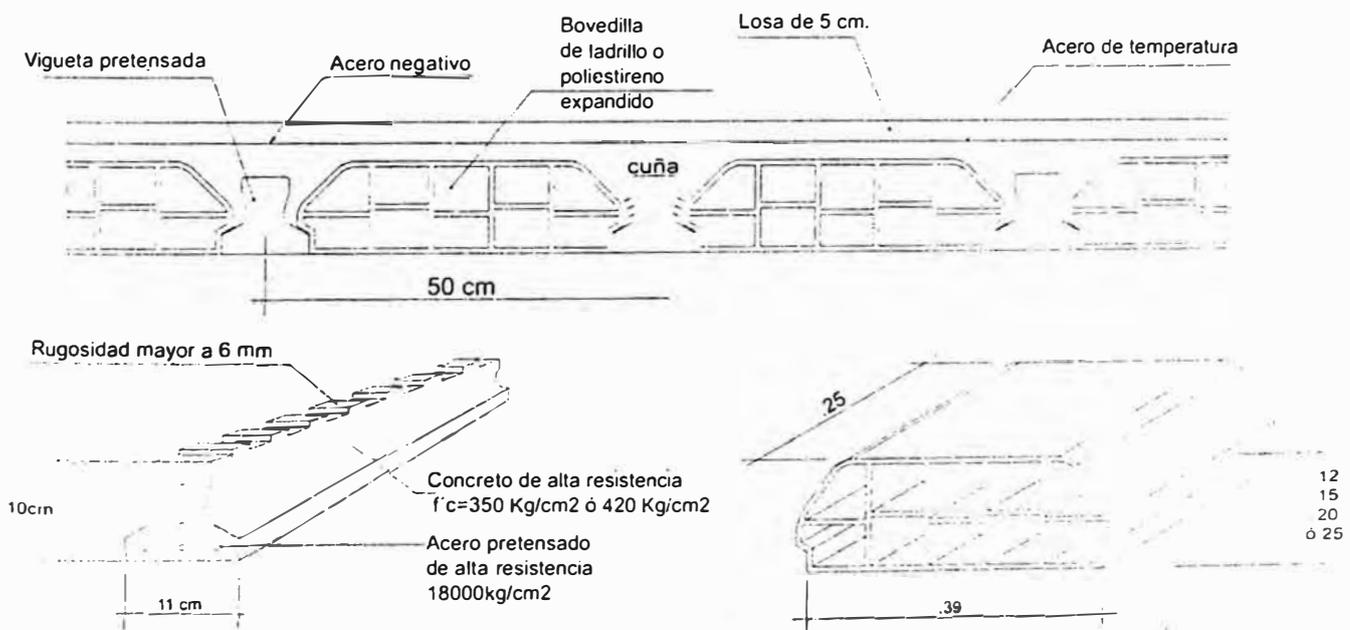
- Concreto de alta resistencia
- Acero de probada calidad de alto límite a la rotura

Bloques:

- De arcilla
- De poliestireno expandido

Capa de compresión:

- 5 cm de espesor





3. ESPECIFICACIONES TECNICAS

CARACTERISTICAS DE LA VIGUETA

SERIE	CONCRETO	CABLE PRETENSADO	
	RESISTENCIA F'c (Kg/cm ²)	RESISTENCIA fpu (Kg/cm ²)	AREA (cm ²)
V101	350	18000	0.36
V102	350	18000	0.48
V103	350	18000	0.60
V104	420	18000	0.85

Distancia entre ejes : 50 cm

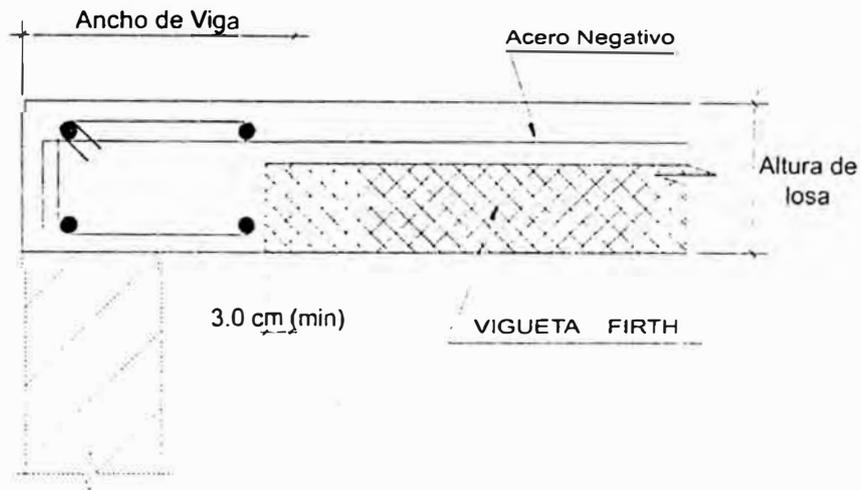
Peso de vigueta x ml : 17.85 Kg

CARACTERISTICAS DE UNA LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PRETENSADAS

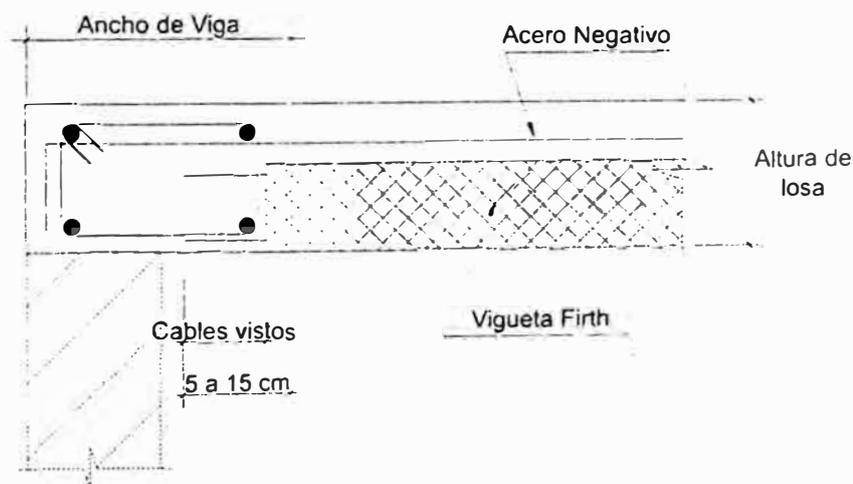
HLOSA	Peso de losa	Volumen Concreto	Long. máx. de Vigueta
cm	Kg/m ²	m ³ /m ²	m
17	245	0.06	6.00
20	280	0.07	7.00
25	335	0.09	8.00

4. DETALLES DE CONEXION VIGUETA - VIGA

CONEXION VIGUETA VIGA - CHATA



LUCES \leq 3.00 m S/C \leq 200 kg/m² LONG.DE CONEXION = 3 cm

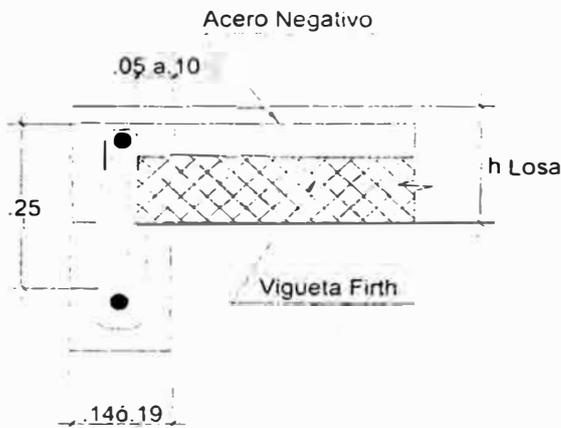
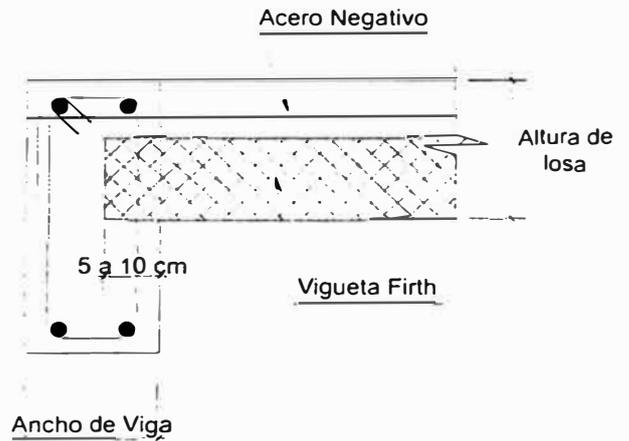
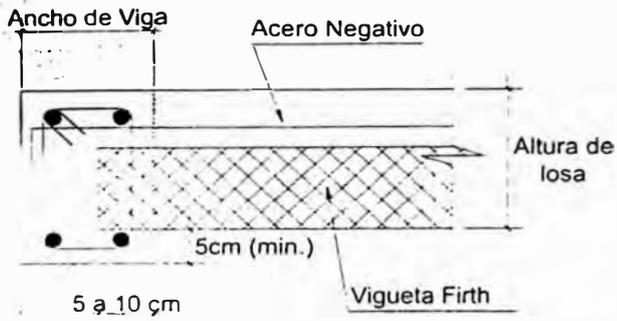


3.00 m < LUCES < 5.00 m LONG. DE CONEXION = 5 cm

LUCES > 5.00 m LONG. DE CONEXION = 10 cm

LUCES > 6.00 m con S/C > 300 Kg/m² LONG. DE CONEXION = 15 cm

CONEXION VIGUETA - VIGA PERALTADA



- LUCES \leq 3.00 m S/C \leq 200 kg/m² LONG. DE CONEXION = 3 cm
- 3.00 m < LUCES < 5.00 m LONG. DE CONEXION = 5 cm
- LUCES > 5.00 m LONG. DE CONEXION = 10 cm
- LUCES > 6.00 m con S/C > 300 kg/m² LONG. DE CONEXION = 15 cm



5. VENTAJAS

LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS VS LOSA CONVENCIONAL

1. ECONOMICAS

- Elimina el uso de encofrado.
- Se reduce el consumo de concreto por m² entre un 10 y 25%.
- Dada la separación entre puntales, se tiene un área más limpia y aprovechable.
- Se reduce el tiempo de ejecución de la obra entre un 15 y 45%.
- Reduce la cantidad de fierro a usar en obra (se elimina la colocación del acero corrido).
- Puede eliminarse vigas de costura cuando las luces son menores a los 6.50 m, debido a que los desplazamientos relativos entre viguetas pretensadas son insignificantes.
- Se permite lograr un acabado caravista que puede ser usado en sótanos, viviendas económicas, etc.
- **Llega a cubrir paños más grandes con menos espesor de losa y por tanto podemos llegar a obtener ventajas adicionales:**
 - Se reduce el consumo de concreto entre un 30 y 40%.
 - Se reduce el peso de la losa entre un 18 y 30%.
 - Se reducen los costos directos entre un 25 y 30% aprox.

ESTRUCTURALES

Se garantiza una vigueta de calidad por ser un producto industrializado.

Se elimina el problema de la falta de recubrimiento inferior de los fierros de las viguetas, que muchas veces causan oxidación.

La vigueta se compone de materiales de alta resistencia.

La sección de la vigueta y las ventajas que ofrece el pretensado permiten mayor espaciamiento entre puntales de apoyo.

La losa como sección compuesta tiene mayor capacidad de carga que una losa de concreto armado.

Se disminuyen deflexiones que muchas veces causan fisuras en la propia losa y en los tabiques de ladrillo.

EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO

Pueden eliminarse el problema del corrimiento de los ladrillos en el momento del vaciado.

La superficie plana de la vigueta permite que pueda transitarse fácilmente a través de ella.

6. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

CONCEPTOS GENERALES DE PREESFUERZO:

Pretensar consiste en someter al concreto a esfuerzos de compresión en aquellas zonas donde al aplicarse las cargas, se producen tracciones. Con esto se limitan las tracciones en el concreto y aprovechamos mejor la sección de concreto que estará sometida básicamente a compresión.

DISEÑO DE LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS PRETENSADAS:

Para diseñar una losa aligerada con viguetas pretensadas se debe considerar una sección compuesta por dos elementos: vigueta pretensada y el concreto vaciado in situ, donde el requisito esencial es una buena adherencia entre ambos componentes.

El análisis y diseño de una sección compuesta requiere la consideración de los siguientes estados de carga:

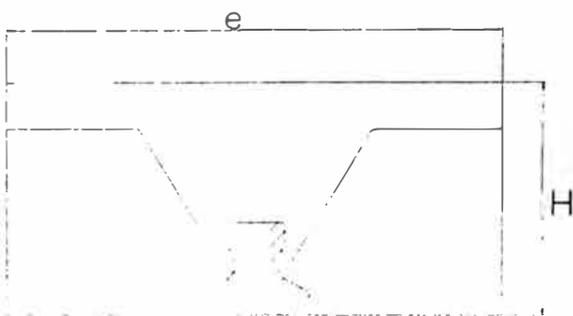
- a) Preesfuerzo inicial inmediatamente después de la transferencia.
- b) Preesfuerzo efectivo más el peso propio de la vigueta.
- c) Preesfuerzo efectivo más todas las cargas muertas de la sección no compuesta, inclusive el peso del concreto húmedo de la losa y una sobrecarga de trabajo. Se considera apuntalamiento.
- d) Preesfuerzo efectivo más todas las cargas muertas, inclusive el peso del concreto vaciado in situ. Se considera desapuntalamiento y una sección compuesta.
- e) Preesfuerzo efectivo más todas las cargas muertas, inclusive el peso del concreto vaciado in situ y la carga viva de servicio.

Finalmente, se verifica a la rotura; se verifican cortantes y deflexiones.

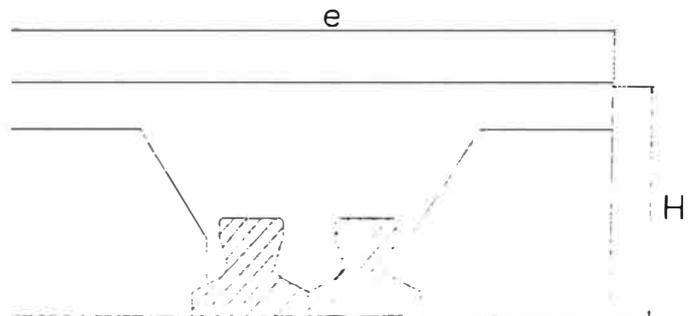
TABLAS PARA DETERMINAR LA SERIE DE VIGUETA:

Se manejan dos tablas para determinar la serie de la vigueta:

Tabla que muestra momentos máximos admisibles en función de la altura de la losa y tipo de bovedilla .



VIGUETA SIMPLE



VIGUETA DOBLE

	H cm	PESO PROPIO (kg/m ²)		DIST/EEES (e) m	MOMENTOS ADMISIBLES (Kg.m)				
		Complemento			ØMn	101	102	103	104
		De ladrillo	De poliestireno						
VIGUETA SIMPLE	17	245	180	0.50	760	1028	1241	1863	
	20	280	210	0.50	946	1281	1576	2111	
	25	335	250	0.50	1226	1652	2034	2713	
VIGUETA DOBLE	17d	295	245	0.61	1461	1953	2349	2929	
	20d	340	285	0.61	1844	2469	3023	3976	
	25d	420	355	0.61	2391	3196	3901	5083	

NOTA
 $V_c = (0.16 \times f_c^{0.5} + 49 \times V_{uxd} / M_u) \times b_w \times d$ [Kg]
 < $1.3 \times f_c^{0.5} \times b_w \times d$
 > $0.53 \times f_c^{0.5} \times b_w \times d$

El momento último se calcula siguiendo los estados de carga antes mencionados, y se verifica que no sobrepase el momento admisible.

- **Tabla en función de la altura de la losa, tipo de bovedilla, carga viva y longitud de la vigueta:** que considera peso propio, piso terminado y sobrecarga. La losa se considera como simplemente apoyada y sin tabiquería encima. Las tablas se muestran anexas al informe.



TIPO DE VIGUETA SEGÚN LUZ Y SOBRECARGA

ALTURA DE LOSA
DIST. ENTRE EJES
COMPLEMENTO

17 cm
50 cm
LADRILLO DE ARCILLA

Luz (m)	Sobrecarga (kg/m ²)							
	100	150	200	250	300	350	400	500
<2.20								
2.30								
2.40								
2.50								
2.60								
2.70								
2.80								
2.90								
3.00				V101				
3.10								
3.20								
3.30								
3.40								
3.50								
3.60								
3.70								
3.80								
3.90								
4.00								
4.10								
4.20			V102					
4.30								
4.40								
4.50								
4.60								
4.70								
4.80								
4.90		V103			V104			
5.00								
5.10								
5.20								
5.30								
5.40								
5.50								
5.60								
5.70								
5.80								
5.90								
6.00								
6.10								
6.20								

ALTURA DE LOSA
DIST. ENTRE EJES
COMPLEMENTO

20 cm
50 cm
LADRILLO DE ARCILLA

Luz (m)	Sobrecarga (kg/m ²)							
	100	150	200	250	300	350	400	500
<2.20								
2.30								
2.40								
2.50								
2.60								
2.70								
2.80								
2.90								
3.00					V101			
3.10								
3.20								
3.30								
3.40								
3.50								
3.60								
3.70								
3.80								
3.90								
4.00								
4.10					V102			
4.20								
4.30								
4.40								
4.50								
4.60								
4.70								
4.80								
4.90								
5.00				V103				
5.10								
5.20								
5.30								
5.40					V104			
5.50								
5.60								
5.70								
5.80								
5.90								
6.00								
6.10								
6.20								
6.30								
6.40								
6.50								
6.60								
6.70								
6.80								
6.90								
7.00								
7.10								

ALTURA DE LOSA
DIST. ENTRE EJES
COMPLEMENTO

17 cm
50 cm
POLIESTIRENO

Luz (m)	S/C(kg/m ²)							
	100	150	200	250	300	350	400	500
<2.20								
2.30								
2.40								
2.50								
2.60								
2.70								
2.80								
2.90								
3.00								
3.10				V101				
3.20								
3.30								
3.40								
3.50								
3.60								
3.70								
3.80								
3.90								
4.00								
4.10								
4.20								
4.30								
4.40				V102				
4.50								
4.60								
4.70								
4.80				V103				
4.90								
5.00								
5.10								
5.20								
5.30				V104				
5.40								
5.50								
5.60								
5.70								
5.80								
5.90								
6.00								
6.10								
6.20								
6.30								
6.40								
6.50								
6.60								



ALTURA DE LOSA
DIST. ENTRE EJES
COMPLEMENTO

20 cm
50 cm
POLIESTIRENO

Euz (m)	S/C(kg/m ²)							
	100	150	200	250	300	350	400	500
2.20								
2.30								
2.40								
2.50								
2.60								
2.70								
2.80								
2.90								
3.00								
3.10								
3.20								
3.30				V101				
3.40								
3.50								
3.60								
3.70								
3.80								
3.90								
4.00								
4.10								
4.20								
4.30								
4.40								
4.50				V102				
4.60								
4.70								
4.80								
4.90								
5.00								
5.10								
5.20								
5.30								
5.40								
5.50			V103					
5.60								
5.70								
5.80								
5.90					V104			
6.00								
6.10								
6.20								
6.30								
6.40								
6.50								
6.60								
6.70								
6.80								
6.90								
7.00								
7.10								
7.20								
7.30								
7.40								
7.50								
7.60								
7.70								
7.80								
7.90								
8.00								

ALTURA DE LOSA
DIST. ENTRE EJES
COMPLEMENTO

25 cm
50 cm
POLIESTIRENO

Luz (m)	S/C(kg/m2)							
	100	150	200	250	300	350	400	500
<2.20								
2.30								
2.40								
2.50								
2.60								
2.70								
2.80								
2.90								
3.00								
3.10								
3.20								
3.30								
3.40				V101				
3.50								
3.60								
3.70								
3.80								
3.90								
4.00								
4.10								
4.20								
4.30								
4.40								
4.50								
4.60								
4.70								
4.80								
4.90								
5.00								
5.10								
5.20				V102				
5.30								
5.40								
5.50								
5.60								
5.70								
5.80								
5.90								
6.00								
6.10			V103					
6.20								
6.30								
6.40								
6.50					V104			
6.60								
6.70								
6.80								
6.90								
7.00								
7.10								
7.20								
7.30								
7.40								
7.50								
7.60								
7.70								
7.80								
7.90								
8.00								
8.10								
8.20								
8.30								
8.40								



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

INFORME TÉCNICO

EXPEDIENTE PROYECTO LE-DI N° 041 - 2001 (Estático)

SOLICITANTE **FIRTH INDUSTRIES PERÚ S. A.**

Att.: Ing. Maria Inés Castillo A.

ENTIDAD EJECUTORA **LABORATORIO DE ESTRUCTURAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**

TITULO **RESUMEN: PRUEBAS DE CARGA ESTÁTICAS EN
SISTEMAS DE PISO O TECHO: "LOSAS COMPUETAS
BLOQUE - VIGUETA PRETENSADA FIRTH" Y DE
OTROS ENSAYOS DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

FECHA 16 de Febrero del 2001



Glady Villa-García
ING. GLADYS VILLA-GARCIA
Jefe del Laboratorio de
Estructuras Antisismicas



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

PRUEBAS DE CARGA ESTÁTICAS EN SISTEMAS DE PISO O TECHO: "LOSAS COMPUESTAS BLOQUE - VIGUETA PRETENSADA FIRTH"

RESUMEN:

1. ANTECEDENTES, GENERALIDADES, OBJETIVOS, ALCANCES Y PROCESO DE ENSAYOS

A solicitud de FIRTH INDUSTRIES PERU S.A. y en base al informe "Pruebas de Carga Estáticas en Sistemas de Piso o Techo Prefabricados denominados Losas Compuestas Bloque - Vigueta FIRTH" (ref [3]), se elaboró en el Laboratorio de Estructuras - PUCP el presente resumen, con énfasis en:

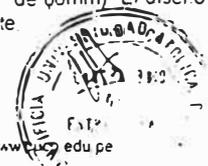
- Estudiar el comportamiento estructural de tres "Losas Compuestas Bloque-Vigueta FIRTH", ante cargas de gravedad -a partir de "Pruebas de Carga"-, y determinar el nivel elástico de carga.
- Observar el comportamiento de las conexiones viguetas pretensadas - vigas transversales de apoyo (peralladas); y la interacción entre componentes del sistema, tales como adherencia entre concreto y superficies de contacto de viguetas pretensadas o entre losa - apoyos, durante el proceso constructivo y durante las pruebas de carga.
- Evaluación de las Deflexiones, Fuerzas Cortantes y Momentos Flectores en las secciones críticas -producidas por distintos niveles de sobrecarga aplicada, tanto elásticas como inelásticas.
- Observar el tipo de falla del sistema, ante cargas extremas.
- Incluir comentarios de los ensayos de la línea de investigación desarrollada posteriormente en el laboratorio: adherencia, flexión en viguetas pretensadas y flexión de losas típicas (modelo).

El comportamiento y la capacidad real de carga en flexión y/o corte se determinó a partir de "Pruebas de Carga", realizadas según procedimientos estándar establecidos para elementos que trabajan en flexión (refs [1] y [2]). Fue importante determinar si para valores de carga parcial pre-establecidos (sobrecarga de 250 kg/m²) el comportamiento de las losas es elástico; esto pudo lograrse analizando si las deflexiones desaparecen o son muy pequeñas una vez retirada la carga parcial (es decir si la recuperación es total o si las deflexiones remanentes no exceden valores máximos permisibles) según los criterios de validación de comportamiento elástico establecidos en las normas de referencia.

De los 3 especímenes probados, en el espécimen 1, se realizó la secuencia de carga parcial (250 kg/m²) y descarga; luego, aplicación de la sobrecarga total de prueba. En el espécimen 2, también se realizó la secuencia de carga (parcial) y descarga. Además, se aplicó en forma simétrica -respecto al apoyo central-, cuatro cargas puntuales en todo el ancho de la losa ("cargas de cuchilla"), materializadas por muros o tabiques de albañilería, ubicados en posiciones críticas pre-establecidas: dos en cada paño, igualmente espaciados respecto de los apoyos. Posteriormente se volvió a cargar el espécimen hasta alcanzar la carga parcial (equivalente a una sobrecarga de 250 kg/m²), la misma que actuó simultáneamente con los tabiques. En el espécimen 3, por razones de duración de la prueba y en base a las experiencias observadas en los Sistemas 1 y 2, se simplificó el procedimiento. Esta vez, se aplicó completamente la carga total de prueba correspondiente al límite superior de la sobrecarga establecida y se llevó registro de todas las etapas de cargado por capas -tanto en el ascenso como en descarga-, obviándose el proceso de descarga en la etapa parcial de la prueba.

2. CARACTERÍSTICAS Y PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOS ESPECÍMENES

Las Losas 1, 2 (L=6.70m) y 3 (L=7.40m) de 0.25m de peralte, fueron de naturaleza continua en dos tramos de igual longitud entre apoyos. Los apoyos (extremos y central) lo constituyeron muros de albañilería (aparejo de cabeza de 24cm de espesor). En cada tramo se usaron cuatro viguetas prefabricadas idénticas o de la misma serie (tipo V-104 para Losas 1 y 2 y V-106 para Losa 3), espaciadas entre sí 0.50m, sobre las que se apoyaron transversalmente bloques moldeados livianos de poliestireno. En la mitad del claro de cada paño, transversalmente y sobre las viguetas prefabricadas, se construyeron viguetas de amarre o de costura de 0.10x0.15x1.60m (con 2 Ø^{3/8"} y estribos en "S" de Ø6mm). El diseño y los detalles constructivos de los especímenes fueron proporcionados por el cliente.





