

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



**“PROYECTO INMOBILIARIO DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES LAS PRADERAS DE LURIN”**

**ANALISIS, DISEÑO Y CONSTRUCCION EN ALBAÑILERIA  
CONFINADA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**DIEGO MENDOZA NEYRA**

**Lima- Perú**

**2010**

## INDICE

### RESUMEN

### LISTA DE CUADROS

### LISTA DE FIGURAS

### LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

### INTRODUCCIÓN

### CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

- |     |   |      |
|-----|---|------|
| 1.1 | Ubicación del proyecto                  | (01) |
| 1.2 | Objetivos del proyecto                  | (01) |
| 1.3 | Descripción del proyecto arquitectónico | (02) |

### CAPÍTULO 2: ALBAÑILERÍA CONFINADA

- |       |  |      |
|-------|--|------|
| 2.1.  | Aspectos Generales                     | (03) |
| 2.1.1 | Situación de la albañilería en el Perú | (03) |
| 2.1.2 | Unidad de albañilería                  | (04) |
| 2.1.3 | Mortero                                | (05) |

### CAPITULO 3: CONFIGURACION ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACION

- |       |  |      |
|-------|--|------|
| 3.1.  | Análisis Estructural                   | (07) |
| 3.1.1 | Metodología de Análisis                | (09) |
| 3.1.2 | Cargas de Diseño                       | (10) |
| 3.1.3 | Combinaciones de Carga                 | (10) |
| 3.1.4 | Materiales                             | (11) |
| 3.2   | Diseño Sismorresistente                | (13) |
| 3.2.1 | Parámetros de Diseño                   | (14) |
| 3.2.2 | Verificación de Desplazamiento Lateral | (20) |

### CAPÍTULO 4: DISEÑO DE ESTRUCTURAS POR METODO DE RESISTENCIA

- |       |  |      |
|-------|--|------|
| 4.1   | Diseño de Muros de Albañilería                       | (22) |
| 4.1.1 | Esfuerzo Axial Máximo                                | (22) |
| 4.1.2 | Control de Fisuración de Muros de Albañilería        | (23) |
| 4.1.3 | Resistencia al Agrietamiento Diagonal                | (23) |
| 4.1.4 | Verificación de la Resistencia al Corte del Edificio | (24) |
| 4.2   | Diseño en Concreto Armado                            | (24) |
| 4.2.1 | Diseño de Vigas                                      | (24) |
| 4.2.2 | Diseño de Columnas                                   | (27) |

4.2.3	Diseño de Losas de Entrepiso	(29)
4.2.4	Diseño de Escaleras	(31)
4.2.5	Anclajes y Empalmes	(31)
<b>CAPÍTULO 5: DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES</b>		
5.1	Capacidad de Carga y Asentamiento del Suelo	(34)
5.1.1	Verificación de Capacidad de Carga Última	(34)
5.1.2	Verificación de Asentamiento	(36)
5.2	Diseño de Cimentaciones Superficiales	(37)
<b>CAPÍTULO 6: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO</b>		
6.1	Muros de Albañilería	(38)
6.1.1	Muros Portantes	(38)
6.2	Concreto Armado	(43)
6.2.1	Concreto	(43)
6.2.2	Encofrados	(51)
6.2.3	Acero de Refuerzo	(53)
6.3	Concreto Ciclópeo	(54)
<b>CONCLUSIONES</b>		
<b>RECOMENDACIONES</b>		
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## RESUMEN

El tema tratado en el presente Informe corresponde al diseño estructural de una vivienda de dos niveles. El Informe consta de seis capítulos en los cuales se plantea una estructura predominantemente sobre la base de albañilería confinada.

Debido a que se presentan limitaciones en las áreas programadas determinadas por la Arquitectura del inmueble, no se debe realizar modificaciones de las áreas de los ambientes.

El análisis estructural debe tomar en cuenta las condiciones más desfavorables presentadas, por lo cual en muchos casos se tiene que determinar varias condiciones de carga y apoyo de la edificación.

Se debe comprobar si la resistencia de los elementos planteados es tal que se determine la estabilidad de los mismos frente a las diferentes sollicitaciones a las que se encuentran sometidos. Por las características de la edificación, en algunos casos los elementos estructurales de concreto armado no presentan simetría en su geometría ni en la distribución del acero de refuerzo, por tanto se debe verificar sus propiedades resistentes de acuerdo a la ubicación en que se encuentren, para satisfacer el cumplimiento de los requerimientos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

En la base de la edificación se propone determinadas condiciones de frontera con las cuales se lleva a cabo el análisis, por tanto en la base se debe buscar una cimentación que soporte las cargas más desfavorables establecidas por el análisis estructural; a su vez, éstas se deben transmitir sobre el terreno sin que se sobrepase su capacidad de carga última, además de corroborarse que el asentamiento presentado esté dentro de los límites tolerables.

Como resultado se presenta una edificación estable, en la cual se puede calcular fácilmente las propiedades resistentes de cada elemento estructural.

Además la edificación es factible de construir, debido a que ha sido planteada en base a un sistema estructural tradicional, de amplia cobertura y con ventajas técnicas, económicas y comerciales en comparación de un planteamiento sobre la base de muros de ductilidad limitada, que es un sistema relativamente nuevo, más costoso, que por lo general requiere de alquiler de encofrados metálicos y del cual la investigación desarrollada es reducida.

## LISTA DE TABLAS

Tabla N°1: CATEGORÍA Y ESTRUCTURA DE LAS EDIFICACIONES

Tabla N°2: RESISTENCIA CARACTERISTICA DE LA ALBAÑILERIA

Tabla N°3: CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES

Tabla N°4: CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES

Tabla N°5: FACTORES DE ZONA

Tabla N°6: PARAMETROS DEL SUELO

Tabla N°7: IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA

Tabla N°8: SISTEMAS ESTRUCTURALES

Tabla N°9: ACELERACIONES ESPECTRALES

Tabla N°10: LIMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO

Tabla N°11: RESISTENCIA A FLEXION DE VIGAS

Tabla N°12: RESISTENCIA AL CORTE DE SECCIONES DE VIGAS

Tabla N°13: CONTRIBUCION DE ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL

Tabla N°14: RESISTENCIA AL CORTE DE SECCIONES DE COLUMNAS

Tabla N°15: CONTRIBUCION DE ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNAS C-1 y C-2

Tabla N°16: CONTRIBUCION DE ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNA C-3

Tabla N°17: CONTRIBUCION DE ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL

Tabla N°18: CONTRIBUCION DE ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL

Tabla N°19: GRANULOMETRIA DEL ARENA PARA MORTERO

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura N°1: ZONAS SISMICAS

Figura N°2: DIAGRAMA DE INTERACCION DE COLUMNA C-1

Figura N°3: DIAGRAMA DE INTERACCION DE COLUMNA C-2

Figura N°4: DETALLE DE ALIGERADO

Figura N°5: ESFUERZOS SOBRE EL TERRENO (CARGA EXCENTRICA)

Figura N°6: REDISTRIBUCION DE ESFUERZOS

## LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

$\alpha$	: Factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez.
$\Delta_i$	: Desplazamiento relativo del entrepiso "i".
$\sigma_a$	: Esfuerzo axial actuante sobre el muro.
$\sigma_m$	: Esfuerzo axial resistente máximo el muro.
$v'_m$	: Resistencia característica al corte de muretes de albañilería.
$A_p$	: Área en planta de la edificación.
$B$	: Ancho tributario de la viga.
$C$	: Coeficiente de amplificación sísmica.
$C_T$	: Coeficiente para estimar el periodo predominante de un edificio.
$D_i$	: Desplazamiento elástico lateral del nivel "i" relativo al suelo.
$e$	: Excentricidad accidental.
$E$	: Módulo de elasticidad.
$f_b$	: Resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería.
$f_c$	: Resistencia a compresión axial del concreto a 28 días.
$f_y$	: Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo.
$f_m$	: Resistencia característica a compresión axial de albañilería.
$F_a$	: Fuerza horizontal en la azotea.
$F_i$	: Fuerza horizontal en el nivel "i".
$g$	: Aceleración de la gravedad.
$h_i$	: Altura del nivel "i" con relación al nivel del terreno.
$h_{ei}$	: Altura del entrepiso "i".
$h_n$	: Altura total de la edificación en metros.
$L$	: Longitud total del muro incluyendo elementos de confinamiento.
$L_n$	: Luz libre de la viga.
$M_c$	: Momento flector del muro obtenido del análisis elástico.
$M_{ti}$	: Momento torsor accidental en el nivel "i".
$m$	: Número de modos usados en la combinación modal.
$n$	: Número de pisos del edificio.
$N$	: Número de niveles de la edificación.
$N_i$	: Sumatoria de los pesos sobre el nivel "i".
$P$	: Peso total de la edificación.



$P_e$	: Peso específico.
$P_g$	: Carga de servicio sobre el muro.
$P_i$	: Peso del nivel "i".
$Q$	: Coeficiente de estabilidad para efecto P-delta global.
$R$	: Coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas.
$r$	: Respuesta estructural máxima elástica esperada.
$r_i$	: Respuestas elásticas correspondientes al modo "i".
$S$	: Factor de suelo.
$S_a$	: Aceleración espectral.
$t$	: Espesor efectivo del muro.
$T$	: Periodo fundamental de la estructura para el análisis estático o periodo de un modo en el análisis dinámico
$TMN$	: Tamaño Máximo Nominal del Agregado.
$T_P$	: Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo.
$U$	: Factor de uso e importancia.
$V$	: Fuerza cortante en la base de la estructura.
$V_c$	: Fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico.
$V_E$	: Fuerza cortante actuante de entrepiso producida por el sismo severo.
$V_e$	: Fuerza cortante producida en el muro por el sismo moderado.
$V_m$	: Fuerza cortante asociada al muro por agrietamiento diagonal.
$V_i$	: Fuerza cortante en el entrepiso "i".
$Z$	: Factor de zona.

## INTRODUCCION

Actualmente en las edificaciones de albañilería confinada se presenta una gran informalidad en cuanto a la estructuración de las viviendas, quedando siempre a criterio de personal no calificado. Por tanto el interés principal del presente estudio consiste en verificar si la estructura propuesta cumple con los lineamientos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

El presente Informe se ha desarrollado para elaborar los planos de Estructuras de las edificaciones de vivienda unifamiliares del proyecto inmobiliario "Las Praderas de Lurín", que consiste en el desarrollo de la primera etapa de dicho proyecto.

En el primer capítulo se describe aspectos generales del proyecto inmobiliario que sirven para dar una idea de la magnitud del proyecto y los objetivos a los cuales está dirigido el desarrollo de la urbanización.

En el segundo capítulo se introduce brevemente al sistema estructural empleado, materia de desarrollo del Informe con la finalidad de definir los conceptos sobre los cuales se fundamenta el sistema de muros portantes de albañilería confinada.

A partir del tercer capítulo se desarrolla la estructuración del proyecto de acuerdo a lo establecido por el proyecto arquitectónico de las viviendas propuestas. En primer lugar se define una configuración estructural para realizar el análisis, la cual emplea materiales definidos en las Normas de concreto armado y albañilería. Sobre la base de esta información se definen las propiedades mecánicas y los pesos que ejercen los elementos resistentes de la edificación. Las cargas de los elementos no resistentes, cargas repartidas y sobrecargas de la edificación son determinados mediante la Norma E-020; siendo los pesos de tabiquería ubicados en sus posiciones respectivas señaladas en los planos arquitectónicos.

El análisis estructural del diseño propuesto se analiza mediante el software de ingeniería ETABS V.9.5, el cual realiza un análisis elástico de la edificación, lo cual no es correcto debido a que el concreto sometido a carga de tracción tiene una

capacidad de deformación elástica muy inferior del concreto de la zona en compresión (para el análisis el programa considera el mismo rango de desempeño para tensión y compresión), sin embargo este procedimiento es aceptable para el cálculo de las solicitaciones de los elementos resistentes. Cabe señalar que para el análisis se utiliza el método de combinación de factores de carga establecidos en el reglamento para los elementos de concreto armado. En lo referente a la carga sísmica, en la dirección principal se realiza un análisis de fuerzas estáticas equivalentes (análisis estático), mientras que en la dirección secundaria se efectúa un análisis modal espectral, esto debido a la configuración estructural.

En el cuarto capítulo, de acuerdo a las solicitaciones obtenidas de los diagramas de momentos flectores y fuerzas cortantes de elementos lineales, se estima el refuerzo de los elementos de concreto, verificándose si los límites de resistencia de los mismos cumplen con ser mayores a las cargas actuantes sobre los elementos para cualquier combinación de cargas.

Igualmente se determina además en los elementos de área las solicitaciones que ejercen las fuerzas sísmicas sobre dichos elementos, para evitar el efecto de fisuración de los muros portantes ante las solicitaciones de fuerzas cortantes del sismo moderado, así como su resistencia al agrietamiento diagonal y el cumplimiento de que la magnitud de la fuerza cortante en la base de la edificación propiciada por los efectos del sismo severo sean tomados en su totalidad por los muros de albañilería confinada.

Una vez verificado el cumplimiento de estabilidad de la estructura ante cualquier tipo de combinación de cargas, se procede a realizar el diseño de los elementos secundarios: losas de entrepiso aligeradas, escaleras y tabiquería no estructural.

El capítulo quinto, en base a los resultados de las cargas obtenidas en la base de la edificación y la capacidad portante del terreno, determina el tipo de cimentación a utilizar (cimientos corridos) y se verifica el cumplimiento de sus propiedades resistentes frente a las solicitaciones producidas en las mismas (cortante, flexión, aplastamiento, etc.).

Finalmente en el sexto capítulo se presentan los lineamientos para la ejecución de las obras correspondientes a las diferentes estructuras de la edificación; se subdivide las labores en tres fases principales que corresponden a albañilería, concreto armado y concreto ciclópeo.

## **CAPÍTULO 1:**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

#### **1.1 Ubicación del proyecto**

El proyecto inmobiliario de viviendas unifamiliares “Las Praderas de Lurín” se encuentra ubicado a la altura del km 38.5 de la carretera Panamericana Sur Antigua. El acceso principal es por el Jirón Martín Olaya, el cual tiene su inicio en la urbanización Nuevo Lurín; dicho acceso se encuentra en la actualidad a nivel de afirmado.

En lo referente al modo de llegada a la urbanización; actualmente por medio del transporte público se tienen dos rutas que recorren la carretera Panamericana Sur Antigua, conectando el distrito de Lurín con los demás distritos de la ciudad; sin embargo, a partir de la Urb. Nuevo Lurín se ingresa con vehículos particulares siguiendo el Jr. Martín Olaya.

#### **1.2 Objetivos del Proyecto**

El objetivo principal del proyecto es la construcción de un conjunto residencial de viviendas unifamiliares que comprenda el desarrollo de la primera etapa de la urbanización, correspondiente a 549 lotes de 120 m<sup>2</sup> de área mínima por lote y aproximadamente 12000 m<sup>2</sup> de área de habilitación urbana, que cumpla con las normas técnico, legales y administrativas vigentes, y que determine la mayor rentabilidad posible, rápida ejecución y la plena satisfacción de los propietarios.

De las diferentes especialidades presentes en el proyecto, se tiene que en lo referente a las estructuras se presenta en el proyecto diversos tipos de infraestructura, siendo la construcción de viviendas una de las principales fases del proyecto, por tanto; se desea determinar para las edificaciones, un sistema estructural estable y cuyo proceso de ejecución sea factible, rápido y económico.

### 1.3 Descripción del Proyecto Arquitectónico de Viviendas

El proyecto arquitectónico de las viviendas comprende el desarrollo de estructuras de dos niveles de 120 m<sup>2</sup> de área mínima de lote, siendo el más común el lote intermedio de 120 m<sup>2</sup> de área, el cual se ha desarrollado en el presente Informe.

Al interior del primer nivel se tiene los siguientes ambientes: la sala integrada con el comedor, un dormitorio, un estudio y las áreas de servicio correspondientes a servicios higiénicos, cocina y lavandería. Adicionalmente se tiene un jardín y un almacén en la parte posterior del inmueble. El área de ingreso permite el estacionamiento de un vehículo, el cual se encuentra al costado del jardín.

En el segundo nivel se presenta un dormitorio principal con su servicio higiénico propio y dos dormitorios secundarios con servicio higiénico compartido; además de un pasadizo de uso común que permite el acceso a los diferentes ambientes.

Los ambientes en muchos casos tienen las dimensiones mínimas establecidas por reglamento, por lo que no se permite modificar los mismos para adecuarlos a una determinada configuración estructural. Además cabe señalar que todas las divisiones, tanto internas como externas según la propuesta arquitectónica son de 15 cm. de espesor, lo cual limita para poder realizar modificaciones.

El área de la azotea no presenta ningún tipo de ambiente ni parapetos perimetrales, sólo se tiene un tragaluz para la iluminación de la escalera, por lo cual se tiene una discontinuidad en la losa del segundo nivel.

La escalera se encuentra ubicada en la parte central del primer nivel, finalizando en el segundo nivel. Los acabados de piso de los diversos ambientes de la vivienda son de cemento pulido, siendo la carga repartida considerada en el piso para el análisis estructural la máxima establecida, correspondiente a cerámico, dado que se plantea que puedan cambiarse.

## **CAPÍTULO 2:**

### **ALBAÑILERIA CONFINADA**

#### **2.1. Aspectos Generales**

La albañilería es un material estructural compuesto integrado por unidades asentadas con mortero, por tanto es un material anisotrópico, que tiene una resistencia a compresión elevada, dependiente principalmente de la unidad propia, mientras que la resistencia a la tracción es reducida, controlada por la adhesión entre la unidad y el mortero.

Un sistema de albañilería es aquel que resulta de la superposición de unidades de albañilería unidas entre sí por un material adhesivo, formando un conjunto monolítico denominado muro.

La albañilería confinada se origina cuando al muro se le coloca en todo su perímetro elementos de concreto armado, con la finalidad de hacerlo más resistente frente a las cargas sísmicas.

La razón de su uso en viviendas es debido a que en este tipo de edificaciones generalmente se tiene ambientes con dimensiones pequeñas, por lo cual resulta conveniente que los elementos verticales que sirven para limitar los espacios desempeñen funciones estructurales, y precisamente los muros de ladrillo satisfacen tanto los requisitos estructurales como funcionales del ambiente, dado que su comportamiento tiene un buen aislamiento térmico y acústico.

##### **2.1.1 Situación de la albañilería en el Perú**

A pesar de ser un material usado, por lo general su empleo ha carecido de ingeniería debido a imprecisiones en cuanto a dimensiones, configuración y ausencia de confinamiento.

Por tanto en los proyectos de albañilería debe tomarse en cuenta lo siguiente:

- Determinación de propiedades reales de albañilería para el diseño y análisis estructural de la edificación.
- Minimización de los efectos de variabilidad de las propiedades de la albañilería, debiendo elegirse elementos de diseño adecuados.
- Definir una configuración estructural apropiada acorde con la arquitectura.
- Definir el comportamiento de la estructura ante las diferentes combinaciones de carga.
- Integración de las diferentes especialidades en el sistema estructural propuesto.
- Aplicar conceptos válidos y procedimientos de ingeniería en todas las etapas del proyecto.

### 2.1.2 Unidad de Albañilería

La unidad de albañilería es el componente básico para la construcción de los muros de albañilería, que son los que toman las diferentes sollicitaciones a las cuales está sometida la estructura.

A las unidades de albañilería se les denomina ladrillo; la producción de elementos de albañilería tiene una gran variación de sus propiedades, debido a que sus componentes son variables.

Debido a su producción en condiciones disímiles, dado que se tiene ladrillos de fabricación artesanal e industrial, se define diversos tipos de unidades de acuerdo a sus propiedades mecánicas, siendo las unidades sólidas (macizas) utilizadas para soportar las sollicitaciones a las cuales está sometida la estructura.

Se define la unidad sólida cuando la misma tiene menos de 25% de alveolos en el área de asentado. Sin embargo, en las edificaciones también se tiene elementos que deben ser estables a las sollicitaciones producidas por su peso propio. Se define las unidades tubulares como ladrillos en los cuales los alveolos de la unidad son paralelos a la cara de asentado de las unidades, los cuales serán usados para



elementos que no integren la estructura principal, tales como tabiques, alfeizares y mochetas cuyas dimensiones no permitan su uso estructural.

La resistencia a la compresión es la principal propiedad de la unidad de albañilería, que señalan una buena calidad para fines estructurales y de exposición (durabilidad). Se determina con el ensayo de compresión estándar, el cual consiste en cargar uniformemente la unidad de albañilería; la resistencia además depende de diversos factores como la altura y forma del testigo.

Como parte de estos ensayos, en mecanismos de ensayo con aplicación de la deformación controlada se pueden obtener valores de la curva esfuerzo deformación unitaria.

Otras propiedades de la unidad de albañilería asociadas a la resistencia del muro de albañilería son: la resistencia a la tracción, variabilidad dimensional y alabeo.

La durabilidad es otra propiedad de la albañilería, cuyo comportamiento está asociado a la densidad de las unidades de albañilería, eflorescencia, absorción y coeficiente de saturación.

### 2.1.3 Mortero

La construcción tradicional de albañilería utiliza unidades asentadas con mortero. El mortero cumple la función de asumir las inevitables irregularidades de las unidades y adherirlas para darle estabilidad al muro durante el asentado y para formar en su conjunto un sistema resistente.

El mortero es un adhesivo, y su adhesión completa, fuerte y durable con la unidad de albañilería es el objetivo más importante, esta adhesión es de naturaleza mecánica y depende de la dosificación de sus componentes y de la succión de las unidades de albañilería.

El espesor de las juntas depende de la perfección de las unidades, su trabajabilidad y la calidad de la mano de obra.

El mortero tiene propiedades importantes siendo en estado fresco la propiedad esencial la trabajabilidad de la mezcla, la cual determina su capacidad de poder ser esparcido con facilidad sobre las unidades y de adherirse a las superficies verticales de las unidades en las irregularidades que presentan los ladrillos.

Se denomina consistencia a la habilidad del mortero de fluir y retentividad a su capacidad de mantener su consistencia durante el proceso de asentado, cuando entra en contacto con superficies absorbentes. En la construcción, la retentividad se evidencia por la capacidad del mortero de permanecer trabajable después del contacto con las unidades de albañilería, permitiendo el asentado cómodo de la unidad superior.

Los morteros con reducida retentividad, en contraposición, ceden agua con relativa facilidad y consecuentemente pierden trabajabilidad rápidamente dificultando el asentado.

El mortero está compuesto por cemento Portland tipo I, cal, arena gruesa y agua. El cemento funciona como aglomerante, mientras que la arena es un agregado inerte; la función del cemento es proporcionar resistencia a la mezcla, mientras que la arena le proporciona estabilidad volumétrica a la mezcla y atenúa la contracción por secado. El agua hidrata el cemento y da trabajabilidad a la mezcla.

La adherencia unidad – mortero se logra cuando los minerales solubles del cemento son absorbidos por la unidad de albañilería, cristalizándose en sus poros.

La adherencia se ve favorecida cuando el mortero penetra en las perforaciones y rugosidades de la unidad, formando una especie de llave de corte entre las hiladas.

### CAPÍTULO 3:

#### CONFIGURACION ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACION

De acuerdo a la categoría de la edificación, se define el sistema estructural a utilizar.

**Tabla N°1: CATEGORÍA Y ESTRUCTURA DE LAS EDIFICACIONES**

Categoría de la Edificación.	Regularidad Estructural	Zona	Sistema Estructural
A	Regular	3	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual
		2 y 1	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera
B	Regular o Irregular	3 y 2	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera
		1	Cualquier sistema.
C	Regular o Irregular	3, 2 y 1	Cualquier sistema.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Por las características del proyecto inmobiliario, se elige un sistema sobre la base de muros portantes de albañilería confinada, teniendo como principales cualidades el hecho de proporcionar como resultado un sistema económico, que además, por ser de amplia cobertura a nivel local, permite disponer de gran cantidad de oferta de materiales y mano de obra.

#### 3.1 Análisis Estructural

El análisis consiste en determinar los esfuerzos internos de los elementos que conforman la estructura debido a las solicitaciones a las que se encuentran sometidos.

El sistema estructural propuesto se sustenta en muros portantes de Albañilería Confinada, el marco técnico corresponde al título III.2 (Estructuras) del Reglamento Nacional de Edificaciones que establece los criterios y requisitos mínimos de diseño.

Las edificaciones están conformadas predominantemente por muros portantes de

albañilería en la dirección principal y pórticos de concreto armado en la dirección secundaria. Los entrepisos que soportan el peso de la edificación están conformados por un sistema de losas que se comportan como diafragmas rígidos.

En primer lugar se plantea la configuración estructural (ubicación de los elementos resistentes) sobre la base de criterios establecidos por la Norma.

