

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



**PROYECTO INMOBILIARIO CONJUNTO RESIDENCIAL
“ONTARIO”**

**ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON
MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

CÉSAR AUGUSTO DÍAZ ROMERO

Lima- Perú

2008

INDICE

Resumen		03
Lista de Cuadros		04
Lista de Figuras		04
Introducción		05
Cap. I	Resumen Ejecutivo del Proyecto	06
1.1	Generalidades	06
1.2	Arquitectura del Proyecto	07
1.3	Estructuras del Proyecto	09
1.4	Instalaciones Sanitarias del Proyecto	11
1.5	Instalaciones Eléctricas del Proyecto	12
1.6	Costos y Ejecución del Proyecto	13
Cap. II	Análisis de la Estructura	14
2.1	Datos Geotécnicos	14
2.2	Alternativas de cimentación	14
2.3	Estructuración y Cargas de Diseño	15
2.4	Predimensionamiento de elementos	16
2.5	Parámetros para el Análisis Sísmico	17
2.6	Espectro de Diseño	19
Cap. III	Análisis de Losas de Entrepiso	20
3.1	Predimensionamiento de elementos	20
3.2	Desplazamientos verticales	20
3.3	Momentos Flectores en Losas	21
Cap. IV	Diseño Estructural de Elementos	24
4.1	Desplazamientos Horizontales	24
4.2	Diseño de Muros de Concreto Armado	27

4.3	Diseño de Losas	33
4.4	Diseño de Escalera	35
4.5	Diseño de Cimentación	39
	Conclusiones	46
	Recomendaciones	47
	Bibliografía	48
	Anexos	48

RESUMEN

El tema principal del Curso de Titulación del año 2008 en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería ha sido desarrollar un proyecto inmobiliario de viviendas, con determinadas características propuestas al inicio del curso. El grupo 07 ha desarrollado un proyecto acerca de un Conjunto Residencial, ubicado en el distrito de Chorrillos. Es un conjunto residencial compuesto por 80 departamentos, áreas comunes y estacionamientos.

El presente trabajo es una ampliación de un capítulo del Proyecto Inmobiliario, que trata del diseño estructural de un edificio de 05 pisos, que forma parte del Conjunto Residencial.

En el capítulo I se mencionan aspectos generales del Proyecto Inmobiliario, tales como los objetivos del proyecto, la ubicación y accesos del terreno en el que se concibe el proyecto, la arquitectura y detalles de las edificaciones que se proponen, una descripción breve del sistema estructural a adoptar, así como de las instalaciones eléctricas y sanitarias de los departamentos que conforman el conjunto residencial.

En el capítulo II se abordan los detalles previos al análisis de la estructura de un edificio. Se resume la información sobre el estudio de suelos del terreno, se propone una alternativa de cimentación para el edificio, se evalúan las cargas que se aplicarán al modelo estructural, se predimensionan los elementos, y al final se establecen los parámetros para el análisis sísmico de la estructura.

En el capítulo III se desarrolla el análisis de la losa de entrepiso, lo que comúnmente se conoce como los techos de los departamentos. Predimensionamos las losas, calculamos los desplazamientos verticales y los momentos flectores que aparecerán en la estructura.

En el capítulo IV se desarrolla el diseño de los muros del edificio, las losas de techo, las escaleras y finalmente al diseño de la cimentación del proyecto.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones producto del presente trabajo, se adjuntan también una lista de planos que representan gráficamente el resultado de los cálculos realizados.

Lista de Cuadros

Cuadro N° 01	Datos del Estudio de Suelos – Calicata 01	14
Cuadro N° 02	Combinaciones de Cargas	16
Cuadro N° 02.1	Espectro de aceleraciones	18
Cuadro N° 03	Desplazamientos Horizontales en eje X	24
Cuadro N° 04	Desplazamientos Horizontales en eje Y	25
Cuadro N° 05	Dimensiones de los muros del edificio	27
Cuadro N° 06	Diseño de Muros en eje X	30
Cuadro N° 07	Diseño de Muros en eje Y	31
Cuadro N° 08	Cálculo del acero mínimo por flexión	34
Cuadro N° 09	Cálculo de cargas sobre zapata CC1	40
Cuadro N° 10	Cálculo de cargas sobre zapata CC2	41
Cuadro N° 11	Cálculo de cargas sobre zapata CC3	42
Cuadro N° 12	Esfuerzo cortante en zapatas corridas	45

Lista de Figuras

Figura N° 01	Frontis del Terreno	07
Figura N° 02	Vista en 3D de la Edificación (Etabs)	17
Figura N° 03	Ubicación de Puntos de Máximo desplazamiento vertical en Losa	21
Figura N° 03.1	Máximos momentos flectores en Losa	22
Figura N° 04	Notación de Placas y Losas (Etabs)	23
Figura N° 05	Notación de puntos en Losa del 5to piso	26
Figura N° 05.1	Muros en eje X Y identificados	32
Figura N° 06	Acero adicional necesario en la parte superior (+) de la losa	34
Figura N° 07	Acero adicional necesario en la parte inferior (-) de la losa	34
Figura N° 08	Dimensiones de escalera principal	36
Figura N° 09	Idealización de escalera en un solo tramo	37
Figura N° 10	Diagrama Momento Flector en Tramo escalera	38
Figura N° 11	Áreas tributarias para cada muro	43
Figura N° 12	Dimensiones de zapata corrida	44

INTRODUCCION

En la actualidad numerosos edificios de mediana altura que se construyen en el Perú tienen como sistema estructural los conocidos muros de ductilidad limitada, formado por muros delgados de concreto, reforzados con malla electrosoldada ó varillas de acero; y losas macizas, ambos vaciados de forma monolítica.

En el presente informe titulado “Análisis y Diseño de un Edificio Multifamiliar con muros de ductilidad limitada” se desarrolla el análisis sísmico y diseño estructural de una edificación de 05 pisos, con 02 departamentos por piso, cumpliendo con las obligaciones y requerimientos establecidos por la normatividad vigente.

Los procedimientos de análisis y diseño de la edificación son desarrollados a través de programas de computo, como el Etabs y el Safe, mientras que el diseño y análisis de elementos mas pequeños como la cimentación y las escaleras, han sido desarrollados manualmente, paso a paso, siguiendo el fundamento teórico correspondiente.

Capítulo I

RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

1.1 Generalidades

Los Objetivos del proyecto son:

Ofrecer a los clientes una vivienda que cumpla con todas las normas técnicas y legales que establece el estado.

Optimizar los procesos constructivos, en particular la partida de encofrado metálico.

Diseñar una planta arquitectónica que aproveche al máximo las dimensiones de los encofrados metálicos, optimizando las áreas, reduciendo las áreas de paso.

Que el costo del departamento sea un máximo de \$30000. Se espera que las ventas se realicen en 18 meses como máximo.

El Proyecto Inmobiliario Conjunto Residencial "Ontario" se ubica en la Av Ontario s/n Mz M Lote 22, Urbanización La Campiña, Distrito de Chorrillos. Es un condominio de 80 departamentos, que se proyecta con el fin de construir viviendas de bajo costo pero sin descuidar el confort ni la comodidad de los usuarios. El distrito de Chorrillos se encuentra ubicado en el Departamento de Lima, Provincia de Lima, en la Costa Peruana a orillas del Mar (Océano Pacífico), a una distancia aproximada de 20 km. del centro de la Ciudad de Lima, Capital del Perú.

Acceso al distrito y al Terreno

El distrito de Chorrillos está interconectado al Centro de Lima mediante la Vía Expresa, una de las vías más rápidas de Lima, la cual en su recorrido une también a Chorrillos con los distritos de La Victoria, San Isidro, Surquillo, Miraflores y Barranco. Se puede acceder desde Chorrillos hacia el Callao y el Aeropuerto Internacional, mediante el circuito de playas y la Avenida Costanera, la cual es otra de las vías rápidas de Lima. Del mismo modo, la Vía de Evitamiento también comunica indirectamente a Chorrillos, con el Sector de Lima Este.

Los tiempos de recorrido son, aproximadamente, los siguientes:

Centro de Lima a Chorrillos, por Vía Expresa: 30 minutos, en colectivo.

San Miguel a Chorrillos, por Costanera: 30 minutos, en automóvil.

Acho a Chorrillos, por Evitamiento: 40 minutos, en transporte público

San Isidro a Chorrillos, por Rep. de Panamá: 30 minutos en transporte público.

Al terreno ubicado en la Calle Ontario s/n Mz M Lote 22 – Chorrillos, se accede ingresando por la Av. Guardia Civil, hasta el cruce de ésta con la Av. Guardia Peruana. La Calle Ontario es paralela a la Av. Guardia Civil y se encuentra a 50 m del cruce indicado. La Calle Ontario está asfaltada y está señalizada como de doble sentido. Desde la Av. Huaylas, donde se encuentra ubicado el Municipio de Chorrillos, toma aproximadamente 10 minutos en llegar al terreno, empleando transporte público. Desde el Puente Alipio Ponce, toma aproximadamente 15 min. en llegar, empleando el mismo transporte.

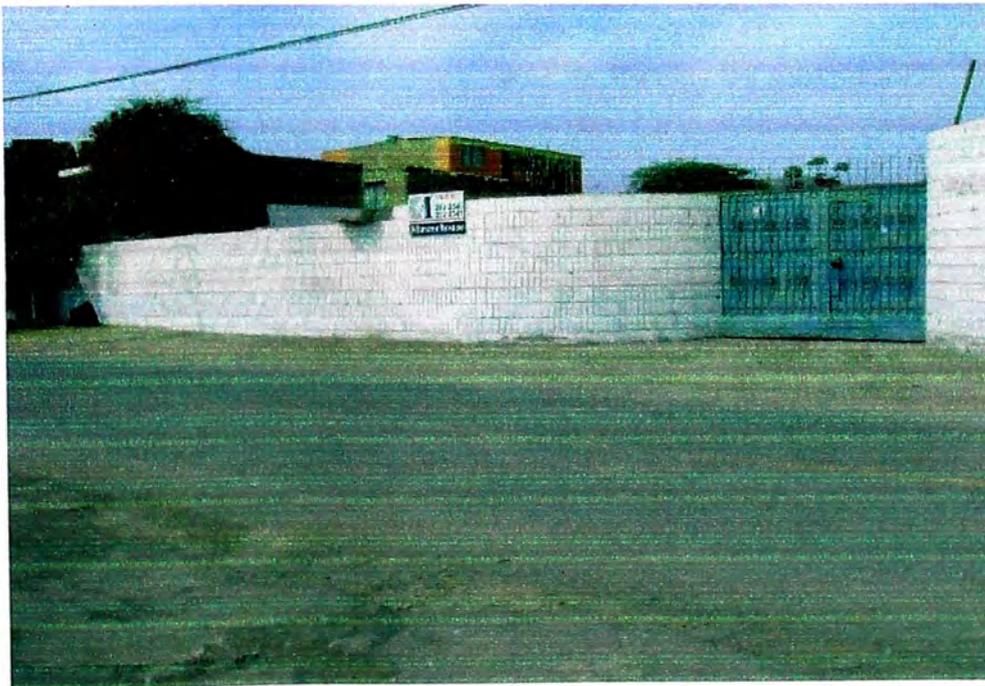


Figura N° 01: Frontis del Terreno

1.2 Arquitectura del Proyecto

Descripción General del Proyecto

El Conjunto Residencial "Ontario", consta de 07 bloques de departamentos: 04 bloques tipo I, de 02 departamentos por piso; y 02 bloques tipo II de 04

departamentos por piso. Todos los bloques constan de 05 pisos, lo que hace un total de 80 departamentos. El terreno donde se ubicarán las edificaciones, es un terreno de 46 m por 67 m.

Los bloques tipo I cuentan con una escalera de un solo tramo, del 1ero al 5to piso ubicada en la parte externa del edificio, la cual comunica todos los departamentos. Los bloques tipo II cuentan con una escalera de dos tramos con descanso intermedio.

Estacionamientos y Areas Comunes

El C.R. Ontario cuenta con 28 estacionamientos de 5.00 m por 2.40 m; al aire libre, no techados, de los cuales, 18 están ubicados en el interior del condominio, y 10 se ubican de forma paralela, frente a la Av Ontario, entre la fachada del condominio y la vereda.

Descripción de acabados en áreas comunes:

El ingreso vehicular al C.R. Ontario será a través de una puerta corrediza metálica, de 5.00 m de ancho por 2.50 m de alto. La puerta será de 02 hojas.

El área de estacionamientos interior, será pavimentada con asfalto, tanto en los estacionamientos respectivos, como en el área de maniobras. El área de estacionamientos exterior será cubierta con bloques de concreto para jardín (blockgrass), y los vacíos serán sembrados con grass nacional. Los estacionamientos del exterior estarán protegidos, cada uno, con una puerta metálica con malla corrediza.

En el C.R. Ontario, tenemos la siguiente disposición de áreas en el terreno:

Area ocupada por bloques I y II:	1506.12	m2
Area ocupada por escaleras:	146.06	m2
Area ocupada por estacionamientos:	336.00	m2
Area ocupada por zonas de servicio:	23.71	m2
Area libre (verde y circulación)	1070.11	m2

Departamentos

Los departamentos del C.R. Ontario, cuentan con la siguiente distribución:

01 Sala Comedor

01 Cocina y 01 Lavandería

01 Dormitorio con SS HH incluido

02 Dormitorios

01 SSHH de uso común

01 Espacio para PC

Adicionalmente, los departamentos ubicados en el primer piso cuentan con un patio interior de recreación. Con respecto a los acabados propuestos para las viviendas en el C.R. Ontario proponemos los siguientes:

Pisos: en sala comedor, dormitorios y pasadizos: pueden ser de cerámico nacional ó vinílico nacional. En cocina, lavandería y baños emplear cerámico nacional de preferencia de tipo comercial.

Paredes: pintura con 02 manos de imprimante y 02 manos de látex lavable. En baños: zócalos con cerámica nacional.

Puertas: contraplacadas en interiores, con estructura de pino o tornillo, y cobertura de trupán. La puerta principal del departamento deberá ser de fierro y vidrio traslúcido.

Ventanas: de vidrio semidoble sistema nova.

Aparatos Sanitarios: de procedencia nacional, de preferencia color blanco.

1.3 Estructuras del Proyecto

Las edificaciones de los bloques I y II han sido diseñadas como estructuras con muros de ductilidad limitada. Son estructuras en las cuales la resistencia al sismo en las dos direcciones está dada por muros delgados de concreto armado. Los muros deben desarrollar desplazamientos mínimos. Se ha escogido este sistema de estructuración por las siguientes razones:

Al eliminar la partida de asentado de muros de ladrillo, se optimiza el tiempo de elaboración del “casco” del edificio. El proceso se reduce a: armado de refuerzo, encofrado, vaciado de concreto y desencofrado.

Se puede prescindir de la partida de “tarrajeo y revoques” de muros, ya que el encofrado a emplear es caravista. Se puede aplicar directamente el empastado y pintado de muros, sobre los muros de concreto desencofrados y solaqueados.

Elementos estructurales

La cimentación de los bloques I y II es típica para ambos. Se ha diseñado una cimentación tipo zapata corrida de concreto armado reforzada con acero mínimo,

de 0.40 m de peralte y el ancho varía entre 0.80, 1.20 y 1.40 metros, para el muro que soporta mayor área tributaria. La profundidad mínima de cimentación es de 1.50 m por recomendación del estudio geotécnico.

Los muros o paredes de los departamentos son los elementos estructurales de la edificación. Todos los muros de cada departamento tienen un espesor de 10 ó 12 cm. Solo hay un muro en el Bloque I que es de 15 cm de espesor. Los muros de concreto llevarán acero mínimo de refuerzo, a manera de mallas en ambos sentidos, calculado según las normas vigentes.