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

Los *filamentos pretensados de los extremos de las viguetas* penetran transversalmente dentro de las vigas soleras de apoyo una longitud de 0.10m (foto 1). Sobre las viguetas prefabricadas, se apoyaron transversalmente los bloques autosoportantes livianos de poliestireno, cubriendo toda la luz libre entre apoyos. Estos bloques sirvieron como encofrado al concreto de la sobrelosa. Además, se colocó el refuerzo negativo (bastones) y el refuerzo de temperatura (longitudinal y transversal) en toda la sobrelosa. Antes de colocar las viguetas y vaciar el concreto, se apuntaló el sistema, en los tercios centrales entre apoyos (a 2.22m de los apoyos extremos y central), mientras endurecía el concreto (al menos seis días).

La carga de "Prueba" se materializó mediante sacos de arena previamente pesados. Su aplicación fue secuencial, siguiendo un patrón uniforme de incrementos aproximadamente iguales, hasta alcanzar la carga total prevista (250 y 700kg/m²). A las viguetas de los bordes, que tienen menor área tributaria de carga, no se les colocaron carga adicional en su ancho de influencia, para compensar ese hecho.

3. RESULTADOS

Se registraron las deformaciones debidas al "Proceso Constructivo", al "Asentamiento por Peso Propio al Desencofrar" y a las "Pruebas de Carga" (en Fase Elástica e Inelástica). Adicionalmente, se resumen los valores promedio de la Deflexión Máxima alcanzada y Residual, registrados en la Prueba de Carga, y la recuperación de dichas deflexiones (en porcentaje) al retirar la carga, para poder compararlos con los valores reglamentarios, (Anexo 2 de ref. [3]).

4. COMPORTAMIENTO OBSERVADO Y COMENTARIOS FINALES

4.1 PROCESO CONSTRUCTIVO

Se registró la deflexión debida al "Proceso constructivo" y al hecho de "Desencofrar" cada espécimen, después de seis días de edad de construidos (edad recomendada por el fabricante), cuyos valores promedio son:

LOSA N°	DEFLEXIÓN PROMEDIO (mm):			
	"PROCESO CONSTRUCTIVO"		"DESENCOFRADO"	
	Paño Derecho	Paño Izquierdo	Paño Derecho	Paño Izquierdo
1	2.970	2.200	3.760	3.922
2	5.310	5.150	0.420	1.433
3	7.160	5.200	2.774	3.001

En el "Proceso Constructivo", a la Losa 3 le corresponden mayores valores de deflexión promedio. La Losa 2 (que tuvo mayor refuerzo negativo), muestra menos deflexiones por "Desencofrado". En ambos casos ("Proceso Constructivo" y "Desencofrado"), las deflexiones no generaron fisuración apreciable.

4.2 ETAPA ELÁSTICA (Sobrecarga de 250kg/m²)

Para sobrecarga de diseño de 250kg/m², las losas se comportaron elásticamente. Prácticamente, se puede afirmar que la recuperación de la deformación al retirar la carga elástica fue total (cercana al 100%). El pequeño valor de deformación remanente observado, puede deberse a condiciones de contorno (acomodo inicial de los componentes) o del ensayo mismo, pero que comparativamente son insignificantes.

No se observó la aparición de fisuras importantes como consecuencia de la aplicación de carga de prueba en las zonas de máximas solicitaciones, tanto en flexión como en corte. En las secciones críticas de cortante (en la cercanía de los apoyos), no se evidenció corrimiento alguno o falta de adherencia entre los componentes del sistema.

La Losa 2 llevó más de refuerzo negativo que en la Losa 1 (en 65%, por diseño y decisión del cliente), la misma que en la etapa elástica, desarrolló deflexiones menores que la Losa 1.





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

4.3 ETAPA INELÁSTICA (Sobrecarga hasta 700kg/m²)

Las Losas no llegaron a condición final de rotura una vez aplicada toda la carga de prueba prevista de 700kg/m² (en condiciones estables y seguras), a pesar de que se desarrollaron deflexiones importantes, que se comentan seguidamente; sin embargo, debe entenderse que la sobrecarga aplicada (700kg/m²) es excepcional y normalmente inalcanzable en edificaciones convencionales -donde se usan este tipo de viguetas-, pero si existió un interés particular demostrativo, en los ensayos estudiados en el laboratorio.

Criterios de validación de una "Prueba de Carga", de elementos estructurales sometidos a flexión, (refs. [1] y [2]) -aunque esto es aplicable referencialmente, dado que se trata de especímenes que tienen componentes prefabricados pretensados- textualmente dicen: "Si no se presentan evidencias visibles de falla, se considerará como una indicación de un comportamiento satisfactorio cualquiera de los dos criterios siguientes": 1) Si la deflexión máxima medida es menor de $L^2 / (20000 h)$ ó, 2) Si se excede la condición anterior deberá cumplirse que la recuperación de la deflexión dentro de las 24 horas siguientes al retiro de la carga de prueba es por lo menos el 75% de la deflexión máxima para concretos no presforzados y de 80% para concretos presforzados; de cuya verificación se obtiene:

Primer criterio: Las máximas deflexiones esperadas permisibles, serían de 9.63mm para las Losas 1 y 2; y de 11.67mm para la Losa 3 (calculadas en base a la expresión de la referencia, y a la geometría del espécimen). Las deflexiones registradas en las Losas 2 y 3, sobrepasaron el valor máximo permisible.

Segundo criterio: Para la Losa 1, el valor promedio de las deflexiones máximas registradas fueron de 10.05 y 11.14mm y remanentes de 1.95 y 2.77mm respectivamente, que representan recuperaciones del 81 y 75%. Además, las deflexiones máximas registradas estuvieron en rango admisible.

Para la Losa 2, el valor promedio de las deflexiones máximas registradas fueron de 14.95 y 17.57mm y remanentes de 4.63 y 5.11mm respectivamente, que representan recuperaciones del 69 y 70%, respectivamente. Podría considerarse que en este caso las deflexiones han sido mayores a las permisibles y que la recuperación es inferior a la exigida.

Para la Losa 3, el valor promedio de las deflexiones máximas registradas fueron de 41.99 y 44.77mm y remanentes de 5.93 y 5.30mm respectivamente, que representan recuperaciones del 86 y 88%, respectivamente. A pesar que las deflexiones han sido mayores a las permisibles, en este caso la recuperación es superior a la exigida, y aun tratándose de un espécimen con bastante esbeltez, su comportamiento es notoriamente elástico (foto 4).

A partir de los gráficos de Carga -vs- Deflexión (ref. [3]) se pudo precisar el rango de comportamiento elástico; más allá de estos valores, empezó la aparición de fisuras principalmente en la cara superior del apoyo intermedio (M_{1,2}). A partir de este límite empezaron a aparecer fisuras como consecuencia de la aplicación de la carga. Posteriormente, se notó el giro de los apoyos extremos (alrededor del eje de la viga solera de borde), verificándose que estos apoyos se comportaron como "apoyos simples", dado que no imponen ninguna restricción al giro. Para valores de sobrecarga de diseño equivalentes, comprendidos entre 450 y 500kg/m² se notó la aparición de fisuras (de 3mm de espesor y 120mm de profundidad, aprox.) en la cara superior de la sobrelosa -en la vecindad del apoyo intermedio- y por aplastamiento, en los apoyos extremos de albañilería, debido al giro de la viga extrema de la losa.

El Tipo de Falla observado para la carga de prueba aplicada, fue por flexión, con un patrón de agrietamiento transversal a las viguetas en la sobrelosa, en la zona de máximo momento flector negativo, en todo lo ancho de la losa y en una profundidad inferior a 120mm, debido fundamentalmente a la exigencia de rotación de la sección, asociado a la exagerada curvatura exigida por el nivel de sobrecarga aplicada al espécimen de naturaleza básicamente esbelta. Aunque no se llegó al colapso, no se puede avisarar y/o asegurar que la falla final va a ser de naturaleza dúctil.

La Deformación Axial (alargamiento de fibras mas traccionadas) en viguetas prefabricadas es importante, seguramente por que este hecho está controlado por la naturaleza pretensada de las viguetas.





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

La **Deformación relativa** (acercamiento y/o alejamiento) entre dos viguetas contiguas, tampoco es relevante. Este hecho está controlado (aunque no eficazmente) por las "viguetas de amarre".

Los **Tabiques Transversales** ("cargas de cuchilla") conjuntamente con la carga de prueba distribuida (niveles de sobrecarga extrema) generaron deflexiones permanentes importantes en la Losa 2, pese a que ésta tuvo mayor refuerzo negativo que las otras losas (foto 3).

La **Adherencia** desarrollada y observada entre el concreto y la superficie de contacto de las viguetas prefabricadas -constatada incluso después de concluidas las pruebas, en la etapa de demolición- fue totalmente adecuada. No se observaron deslizamientos relativos en ninguna de las interfaces o cambios de componentes (materiales) en ninguna de las secciones críticas inspeccionadas (de máxima fuerza cortante). Este hecho ha sido verificado posteriormente a partir de **Ensayos de Punzonamiento** realizados en especímenes conformados por viguetas prefabricadas embebidas en concreto (foto 5), los mismos que permitieron medir la adherencia que se desarrolla entre dichos materiales -como resultado de la combinación de la adhesión mutua entre concreto y superficie de contacto de vigueta prefabricada o por la trabazón y/o fricción entre los resaltes de la superficie de la vigueta y el concreto (resistencia al deslizamiento). Se alcanzaron esfuerzos cortantes promedio del orden 11.4 kg/cm^2 (ref. [5]), sin que la falla se produzca por deslizamiento, sino más bien por otras razones en los especímenes probados.

El **Desplazamiento** relativo vertical entre el fondo de una vigueta y el fondo de la sobrelosa en una zona de máximo cortante vertical y horizontal, fue insignificante. Debe entenderse que el desplazamiento relativo vertical (transversal) es improbable que ocurra antes, mucho menos si es que no existiera desplazamiento tangencial (horizontal) entre concreto y vigueta prefabricada.

La **Longitud de Conexión** vigueta pretensada - viga de apoyo (peraltada), con cables vistos de 10cm de longitud, para las condiciones de ensayo y solicitaciones, mostró comportamiento eficaz

4.4 OBSERVACIONES GENERALES

La **Contraflecha** -efecto de fabricación de las viguetas, debida a la excentricidad del refuerzo-, es importante, sin embargo, este hecho no modificó la magnitud de las deflexiones, debido a que el registro de las mismas se hace desde una posición referencial inicial y a su elevada esbeltez. La Edad de manejo y comercialización de las viguetas pretensadas, debe ser controlado por el fabricante

La presencia de "**Viguetas de Amarre y/o de Costura de la Losa**" transversales en zonas intermedias de los paños, no mejoran la integración de las viguetas, dado que este hecho no es efectivo en la parte inferior del espécimen, ya que el amarre ocurre sobre las viguetas prefabricadas. La vigueta de amarre no controla efectivamente la deformación relativa entre viguetas contiguas -debida a la curvatura respecto al eje transversal de la losa-, puesto que sólo amarra la zona comprimida de la losa.

La **Rigidez a la Flexión** de las losas es importante, sin embargo, debido a la naturaleza de la geometría de las mismas, esta exigencia se evidencia en el apoyo central y no así en los extremos, primero por que los máximos esfuerzos flectores se manifiestan en el apoyo central más que en los apoyos extremos y segundo por que se observó que los apoyos extremos pudieron girar -conjuntamente con la viga solera de borde- sobre el apoyo de albañilería. De esta manera se puede afirmar que el refuerzo negativo de los extremos no contribuyó, al menos en forma efectiva, a rigidizar el paño, dicho en otras palabras, no atrajeron momento negativo importante (difícil de cuantificar, a partir de la "Prueba de Carga").

La **Resistencia a la Tracción por Flexión** de los especímenes, en las zonas de momento positivo está controlada fundamentalmente por las viguetas prefabricadas (elaboradas industrialmente con cables pretensados embebidos en concreto de alta resistencia); pero en las zonas de máximo momento negativo, la resistencia está dada por el refuerzo negativo y la sobre-losa de concreto vaciada in-situ. A seis días de edad -edad de desencofrado recomendada por el fabricante para este tipo de viguetas (retiro de apoyos temporales)-, se considera que el concreto de la sobrelosa del espécimen ha desarrollado una resistencia aproximadamente entre el 70 y 75% de f_c de diseño, por lo que es importante controlar la resistencia





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

conjunto en la parte superior del apoyo central que vendría a ser la zona crítica, no sólo a temprana edad sino en servicio. Se podría establecer, además de controlar la cuantía del refuerzo negativo, controlar la *resistencia a la tracción del concreto*, en ensayos de compresión diametral de probetas estándar, o fijar parámetros para usar una fracción de la resistencia a la compresión. La resistencia a la tracción del concreto resulta incluso más importante para controlar el corte, que la flexión.

La Influencia del Refuerzo Negativo es más importante en el apoyo intermedio continuo, que en los extremos. Los apoyos extremos no atrajeron momento, debido a su gran libertad de giro. El caso de la Losa 2 (con más refuerzo: $1\phi\frac{1}{2}'' + 1\phi\frac{5}{8}''$) es ilustrativo, en el sentido que controló mejor y no permitió deflexiones elásticas importantes debidas a la aplicación de carga hasta cierto nivel. Se podría afirmar que la cuantía de refuerzo -superior a lo necesario- no mejora el comportamiento general de la Losa.

La Cuantía del Refuerzo Negativo en los apoyos extremos es menos importante, dado que como lo observado en los modelos desarrollados, las vigas soleras de borde no presentaban restricción alguna al giro (la rigidez torsional de estas vigas es nulo, dado que no tienen ningún apoyo transversal).

De modo general, se puede intuir que Cargas Puntuales Altas podrían exigir algún cuidado, más por el efecto del punzonamiento del concreto de la sobrelosa vaciado in-situ, que por efecto de la flexión.

En general, una manera de Mejorar la Capacidad de Corte en las secciones críticas de la losa (conexiones vigueta pretensada - apoyo) -cuando se necesario, para casos excepcionales como son las Losas de grandes luces (mayores que 6.50m) y/o sobrecargas importantes (del orden de 500kg/m^2)-, es "ensanchando por corte" la sección de concreto de las viguetas en la vecindad de los apoyos y/o colocando refuerzo adicional en la parte baja del aligerado, en la entrega del mismo a la viga de apoyo.

Ensayos de Flexión Individuales, sobre viguetas prefabricadas FIRTH (tipo V-104) simplemente apoyadas de 5.30m de luz, realizados posteriormente en el Laboratorio (ref. [6]) mostraron capacidad de deflexión muy grandes (se alcanzaron deflexiones de 74mm en promedio, para condiciones extremas), correspondientes a cargas del orden de 333kg, con falla localizada en la zona comprimida de mayor momento flector (foto 6).

Últimamente, en el laboratorio -para el caso de vigas chatas de apoyo y viguetas pretensadas (tipo V-101) para luces de 3m y sobrecargas de 200kg/m^2 -, también se desarrolló un modelo para ensayos de Flexión Estática Monotónica y Cíclica (ref. [7]), que permitió estudiar la efectividad de las conexiones "cortas" viguetas pretensadas (3cm, a ras y sin cables vistos) - vigas de apoyo (fotos 7 y 8); las mismas que se comportaron adecuadamente, sin evidencias de deterioro o debilidad ante sollicitaciones extremas.

5- REFERENCIAS

- [1] Norma Técnica de Edificación E-060, (INI NVI 1989).
Capítulo 23: "Evaluación de Estructuras" y también en el Capítulo 20
- [2] American Concrete Institute ACI (1999)
Capítulo 20: "Strength Evaluation of Existing Structures" (items 20.3, 20.4 y 20.5) del Building Code Requirements for Structural Concrete (318-99) and Commentary (318R-99)
- [3] Proyecto LE-DI N° 246 - 1999 - Est.: "Pruebas de Carga Estáticas en Sistemas de Piso o Techo Prefabricados: Losas Compuestas Bloque - Vigueta Pretensada FIRTH". Febrero del 2000.
- [4] Proyecto LE-DI N° 246 - 1999 - Din.: "Ensayo de Simulación Sísmica en Sistema de Piso o Techo Prefabricados: Losas Compuestas Bloque - Vigueta Pretensada FIRTH". Febrero del 2000.
- [5] Proyecto LE-DI 225 - 2000 - Punz.: "Determinación de la Adherencia en el Concreto, de Viguetas Pretensadas Prefabricadas". Setiembre del 2000.





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

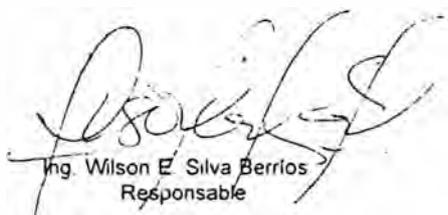
- [6] Proyecto LE-DI 225 - 2000 - Flex.: "Ensayos de Flexión en Viguetas Pretensadas Prefabricadas". Agosto del 2000.
- [7] Proyecto LE-DI 375 - 2000: "Determinación de la Efectividad de las Conexiones "Cortas" Viguetas Pretensadas - Viga "Chata" de Apoyo; y de la Capacidad de Flexión y/o Corte de los Sistemas de Piso o Techo Aligerados Prefabricados FIRTH". Enero del 2001.

6. DECLARACIÓN FINAL:

Los resultados y las conclusiones alcanzados a partir de los ensayos realizados en el laboratorio, son inherentes a los especímenes y ensayos realizados, únicamente; y no pueden ser generalizados o extrapolados sin el debido cuidado y asistencia profesional.

El presente Proyecto LE-DI 041-2001, resumen de los Informes de las referencias [3], [4], [5], [6] y [7]. Consta de 12 páginas en total, de las cuales 6 son de texto con la descripción de los ensayos, 4 corresponden al Archivo Fotográfico (8 fotos) y 2 son carátulas o separadores de bloques del informe. Usarlo parcialmente independientemente de los documentos de la Referencia, puede conducir a falsas interpretaciones.

Lima, Febrero del 2001



Ing. Wilson E. Silva Berríos
Responsable





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

ANEXO

ARCHIVO FOTOGRÁFICO





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

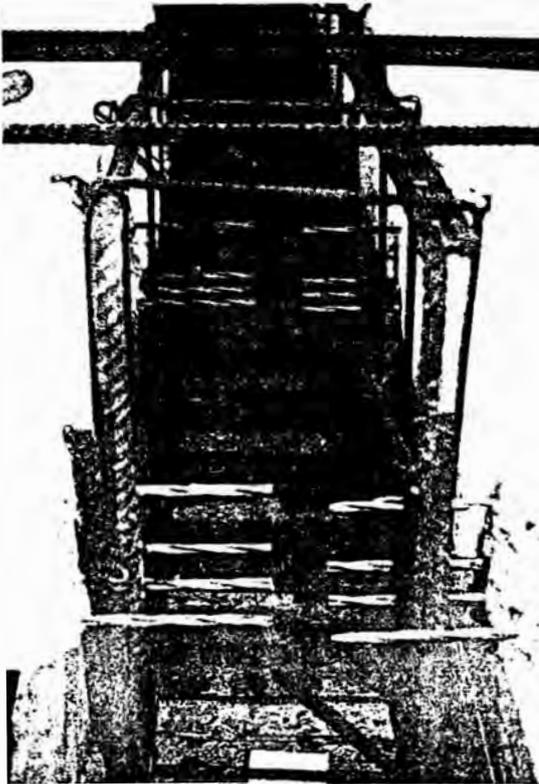
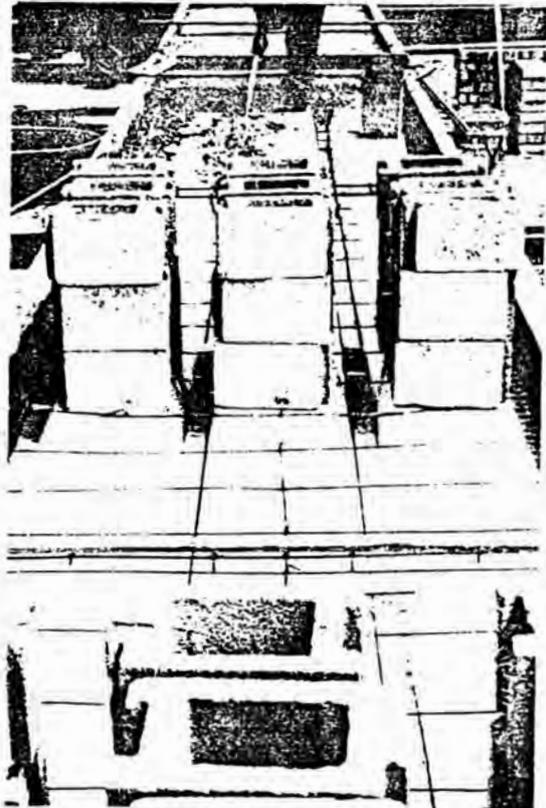


Foto 1

Detalle de Conexión viguetas
pretensadas (cables vistos) -
viga del apoyo (continuo)

Foto 2

Hormigonado de Losas
y simulación de
sobrecarga de montaje





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

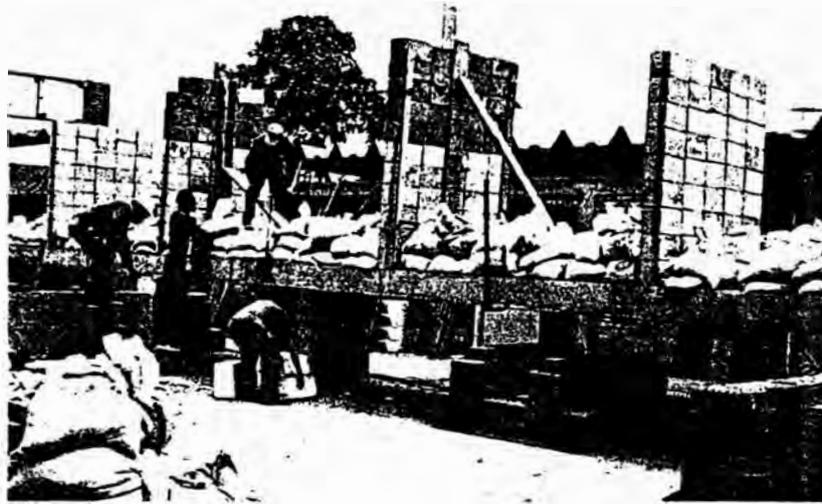


Foto 3. Simulación de Cargas de Prueba Puntuales ("de cuchifá") y Distribuida



Foto 4. Losa sometida a "prueba de Carga"



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

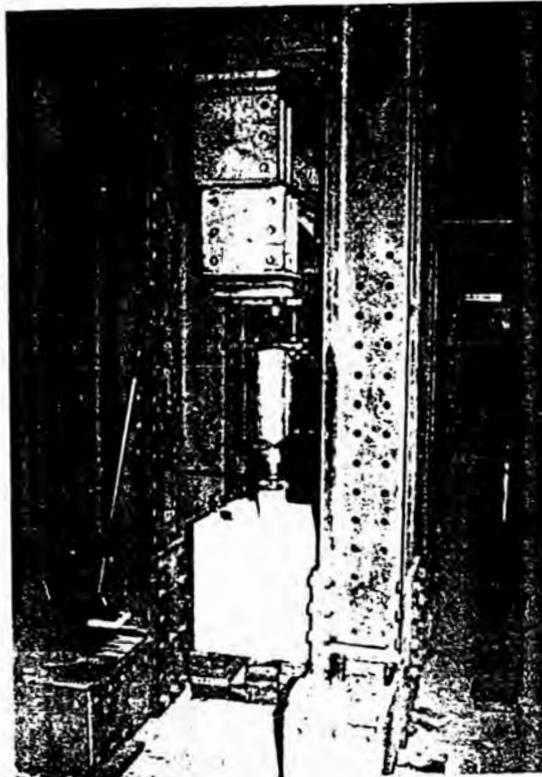


Foto 5.