Se verifica en la dirección principal de ambos niveles las limitaciones correspondientes a densidad de los muros en planta:

$$\frac{\sum_{i=1}^n (L \times t)}{A_p} \geq \frac{N}{130} \quad (3.1)$$

Además se determina el espesor efectivo mínimo de los muros, el cual debe cumplir con el requerimiento dado por la Norma E-070 para la zona sísmica tres:

$$t \geq \frac{h}{20} \quad (3.2)$$

La altura de los muros en la edificación expuesta es 2.40 m., por tanto debe cumplirse:  $t \geq 12$  cm., comprobándose que se cumple el requerimiento de espesor efectivo mínimo ( $t = 13$  cm.), correspondiente a muro de aparejo de soga.

Para el análisis se plantea únicamente muros que poseer, una longitud superior a 1.20 m., que es el mínimo para considerar al elemento como muro estructural.

Luego de proponer la ubicación de los muros portantes, se determina la ubicación de los elementos de confinamiento verticales de los muros y de las demás columnas que conformarán pórticos. Se plantea los elementos de confinamiento, de tal manera que el espesor mínimo que funciona como confinamiento lateral de los muros portantes cumpla con las dimensiones mínimas establecidas por la Norma, que corresponde a un espesor mínimo de 15 cm. y presenten un área mínima de 600 cm<sup>2</sup>.

Adicionalmente comprobamos los requerimientos de esbeltez de los muros portantes, donde según la Norma se verificó para cada muro:

$$L \leq 2h \quad (3.3)$$

En los muros del primer nivel se comprobó que  $L \leq 4.60$  m. y para el segundo nivel se comprobó que  $L \leq 4.80$  m.

Finalmente se efectúa el pre dimensionamiento y se propone la ubicación de todas las vigas.

### 3.1.1 Metodología de Análisis

El análisis estructural se efectúa por métodos elásticos, los mismos que consideran el comportamiento de los diferentes materiales que conforman los diferentes elementos estructurales y sus capacidades para tomar cargas de gravedad y fuerzas sísmicas.

Las propiedades mecánicas elásticas de los materiales considerados en la edificación son los siguientes:

Concreto:

$$E = 15,000\sqrt{f'c} = 217,370 \frac{kg}{cm^2} \quad (3.4)$$

Albañilería de Arcilla

$$E = 500 f'm = 32,500 \frac{kg}{cm^2} \quad (3.5)$$

Se utiliza el programa de cómputo (ETABS V9.5) que analiza las estructuras tridimensionalmente, donde el mismo se ejecuta por el método de "cargas factorizadas" (LRFD).

### 3.1.2 Cargas de Diseño

Según se establece en la Norma E-020, se ingresa los siguientes valores de carga de la edificación al programa ETABS:

#### Carga Muerta

Concreto Armado:  $P_e = 2450 \text{ kg/cm}^3$

Muros Portantes:  $P_e = 1800 \text{ kg/cm}^3$

Muros No Portantes:  $P_e = 1350 \text{ kg/cm}^3$

#### Cargas Repartidas

##### Carga Muerta

Acabados  $W = 100 \text{ kg/m}^2$

Losa Aligerada (20 cm.)  $W = 280 \text{ kg/m}^2$  (Cálculo realizado por el programa)

##### Sobrecarga (Vivienda)

Primer Nivel:  $W = 200 \text{ kg/m}^2$

Segundo Nivel (Azotea):  $W = 100 \text{ kg/m}^2$

### 3.1.3 Combinaciones de Carga

Las combinaciones empleadas para el diseño de los elementos de concreto armado son para satisfacer los requisitos de resistencia. Así tenemos:

$$C_1 = 1.40D + 1.70L$$

$$C_2 = 1.25D + 1.25L + 1.0Ex$$

$$C_3 = 1.25D + 1.25L - 1.0Ex$$

$$C_4 = 1.25D + 1.25L + 1.0Ey$$

$$C_5 = 1.25D + 1.25L - 1.0Ey$$

$$C_6 = 0.90D + 1.0Ex$$

$$C_7 = 0.90D - 1.0Ex$$

$$C_8 = 0.90D + 1.0Ey$$

$$C_9 = 0.90D - 1.0Ey$$

También, debido a consideraciones del diseño se incluyen combinaciones de cargas de servicio para ciertas aplicaciones.

$$C_{10} = 1.0D + 1.0L \quad (\text{Cargas de servicio})$$

$$C_{11} = 1.0D + (25\%)L \quad (\text{Cargas de servicio con sobrecarga reducida})$$

$D$  : Cargas muertas, o momentos y fuerzas internas correspondientes

$L$  : Cargas vivas, o momentos y fuerzas internas correspondientes

$E_x$  : Efectos de carga producidos por el sismo o momentos y fuerzas internas correspondientes en la dirección secundaria

$E_y$  : Efectos de carga producidos por el sismo o momentos y fuerzas internas correspondientes en la dirección principal

El esquema de cargas de la edificación se muestra en los anexos correspondientes.

### 3.1.4 Materiales

Conforme al sistema estructural propuesto, se ha optado por criterios de desempeño y motivos comerciales; que los elementos resistentes que toman las diferentes sollicitaciones están conformados por los materiales indicados a continuación:

#### Concreto Armado

- Columnas

Concreto:  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Slump 6", TMN ½"

Acero:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

- Vigas

Concreto:  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Slump 4", TMN ¾"

Acero:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

## Albañilería

- Muros Portantes

Ladrillo: Arcilla, Tipo V ( $f'm = 65 \text{ kg/cm}^2$ , Sólido Industrial, King Kong 18)

Mortero: Tipo P2

- Muros No Portantes

Ladrillo: Arcilla, Tipo II ( $f'b = 70 \text{ kgf/cm}^2$ , Tubular, Pandereta)

Mortero: Tipo NP

Los requerimientos técnicos para el concreto a emplear se especifican en la Norma E-060. Las propiedades mecánicas de la albañilería seleccionada se encuentran establecidas en el cuadro presentado a continuación:

**Tabla N°2: RESISTENCIA CARACTERISTICA DE LA ALBAÑILERIA**

Materia Prima	Denominación Comercial	Unidad $f'b \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	Pilas $f'm \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	Muretes $v'm \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
Arcilla	King Kong Artesanal	55	35	5.1
	King Kong Industrial	145	65	8.1
	Rejilla Industrial	215	85	9.2
Sílice cal	King Kong Normal	160	110	9.7
	Dédalo	145	95	9.7
	Estándar y Mecano	145	110	9.2

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

La Norma E-070 permite utilizar los valores establecidos en la Tabla N°2 en caso de no realizarse ensayos de prismas.

**Tabla N°3: CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES**

Clase (Arcilla)	Variación Máxima de las Dimensiones (%)			Alabeo Máximo (mm)	Resistencia a Compresión $f'b \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	50
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	70
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	95
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	130
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	180

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones



Según lo dispuesto en la Tabla N°3, el Ladrillo clase V tiene las propiedades mínimas requeridas para satisfacer las propiedades mecánicas determinadas en la Tabla N°2 relativas a las unidades de albañilería de denominación comercial King Kong Industrial. De la misma forma se elige el Ladrillo clase II para su aplicación en muros no portantes.

### 3.2 Diseño Sismorresistente

La edificación y sus elementos componentes se proyectan para soportar las solicitaciones determinadas en la Norma E-030.

La estructura propuesta es una edificación fundamentada en muros portantes de albañilería confinada en la dirección principal, con altura inferior a 15 m.; por tanto, en dicha dirección se considera un procedimiento de análisis consistente en fuerzas estáticas equivalentes precisadas según la Norma, asumiendo el comportamiento de los sistemas de entrepiso como diafragmas rígidos.

En la dirección secundaria la conformación sismorresistente predominante es sustentada por pórticos de concreto armado; motivo por el cual en esta dirección se efectúa un procedimiento de análisis dinámico (modal espectral).

Se considera el efecto de los elementos no estructurales en el comportamiento de la estructura.

Se verifica la regularidad de la edificación para fines de cálculo, según las pautas descritas en la Norma E-030, expuestas en el ítem subsiguiente.

#### 3.2.1 Parámetros de Diseño

Para establecer los parámetros de Diseño Sismorresistente, podemos indicar que la edificación en estudio tiene uso de viviendas y se encuentra localizada en la Provincia de Lima. Además el estudio de suelos determina un perfil estratigráfico correspondiente a un suelo Tipo S<sub>1</sub>.

**Tabla N°4: CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES**

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

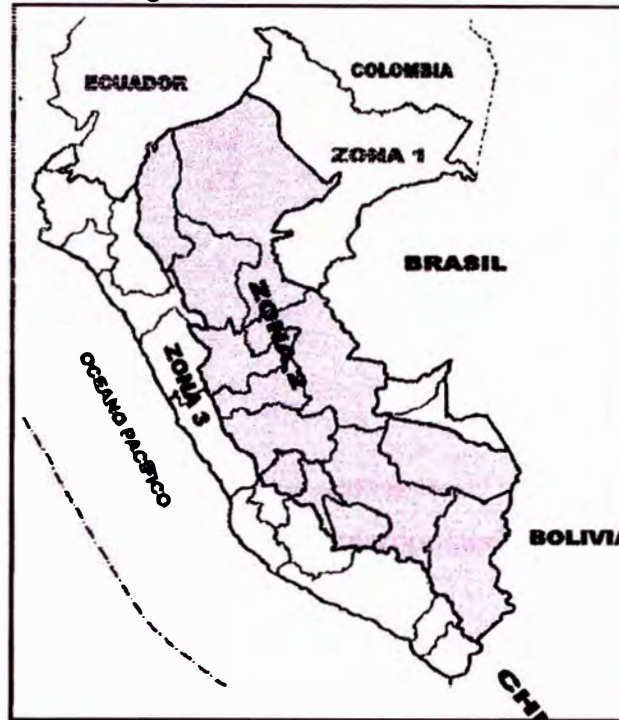
Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

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

En la Tabla N°2 presentada anteriormente se dispone el valor del parámetro de uso de la edificación (U):

U = 1.0 (Categoría C: Vivienda)

Figura N°1: ZONAS SISMICAS



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Tabla N°5: FACTORES DE ZONA

Zona	Z
3	0,40
2	0,30
1	0,15

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

En la Tabla N°3 se determina el parámetro de zona (Z):

$Z = 0.4$  (Lima)

Tabla N°6: PARAMETROS DEL SUELO

Tipo	Descripción	$T_p$ (s)	S
S <sub>1</sub>	Roca o suelos muy rígidos	0,4	1,0
S <sub>2</sub>	Suelos intermedios	0,6	1,2
S <sub>3</sub>	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0,9	1,4
S <sub>4</sub>	Condiciones excepcionales	*	*

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

(\*) Los valores de  $T_p$  y S serán establecidos por el especialista pero en ningún caso serán menores que los especificados para el perfil tipo S<sub>3</sub>

En el eje principal (Eje "Y"), para fines prácticos, la Norma facilita el cálculo del periodo fundamental de edificaciones de albañilería confinada menores de 15 m. de altura según la expresión:

$$T = \frac{hn}{CT} \quad (3.6)$$

$$T = 0.09s. < 0.70s. \quad (F_a = 0)$$

Donde:

$$h_1 = 2.75 \text{ m.}$$

$$h_2 = 2.60 \text{ m.}$$

$$h_r = h_1 + h_2 = 5.35 \text{ m.} \quad \text{Altura de la edificación}$$

$$CT = 60 \quad \text{Estructura de mampostería}$$

Finalmente se calcula el factor de amplificación sísmica según la expresión:

$$C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right) \leq 2.5 \quad (3.7)$$

Donde:

$$T_p = 0.40 \text{ s.} \quad (\text{Perfil de Suelo Tipo } S_1)$$

Reemplazando valores se obtiene:  $C = 10.81 \geq 2.50$

Por tanto:  $C = 2.50$

Además:

$$S = 1.0 \quad (\text{Perfil de Suelo Tipo } S_1)$$

Se verifica la irregularidad estructural en planta de la edificación, determinándose que se tiene una configuración con esquinas entrantes, por tanto el factor de reducción se multiplica por 0.75.

Analizando para el eje principal:

$$20\% (15.0 \text{ m.}) = 3.0 \text{ m.} < 4.5 \text{ m.}$$

**Tabla N°7: IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA**

<p><b>Irregularidad Torsional</b> Se considerará sólo en edificios con diafragmas rígidos en los que el desplazamiento promedio de algún entrepiso exceda del 50% del máximo permisible indicado en la Tabla N°8 del Artículo 15 (15.1). En cualquiera de las direcciones de análisis, el desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, en un extremo del edificio, es mayor que 1,3 veces el promedio de este desplazamiento relativo máximo con el desplazamiento relativo que simultáneamente se obtiene en el extremo opuesto.</p>
<p><b>Esquinas Entrantes</b> La configuración en planta y el sistema resistente de la estructura, tienen esquinas entrantes, cuyas dimensiones en ambas direcciones, son mayores que el 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.</p>
<p><b>Discontinuidad del Diafragma</b> Diafragma con discontinuidades abruptas o variaciones en rigidez, incluyendo áreas abiertas mayores a 50% del área bruta del diafragma.</p>

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Para albañilería armada ó confinada, se determina el factor de reducción:

$$R = 3.0$$

Así se tiene:  $R = 0.75 \times (3.0) = 2.25$  (3.8)

El factor de reducción es igual a 3.0 debido a que el diseño se elabora por el método de resistencia.

**Tabla N°8: SISTEMAS ESTRUCTURALES**

Sistema Estructural	Coefficiente de Reducción (R) Para estructuras regulares (*) (**)
<b>Acero</b>	
Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos.	<b>9,5</b>
<b>Otras estructuras de acero.</b>	<b>6,5</b>
Arriostres Excéntricos	<b>6,0</b>
Arriostres en Cruz	<b>6,0</b>
<b>Concreto Armado</b>	
Pórticos <sup>(1)</sup> .	<b>8,0</b>
Dual <sup>(2)</sup> .	<b>7,0</b>
De muros estructurales <sup>(3)</sup> .	<b>6,0</b>
Muros de ductilidad limitada <sup>(4)</sup> .	<b>4,0</b>
<b>Albañilería Armada o Confinada<sup>(5)</sup>.</b>	<b>3,0</b>
<b>Madera (Por esfuerzos admisibles)</b>	<b>7,0</b>

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

1. Por lo menos el 80% del cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos que cumplan los requisitos de la NTE E.060 Concreto Armado. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.
  2. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. Los pórticos deberán ser diseñados para tomar por lo menos 25% del cortante en la base. Los muros estructurales serán diseñados para las fuerzas obtenidas del análisis según Artículo 16 (16.2)
  3. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 80% del cortante en la base.
  4. Edificación de baja altura con alta densidad de muros de ductilidad limitada.
  5. Para diseño por esfuerzos admisibles el valor de R será 6
- (\*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.
- (\*\*) Para estructuras irregulares, los valores de R deben ser tomados como  $\frac{3}{4}$  de los anotados en la Tabla.  
Para construcciones de tierra referirse a la NTE E.080 Adobe. Este tipo de construcciones no se recomienda en suelos  $S_3$ , ni se permite en suelos  $S_4$ .

Además se verifica:

$$1.1 = \frac{C}{R} \geq 0.125 \quad (3.9)$$

$$V = \frac{ZUCS}{R} P = 0.444P \quad (3.10)$$

Las fuerzas inerciales se calculan según la siguiente expresión:

$$F_i = \frac{P_i \cdot h_i}{\sum_{j=1}^n (P_j \cdot h_j)} (V - Fa) \quad (3.11)$$

En la dirección secundaria, el cálculo del periodo fundamental se determina mediante el software ETABS V9.5.

Se determina asimismo la irregularidad de la edificación en la dirección secundaria, según la cual se determina una configuración con esquinas entrantes.

$$20\% (6.0 \text{ m.}) = 1.2 \text{ m.} < 3.3 \text{ m.} \quad (3.12)$$

Además, se debe fijar el factor de reducción en la dirección secundaria.

En pórticos de concreto armado:

$$R = 8.0$$

Así se presenta:

$$R = 0.75 \times (8.0) = 6.00 \quad (3.13)$$

Se demuestra:

$$0.42 = \frac{C}{R} > 0.125 \quad (3.14)$$

Finalmente con la expresión:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g \quad (3.15)$$

Se precisa el siguiente espectro de aceleraciones:

**Tabla N°9: ACELERACIONES ESPECTRALES**

T (s)	Sa (m/s <sup>2</sup> )
0.00	1.635
0.40	1.635
0.45	1.453
0.50	1.308
0.55	1.189
0.60	1.090

Fuente: Elaboración Propia

Para el análisis se considera además los efectos de torsión dispuestos por las fuerzas inerciales que actúan en centro de gravedad del diafragma; en cada dirección se considera la excentricidad teórica adicionada a la excentricidad accidental determinada por la Norma, la cual se calcula como el 5% de la mayor dimensión perpendicular al análisis y en la dirección que cause los efectos más desfavorables.

$$M_{ti} = \pm F_i \times e_i \quad (3.16)$$

### 3.2.2 Verificación de Desplazamiento Lateral de Entrepiso

La Norma E-030 estipula valores máximos de Desplazamiento Lateral de Entrepiso según se presenta en el cuadro a continuación:

**Tabla N°10: LIMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO**

Material Predominante	( $\Delta_i / h_{ei}$ )
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

De los resultados obtenidos del programa ETABS se verifica la condición anterior:

$$\text{Eje "X":} \quad \frac{\Delta_1}{h_{e1}} = 0.0048 < 0.007 \qquad \frac{\Delta_2}{h_{e2}} = 0.0048 < 0.007$$

$$\text{Eje "Y":} \quad \frac{\Delta_1}{h_{e1}} = 0.0005 < 0.005 \qquad \frac{\Delta_2}{h_{e2}} = 0.0004 < 0.005$$

#### Junta de separación sísmica (s)

Se determinó la junta de separación sísmica lateral entre viviendas colindantes (la cual será de tecnopor), obteniéndose según las especificaciones de la Norma:

$$s = 3 + 0.004 \times (h - 500) \qquad (\text{h y s en centímetros})$$

$$s = 3 + 0.004 (535 - 500) = 3.14$$

donde "s" representa el espesor de la junta de separación y "h" es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar "s".

Sin embargo la junta de la parte posterior de la vivienda la junta de separación sísmica tiene un espesor de 3 cm. debido a que la edificación tiene menos de 5 m. de altura en la parte posterior.



Además se comprueba que el espesor de la junta de separación sísmica obtenido anteriormente es suficiente para corroborar que la separación entre las viviendas en sus límites de propiedad adyacentes, tiene como retiro una distancia no menor que  $\frac{2}{3}$  del desplazamiento máximo calculado, ni menor que  $\frac{s}{2}$ .

Se considera en el análisis el efecto de la excentricidad de la carga vertical producida por los desplazamientos laterales de la edificación (efecto P-delta).

## CAPÍTULO 4:

### DISEÑO DE ESTRUCTURAS POR METODO DE RESISTENCIA

#### 4.1 Diseño de Muros de Albañilería

La Norma establece que el diseño de los muros cubra todo su rango de comportamiento, desde la etapa elástica hasta su probable incursión en el rango inelástico, proveyendo suficiente ductilidad y control de la degradación de resistencia y rigidez, por tanto se emplea el diseño por métodos de resistencia con criterios de desempeño. El diseño está orientado en consecuencia a proteger la estructura contra daños ante eventos sísmicos frecuentes (sismo moderado) y a proveer el soporte suficiente frente al sismo severo, conduciendo el tipo de falla y limitando la degradación de resistencia y rigidez con el propósito de limitar el nivel de daños en los muros, de manera que estos sean económicamente reparables mediante procedimientos sencillos.

##### 4.1.1 Esfuerzo Axial Máximo

El esfuerzo axial máximo permisible sobre cada muro portante se determina para cargas de servicio incluyendo el 100% de la sobrecarga. Debe cumplir:

$$\sigma_a < \sigma_m \quad (4.1)$$

$$\sigma_m = 0.20 f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right] \quad (4.2)$$

donde:

$$f'_m = 65 \frac{kg}{cm^2} \quad h = 2.40 \text{ m.} \quad t = 0.13 \text{ m.}$$

$$\sigma_m = 9.67 \frac{kg}{cm^2} < 0.15 f'_m = 9.75 \frac{kg}{cm^2} \quad (4.3)$$

De los resultados obtenidos del ETABS se obtuvo:

$$\sigma_a = 1.25 \frac{kg}{cm^2}$$

El esquema del posicionamiento de los muros se detalla en el Anexo N°1.

#### 4.1.2 Control de Fisuración de Muros de Albañilería

El control de fisuración tiene por finalidad evitar que los muros se fisuren ante los efectos de los sismos moderados que son los más frecuentes.

Se verifica en cada muro la condición:

$$V_e \leq 0.55 V_m \quad (4.4)$$

Del análisis estructural se determina los valores del cortante sísmico en el primer nivel y en cada eje en la dirección principal:

Eje A:

$$V_{eA} = 21.35 \leq 0.55 \times V_{mA} = 0.55 \times 84.20 = 46.31 \text{ Tn.} \quad (4.5)$$

Eje B:

$$V_{eB1} = 2.33 \leq 0.55 \times V_{mB1} = 0.55 \times 14.45 = 7.95 \text{ Tn.} \quad (4.6)$$

$$V_{eB2} = 3.91 \leq 0.55 \times V_{mB2} = 0.55 \times 17.74 = 9.76 \text{ Tn.} \quad (4.7)$$

Eje D:

$$V_{eD} = 20.80 \leq 0.55 \times V_{mD} = 0.55 \times 58.76 = 32.32 \text{ Tn.} \quad (4.8)$$

#### 4.1.3 Resistencia al Agrietamiento Diagonal

La resistencia a la fuerza cortante de los muros de albañilería se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V_m = (0.5 v' m) \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_s \quad (4.9)$$

$$\frac{1}{3} \leq \alpha \leq 1 \quad \alpha = \frac{V_e \times L}{M_e} \quad (4.10)$$

$$V_{mA} = 84.20 \text{ Tn.}$$

$$V_{mB1} = 14.45 \text{ Tn.}$$

$$V_{mB2} = 17.74 \text{ Tn.}$$

$$V_{mD} = 58.76 \text{ Tn.}$$

#### 4.1.4 Verificación de la Resistencia al Corte del Edificio

Con el objetivo de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso “i” y en ambas direcciones se verificó que la resistencia al corte de los muros sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo.

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei} \quad (4.11)$$

Para el primer nivel se obtiene:

$$\sum V_{m1} = 84.20 + 14.45 + 17.74 + 58.76 = 175.15 \text{ Tn.} \quad (4.12)$$

La sumatoria de reacciones en la base en la dirección principal precisadas en el análisis estructural para la carga sísmica ( $E_y$ ) con factor de reducción  $R=6.0$ , establece un valor de fuerza sísmica producida por el sismo moderado en el primer nivel:

$$V_{E1} = 48.50 \text{ Tn.}$$

El factor de amplificación de las fuerzas internas que actúan en el sismo severo sobre los muros en cada entrepiso, dispuesto según la Norma E-070, no deberá ser menos que dos ni mayor que tres, del valor asignado por el sismo moderado, en consecuencia:

$$V_{E1} \leq (3.0) \times 48.50 = 145.50 \text{ Tn.} \quad (4.13)$$

## 4.2 Diseño en Concreto Armado

Consiste en verificar si los elementos planteados van a soportar las fuerzas a las cuales están sometidos. El análisis estructural determina las magnitudes de las diferentes solicitaciones; los diferentes diagramas se muestran en el anexo N°2.

### 4.2.1 Diseño de Vigas

Las vigas son elementos que reciben la carga de las losas y las transmiten hacia las columnas y muros portantes de la edificación. Además en sistemas aporticados su importancia radica en que las mismas transmiten la carga sísmica.

Para la edificación en estudio se tiene vigas correspondientes a elementos de confinamiento de los muros de albañilería y en algunos casos formando pórticos.

Para efectos de pre dimensionamiento, la Norma E-070 exige un área mínima de  $(20.t)$  cm<sup>2</sup> en los elementos de confinamiento; para vigas que integran pórticos con uso de viviendas se tiene un peralte mínimo de  $\frac{L_n}{13}$  y un ancho de  $\frac{b}{20}$ , siendo el ancho mínimo 25 cm. según los requerimientos de la Norma E-060.

### Diseño por Flexión

Para las secciones de viga se ha considerado elementos doblemente reforzados y orientados a falla dúctil. Para el diseño de las vigas se ha tomado en cuenta los valores determinados por los diagramas de Momento Flector Envolvente, el cual nos determina valores máximos de los momentos en cada sección. El factor de reducción de resistencia para elementos a flexión es  $\phi = 0.90$ .

Se debe verificar: 
$$M_u \leq \phi M_n \quad (4.14)$$

Se verifica igualmente las exigencias de la Norma E-060 correspondientes a cuantías máxima y mínima.

Se ha considerado en el diseño el corte del acero de refuerzo longitudinal en las secciones de momento nulo, teniendo en cuenta la longitud de desarrollo a tensión.

