



DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:

**PROYECTO ESTRUCTURAL DE LA CASA HABITACION DE LA
FAMILIA OLIVARES MARTINEZ**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTA

Carlos Manuel Olivares Villaseñor

ASESOR DE TESIS

M.I: Enrique Navarro Caballero

MORELIA, MICH. FEBRERO 2007

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.

OBJETIVO.

I.-DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA Y ESTRUCTURAL DEL PROYECTO.

II.-ANÁLISIS DE CARGAS.

III.-ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSAS.

IV.- ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TRABES.

V.- ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE COLUMNAS.

VI.-REVISIÓN DE MUROS.

VII.- ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE CIMENTACIÓN.

PLANOS ESTRUCTURALES.

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFÍA.

INTRODUCCIÓN

En esta tesina se presenta el Análisis y Diseño Estructural de una casa habitación ubicada en la ciudad de Morelia, Michoacán.

En toda obra de ingeniería se deben definir las características físicas de los elementos que componen su estructura; asignándoseles las dimensiones apropiadas para que resistan los esfuerzos en forma equilibrada. Se busca dar una base sólida con todos los elementos teóricos y prácticos para la construcción de casas habitación, resaltando la importancia de seguir los reglamentos vigentes, así en nuestro caso el Reglamento de Construcción del Distrito Federal (RCDF), garantizando la calidad, estabilidad y durabilidad de la casa, y asegurando la estancia de quienes la habitan.

Con lo anterior, se pretende crear conciencia de la importancia que tiene la elaboración de un buen proyecto estructural para cualquier obra.

OBJETIVO

Este trabajo tiene como objeto analizar y diseñar en forma eficiente el sistema estructural de una casa habitación de dos niveles, buscando dar una solución confiable y segura para quienes la habitan, tomando en cuenta los reglamentos vigentes y las normas técnicas complementarias del Distrito federal.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA Y ESTRUCTURAL DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto arquitectónico corresponde a una casa habitación de dos niveles ubicada en la ciudad de Morelia, Michoacán.

El predio en el que se construirá es un terreno plano el cual cuenta con 8.0 m de frente por 24.0 m de fondo.

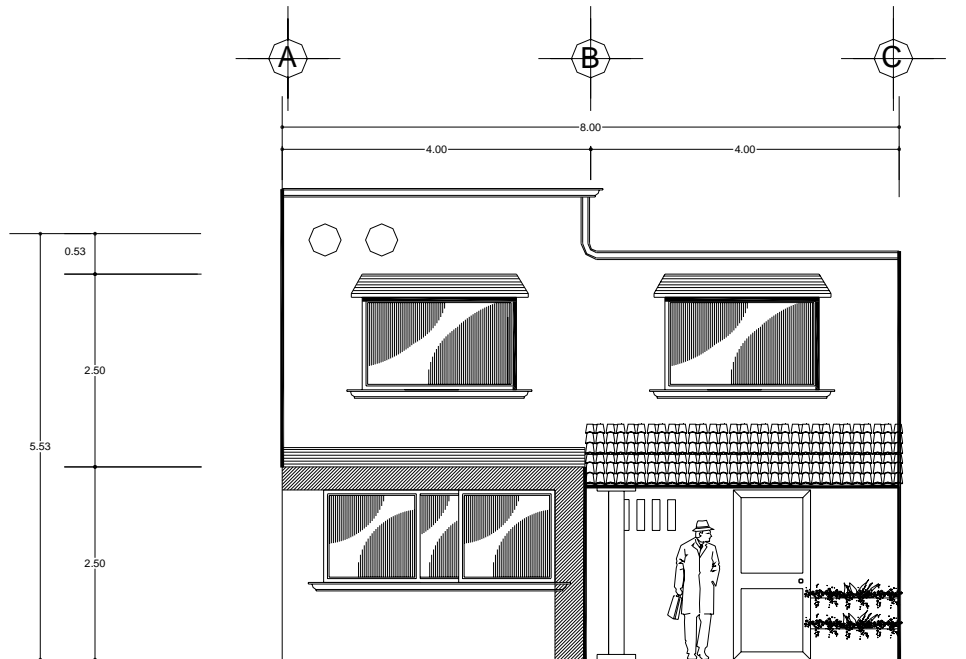
Se distribuyó para su mejor aprovechamiento en dos plantas de la siguiente manera:

La planta baja se conforma de las siguientes partes:

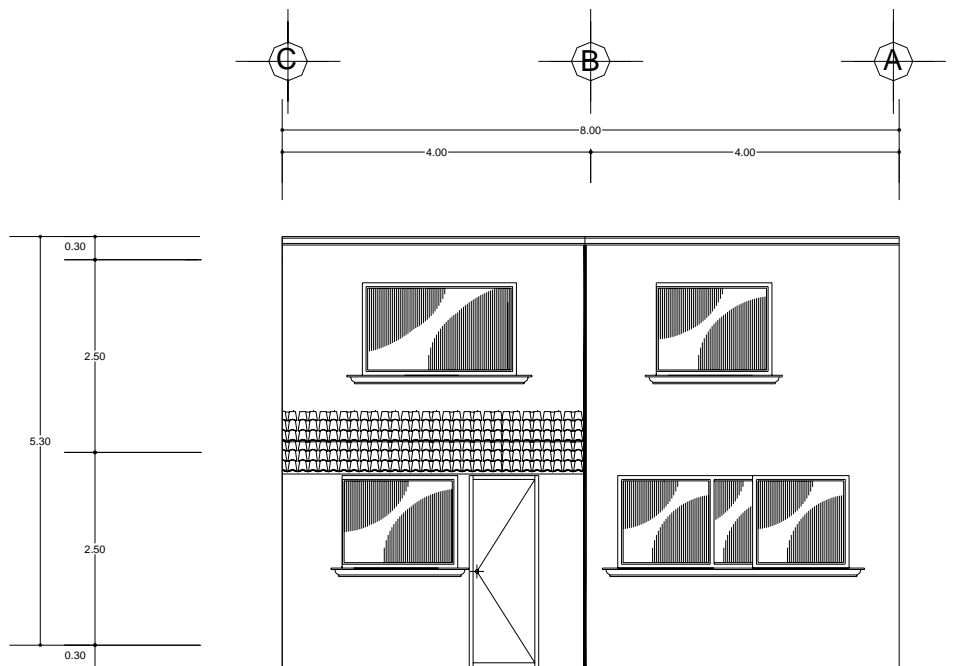
- Cochera.
- Recibidor.
- ½ baño.
- Estancia.
- Sala de TV.
- Cocina.
- Comedor.
- Patio de servicio.
- Jardín.

La planta alta contiene:

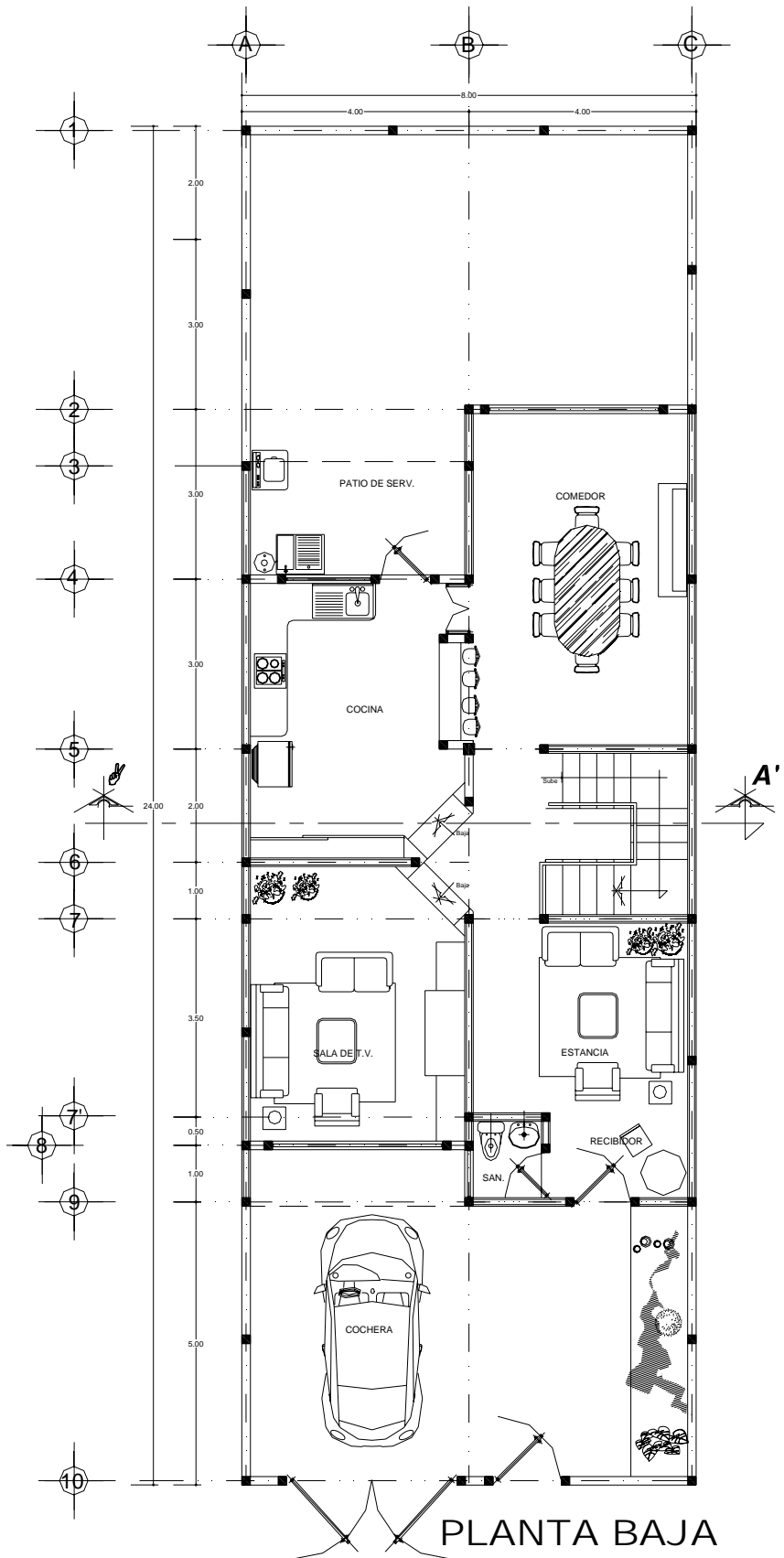
- Recámara principal con baño.
- Dos recámaras.
- Baño completo.
- Estudio.

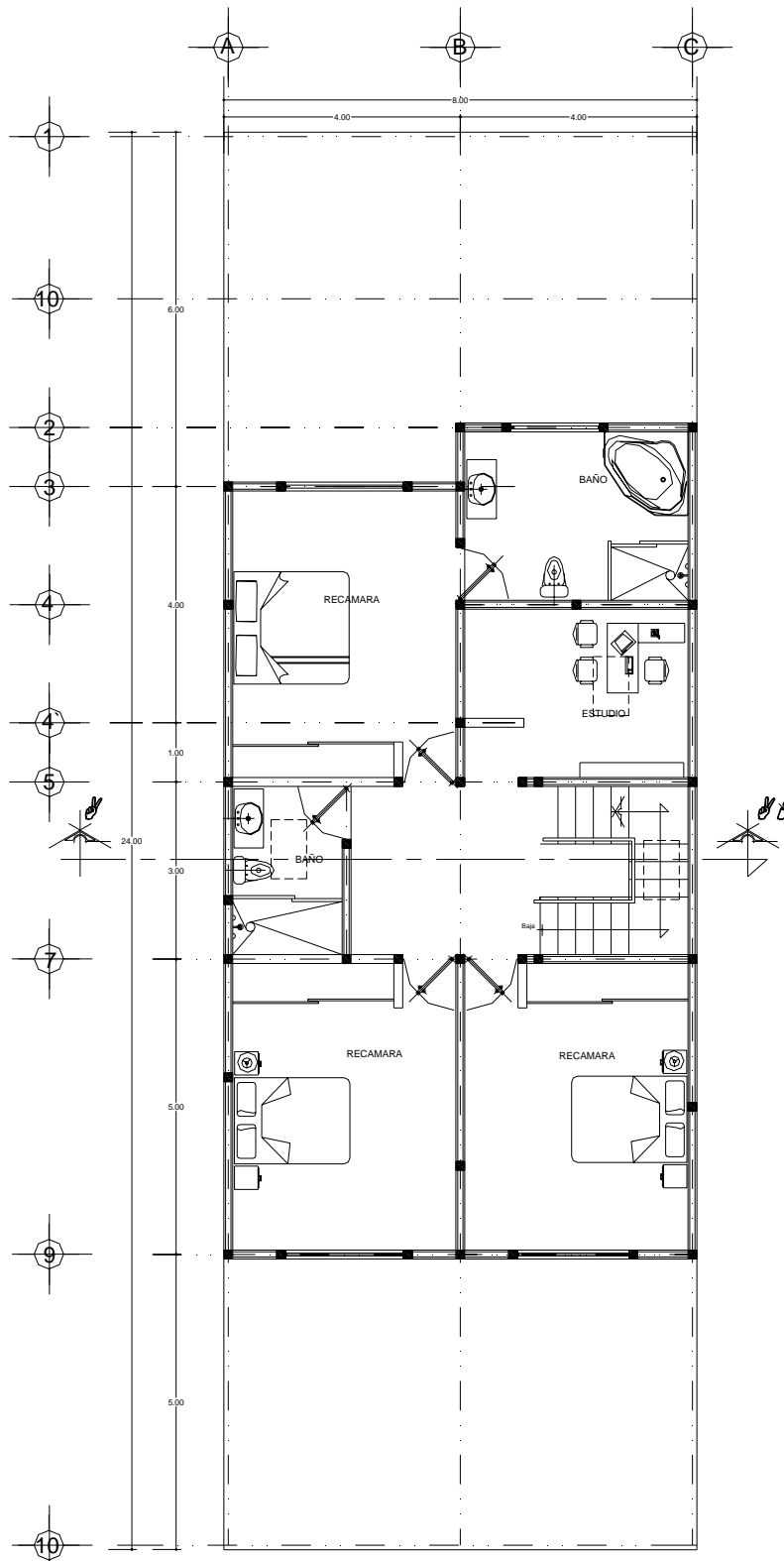


FACHADA PRINCIPAL

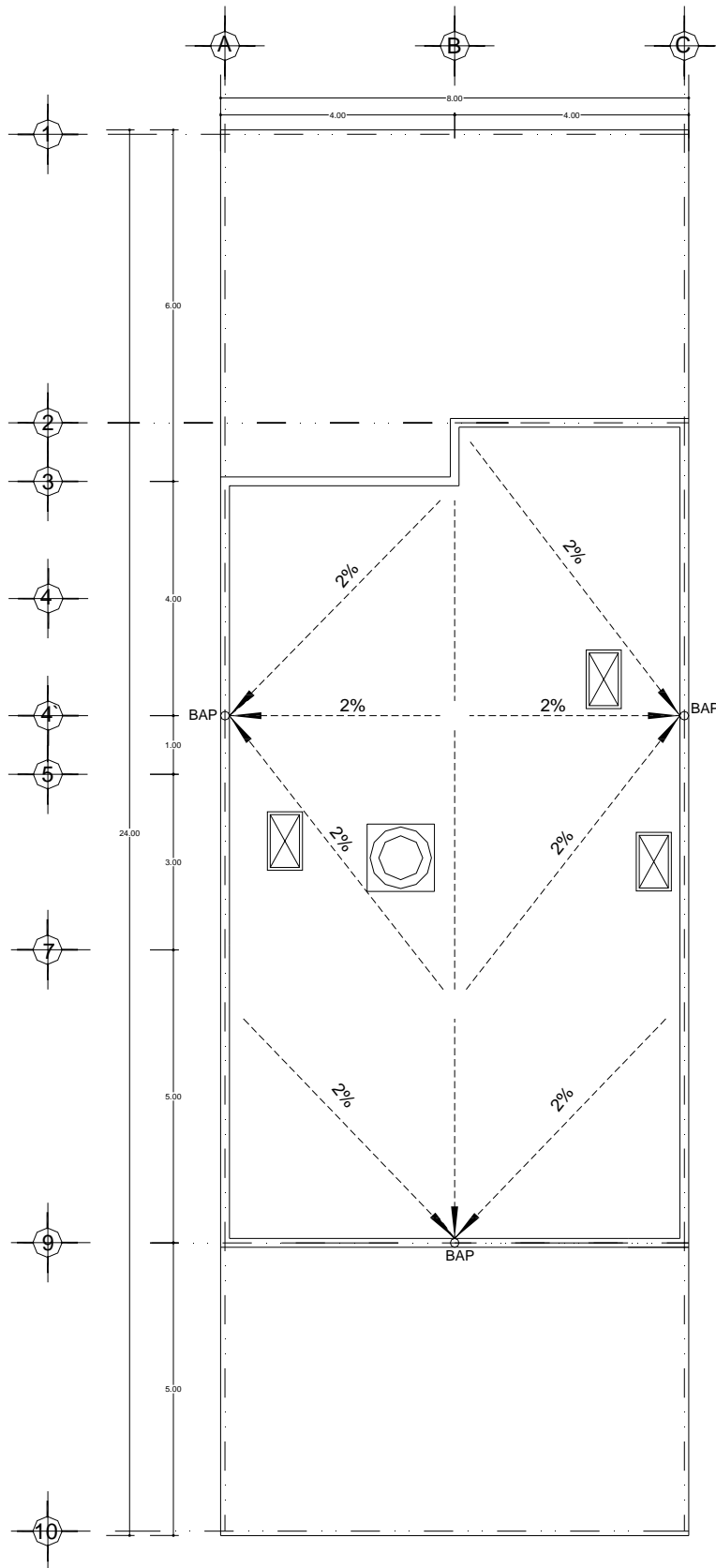


FACHADA POSTERIOR

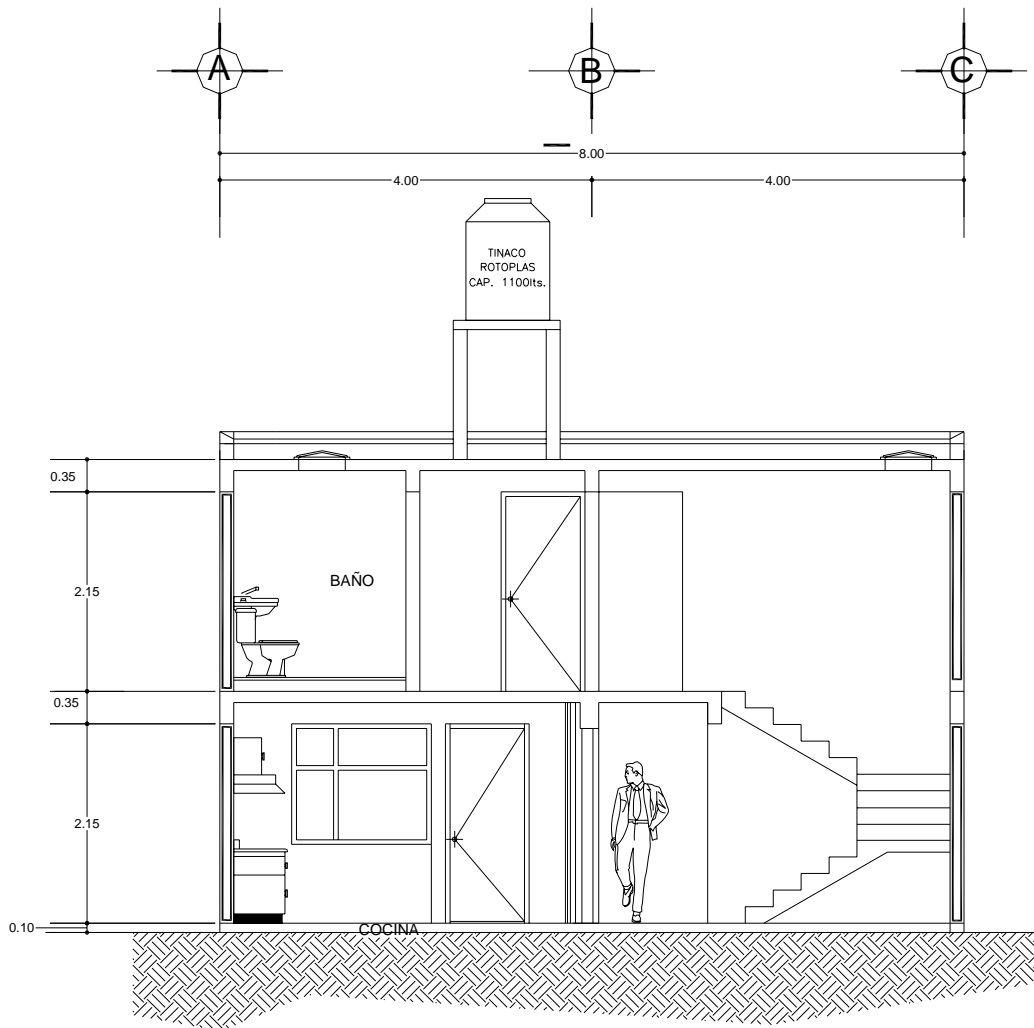




PLANTA ALTA



PLANTA AZOTEA



CORTE A-A'

ESTRUCTURACIÓN

Se puede decir que la estructuración es una parte fundamental para llevar a cabo de una forma satisfactoria el proceso constructivo; ya que de ésta depende que al final se obtengan resultados óptimos.

Es por lo anterior que durante esta etapa se deben analizar todas las alternativas posibles para que al final podamos elegir la que a nuestro juicio sea la mejor opción, dándonos un costo óptimo y un proceso constructivo eficiente.

DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL

Tanto en azotea como en entrepiso, se propuso estructurar con losas macizas monolíticas con sus apoyos, para este fin se colocarán traveses de cerramiento de 35 cm de peralte y muros de carga de tabique de barro rojo recocido.

La losa de azotea se colocará de forma horizontal y se aplicará un relleno, para dar la pendiente adecuada en el desalojo de aguas pluviales.

La escalera se proyectó a base de rampas inclinadas de concreto reforzado y escalones forjados de tabique de barro rojo recocido.

El material de recubrimiento en los pisos, se consideró que fuera de mosaico, excepto en los baños donde se colocará cerámica antiderrapante.

Los muros serán de tabique de barro rojo recocido de 12 cm de espesor.

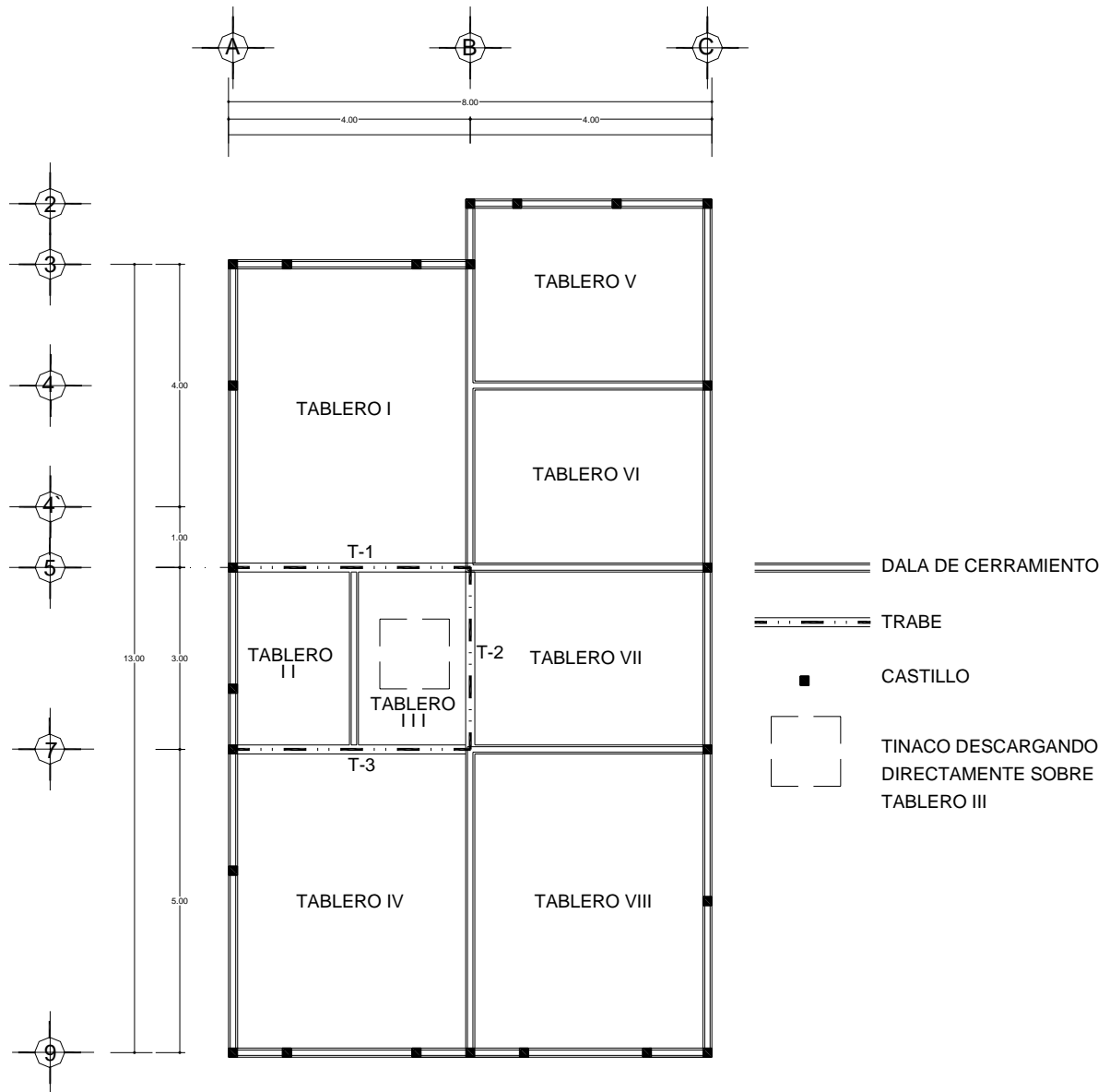
Los elementos de concreto como losas y traveses tendrán una resistencia a la compresión $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, y las zapatas tendrán una resistencia a la compresión $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$

Los elementos de concreto como: castillos y dadas tendrán una resistencia a la compresión $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$

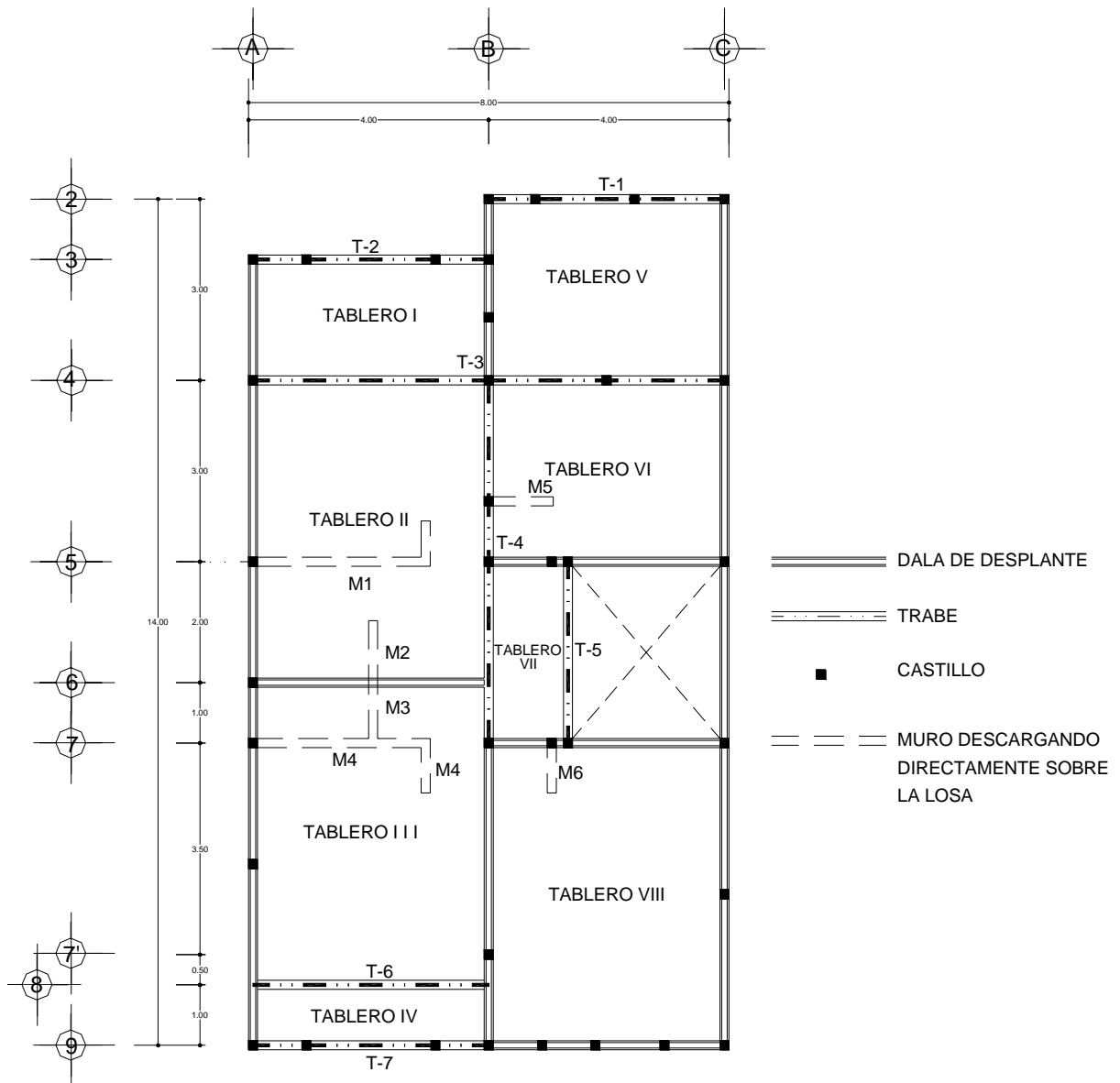
Se propone colocar castillos en los muros, a una distancia no mayor de 3 m, en todos los extremos y cruces, y en lugares que lo determine el Reglamento de Construcción del Distrito federal (RCDF).