Ensayo de Punzonamiento para medir la adherencia entre concreto y vigueta pretensada

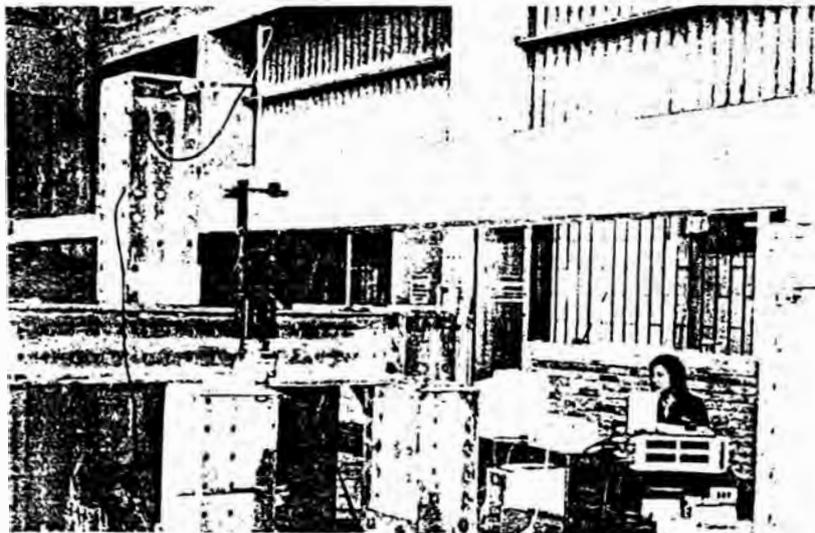


Foto 6 Ensayo de Flexión estática en vigueta pretensada FIRTH



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

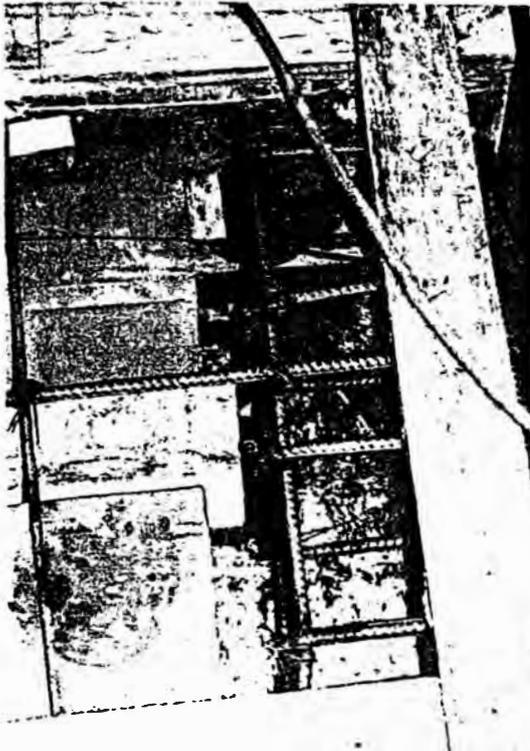
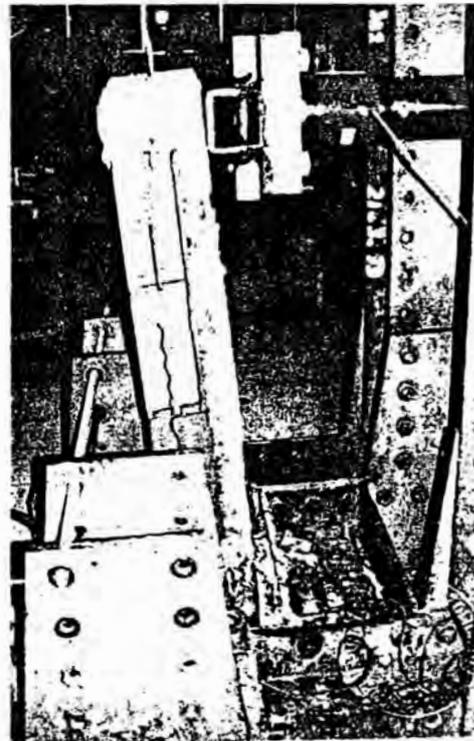


Foto 7.

Detalle de Conexión "Corta"
vigüeta pretensada (a ras y sin
cables) - viga chata de apoyo

Foto 8.

Vista del ensayo de
flexión en modelo de Lcsa





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

INFORME TÉCNICO

EXPEDIENTE PROYECTO LE-DI N° 041 - 2001 (Dinámico)

SOLICITANTE FIRTH INDUSTRIES PERÚ S. A.

Att.: Ing. Maria Inés Castillo A.

ENTIDAD EJECUTORA LABORATORIO DE ESTRUCTURAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

TITULO RESUMEN: ENSAYO DE SIMULACIÓN SÍSMICA EN
SISTEMA DE PISO O TECHO: 'LOSAS COMPUTAS
BLOQUE - VIGUETA PRETENSADA FIRTH'

FECHA 16 de Febrero del 2001



GLADYS VILLA-GARCIA
GLADYS VILLA-GARCIA
Jefe del Laboratorio de
Estructuras Antisísmicas



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

ENSAYO DE SIMULACIÓN SÍSMICA EN SISTEMA DE PISO O TECHO PREFABRICADO: "LOSA COMPUESTA BLOQUE - VIGUETA PRETENSADA FIRTH"

RESUMEN:

1. ANTECEDENTES, GENERALIDADES, OBJETIVOS Y ALCANCES; CARACTERÍSTICAS DEL ESPÉCIMEN, INSTRUMENTACIÓN Y PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

A solicitud de FIRTH INDUSTRIES PERÚ S.A. y en base al informe "Ensayo de Simulación Sísmica en Sistema de Piso o Techo Prefabricado denominado Losa Compuesta Bloque - Vigueta Pretensada" (ref. [1]), se elaboró en el Laboratorio de Estructuras - PUCP el presente resumen.

Para determinar el comportamiento y la capacidad real del espécimen ante cargas sísmicas, se realizó el ensayo de simulación sísmica. En primera instancia se construyó la Losa -sobre una base o anillo de cimentación y sus respectivos soportes o apoyos verticales rígidos- y luego, se realizaron secuencialmente las "Pruebas Dinámicas de Simulación Sísmica", hasta alcanzar la rotura o en su defecto, el límite superior del sismo de prueba máximo aplicable.

La Losa rectangular -continua en uno de sus extremos- (asumida rígida en la dirección probada), estuvo formada por un tramo de 4m de luz entre apoyos y un voladizo de 1m de longitud, de 1.60m de ancho y 0.17m de peralte total. Se usaron cuatro viguetas prefabricadas idénticas o de la misma serie (tipo V-104 de 5.00m de longitud), espaciadas 0.50m entre sí, sobre las que se apoyaron transversalmente ladrillos de arcilla (bloques huecos usados como complemento) que disminuyen o aligeran el peso propio del sistema (1969kg ó 245kg/m²). La Losa llevó refuerzo metálico longitudinal negativo (1½" @ 0.50m, de 2.50m en extremo con voladizo y 0.95m en apoyo extremo discontinuo) -colineal con la dirección de las viguetas-, tanto en el apoyo continuo con voladizo, como en el apoyo discontinuo, embebido en el concreto de la sobreesesa de concreto vaciado in-situ, conjuntamente con el refuerzo de temperatura (½" @ 0.25m). El diseño y detalles constructivos del espécimen fueron proporcionados por el cliente.

Fue primordial determinar el nivel de aceleraciones horizontales y verticales que podrían inducirse en la respuesta estructural -tanto en el extremo del voladizo como en el centro del claro entre apoyos (C.M.)-, por acción del movimiento traslacional horizontal de la base (sismo de prueba), cuando la losa estuviese completamente cargada (sobrecarga de 350kg/m²). La instrumentación consistió en transductores de desplazamiento y aceleración colocados en la plataforma y lugares específicos de la Losa ensayada, para medir tanto la excitación sísmica como la respuesta estructural.

El ensayo se desarrolló en cinco fases de simulación sísmica, de intensidad creciente (definidas por la aplicación de sismos de intensidad creciente, usando la misma señal sísmica y variando la amplitud del movimiento de la plataforma); y cinco ensayos de vibración libre -antes de cada fase-, para medir la frecuencia natural del espécimen. La señal fue derivada del registro (componente longitudinal) del sismo del 31 de Mayo de 1970, captado en el Instituto Geofísico del Perú, correspondiente a las condiciones de suelo de la ciudad de Lima (grava densa). Una de las señales sísmicas peruanas con mayor poder destructivo (ref. [2] y [3]) fue usada. La componente N82E de esta señal, es la que con algunos ajustes, se utilizó en todas las fases de simulación sísmica. Para los ensayos de vibración libre se empleó una onda cuadrada de pequeña amplitud como señal de comando del actuador.

En cada fase de ensayo, fueron registradas la aceleración y el desplazamiento, tanto de la plataforma como de cada instrumento colocado sobre la Losa de Prueba. De dichos registros se obtuvieron los valores máximos y el instante en que ocurrieron. Con esta información y conociendo la masa (o peso) del sistema, se calculó la fuerza cortante asociada a la Losa en cada fase.

2. RESULTADOS

El Anexo 1 muestra el cuadro resumen de todos los resultados relevantes, tanto de la plataforma





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

de simulación sísmica (Desplazamiento y Aceleración), como de la Losa (Desplazamiento, Aceleración Horizontal y Vertical en el Voladizo y en C.M.), correspondientes a todas las fases. Se incluye además el Periodo de Vibración y los valores calculados de la Distorsión Angular y el Factor de Amplificación Dinámico; el Anexo 2 presenta el archivo fotográfico (2 fotos).

3. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES

El ensayo de simulación sísmica se desarrolló tal como se planificó en el estudio de factibilidad y en forma analítica y en concordancia con los requerimientos y parámetros fijados por el Cliente.

El Periodo Fundamental del espécimen para bajas amplitudes, se mantuvo constante durante todas las fases de vibración libre.

Una medida del comportamiento elástico del espécimen se refleja observando si la frecuencia o el periodo fundamental de vibración de la estructura no cambia. Para el caso, en la tabla resumen de resultados, puede observarse que el periodo se matuvo prácticamente constante.

El comportamiento de la Losa fue completamente elástico en las tres primeras fases del ensayo. En las dos fase finales aparecieron fisuras muy finas (foto 2) en la zona de máxima sollicitación negativa del apoyo continuo -posiblemente debido al nivel de aceleraciones verticales desarrolladas por la acción cíclica del voladizo cargado-.

En todas las fases del ensayo, no se alcanzó la condición de falla o rotura, es decir, no se desarrollaron ni observaron deflexiones y/o grietas de importancia, sólo apenas aparecieron fisuras muy finas en el apoyo continuo (foto 2) en la fase muy severa. Sin embargo, se alcanzó el límite superior de sollicitación del simulador de sismos, correspondiente a una sollicitación excepcional -de interés académico experimental-, de ocurrencia no esperada como fenómeno natural.

Para la última fase del ensayo de simulación, en que la plataforma del simulador alcanzó el máximo valor de la aceleración, el desplazamiento máximo de la Losa respecto del suelo no se amplificó, lo que confirma que los soportes de la Losa se comportaron rigidamente. A estos valores corresponde una distorsión angular pequeñísima.

Para las últimas fases del ensayo de simulación, la aceleración absoluta vertical en el voladizo y en el centro de masas de la Losa fue importante en comparación a las aceleraciones horizontales correspondientes en los mismos puntos.

Se desarrolló una Fuerza Cortante de aproximadamente 9.2ton (en los dos apoyos verticales rígidos de la Losa), asociada a una aceleración horizontal de 1.65g de la Plataforma y de 1.94g en la Losa.

En general el espécimen tuvo un adecuado comportamiento tanto por lo limitado de sus deformaciones laterales como por la integridad de sus componentes, alcanzando a resistir una fuerza cortante importante (en sus dos apoyos rígidos, alrededor del 100% del peso del espécimen) en franco régimen elástico. Finalmente, el Sistema probado mantuvo su Integridad aún después de la última fase de ensayo (muy severa).

Comparativamente y de acuerdo a literatura existente la Aceleración y la Intensidad y/o Magnitud (medidas de la severidad y del tamaño del terremoto) están correlacionadas. Aunque la aceleración máxima en un lugar determinado no se puede relacionar directamente con el nivel de daño observado, se han sugerido algunas relaciones entre la intensidad y la aceleración máxima. Neumann y Sponheuer, por ejemplo, propusieron una correlación entre aceleración e Intensidad (se muestra parcialmente), y donde se puede apreciar la gran diferencia entre valores de aceleración propuesta por cada autor, para la misma intensidad. En la plataforma de ensayo se alcanzó una aceleración de 1.65g (en la plataforma) correspondiente a una Intensidad (MM) X.





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

Intensidad (MM)	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Acel (g): Neumann	0.064	0.13	0.26	0.54	1.1	2.2	--
Acel (g): Soonheuer	0.025	0.05	0.10	0.20	0.4	0.8	--

Reglamentariamente, los sistemas de piso (Losas en este caso) se diseñan únicamente para cargas de gravedad, considerando fundamentalmente los efectos de flexión, y luego haciendo verificaciones por cortante. El fenómeno sísmico normalmente no se considera dado que se idealizan como sistemas rígidos, sin embargo la posibilidad de inversión de solicitaciones es un fenómeno que se decidió estudiar mediante el ensayo de simulación sísmica.

Se usó la misma Señal Sísmica (señal de desplazamiento) en todas las fases del ensayo. La aceleración de comando del simulador de sismos (1.65g en la Fase 5, muy severa) fue -en términos generales- superior a las máximas aceleraciones propuestas por Norma Peruana de Diseño Sismorresistente (ref. [4].)

En un laboratorio -en la mayoría de los casos por tratarse de ensayos a la rotura, donde frecuentemente se desea observar entre otras cosas, el patrón de falla- es factible generar cargas y desplazamientos muy grandes, inalcanzables en casos reales aún en situaciones extremas. Por lo que debe entenderse que el nivel de sollicitación aplicados son excepcionales.

4. REFERENCIAS

- [1]: Proyecto LE-DI 246-1999 - Dinámico: "Ensayo de Simulación Sísmica en Sistema de Piso o Techo Prefabricado denominado Losa Compuesta Bloque-Vigueta". Febrero del 2000.
- [2]: "Earthquake Accelerogram Destructiveness Potential Factor" G. R. Saragoni y R. Araya, 1984
- [3]: "A Measurement of Earthquake Intensity" A. Arias, 1969.
- [4]: NTE - E.030: Norma Técnica de Edificación: E.030 "Diseño Sismorresistente". SENCICO 1997

5. DECLARACIÓN FINAL

Los resultados y las conclusiones alcanzados a partir de los ensayos realizados en el laboratorio, son inherentes al espécimen y ensayos realizados únicamente, y no pueden ser generalizados o extrapolados sin el debido cuidado y asistencia profesional.

El presente Proyecto LE-DI 041-2001 (Dinámico), resumen del Informe de la referencia [1] consta de 8 páginas en total, de las cuales 3 son de texto respecto al ensayo, 1 corresponde a la tabla resumen de resultados, 1 al Archivo Fotográfico (2 fotos) y 3 son carátulas o separadores de bloques del Informe. Usuario parcial e independientemente del documento de la Referencia, puede conducir a falsas interpretaciones.

Lima, Febrero del 2001


Ing. Wilson E. Silva Berrios
Responsable





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

ANEXO 1

**RESUMEN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE SIMULACIÓN SÍSMICA, DE LA
PLATAFORMA Y DE LA LOSA**

(TODAS LAS FASES, INCLUYENDO VIBRACIÓN LIBRE)



RESUMEN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE SIMULACIÓN SISMICA, DE LA PLATAFORMA DE S.S. Y DE LA LOSA PREFABRICADA ENSAYADA,
PARA TODAS LAS FASES DE ENSAYO, INCLUYENDO LAS DE VIBRACIÓN LIBRE



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTI SISMICAS

FASE	PLATAFORMA S.S.		LOSA PREFABRICADA ENSAYADA							Fza. Cortante Total (2 Apoyos) (kg)	Distorsión Angular (Di / Altura Total) (%)	Factor Amplificación Dinámico de Aceleraciones (F.A.D. = Ai / Ap)
	Desp. Máx (mm)	Acel. Máx (pico) (g)	Desp. Máx (mm)	Acel. Abs. Horiz. Máx. (g)	Periodo Vibrac. (seg)	Acel. Vert. Máx. (Volad.) (g)	Periodo Vibrac. (seg)	Acel. Vert. Máx. (C.M.) (g)	Periodo Vibrac. (seg)			
VL (0) t (seg)	1.779 0.370	0.140 0.365	0.303 15.330	0.153 10.360	0.044	0.046 5.325	0.045	0.069 8.525	0.053	728.89 10.360	0.023	1.097
F (1) t (seg)	50.269 13.950	0.570 9.860	1.538 9.875	0.657 9.860		0.141 11.010		0.070 8.525		3129.36 9.860	0.118	1.153
VL (1) t (seg)	1.938 10.390	0.147 0.385	0.338 5.345	0.186 10.375	0.044	0.053 0.345	0.046	0.021 10.460	0.048	883.52 10.375	0.026	1.263
F (2) t (seg)	80.935 14.270	0.876 11.310	2.252 10.185	1.069 11.305		0.297 11.330		0.113 8.860		5088.73 11.305	0.173	1.220
VL (2) t (seg)	1.714 0.380	0.132 0.375	0.307 5.335	0.166 0.370	0.044	0.050 0.340	0.046	0.014 17.390	0.048	789.79 0.370	0.024	1.257
F (3) t (seg)	100.880 13.950	1.694 8.525	2.755 9.865	1.363 10.995		0.464 11.010		0.138 8.545		6486.69 10.995	0.212	0.804
VL (3) t (seg)	2.695 10.385	0.206 0.380	0.424 15.335	0.273 10.380	0.044	0.092 10.390	0.046	0.038 5.505	0.048	1301.25 10.380	0.033	1.329
F (4) t (seg)	121.410 13.935	1.427 9.825	3.660 9.840	1.708 9.830		0.760 10.995		0.193 16.475		8130.04 9.830	0.282	1.197
VL (4) t (seg)	2.822 0.370	0.211 0.360	0.487 5.320	0.299 0.360	0.044	0.124 5.355	0.046	0.048 10.465	0.048	1422.42 0.360	0.037	1.416
F (5) t (seg)	131.359 13.765	1.649 9.655	4.397 9.670	1.937 9.660		1.079 8.395		0.369 8.360		9221.43 9.660	0.338	1.175

donde:

V.L. (i - 1) : Representa la Vibración Libre en la Fase previa a la de Simulación Sísmica (i - 1)

F (i) : Representa la Fase de ensayo de simulación sísmica indicada (i)

Di, Ai, Ap : Representa el Desplazamiento, Aceleración del Especimen (en el C.M.) y de la Plataforma de Simulación Sísmica, respectivamente, para la fase indicada





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

ANEXO 2

ARCHIVO FOTOGRÁFICO



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

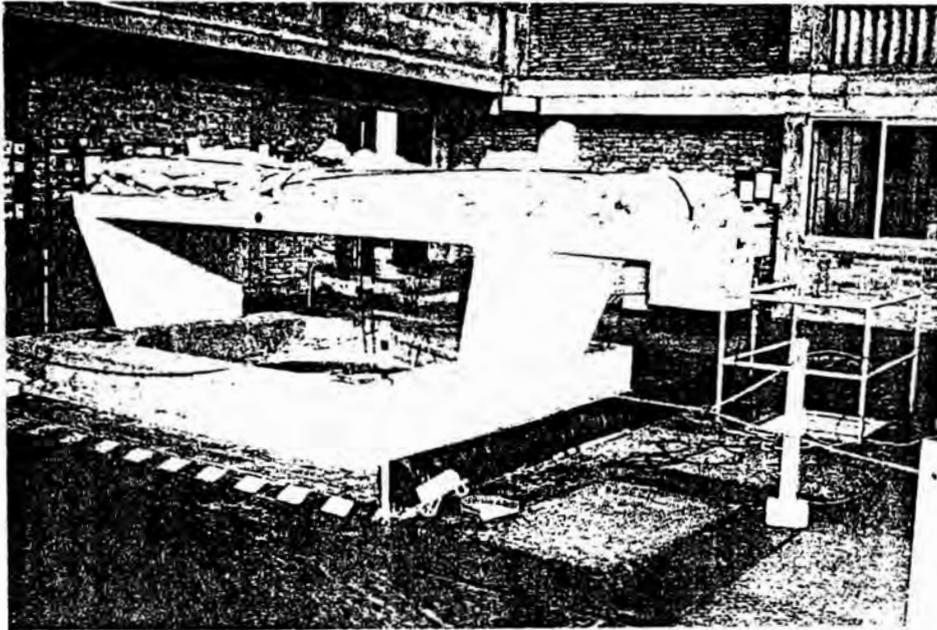


Foto 1. Vista global del ensayo de simulación sísmica. Nótese espécimen y sobrecarga.



Foto 2. Nótese microfisuración desarrollada en apoyo continuo.

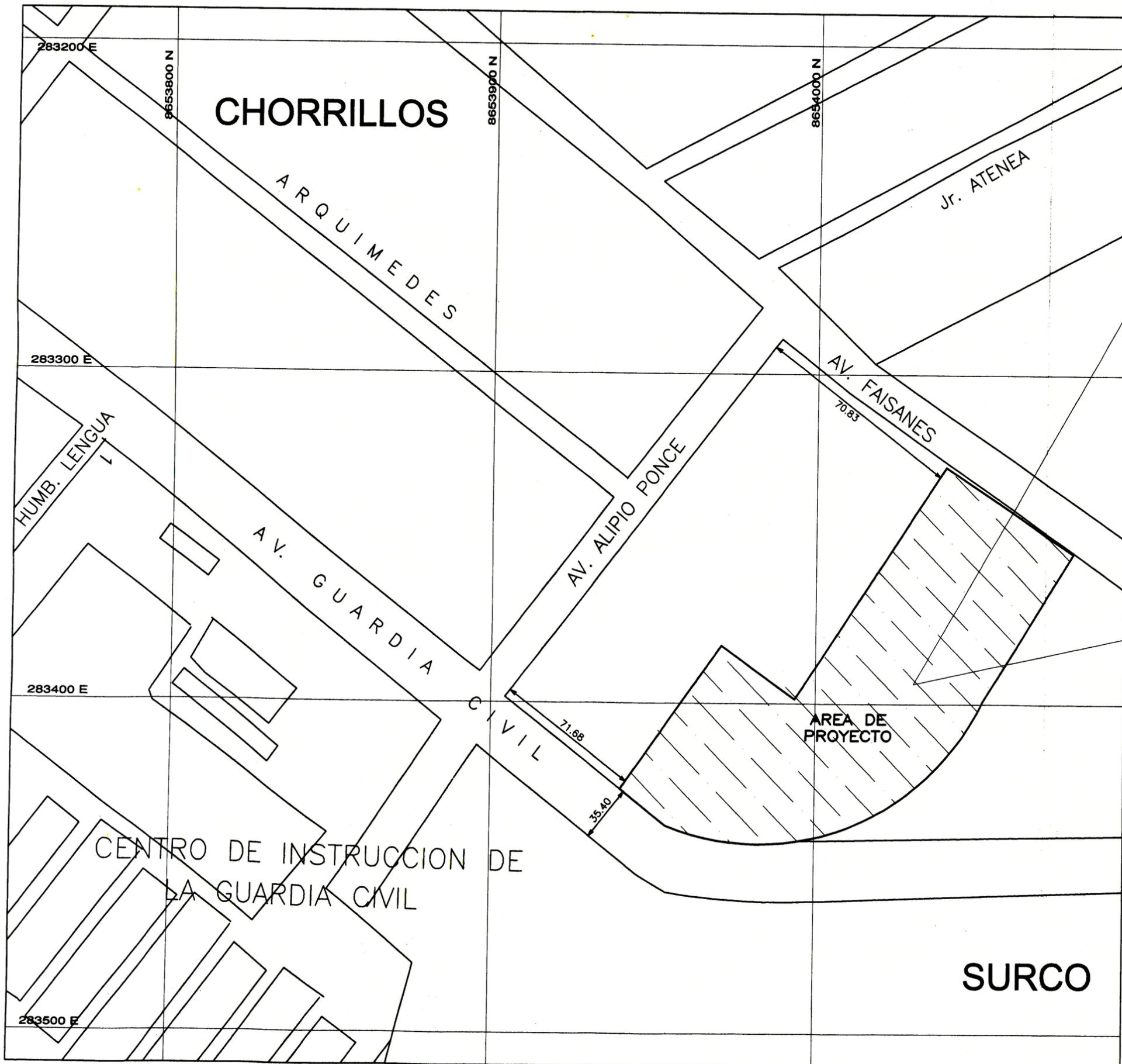
PLANOS

PLANOS TOPOGRÁFICOS

Plano de ubicación **Lamina N° U-01**

Plano topográfico **Lamina N° PT-01**

Plano presentando las coordenadas **UTM**, y Cotas proporcionado por la **Municipalidad de Chorrillos**.