Las losas de techo de los entresijos, han sido diseñadas como losas macizas de concreto, de 12 cm de espesor. Sólo en los baños, las losas serán de 20 cm de espesor, para facilitar el paso de las tuberías de agua y desagüe. Las losas serán reforzadas con mallas electro soldadas de acero, cuyo diámetro está dado por el diseño estructural. Generalmente se emplean mallas de varillas de 8 ó 6 mm de diámetro, con una cocada que puede variar entre 15 y 35 mm.

Materiales

El acero de refuerzo en los muros, es en su mayoría, compuesto por varillas de acero corrugadas, de 8 mm de diámetro, repartido a 20 o 25 cm, según sea el caso. El encofrado a emplear deberá ser tipo caravista, podrá ser encofrado metálico o de triplay fenolico, para garantizar la uniformidad en la superficie al desencofrar los elementos.

Como los muros de la estructura son bastante delgados, el concreto a emplearse en estos elementos será bastante fluido, elaborado con piedra de 12 mm de diámetro ó confitillo, con un slump mínimo de 6". Esto, para evitar la presencia de cangrejeras y para lograr que el concreto se distribuya uniformemente en los espacios vacíos entre el acero y la cara interior del encofrado.

El concreto a emplear en la cimentación y muros tendrá un $f'c$ de 210 Kg/cm² mientras que el concreto de las losas de techo tendrá un $f'c$ de 210 Kg/cm², lo que se ajusta a la normatividad vigente.

Los alfeizar de las ventanas no forman parte del sistema estructural, son simplemente tabiques que sirven para "tapar" el vacío de la parte baja de la ventana. Se fabricarán de ladrillo tipo tabique de 8 cm de espesor, rigidizados en los extremos por columnetas ancladas a la losa de techo, o al falso piso, según el nivel donde se ubiquen.

1.4 Instalaciones Sanitarias

Exteriores

El sistema de alimentación de agua de los departamentos es un sistema indirecto. El agua viene del concesionario mediante una tubería de pvc, entra al condominio y se almacena en 01 Cisterna subterránea de concreto armado, ubicada bajo los estacionamientos, de 121 m³ de capacidad de almacenamiento. Una vez el agua sea almacenada en la cisterna, será impulsada a cada departamento mediante un sistema de bombeo. El equipo de bombeo es hidroneumático e impulsará el agua a través de una tubería de 1" hasta los departamentos. Los medidores de agua se ubicarán en las áreas comunes de cada Bloque. El sistema de desagüe consiste de una red de tuberías de 4" y 6" de diámetro de pvc. Cada departamento entregará la descarga a un tubo vertical de pvc de 4". Este tubo vertical a su vez entregará la descarga a una red de tuberías que se encuentra enterrada a una profundidad mínima de 0.60 m bajo el nivel de terreno natural. La red enterrada llevará la descarga y la depositará en el colector público que pasa por la Av Ontario.

Interiores

Interiormente los departamentos cuentan con instalaciones de agua fría, agua caliente y desagüe. La ubicación de los puntos en el departamento es como sigue:

En cocina: punto de agua fría, agua caliente y desagüe en lavadero, llave de control de agua, y registro de 2" en piso.

En baño principal: punto de agua fría, agua caliente y desagüe, en ducha y lavatorio; punto de agua fría y desagüe de 4" en inodoro, registro de 2" en piso.

En baño secundario: punto de agua fría, agua caliente y desagüe, en ducha y lavatorio; punto de agua fría y desagüe de 4" en inodoro, registro de 2" en piso.

Ambos baños tienen llave de control de agua independiente. En lavandería: punto de agua fría y desagüe en lavadero, punto de agua fría, agua caliente y desagüe en lavadora; registro y sumidero en piso, ambos de 2".

La tubería que alimenta de agua a todo el departamento es de \varnothing 1/2" tanto para agua fría como caliente.

Cada departamento tiene un contómetro ubicado en la parte exterior del inmueble, para evaluar el consumo de agua mensual del mismo. Las tuberías de

agua fría y caliente se instalarán antes del vaciado de los elementos estructurales (placas y losas), todas las tuberías serán embebidas en concreto.

Sistema contra incendio

El condominio cuenta con un sistema contra incendio cuyos componentes son los siguientes:

Reserva de agua contra incendios, la que se encuentra en la cisterna y ha sido calculada mediante las normas vigentes.

Bomba de impulsión de agua especial para incendios.

Medidor de agua del Sistema, se incluye un medidor especial de agua el que se activará conjuntamente con todo el sistema

Tubería de conducción, es una tubería de 4" de diámetro y de metal/pvc que soporta una presión mínima de agua. Conduce el agua desde la cisterna hacia los hidrantes.

Hidrantes ubicados estratégicamente en el condominio.

1.4 Instalaciones Eléctricas

Exteriores

Cada departamento contará con un medidor monofásico de medidas estandar (20 cm x 40 cm). El servicio de energía que formará parte de las áreas comunes estará conformado por lo siguiente:

alimentación para equipo hidroneumático de impulsión de agua

iluminación de jardines, parqueo y área de tránsito

iluminación de escaleras

iluminación y energía de caseta de vigilancia y cuarto de basura

cercos eléctricos del condominio

bombas para sistema contra incendio

Se deberá considerar 03 medidores trifásicos para atender la demanda de áreas comunes: 01 medidor para el equipo hidroneumático, 01 medidor para bomba contra incendio y cerco eléctrico; y el tercero para iluminación en general. Es ideal la ubicación de los medidores en la pared que limita el condominio con los estacionamientos externos, ó en la pared del condominio ubicada en la parte posterior de los juegos infantiles.

Interiores

Los ambientes de los departamentos se deberán implementar como sigue:

Se ubicarán 03 centros de luz en sala comedor, y 01 centro de luz en los demás ambientes. En el baño principal se ubicará un braquete adicional sobre el lavatorio.

En sala comedor se instalarán 05 tomacorrientes (tc) 03 dobles y 02 simples. En dormitorios: 01 tc doble y 01 tc simple; en baños: 01 tc doble, en lavandería 01 tc doble, en cocina: 02 tc dobles y 02 simples. En la sala comedor y dormitorio principal se instalará 01 punto de teléfono y 01 punto de telecable en cada uno. Los tomacorrientes de cocina deberán estar conectados al pozo de tierra correspondiente.

En la cocina se instalará 01 aparato intercomunicador que accionará la puerta de ingreso peatonal del condominio, y 01 timbre. Los departamentos que cuenten con un ambiente especial para computadora, llevarán 01 punto de teléfono en dicho ambiente.

El tablero de control se ubicará en la cocina, el cual tendrá 05 llaves: 01 general, 01 de alumbrado, 02 de tomacorrientes y 01 para terma y lavadora. Las llaves deberán ser termo magnéticas. No se considera ningún tipo de instalación de luminarias o lámparas. Eso correrá por cuenta de los futuros propietarios.

1.6 Costos y Ejecución

Debido a que es un condominio de 80 departamentos ubicado en el distrito de Chorrillos, es un proyecto orientado al sector "C" de la población, por lo que se esta tomando las medidas necesarias para obtener una vivienda económica sin desmerecer la calidad de ésta. La meta es llegar a obtener un departamento de 80 m² a \$30000. Para eso debemos tomar en cuenta los siguientes factores:

- Sistema constructivo EMDL

- Emplear acabados nacionales: cerámicos, pintura, etc.

- Compra de materiales por lotes grandes

- Realizar una programación adecuada del proyecto

- Reducir tiempos tecnológicos (desencofrados, acabados húmedos, etc)

Se plantea construir el condominio en un plazo aproximado de 12 a 14 meses. Este detalle se definirá al momento de la firma del contrato con la empresa constructora del proyecto.

Capítulo II

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

2.1 Datos Geotécnicos

Los datos del estudio de suelos para el proyecto, se han obtenido de un estudio elaborado por la empresa “M & M Consultores” para el Proyecto Inmobiliario “Matellini” que será construido por “Líder Inversiones y Proyectos S.A. Este proyecto se encuentra a 04 cuadras del nuestro, a espaldas del Plaza Lima Sur – Chorrillos.

Los datos que aquí se indican son para la calicata C1, que es la que presenta el perfil similar a la calicata excavada en nuestro terreno. Los parámetros son los siguientes:

Calicata	Qu (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	Nc	γ	Df (m)
C1	1.66	0.83	5.14	2.00	1.50

Cuadro N° 01: Datos del Estudio de Suelos – Calicata 01

Considerando un factor de seguridad FS de 3.00 según lo indicado en la Norma Técnica de Edificación E050 de Suelos y Cimentaciones, la presión admisible Qa es:

Calicata	Qa (Kg/cm ²) = qd/FS
C1	1.52

2.2 Alternativas de Cimentación

Nuestro proyecto consta de bloques de departamentos de 05 pisos de altura. Son estructuras de ductilidad limitada, con muros de concreto que resistirán los esfuerzos de corte y las cargas de gravedad. Estos muros necesitan un tipo de

cimentación continua. Teniendo en cuenta las características de la edificación, y del perfil estratigráfico del subsuelo registrado en las calicatas, se proponen las siguientes alternativas de cimentación:

Platea de cimentación

Zapatas corridas

Escogeremos la segunda opción:

Cimentación Convencional Rígida por Medio de Zapatas Corridas

Profundidad de Cimentación

Se recomienda considerar en principio una profundidad mínima de cimentación de 1.50 m con respecto a la superficie actual del terreno.

No se recomienda una profundidad menor con la finalidad de evitar los efectos dañinos sobre las estructuras ocasionadas por los cambios volumétricos que puedan producirse en las capas superiores de suelos arcillosos, como consecuencia de las variaciones por contenido de humedad.

2.3 Estructuración y Cargas de Diseño

Plantearémos una solución donde se establece como elementos resistentes a muros de concreto armado de espesor pequeño, que califican como muros de ductilidad limitada, por no cumplir con los requisitos de confinamiento que se tendría en una estructura convencional. Los muros se conectarán entre si mediante una losa maciza armada en doble sentido, que cumplirá el papel de diafragma rígido.

Las características de los materiales con las que se modelará la estructura son las siguientes:

Concreto: $f'c$ 210 Kg/cm²

Acero de refuerzo: f_y 4200 Kg/cm²

Las cargas de diseño son las debidas a cargas muertas, cargas vivas, y cargas de sismo. Para el presente informe consideraremos las siguientes:

Carga Muerta:

Peso propio del Concreto armado: 2400 Kg/m³

Peso de los acabados: 100 Kg/m²

Carga en línea de alfeizar: 180 Kg/m

Carga Viva:

Del 1er al 4to Piso: 200 Kg/m²

Azotea: 100 Kg/m²

Carga de Sismo:

Se utilizó el espectro de pseudoaceleraciones definido por la Norma E030 de Diseño Sismorresistente.

Para el diseño de los elementos de concreto armado se utilizan cargas factoradas, es decir, las obtenidas de la suma de las cargas actuantes en la estructura afectadas por factores de amplificación, conforme lo indicado en la NTE E060 de Concreto Armado. Los factores se indican en la siguiente tabla, donde D representa a la carga muerta, L representa a la carga viva, Sx y Sy a los efectos de sismos en los ejes respectivos:

Factores de Cargas				
Combinación	D	L	Sx	Sy
1	1.50	1.80	0	0
2	1.25	1.25	±1.00	0
3	1.25	1.25	0	±1.00
4	0.90	0.90	±1.00	0
5	0.90	0.90	0	±1.00

Cuadro N° 02: Combinaciones de Cargas

Al momento de realizar el análisis en el software Etabs, se han efectuado las 09 combinaciones posibles que aparecen en el cuadro anterior, Se diseñaran los elementos para los máximos valores que arroje el análisis.

2.4 Predimensionamiento de elementos

Los muros de concreto armado de una estructura de ductilidad limitada, deben tener un mínimo de 10 cm de espesor. Todos los muros de nuestra edificación tienen un espesor de 10 cm, menos el muro señalado como MY7, el cual tiene un espesor de 15 cm, por las siguientes razones:

- El muro MY7 es divisorio entre 02 departamentos de un mismo piso. El hecho de tener un espesor mayor mejorará el aislamiento acústico entre departamentos contiguos.

El muro MY7 se encuentra en el centro de la estructura, y en la parte donde hay menos densidad de muros (sala comedor).

La losa maciza de techo se dimensionará de 12 cm de espesor. En los baños, se proyectará una losa de 20 cm de espesor, para permitir el paso de tuberías de agua y desagüe.

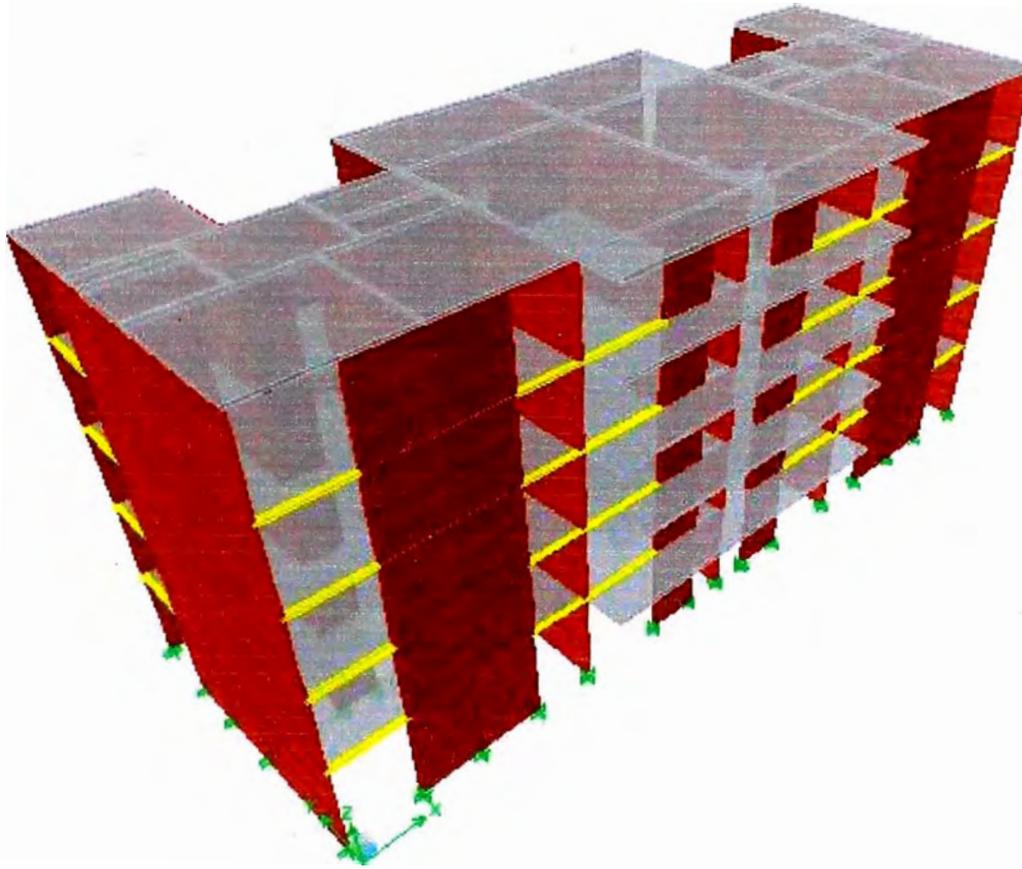


Figura N° 02: Vista en 3D de la Edificación (Etabs)

2.5 Parámetros para el Análisis Sísmico

Siguiendo lo indicado en la Norma E030, los parámetros que hemos empleado son los siguientes:

Factor de Zona Z: Por encontrarse en el departamento de Lima zona 03, se asignará a la estructura un valor Z de 0.40.