**Tabla N11: RESISTENCIA A FLEXION DE VIGAS**

Viga	b (cm)	h (cm)	A's	As	$\rho$	$\rho$ máx	$\rho$ mín	$\phi M_n(+)$ (Tn.m)	$\phi M_n(-)$ (Tn.m)
V-101	25	20	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	0.006	0.010	0.003	1.44	1.44
V-102	25	20	2 $\phi$ 1/2"+1 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 1/2"+1 $\phi$ 5/8"	0.012	0.011	0.003	2.35	2.35
V-103	25	20	2 $\phi$ 1/2"	3 $\phi$ 1/2"	0.010	0.011	0.003	2.01	1.44
V-104	15	20	2 $\phi$ 3/8"	2 $\phi$ 3/8"	0.006	0.010	0.003	0.82	0.82
V-105	20	20	2 $\phi$ 3/8"	2 $\phi$ 3/8"	0.004	0.009	0.003	0.86	0.86
VS-01	15	25	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	0.008	0.011	0.003	1.82	1.82
VS-02	15	30	2 $\phi$ 3/8"	2 $\phi$ 3/8"	0.006	0.010	0.003	0.82	0.82

Fuente: Elaboración Propia

### Diseño por Corte

La resistencia al cortante de la sección depende de la contribución de la sección de concreto y del refuerzo transversal de acero.

Se debe corroborar:

$$V_u \leq \phi V_n = \phi(V_c + V_s) \quad (4.15)$$

La Norma sugiere la siguiente expresión simplificada para la determinación de la contribución de resistencia del concreto:

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b_w d \quad (4.16)$$

**Tabla N°12: RESISTENCIA AL CORTE DE SECCIONES DE VIGAS**

Viga	b <sub>w</sub> (cm)	d (cm)	ϕV <sub>c</sub> (Tn)
V-101	25	15.73	2.57
V-102	25	15.57	2.54
V-103	25	15.73	2.57
V-104	15	15.73	1.54
V-105	20	15.89	2.07
VS-01	15	20.73	2.03
VS-02	15	25.73	2.52

Fuente: Elaboración Propia

La contribución del refuerzo transversal dada por estribos en función del espaciamiento (s), viene dada por la siguiente expresión:

$$V_s = \frac{A_v \times f_y \times d}{s} \quad (4.17)$$

**Tabla N°13: CONTRIBUCION DE ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL**

Estribos T1 – T2	s (cm)	ϕ	f <sub>y</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	ϕV <sub>s</sub> (Tn)
1 - 1	5	1/4"	4200	4.76
5 - 3	10	1/4"	4200	2.38
2 - 2	15	1/4"	4200	1.59
R - R	25	1/4"	4200	0.95

Fuente: Elaboración Propia

Para el diseño de las vigas que conforman pórticos y vigas de confinamiento, se considera dos distribuciones de espaciamiento, las cuales proveen ductilidad a las

secciones. El factor de reducción de resistencia para elementos sometidos a fuerza cortante es  $\phi = 0.85$ .

#### 4.2.2 Diseño de Columnas

Son los elementos verticales que reciben las cargas de las losas y las vigas con el fin de transmitir las hacia la cimentación.

En sistemas configurados a base de pórticos, las columnas en conjunto con las vigas conforman el esqueleto sismorresistente, en conjunto con los muros de albañilería.

Para la edificación en estudio se tiene columnas correspondientes a elementos de confinamiento de los muros de albañilería y en algunos casos formando pórticos.

Para efectos de pre dimensionamiento, la Norma E-070 exige un área mínima de  $(15.t) \text{ cm}^2$  en los elementos de confinamiento; para columnas que integran sistemas aporticados, la Norma E-060 plantea un mínimo de  $600 \text{ cm}^2$  de área.

Se verifican criterios de esbeltez de los elementos para posibles efectos de magnificación de momentos.

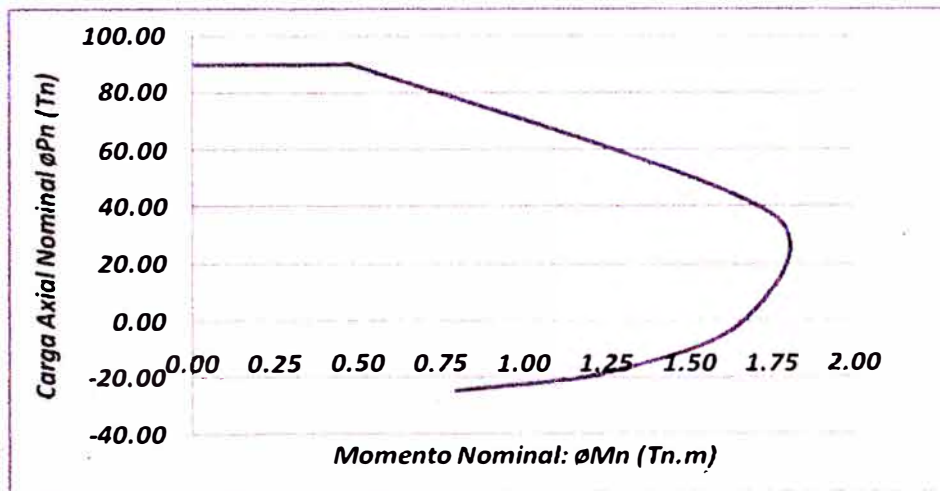
#### Diseño por flexo compresión

Para el diseño de las columnas se verifica que los valores en cada sección determinados por los diagramas de Momento Flector de cada combinación de carga se encuentran dentro del Diagrama de Interacción de la columna. Cabe señalar que las secciones de columna rectangulares, nos proporcionan en cada dirección principal un Diagrama de Interacción, el cual a su vez dada la simetría del refuerzo define el mismo diagrama para momentos positivos y negativos.

Sin embargo, para el caso de los elementos en "L", dependiendo de su posicionamiento en la estructura, se determinan diagramas distintos para momentos positivos y negativos.

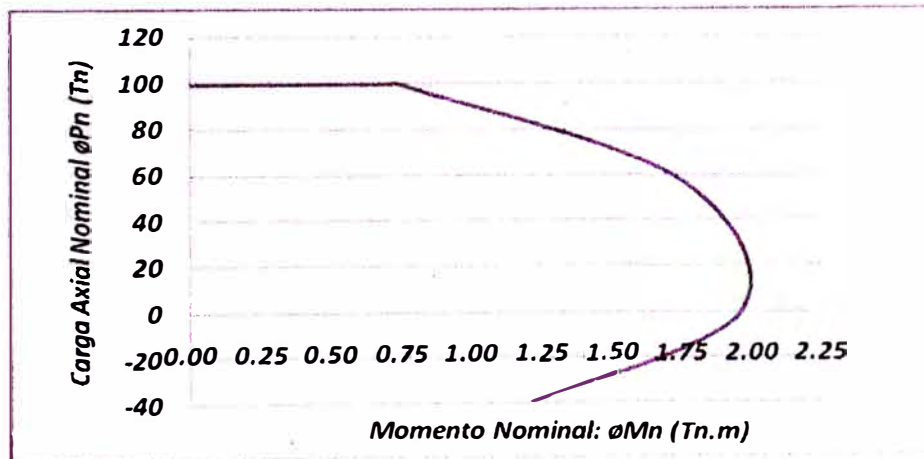
El factor de reducción de resistencia para elementos sometidos a flexo compresión es  $\phi = 0.70$ ; y para elementos sometidos a flexo tracción se tiene un factor de reducción de resistencia  $\phi = 0.90$ , tomando valores intermedios para solicitaciones de carga axial comprendidas entre  $P_u = 0.1 f'_c \times A_g$  ó  $P_b$  (Carga axial para cuantía balanceada), el que sea menor. Se presenta a continuación las gráficas de los diagramas de interacción críticos en la dirección secundaria:

**FIGURA N°2: DIAGRAMA DE INTERACCION DE COLUMNA C-1**



Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N°3: DIAGRAMA DE INTERACCION DE COLUMNA C-2**



Fuente: Elaboración Propia



**Diseño por Corte**

En el diseño por corte se emplea el mismo criterio que para el diseño de vigas presentado anteriormente.

**Tabla N°14: RESISTENCIA AL CORTE DE SECCIONES DE COLUMNAS**

Columna	Dirección Principal	Dirección Secundaria
	$\phi V_c$ (Tn)	$\phi V_c$ (Tn)
C-1	3.50	2.80
C-2	3.50	2.80
C-3	4.41	4.41

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N°15: CONTRIBUCION DE ACERO DE REFUERZO  
 TRANSVERSAL DE COLUMNAS C-1 y C-2**

Estribos T1	s (cm)	$\phi$	$f_y$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi V_s$ (Tn)
1	5	1/4"	4200	4.76
5	10	1/4"	4200	2.38
2	15	1/4"	4200	1.59
R	25	1/4"	4200	0.95

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N°16: CONTRIBUCION DE ACERO DE REFUERZO  
 TRANSVERSAL DE COLUMNA C-3**

Estribos	s (cm)	$\phi$	$f_y$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi V_s$ (Tn)
1	5	1/4"	4200	7.14
5	10	1/4"	4200	3.57
2	15	1/4"	4200	2.38
R	25	1/4"	4200	1.43

Fuente: Elaboración Propia

**4.2.3 Diseño de Losas de Entrepiso**

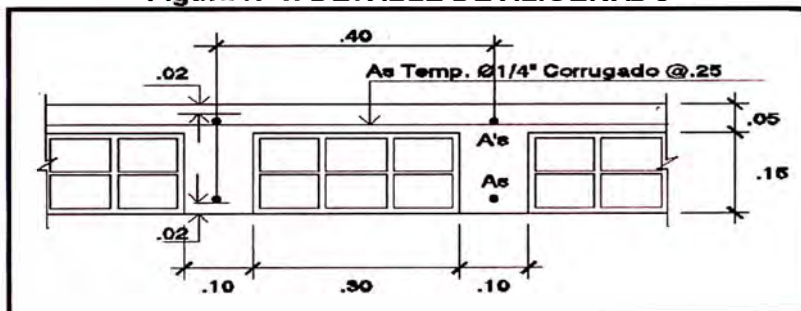
La función principal de las losas es transmitir las cargas verticales apoyadas en ellas tales como peso propio, tabiquería, acabados, sobrecarga y cargas eventuales

apoyadas sobre las mismas y asegurar un comportamiento de diafragma rígido (indeformable); es decir, que toda la losa tenga el mismo desplazamiento.

En un sistema sustentado en muros portantes es recomendable la utilización de losas macizas debido a que distribuye las cargas en los muros, sin embargo su costo de construcción es mayor y se requiere espesores considerables para poder empotrar las redes de desagüe de las instalaciones sanitarias.

Para el presente proyecto se desarrollan losas aligeradas de 20 cm. de espesor recomendable para las luces indicadas en la edificación, las cuales están constituidas por viguetas en forma de "T" de concreto armado distanciadas 40 cm. entre ejes y conectadas por una losa superior de concreto de 5 cm. de espesor. El espacio entre las viguetas está completado por ladrillos de arcilla que tienen la función de aligerar la losa y una superficie plana de cielorraso.

**Figura N°4: DETALLE DE ALIGERADO**



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al siguiente esquema se presentan diferentes distribuciones de refuerzo:

**Tabla N°17: CONTRIBUCION DE ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL**

Vigueta	A's	As	øMn(+) (Tn.m)	øMn(-) (Tn.m)
V-a	1 ø 3/8"	1 ø 3/8"	0.51	0.45
V-b	-	1 ø 3/8"	0.46	-
V-c	1 ø 3/8"	1 ø 1/2"	0.86	0.45
V-d	-	1 ø 1/2"	0.82	-

Fuente: Elaboración Propia

Además se verifica que no necesita de la presencia de refuerzo por corte.

#### 4.2.4 Diseño de Escaleras

La escalera consta de tres tramos apoyados en los muros de albañilería circundantes y la viga V-102. Se analiza por tramos separados y se considera como vigas simplemente apoyadas. Según las cargas de la edificación se verifica la necesidad de refuerzo debido a la fuerza cortante y se calcula el momento flector último, probándose que determine valores inferiores a la resistencia a flexión nominal de cada tramo.

**Tabla N°18: CONTRIBUCION DE ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL**

Tramo	A's	As	Mu(+) (Tn.m)	Mu(-) (Tn.m)	Vu (Tn)	øMn(+) (Tn.m)	øMn(-) (Tn.m)	øVn (Tn)
1	4 ø 3/8"	5 ø 3/8"	0.46	0.23	1.01	1.71	1.44	13.89
2	5 ø 3/8"	6 ø 3/8"	1.03	0.51	1.52	2.00	1.73	13.89
3	4 ø 3/8"	5 ø 3/8"	0.62	0.31	1.18	1.71	1.44	13.89

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.5 Anclajes y Empalmes

El concreto armado es usado como material combinado (concreto y acero) para satisfacer los esfuerzos de compresión y tracción que se presentan en los distintos elementos estructurales. Básicamente el acero satisface las tracciones (aunque también resiste convenientemente esfuerzos de compresión) y el concreto soporta la compresión de la sección.

Para que el concreto y el acero trabajen en conjunto, es necesario que estén íntimamente unidos entre sí; a dicha unión se le denomina adherencia, la cual se explica en las siguientes razones fundamentales:

- Adhesión de naturaleza química entre el acero y el concreto.
- Fricción entre las barras de acero y el concreto, que se desarrolla cuando tienen a deslizar las primeras.

- Apoyo directo de las corrugaciones de las barras contra el concreto que las rodea.

Por lo expuesto, la adherencia representa una fuerza a lo largo del perímetro de las barras y será necesaria una cierta longitud para poder desarrollar una fuerza resistente igual a la máxima que puede ser transmitida por la barra de refuerzo.

A ésta longitud se le denomina longitud de desarrollo a tensión o anclaje, las mismas se encuentran establecidas en los Anexos correspondientes a los planos estructurales.

## **CAPÍTULO 5:**

### **DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES**

El presente capítulo tiene por objeto el diseño de las cimentaciones superficiales de acuerdo a lo descrito en el Estudio de Mecánica de Suelos llevado a cabo en un terreno conformado por 9 Ha. ubicado en el distrito de Lurín, donde se construirán 500 viviendas unifamiliares para el proyecto “Las Praderas de Lurín”.

El estudio se elabora para determinar las propiedades físicas y químicas del suelo y las condiciones que se ofrecen para cimentación de edificaciones convencionales para uso de viviendas, de hasta dos niveles sin sótano.

Cabe señalar que la Norma establece el muestreo de 3 puntos de investigación (en este caso calicatas) por cada hectárea de terreno habilitado; por tanto se tiene información de 29 excavaciones a cielo abierto distribuidas uniformemente, que cubren la profundidad activa de la cimentación, de las cuales se determinan los perfiles estratigráficos.

En los suelos arenosos finos se ha ejecutado ensayos de Penetración Dinámica ligera, para medir la resistencia del suelo en condiciones naturales, encontrándose valores menores a 10 golpes cada 10 cm. en el área correspondiente al proyecto.

En los suelos gravosos presentados en el terreno se ha evaluado la densidad relativa, a los que se ha asignado una resistencia a la penetración estándar comprendida entre 30 a 50 golpes por pie.

Se ha tomado muestras inalteradas debido a que se trataba de suelos friccionantes, para realizar ensayos de granulometría, límite líquido, contenido de humedad y análisis químico (cloruros y sulfatos).

El perfil estratigráfico típico definido en el estudio recomienda usar como suelo de cimentación gravas arenosas pobremente graduadas (GP) de colores gris y beige.

Por tanto se busca establecer las propiedades mecánicas de la cimentación, así como la profundidad y tipo de cimentación según la presión admisible que puede soportar el terreno.

## 5.1 Capacidad de Carga y Asentamiento del Suelo

La función de la cimentación es transferir la carga de la estructura al suelo sobre el que descansa. Una cimentación adecuadamente diseñada es la que transfiere la carga a través del suelo sin sobre esforzar el suelo, esto quiere decir sin conducirlo a falla cortante o a un asentamiento excesivo.

De acuerdo a las características del proyecto, se plantea el uso de cimentaciones superficiales, pudiéndose tener según los estudios de suelos la presencia de cimientos corridos, zapatas (aisladas, combinadas o conectadas) ó losas de cimentación.

La profundidad mínima que deberá usarse es de 0.80 m. de profundidad por debajo del nivel inferior del piso terminado. En caso de no encontrár el estrato determinado con fines de cimentación, se deberá profundizar la cimentación hasta encontrarlo para el caso de los cimientos corridos. En caso de zapatas aisladas, conectadas o combinadas se podrá usar sub zapatas hasta alcanzarlo.

### 5.1.1 Verificación de Capacidad de Carga Última

La verificación por corte del suelo se hace mediante la siguiente expresión, considerando el caso de suelos puramente friccionantes (cohesión = 0):

$$q_{ac} = q_{ds} / 3 = \gamma_1 D_f N_q + F \gamma_2 B N_\gamma \quad (5.1)$$

donde:

$q_{ac}$  = Presión Admisible contra la falla por corte del suelo (kg/cm<sup>2</sup>)

$q_{ds}$  = Capacidad última de carga por corte del suelo (kg/cm<sup>2</sup>)

$\gamma_1$  y  $\gamma_2$  = densidades del suelo por encima y por debajo del nivel de cimentación. En este caso iguales a 1.6 y 2.1 ton/m<sup>3</sup>, respectivamente.

$N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$  = Factores de Capacidad de Carga que dependen del ángulo de fricción Interna ( $\phi = 33^\circ$  obtenido de la Carta de Terzaghi-Peck-Mesri), para un  $(N_1)_{60}$  de 10 golpes/pie y suelos granulares gruesos:

$$N_q = 32.2$$

$$N_\gamma = 33.3$$

$D_f$  = profundidad de cimentación = 0.80 m.

$B$  = ancho de cimentación = 1.00 m para zapatas cuadradas y 0.60 m para cimientos corridos; y

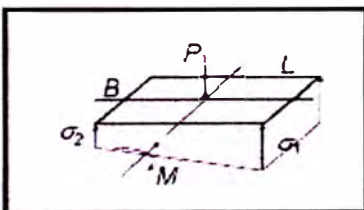
$F$  = factor de forma, igual a 0.4 para zapatas cuadradas y 0.5 para cimientos corridos, lo que nos da Presiones Admisibles contra la falla por corte del suelo ( $q_{ac}$ ) de 2.3 y 2.1 kg/cm<sup>2</sup> para zapatas cuadradas y cimientos corridos, respectivamente

En consecuencia se adopta:

$$q_{adm} = 2.1 \text{ kg/cm}^2 \text{ (F.S. = 3)}$$

Posteriormente, de acuerdo a las sollicitaciones axiales producidas por las cargas de servicio sobre la cimentación, se determinan los esfuerzos que producen las mismas sobre el terreno, considerando la cimentación como infinitamente rígida. Para el análisis se considera la excentricidad de las cargas según los siguientes esquemas:

**Figura N°5: ESFUERZOS SOBRE EL TERRENO (CARGA EXCENTRICA)**



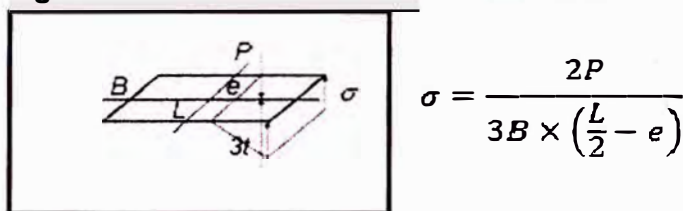
$$e = \frac{M}{P} \leq \frac{L}{6} \quad (5.2)$$

$$\sigma_{(1,2)} = \frac{P}{B \times L} \left(1 \pm \frac{6e}{L}\right) \quad (5.3)$$

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso que la excentricidad sea mayor de  $\frac{L}{6}$ , tenemos que las tensiones se redistribuyen según el esquema siguiente:

**Figura N°6: REDISTRIBUCION DE ESFUERZOS**



Fuente: ELABORACION PROPIA

$$(5.4)$$

Se tiene para la condición de mayor carga axial y de mayor excentricidad los siguientes valores:

$$Ps = 6.45 \text{ Tn.} \quad \left(\frac{L}{2} - e\right) = 0.22 \text{ m.} \quad B = 1.00 \text{ m.} \quad L = 0.60 \text{ m.}$$

$$\sigma = 1.81 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \leq qadm = 2.10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (5.5)$$

Con lo cual se verifica que para un ancho de 0.60 m. se determina que las cargas de la edificación no sobrepasan la capacidad última del terreno.

### 5.1.2 Verificación de Asentamiento

La presión admisible de los suelos granulares depende generalmente de los asentamientos tolerables por la estructura a cimentar, debiendo en todo caso verificarse que el factor de seguridad contra la falla por corte del suelo de cimentación sea 3.0 como mínimo.

Así, si se considera en los cálculos un ancho de zapata de (B) 1.0 m. con un  $(N_1)_{60}$  de 10 golpes/pie, se obtiene de la *Carta de Asentamiento* de Terzaghi Peck, (elaborada para una densidad de 1.6 ton/m<sup>3</sup>), un valor Q (carga permanente o muerta sobre la base de la zapata= q/16) de 15 kPa (0.15 kg/cm<sup>2</sup>), con lo que la Presión Admisible por Asentamiento ( $q_{as} = 16 Q$ ), será igual a 2.4 kg/cm<sup>2</sup> para un asentamiento máximo permisible de 16 mm. Haciendo la corrección para una densidad de 2.1 ton/m<sup>3</sup> y un asentamiento máximo tolerable de 25 mm se obtiene una Presión Admisible por Asentamiento ( $q_{as}$ ) para zapatas cuadradas, de 4.9 kg/cm<sup>2</sup>.



Para el caso de cimientos corridos, el asentamiento al final de la construcción y a la aplicación de las cargas vivas permanentes, es 1.56 veces el asentamiento de zapatas cuadradas, con lo que la Presión Admisible por Asentamiento ( $q_{as}$ ) para cimientos corridos será de  $3.2 \text{ kg/cm}^2$ .

$$q_{as} = 3.2 \text{ kg/cm}^2 \leq q_{adm} = 2.1 \text{ kg/cm}^2 \quad (5.6)$$

De lo anterior se explica que la capacidad de asentamiento admisible es mayor que la capacidad de carga admisible, tanto para el caso de cimientos como el caso de zapatas, por lo cual sólo debe verificarse la capacidad de carga admisible.

## 5.2 Diseño de Cimentaciones Superficiales

Se calculan las solicitaciones producidas por las diferentes combinaciones de cargas de la edificación y se determinan los esfuerzos resistentes de los elementos de concreto simple; los valores de los esfuerzos resistentes para elementos de concreto ciclópeo se especifica en la Norma E-060, según las siguientes expresiones dadas en  $\text{kg/cm}^2$ :

$$\text{Tracción por Flexión:} \quad \sigma_t = 0,42 \phi \sqrt{f'_c} \quad (5.7)$$

$$\text{Compresión por Flexión:} \quad \sigma_c = 0,85 \phi f'_c \quad (5.8)$$

$$\text{Tracción Diagonal en un sentido:} \quad \tau = 0,11 \phi \sqrt{f'_c} \quad (5.9)$$

$$\text{Aplastamiento por Apoyo:} \quad \sigma_t = 0,55 \phi \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} f'_c \quad (5.10)$$

Siendo según el diseño propuesto  $f'_c = 80 \text{ kg/cm}^2$ . El factor de reducción para elementos de concreto simple es  $\phi = 0.65$ . Entonces tenemos que para las cargas presentadas en la base de la edificación según el software ETABS la cimentación no necesita presencia de refuerzo para el diseño propuesto.

## CAPÍTULO 6:

### PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

#### 6.1 Muros de Albañilería

Al tratarse de un proyecto inmobiliario debe comprobarse la resistencia de la albañilería a compresión axial ( $f'm$ ) y al corte ( $v'm$ ) mediante ensayos de laboratorio previos y durante la obra. Los ensayos previos a la obra se ensayarán sobre cinco especímenes. Durante la construcción, por tratarse de edificaciones de dos niveles localizada en Zona Sísmica tres,  $f'm$  será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500 m<sup>2</sup> de área techada y  $v'm$  con tres muretes por cada 1000 m<sup>2</sup> de área techada.

##### 6.1.1 Muros Portantes

No se permitirá asentar por encima de 1.30 m. de altura del muro en una única jornada de trabajo, teniendo que dejarse sin relleno la junta vertical de la última hilada para su llenado en la siguiente jornada de trabajo; previamente se debe limpiar y humedecer las juntas de construcción.

La conexión columna albañilería podrá ser dentada o a ras. En el caso de emplearse una conexión dentada, la longitud de la unidad saliente no excederá de 5 cm.; además deberá limpiarse de desperdicios de mortero y partículas sueltas antes del vaciado de concreto de las columnas de confinamiento. En el caso de emplearse una conexión a ras, deberá adicionarse elementos de anclaje tales como "chicotes" o "mechas", compuesto por varillas de 6 mm., que penetren por lo menos 40 cm. al interior de la albañilería y 12.5 cm. al interior de la columna de confinamiento, con un dobléz a 90° de 10 cm.; la cuantía mínima a utilizar será 0.001.

