



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO DE TESINA
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA CASA RESIDENCIAL**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA:
FRANCISCO VALDOVINOS CASTILLO**

**ASESORA:
M. I. ALMA ROSA SÁNCHEZ IBARRA**

MORELIA MICHOACÁN, NOVIEMBRE 2013





U.M.S.N.H.

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA CASA RESIDENCIAL

DEDICATORIAS



U.M.S.N.H.

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA CASA RESIDENCIAL

AGRADECIMIENTOS



ÍNDICE

DEDICATORIAS.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
ÍNDICE.....	III
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO.....	2
CAPÍTULO I	
PLANOS ARQUITECTÓNICOS Y PROPUESTA ESTRUCTURAL DEL PROYECTO.....	3
I.I Proyecto arquitectónico.....	3
I.II Propuesta estructural.....	8
CAPÍTULO II	
ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSAS.....	11
II.I Análisis de cargas.....	11
II.II Diseño estructural de la losa de azotea.....	25
II.III Diseño estructural de la losa de entrepiso.....	37
II.IV Diseño estructural de la losa de escalera.....	49
CAPÍTULO III	
DISEÑO DE TRABES.....	52
III.I Diseño de trabes en la losa de azotea.....	52
III.II Diseño de trabes en la losa de entrepiso.....	70
CAPÍTULO IV	
ANÁLISIS Y REVISIÓN DE MUROS.....	92
IV.I Revisión de muros por cargas laterales.....	93
IV.II Revisión de muros por cargas gravitacionales.....	98
IV.III Diseño de dalas y castillos que confinan el muro.....	106
CAPÍTULO V	
ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN.....	111
V.I Análisis y diseño de la zapata de lindero.....	112
V.II Análisis y diseño de la zapata de centro.....	117
CAPÍTULO VI	
PLANOS ESTRUCTURALES.....	121



U.M.S.N.H.

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA CASA RESIDENCIAL

CONCLUSIONES.....	122
GLOSARIO.....	123
BIBLIOGRAFÍA.....	126



INTRODUCCIÓN

Se define como estructura a los cuerpos capaces de resistir cargas sin que exista una deformación excesiva de una de las partes con respecto a la otra. Por ello la función de una estructura consiste en transmitir las fuerzas de un punto a otro en el espacio, resistiendo su aplicación sin perder su estabilidad. También puede comprenderse como un sistema de elementos que se combinan de forma ordenada para cumplir una determinada función con un grado de seguridad razonable, de manera que éste tenga un comportamiento satisfactorio.

La definición anterior genera diferentes premisas como son: esfuerzo, fuerza, deformación etc., para lo cual estas notas pretenden introducir al estudiante en el área de la estabilidad indicando las exigencias que debe cumplir una estructura.

Una casa habitación es el producto de relaciones geométricas y resistentes que permiten indicar su forma y su función de cada una de las componentes que la constituyen, donde la primordial exigencia es que sea segura estáticamente y garantizar desde el mismo instante la estabilidad del sistema estructural.

En este trabajo se describe el proyecto estructural de una casa habitación, con el análisis y el diseño de cada uno de los elementos estructurales que resisten las cargas que actúan sobre ella, así como también la utilización del Reglamento de Construcción del Distrito Federal (RCDF) y las Normas Técnicas Complementarias.

Al final del diseño de dicho proyecto se presentarán los planos estructurales donde se integran los resultados obtenidos, mostrando los armados de cada uno de los elementos estructurales del proyecto y las secciones de cada elemento.



OBJETIVO

El objetivo primordial de este proyecto es, principalmente, obtener la solución estructural más adecuada para una casa habitación, que nos permita fusionar los conceptos de: seguridad, economía y estabilidad de la estructura, ya que al momento de diseñar se estarán optimizando recursos tanto económicos como materiales para la construcción y a su vez garantizar una resistencia adecuada al proyecto estructural.



CAPÍTULO I

PLANOS ARQUITECTÓNICOS Y PROPUESTA ESTRUCTURAL DEL PROYECTO

I.1 PROYECTO ARQUITECTÓNICO

El proyecto arquitectónico es una casa habitación que se encuentra ubicada en el fraccionamiento de Puntalba sobre su mismo circuito y la calle Solsticio en la ciudad de Morelia, Michoacán.

La planta baja cuenta con los siguientes espacios:

- Cochera para tres autos.
- Cuarto de estudio.
- Sala.
- Bar.
- Comedor.
- Cocina.
- Recámara con baño completo.
- Cuarto de lavado.
- ½ baño.
- Jardín.

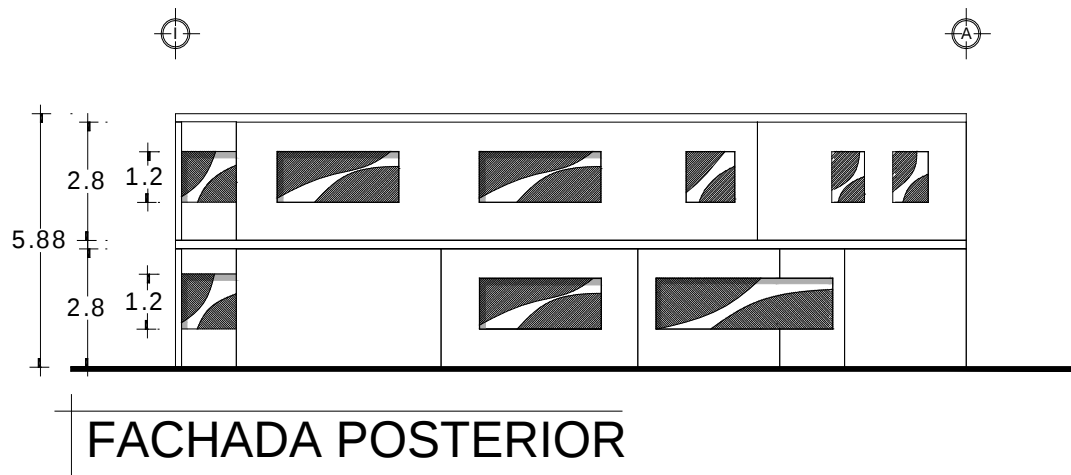
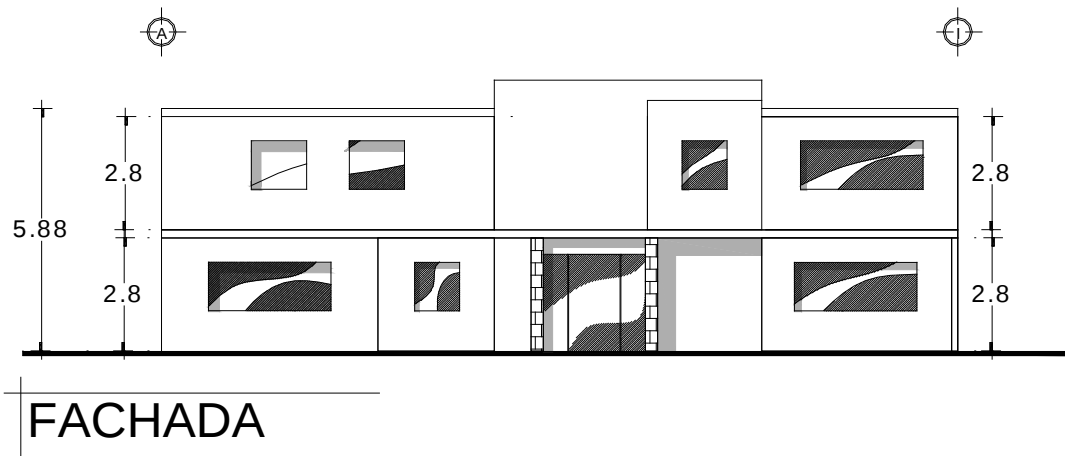
En cuanto a la planta alta está repartida de la siguiente forma:

- Tres recámaras con baño completo.
- Recámara principal con baño completo, vestidor y balcón.

La losa de azotea cuenta con una pendiente del 2% para que descargue el agua pluvial.



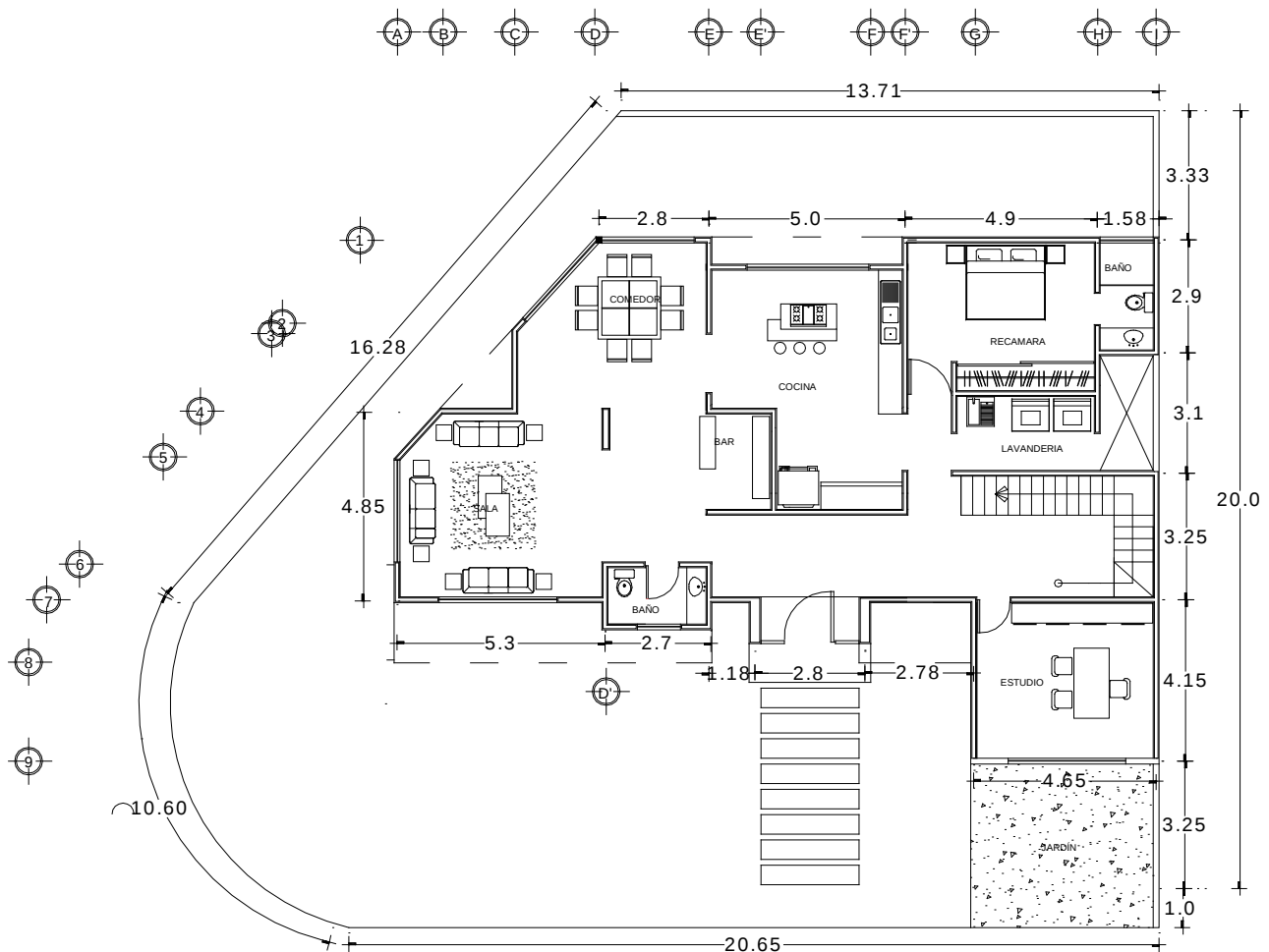
Presentación de los planos arquitectónicos:





U.M.S.N.H.

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA CASA RESIDENCIAL

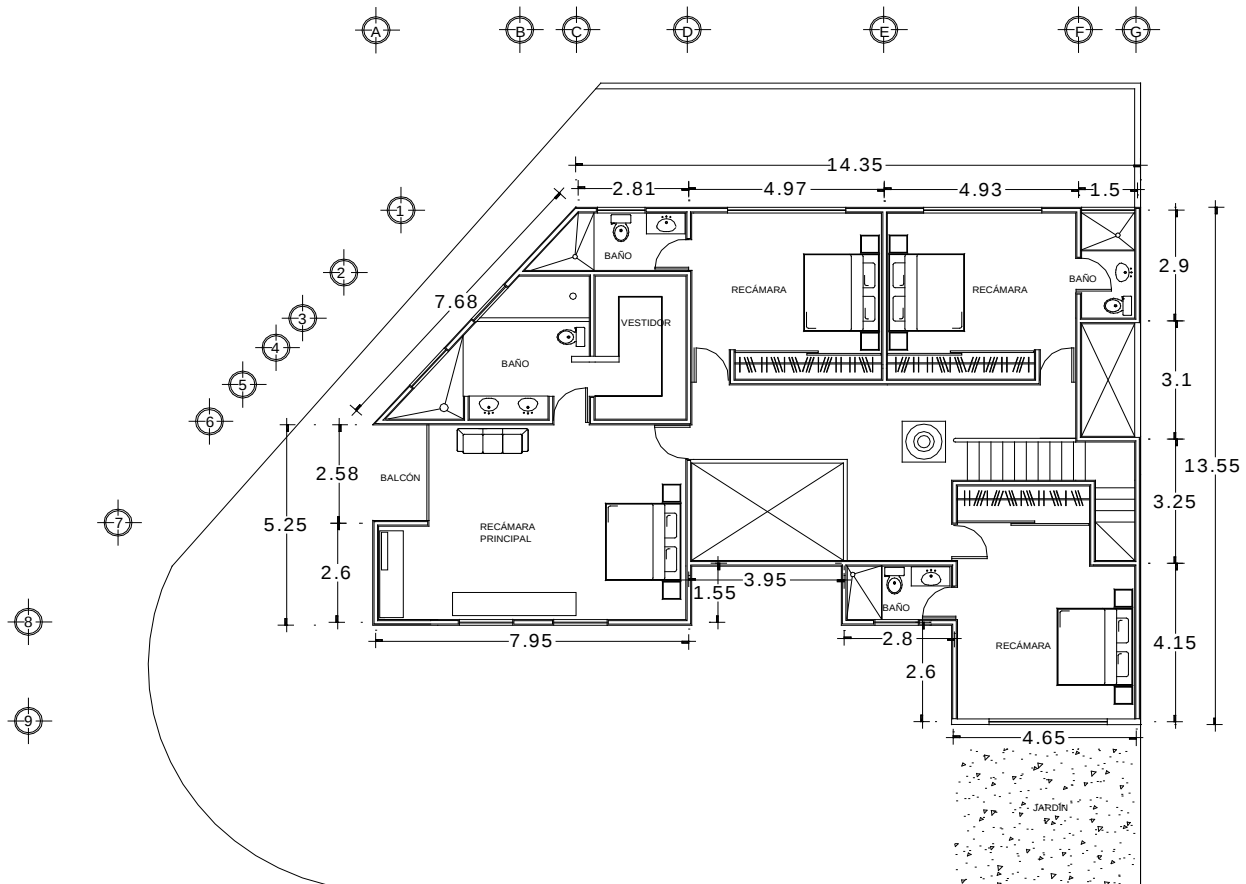


PLANTA BAJA

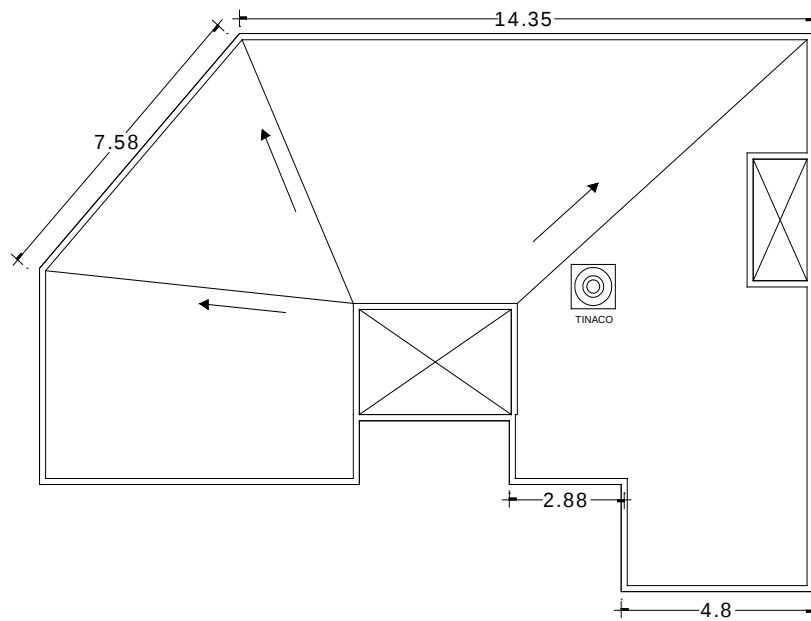


U.M.S.N.H.

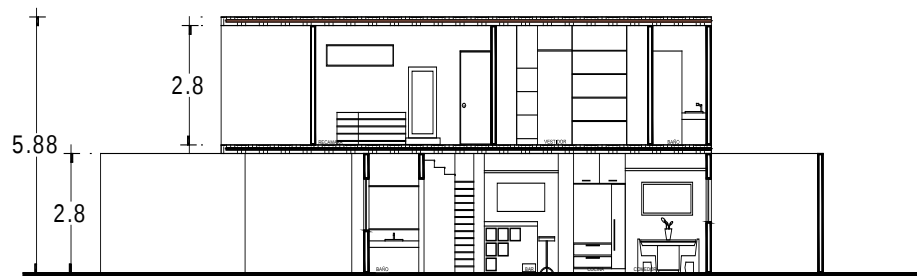
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA CASA RESIDENCIAL



PLANTA ALTA



PLANTA DE AZOTEA



CORTE



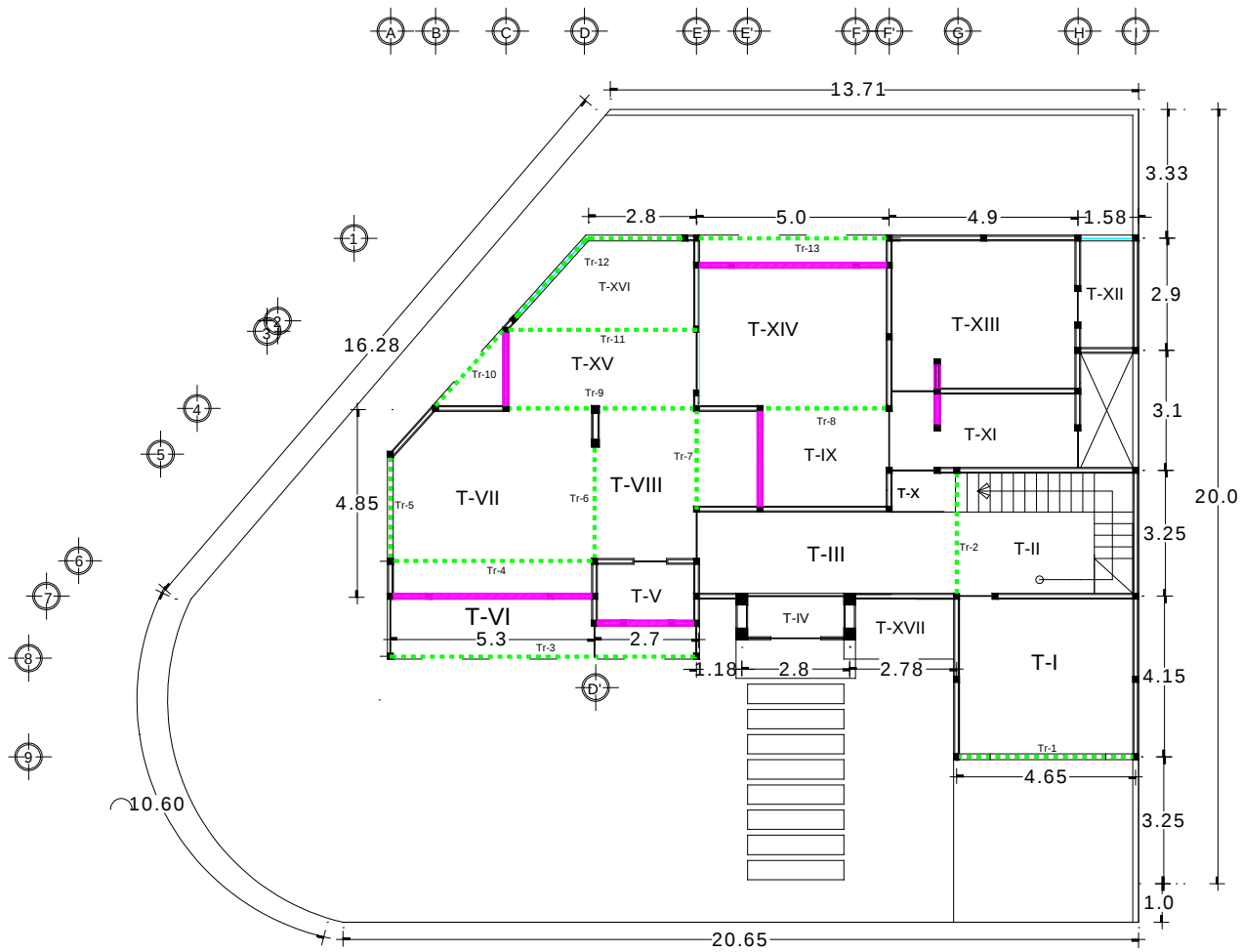
I.II PROPUESTA ESTRUCTURAL

En este proyecto se propone utilizar losa maciza de concreto reforzado tanto en planta baja como en planta alta, apoyadas perimetralmente sobre muros de carga y trabes. Para la estructuración de todo el proyecto se considerarán los siguientes conceptos:

- A) Se utilizará un concreto reforzado con un $f'c = 250\text{kg/cm}^2$ en losas y trabes, para dalas y castillos se usará $f'c = 150\text{kg/cm}^2$ y en zapatas corridas un $f'c = 200\text{kg/cm}^2$.
- B) El peso volumétrico del concreto será de $\gamma_c = 2400\text{kg/cm}^3$.
- C) Se colocarán muros confinados de tabique rojo recocido con espesores de 12cm y 24cm para cumplir con los requisitos que marca las NTC-RCDF.
- D) Para el acero de refuerzo se usará un límite de fluencia de $f_y = 4200\text{kg/cm}^2$.
- E) En la cimentación se usará zapata corrida de concreto bajo los muros.



ESTRUCTURACIÓN DE LA LOSA DE ENTREPISO



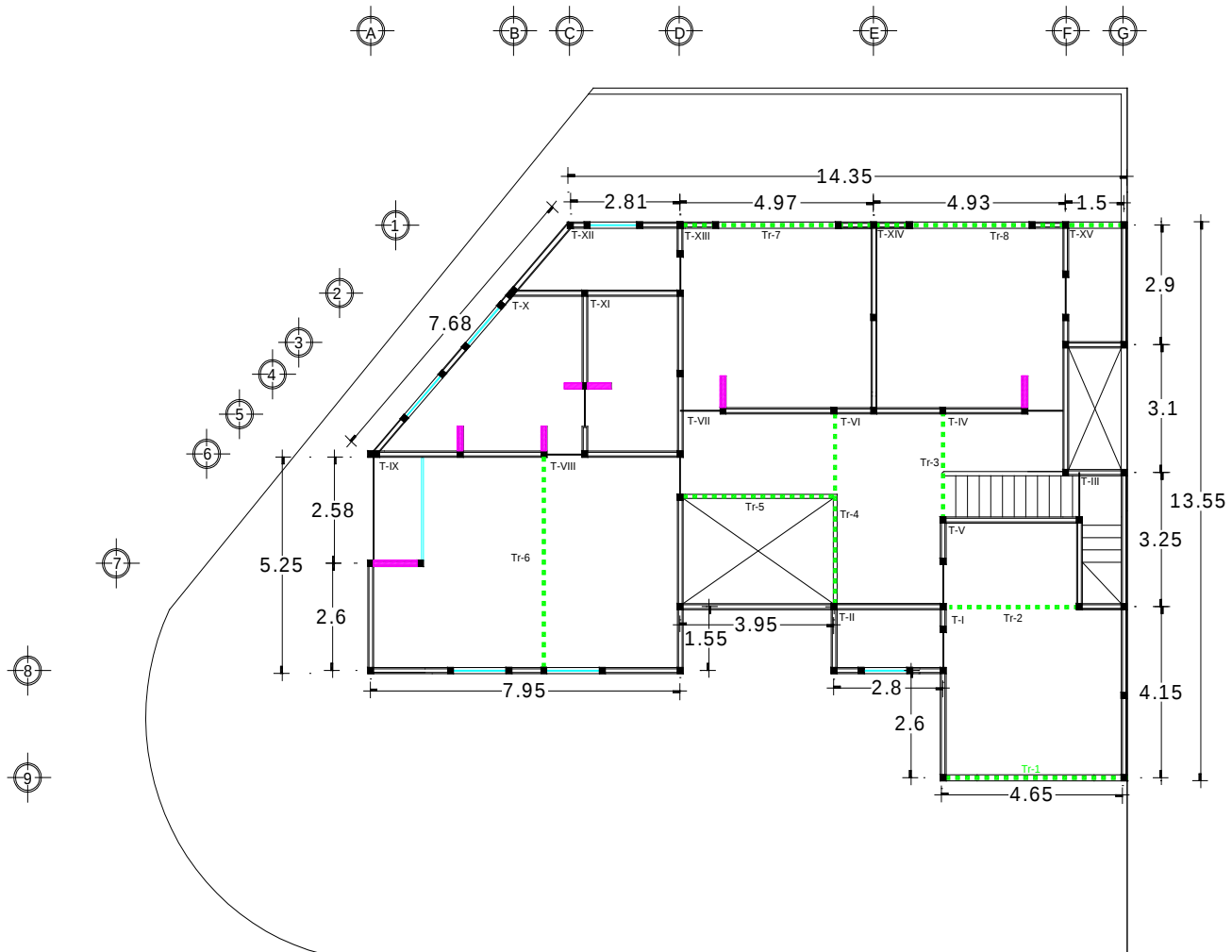
LOSA DE ENTREPISO

SIMBOLOGÍA

- TRABE
- MURO DIVISORIO
- == MURO DE CARGA
- VENTANA
- CASTILLO



ESTRUCTURACIÓN DE LA LOSA DE AZOTEA



LOSA DE AZOTEA

SIMBOLOGÍA

- TRABE
- MURO DIVISORIO
- ===== MURO DE CARGA
- VENTANA
- CASTILLO



CAPÍTULO II

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSAS

II.1 ANÁLISIS DE CARGAS

Para el análisis de cargas se deben considerar las acciones más importantes con base en la duración con la que actúan en la estructura. El RCDF clasifica estas acciones de la siguiente forma:

A) Acciones permanentes (carga muerta).

Las acciones permanentes o cargas muertas son originadas principalmente por el peso propio de la construcción (que es la estructura misma) y por los elementos no estructurales como lo son los muros divisorios, muros de fachada, recubrimientos, instalaciones, etc., por tal motivo la carga muerta es la principal acción permanente que actúa en la estructura.