Factor de Uso U: Por ser la estructura una edificación destinada a viviendas, le asignaremos un valor U de 1.00

Factor de Amplificación Dinámica C: el factor C se define según la siguiente expresión:

$$C = 2.50 \frac{T_p}{T}; C \leq 2.50 \dots (1)$$

Como el valor de T_p es 0.90 por estar la edificación en un suelo tipo S3, el valor de C será de 2.50, hasta que $T=T_p=0.90$. Después el valor de C disminuirá según el Cuadro N° 2.1.

T (seg)	C	Sa
0.00	2.50	3.43
0.20	2.50	3.43
0.40	2.50	3.43
0.60	2.50	3.43
0.80	2.50	3.43
0.90	2.50	3.43
1.00	2.25	3.09
1.10	2.05	2.81
1.20	1.88	2.57
1.30	1.73	2.37
1.40	1.61	2.21
1.50	1.50	2.06
1.60	1.41	1.93
1.70	1.32	1.82
1.80	1.25	1.72
1.90	1.18	1.62
2.00	1.13	1.54
2.10	1.07	1.47
2.20	1.02	1.40
2.30	0.98	1.34
2.40	0.94	1.29
2.50	0.90	1.23
2.60	0.87	1.19

Cuadro N° 2.1: Espectro de aceleraciones

Factor de Suelo S: Como la zona tiene un suelo flexible (arcilloso), según la norma es un suelo S3 y le asignaremos un valor S de 1.40.

Coefficiente de Reducción de Fuerza Sísmica R: El valor de R para estas estructuras es de 4.00, según el artículo 12 de la Norma E030 de Diseño

Sismorresistente. Es una edificación de baja altura (05 pisos) con alta densidad de muros en ambos ejes. La estructura es calificada como regular, puesto que no presenta discontinuidades tanto horizontales como verticales.

2.6 Espectro de diseño

El análisis dinámico de la edificación se realizará mediante la combinación modal espectral para lo cual se muestra el espectro de pseudo aceleraciones empleado:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g \dots (2)$$

El Análisis sísmico se realizó empleando el programa ETABS. La estructura ha sido modelada con elementos finitos. En la planta del edificio se pueden observar los ductos para ventilación e iluminación en la zona de servicio.

Capítulo III

ANÁLISIS DE LOSAS DE ENTREPISO

3.1 Predimensionamiento de elementos

La losa de entrepiso de la estructura, será diseñada como una losa maciza de concreto armado de espesor 12 cm. En las zonas de baños, la losa incrementará su espesor a 20 cm, para facilitar el paso de tuberías. La losa maciza deberá cumplir la función de diafragma rígido. En la figura N° 01 se aprecia la losa de techo tal como se ha ingresado al software de diseño. En donde la losa es de 12 cm esta señalizada con el código LM12, y se emplea el código LM20 en las zonas donde la losa es de 20 cm de espesor. Se observa también la ubicación de los muros y placas.

Se opta por una losa maciza en vez de una losa aligerada por los siguientes motivos:

Para realizar un vaciado monolítico integrando la losa y los muros.

Para descartar la partida de tarrajeo en losa de techo.

3.2 Desplazamientos verticales

Para un mejor análisis de las losas, los modelos base que se desarrollaron en el programa Etabs, fueron exportados al programa Safe, en el cual los modelos exportados se han discretizado en elementos rectangulares. La losa de cada entrepiso del edificio es típica. Como primer paso, debemos obtener los desplazamientos verticales en los paños de la losa, y compararlo con el máximo permitido por la norma E060. En la figura 03 se aprecian los puntos con los máximos desplazamientos.

Los desplazamientos máximos, según la norma E060 en su ítem 10.4 dice lo siguiente: el desplazamiento máximo en elementos horizontales (pisos o techos) no deberá ser mayor a $L/480$, donde L será la luz menor de la losa. En este caso revisaremos en el paño más grande de nuestra losa, es el que está entre los ejes E,F,2 y 5; $L=5.70$:

$$\Delta = \frac{L}{480} = 1.18\text{cm}$$

Entonces, los desplazamientos verticales que se generen en la losa deberán ser menores a 1.18 cm. Según la Figura N° 03 la losa cumple dicho requisito.

Los puntos rojos, son los que tienen mayor desplazamiento y su valor es de 0.049 cm, según datos obtenidos por el programa Safe.

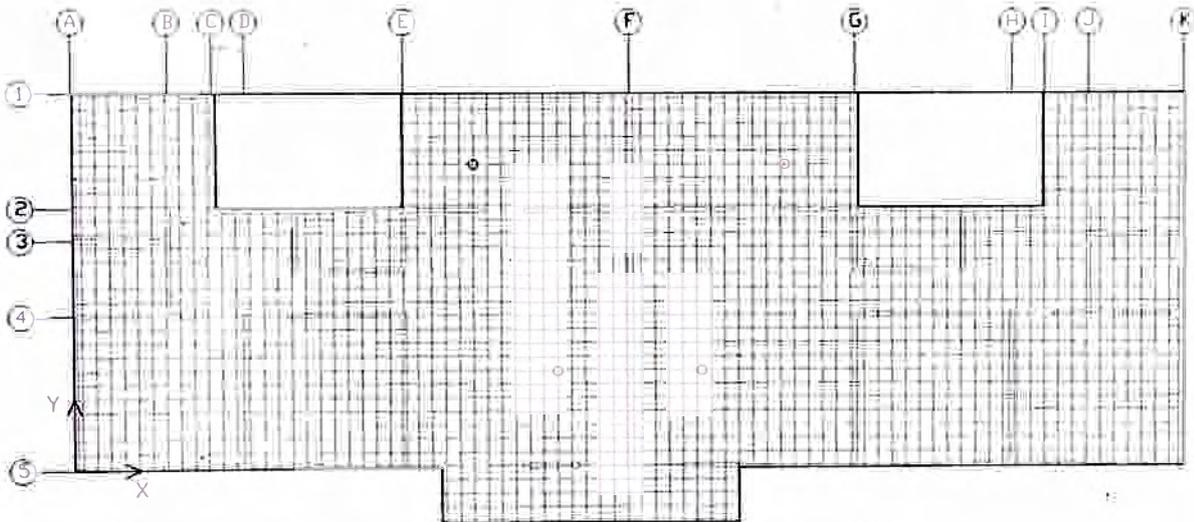


Figura 03: Ubicación de Puntos de Máximo desplazamiento vertical en Losa

3.3 Momentos Flectores en Losas

En la figura 03.1 se indican los momentos flectores en las direcciones X e Y producidos en la losa típica. Se tienen los máximos momentos negativos $M (-) = 1.48 \text{ ton-m}$ y el máximo momento positivo $M (+) = 1.56 \text{ ton-m}$. Estos datos han sido obtenidos del programa Safe. En la figura 3.1 se aprecian los momentos flectores de la losa. Los puntos rojos indican los momentos positivos y los puntos azules los momentos negativos.

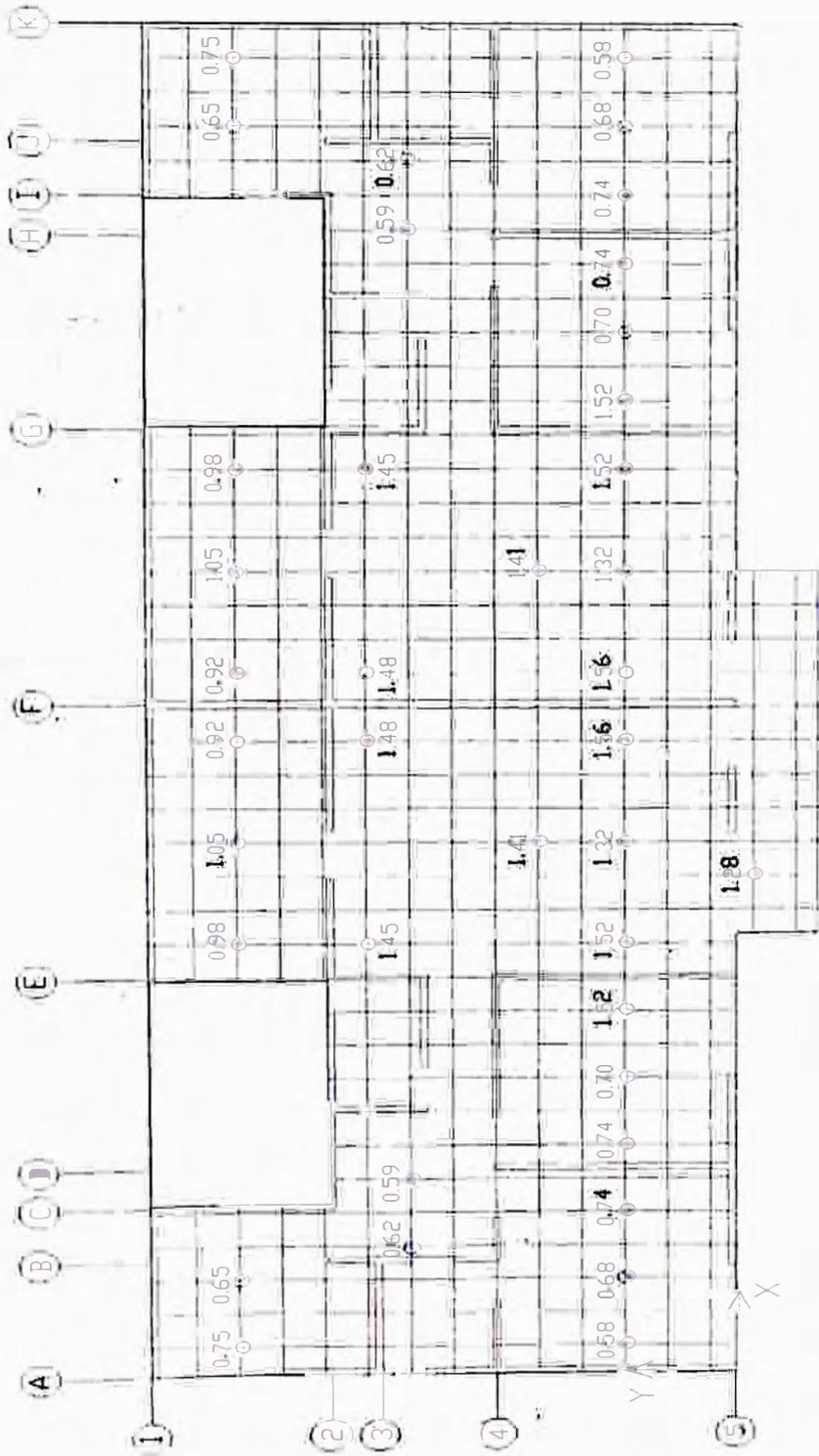


Figura 03.1: Maximos Momentos Flectores en Losa (ton-m)

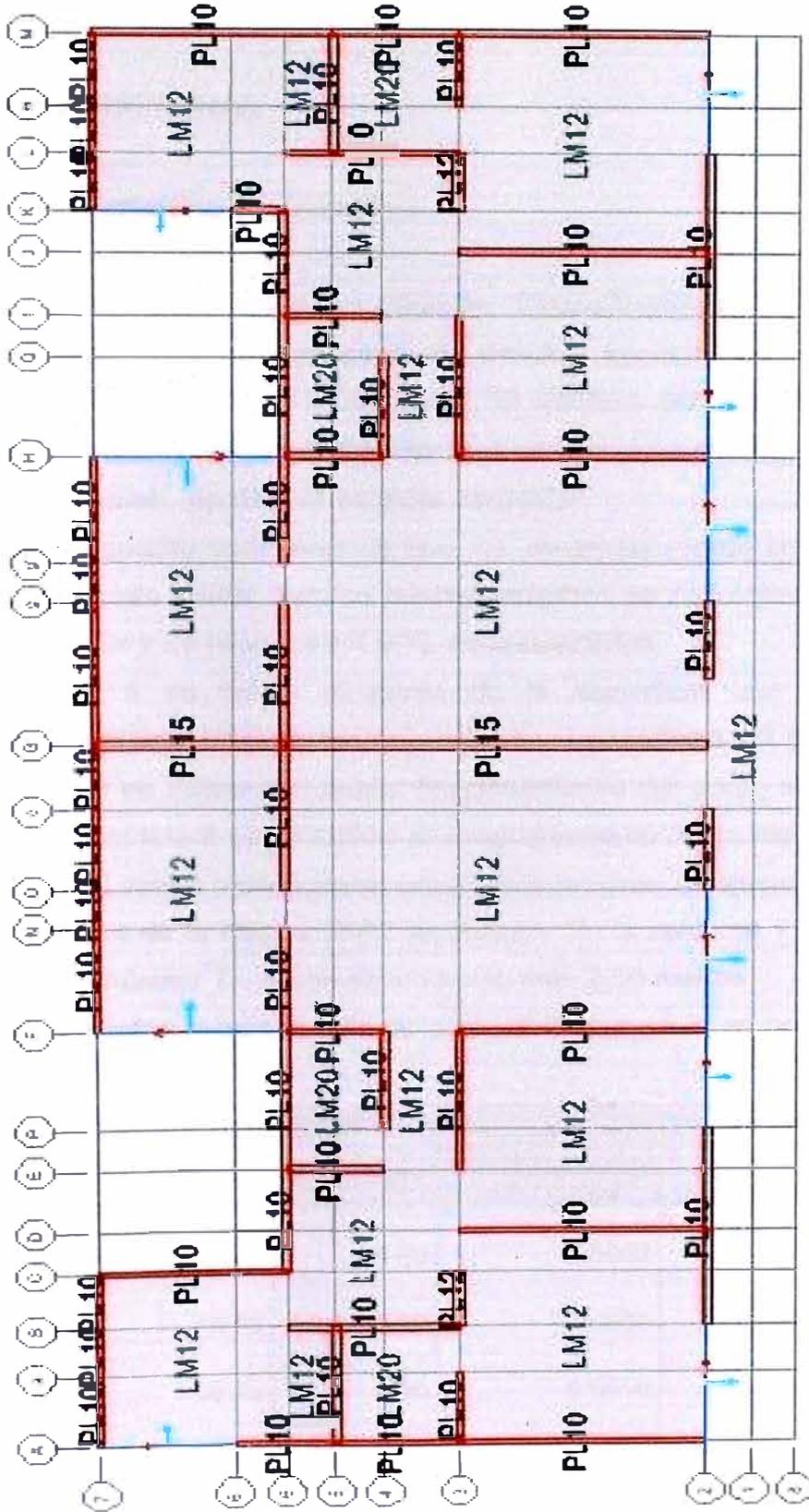


Figura 04: Notación de Placas y Losas (Etabs)

Capítulo IV

DISEÑO ESTRUCTURAL

4.1 Desplazamientos Horizontales

Según la Norma E030, en su anexo titulado: “Especificaciones Normativas para Diseño Sismorresistente en el caso de EMDL”, especifica en el ítem 3.0 Desplazamientos Permisibles, lo siguiente: “el máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el artículo 16.4 de la misma norma, dividido entre la altura de entrepiso, no deberá exceder de 0.005”.

En el siguiente cuadro verificaremos que los desplazamientos cumplen con la norma. No debemos olvidar que los desplazamientos se han calculado para los casos de carga S_x y S_y (sismo en X y Y), no factorizadas.

En la columna 2 se indica el punto de la estructura que sufre mayor desplazamiento en ese nivel, en las columnas 3 y 4 se indican sus coordenadas.

En la columna 5 se indica el máximo desplazamiento del punto identificado en metros. En la columna 6 se multiplica el desplazamiento del punto, por el factor $0.75 R = 3.00$ (R vale 4 para nuestro caso), este proceso se ajusta a lo indicado en el artículo 16.4 de la Norma E030 de Diseño. En la columna 7 se obtiene el desplazamiento relativo. La altura de entrepiso vale 2.50 metros.