PLANO UBICACIÓN
ESCALA: 1/10000

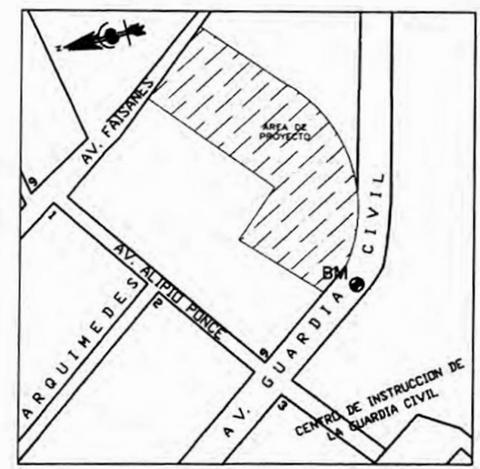
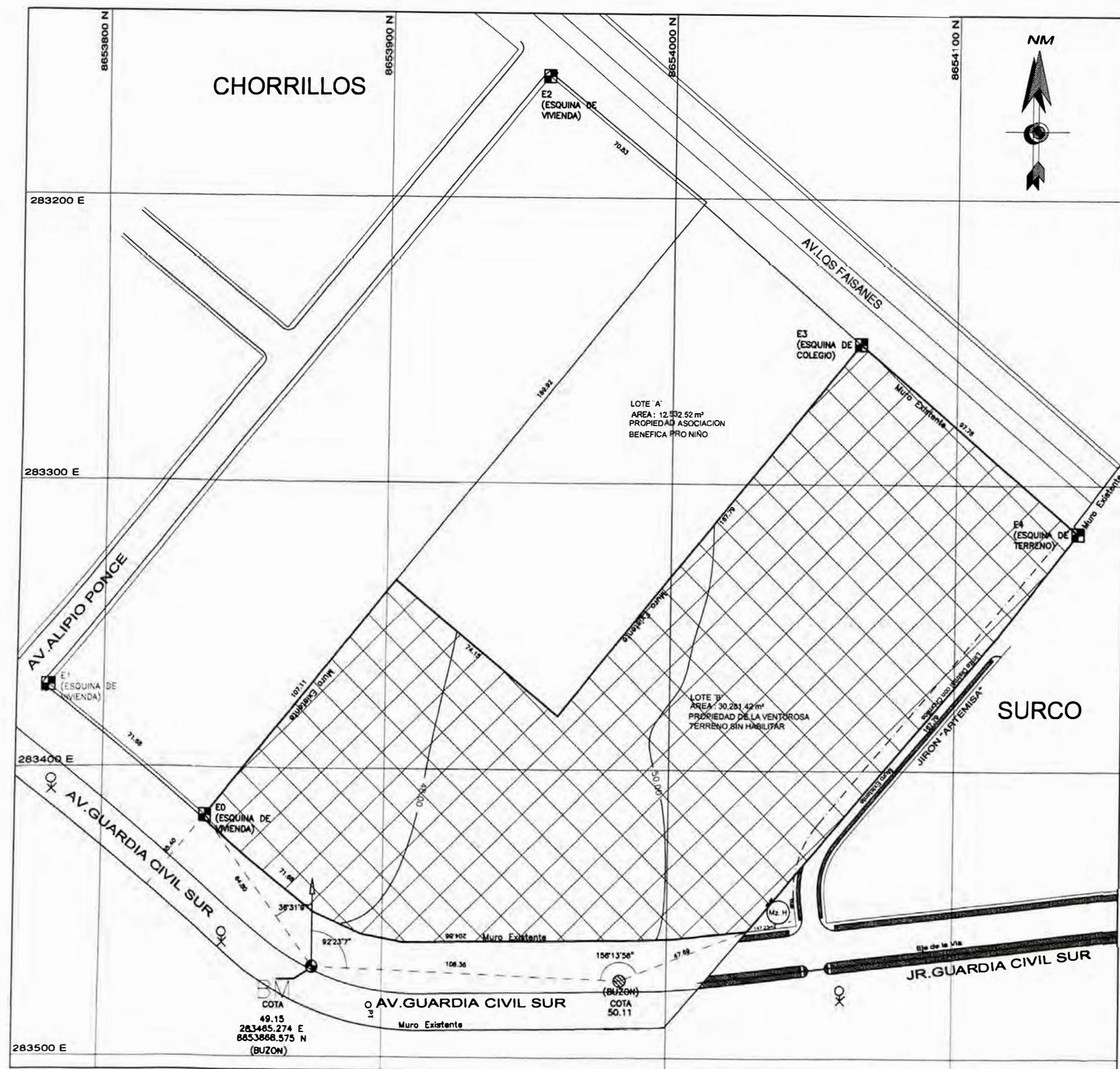


LOCALIZACIÓN

ESCALA: 1/15000

PROVINCIA: LIMA
 DISTRITO: CHORRILLOS
 URBANIZACION: URB. SEMIRUSTICA LA CAMPIÑA.
 MANZANA: -
 LOTE N : SUB LOTE B
 CALLE/AV. : AV. LOS FAISANES N° 950

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - DIRECCION DE ESCUELA PROFESIONAL		TITULACIÓN 2005
Rodas Cotrina Luis		
CONJUNTO RESIDENCIAL "GUARDIA CIVIL"	PROYECTO TOPOGRAFIA	LÁMINA
PLANO UBICACIÓN		U-01
ESCALA 1/1000	FECHA	Marzo 2,006



UBICACION DE BM

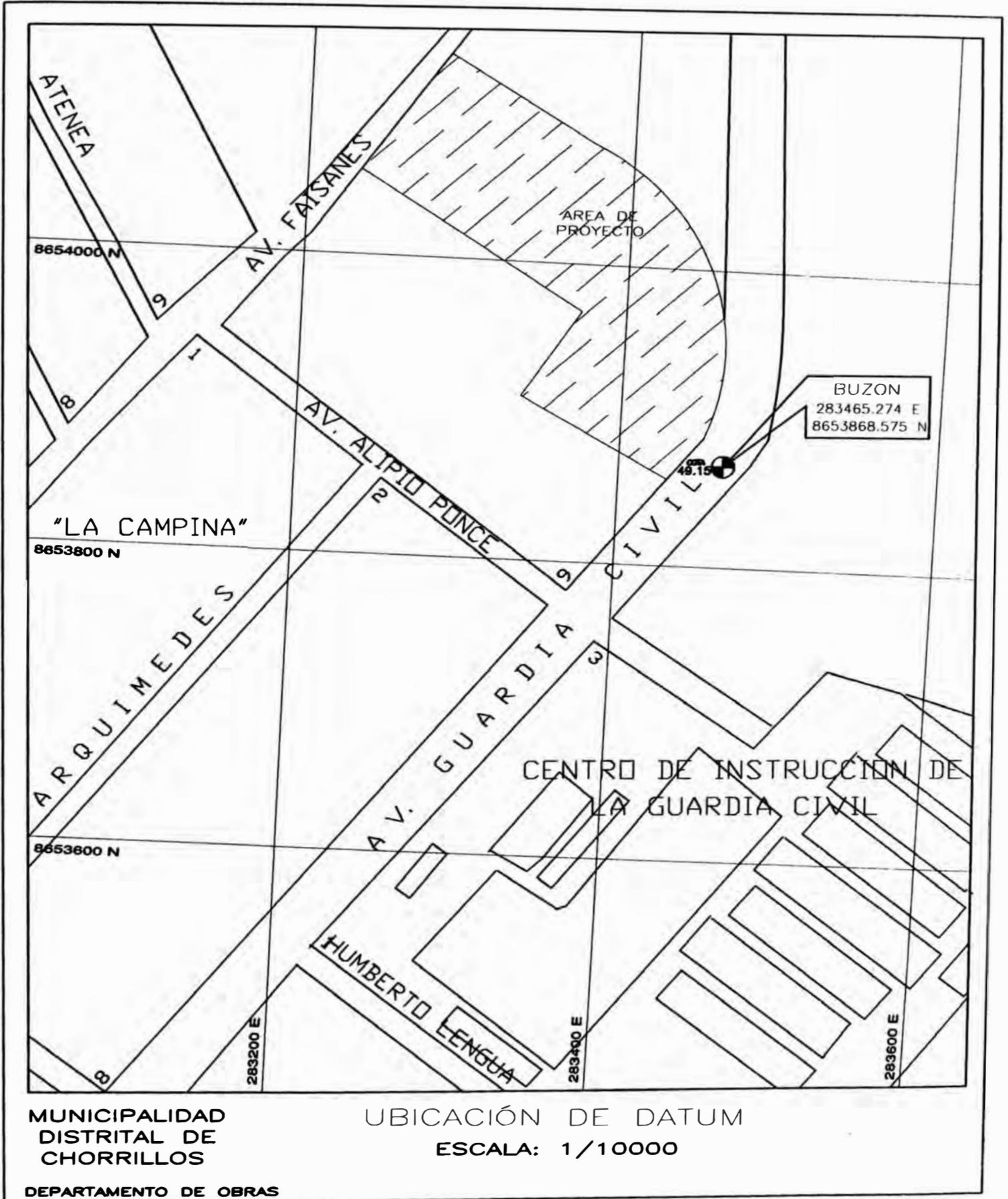
NOTA DE TOPOGRAFIA :
 LA TOPOGRAFIA ESTA REFERIDO AL BM. PROPORCIONADO POR EL MUNICIPIO DE CHORRILLOS, LA CUAL ESTA UBICADO EN EL BUZON DE LA AV. GUARDIA CIVIL CUYA COTA ES 49.15 m.s.n.m. ASI MISMO LAS COORDENADAS ESTAN REFERIDAS A UTM

D A T U M			
BM	COTA	ESTE	NORTE
	49.15	283465.274	8653868.575

LEYENDA	
	BUZON
	PUNTO DE REFERENCIA
	POSTE DE TELEFONO
	POSTE DE LUZ
	POSTE DE ALTA TENSION
	BM

- NOTAS :**
- 1.- DIMENSIONES ESTAN EN METROS, SALVO INDICADO.
 - 2.- SE TOMA COMO POLIGONO DE APOYO EL PERIMETRO DE LAS CALLES COUNDANTES AL TERRENO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - DIRECCION DE ESCUELA PROFESIONAL		TITULACION 2005
Rodas Cotrina Luis		
CONJUNTO RESIDENCIAL "GUARDIA CIVIL"	PROYECTO TOPOGRAFIA	LAMINA
PLANO TOPOGRAFICO Y PLANTA		PT-01
ESCALA 1/1500	FECHA Marzo 2.005	



MUNICIPALIDAD
DISTRITAL DE
CHORRILLOS

UBICACIÓN DE DATUM
ESCALA: 1/10000

DEPARTAMENTO DE OBRAS

PLANOS DE INSTALACIONES SANITARIAS

Red general de Agua Potable, Lamina N° IS-01

Esquema de Accesorios red de Agua Potable, Lamina N° IS-02

Conexiones Domiciliarias Agua Potable, Lamina N° IS-03

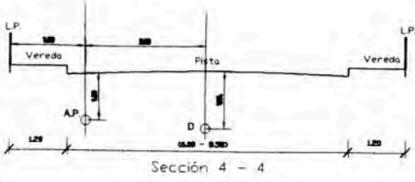
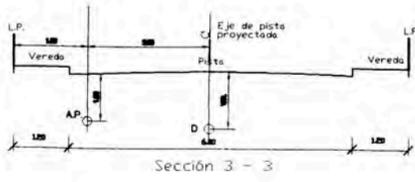
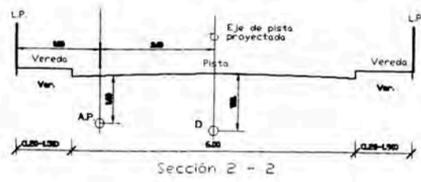
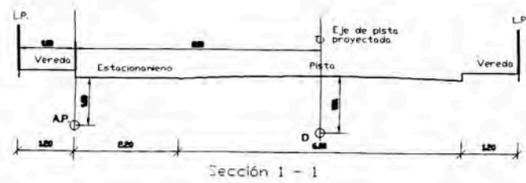
Red general de Alcantarillado, Lamina N° IS-04

Conexiones Domiciliarias de Alcantarillado, Lamina N° IS-05

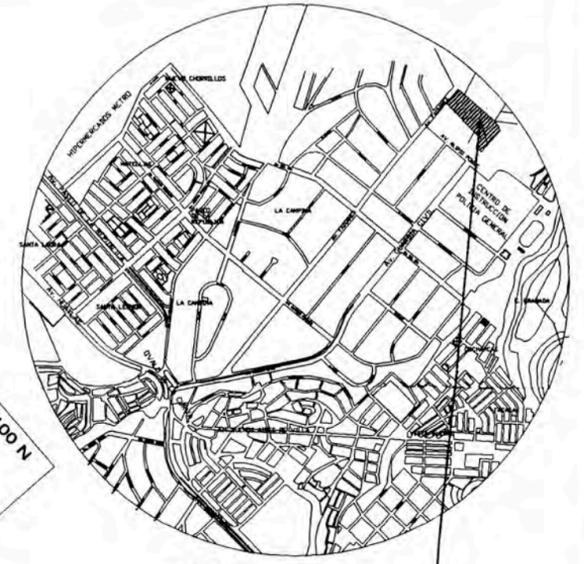
Perfiles Longitudinal de Alcantarillado, Lamina N° IS-06

ESPECIFICACIONES TECNICAS

DESCRIPCION	NORMA TECNICA VIGENTE
TUBOS DE POLI (CLORURO DE VINILO) NO PLASTIFICADO P.V.C.-U.F.	N.T.P. 330.002 : HASTA DN<63MM N.T.P. ISO 4422 : HASTA DN>=63MM
VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO DUCTIL CON ASIEN TO DE ELASTOMERO Y VASTAGO DE ACERO	ESPECIFICACIONES DE SEDAPAL SEGUN NTP350.064 : 1997 e ISO 7250
ACCESORIOS DE POLI (CLORURO DE VINILO) NO PLASTIFICADO P.V.C.-U.F.	N.T.P. ISO 4422 : 1997 ACCESORIOS INYECTADOS
TAPAS Y MARCOS DE FIERRO PARA CAJA DE VALVULA	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SEDAPAL
ABRAZADERAS PARA CONEXION DOMICILIARIA	PNTP 330.137 : 1997 ABRAZADERAS TERMOPLASTICAS
VALVULAS DE TOMA (CORPORATION) Y DE PASO	PNTP 399.034 : 1997 DE RESINAS TERMOPLASTICAS
ACOPLE NIPLA ROSCADO	PNTP 399.069 : 1993 DE RESINA ACRILICA PNTP 399.091 : 1993 DE POLI (CLORURO DE VINILO) P.V.C.
TAPAS Y MARCOS DE ACERO GALVANIZADO PARA CAJA PORTAMEDIDOR	NTP 350.065 : 1997
ANILLO DE JESE	NTP - ISO 4633 : 1997
SE UTILIZARA CEMENTO: TIPO V EN ANCLAJE DE VALVULAS Y ACCESORIOS TIPO I EN INSTALACION DE CAJA PORTAMEDIDORES	



SECCIONES TRANSVERSALES
Esc. 1/200



UBICACIÓN
ESCALA: 1/15000

LEYENDA

	LIMITE PERIMETRICO DE LA HABILITACION
	RED DE AGUA POTABLE PROYECTADO
	CONEXION DOMICILIARIA A.P. PROYECTADA
	RED DE AGUA POTABLE EXISTENTE

SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA PVC-U/F SERIE 10 (CLASE 10)
	VALVULA DE COMPUERTA PROYECTADA
	TEE DE F° Fdo.
	COUDO 90°
	REDUCCION
	TAPON

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - DIRECCION DE ESCUELA PROFESIONAL		TITULACION 2005
Rodas Cotrina Luis		LAMINA
CONJUNTO RESIDENCIAL "GUARDIA CIVIL"	PROYECTO AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	IS-01
PLANO RED GENERAL DE AGUA POTABLE	ESCALA Indicada	FECHA Marzo 2,006

ESPECIFICACIONES TECNICAS

DESCRIPCION	NORMA TECNICA VIGENTE
TUBOS DE POLI (CLORURO DE VINILO) NO PLASTIFICADO P.V.C.-U.F.	N.T.P. 339.002 : HASTA DN<65MM N.T.P. ISO 4422 : HASTA DN>=65MM
VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO DUCTIL CON ASIENTO DE ELASTOMERO Y VASTAGO DE ACERO	ESPECIFICACIONES DE SEDAPAL SEGUN NTP360.064 : 1997 e ISO 7250
ACCESORIOS DE POLI (CLORURO DE VINILO) NO PLASTIFICADO P.V.C.-U.F.	N.T.P. ISO 4422 : 1997 ACCESORIOS INYECTADOS
TAPAS Y MARCOS DE FIERRO PARA CAJA DE VALVULA	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SEDAPAL
ABRAZADERAS PARA CONECCION DOMICILIARIA	PNTF 339.137 : 1997 ABRAZADERAS TERMOPLASTICAS
VALVULAS DE TOMA (CORPORATION) Y DE PASO	PNTF 399.034 : 1997 DE RESINAS TERMOPLASTICAS
ACOPLE NIPLE ROSCADO	PNTF 399.089 : 1983 DE RESINA ACETALICA PNTF 399.091 : 1983 DE POLI (CLORURO DE VINILO) P.V.C.
TAPAS Y MARCOS DE ACERO GALVANIZADO PARA CAJA PORTAMEDIDOR	NTP 350.085 : 1997
ANILLO DE JEBE	NTP - ISO 4633 : 1997
SE UTILIZARA CEMENTO: TIPO V EN ANCLAJE DE VALVULAS Y ACCESORIOS TIPO I EN INSTALACION DE CAJA PORTAMEDIDORES	

METRADO DE TUBERIAS

TUBERIA PVC SERIE 13 # 110mm	= 90.83m
TUBERIA PVC SERIE 13 # 75mm	= 26.06m
TUBERIA PVC SERIE 13 # 50mm	= 509.12m
TUBERIA PVC SERIE 13 # 40mm	= 564.55m

METRADO DE VALVULAS

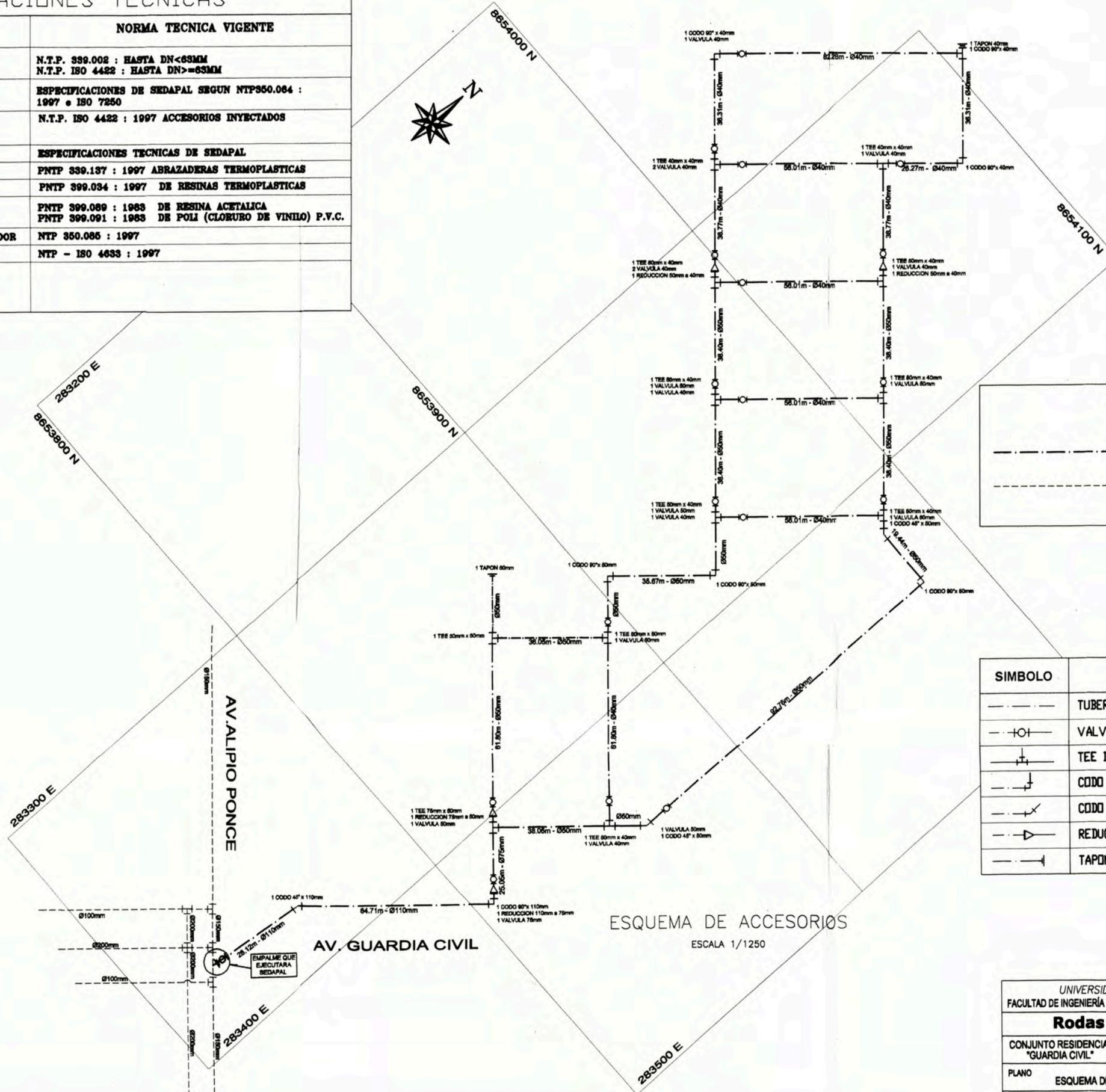
VALVULA DE COMPUERTA 75mm	= 01 Unid
VALVULA DE COMPUERTA 50mm	= 08 Unid
VALVULA DE COMPUERTA 40mm	= 10 Unid

METRADO DE ACCESORIOS

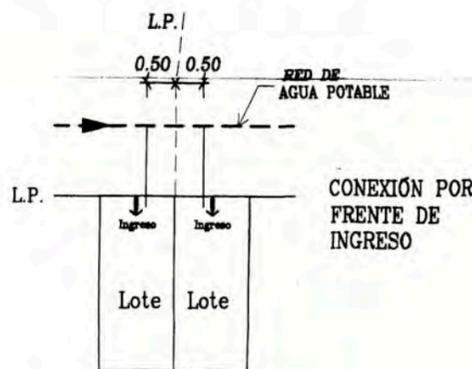
CODO 45° x 50mm	= 01 Unid
CODO 90° x 110mm	= 01 Unid
CODO 90° x 50mm	= 03 Unid
CODO 90° x 40mm	= 03 Unid
REDUCCION 50 a 40mm	= 02 Unid
REDUCCION 75 a 50mm	= 01 Unid
REDUCCION 110 a 75mm	= 01 Unid
TAPON 50mm	= 01 Unid
TAPON 40mm	= 01 Unid
TEE 75x50mm	= 01 Unid
TEE 50x50mm	= 02 Unid
TEE 50x40mm	= 07 Unid
TEE 40x40mm	= 02 Unid

CONEXIONES DOMICILIARIAS

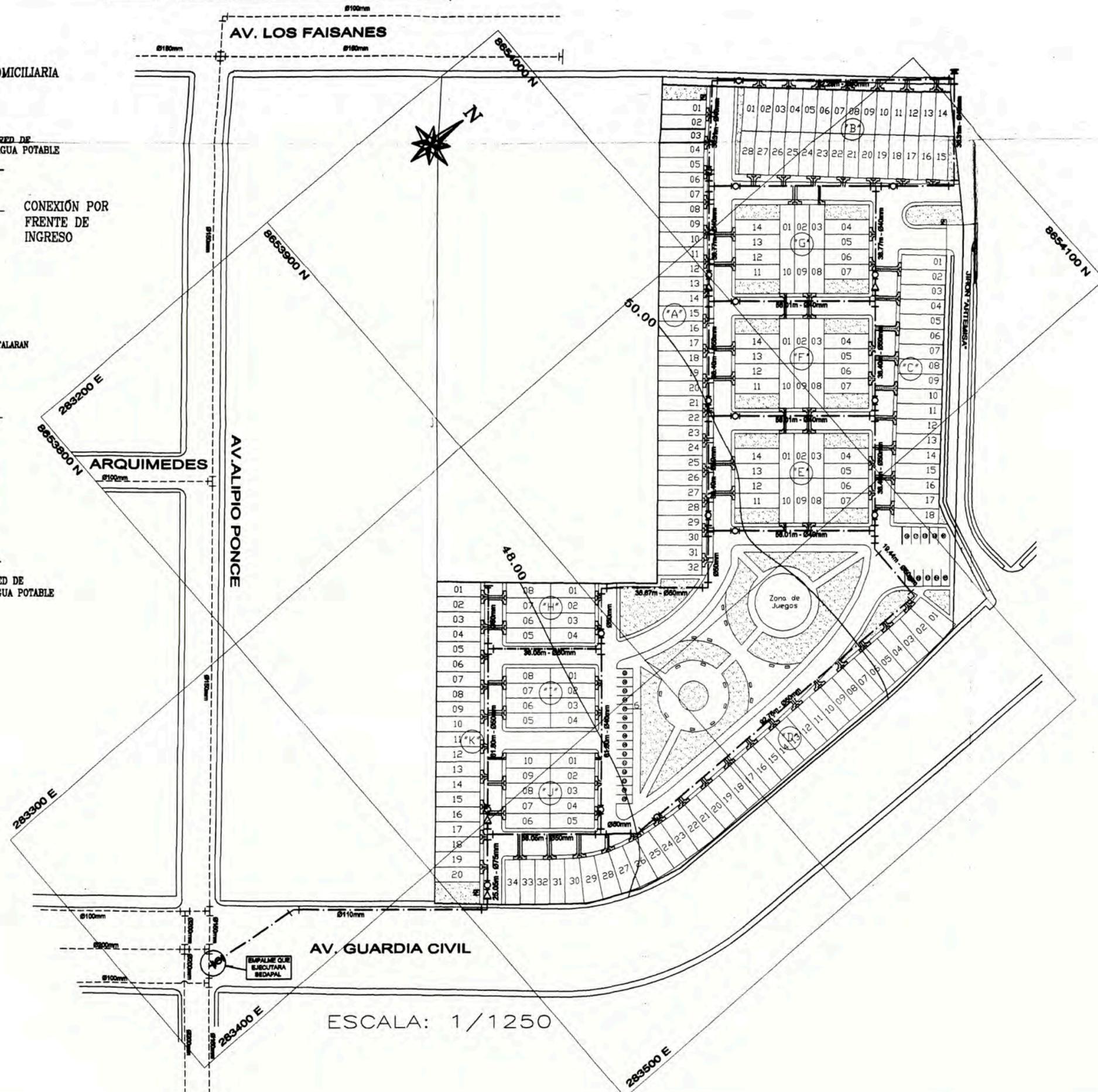
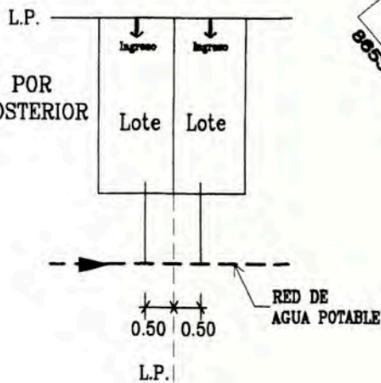
CANTIDAD DE CONEXIONES DOMICILIARIAS = 200 Unid



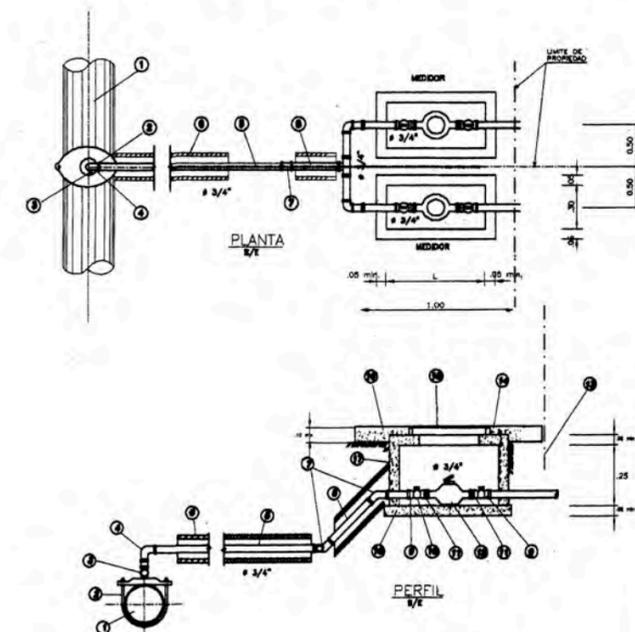
DETALLES DE CONEXIÓN DOMICILIARIA



LAS CONEXIONES DOMICILIARIAS SE INSTALARAN A 0.50m DEL LIMITE DE PROPIEDAD.