B) Acciones variables (carga viva).

Las acciones variables son las cargas gravitacionales que se presentan en una construcción y que no tienen el carácter de permanentes. Estas cargas son variables con el tiempo y se presentan físicamente en las personas, muebles, mercancías, equipos, entre otros.

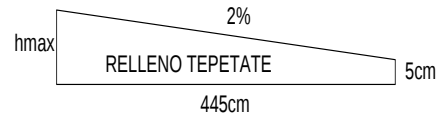
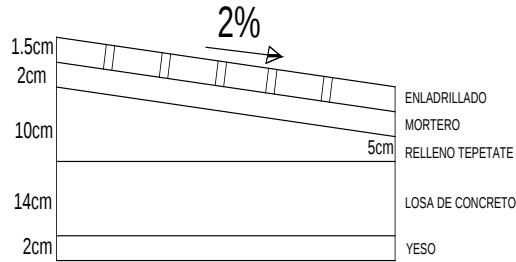
C) Cargas accidentales.

Estas cargas se presentan de manera ocasional y se debe principalmente a las acciones del viento y eventos sísmicos, siendo esta última la más importante para el diseño de casas habitación. Para el diseño por sismo del sistema estructural deben establecerse los valores de las acciones sísmicas producidas por el movimiento del terreno.



II.I.I LOSA DE AZOTEA

Para la losa de azotea se propone un espesor de 14cm y con pendiente del 2% de relleno tepetate para desalojar el agua pluvial.



$$h_{\max} = 5 + 2\%L = 5 + (0.002 \times 445) \quad h_{\max} = 13.9 \text{ cm}$$

$$h_{\text{prom}} = (5 + h_{\max}) / 2 = (5 + 13.9) / 2$$

$$h_{\text{prom}} = 9.45 \text{ cm} = 10 \text{ cm}$$

Material	Espesor (m)	P. vol (t/m ³)	P. total (ton/m ²)
Enladrillado	0.015	1.5	0.0225
Mortero	0.02	2.1	0.042
Relleno tepetate	0.1	1.6	0.16
Losa de concreto	0.14	2.4	0.336
Yeso	0.02	1.5	0.03
CM=			0.5905

Cargas de servicio

C. Permanentes (ton/m ²)	
CM=	0.5905
Cad=	0.04
CV=	0.1
Cserv=	0.7305

C. Permanentes más accidentales (ton/m ²)	
CM=	0.5905
Cad=	0.04
CV=	0.07
Cserv=	0.7005

**II.I.II ANÁLISIS DE LA CARGA DEL TINACO**

El tinaco se encuentra ubicado en el tablero VI de la planta de azotea. Es un tinaco de marca “Rotoplas” con capacidad de 1100 litros y con un peso propio de 30 kg.

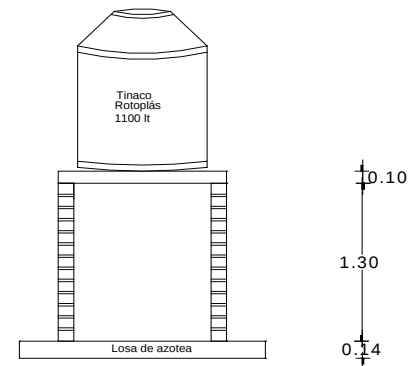
Se propone una losa de 1.3m x1.3m y espesor de 10cm con dos muros de tabique rojo recocido con altura de 1.3m.

$$W_{\text{losa}} = (1.3 \times 1.3 \times 0.10) \times 2.4 = 0.4056 \text{ ton}$$

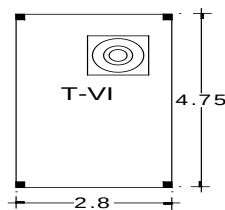
$$PPM = (1.3 \times 1.3 \times 0.18) \times 2 = 0.6048 \text{ ton}$$

$$W_{\text{tinaco}} = Pp_{\text{tinaco}} + Cap. \text{ Tinaco} + W_{\text{losa}} + PPM$$

$$W_{\text{tinaco}} = 0.03 + 1.10 + 0.4056 + 0.6084 = 2.144 \text{ ton}$$



El peso del tinaco se considera una carga uniforme equivalente, por lo tanto se tomará un factor de la tabla 6.2 del NTC.



$$\text{Área del tablero VI} = (2.8 \times 4.75) = 13.3 \text{ m}^2$$

$$m = \frac{a_1}{a_2} = \frac{2.8}{4.75} = 0.59$$

Interpolando el factor queda de **Fm= 1.36**

Tabla 6.2 factor para considerar las cargas lineales como cargas uniformes

Relación $m=a_1/a_2$	0.5	0.8	1
<u>Paralelo al lado corto</u>	1.3	1.5	1.6
Paralelo al lado largo	1.8	1.7	1.6

$$W_{\text{TTINACO}} = \frac{W_{\text{tinaco}} \times Fm}{ATVI} = \frac{(2.144) (1.36)}{13.3} = 0.219 \text{ ton/m}^2$$

$$W_{\text{TABLERO VI}} = W_{\text{TTINACO}} + C. \text{ serv} = 0.219 + 0.7305$$

$$W_{\text{TABLERO VI}} = 0.95 \text{ ton/m}^2$$



II.I.III ANÁLISIS DEL PESO DE LA ESCALERA

Para el análisis de la escalera se propone una losa con 10cm de espesor, recubrimiento de yeso y escalones de tabique rojo recocido.

Se propone un peralte de 15cm.

$$\text{Altura total} = 2.8 + 0.14 = 2.94\text{m}$$

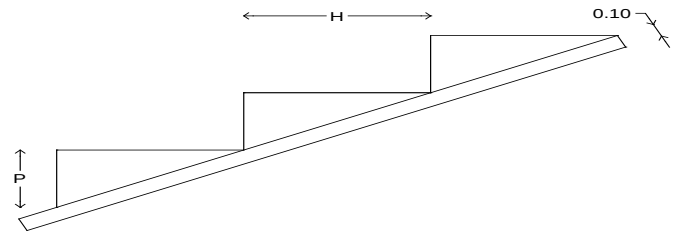
$$\frac{294}{15} = 19.6 \approx 20 \text{ escalones}$$

Cálculo de la huella (H).

$$H = 64 - 2P = 64 - 2(15) \quad H = 34\text{cm}$$

Espesor del escalón.

$$P/2 = 15 / 2 = 7.5\text{cm}$$



Material	Espesor (m)	P. vol (ton/m ³)	P. total (ton/m ²)
Mosaico	-	-	0.035
Escalón	0.075	1.5	0.1125
Losa de concreto	0.1	2.4	0.24
Yeso	0.02	1.5	0.03
		CM=	0.4175

Cargas de servicio

Cargas permanentes (ton/m ²)	
CM=	0.4175
Cad=	0.04
CV=	0.35
Cserv=	0.8075

Cargas permanentes más accidentales (ton/m ²)	
CM=	0.4175
Cad=	0.04
CV=	0.15
Cserv=	0.6075



II.I.IV LOSA DE ENTREPISO

Se propone un espesor de la losa de 14cm.

2cm		MOSAICO
3cm		MORTERO
14cm		LOSA DE CONCRETO
2cm		YESO

Material	Espesor (m)	P. vol (ton/m ³)	P total (ton/m ²)
Mosaico			0.035
Mortero	0.03	2.1	0.063
Losa de concreto	0.14	2.4	0.336
Yeso	0.02	1.5	0.03
CM=			0.464

Cargas de servicio

Cargas permanentes (ton/m ²)	
CM=	0.464
Cad=	0.04
CV=	0.17
Cserv=	0.674

Cargas permanentes más accidentales (ton/m ²)	
CM=	0.464
Cad=	0.04
CV=	0.09
Cserv=	0.594



II.I.V ANÁLISIS DEL RECUBRIMIENTO DE LOS MUROS

En este proyecto se van a considerar tres casos para los recubrimientos de los muros en los cuales cada uno tiene diferente carga de servicio.

1. Muros con recubrimiento de mortero-yeso en ambos lados.

material	Espesor (m)	P. vol (ton/m ³)	P total (ton/m ²)
Tabique	0.12	1.5	0.18
Mortero	0.02 x 2	2.1	0.084
Yeso	0.015 x 2	1.5	0.045
CM=			0.309

2. Muros con recubrimiento de mortero-yeso/mortero-azulejo.

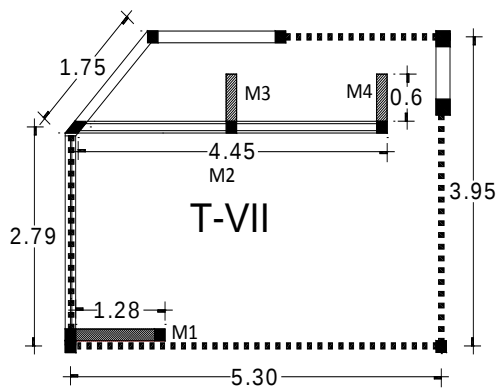
material	Espesor (m)	P. vol (ton/m ³)	P total (ton/m ²)
Tabique	0.12	1.5	0.18
Mortero	0.02	2.1	0.042
Yeso	0.015	1.5	0.0225
Azulejo	0.008	1.8	0.0144
Pegazulejo	0.03	2.1	0.063
CM=			0.3219

3. Muros con recubrimiento de mortero-yeso en una sola cara.

material	Espesor (m)	p. vol (ton/m ³)	P total (ton/m ²)
Tabique	0.12	1.5	0.18
Mortero	0.02	2.1	0.042
Yeso	0.015	1.5	0.0225
CM=			0.2445

**II.I.VI MUROS QUE DESCARGAN EN LA LOSA DE ENTREPISO**

En este proyecto se encuentran muros de planta alta que no tienen continuación en la planta baja, por tal motivo se debe de hacer un análisis para adicionar el peso de los muros en los tableros de la losa de entrepiso. Cada muro se analizará de acuerdo a lo establecido en la sección 6.3.4 de las NTC – concreto.

Tablero VII**Muro 1**

Se trata de un muro divisorio, por lo cual la descarga total será solamente el peso propio del muro. Se trata de un muro recubierto de mortero-yeso

$$P_{pm1} = b \times h \times CM = (1.28 \times 2.8 \times 0.309) = 1.107 \text{ ton}$$

$$m = \frac{a_1}{a_2} = \frac{3.95}{5.3} = 0.745$$

Para considerar las cargas lineales como cargas uniformes equivalentes haremos uso de la tabla 6.2 del NTC – concreto.

Tabla 6.2 factor para considerar las cargas lineales como cargas uniformes			
Relación $m=a_1/a_2$	0.5	0.8	1
Paralelo al lado corto	1.3	1.5	1.6
Paralelo al lado largo	1.8	1.7	1.6

El muro 1 se encuentra ubicado paralelo al lado largo del tablero, interpolando queda:

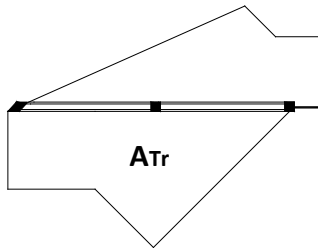
$$F_m = 1.718 \quad \text{Área del tablero VII} = 17.64 \text{ m}^2$$

$$W_{MI} = \frac{P_{pm1} \times F_m}{A_{TVII}} = \frac{(1.107)(1.718)}{17.64}$$

$$W_{MI} = 0.108 \text{ ton/m}^2$$

**Muro 2**

Se trata de un muro de carga recubierto de mortero-yeso/mortero-azulejo, por lo que se le agregará el peso de la losa de azotea y el peso propio del muro al tablero VII.



Área tributaria que recibe el muro de la losa de azotea.

$$A_{Tr} = 10.72 \text{ m}^2$$

$$C_{\text{serv. Azotea}} = 0.7305 \text{ ton/m}^2$$

$$W_{\text{azotea}} = A_{Tr} \times C_{\text{serv. Azotea}} = (10.72 \times 0.7305) = 7.83 \text{ ton}$$

$$P_{pM2} = (2.8 \times 4.45 \times 0.3219) = 4.01 \text{ ton}$$

$$W_{\text{TOTAL M2}} = P_{pM2} + W_{\text{azotea}} = 4.01 + 7.83$$

$$W_{\text{TOTAL M2}} = 11.84 \text{ ton}$$

Este muro también se encuentra paralelo al lado largo $\therefore F_m = 1.718$

$$W_{M2} = \frac{(11.84)(1.718)}{17.64}$$

$$W_{M2} = 1.153 \text{ ton/m}^2$$

Muros 3 y 4

Se trata de dos muros divisorios recubiertos de mortero-yeso/mortero-azulejo por lo que solo se le agregará el peso propio del muro. Ambos muros se encuentran ubicados paralelos al lado corto del tablero.

$$P_{pM3} = (2.8 \times 0.60 \times 0.3219) = 0.54 \text{ ton}$$

De la tabla 6.2 del NTC – concreto e interpolando queda: $F_m = 1.463$

$$W_{M3} = \frac{(0.54)(1.463)}{17.64}$$

$$W_{M3} = W_{M4} = 0.0447 \text{ ton/m}^2$$

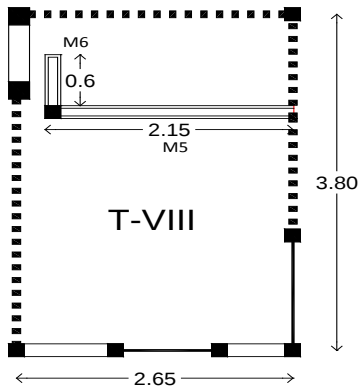
$$W_{\text{TOTAL TVII}} = W_{M1} + W_{M2} + W_{M3} + W_{M4} + C_{\text{SERV}}$$

$$W_{\text{TOTAL TVII}} = 0.108 + 1.153 + 0.0447 + 0.0447 + 0.674$$

$$W_{\text{TOTAL TVII}} = 2.024 \text{ ton/m}^2$$

**Tablero VIII**

En este tablero se encuentran dos muros de carga recubiertos con mortero-yeso en ambos lados, por lo que se le agregará el peso de la losa de azotea y el peso propio del muro al tablero VIII.

Muro 5

$$A_{Tr} = 7.61 \text{ m}^2$$

$$C_{\text{serv. Azotea}} = 0.7305 \text{ ton/m}^2$$

$$W_{\text{azotea}} = (7.61 \times 0.7305) = 5.56 \text{ ton}$$

$$P_{pM5} = (2.8 \times 2.15 \times 0.309) = 1.86 \text{ ton}$$

$$W_{\text{TOTAL M5}} = 1.86 + 5.56 = 7.42 \text{ ton}$$

$$A_{TVIII} = 10.07 \text{ m}^2$$

De la tabla 6.2 del NTC – concreto e interpolando queda: **Fm** = 1.431

$$W_{M5} = \frac{(7.42)(1.431)}{10.07}$$

$$W_{M5} = 1.054 \text{ ton/m}^2$$

Muro 6

$$A_{Tr} = 1.15 \text{ m}^2$$

$$C_{\text{serv. Azotea}} = 0.7305 \text{ ton/m}^2$$

$$W_{\text{azotea}} = (1.15 \times 0.7305) = 0.84 \text{ ton}$$

$$P_{pM6} = (2.8 \times 0.6 \times 0.309) = 0.519 \text{ ton}$$

$$W_{\text{TOTAL M6}} = 0.84 + 0.519 = 1.359 \text{ ton}$$

$$A_{TVIII} = 10.07 \text{ m}^2$$



De la tabla 6.2 del NTC – concreto e interpolando queda: **Fm = 1.734**

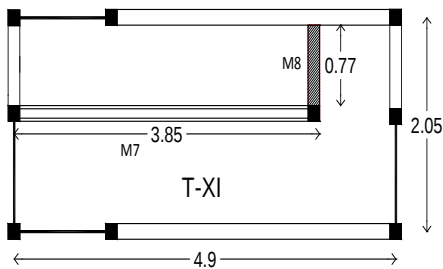
$$W_{M6} = \frac{(1.359)(1.734)}{10.07}$$

$$W_{M6} = 0.234 \text{ ton/m}^2$$

$$W_{TOTAL \text{ TVIII}} = 1.359 + 0.234 + 0.674$$

$$W_{TOTAL \text{ TVIII}} = 2.267 \text{ ton/m}^2$$

Tablero XI



Muro 7

Se trata de un muro de carga recubierto con mortero-yeso en ambos lados, por lo tanto se le agregará el peso de la losa de azotea y el peso propio del muro.

$$A_{Tr} = 9.61 \text{ m}^2$$

$$C_{\text{serv. Azotea}} = 0.7305 \text{ ton/m}^2$$

$$W_{\text{azotea}} = (9.61 \times 0.7305) = 7.02 \text{ ton}$$

$$P_{pM7} = (2.8 \times 3.85 \times 0.309) = 3.33 \text{ ton}$$

$$W_{TOTAL \text{ M7}} = 7.02 + 3.33 = 10.35 \text{ ton}$$

$$A_{TXI} = 10.045 \text{ m}^2$$

De la tabla 6.2 del NTC – concreto **Fm = 1.80**

$$W_{M7} = \frac{(10.35)(1.80)}{10.045}$$

$$W_{M7} = 1.854 \text{ ton/m}^2$$



Muro 8

Se trata de un muro divisorio recubierto de mortero-yeso en ambos lados y solo se le agregará el peso propio del muro.

$$P_{PM8} = (2.8 \times 0.77 \times 0.309) = 0.666 \text{ ton}$$

De la tabla 6.2 del NTC – concreto **Fm = 1.30**

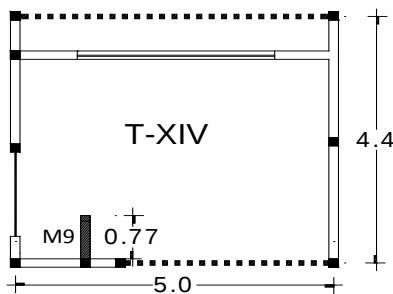
$$W_{M8} = \frac{(0.666)(1.30)}{10.045} \quad W_{M8} = 0.086 \text{ ton/m}^2$$

$$W_{TOTAL \text{ TXI}} = 1.854 + 0.086 + 0.674$$

$$W_{TOTAL \text{ TXI}} = 2.614 \text{ ton/m}^2$$

Tablero XIV

En el tablero XIV se encuentra ubicado un muro divisorio recubierto de mortero-yeso en ambos lados por lo que solo se le agregará el peso propio del muro al tablero.



$$P_{PM9} = (2.8 \times 0.77 \times 0.309) = 0.666 \text{ ton}$$

De la tabla 6.2 del NTC – concreto **Fm = 1.54**

$$A_{TXIV} = 22 \text{ m}^2$$

$$W_{M9} = \frac{(0.666)(1.54)}{22}$$

$$W_{M9} = 0.046 \text{ ton/m}^2$$

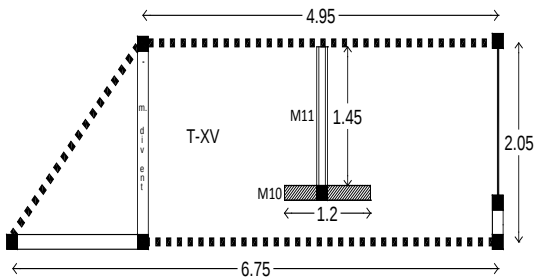
$$W_{TOTAL \text{ TXIV}} = 0.046 + 0.674$$

$$W_{TOTAL \text{ TXIV}} = 0.72 \text{ ton/m}^2$$



Tablero XV

En el tablero XV se encuentra un muro de carga recubierto de mortero-yeso/mortero-azulejo y un muro divisorio recubierto de mortero-yeso en ambos lados.



Muro 10

$$A_{TXV} = 12 \text{ m}^2$$

$$P_{PM8} = (2.8 \times 1.2 \times 0.309) = 1.038 \text{ ton}$$

De la tabla 6.2 del NTC – concreto **Fm** = 1.8

$$W_{M10} = \frac{(1.038)(1.80)}{12} \quad W_{M10} = 0.156 \text{ ton/m}^2$$

Muro 11

$$A_{Tr} = 5.23 \text{ m}^2$$

$$C_{\text{serv. Azotea}} = 0.7305 \text{ ton/m}^2$$

$$W_{\text{azotea}} = (5.23 \times 0.7305) = 3.82 \text{ ton}$$

$$P_{PM11} = (2.8 \times 1.45 \times 0.3219) = 1.307 \text{ ton}$$

$$W_{\text{TOTAL M11}} = 3.82 + 1.307 = 5.127 \text{ ton}$$

De la tabla 6.2 del NTC – concreto e interpolando queda: **Fm** = 1.3

$$W_{M11} = \frac{(5.127)(1.3)}{12} \quad W_{M11} = 0.555 \text{ ton/m}^2$$

$$W_{\text{TOTAL TXV}} = 0.156 + 0.555 + 0.674$$

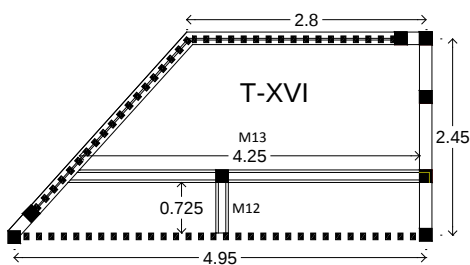
$$W_{\text{TOTAL TXV}} = 1.385 \text{ ton/m}^2$$



Tablero XVI

En este tablero se encuentran dos muros de carga recubiertos de mortero-yeso/mortero-azulejo, por lo que se les agregará el peso de la losa de azotea y el peso propio de los muros al tablero XVI.

Muro 12



$$A_{Tr} = 0.51 \text{ m}^2$$

$$C_{\text{serv. Azotea}} = 0.7305 \text{ ton/m}^2$$

$$W_{\text{azotea}} = (0.51 \times 0.7305) = 0.372 \text{ ton}$$

$$P_{pM12} = (2.8 \times 0.725 \times 0.3219) = 0.653 \text{ ton}$$

$$W_{\text{TOTAL M12}} = 0.372 + 0.653 = 1.025 \text{ ton}$$

$$A_{TXVI} = 9.50 \text{ m}^2$$

De la tabla 6.2 del NTC – concreto e interpolando queda: $F_m = 1.3$

$$W_{M12} = \frac{(1.025)(1.3)}{9.50}$$

$$W_{M12} = 0.14 \text{ ton/m}^2$$

Muro 13

$$A_{Tr} = 4.95 \text{ m}^2$$

$$C_{\text{serv. Azotea}} = 0.7305 \text{ ton/m}^2$$

$$W_{\text{azotea}} = (4.25 \times 0.7305) = 3.10 \text{ ton}$$

$$P_{pM13} = (2.8 \times 4.25 \times 0.3219) = 3.83 \text{ ton}$$

$$W_{\text{TOTAL M13}} = 3.10 + 3.83 = 6.93 \text{ ton}$$



De la tabla 6.2 del NTC – concreto e interpolando queda: **Fm = 1.8**

$$W_{M13} = \frac{(6.93)(1.8)}{9.50}$$

$$W_{M13} = 1.313 \text{ ton/m}^2$$

$$W_{\text{TOTAL TXVI}} = 0.14 + 1.313 + 0.674$$

$$W_{\text{TOTAL TXVI}} = 2.127 \text{ ton/m}^2$$

Resumen general de los tableros de la losa de entrepiso afectados por los muros de planta alta que no llevan continuidad.

Tableros afectados por los muros de planta alta que no son continuos.		
Tablero	C. servicio anterior (ton/m ²)	C. servicio actual (ton/m ²)
VII	0.674	2.024
VIII	0.674	2.267
XI	0.674	2.614
XIV	0.674	0.72
XV	0.674	1.385
XVI	0.674	2.127



II.II DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA LOSA DE AZOTEA

Para realizar el diseño de la losa de azotea es indispensable identificar el tablero más desfavorable. Con éste tablero se calculará el peralte mínimo y se verificará que éste no sea mayor que el peralte propuesto. En caso de que sea mayor que el propuesto, se realizará un procedimiento iterativo hasta que se cumpla la desigualdad.

II.II.I Revisión del peralte mínimo

Se toma el tablero más desfavorable que en este caso es el tablero IX.

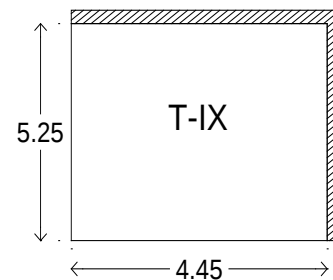
Para el cálculo del peralte mínimo se usará la formula citada en la sección 6.3.3.5 de las NTC-concreto.

$$d_{\min} = \frac{\text{Perímetro}}{250} (0.032 \times \sqrt[4]{f_s \cdot W})$$

$$f_s = 0.6 f_y = 0.6 (4200) = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{perímetro} = (4.45 + 5.25) + (4.45 + 5.25) (1.5)$$

$$\text{perímetro} = 24.25 \text{ m}$$



$$d_{\min} = \frac{2425}{250} (0.032 \times \sqrt[4]{(2520)(730.5)})$$

$$d_{\min} = 11.43 \text{ cm}$$

$$H = d_{\min} + 2 \text{ cm rec} = 11.43 + 2$$

$$H_{\min} = 13.43 \text{ cm}$$

$$H_{\min} = 13.43 < H_{\text{prop.}} = 14 \text{ cm} \therefore \text{si cumple}$$

Se usará H = 14cm y d = 12cm



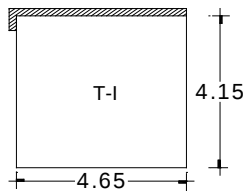
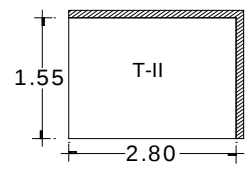
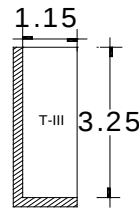
II.II.II Cálculo de los momentos últimos

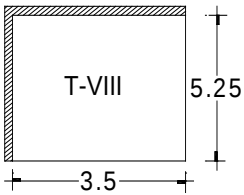
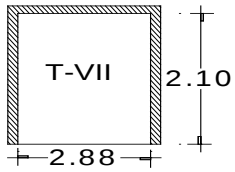
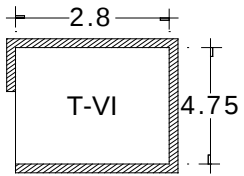
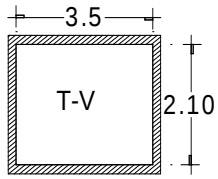
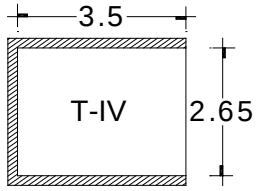
En este análisis se obtendrán los momentos últimos en cada uno de los tableros, para ello se empleará el método de coeficientes. Una vez calculados, se hará una distribución de los momentos flexionantes actuantes en los bordes entre los tableros adyacentes para tener un ajuste de momentos. El cálculo de los coeficientes se obtendrá de la tabla 6.1 de las NTC-concreto.