Los estribos a emplear en las columnas de confinamiento deberán ser cerrados a 135°, pudiéndose emplear estribos con  $\frac{3}{4}$  de vuelta adicional, atando sus extremos con el refuerzo vertical.

El concreto de las columnas de confinamiento se vaciará posteriormente a la construcción del muro de albañilería, el cual tendrá su inicio desde el borde del cimiento.

Es necesario que el mortero se extienda sobre toda la superficie (vertical y horizontal) de la unidad de asentar, para lograr esto, la mezcla debe ser trabajable.

La trabajabilidad del mortero debe conservarse durante todo el proceso de asentado. El mortero debe tener la capacidad de mantener su consistencia y continuar siendo trabajable.

La arena deberá ser limpia, libre de materia orgánica, con granos redondeados, no debiendo usarse arena de mar, debido a las sales que contiene. Debe contar con la siguiente granulometría:

**Tabla N°19: GRANULOMETRIA DEL ARENA PARA MORTERO**

Malla ASTM	PORCENTAJE QUE PASA
4	100
8	95-100
100	25 (MAXIMO)
200	10 (MAXIMO)

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

El agua debe ser limpia, potable, libre de materias orgánicas y sustancias deletéreas (aceite, ácido, etc.), fresca, limpia y bebible. No se usará agua de acequia u otras que contengan materia orgánica.

Deberá utilizarse únicamente mano de obra calificada.

Es importante vigilar los siguientes puntos:

- El humedecimiento y/o limpieza de la unidad de albañilería según sea el caso.
- La alineación y aplomado.
- Las juntas serán de 15 mm como máx. y 10 mm. como mínimo.

- El procedimiento de asentado, particularmente la presión sobre las unidades de albañilería durante la colocación.
- El llenado total de juntas verticales del mortero.

La calidad de la albañilería mejora con la mano de obra.

### Muros de Albañilería Tipo V

El ladrillo es la unidad de albañilería fabricada con arcilla, mineral terroso o pétreo que contiene esencialmente silicatos de aluminio hidratados, fabricados con máquinas, el proceso de moldaje exige el uso de arena para evitar que la arcilla se adhiera a los moldes, dándole con esto un acabado característico en cuanto se refiere a sus dimensiones, resistencia a los esfuerzos y cierta permeabilidad.

El ladrillo de arcilla es consecuencia del tratamiento de la arcilla seleccionada, mezclado con adecuada proporción de agua, y arena elaborado en secuencias sucesivas de mezclado e integración de la humedad, moldeo, secado y cocido en hornos a una temperatura del orden de 1000° C.

Los ladrillos de arcilla cocido que se especifican deben de satisfacer ampliamente las Normas Técnicas Peruanas NTP 331.017:2003 (Requisitos de ladrillos de arcilla usados en albañilería) y el Reglamento Nacional de Edificaciones en cuanto no se opongan a la Norma NTP 331.017:2003. Para el efecto de estas especificaciones se ha determinado el uso de ladrillo Tipo V por su resistencia y durabilidad apropiado para las condiciones de servicio de la edificación. Si en los planos se indica otro tipo de ladrillo este deberá tener en cuenta que deben de cumplir con la Norma de NTP 331.017:2003 y el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Los ladrillos a emplearse en las obras de albañilería deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- Resistencia a la compresión 65 kg/cm<sup>2</sup>.
- Dimensiones exactas y constantes, los ladrillos King Kong 18 huecos serán de 24 x 13 x 9 cm.

- En cualquier plano paralelo la superficie de asiento debe tener un área equivalente al 70% o más del área bruta en el mismo plano.
- Textura homogénea, grano uniforme.
- La superficie de asiento debe ser rugosa y áspera.
- Debe tener una coloración rojiza amarillenta, uniforme.
- Su dureza deberá ser tal que permanezca inalterable a los agentes externos; al ser golpeados con el martillo deben emitir un sonido metálico.
- El ladrillo tendrá aristas vivas bien definidas con dimensiones exactas y constantes.

Se rechazarán los ladrillos que presenten los siguientes defectos:

- Los sumamente porosos, desmenuzables, permeables, insuficientemente cocidos, los que al ser golpeados con el martillo emitan un sonido sordo. Que presenten resquebrajaduras, fracturas, hendiduras o grietas, los vidriosos, deformes y retorcidos.
- Los que contengan materias extrañas, profundas o superficiales como conchuelas, grumos de naturaleza calcárea, residuos de materiales orgánicos, manchas y vetas de origen salitroso.

La ejecución de la albañilería será prolija. Los muros quedarán perfectamente aplomados y las hiladas bien niveladas, guardando uniformidad en toda la edificación. La unidad debe tener una succión adecuada al instante de asentarla, de manera que su superficie se encuentre relativamente seca y su núcleo esté saturado, para lo cual se verterá agua a los ladrillos previamente al asentado, de forma tal que queden humedecidos y no absorban el agua del mortero.

No se permitirá agua vertida sobre el ladrillo puesto en la hilada anterior en el momento de la colocación del nuevo ladrillo.

La succión de las unidades de albañilería en el momento de asentarlos debe estar comprendida entre (10 a 20) g /200 cm<sup>2</sup> – min.

Si el muro se va a levantar sobre los sobrecimientos se mojará la cara superior de estos. El procedimiento será levantar simultáneamente todos los muros de una sección, colocándose los ladrillos sobre una capa completa de mortero extendida íntegramente sobre la anterior hilada, rellenando luego las juntas verticales con la cantidad suficiente de mortero.

El muro es de soga cuando el espesor del muro es de 13 cm sin tarrajeo, y es de cabeza cuando el muro es de 24 cm de espesor, en ambos casos depende de cómo se “amarren” las unidades de albañilería.

El espesor de las juntas será 1.5 cm, promedio con un mínimo de 1.0 cm, y máximo de 1.5 cm. Se dejarán tacos de madera en los vanos que se necesiten para el soporte de los marcos de las puertas o ventanas.

El ancho de los muros se indica en los planos. El tipo de aparejo será tal que las juntas verticales sean interrumpidas de una a otra hilada, ellas no deberán corresponder ni aún estar vecinas al mismo plano vertical para lograr un buen amarre.

En la sección de cruce de dos o más muros se asentarán los ladrillos en forma tal, que se levanten simultáneamente los muros concurrentes. Se evitarán los endentados y las cajuelas para los amarres en las secciones de enlace de dos ó más muros. Solo se utilizarán los endentados para el amarre de los muros con columnas esquineras o de amarre. Mitades o cuartos de ladrillos se emplearán únicamente para el remate de los muros. Una sola calidad de mortero deberá emplearse en un mismo muro o en los muros que se entrecrucen.

Resumiendo el asentado de los ladrillos en general, será hecho prolijamente y en particular se pondrá atención a la calidad de ladrillo, a la ejecución de las juntas, al aplomo del muro y perfiles de derrames, a la dosificación, preparación y colocación del mortero así como la limpieza de las caras expuestas de los ladrillos. Se recomienda el empleo de escantillón.

Para todo lo no especificado deberán ceñirse a lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

## 6.2 Concreto Armado

La principal característica estructural del concreto es que resiste muy bien los esfuerzos de compresión, pero no tiene buen comportamiento frente a otros tipos de esfuerzos (tracción, flexión, cortante, etc.), por este motivo es habitual usarlo asociado al acero, recibiendo el nombre de concreto armado, comportándose el conjunto muy favorablemente ante las diversas sollicitaciones.

La técnica constructiva del concreto armado consiste en la utilización de concreto reforzado con barras o mallas de acero, llamadas armaduras.

### 6.2.1 Concreto

El concreto (también denominado homigón en algunos países) es el material resultante de la mezcla de cemento (u otro conglomerante) con áridos (piedra, gravilla y arena) y agua. La mezcla de cemento con arena y agua se denomina mortero.

El cemento, mezclado con agua, se convierte en una pasta moldeable con propiedades adherentes, que en pocas horas fragua y se endurece tomándose en un material de consistencia pétreo.

#### Materiales

##### A. Cemento Portland

Todo cemento a emplearse, deberá ser cemento Portland que esté representado en la Norma NTP 334.009:2005 (Requisitos del cemento Portland), el cemento se podrá emplear ya sea que venga a granel o envasado en bolsas.

El cemento deberá almacenarse y manipularse de manera que se proteja todo el tiempo contra la humedad, cualquiera que sea su origen y de tal forma que sea

fácilmente accesible para su inspección e identificación. Los lotes de cemento deberán usarse en el mismo orden en que sean recibidos.

Cualquier cemento que se haya aterronado o compactado, o de cualquier otra manera se haya deteriorado no deberá usarse. Una bolsa de cemento queda definida como la cantidad contenida en un envase original intacto del fabricante, que pesa 42.5 Kg o de una cantidad de cemento a granel que pese 42.5 Kg.

#### B. Agregados.

En general, deberán estar especificados dentro de la Norma NTP 400.011:2008 (Clasificación de agregados para uso de morteros y concretos).

##### Agregado Fino

Deberá ser de arena limpia, silicosa y lavada, de granos duros, fuertes, resistentes y lustrosos, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas suaves o escamosas, esquistos o pizarras, álcalis y materiales orgánicos.

##### Agregado Grueso

Deberá ser de piedra o grava, rota o chancada, de grano duro y compacto, la piedra debe estar limpia de polvo, materia orgánica o barro, marga u otra sustancia de carácter deletéreo.

En caso de que no fueran obtenidas las resistencias requeridas, se tendrá que ajustar la mezcla de agregados por propia cuenta, hasta que los valores requeridos sean obtenidos.

El tamaño máximo nominal de agregados para losas aligeradas y vigas será de  $\frac{3}{4}$ ", para columnas deberá ser de  $\frac{1}{2}$ ".

Todos los agregados para el concreto deberán ser los mismos que se hayan estado utilizando por más de 4 años para edificios públicos, locales, carreteras y otras obras igualmente importantes. Deberán almacenarse de tal manera que no se



ocasiona la mezcla entre sí, de las diferentes medidas, evitando asimismo que se contaminen o mezclen con polvo u otras materias extrañas.

### C. Agua

El agua que se use en la mezcla debe ser bebible, limpia, libre de cantidades perjudiciales de ácido, álcali o materias orgánicas, que puedan ser perjudiciales al fraguado, resistencia ó durabilidad del concreto. En caso de no emplearse agua potable, se ensayará el agua según lo indicado en las Normas presentadas a continuación; debe comprobarse si presentan las propiedades físicas y químicas mínimas necesarias para ser empleadas en la fabricación de concreto:

- NTP 339.070:2009: Toma de muestras de aguas usadas para la preparación y curado de morteros y concretos de Cemento Portland.
- NTP 339.071:2009: Método normalizado para determinar el residuo sólido y el contenido de materia orgánica (sólidos volátiles) de las aguas usadas para elaborar morteros y concretos de cemento Portland.
- NTP 339.072:1982: Método de ensayo para determinar el contenido de materia orgánica en las aguas usadas para elaborar morteros y concretos.
- NTP 339.073:1982: Método de ensayo para determinar el PH de las aguas usadas para elaborar morteros y concretos.
- NTP 339.074:1982: Método de ensayo para determinar el contenido de sulfatos en las aguas usadas en la elaboración de morteros y concretos.
- NTP 339.075:1982: Método de ensayo para determinar el contenido de hierro, en las aguas usadas en la elaboración de morteros y concretos.
- NTP 339.076:2003: Método de ensayo normalizado para determinar el contenido de cloruros en las aguas usadas en la elaboración de morteros y concretos de cemento Portland.

### D. Aditivos

Para la producción de la mezcla podría ser necesaria la inclusión de aditivos plastificantes (reductores de agua), debido a las especificaciones del proyecto; su empleo deberá ceñirse a las recomendaciones del fabricante del producto,

respetando los procesos de mezclado y los tiempos respectivos. A su vez puede presentarse la necesidad de aplicación de aditivos retardantes ó acelerantes debido a exigencias imprevistas, para lo cual imperan las recomendaciones señaladas anteriormente.

Los aditivos reductores de agua, retardantes, acelerantes, reductores de agua y retardantes, y reductores de agua y acelerantes, deben cumplir con la NTP 334.088.

### Producción del Concreto

#### a. Dosificación

El concreto que se use deberá adquirir la resistencia mínima a la compresión indicada en los planos, a los 28 días.

El diseño de la mezcla deberá efectuarse de acuerdo a la práctica recomendable para el diseño de mezclas de concreto y será responsabilidad del contratista el diseño de la misma.

El proporcionamiento de los materiales para el mezclado en el equipo correspondiente será en peso.

#### b. Mezclado.

El mezclado del concreto deberá hacerse en una mezcladora del tipo apropiado, que pueda asegurar una distribución uniforme del material mezclado.

Para mezclas de la capacidad de una yarda cúbica o menos, el tiempo mínimo de mezclado debe ser de 1.5 minutos.

Para mezclas mayores de una yarda cúbica, el tiempo de mezclado debe aumentarse a razón de 15 segundos por cada media yarda cúbica adicional de capacidad o fracción. Durante el tiempo de mezclado, el tambor deberá girar a una velocidad periférica de aproximadamente 200 pies por minuto.

Los períodos de mezclado deben controlarse desde el momento en que todos los materiales, incluso el agua, se encuentran efectivamente en el tambor de la mezcladora. No se permitirá el mezclado del concreto o mortero que haya endurecido parcialmente.

Alternativamente podrá emplearse concreto premezclado.

#### c. Transporte.

Con el fin de reducir el manipuleo del concreto al mínimo, la mezcladora deberá estar ubicada lo más cerca posible del sitio donde se va a vaciar el concreto.

El concreto deberá transportarse de la mezcladora a los sitios donde va a vaciarse, tan rápido como sea posible, a fin de evitar las segregaciones y pérdidas de componentes. El concreto deberá vaciarse en su posición final, a fin de evitar su manipuleo.

#### d. Vaciado

Antes de comenzar el vaciado del concreto, deberá eliminarse el concreto endurecido y cualquier otra materia extraña en las superficies internas del equipo mezclador y transportador.

Antes de vaciar el concreto deberá eliminarse los residuos que pudieran encontrarse en los espacios que van a ser ocupados por el concreto, si los encofrados están contruidos de madera, estos deberán ser humedecidos ó aceitados. El refuerzo debe estar firmemente asegurado en su posición.

Por ninguna circunstancia deberá usarse en el trabajo, concreto que se haya endurecido parcialmente.

Tanto como sea posible, el concreto deberá ser vaciado sobre los encofrados en su posición final a fin de evitar que sea manipulado en exceso, dado que se puede generar segregación.

El concreto debe vaciarse de manera continua o en capas de un espesor tal, que este no sea depositado sobre otro concreto que se haya endurecido lo suficiente como para causar la formación de juntas frías o planos débiles dentro de determinadas secciones.

Si una sección no puede vaciarse continuamente, entonces deben disponerse juntas de construcción; estas serán ubicadas de tal forma que la disminución de la resistencia de la estructura sea lo más insignificante posible.

Los encofrados para paredes, columnas o secciones delgadas de considerable altura, deberán estar provistos de aberturas o registros u otros medios que permitan que el concreto sea vaciado de una manera que evite la segregación, así como la acumulación de concreto endurecido en los encofrados o en el refuerzo metálico que se encuentra sobre el nivel del concreto.

Antes de proceder al vaciado se deberá verificar que el encofrado haya sido concluido íntegramente y deberán recubrir las caras que van a recibir el concreto con aceite ó lacas especiales para evitar que el concreto se adhiera a la superficie del encofrado.

En caso de depositar o vaciar el concreto fresco en, o sobre concreto que se haya endurecido o fraguado, los encofrados deben volverse a ajustar, al mismo tiempo que la superficie del concreto fraguado deberá picarse o rasparse con escobilla de alambre, a fin de asegurar la eliminación de cualquier concreto inerte o materia extraña y/o exudado y luego proceder a saturarlo con agua previo al vaciado.

El concreto que se vacíe o ponga en contacto con el concreto fraguado, deberá contener un exceso de pasta para asegurar así el empate o junta.

Para asegurar efectivamente la presencia de este exceso de pasta en la junta que se va producir entre el concreto fresco y fraguado deberá primeramente ser tratada o cubierta con una mano de lechada de cemento puro sobre el que deberá vaciarse

el concreto fresco, cuidando de hacer esto antes de que la lechada haya iniciado su fraguado.

#### e. Compactación

En el momento mismo y después del vaciado de concreto, este deberá ser debidamente compactado por medio un vibrador mecánico o de herramientas adecuadas.

El concreto deberá compactarse por medio de vibradores metálicos y deberá ser bien removido a fin de que llegue a rodear el refuerzo y las tuberías y accesorios que se hayan empotrado y lograr así que este ocupe todas las esquinas y ángulos de los encofrados.

No debe vibrarse en exceso el concreto por cuanto se producen segregaciones que afectan la resistencia que debe obtenerse.

La inmersión del vibrador será tal que permita penetrar y vibrar el espesor total del estrato y penetrar en la capa inferior del concreto fresco, pero se tendrá especial cuidado para evitar que la vibración pueda afectar el concreto que ya está en proceso de fraguado.

Se deberá espaciar en forma sistemática los puntos de inmersión del vibrador, con el objeto de asegurar que no se deje parte del concreto sin vibrar, estas máquinas serán eléctricas o neumáticas debiendo tener siempre una de reemplazo en caso de que se descomponga en el proceso de trabajo. Las vibradoras serán insertadas verticalmente en la masa de concreto y por un período de 5 a 15 segundos y a distancia a 45 a 75cm, se retirarán en igual forma.

#### f. Control de Calidad

Se deberá realizar el ensayo de asentamiento en estado fresco previo al vaciado de la mezcla (determinado con el cono de Abrams), según los procedimientos especificados y con la frecuencia indicada en la normativa vigente.

De la misma manera se deberá realizar pruebas de resistencia a la compresión a los 28 días en testigos cilíndricos según los procedimientos recomendados para su moldeo, almacenamiento y curado, con la frecuencia de ensayo indicada en la normativa vigente.

#### g. Terminados

Las cavidades producidas por los tirantes de los encofrados o cualquier otro hueco, picaduras, canales, esquinas o aristas rotas u otros defectos, deberán ser debidamente limpiadas, saturadas con agua por un período no menor de tres horas y por último rellenas con mortero para dejarlas perfectas.

Inmediatamente después que se haya quitado los encofrados y mientras el concreto este fresco, todas las pequeñas picaduras y aberturas o grietas que pudieran aparecer en las superficies descubiertas del concreto, deberán ser rellenas con mortero de cemento cuya mezcla consistirá de una dosificación que se diseñe eliminando el agregado grueso.

Las superficies deberán ser luego frotachadas con cemento y agua, dejando la superficie uniforme lisa, limpia y bien presentada.

No se deberá emplear cemento o lechada para frotachar los lados de vigas, columnas y viguetas; en ningún caso deberá aplicarse mortero para aumentar el espesor o ancho de estas porciones estructurales.

#### h. Curado

Todo el concreto deberá protegerse de manera que por un período de siete días, como mínimo se evite la pérdida de humedad de la superficie y deberá iniciarse tan pronto como sea posible, de tal manera que permita que este alcance su resistencia potencial.

El concreto ya colocado tendrá que ser mantenido constantemente húmedo ya sea por rociado frecuente o por medio de la aplicación de películas impermeables, este compuesto de usarse, debe ser aprobado por el Ingeniero Supervisor. Debe tenerse

en cuenta que el compuesto a usar no debe reaccionar de manera perjudicial con el concreto y debe proporcionar la retención de humedad necesaria para lograr la resistencia esperada del concreto.

#### i. Juntas de Construcción

Las juntas no indicadas en los planos serán ubicadas de manera de no reducir la resistencia de la estructura. En cualquier caso la junta será tratada de modo tal de recuperar el monolitismo del concreto. Para este fin, en todas las juntas verticales se dejarán llaves de dimensión igual al tercio del espesor, de 2.5 cm en todo el ancho o largo del mismo.

Adicionalmente en todas las juntas horizontales, verticales o inclinadas se tratará la superficie del concreto hasta dejar descubierto el agregado grueso e inmediatamente antes de colocar el concreto fresco se rociará la superficie con lechada de cemento.

#### 6.2.2 Encofrados

Los encofrados deberán ser adecuados para el trabajo a realizarse. Para todas las caras terminadas que hayan de quedar expuestas, los encofrados deberán construirse de madera terciada. Su instalación debe ser de tal manera que cuando se quiten, el concreto quede con una superficie libre de rebabas, lomos u otros defectos que la desmejore, la superficie donde se produce el vaciado debe quedar lisa. Los encofrados deben conformar exactamente con las dimensiones y perfiles que los planos muestran para los trabajos de concreto.

Deberán tener una resistencia capaz de soportar con seguridad, las cargas impuestas por su peso propio, el peso o empuje del concreto y una sobrecarga de llenado de 200 Kilos por metro cuadrado.

Los encofrados deberán ser herméticos para prevenir la filtración del mortero y deberán ser debidamente arriostradas o ligadas entre sí, de manera que se mantenga en la posición y forma deseada con seguridad.

El tamaño y distanciamiento o espaciado de los pies derechos y largueros deberá ser determinado por la naturaleza del trabajo y la altura del concreto a vaciarse, quedando a criterio del Contratista dichos tamaños y espaciamiento y serán de su entera responsabilidad.

Los tirantes para los encofrados deberán ajustarse en longitud y deberán ser de tal tipo como para no dejar metal a menos de dos pulgadas de la superficie.

Los encofrados deberán retirarse de manera que se asegure la completa inflexibilidad de la estructura.

Inmediatamente después de quitar los encofrados, la superficie de concreto deberá ser examinada cuidadosamente y cualquier irregularidad deberá ser tratada como lo ordene el Ingeniero Supervisor. Las proporciones de concreto con cangrejas deberán picarse en la extensión que abarquen tales defectos y el espacio rellenado o resanado con concreto o mortero y terminado de tal manera que se obtenga una superficie de textura similar a la del concreto circundante.

En general, los encofrados no deberán quitarse hasta que el concreto se haya endurecido suficientemente como para soportar con seguridad su propio peso y los pesos superpuestos que puedan colocarse sobre él y en cualquier caso los encofrados deberán dejarse en su sitio como mínimo espacio de tiempo contado desde la fecha de vaciada, de acuerdo a la siguiente tabla:

Columnas	24 horas
Vigas	21 días
Aligerados y escaleras	7 días

Los separadores temporales deben ser retirados cuando el concreto llegue a su nivel, si es que no está autorizado que estos queden en obra.

Debe de inspeccionarse minuciosamente el encofrado de losas, verificando que se encuentren en la posición correcta todas las instalaciones sanitarias, eléctricas y mecánicas, así como el refuerzo de acero.



### 6.2.3 Acero de Refuerzo

Será de barras nuevas, corrugado, de grado 60. Todo el acero estará libre de pintura, aceite, suciedad y escamas de óxido. Se mantendrá dentro de los encofrados en la posición indicada en los planos, por medio de apoyos u otros dispositivos que aseguren el espaciamiento exacto y eviten el desplazamiento de las barras al vaciar el concreto.

El acero deberá poseer corrugaciones y cumplir con los requisitos de la Norma NTP 341.031 (Barras de acero al carbono con resaltes y lisas para concreto armado) con carga de fluencia 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

#### a. Habilitación

Todas las armaduras de refuerzo deberán cortarse y doblarse según lo indicado en planos, con las tolerancias permitidas en las Normas ACI-318-95.

#### b. Almacenaje y limpieza

El refuerzo se almacenará fuera del contacto con el suelo, protegido del polvo, tierra, suciedad, aceite, grasa y oxidación excesiva y deberá limpiarse de escamas de laminado o cualquier capa que reduzca la adherencia.

#### c. Colocación de refuerzo

La armadura se colocará de acuerdo a los planos y se asegurará contra cualquier desplazamiento durante el vaciado del concreto. El recubrimiento del refuerzo se conseguirá mediante espaciadores de concreto.

No se permitirá redoblado ni enderezamiento del refuerzo.

#### d. Empalmes.

Los empalmes por traslape de las armaduras tendrán las longitudes mínimas indicadas en los planos, debiendo evitarse estos empalmes en las zonas de máximo momento positivo y negativo, así como en las zonas de las columnas para la armadura inferior de las vigas. En las columnas, los empalmes traslapados se harán en la mitad central de la columna.

Cualquier empalme no cubierto por estas especificaciones necesitará la aprobación del proyectista. Por ningún motivo, se empalmará más del 50% de la armadura dentro de la longitud del traslape de una sección.

#### e. Almacenamiento

Todo elemento de acero a usarse en obra debe ser almacenado en depósito cerrado y no debe apoyarse directamente en el piso en por lo menos 30 cm. de altura.