DETALLE DE CONEXION DOMICILIARIA



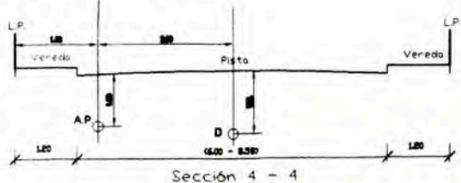
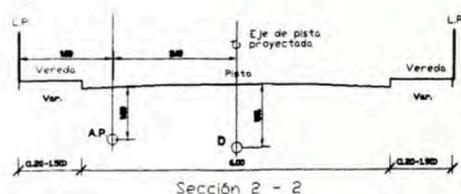
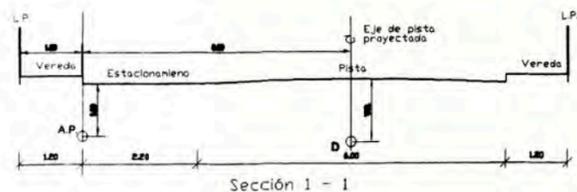
- LEYENDA DE CONEXION DOMICILIARIA
- ① MATRIZ DIAMETRO VARIABLE
 - ② ABRAZADERA DIAMETRO VARIABLE PERFORADA
 - ③ LLAVE DE TOMA (Corporation) TUERCA Y NIPLE CON PESTAÑA DE 0.08 m
 - ④ CACHIMBA O CURVA 90° DE DOBLE UNION - PRESION
 - ⑤ TUBERIA DE CONDUCCION
 - ⑥ FORRO TUB. 100 mm (4")
 - ⑦ CODO DE 45°
 - ⑧ NIPLE LONGITUD MINIMA = 0.30 m.
 - ⑨ UNION PRESION ROSCA
 - ⑩ LLAVE DE PASO
 - ⑪ NIPLE STANDARD CON TUERCA
 - ⑫ MEDIDOR O NIPLE
 - ⑬ LIMITE DE PROPIEDAD
 - ⑭ MARCO FIERRO GALVANIZADO
 - ⑮ TAPA FIERRO GALVANIZADO
 - ⑯ LOSA DE CONCRETO $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$
 - ⑰ CAJA DE MEDIDOR
 - ⑱ SOLADO DE CONCRETO $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$

ESCALA: 1/1250

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		TITULACIÓN 2005
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - DIRECCIÓN DE ESCUELA PROFESIONAL		
Rodas Cotrina Luis		
CONJUNTO RESIDENCIAL "GUARDIA CIVIL"	PROYECTO AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	LÁMINA
PLANO	CONEXIONES DOMICILIARIAS AGUA POTABLE	IS-03
ESCALA	Indicada	FECHA Marzo 2, 2006

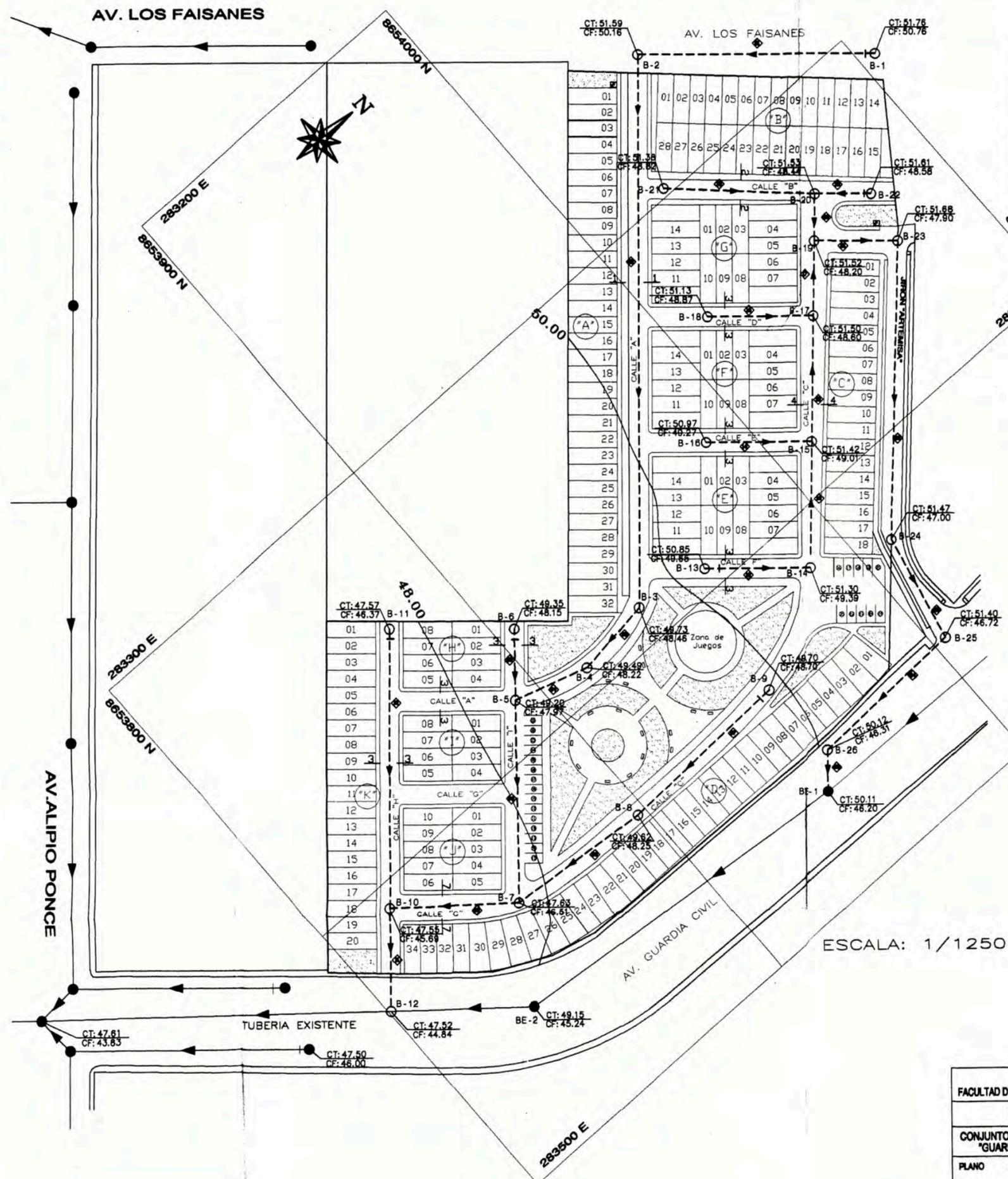
NORMAS TECNICAS VIGENTES

PRODUCTO	ESPECIFICACIONES
TUBOS DE POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO P.V.C. - UF	ISO / DIS 4436 : 1998
TAPAS DE CONCRETO ARMADO PARA BUZON	N.T.P. 350 - 111 : 1997
TAPAS DE CONCRETO ARMADO PARA CAJAS DE REGISTRO	N.T.P. 350 - 085 : 1997
MARCO DE FIERRO FUNDIDO GRIS PARA BUZON	N.T.P. 339 - 111 : 1997
CAJA PREFABRICADA DE CONCRETO PARA REGISTRO	N.T.P. 334 - 081 : 1999
CODO - CACHIMBA	N.T.P. ISO 4435:1998 DE PVC-UF
ANILLO DE CAUCHO	NTP - ISO 4833 : 1997



SECCIONES TRANSVERSALES

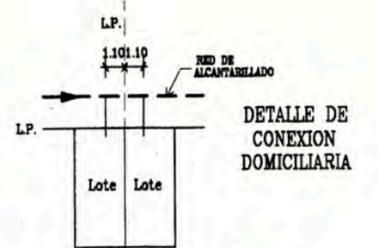
Esc. 1/200



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE ALCANTARILLADO PROYECTADO
	TUBERIA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE
	LIMITE PERIMETRICO
	BUZON PROYECTADO
	BUZON EXISTENTE
	CURVAS A NIVEL

METRADO BASE	
TUB. PROYECTADA #200mm-PVC SERIE 25	1,117.87 m
BUZONES PROYECTADOS - TIPO I	26 Unid.

NOTA : LAS CONEXIONES DOMICILIARIAS SE INSTALARAN A 1.10 m. DEL LIMITE DE PROPIEDAD.



LAS CONEXIONES DOMICILIARIAS SE INSTALARAN A 1.10m DEL LIMITE DE PROPIEDAD.

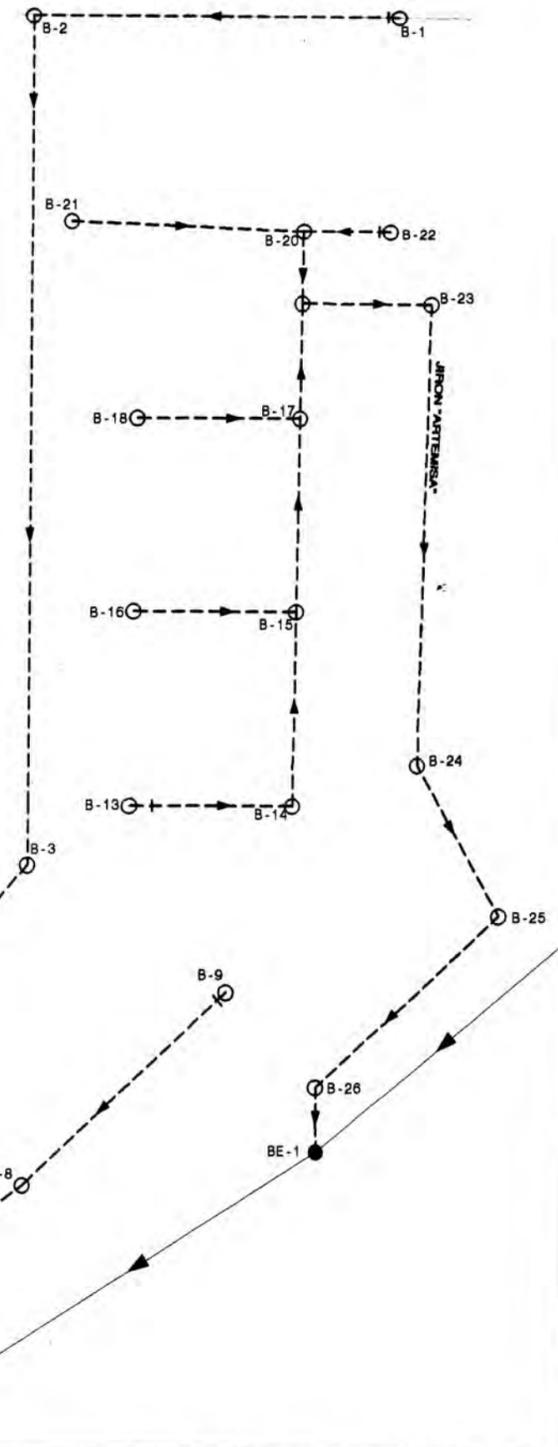
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - DIRECCION DE ESCUELA PROFESIONAL		TITULACION 2005
Rodas Cotrina Luis		LAMINA
CONJUNTO RESIDENCIAL "GUARDIA CIVIL"	PROYECTO AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	IS-04
PLANO RED DE DISTRIBUCION ALCANTARILLADO		
ESCALA	Indicada	FECHA
		Marzo 2,006

AV. LOS FAISANES

NORMAS TECNICAS VIGENTES

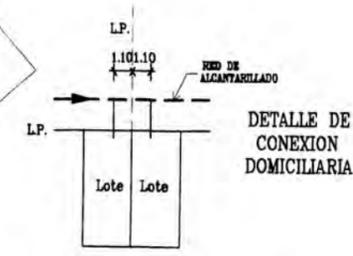
PRODUCTO	ESPECIFICACIONES
TUBOS DE POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO P.V.C. - UF	ISO / DIS 4435 : 1998
TAPAS DE CONCRETO ARMADO PARA BUZON	N.T.P. 350 - 111 : 1997
TAPAS DE CONCRETO ARMADO PARA CAJAS DE REGISTRO	N.T.P. 350 - 085 : 1997
MARCO DE FIERRO FUNDIDO GRIS PARA BUZON	N.T.P. 339 - 111 : 1997
CAJA PREFABRICADA DE CONCRETO PARA REGISTRO	N.T.P. 334 - 081 : 1999
CODO - CACHIMBA	N.T.P. ISO 4435:1998 DE PVC-UF
ANILLO DE CAUCHO	NTP - ISO 4633 : 1997

DIAGRAMA DE FLUJO

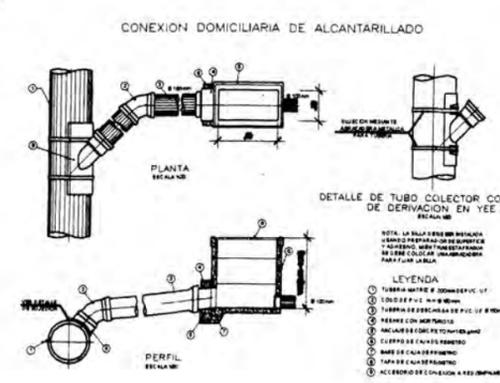


NOTA :
 1.- EL TIPO DE CEMENTO A EMPLEAR EN LA OBRA ES CEMENTO PORTLAND TIPO 1
 2.- TODAS LAS TUBERIAS PROYECTADAS SON DE 200mm
 4.- EL METRADO INDICADO EN ESTE PLANO HA CONSIDERADO LAS LONGITUDES INCLINADAS DE EJE A EJE DE LAS CAMARAS DE INSPECCION.

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE ALCANTARILLADO PROYECTADO
	TUBERIA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE
	CONEXION DOMICILIARIA
	TRAMO DE TUBERIA DE ALCANTARILLADO
	LIMITE PERIMETRICO
	BUZON PROYECTADO
	BUZON EXISTENTE
	CURVAS A NIVEL



LAS CONEXIONES DOMICILIARIAS SE INSTALARAN A 1.10m DEL LIMITE DE PROPIEDAD.



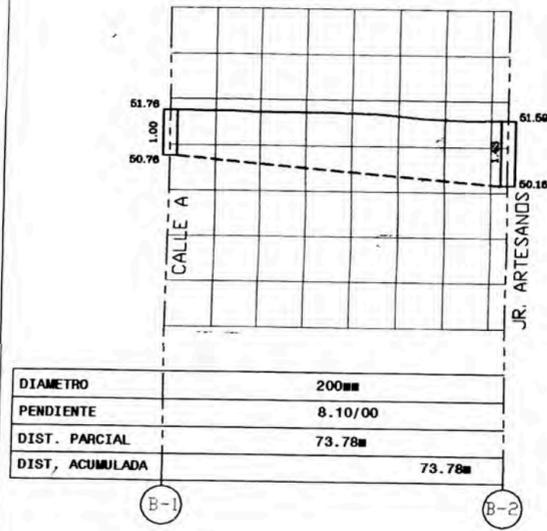
LEYENDA
 1. TUBERIA MADRE Ø 200mm PVC-UF
 2. TUBERIA P.V.C. Ø 150mm
 3. TUBERIA DE DERIVACION DE PVC-UF Ø 100mm
 4. PERNEO CON ANILLO
 5. ANILLO DE CAUCHO Ø 100mm
 6. CODO DE CAUCHO Ø 100mm
 7. TAPA DE CAUCHO Ø 100mm
 8. ACCESORIO DE CONEXION A REEMPLAZAR (CODO)

AV. ALIPIO PONCE

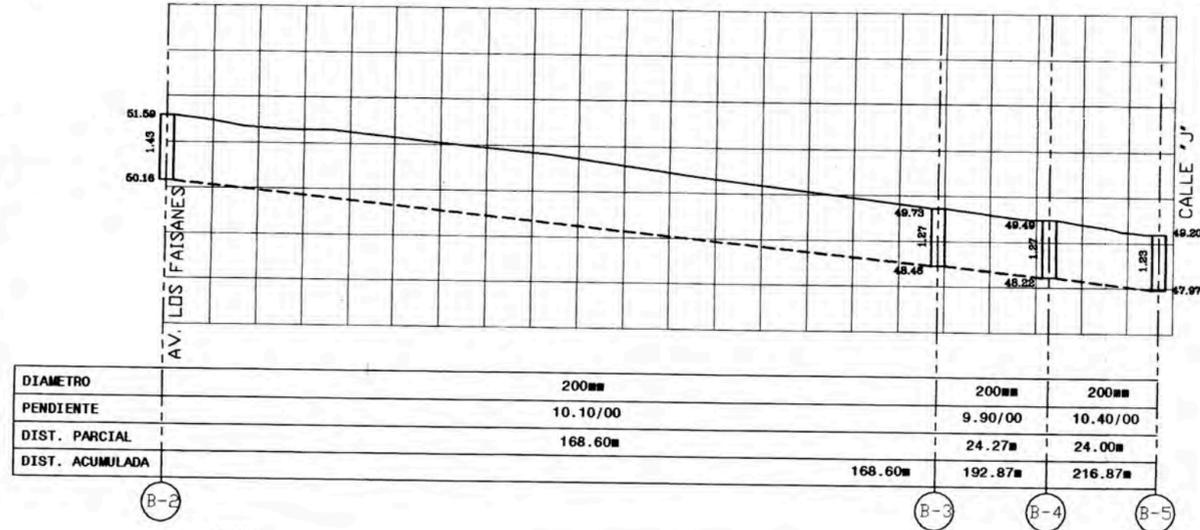
CONEXIONES DOMICILIARIAS
 ESC. 1/1250

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - DIRECCION DE ESCUELA PROFESIONAL		TITULACION 2005
Rodas Cotrina Luis		LAMINA
CONJUNTO RESIDENCIAL "GUARDIA CIVIL"	PROYECTO AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	IS-05
PLANO CONEXIONES DOMICILIARIAS ALCANTARILLADO Y DIAGRAMA DE FLUJO		
ESCALA Indicada	FECHA Marzo 2,008	

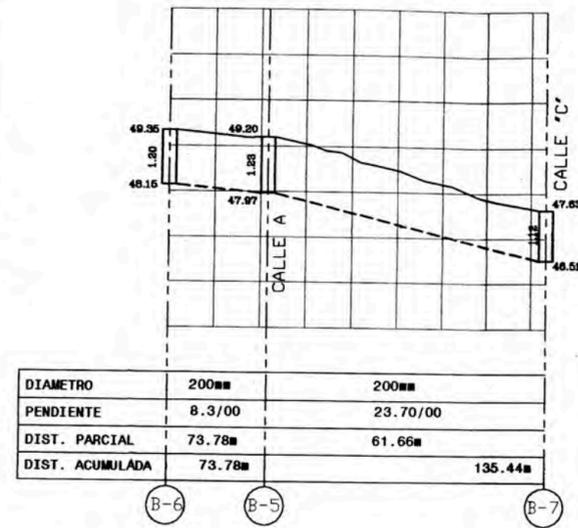
AV. LOS FAISANES



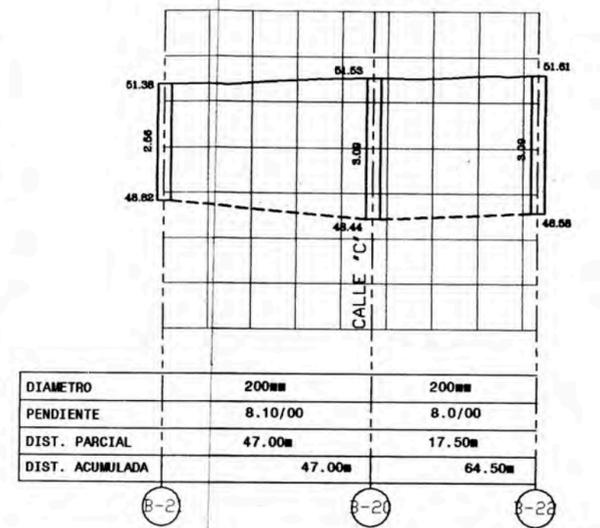
CALLE "A"



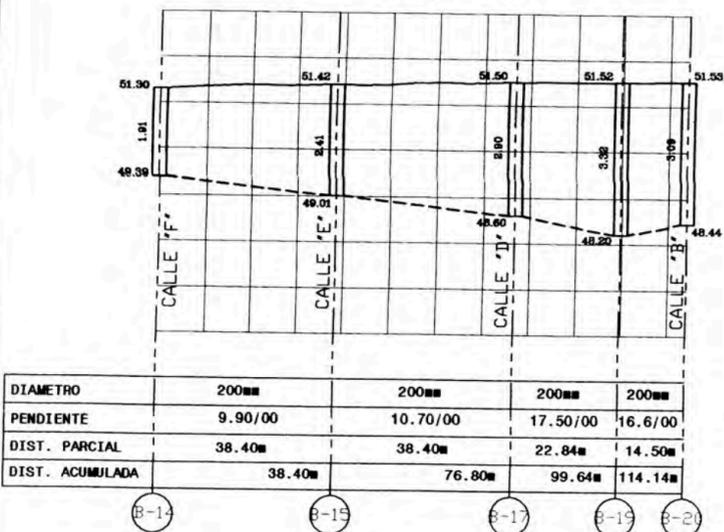
CALLE "I"



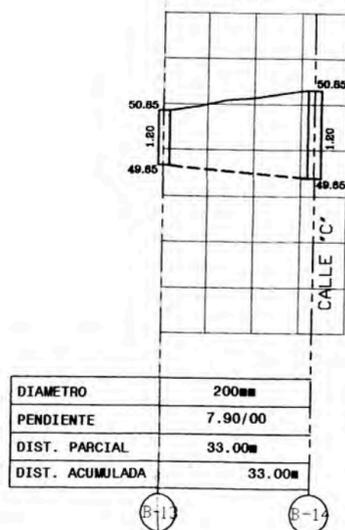
CALLE "B"



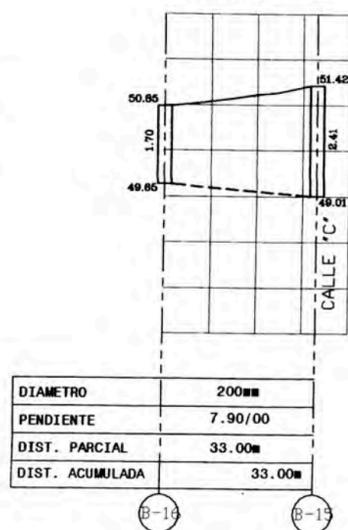
CALLE "C"



CALLE "F"