La fórmula para calcular los momentos últimos es la siguiente:

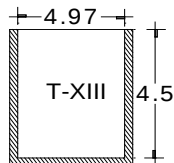
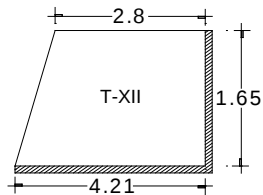
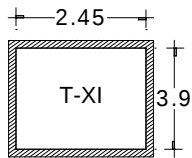
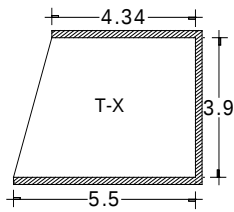
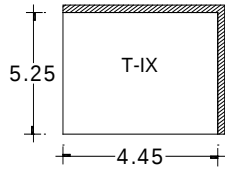
$$M_u = F_c \cdot \text{Coef} \times 10^4 \cdot W \cdot a_1^2$$

Los coeficientes se obtienen de la tabla 6.1 de las NTC-concreto

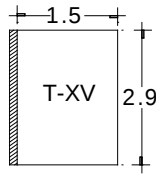
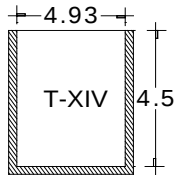
TABLERO	MOMENTO	CLARO	COEFICIENTE	Mu (ton-m)	M ajustado (t-m)
 T-I 4.65 4.15	Negativo en bordes interiores.	Corto	796.4	1.40273	
		Largo	0	0	0.7628
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	Positivo	Corto	604	1.0638	
		Largo	520	0.9158	
 T-II 2.80 1.55	Negativo en bordes interiores.	Corto	617.5	0.1517	
		Largo	552.5	0.1357	0.4212
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	Positivo	Corto	385	0.0945	
		Largo	165.6	0.0406	
 T-III 1.15 3.25	Negativo en bordes interiores.	Corto	800	0.1082	
		Largo	608.7	0.0823	0.1742
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	Positivo	Corto	564.8	0.0763	
		Largo	181.2	0.0245	



IV a1= 2.65 a2= 3.5 m= 0.76 w= 0.7305	Negativo en bordes interiores.	Corto	449.8	0.3230	0.4335
		Largo	378.2	0.2716	
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	Positivo	Corto	235.8	0.1693	
		Largo	138.2	0.0992	
V a1= 2.1 a2= 3.5 m= 0.6 w= 0.7305	Negativo en bordes interiores.	Corto	498	0.2246	0.1742
		Largo	412	0.1858	0.7628
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	Positivo	Corto	276	0.1244	
		Largo	139	0.0626	
VI a1= 2.8 a2= 4.75 m= 0.6 w= 0.95	Negativo en bordes interiores.	Corto	555.6	0.5793	0.7175
		Largo	516.2	0.5382	0.4335
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	-
		Largo	0	0	
	Positivo	Corto	317.4	0.3309	
		Largo	153.5	0.1600	
VII a1= 2.10 a2= 2.88 m= 0.73 w= 0.7305	Negativo en bordes interiores.	Corto	462.7	0.2086	0.0894
		Largo	456.8	0.2060	0.5448
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	Positivo	Corto	249.5	0.1125	
		Largo	148.1	0.0667	
VIII a1= 3.5 a2= 5.25 m= 0.6 w= 0.7305	Negativo en bordes interiores.	Corto	540.46	0.6770	0.5195
		Largo	517.55	0.6483	0.7784
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	Positivo	Corto	316.48	0.3964	
		Largo	159.65	0.2000	



IX	Negativo en bordes interiores.	Corto	439.5	0.8900	0.5449	
a1= 4.45		Largo	435	0.8809	0.7784	
a2= 5.25		Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
m= 0.847			Largo	0	0	
w= 0.7305		Positivo	Corto	224.4	0.4544	
	Largo		155.06	0.3140		
X	Negativo en bordes interiores.	Corto	473.3	0.7362	0.5479	
a1= 3.9		Largo	389.7	0.6061	0.5449	
a2= 5.5	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0		
m= 0.71		Largo	0	0		
w= 0.7305	Positivo	Corto	256.8	0.3994		
		Largo	139.7	0.2173		
XI	Negativo en bordes interiores.	Corto	480	0.2946	0.2428	
a1= 2.45		Largo	404.8	0.2484	0.6052	
a2= 2.88	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0		
m= 0.73		Largo	0	0		
w= 0.7305	Positivo	Corto	264	0.16206		
		Largo	137.8	0.0845		
XII	Negativo en bordes interiores.	Corto	760.8	0.2118		
a1= 1.65		Largo	596.78	0.1665	0.2428	
a2= 4.21	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0		
m= 0.39		Largo	0	0		
w= 0.7305	Positivo	Corto	525.12	0.1462		
		Largo	177.68	0.0494		
XIII	Negativo en bordes interiores.	Corto	386	0.7993	0.7970	
a1= 4.5		Largo	339.5	0.7030	0.5448	
a2= 4.97	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0		
m= 0.905		Largo	0	0		
w= 0.7305	Positivo	Corto	179.1	0.3709		
		Largo	136	0.2816		



XIV	Negativo en bordes interiores.	Corto	383.8	0.7948	0.7970
a1= 4.5		Largo	388	0.8035	0.7175
a2= 4.93 m= 0.91 w= 0.7305	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	Positivo	Corto	177.3	0.3671	
		Largo	136	0.2816	
XV	Negativo en bordes interiores.	Corto	1059.8	0.2438	0.6570
a1= 1.50		Largo	0	0	
a2= 2.9 m= 0.517 w= 0.7305	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	Positivo	Corto	793.2	0.1825	
		Largo	520	0.1196	

II.II.III Momentos de ajuste en tableros adyacentes

Cuando los momentos flexionantes obtenidos en los bordes de dos tableros adyacentes sean diferentes, se hará un ajuste de acuerdo a lo citado en la sección 6.3.3.3 de las NTC-concreto.

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

K= Rigidez del tablero

d= Peralte del tablero en cm

a₁= Claro corto del tablero en cm

$$fd = \frac{k_i}{\sum k_i}$$

fd = Factor de distribución

K= Rigidez del tablero



Cálculo de la rigidez en cada tablero

Tablero	d (cm)	a ₁ (cm)	k (kg/cm ²)
I	12	415	4.1638
II	12	155	11.1488
III	12	115	15.0260
IV	12	265	6.5207
V	12	210	8.2285
VI	12	280	6.1714
VII	12	210	8.2285
VIII	12	350	4.9371
IX	12	445	3.8831
X	12	390	4.4307
XI	12	245	7.0530
XII	12	165	10.4727
XIII	12	450	3.84
XIV	12	450	3.84
XV	12	150	11.52

Tablero I con V



Tablero	T-I	T-V
K	4.1638	6.5207
fd	0.3897	0.6102
Me	1.25	0
Md	1.25	
Mdist	0.4871	0.7628
Maj	-0.7628	0.7628

Tablero II con VI



Tablero	T-II	T-VI
K	11.1483	6.1714
fd	0.6436	0.3563
Me	0.1357	0.5793
Md	-0.4436	
Mdist	-0.2855	-0.1580
Maj	-0.4212	0.4212

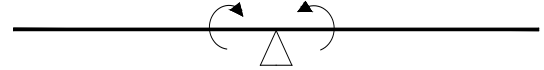


Tablero III con V



Tablero	T-III	T- V
K	15.0260	8.2285
fd	0.6461	0.3538
Me	0.0823	0.2246
Md	-0.1423	
Mdist	-0.0919	-0.0503
Maj	-0.1742	0.1742

Tablero IV con VI



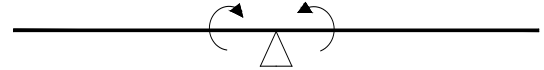
Tablero	T-IV	T-VI
K	6.5207	6.1714
fd	0.5137	0.4862
Me	0.323	0.5382
Md	-0.2152	
Mdist	-0.1105	-0.1046
Maj	-0.4335	0.4335

Tablero VI con XIV



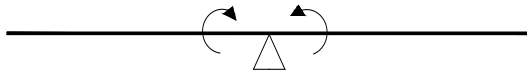
Tablero	T-VI	T-XIV
K	6.1714	3.84
fd	0.6164	0.3835
Me	0.5793	0.8035
Md	-0.2241	
Mdist	-0.1381	-0.0859
Maj	-0.7175	0.7175

Tablero VI con VII



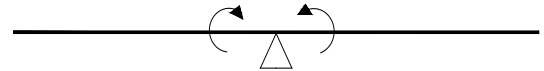
Tablero	T-VI	T- VII
K	6.1714	8.2285
fd	0.4285	0.5714
Me	0	0.2086
Md	-0.2086	
Mdist	-0.0894	-0.1192
Maj	-0.0894	0.0894

Tablero VII I con IX



Tablero	T-VIII	T-IX
K	4.9371	3.8831
fd	0.5597	0.4402
Me	0.6483	0.8809
Md	-0.2326	
Mdist	-0.1301	-0.1024
Maj	-0.7784	0.7784

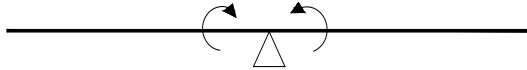
Tablero VIII con XI



Tablero	T-VIII	T-XI
K	4.9371	7.0530
fd	0.4117	0.5882
Me	0.677	0.2946
Md	0.3824	
Mdist	0.1574	0.2249
Maj	-0.5195	0.5195

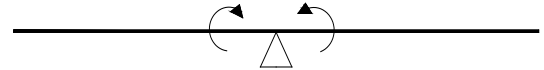


Tablero IX con X



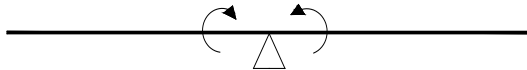
Tablero	T-IX	T-X
K	3.8831	4.4307
fd	0.4670	0.5329
Me	0.89	0.1513
Md	0.7387	
Mdist	0.3450	0.3936
Maj	-0.5449	0.5449

Tablero X con XI



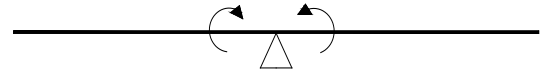
Tablero	T-X	T-XI
K	4.4307	7.0530
fd	0.3858	0.6141
Me	0.7362	0.2484
Md	0.4878	
Mdist	0.1882	0.2995
Maj	-0.5479	0.5479

Tablero XI con XII



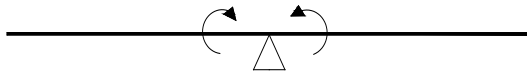
Tablero	T-XI	T-XII
K	7.0530	10.4727
fd	0.4024	0.5975
Me	0.2946	0.1661
Md	0.1285	
Mdist	0.0517	0.0767
Maj	-0.2428	0.2428

Tablero XIII con XIV



Tablero	T-XIII	T-XIV
K	3.84	3.84
fd	0.5	0.5
Me	0.7993	0.7948
Md	0.0045	
Mdist	0.0022	0.0022
Maj	-0.7970	0.7970

Tablero XIV con XV



Tablero	T- XIV	T-XV
K	3.84	11.52
fd	0.25	0.75
Me	0.7948	0.2438
Md	0.551	
Mdist	0.1377	0.4132
Maj	-0.6570	0.6570



II.II.IV Diseño por flexión

a) Para momento negativo

Para el diseño por flexión se tomará el momento que haya resultado mayor en el ajuste que en este caso corresponde al que se encuentra en el XIII.

$$M_u = 0.797 \text{ ton-m}$$

$$A_s = \frac{f'_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_u}{F_R b d^2 f'_c}} \right] b d$$

$$A_s = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 (0.797 \times 10^5)}{(0.9)(100)(12)^2 (170)}} \right] (100) (12)$$

$$A_s = 1.790 \text{ cm}^2$$

Comparación del acero mínimo por temperatura de acuerdo a la sección 5.7 de las NTC-concreto

$$A_{st} = \frac{660 x_1}{f_y (x_1 + 100)} b = \frac{(660) (12)}{f_y (12 + 100)} (100)$$

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

$$A_s = 1.790 \text{ cm}^2 > A_{st} = 1.684 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se usará $A_s = 1.790 \text{ cm}^2$

**Cálculo de la separación de varillas**

$$S = \frac{100 a_o}{A_s} \quad \text{se propone usar varilla del \# 3 } a_o = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{100 (0.71)}{1.790} \quad S = 39.66 \text{ cm}$$

Comparando con $S_{\min}$ y $S_{\max}$

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

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

$$S = 39.66 \text{ cm} \longleftarrow \text{rige}$$

Se usará $S = 39 \text{ cm}$

$\therefore$ Se usará varilla del #3 @ 39cm c.a.c para momento negativo

b) Para momento positivo

Se usará el momento último mayor, el cual se encuentra ubicado en el tablero I.

$$M_u = 1.0638 \text{ ton-m}$$

$$A_s = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 (1.0638 \times 10^5)}{(0.9)(100)(12)^2 (170)}} \right] (100) (12)$$

$$A_s = 2.405 \text{ cm}^2$$



Comparación del acero mínimo por temperatura de acuerdo a la sección 5.7 de las NTC-concreto

$$A_{st} = \frac{660 x_1}{f_y (x_1 + 100)} b = \frac{660 (12)}{4200 (12 + 100)} (100)$$

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

$$A_s = 2.405 \text{ cm}^2 > A_{st} = 1.684 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se usará $A_s = 2.405 \text{ cm}^2$

Cálculo de la separación de varillas

$$S = \frac{100 a_o}{A_s} \quad \text{se propone usar varilla del \# 3 } a_o = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{100 (0.71)}{2.405} \quad S = 29.52 \text{ cm}$$

Comparando con S_{min} y S_{max}

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

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

$$S = 29.52 \text{ cm} \longleftarrow \text{rige}$$

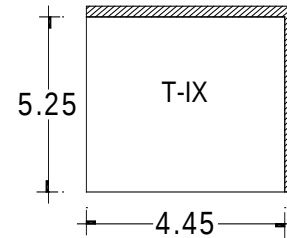
Se usará $S = 29 \text{ cm}$

$\therefore$ Se usará varilla del #3 @ 29cm c.a.c para momento positivo



II.II.V Revisión por cortante

Para la revisión por cortante se tomará el tablero más desfavorable, que en este caso es el tablero IX.



Cálculo del cortante resistente

El cortante resistente se calcula con la fórmula citada en la sección 2.5 de las NTC-concreto.

$$V_{CR} = 0.5 F_R b d \sqrt{f^* c} \quad F_R = 0.8$$

$$V_{CR} = (0.5) (0.8) (100) (12) \sqrt{200} \quad V_{CR} = 6788.22 \text{ kg}$$

Cálculo del cortante actuante

$$v = \left(\frac{a_1}{2} - d \right) \left(0.95 - 0.5 \frac{a_1}{a_2} \right) w$$

$$v = \left(\frac{4.45}{2} - 0.12 \right) \left(0.95 - 0.5 \frac{4.45}{5.25} \right) (730.5) \quad v = 809.13 \text{ kg}$$

$$V_u = F_c \times v = (1.4) (809.13) \quad V_u = 1132.77 \text{ kg}$$

Se incrementará un 15% ya que se trata de un tablero con bordes continuos y bordes discontinuos.

$$V_u = (1.15) (1132.77) \quad V_u = 1302.69 \text{ kg}$$

$$V_{CR} = 6788.22 \text{ kg} > V_u = 1302.69 \text{ kg}$$

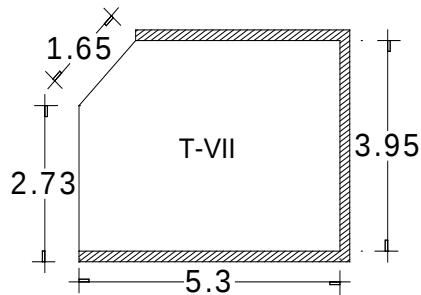
∴ Se acepta el peralte propuesto



II.III DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA LOSA DE ENTREPISO

II.III.I Cálculo del peralte mínimo

De la misma forma se tomará el tablero más desfavorable para el diseño de la losa de entrepiso. El tablero más desfavorable es el tablero VII.



$$\text{Perímetro} = 5.3 + 3.95 + 4.15 + (2.73 + 1.65) (1.5)$$

$$\text{Perímetro} = 19.97 \text{ m}$$

$$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2 \quad fs = 2520 \text{ kg} \quad w = 2.024 \text{ ton/m}^2$$

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

$$d_{\min} = \frac{19.97}{250} (0.032 \times \sqrt[4]{(2520)(2024)}) \quad d_{\min} = 12.15 \text{ cm}$$

$$H = d_{\min} + 2 \text{ cm rec} = 12.15 + 2$$

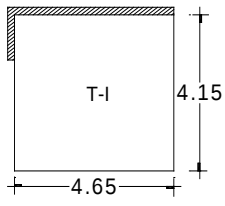
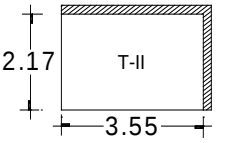
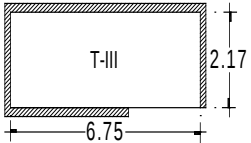
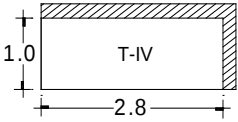
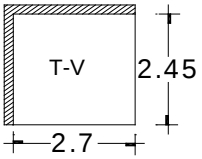
$$H_{\min} = 14.15 \text{ cm}$$

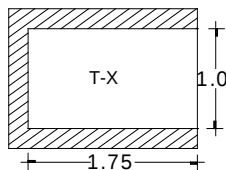
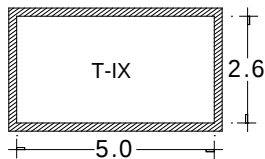
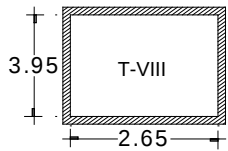
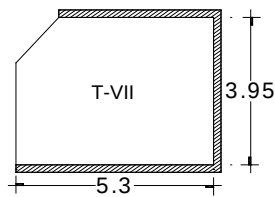
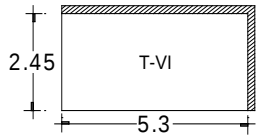
$H_{\min} = 14.15 > H_{\text{prop.}} = 14 \text{ cm} \therefore$ se acepta ya que es ligeramente mayor

Se usará $H = 14 \text{ cm}$ y $d = 12 \text{ cm}$

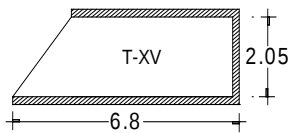
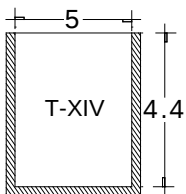
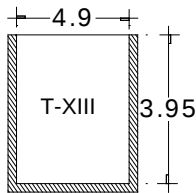
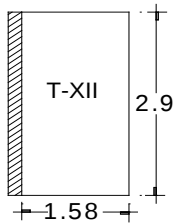
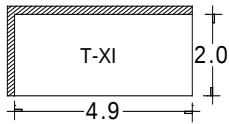


II.III.II Cálculo de los momentos últimos

	TABLERO	MOMENTO	CLARO	COEFICIENTE	Mu (t-m)	M ajustado (t-m)
	I	Negativo en bordes interiores.	Corto	796.0215	1.2936	
	a1= 4.15		Largo	0	0	0.0819
	a2= 4.65	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
	m= 0.892		Largo	0	0	
	w=0.674	positivo	Corto	603.7634	0.9811	
			Largo	520	0.8450	
	II	Negativo en bordes interiores.	Corto	575.0141	0.2555	0.2892
	a1= 2.17		Largo	537.0563	0.2386	0.0819
	a2= 3.55	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
	m= .6112		Largo	0	0	
	w= 0.674	positivo	Corto	347.6901	0.1545	
			Largo	162.4366	0.0722	
	III	Negativo en bordes interiores.	Corto	726.7378	0.3229	0.2892
	a1= 2.17		Largo	471.3452	0.2094	0.2438
	a2= 6.75	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
	m= 0.3214		Largo	0	0	
	w= 0.674	positivo	Corto	445.5348	0.1980	
			Largo	157.2104	0.0699	
	IV	Negativo en bordes interiores.	Corto	793	0.0748	0.1167
	a1= 1		Largo	606.5714	0.0572	0.1614
	a2= 2.80	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
	m= 0.3571		Largo	0	0	
	w= 0.674	positivo	Corto	557.7147	0.0526	
			Largo	180.5714	0.0170	
	V	Negativo en bordes interiores.	Corto	408.4444	0.2313	0.3110
	a1= 2.45		Largo	406.5925	0.2302	0.6381
	a2= 2.7	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
	m= 0.9074		Largo	0	0	
	w= 0.674	positivo	Corto	195.5925	0.1107	
			Largo	153.9259	0.0871	



VI a1= 2.45 a2= 5.3 m= 0.4622 w= 0.674	Negativo en bordes interiores.	Corto	689.9811	0.3908	0.3110
		Largo	575.2452	0.3258	1.1659
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	positivo	Corto	453.4339	0.2568	
		Largo	171.3207	0.0970	
VII a1= 3.95 a2= 5.3 m= 0.7452 w= 2.024	Negativo en bordes interiores.	Corto	456.7169	2.0192	1.5619
		Largo	381.5849	1.6870	1.2360
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	positivo	Corto	241.9811	1.0698	
		Largo	138.6415	0.6129	
VIII a1= 2.65 a2= 3.95 m= 0.6708 w= 2.267	Negativo en bordes interiores.	Corto	455.4683	1.0151	0.6381
		Largo	394.9873	0.8803	1.5619
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	positivo	Corto	247.6455	0.5519	
		Largo	136.1645	0.3034	
IX a1= 2.60 a2= 5 m= 0.52 w= 0.674	Negativo en bordes interiores.	Corto	551.6	0.3518	0.6186
		Largo	427.2	0.2724	0.5825
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	positivo	Corto	312.8	0.1995	
		Largo	143	0.0912	
X a1= 1 a2= 1.75 m= 0.5714 w= 0.674	Negativo en bordes interiores.	Corto	550.4285	0.0519	
		Largo	417.4285	0.0393	
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	positivo	Corto	320.2857	0.0302	
		Largo	144.7142	0.0136	



XI a1= 2 a2= 4.9 m= 0.4081 w= 2.614	Negativo en bordes interiores.	Corto	733	1.0729	0.6653
		Largo	588.3265	0.8612	0.7033
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	positivo	Corto	496.9795	0.7274	
		Largo	175.1836	0.2564	
XII a1= 1.58 a2= 2.9 m= 0.5448 w= 0.674	Negativo en bordes interiores.	Corto	1043.1034	0.2457	
		Largo	0	0	0.4380
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	positivo	Corto	782.0689	0.1842	
		Largo	520	0.1224	
XIII a1= 3.95 a2= 4.9 m= 0.8061 w= 0.674	Negativo en bordes interiores.	Corto	416.5714	0.6132	0.6759
		Largo	423.4285	0.6233	0.7033
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	positivo	Corto	215.3673	0.3170	
		Largo	145.9387	0.2148	
XIV a1= 4.4 a2= 5 m= 0.88 w= 0.72	Negativo en bordes interiores.	Corto	375.2	0.7321	0.6759
		Largo	392.4	0.7657	0.5825
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	positivo	Corto	183.6	0.3582	
		Largo	145.2	0.2833	
XV a1= 2.05 a2= 6.8 m= 0.3014 w= 1.385	Negativo en bordes interiores.	Corto	666.8080	0.5433	0.6721
		Largo	450.40404	0.3670	0.6742
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
		Largo	0	0	
	positivo	Corto	409.5757	0.3337	
		Largo	153.3237	0.1249	

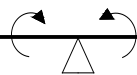


 	XVI	Negativo en bordes interiores.	Corto	682.4	1.1222	0.8679
			Largo	572.94	0.9421	0.6742
		Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
			Largo	0	0	
		positivo	Corto	445.76	0.7330	
			Largo	170.64	0.2806	
	XVII	Negativo en bordes interiores.	Corto	552.9208	0.1420	0.1166
			Largo	515.0719	0.1323	0.1761
		Negativo en bordes discontinuos.	Corto	0	0	
			Largo	0	0	
		positivo	Corto	315.4964	0.0810	
			Largo	153.3237	0.0393	

II.III.III Momentos de ajuste en tableros adyacentes

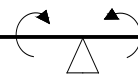
En tableros que son afectados por los muros que no llevan continuidad, se usará la carga de servicio calculada anteriormente. De la misma manera se hará un ajuste de acuerdo a lo citado en la sección 6.3.3.3 de las NTC-concreto.