Se colocarán dala de desplante y cerramiento en todos los muros, buscando hacer la losa monolítica con sus apoyos, éstos serán armadas con el acero especificado por el reglamento.

Para la cimentación, se propusieron zapatas de concreto corridas, debido a que son las que descargan sobre la cimentación y de esta manera se logra una mejor distribución de las cargas sobre el terreno. Bajo la zapata se colocará una plantilla de 5 cm de espesor de concreto pobre, $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$.



ESTRUCTURACIÓN AZOTEA



ESTRUCTURACIÓN ENTREPISO 1

CAPÍTULO II

ANÁLISIS DE CARGAS

ANÁLISIS DE CARGAS

En este capítulo se analizarán todos los tipos de cargas de diseño que actúan sobre la casa habitación, las cuales se describen a continuación:

➤ **Cargas Muertas (C.M.)**

Estas son originadas por el peso propio de la estructura y los elementos no estructurales como son: muros divisorios, pisos, recubrimientos, instalaciones, es decir todos aquellos elementos que conservan una posición fija en la construcción.

➤ **Cargas Vivas (C.V.)**

Son las cargas gravitacionales que obran sobre la construcción y que a diferencia de las cargas muertas no tienen el carácter de permanentes, son variables con el tiempo y pueden corresponder al peso de las personas, muebles, equipo, mercancía, maquinas, etc.

Debido al carácter aleatorio de este tipo de cargas se define una carga uniforme aproximada a la carga que se espera que actúe sobre la construcción

➤ **Cargas Accidentales**

Este tipo de cargas se presenta de manera ocasional o accidental y se debe principalmente a la acción del viento y efectos sísmicos en las estructuras.

De las acciones accidentales, la mas importante para diseño de casa habitación es el sismo.

LOSA DE AZOTEA

Se propone un peralte de 12 cm.

Cálculo del relleno promedio:

El relleno se colocará en una longitud $l = 492.5 \text{ cm}$

$$H_{\max} = 0.02 l + 0.5 \text{ cm}$$

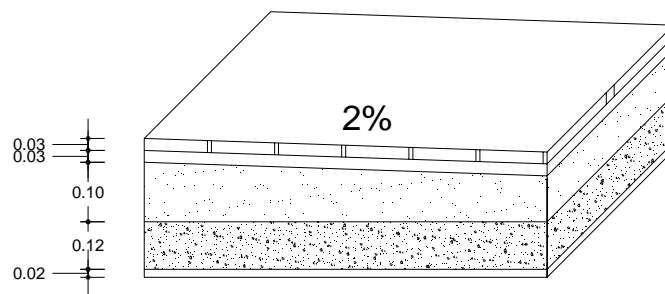
$$H_{\max} = 0.02(492.5) + 0.5$$

$$H_{\max} = 14.85 \text{ cm}$$

$$h_{\text{prom}} = \frac{H_{\max} + 5 \text{ cm}}{2}$$

$$h_{\text{prom}} = \frac{14.85 + 5 \text{ cm}}{2}$$

$$h_{\text{prom}} = 9.925 \approx 10.00 \text{ cm}$$



LOSA DE AZOTEA			
MATERIAL	ESPESOR Mts.	PESO VOL (T/m ³)	PESO TOTAL (T/m ²)
Enladrillado	0,02	1,50	0,030
Mortero	0,03	2,10	0,063
Relleno de tepetate	0,10	1,60	0,160
Losa de concreto	0,12	2,40	0,288
Recubrimiento de yeso	0,02	1,50	0,030
C.M.=			0,571

De acuerdo con lo especificado en la sección 5.1.2 de las NTC sobre Criterios, se incrementará el peso muerto $40 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$, por ser colada en el lugar y por colocársele una capa de mortero.

CARGAS

PERMANENTES

$$C.M. = 0.571 \text{Ton}/m^2$$

$$C.ad = 0.040 \text{Ton}/m^2$$

$$C.V. = 0.100 \text{Ton}/m^2$$

$$W = 0.711 \text{Ton}/m^2$$

CARGAS

PERM + ACCIDENTALES

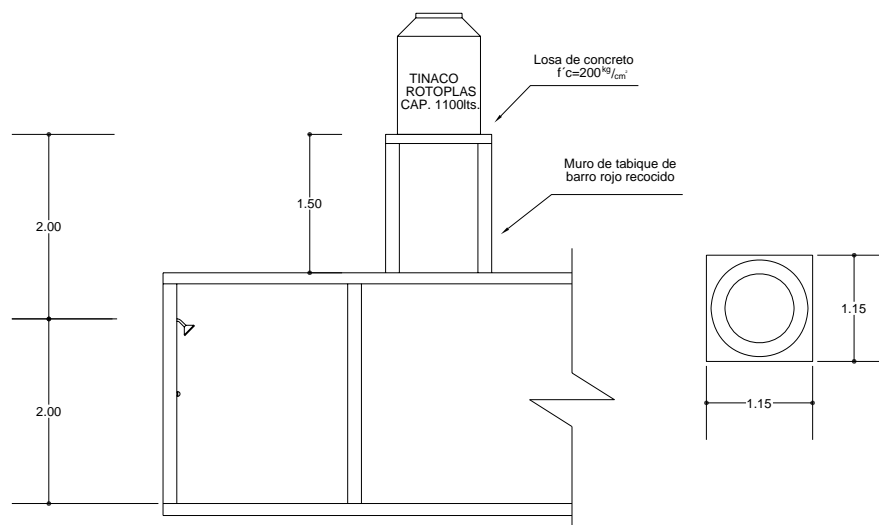
$$C.M. = 0.571 \text{Ton}/m^2$$

$$C.ad = 0.040 \text{Ton}/m^2$$

$$C.V. = 0.070 \text{Ton}/m^2$$

$$W = 0.681 \text{Ton}/m^2$$

CÁLCULO DEL PESO DE TINACO



Se colocará un tinaco Rotoplas con un peso propio de 27.7 kg.

Como la instalación hidráulica trabaja por gravedad, el tinaco se coloca a 2.00 m del mueble más alto, que en nuestro caso se trata de una regadera.

La base del tinaco consistirá en una losa de concreto de 1.15×1.15 m, con un espesor de 0.10 m, apoyada sobre dos muros de tabique rojo recocido, con una altura de 1.40 m.

$$\text{Área de muros} = (1.15 \times 1.40)(2) = 3.220 \text{ m}^2$$

$$W \text{ muro aparente-aparente} = 0.210 \text{Ton}/m^2$$

$$\text{Área de losa} = 1.15 \times 1.15 = 1.323 \text{ m}^2$$

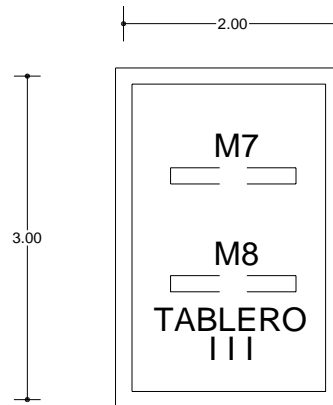
$$W \text{ losa} = 0.240 \text{Ton}/m^2$$

$$\text{Peso de base} = (3.220 \times 0.210) + (1.323 \times 0.240)$$

$$\text{Peso de base} = 0.994 \text{ Ton}$$

$$\begin{array}{r}
 \text{Peso del agua} = 1.100 \text{ Ton} \\
 \text{Po.po. tinaco} \quad 0.027 \\
 \text{Peso de base} \quad 0.993 \\
 \hline
 2.121 \text{ Ton}
 \end{array}$$

Carga sobre el tablero III



El peso del tinaco será transmitido por medio de dos muros, que descargan directamente sobre la losa.

Muro M7
 $W_{TOTALm7} = 1.061 \text{ Ton}$

Muro M8
 $W_{TOTALm8} = 1.061 \text{ Ton}$

De la sección 6.3.4 de las NTC de Concreto, el peso se tomará de la siguiente manera:

$$W_m = \frac{W_{total}}{A_{tablero}} Fm$$

El tablero es de 3x2 por lo tanto se obtienen los siguientes valores:

$$\begin{array}{lll}
 a_1 = 2 \text{ m} & m = 0.67 & \\
 a_2 = 3 \text{ m} & w = 0.626 \text{ Ton/m}^2 & Fm = 1.3 \text{ (Tabla 6.2 NTC)}
 \end{array}$$

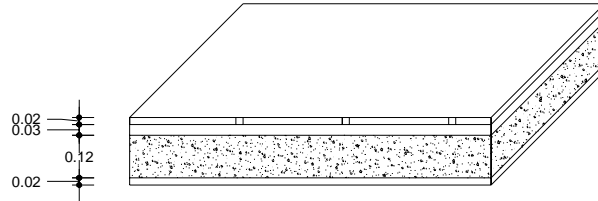
$$W_{m7} = \frac{1.061}{(2.00)(3.00)} 1.3 = 0.229 \text{ Ton/m}^2 \qquad W_{m8} = \frac{1.061}{(2.00)(3.00)} 1.3 = 0.229 \text{ Ton/m}^2$$

El peso total en el tablero III es:

$$\begin{array}{l}
 W_{III} = 0.711 + 0.229 + 0.229 \\
 W_{III} = 1.169 \text{ Ton/m}^2
 \end{array}$$

LOSA DE ENTREPISO

Se propone un peralte de 12 cm.



LOSA DE ENTREPISO			
MATERIAL	ESPESOR Mts.	PESO VOL (T/m ³)	PESO TOTAL (T/m ²)
Mosaico	0,02		0,035
Mortero	0,03	2,10	0,063
Losa de concreto	0,12	2,40	0,288
Recubrimiento de yeso	0,02	1,50	0,030
		C.M.=	0,416

CARGAS

PERMANENTES

$$C.M. = 0.416 \text{Ton/m}^2$$

$$Cad = 0.040 \text{Ton/m}^2$$

$$C.V. = 0.170 \text{Ton/m}^2$$

$$W = 0.626 \text{Ton/m}^2$$

CARGAS

PERM + ACCIDENTALES

$$C.M. = 0.416 \text{Ton/m}^2$$

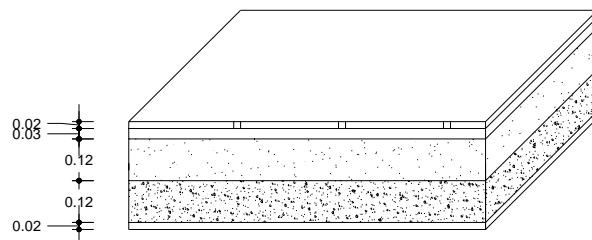
$$Cad = 0.040 \text{Ton/m}^2$$

$$C.V. = 0.090 \text{Ton/m}^2$$

$$W = 0.546 \text{Ton/m}^2$$

CARGA CONSIDERADA PARA TABLERO CON INSTALACIONES

En los tableros sobre los cuales se tienen baños, se considera relleno para alojar las instalaciones sanitarias, debido a que se manejan tubos de 100 mm para la descarga y se le tiene que dar una pendiente del 2%. El relleno será de tepetate de 12 cm de espesor.



LOSA DE ENTREPISO			
MATERIAL	ESPESOR mts	PESO VOL (T/m ³)	PESO TOTAL (T/m ²)
Mosaico	0,02		0,035
Mortero	0,03	2,10	0,063
Tepetate	0,12	1,60	0,192
Losa de concreto	0,12	2,40	0,288
Recubrimiento de yeso	0,02	1,50	0,030
C.M.=			0,608

CARGAS

PERMANENTES

$$C.M. = 0.608 \text{Ton/m}^2$$

$$Cad = 0.040 \text{Ton/m}^2$$

$$C.V. = 0.170 \text{Ton/m}^2$$

$$W = 0.818 \text{Ton/m}^2$$

CARGAS

PERM + ACCIDENTALES

$$C.M. = 0.608 \text{Ton/m}^2$$

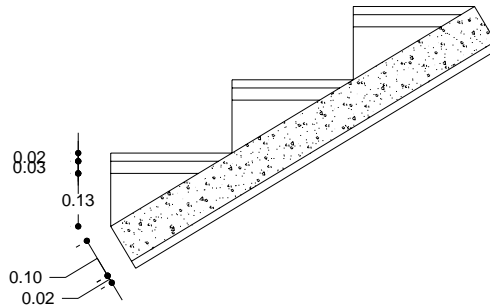
$$Cad = 0.040 \text{Ton/m}^2$$

$$C.V. = 0.090 \text{Ton/m}^2$$

$$W = 738 \text{Ton/m}^2$$

CÁLCULO DEL PESO DE LA ESCALERA

Tenemos un peralte de 18 cm y una huella de 30 cm con un total de 14 escalones.



PESO ESCALERA			
MATERIAL	ESPESOR mts	PESO VOL (T/m ³)	PESO TOTAL (T/m ²)
Mosaico	0.02		0.035
Mortero	0.03	2.10	0.063
Tabique	0.065	1.50	0.098
Losa de concreto	0.10	2.40	0.240
Recubrimiento de yeso	0.02	1.50	0.030
C.M.=			0.466

CARGAS

PERMANENTES

$$C.M. = 0.466 \text{ Ton/m}^2$$

$$C.ad = 0.040 \text{ Ton/m}^2$$

$$C.V. = 0.350 \text{ Ton/m}^2$$

$$W = 0.865 \text{ Ton/m}^2$$

CARGAS

PERM + ACCIDENTALES

$$C.M. = 0.466 \text{ Ton/m}^2$$

$$C.ad = 0.040 \text{ Ton/m}^2$$

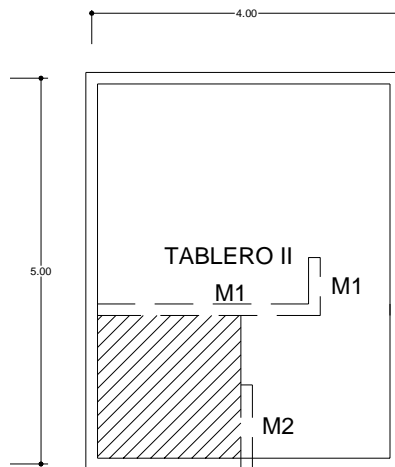
$$C.V. = 0.150 \text{ Ton/m}^2$$

$$W. = 0.656 \text{ Ton/m}^2$$

CÁLCULO DEL PESO DE LOS MUROS QUE DESCARGAN DIRECTAMENTE SOBRE LA LOSA DE ENTREPISO

La carga que transmiten los muros de planta alta que se apoyan directamente sobre la losa de entrepiso se tomará como uniformemente distribuida de acuerdo a la sección 6.3.4 de las NTC

Para el tablero II



Muro M1

Como se trata de un muro divisorio, sólo transmite su peso propio.

Peso propio del muro

Para un muro Azulejo-Mortero/Yeso $w = 0.310 \text{ Ton/m}^2$

Para un muro Yeso/Mortero-Mortero/Yeso $w = 0.285 \text{ Ton/m}^2$

$$\text{Peso propio del muro} = (1.925)(2.38)(0.310) + (0.95 + 0.60)(2.38)(0.285)$$

$$W_{totalm1} = 2.471 \text{ Ton}$$

Muro M2

Como se trata de un muro de carga, éste contribuirá con su peso propio más el peso que le corresponde de la losa de azotea.

Área tributaria de la losa de azotea que descarga sobre M2 = 1.862 + 1.823

Peso losa azotea = $w(A_t)$

Peso losa azotea = $(0.711)(1.362) + (1.169)(1.324)$

Peso losa azotea = 2.516 Ton

Peso propio del muro

Para un muro Azulejo-Mortero/Yeso $w = 0.310 \text{ Ton/m}^2$

Peso propio del muro = bhw

Peso propio del muro = $(1.025)(2.38)(0.310)$

Peso propio del muro = 0.756 Ton

$W_{totalm2} = 2.516 + 0.756$

$W_{totalm2} = 3.272 \text{ Ton}$

El tablero es de 5 × 4 por lo tanto se obtienen los siguientes valores:

$a_1 = 4 \text{ m}$

$a_2 = 5 \text{ m}$

$m = 0.8$

$w = 0.626 \text{ Ton/m}^2$

$$W_m = \frac{W_{total}}{A_{tablero}} Fm$$

$Fm_1 = 1.7$

$Fm_2 = 1.5$

$$W_{m1} = \frac{2.471}{(4.00)(5.00)} 1.7 = 0.210 \text{ Ton/m}^2$$

$$W_{m2} = \frac{3.272}{(4.00)(5.00)} 1.5 = 0.245 \text{ Ton/m}^2$$

Para el baño se considera el peso del relleno de tepetate como una carga distribuida en todo el tablero.

$W_{tepetate} = Adw$

$W_{tepetate} = (3.696)(0.12)(1.6)$

$W_{tepetate} = 0.7096 \text{ Ton}$

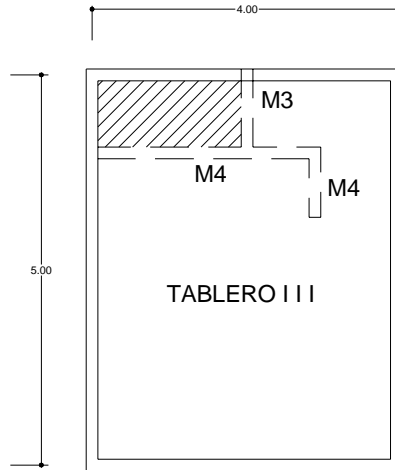
$$W_{tepetate} = \frac{07096}{(4.00)(5.00)} = 0.0355 \text{ Ton/m}^2$$

El peso total en el tablero II es:

$W_{II} = 0.626 + 0.210 + 0.245 + 0.0355$

$W_{II} = 1.116 \text{ Ton/m}^2$

Para el tablero III



Muro M3

Como se trata de un muro de carga, éste contribuirá con su peso propio más el peso que le corresponde de la losa de azotea.

$$\begin{aligned} \text{Área tributaria de la losa de azotea que descarga sobre } M3 &= 0.499 + 0.500 \\ \text{Peso losa azotea} &= w(A_t) \\ \text{Peso losa azotea} &= (1.169)(0.499) + (0.711)(0.500) \\ \text{Peso losa azotea} &= 0.938 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Peso propio del muro

$$\begin{aligned} \text{Para un muro Azulejo-Mortero/Yeso } w &= 0.340 \text{ Ton/m}^2 \\ \text{Peso propio del muro} &= bhw \\ \text{Peso propio del muro} &= (0.925)(2.38)(0.310) \\ \text{Peso propio del muro} &= 0.682 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{totalm3} &= 0.938 + 0.682 \\ W_{totalm3} &= 1.620 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Muro M4

Como se trata de un muro divisorio, sólo transmite su peso propio.

Peso propio del muro

$$\begin{aligned} \text{Para un muro Azulejo-Mortero/Yeso } w &= 0.310 \text{ Ton/m}^2 \\ \text{Para un muro Yeso/Mortero-Mortero/Yeso } w &= 0.285 \text{ Ton/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Peso propio del muro} = (1.925)(2.38)(0.310) + (0.95 + 0.60)(2.38)(0.285)$$

$$W_{totalm4} = 2.471 \text{ Ton}$$

El tablero es de 5×4 por lo tanto se obtienen los siguientes valores:

$$a_1 = 4 \text{ m}$$

$$a_2 = 5 \text{ m}$$

$$m = 0.8$$

$$w = 0.626 \text{ Ton/m}^2$$

$$Fm_3 = 1.5$$

$$Fm_4 = 1.7$$

$$W_{m3} = \frac{1.620}{(4.00)(5.00)} 1.5 = 0.121 \text{ Ton/m}^2$$

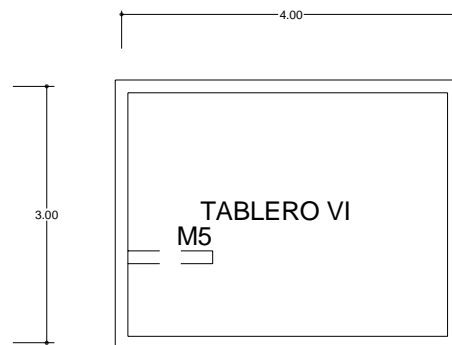
$$W_{m4} = \frac{2.471}{(4.00)(5.00)} 1.7 = 0.210 \text{ Ton/m}^2$$

El peso total en el tablero III es:

$$W_{III} = 0.626 + 0.121 + 0.210$$

$$W_{III} = 0.957 \text{ Ton/m}^2$$

Para el tablero VI



Muro M5

Como se trata de un muro divisorio solo transmite su propio peso

Peso propio del muro

$$\text{Para un muro Yeso/Mortero-Mortero/Yeso } w = 0.285 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{Peso propio del muro} = (1.00)(2.38)(0.285)$$

$$W_{totalm5} = 0.678 \text{ Ton}$$

El tablero es de 3×4 por lo tanto se obtienen los siguientes valores:

$$a_1 = 3 \text{ m}$$

$$a_2 = 4 \text{ m}$$

$$m = 0.75$$

$$Fm_s = 1.7$$

$$w = 0.626 \text{ Ton/m}^2$$

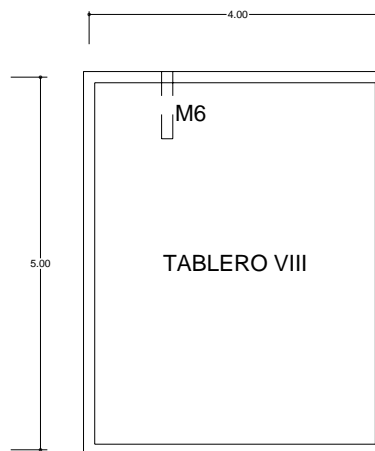
$$W_{m5} = \frac{0.678}{(3.00)(4.00)} 1.7 = 0.096 \text{ Ton/m}^2$$

El peso total en el tablero VI es:

$$W_{VI} = 0.626 + 0.096$$

$$W_{VI} = 0.722 \text{ Ton/m}^2$$

Para el tablero VIII



Muro M6

Como se trata de un muro divisorio solo transmite su propio peso

Peso propio del muro

$$\text{Para un muro Yeso/Mortero-Mortero/Yeso } w = 0.285 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{Peso propio del muro} = (0.60)(2.38)(0.285)$$

$$W_{totalm6} = 0.406 \text{ Ton}$$

El tablero es de 5×4 por lo tanto se obtienen los siguientes valores:

$$a_1 = 4 \text{ m}$$

$$a_2 = 5 \text{ m}$$

$$m = 0.8$$

$$w = 0.626 \text{ Ton/m}^2$$

$$Fm_6 = 1.7$$

$$W_{m6} = \frac{0.406}{(4.00)(5.00)} 1.7 = 0.034 \text{ Ton/m}^2$$

El peso total en el tablero VIII es:

$$W_{VI} = 0.626 + 0.034$$

$$W_{VI} = 0.660 \text{ Ton/m}^2$$

Para el tablero V

En este tablero se tiene relleno para alojar instalaciones sanitarias, por lo que la carga que le corresponde es: $W_V = 0.818 \text{ Ton/m}^2$

CAPÍTULO III

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSAS

LOSAS DE CONCRETO REFORZADO

Las losas se definen como elementos estructurales tridimensionales, en las que una dimensión es pequeña comparada con las otras dos. Las cargas que actúan sobre las losas son esencialmente verticales, por lo que su comportamiento está dominado por la flexión.

Existen distintas maneras de clasificar una losa, las más comunes son:

➤ **De acuerdo a su tipo de apoyo.**

Losas perimetralmente apoyadas: son aquellas que están soportadas perimetralmente e interiormente apoyadas por vigas monolíticas de mayor peralte, por vigas independientes o integradas a la losa; o soportadas por muros de concreto, mampostería u otro material.

Losas apoyadas sobre columnas o losas planas: son aquellas que se apoyan directamente sobre las columnas. No son recomendables para zonas sísmicas. Pueden utilizarse capiteles, ábacos para mejorar su integración con la losa.

➤ **De acuerdo al tipo de material.**

Losas macizas: son aquellas en las que el concreto ocupa todo el espesor de las losas.

Losas aligeradas: son aquellas en las que buscando reducir el peso de la losa parte de su volumen es ocupado por material más ligero.

➤ **De acuerdo a su geometría y tipo de apoyo.**

Losas trabajando en una dirección: son aquellas que están apoyadas en dos de sus lados paralelos, o cuando, aunque estén apoyados en sus cuatro lados, la relación largo entre ancho es mayor o igual a 2.

Losas bidireccionales: son aquellas que están apoyadas en todo su perímetro y que tienen una relación largo entre ancho menor que 2.

ANÁLISIS DE LAS LOSAS UTILIZANDO EL MÉTODO DE LOS COEFICIENTES

LOSA DE AZOTEA

Se propone una losa monolítica con sus apoyos para evitar que el peralte sea excesivo

1. REVISIÓN DEL PERALTE MÍNIMO.

De acuerdo con la sección 6.3.3.5 de las NTC de Concreto.

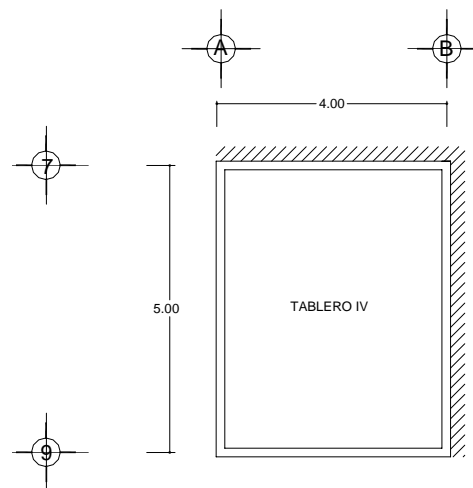
Concreto Clase I

$$d_{\min} = \frac{\text{Perímetro}}{250} (0.032 \sqrt{f_s \cdot w})$$

$$f_s = 0.6(4200) = 2520.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$W = 711 \text{ kg/cm}^2 > 380 \text{ kg/cm}^2$$

Se revisa el tablero más desfavorable que es el tablero IV



Para calcular el perímetro el reglamento establece que se incrementará la longitud de los lados discontinuos un 25% para losas monolíticas con sus apoyos.

$$\text{Perímetro} = 500 + 400 + 1.25(500 + 400)$$

$$\text{Perímetro} = 2025.0 \text{ cm}$$

$$d_{\min} = \frac{2025}{250} (0.032 \sqrt[4]{(2520)(711)})$$
$$d_{\min} = 9.483 \text{ cm}$$

$$h = d_{\min} + r$$
$$h = 9.483 + 2$$
$$h = 11.483 \approx 12.00 \text{ cm}$$

2. CÁLCULO DE LOS MOMENTOS DE DISEÑO.

Se utilizará el método de los coeficientes para la obtención de los momentos.

Para la aplicación de este método se deben cumplir los requisitos de la sección 6.3.3.1 de las NTC de Concreto.

- Los tableros son aproximadamente rectangulares.
- La distribución de las cargas es aproximadamente uniforme en cada tablero.
- Los momentos flexionantes negativos en el apoyo común de dos tableros adyacentes difieren entre si en una cantidad no mayor que 50% del menor de ellos.
- La relación entre carga viva y muerta no es mayor de 2.5 para losas monolíticas con sus apoyos , ni mayor de 1.5 en otros casos

Se utilizará la tabla 6.1 de las NTC de Concreto para la obtención de los momentos.