El acero debe almacenarse de acuerdo con los diámetros, de tal forma que se pueda disponer en cualquier momento de un determinado diámetro sin tener necesidad de remover ni ejecutar trabajos excesivos de selección, debe de mantenerse libre de polvo; los depósitos de grasa, aceites y aditivos, deben de estar alejados del acero.

### 6.3 Concreto Ciclópeo

Las presentes especificaciones se refieren a toda obra de cimentación en la que no es necesario el empleo de armadura. El concreto simple es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua.

El agregado grueso debe estar totalmente envuelto por la pasta de cemento y el agregado fino debe llenar los espacios entre el agregado grueso. Se deberá respetar la resistencia a la compresión ( $f_c$ ) indicada en los planos.

En el caso de concreto ciclópeo, la piedra tendrá un tamaño máximo de 6", cubriendo hasta el 30% como máximo del volumen total, cada piedra debe estar totalmente rodeada de concreto simple. De observarse que las condiciones del terreno requieran de la presencia de falsas zapatas por motivos de estabilidad, las mismas estarán formadas de concreto simple.

El concreto se verterá en las zanjas en forma continua, previo regado de las paredes y el fondo, a fin de que el terreno no absorba el agua del concreto. Primero se verterá en una capa de por lo menos 10 cm de espesor, agregando la piedra con

una dimensión máxima de 6" y en una proporción no mayor de 30% del volumen de la falsa zapata. La piedra tiene que quedar completamente recubierta de concreto. La parte superior de la falsa zapata debe quedar plana y rugosa, sobre la cual se vaciará posteriormente las cimentaciones.

Los cimientos corridos estarán formados por concreto simple, cemento-hormigón en una proporción de 1:10. El concreto se verterá en las zanjas en forma continua, previo regado de las paredes y el fondo, a fin de que el terreno no absorba el agua del concreto. Primero se verterá en una capa de por lo menos 10 cm de espesor, agregando la piedra con una dimensión máxima de 6" y en una proporción no mayor de 30% del volumen del cemento. La piedra tiene que quedar completamente recubierta de concreto.

El concreto de sobrecimientos se verterá en el encofrado en forma continua, primero se verterá en una capa de por lo menos 10 cm de espesor, agregando la piedra con una dimensión máxima de 3" y en una proporción no mayor de 25% del volumen del sobrecimiento. La piedra tiene que quedar completamente recubierta de concreto.

Para el encofrado y desencofrado de sobrecimientos se utilizará madera aserrada de acuerdo a las dimensiones de los elementos estructurales indicados en los planos

## CONCLUSIONES

- 1.- En los muros de albañilería de la edificación presentada se tiene que el valor de resistencia al agrietamiento crítico de la estructura se presenta en el muro lateral de menor dimensión (la fuerza cortante resistente al agrietamiento debido a la fuerza sísmica es aproximadamente el 80% de la magnitud de la fuerza resistente), mientras que para el muro de mayor longitud toma el valor del 50%.
- 2.- Debe analizarse las sollicitaciones de los elementos en ambas direcciones; en general en la edificación presentada en el presente proyecto, el diseño de los elementos de confinamiento verticales está gobernado por su desempeño en su eje secundario, en las cuales las columnas C-1 y C-2 presentan valores de resistencia a la flexión inferiores a 2.0 Tn.m, a pesar de tener un gran rango de desempeño para carga axial, mientras que en la dirección del eje secundario el valor máximo de momento flector llega a ser de hasta 6.0 Tn.m.
- 3.- La columna C-2 presenta aproximadamente el doble de refuerzo que la columna C-1; sin embargo, el momento flector máximo del diagrama envolvente ( $\phi M_n$ ) de la columna C-2 alrededor del eje secundario, es apenas (1.1) veces el valor del momento resistente máximo de la columna C-1, mientras que alrededor del eje principal el momento flector resistente de la columna C-2 es casi el doble de la resistencia de la columna C-1. Por tanto, se puede afirmar que en elementos esbeltos el incremento de acero en columnas no determina un aumento significativo en su desempeño a flexión.
- 4.- En las vigas de confinamiento VS-101 y VS-102 se tiene valores relativamente bajos de momento flector y fuerza cortante determinados por los diagramas envolventes de los elementos, en comparación con los diagramas de las vigas que conforman pórticos.
- 5.- En el diseño en concreto armado de vigas que no son peraltadas puede darse el caso que el acero para momento negativo (parte superior), aporte tracción para el cálculo del momento nominal positivo de la sección, en especial en las vigas

con mayor refuerzo longitudinal, cómo es el caso de las vigas V-102 y V-103; esto a su vez disminuye el valor de la cuantía balanceada de la sección.

6.- En el caso de la cimentación, debe tenerse presente que las mayores cargas sobre la misma se presentan en las columnas que conforman pórticos, en particular en el eje aporticado de mayor dimensión de la dirección principal.

## RECOMENDACIONES

- 1.- Es recomendable en edificaciones de albañilería confinada, en caso de ser posible, calcular los desplazamientos laterales de entrepiso producidos por las cargas sísmicas como si el sistema fuera aporticado (sin la inclusión de los muros de albañilería) porque este representa un mayor factor de reducción en caso de cumplir con el requisito de distorsión de la Norma; y por tanto se podría tener solicitaciones menores en los elementos, lo que implica una menor presencia de refuerzo y costos menores. Finalmente los muros podrán construirse como si se tratara de tabiquería.
- 2.- Para edificaciones de vivienda, convencionalmente en Lima se utiliza albañilería confinada con muros de 23 cm. de espesor (aparejo de cabeza) y columnas cuadradas típicas de 25 cm., por lo cual es recomendable que para el diseño deba analizarse estructuralmente primero la posibilidad de trabajar con muros de 13 cm. de espesor (aparejo de soga) porque es más rentable económicamente.
- 3.- Debe tratarse que los muros de albañilería confinada sean continuos en toda la altura de la edificación y en toda la longitud del eje, debido a que la discontinuidad del muro puede amplificar los efectos de los elementos cercanos al mismo, tanto en los niveles superiores como en los elementos adyacentes.
- 4.- En el caso de las columnas debe tratarse de tener elementos que tengan la misma rigidez y resistencia en ambas direcciones; es decir secciones cuadradas con refuerzo simétrico en ambos ejes, porque facilita el cálculo, debido a que para momentos positivos y negativos se tiene el mismo diagrama de interacción en ambas direcciones.
- 5.- Las vigas de confinamiento pueden plantearse con espesores mínimos porque la carga de flexión y cortante es tomado principalmente por los muros de albañilería.

6.- Por lo general en la base de las edificaciones se plantea un comportamiento de los apoyos como si estuvieran empotrados en la cimentación, sin embargo esto no es del todo cierto, por tanto debería tratar de realizarse el análisis para ambas condiciones debido a que los apoyos tienen incidencia en los valores de los desplazamientos laterales de entrepiso. Además esta condición también amplifica los momentos negativos en la base de las columnas y reduce los valores de los momentos positivos de las columnas y vigas de los niveles inferiores.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Abanto Castillo, Flavio; "Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería"; Edición N°2, Editorial San Marcos; Lima, Perú – 2008.
- [2] Arango Ortíz, Julio; "Análisis, Diseño y Construcción en Albañilería"; Edición N°1, Capítulo Peruano ACI; Lima, Perú - 2002.
- [3] Blanco Blasco, Antonio; "Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado"; Edición N°2, Colección del Ingeniero Civil – CIP; Lima, Perú - 1997.
- [4] Braja M. Das; "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica"; Edición N°1, Tomson Leaming; México D.F., México - 2001.
- [5] Computers and Structures, Inc; Extended 3D Analysis of Building Systems: ETABS V9.5.0; California, USA – 2008.
- [6] Reglamento Nacional de Edificaciones 2009.



## **ANEXOS**

**ANEXO N°1: ESQUEMA DE MUROS ESTRUCTURALES**

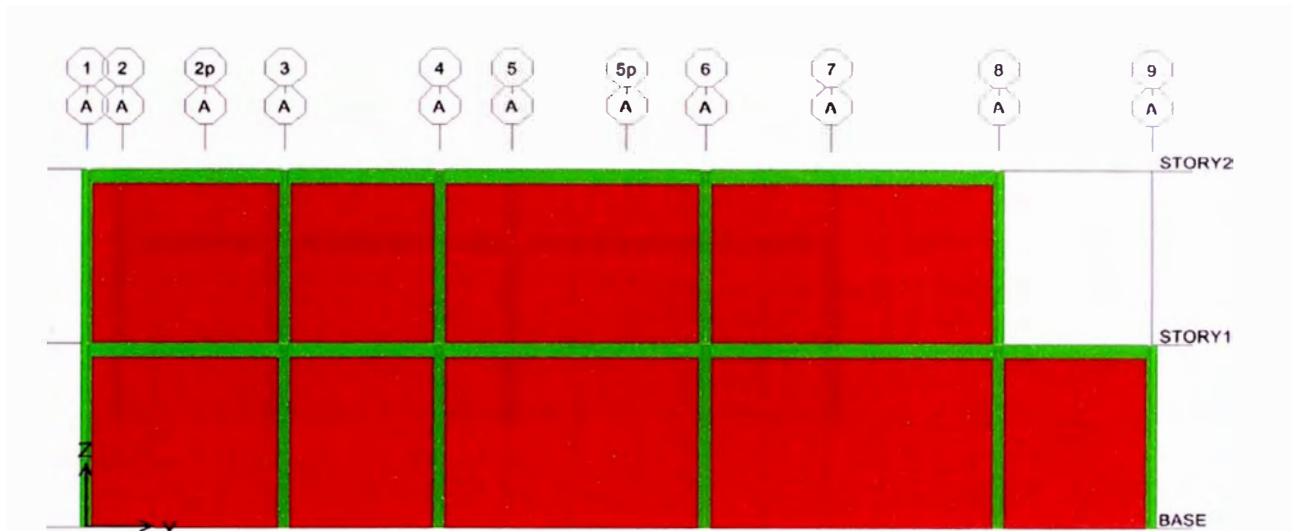
**ANEXO N°2: DIAGRAMAS DE FUERZAS ACTUANTES**

**ANEXO N°3: PLANOS ARQUITECTONICOS**

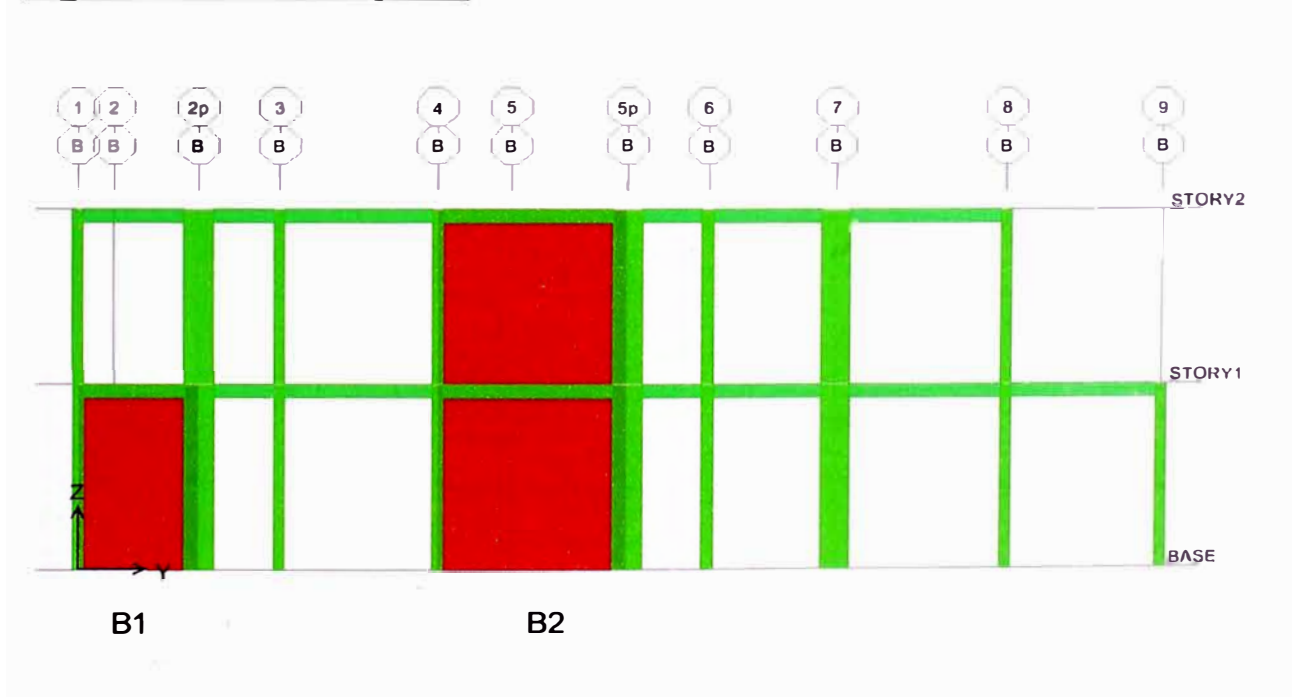
**ANEXO N°4: PLANOS ESTRUCTURALES**

## ANEXO Nº1: ESQUEMA DE MUROS ESTRUCTURALES

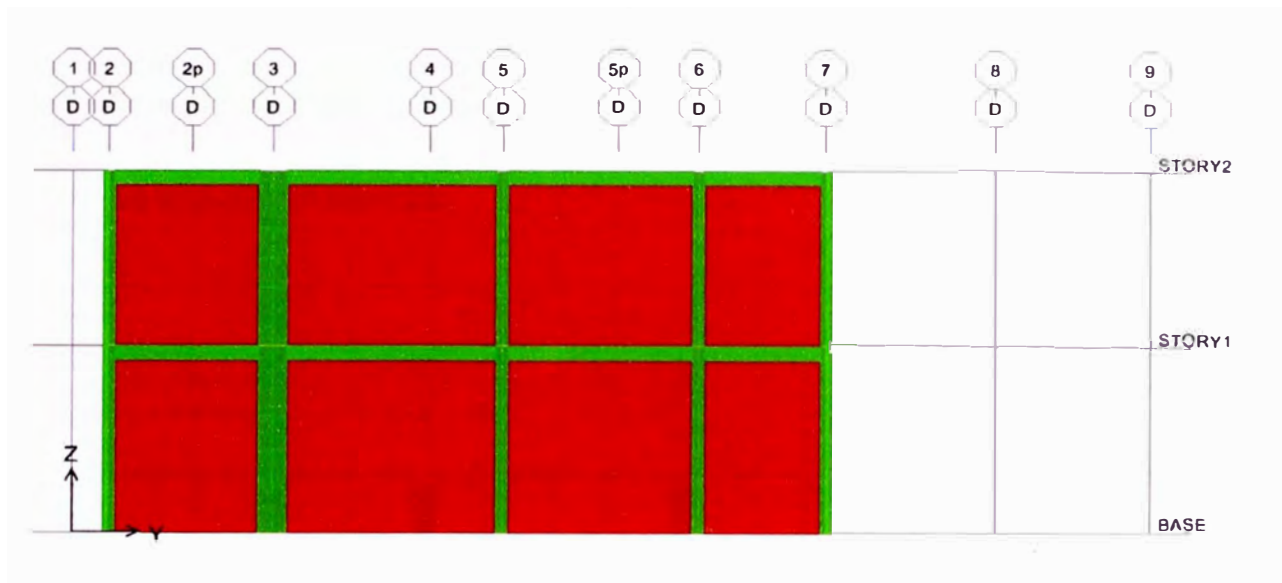
### Esquema de Muro "A":



### Esquema de Muros "B1" y "B2":



**Esquema de Muro "D":**

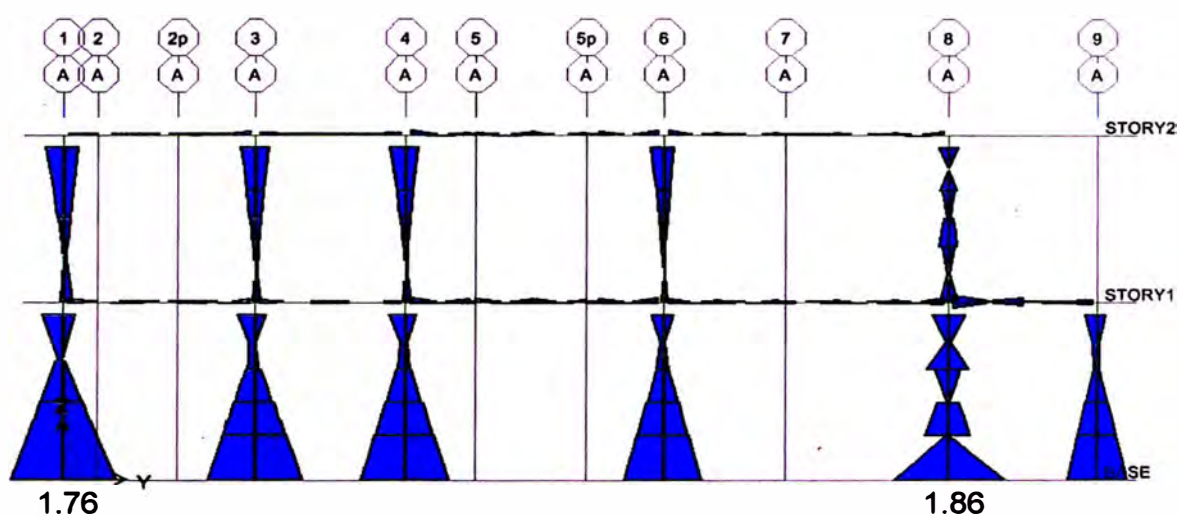


### Diagramas de Fuerzas Actuantes

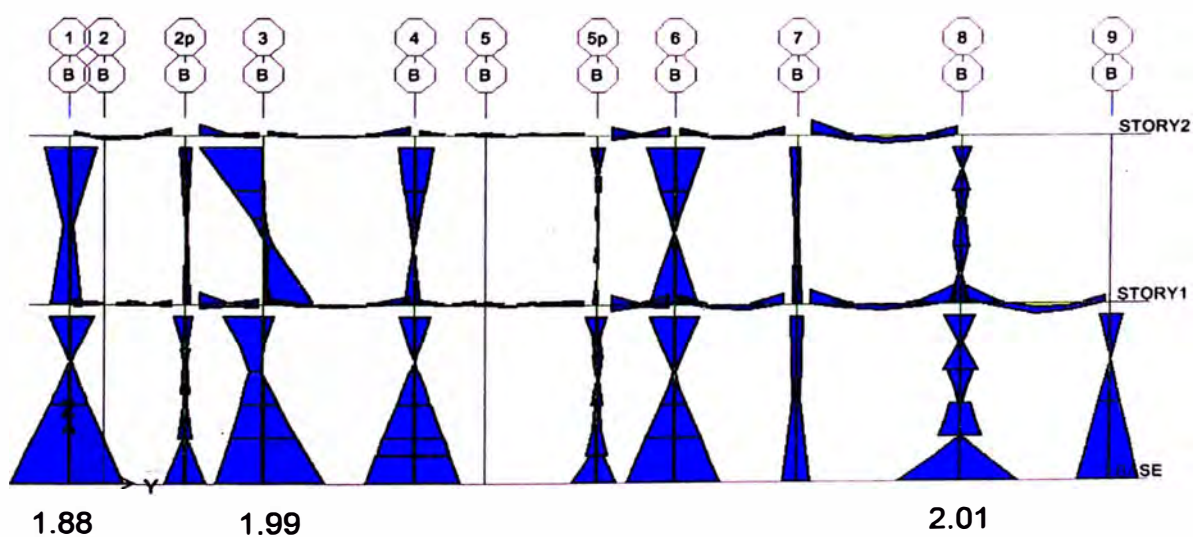
#### Diagrama de Momentos Envolvente (Tn.m)

A continuación se presentan los diagramas en la dirección secundaria y algunas magnitudes representativas de los diferentes diagramas en las vigas y columnas, los cuales se encuentran a escala.

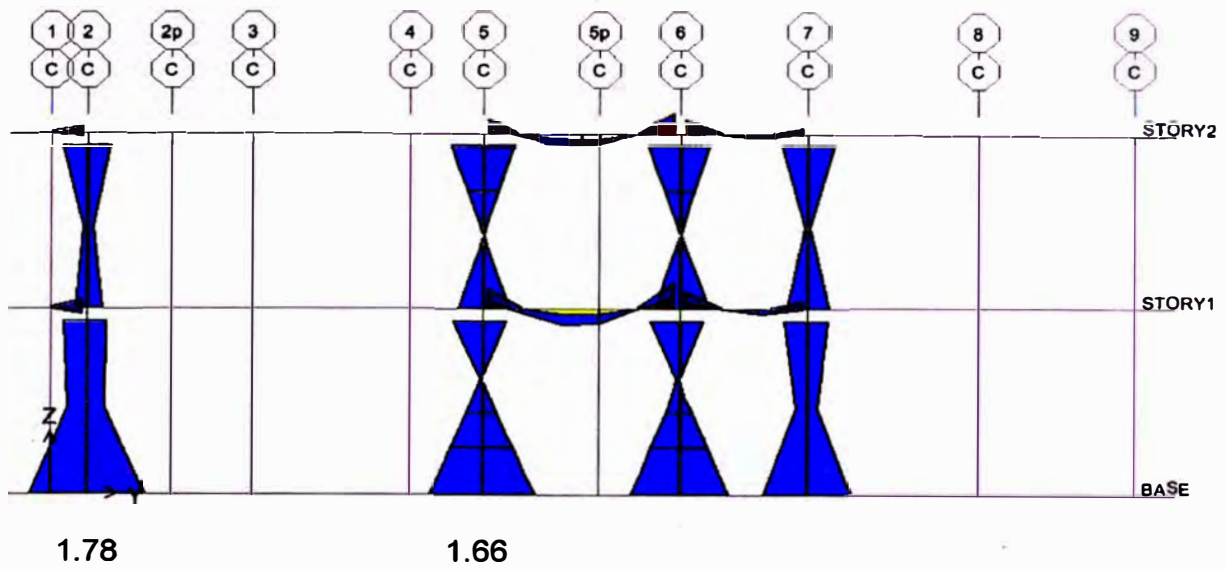
#### Eje "A":



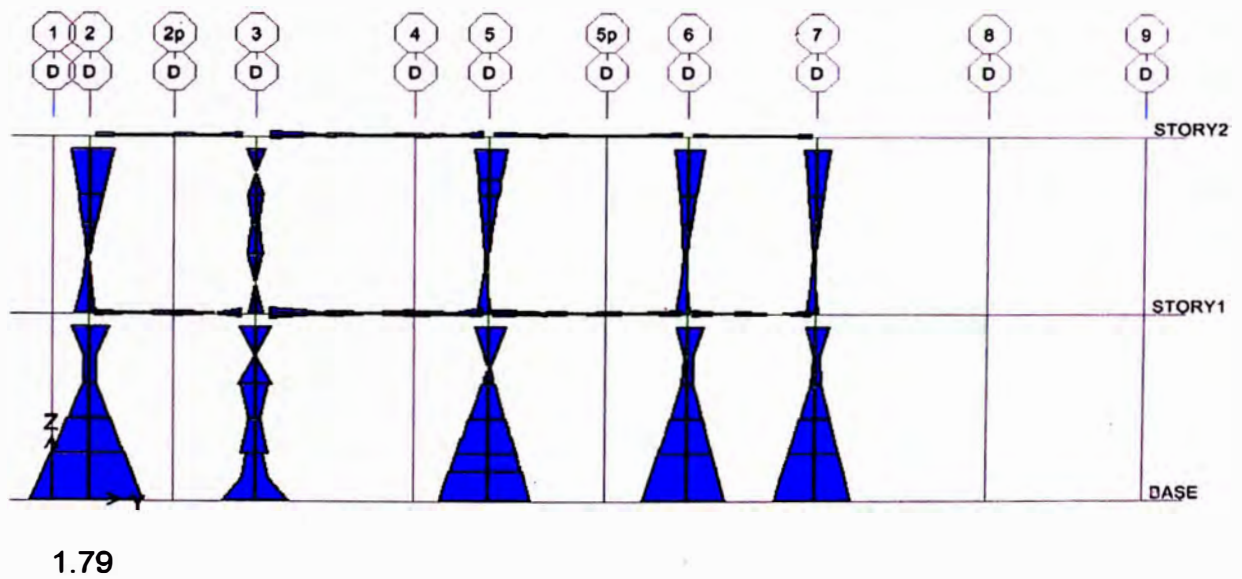
#### Eje "B":