Tablero I con II



Tablero	T-I	T-II
K	4.1639	7.9631
fd	0.3434	0.6566
Me	0.0000	0.2386
Md	-0.2386	
Mdist	-0.0819	-0.1567
Maj	-0.0819	0.0819

Tablero II con III



Tablero	T-II	T-III
K	7.9631	7.9631
fd	0.5000	0.5000
Me	0.2555	0.3229
Md	-0.0674	
Mdist	-0.0337	-0.0337
Maj	-0.2892	0.2892

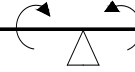


Tablero III con IV



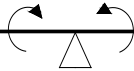
Tablero	T-III	T-IV
K	7.9631	17.2800
fd	0.3155	0.6845
Me	0.2094	0.0572
Md	0.1522	
Mdist	0.0480	0.1042
Maj	-0.1614	0.1614

Tablero III con IX



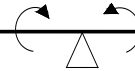
Tablero	T-III	T-IX
K	7.9631	6.6462
fd	0.5451	0.4549
Me	0.2094	0.2725
Md	-0.0631	
Mdist	-0.0344	-0.0287
Maj	-0.2438	0.2438

Tablero IV con XVII



Tablero	T-IV	T-XVII
K	17.2800	10.4727
fd	0.6226	0.3774
Me	0.0748	0.1420
Md	-0.0672	
Mdist	-0.0419	-0.0254
Maj	-0.1167	0.1167

Tablero V con VIII



Tablero	T-V	T-VIII
K	7.0531	6.5208
fd	0.5196	0.4804
Me	0.2303	1.0151
Md	-0.7849	
Mdist	-0.4078	-0.3770
Maj	-0.6381	0.6381

Tablero V con VI



Tablero	T-V	T-VI
K	7.0531	7.0531
fd	0.5000	0.5000
Me	0.2313	0.3908
Md	-0.1595	
Mdist	-0.0797	-0.0797
Maj	-0.3111	0.3111

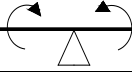
Tablero VI con VII



Tablero	T-VI	T-VII
K	7.0531	4.3747
fd	0.6172	0.3828
Me	0.3258	1.6870
Md	-1.3612	
Mdist	-0.8401	-0.5211
Maj	-1.1659	1.1659

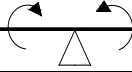


Tablero VII con VIII



Tablero	T-VII	T-VIII
K	4.3747	6.5208
fd	0.4015	0.5985
Me	2.0192	0.8803
Md	1.1389	
Mdist	0.4573	0.6816
Maj	-1.5619	1.5619

Tablero VII con XV



Tablero	T-VII	T-XV
K	4.3747	8.4293
fd	0.3417	0.6583
Me	1.6870	0.3670
Md	1.3200	
Mdist	0.4510	0.8690
Maj	-1.2360	1.2360

Tablero VIII con IX



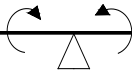
Tablero	T-VIII	T-IX
K	6.5208	6.6462
fd	0.4952	0.5048
Me	0.8803	0.3519
Md	0.5285	
Mdist	0.2617	0.2668
Maj	-0.6186	0.6186

Tablero IX con XIV



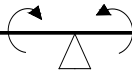
Tablero	T-IX	T-XIV
K	6.6462	3.9273
fd	0.6286	0.3714
Me	0.2725	0.7658
Md	-0.4933	
Mdist	-0.3101	-0.1832
Maj	-0.5826	0.5826

Tablero IX con XI



Tablero	T-IX	T-XI
K	6.6462	8.6400
fd	0.4348	0.5652
Me	0.3519	1.0730
Md	-0.7211	
Mdist	-0.3135	-0.4076
Maj	-0.6654	0.6654

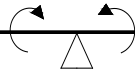
Tablero XI con XIII



Tablero	T-XI	T-XIII
K	8.6400	4.3747
fd	0.6639	0.3361
Me	0.8612	0.6234
Md	0.2378	
Mdist	0.1579	0.0799
Maj	-0.7033	0.7033

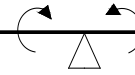


Tablero XII con XIII



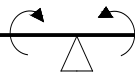
Tablero	T-XII	T-XIII
K	10.9367	4.3747
fd	0.7143	0.2857
Me	0.0000	0.6133
Md	-0.6133	
Mdist	-0.4381	-0.1752
Maj	-0.4381	0.4381

Tablero XIII con XIV



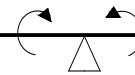
Tablero	T-XIII	T-XIV
K	4.3747	3.9273
fd	0.5269	0.4731
Me	0.6133	0.7322
Md	-0.1189	
Mdist	-0.0627	-0.0562
Maj	-0.6760	0.6760

Tablero XIV con XV



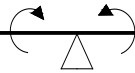
Tablero	T-XIV	T-XV
K	3.9273	8.4293
fd	0.3178	0.6822
Me	0.7322	0.5434
Md	0.1888	
Mdist	0.0600	0.1288
Maj	-0.6722	0.6722

Tablero XIV con XVI



Tablero	T-XIV	T-XVI
K	3.9273	7.3532
fd	0.3481	0.6519
Me	0.7322	1.1222
Md	-0.3900	
Mdist	-0.1358	-0.2542
Maj	-0.8680	0.8680

Tablero XV con XVI



Tablero	T-XV	T-XVI
K	8.4293	7.3532
fd	0.5341	0.4659
Me	0.3670	0.9422
Md	-0.5752	
Mdist	-0.3072	-0.2680
Maj	-0.6742	0.6742

**II.III.IV Diseño por flexión****a) Para momento negativo**

Se tomará el momento que haya resultado mayor en el ajuste, que en este caso corresponde al que se encuentra en el tablero VII.

$$\mathbf{Mu = 1.5619 \text{ ton-m}}$$

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

$$\mathbf{As = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 (1.5619 \times 10^5)}{(0.9)(100)(12)^2 (170)}} \right] (100) (12)}$$

$$\mathbf{As = 3.575 \text{ cm}^2}$$

Comparación del acero mínimo por temperatura de acuerdo a la sección 5.7 de las NTC-concreto

$$\mathbf{Ast = \frac{660 x_1}{fy (x_1 + 100)} b = \frac{660 (12)}{4200 (12 + 100)} (100)}$$

$$\mathbf{Ast = 1.684 \text{ cm}^2}$$

$$\mathbf{As = 3.575 \text{ cm}^2 > Ast = 1.684 \text{ cm}^2}$$

Por lo tanto se usará $As = 3.575 \text{ cm}^2$

**Cálculo de la separación de varillas**

$$S = \frac{100 a_o}{A_s} \quad \text{se propone usar varilla del \# 3 } a_o = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{100 (0.71)}{3.575} \quad S = 19.86 \text{ cm}$$

Comparando con S_{min} y S_{max}

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

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

$$S = 29.86 \text{ cm} \longleftarrow \text{rige}$$

Se usará $S = 20 \text{ cm}$

$\therefore$ Se usará varilla del #3 @ 20cm c.a.c para momento negativo

b) Para momento positivo

De igual manera se usará el momento mayor el cual se encuentra ubicado en el tablero VII.

$$M_u = 1.0698 \text{ ton-m}$$

$$A_s = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 (1.0698 \times 10^5)}{(0.9)(100)(12)^2 (170)}} \right] (100) (12)$$

$$A_s = 2.418 \text{ cm}^2$$



Comparación del acero mínimo por temperatura de acuerdo a la sección 5.7 de las NTC-concreto

$$A_{st} = \frac{660 x_1}{f_y (x_1 + 100)} b = \frac{660 (12)}{4200 (12 + 100)} (100)$$

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

$$A_s = 2.418 \text{ cm}^2 > A_{st} = 1.684 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se usará $A_s = 2.418 \text{ cm}^2$

Cálculo de la separación de varillas

$$S = \frac{100 a_o}{A_s} \quad \text{se propone usar varilla del \# 3 } a_o = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{100 (0.71)}{2.418} \quad S = 29.36 \text{ cm}$$

Comparando con S_{min} y S_{max}

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

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

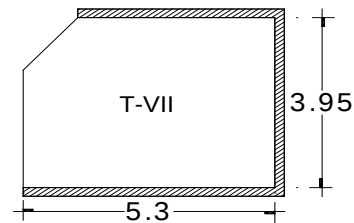
$$S = 29.36 \text{ cm} \quad \longleftarrow \text{rige}$$

Se usará $S = 29 \text{ cm}$

$\therefore$ Se usará varilla del #3 @ 29cm c.a.c para momento positivo

**II.III.V Revisión por cortante**

Para la revisión por cortante se tomará el tablero más desfavorable, que en este caso es el tablero IX.

**Cálculo del cortante resistente**

El cortante resistente se calcula con la fórmula citada en la sección 2.5 de las NTC-concreto.

$$V_{CR} = 0.5 F_R b d \sqrt{f^* c} \quad F_R = 0.8$$

$$V_{CR} = (0.5) (0.8) (100) (12) \sqrt{200} \quad V_{CR} = 6788.22 \text{ kg}$$

Cálculo del cortante resistente

$$v = \left(\frac{a_1}{2} - d \right) \left(0.95 - 0.5 \frac{a_1}{a_2} \right) w$$

$$v = \left(\frac{3.95}{2} - 0.12 \right) \left(0.95 - 0.5 \frac{3.95}{5.3} \right) (730.5) \quad v = 2142 \text{ kg}$$

$$V_u = F_c \times v = (1.4) (2142) \quad V_u = 2998.8 \text{ kg}$$

Se incrementará un 15% ya que se trata de un tablero con bordes continuos y bordes discontinuos.

$$V_u = (1.15) (2998.8) \quad V_u = 3448.62 \text{ kg}$$

$$V_{CR} = 6788.22 \text{ kg} > V_u = 3448.62 \text{ kg}$$

∴ Se acepta el peralte propuesto

**II.IV DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA LOSA DE ESCALERA**

Carga de servicio = 0.8075 ton/m

Longitud de la escalera = 1 m

Elementos mecánicos:

$$V_{\max} = 0.4037 \text{ ton}$$

$$M_{\max} = 0.1009 \text{ ton-m}$$

$$M_u = 0.1413 \text{ ton-m}$$

$$V_u = 0.5652 \text{ ton}$$

II.IV.I Diseño por flexión

Datos:

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

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

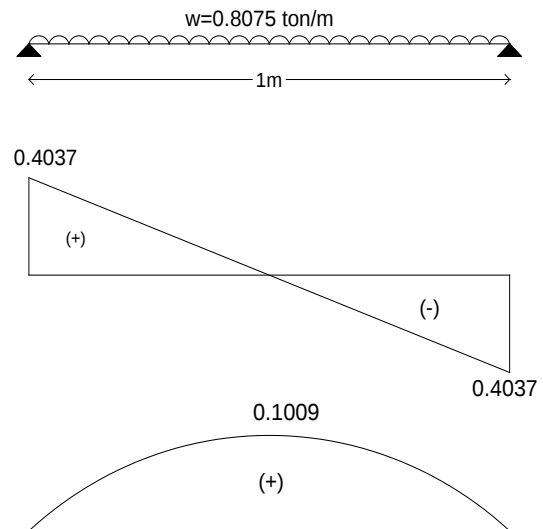
$$F_R = 0.9$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$H = 10 \text{ cm}$$

$$\text{rec} = 2 \text{ cm}$$

$$d = 8 \text{ cm}$$



$$A_s = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 (0.1413 \times 10^5)}{(0.9)(100)(8)^2 (170)}} \right] (100) (12)$$

$$A_s = 0.47 \text{ cm}^2$$

Revisión de acero mínimo

$$A_{s\min} = \rho_{\min} \times b \times d$$

$$\rho_{\min} = 0.00264$$

$$A_{s\min} = (0.00264) (100) (8)$$

$$A_{s\min} = 2.11 \text{ cm}^2$$

**Revisión de acero mínimo por temperatura**

$$A_{st} = \frac{660 x_1}{f_y (x_1 + 100)} b = \frac{660 (8)}{4200 (8 + 100)} (100)$$

$$A_{st} = 1.164 \text{ cm}^2$$

El que rige es el acero mínimo $\therefore$ se usará $A_s = 2.11 \text{ cm}^2$

Cálculo de la separación de varillas

$$S = \frac{100 a_o}{A_s} \quad \text{se propone usar varilla del \# 3 } a_o = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{100 (0.71)}{2.11} \quad S = 33.64 \text{ cm}$$

Comparando con S_{min} y S_{max}

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

$$S_{max} = \begin{cases} 50 \text{ cm} \\ 3.5 x_1 = 3.5 (8) = 28 \text{ cm} \end{cases}$$

$$S = 28 \text{ cm} \longleftarrow \text{rige}$$

Se usará $S = 28 \text{ cm}$

$\therefore$ Se usará varilla del #3 @ 28cm c.a.c



II.IV.II Revisión por cortante

Cálculo del cortante resistente

El cortante resistente se calcula con la fórmula citada en la sección 2.5 de las NTC-concreto.

$$V_{CR} = 0.5 F_R b d \sqrt{f^* c} \quad F_R = 0.8$$

$$V_{CR} = (0.5) (0.8) (100) (8) \sqrt{200} \quad V_{CR} = 4525.48 \text{ kg}$$

$$V_u = 0.5652 \text{ ton} = 565.2 \text{ kg}$$

$$V_{CR} = 4525.48 \text{ kg} > V_u = 565.2 \text{ kg}$$

∴ Se acepta el peralte propuesto

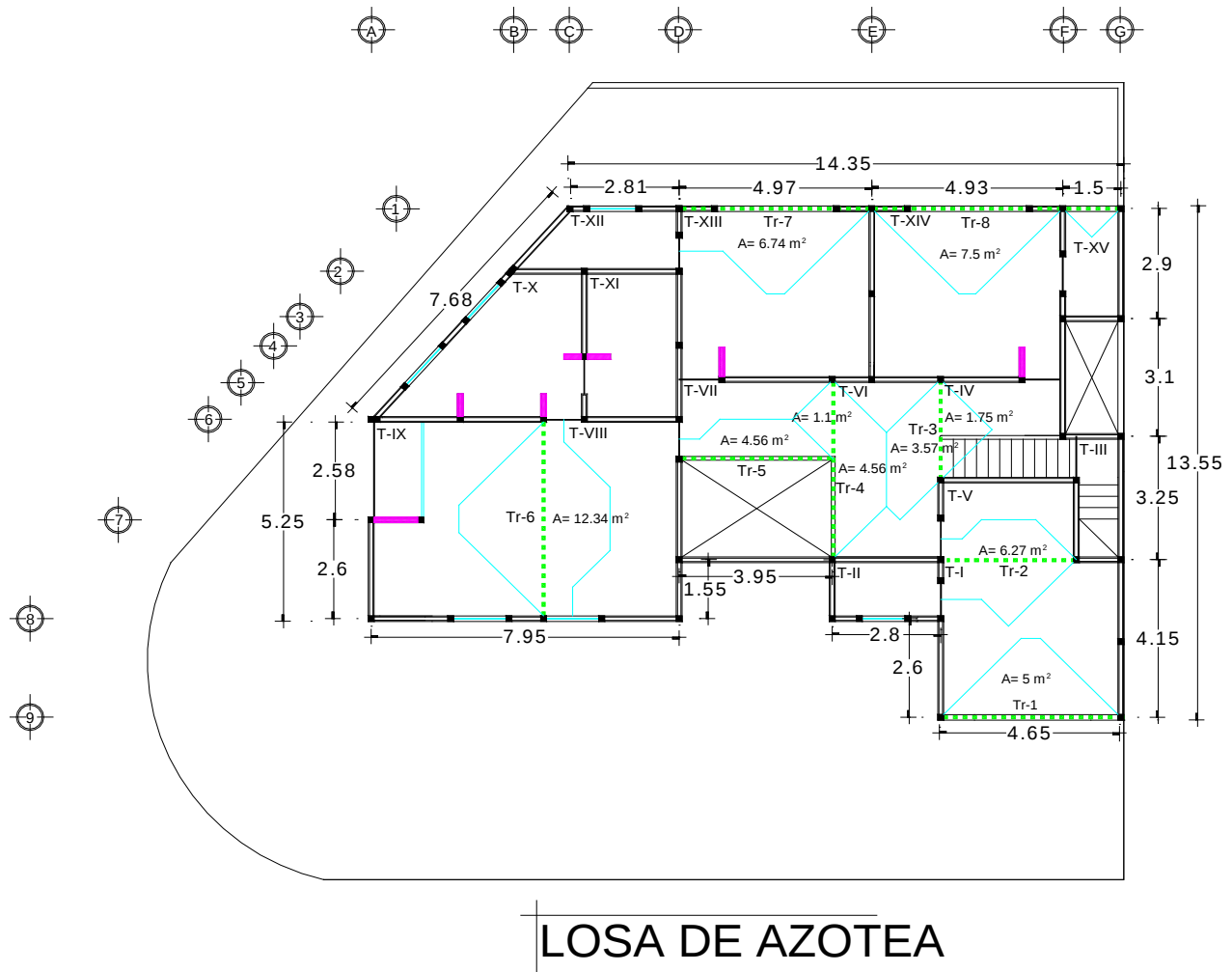


CAPÍTULO III

DISEÑO DE TRABES

Las trabes son aquellos elementos estructurales que trabajan principalmente a flexión y que viene en compañía de fuerza cortante. Estos elementos estructurales soportan principalmente el peso de la losa de azotea y de entrepiso y se representan como cargas distribuidas.

III.I DISEÑO DE TRABES EN LA LOSA DE AZOTEA





III.I.I Trabe 1

La trabe es simplemente apoyada en los extremos y se encuentra ubicada en el tablero I.

Datos:

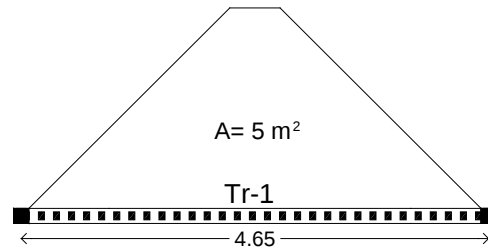
$$A_{tr} = 5 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud de la trabe} = 4.65 \text{ m}$$

$$C_{serv.} = 0.7305 \text{ ton/m}^2$$

$$W_{azotea} = A_{tr} \times C_{serv.} = (5) (0.7305)$$

$$W_{azotea} = 3.65 \text{ ton}$$



$$\text{Descarga por ML} = \frac{W_{azotea}}{\text{Long. trabe}} = \frac{3.65}{4.65} = 0.7854 \text{ ton/m}$$

Se propone una sección transversal para obtener el peso propio de la trabe.

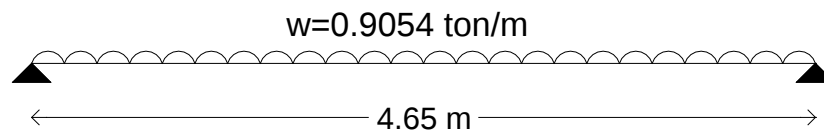
$$\text{Proponiendo } H = 25 \text{ cm, } b = 20 \text{ cm y } rec = 2 \text{ cm}$$

$$W_{pp} = b \times H \times \gamma_c = (0.20) (0.25) (2.4) = 0.12 \text{ ton/m}$$

Para obtener la carga total sobre la trabe se hará la suma de ambas cargas.

$$W_{tr-1} = \text{Descarga por ML} + W_{pp} = 0.7854 + 0.12$$

$$W_{tr-1} = 0.9054 \text{ ton/m}$$



**Cálculo de los elementos mecánicos**

$$R_a = R_b = \frac{W \times L}{2} = \frac{(0.9054)(4.65)}{2} = 2.105 \text{ ton}$$

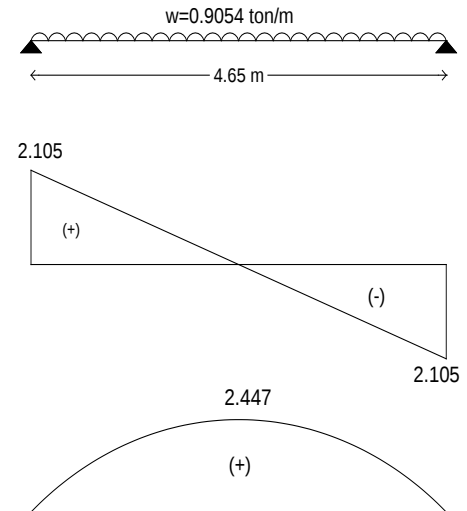
$$M_{\max} = \frac{W \times L^2}{8} = \frac{(0.9054)(4.65)^2}{8} = 2.447 \text{ ton-m}$$

$$V_{\max} = 2.105 \text{ ton}$$

$$M_{\max} = 2.447 \text{ ton-m}$$

$$V_u = (1.4)(2.105) = 2.947 \text{ ton}$$

$$M_u = (1.4)(2.447) = 3.426 \text{ ton-m}$$

**Diseño por flexión**

$$\rho = \frac{f'_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_u}{F_R b d^2 f'_c}} \right]$$

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 (3.426 \times 10^5)}{(0.9)(20)(23)^2 (170)}} \right] = 0.00973$$

$$\rho_{\min} = 0.00264 < \rho = 0.00973 < \rho_{\max} = 0.01518$$

∴ Es adecuada la cuantía de acero para el diseño

Cálculo del área de acero

$$A_s = \rho \times b \times d = (0.00973)(20)(23) = 4.48 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varilla del # 4 $a_o = 1.27 \text{ cm}^2$

$$N_o = \frac{A_s}{a_o} = \frac{4.48}{1.27} = 3.527 \approx 4$$

∴ Se usarán 4Ø#4 en el lecho inferior



De acuerdo a lo indicado en las NTC-concreto, se debe considerar por lo menos usar 2 varillas del # 4 en cada lecho y ésta tiene que ser mayor al acero mínimo.

$$A_{smin} = \rho_{min} \times b \times d = (0.00264) (20) (23) = 1.214 \text{ cm}^2$$

$$a_{o\#4} = 2(1.27) = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$a_{o\#4} = 2.54 \text{ cm}^2 > A_{smin} = 1.214 \text{ cm}^2$$

∴ Se colocarán 2Ø#4 en el lecho superior

Diseño por cortante

Cálculo del ρ_{real}

$$\rho_{real} = \frac{4 \times a_{o\#4}}{b \times d} = \frac{(4)(1.27)}{(20)(23)} = 0.01104$$

Como ρ_{real} es menor que 0.015 se usará la siguiente fórmula de acuerdo a la sección 2.5.1.1 de las NTC-concreto

$$V_{CR} = F_R b d (0.20 + 20 \rho_{real}) \sqrt{f^* c} \quad F_R = 0.9$$

$$V_{CR} = (0.9) (20) (23) \times [(0.20) + (20 \times 0.01104)] \times \sqrt{200} = 2464.126 \text{ kg}$$

$$V_{CR} = 2464.126 \text{ kg} < V_u = 2947.35 \text{ kg}$$

∴ Se requiere de refuerzo por cortante

De acuerdo a lo indicado en la sección 2.5.2.2 de las NTC-concreto, se propondrá utilizar estribos del #2.5 en dos ramas y se calculará con la siguiente fórmula.

$$S = \frac{F_R A_v f_y d}{V_{SR}} \quad a_o = 0.49 \text{ cm}^2 \quad F_R = 0.8$$

$$V_{SR} = V_u - V_{CR} = 2947.35 - 2464.126 = 483.22 \text{ kg}$$

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



$$S = \frac{(0.8) (0.98) (4200) (23)}{483.22} \quad S = 156.73 \text{ cm}$$

Comparación de S_{min} y S_{max} para la separación de estribos

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

$$\text{Si } V_u < 1.5 F_R b d \sqrt{f^* c} \longrightarrow S_{max} = 0.5 \times d$$

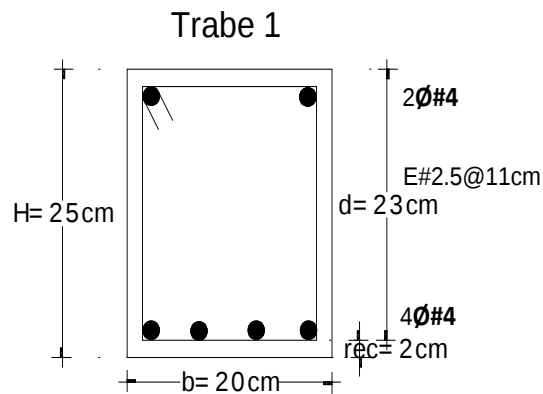
$$\text{Si } V_u > 1.5 F_R b d \sqrt{f^* c} \longrightarrow S_{max} = 0.25 \times d$$

$$(1.5) (0.8) (20) (23) \sqrt{200} = 7806.45 \text{ kg}$$

$$V_u = 2947.35 \text{ kg} < 7806.45 \text{ kg}$$

$$\therefore S_{max} = 0.5 \times d = (0.5) (23) = 11.5 \text{ cm} \quad \leftarrow \text{rige}$$

$\therefore$ Se usarán estribos del #2.5@11cm



**Cálculo de las deflexiones**Cálculo de la deflexión permisible

$$\delta_{perm} = \frac{L}{240} + 5\text{mm} \quad L = \text{longitud de la trabe en cm}$$

$$\delta_{perm} = \frac{465}{240} + 0.5 \quad \delta_{perm} = 2.4 \text{ cm}$$

Cálculo de la deflexión máxima

$$\delta_{max} = \frac{5 w L^4}{384 E I}$$

$$I = \frac{b h^3}{12} = \frac{(20) (25)^3}{12} = 26041.67 \text{ cm}^4$$

Para el modulo de elasticidad, por tratarse de un concreto clase I se usará la siguiente fórmula de acuerdo a la sección 1.4.1.4 de las NTC-concreto.

$$E = 14000 \sqrt{f'c} \quad f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 14000 \sqrt{250} \quad E = 221359.436 \text{ kg/cm}^2$$

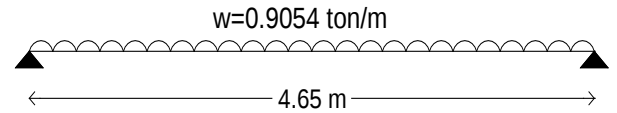
$$\delta_{max} = \delta_{inm} = \frac{(5) (9.0548) (465)^4}{(384) (221359.436) (26041.67)} \quad \delta_{max} = \delta_{inm} = 0.956 \text{ cm}$$

Cálculo de la deflexión diferida

$$\delta_{dif} = \delta_{inm} \times \left(\frac{2}{1+50\rho'} \right) \quad \rho' = \text{cuantía de acero a la compresión}$$

$$\rho' = \frac{2 \times a_o}{b \times H} = \frac{(2) (1.27)}{(20) (25)} = 0.00508$$

$$\delta_{dif} = 0.956 \times \left[\frac{2}{1+(50 \times 0.00508)} \right] \quad \delta_{dif} = 1.52 \text{ cm}$$





$$\delta_{TOTAL} = \delta_{inm} + \delta_{dif} = 0.956 + 1.52 = 2.48 \text{ cm}$$

$\delta_{TOTAL} = 2.48 \text{ cm} > \delta_{perm} = 2.43 \text{ cm}$ pero la diferencia es mínima, por lo tanto se acepta la sección propuesta.

Siguiendo este mismo procedimiento, se calcularon las siguientes trabes que son de las mismas características (carga distribuida y simplemente apoyada en los extremos).

TRABES DE LA LOSA DE AZOTEA										
Trabe	L (m)	b (cm)	H (cm)	rec (cm)	w (ton/m ²)	ρ	As (cm ²)	LI	LS	Separación E#2.5 (cm)
2	3.5	20	25	2	1.4286	0.00856	3.939	3Ø#4	2Ø#4	11
3	2.65	15	20	2	1.799	0.01471	3.972	3Ø#4	2Ø#4	9
4	4.75	20	30	2	1.059	0.00781	4.373	4Ø#4	2Ø#4	14
6	5.25	25	35	2	1.927	0.0103	8.544	5Ø#5	2Ø#4	16
7	6.47	20	30	2	1.089	0.00905	5.069	4Ø#4	2Ø#4	14

DEFLEXIONES					
Trabe	δ_{perm} (cm)	δ_{inm} (cm)	δ_{dif} (cm)	δ_{TOTAL} (cm)	$\delta_{TOTAL} < \delta_{perm}$ (cm)
2	1.958	0.484	0.772	1.226	cumple
3	1.604	0.522	0.733	1.255	cumple
4	2.479	0.7049	1.163	1.868	cumple
6	2.687	0.964	1.57	2.534	cumple
7	2.583	0.889	1.468	2.358	cumple



III.1.1.1 Trabe 5

La trabe 5 es una viga apoyada simplemente en un extremo y empotrada en el otro extremo.

Datos:

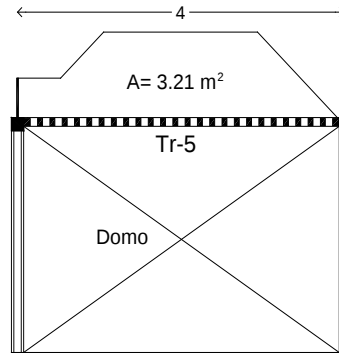
$$A_{tr} = 3.21 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud de la trabe} = 4 \text{ m}$$

$$C_{serv.} = 0.7305 \text{ ton/m}^2$$

$$W_{azotea} = A_{tr} \times C_{serv.} = (3.21) (0.7305)$$

$$W_{azotea} = 2.344 \text{ ton}$$



$$\text{Descarga por ML} = \frac{W_{azotea}}{\text{Long. trabe}} = \frac{2.344}{4} = 0.5862 \text{ ton/m}$$

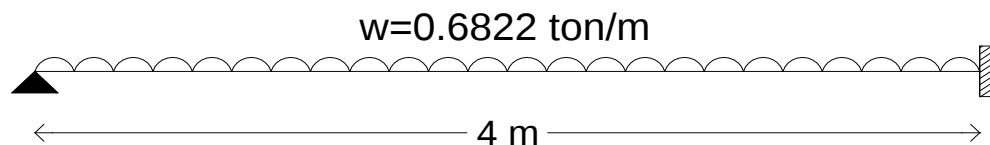
Se propone una sección transversal para obtener el peso propio de la trabe.