LOSA DE AZOTEA

TABLERO	DATOS	MOMENTO	CLARO	COEFICIENTE	Fc	Mu (Ton-m)	Mu ajustado (Ton-m)	ρ	As req. (cm)	Ast (cm)	As (cm)	Scal (cm)	Smax (cm)	S (cm)
I	De Esquina	Negativo en bordes interiores	Corto	419.0	1.4	0.667	0.582	0.00157	1.569	1.531	1.569	45.254	42.00	40.00
	a1=		Largo	394.0	1.4	0.628	0.542	0.00146	1.462	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	a2=	Negativo en bordes discontinuos	Corto	250.0	1.4	0.398		0.00107	1.067	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	m=		Largo	222.0	1.4	0.354		0.00095	0.946	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
II	w=	Positivo	Corto	216.0	1.4	0.344		0.00092	0.921	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	De Borde	Negativo en bordes interiores	Largo	140.0	1.4	0.223		0.00059	0.594	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	a1=		Corto	471.3	1.4	0.188	0.223	0.00060	0.595	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	a2=	Negativo en bordes discontinuos	Largo	420.3	1.4	0.167	0.373	0.00100	0.999	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
III	w=	Positivo	Corto	294.4	1.4	0.117		0.00031	0.311	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	Interior	Negativo en bordes interiores	Largo	0.0	1.4	0.000								
	a1=		Corto	254.2	1.4	0.101		0.00027	0.269	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	a2=	Negativo en bordes discontinuos	Largo	139.2	1.4	0.055		0.00015	0.147	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
IV	w=	Positivo	Corto	449.1	1.4	0.294	0.316	0.00084	0.844	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	De Esquina	Negativo en bordes interiores	Largo	377.0	1.4	0.247	0.542	0.00146	1.462	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	a1=		Corto	0.0	1.4	0.000								
	a2=	Negativo en bordes discontinuos	Largo	0.0	1.4	0.000								
V	m=	Positivo	Corto	240.0	1.4	0.157		0.00042	0.418	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	w=		Largo	131.2	1.4	0.086		0.00023	0.228	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	De Esquina	Negativo en bordes interiores	Corto	419.0	1.4	0.667	0.667	0.00181	1.806	1.531	1.806	39.321	42.00	40.00
	a1=		Largo	394.0	1.4	0.628	0.542	0.00146	1.462	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
VI	w=	Positivo	Corto	250.0	1.4	0.398		0.00107	1.067	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	De Esquina	Negativo en bordes interiores	Largo	222.0	1.4	0.354		0.00095	0.946	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	a1=		Corto	216.0	1.4	0.344		0.00092	0.921	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	a2=	Negativo en bordes discontinuos	Largo	140.0	1.4	0.223		0.00059	0.594	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00

As req = Área de acero requerida
Ast = Área de acero por temperatura
As = Área de acero a utilizada
Scal= Separación calculada para varilla del No. 3
Smax= Separación máxima para varilla del No. 3
S= Separación que rige

LOSA DE AZOTEA

TABLERO	DATOS	MOMENTO	CLARO	COEFICIENTE	Fc	Mu (Ton-m)	Mu ajustado (Ton-m)	ρ	As req. (cm)	Ast (cm)	As (cm)	Scal (cm)	Smax (cm)	S (cm)
V	De Esquina	Negativo en bordes	Corto	445.0	1.4	0.399	0.393	0.00105	1.054	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
		interiores	Largo	411.5	1.4	0.369	0.483	0.00130	1.299	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	a1=	Negativo en bordes	Corto	263.5	1.4	0.236		0.00063	0.629	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	a2=	discontinuos	Largo	229.0	1.4	0.205		0.00055	0.546	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	m=	Positivo	Corto	237.5	1.4	0.213		0.00057	0.567	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	w=		Largo	141.0	1.4	0.126		0.00034	0.336	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
VI	De Borde	Negativo en bordes	Corto	427.0	1.4	0.383	0.388	0.00104	1.040	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
		interiores	Largo	361.0	1.4	0.323	0.455	0.00122	1.222	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	a1=	Negativo en bordes	Corto	0.0	1.4	0.000		0.00055	0.546	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	a2=	discontinuos	Largo	229.0	1.4	0.205		0.00053	0.527	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	m=	Positivo	Largo	132.0	1.4	0.118		0.00031	0.314	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	w=		Corto	427.0	1.4	0.383	0.476	0.00128	1.280	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
VII	De Borde	Negativo en bordes	Largo	361.0	1.4	0.323	0.316	0.00084	0.844	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
		interiores	Corto	0.0	1.4	0.000		0.00055	0.546	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	a1=	Negativo en bordes	Largo	229.0	1.4	0.205		0.00053	0.527	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	a2=	Positivo	Corto	221.0	1.4	0.198		0.00031	0.314	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	m=		Largo	132.0	1.4	0.118		0.00181	1.806	1.531	1.806	39.321	42.00	40.00
	w=		Corto	419.0	1.4	0.667	0.667	0.00150	1.502	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
VIII	De Esquina	Negativo en bordes	Corto	394.0	1.4	0.628	0.557	0.00107	1.067	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
		interiores	Largo	250.0	1.4	0.398		0.00095	0.946	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	a1=	Negativo en bordes	Corto	222.0	1.4	0.354		0.00092	0.921	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	a2=	discontinuos	Largo	216.0	1.4	0.344		0.00059	0.594	1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	m=	Positivo	Corto	140.0	1.4	0.223				1.531	1.531	46.387	42.00	40.00
	w=		Largo							1.531	1.531	46.387	42.00	40.00

As req = Área de acero requerida

Ast = Área de acero por temperatura

As = Área de acero a utilizada

Scal= Separación calculada para varilla del No. 3

Smax= Separación máxima para varilla del No. 3

S= Separación que rige

3. AJUSTE DE LOS MOMENTOS.

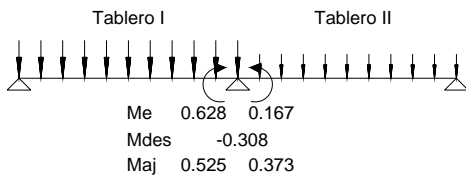
Cálculo de las rigideces de los tableros.

$$k = \frac{d^3}{a_1}$$

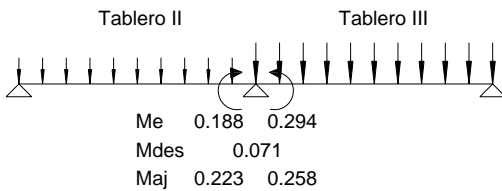
TABLERO	d	a ₁	k
I	12	400	4,320
II	12	200	8,640
III	12	200	8,640
IV	12	400	4,320
V	12	300	5,760
VI	12	300	5,760
VII	12	300	5,760
VIII	12	400	4,320

Cálculo de los momentos ajustados.

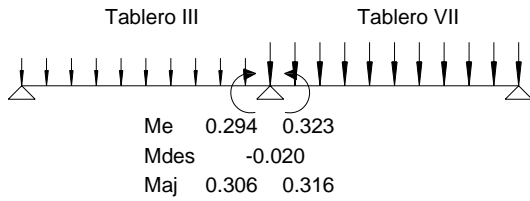
Como se considera losa colada monolítica con sus apoyos sólo se transmiten dos terceras partes del momento desequilibrado.



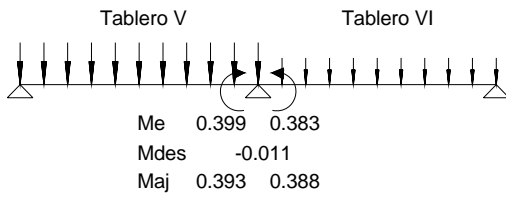
Tablero I con II		
4,320	8,640	k
-0,333	-0,667	fd
0,628	-0,167	Me
0,308		Mdesq
-0,103	-0,206	Mdist
0,525	-0,373	Maj



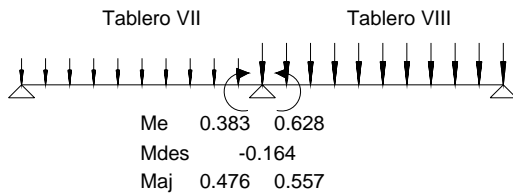
Tablero II con III		
8,640	8,640	k
-0,500	-0,500	fd
0,188	-0,294	Me
-0,071		Mdesq
0,036	0,036	Mdist
0,223	-0,258	Maj



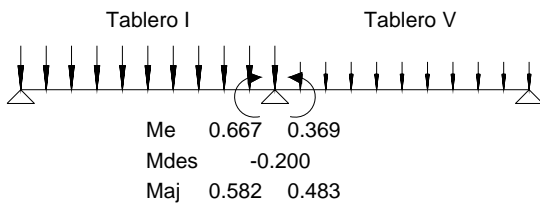
Tablero III con VII		
8,640	5,760	k
-0,600	-0,400	fd
0,294	-0,323	Me
0,020		Mdesq
-0,012	-0,008	Mdist
0,306	-0,316	Maj



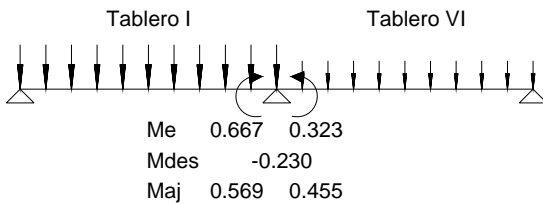
Tablero V con VI		
5,760	5,760	k
-0,500	-0,500	fd
0,399	-0,383	Me
0,011		Mdesq
-0,005	-0,005	Mdist
0,393	-0,388	Maj



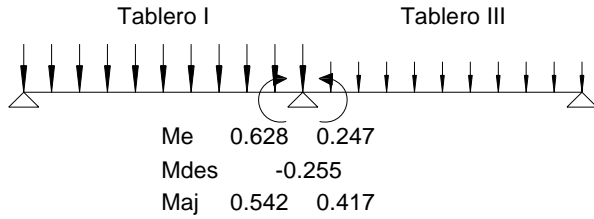
Tablero VII con VIII		
5,760	4,320	k
-0,571	-0,429	fd
0,383	-0,628	Me
-0,164		Mdesq
0,094	0,070	Mdist
0,476	-0,557	Maj



Tablero I con V		
4,320	5,760	k
-0,429	-0,571	fd
0,667	-0,369	Me
0,200		Mdesq
-0,086	-0,114	Mdist
0,582	-0,483	Maj



Tablero I con VI		
4,320	5,760	k
-0,429	-0,571	fd
0,667	-0,323	Me
0,230		Mdesq
-0,099	-0,132	Mdist
0,569	-0,455	Maj



Tablero I con III		
4,320	8,640	k
-0,333	-0,667	fd
0,628	-0,247	Me
0,255		Mdesq
-0,085	-0,170	Mdist
0,542	-0,417	Maj

Se aprecia en el ajuste de momentos, que no se cumple con el tercer requisito de la sección 6.3.3.1 de las NTC de concreto, pues los momentos flexionantes negativos en el apoyo común de dos tableros adyacentes, difieren entre si en una cantidad mayor que 50% del menor de ellos. Sin embargo, se continuará con el diseño y posteriormente se analizará por otro metodo para hacer unacomparativa y observar si el resultado varia o no.

4. DISEÑO POR FLEXIÓN.

Para el tablero IV el momento negativo es $Mu(-) = 0.667 \text{Ton}/\text{m}^2$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{FRbd^2 f''c}} \right]$$

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.667 \times 10^5)}{0.9(100)(10^2)(170)}} \right]$$

$$\rho = 0.00184$$

$$As = \rho bd$$

$$As = 0.001804(100)(10)$$

$$As = 1.805 \text{ cm}^2$$

Comparando con el $As_{\min} = Ast$

$$ast = \frac{660x_1}{4200(x_1 + 100)} = \frac{600(12)}{4200(12 + 100)} = 0.0168 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

Para una franja de $b = 100 \text{ cm}$

$$Ast = 100(0.0168) = 1.684 \text{ cm}^2$$

$$As > Ast$$

Se toma $As = 1.805 \text{ cm}^2$

Usando varilla No 3 $a_o = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100(0.71)}{1.805} = 39.34 \text{ cm}$$

$$S_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = \begin{cases} 3.5x_1 = 3.5 \times 12 = 42 \text{ cm} \\ 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Se usarán varillas No 3 @ 40 cm c.a.c.

5. REVISIÓN POR CORTANTE.

Se revisará uno de los tableros de acuerdo con los parámetros que marca la sección 6.3.3.6 de las NTC de Concreto.

En este caso se revisará el tablero IV por ser el más desfavorable.

$$a_1 = 4.0 \text{ m}$$

$$d = 10.0 \text{ cm}$$

$$a_2 = 5.0 \text{ m}$$

$$b = 1.0 \text{ m}$$

$$V_{CR} = 0.5F_R b d \sqrt{f^* c} = 0.5(0.8)(10)(500)\sqrt{200}$$

$$V_{CR} = 5656.85 \text{ kg}$$

$$Wu = F_c W$$

$$Vu = 1.15 \left(\frac{a_1}{2} - d \right) \left(0.95 - 0.5 \frac{a_1}{a_2} \right) Wu$$

$$Vu = 1.15 \left(\frac{4.00}{2} - 0.10 \right) \left(0.95 - 0.5 \frac{4.0}{5.0} \right) (1.4)(711)$$

$$Vu = 1.195 \text{ Ton}$$

$$Vu = 1195.600 \text{ kg}$$

$$5656.85 > 1195.60$$

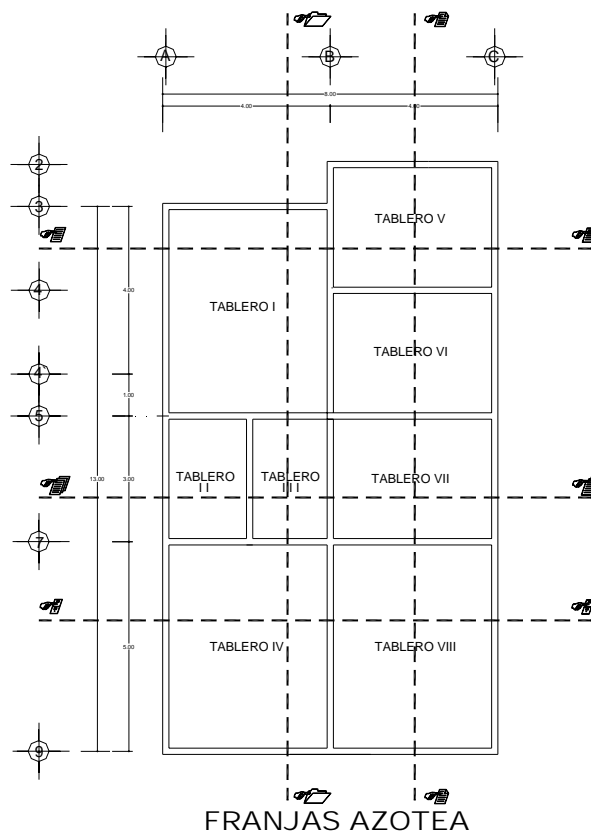
$$V_{CR} > Vu \quad \therefore \quad \text{Se acepta el peralte.}$$

ANÁLISIS DE LAS LOSAS UTILIZANDO EL MÉTODO DE LAS FRANJAS

Se analizarán las losas por este método, para realizar una comparativa debido a que no se cumplían todos los requisitos del método de los coeficientes.

LOSA DE AZOTEA

1. SE PROPONEN LAS FRANJAS PARA LA OBTENCIÓN DE LOS MOMENTOS



El análisis se realizará tomando una franja de ancho unitario y se aislará como si fuera una viga continua, indicando los apoyos y las cargas correspondientes en cada tramo.

2. SE OBTIENEN LOS FACTORES DE DISTRIBUCIÓN Y LAS CARGAS EN CADA TABLERO.

Se obtienen los factores de distribución de acuerdo a la tabla No. 3 del American Concrete Institute, tomando, para esto, los claros cortos y los claros largos de cada tablero.

TABLETA No. 3
FRACCIONES DE LA CARGA TOTAL QUE SE REPARTEN EN CADA SENTIDO

Relación A/B	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00									
Wa	0.50	0.50	0.17	0.50	0.83	0.71	0.29	0.33	0.67
Wb	0.50	0.50	0.83	0.50	0.17	0.29	0.71	0.67	0.33
0.95									
Wa	0.55	0.55	0.20	0.55	0.86	0.75	0.33	0.38	0.71
Wb	0.45	0.45	0.80	0.45	0.14	0.25	0.67	0.62	0.29
0.90									
Wa	0.60	0.60	0.23	0.60	0.88	0.79	0.38	0.43	0.75
Wb	0.40	0.40	0.77	0.40	0.12	0.21	0.62	0.57	0.25
0.85									
Wa	0.66	0.66	0.28	0.66	0.90	0.83	0.43	0.49	0.79
Wb	0.34	0.34	0.72	0.34	0.10	0.17	0.57	0.51	0.21
0.80									
Wa	0.71	0.71	0.33	0.71	0.92	0.86	0.49	0.55	0.83
Wb	0.29	0.29	0.67	0.29	0.08	0.14	0.51	0.45	0.17
0.75									
Wa	0.76	0.76	0.39	0.76	0.94	0.88	0.56	0.61	0.86
Wb	0.24	0.24	0.61	0.24	0.06	0.12	0.44	0.39	0.14
0.70									
Wa	0.81	0.81	0.45	0.81	0.95	0.91	0.62	0.68	0.89
Wb	0.19	0.19	0.55	0.19	0.05	0.09	0.38	0.32	0.11
0.65									
Wa	0.85	0.85	0.53	0.85	0.96	0.93	0.69	0.74	0.92
Wb	0.15	0.15	0.47	0.15	0.04	0.07	0.31	0.26	0.08
0.60									
Wa	0.89	0.89	0.61	0.89	0.97	0.95	0.76	0.80	0.94
Wb	0.11	0.11	0.39	0.11	0.03	0.05	0.24	0.20	0.06
0.55									
Wa	0.92	0.92	0.69	0.92	0.98	0.96	0.81	0.85	0.95
Wb	0.08	0.08	0.31	0.08	0.02	0.04	0.19	0.15	0.05
0.50									
Wa	0.94	0.94	0.76	0.94	0.99	0.97	0.86	0.89	0.97
Wb	0.06	0.06	0.24	0.06	0.01	0.03	0.14	0.11	0.03

NOMENCLATURA

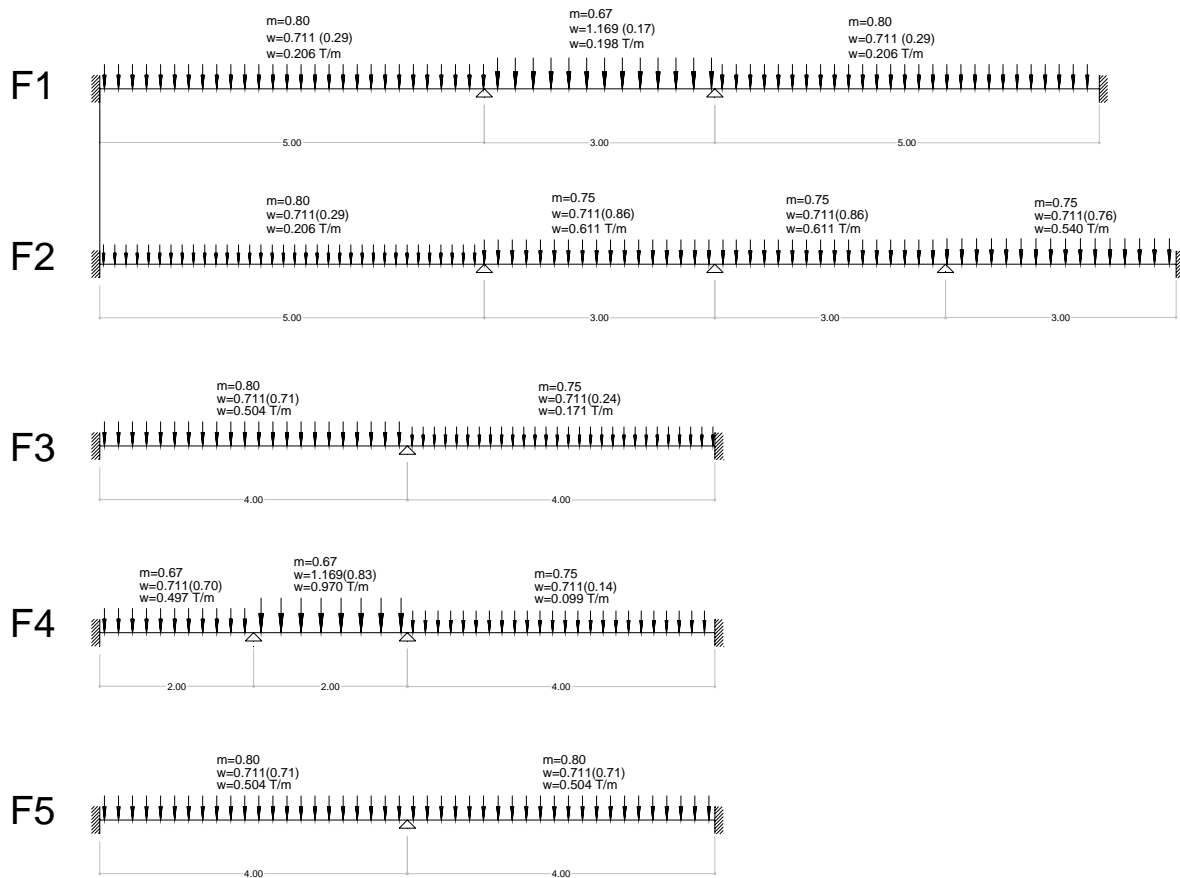
A.- Claro Corto
B.- Claro Largo

Wa.- Fracción de la Carga que se reparte en el Claro Corto
Wb.- Fracción de la Carga que se reparte en el Claro Largo

El achurado en los dibujos indica los lados de la losa que son continuos o están empotrados. Los demás lados son simplemente apoyados

NOTA: En tableros que trabajan en una dirección ($m < 0.5$), $W_a = 1.0$ y $W_b = 0.0$

AZOTEA

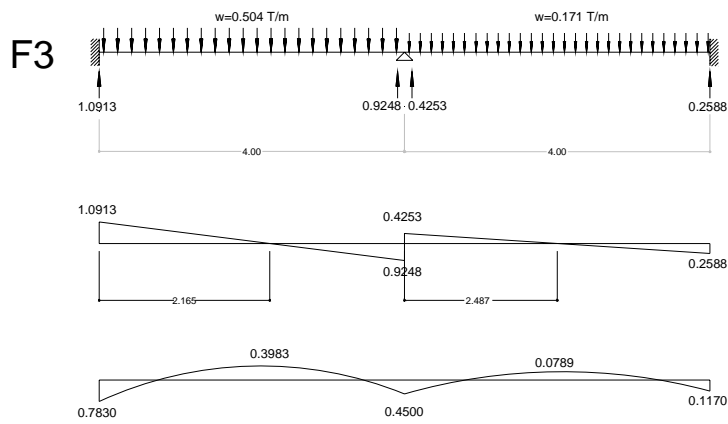
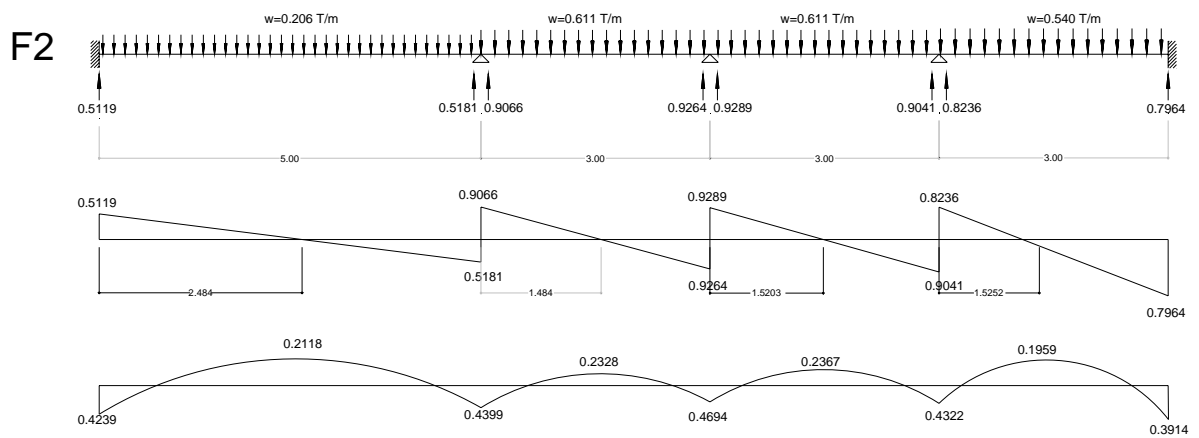
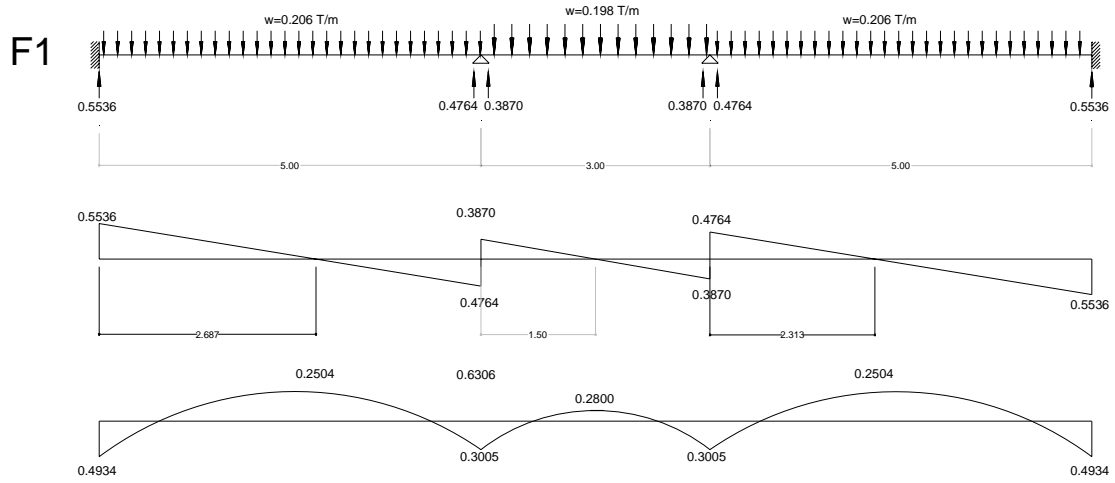


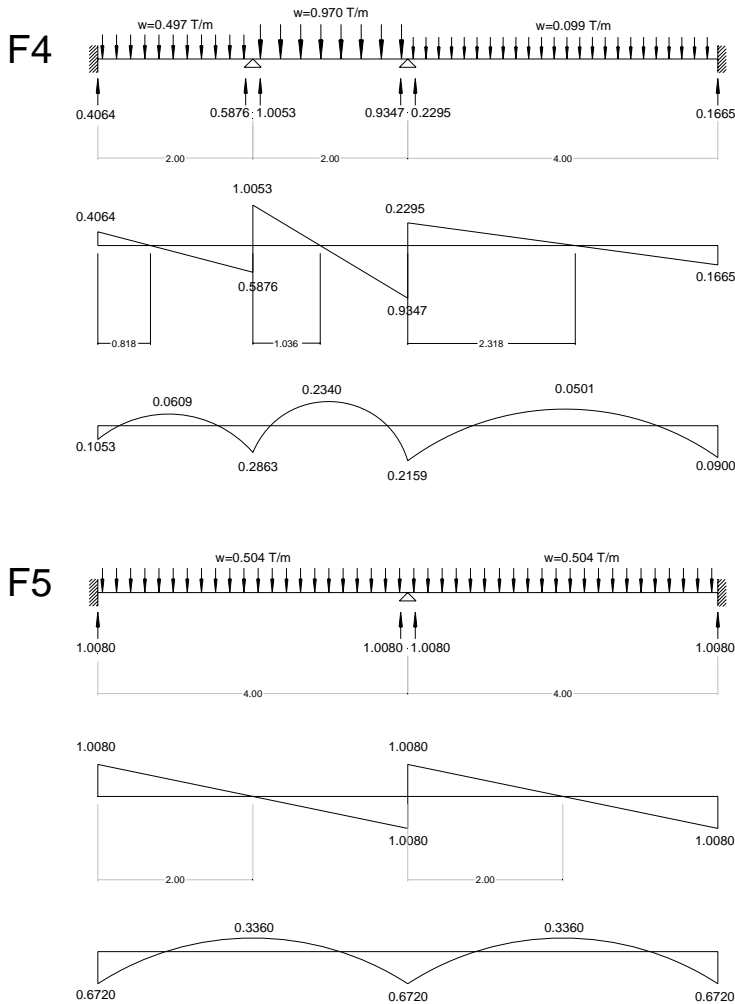
3. OBTENCIÓN DE DIAGRAMAS DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLEXIONANTE.

Se utilizó el programa de las rigideces para el cálculo de cortantes y momentos de todas las franjas.

A continuación se presentan los diagramas obtenidos para las franjas de la losa de azotea:

AZOTEA





De los diagramas se obtienen los momentos máximos los cuales se localizan en la franja F3:

$$M_{\max-} = 0.7830 \text{Ton}/m^2$$

$$M_{\max+} = 0.3983 \text{Ton}/m^2$$

4. DISEÑO POR FLEXIÓN.

Para momento negativo $M(-) = 0.8070 \text{Ton}/m^2$

Obtenemos el momento último M_u .

$$M_u = M F_c$$

$$M_u = (0.7830)(1.4)$$

$$M_u(-) = 1.0962 \text{Ton}/m^2$$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R b d^2 f''c}} \right]$$

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.0962 \times 10^5)}{0.9(100)(10^2)(170)}} \right]$$

$$\rho = 0.00301$$

$$As = \rho b d$$

$$As = 0.00301(100)(10)$$

$$As = 3.012 \text{ cm}^2$$

Comparando con el $As_{\min} = Ast$

$$ast = \frac{660x_1}{4200(x_1 + 100)} = \frac{600(12)}{4200(12 + 100)} = 0.0168 \text{ cm}^2 / \text{cm}$$

Para una franja de $b = 100 \text{ cm}$

$$Ast = 100(0.0168) = 1.684 \text{ cm}^2$$

$$As > Ast$$

$$\text{Se toma } As = 3.012 \text{ cm}^2$$

Usando varilla No 3 $a_o = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100(0.71)}{3.012} = 23.57 \text{ cm}$$

$$S_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = \begin{cases} 3.5x_1 = 3.5 \times 12 = 42 \text{ cm} \\ 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Se usarán varillas No 3 @ 20 cm c.a.c.

Para momento positivo $M(+)= 0.3983 \text{ Ton}/\text{m}^2$

Obtenemos el momento último Mu .

$$Mu = MFc$$

$$Mu = (0.3983)(1.4)$$

$$Mu(+)= 0.5576 \text{ Ton}/\text{m}^2$$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R bd^2 f''c}} \right]$$

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.5576 \times 10^5)}{0.9(100)(10^2)(170)}} \right]$$

$$\rho = 0.00150$$

$$A_s = \rho bd$$

$$A_s = 0.00150(100)(10)$$

$$A_s = 1.503 \text{ cm}^2$$

Comparando con el $A_{s_{\min}} = A_{st}$

$$a_{st} = \frac{660x_1}{4200(x_1 + 100)} = \frac{600(12)}{4200(12 + 100)} = 0.0168 \text{ cm}^2 / \text{cm}$$

Para una franja de $b = 100 \text{ cm}$

$$A_{st} = 100(0.0168) = 1.684 \text{ cm}^2$$

$$A_s < A_{st}$$

$$\text{Se toma } A_{st} = 1.684 \text{ cm}^2$$

Usando varilla No 3 $a_o = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100(0.71)}{1.684} = 42.16 \text{ cm}$$

$$S_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = \begin{cases} 3.5x_1 = 3.5 \times 12 = 42 \text{ cm} \\ 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Se usarán varillas No 3 @ 40 cm c.a.c.