Los Desplazamientos máximos cuando actúa el Sismo en X, se presentan en el siguiente cuadro:

1 nivel	2 pto	3 coord X (m)	4 coord Y (m)	5 desplazamiento max "d" (m)	6 $D=d \times$ $0.75R$	7 D/H
nivel 1	572	16.75	-0.60	0.0003	0.0009	0.00036
nivel 2	572	16.75	-0.60	0.0006	0.0018	0.00072
nivel 3	572	16.75	-0.60	0.0010	0.0030	0.00120
nivel 4	572	16.75	-0.60	0.0014	0.0042	0.00168
nivel 5	572	16.75	-0.60	0.0017	0.0051	0.00204

Cuadro N° 03: Desplazamientos Horizontales en eje X

Como se puede apreciar, los valores de la columna 7 no son mayores a 0.005 tal como lo señala la norma E030. De la misma forma analizaremos en el eje Y, con la carga de sismo S_y . Los resultados se presentan en el Cuadro N° 04.

1 nivel	2 Pto	3 coord X (m)	4 coord Y (m)	5 desplazamiento "d" (m)	6 $D=d \times 0.75R$	7 D/H
nivel 1	123	0.00	8.70	0.0003	0.0009	0.00036
nivel 2	123	0.00	8.70	0.0007	0.0021	0.00084
nivel 3	123	0.00	8.70	0.0011	0.0033	0.00132
nivel 4	123	0.00	8.70	0.0016	0.0048	0.00192
nivel 5	123	0.00	8.70	0.0019	0.0057	0.00228

Cuadro N° 04: Desplazamientos Horizontales en eje Y

Los valores de la columna 7 para el Sismo en Y, tampoco exceden lo indicado en la norma.

Tampoco será necesario verificar la irregularidad torsional en planta del edificio, pues ésta sólo se verifica en edificios con diafragmas rígidos en los que el desplazamiento promedio de algún entrepiso exceda del 50% del máximo permisible indicado en las normas. Como se aprecia los valores de la columna 7 tanto para el sismo en X como para el sismo en Y son mucho menores al permitido por la norma. Por tanto, podemos proceder al diseño de los muros, y losas.

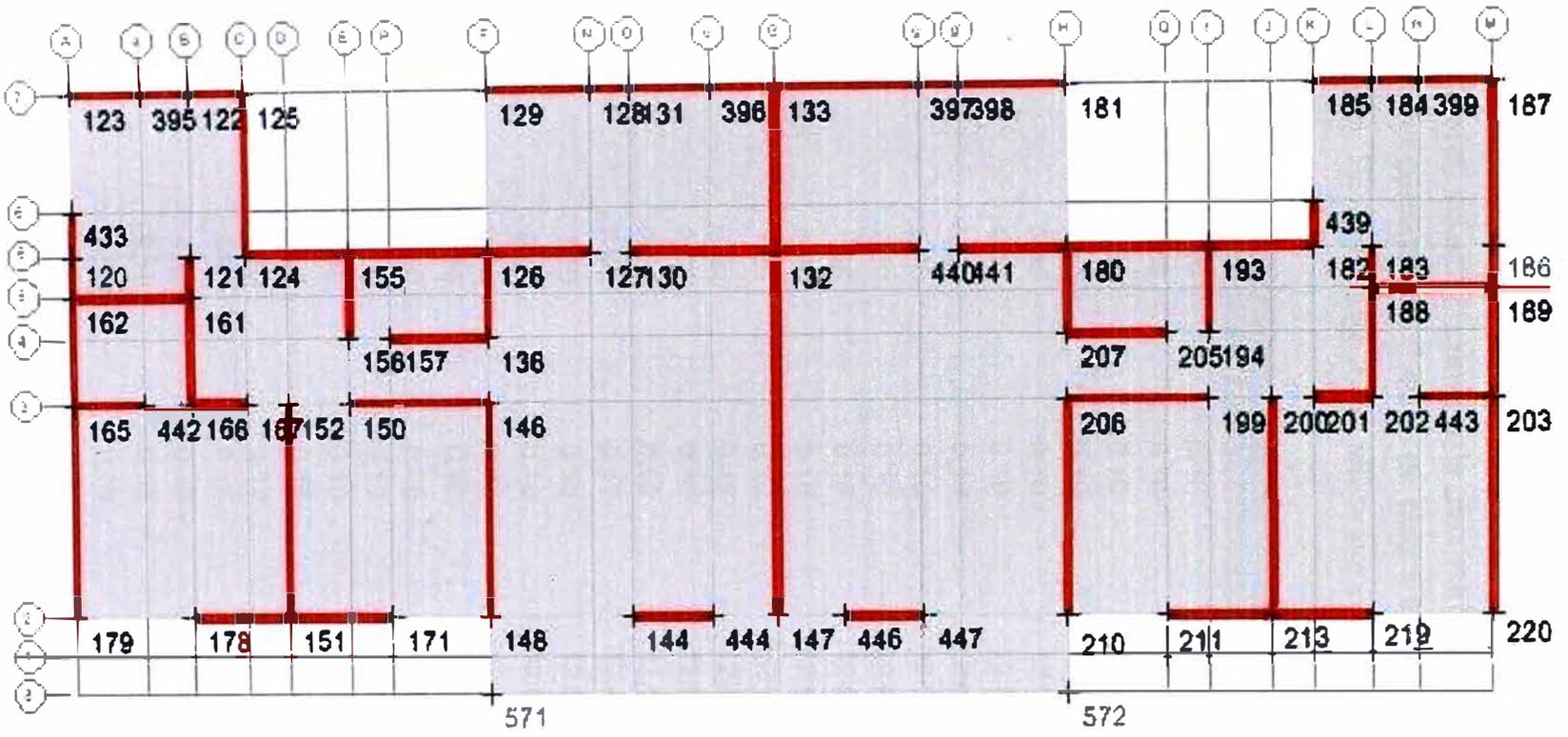


Figura N° 05: Losa del 5to piso: Notación de puntos en losa

4.2 Diseño de muros de concreto armado

Antes de proceder al diseño, debemos conocer la geometría de los muros. Para determinar la altura, se ha considerado 2.40 m de piso a techo, mas 0.12 m de espesor de losa de techo. En total, 2.52 m de altura por nivel, en 05 niveles se tiene: $2.52 \times 5 = 12.60$ m.

Muro	Ancho L (m)	Espesor b (m)	Altura H (m)
MX1	2.95	0.10	12.60
MX2	4.85	0.10	12.60
MX3	4.85	0.10	12.60
MX4	2.95	0.10	12.60
MX5	5.85	0.10	12.60
MX6	4.85	0.10	12.60
MX7	5.90	0.10	12.60
MX8	2.00	0.10	12.60
MX9	2.00	0.10	12.60
MX10	1.65	0.10	12.60
MX11	1.65	0.10	12.60
MX12	1.20	0.10	12.60
MX13	0.95	0.12	12.60
MX14	2.35	0.10	12.60
MX15	2.35	0.10	12.60
MX16	0.95	0.12	12.60
MX17	1.20	0.10	12.60
MX18	3.40	0.10	12.60
MX19	1.35	0.10	12.60
MX20	1.35	0.10	12.60
MX21	3.40	0.10	12.60
MY1	6.30	0.10	12.60
MY2	2.30	0.10	12.60
MY3	3.30	0.10	12.60
MY4	1.30	0.10	12.60
MY5	3.30	0.10	12.60
MY6	1.30	0.10	12.60
MY7	8.10	0.15	12.60
MY8	3.30	0.10	12.60
MY9	1.30	0.10	12.60
MY10	1.30	0.10	12.60
MY11	3.30	0.10	12.60
MY12	2.30	0.10	12.60

Cuadro N° 05: Dimensiones de los muros del edificio

El diseño de los muros está gobernado por el esfuerzo cortante. En este tipo de estructuras, debido a la densidad de muros, las deformaciones por cortante son mayores a las deformaciones por flexión. En la figura N° 02 se muestra los muros de la estructura, tanto en el eje X como en el eje Y. Indicaremos paso a paso el diseño de el muro MX1 y MX13 en el eje X; MY1 y MY7 en el eje Y. En el cuadro N° 05 se indica los muros de la estructura y su geometría (dimensiones).

Diseño por corte de muros en eje X

Geometría de muros:

	Muro MX1	Muro MX13	Muro MY7
Espesor b =	0.10 m	0.12 m	0.15 m
Ancho L =	2.95 m	0.95 m	8.10 m
Altura H =	12.60 m	12.60 m	12.60 m

Resistencia a la compresión del concreto:

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

Del análisis dinámico se obtiene la fuerza cortante última V_u aplicada al muro en el primer nivel. Hay que resaltar que el muro mantiene la misma sección, desde el 1ero hasta el 5to nivel.

	Muro MX1	Muro MX13	Muro MY7
$V_u =$	8011 Kg	3083 Kg	58120 Kg
$V_u =$	8.01 Ton	3.08 Ton	58.12 Ton

Resistencia al corte aportado por el concreto

Según las características geométricas del muro (dimensiones) y la calidad del material (concreto armado), la resistencia al corte ϕV_c se calcula según:

$$\phi V_c = \phi 0.53 \sqrt{f'_c} b d$$

Donde:

b: es el espesor del muro de concreto

d: es el 80 % del ancho L del muro

ϕ : para muros de corte toma el valor de 0.85

Aplicando la fórmula, para el muro MX1, tenemos:

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times (210)^{1/2} \times (10) \times (0.8 \times 295) = 15406 \text{ Kg} = 15.40 \text{ Ton}$$

Aplicando la fórmula, para el muro MX13, tenemos:

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times (210)^{1/2} \times (12) \times (0.8 \times 95) = 5953 \text{ Kg} = 5.95 \text{ Ton}$$

Aplicando la fórmula, para el muro MY7, tenemos:

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times (210)^{1/2} \times (15) \times (0.8 \times 810) = 63455 \text{ Kg} = 63.45 \text{ Ton}$$

En todos los casos vemos que ϕV_c es mayor que V_u , por lo que se concluye que el diseño es correcto. Como el diseño es repetitivo, indicaremos en los cuadros 06 y 07 los valores respectivos de los cortantes V_u y ϕV_c .

Según los cuadros 06 y 07, el valor de ϕV_c es mayor que V_u en todos los casos, por lo que el acero de refuerzo se dará por cuantías mínimas.

Refuerzo por cuantías mínimas

Según la Norma E060, en las Especificaciones Normativas para el diseño en Concreto Armado con EMDL, en el artículo 2.15, la cuantía mínima de acero debe cumplir lo siguiente:

Si $V_u > 0.5\phi V_c$, entonces $p_h > 0.0025$ y $p_v > 0.0025$

Si $V_u < 0.5\phi V_c$, entonces $p_h > 0.0020$ y $p_v > 0.0015$

En el caso específico del muro MX1 tenemos que: $0.5\phi V_c = 7.03 \text{ Ton} < V_u$, entonces las cuantías mínimas de refuerzo horizontal y vertical deberán cumplir lo siguiente:

Cuantía mínima de ref. horizontal $p_h > 0.0025$ (2.5 cm² @ 1.0 m)

Cuantía mínima de ref. vertical $p_v > 0.0025$ (2.5 cm² @ 1.0 m)

Por tanto se debe usar:

Malla horizontal: 8 mm @ 0.20 m (2.5 cm² @ 1.0 m)

Malla vertical: 8 mm @ 0.20 m (2.5 cm² @ 1.0 m)

Descripcion	largo L (cm)	altura H (cm)	(1) H/L adim	(2) σ_{Vc} (Ton)	(3) $0.5 \sigma_{Vc}$ (Ton)	(4) V_u (Ton)	(5) ph adim	(6) pv adim	(7) ph varillas	(8) pv varillas
MX1	295.00	1260.00	4.27	15,41	7,70	8.01	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MX2	480.00	1260.00	2.63	25,07	12,53	18.77	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MX3	480.00	1260.00	2.63	25,07	12,53	19.54	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MX4	295.00	1260.00	4.27	15,41	7,70	5.91	0.0020	0.0015	8mm @ 25	8mm @ 30
MX5	580.00	1260.00	2.17	30,29	15,15	26.86	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MX6	490.00	1260.00	2.57	25,59	12,80	14.52	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MX7	590.00	1260.00	2.14	30,81	15,41	21.54	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MX8	190.00	1260.00	6.63	9,92	4,96	6.52	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MX9	190.00	1260.00	6.63	9,92	4,96	8.19	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MX10	160.00	1260.00	7.88	8,36	4,18	3.63	0.0020	0.0015	8mm @ 25	8mm @ 30
MX11	160.00	1260.00	7.88	8,36	4,18	3.44	0.0020	0.0015	8mm @ 25	8mm @ 30
MX12	120.00	1260.00	10.50	6,27	3,13	2.19	0.0020	0.0015	8mm @ 25	8mm @ 30
MX13	70.00	1260.00	18.00	4,39	2,19	3.08	0.0025	0.0025	9mm @ 20	9mm @ 20
MX14	245.00	1260.00	5.14	12,80	6,40	7.61	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MX15	245.00	1260.00	5.14	12,80	6,40	7.84	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MX16	70.00	1260.00	18.00	4,39	2,19	3.74	0.0025	0.0025	9mm @ 20	9mm @ 20
MX17	120.00	1260.00	10.50	6,27	3,13	2.28	0.0020	0.0015	8mm @ 25	8mm @ 30
MX18	345.00	1260.00	3.65	18,02	9,01	9.35	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MX19	120.00	1260.00	10.50	6,27	3,13	1.91	0.0020	0.0015	8mm @ 25	8mm @ 30
MX20	120.00	1260.00	10.50	6,27	3,13	1.99	0.0020	0.0015	8mm @ 25	8mm @ 30
MX21	345.00	1260.00	3.65	18,02	9,01	9.38	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20

Cuadro Nro 06: Diseño de muros en eje X

Descripcion	largo L (cm)	altura H (cm)	(1) H/L adim	(2) $\emptyset Vc$ (Ton)	(3) $0.5 \emptyset Vc$ (Ton)	(4) Vu (Ton)	(5) ph adim	(6) pv adim	(7) ph varillas	(8) pv varillas
MY1	640.00	1260.00	1.97	33,43	16,71	29.30	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MY2	230.00	1260.00	5.48	12,01	6,01	7.88	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MY3	390.00	1260.00	3.23	20,37	10,18	13.85	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MY4	130.00	1260.00	9.69	6,79	3,39	3.26	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MY5	390.00	1260.00	3.23	20,37	10,18	12.19	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MY6	130.00	1260.00	9.69	6,79	3,39	3.91	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MY7	810.00	1260.00	1.56	61,70	30,85	58.12	0.0025	0.0025	12mm @ 20	12mm @ 20
MY8	390.00	1260.00	3.23	20,37	10,18	10.50	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MY9	130.00	1260.00	9.69	6,79	3,39	3.08	0.0020	0.0015	8mm @ 25	8mm @ 30
MY10	130.00	1260.00	9.69	6,79	3,39	2.00	0.0020	0.0015	8mm @ 25	8mm @ 30
MY11	390.00	1260.00	3.23	20,37	10,18	9.21	0.0020	0.0015	8mm @ 25	8mm @ 30
MY12	230.00	1260.00	5.48	12,01	6,01	5.82	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20
MY13	820.00	1260.00	1.54	42,83	21,41	27.86	0.0025	0.0025	8mm @ 20	8mm @ 20