Proponiendo $H = 20 \text{ cm}$, $b = 20 \text{ cm}$ y $rec = 2 \text{ cm}$

$$W_{pp} = b \times H \times \gamma_c = (0.20) (0.20) (2.4) = 0.096 \text{ ton/m}$$

$$W_{tr-5} = \text{Descarga por ML} + W_{pp} = 0.5862 + 0.096$$

$$W_{tr-5} = 0.6822 \text{ ton/m}$$





Cálculo de los elementos mecánicos

$$R_a = \frac{3 W L}{8} = \frac{(3) (0.6822) (4)}{8} = 1.023 \text{ ton}$$

$$R_b = \frac{5 W L}{8} = \frac{(5) (0.6822) (4)}{8} = 1.705 \text{ ton}$$

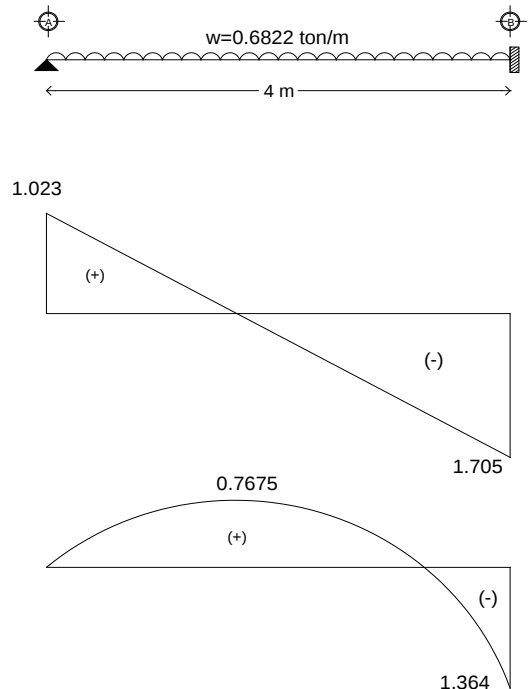
$$M_{\max} = \frac{W x L^2}{8} = \frac{(0.6822) (4)^2}{8} = 1.364 \text{ ton-m}$$

$$V_{\max} = 1.705 \text{ ton}$$

$$M_{\max} = 1.364 \text{ ton-m}$$

$$V_u = (1.4) (1.705) = 2.39 \text{ ton}$$

$$M_u = (1.4) (1.364) = 1.909 \text{ ton-m}$$



Diseño por flexión

Para momento negativo $M_u = 1.909 \text{ ton-m}$

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

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 (1.909 \times 10^5)}{(0.9)(20)(18)^2 (170)}} \right] = 0.00874$$

$$\rho_{\min} = 0.00264 < \rho = 0.00874 < \rho_{\max} = 0.01518$$

∴ Es adecuada la cuantía de acero para el diseño

Cálculo del área de acero

$$A_s = \rho \times b \times d = (0.00874) (20) (18) = 3.147 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varilla del # 4 $a_o = 1.27 \text{ cm}^2$

$$N_o = \frac{A_s}{a_o} = \frac{3.147}{1.27} = 2.478 \approx 3$$



∴ Se usarán 3Ø#4 en el lecho superior

Para momento positivo $M_u = 1.075 \text{ ton-m}$

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

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 (1.075 \times 10^5)}{(0.9)(20)(18)^2 (170)}} \right] = 0.00465$$

$$\rho_{\min} = 0.00264 < \rho = 0.00465 < \rho_{\max} = 0.01518$$

∴ Es adecuada la cuantía de acero para el diseño

Cálculo del área de acero

$$A_s = \rho \times b \times d = (0.00465) (20) (18) = 1.675 \text{ cm}^2$$

El área de acero calculado es inferior al área que contienen dos varillas del número 4, por lo tanto esta área de acero no es adecuada para el diseño.

∴ Se usarán 2Ø#4 en el lecho inferior

Diseño por cortante

Cálculo del ρ_{real}

$$\rho_{\text{real}} = \frac{3 \times a_{o\#4}}{b \times d} = \frac{(3)(1.27)}{(20)(18)} = 0.01058$$

Como ρ_{real} es menor que 0.015 se usará la siguiente fórmula de acuerdo a la sección 2.5.1.1 de las NTC-concreto

$$V_{CR} = FR b d (0.20 + 20 \rho_{\text{real}}) \sqrt{f^* c} \quad FR = 0.9$$

$$V_{CR} = (0.9) (20) (18) \times [(0.20) + (20 \times 0.01058)] \times \sqrt{200} = 1886.27 \text{ kg}$$



$$V_{CR} = 1886.27 \text{ kg} < V_u = 2387.79 \text{ kg}$$

∴ Se requiere de refuerzo por cortante

De acuerdo a lo indicado en la sección 2.5.2.2 de las NTC-concreto, se propondrá utilizar estribos del #2.5 en dos ramas y se calculará con la siguiente fórmula.

$$S = \frac{F_R A_v f_y d}{V_{SR}} \quad a_o = 0.49 \text{ cm}^2 \quad F_R = 0.8$$

$$V_{SR} = V_u - V_{CR} = 2387.79 - 1886.27 = 501.55 \text{ kg}$$

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

$$S = \frac{(0.8) (0.98) (4200) (18)}{501.55} \quad S = 118.18 \text{ cm}$$

Comparación de S_{min} y S_{max} para la separación de estribos

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

$$\text{Si } V_u < 1.5 F_R b d \sqrt{f^* c} \longrightarrow S_{max} = 0.5 \times d$$

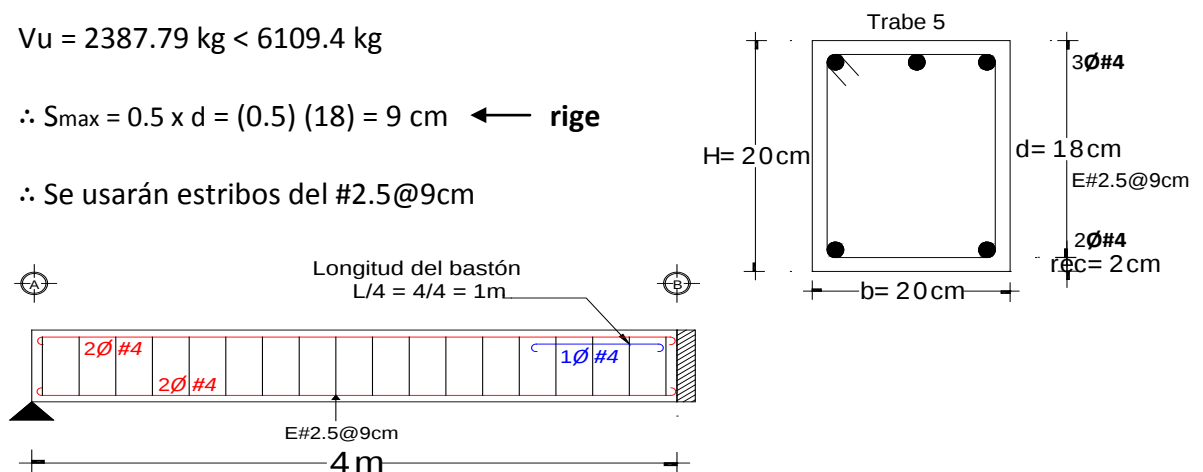
$$\text{Si } V_u > 1.5 F_R b d \sqrt{f^* c} \longrightarrow S_{max} = 0.25 \times d$$

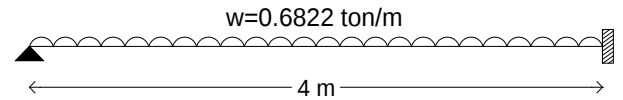
$$(1.5) (0.8) (20) (18) \sqrt{200} = 6109.4 \text{ kg}$$

$$V_u = 2387.79 \text{ kg} < 6109.4 \text{ kg}$$

$$\therefore S_{max} = 0.5 \times d = (0.5) (18) = 9 \text{ cm} \quad \leftarrow \text{rige}$$

∴ Se usarán estribos del #2.5@9cm



**Cálculo de las deflexiones**Cálculo de la deflexión permisible

$$\delta_{\text{perm}} = \frac{L}{240} + 5\text{mm} \quad L = \text{longitud de la trabe en cm}$$

$$\delta_{\text{perm}} = \frac{400}{240} + 0.5 \quad \delta_{\text{perm}} = 2.167 \text{ cm}$$

Cálculo de la deflexión máxima

$$\delta_{\text{max}} = \frac{w L^4}{185 E I}$$

$$I = \frac{b h^3}{12} = \frac{(20) (20)^3}{12} = 13333.33 \text{ cm}^4$$

$$E = 14000 \sqrt{f'c} \quad f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 14000 \sqrt{250} \quad E = 221359.436 \text{ kg/cm}^2$$

$$\delta_{\text{max}} = \delta_{\text{inm}} = \frac{(6.822) (400)^4}{(185) (221359.436) (13333.33)} \quad \delta_{\text{max}} = \delta_{\text{inm}} = 0.32 \text{ cm}$$

Cálculo de la deflexión diferida

$$\delta_{\text{dif}} = \delta_{\text{inm}} \times \left(\frac{2}{1 + 50 \rho'} \right) \quad \rho' = \text{cuantía de acero a la compresión}$$

$$\rho' = \frac{2 \times a_o}{b \times H} = \frac{(2) (1.27)}{(20) (20)} = 0.00635$$

$$\delta_{\text{dif}} = 0.32 \times \left[\frac{2}{1 + (50 \times 0.00635)} \right] \quad \delta_{\text{dif}} = 0.485 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{TOTAL}} = \delta_{\text{inm}} + \delta_{\text{dif}} = 0.32 + 0.485 = 0.805 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{TOTAL}} = 0.805 \text{ cm} < \delta_{\text{perm}} = 2.167 \text{ cm} \therefore \text{se acepta el peralte propuesto}$$



III.I.III Trabe 8

Esta trabe es una viga hiperestática con tres apoyos simples, la cual se encuentra ubicada en el tablero XIV y tablero XV.

Datos:

$$A_{tr} = 7.5 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud de la trabe} = 6.5 \text{ m}$$

$$C_{serv.} = 0.7305 \text{ ton/m}^2$$

$$W_{azotea} = A_{tr} \times C_{serv.} = (7.5) (0.7305)$$

$$W_{azotea} = 5.478 \text{ ton}$$

$$\text{Descarga por ML} = \frac{W_{azotea}}{\text{Long. trabe}} = \frac{5.478}{6.5} = 0.8428 \text{ ton/m}$$

Se propone una sección transversal para obtener el peso propio de la trabe.

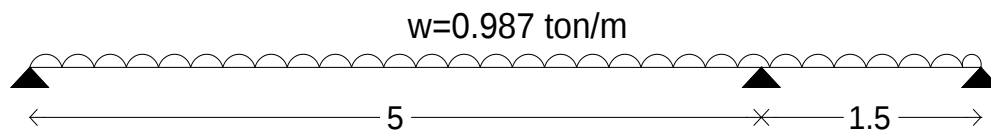
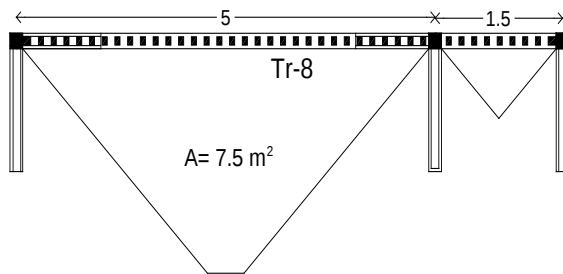
Proponiendo $H = 30 \text{ cm}$, $b = 20 \text{ cm}$ y $\text{rec} = 2 \text{ cm}$

$$W_{pp} = b \times H \times \gamma_c = (0.20) (0.30) (2.4) = 0.144 \text{ ton/m}$$

Para obtener la carga total sobre la trabe se hará la suma de ambas cargas.

$$W_{tr-8} = \text{Descarga por ML} + W_{pp} = 0.8428 + 0.144$$

$$W_{tr-8} = 0.987 \text{ ton/m}$$





Cálculo de los elementos mecánicos

$$V_{\max} = 2.954 \text{ ton}$$

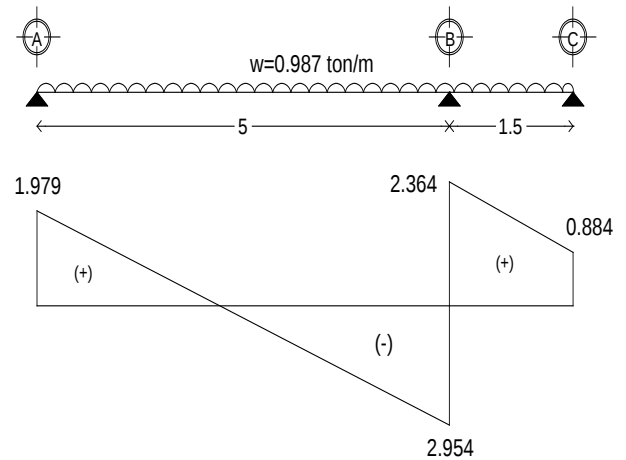
$$M_{\max} (-) = 2.43 \text{ ton-m}$$

$$M_{\max} (+) = 1.986 \text{ ton-m}$$

$$Vu = (1.4) (2.954) = 4.136 \text{ ton}$$

$$Mu (-) = (1.4) (2.43) = 3.402 \text{ ton-m}$$

$$Mu (+) = (1.4) (1.986) = 2.78 \text{ ton-m}$$



Diseño por flexión

a) Para el tramo A-B

$$Mu = 2.78 \text{ ton-m}$$

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

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 (2.78 \times 10^5)}{(0.9)(20)(28)^2 (170)}} \right] = 0.005$$

$$\rho_{\min} = 0.00264 < \rho = 0.005 < \rho_{\max} = 0.01518 \therefore \text{Se acepta}$$

$$As = \rho \times b \times d = (0.005) (20) (28) = 2.8 \text{ cm}^2$$

b) Para el tramo B-C

$$Mu = 3.402 \text{ ton-m}$$

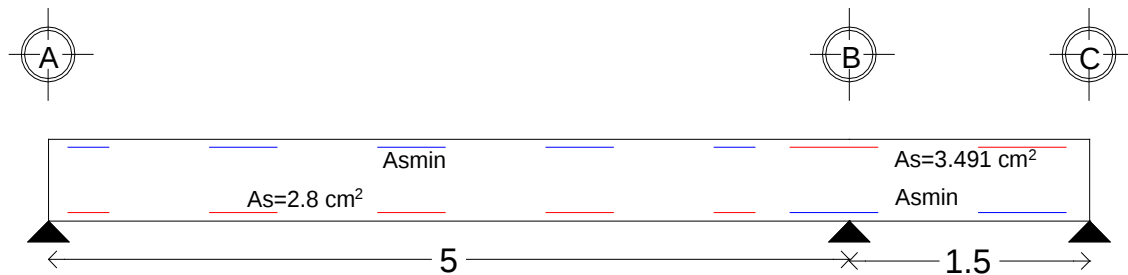
$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 (3.404 \times 10^5)}{(0.9)(20)(28)^2 (170)}} \right] = 0.00624$$

$$\rho_{\min} = 0.00264 < \rho = 0.00624 < \rho_{\max} = 0.01518 \therefore \text{Se acepta}$$

$$As = \rho \times b \times d = (0.00624) (20) (28) = 3.491 \text{ cm}^2$$

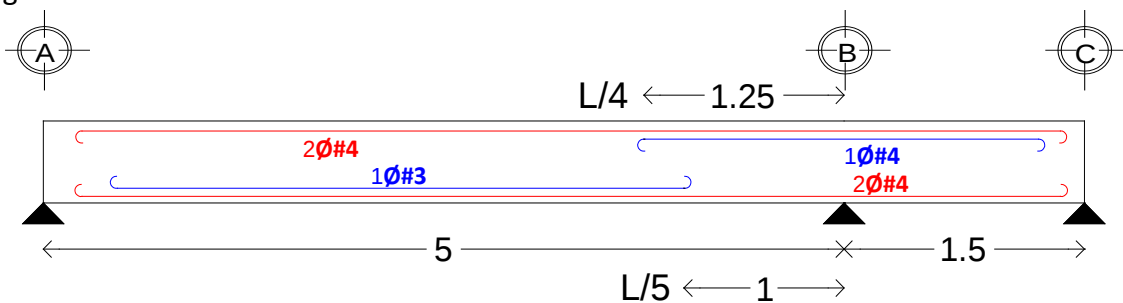


A continuación se verá la distribución de las áreas de acero a lo largo de la trabe.



Se coloca acero mínimo donde no se presentan momentos, pero como se trata de una trabe se tiene que diseñar mínimo con 2 varillas del número 4, por lo tanto el acero mínimo se descarta ya que su área de acero es inferior ($A_{smin} = 1.48 \text{ cm}^2$).

Haciendo una combinación de áreas de las varillas, la trabe queda distribuida de la siguiente forma:



Diseño por cortante

Cálculo del ρ_{real}

$$\rho_{real} = \frac{3 \times a_{0\#4}}{b \times d} = \frac{(3)(1.27)}{(20)(28)} = 0.0068$$

Como ρ_{real} es menor que 0.015 se usará la siguiente fórmula de acuerdo a la sección 2.5.1.1 de las NTC-concreto

$$V_{CR} = F_R b d (0.20 + 20 \rho_{real}) \sqrt{f^* c} \quad F_R = 0.9$$

$$V_{CR} = (0.9) (20) (28) \times [(0.20) + (20 \times 0.0068)] \times \sqrt{200} = 2128.78 \text{ kg}$$

$$V_{CR} = 2128.78 \text{ kg} < V_u = 4136 \text{ kg}$$

∴ Se requiere de refuerzo por cortante



De acuerdo a lo indicado en la sección 2.5.2.2 de las NTC-concreto, se propondrá utilizar estribos del #2.5 en dos ramas y se calculará con la siguiente fórmula.

$$S = \frac{F_R A_v f_y d}{V_{SR}} \quad a_o = 0.49 \text{ cm}^2 \quad F_R = 0.8$$

$$V_{SR} = V_u - V_{CR} = 4136 - 2128.78 = 2007.22 \text{ kg}$$

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

$$S = \frac{(0.8) (0.98) (4200) (28)}{2007.22} \quad S = 45.93 \text{ cm}$$

Comparación de S_{min} y S_{max} para la separación de estribos

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

$$\text{Si } V_u < 1.5 F_R b d \sqrt{f^* c} \longrightarrow S_{max} = 0.5 \times d$$

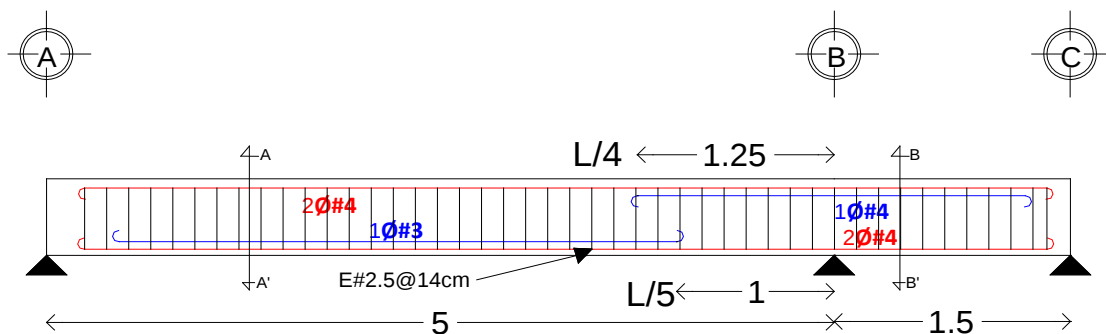
$$\text{Si } V_u > 1.5 F_R b d \sqrt{f^* c} \longrightarrow S_{max} = 0.25 \times d$$

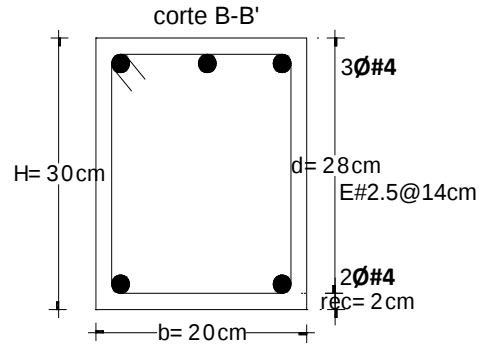
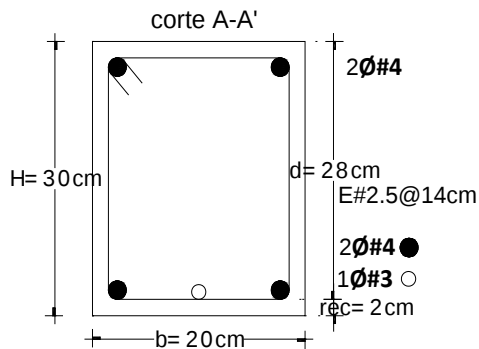
$$(1.5) (0.8) (20) (28) \sqrt{200} = 9503.51 \text{ kg}$$

$$V_u = 2947.35 \text{ kg} < 9503.71 \text{ kg}$$

$$\therefore S_{max} = 0.5 \times d = (0.5) (28) = 14 \text{ cm} \leftarrow \text{rige}$$

$\therefore$ Se usarán estribos del #2.5@14cm



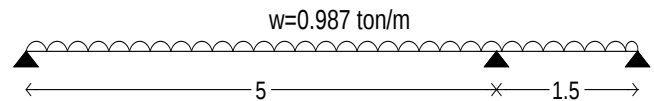


Cálculo de las deflexiones

Cálculo de la deflexión permisible

$$\delta_{perm} = \frac{L}{240} + 5mm$$

$$\delta_{perm} = \frac{750}{240} + 0.5 \quad \delta_{perm} = 3.625 \text{ cm}$$



Cálculo de la deflexión máxima

Con la ayuda del programa SAP2000 se calculó la deflexión máxima para el diseño de esta trabe, del cual se obtuvo el siguiente resultado:

$$\delta_{max} = \delta_{inm} = 0.331 \text{ cm}$$

Cálculo de la deflexión diferida

$$\delta_{dif} = \delta_{inm} \times \left(\frac{2}{1+50\rho'} \right) \quad \rho' = \text{cuantía de acero a la compresión}$$

$$\rho' = \frac{2 \times a_{o\#4} + 1a_{o\#3}}{b \times H} = \frac{(2.54+0.71)}{(20)(30)} = 0.00541$$

$$\delta_{dif} = 0.331 \times \left[\frac{2}{1+(50 \times 0.00541)} \right] \quad \delta_{dif} = 0.521 \text{ cm}$$



U.M.S.N.H.

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA CASA RESIDENCIAL

$$\delta_{TOTAL} = \delta_{inm} + \delta_{dif} = 0.331 + 0.852 = \text{ cm}$$

$$\delta_{TOTAL} = 0.852 \text{ cm} < \delta_{perm} = 3.625 \text{ cm} \therefore \text{ se acepta el diseño}$$



III.II DISEÑO DE TRABES EN LOSA DE ENTREPISO

Para las trabes ubicadas en la losa de entrepiso, reciben el peso de la losa de azotea más a parte el peso propio de los muros que se encuentran en planta alta, esto quiere decir que su análisis será diferente para la obtención de su carga.