6. REVISIÓN POR CORTANTE.

Se revisará uno de las franjas de acuerdo con los parámetros que marca la sección 6.3.3.6 de las NTC de Concreto.

En este caso se revisará la franja F3 por ser la más desfavorable.

$$d = 10.0 \text{ cm}$$

$$b = 1.0 \text{ m}$$

$$V_{CR} = 0.5F_R b d \sqrt{f^* c} = 0.5(0.8)(10)(500)\sqrt{200}$$

$$V_{CR} = 5656.85 \text{ kg}$$

De los diagramas se obtienen los cortantes máximos los cuales se localizan en la franja F3:

$$V = 1.1092 \text{ Ton}$$

$$V_u = VF_c$$

$$V_u = (1.1092)(1.4)$$

$$V_u = 1.553 \text{ Ton}$$

$$V_u = 1552.88 \text{ kg}$$

$$5656.85 > 1552.88$$

$$V_{CR} > V_u \quad \therefore \quad \text{Se acepta el peralte.}$$

Se analizó la losa de azotea con el método de los coeficientes y el método de las franjas al no cumplirse uno de los requisitos de la sección 6.3.3.1 de las NTC de Concreto, para poder aplicar el método de los coeficientes, y al obtenerse momentos y separaciones mas desfavorables con el método de las franjas, se opta por seguir calculando la losa de entepiso por el método de las franjas.

LOSA DE ENTREPISO

1. REVISIÓN DEL PERALTE MÍNIMO.

Se propone una losa monolítica con sus apoyos para evitar que el peralte sea excesivo

Revisión del peralte mínimo

De acuerdo con la sección 6.3.3.5 de las NTC de Concreto.

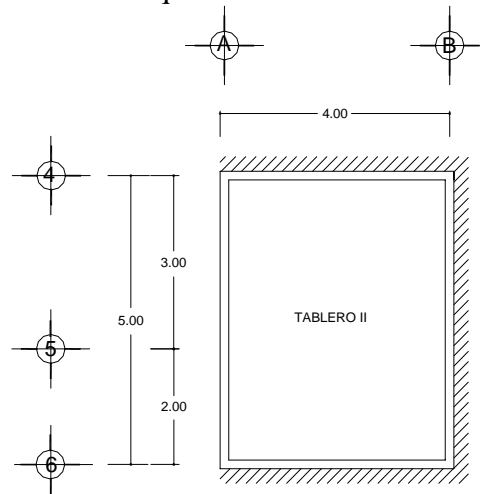
Concreto Clase I

$$d_{\min} = \frac{\text{Perímetro}}{250} (0.032 \sqrt[4]{fs \cdot w})$$

$$fs = 0.6(4200) = 2520.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$W = 1143 \text{ kg/cm}^2 > 380 \text{ kg/cm}^2$$

Se revisará el tablero más desfavorable que es el tablero II



Este tablero tiene la carga de muros que no coinciden con los ejes, los cuales fueron analizados anteriormente.

$$\text{Perímetro} = 500 + 400 + 400 + 1.25(500)$$

$$\text{Perímetro} = 1925.0 \text{ cm}$$

$$d_{\min} = \frac{1925}{250} (0.032 \sqrt[4]{(2520)(1143)})$$

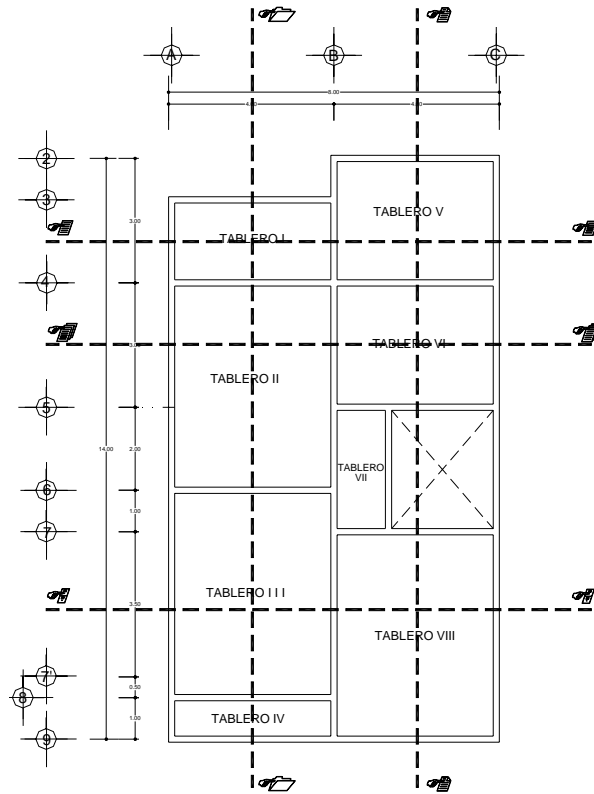
$$d_{\min} = 10.15 \text{ cm}$$

$$h = d_{\min} + r$$

$$h = 10.15 + 2$$

$$h = 12.15 \approx 12.00 \text{ cm}$$

1. SE PROPONEN LAS FRANJAS PARA LA OBTENCIÓN DE LOS MOMENTOS

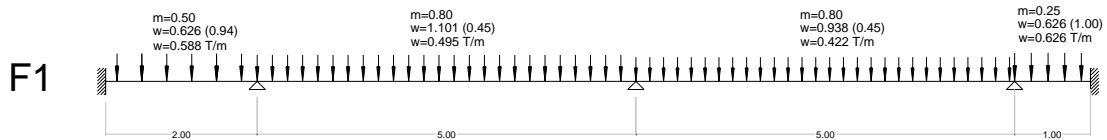


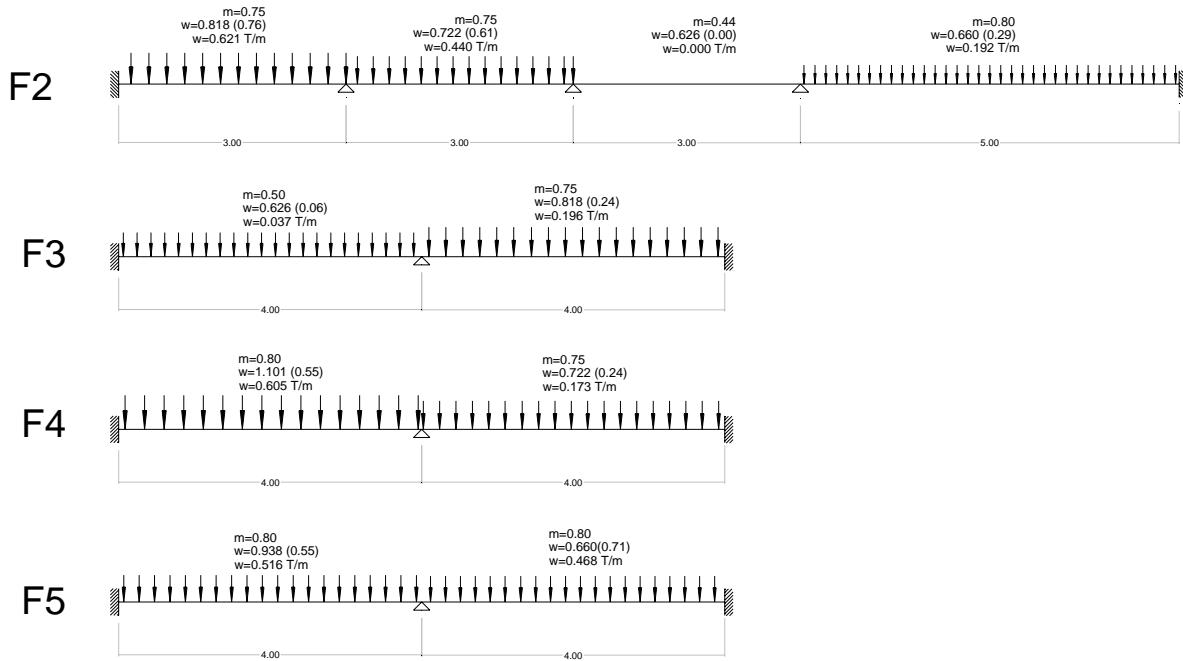
FRANJAS ENTREPISO 1

2. SE OBTIENEN LOS FACTORES DE DISTRIBUCIÓN Y LAS CARGAS EN CADA TABLERO.

Se obtienen los factores de distribución de acuerdo a la tabla No. 3 del American Concrete Institute, tomando para esto los claros cortos y los claros largos de cada tablero.

ENTREPISO



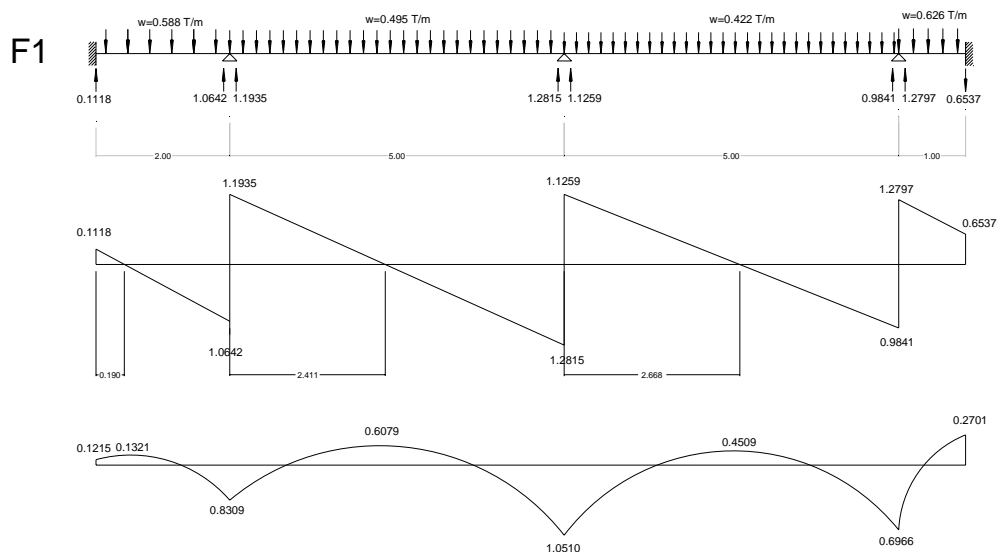


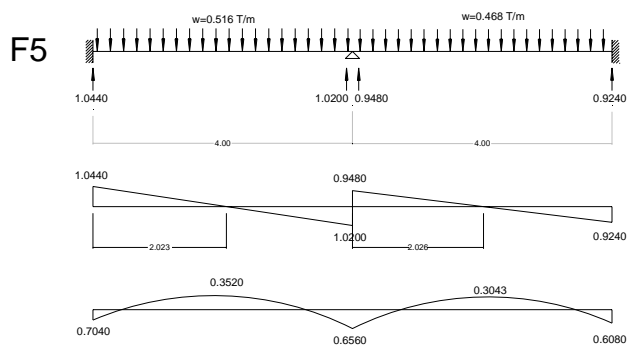
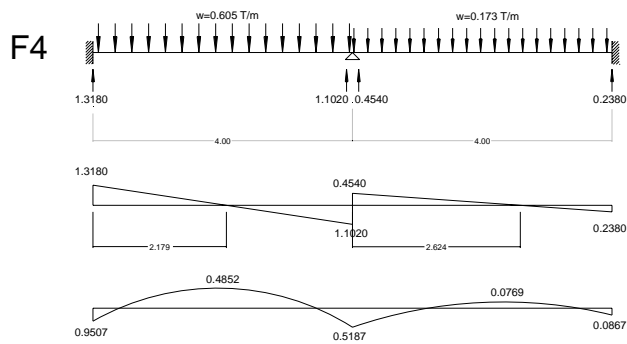
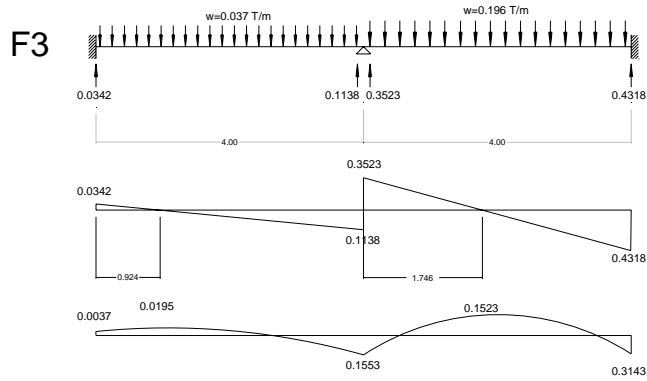
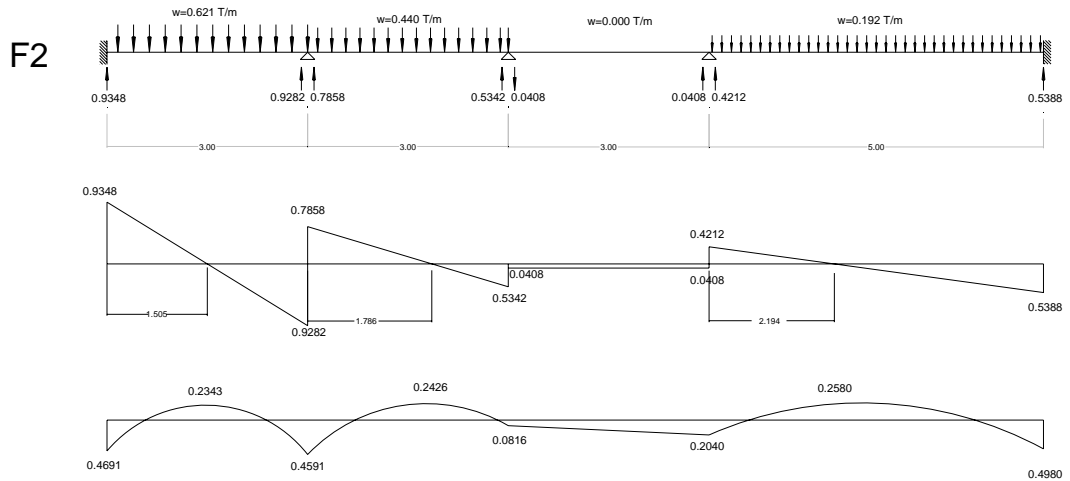
3. OBTENCIÓN DE DIAGRAMAS DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLEXIONANTE.

Utilizando el programa de las rigideces para el cálculo de cortantes y momentos de todas las franjas.

A continuación se presentan los diagramas obtenidos para las franjas de la losa de entrepiso:

ENTREPISO





Se obtienen los momentos máximos los cuales se localizan en la franja 1:

$$M_{\max-} = 1.0510 \text{Ton}/m^2$$

$$M_{\max+} = 0.6079 \text{Ton}/m^2$$

2. DISEÑO POR FLEXIÓN.

Para momento negativo $M(-) = 1.0510 \text{Ton}/m^2$

Obtenemos el momento último Mu .

$$Mu = MFc$$

$$Mu = (1.0510)(1.4)$$

$$Mu(-) = 1.4714 \text{Ton}/m^2$$

$$\rho = \frac{f_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R b d^2 f_c}} \right]$$

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.4714 \times 10^5)}{0.9(100)(10^2)(170)}} \right]$$

$$\rho = 0.0041$$

$$As = \rho b d$$

$$As = 0.0041(100)(10)$$

$$As = 4.100 \text{ cm}^2$$

Comparando con el $As_{\min} = Ast$

$$ast = \frac{660x_1}{4200(x_1 + 100)} = \frac{600(12)}{4200(12 + 100)} = 0.0168 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

Para una franja de $b = 100 \text{ cm}$

$$Ast = 100(0.0168) = 1.684 \text{ cm}^2$$

$$As > Ast$$

Se toma $As = 4.100 \text{ cm}^2$

Usando varilla No 3 $a_o = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100(0.71)}{4.100} = 17.31 \text{ cm}$$

$$S_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = \begin{cases} 3.5x_1 = 3.5 \times 12 = 42 \text{ cm} \\ 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Se usarán varillas No 3 @ 15 cm c.a.c.

Para momento positivo $M(+)=0.6079 \text{ Ton}/\text{m}^2$

Obtenemos el momento último Mu .

$$Mu = MFc$$

$$Mu = (0.6079)(1.4)$$

$$Mu(+)=0.8510 \text{ Ton}/\text{m}^2$$

$$\rho = \frac{f_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R b d^2 f_c}} \right]$$

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.8510 \times 10^5)}{0.9(100)(10^2)(170)}} \right]$$

$$\rho = 0.0023$$

$$As = \rho b d$$

$$As = 0.0023(100)(10)$$

$$As = 2.3177 \text{ cm}^2$$

Comparando con el $As_{\min} = Ast$

$$ast = \frac{660x_1}{4200(x_1 + 100)} = \frac{600(12)}{4200(12 + 100)} = 0.0168 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

Para una franja de $b = 100 \text{ cm}$

$$Ast = 100(0.0168) = 1.684 \text{ cm}^2$$

$$As > Ast$$

$$\text{Se toma } As = 2.3177 \text{ cm}^2$$

Usando varilla No 3 $a_o = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100(0.71)}{2.3177} = 30.63 \text{ cm}$$

$$S_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = \begin{cases} 3.5x_1 = 3.5 \times 12 = 42 \text{ cm} \\ 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Se usarán varillas No 3 @ 30 cm c.a.c.

3. REVISIÓN POR CORTANTE.

Se revisará uno de los tableros de acuerdo con los parámetros que marca la sección 6.3.3.6 de las NTC de Concreto.

En este caso se revisará el tablero II por ser el más desfavorable.

$$a_1 = 4.0 \text{ m}$$

$$d = 10.0 \text{ cm}$$

$$a_2 = 5.0 \text{ m}$$

$$b = 1.0 \text{ m}$$

$$V_{CR} = 0.5F_R b d \sqrt{f^* c} = 0.5(0.8)(10)(500)\sqrt{200}$$

$$V_{CR} = 5656.85 \text{ kg}$$

De los diagramas se obtienen los cortantes máximos los cuales se localizan en la franja F1:

$$V = 1.2815 \text{ Ton}$$

$$V_u = VF_c$$

$$V_u = (1.2815)(1.4)$$

$$V_u = 1.794 \text{ Ton}$$

$$V_u = 1794.10 \text{ kg}$$

$$5656.85 > 1794.10$$

$$V_{CR} > V_u \quad \therefore \text{Se acepta el peralte}$$

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TRABES

TRABES

Las vigas o trabes usualmente se utilizan para claros relativamente cortos y cuando se desean elementos de poco peralte para lograr alturas libres máximas debajo de ellos.

Existen diferentes tipos de vigas entre las cuales destacan:

➤ **Vigas simplemente apoyadas.**

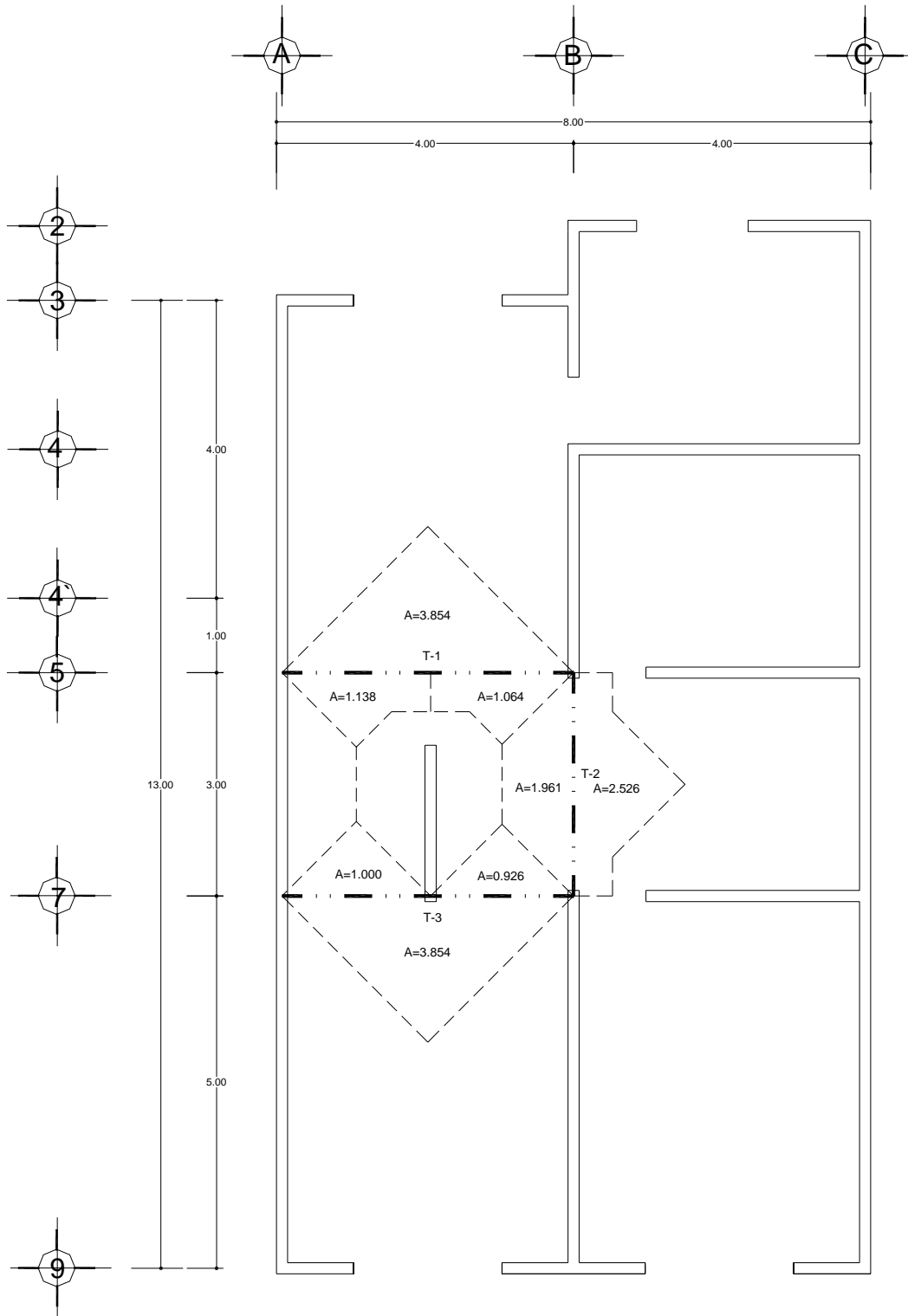
Tienen soportes cerca de sus extremos que la restringen sólo en su movimiento vertical. Los extremos de la viga pueden girar libremente.

➤ **Vigas en voladizo.**

Tienen soporte sólo en un extremo. El soporte proporciona restricción contra giros, movimientos verticales y horizontales. A este soporte se le llama empotramiento.

➤ **Vigas doblemente empotradas.**

Tienen sus dos extremos fijos. En ninguno de sus extremos puede ocurrir rotación o movimiento vertical, pero en la realidad nunca se logra un empotramiento perfecto.



ÁREAS TRIBUTARIAS EN TRABES PLANTA ALTA

TRABES PLANTA ALTA

Trabe T-1

Carga del tablero I sobre la trabe T-1

$$w_l = \frac{0.711(3.854)}{4.00} = 0.685 \text{ Ton/m}$$

Carga del tablero II sobre la trabe T-1

$$w_l = \frac{0.711(1.136)}{2.00} = 0.404 \text{ Ton/m}$$

Carga del tablero III sobre la trabe T-1

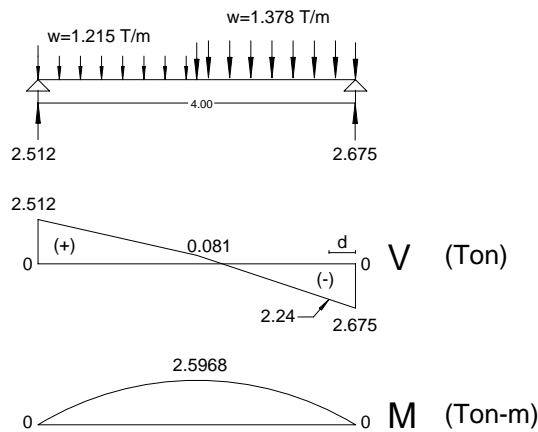
$$w_l = \frac{1.065(1.064)}{2.00} = 0.567 \text{ Ton/m}$$

Proponiendo trabe de 15 cm × 35 cm su peso propio será igual:

$$w_T = (0.15)(0.35)(2.40)(1.00) = 0.126 \text{ Ton/m}$$

$$W_{TOTAL1} = 1.215 \text{ Ton/m}$$

$$W_{TOTAL2} = 1.378 \text{ Ton/m}$$



Por Momento Positivo

$$Mu = F_c(M_{MAX})$$

$$Mu = 1.4(2.597) = 3.636 \text{ Ton - m}$$

Proponiendo:

$$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

De acuerdo con la sección 2.2.4 de las NTC de Concreto.

$$M_R \geq Mu$$

$$M_R = Mu = 3.636 \text{ Ton-m}$$

$$M_R = F_R b d^2 f'c q (1 - 0.5q^2)$$

$$d = 35 - \text{Re cubrimiento}$$

$$d = 35 - 5 = 30 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{f'c}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R b d^2 f'c}} \right]$$

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(3.639 \times 10^5)}{0.9(15)(30^2)(170)}} \right]$$

$$\rho = 0.0079$$

Comparando con ρ_{\min} y ρ_{\max}

De acuerdo con la secciones 2.1.1 y 2.2.2 de las NTC de Concreto.

$$\rho_{\min} = \frac{0.7\sqrt{f'c}}{fy} = \frac{0.7\sqrt{250}}{4200} = 0.00263$$

$$\rho_b = \frac{6000(B_1) f'c}{fy + 6000} = \frac{6000(0.85) 170}{4200 + 6000} = 0.020$$

$$\rho_{\max} = 0.75\rho_b = 0.75(0.020) = 0.015$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \therefore \text{Se acepta}$$

$$As = \rho b d$$

$$As = 0.0079(15)(30) = 3.5517 \text{ cm}^2$$

$$\text{Varillas \# 5: } a_0 = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$\text{Utilizando dos varillas \# 5: } As = 3.96 \text{ cm}^2$$

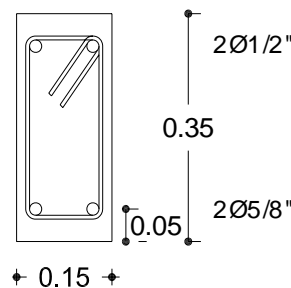
Para Momento Negativo

Como no existe momento negativo se utilizará el $A_{s_{min}}$

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} bd$$

$$A_{s_{min}} = 0.0026(15)(30) = 1.186 \text{ cm}^2$$

Por reglamento se utiliza mínimo 2 varillas # 4 (sección 6.1.1 de las NTC de Concreto.)