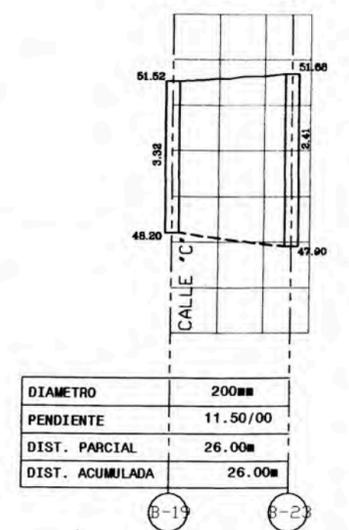
CALLE "E"



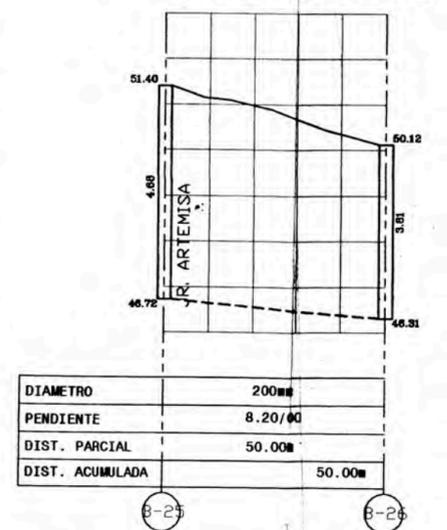
CALLE "D"



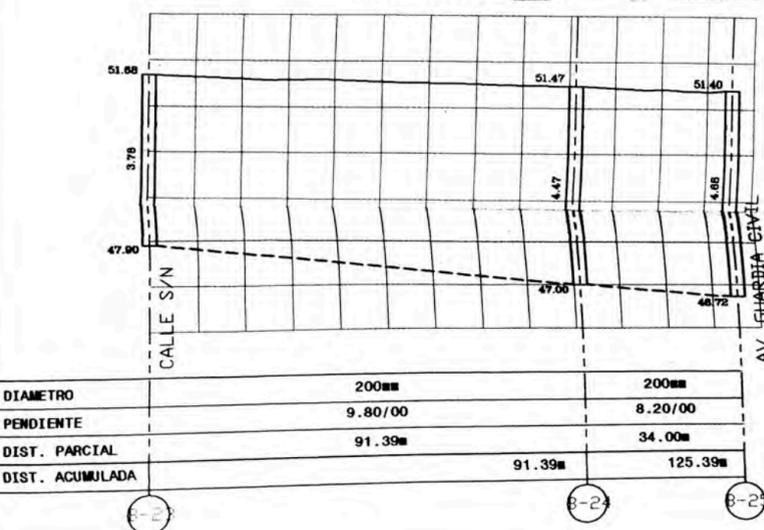
CALLE "S/N"



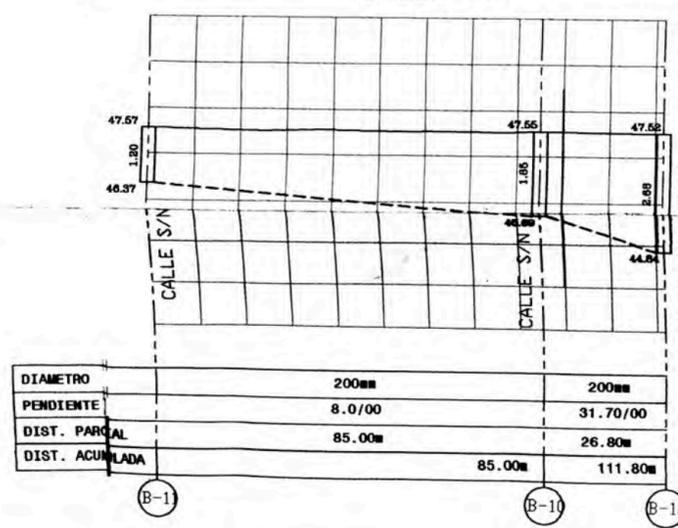
AV. GUARDIA CIVIL



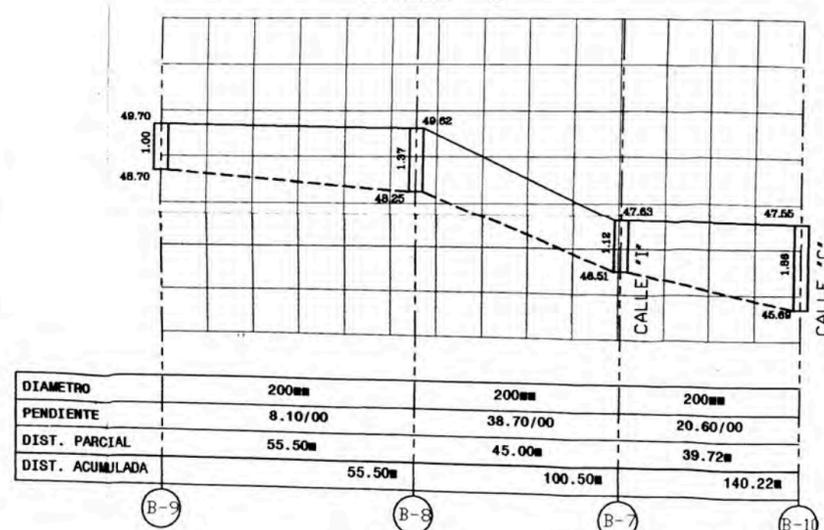
JR. ARTEMISA



CALLE "H"



CALLE "C"



LEYENDA

- (Nº) BUZON PROYECTADO
- BUZON EXISTENTE
- TERRENO NATURAL
- ▨ CORTE Y/O RELLENO A SER EJECUTADO POR LA POBLACION

PLANOS DE ARQUITECTURA

Lotización, Lamina N° L - 01

Sistemas Constructivos, Lamina N° L - 02

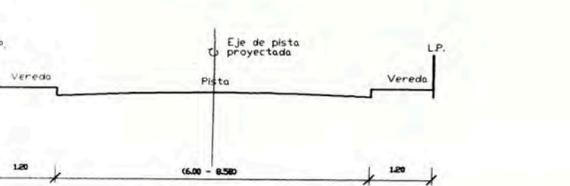
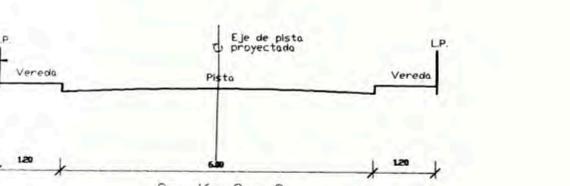
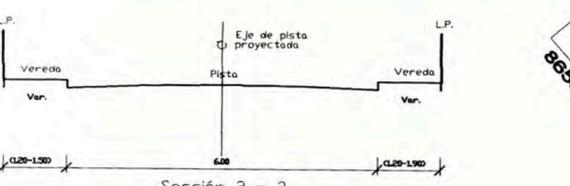
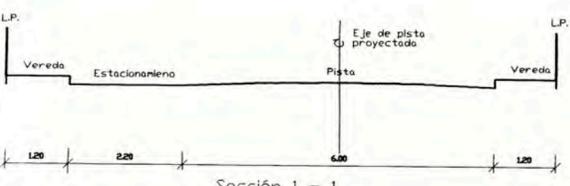
Arquitectura, Lamina N° A - 01

Arquitectura, Lamina N° A - 02

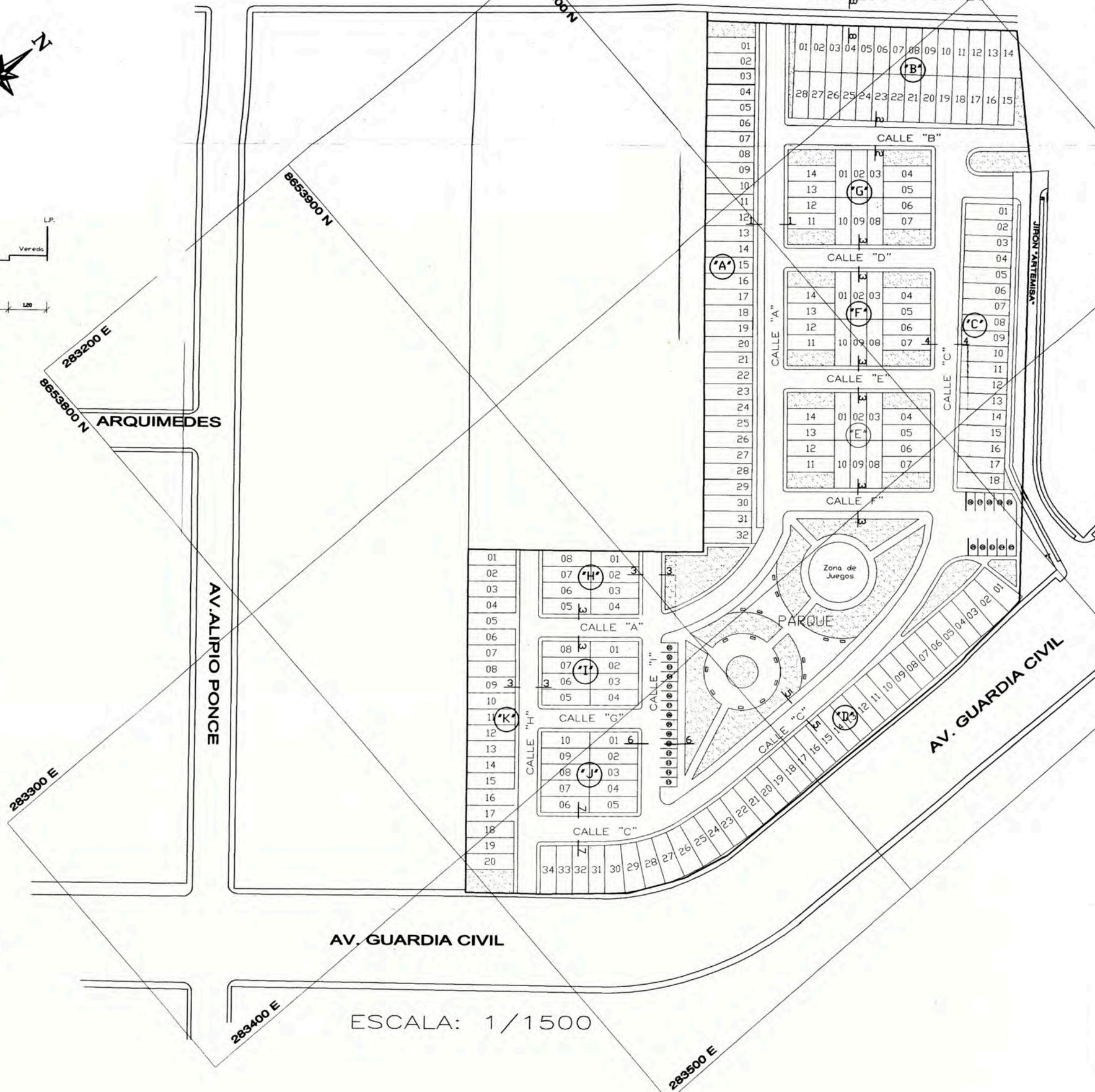


AV. LOS FAISANES

AV. LOS FAISANES



SECCIONES TRANSVERSALES
Esc. 1/200



MANZANA "A"		MANZANA "B"		MANZANA "C"		MANZANA "D"	
# LOTE	AREA	# LOTE	AREA	# LOTE	AREA	# LOTE	AREA
01	75.00 m ²	01	75.00 m ²	01	75.00 m ²	01	75.00 m ²
02	75.00 m ²	02	75.00 m ²	02	75.00 m ²	02	86.25 m ²
03	75.00 m ²	03	75.00 m ²	03	75.00 m ²	03	75.00 m ²
04	75.00 m ²	04	75.00 m ²	04	75.00 m ²	04	75.00 m ²
05	75.00 m ²	05	75.00 m ²	05	75.00 m ²	05	75.00 m ²
06	75.00 m ²	06	75.00 m ²	06	75.00 m ²	06	75.00 m ²
07	75.00 m ²	07	75.00 m ²	07	75.00 m ²	07	75.00 m ²
08	75.00 m ²	08	75.00 m ²	08	75.00 m ²	08	75.00 m ²
09	75.00 m ²	09	75.00 m ²	09	75.00 m ²	09	75.00 m ²
10	75.00 m ²	10	75.00 m ²	10	75.00 m ²	10	75.00 m ²
11	75.00 m ²	11	75.00 m ²	11	75.00 m ²	11	75.00 m ²
12	75.00 m ²	12	75.00 m ²	12	75.00 m ²	12	75.00 m ²
13	75.00 m ²	13	75.00 m ²	13	75.00 m ²	13	75.00 m ²
14	75.00 m ²	14	81.915 m ²	14	75.00 m ²	14	75.00 m ²
15	75.00 m ²	15	119.527 m ²	15	75.00 m ²	15	75.00 m ²
16	75.00 m ²	16	75.00 m ²	16	75.00 m ²	16	75.00 m ²
17	75.00 m ²	17	75.00 m ²	17	75.00 m ²	17	75.00 m ²
18	75.00 m ²	18	75.00 m ²	18	75.00 m ²	18	75.00 m ²
19	75.00 m ²	19	75.00 m ²	19	75.00 m ²	19	75.00 m ²
20	75.00 m ²	20	75.00 m ²	20	75.00 m ²	20	75.00 m ²
21	75.00 m ²	21	75.00 m ²	21	75.00 m ²	21	75.00 m ²
22	75.00 m ²	22	75.00 m ²	22	75.00 m ²	22	75.00 m ²
23	75.00 m ²	23	75.00 m ²	23	75.00 m ²	23	75.00 m ²
24	75.00 m ²	24	75.00 m ²	24	75.00 m ²	24	75.00 m ²
25	75.00 m ²	25	75.00 m ²	25	75.00 m ²	25	86.25 m ²
26	75.00 m ²	26	75.00 m ²	26	75.00 m ²	26	86.25 m ²
27	75.00 m ²	27	75.00 m ²	27	75.00 m ²	27	86.25 m ²
28	75.00 m ²	28	75.00 m ²	28	75.00 m ²	28	86.25 m ²
29	75.00 m ²	29	75.00 m ²	29	75.00 m ²	29	86.25 m ²
30	75.00 m ²	30	75.00 m ²	30	75.00 m ²	30	86.25 m ²
31	75.00 m ²	31	75.00 m ²	31	75.00 m ²	31	75.00 m ²
32	75.00 m ²	32	75.00 m ²	32	75.00 m ²	32	75.00 m ²
33	75.00 m ²	33	75.00 m ²	33	75.00 m ²	33	75.00 m ²
34	75.00 m ²	34	75.00 m ²	34	75.00 m ²	34	75.00 m ²

MANZANA "E"		MANZANA "F"		MANZANA "G"		MANZANA "H"	
# LOTE	AREA						
01	75.00 m ²						
02	75.00 m ²						
03	75.00 m ²						
04	75.00 m ²						
05	75.00 m ²						
06	75.00 m ²						
07	75.00 m ²						
08	75.00 m ²						
09	75.00 m ²						
10	75.00 m ²						
11	75.00 m ²						
12	75.00 m ²						
13	75.00 m ²						
14	75.00 m ²						

MANZANA "I"		MANZANA "J"		MANZANA "K"	
# LOTE	AREA	# LOTE	AREA	# LOTE	AREA
01	75.00 m ²	01	75.00 m ²	01	75.00 m ²
02	75.00 m ²	02	75.00 m ²	02	75.00 m ²
03	75.00 m ²	03	75.00 m ²	03	75.00 m ²
04	75.00 m ²	04	75.00 m ²	04	75.00 m ²
05	75.00 m ²	05	75.00 m ²	05	75.00 m ²
06	75.00 m ²	06	75.00 m ²	06	75.00 m ²
07	75.00 m ²	07	75.00 m ²	07	75.00 m ²
08	75.00 m ²	08	75.00 m ²	08	75.00 m ²
09	75.00 m ²	09	75.00 m ²	09	75.00 m ²
10	75.00 m ²	10	75.00 m ²	10	75.00 m ²
11	75.00 m ²	11	75.00 m ²	11	75.00 m ²
12	75.00 m ²	12	75.00 m ²	12	75.00 m ²
13	75.00 m ²	13	75.00 m ²	13	75.00 m ²
14	75.00 m ²	14	75.00 m ²	14	75.00 m ²
15	75.00 m ²	15	75.00 m ²	15	75.00 m ²
16	75.00 m ²	16	75.00 m ²	16	75.00 m ²
17	75.00 m ²	17	75.00 m ²	17	75.00 m ²
18	75.00 m ²	18	75.00 m ²	18	75.00 m ²
19	75.00 m ²	19	75.00 m ²	19	75.00 m ²
20	75.00 m ²	20	75.00 m ²	20	75.00 m ²

ÁREA DEL TERRENO: 30,281.42
 ÁREA DE PARQUES: 5,526.77 m² (18.25%)
 ÁREA DE PISTAS: 9,614.43 m²
 ÁREA DE LOTES: 15,140.217 m² (50.00%)

ESCALA: 1/1500

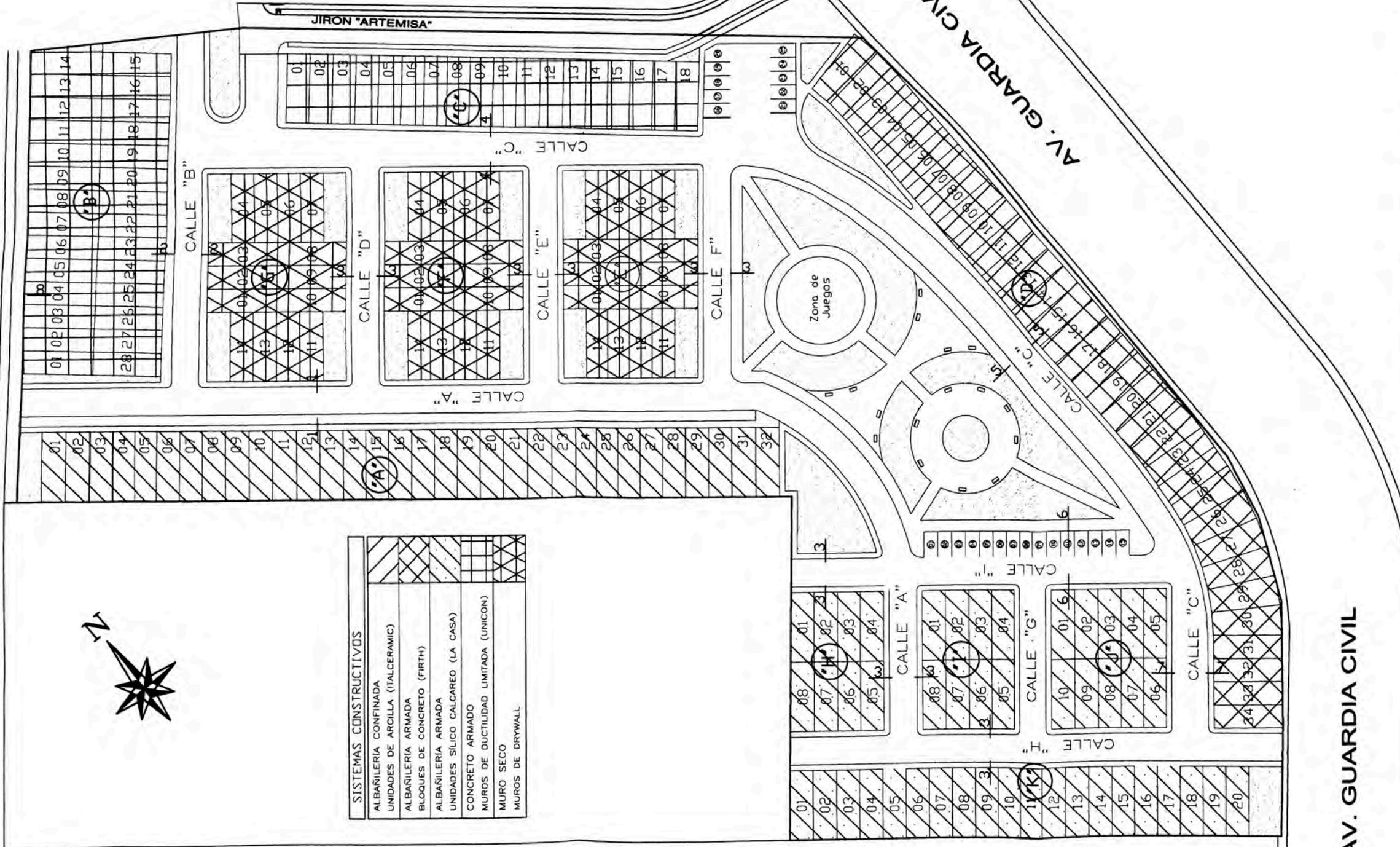
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		TITULACIÓN 2005
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - DIRECCIÓN DE ESCUELA PROFESIONAL		
Rodas Cotrina Luis		
CONJUNTO RESIDENCIAL "GUARDIA CIVIL"	PROYECTO VIVIENDAS UNIFAMILIARES	LÁMINA
PLANO	LOTIZACIÓN	L-01
ESCALA	Indicada	FECHA
		Marzo 2,006

AV. LOS FAISANES

AV. LOS FAISANES



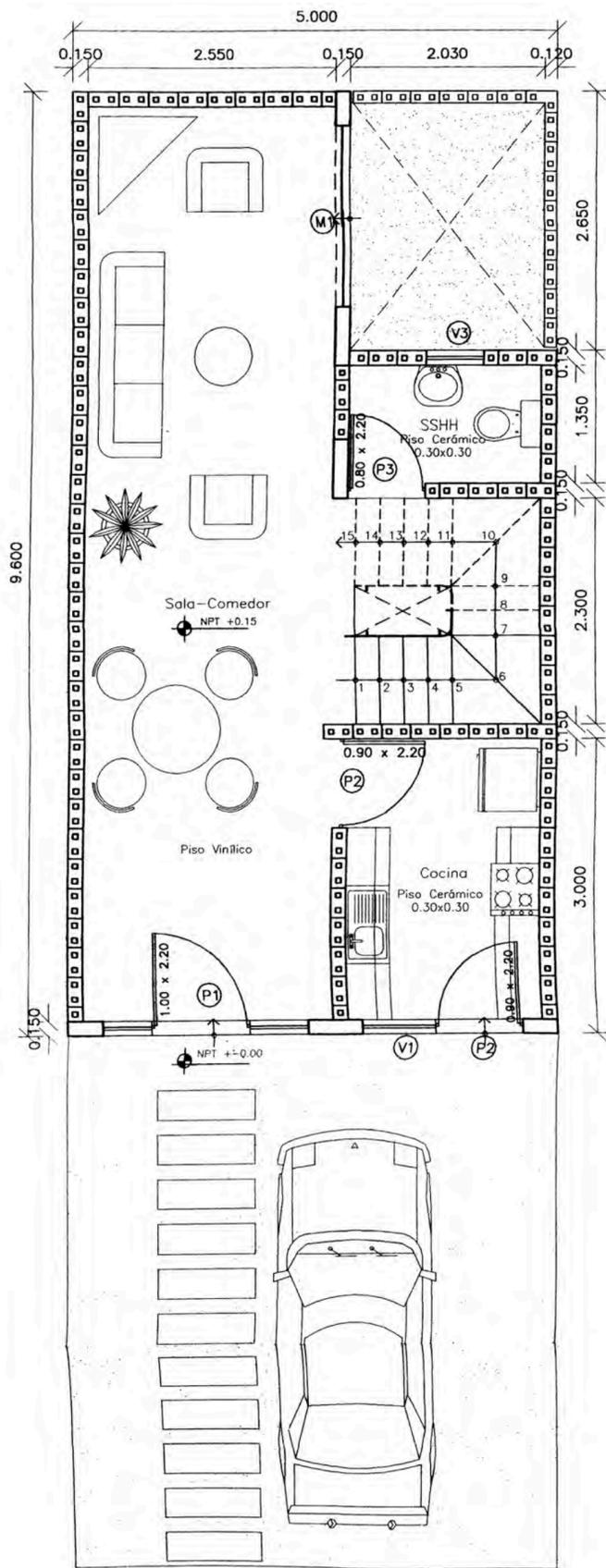
SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	
ALBAÑILERIA CONFINADA	[Hatched pattern]
UNIDADES DE ARCILLA (ITALCERAMIC)	[Hatched pattern]
ALBAÑILERIA ARMADA	[Hatched pattern]
BLOQUES DE CONCRETO (FIRTH)	[Hatched pattern]
ALBAÑILERIA ARMADA	[Hatched pattern]
UNIDADES SILICO CALCAREO (LA CASA)	[Hatched pattern]
CONCRETO ARMADO	[Hatched pattern]
MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA (UNICON)	[Hatched pattern]
MUJO SECO	[Hatched pattern]
MUROS DE DRYWALL	[Hatched pattern]