Cuadro Nro 07: Diseño de muros en eje Y

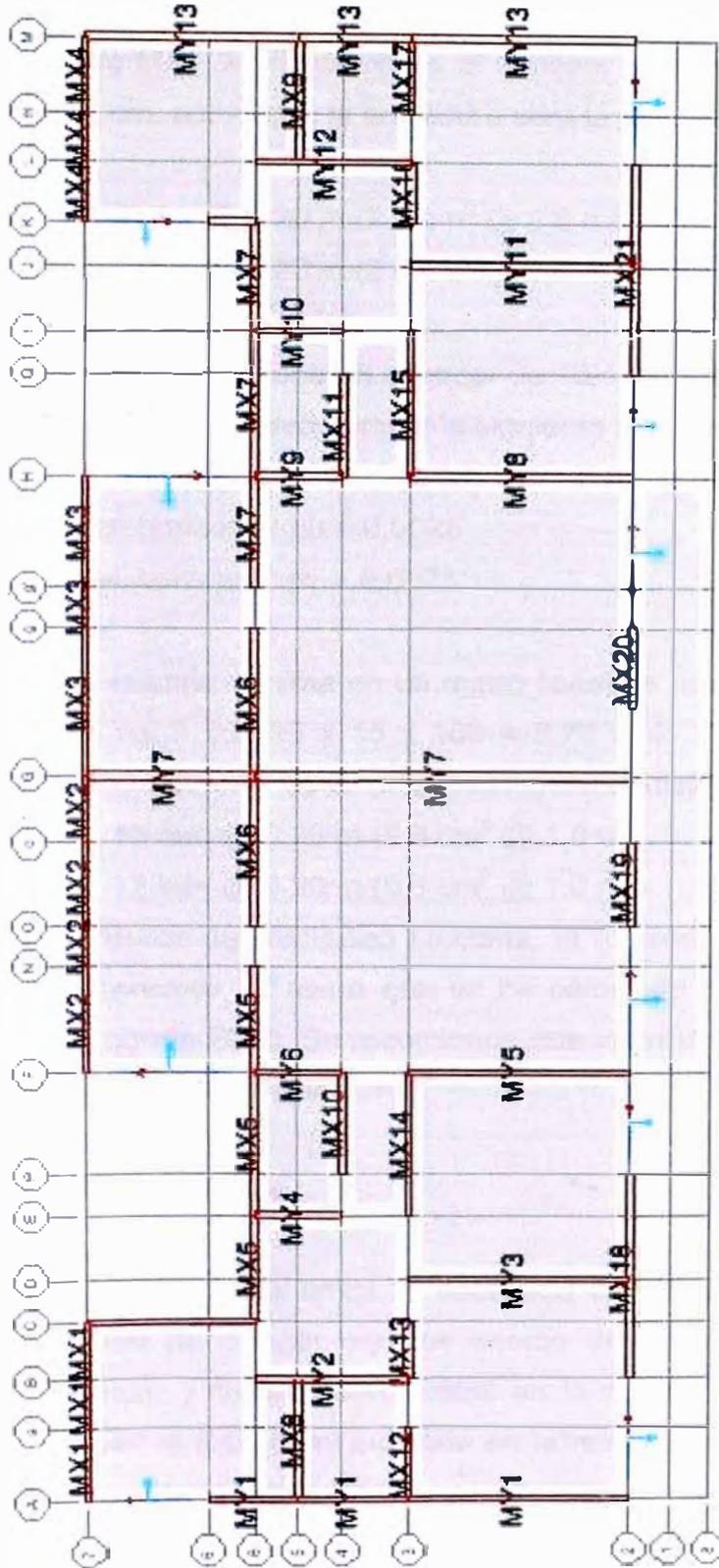


Figura N° 06: Muros En Ejes X,Y Identificados

En el caso del muro MX13 tenemos que: $0.5\phi V_c = 2.00 \text{ Ton} < V_u$, se cumple lo mismo que en el muro MX1, la diferencia es el espesor del muro "b" que para el muro MX13 es de 12 cm, por lo que la armadura será la siguiente:

Malla horizontal: 9 mm @ 0.20 m (2.5 cm² @ 1.0 m)

Malla vertical: 9 mm @ 0.20 m (2.5 cm² @ 1.0 m)

En el caso del muro MY7, éste tiene un espesor de 15 cm. El valor de $0.5\phi V_c$ es de 28.96 Ton < V_u . El acero deberá cumplir la siguiente relación:

Cuantía mínima de ref. horizontal $p_h > 0.0025$

Cuantía mínima de ref. vertical $p_v > 0.0025$

El área de acero por cuantía mínima en un metro lineal de muro deberá cumplir la siguiente relación: $A_s > 0.0025 \times 15 \times 100 = 3.75 \text{ cm}^2$. Por eso decidimos aumentar el diámetro del acero y se empleará la siguiente distribución:

Malla horizontal: 12 mm @ 0.20 m (5.6 cm² @ 1.0 m)

Malla vertical: 12 mm @ 0.20 m (5.6 cm² @ 1.0 m)

En los sistemas de Muros de Ductilidad Limitada, la totalidad del esfuerzo por corte la absorbe el concreto, el acero que se ha calculado corresponde a las exigencias del RNE, norma E060. Se recomienda que la armadura sea colocada en una sola malla, centrada en el elemento.

4.3 Diseño de losas macizas

Para el diseño de la losa maciza típica se establece en primer lugar una malla básica con la finalidad de cumplir con los aceros de refuerzos mínimos de contracción, temperatura y flexión establecidos en la norma E060. El refuerzo mínimo que debe tener la losa es el indicado en la norma por cuantía mínima: 0.0018. Para un ancho de losa de 100 cm y peraltes de 20 cm y 12 cm (baños y otros) tendremos áreas mínimas requeridas de acero de 3.60 cm² y 2.16 cm² respectivamente. Inicialmente la malla básica propuesta para el refuerzo de la losa (columna 5) es ligeramente mayor a la mínima requerida. Con las cantidades de acero necesarias calculadas por el programa safe se completará el acero en la losa, si fuera necesario. (Ver figura 06 y 07)

Zona (1)	Peralte (2) losa (cm)	As/bh (3)	Refuerzo mínimo (4)	Refuerzo propuesto (5)		
			As (@1.0 m) cm ²	Sup	Inf	As (@1.0 m) cm ²
Baños	20	0.0018	3.60	8mm @ 0.25	8mm @ 0.20	4.02
Otros ambientes	12	0.0018	2.16	6mm @ 0.25	8mm @ 0.25	3.15

Cuadro N° 08: Refuerzo mínimo por Contracción y Temperatura

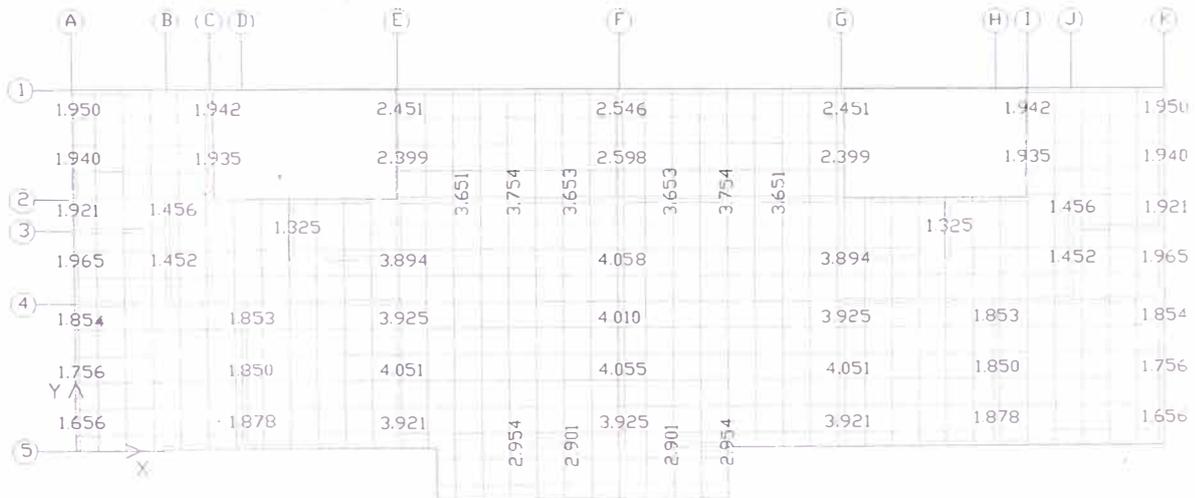


Figura N° 06: Acero adicional necesario en la parte superior (+) de la losa

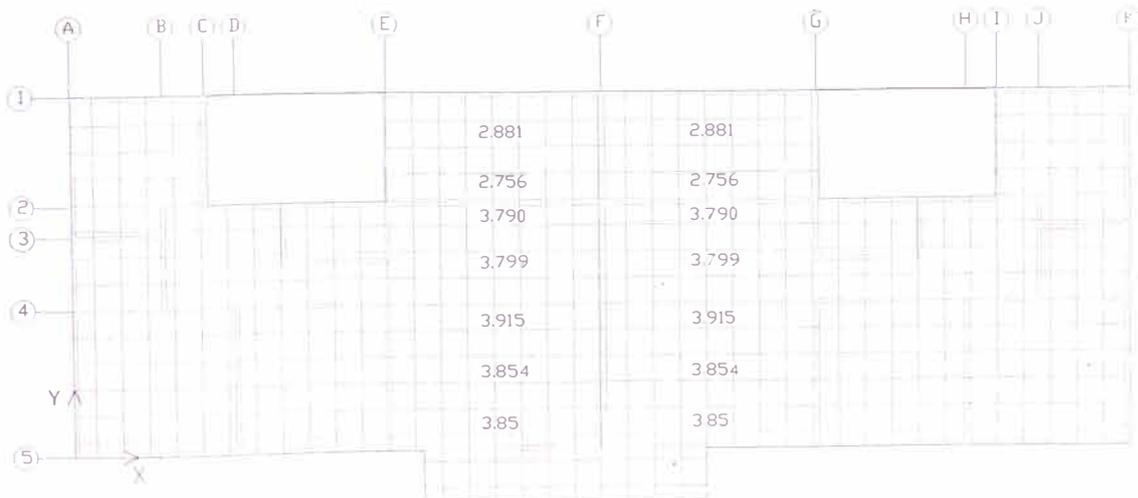


Figura N° 07: Acero adicional necesario en la parte inferior (-) de la losa

En la figura 06 y 07 se aprecia la cantidad necesaria de acero por flexión que necesita la losa. En algunos puntos es suficiente con la malla propuesta inicialmente. La ubicación del acero se aprecia en el plano E-03. Ver anexos.

4.4 Diseño de escaleras

La escalera del proyecto es una escalera de 01 tramo, empotrada en sus extremos en una placa de 15 cm de espesor que servirá de apoyo a la misma, excepto el primer tramo, que está anclado en la cimentación. El diseño consiste en transformar la escalera en una losa de espesor medio constante, lo cual nos lleve primero al cálculo del peso propio y posteriormente a la aplicación de los conceptos de vigas para definir dimensiones y calcular armaduras.

Especificaciones generales de escalera:

Concreto armado:	$f'c$ 210 Kg/cm ²
Acero de refuerzo:	f_y 4200 Kg/cm ²
Dimensión del paso:	$p=30$ cm
Dimensión del contrapaso:	$cp=18$ cm
Recubrimiento:	$r=3$ cm
Cargas empleadas en el diseño:	
Sobrecarga:	s/c 400 Kg/cm ²
Acabados:	100 Kg/cm ²

Predimensionamiento:

Espesor de la losa ó garganta: asumimos un espesor de 16 cm. Hemos determinado un paso de 30 cm por recomendaciones arquitectónicas. La escalera es de un ancho de 1.20, al igual que los descansos en los extremos. Para determinar el peso propio de la escalera, asumimos un espesor equivalente: T_p . Según la figura, el valor de T_p es de 26 cm. Con este valor procedemos a realizar el metrado de cargas.

Metrado de Cargas

Carga Muerta	(CM)
- Peso Propio	$2400 \times 1.20 \times 1.00 \times 0.26 = 748.8$ Kg/m
- Acabados	$100 \times 1.20 \times 1.00 = 120.0$ Kg/m

	Total CM =	868.8 Kg/m
Carga Viva (CV)		
- Según reglamento	400 x 1.20 x 1.00 =	480.0 Kg/m

Carga Ultima de Rotura Wu:

Según la norma E020, aplicamos los factores correspondientes para evaluar la carga con la que será analizada la estructura:

$$W_u = 1.5 \text{ CM} + 1.8 \text{ CV} = 1.5 \times 868.8 + 1.8 \times 480.0$$

$$W_u = 2167.20 \text{ Kg/m}$$

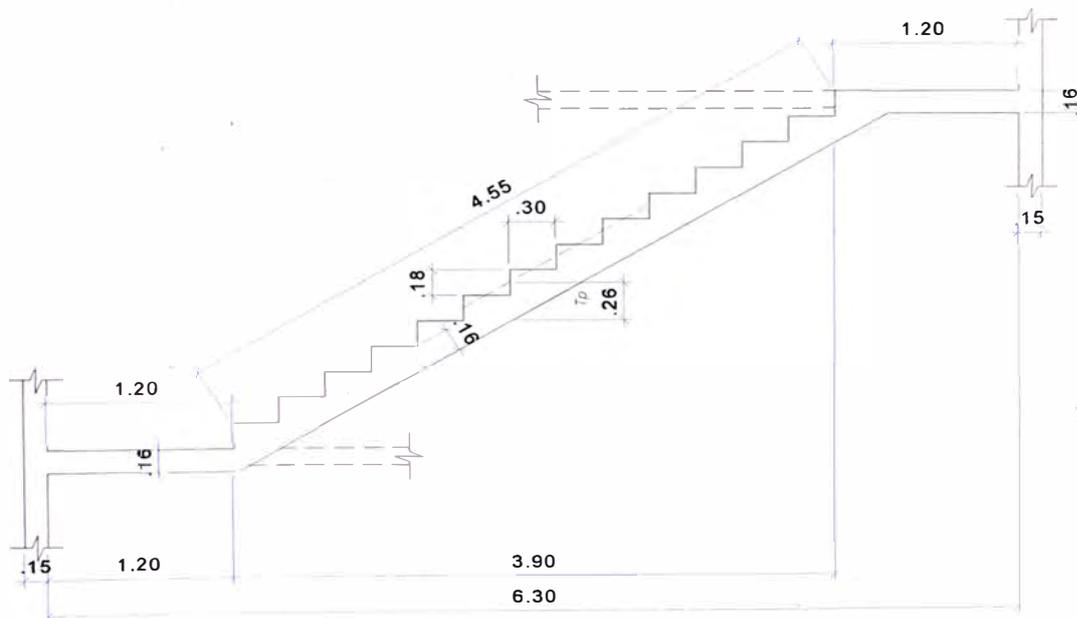


Figura N° 08: Dimensiones de escalera principal

Con este valor de la Carga Ultima Wu, idealizaremos la escalera de un solo tramo, como una viga empotrada en los extremos, tal como se muestra en la figura 09. El diagrama de momento flector correspondiente se aprecia en la figura 10.

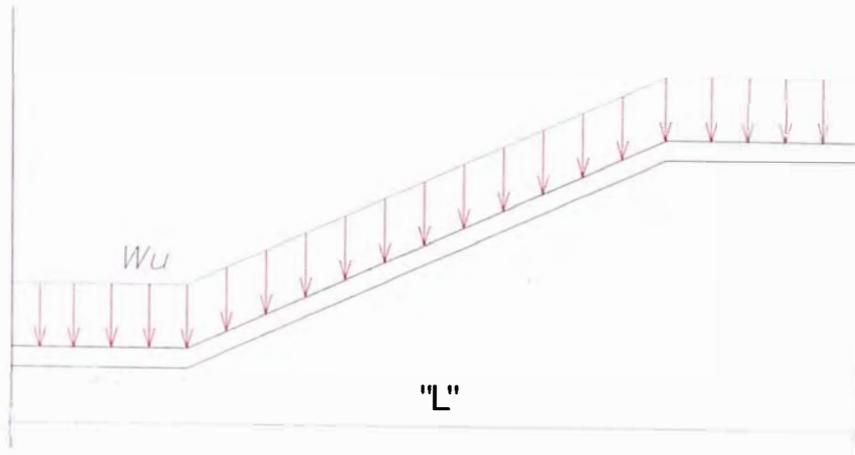


Figura N° 09: Idealización de escalera en un solo tramo

Cálculo de los Momentos flectores

Para la escalera de un solo tramo empotrada en ambos extremos, los momentos flectores se evalúan con las siguientes expresiones:

Momento en el extremo:

$$M_i = \frac{W_u L^2}{12}$$

Reemplazando: $W_u = 2167.20 \text{ Kg/m}$ y $L = 6.30 \text{ m}$, tenemos a $M_i = 7168.01 \text{ Kg-m}$.