Cálculo del Refuerzo por Tensión Diagonal (estribos)

El cortante que se utiliza es el que se obtiene a un peralte efectivo $d = 25 \text{ cm}$ del paño del muro

$$V = 2.24 \text{ Ton}$$

$$V_u = F_c V$$

$$V_u = 1.4(2.24)$$

$$V_u = 3.136 \text{ Ton}$$

Cálculo del V_{CR}

$$\rho = \frac{3.96}{(15)(30)} = 0.0088$$

Como: $\rho < 0.015$

De acuerdo con la sección 2.5.1.1 de las NTC de Concreto.

$$V_{CR} = F_R bd(0.2 + 20\rho)\sqrt{F^*c}$$

$$V_{CR} = (0.8)(15)(30)(0.2 + 20(0.0088))\sqrt{200}$$

$$V_{CR} = 1914.28 \text{ kg}$$

$$V_{CR} = 1.914 \text{ Ton}$$

$$V_{CR} < V_u$$

$$s = \frac{F_R A_v f_y d}{V_{SR}} (\text{sen } \theta + \text{cos } \theta)$$

Proponiendo estribos #2.5 en dos ramas mínimo por reglamento sección 2.5.2.2 de las NTC Concreto.

$$A_v = 2(0.49) = 0.98 \text{ cm}^2$$

$$V_{SR} = Vu - V_{CR}$$

$$V_{SR} = 3136 - 1914.28$$

$$V_{SR} = 1221.72 \text{ kg}$$

$$s = \frac{0.8(0.98)(4200)(30)}{1221.72} = 80.85 \text{ cm}$$

Comparando s_{\min} y s_{\max}

$$s_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$1.5F_Rbd\sqrt{f^*c} = 1.5(0.8)(15)(30)\sqrt{200} = 7636.75$$

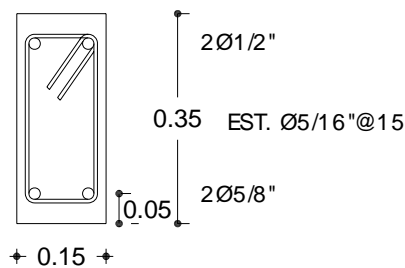
$$1.5F_Rbd\sqrt{f^*c} > Vu > V_{CR}$$

$$7636.75 > 3136.0 > 1914.28 \therefore s_{\max} = 0.5(d)$$

$$s_{\max} = 0.5(30) \qquad s_{\max} = 15 \text{ cm}$$

$s > s_{\max} \therefore$ Rige la separación máxima

Se usarán estribos #2.5 @ 15 cm



Cálculo de las deflexiones

Se calcula la deflexión máxima de la viga utilizando el programa STAD.

$$d = 3.97 \text{ mm}$$

De acuerdo con la sección 4.1 de las NTC de Criterios. La deflexión máxima permitida en el centro de la trabe es igual al claro entre 240 más 5 mm.

$$d_{\max} = \frac{l}{240} + 5$$

$$d_{\max} = \frac{400}{240} + 5$$

$$d_{\max} = 6.66 \text{ mm}$$

$$3.970 < 6.666$$

$$d < d_{\max} \therefore \text{Se acepta.}$$

Trabe T-2

Carga del tablero III sobre la trabe T-2

$$w_l = \frac{1.065(1.961)}{3.00} = 0.696 \text{ Ton/m}$$

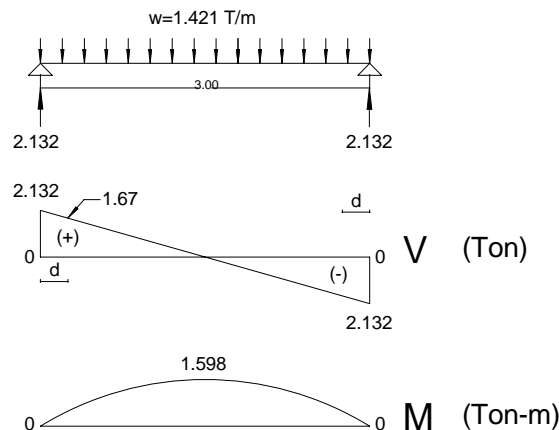
Carga del tablero VII sobre la trabe T-2

$$w_l = \frac{0.711(2.526)}{3.00} = 0.599 \text{ Ton/m}$$

Proponiendo trabe de 15 cm x 35 cm su peso propio será igual:

$$w_T = (0.15)(0.35)(2.40)(1.00) = 0.126 \text{ Ton/m}$$

$$W_{TOTAL} = 0.696 + 0.599 + 0.126 = 1.421 \text{ Ton/m}$$



Por Momento Positivo

$$Mu = Fc(M_{MAX})$$

$$Mu = 1.4(1.599) = 2.238 \text{ Ton} - m$$

Proponiendo:

$$f'c = 250 \frac{kg}{cm^2}$$

$$fy = 4200 \frac{kg}{cm^2}$$

De acuerdo con la sección 2.2.4 de las NTC de Concreto.

$$d = 35 - 5 = 30 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(2.238 \times 10^5)}{0.9(15)(30^2)(170)}} \right]$$

$$\rho = 0.0046$$

Comparando con ρ_{min} y ρ_{max}

$$\rho_{min} = 0.00263$$

$$\rho_{max} = 0.015$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max} \therefore \text{Se acepta}$$

$$As = 0.0046(15)(30) = 2.07 \text{ cm}^2$$

$$\text{Varillas \# 4: } a_0 = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$\text{Utilizando dos varillas \# 4: } As = 2.53 \text{ cm}^2$$

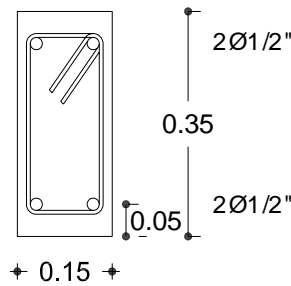
Por Momento Negativo

Como no existe momento negativo se utilizará el As_{min}

$$As_{min} = \rho_{min} bd$$

$$As_{min} = 0.0026(15)(30) = 1.186 \text{ cm}^2$$

Por reglamento se utiliza mínimo 2 varillas # 4 (sección 6.1.1 de las NTC de Concreto.)



Cálculo del Refuerzo por Tensión Diagonal (estribos)

El cortante que se utiliza es el que se obtiene a un peralte efectivo $d = 25\text{ cm}$ del paño del muro

$$V = 1.67\text{ Ton}$$

$$Vu = FcV$$

$$Vu = 1.4(1.67)$$

$$Vu = 2.34\text{ Ton}$$

Cálculo del V_{CR}

$$\rho = \frac{2.53}{(15)(30)} = 0.00562$$

Como: $\rho < 0.015$

$$V_{CR} = (0.8)(15)(30)(0.2 + 20(0.0056))\sqrt{200}$$

$$V_{CR} = 1588.44.00\text{ kg}$$

$$V_{CR} = 1.588\text{ Ton}$$

$$V_{CR} < Vu$$

Proponiendo estribos #2.5 en dos ramas mínimo por reglamento sección 2.5.2.2 de las NTC Concreto.

$$A_v = 2(0.49) = 0.98\text{ cm}^2$$

$$V_{SR} = Vu - V_{CR}$$

$$V_{SR} = 2340 - 1588.44$$

$$V_{SR} = 751.56\text{ kg}$$

$$s = \frac{0.8(0.98)(4200)(30)}{751.56} = 131.43\text{ cm}$$

Comparando s_{\min} y s_{\max}

$$s_{\min} = 6\text{ cm}$$

$$1.5F_Rbd\sqrt{f^*c} = 1.5(0.8)(15)(30)\sqrt{200} = 7636.75$$

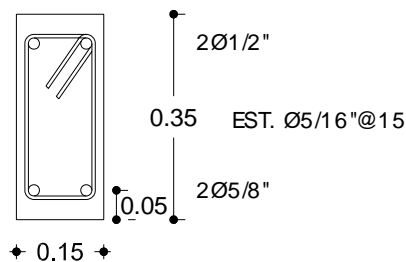
$$7636.75 > 2340 > 1588.0$$

$$1.5F_Rbd\sqrt{f^*c} > Vu > V_{CR} \therefore s_{\max} = 0.5(d)$$

$$s_{\max} = 0.5(30) \qquad s_{\max} = 15 \text{ cm}$$

$s > s_{\max} \therefore$ Rige la separación máxima

Se usarán estribos #2.5 @ 15 cm



Cálculo de las deflexiones

Se calculan la deflexión máxima al centro del claro de la viga utilizando la siguiente fórmula

$$d = \frac{5wl^4}{384EI} \qquad d = \frac{5(14.21)(300)^4}{384(221359.43)(53593.75)}$$

$$d = 0.126 \text{ cm}$$

$$d = 1.26 \text{ mm}$$

De acuerdo con la sección 4.1 de las NTC de Criterios. La deflexión máxima permitida en el centro de la trabe es igual al claro entre 240 más 5 mm.

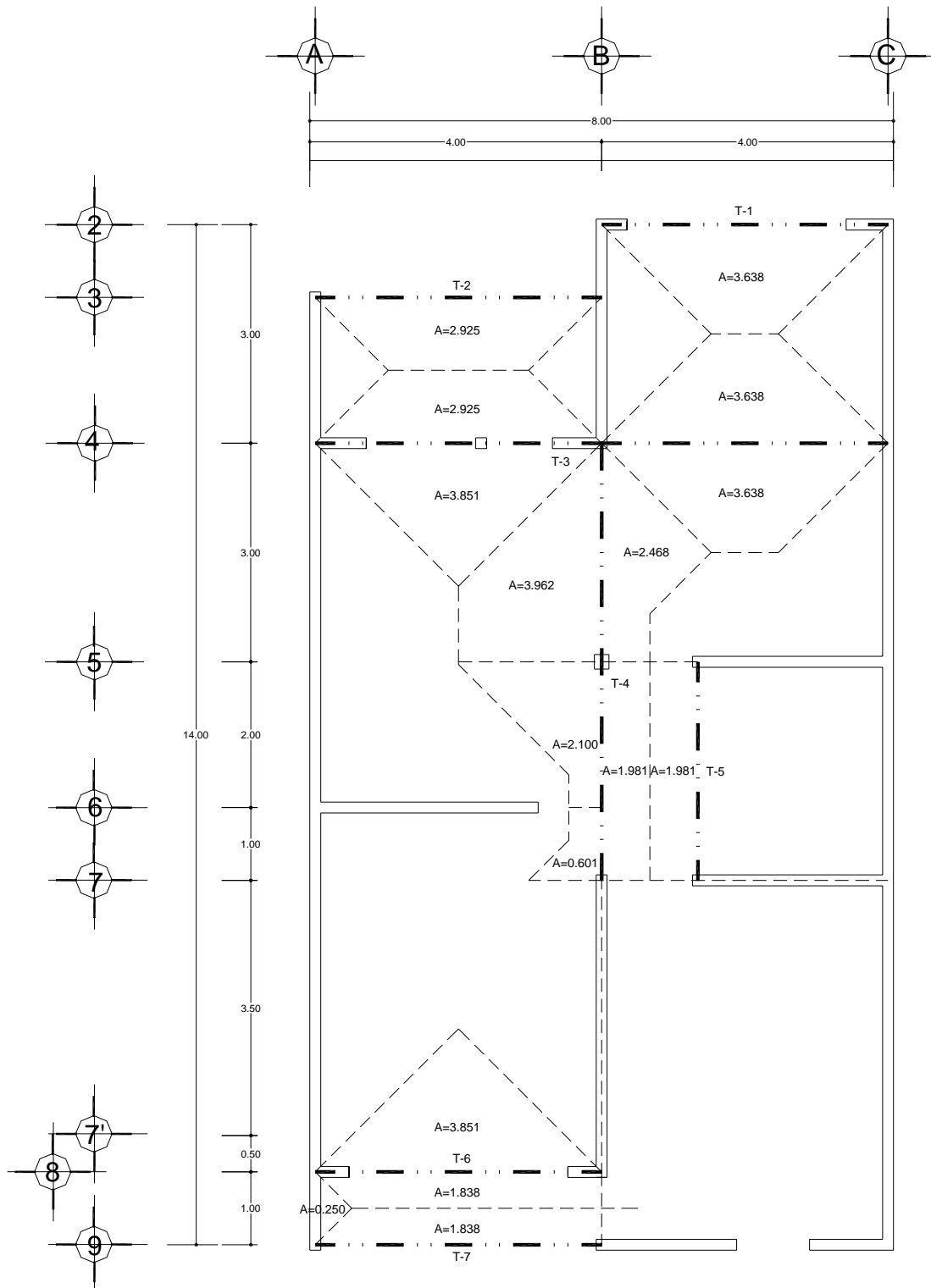
$$d_{\max} = \frac{l}{240} + 5$$

$$d_{\max} = \frac{300}{240} + 5$$

$$d_{\max} = 6.25 \text{ mm}$$

$$1.260 < 6.25$$

$d < d_{\max} \therefore$ **Se acepta.**



ÁREAS TRIBUTARIAS EN TRABES PLANTA BAJA

TRABES PLANTA BAJA

Trabe T-3

Carga losa de azotea sobre la trabe T-3

$$w_l = \frac{0.711(3.772)}{4.00} = 0.671 \text{ Ton/m}$$

$$w_l = \frac{0.711(3.638)}{4.00} = 0.647 \text{ Ton/m}$$

Peso muro sobre la trabe T-3

$$w_l = \frac{0.340(8.60)}{4.00} = 0.731 \text{ Ton/m}$$

(Muro Yeso /Mortero – Azulejo)

$$L \times h$$

$$4.0 \times 2.15 = 8.60$$

Carga del tablero VI sobre la trabe T-3

$$w_l = \frac{0.742(3.638)}{4.00} = 0.675 \text{ Ton/m}$$

Carga del tablero I sobre la trabe T-3

$$w_l = \frac{0.626(2.925)}{4.00} = 0.458 \text{ Ton/m}$$

Carga del tablero II sobre la trabe T-3

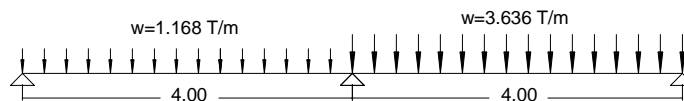
$$w_l = \frac{1.071(3.851)}{4.00} = 1.031 \text{ Ton/m}$$

Proponiendo trabe de 20 cm × 40 cm , su peso propio será igual a:

$$w_T = (0.20)(0.40)(2.40)(1.00) = 0.192 \text{ Ton/m}$$

$$W_{TOTALI} = 0.744 + 0.675 + 0.671 + 0.647 + 0.731 + 0.192 = 3.636 \text{ Ton/m}$$

$$W_{TOTALII} = 0.458 + 0.1.031 + 0.192 = 1.681 \text{ Ton/m}$$



Calculando las propiedades geométricas

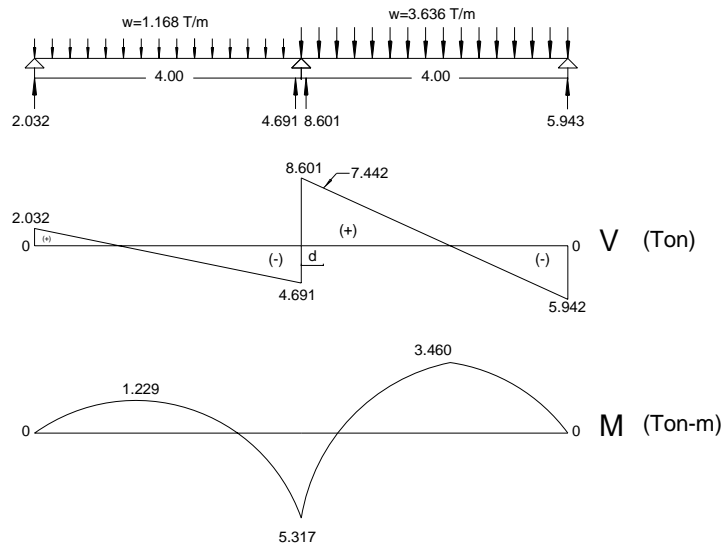
$$I = \frac{bh^3}{12} = 106666.667 \text{ cm}^4 = 0.00167 \text{ m}^4$$

$$E_c = 14000\sqrt{f'_c} \text{ de acuerdo con RCDF}$$

$$E_c = 14000\sqrt{250} = 221359.436 \frac{kg}{cm^2} = 2213594.36 \frac{Ton}{m^2}$$

$$A = (20)(40) = 800 \text{ cm}^2 = 0.080 \text{ m}^2$$

Utilizando el programa de rigideces se obtienen los cortantes y momentos:



Por Momento Positivo

$$Mu = Fc(M_{MAX})$$

$$Mu = 1.4(3.480) = 4.872 \text{ Ton} - m$$

Proponiendo:

$$f'_c = 250 \frac{kg}{cm^2}$$

$$f_y = 4200 \frac{kg}{cm^2}$$

De acuerdo con la sección 2.2.4 de las NTC

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(4.872 \times 10^5)}{0.9(20)(35^2)(170)}} \right]$$

$$\rho = 0.005655$$

Comparando con ρ_{\min} y ρ_{\max}

$$\rho_{\min} = 0.00263$$

$$\rho_{\max} = 0.015$$

De acuerdo con la secciones 2.1.1 y 2.2.2 de las NTC de Concreto.

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \therefore \text{Se acepta}$$

$$As = \rho bd$$

$$As = 0.005655(20)(35) = 3.958 \text{ cm}^2$$

$$\text{Varillas \# 5: } a_0 = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$\text{Utilizando dos varillas \# 5: } As = 3.960 \text{ cm}^2$$

Por Momento Negativo

$$Mu = Fc(M_{MAX})$$

$$Mu = 1.4(5.317) = 7.444 \text{ Ton} - m$$

Proponiendo:

$$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

De acuerdo con la sección 2.2.4 de las NTC

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(7.444 \times 10^5)}{0.9(20)(35^2)(170)}} \right]$$

$$\rho = 0.00905$$

Comparando con ρ_{\min} y ρ_{\max}

$$\rho_{\min} = 0.00263$$

$$\rho_{\max} = 0.015$$

De acuerdo con la secciones 2.1.1 y 2.2.2 de las NTC de Concreto.

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \therefore \text{Se acepta}$$

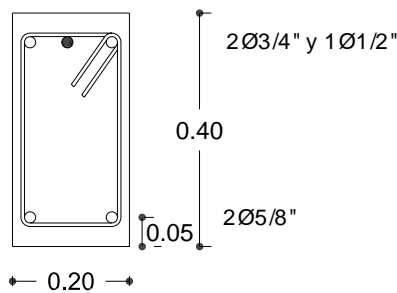
$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = 0.00905(20)(35) = 6.335 \text{ cm}^2$$

Varillas # 4: $a_0 = 1.27 \text{ cm}^2$

Varillas # 6: $a_0 = 2.85 \text{ cm}^2$

Utilizando dos varillas # 6 y una varilla # 4: $A_s = 6.97 \text{ cm}^2$



Cálculo del Refuerzo por Tensión Diagonal (estribos)

El cortante que se utiliza es el que se obtiene para un peralte efectivo $d = 25 \text{ cm}$ del paño del muro

$$V_u = F_c V$$

$$V_u = 1.4(7.442)$$

$$V_u = 10.419 \text{ Ton}$$

Cálculo del V_{CR}

$$\rho = \frac{8.55}{(20)(35)} = 0.0122 \quad \text{Como: } \rho < 0.015$$

$$V_{CR} = F_R b d (0.2 + 20\rho) \sqrt{F'_c}$$

$$V_{CR} = (0.8)(20)(35)(0.2 + 20(0.0122)) \sqrt{200}$$

$$V_{CR} = 3516.30 \text{ kg}$$

$$V_{CR} = 3.516 \text{ Ton}$$

$$V_{CR} < V_u$$

$$s = \frac{F_R A_v f_y d}{V_{CR}} (\text{sen } \theta + \text{cos } \theta)$$

Proponiendo estribos #2.5 en dos ramas

$$A_v = 2(0.49) = 0.98 \text{ cm}^2$$

$$V_{SR} = Vu - V_{CR}$$

$$V_{SR} = 10419 - 3516.3$$

$$V_{SR} = 6902.7 \text{ kg}$$

$$s = \frac{0.8(0.98)(4200)(35)}{6902.7} = 16.7 \text{ cm}$$

Comparando s_{\min} y s_{\max}

$$s_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$1.5F_Rbd\sqrt{f^*c} = 1.5(0.8)(20)(35)\sqrt{200} = 11879.39$$

$$11879.39 > 10419 > 3516.3$$

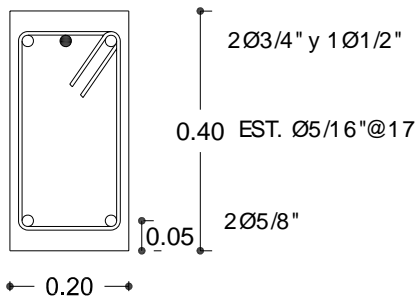
$$1.5F_Rbd\sqrt{f^*c} > Vu > V_{CR} \therefore s_{\max} = 0.5(d)$$

$$s_{\max} = 0.5(35)$$

$$s_{\max} = 17 \text{ cm}$$

$s > s_{\max} \therefore$ Rige la separación menor

Se usarán estribos #2.5 @ 17 cm



Cálculo de las deflexiones

Se calculan la deflexión máxima de la viga utilizando el programa STAD.

$$d = 0.6016 \text{ m}$$

De acuerdo con la sección 4.1 de las NTC de Criterios. La deflexión máxima permitida en el centro de la trabe es igual al claro entre 240 más 5 mm.

$$d_{\max} = \frac{l}{240} + 5$$

$$d_{\max} = \frac{400}{240} + 5$$

$$d_{\max} = 6.66 \text{ mm}$$

$$0.6016 < 6.666$$

$$d < d_{\max} \therefore \text{Se acepta.}$$

Trabe T-4

Carga losa de azotea sobre la trabe T-4

$$w_l = \frac{0.711(5.029)}{3.00} = 1.192 \text{ Ton/m}$$

$$w_l = 3 \frac{0.711(2.388)}{4.00} = 0.566 \text{ Ton/m}$$

Peso muro sobre la trabe T-4

$$w_l = \frac{0.315(6.45)}{3.00} = 0.677 \text{ Ton/m}$$

(Muro Yeso/Mortero –Mortero/Yeso)

$$L \times h$$

$$3.0 \times 2.15 = 6.45$$

Carga del tablero II sobre la trabe T-4

$$w_l = \frac{1.071(6.062)}{5.00} = 1.299 \text{ Ton/m}$$

Carga del tablero III sobre la trabe T-4

$$w_l = \frac{0.951(0.601)}{1.00} = 0.572 \text{ Ton/m}$$

Carga del tablero VI sobre la trabe T-4

$$w_l = \frac{0.742(2.68)}{3.00} = 0.610 \text{ Ton/m}$$

Carga del tablero VII sobre la trabe T-4

$$w_l = \frac{0.626(1.981)}{3.00} = 0.413 \text{ Ton/m}$$

Proponiendo trabe de 20 cm × 40 cm su peso propio será igual:

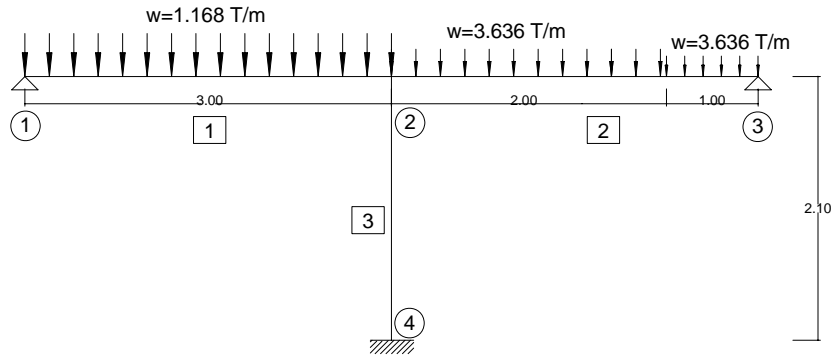
$$w_T = (0.20)(0.40)(2.40)(1.00) = 0.192 \text{ Ton/m}$$

$$W_{TOTALI} = 4.536 \text{ Ton/m}$$

$$W_{TOTALII} = 1.904 \text{ Ton/m}$$

$$W_{TOTALIII} = 1.177 \text{ Ton/m}$$

Como la trabe T-4 forma parte de un marco, se analizará como tal.



Calculando las propiedades geométricas

$$I_T = \frac{bh^3}{12} = \frac{(20)(40)^3}{12} = 106666.667 \text{ cm}^4 = 0.00167 \text{ m}^4$$

$$I_C = \frac{bh^3}{12} = \frac{(20)(20)^3}{12} = 13333.333 \text{ cm}^4 = 0.000133 \text{ m}^4$$

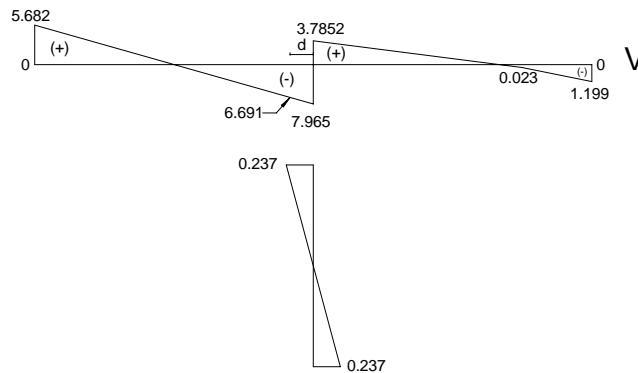
$$E_c = 14000\sqrt{f'c} \text{ de acuerdo con RCDF}$$

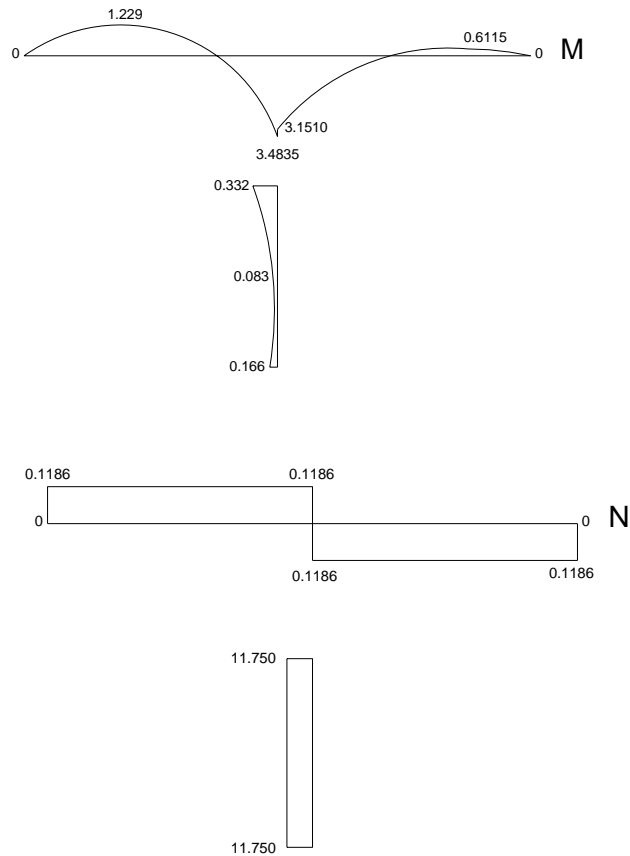
$$E_c = 14000\sqrt{250} = 221359.436 \text{ kg/cm}^2 = 2213594.36 \text{ Ton/m}^2$$

$$A_T = (20)(40) = 800 \text{ cm}^2 = 0.080 \text{ m}^2$$

$$A_C = (20)(20) = 400 \text{ cm}^2 = 0.040 \text{ m}^2$$

Utilizando el programa de rigideces obtenemos los diagramas de Normal, Cortante, y Momento Flexionante del marco:





Por Momento Positivo

$$Mu = Fc(M_{MAX})$$

$$Mu = 1.4(1.229) = 1.720 \text{ Ton} - m$$

Proponiendo:

$$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

De acuerdo con la sección 2.2.4 de las NTC de Concreto.

$$d = 40 - 5 = 35 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.720 \times 10^5)}{0.9(20)(35^2)(170)}} \right]$$

$$\rho = 0.0019$$

Comparando con ρ_{\min} y ρ_{\max}

$$\rho_{\min} = 0.00263$$

$$\rho_{\max} = 0.015$$

De acuerdo con la secciones 2.1.1 y 2.2.2 de las NTC de Concreto.

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \therefore \text{Se acepta}$$

$$A_s = 0.0019(20)(35) = 1.33 \text{ cm}^2$$

$$\text{Varillas \# 4: } a_0 = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$\text{Utilizando dos varillas \# 4: } A_s = 2.54 \text{ cm}^2$$

Por Momento Negativo

$$Mu = Fc(M_{MAX})$$

$$Mu = 1.4(3.484) = 4.878 \text{ Ton} - m$$

Proponiendo:

$$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

De acuerdo con la sección 2.2.4 de las NTC de Concreto.

$$d = 40 - 5 = 35 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(4.878 \times 10^5)}{0.9(20)(35^2)(170)}} \right]$$

$$\rho = 0.0056$$

Comparando con ρ_{\min} y ρ_{\max}

$$\rho_{\min} = 0.00263$$

$$\rho_{\max} = 0.015$$

De acuerdo con la secciones 2.1.1 y 2.2.2 de las NTC de Concreto.

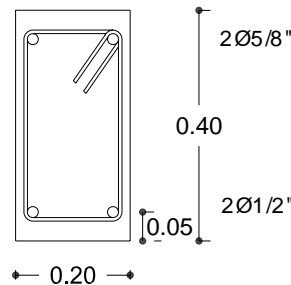
$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \therefore \text{Se acepta}$$

$$A_s = 0.0056(20)(35) = 3.96 \text{ cm}^2$$

Varillas # 5: $a_0 = 1.98 \text{ cm}^2$

Utilizando dos varillas # 5: $A_s = 3.96 \text{ cm}^2$

Por reglamento se utiliza mínimo 2 varillas # 4 sección 6.1.1 de las NTC de Concreto.



Cálculo del Refuerzo por Tensión Diagonal (estribos)

El cortante que se utiliza es el que se obtiene a un peralte efectivo $d = 25 \text{ cm}$ del paño del muro

$$V = 6.691 \text{ Ton}$$

$$V_u = F_c V$$

$$V_u = 1.4(6.691)$$

$$V_u = 9.367 \text{ Ton}$$

Cálculo del V_{CR}

$$\rho = \frac{3.96}{(20)(35)} = 0.0088$$

Como: $\rho < 0.015$

De acuerdo con la sección 2.5.2.2 de las NTC de Concreto.

$$V_{CR} = (0.8)(20)(35)(0.2 + 20(0.0088))\sqrt{200}$$

$$V_{CR} = 2977.77 \text{ kg}$$

$$V_{CR} = 2.977 \text{ Ton}$$

$$V_{CR} < V_u$$

Proponiendo estribos #2.5 en dos ramas mínimo por reglamento sección 2.5.2.2 de las NTC de Concreto.

$$A_v = 2(0.49) = 0.98 \text{ cm}^2$$

$$V_{SR} = Vu - V_{CR}$$

$$V_{SR} = 9367 - 2977.77$$

$$V_{SR} = 6389.23 \text{ kg}$$

$$s = \frac{0.8(0.98)(4200)(35)}{6389.23} = 18.03$$

Comparando s_{\min} y s_{\max}

$$s_{\min} = 6 \text{ cm}$$

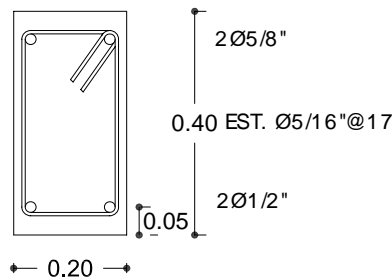
$$1.5F_R bd \sqrt{f^* c}$$

$$1.5(0.8)(20)(35)\sqrt{200} = 11879.39$$

$$1.5F_R bd \sqrt{f^* c} > Vu > V_{CR} \therefore s_{\max} = 0.5(d)$$

$$s > s_{\max} \therefore \text{Rige menor}$$

Se usarán estribos #2.5 @ 17cm



Cálculo de las deflexiones

Se calculan la deflexión máxima de la viga utilizando el programa STAD.

$$d = 1.1624 \text{ mm}$$

De acuerdo con la sección 4.1 de las NTC de Criterios. La deflexión máxima permitida en el centro de la trabe es igual al claro entre 240 más 5 mm.

$$d_{\max} = \frac{l}{240} + 5$$

$$d_{\max} = \frac{300}{240} + 5$$

$$d_{\max} = 6.66 \text{ mm}$$

$$1.1624 < 6.25$$

$d < d_{max} \therefore$ Se acepta.