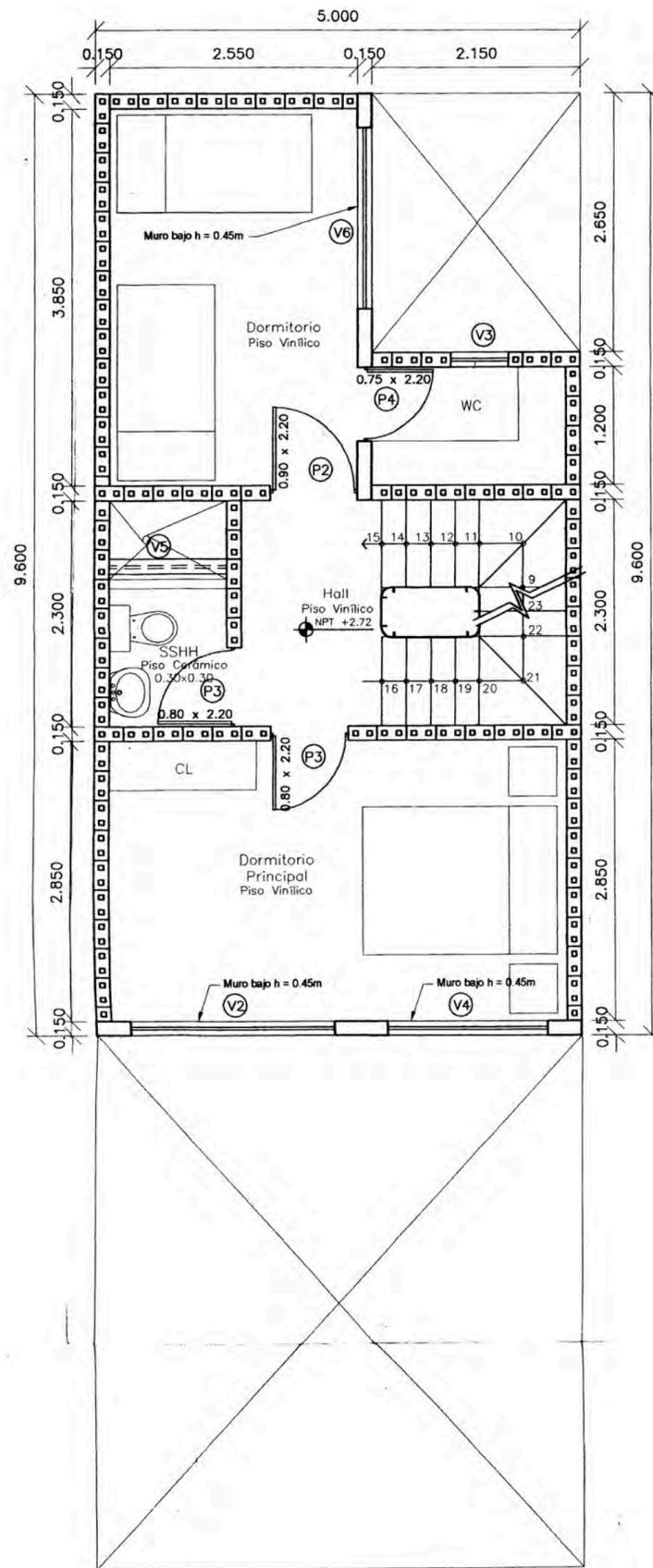
AV. GUARDIA CIVIL

ESCALA: 1 / 1000

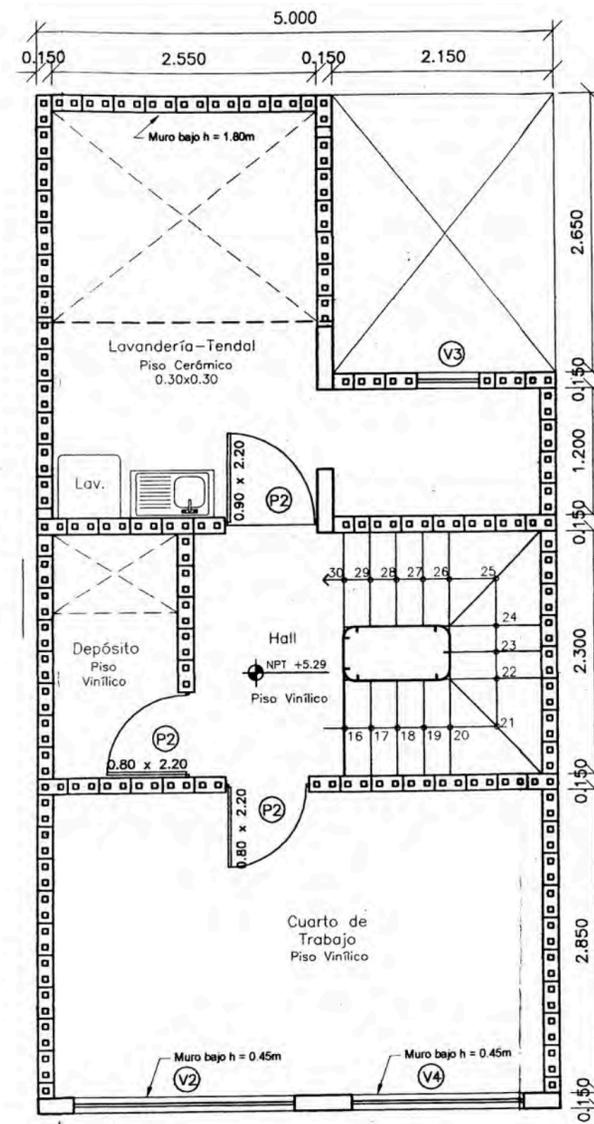
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - DIRECCIÓN DE ESCUELA PROFESIONAL		TITULACIÓN 2005
Rodas Cotrina Luis		LAMINA
		L-02
CONJUNTO RESIDENCIAL "GUARDIA CIVIL"	PROYECTO ARQUITECTURA	
PLANO SISTEMAS CONSTRUCTIVOS		
ESCALA Indicada	FECHA Marzo 2,006	



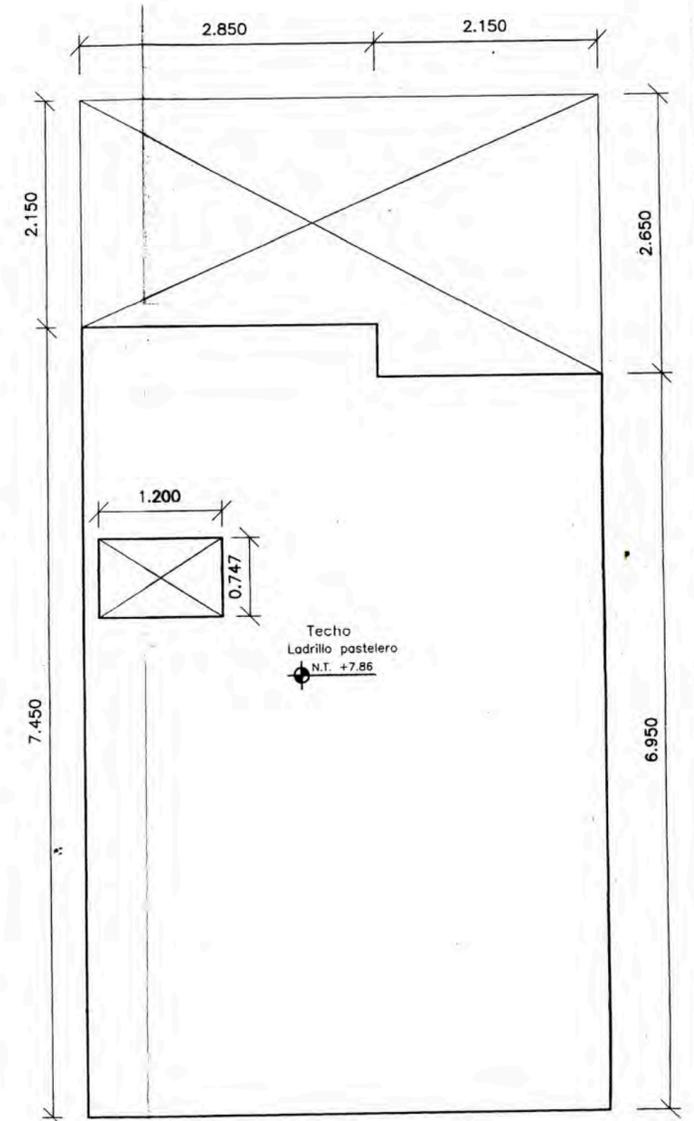
PRIMER PISO



SEGUNDO PISO

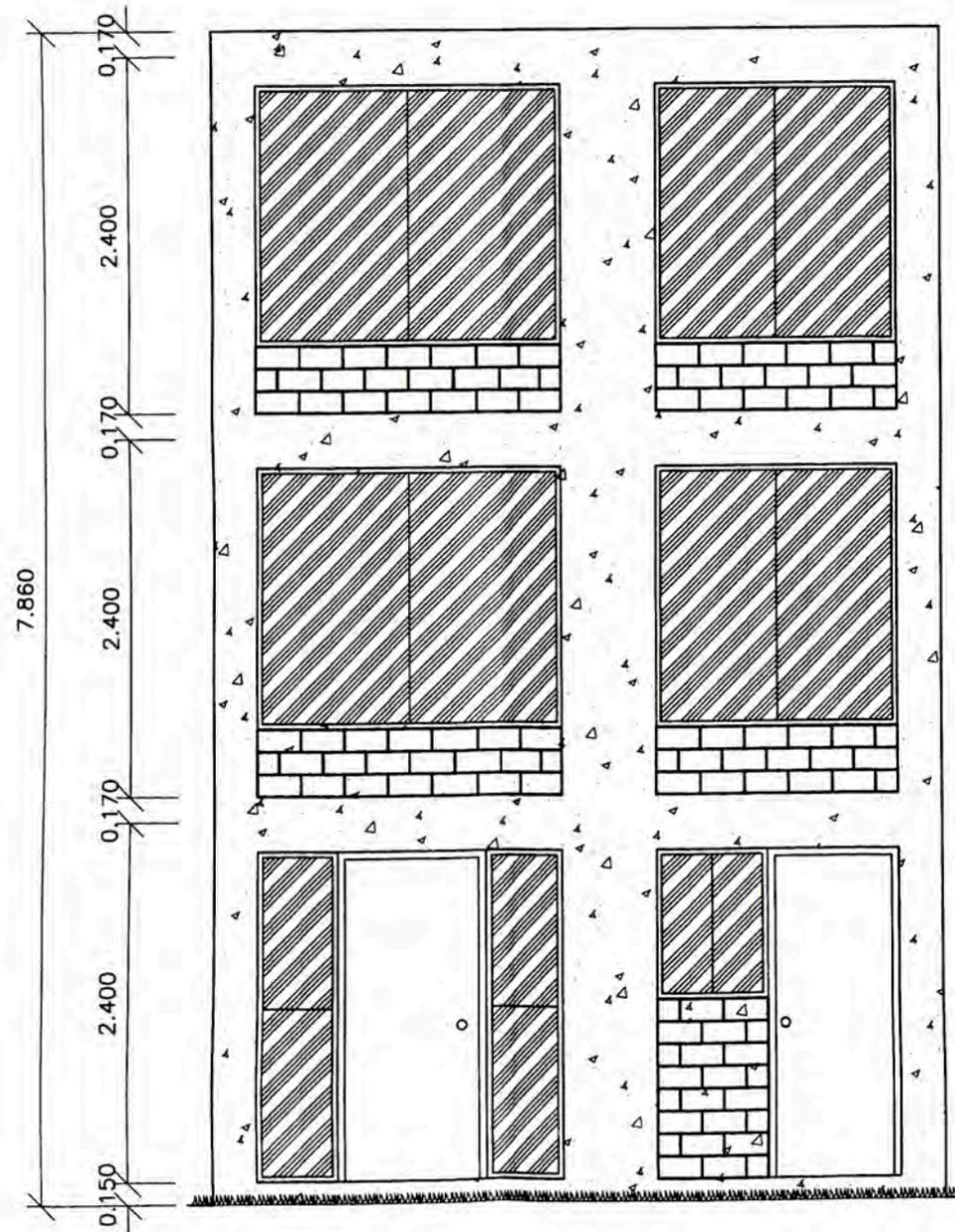


TERCER PISO
(Futura ampliación)



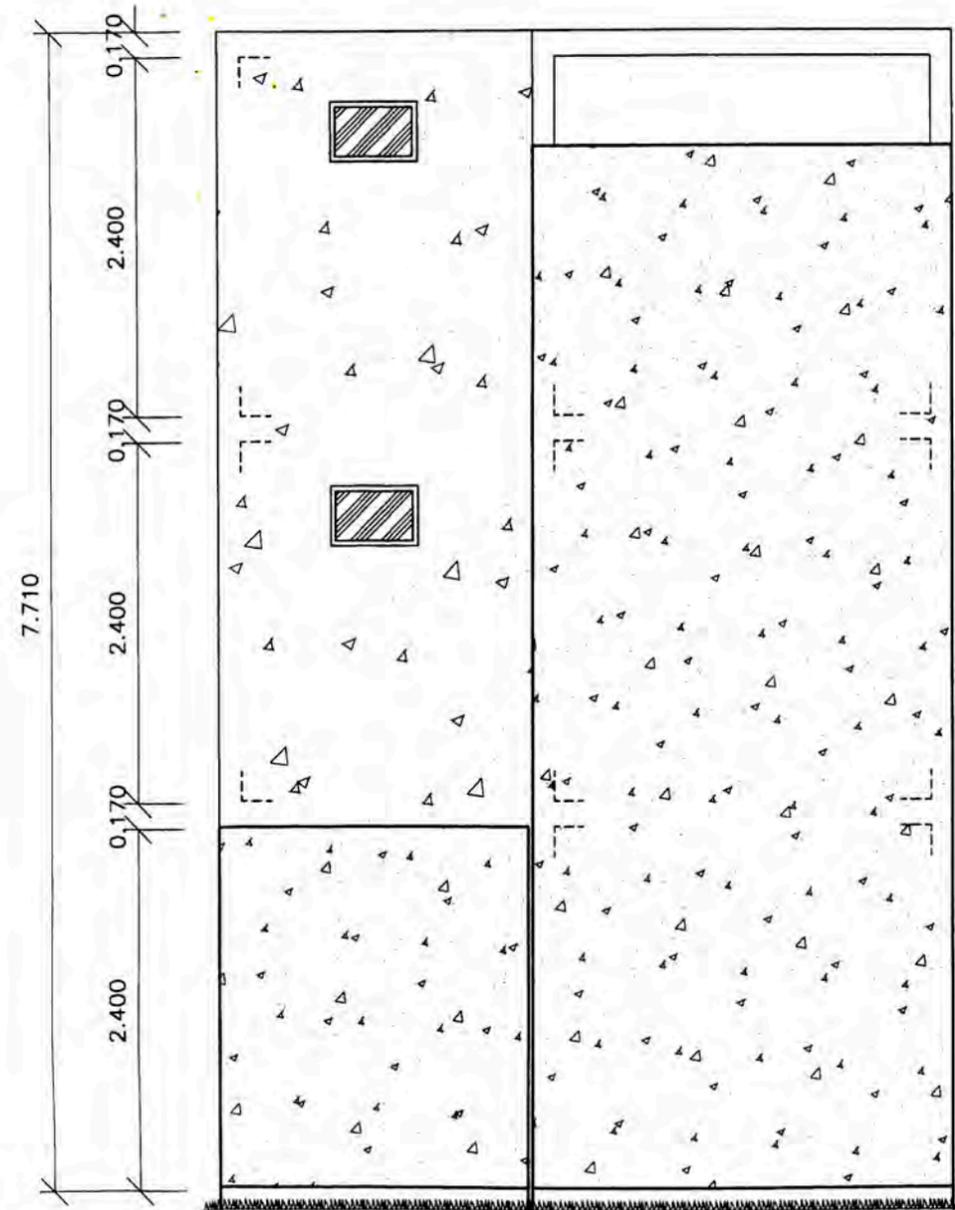
PLANTA DE TECHO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - DIRECCIÓN DE ESCUELA PROFESIONAL		TITULACIÓN 2005
Rodas Cotrina Luis		
CONJUNTO RESIDENCIAL "GUARDIA CIVIL"	PROYECTO ARQUITECTURA	LÁMINA
PLANO DISTRIBUCIÓN - VIVIENDA TÍPICA Sistema Constructivo: Alfarería Armada (La Casa)	FECHA Marzo 2,006	A-01
ESCALA 1/50		



ELEVACIÓN FRONTAL

CUADRO DE VANOS		
VANOS	ANCHO	ALTO
P-1	2.10	2.200
P-2	0.90	2.200
P-3	0.80	2.200
P-4	0.75	2.200
M-1	1.85	2.200



ELEVACIÓN POSTERIOR

CUADRO DE VANOS			
VANOS	ANCHO	ALTO	ALF.
V1	0.75	1.00	1.200
V2	2.10	1.75	0.450
V3	0.60	0.40	1.700
V4	1.65	1.75	0.450
V5	1.00	0.20	2.200
V6	1.80	1.75	0.450

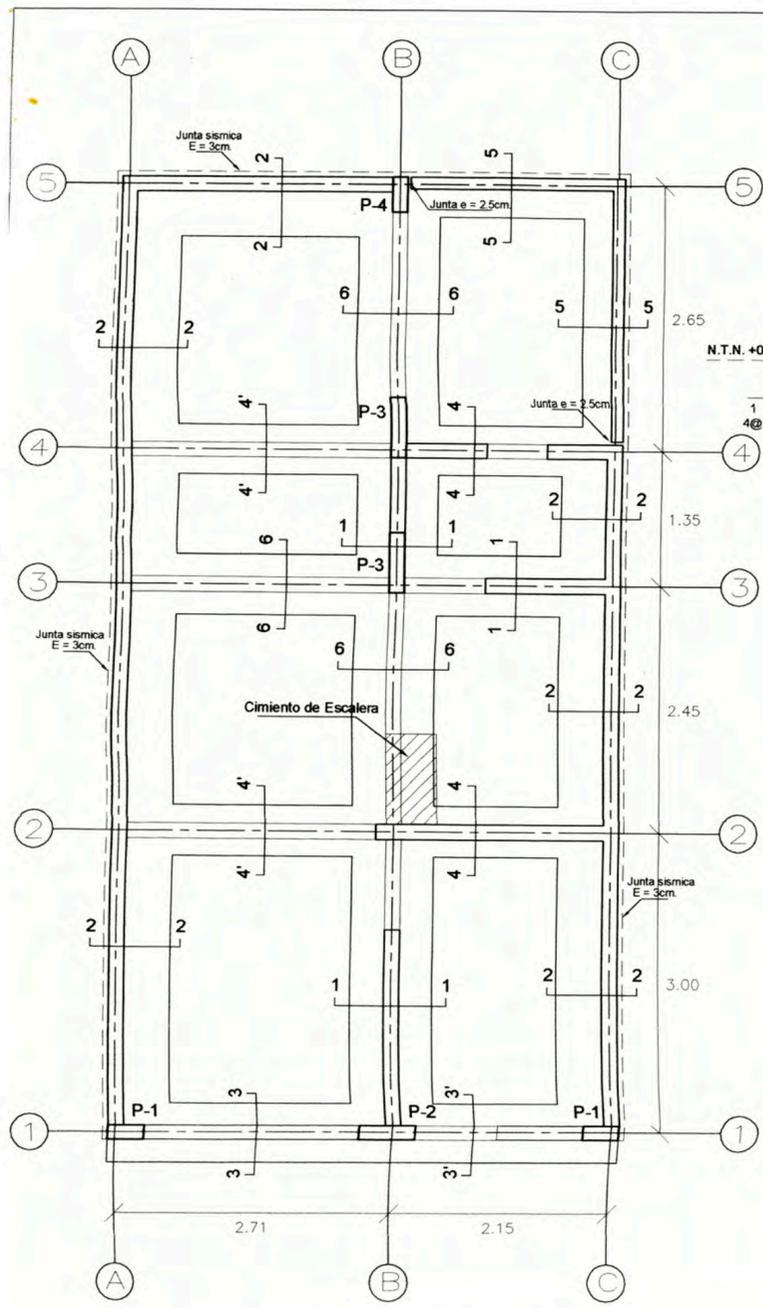
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - DIRECCIÓN DE ESCUELA PROFESIONAL		TITULACIÓN 2005
Rodas Cotrina Luis		LÁMINA
CONJUNTO RESIDENCIAL "GUARDIA CIVIL"	PROYECTO ARQUITECTURA	A-02
PLANO ELEVACION, CUADRO DE VANOS Y ACABADOS Sistema Constructivo: Albañilería Armada (La Casa)	FECHA Marzo 2,006	
ESCALA 1/50		

PLANOS DE ESTRUCTURAS

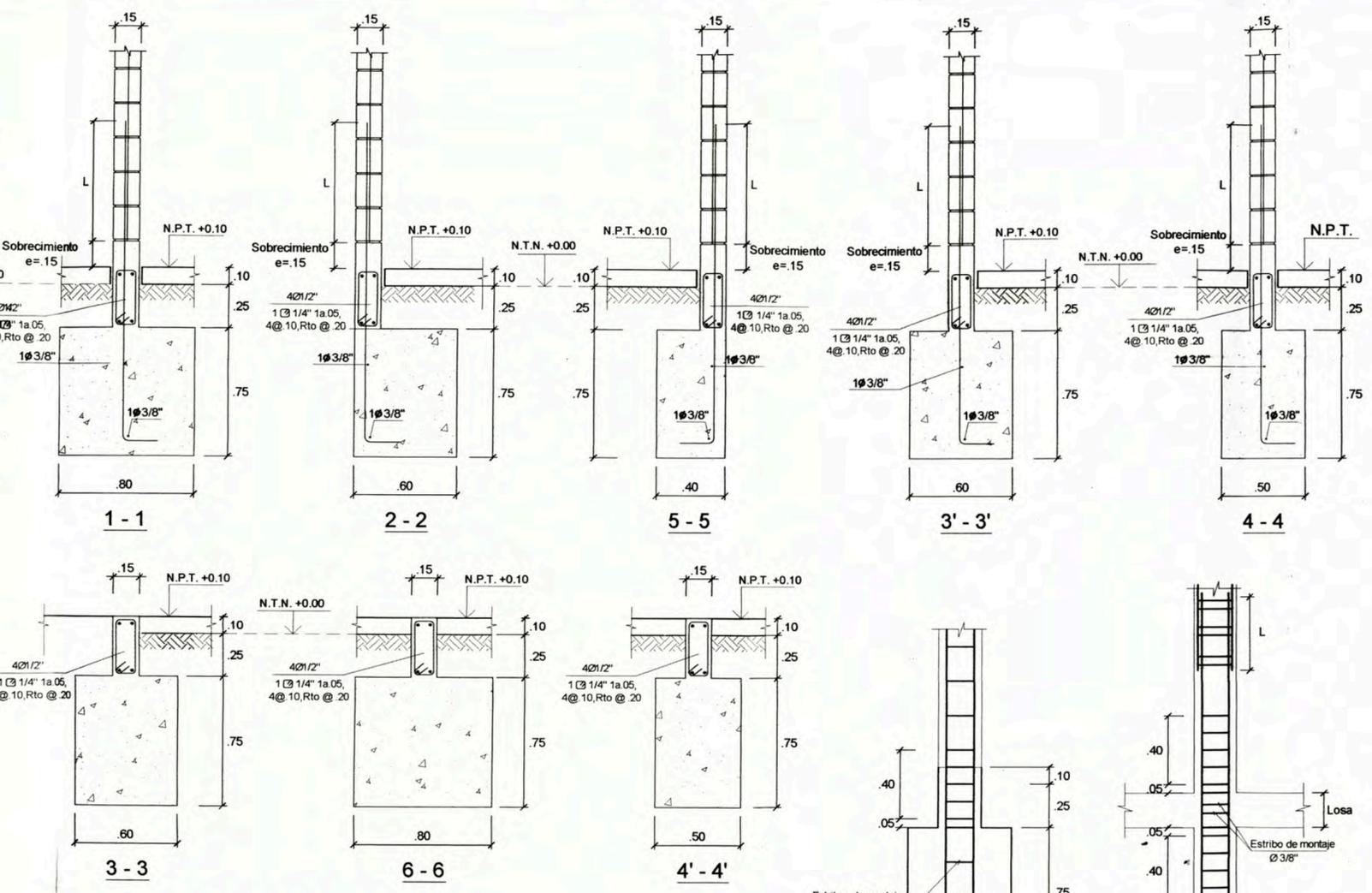
Cimentaciones, Lamina N° E - 01

Aligerado, Lamina N° E - 02

Modulación del sistema, Lamina N° E - 03

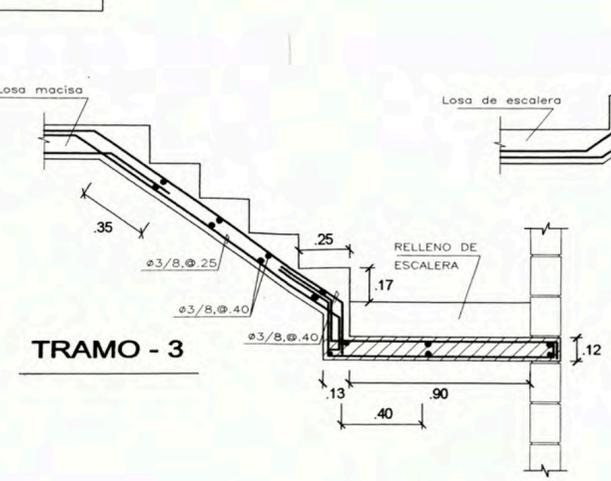
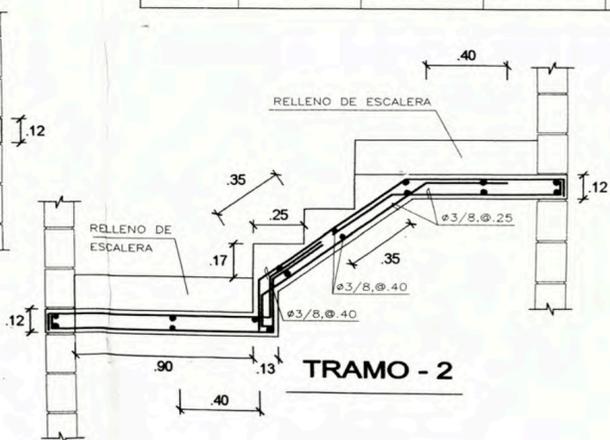
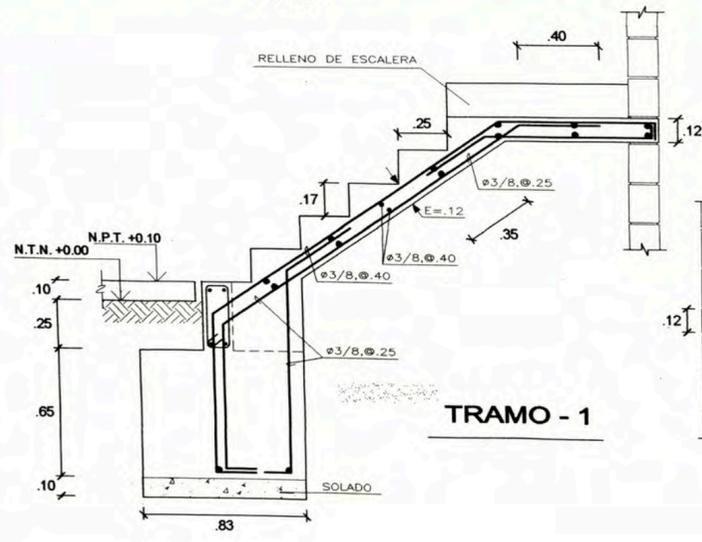