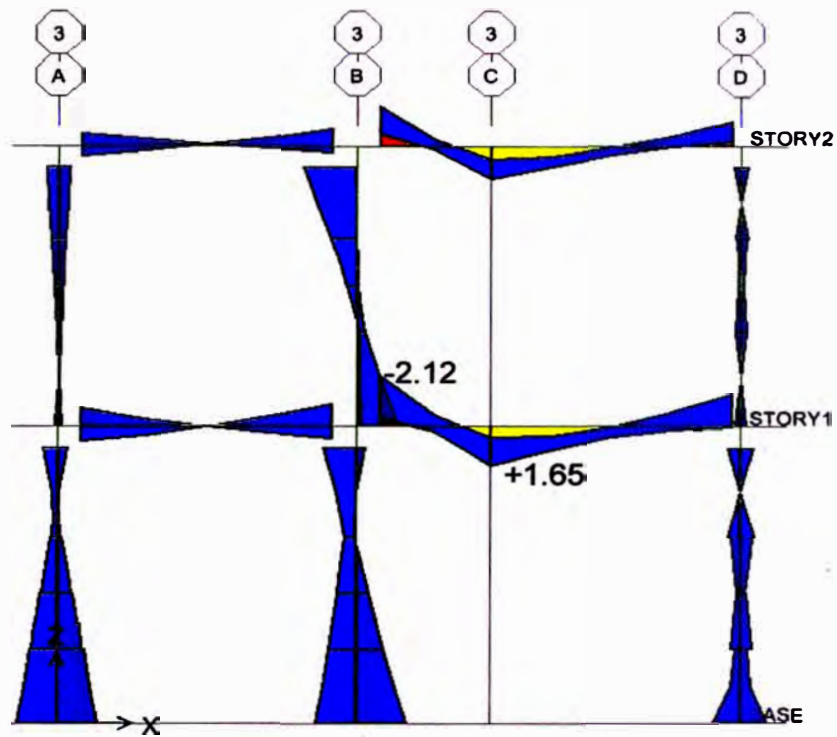
**Eje "C":**



**Eje "D":**

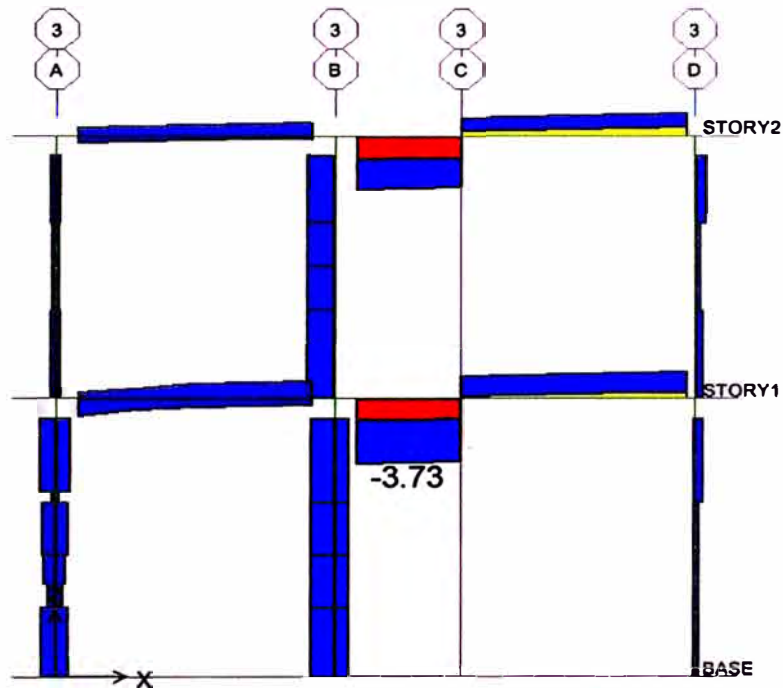


Eje "3":



### Diagrama de Fuerza Cortante (Tn)

Eje "3":

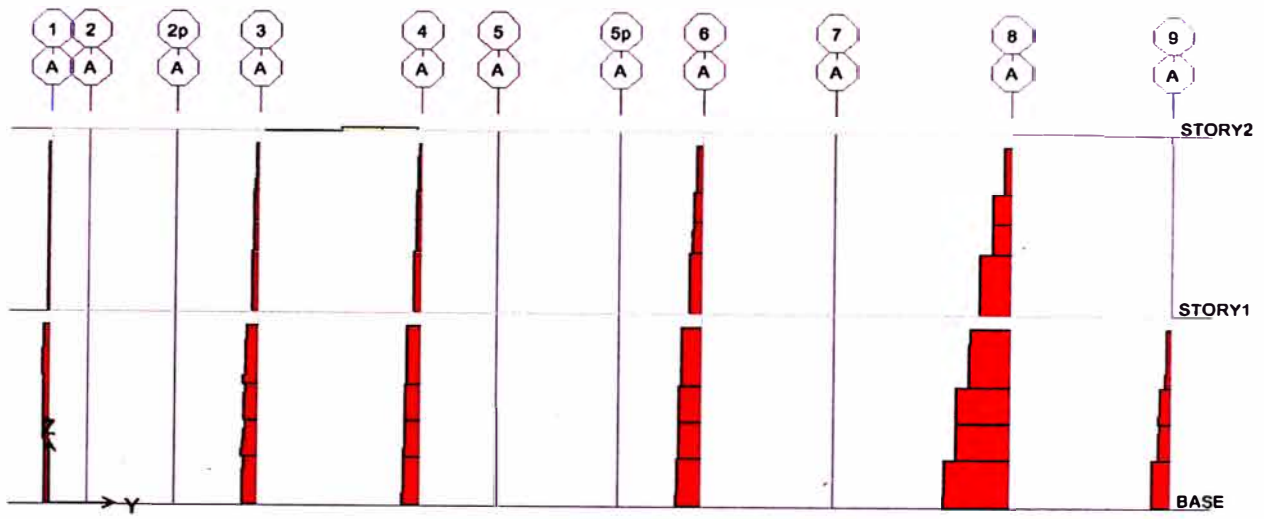


En los demás ejes, la fuerza cortante actuante sobre los elementos lineales toma valores muy reducidos.

**Diagrama de Carga Axial (Tn)**

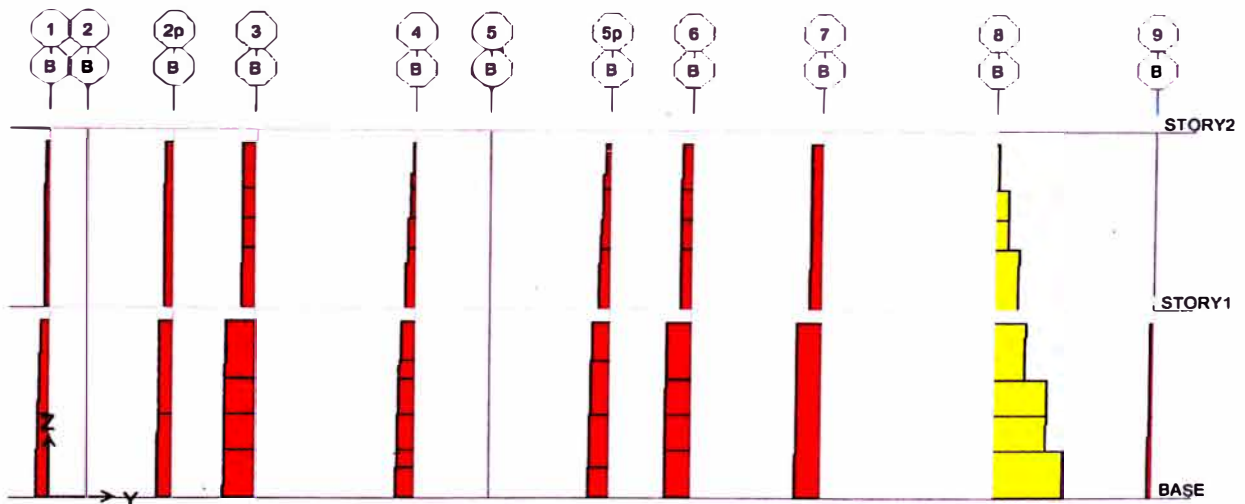
Se muestra a continuación los diagramas de carga axial que generan la combinación crítica de momento y carga axial en la dirección secundaria, correspondiente a la combinación de cargas N°3.

**Eje "A":**



-19.44

**Eje "B":**

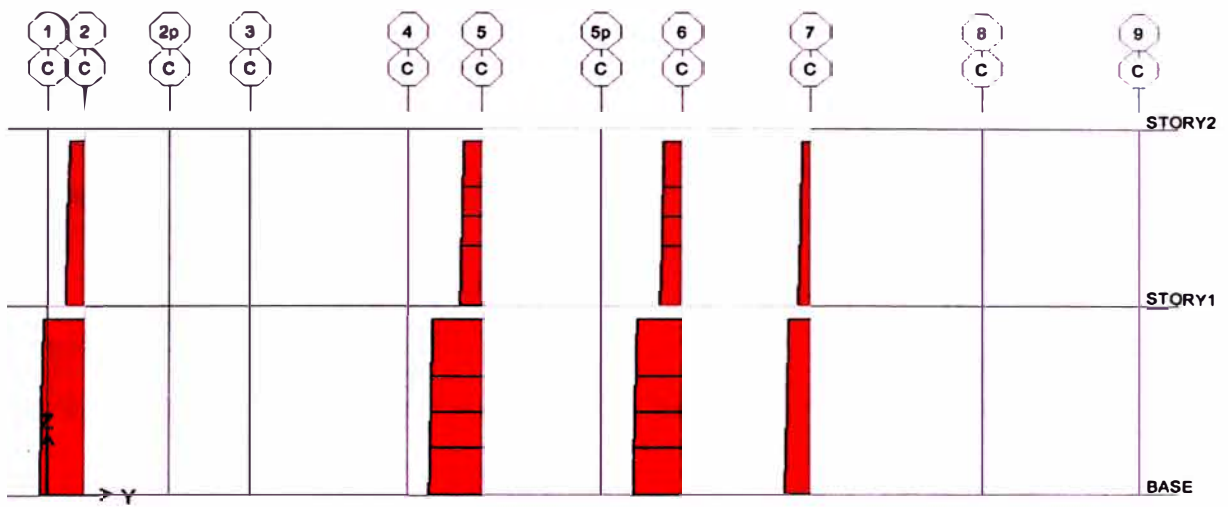


-9.22

+20.51

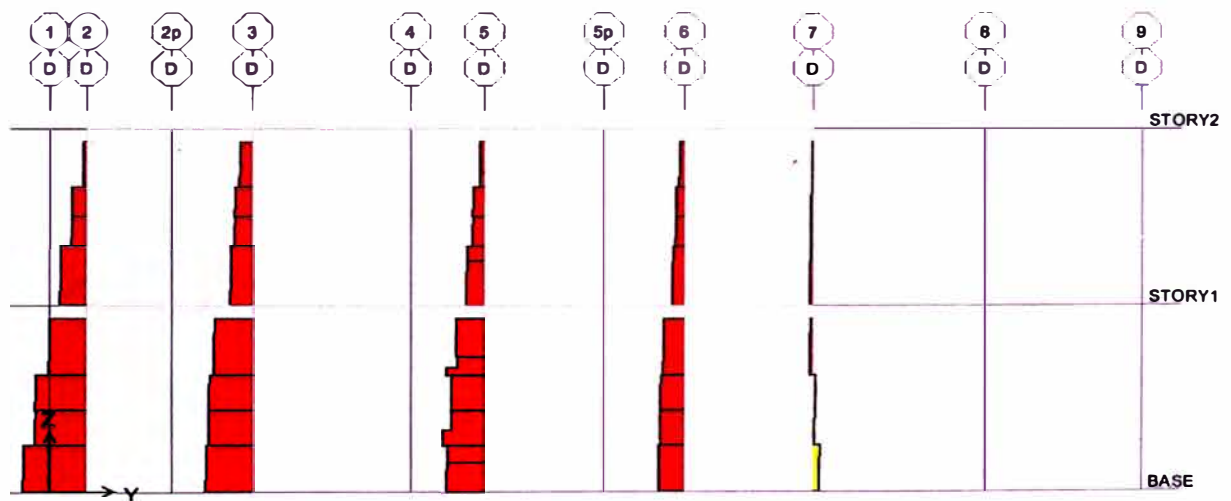


**Eje "C":**

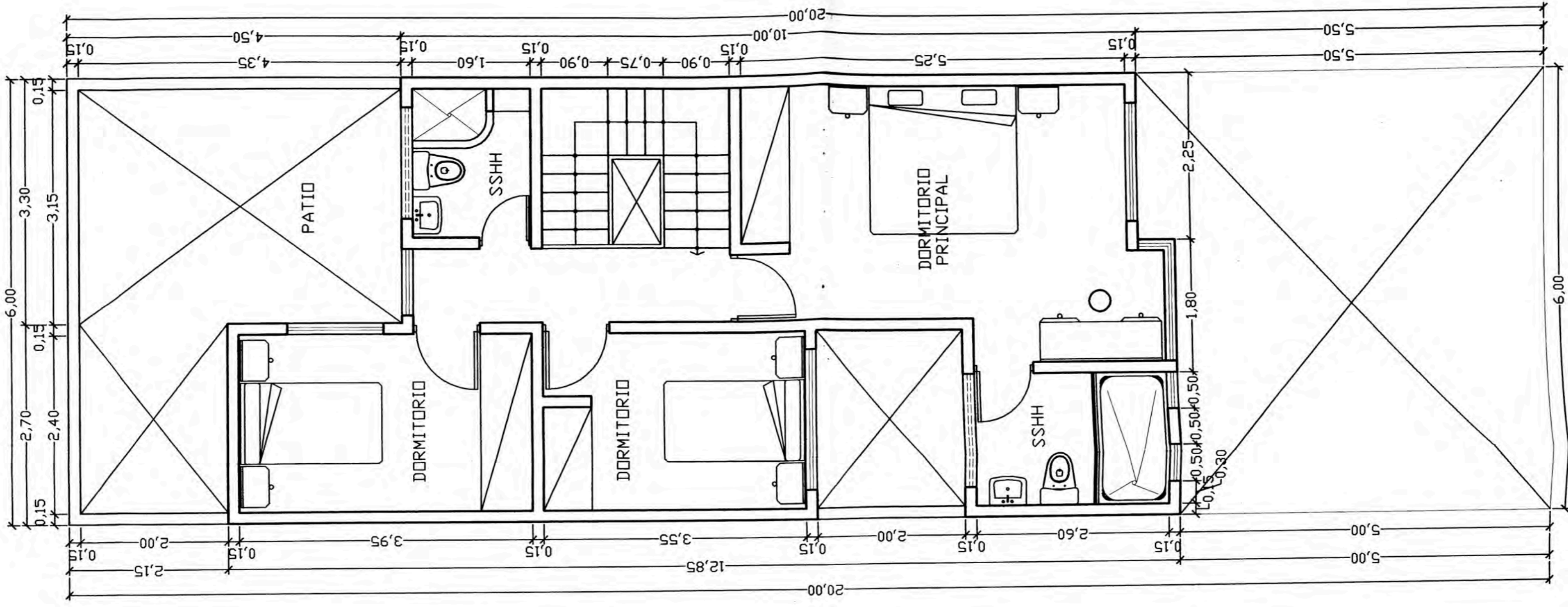
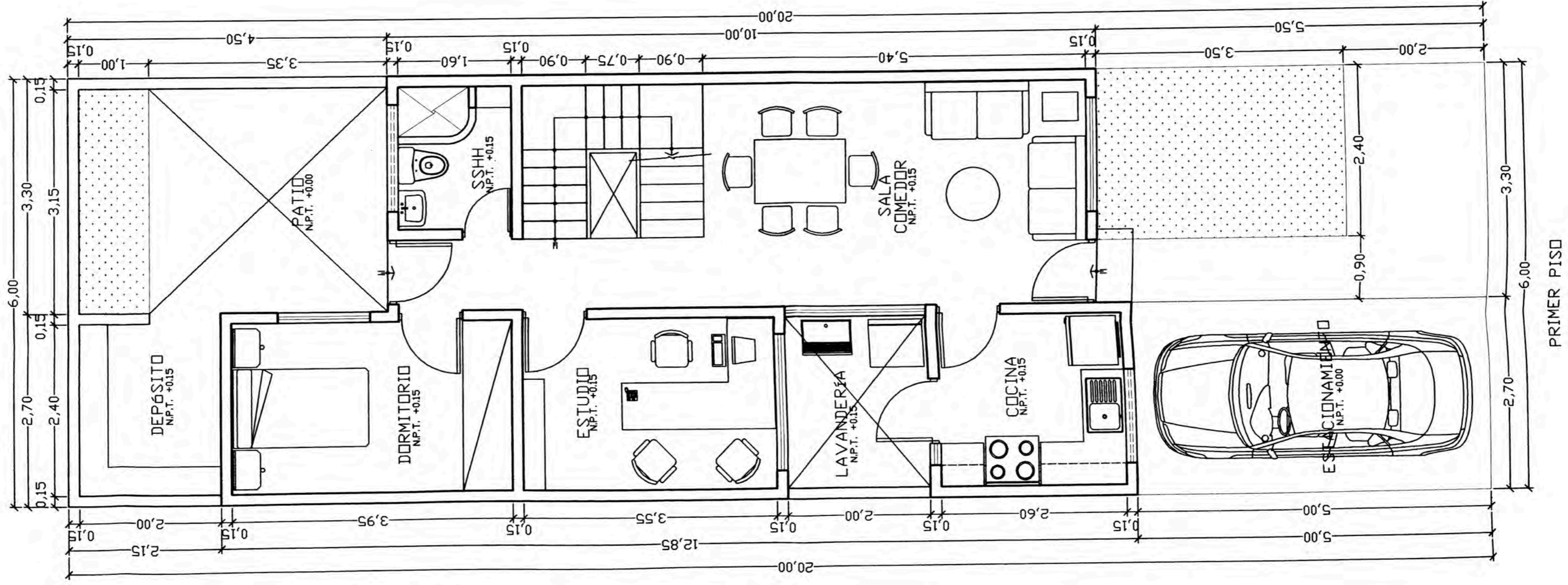


-6.41

**Eje "D":**



-7.73



PROYECTO: LAS PRADERAS DE LURIN	
TÍTULO: VIVIENDAS DE LOTE INTERMEDIO	
UBICACIÓN: LIMA	PROVINCIA: DEPARTAMENTO: LIMA
FECHA: Septiembre 2010	ESCALA: 1/80
Elaborado: Arquitecto	Planta
<b>A-1</b>	

# ESPECIFICACIONES TECNICAS

- ESFUERZOS :**
- CONCRETO : CIMENTOS - CEMENTO - HORMIGON 1:10 + 30% P.G. (6" MAX.)
  - SOBRECIMENTOS - CEMENTO - HORMIGON 1:8 + 25% P.M. (3" MAX.)
  - Fc = 210 Kg/cm<sup>2</sup> - RESTO DE ELEMENTOS.
  - ACERO : fy = 4,200 Kg/cm<sup>2</sup>
  - TERRENO :  $\phi$  = 2.1 Kg/cm<sup>2</sup>

CONDICIONES DE CIMENTACION	
- TIPO DE CIMENTACION	CIMENTOS CORRIDOS Y ZAPATAS AISLADAS
- ESTRATO DE APOYO DE LA CIMENTACION	LOS SUELOS DE FUNDACION ESTAN CONSTITUIDOS POR GRAVAS ARENOSAS, BUEN PORCENTAJE DE CANTOS RODADOS, ESPORADICOS BOLONES, ESCASOS FINOS, LIGERAMENTE HUMEDOS Y DE COMPACTAD MEDIA A DENSA. CLASIFICADO COMO GP
- PROFUNDIDAD DE CIMENT.	0.80 m
- PRESION ADMISIBLE	2.1 Kg/cm <sup>2</sup>
- AGRESIVIDAD DEL SUELO	DESPRECIABLE
- NIVEL FREATICO	NO FUE HALLADO
- RECOMENDACION	SE RECOMIENDA UTILIZAR CEMENTO PORTLAND TIPO I