Momento en el centro:

$$M_o = \frac{W_u L^2}{24}$$

Reemplazando: $W_u = 2167.20 \text{ Kg/m}$ y $L = 6.30 \text{ m}$, tenemos a $M_o = 3584.01 \text{ Kg-m}$.

Calculo del acero por flexión:

Antes de calcular el acero por flexión, determinamos el acero por cuantía mínima que pide el RNE en la norma E060.

$$A_{s_{MIN}} = 0.0018bd$$

Los valores de b y d son 120 cm y 12.7 cm respectivamente. Para el valor de d se le ha disminuido al peralte de la escalera, el recubrimiento respectivo.

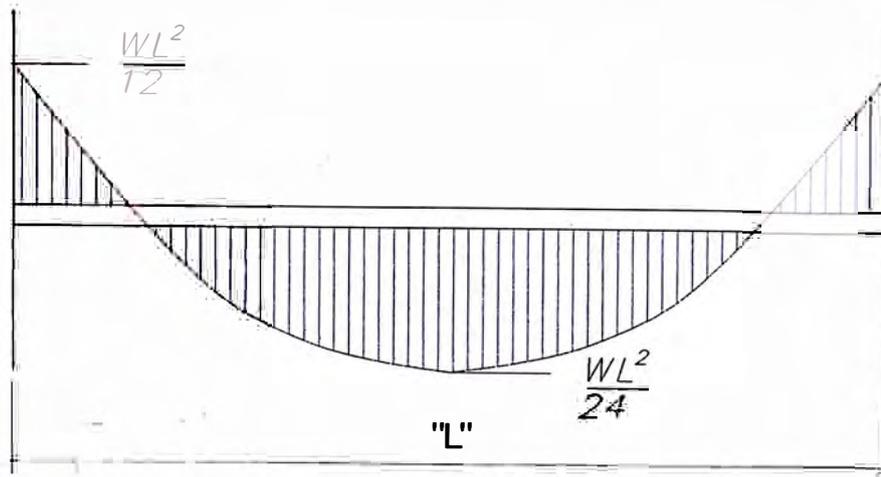


Fig N° 10: Diagrama de Momento Flector en Tramo de escalera

Reemplazando tenemos el valor de $A_s \text{ min} = 2.743 \text{ cm}^2$. Ahora calculamos el acero necesario por flexión. Para esto debemos resolver las dos ecuaciones siguientes:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - 0.5a)}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f' c b}$$

Donde:

- A_s : área de acero necesario por flexión
- a : 1.56 cm en el centro, y 3.38 cm en los extremos.
- f_y : esfuerzo de fluencia del acero = 4200 Kg/cm²
- d : peralte útil de la sección de acero (D-r), r: recubrimiento
- $f'c$: resistencia al concreto 210 Kg/cm²
- b : ancho de la sección: 120 cm
- M_u : Momento flector (extremo ó centro, según sea el caso)

Al resolver ambas ecuaciones para el extremo y el centro de la escalera tenemos los siguientes resultados:

En el centro de la escalera: $a=1.56 \text{ cm}$, y $A_s=7.95 \text{ cm}^2$, por lo que necesitamos 8 varillas de $\varnothing 12 \text{ mm}$, separación 15 cm, distribuidos en la sección de escalera. Como el momento es positivo el acero se debe ubicar en la parte inferior de la sección transversal de la escalera.

En los extremos: $a=3.38 \text{ cm}$, y $A_s=17.22 \text{ cm}^2$, por lo que necesitamos 10 varillas de $\varnothing 15 \text{ mm}$, separación 12 cm. Como el momento es negativo el acero se ubicará en la parte superior de la sección.

El detalle de la armadura de la escalera se encuentra en el plano N° E-03 del presente anexo.

Verificación por Esfuerzo cortante

El esfuerzo cortante que resiste la sección en el apoyo es:

$$V_c = 0.53\phi\sqrt{f'c}bd$$

Reemplazando valores y teniendo en cuenta que ϕ es 0.85 (en el caso de corte), tenemos:

$$V_c = 9949 \text{ Kg}$$

El cortante en el apoyo se calcula con:

$$V_u = \frac{W_u L}{2}$$

Reemplazando valores tenemos: $V_u = 6827 \text{ Kg}$.

Como el valor de V_c siempre será mayor a V_u , entonces se concluye que el diseño es correcto.

4.5 Diseño de cimentación

Para diseñar la cimentación del edificio, hemos partido de las siguientes conclusiones del estudio geotécnico:

- Se empleará una cimentación continua, tipo zapata corrida.
- La capacidad admisible "Q adm" del terreno es 1.50 Kg/cm², para zapatas corridas.
- La profundidad mínima de cimentación es de 1.50 m.

El peralte mínimo que asumiremos es de 40 cm para todas las zapatas corridas. En la edificación propuesta, los muros que forman parte de los ambientes denominados dormitorios y baños, soportan menos área tributaria, comparados con los muros que forman parte de la sala comedor y muros de borde de cocina, así como muros perimetrales. Por esto, clasificaremos a las zapatas corridas, según la dimensión en planta. Estas dimensiones se validarán con los cálculos respectivos:

Zapata corrida CC1 : ancho de 0.80 m

Zapata corrida CC2 : ancho de 1.20 m

Zapata corrida CC3 : ancho de 1.40 m

En todas las secciones, el peralte es de 40 cm.

Verificación de las dimensiones por presión admisible

Zapata Corrida CC1

Para verificar la zapata corrida tipo CC1 elegiremos el muro MX2, cuya área tributaria es la indicada en la figura N° 11.

Las cargas actuantes sobre la zapata corrida son:

Cargas permanentes: el peso del muro, el peso de la losa maciza en 05 niveles, el peso de los acabados, el peso propio de la zapata, y el peso del relleno sobre la zapata; y las Cargas vivas: la carga viva en los 05 niveles según reglamento.

Cuadro de cargas para CC1:

Descripción	Cantidad	Largo	Ancho	Altura	Densidad	Parcial (Kg)
Peso del muro	1	1.00	0.10	12.60	2400	3024
Peso de la zapata	1	1.00	0.80	0.40	2400	768
Peso del relleno	2	1.00	0.35	0.90	1500	945
Peso de la losa	5	1.00	1.30	0.12	2400	1872
Descripción	Cantidad	Largo	Ancho (*)		sobrecarga	
Peso de acabados	5	1.00	1.30		100	650
subtotal (1)						7259

Descripción	Cantidad	Largo	Ancho (*)		sobrecarga	Parcial (Kg)
Carga viva 04 niveles	4	1.00	1.30		200	1040
Carga viva 05 nivel	1	1.00	1.30		100	130
subtotal (1)						1170

Cuadro N° 09: Calculo de cargas sobre zapata CC1

El peso total que actuará sobre 1.00 metro lineal de zapata corrida CC1 es de: $7259+1170 = 8429$ Kg. Esta carga Q se debe repartir uniformemente en el área A de CC1 en contacto con el suelo, según la siguiente expresión:

$$P_{ACT} = \frac{Q}{A}$$

El valor de A es: $80 \times 100 = 8000 \text{ cm}^2$. Entonces el cociente Q/A es: 1.05 Kg/cm^2 . Como este valor es menor que $Q_{adm} = 1.50 \text{ Kg/cm}^2$ entonces el diseño es correcto. De la misma manera verificaremos los cimientos CC2 y CC3.

Zapata Corrida CC2

Para verificar la zapata corrida CC2 elegimos el muro MY5, cuya área tributaria es la indicada en la figura 11.

Cuadro de cargas para CC2:

Descripción	Cantidad	Largo	Ancho	Altura	Densidad	Parcial (Kg)
Peso del muro	1	1.00	0.10	12.60	2400	3024
Peso de la zapata	1	1.00	1.20	0.40	2400	1152
Peso del relleno	2	1.00	0.55	0.90	1500	1485
Peso de la losa	5	1.00	4.05	0.12	2400	5832

Descripción	Cantidad	Largo	Ancho (*)		sobrecarga	
Peso de acabados	5	1.00	4.05		100	2025
subtotal (1)						13518
Descripción	Cantidad	Largo	Ancho (*)		sobrecarga	Parcial (Kg)
Carga viva 04 niveles	4	1.00	4.05		200	3240
Carga viva 05 nivel	1	1.00	4.05		100	405
subtotal (1)						3645

Cuadro N° 10: Calculo de cargas sobre zapata CC2

El peso total Q que actuará sobre la zapata CC2 es de 17163 Kg. Como tenemos un área tributaria "A" de $120 \times 100 = 12000 \text{ cm}^2$, entonces la presión actuante Q/A sobre el terreno es: $1.43 < 1.50$, el diseño es correcto.

Zapata Corrida CC3

Para verificar la zapata corrida CC3 elegimos el muro MY7, cuya área tributaria es la indicada en la figura 12.

Cuadro de cargas para CC3:

Descripción	Cantidad	Largo	Ancho	Altura	Densidad	Parcial (Kg)
Peso del muro	1	1.00	0.15	12.60	2400	4536
Peso de la zapata	1	1.00	1.40	0.40	2400	1344
Peso del relleno	2	1.00	0.60	0.90	1500	1620
Peso de la losa	5	1.00	4.80	0.12	2400	6912

Descripción	Cantidad	Largo	Ancho (*)		sobrecarga	
Peso de acabados	5	1.00	4.80		100	2400
					subtotal (1)	16812
Descripción	Cantidad	Largo	Ancho (*)		sobrecarga	Parcial (Kg)
Carga viva 04 niveles	4	1.00	4.80		200	3840
Carga viva 05 nivel	1	1.00	4.80		100	480
					subtotal (1)	4320

Cuadro N° 11: Calculo de cargas sobre zapata CC3

El peso total Q que actuará sobre la zapata CC3 es de 21132 Kg. Como tenemos un área tributaria "A" de $140 \times 100 = 14000 \text{ cm}^2$, entonces la presión actuante Q/A sobre el terreno es: $1.49 < 1.50$, el diseño es correcto.

Verificación por corte

Se debe verificar la falla de una zapata por esfuerzo cortante. El esfuerzo cortante provocado por las reacciones del suelo frente a la zapata aparecerá por la sección ubicada a una distancia "m-d" del borde de la zapata.

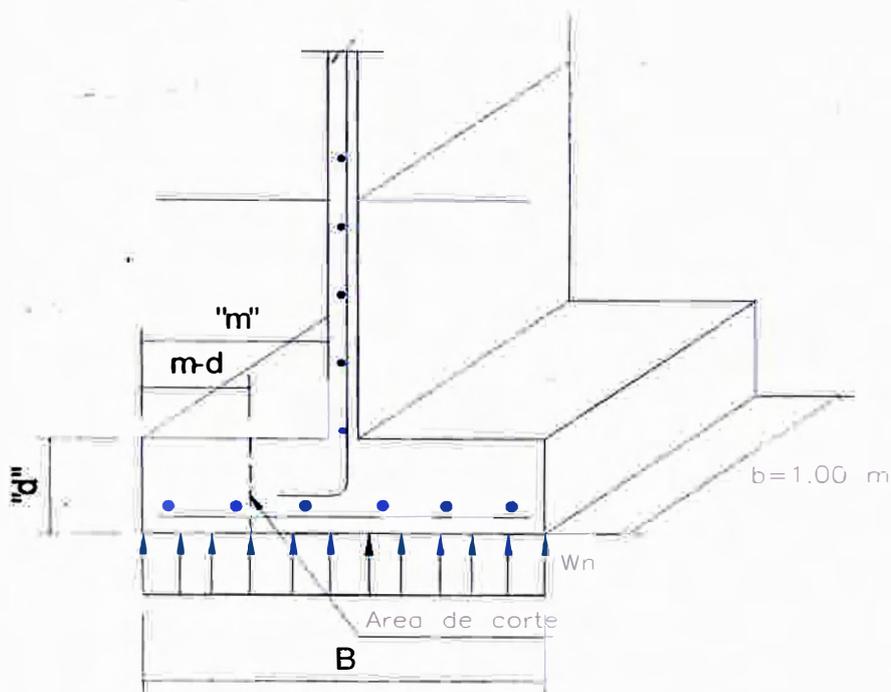


Figura N° 12: Dimensiones de zapata corrida, para un "b"≅1.00m

El esfuerzo de corte admisible se determina por la siguiente fórmula:

$$V_c = \phi 0.53 \sqrt{f'c}$$

Donde el valor de ϕ es de 0.85, según la norma E060 de diseño de concreto armado, y hemos determinado para el concreto de las zapatas un $f'c$ de 175 Kg/cm². El corte actuante viene dado por la fórmula:

$$V_u = \frac{W_n (m - d)}{d}$$

Los valores de m y d se observan en la figura 12. El valor de W_n es la capacidad portante del terreno 1.50 Kg/cm². Entonces reemplazando los valores en ambas fórmulas tenemos: $V_c = 5.96$ Kg/cm². Para V_u tenemos:

Cimiento	b (cm)	m (cm)	d (cm)	Wn (Kg/cm ²)	Vu (Kg/cm ²)
CC1	100	35	40	1.50	0.250
CC2	100	55	40	1.50	0.563
CC3	100	62	40	1.50	0.825

Cuadro N° 12: Esfuerzo cortante en zapatas corridas

En todos los casos $V_u < V_c$, lo que indica que no habrá falla por corte. El acero que se colocará en la zapata será el acero calculado por cuantía mínima tal como lo indica el reglamento.

En el anexo del presente informe, se presentan los planos que son la representación gráfica del diseño estructural del edificio: planos de cimentación, losas de techo y armaduras de placas y muros. También se presentan planos de arquitectura del bloque I, el cual es el bloque que ha sido materia de diseño.

CONCLUSIONES

Se observa en los resultados que la mayor fuerza cortante la toman los muros dispuestos en la dirección Y, en relación a la dirección X, por la mayor densidad de muros en esa dirección.

En los muros cuya relación entre la altura y el largo h/L sea menor a 0.50, se debe considerar un espesor mayor al mínimo de 10 cm. En el caso del muro MY7 se ha considerado un espesor de 15 cm, para poder ofrecer una resistencia adecuada al corte.

Los desplazamientos relativos y las distorsiones de los puntos más alejados cumplen con lo permitido por la Norma E060. Son muy pequeños en comparación a lo establecido en el reglamento. Esto reafirma que en las estructuras de muros de ductilidad limitada no suceden desplazamientos importantes.

En edificaciones con muros de ductilidad limitada, de regular densidad de muros y baja altura, la resistencia de los muros al esfuerzo de corte es proporcionada por el área de la sección de concreto. El acero de los elementos o placas es el exigido por cuantía mínima y ha sido calculado por exigencias del reglamento.

En este tipo de estructuras, es importante la distribución así como la densidad de muros, los cuales influyen directamente en la determinación y distribución de las fuerzas cortantes.

Los desplazamientos verticales en las losas macizas de luces menores a 7.00 metros son pequeños y muy inferiores a los mínimos permitidos por la norma E060. Es un tipo de losa adecuada para edificaciones de viviendas cuyas dimensiones fluctúen en los rangos indicados.

Al diseñar una escalera de un solo tramo con una longitud horizontal mayor a los 5.00 metros, podemos llegar a emplear acero de hasta 15

mm de diámetro (5/8"). Sería preferible buscar una solución arquitectónica para elegir otro diseño de escalera y así no tener tramos de excesiva longitud.