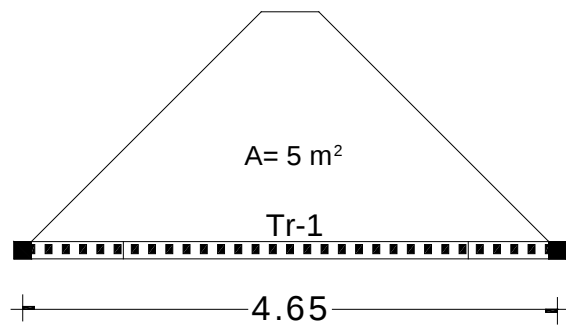
III.II.I Trabe 1

Datos:

$$C_{serv\ azt} = 0.7305 \text{ ton/m}^2$$

$$A_{tr} = 5 \text{ m}^2$$

$$C_{serv\ ent} = 0.674 \text{ ton/m}^2$$



$$W_{azotea} = C_{serv\ azt} \times A_{tr} = (0.7305) (5) = 3.652 \text{ ton}$$

$$W_{muro\ pa} = (4.65 \times 2.8 \times 0.309) - (3 \times 1.2 \times 0.309) = 2.91 \text{ ton}$$

muro ventana

$$W_{ent} = C_{serv\ ent} \times A_{tr} = (0.674) (5) = 3.37 \text{ ton}$$

Se propone una trabe con dimensiones de $b = 25 \text{ cm}$, $H = 35 \text{ cm}$ y $rec = 2 \text{ cm}$

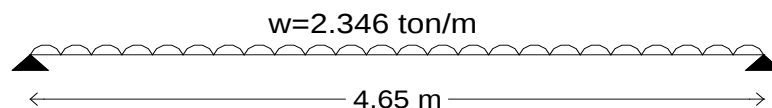
$$W_{pp} = b \times H \times \gamma_c = (0.25) (0.35) (2.4) = 0.21 \text{ ton/m}$$

$$Descarga\ total = W_{azotea} + W_{muro\ pa} + W_{ent}$$

$$Descarga\ total = 3.652 + 2.91 + 3.37 = 9.933 \text{ ton}$$

$$Descarga\ x\ ML = \frac{Descarga\ total}{Longitud} = \frac{9.933}{4.65} = 2.136 \text{ ton/m}$$

$$W_{tr-1} = Descarga\ x\ ML + W_{pp} = 2.136 + 0.21 = 2.346 \text{ ton/m}$$



**Cálculo de los elementos mecánicos**

$$R_a = R_b = \frac{W \times L}{2} = \frac{(2.346)(4.65)}{2} = 5.454 \text{ ton}$$

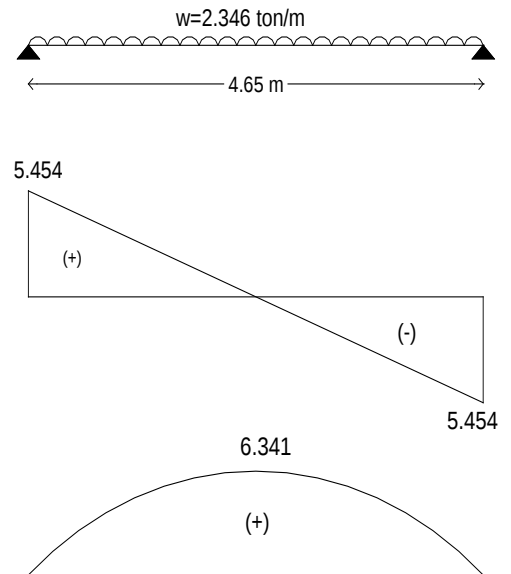
$$M_{\max} = \frac{W \times L^2}{8} = \frac{(2.346)(4.65)^2}{8} = 6.341 \text{ ton-m}$$

$$V_{\max} = 5.454 \text{ ton}$$

$$M_{\max} = 6.341 \text{ ton-m}$$

$$V_u = (1.4)(5.454) = 7.636 \text{ ton}$$

$$M_u = (1.4)(6.341) = 8.877 \text{ ton-m}$$

**Diseño por flexión**

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

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 (8.877 \times 10^5)}{(0.9)(25)(33)^2 (170)}} \right] = 0.00981$$

$$\rho_{\min} = 0.00264 < \rho = 0.00981 < \rho_{\max} = 0.01518$$

∴ Es adecuada la cuantía de acero para el diseño

Cálculo del área de acero

$$A_s = \rho \times b \times d = (0.00981)(25)(33) = 8.099 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varilla del # 5 $a_o = 1.98 \text{ cm}^2$

$$N_o = \frac{A_s}{a_o} = \frac{8.099}{1.98} = 4.09 \approx 4$$

∴ Se usarán 4Ø#5 en el lecho inferior



De acuerdo a lo indicado en las NTC-concreto, se debe considerar por lo menos usar 2 varillas del # 4 en cada lecho y esta tiene que ser mayor al acero mínimo.

$$A_{smin} = \rho_{min} \times b \times d = (0.00264) (25) (33) = 2.178 \text{ cm}^2$$

$$2a_{o\#4} = 2(1.27) = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$2a_{o\#4} = 2.54 \text{ cm}^2 > A_{smin} = 2.178 \text{ cm}^2$$

∴ Se colocarán 2Ø#4 en el lecho superior

Diseño por cortante

Cálculo del ρ_{real}

$$\rho_{real} = \frac{4 \times a_{o\#5}}{b \times d} = \frac{(4)(1.98)}{(25)(33)} = 0.0096$$

Como ρ_{real} es menor que 0.015 se usará la siguiente fórmula de acuerdo a la sección 2.5.1.1 de las NTC-concreto

$$V_{CR} = F_R b d (0.20 + 20 \rho_{real}) \sqrt{f^* c} \quad F_R = 0.9$$

$$V_{CR} = (0.9) (25) (33) \times [(0.20) + (20 \times 0.0096)] \times \sqrt{200} = 4116.21 \text{ kg}$$

$$V_{CR} = 4116.21 \text{ kg} < V_u = 7636.846 \text{ kg}$$

∴ Se requiere de refuerzo por cortante

De acuerdo a lo indicado en la sección 2.5.2.2 de las NTC-concreto, se propondrá utilizar estribos del #2.5 en dos ramas y se calculará con la siguiente fórmula.

$$S = \frac{F_R A_v f_y d}{V_{SR}} \quad a_o = 0.49 \text{ cm}^2 \quad F_R = 0.8$$

$$V_{SR} = V_u - V_{CR} = 7636.846 - 4116.21 = 3520.63 \text{ kg}$$

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



$$S = \frac{(0.8) (0.98) (4200) (33)}{3520.63} \quad S = 30.86 \text{ cm}$$

Comparación de $S_{\min}$ y $S_{\max}$ para la separación de estribos

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

$$\text{Si } V_u < 1.5 F_R b d \sqrt{f^* c} \longrightarrow S_{\max} = 0.5 \times d$$

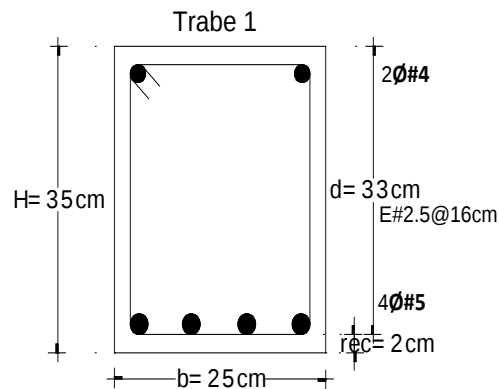
$$\text{Si } V_u > 1.5 F_R b d \sqrt{f^* c} \longrightarrow S_{\max} = 0.25 \times d$$

$$(1.5) (0.8) (25) (33) \sqrt{200} = 14000.71 \text{ kg}$$

$$V_u = 7636.846 \text{ kg} < 14000.71 \text{ kg}$$

$$\therefore S_{\max} = 0.5 \times d = (0.5) (33) = 16.5 \text{ cm} \quad \leftarrow \text{rige}$$

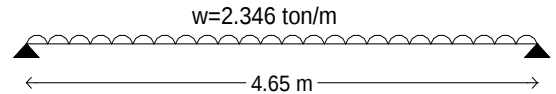
$\therefore$ Se usarán estribos del #2.5@16cm



**Cálculo de las deflexiones**Cálculo de la deflexión permisible

$$\delta_{perm} = \frac{L}{240} + 5\text{mm} \quad L = \text{longitud de la trabe en cm}$$

$$\delta_{perm} = \frac{465}{240} + 0.5 \quad \delta_{perm} = 2.437 \text{ cm}$$

Cálculo de la deflexión máxima

$$\delta_{max} = \frac{5 w L^4}{384 E I}$$

$$I = \frac{b h^3}{12} = \frac{(25) (35)^3}{12} = 89322.91 \text{ cm}^4$$

$$E = 14000 \sqrt{f'c} \quad f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 14000 \sqrt{250} \quad E = 221359.436 \text{ kg/cm}^2$$

$$\delta_{max} = \delta_{inm} = \frac{(5) (23.461) (465)^4}{(384) (221359.436) (89322.91)} \quad \delta_{max} = \delta_{inm} = 0.722 \text{ cm}$$

Cálculo de la deflexión diferida

$$\delta_{dif} = \delta_{inm} \times \left(\frac{2}{1 + 50 \rho'} \right) \quad \rho' = \text{cuantía de acero a la compresión}$$

$$\rho' = \frac{2 \times a_o}{b \times H} = \frac{(2) (1.27)}{(25) (35)} = 0.0029$$

$$\delta_{dif} = 0.722 \times \left[\frac{2}{1 + (50 \times 0.0029)} \right] \quad \delta_{dif} = 1.261 \text{ cm}$$



$$\delta_{TOTAL} = \delta_{inm} + \delta_{dif} = 0.722 + 1.261 = 1.983 \text{ cm}$$

$\delta_{TOTAL} = 1.983 \text{ cm} < \delta_{perm} = 2.437 \text{ cm} \therefore$ se acepta el peralte propuesto

A continuación se muestra un resumen de las trabes que se calculan con el mismo procedimiento mostrado con anterioridad:

TRABES DE LA LOSA DE ENTREPISO										
Trabe	L(m)	b(cm)	H(cm)	rec (cm)	w (ton/m ²)	P	As (cm ²)	LI	LS	Separación E#2.5 (cm)
2	3.25	20	30	2	1.782	0.006	3.362	3Ø#4	2Ø#4	14
3	8.1	35	55	4	2.489	0.0093	16.77	6Ø#6	4Ø#4	25
4	5.3	30	40	3	2.853	0.0103	11.5	6Ø#5	3Ø#4	18
5	2.75	20	25	2	2.734	0.0103	4.774	4Ø#4	2Ø#4	11
6	3.1	30	35	3	6.477	0.0108	10.396	4Ø#6	2Ø#4	12
7	2.6	25	30	3	4.894	0.0095	6.429	4Ø#5	2Ø#4	13
8	3.35	25	35	3	4.219	0.0097	7.787	4Ø#5	2Ø#4	16
10	2.75	20	20	2	1.983	0.0127	4.575	4Ø#4	2Ø#4	9
11	5	35	40	3	4.421	0.0126	16.39	6Ø#6	3Ø#4	15
13	5	30	40	3	2.81	0.0088	9.877	5Ø#5	3Ø#4	18

DEFLEXIONES					
Trabe	δ_{perm} (cm)	δ_{inm} (cm)	δ_{dif} (cm)	δ_{TOTAL} (cm)	$\delta_{TOTAL} < \delta_{perm}$ (cm)
2	1.854	0.26	0.429	0.689	cumple
3	3.875	1.30	2.437	3.736	cumple
4	2.708	0.827	1.428	2.25	cumple
5	1.645	0.353	0.563	0.916	cumple
6	1.791	0.328	0.585	0.913	cumple
7	1.583	0.233	0.40	0.633	cumple
8	1.895	0.349	0.611	0.961	cumple
10	1.645	0.50	0.759	1.259	cumple
11	2.583	0.870	1.596	2.467	cumple
13	2.583	0.645	1.114	1.76	cumple

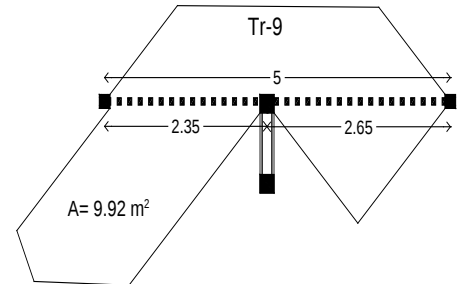
**III.II.II Trabe 9**

Datos:

$$C_{serv\ azt} = 0.7305 \text{ ton/m}^2$$

$$A_{tr} = 9.92 \text{ m}^2$$

$$C_{serv\ ent} = 1.964 \text{ ton/m}^2$$



$$W_{azotea} = C_{serv\ azt} \times A_{tr} = (0.7305) (9.92) = 7.246 \text{ ton}$$

$$W_{muro\ pa} = 0$$

$$W_{ent} = C_{serv\ ent} \times A_{tr} = (1.964) (9.92) = 19.482 \text{ ton}$$

Se propone una trabe con dimensiones de $b = 20 \text{ cm}$, $H = 30 \text{ cm}$ y $rec = 3 \text{ cm}$

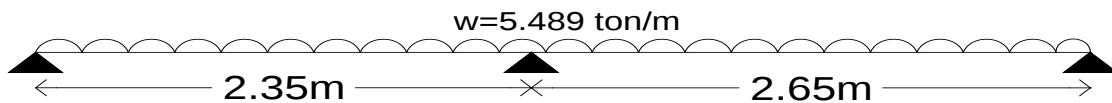
$$W_{pp} = b \times H \times \gamma_c = (0.20) (0.30) (2.4) = 0.144 \text{ ton/m}$$

$$Descarga\ total = W_{azotea} + W_{muro\ pa} + W_{ent}$$

$$Descarga\ total = 7.246 + 0 + 19.482 = 26.729 \text{ ton}$$

$$Descarga\ x\ ML = \frac{Descarga\ total}{Longitud} = \frac{26.729}{5} = 5.345 \text{ ton/m}$$

$$W_{tr-1} = Descarga\ x\ ML + W_{pp} = 5.345 + 0.144 = 5.489 \text{ ton/m}$$





Cálculo de los elementos mecánicos

$$V_{\max} = 8.91 \text{ ton}$$

$$M_{\max} (-) = 4.335 \text{ ton-m}$$

$$M_{\max} (+) = 2.895 \text{ ton-m}$$

$$Vu = (1.4) (8.91) = 12.474 \text{ ton}$$

$$Mu (-) = (1.4) (4.335) = 6.069 \text{ ton-m}$$

$$Mu (+) = (1.4) (2.895) = 4.053 \text{ ton-m}$$

Diseño por flexión

a) Para momento negativo

$$Mu = 5.64 \text{ ton-m}$$

$$\rho = \frac{f'_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 Mu}{FR b d^2 f'_c}} \right]$$

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 (6.069 \times 10^5)}{(0.9)(20)(27)^2 (170)}} \right] = 0.0131$$

$$\rho_{\min} = 0.00264 < \rho = 0.0131 < \rho_{\max} = 0.01518 \therefore \text{Se acepta}$$

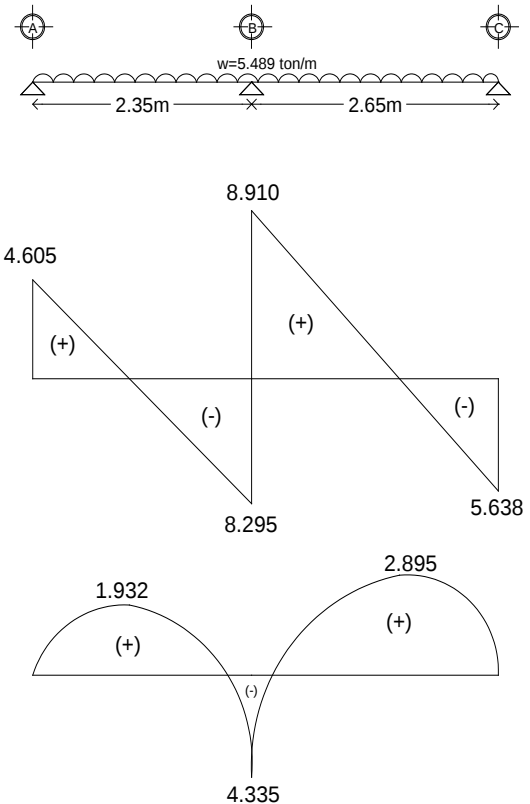
$$As = \rho \times b \times d = (0.0131) (20) (27) = 7.10 \text{ cm}^2$$

b) Para momento positivo

$$Mu = 3.766 \text{ ton-m}$$

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 (4.053 \times 10^5)}{(0.9)(20)(27)^2 (170)}} \right] = 0.0081$$

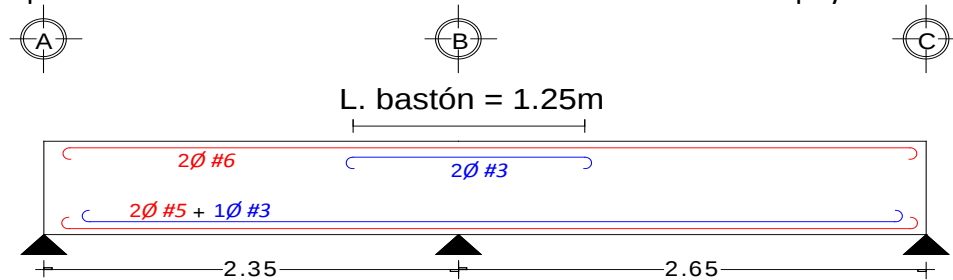
$$\rho_{\min} = 0.00264 < \rho = 0.0081 < \rho_{\max} = 0.01518 \therefore \text{Se acepta}$$





$$A_s = \rho \times b \times d = (0.0081) (20) (27) = 4.417 \text{ cm}^2$$

Una vez ya hecha la combinación adecuada para esta trabe se utilizarán 2 barras del #5 con una barra del #3 en el lecho inferior y 2 barras del #6 con 2 bastones del #3 en el lecho superior. Los bastones estarán acomodados en el tramo del apoyo B.



Diseño por cortante

Cálculo del ρ_{real}

$$A_{s_{\text{real}}} = 2\phi\#6 + 2\phi\#3 = (2 \times 2.85) + (2 \times 0.71) = 7.12 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\text{real}} = \frac{A_{s_{\text{real}}}}{b \times d} = \frac{7.12}{(20)(27)} = 0.0131$$

Como ρ_{real} es menor que 0.015 se usará la siguiente fórmula de acuerdo a la sección 2.5.1.1 de las NTC-concreto

$$V_{CR} = F_R b d (0.20 + 20 \rho_{\text{real}}) \sqrt{f^* c} \quad F_R = 0.9$$

$$V_{CR} = (0.9) (20) (27) \times [(0.20) + (20 \times 0.0131)] \times \sqrt{200} = 3175.362 \text{ kg}$$

$$V_{CR} = 3175.362 \text{ kg} < V_u = 12474.087 \text{ kg}$$

∴ Se requiere de refuerzo por cortante

De acuerdo a lo indicado en la sección 2.5.2.2 de las NTC-concreto, se propondrá utilizar estribos del #2.5 en dos ramas y se calculará con la siguiente fórmula.

$$S = \frac{F_R A_v f_y d}{V_{SR}} \quad a_o = 0.49 \text{ cm}^2 \quad F_R = 0.8$$

$$V_{SR} = V_u - V_{CR} = 12474.087 - 3175.362 = 9298.725 \text{ kg}$$

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



$$S = \frac{(0.8) (0.98) (4200) (27)}{9298.725} \quad S = 9.561 \text{ cm}$$

Comparación de S_{min} y S_{max} para la separación de estribos

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

$$\text{Si } V_u < 1.5 F_R b d \sqrt{f^* c} \longrightarrow S_{max} = 0.5 \times d$$

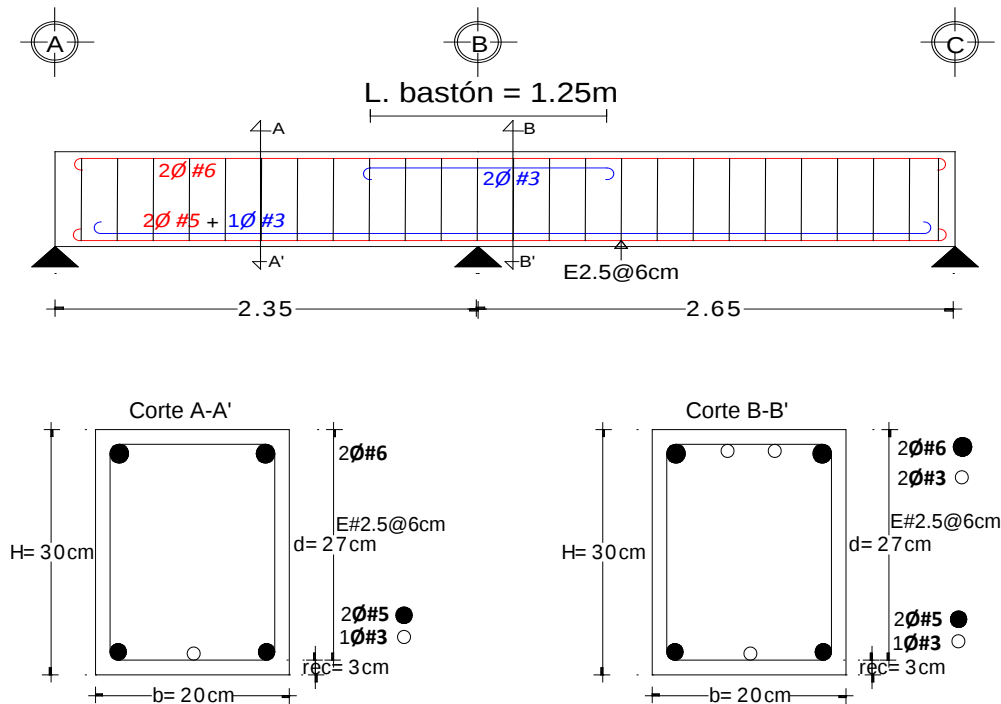
$$\text{Si } V_u > 1.5 F_R b d \sqrt{f^* c} \longrightarrow S_{max} = 0.25 \times d$$

$$(1.5) (0.8) (20) (27) \sqrt{200} = 9164.10 \text{ kg}$$

$$V_u = 12474.087 \text{ kg} > 9164.10 \text{ kg}$$

$$\therefore S_{max} = 0.25 \times d = (0.25) (27) = 6.75 \text{ cm} \quad \leftarrow \text{rige}$$

$\therefore$ Se usarán estribos del #2.5@6cm



**Cálculo de las deflexiones**Cálculo de la deflexión permisible

$$\delta_{perm} = \frac{L}{240} + 5\text{mm}$$

$$\delta_{perm} = \frac{500}{240} + 0.5 \quad \delta_{perm} = 2.583 \text{ cm}$$

Cálculo de la deflexión máxima

De igual manera se usó el programa SAP2000 para el cálculo de la deflexión máxima de esta trabe obteniendo como resultado lo siguiente:

$$\delta_{max} = \delta_{inm} = 0.117 \text{ cm}$$

Cálculo de la deflexión diferida

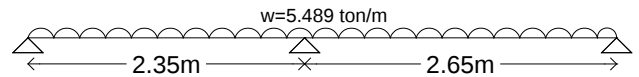
$$\delta_{dif} = \delta_{inm} \times \left(\frac{2}{1+50\rho'} \right) \quad \rho' = \text{cuantía de acero a la compresión}$$

$$\rho' = \frac{2 \times a_{o\#5} + 1a_{o\#3}}{b \times H} = \frac{(2 \times 1.98) + 0.71}{(20)(30)} = 0.00778$$

$$\delta_{dif} = 0.117 \times \left[\frac{2}{1+(50 \times 0.00778)} \right] \quad \delta_{dif} = 0.168 \text{ cm}$$

$$\delta_{TOTAL} = \delta_{inm} + \delta_{dif} = 0.117 + 0.168 = 0.285 \text{ cm}$$

$$\delta_{TOTAL} = 0.285 \text{ cm} < \delta_{perm} = 2.583 \text{ cm} \therefore \text{se acepta el diseño}$$



**III.II.III Trabe 12**

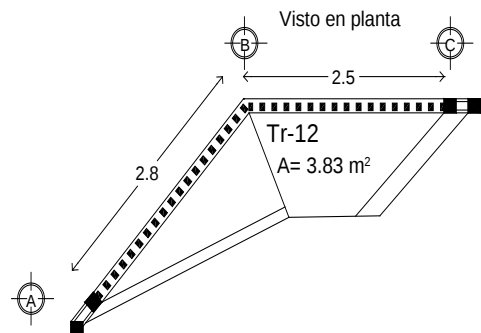
La trabe 12 es una trabe que no es de forma longitudinal, si no que en un cierto punto tiene un quiebre, el cual la hace muy diferente a las calculadas anteriormente. Para esta trabe se van a considerar los efectos de torsión que pueda existir sobre la misma.

Datos:

$$C_{serv\ azt} = 0.7305 \text{ ton/m}^2$$

$$A_{tr} = 3.83 \text{ m}^2$$

$$C_{serv\ ent} = 2.127 \text{ ton/m}^2$$



$$W_{azotea} = C_{serv\ azt} \times A_{tr} = (0.7305) (3.83) = 2.8 \text{ ton}$$

$$W_{muro\ pa} = (5.6 \times 2.8 \times 0.3219) - (1.2 \times 1.2 \times 0.3219) = 4.583 \text{ ton}$$

$$W_{ent} = C_{serv\ ent} \times A_{tr} = (2.127) (3.83) = 8.146 \text{ ton}$$

Se propone una trabe con dimensiones de $b = 30 \text{ cm}$, $H = 40 \text{ cm}$ y $rec = 3 \text{ cm}$

$$W_{pp} = b \times H \times \gamma_c = (0.30) (0.40) (2.4) = 0.288 \text{ ton/m}$$

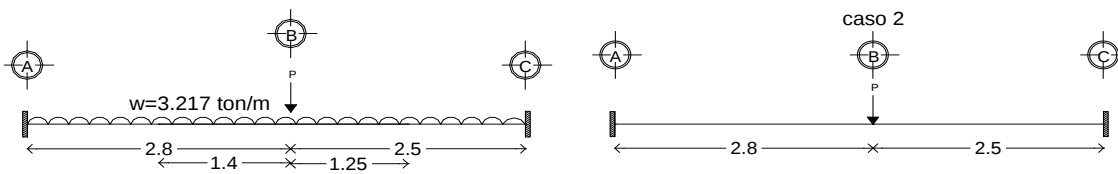
$$Descarga\ total = W_{azotea} + W_{muro\ pa} + W_{ent}$$

$$Descarga\ total = 2.8 + 4.583 + 8.146 = 15.528 \text{ ton}$$

$$Descarga\ x\ ML = \frac{Descarga\ total}{Longitud} = \frac{15.528}{5.3} = 2.929 \text{ ton/m}$$

$$W_{tr-1} = Descarga\ x\ ML + W_{pp} = 2.929 + 0.288 = 3.217 \text{ ton/m}$$

Para el diseño de la trabe se tomarán dos casos: el primero se tomará como una viga empotrada en ambos lados con carga distribuida y el segundo será una viga empotrada con una carga puntual en el punto de inicio del quiebre de la trabe para considerar en ésta los efectos de torsión.





a. Para el caso 1

Cálculo de los elementos mecánicos

$$R_A = R_C = \frac{W \times L}{2} = \frac{(3.217) (5.3)}{2} = 8.527 \text{ ton}$$

$$M_A = M_B = \frac{W \times L^2}{12} = \frac{(3.217) (5.3)^2}{12} = 7.53 \text{ ton-m}$$

$$M_x = \frac{W \times L^2}{24} = \frac{(3.217) (5.3)^2}{24} = 3.765 \text{ ton-m}$$

$$V_{\max} = 8.527 \text{ ton}$$

$$M_{\max} = 7.53 \text{ ton-m}$$

$$V_u = (1.4) (8.527) = 11.937 \text{ ton}$$

$$M_u = (1.4) (7.53) = 10.542 \text{ ton-m}$$

Diseño por flexión

a) Para los puntos A y B

$$M_u = 10.542 \text{ ton-m}$$

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

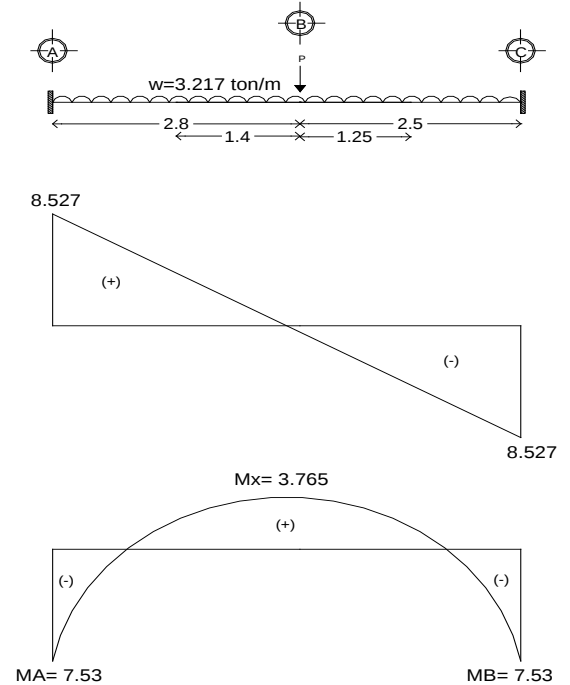
$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 (10.542 \times 10^5)}{(0.9)(30)(37)^2 (170)}} \right] = 0.00748$$

$$\rho_{\min} = 0.00264 < \rho = 0.00748 < \rho_{\max} = 0.01518 \therefore \text{Se acepta}$$

$$A_s = \rho \times b \times d = (0.00748) (30) (37) = 8.305 \text{ cm}^2$$

$$\text{Proponiendo varillas del \#5} \quad a_o = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$N_o = \frac{A_s}{a_o} = \frac{8.305}{1.98} = 4.19$$





∴ Se propondrá 2 barras del #5 con dos bastones del #5 en el lecho superior en los puntos A y B.

b) Para momento positivo

$$M_u = 5.271 \text{ ton-m}$$

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 (5.271 \times 10^5)}{(0.9)(20)(27)^2 (170)}} \right] = 0.00355$$

$$\rho_{\min} = 0.00264 < \rho = 0.00355 < \rho_{\max} = 0.01518 \quad \therefore \text{Se acepta}$$

$$A_s = \rho \times b \times d = (0.00355) (30) (37) = 3.942 \text{ cm}^2$$

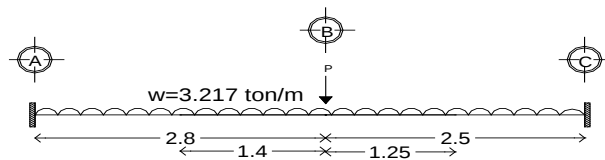
$$\text{Proponiendo varilla del \#5} \quad a_o = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$N_o = \frac{A_s}{a_o} = \frac{3.942}{1.98} = 1.99 \approx 2$$