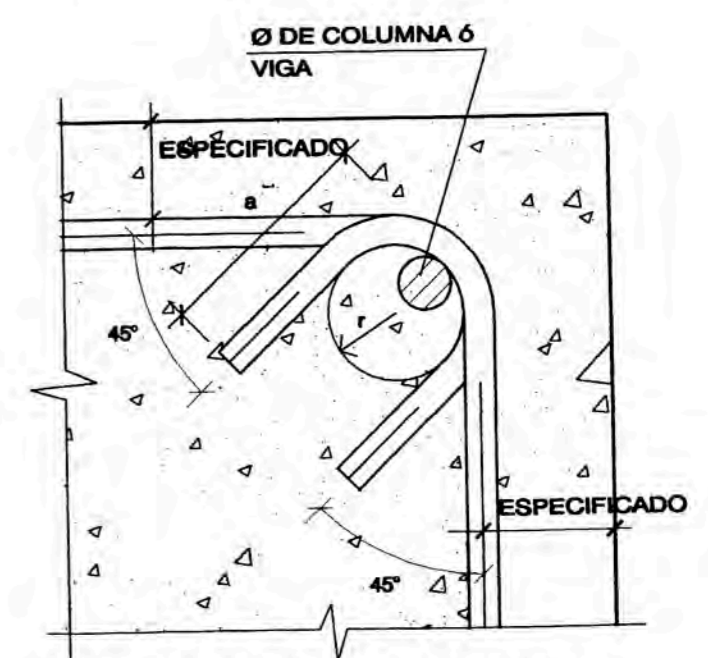
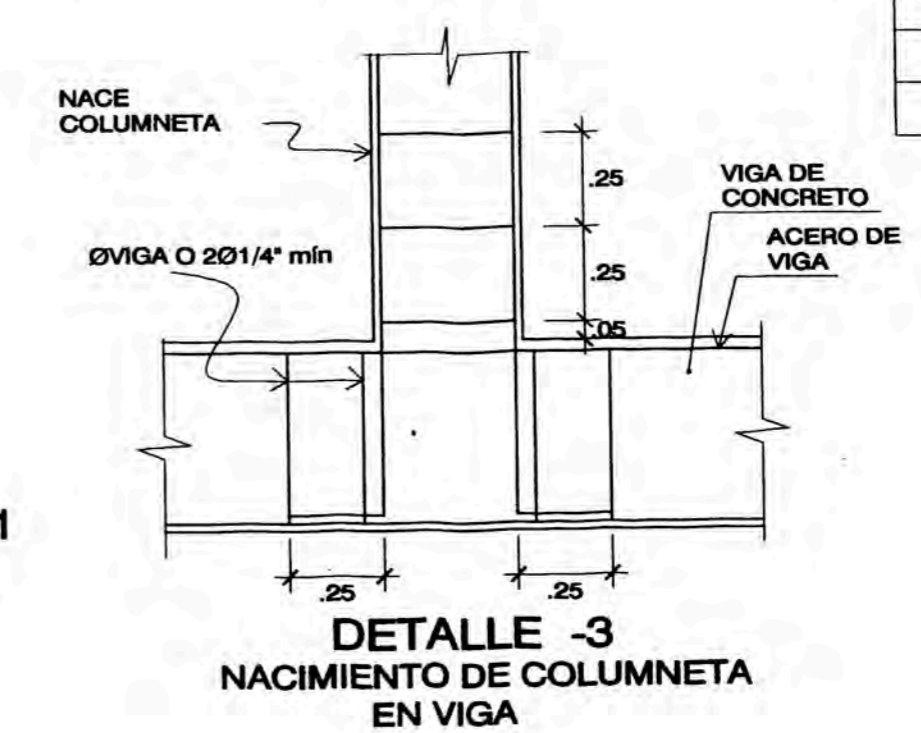
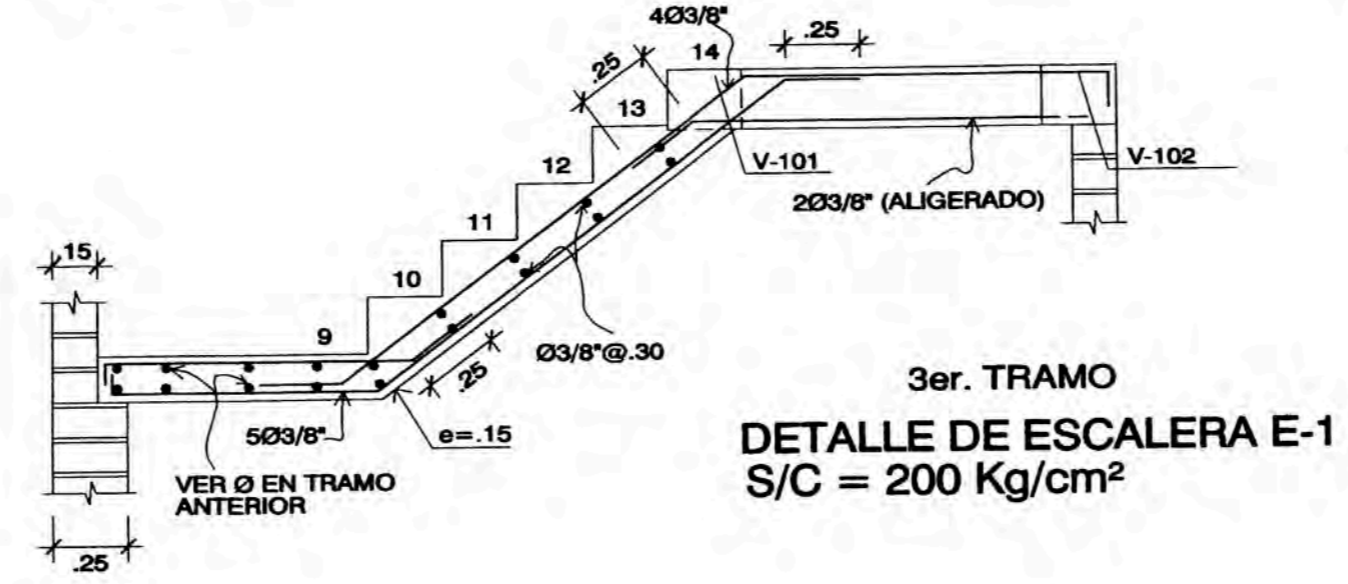
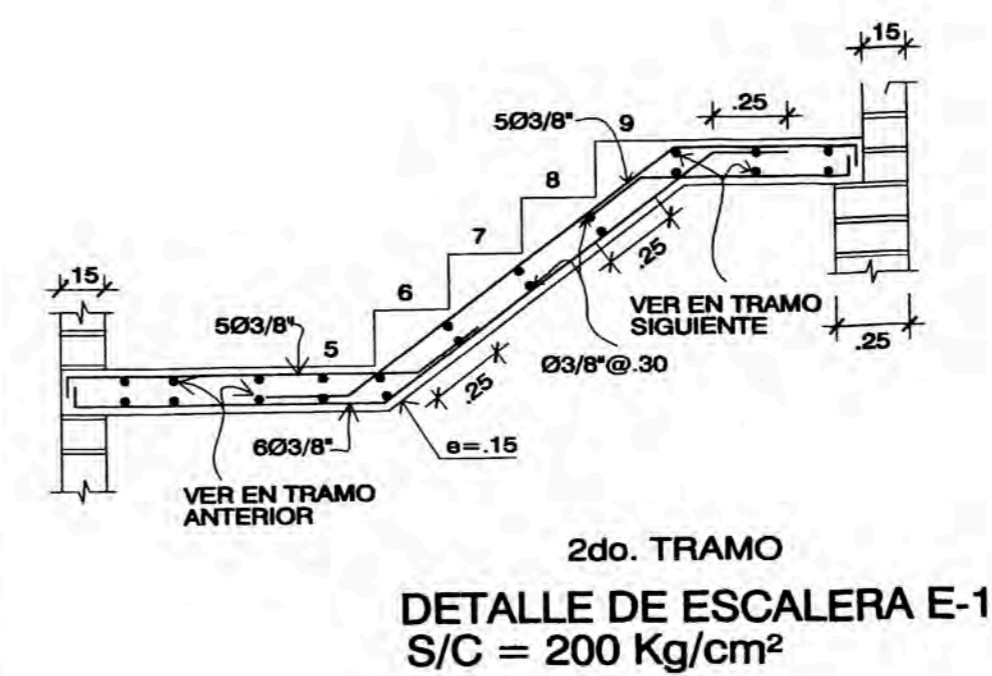
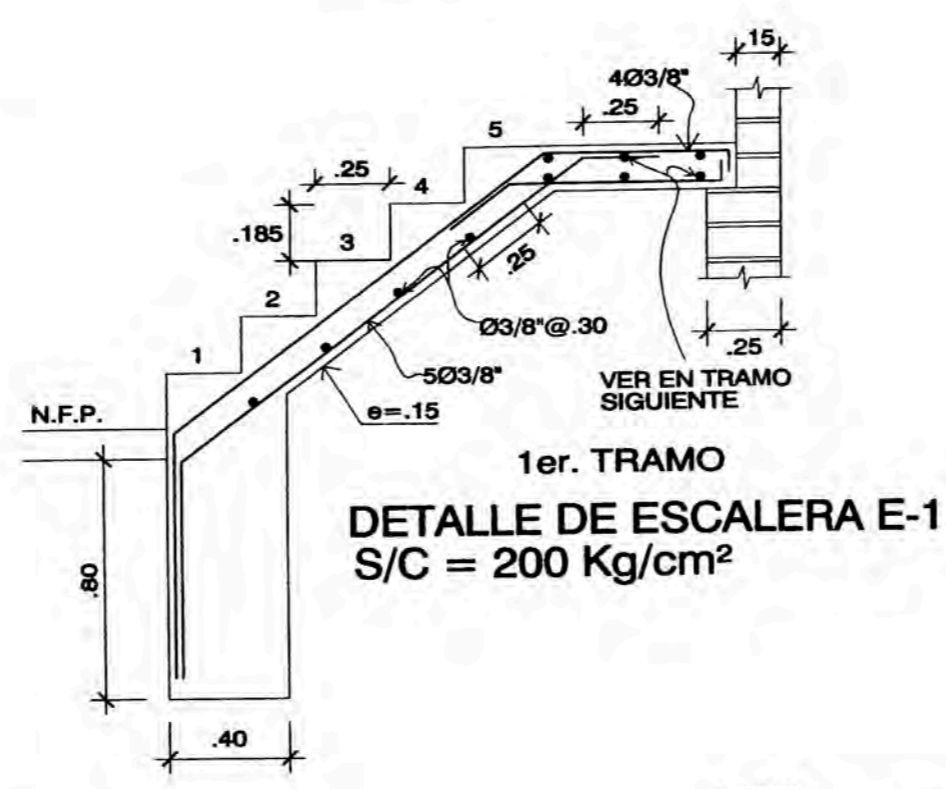
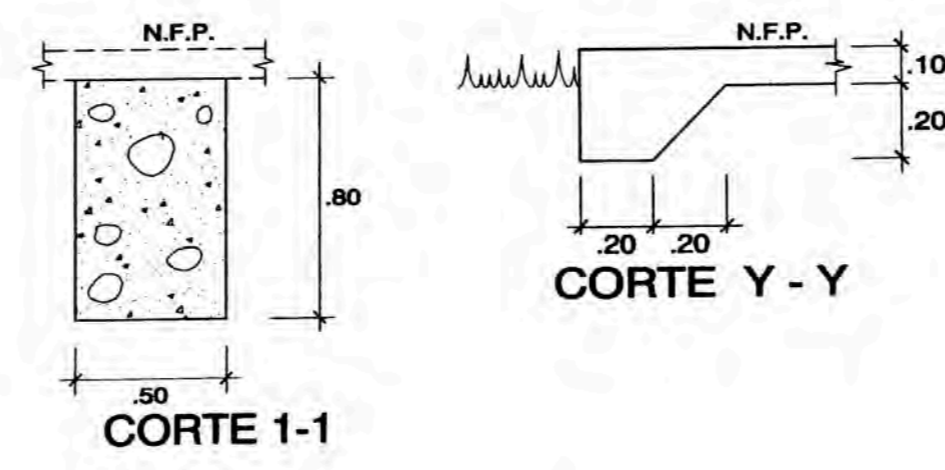
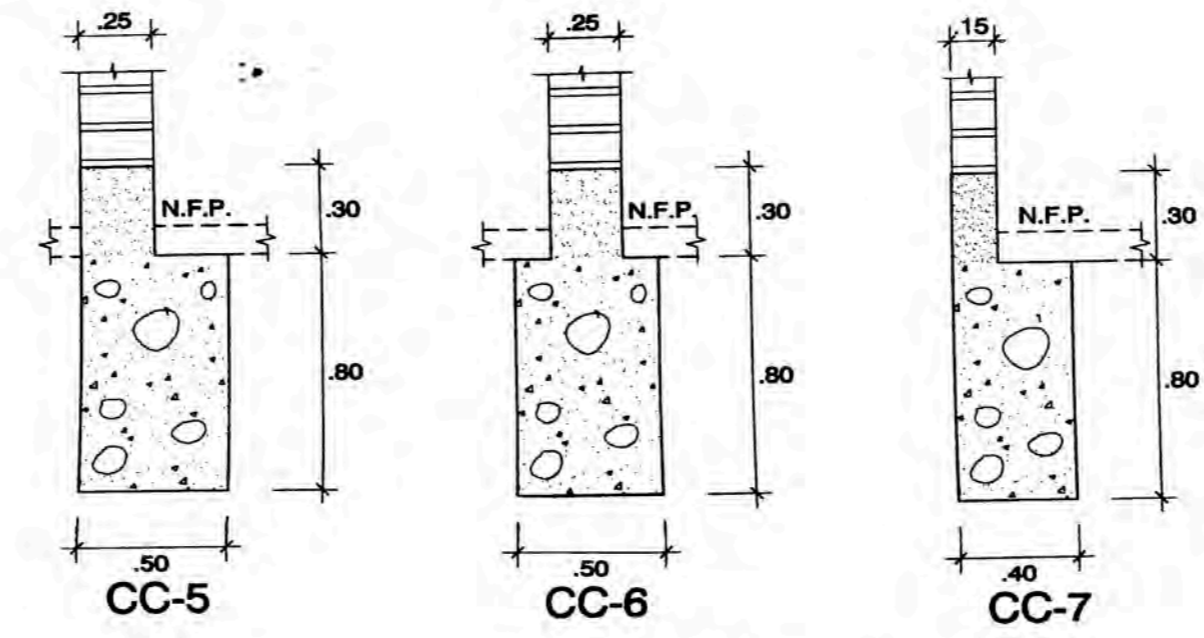
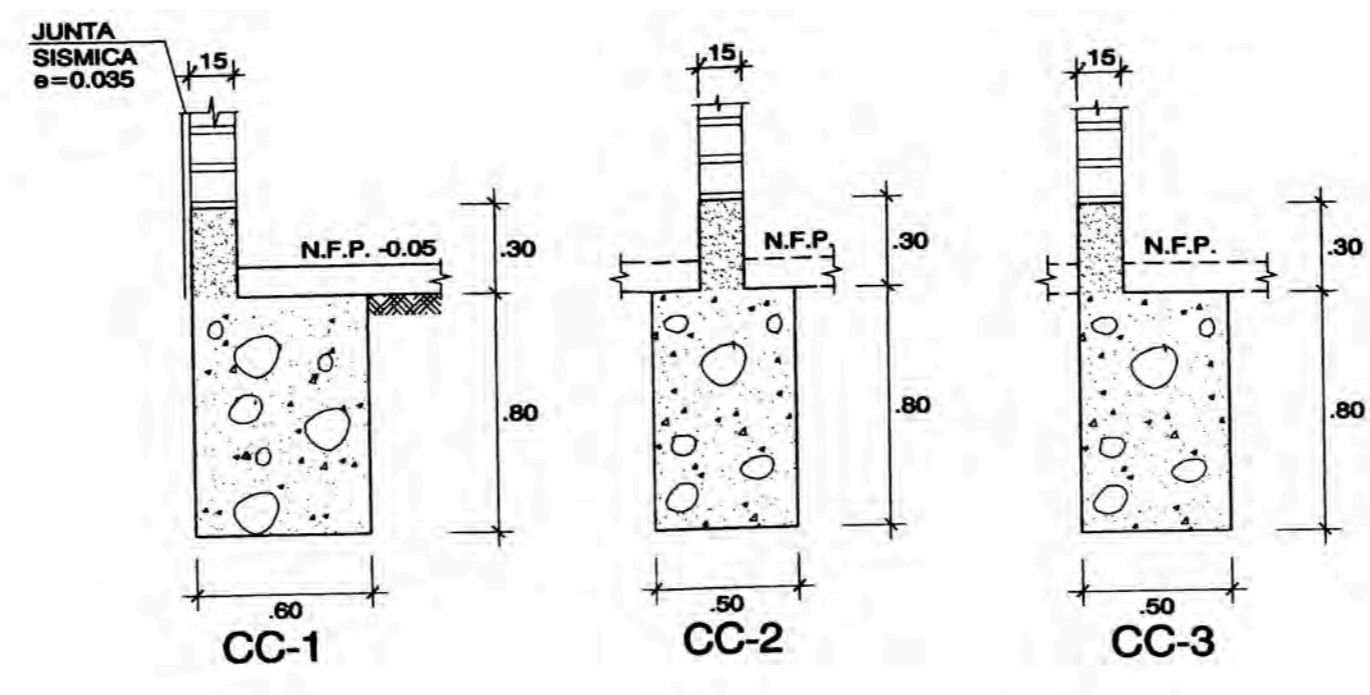
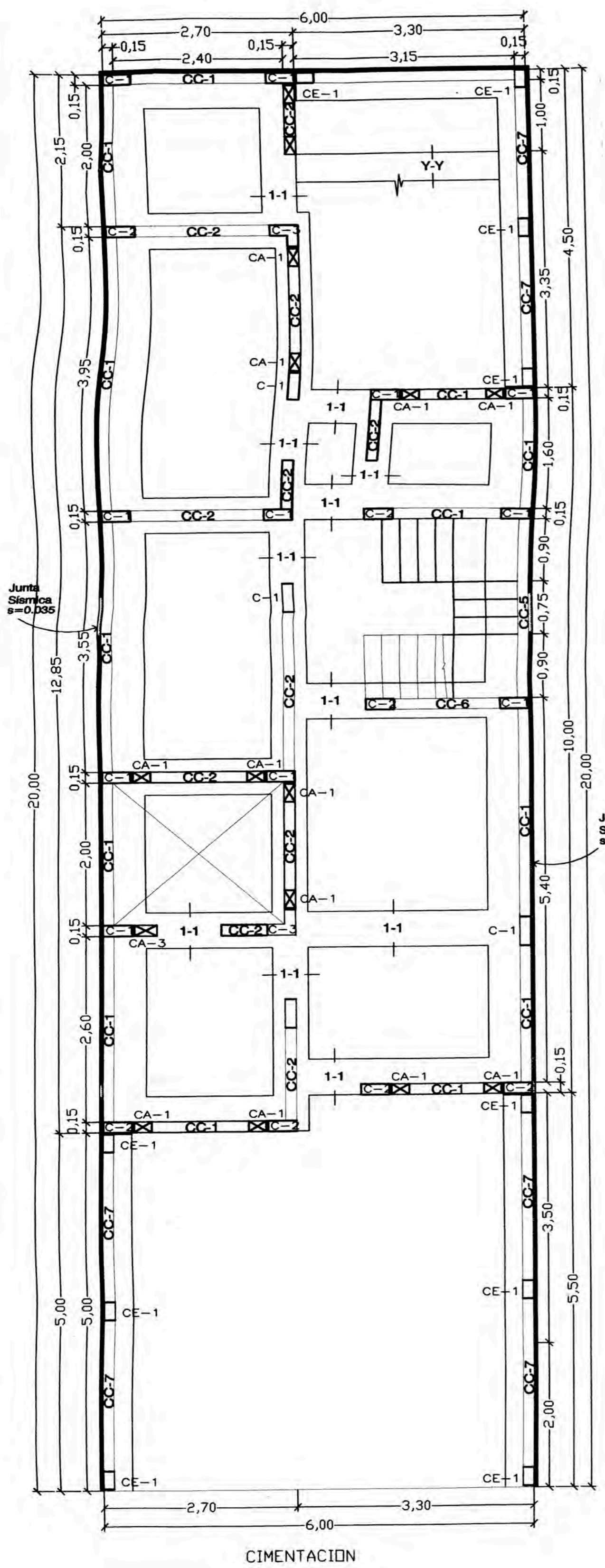
- CARGAS MUERTAS :**
- ALIGERADO h = 20 cm. 300 Kg/m<sup>2</sup>
  - ENLUCIDO CIELO RASO Y PISO TERMINADO 100 Kg/m<sup>2</sup>

- SOBRECARGAS :**
- TECHO PRIMER PISO 200 Kg/m<sup>2</sup>
  - TECHO SEGUNDO PISO 200 Kg/m<sup>2</sup>
  - ESCALERA 200 Kg/m<sup>2</sup>

- RECUBRIMIENTOS :**
- ALIGERADO 2 cm
  - COLUMNAS Y VIGAS 3 cm
  - ZAPATAS 7.5 cm

- ALBAÑILERIA**
- LOS MUROS PORTANTES (ACHURADOS EN PLANTA) DEBERAN LEVANTARSE ANTES DEL VACEADO DE COLUMNAS, VIGAS Y ALIGERADOS ESTOS SERAN DE LADRILLO TIPO KING-KONG LLENANDO COMPLETAMENTE LAS JUNTAS VERTICALES Y HORIZONTALES CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS :
  - TIPO DE LADRILLO : DE ARCILLA TIPO V
  - PORCENTAJE MAXIMO DE VACIOS : 25 %
  - DIMENSIONES : 9 x 13 x 24 cms
  - MORTERO : 1:5 ( CEMENTO : ARENA )
  - fm = 65 Kg/cm<sup>2</sup>
  - fb = 180 Kg/cm<sup>2</sup>

- REGLAMENTOS :**
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

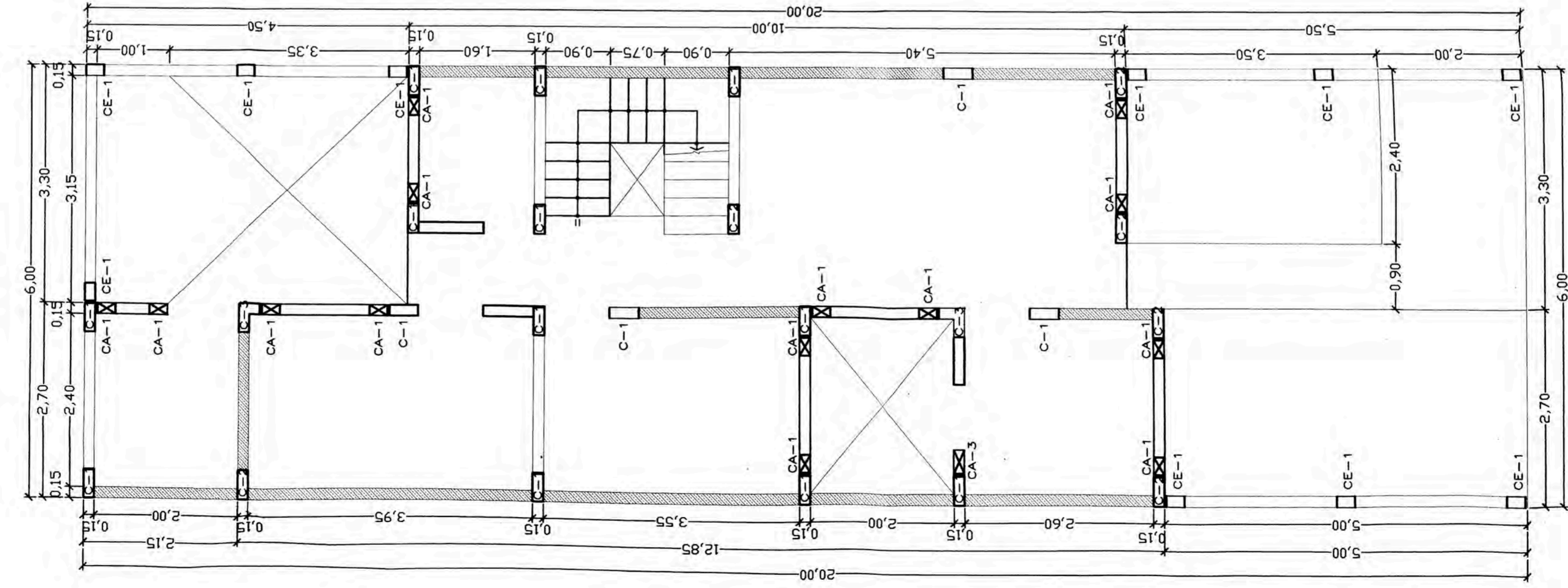


DETALLE DOBLADO DE ESTIBOS SECCION TRANSVERSAL

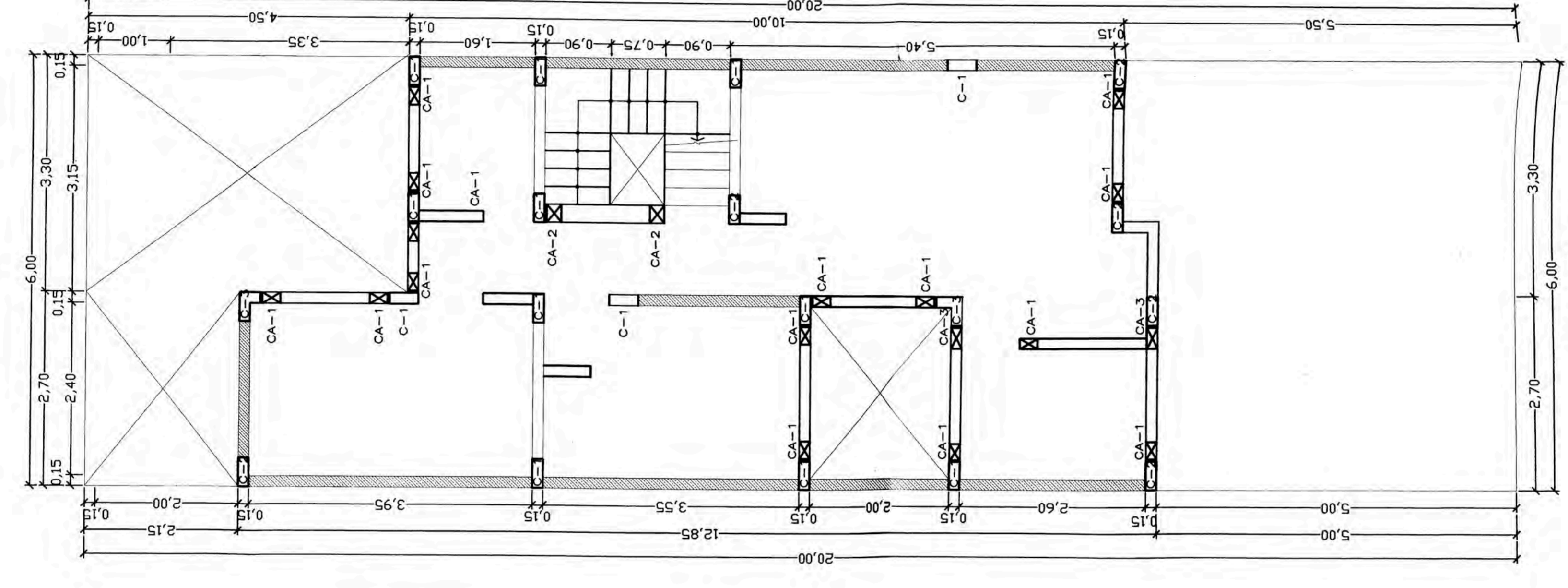
Ø	r	a
Ø1/4"	.02	.08
Ø8mm o Ø3/8"	.03	.11

PROYECTO:	LAS PRADERAS DE LURIN		
PLANO:	VIVIENDAS DE LOTE INTERMEDIO		
UBICACION:	DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:
	LURIN	LIMA	LIMA
FECHA:	Escalera 2010	ESCALA:	1/50
Especialidad:	Estructuras		LABORA:
	Cimentaciones		E-1