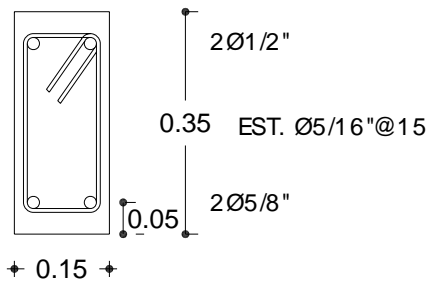
Se resume en la siguiente tabla los resultados de todas las traves debido a que es el mismo procedimiento para las demás.

PLANTA ALTA											
TRABE	b	h	d	ρ	As INF	As SUP	ARM. INF.	ARM. SUP.	ESTRIBOS @	Def Cal	Def Max
T-1	15.0	35.0	30.0	0.00790	3.553	1.186	2 ϕ 5/8"	2 ϕ 1/2"	15cm	3.396mm	6.66mm
T-2	15.0	35.0	30.0	0.00465	2.094	1.186	2 ϕ 1/2"	2 ϕ 1/2"	15cm	1.260mm	6.25mm
T-3	15.0	35.0	30.0	0.00790	3.553	1.186	2 ϕ 5/8"	2 ϕ 1/2"	15cm	3.396mm	6.66mm
PLANTA BAJA											
TRABE	b	h	d	ρ	As INF	As SUP	ARM. INF.	ARM. SUP.	ESTRIBOS @	Def Cal	Def Max
T-1	20.0	40.0	35.0	0.00725	5.077	1.820	2 ϕ 3/4"	2 ϕ 1/2"	17cm	3.080mm	6.66mm
T-2	20.0	40.0	35.0	0.00622	4.356	1.820	2 ϕ 3/4"	2 ϕ 1/2"	17cm	2.68mm	6.66mm
T-3	20.0	40.0	35.0	0.00566	3.959	6.335	2 ϕ 5/8"	2 ϕ 3/4" y 1 ϕ 3/4"	17cm	0.601mm	6.66mm
T-4	20.0	40.0	35.0	0.00190	1.330	3.964	2 ϕ 5/8"	2 ϕ 1/2"	17cm	1.624mm	6.25mm
T-5	15.0	35.0	30.0	0.00310	1.397	1.186	2 ϕ 1/2"	2 ϕ 1/2"	15cm	0.251mm	6.66mm
T-6	15.0	35.0	30.0	0.00811	3.650	1.186	2 ϕ 5/8"	2 ϕ 1/2"	15cm	3.74mm	6.66mm
T-7	20.0	40.0	35.0	0.00562	3.935	1.820	2 ϕ 5/8"	2 ϕ 1/2"	17cm	2.440mm	6.66mm

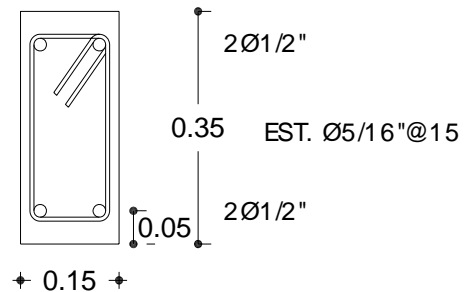
- As INF= Area de Acero Superior
- As SUP= Area de Acero Inferior
- ARM INF= Armado Superior
- ARM SUP= Armado Inferior
- Def Cal= Deflexion Calculada
- Def Max= Daflexion Maxima

TRABES PLANTA ALTA

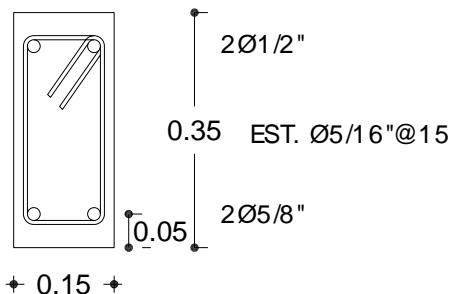
Trabe T-1



Trabe T-2

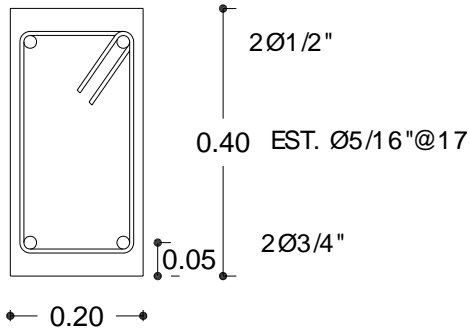


Trabe T-3

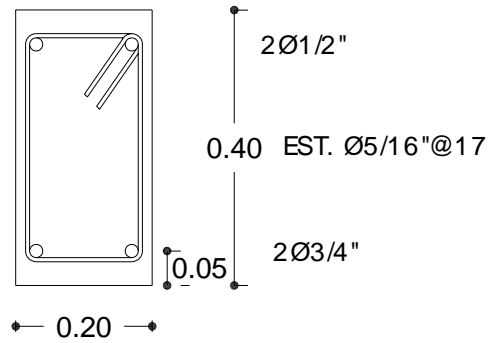


TRABES PLANTA BAJA

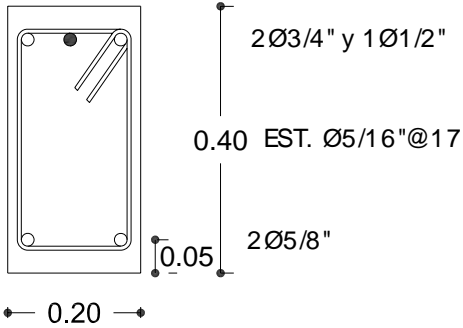
Trabe T-1



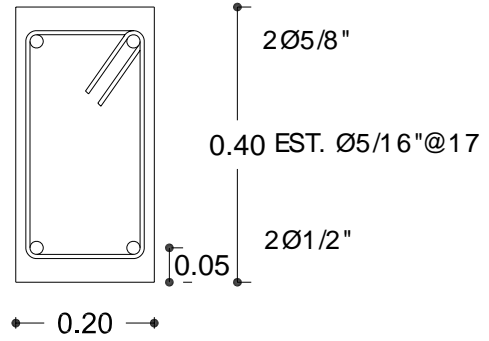
Trabe T-2



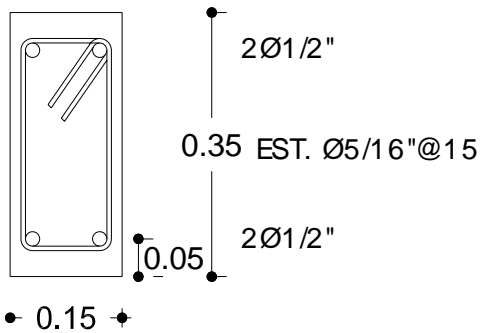
Trabe T-3



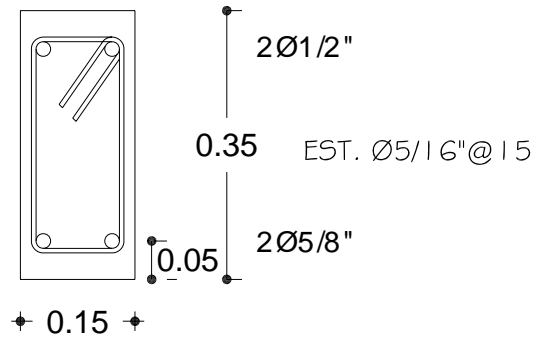
Trabe T-4



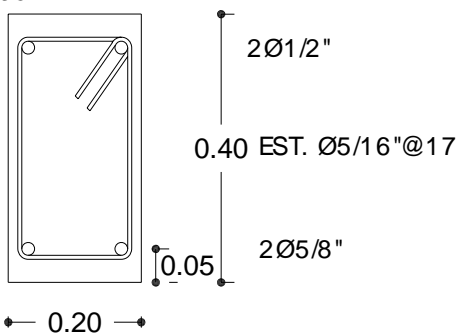
Trabe T-5



Trabe T-6



Trabe T-7



CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE COLUMNAS

COLUMNAS

Las columnas son elementos estructurales, utilizados primordialmente para soportar cargas de compresión, se pueden dividir en:

➤ **Columnas cortas.**

Son aquellas en las que la carga última, para una excentricidad dada, esta gobernada por la resistencia de los materiales y las dimensiones de la sección transversal, sin que la altura intervenga.

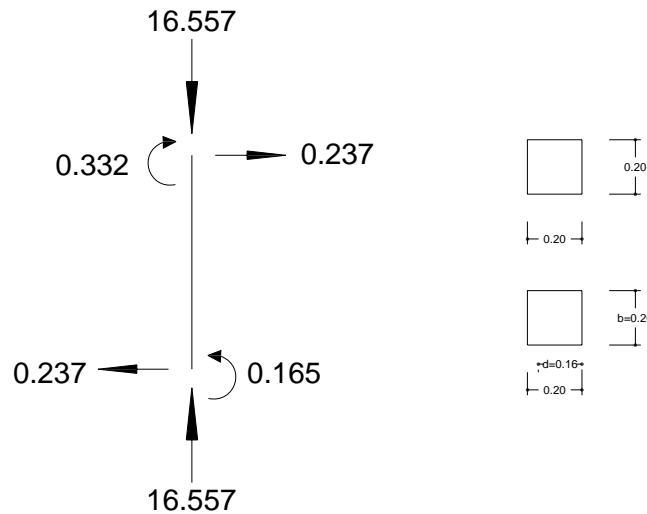
➤ **Columnas largas o esbeltas.**

Son aquellas en las que la carga última esta influida por la altura, ya que se produce flexión adicional por efecto de las deformaciones transversales (pandeo lateral).

Se diseña la siguiente columna corta a flexocompresión en una dirección.

Se diseñará la columna con las cargas ejercidas por la trabe T-3 y las cargas de las trabes de planta alta que descargan directamente sobre la columna.

La columna se propone de $20 \times 20 \text{ cm}$ mínimo por reglamento sección 6.2.1 de las NTC de Concreto.



Se diseña la columna por cargas permanentes:

$$P_u = F_c(P_{servicio})$$

$$F_c = 1.4$$

$$P_u = 1.4(16.557) = 23.180 \text{ Ton}$$

$$V_u = 1.4(0.237) = 0.332 \text{ Ton}$$

$$M_u = 1.4(0.332) = 0.465 \text{ Ton} - m$$

Proponiendo:

$$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$f^*c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f''c = 170 \text{ kg/cm}^2$$

Se usarán varilla #4 con estribos #2.5

De acuerdo con la sección 4.9.2 de las NTC de Concreto se deben cumplir los siguientes requisitos:

El recubrimiento y separación no será mayor que:

- El tamaño nominal del agregado multiplicado por 1.25
- El diámetro nominal de la barra o tendón al cual se le mide el recubrimiento.
- Si la barra forma paquetes 1.5 el diámetro de la barra más gruesa del paquete.

$$r = 2.60 + 0.79 + 0.63 \approx 4$$

$$d = h - r = 16 \text{ cm}$$

Cálculo de los términos para entrar en el diagrama de iteraciones

$$\frac{d}{h} = \frac{16}{20} = 0.8$$

$$K = \frac{23.180 \times 10^3}{0.8(20)(20)^2(170)} = 0.0213$$

$$R = \frac{0.465 \times 10^5}{0.8(20)(20)^2(170)} = 0.0427$$

$$\frac{e}{h} = \frac{e}{20} = \frac{0.0201}{20} = 0.0010$$

$$e = \frac{Mu}{Pu} = \frac{0.465}{23.180} = 0.0201$$

$$\frac{d}{h} = 0.80$$

$$q = 0.2$$

$$q = \rho \frac{f_y}{f'_c}$$

$$\rho = \frac{q f'_c}{f_y} = \frac{0.20(170)}{4200} = 0.0088$$

De acuerdo con la sección 6.2.2 de las NTC de Concreto

$$\rho_{\min} = \frac{20}{fy} = 0.0048$$

$$\rho_{\max} = 0.06$$

$$0.0048 < 0.0088 < 0.06$$

$$\rho = \frac{As}{bd}$$

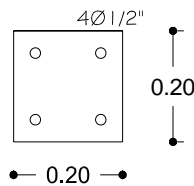
$$As = \rho bd$$

$$As = 0.0088(20)(20)$$

$$As = 3.52 \text{ cm}^2$$

Refuerzo Longitudinal

Con cuatro varillas #4 $As = 5.07 \text{ cm}^2$



Refuerzo Transversal

Cumpliendo con la sección 2.5.1.3 de las NTC de Concreto

$$\text{Cuando } Pu \leq Fr(0.7 f^* cAg + 2000As)$$

$$Ag = bh = 20(20) = 400 \text{ cm}^2$$

$$Fr(0.7 f^* cAg + 2000As) = 0.8(0.7(200)(400) + 2000(5.07))$$

$$Fr(0.7 f^* cAg + 2000As) = 52912.0$$

$$18212 < 52912$$

Si $\rho < 0.015$

$$\rho = \frac{As}{bh} = \frac{5.07}{(20)(20)} = 0.0127$$

$$\rho = 0.0127 < 0.015$$

De acuerdo con la sección 2.5.1.1 de las NTC de Concreto.

$$V_{CR} = F_R b d (0.2 + 20\rho) \sqrt{f^* c} \left[1 + 0.007 \frac{Pu}{Ag} \right]$$

$$V_{CR} = 0.8(20)(20)(0.2 + 20(0.0127))\sqrt{200} \left[1 + 0.007 \frac{12925}{400} \right]$$

$$V_{CR} = 2519.0 \text{ kg}$$

$$Vu = 332.0 \text{ kg}$$

Se colocará refuerzo mínimo con estribos #2.5 y la separación no excederá de $d/2$ de acuerdo con la sección 2.5.2.2 de las NTC de Concreto.

$$s = \frac{16}{2} = 8.0 \text{ cm}$$

Obtendremos la separación de acuerdo con la sección 6.2.3.2 de las NTC de Concreto.

$$s_{\max} \leq \left(\frac{850}{\sqrt{fy}} \right) \phi \text{ refuerzo longitudinal.}$$

$$s_{\max} \leq 48\phi \text{ estribos.}$$

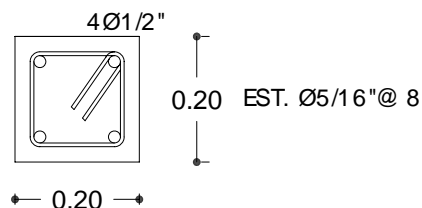
$$s_{\max} \leq \frac{1}{2} \text{ de la menor dimensión de la columna.}$$

$$s_{\max} \leq \left(\frac{850}{\sqrt{4200}} \right) (1.27) = 16.65 \text{ cm}$$

$$s_{\max} \leq 48(0.79) = 37.92 \text{ cm}$$

$$s_{\max} \leq \frac{1}{2}(20.0) = 10.0 \text{ cm}$$

Rige la separación menor $s = 8.0 \text{ cm}$



CAPÍTULO VI

REVISIÓN DE MUROS

MUROS DE MAMPOSTERÍA

Los muros de mampostería, son elementos estructurales empleados frecuentemente en la construcción de viviendas. Éstos están contruidos comúnmente por piezas de mampostería unidas por un material cementante llamado mortero.

Las piezas de mampostería mas usadas en la construcción de muros pueden ser de dos tipos:

- Tabiques o ladrillos de barro o arcilla.
- Bloques, tabiques o tabicones de concreto.

Ambos tipos de piezas pueden clasificarse en huecas o macizas.

- Piezas huecas: son aquellas que en su sección transversal más desfavorable tienen un área mínima de al menos el 45% del área total.
- Piezas macizas: son aquellas que en su sección transversal más desfavorable tienen un área mínima de por lo menos el 75% del área total.

De acuerdo con su funcionamiento podemos tener muros de carga, muros de contención, muros divisorios y bardas.

De acuerdo con la manera en que trabajan se clasifican en:

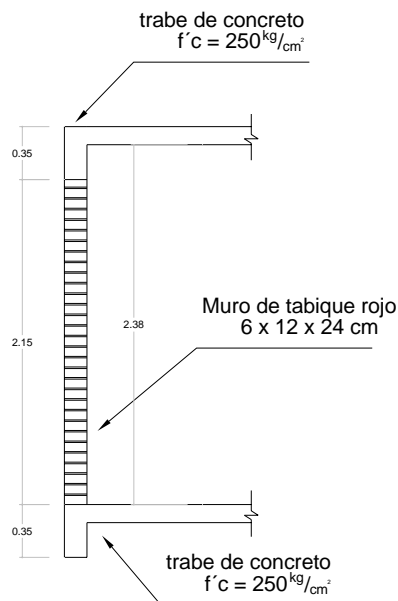
- Muros diafragma: se encuentran rodeados en su perímetro por vigas y columnas.
- Muros de mampostería confinados: son aquellos que se encuentran rodeados por dalas y castillos.
- Muros de mampostería reforzados: son aquellos contruidos con piezas huecas y se colocan varillas de refuerzo tanto horizontal como verticalmente.

REVISIÓN DE MUROS ANTE CARGAS VERTICALES

La revisión de los muros ante cargas verticales, consiste en verificar que los muros soporten las cargas que son transmitidas a través de ellos.

Muro de tabique de barro rojo recocido, con las siguientes dimensiones 6x12x24 cm

Espesor del muro: 12 cm.



Mortero tipo I

Altura libre de entrepiso: 2.38 m

Losa maciza colada monolíticamente con sus apoyos

➤ Cargas de servicio

Azotea

Diseño por cargas permanentes

$$\text{Carga en tableros: } W = 0.711 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{Carga entablado de tinaco: } W = 1.169 \text{ Ton/m}^2$$

Diseño por cargas permanentes más accidentales

$$\text{Carga en tableros: } W = 0.681 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{Carga entablado de tinaco: } W = 1.139 \text{ Ton/m}^2$$

Entrepiso

No se puede estandarizar los pesos, debido a que tenemos tableros que soportan muros y tableros que llevan instalaciones

Diseño por cargas permanentes

$$W_1 = 0.626 \text{Ton}/m^2$$

$$W_5 = 0.818 \text{Ton}/m^2$$

$$W_2 = 1.143 \text{Ton}/m^2$$

$$W_6 = 0.732 \text{Ton}/m^2$$

$$W_3 = 0.996 \text{Ton}/m^2$$

$$W_7 = 0.626 \text{Ton}/m^2$$

$$W_4 = 0.626 \text{Ton}/m^2$$

$$W_8 = 0.664 \text{Ton}/m^2$$

Diseño por cargas permanentes más accidentales

$$W_1 = 0.546 \text{Ton}/m^2$$

$$W_5 = 0.738 \text{Ton}/m^2$$

$$W_2 = 0.883 \text{Ton}/m^2$$

$$W_6 = 0.652 \text{Ton}/m^2$$

$$W_3 = 0.916 \text{Ton}/m^2$$

$$W_7 = 0.546 \text{Ton}/m^2$$

$$W_4 = 0.546 \text{Ton}/m^2$$

$$W_8 = 0.584 \text{Ton}/m^2$$

Propiedades de la mampostería $f m^*$ de la tabla 2.8 de las NTC de Mampostería.

$$f m^* = 15 \text{kg}/cm^2$$

Resistencia al corte $v m^*$ de la tabla 2.9 de las NTC de Mampostería.

$$v m^* = 3.5 \text{kg}/cm^2 \quad \text{Mortero tipo I} \quad f_c = 60 \text{kg}/cm^2$$

$$F_R = 0.6 \text{ Por ser mampostería confinada}$$

Cumpliendo con los requisitos de la sección 3.2.2.3 de las N.T.C. de Mampostería
Se podrá tomar:

$$F_E = 0.7 \text{ Para muros interiores}$$

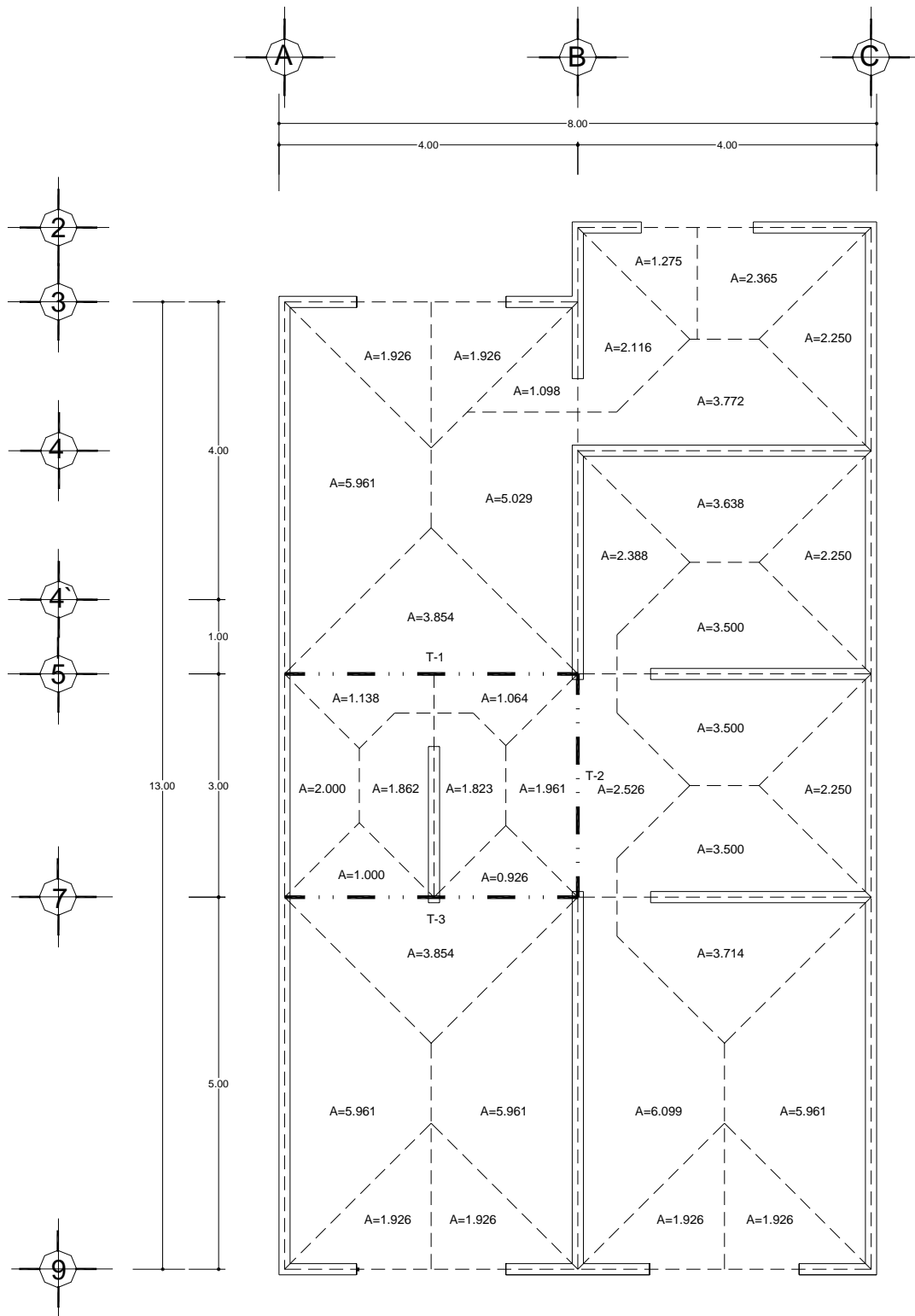
$$F_E = 0.6 \text{ Para muros exteriores}$$

Si se cumple que:

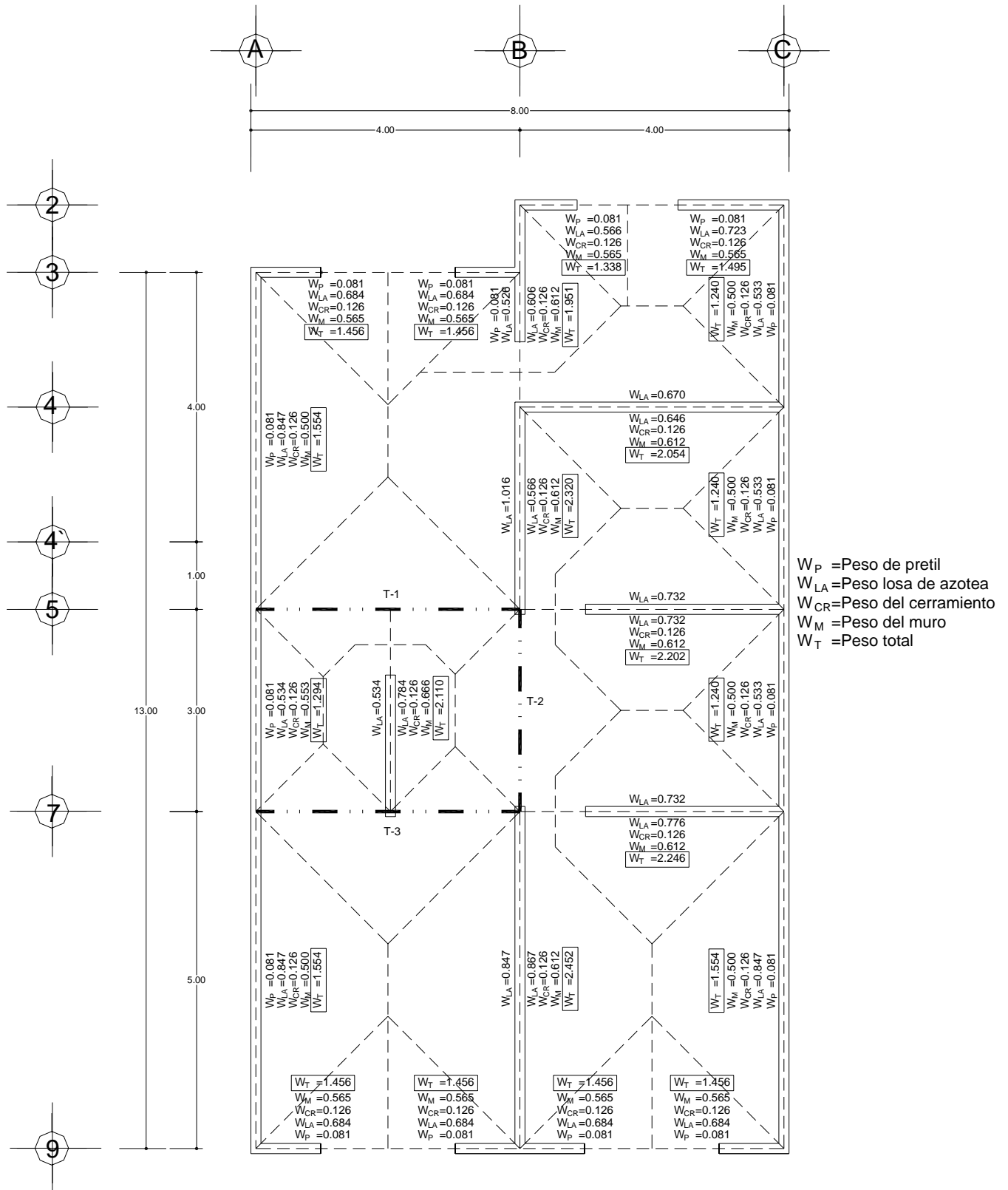
1. Las deformaciones en los extremos del muro están restringidas por el sistema de piso que se liga al piso mediante dalas y castillos.
2. No hay excentricidades importantes, ya que las losas apoyan directamente sobre los muros sin volados ni cargas concentradas.

3. $\frac{H}{t} \leq 20$
 $\frac{238}{12} \leq 20$
 $19.83 \leq 20$

Si se cumplen los requisitos.