Podemos optar por el empleo de zapatas corridas en una edificación de este tipo, siempre que la capacidad portante del suelo no sea tan baja y cuando la profundidad de cimentación indicada por el estudio de suelos sea mayor a 0.80 metros bajo el nivel de terreno.

RECOMENDACIONES

La armadura de los muros de ductilidad limitada se debe diseñar de tal forma que sea una sola malla, ubicada en el centro de la placa. Así se evitarán cangrejas y otros defectos que puedan surgir en el proceso constructivo.

En los edificios de ductilidad limitada es preferible no considerar dinteles sobre puertas y ventanas, para facilitar el diseño de las losas.

Es recomendable aislar los alfeizar de las ventanas en las edificaciones, mediante juntas de construcción, tal como se observa en el plano E03 del anexo del presente informe.

Es recomendable incrementar el acero de refuerzo en los extremos de las placas, y en el encuentro de éstas. Si nuestro refuerzo calculado por cuantía mínima es acero de 8 mm, en los encuentros entre placas y en los extremos de éstas se debe colocar una varilla de 12 mm como refuerzo adicional.

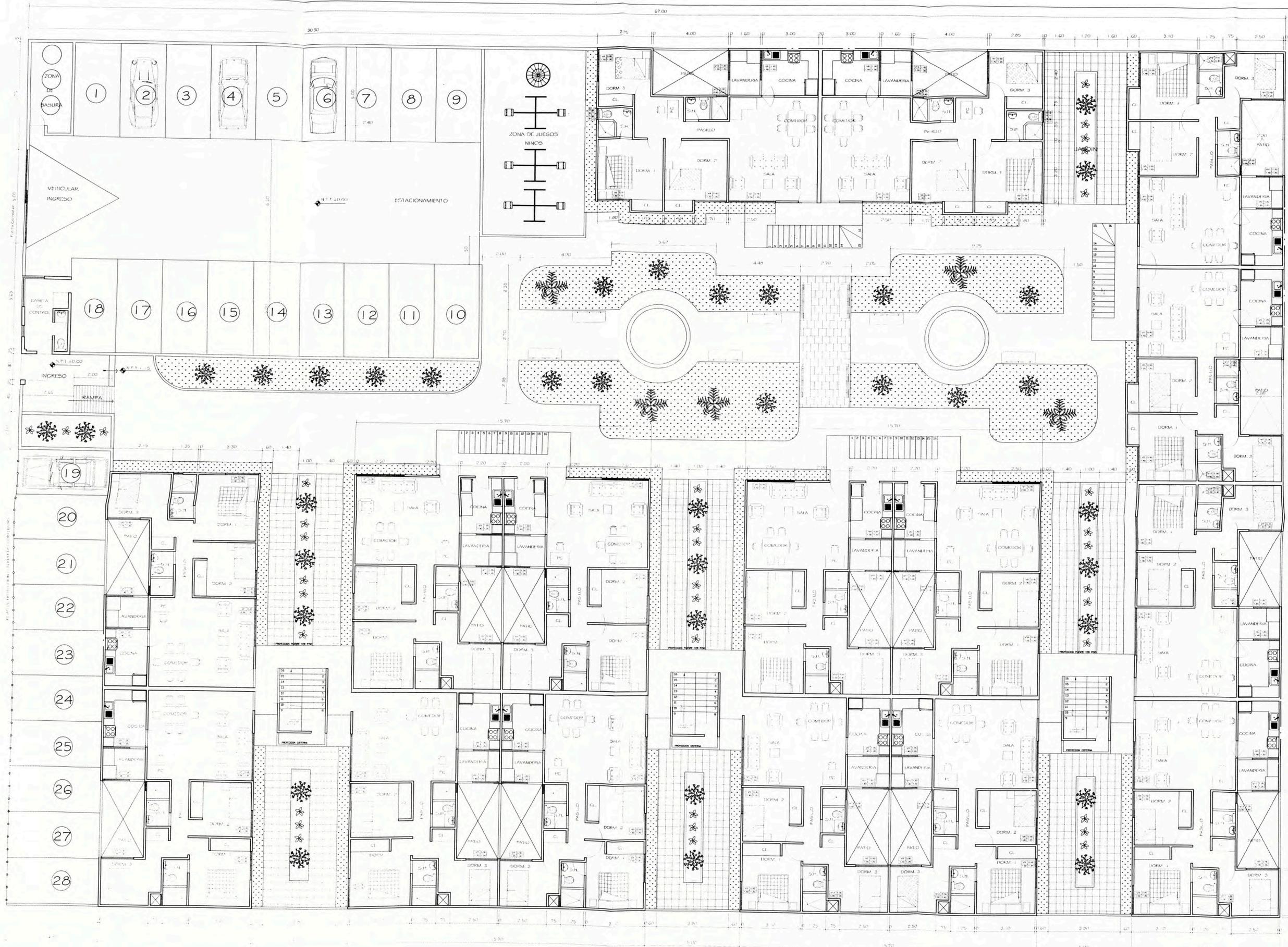
BIBLIOGRAFIA

- ABANTO CASTILLO Flavio; “Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería”, 2da Edición, Editorial San Marcos, Lima Perú, año 2000.
- BRAJA M. Das; “Principios de Ingeniería de Cimentaciones”, 4ta Edición; Editorial Color S.A. México, año 2000
- CAPECO, “El Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y Callao”, Capeco, Lima, Perú, año 2007
- COMISIÓN DE TITULACIÓN PROFESIONAL, “Guía para aprobación del tema, preparación y sustentación de la tesis”, UNI – FIC; Perú, año 2006
- MINISTERIO DE VIVIENDA, “Reglamento Nacional de Edificaciones”; Ediciones Miano, Lima, Perú, año 2007.
- NAWY, Edward; “Concreto Reforzado”; Editorial Prentice – Hall Hispanoamericana S.A. México, año 1988
- ORTEGA GARCIA, Juan; “Concreto Armado II”; Fondo Editorial de la PUCP; Lima, Perú, año 1992.
- TITO HUAMAN, José; “Análisis y Diseño de un Edificio de Vivienda Multifamiliar con Muros de Ductilidad Limitada”; UNI – FIC; Perú, año 2005

ANEXOS

Planos

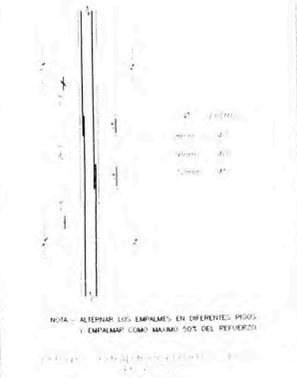
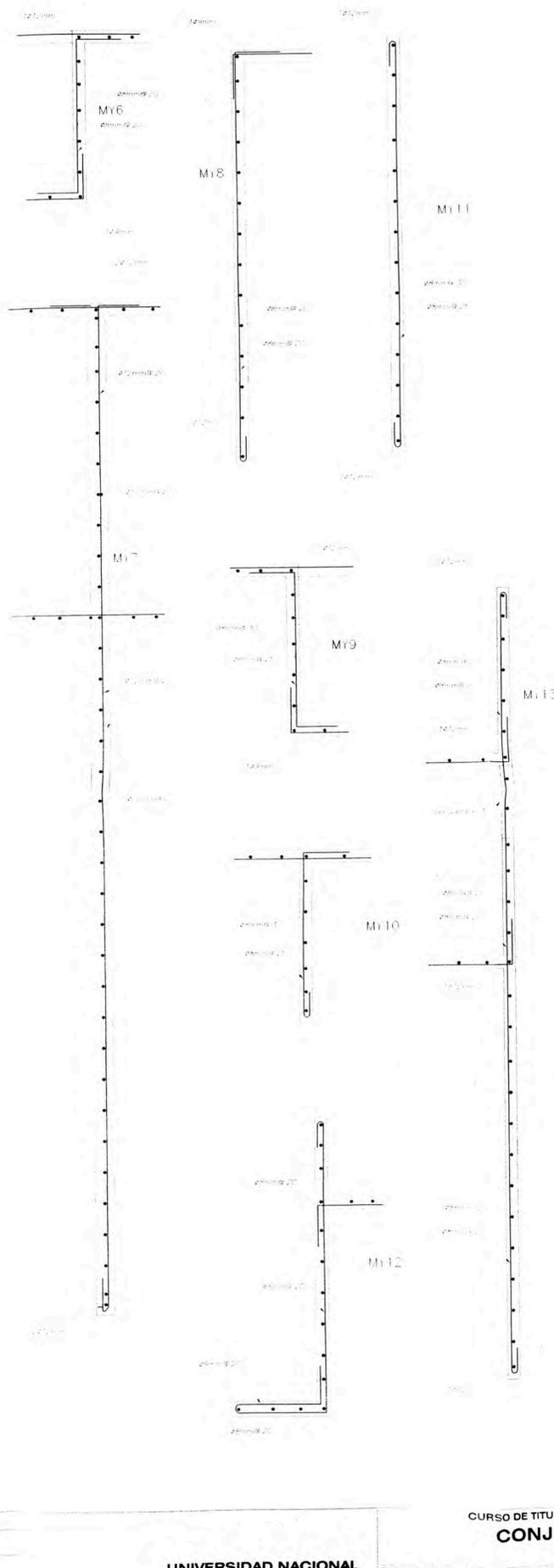
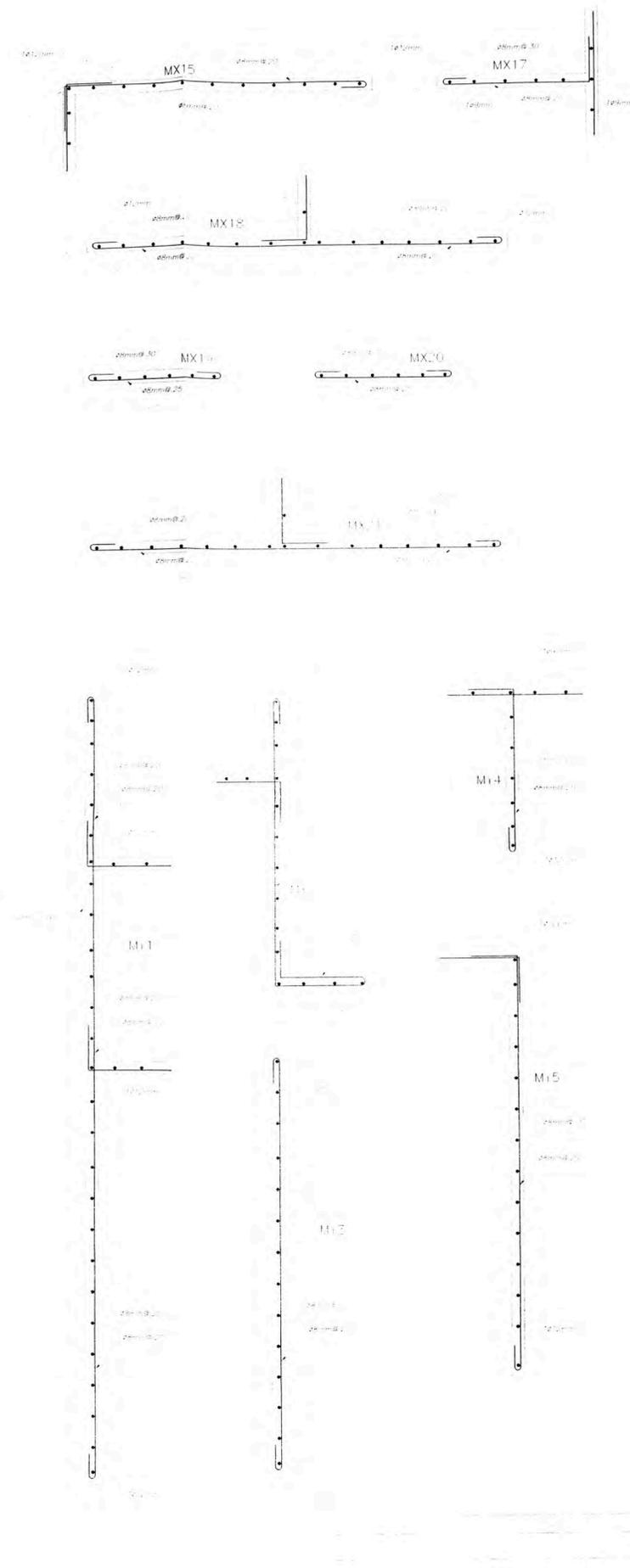
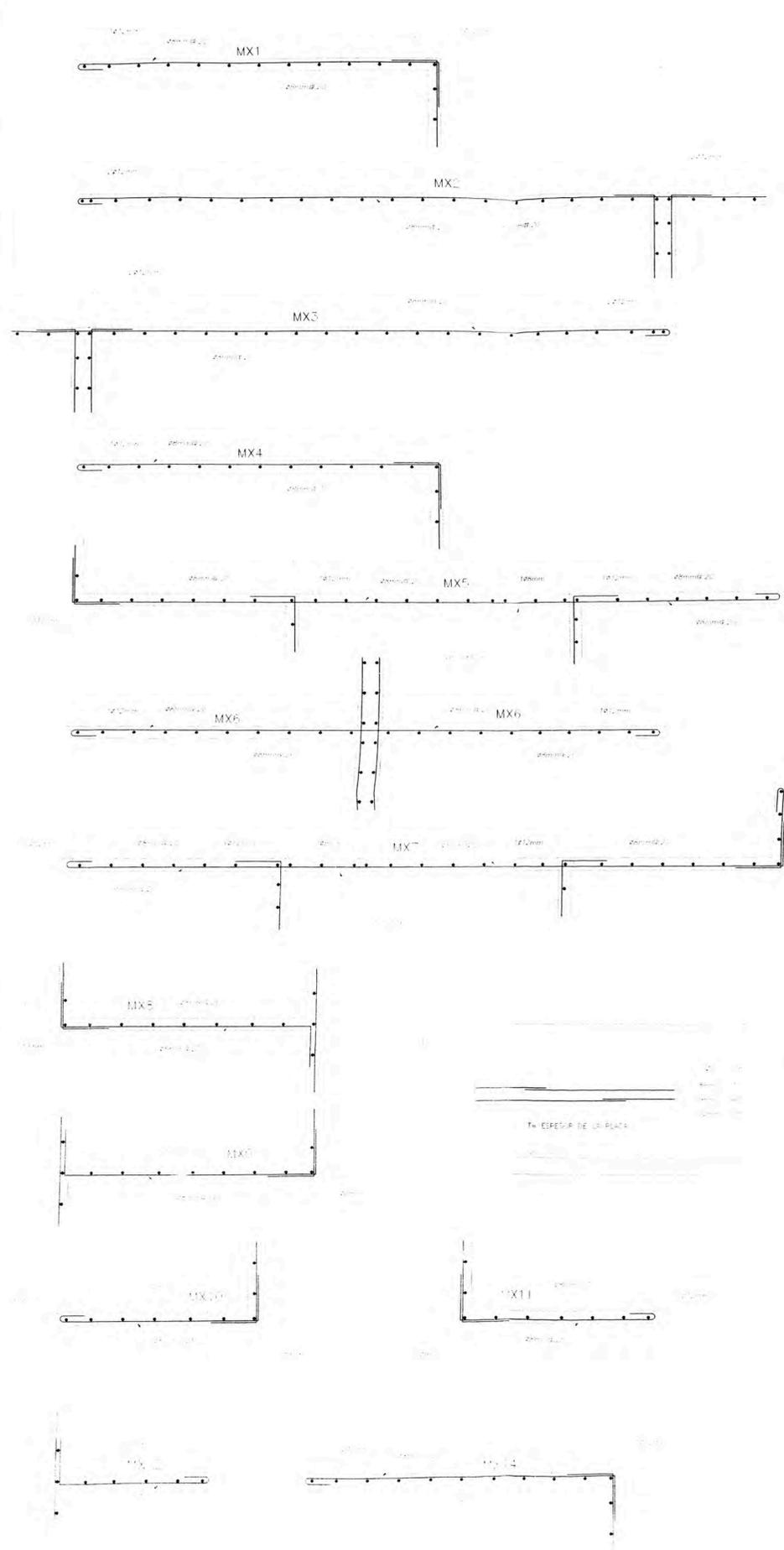
- A-01 Arquitectura Conjunto Residencial Ontario
- A-02 Arquitectura Bloque I - Planta
- E-01 Cimentación Bloque I
- E-02 Placas Bloque I
- E-03 Losa Maciza de Techo y Escalera Bloque I