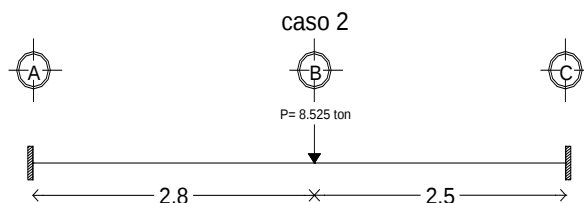
∴ Se usarán 2 varillas del #5 en el lecho inferior

b. Para el caso 2

Para el cálculo de la carga puntual P será el producto de W por un medio de la longitud del tramo AB más el producto de W por un medio de la longitud del tramo BC.



$$P = (3.217 \times 1.4) + (3.217 \times 1.25) = 8.525 \text{ ton}$$





Cálculo de los elementos mecánicos

$$R_A = P \left(\frac{L_2}{L} \right)^2 \left(1 + 2 \frac{L_1}{L} \right)$$

$$R_A = 8.525 \left(\frac{2.5}{5.3} \right)^2 \left(1 + 2 \frac{2.8}{5.3} \right) = 3.90 \text{ ton}$$

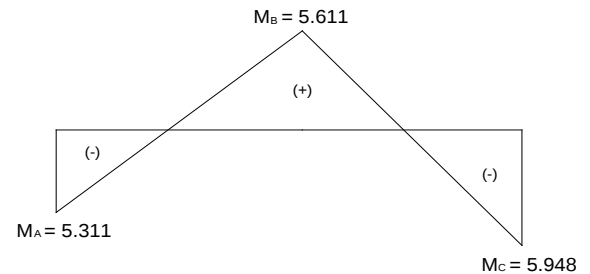
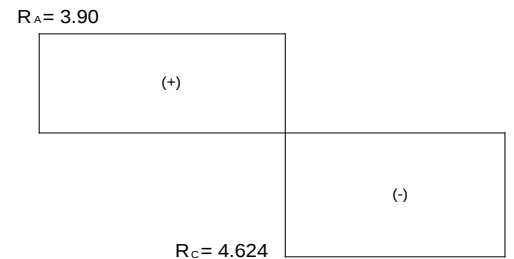
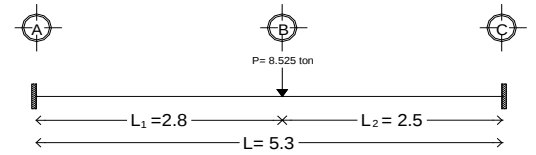
$$R_C = P \left(\frac{L_1}{L} \right)^2 \left(1 + 2 \frac{L_2}{L} \right)$$

$$R_C = 8.525 \left(\frac{2.8}{5.3} \right)^2 \left(1 + 2 \frac{2.5}{5.3} \right) = 4.624 \text{ ton}$$

$$M_A = \frac{P L_1 L_2^2}{L^2} = \frac{(8.525) (2.8) (2.5)^2}{(5.3)^2} = 5.311 \text{ ton-m}$$

$$M_B = \frac{p L_1^2 L_2}{L^3} = \frac{(8.525) (2.8)^2 (2.5)}{(5.3)^3} = 5.611 \text{ ton-m}$$

$$M_C = \frac{P L_2 L_1^2}{L^2} = \frac{(8.525) (2.5) (2.8)^2}{(5.3)^2} = 5.948 \text{ ton-m}$$



Diseño por flexión en el punto B

$$M_u = (1.4) (5.611) = 7.855 \text{ ton-m}$$

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 (7.855 \times 10^5)}{(0.9)(30)(37)^2 (170)}} \right] = 0.00542$$

$$\rho_{\min} = 0.00264 < \rho = 0.00542 < \rho_{\max} = 0.01518 \therefore \text{Se acepta}$$

$$A_s = \rho \times b \times d = (0.00542) (30) (37) = 6.02 \text{ cm}^2$$

**Cálculo de la separación de estribos**

$$S = \frac{F_R A_v f_y d}{V_{SR}}$$

$$S = \frac{(0.8) (0.98) (4200) (37)}{2135.957} \quad S = 57.03 \text{ cm}$$

Comparación de S_{min} y S_{max} para la separación de estribos

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

$$\text{Si } V_u < 1.5 F_R b d \sqrt{f^* c} \longrightarrow S_{max} = 0.5 \times d$$

$$\text{Si } V_u > 1.5 F_R b d \sqrt{f^* c} \longrightarrow S_{max} = 0.25 \times d$$

$$(1.5) (0.8) (30) (37) \sqrt{200} = 18837.32 \text{ kg}$$

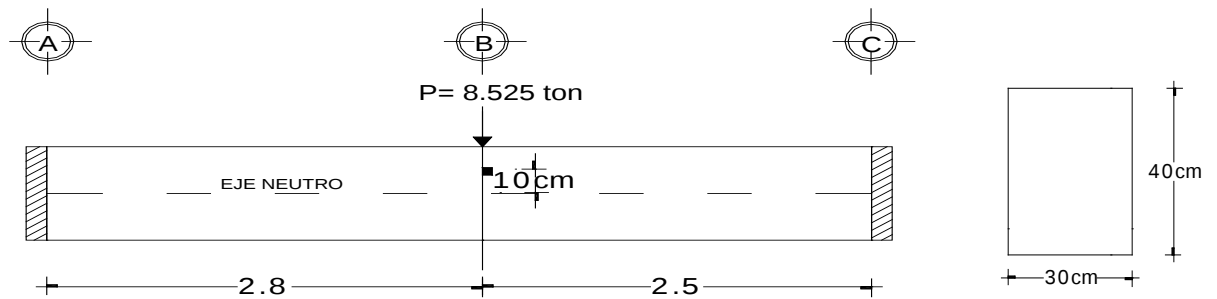
$$V_u = 6473.633 \text{ kg} < 18837.32 \text{ kg}$$

$$\therefore S_{max} = 0.5 \times d = (0.5) (37) = 18.5 \text{ cm} \quad \longleftarrow \text{rige}$$

$\therefore$ Se usarán estribos del #2.5@18cm

**Procedimiento de cálculo para considerar los efectos de torsión en la trabe 12***Cálculo del esfuerzo cortante en la sección B*

Se considera que la partícula se encuentra a 10cm por arriba del eje neutro



Determinación de la fuerza cortante en el punto B

$$\tau = \frac{V_y Q_y^{y_{max}}}{I_z b_y}$$

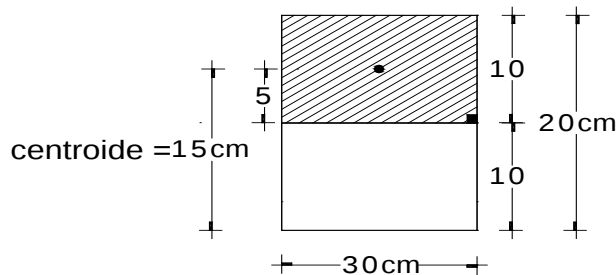
$$b_y = 30 \text{ cm}$$

$$V_y = 8.525 \text{ ton}$$

$$Q_y^{y_{max}} = (10)(30)(15) = 4500 \text{ cm}^3$$

$$I_z = \frac{(30)(40)^3}{12} = 160000 \text{ cm}^4$$

$$\tau = \frac{(8525)(4500)}{(160000)(30)} = 7.992 \text{ kg/cm}^2$$

*Cálculo de la torsión*

Para el cálculo de la torsión se utilizará la siguiente fórmula que corresponde a elementos no estructurales.

$$\tau = \frac{T}{C_1 a b^2}$$

T= Torsión en kg-cm

F= Fuerza cortante en kg/cm²

a= Lado largo de la sección en cm

b=Lado corto de la sección en cm

C₁= Coeficiente para traves rectangulares en torsión en cm



U.M.S.N.H.

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA CASA RESIDENCIAL

$$T = \tau C_1 a b^2$$

$$\tau = 7.992 \text{ kg/cm}^2$$

$$a = 40 \text{ cm y } b = 30 \text{ cm}$$

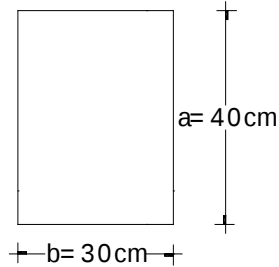


Tabla para el coeficiente de trabes rectangulares en torsión.

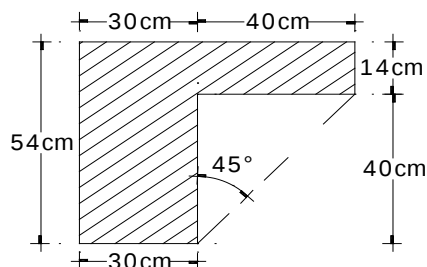
Tabla de coeficientes		
a/b	C1	C2
1	0.208	0.1406
1.2	0.219	0.1661
1.5	0.231	0.1958
2	0.246	0.229
2.5	0.258	0.249
3	0.267	0.263
4	0.282	0.281
5	0.291	0.291
10	0.312	0.312
∞	0.333	0.333

$$a/b = 40/30 = 1.33 \quad \text{interpolando } C_1 = 0.224$$

$$T = (7.992) (0.224) (40) (30)^2 \quad T = 64447.488 \text{ kg-cm}$$

$$T_u = FC \times T = (1.4) (64447.488) \quad T_u = 90226.48 \text{ kg-cm}$$

De acuerdo a lo establecido en la sección 2.6 del NTC-concreto, en la figura 2.3 se muestra como calcular el área y el perímetro para losas coladas monolíticamente.





De acuerdo a la sección 2.6.1 del las NTC-concreto se pueden despreciar los efectos de torsión si T_u es menor que:

$$0.27 F_R \sqrt{f_c^*} \frac{A_g^2}{P_{cp}}$$

$$A_g = (30 \times 40) + (70 \times 14) = 2180 \text{ cm}^2$$

$$P_{cp} = 248 \text{ cm}$$

$$0.27 F_R \sqrt{f_c^*} \frac{A_g^2}{P_{cp}} = (0.27) (0.8) \sqrt{200} \frac{(2180)^2}{248} = 58536.94 \text{ kg-cm}$$

$$T_u = 90226.48 \text{ kg-cm} > 58536.94 \text{ kg-cm}$$

∴ Se van a considerar los efectos de torsión en la trabe 12

Como la trabe afecta directamente al equilibrio, se diseñará de acuerdo a la sección 2.6.2.1 de las NTC-concreto.

Resistencia a la torsión (sección 2.6.3 NTC-concreto)

De acuerdo a esta sección se debe cumplir con la siguiente desigualdad:

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} \leq F_R \left(\frac{V_{CR}}{b d} + 2\sqrt{f_c^*}\right)$$

P_h = Perímetro del estribo de refuerzo por torsión más alejado en cm.

A_{oh} = Área comprendida por P_h en cm^2 .

$$V_{CR} = (0.9) (30) (37) \times [(0.20) + (20 \times 0.00535)] \times \sqrt{200} = 4337.67 \text{ kg}$$

$$\sqrt{\left[\frac{6473.63}{(30) (37)}\right]^2 + \left[\frac{(90226.48) (116)}{(1.7) (816)^2}\right]^2} \leq 0.9 \left[\frac{4337.67}{(30) (37)} + 2\sqrt{200}\right]$$

$$10.931 \text{ kg} < 72003.51 \text{ kg}$$

∴ Es adecuada la Resistencia a la torsión.

**Cálculo de refuerzo transversal (sección 2.6.5.1 NTC-concreto)**

$$A_t = \frac{T_u S}{F_R 2 A_o f_{yv} \cot \emptyset}$$

A_t = Área transversal de una sola rama del estribo que resiste torsión.

A_o = Área bruta encerrada por el flujo de cortante e igual $0.85 A_{oh}$.

F_{yv} = Esfuerzo especificado de fluencia en estribos igual a 4200 kg/cm^2 .

$\emptyset$ se recomienda de 45° para elementos sin presfuerzo.

$$A_t = \text{se usará estribos del \#2.5} \quad a_o = 0.49 \quad \therefore A_t = 0.49 \text{ cm}^2$$

$$A_o = 0.85 A_{oh} = (0.85) (816) = 693.6 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{A_t F_R 2 A_o f_{yv} \cot \emptyset}{T_u} = \frac{(0.49) (0.9) (2) (693.6) (4200) (\cot 45^\circ)}{90226.48} = 28.47 \text{ cm}$$

$\therefore$ Se usarán estribos para la torsión del $\#2.5@28\text{cm}$

Refuerzo longitudinal (sección 2.6.5.2 NTC-concreto)

$$A_{st} = \frac{A_t}{S} p_h \frac{f_{yv}}{f_y} \cot^2 \emptyset \leq A_s \text{ por flexión}$$

$$A_s \text{ por flexión} = 6.02 \text{ cm}^2$$

$$A_{st} = \frac{(0.49)}{28} (116) \frac{(4200)}{(4200)} \cot^2(45) = 2.03 \text{ cm}^2$$

$$A_{st} = 2.03 \text{ cm}^2 \leq A_s \text{ por flexión} = 5.92 \text{ cm}^2 \quad \therefore \text{si cumple}$$

Utilizando varillas del $\#4$

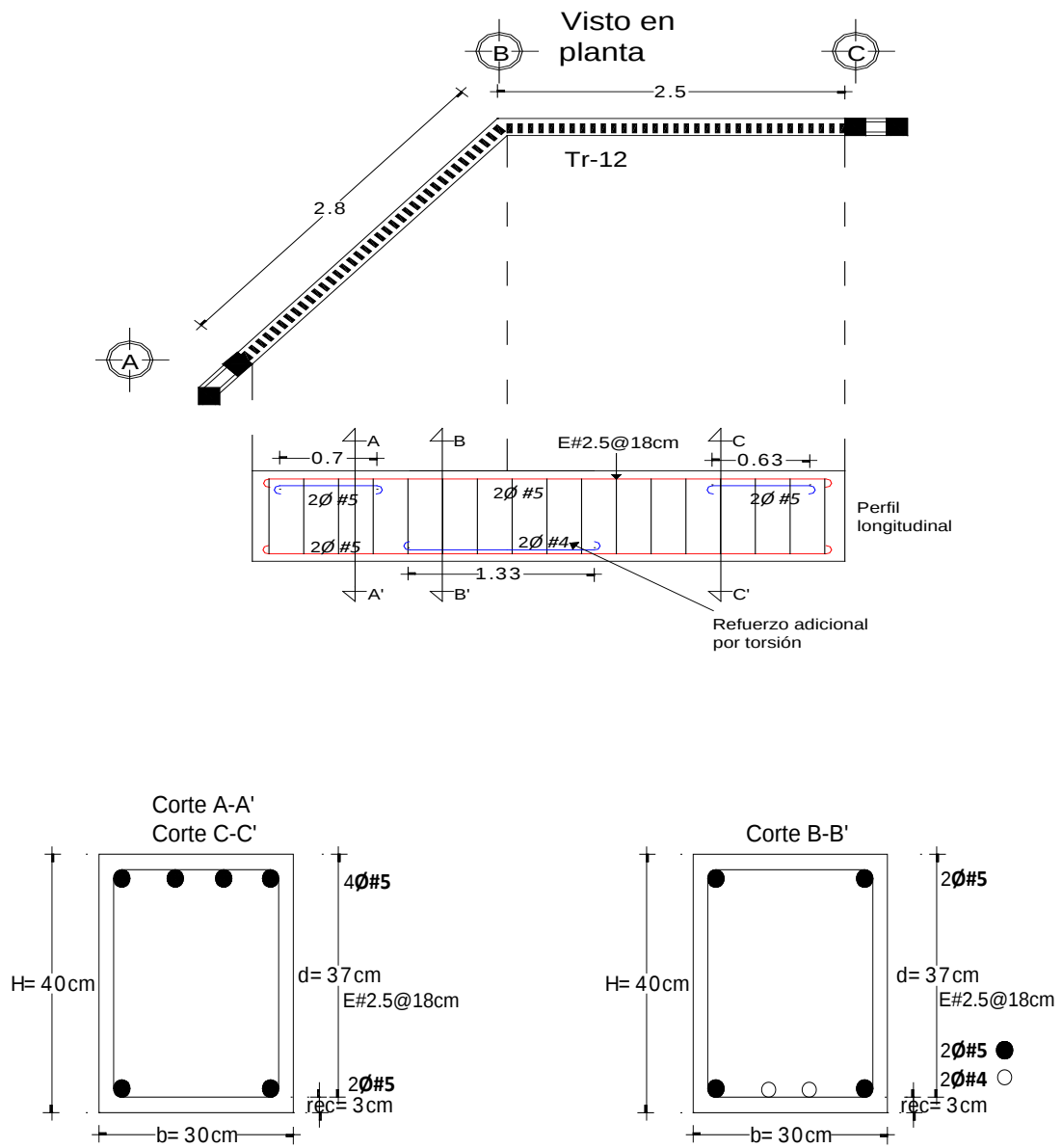
$$N_o = \frac{2.03}{1.27} = 1.59 \approx 2$$

$\therefore$ Se usarán dos varillas del $\#4$ adicional como refuerzo para la torsión



U.M.S.N.H.

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA CASA RESIDENCIAL



**Cálculo de las deflexiones**Cálculo de la deflexión permisible

$$\delta_{perm} = \frac{L}{240} + 5\text{mm} \quad L = \text{longitud de la trabe en cm}$$

$$\delta_{perm} = \frac{530}{240} + 0.5 \quad \delta_{perm} = 2.708 \text{ cm}$$

Cálculo de la deflexión máxima

$$\delta_{max} = \frac{w L^4}{384 E I}$$

$$I = \frac{b h^3}{12} = \frac{(30)(40)^3}{12} = 160000 \text{ cm}^4$$

$$E = 14000 \sqrt{f'c} \quad f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 14000 \sqrt{250} \quad E = 221359.436 \text{ kg/cm}^2$$

$$\delta_{max} = \delta_{inm} = \frac{(32.17)(530)^4}{(384)(221359.436)(160000)} \quad \delta_{max} = \delta_{inm} = 0.186 \text{ cm}$$

Cálculo de la deflexión diferida

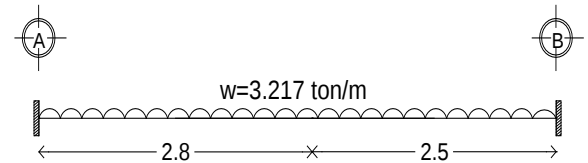
$$\delta_{dif} = \delta_{inm} \times \left(\frac{2}{1+50\rho'} \right) \quad \rho' = \text{cuantía de acero a la compresión}$$

$$\rho' = \frac{2 \times a_o}{b \times H} = \frac{(2)(1.98)}{(30)(40)} = 0.0033$$

$$\delta_{dif} = 0.917 \times \left[\frac{2}{1+(50 \times 0.0033)} \right] \quad \delta_{dif} = 0.319 \text{ cm}$$

$$\delta_{TOTAL} = \delta_{inm} + \delta_{dif} = 0.186 + 0.319 = 0.505 \text{ cm}$$

$$\delta_{TOTAL} = 0.505 \text{ cm} < \delta_{perm} = 2.708 \text{ cm} \therefore \text{se acepta para el tramo el diseño}$$





CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y REVISIÓN DE MUROS

Los muros de mampostería son elementos estructurales usados frecuentemente en la construcción, principalmente en casas habitación. Estos muros comúnmente están constituidos por piezas de mampostería unidas con mortero. La revisión de los muros consiste en que la densidad y espesores de éstos sean adecuados para resistir las cargas axiales y cortantes actuantes en ellos. Si los muros no satisfacen estos requisitos se deberá incrementar el espesor o proporcionar un refuerzo adicional.

Las piezas de mampostería más comunes en la construcción pueden ser de dos tipos:

- 1) Tabiques o ladrillos de barro o arcilla.
- 2) Bloques, tabiques o tabicones de concreto (cemento-arena).

Los muros de mampostería, de acuerdo a como trabajan, se pueden clasificar de la siguiente manera:

a) muros diafragma

Son aquellos que se encuentran rodeados en su perímetro por vigas y columnas, proporcionándole a los marcos una mayor rigidez contra la acción de cargas horizontales.

b) muros de mampostería confinados

Son aquellos que se encuentran rodeados por dadas y castillos cuya función es ligar al muro proporcionándole un confinamiento que le permita un mejor comportamiento.

c) muros de mampostería reforzados

Son aquellos que se encuentran constituidos por piezas huecas y se les colocan varillas de refuerzo tanto vertical como horizontalmente.



IV.I REVISIÓN DE MUROS POR CARGAS LATERALES

Esta revisión consiste en verificar que la fuerza cortante de los muros en ambas direcciones sea mayor que la fuerza cortante actuante debida al sismo.

Para la revisión de muros por cargas laterales se puede usar el método simplificado siempre y cuando cumpla con los siguientes requisitos:

- Las cargas verticales deben de bajar por lo menos el 75% sobre los muros (si cumple).
- Debe cumplir con la relación $L/B < 2$.

$$L/B = 19.5/13.55 = 1.44 < 2 \therefore \text{si cumple}$$

- Debe de cumplir con la relación $H/B < 1.5$ y la altura de la estructura no excederá de 13 metros.

$$H/B = 5.88/13.55 = 0.433 < 1.5 \quad H < 13\text{m} \therefore \text{si cumple}$$

$\therefore$ Si se puede usar el método simplificado

Tipo de terreno

La casa habitación se encuentra ubicada en la ciudad de Morelia. Pertenecer al grupo B y tiene un terreno tipo II.

Selección del coeficiente sísmico

Para el cálculo del coeficiente sísmico se usará el Manual de Obras Civiles de CFE (prodisis), que para este caso en particular, en la ciudad de Morelia existe un coeficiente sísmico $C_s = 0.15$.

Peso total de la estructura

Para el cálculo del peso total de la estructura se hará un análisis de cargas incluyendo muros, la losa de azotea y entrepiso.



W _{tinaco} =	-----	2.144	ton
W _{pretil} =	----- (0.7x6.55x0.309) =	1.416765	ton
W _{azotea} =	----- (190.63x0.7005)=	133.536315	ton
W _{MPA} =	-----	73.421628	ton
W _{entrepiso} =	----- (197.48x0.594)=	117.30312	ton
W _{MPB} =	-----	65.964318	ton

$$W_{TOTAL} = 393.786 \text{ ton} = 393786.14 \text{ kg}$$

Cálculo del cortante sísmico de la estructura.

$$V_{basal} = C_s \times W_{TOTAL} = (0.15) (393786.14) = 59067.92 \text{ kg}$$

$$V_u = FC \times V_{basal} = (1.1) (59067.92) = 64974.71 \text{ kg}$$

Cálculo del cortante resistente en los muros de planta baja

De acuerdo a la sección 2.7.2.2 de las NTC-mampostería, la mampostería a base de tabique rojo recocido tiene una resistencia de diseño a la compresión diagonal de $v^*m = 3.0 \text{ kg/cm}^2$.

Se utilizará la siguiente fórmula para calcular el cortante resistente en cada dirección.

$$V_R = F_R (0.5 v^*m A_{EQ} + 0.3 P) \leq 1.5 F_R v^*m A_{EQ}$$

Donde: V_{RX} = cortante resistente en X o Y
 v^*m = Resistencia de diseño a la compresión diagonal en kg/cm^2
 $F_R = 0.7$ factor de resistencia
 P = Carga soportada por los muros en la dirección X o Y en kg

$$P_X = \frac{L_X}{L_T} W_{TOTAL} \quad P_Y = \frac{L_Y}{L_T} W_{TOTAL}$$

Donde: $L_{X,Y}$ = Longitud de los muros en planta baja en dirección x o y
 L_T = Longitud total de los muros en planta baja
 W_{TOTAL} = Peso total de la estructura



AEQ = Área transversal equivalente

$$AEQ = L \times t \times FAE$$

Donde: L= Longitud del muro en cm

t= Espesor del muro en cm

FAE = factor de la relación H/L

$$\text{Si } H/L > 1.33 \quad FAE = (1.33 L/H)^2$$

$$\text{Si } H/L \leq 1.33 \quad FAE = 1$$

$$H = \text{Altura de los muros} \quad H = 280\text{cm}$$

Cálculo del área equivalente

1. Para el sentido X

SENTIDO X						
MURO	LONGITUD (cm)	H/L	L/H	FAE	ESPESOR t (cm)	ÁREA EQUIVALENTE (cm ²)
M2	277.5	1.00	0.99	1	14	3885
M5	117.5	2.38	0.41	0.31	14	512.42
M7	77.5	3.61	0.27	0.13	14	147.03
M8	102.5	2.73	0.36	0.23	14	340.16
M12	187.5	1.49	0.66	0.79	14	2082.18
M15	37.5	7.46	0.13	0.03	14	16.65
M18	490	0.57	1.75	1	14	6860
M20	150	1.86	0.53	0.50	14	1066.07
M22	365	0.76	1.30	1	14	5110
M23	522.5	0.53	1.86	1	14	7315
M24	372.5	0.75	1.33	1	14	5215
M28	507.5	0.55	1.81	1	14	7105
M29	165	1.69	0.58	0.61	14	1418.94

$$L_{tx} = 3372.5 \text{ cm}$$

$$AEQ = 41073.49 \text{ cm}^2$$



2. Para el sentido Y

SENTIDO Y						
MURO	LONGITUD (cm)	H/L	L/H	FAE	ESPESOR t (cm)	ÁREA EQUIVALENTE (cm ²)
M1	415	0.67	1.48	1	14	5810
M3	112.5	2.48	0.40	0.28	14	449.75
M4	112.5	2.48	0.40	0.28	14	449.75
M6	160	1.75	0.57	0.57	14	1293.82
M9	160	1.75	0.57	0.57	14	1293.82
M10	97.5	2.87	0.34	0.21	14	292.77
M11	175	1.6	0.62	0.69	14	1692.89
M13	107	2.61	0.38	0.25	14	386.96
M14	42	6.66	0.15	0.03	14	23.40
M16	242.5	1.15	0.86	1	14	3395
M17	447.5	0.62	1.59	1	14	6265
M19	137.5	2.03	0.49	0.42	14	821.15
M21	280	1	1	1	14	3920
M26	740	0.37	2.64	1	14	10360
M27	107.5	2.60	0.38	0.26	14	392.41
M30	47.5	5.89	0.16	0.05	14	33.85
M25	290	0.96	1.03	1	14	4060

$$L_{ty} = 3674 \text{ cm}$$

$$A_{EQ} = 40940.59 \text{ cm}^2$$

$$L_T = L_{tx} + L_{ty} = 3372.5 + 3674 = 7046.5 \text{ cm}$$

$$A_T = A_{EQX} + A_{EQY} = 41073.49 + 40940.59 = 82014.08 \text{ cm}^2$$

Cálculo de P_x y P_y

$$P_x = \frac{L_x}{L_T} W_{TOTAL} = \frac{3372.5}{7046.5} \times 393786.14 = 188468.57 \text{ kg}$$

$$P_y = \frac{L_y}{L_T} W_{TOTAL} = \frac{3674}{7046.5} \times 393786.14 = 205317.57 \text{ kg}$$

Cálculo de V_{MRX} y V_{MRY}

$$V_R = F_R (0.5 v^* m A_{EQ} + 0.3 P) \leq 1.5 F_R v^* m A_{EQ}$$

a. Para el sentido X

$$V_{MRX} = 0.7 [(0.5 \times 3 \times 41073.49) + (0.3 \times 188468.57)] = 82705.56 \text{ kg}$$

$$1.5 F_R v^* m A_{EQ} = (1.5) (0.7) (3) (41073.49) = 129381.49 \text{ kg}$$

$$V_{MRX} = 82705.56 \text{ kg} < 129381.49 \text{ kg} \therefore \text{si cumple}$$

Comparando el cortante resistente en X con el cortante último

$$V_{MRX} = 82705.56 \text{ kg} > V_u = 64974.71 \text{ kg} \therefore \text{si cumple}$$

b. Para el sentido Y

$$V_{MRY} = 0.7 [(0.5 \times 3 \times 40940.59) + (0.3 \times 205317.57)] = 86104.31 \text{ kg}$$

$$1.5 F_R v^* m A_{EQ} = (1.5) (0.7) (3) (40940.59) = 128962.87 \text{ kg}$$

$$V_{MRY} = 86104.31 \text{ kg} < 128962.87 \text{ kg} \therefore \text{si cumple}$$

Comparando el cortante resistente en Y con el cortante último

$$V_{MRY} = 86104.31 \text{ kg} > V_u = 64974.71 \text{ kg} \therefore \text{si cumple}$$

Por lo tanto los muros en planta baja son adecuados para resistir cargas laterales producidas por sismos.