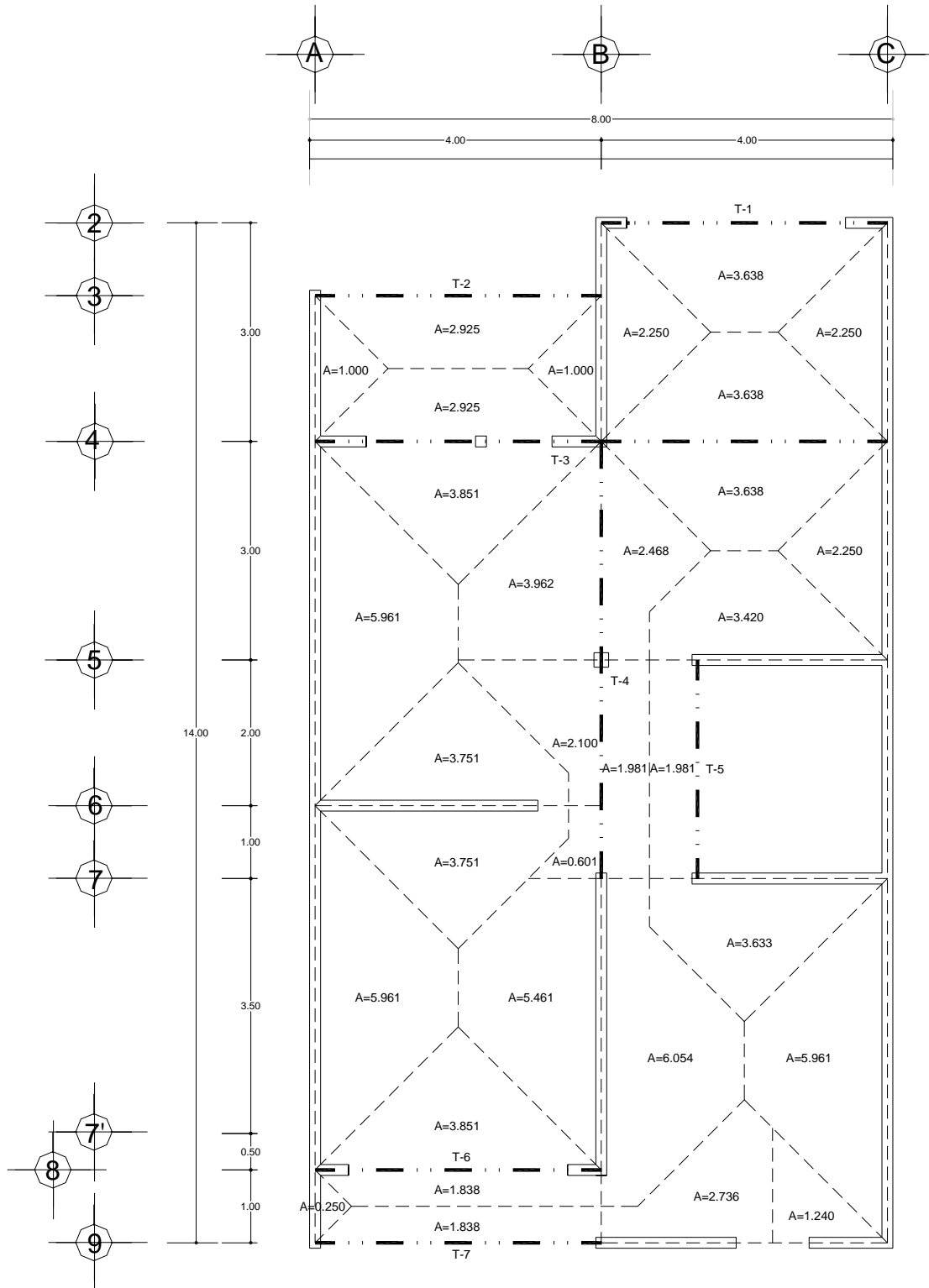
ÁREAS TRIBUTARIAS LOSA DE AZOTEA



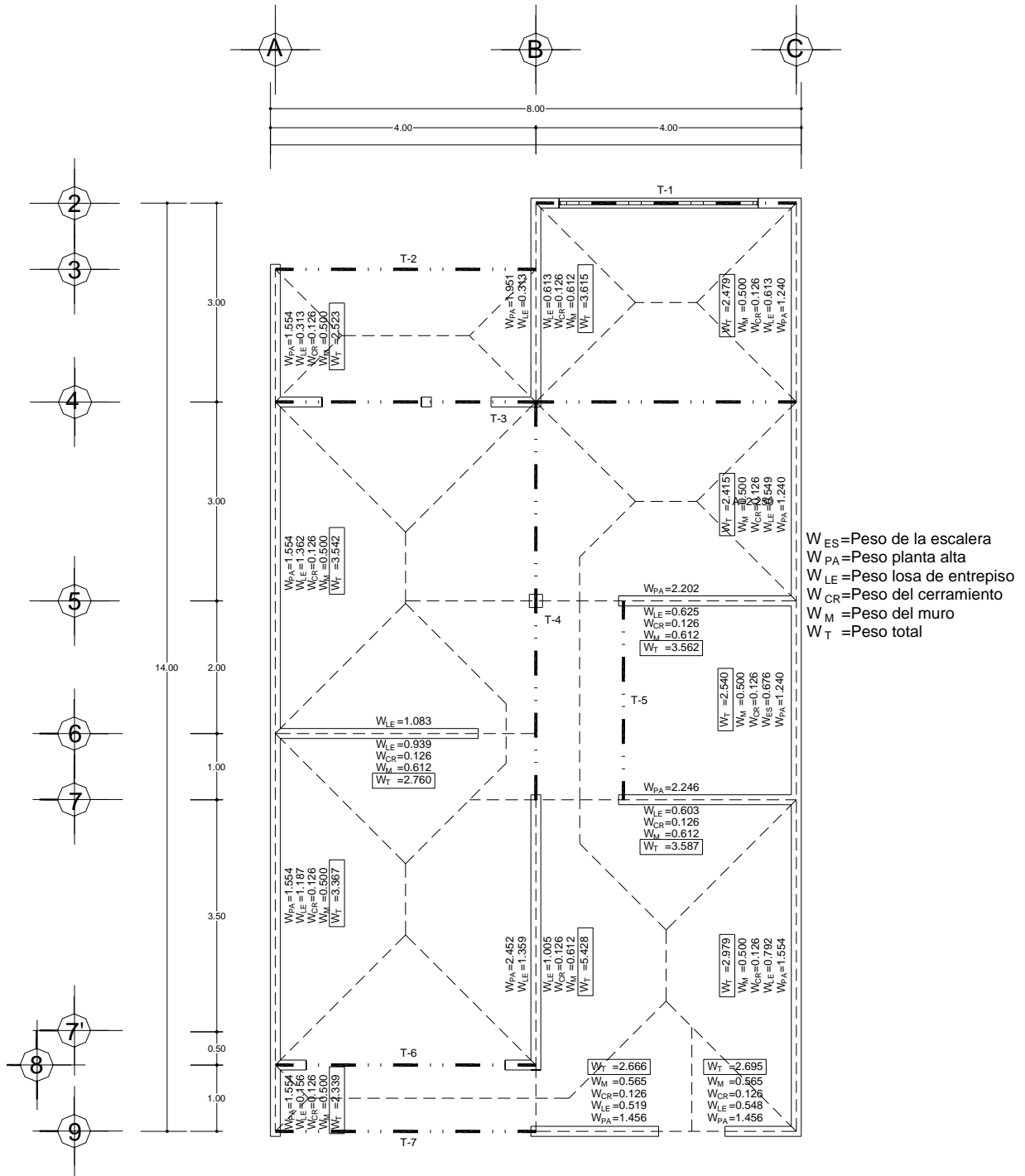
PESOS LOSA DE AZOTEA

MUROS PLANTA ALTA

MURO	LONGITUD (cm)	ESPESOR (cm)	ÁREA TRIBUTARIA(m ²)	WTOTAL (kg/m)	CARGA VERTICAL		FE	CARGA VERTICAL RESISTENTE	
					P (kg)	Pu (kg)			
2	77.50	12	1.275	1338.00	1036.950	1451.730	0.6	6361.20	Pasa
2	150.00	12	2.365	1495.00	2242.500	3139.500	0.6	12312.00	Pasa
3	88.80	12	1.925	1456.00	1292.928	1810.099	0.6	7288.70	Pasa
3	88.80	12	1.926	1456.00	1292.928	1810.099	0.6	7288.70	Pasa
4	392.50	12	7.410	2054.00	8061.950	11286.730	0.7	37585.80	Pasa
5	287.50	12	7.000	2202.00	6330.750	8863.050	0.7	27531.00	Pasa
7	287.50	12	7.214	2246.00	6457.250	9040.150	0.7	27531.00	Pasa
9	103.75	12	1.926	1456.00	1510.600	2114.840	0.6	8515.80	Pasa
9	177.50	12	1.926	2912.00	5168.800	7236.320	0.6	14569.20	Pasa
9	100.00	12	1.926	1456.00	1456.000	2038.400	0.6	8208.00	Pasa
A	500.00	12	13.922	1554.00	7770.000	10878.000	0.6	41040.00	Pasa
A'	195.00	12	3.685	2110.00	4114.500	5760.300	0.7	18673.20	Pasa
B	195.65	12	3.214	1951.00	3817.132	5343.984	0.6	16058.95	Pasa
B	315.00	12	7.417	2320.00	7308.000	10231.200	0.7	30164.40	Pasa
B	500.00	12	12.198	2452.00	12260.000	17164.000	0.7	47880.00	Pasa
C	500.00	12	12.711	1554.00	7770.000	10878.000	0.6	41040.00	Pasa
	3959.50		88.040	30012.00	77890.288				



ÁREAS TRIBUTARIAS PLANTA BAJA



PESOS PLANTA BAJA

MUROS PLANTA BAJA									
MURO	LONGITUD (cm)	ESPESOR (cm)	ÁREA TRIBUTARIA(m ²)	WTOTAL (kg/m)	CARGA VERTICAL		FE	CARGA VERTICAL RESISTENTE	
					P (kg)	Pu (kg)			
5	260.46	12	3.420	3562.00	9277.585	12988.619	0.7	24941.65	Pasa
6	298.06	12	7.502	2760.00	8226.456	11517.038	0.7	28542.23	Pasa
7	260.46	12	3.633	3587.00	9342.700	13079.780	0.7	24941.65	Pasa
9	177.50	12	2.736	2666.00	4732.150	6625.010	0.6	14569.20	Pasa
9	100.00	12	1.240	2695.00	2695.000	3773.000	0.6	8208.00	Pasa
A	500.00	12	13.172	3367.00	16835.000	23569.000	0.6	41040.00	Pasa
B	300.00	12	11.515	3615.00	10845.000	15183.000	0.7	28728.00	Pasa
B	400.00	12	3.250	5428.00	21712.000	30396.800	0.7	38304.00	Pasa
C	500.00	12	10.461	2979.00	14895.000	20853.000	0.6	41040.00	Pasa
	2796.48		56.929	30659.00	98560.891	137985.248			

REVISIÓN DE MUROS ANTE CARGAS LATERALES

Se realizará la revisión de los muros ante cargas laterales utilizando el método simplificado.

La casa se construirá en Morelia. Mich. Por lo que se encuentra ubicada en la zona sísmica “C”

De un estudio de mecánica de suelos realizado al terreno se obtuvo una capacidad de carga de $6.5 \text{Ton}/\text{m}^2$ y $\gamma_s = 1.4 \text{Ton}/\text{m}^3$ el cual fue realizado por el propietario de la casa, se tiene un terreno tipo III.

$$H = 5.64 \text{ m}$$

Terreno tipo III, Grupo B y Zona C (Morelia). De acuerdo con el manual de obras civiles de la CFE. Se obtiene:

$$C_s = \frac{C}{Q} = 0.32$$

Revisando los requisitos del método simplificado.

1. Más del 75% de las cargas están soportadas por muros.
2. Los muros perimetrales tienen una longitud mayor del 50% de la longitud total.
3. $B = 8.0 \text{ m}$

$$L = 14.15 \text{ m}$$

$$\frac{L}{B} = \frac{14.15}{8.0} \leq 2 \qquad 1.768 < 2$$

$$4. \frac{H}{B} \leq 1.5$$

$$\frac{5.53}{14.15} \leq 1.5$$

$$0.390 \leq 1.5$$

$$H = 5.53 < 13 \text{ m}$$

∴ Se puede aplicar el método simplificado de las NTC de Mampostería sección 3.2.3.3

Cálculo del peso total

$$W_s = [A_{azotea} (W_{azotea}) + L_{muros\ azotea} (P_{muros})] + [W_{tinaco}] + [A_{entrepiso} (W_{entrepiso}) + L_{muros\ entrepiso} (P_{muros})]$$

$$W_s = [(109.275)(0.681) + ((40.45)(0.629) + (24.275)(0.677) + (8.80)(0.731))] + [2.122]$$

$$+ (8.300)(0.546) + (20.000)(0.883) + (20.000)(0.916) + (4.300)(0.546)$$

$$+ (12.386)(0.738) + (12.000)(0.625) + (4.186)(0.546) + (20.300)(0.584)$$

$$+ ((42.075)(0.629) + (15.38)(0.677))$$

$$W_s = 235.366 \text{ Ton}$$

Cálculo del Vu_{BASAL}

$$V_{BASE} = W_{total} C_s$$

$$V_{BASE} = (235.366)(0.32)$$

$$V_{BASE} = 75.32 \text{ Ton}$$

$$Vu_{BASAL} = F_c V_{BASE}$$

$$F_c = 1.1$$

$$Vu_{BASAL} = (1.1)(75.31)$$

$$Vu_{BASAL} = 82.85 \text{ Ton}$$

Cálculo del V_R

De acuerdo con la sección 5.4.2 de las NTC de Mampostería.

$$V_R = F_R (0.5V^* m \times A_{Total\ equivalente} + 0.3P) \leq 1.5F_R Vm \times A_T\ equivalente$$

$$F_R = 0.7 \text{ Para muros confinados}$$

$$Vm^* = 3.5 \frac{kg}{cm^2} \text{ Mortero tipo I}$$

$$A_T\ equivalente = L \times F_{AE}$$

$$F_{AE} = 1 \text{ si } \frac{H}{L} \leq 1.333$$

$$F_{AE} = \left(1.333 \frac{L}{H}\right)^2 \text{ si } \frac{H}{L} > 1.333$$

Se revisa únicamente planta baja por ser la más desfavorable.

SENTIDO X					
MURO	LONGITUD (cm)	ESPESOR (cm)	H/L	FAE	Área Total Equivalente (cm ²)
5	260.46	12	0.825	1.00	3125.52
6	298.06	12	0.721	1.00	3576.72
7	260.46	12	0.825	1.00	3125.52
7'	135.00	12	1.593	0.70	1323.00
9	177.50	12	1.211	1.00	2130.00
9	100.00	12	2.150	1.00	1200.00
					1231.48
					14480.76

SENTIDO Y					
MURO	LONGITUD (cm)	ESPESOR (cm)	H/L	FAE	Área Total Equivalente (cm ²)
A	1300.00	12	0.165	1.00	15600.00
B	300.00	12	0.717	1.00	3600.00
B	400.00	12	0.538	1.00	4800.00
B'	55.00	12	3.909	0.12	76.75
C	1400.00	12	0.154	1.00	16800.00
					3455.00
					40876.75

$$Px = \frac{L_x}{L_T} W_{total}$$

$$Px = \frac{1231.48}{4686.48} (235366.00)$$

$$Px = 61847.809 \text{ kg}$$

$$Py = \frac{L_y}{L_T} W_{total}$$

$$Py = \frac{3455.00}{4686.48} (235.366.00)$$

$$Py = 173518.191 \text{ kg}$$

$$V_{RY} = 0.7(0.5(3.5)(40876.75) + 0.3(173518.19)) \leq 1.5(0.7)(3)(40876.75)$$

$$V_{RY} = 86512.83 \text{ kg} \leq 128761.748 \text{ kg}$$

$$V_{RY} = 86.512 \text{ Ton} > Vu_{BASAL} = 82.85 \text{ Ton}$$

$$V_{mRX} = 0.7(0.5(3)(14480.76) + 0.3(61847.80)) \leq 1.5(0.7)(3)(14480.76)$$

$$V_{mRX} = 30726.97 \text{ kg} \leq 45614.39 \text{ kg}$$

$$V_{RX} = 30.72 \text{ Ton} < Vu_{BASAL} = 82.85 \text{ Ton}$$

Se reforzarán los muros en la dirección “x” con malla electrosoldada 6×6–10×10 con un $f_y = 5000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ las especificaciones para su colocación se propondrán de acuerdo con la sección 3.3.6.5 de las NTC de Mampostería (capítulo de mallas de alambre soldado.)

$$\rho_h = \frac{A_{sh}}{s_h t} \qquad \rho_h = \frac{0.924}{(15.24)(12.00)} = 0.0051$$

ρ_h = Cantidad de acero de refuerzo vertical en el muro

A_{sh} = Área de acero de refuerzo horizontal colocada a una separación s_h , cm.

Verificando que ρ_h cumpla con las condiciones de la sección 5.4.3.3 de las NTC de Mampostería.

$$\rho_h > \frac{3}{f_{yh}} \qquad \rho_h > \frac{3}{5000} = 0.0006$$

$$V_R = F_R (0.5V_m^* A_T + 0.3P) \leq 1.5F_R V_m^* A_T$$

$$V_R = (0.7)[(0.5)(3.5)(14480.76) + 0.3(61847.81)] \leq (1.5)(0.7)(3.5)(14480.76)$$

$$V_R = 30726.97 \leq 53216.79$$

$$\rho_h > \frac{V_{mR}}{F_R f_{yh} A_T} \qquad \rho_h > \frac{30726.97}{0.7(5000)(14480.76)} = 0.00061$$

$$\rho_h < 0.3 \frac{f_m^*}{f_{yh}} \qquad \rho_h < 0.3 \frac{3.5}{5000} = 0.0021$$

$$\rho_h < \frac{12}{f_{yh}} \qquad \rho_h < \frac{12}{5000} = 0.0024$$

$$\rho_h f_{yh} = 2.500 \text{ kg/cm}^2$$

De acuerdo con la sección 5.4.3.4 de las NTC de Mampostería.

$$\rho_h f_{yh} \leq 6 \text{ kg/cm}^2 \quad \therefore \eta = 0.6;$$

Se refuerzan los muros en los ejes 5 y 6

Área transversal de los muros reforzados $A_T = 6702.54 \text{ cm}^2$

$$V_{sRX} = F_R \eta \rho_h f_{yh} A_T$$

$$V_{sRX} = (0.7)(0.6)(0.0051)(5000)(6702.54)$$

$$V_{sRX} = 71784.20 \text{ kg}$$

Cortante total en la dirección “x”

$$V_{mRX} = 30726.97 \text{ kg}$$

$$V_{sRX} = 71784.20 \text{ kg}$$

$$V_{RX} = V_{mRX} + V_{sRX}$$

$$V_{RX} = 30726.97 + 71784.20$$

$$V_{RX} = 102511.17 \text{ kg}$$

Comparación de cortantes

$$V_{RX} = 102.51 \text{ Ton} > Vu_{BASAL} = 82.85 \text{ Ton}$$

$$V_{RY} = 86.512 \text{ Ton} > Vu_{BASAL} = 82.85 \text{ Ton}$$

MAMPOSTERÍA CONFINADA

Los muros deben cumplir los siguientes requisitos:

Colocación de malla electro soldada en muros en dirección “x”.

La malla se debe de anclar a la mampostería, así como a los castillos y dalas de manera que pueda alcanzar su esfuerzo especificado de fluencia.

Se ahogaran dos alambres perpendiculares a la dirección de análisis en el concreto, el más cercano a la sección no debe separarse mas de 5 cm de esta.

Se utilizarán clavos de acero como conectores a una separación de 45 cm máximo.

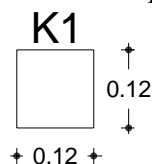
La malla se recubrirá con una capa de mortero.

Colocar castillos en los extremos de los muros e intersecciones.

$$1.5H = 1.5(2.15) = 3.225 \approx 3.00 \text{ m}$$

Colocaremos traveses en todos los extremos horizontales de muros y en pretilas mayores de 50 cm.

Castillos con un espesor mínimo de 12 cm.



$$A_s = 0.2 \frac{f'_c}{f_y} t^2$$

$$f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$t = 14 \text{ cm}$$

$$A_s = 0.2 \frac{150}{4200} (12)^2$$

$$A_s = 1.0286 \text{ cm}^2$$

Se proponen cuatro varillas #3 $A_s = 2.85 \text{ cm}^2$

Se anclará el refuerzo longitudinal de los castillos.

Refuerzo transversal

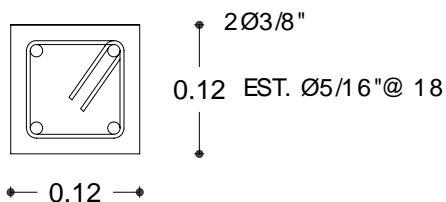
$$A_{sc} = \frac{1000s}{f_y h c}$$

$$s \leq \begin{cases} 1.5t & 1.5(12) = 18 \text{ cm} \\ & 20 \text{ cm} \end{cases}$$

$$h c = 10$$

$$A_{sc} = \frac{1000(18.0)}{4200(10.0)} = 0.4285 \text{ cm}$$

Estribos #2.5 @ 18 cm



Se colocarán elementos de refuerzo en todas las aberturas.

$$\frac{H}{t} \leq 30 \text{ cm}; \quad \frac{250}{12} \leq 30; \quad 0.208 \leq 30$$

$$t = 12 \text{ cm} > 10 \text{ cm}$$

Se revisarán aquellos castillos en donde descargan traveses $P_{RO} > P_u$

$$P_{RO} = F_R [f'_c(b)(h)(1 - \rho) + f_y(b)(h)(\rho)]$$

$$P_u = \text{Reacción de la trabe por el factor de carga (} F_c = 1.4 \text{)}$$

Para K-1 P_{RO} será igual:

$$A_s = \rho b d$$

$$\rho = \frac{A_s}{b d} = \frac{2.85}{(12)(12)}$$

$$\rho = 0.0198$$

$$P_{RO} = 0.8[(102)(12)(12)(1 - 0.0198) + 4200(12)(12)(0.0198)]$$

$$P_{RO} = 21097.77 \text{ kg}$$

Verificando que $P_{RO} > P_u$ en traveses

Trabe T-3

Se revisará en la trabe 3 por ser la de mayor descarga.

$$P_{S_1} = 2032.0 \text{ kg} \quad P_{u_1} = 1.4(2032) \quad P_{u_1} = 2844.8 \text{ kg}$$

$$P_{S_2} = 13918.0 \text{ kg} \quad P_{u_2} = 1.4(13918) \quad P_{u_2} = 19485.2 \text{ kg}$$

$$P_{S_3} = 5942.0 \text{ kg} \quad P_{u_3} = 1.4(5942) \quad P_{u_3} = 8318.0 \text{ kg}$$

$$P_{u_1} = 2844.80 \text{ kg} < P_{RO} = 21097.77 \text{ kg}$$

$$P_{u_2} = 19485.0 \text{ kg} < P_{RO} = 21097.77 \text{ kg}$$

$$P_{u_3} = 8318.0 \text{ kg} < P_{RO} = 21097.77 \text{ kg}$$

PLANTA ALTA		
CASTILLOS	P_{RO}	P_U
T-1	21097.77	3745.00
T-2	21097.77	2984.80
T-3	21097.77	3745.00

PLANTA BAJA		
CASTILLOS	P_{RO}	P_U
T-1	21097.77	6115.20
T-2	21097.77	5320.00
T-3	21097.77	19485.00
T-4	21097.77	7898.80
T-5	21097.77	3054.80
T-6	21097.77	3724.00
T-7	21097.77	4844.00

Todos los castillos soportan las cargas de las traves.

CAPÍTULO VII

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN

La forma más simple de clasificar una cimentación, es de acuerdo a la profundidad de los estratos resistentes del suelo. La cimentación se clasifica en cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas.

ZAPATAS

Las zapatas son cimentaciones superficiales, que se usan cuando las descargas de la estructura son relativamente pequeñas y tenemos a poca profundidad un estrato resistente con la capacidad de carga y rigidez, para aceptar las presiones transmitidas por la cimentación.

Las zapatas se pueden clasificarse de distintas maneras como se muestra a continuación:

Por su forma de trabajar: aisladas, combinadas, continuas bajo muros, continuas bajo columnas, arriostradas.

Por su morfología: macizas.

Por su forma: rectangulares, cuadradas, circulares, poligonales.

Se proponen zapatas corridas para la cimentación de la casa habitación, por lo que es el sistema que se describe a continuación.

Zapatas corridas

Las zapatas corridas pueden ser bajo muros o bajo columnas, son cimentaciones de gran longitud en comparación con su sección transversal.

En la zapata corrida bajo muro la carga es uniformemente distribuida, no hay transmisión de momentos. Para el diseño se puede tomar un segmento de longitud unitaria.

De un estudio de mecánica de suelos realizado al terreno, se obtuvo una capacidad de carga de $6.5 \text{Ton}/\text{m}^2$ y un peso específico $\gamma_s = 1.4 \text{Ton}/\text{m}^3$ el cual fue realizado por el propietario de la casa, por lo cual se tiene un terreno tipo III.

Se busca en donde se presenta la carga mas desfavorable para la cimentación, para con ella diseñar.

EJE	TRAMO	TIPO	W sobre Cimentación Ton/m	
5	B-C	CENTRO	3.562	
6	A-B	CENTRO	2.760	
7	B-C	CENTRO	3.587	
9	B-C	CENTRO	2.695	
A	3-4	LINDERO	2.523	
A	4-6	LINDERO	3.542	MAX
A	6-8	LINDERO	3.367	
A	8-9	CENTRO	2.339	
B	2-4	CENTRO	3.615	
B	7-9	CENTRO	5.428	MAX
C	2-4	LINDERO	2.479	
C	4-5	LINDERO	2.415	
C	5-7	LINDERO	2.540	
C	7-9	LINDERO	2.979	

DISEÑO DE LA ZAPATA CORRIDA BAJO MURO DE LINDERO

Del estudio de mecánica de suelos se obtuvieron las siguientes propiedades:

$$q_r = 6.5 \text{Ton}/\text{m}^2$$

$$\gamma_s = 1.4 \text{Ton}/\text{m}^3$$

Se propone construir zapata corrida bajo muro a una profundidad de desplante de: $D_f = 80.0 \text{ cm}$ y un $f'c = 200 \text{ kg}/\text{cm}^2$

De acuerdo con la transmisión de cargas, en el Eje A, tramo 4-6 $W = 3.542 \text{Ton}/\text{m}$ se concentra la mayor carga para la cimentación de lindero; esta carga será con la que se diseñe la cimentación.

1.-Descarga total de la cimentación.

$$P_T = P + W_s$$

$$W_s = \left(\frac{\gamma_c + \gamma_s}{2} \right) BLD_f$$

Se realiza un predimensionamiento con un valor de B aproximado.

$$B = 1.20 \left(\frac{P}{q_r} \right)$$

$$B = 1.20 \left(\frac{3.542}{6.5} \right) = 0.654 \text{ m}$$

$$B = 0.654 \text{ m}$$

$$W_s = \left(\frac{2.4 + 1.4}{2} \right) (0.654)(1.0)(0.80)$$

$$W_s = 0.994$$

$$P_T = 3.542 + 0.994$$

$$P_T = 4.536 \text{ Ton/m}$$

Dimensionamiento de la Zapata.

$$B = \frac{P_T}{q_r}$$

$$B = \frac{4.536}{6.5}$$

$$B = 0.698 \approx 0.75 \text{ m}$$

$$B = 75.0 \text{ cm}$$

Presión de Contacto.

$$q = \frac{P_T}{BL} \leq q_r$$

$$q = \frac{4.682}{(0.75)(1.0)}$$

$$q = 6.24 \text{ Ton/m} < q_r = 6.5 \text{ Ton/m}$$

∴ Se acepta $B = 0.75 \text{ m}$

Presión neta última.

$$q_{nu} = Fc \left(\frac{P}{BL} \right)$$

$$q_{nu} = 1.4 \left(\frac{4.682}{(0.75)(1.0)} \right)$$

$$q_{nu} = 8.739 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_{nu} = 0.873 \text{ kg/cm}^2$$

DISEÑO DE LA LOSA.

Diseño por cortante.

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{V_{CR} + q_{nu}}$$

$$f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{CR} = 0.5 F_R \sqrt{f'c}$$

$$V_{CR} = 0.5(0.8)\sqrt{160}$$

$$V_{CR} = 5.059 \text{ kg/cm}^2$$

$$\ell = B - C$$

$$\ell = 0.75 - 0.25$$

$$\ell = 0.50 \text{ m}$$

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{V_{CR} + q_{nu}}$$

$$d = \frac{(0.873)(50.0)}{5.059 + 0.873}$$

$$d = 7.358 < d_{\min} \approx 10.0 \text{ cm}$$

∴ se usará

$$d = 10.0 \text{ cm}$$

$$H = d + \text{recubrimiento}$$

$$H = 15.0 \text{ cm}$$

Cálculo de $W_{S\text{ real}}$.

	h (m)	B (m)	L (m)	γ (Ton/m)	W Ton
W plantilla	0.05	0.75	1.00	2.20	0.083
W losa	0.15	0.75	1.00	2.40	0.270
W muro	0.60	0.25	1.00	1.80	0.270
W relleno	0.60	0.50	1.00	1.30	0.390
					1.013

$$W_{S\text{ real}} = 1.013 < W_s = 1.140$$

∴ Se acepta la zapata.

Diseño por flexión.

➤ Cálculo en el sentido transversal de la zapata.

$$Mu = \frac{q_{mu} \ell^2}{2}$$

$$Mu = \frac{(8.63)(0.50)^2}{2}$$

$$Mu = 1.079 \text{ Ton} - m$$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R b d^2 f''c}} \right]$$

$$\rho = \frac{136}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.079 \times 10^5)}{0.9(100)(10)^2 (136)}} \right]$$

$$\rho = 0.00299$$

$$\rho_{\min} = \frac{0.7\sqrt{f''c}}{fy} = \frac{0.7\sqrt{200}}{4200} = 0.00236$$

$$\rho_{\max} = 0.75\rho_b = 0.75(0.020) = 0.015$$

$$\rho_{\min} > \rho$$

∴ Se utilizará $\rho = 0.00299$

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = (0.00299)(100)(10)$$

$$A_s = 2.990 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas # 3 $a_0 = 0.71 \text{ cm}^2$.

$$s = \frac{100(0.71)}{2.990}$$

$$s = 23.745 \text{ cm}$$

Se usarán varillas No 3 @ 20 cm c.a.c.