OBSERVACIONES	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	

CURSO DE TITULACION PROFESIONAL - ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS
**CONJUNTO RESIDENCIAL ONTARIO
 UNI 2008**

**PLANTA PRIMER PISO
 ARQUITECTURA**



ESPECIFICACIONES GENERALES

1. MATERIALES

CEMENTO	OPORTUNO
ACERO	OPORTUNO
AGUJAS	OPORTUNO
ALAMBRE	OPORTUNO
ALAMBRE	OPORTUNO

2. EJECUCION DE OBRAS

3. CONTROL DE CALIDAD

4. SEGURIDAD

5. MANEJO DE RESIDUOS

6. PROTECCION DEL AMBIENTE

RESUMEN DE CONDICIONES DE EJECUCION

1. TEMPERATURA

2. HUMEDAD

3. VIENTO

4. TIPO DE SUELO

5. TIPO DE OBRERA

6. TIPO DE EQUIPO

NOTAS

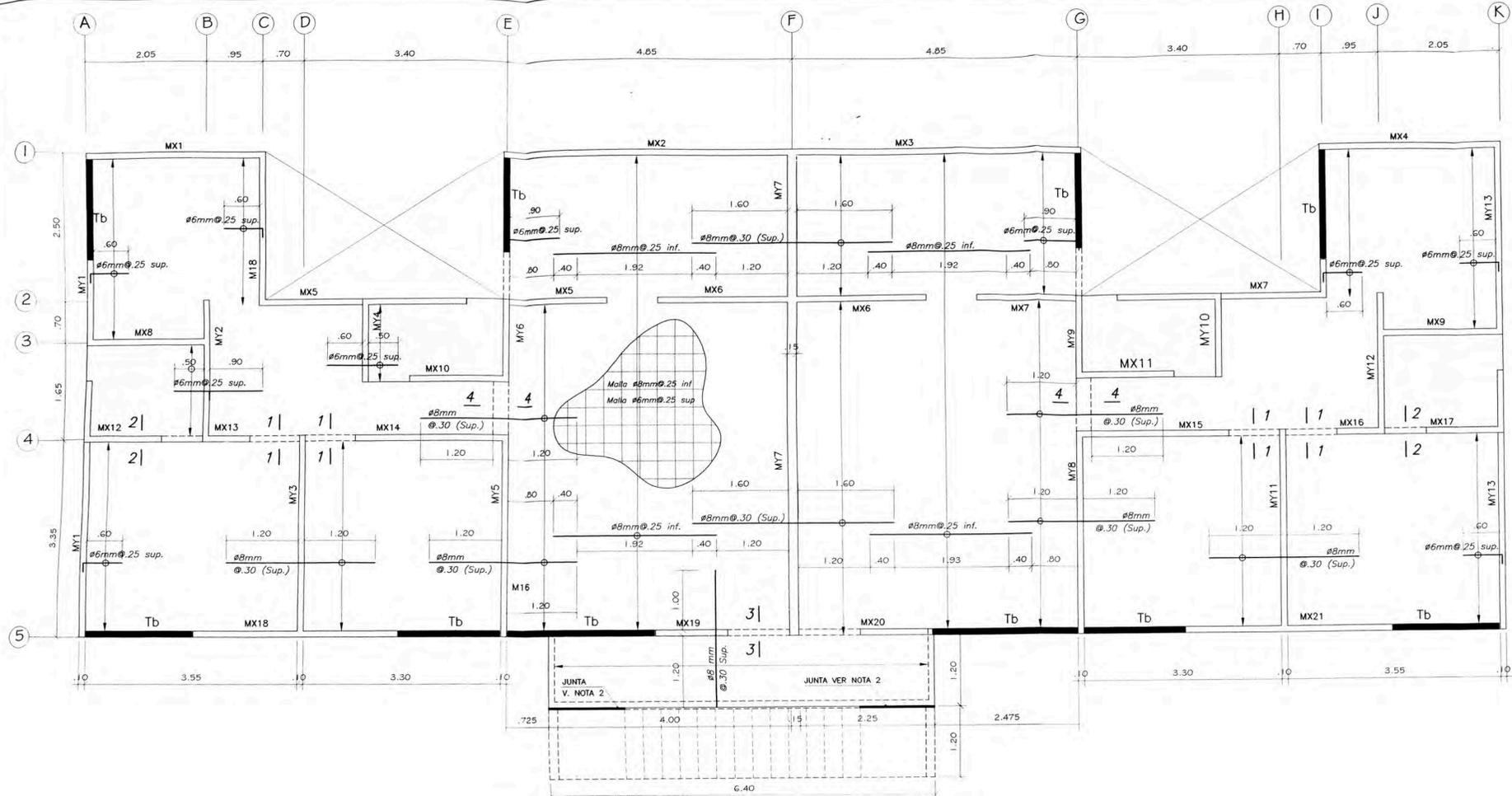
1. SE DEBE SEGUIR EL DISEÑO DE REFORZAMIENTO DE LOS BLOQUES EN CADA UNO DE LOS CASOS DE EJECUCION DE OBRAS.

2. SE DEBE SEGUIR EL DISEÑO DE REFORZAMIENTO DE LOS BLOQUES EN CADA UNO DE LOS CASOS DE EJECUCION DE OBRAS.

3. SE DEBE SEGUIR EL DISEÑO DE REFORZAMIENTO DE LOS BLOQUES EN CADA UNO DE LOS CASOS DE EJECUCION DE OBRAS.

LEYENDA

N.P.T.	NO SE DEBE HACER
N.T.N.	NO SE DEBE HACER
N.F.C.	NO SE DEBE HACER
T.	TIPO DE OBRERA

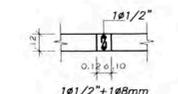


LOSAS MACIZAS DE TECHO TÍPICO - PLANTA - BLOQUE I

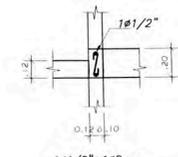
ESCALA 1:50

LOSAS MACIZAS H = 0.12 m, MALLA #8mm@25 (Inf.) y #6mm@25 (Sup.)

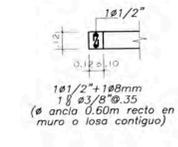
LOSAS MACIZAS H = 0.20 m, MALLA #8mm@20 (Inf.) y #8mm@25 (Sup.)



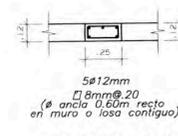
SECCION 1-1
ESCALA 1:25



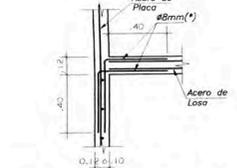
SECCION 2-2
ESCALA 1:25



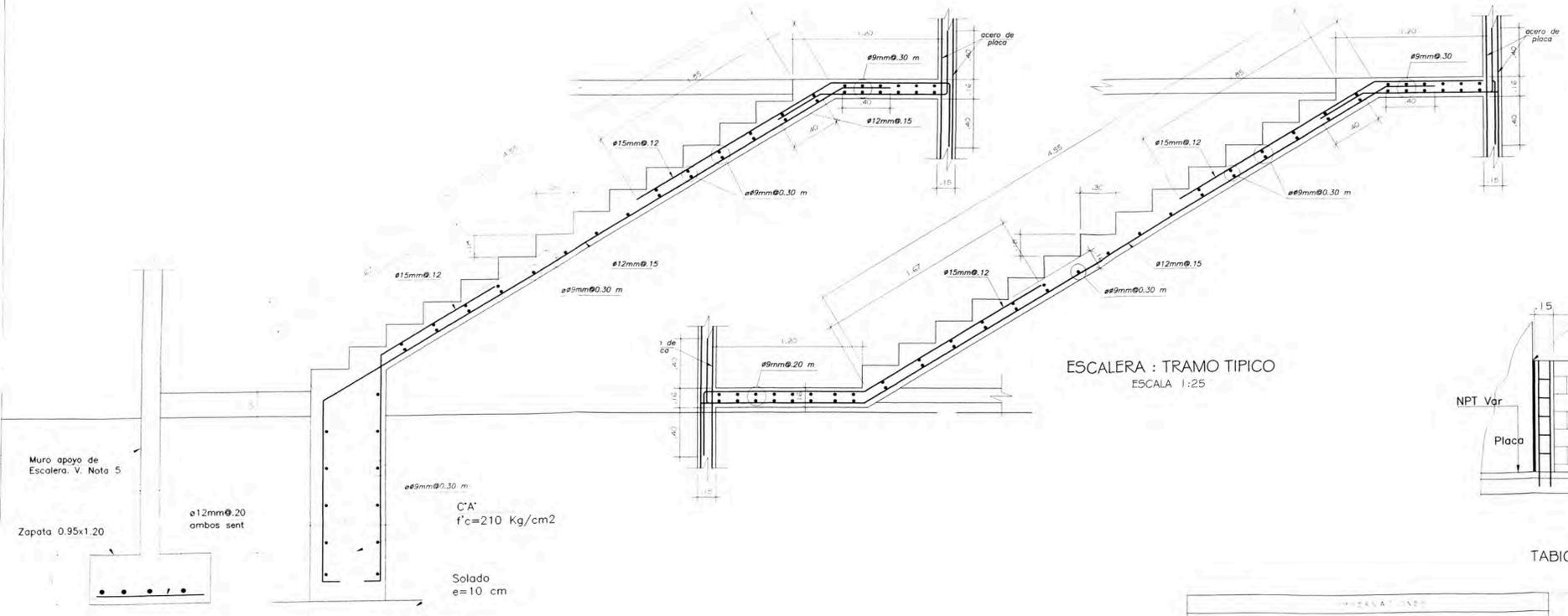
SECCION 3-3
ESCALA 1:25



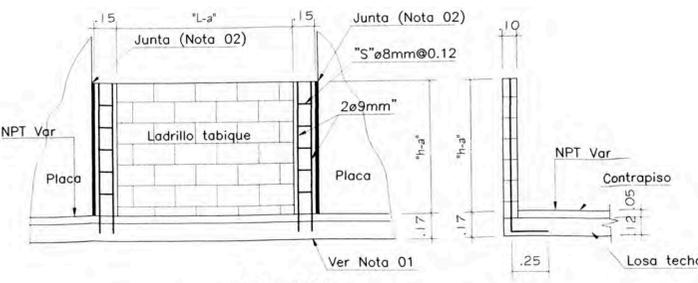
SECCION 4-4
ESCALA 1:25



DETALLE 03: ANCLAJE ENTRE LOSA Y PLACAS
ESCALA 1:25



ESCALERA: TRAMO TÍPICO
ESCALA 1:25



DETALLE 01
TABIQUE (Tb) / ALFEIZER EN LOSA DE TECHO
ESCALA 1:25

ESPECIFICACIONES GENERALES

1. CONCRETO

- SOLADO: CEMENTO : ARENA = 1: 10
- FALSO PISO: f'c=100 kg/cm2
- ZAPATAS CORRIDAS: f'c=210 kg/cm2
- MUROS Y PLACAS: f'c=210 kg/cm2
- LOSAS MACIZAS Y VIGAS: f'c=210 kg/cm2

2. ACERO DE REFUERZO

- VARILLAS CORRUGADAS: GRADO 60, fy=4200 kg/cm2

3. RECUBRIMIENTOS

- ZAPATAS: 7.0 cm.
- COLUMNETAS: 3.0 cm.
- PLACAS: (VER NOTAS)
- LOSAS Y ESCALERA: 2.5 cm.
- VIGAS: 3.0 cm.

4. ALBAÑILERIA

- LADRILLO DE ARCILLA TIPO TABIQUE 14X8X25 CM UNIDOS CON MORTERO CEMENTO : ARENA 1:4

5. SOBRECARGAS

- CARGA VIVA (1er-4to NIV): 200 kg/m2
- CARGA VIVA (5to NIV): 100 kg/m2
- ACABADOS: 120 kg/m2

6. CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES

- SISTEMA ESTRUCTURAL: ESTRUCTURA DE DUCTILIDAD LIMITADA EN AMBOS EJES
- PARAMETROS DE FUERZA SISMICA: Z=0.4, U=1.0, S=1.4, Tp=0.9 seg.
- DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS
- AZOTEA: Dx= 1.60 mm, Dy= 1.90 mm
- RELATIVO DE ENTREPISO: Drx= 0.00146, Dry= 0.00173

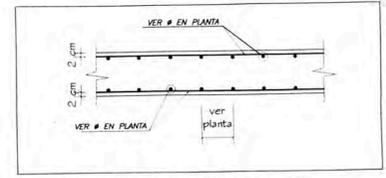
RESUMEN DE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

- TIPO DE CIMENTACIÓN: ZAPATAS CORRIDAS
- ESTRATO DE APOYO DE CIMENTACIÓN: (CL.) ARCILLA LIMOSA
- PARAMETROS DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN:
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: -1.50m mínimo o partir de la superficie
- PRESION ADMISIBLE: 1.50 Kg/cm2
- FACTOR DE SEGURIDAD POR CORTE (ESTÁTICO DINÁMICO): 3.00
- AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN: NULA

- NOTAS:**
- 1- LAS VARILLAS DE LAS COLUMNETAS DE LOS ALFEIZER, PUEDEN IR EMBEBIDAS EN LA LOSA MACIZA DE TECHO AL MOMENTO DE EL VACIADO DE ESTA, O DE LO CONTRARIO PUEDE INSERTARSE CUANDO LA LOSA HAYA ENDURECIDO EMPLEANDO SIKADUR 32 O SIMILAR.
 - 2- ENTRE ALFEIZER Y PLACA DEBE IR UNA JUNTA DE ESPESOR 2 CM (MAX), LA CUAL IRA SELLADA INTERIORMENTE CON TEGONOPOR Y EXTERIORMENTE CON UNA BANDA DE SIKAFLEX O SIMILAR, TAL COMO SE INDICA EN EL DET 2. REPETIR EL DETALLE EN EL ESPACIO ENTRE DESCANSO DE ESCALERA Y PASADIZO DE ESCALERA
 - 3- LOS ALFEIZER, INCLUIDO EL TARRAJEO, DEBERAN TENER UN ESPESOR DE 10 CM O DE LO CONTRARIO, SIMILAR AL DE LA PLACA ADYACENTE.
 - 4- VERIFICAR LAS DIMENSIONES "L-a" y "h-a" DE LOS ALFEIZER EN LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.
 - 5- LAS PLACAS DE APOYO DE ESCALERA TENDRAN EL MISMO DETALLE DE ARMADURA DE LOS MUROS MY7 INDICADOS EN EL PLANO E02. AMBAS PLACAS DE APOYO DE ESCALERA TENDRAN LA MISMA CIMENTACION
 - 6- PARA GARANTIZAR EL ANCLAJE ENTRE LOSA MACIZA Y PLACAS SE COLOCARA UNOS GANCHOS DE ACERO TAL COMO SE MUESTRA EN EL DETALLE 03. SOLO EN LOS MUROS DE BORDE DEL EDIFICIO

LEYENDA:

- N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
- N.T.N. NIVEL DE TERRENO NATURAL
- N.F.C. NIVEL DE FONDO DE CIMENTACION
- Tb TABIQUE DE ALBAÑILERIA



DETALLE 02: LOSA MACIZA
S/E

ESCALERA: 1ER TRAMO Y CIMENTACION
ESCALA 1:25