PLANTA CIMENTACIÓN TÍPICA
MODULO 1 CASA
 Esc. 1:50



CUADRO DE PLACAS

ARMADURA	6Ø1/2"	8Ø1/2"	8Ø1/2"	6Ø1/2"
ESTRIBOS	1 Ø1/4" 1 a .05,	2 Ø1/4" 4@.10,	2 Ø1/4" Rto @.20	1 Ø1/4"
NIVELES	1°, 2° y 3°	1°, 2° y 3°	1°, 2° y 3°	1°, 2°
SECCIÓN				
	P-1	P-2	P-3	P-4

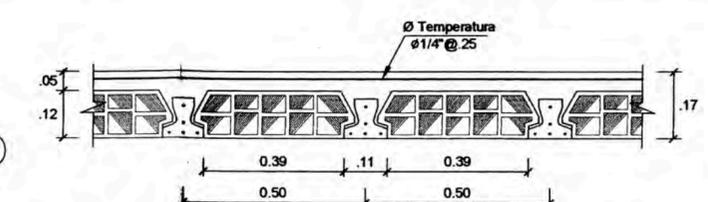
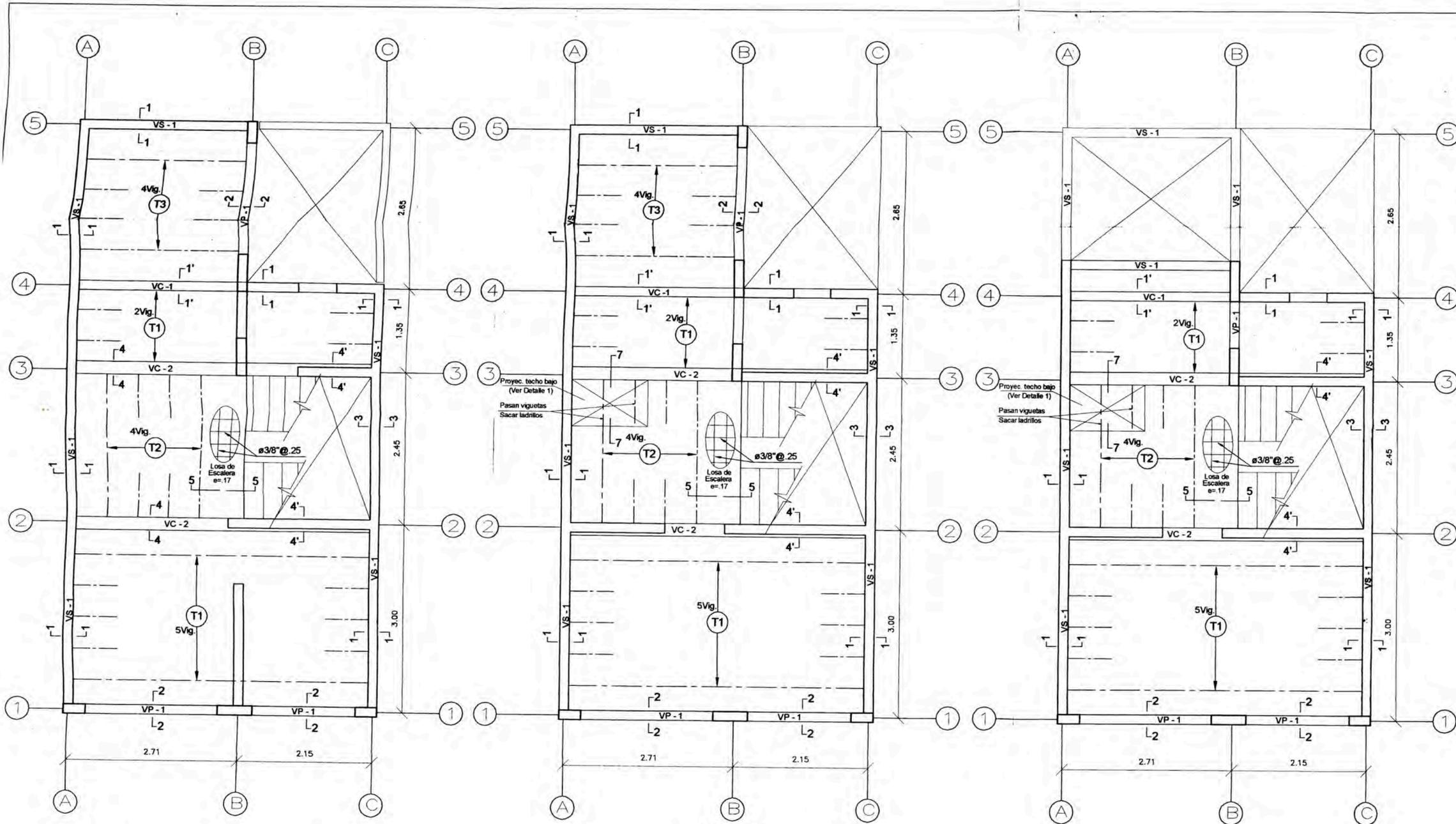


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
TERRENO		
Esfuerzo admisible en el terreno (según estudio de suelos del Grupo orión)	$\sigma = 0.94 \text{ kg/cm}^2$	
Profundidad de cimentación	1.00 m	
Suelos arcillosos	CL	
Coefficiente de fricción (ϕ)	29.6°	
Estrato de apoyo del cimiento	CL	
Cimiento corrido (cemento Tipo I)	Porthand Tipo I	
CONCRETO		
Cimentos y sobrecimientos	$f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$	
Placas y losas	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	
ACERO		
Acero de refuerzo Grado 60 (ITINTEC 341-031)	$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$	
ALBAÑILERÍA (Norma ITINTEC 339.005)		
Bloques silico calcáreo .15 x .30 x .15	$f_b = 180 \text{ kg/cm}^2$	
TIPO V	$f_m = 110 \text{ kg/cm}^2$	
	$V_m = 9.80 \text{ kg/cm}$	
CONCRETO LIQUIDO		
Concreto líquido en todos los alveolos y canales, 1:3 cemento : arena. Slump 11"		
Recubrimientos en elementos de concreto armado		
Placas y columnas	3.0 cm	
Losas y vigas chatas	2.5 cm	
SOBRECARGAS DE DISEÑO		
Áreas de vivienda	200 kg/m ²	
Acabados	100 kg/m ²	
Azoteas	100 kg/m	
Factores Para la Determinación de Fuerzas Sísmicas		
Categoría = "C"		
Configuración estructural = "Irregular"		
Sistema estructural = "Albañilería armada"		
Z = 0.4		
U = 1.0		
C = 2.5		
S = 1.2		
R = 3.0		
Distorsión =		
Nivel	δ_x	δ_y
1	0.000986	0.000054
2	0.001285	0.000082
3	0.001150	0.000079

LONGITUD DE EMPALMES Y GANCHOS

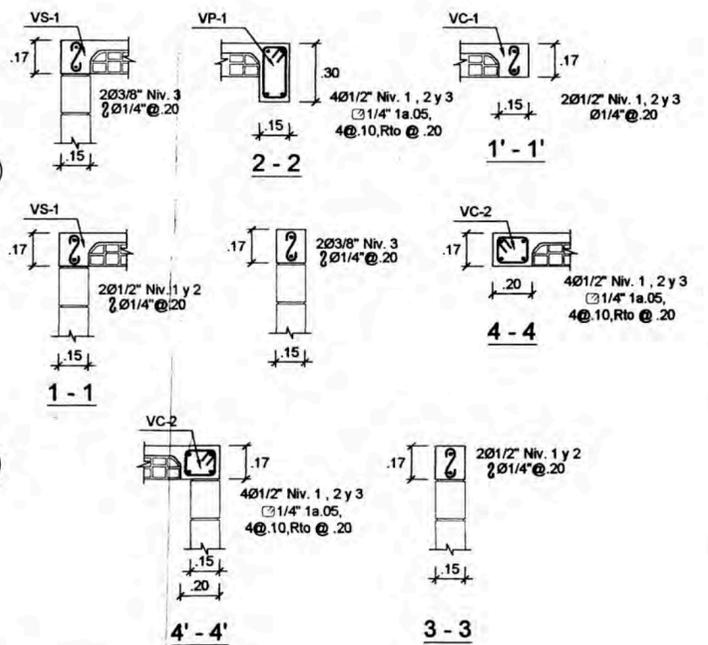
Ø (pulg)	MUROS (cms)	VIGAS (cms)	PLACAS (cms)	ESTRIBOS (cms)	GANCHOS (cms)
1/4"	40	30	-	6.5	15
3/8"	60	40	35	10	25
1/2"	75	50	45	-	30
5/8"	90	60	50	-	35
3/4"	110	70	60	-	40

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		TITULACIÓN 2005
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - DIRECCIÓN DE ESCUELA PROFESIONAL		
Rodas Cotrina Luis		LÁMINA
CONJUNTO RESIDENCIAL "GUARDIA CIVIL"	PROYECTO ESTRUCTURAS	E-01
PLANO CIMENTACIÓN - VIVIENDA TÍPICA		
Sistema Constructivo: Albañilería Armada (La Casa)		
ESCALA 1/50	FECHA Marzo 2, 006	



DETALLE DE LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PRETENSADAS (FIRTH)
Escala 1 : 25

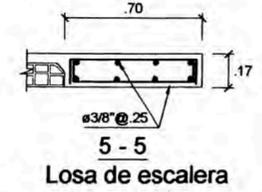
TIPO DE VIGUETA SEGUN LUZ LIBRE				
Tramo	Luza	h (losa)	T. Vigueta	Acero Pret.
T1	4.70 m	17 cm	V103	18,000kg/cm ²
T2	2.30 m	17 cm	V101	18,000kg/cm ²
T3	2.55 m	17 cm	V101	18,000kg/cm ²
S/C. 200 kg/cm ²				



1° PISO
MODULO TIPICO DE 1 CASA
Losa aligerada sistema Firth
e = 0.17 (S/C=200 kg/m²)

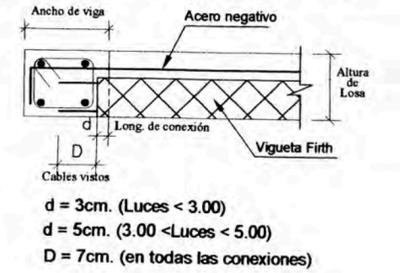
2° PISO
MODULO TIPICO DE 1 CASA
Losa aligerada sistema Firth
e = 0.17 (S/C=200 kg/m²)

3° PISO PROYECTADO
MODULO TIPICO DE 1 CASA
Losa aligerada sistema Firth
e = 0.17 (S/C=100 kg/m²)

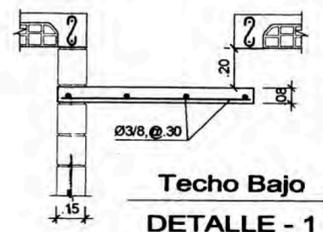
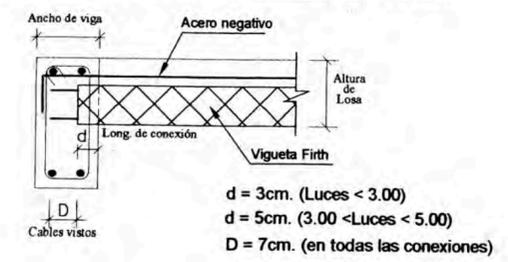


5 - 5
Losa de escalera

DETALLE DE CONEXIÓN VIGUETA - VIGA CHATA

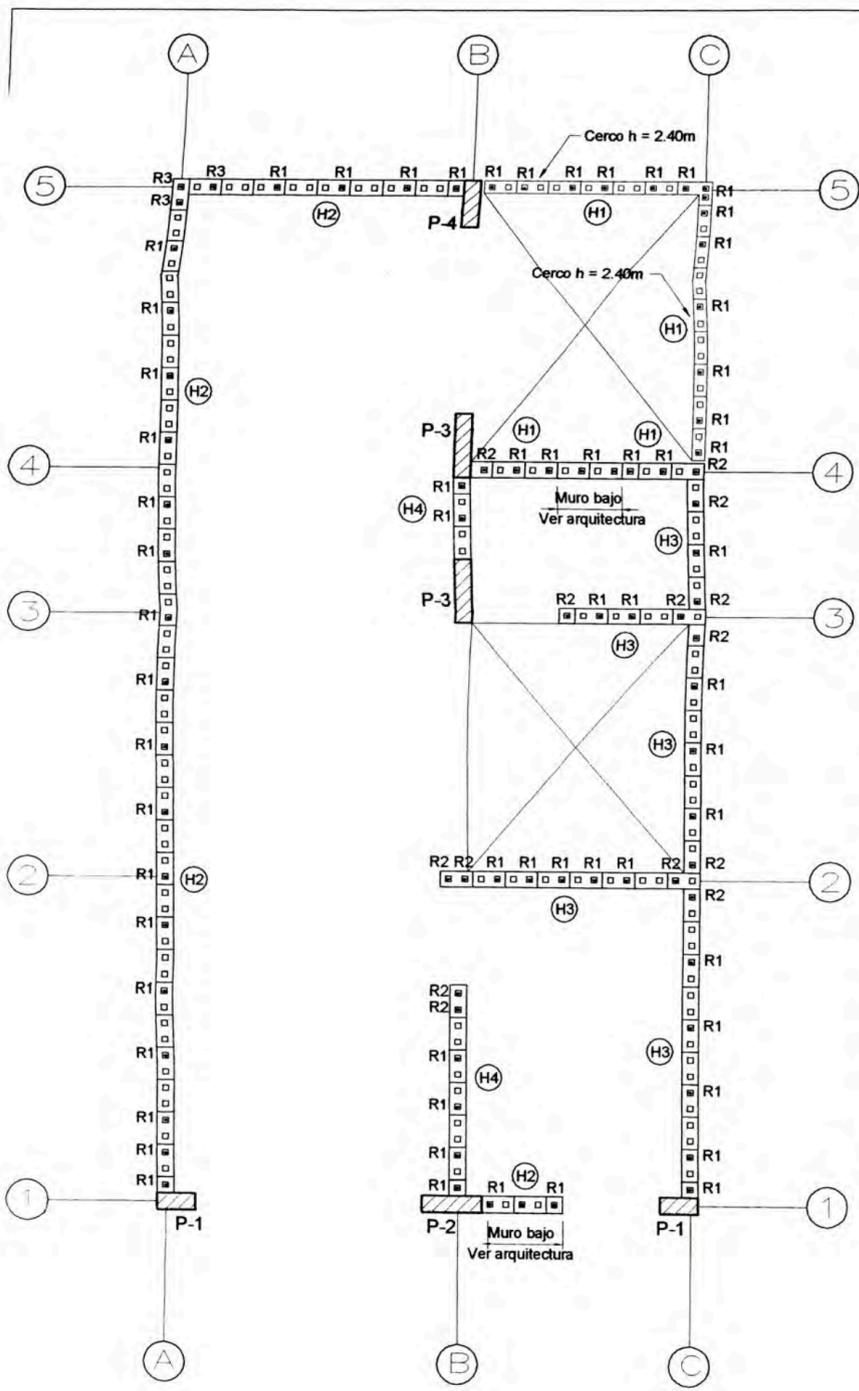


DETALLE DE CONEXIÓN VIGUETA - VIGA PERALTADA

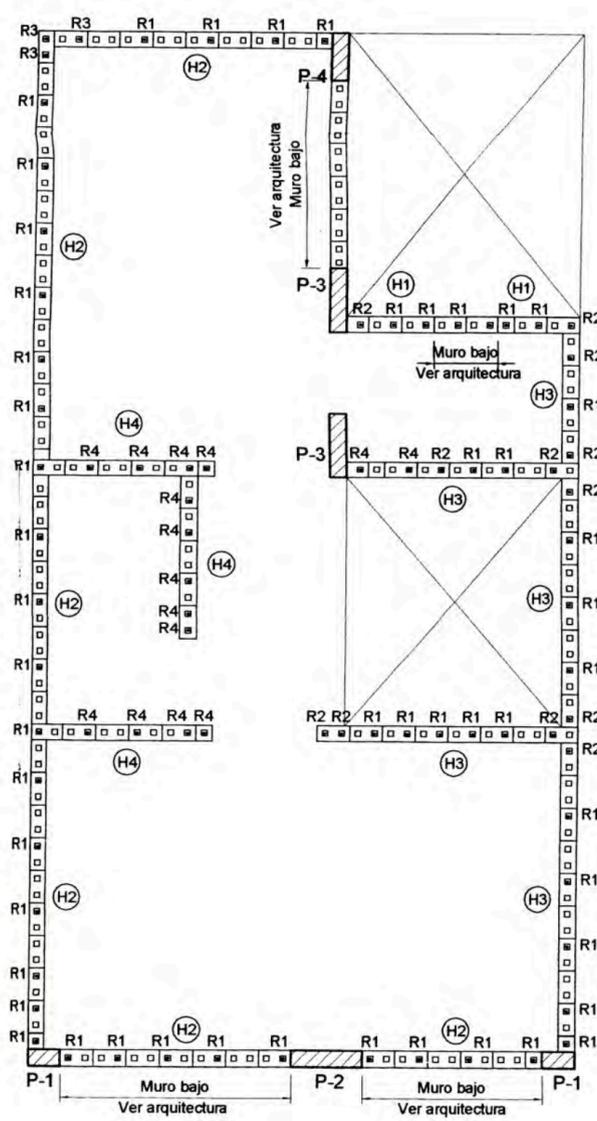


Techo Bajo
DETALLE - 1
7 - 7

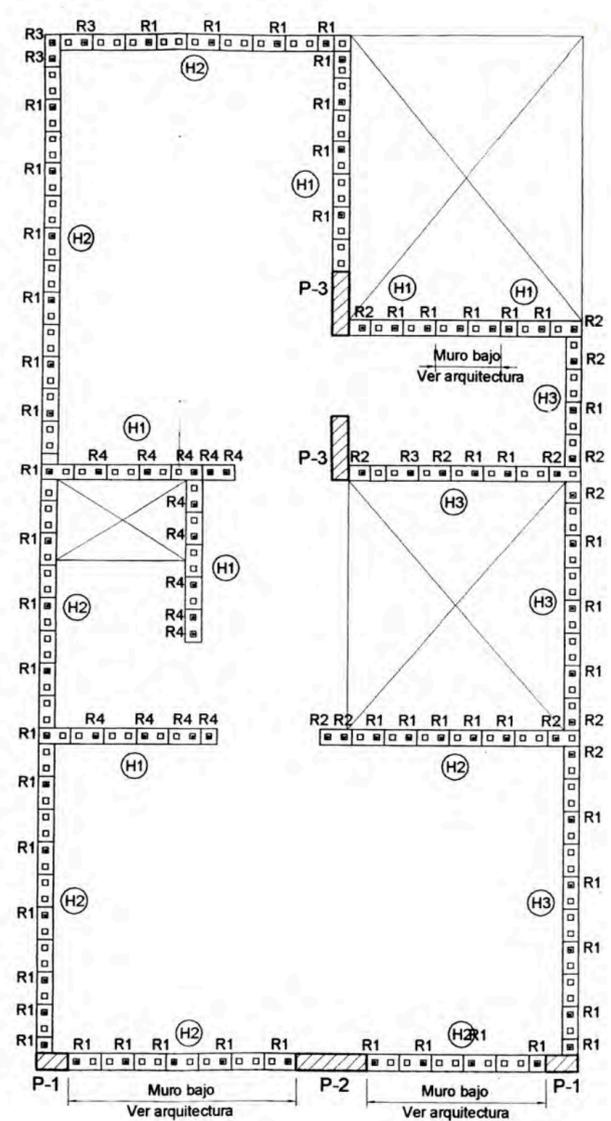
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - DIRECCIÓN DE ESCUELA PROFESIONAL		TITULACIÓN 2005
Rodas Cotrina Luis		LÁMINA
CONJUNTO RESIDENCIAL "GUARDIA CIVIL"	PROYECTO ESTRUCTURAS	E-02
PLANO ALIGERADO VIVIENDA TÍPICA Sistema Constructivo: Albañilería Armada (La Casa)		
ESCALA 1/50	FECHA Marzo 2,006	



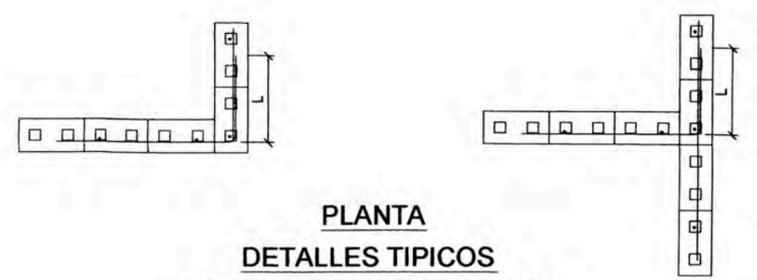
1er NIVEL
MUROS DE ALBAÑILERIA ARMADA
 Ladrillos sílico cálcareos
MODULO TIPICO 1 CASA



2do NIVEL
MUROS DE ALBAÑILERIA ARMADA
 Ladrillos sílico cálcareos
MODULO TIPICO 1 CASA



3er NIVEL
MUROS DE ALBAÑILERIA ARMADA
 Ladrillos sílico cálcareos
MODULO TIPICO 1 CASA



PLANTA
DETALLES TIPICOS
DE ENCUENTRO DE MUROS
 Esc. 1:25

REFUERZO VERTICAL				
	R1	R2	R3	R4
3ro.	1ø3/8"	1ø1/2"	1ø3/8"	1ø3/8"
2do.	1ø3/8"	1ø1/2"	1ø1/2"	1ø3/8"
1ro.	1ø3/8"	1ø1/2"	1ø1/2"	Nace en losa

REFUERZO VERTICAL EN MUROS DE ALBAÑILERIA ARMADA

REFUERZO HORIZONTAL	
H1	2ø1/4" @ 3 HILADAS
H2	1ø3/8" @ 3 HILADAS
H3	1ø3/8" @ 2 HILADAS
H4	1ø3/8" @ 1 HILADAS

REFUERZO HORIZONTAL EN MUROS DE ALBAÑILERIA ARMADA

LONGITUD DE EMPALMES Y GANCHOS

Ø (pulg)	MUROS (cms)	VIGAS (cms)	PLACAS (cms)	ESTRIBOS (cms)	GANCHOS (cms)
1/4"	40	30	-	6.5	15
3/8"	60	40	35	10	25
1/2"	75	50	45	-	30
5/8"	90	60	50	-	35
3/4"	110	70	60	-	40

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - DIRECCION DE ESCUELA PROFESIONAL		TITULACION 2005
Rodas Cotrina Luis		LAMINA
CONJUNTO RESIDENCIAL "GUARDIA CIVIL"	PROYECTO ESTRUCTURAS	E-03
PLANO	MODULACION - VIVIENDA TIPICA	
Sistema Constructivo: Albañileria Armada (La Casa)		
ESCALA 1/50	FECHA Marzo 2,006	