➤ **Cálculo en el sentido longitudinal de la zapata.**

Como la Zapata sólo se flexiona en su lado corto, en el lado largo únicamente se colocara A_{st}

$$A_{st} = \frac{600x_1}{f_y(100 + x_1)} (100)(1.5)$$

$$A_{st} = \frac{600(10)}{4200(10 + 100)} (100)(1.5)$$

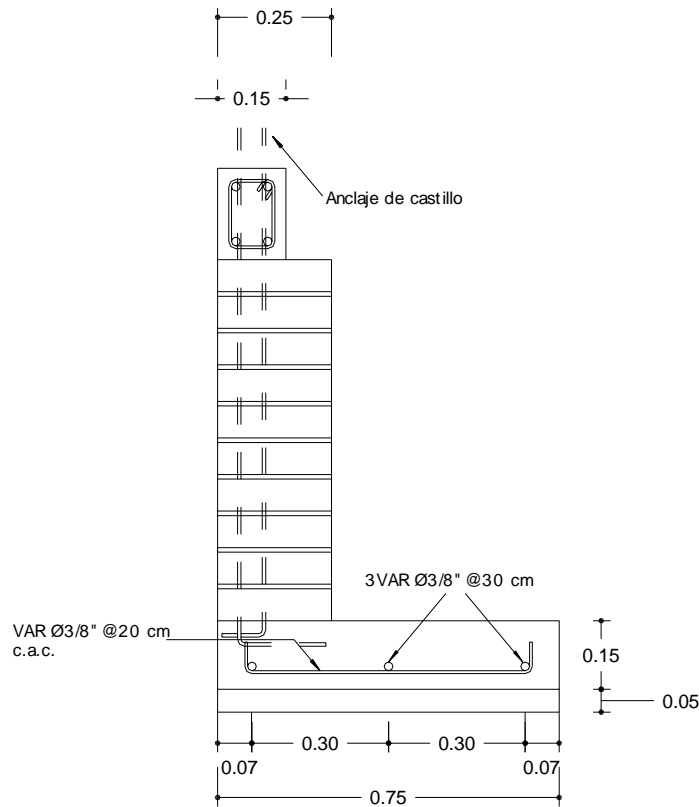
$$A_{st} = 2.142 \text{ cm}^2$$

Se proponen varillas # 3 $a_0 = 0.71 \text{ cm}^2$

$$s = \frac{(100)(0.71)}{2.14}$$

$$s = 33.17 \text{ cm} \approx 30.0 \text{ cm}$$

Se usarán varillas No 3 @ 30 cm c.a.c.



DISEÑO DE LA ZAPATA CORRIDA BAJO MURO DE CENTRO

Se propone construir zapata corrida bajo muro a una profundidad de desplante de: $D_f = 80.0 \text{ cm}$ y un $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$

De acuerdo con la transmisión de cargas, en el Eje B, tramo 7-9 $W = 5.428 \text{ Ton/m}$ se concentra la mayor carga para la cimentación de lindero; esta carga será con la que se diseñe la cimentación.

Descarga total de la cimentación.

$$P_T = P + W_s$$

$$W_s = \left(\frac{\gamma_c + \gamma_s}{2} \right) BLD_f$$

Se realiza un predimensionamiento con un valor de B aproximado.

$$B = 1.20 \left(\frac{P}{q_r} \right)$$

$$B = 1.20 \left(\frac{5.428}{6.5} \right) = 1.10 \text{ m}$$

$$B = 1.10 \text{ m}$$

$$W_s = \left(\frac{2.4 + 1.4}{2} \right) (1.10)(1.0)(0.80)$$

$$W_s = 1.672$$

$$P_T = 5.422 + 1.672$$

$$P_T = 7.094 \text{ Ton/m}$$

Dimensionamiento de la Zapata.

$$B = \frac{P_T}{q_r}$$

$$B = \frac{7.094}{6.5}$$

$$B = 1.091 \approx 1.10 \text{ m}$$

$$B = 110.0 \text{ cm}$$

Presión de Contacto.

$$q = \frac{P_T}{BL} \leq q_r$$

$$q = \frac{7.094}{(1.10)(1.0)}$$

$$q = 6.449 \text{ Ton/m} < q_r = 6.5 \text{ Ton/m}$$

∴ Se acepta $B = 1.10 \text{ m}$

Presión neta última.

$$q_{nu} = Fc \left(\frac{P}{BL} \right)$$

$$q_{nu} = 1.4 \left(\frac{7.094}{(1.10)(1.0)} \right)$$

$$q_{nu} = 9.028 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_{nu} = 0.903 \text{ kg/cm}^2$$

DISEÑO DE LA LOSA.

Diseño por cortante

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{V_{CR} + q_{nu}}$$

$$f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{CR} = 0.5 F_R \sqrt{f'c}$$

$$V_{CR} = 0.5(0.8)\sqrt{160}$$

$$V_{CR} = 5.059 \text{ kg/cm}^2$$

$$\ell = \frac{B - C}{2}$$

$$\ell = \frac{1.10 - 0.25}{2}$$

$$\ell = 0.425 \text{ m}$$

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{V_{CR} + q_{nu}}$$

$$d = \frac{(0.903)(42.5)}{5.059 + 0.903}$$

$$d = 6.437 < d_{\min} \approx 10.0 \text{ cm}$$

∴ se usará

$$d = 10.0 \text{ cm}$$

$$H = d + \text{recubrimiento}$$

$$H = 15.0 \text{ cm}$$

Cálculo de $W_{S\ real}$.

	h (m)	B (m)	L (m)	γ (Ton/m)	W Ton
W plantilla	0.05	1.10	1.00	2.20	0.121
W losa	0.15	1.10	1.00	2.40	0.396
W muro	0.60	0.25	1.00	1.80	0.270
W relleno	0.60	0.85	1.00	1.30	0.663
					1.450

$$W_{S\ real} = 1.450 < W_s = 1.582$$

∴ Se acepta la zapata.

Diseño por flexión

➤ **Cálculo en el sentido transversal de la zapata.**

$$Mu = \frac{q_{nu} \ell^2}{2}$$

$$Mu = \frac{(9.028)(0.425)^2}{2}$$

$$Mu = 0.815 \text{ Ton} - m$$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R bd^2 f''c}} \right]$$

$$\rho = \frac{136}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.815 \times 10^5)}{0.9(100)(10)^2 (136)}} \right]$$

$$\rho = 0.00223$$

$$\rho_{\min} = \frac{0.7\sqrt{f''c}}{fy} = \frac{0.7\sqrt{200}}{4200} = 0.00236$$

$$\rho_{\max} = 0.75\rho_b = 0.75(0.020) = 0.015$$

$$\rho_{\min} > \rho$$

∴ Se utilizará $\rho_{\min} = 0.00236$

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = (0.00236)(100)(10)$$

$$A_s = 2.360 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas # 3 $a_0 = 0.71 \text{ cm}^2$

$$s = \frac{100(0.71)}{2.360}$$

$$s = 30.08 \text{ cm}$$

Se usarán varillas No 3 @ 30 cm c.a.c.

➤ **Cálculo en el sentido longitudinal de la zapata.**

Como la Zapata sólo se flexiona en su lado corto, en el lado largo únicamente se colocara A_{st}

$$A_{st} = \frac{600x_1}{f_y(100 + x_1)} (100)(1.5)$$

$$A_{st} = \frac{600(10)}{4200(10 + 100)} (100)(1.5)$$

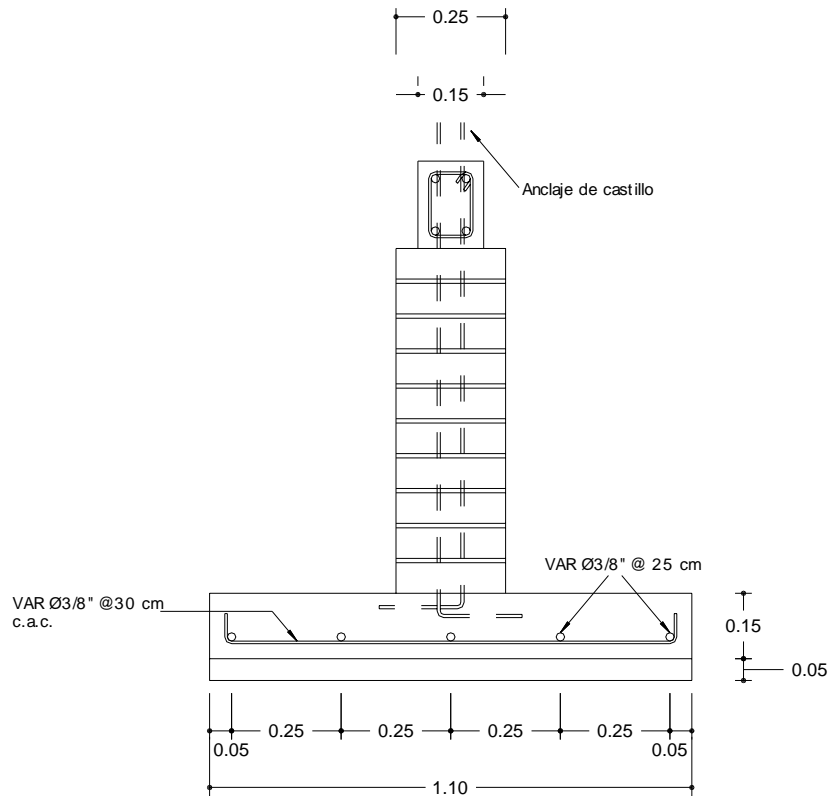
$$A_{st} = 2.142 \text{ cm}^2$$

Se proponen varillas # 3 $a_0 = 0.71 \text{ cm}^2$

$$s = \frac{(100)(0.71)}{2.14}$$

$$s = 33.17 \text{ cm} \approx 30.0 \text{ cm}$$

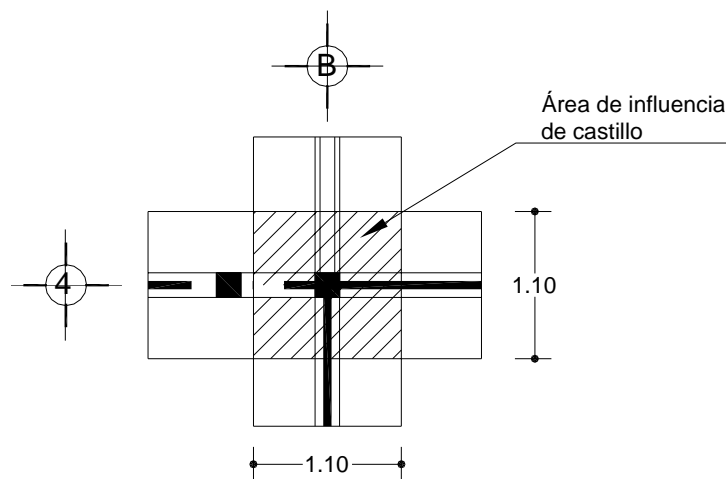
Se usarán varillas No 3 @ 25 cm c.a.c., para facilitar el armado de la zapata



AMPLIACIONES BAJO CASTILLOS CON CARGA AXIAL.

- Cálculo de la ampliación en la zapata que soporta la carga de la trabe 3 transmitida a través del castillo.

El castillo transmite una carga axial de 8318.0 kg



1. Cálculo de la descarga total en el tramo de área de influencia.

$$P_T = 3.615(0.45) + 8.312$$

$$P_T = 9.938 \text{ Ton}$$

2. Área de la ampliación.

$$A_z = \frac{P_T}{q_r}$$

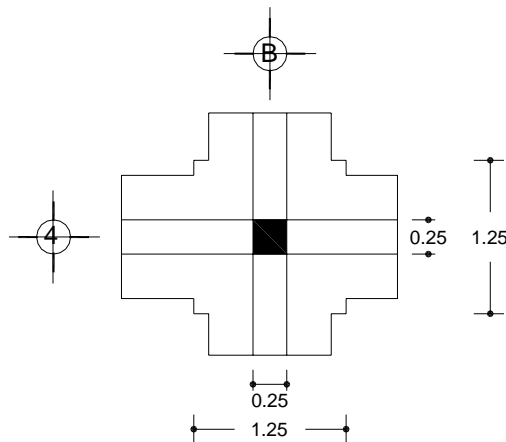
$$A_z = \frac{9.938}{6.5}$$

$$A_z = 1.528 \text{ m}^2$$

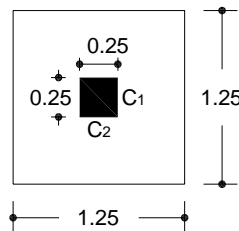
$$A_z = B^2$$

$$B^2 = 1.528$$

$$B = 1.236 \approx 1.25$$



Se toma la ampliación y se calcula como una zapata aislada.



Carga total en la ampliación:

$$P_A = P(B) + P_{castillo}$$

$$P_A = 3.615(1.25) + 8.312$$

$$P_A = 12.830 \text{ Ton}$$

3. Cálculo de presión neta última.

Por ser solamente $CM + CV$ $FC = 1.4$

$$q_{nu} = F.C. \frac{P_A}{A_z}$$

$$q_{nu} = 1.4 \frac{12.830}{1.563}$$

$$q_{nu} = 11.495 \text{ Ton/m}^2$$

4. Cálculo del peralte requerido por penetración.

$$V_{CR} = FR\sqrt{f^*c} \quad V_{CR} = 0.8\sqrt{160} \quad V_{CR} = 10.119 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$P_U = F.C.(P_{castillo}) \quad P_U = 1.4(8.312) \quad P_U = 11.636 \text{ Ton} = 11636.8 \text{ kg}$$

$$C_1 = 25.0 \text{ cm}$$

$$C_2 = 25.0 \text{ cm}$$

$$[q_{nu} + 4V_{CR}]d^2 + [(q_{nu} + 4V_{CR})(C_1 + C_2)]d + q_{nu} + C_1C_2 - P_U = 0$$

$$[1.399 + 4(10.119)]d^2 + [(1.399 + 4(10.119))(25 + 25)]d + 1.399 + 625 - 11636.0 = 0$$

$$d_1 = 4.933 \text{ cm}$$

Pero el peralte mínimo $d_{\text{minimo}} = 10.0 \text{ cm}$

$$d_2 = -53.296 \text{ cm}$$

Se utilizará una plantilla de concreto pobre de 5 cm por lo que:

$$H = 15 \text{ cm}$$

5. Diseño por flexión.

$$M_U = \frac{q_{nu}l^2}{2}$$

$$M_U = \frac{(11.495)(0.555)^2}{2} \quad l = \frac{1.25 - 0.14}{2}$$

$$M_U = 1.770 \text{ Ton-m} \quad l = 0.555$$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{FRbd^2 f''c}} \right]$$

$$\rho = \frac{136}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.770 \times 10^5)}{0.9(100)(10)^2 (136)}} \right]$$

$$\rho = 0.00508$$

$$\rho_{\min} = \frac{0.7\sqrt{f''c}}{fy} = \frac{0.7\sqrt{200}}{4200} = 0.00236$$

$$\rho_b = \frac{6000(B_1) f''c}{fy + 6000 fy} = \frac{6000(0.85) 136}{4200 + 6000 4200} = 0.0161$$

$$\rho_{\max} = 0.75\rho_b = 0.75(0.0161) = 0.0121$$

$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \therefore$ Se acepta

$$As = \rho bd$$

$$As = (0.00508)(100)(10)$$

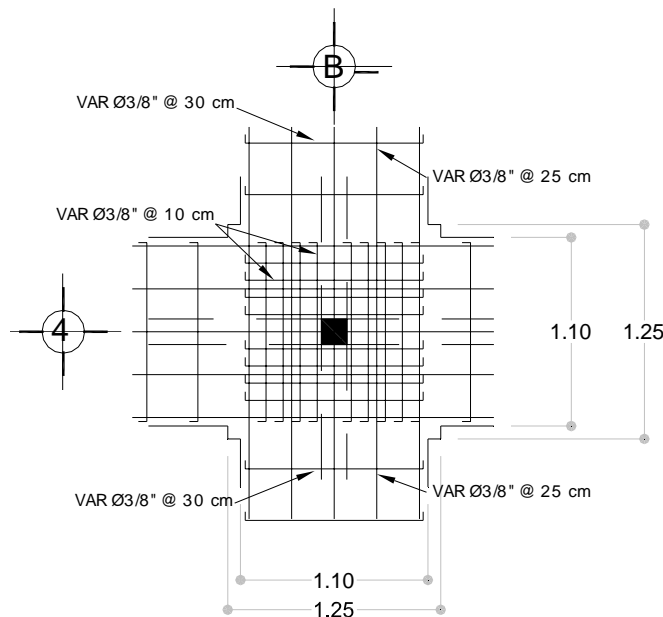
$$As = 5.080 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas # 3 $a_0 = 0.71 \text{ cm}^2$

$$s = \frac{100(0.71)}{5.080}$$

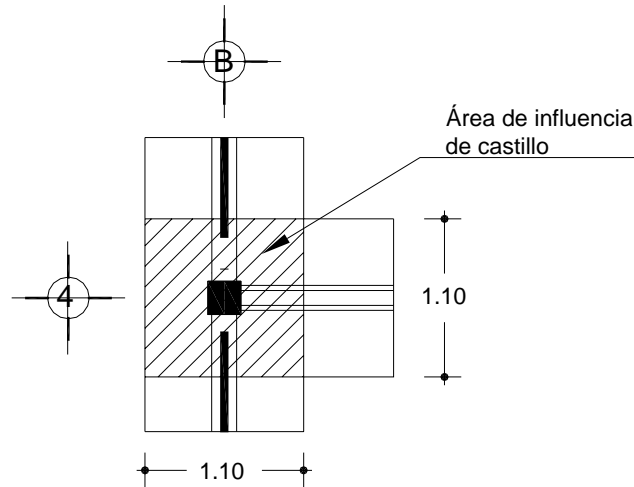
$$s = 13.97 \text{ cm}$$

Se usarán varillas No 3 @ 10 cm c.a.c.



- Cálculo de la ampliación en la zapata que soporta la carga de la trabe 4 transmitida a través de la columna.

El castillo transmite una carga axial de 7898.0 kg



1. Cálculo de la descarga total en el tramo de área de influencia.

$$P_T = 0.612(0.55) + 7.898$$

$$P_T = 8.510 \text{ Ton}$$

2. Área de la ampliación.

$$A_z = \frac{P_T}{q_r}$$

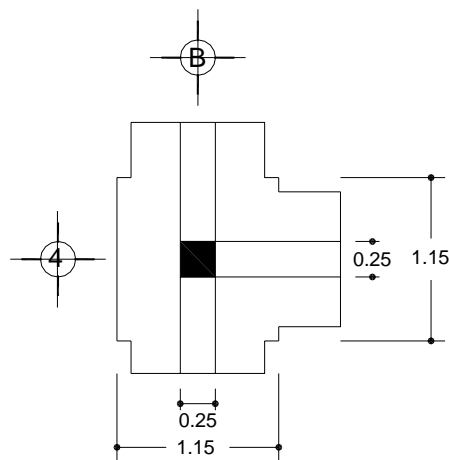
$$A_z = \frac{8.510}{6.5}$$

$$A_z = 1.309 \text{ m}^2$$

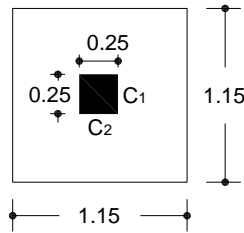
$$A_z = B^2$$

$$B^2 = 1.309$$

$$B = 1.145 \approx 1.15$$



Se toma la ampliación y se calcula como una zapata aislada.



Carga total en la ampliación:

$$P_A = P(B) + P_{castillo}$$

$$P_A = 0.612(1.15) + 7.898$$

$$P_A = 8.602 \text{ Ton}$$

3. Cálculo de presión neta última.

Por ser solamente $CM + CV$ $FC = 1.4$

$$q_{nu} = F.C. \frac{P_A}{A_z}$$

$$q_{nu} = 1.4 \frac{8.602}{1.323}$$

$$q_{nu} = 9.102 \text{ Ton/m}^2$$

4. Cálculo del peralte requerido por penetración.

$$V_{CR} = FR\sqrt{f^*c} \qquad V_{CR} = 0.8\sqrt{160} \qquad V_{CR} = 10.119 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_U = F.C.(P_{castillo}) \qquad P_U = 1.4(7.898) \qquad P_U = 11.057 \text{ Ton} = 11057.20 \text{ kg}$$

$$C_1 = 25.0 \text{ cm}$$

$$C_2 = 25.0 \text{ cm}$$

$$[q_{nu} + 4V_{CR}]d^2 + [(q_{nu} + 4V_{CR})(C_1 + C_2)]d + q_{nu} + C_1C_2 - P_U = 0$$

$$[0.959 + 4(10.119)]d^2 + [(0.959 + 4(10.119))(25 + 25)]d + 0.959 + 625 - 11057.20 = 0$$

$$d_1 = 4.895 \text{ cm}$$

Pero el peralte mínimo $d_{\text{mínimo}} = 10.0 \text{ cm}$

$$d_2 = -54.895 \text{ cm}$$

Se utilizará una plantilla de concreto pobre de 5 cm por lo que:

$$H = 15 \text{ cm}$$

5. Diseño por flexión.

$$M_U = \frac{q_{nu} l^2}{2}$$

$$M_U = \frac{(9.120)(0.475)^2}{2}$$

$$M_U = 1.029 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$l = \frac{1.15 - 0.20}{2}$$

$$l = 0.475$$

$$\rho = \frac{f''c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R b d^2 f''c}} \right]$$

$$\rho = \frac{136}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.029 \times 10^5)}{0.9(100)(10)^2 (136)}} \right]$$

$$\rho = 0.00285$$

$$\rho_{\text{min}} = 0.00236$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.0121$$

$\rho_{\text{min}} > \rho \therefore$ Se utilizará el ρ_{min}

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = (0.00285)(100)(10)$$

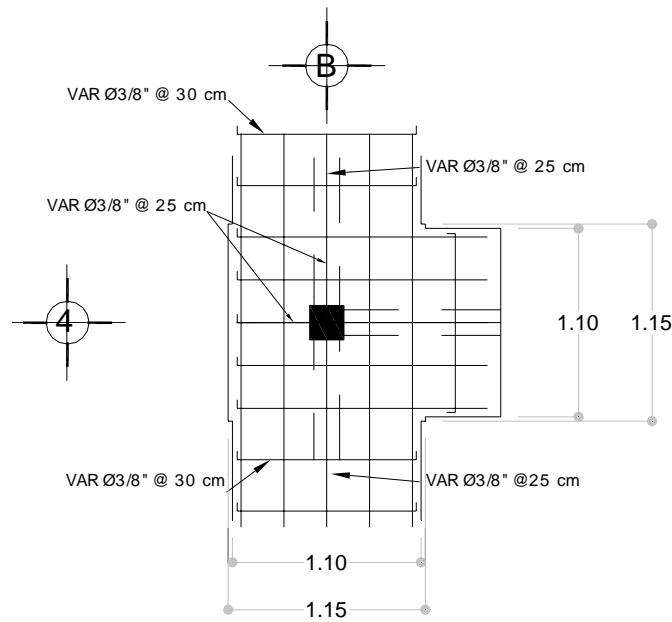
$$A_s = 2.825 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas # 3 $a_0 = 0.71 \text{ cm}^2$

$$s = \frac{100(0.71)}{2.85}$$

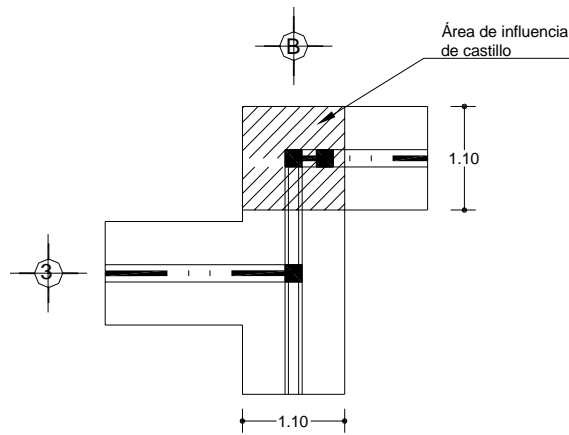
$$s = 24.91 \text{ cm}$$

Se usarán varillas No 3 @ 25 cm c.a.c.



- Cálculo de la ampliación en la zapata que soporta la carga de la trabe 1 transmitida a través del castillo.

El castillo transmite una carga axial de 6115,20 kg



6. Cálculo de la descarga total en el tramo de área de influencia.

$$P_T = 3.615(0.550) + 6.115$$

$$P_T = 8.103 \text{ Ton}$$

7. Área de la ampliación.

$$A_z = \frac{P_T}{q_r}$$

$$A_z = \frac{8.103}{6.5}$$

$$A_z = 1.246 \text{ m}^2$$

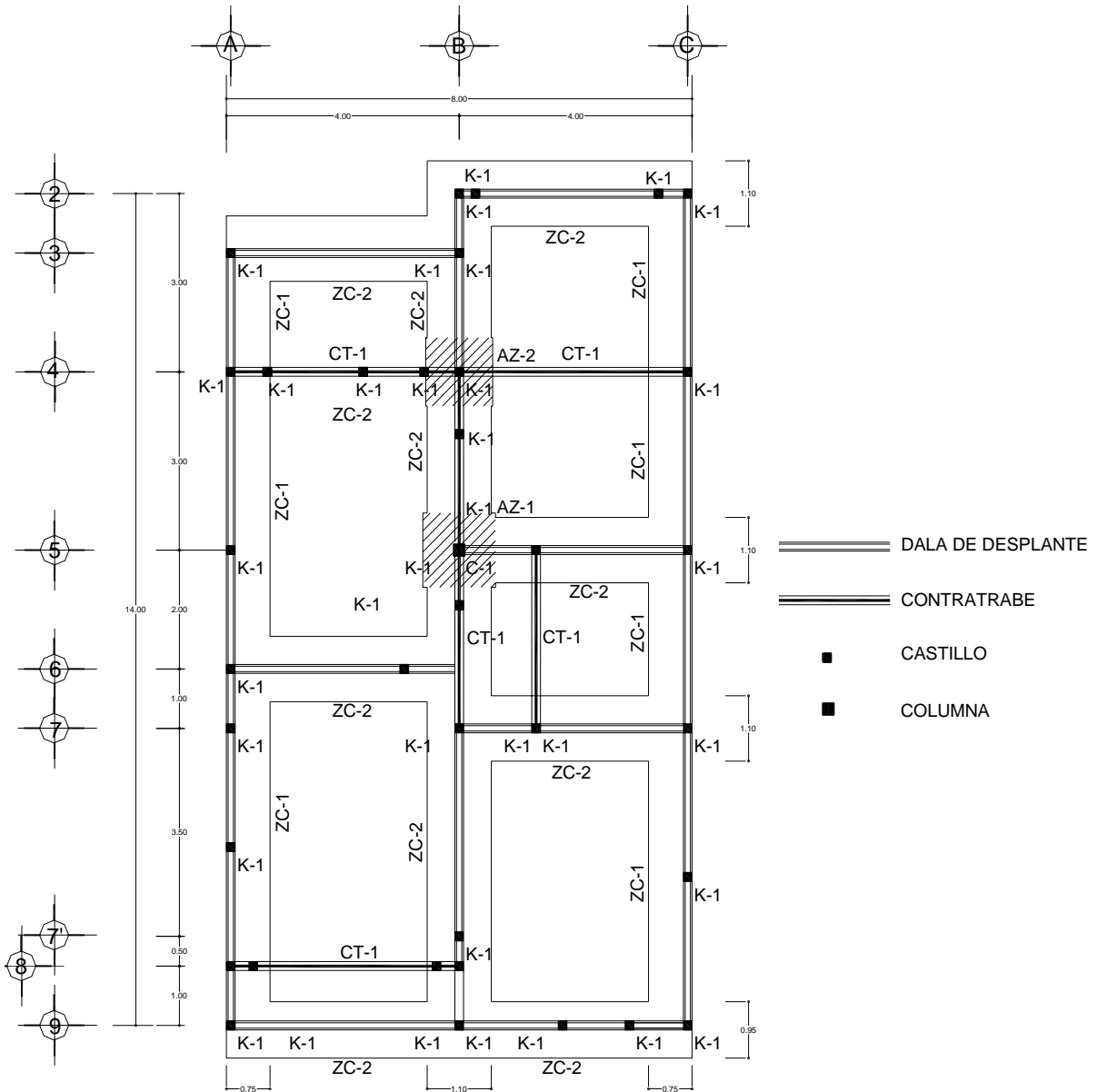
$$A_z = B^2$$

$$B^2 = 1.245$$

$$B = 1.11 \approx 1.10 \text{ m}$$

Por lo tanto no requiere ampliación bajo zapata.

Como las cargas restantes son menores a 6115,20 kg , no se requiere ampliación bajo zapatas.



PLANTA DE CIMENTACIÓN

CONCLUSIONES

Al realizar esta tesina, logre comprender la importancia de un buen diseño estructural en una Casa-Habitación, el cual, es de gran valor para el ingeniero civil y en muchas ocasiones demeritado por las personas que construyen, pues estiman que es un gasto innecesario, pero es de vital importancia realizarlo ya que con un buen análisis y diseño se logra dar seguridad a la construcción, así como optimizar su funcionamiento y costo.

También, tuve la oportunidad de profundizar en el diseño de los elementos que conforman una Casa-Habitación, como son: losas, traveses, muros, columnas, castillos y cimentación, basando el diseño de acuerdo al reglamento. Con ello, logré una visión más amplia de la importancia de los reglamentos para la construcción.

Cabe destacar la importancia que tiene contemplar, en el diseño, el aspecto constructivo, ya que si no se diseñan elementos que se puedan construir correctamente, no estaremos cumpliendo con un correcto diseño, puesto que los elementos que se propongan no se llevarán a cabo como los propusimos, ocasionando que nuestros elementos sean modificados en obra y, posiblemente no se tenga el cuidado de realizar una revisión de los mismos, generando modificaciones en el comportamiento de los elementos modificados.

BIBLIOGRAFÍA

I.-Normas Técnicas complementarias para diseño y construcción 200
Reglamento de construcción del Distrito Federal
Gobierno del D.F.

II.-Reglamento de la Comisión Federal de Electricidad.

III.-Reglamento de Construcción del Estado de Michoacán