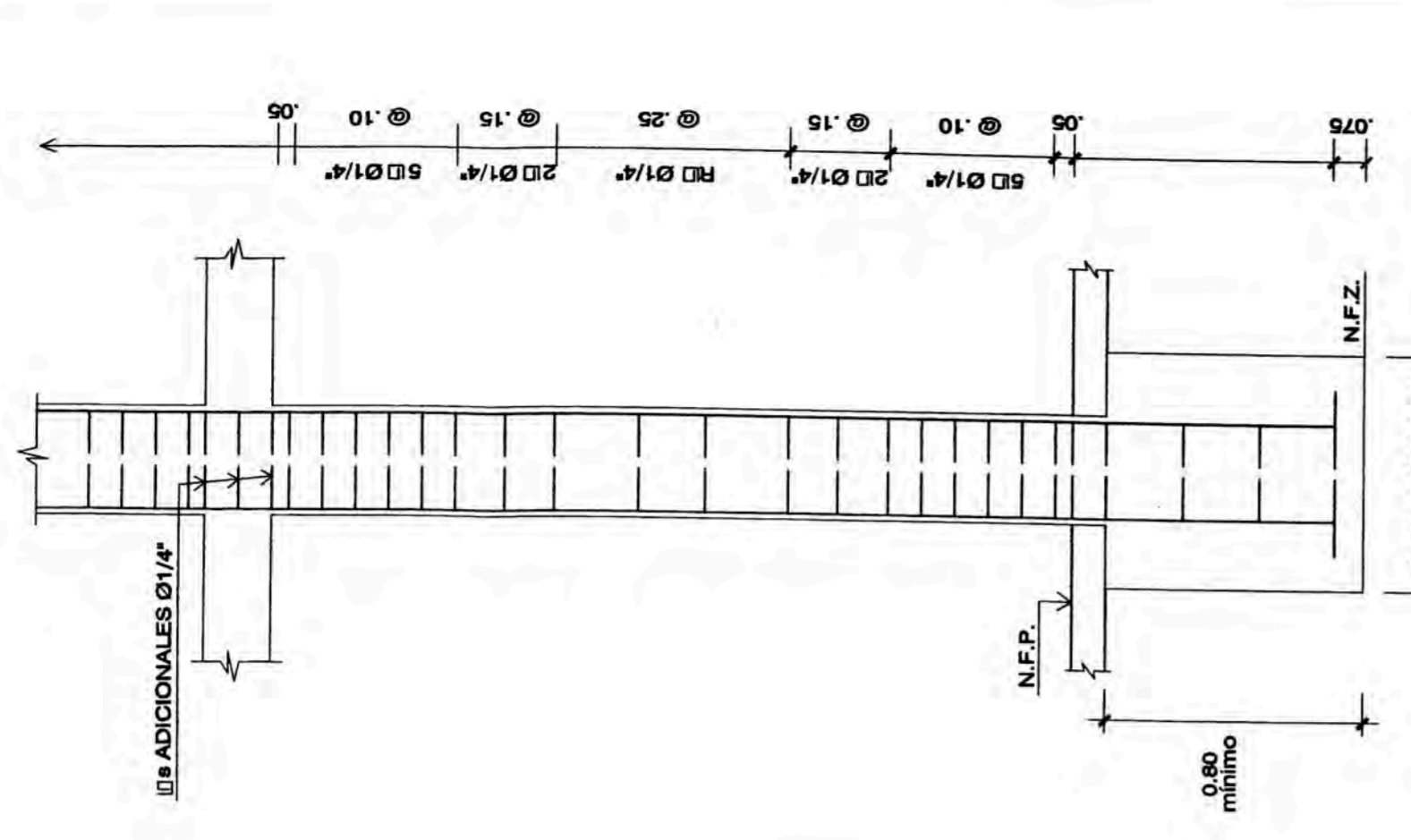
CIMENTACION



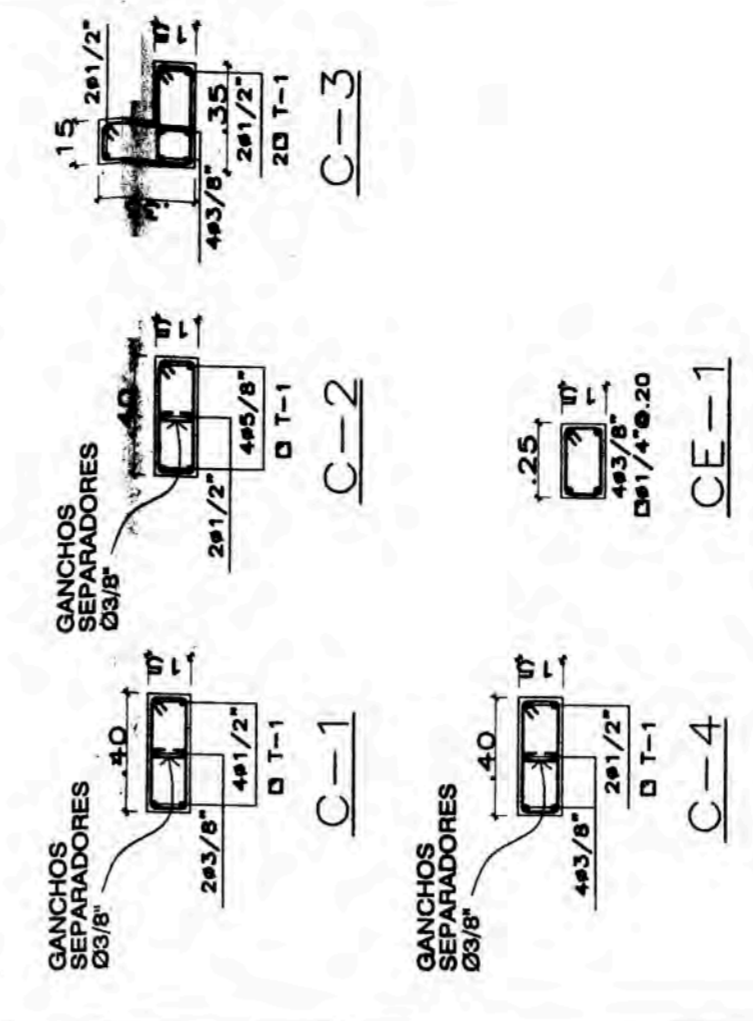
PRIMER PISO ESTRUCTURAS



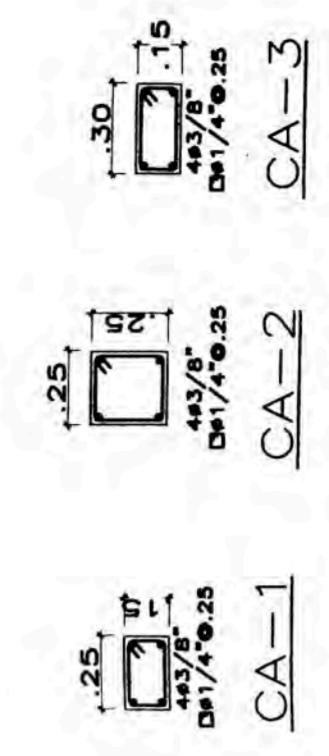
SEGUNDO PISO ESTRUCTURAS



ESTRIBOS EN COLUMNAS

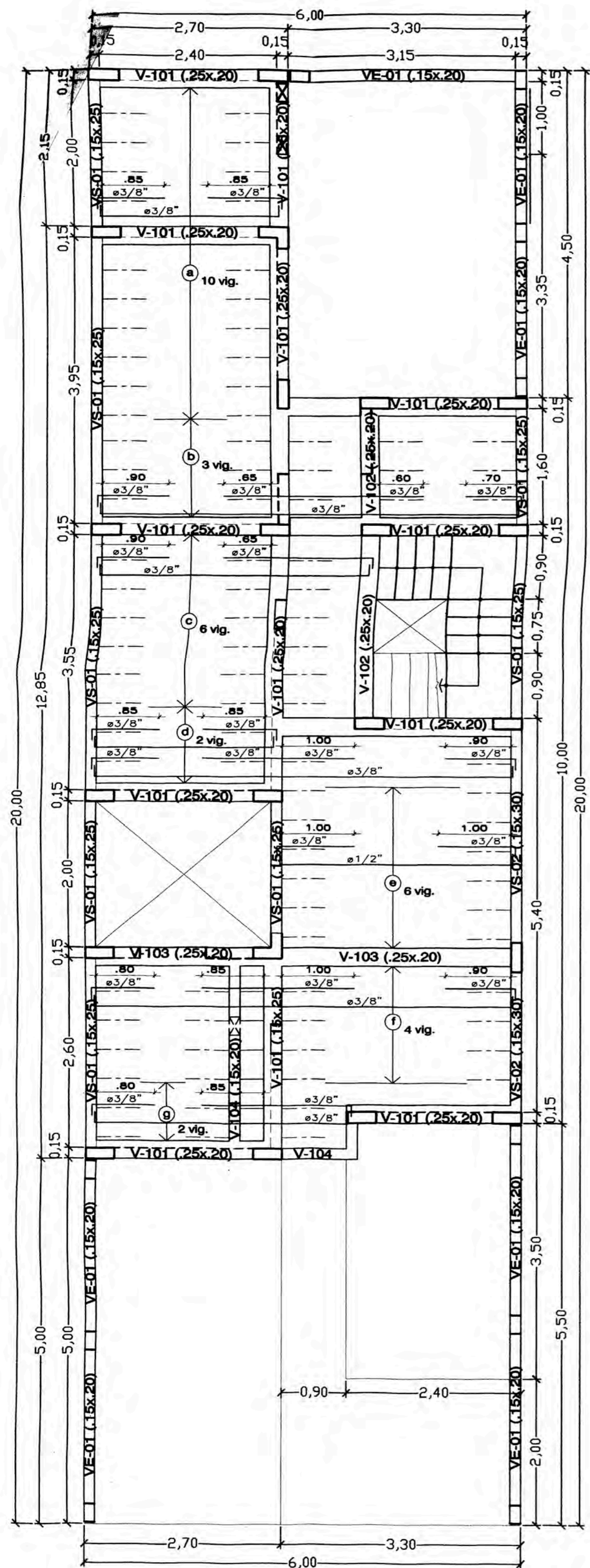


COLUMNAS

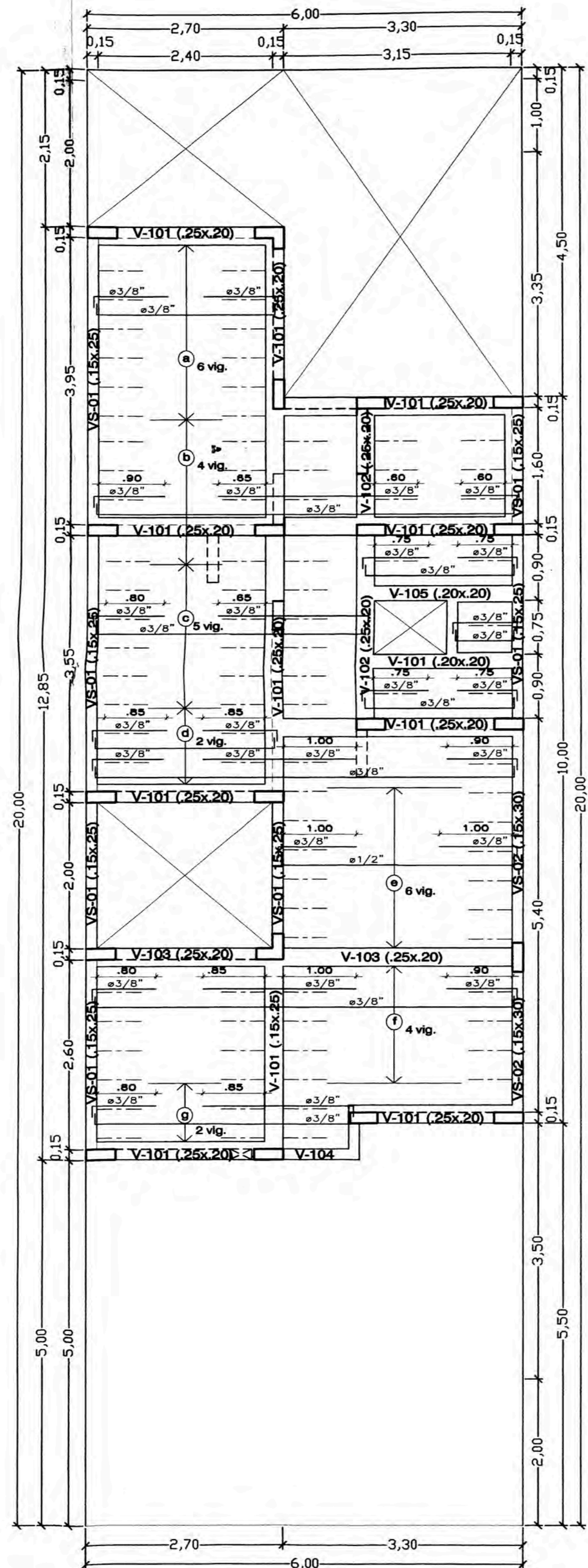


COLUMNETAS

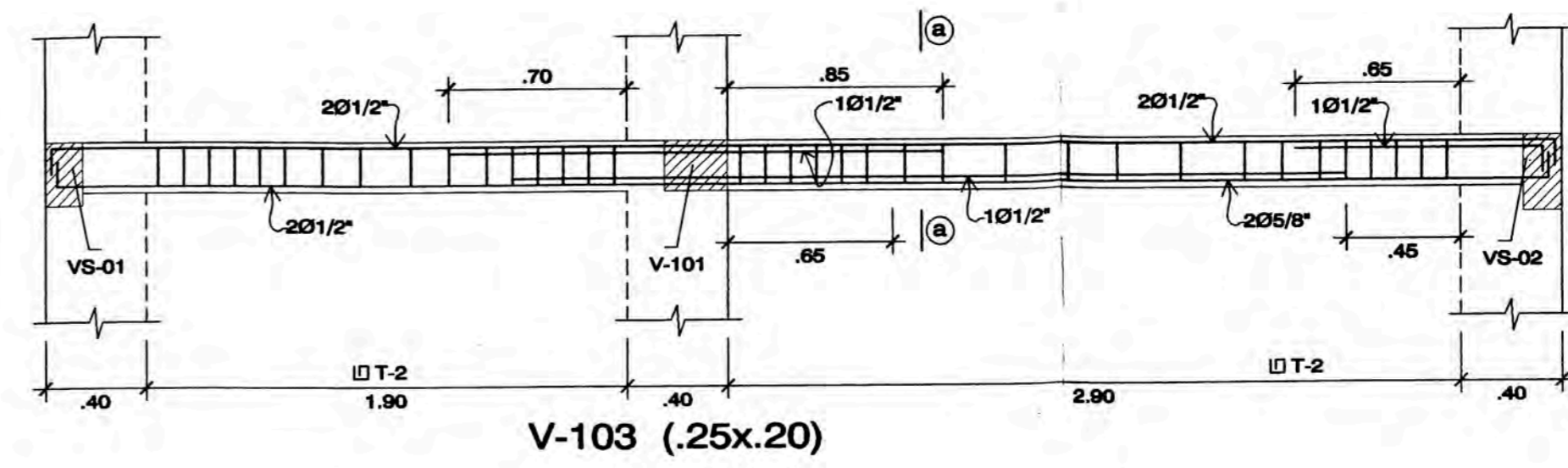
PROYECTO:	LAS PRADERAS DE LURIN		
PLANO:	VIVIENDAS DE LOTE INTERMEDIO		
UNIDAD:	PARCELA	DEPARTAMENTO:	LIMA
FECHA:	Septiembre 2010	ESCALA:	1/20
Elaborado por:	Ingeniero Pineda		
Revisado por:			
Fecha:			



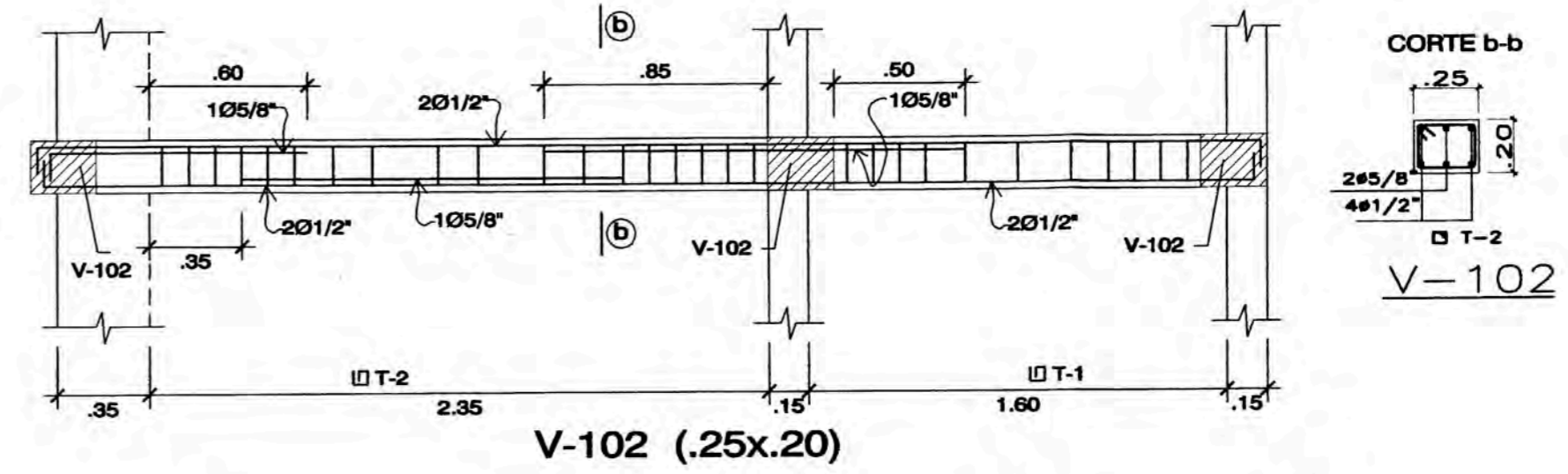
PRIMER PISO ENCOFRADO



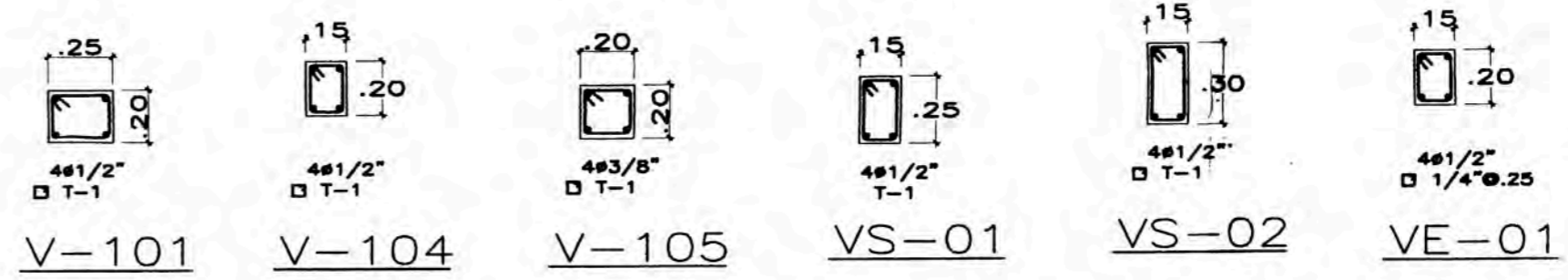
SEGUNDO PISO ENCOFRADO



CORTE a-a  
V-103

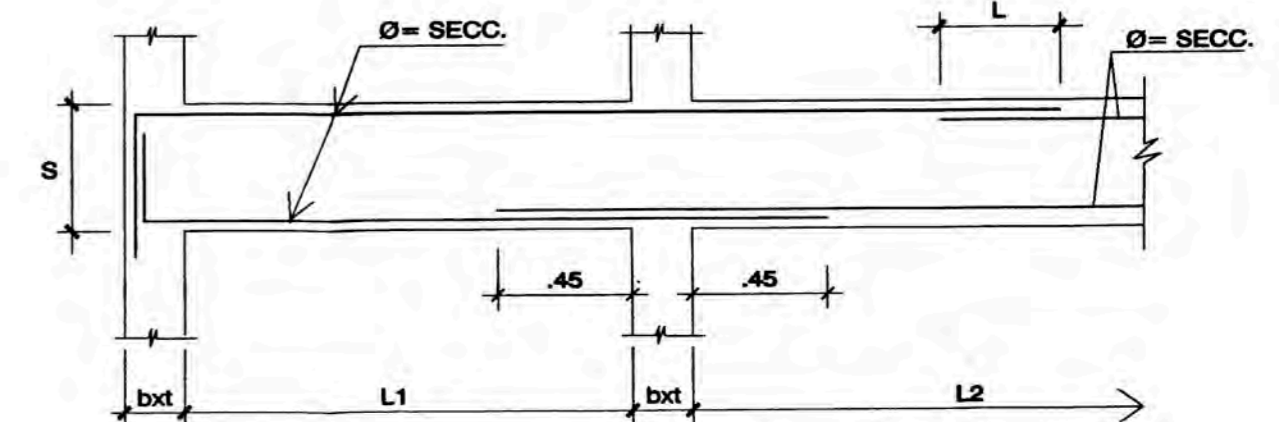
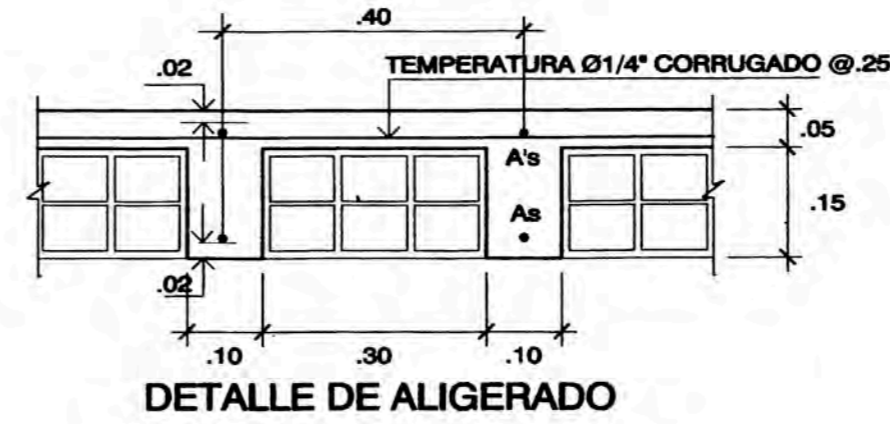
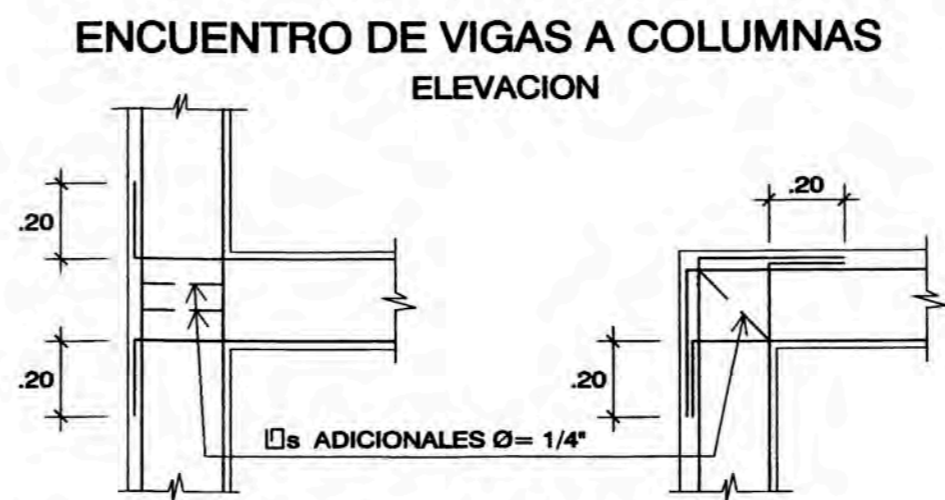
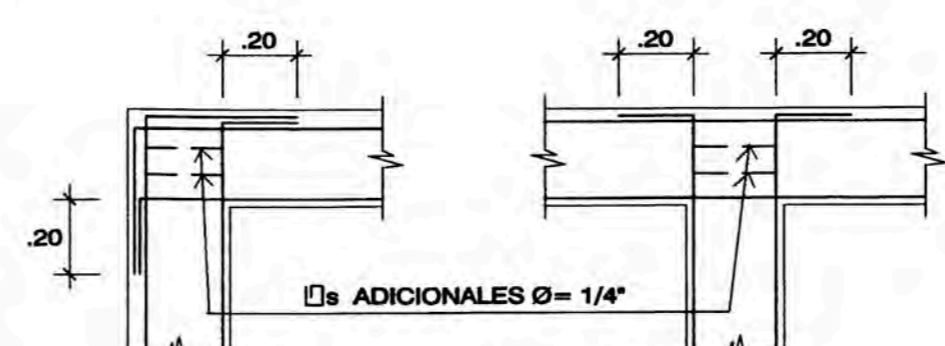


CORTE b-b  
V-102

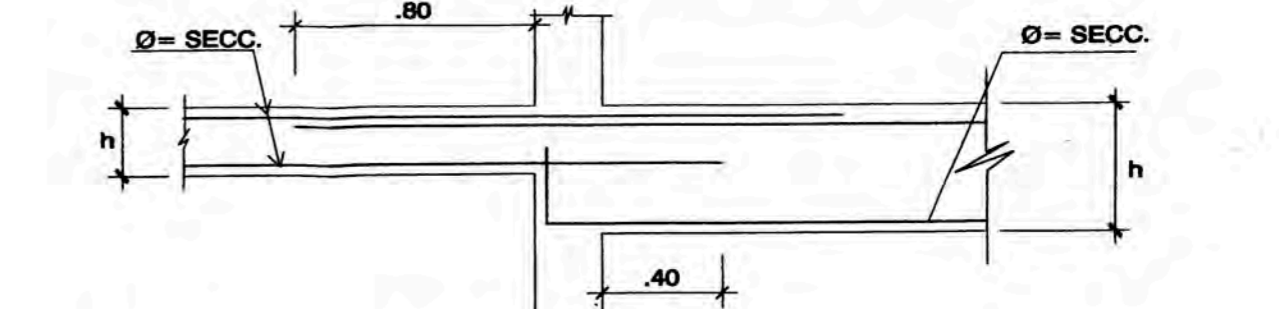


CUADRO DE ESTRIBOS

T-1	= 1/4": 1Ø .05, 3Ø .10, 2Ø .15, Rto.Ø .25, c/e.
T-2	= 1/4": 1Ø .05, 5Ø .10, 2Ø .15, Rto.Ø .25, c/e.



A.- VIGAS DE IGUAL PERALTE  
L = VER CUADRO EMPALME DE ARMADURA EN VIGAS  
s = .60 PARA VIGAS PERALTADAS h > .25  
s = .30 PARA VIGAS CHATAS h < .25 cm.



B.- VIGAS DE DIFERENTE PERALTE UNION LONGITUDINAL DE VIGAS