IV.II REVISIÓN DE MUROS POR CARGAS GRAVITACIONALES

Esta revisión de muros consiste en verificar que la carga axial resistente sea mayor a la carga que recibe.

De acuerdo a la sección 5.3.1 de las NTC-mampostería, la resistencia a la compresión de muros confinados se calculará con la siguiente fórmula.

$$P_R = F_R F_E (f^* m + 4) A_T \geq P_u$$

Donde: $F_R = 0.6$ para muros que cumplen con las disposiciones de muros Confinados.

F_E = Factor de reducción por excentricidad y esbeltez del muro y se obtendrá de acuerdo a la sección 3.2.2.3 de las NTC-mampostería.

$F_E = 0.7$ para muros interiores.

$F_E = 0.6$ para muros exteriores.

F_E para los dos casos debe de cumplir con los siguientes requisitos:

- 1) Las deformaciones de los extremos superior e inferior del muro en la dirección normal a su plano están restringidas por el sistema de piso, por dadas u otros elementos.
- 2) La excentricidad en la carga axial aplicada debe ser menor que $t/12$ y no hay fuerzas significativas que actúan en dirección normal al plano del muro.
- 3) La relación altura libre a espesor del muro, H/t , no excede de 20.

$$H/t = 280/14 = 20 \quad H/t = 280/12 = 23.33$$

No cumple para $t=12\text{cm}$ $\therefore$ se usará la siguiente expresión para ese espesor:

$$F_E = \left(1 - \frac{2e'}{t}\right) \left[1 - \left(\frac{kH}{30t}\right)^2\right] \left(1 - \frac{H}{L'}\right) + \frac{H}{L'} \leq 0.9$$

H = Altura libre del muro entre elementos capaces de darle apoyo lateral.

e' = Excentricidad calculada para la carga vertical más una excentricidad accidental que se tomará igual a $t/24$.

L' = Separación entre castillos.



$$e' = e_c + e_a$$

e_c = Excentricidad calculada para la carga vertical que se define con la siguiente expresión:

$e_c = t/2 - b/3$ donde t es el espesor del muro y b es la longitud de apoyo de una losa soportada por el muro.

e_a = Excentricidad accidental y se calcula con la siguiente expresión:

$e_a = t/24$ donde t es el espesor del muro.

K = Factor de altura efectiva del muro que se determinará según el siguiente criterio:

$k = 1$ para muros extremos en que se apoyan losas.

$k = 0.8$ para muros limitados por dos losas continuas a ambos lados del muro.

$F^*m = 15 \text{ kg/cm}^2$ resistencia de diseño a compresión de la mampostería establecido en la sección 2.7.1.3 de las NTC-mampostería.

$A_T = L \times t$; donde L es la longitud del muro y t el espesor del muro.

A continuación se procederá a hacer el cálculo de la carga vertical resistente en los muros de planta alta.

Datos generales:

Carga de servicio = 0.07305 kg/cm^2

Altura de los muros = 280 cm

$W_{\text{muro mortero-yeso e ambos lados}} = 0.0309 \text{ kg/cm}^2$

$W_{\text{muro mortero-yeso/mortero-azulejo}} = 0.03245 \text{ kg/cm}^2$

$W_{\text{muro mortero-yeso en una sola cara}} = 0.02445 \text{ kg/cm}^2$



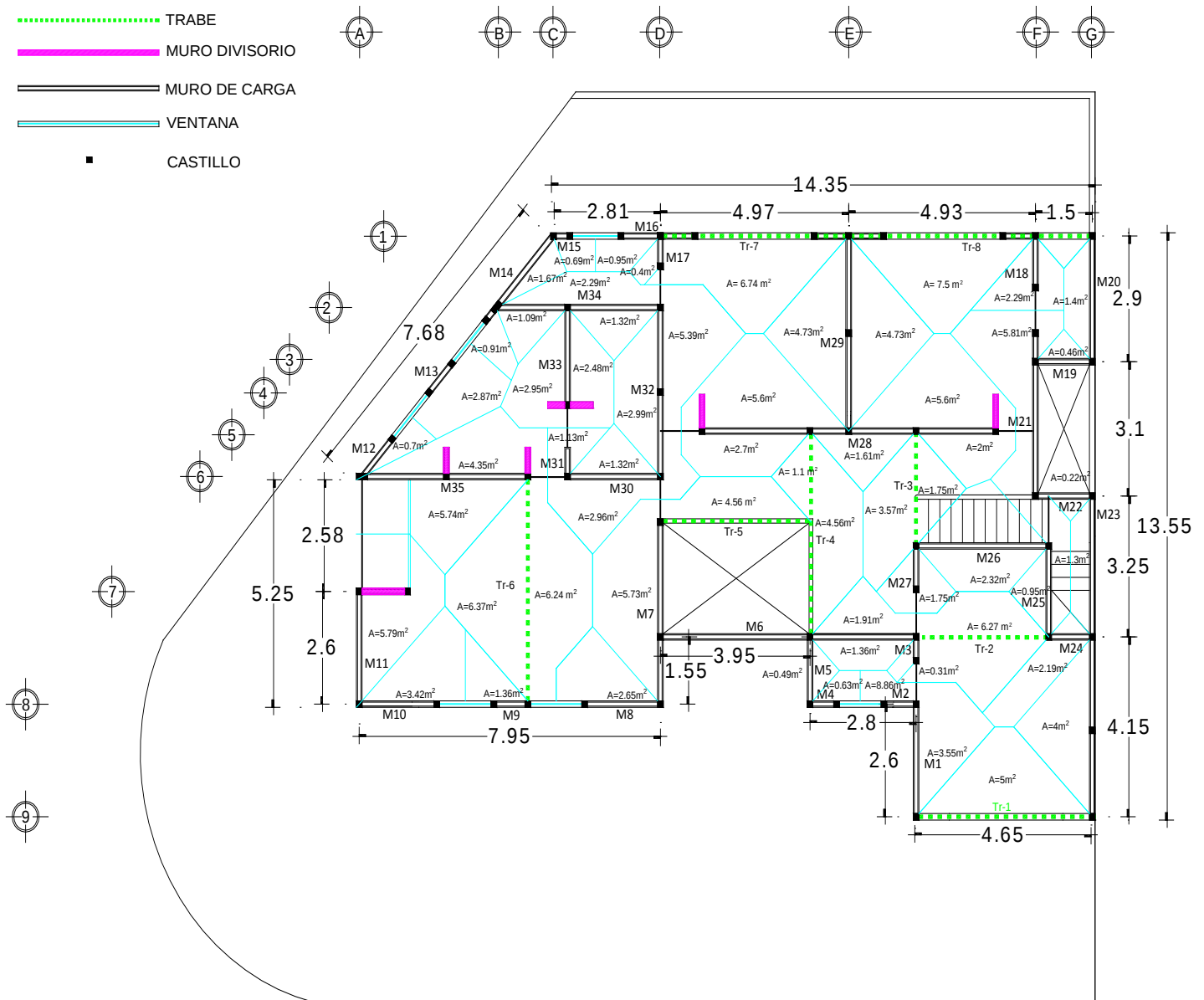
U.M.S.N.H.

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA CASA RESIDENCIAL

MUROS DE PLANTA ALTA

SIMBOLOGÍA

- TRABE
- MURO DIVISORIO
- MURO DE CARGA
- VENTANA
- CASTILLO



LOSA DE AZOTEA



MUROS DE PLANTA ALTA

MUROS DE LA PLANTA ALTA									
MUR O	LONGIT UD (cm)	ESPESO R t (cm)	ÁREA TRIBUTA RIA (cm ²)	W ^{TOTAL} DE LA LOSA (kg)	W ^{PROPIO} DEL MURO (kg)	CARGA VERTICAL		FE	CARGA VERTICAL RESISTENTE (kg)
						P (kg)	Pu (kg)		
M1	260	12	35500	2593.27	2249.52	4842.79	6779.91	0.805	8196.74
M2	85	12	8600	628.23	766.12	1394.35	1952.09	0.805	2679.70
M3	55	12	3100	226.45	495.72	722.18	1011.05	0.767	2689.75
M4	70	12	6300	460.21	630.92	1091.13	1527.59	0.805	2206.81
M5	155	12	4900	357.94	1397.04	1754.99	2456.98	0.805	4886.51
M6	675	12	32700	2807.98	5941.23	8749.21	12248.90	0.767	33010.6
M7	427.5	12	57300	4185.76	3698.73	7884.49	11038.29	0.805	13477.33
M8	207.5	12	26500	1935.82	1795.29	3731.11	5223.56	0.805	6541.62
M9	104	12	13600	993.48	899.80	1893.28	2650.60	0.805	3278.69
M10	212.5	12	34200	2498.31	1838.55	4336.86	6071.60	0.805	6699.25
M11	260	12	57900	4229.59	2249.52	6479.11	9070.76	0.805	35220.37
M12	132.5	12	7000	511.35	1194.24	1705.59	2387.83	0.805	4177.18
M13	104	12	28700	2096.53	937.37	3033.90	4247.47	0.805	14088.14
M14	265.5	12	16700	1219.93	2393.00	3612.93	5058.11	0.805	8370.13
M15	56.5	12	6900	504.04	509.24	1013.29	1418.60	0.805	1781.21
M16	111.5	12	9500	693.97	1004.97	1698.94	2378.52	0.805	3515.14
M17	77.5	12	4000	292.2	698.52	990.72	1387.01	0.767	3790.10
M18	126.5	12	22900	1672.84	1140.16	2813.01	3938.22	0.767	6186.43
M19	150	12	4600	336.03	1351.98	1688.01	2363.21	0.805	4728.88
M20	290	12	14000	1022.7	2613.82	3636.52	5091.13	0.805	9142.51
M21	383.5	12	58100	4244.20	3344.59	7588.79	10624.31	0.805	12090.19
M22	150	12	2500	182.62	1297.8	1480.42	2072.59	0.805	4728.88
M23	740	12	53000	3871.65	5066.04	8937.69	12512.76	0.805	23329.18
M24	115	12	21900	1599.79	994.98	2594.77	3632.68	0.767	5624.02
M25	210	12	9500	693.97	1816.92	2510.89	3515.25	0.767	10269.96



MUROS DE LA PLANTA ALTA									
MURO	LONGITUD (cm)	ESPESOR t (cm)	AREA TRIBUTARIA (cm ²)	W _{TOTAL} DE LA LOSA (kg)	W _{PROPIO} DEL MURO (kg)	CARGA VERTICAL		FE	CARGA VERTICAL RESISTENTE (kg)
						P (kg)	P _U (kg)		
M26	350	12	23200	1694.76	3028.2	4722.96	6612.14	0.805	17116.60
M27	107.5	12	17500	1471.53	930.09	2401.62	3362.27	0.805	5257.24
M28	775	12	175100	13175.18	6705.3	19880.48	27832.67	0.767	37901.05
M29	450	12	94600	6910.53	3893.4	10803.93	15125.50	0.805	22007.06
M30	245	12	42800	3126.54	2119.74	5246.28	7344.79	0.805	11981.62
M31	67.5	12	11300	825.46	584.01	1409.47	1973.26	0.767	3301.06
M32	390	12	83800	6121.59	3374.28	9495.87	13294.21	0.805	40961.16
M33	225	12	54300	3966.61	2027.97	5994.58	8392.41	0.805	11003.53
M34	437.5	12	47000	3433.35	3943.27	7376.62	10327.27	0.805	21395.75
M35	445	12	100900	7370.74	4010.87	11381.61	15934.26	0.805	21762.54

Para la planta alta todos los muros cumplen con las condiciones adecuadas dejando los muros con un espesor de 12cm.

A continuación se procederá a hacer el cálculo de la carga vertical resistente en los muros de planta baja.

Para la planta baja se propone usar muros con espesor de 14cm.

Datos:

Carga de servicio = 0.0674 kg/cm²

Altura de los muros = 280 cm

W_{muro} mortero-yeso e ambos lados = 0.0339 kg/cm²

W_{muro} mortero-yeso/mortero-azulejo = 0.03519 kg/cm²

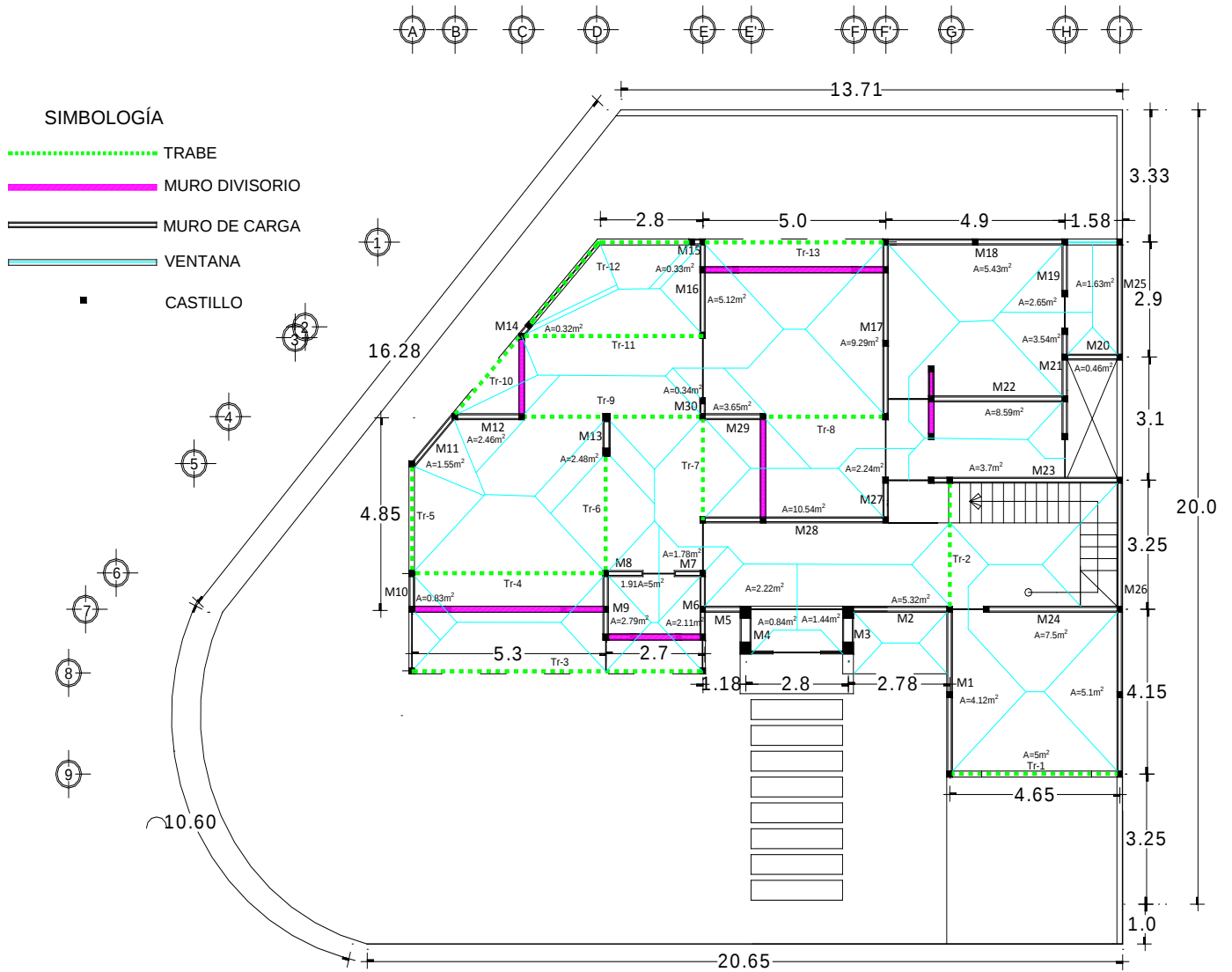
W_{muro} mortero-yeso en una sola cara = 0.02745 kg/cm²



U.M.S.N.H.

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA CASA RESIDENCIAL

MUROS DE PLANTA BAJA



LOSA DE ENTREPISO



MUROS DE PLANTA BAJA

MUROS DE LA PLANTA BAJA										
MURO	LONGITUD (cm)	ESPESOR t (cm)	AREA TRIBUTARIA (cm ²)	W _{TOTAL} DE LA LOSA (kg)	W _{PROPIO} DEL MURO (kg)	PESO DEL NIVEL 2 (kg)	CARGA VERTICAL		FE	CARGA VERTICAL RESISTENTE (kg)
							P (kg)	PU (kg)		
M1	415	14	41200	2776.88	3939.18	4317.73	11033.79	15447.31	0.6	39740.40
M2	277.5	14	53200	3585.68	2634.03	5575.33	11795.04	16513.05	0.6	26573.40
M3	112.5	14	14400	970.56	1067.85	1509.11	3547.52	4966.53	0.6	10773
M4	112.5	14	8400	566.16	1067.85	880.31	2514.32	3520.05	0.6	10773
M5	117.5	14	22200	1496.28	1115.31	2326.54	4938.13	6913.39	0.6	11251.8
M6	160	14	21100	1422.14	1576.51	2211.26	5209.92	7293.88	0.65	16598.4
M7	77.5	14	17800	2192.96	763.62	1865.43	4822.01	6750.81	0.7	8658.3
M8	102.5	14	19100	2353.12	1009.95	2001.66	5364.74	7510.63	0.7	11451.3
M9	160	14	27900	1880.46	1576.51	2923.90	6380.87	8933.22	0.65	16598.4
M10	97.5	14	8300	559.42	925.47	869.83	2354.72	3296.61	0.6	9336.6
M11	175	14	15500	3100	1661.1	1624.39	6385.49	8939.68	0.6	16758
M12	187.5	14	24600	4145.1	1779.75	2578.06	8502.91	11904.08	0.7	20947.5
M13	107	14	3800	4699.6	1015.64	2599.02	8314.27	11639.97	0.7	11954.04
M14	42	14	3200	671.04	398.66	335.35	1405.06	1967.08	0.6	4021.92
M15	37.5	14	3300	692.01	355.95	345.83	1393.79	1951.31	0.6	3591
M16	242.5	14	51200	7203.84	2301.81	5365.73	14871.38	20819.93	0.7	27092.1
M17	447.5	14	84300	6461.19	4247.67	9735.86	20444.73	28622.62	0.7	49994.7
M18	490	14	54300	3659.82	4651.08	5690.61	14001.51	19602.11	0.6	46922.4
M19	137.5	14	26500	1786.1	1354.81	2777.18	5918.10	8285.34	0.7	15361.5
M20	150	14	4600	310.04	1477.98	482.07	2270.09	3178.13	0.7	16758



MUROS DE PLANTA BAJA

MUROS DE LA PLANTA BAJA										
MURO	LONGITUD (cm)	ESPESOR t (cm)	ÁREA TRIBUTARIA (cm ²)	W _{TOTAL} DE LA LOSA (kg)	W _{PROPIO} DEL MURO (kg)	PESO DEL NIVEL 2 (kg)	CARGA VERTICAL		FE	CARGA VERTICAL RESISTENTE (kg)
							P (kg)	PU (kg)		
M21	280	14	35400	2385.96	2683.94	3709.90	8779.80	12291.73	0.7	31281.6
M22	365	14	85900	13907.21	3464.58	9002.27	26374.06	36923.68	0.7	40777.8
M23	522.5	14	37000	5990.3	4959.57	3877.57	14827.44	20758.42	0.7	58373.7
M24	372.5	14	75000	5055	3535.77	7859.95	16450.72	23031.02	0.7	41615.7
M25	290	14	16300	1098.62	2857.42	1708.23	5664.27	7929.99	0.6	27770.4
M26	740	14	51000	3437.4	5687.64	5344.77	14469.81	20257.73	0.6	70862.4
M27	107.5	14	22400	2920.96	1020.39	2347.50	6288.85	8804.40	0.7	12009.9
M28	507.5	14	105400	7103.96	4817.19	11045.86	22967.01	32153.81	0.7	56697.9
M29	165	14	36500	3359.21	1566.18	3825.18	8750.57	12250.80	0.7	18433.8
M30	47.5	14	3400	465.8	450.87	356.31	1272.98	1782.18	0.7	5306.7

Para la planta baja todos los muros cumplen con las condiciones adecuadas $P_u < P_R$

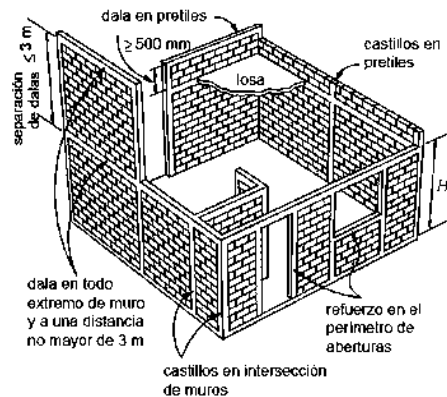


IV.III DISEÑO DE DALAS Y CASTILLOS QUE CONFINAN EL MURO

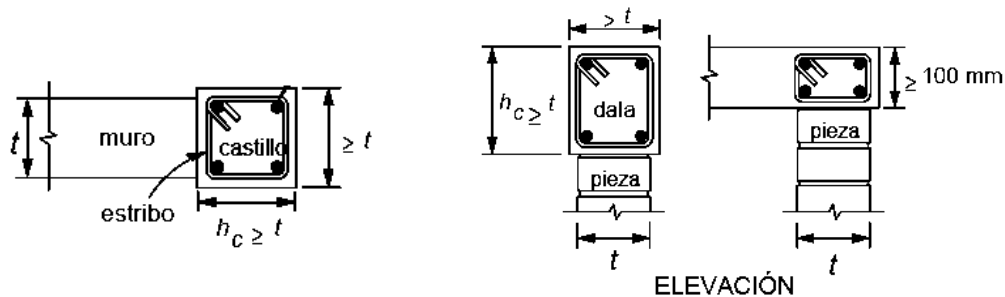
El diseño de dalas y castillos se realizará conforme a lo indicado en la sección 5.1 de las NTC-mampostería el cual indica lo siguiente:

- 1) Existirán castillos por lo menos en los extremos de los muros e intersecciones con otros muros y en puntos intermedios del muro a una separación no mayor a $1.5H$ ni mayor a 4m.

$$1.5H = (1.5) (2.8) = 4.2 \text{ m} \therefore \text{se colocarán castillos a 4 metros de separación}$$



- 2) Existirá una dala en todo extremo horizontal del muro, a menos que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado de al menos 10cm de peralte. Además existirán dalas en el interior del muro a una separación no mayor de 3m y en la parte superior de parapetos o pretilos cuya altura sea superior a 50cm.
- 3) Las dalas y castillos tendrán como dimensión mínima el espesor del muro, $t=12$ o 24cm.



- 4) El concreto de las dalas y castillos tendrán una resistencia a la compresión f'_c no menor de 150 kg/cm^2 .



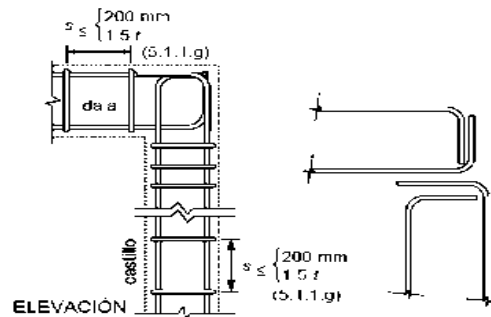
- 5) El refuerzo longitudinal de la dala y el castillo deberá dimensionarse para resistir las componentes vertical y horizontal, estará formado por lo menos de 3 barras cuya área total sea al menos igual a:

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

$$A_{s1} = 0.2 \frac{150}{4200} (12)^2 = 1.028 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = 0.2 \frac{150}{4200} (14)^2 = 1.4 \text{ cm}^2$$

- 6) El refuerzo longitudinal de la dala y el castillo estará anclado en los elementos que limitan al muro de manera que pueda desarrollar su esfuerzo de fluencia.



- 7) Las dalas y castillos estarán reforzados transversalmente por estribos cerrados y con un área al menos igual a:

$$A_{sc} = \frac{1000 S}{f_y h_c}$$

- 8) Existirán elementos de refuerzo con las mismas características que las dalas y castillos en el perímetro de toda la abertura, cuya dimensión horizontal exceda de L/4 de la longitud del muro o separación entre castillos, o de 60cm, también se colocarán elementos verticales y horizontales de refuerzo en aberturas con altura igual a la del muro.

- 9) El espesor de los muros t, no será menor que 10cm y la relación altura libre a espesor del muro H/t < 30.

**Capacidad de carga de los castillos****Analizando para un castillo de 12x12cm**

$$P_R = F_R [f'_c b h (1 - \rho) + f_y b h \rho]$$

Se propone un área de acero con 4 varillas del #3

$$\rho = \frac{A_s}{b h} = \frac{(4) (0.71)}{(12) (12)} = 0.01972$$

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

$$f''_c = (0.8) (0.85) (150) = 102 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_R = 0.8 [((102 \times 12 \times 12 (1 - 0.01972)) + (4200 \times 12 \times 12 0.01972))] = 21061.056 \text{ kg}$$

$$P_R = 21061.056 \text{ kg} > P_u = 15473.5 \text{ kg} \therefore \text{se acepta el diseño}$$

P_u es la reacción más alta que se encuentra en las trabes, en este caso es la trabe 11 de entrepiso.

Cálculo del refuerzo longitudinal para la dala y el castillo

$$A_s = 0.2 \frac{f'_c}{f_y} t^2 = 0.2 \left(\frac{150}{4200} \right) (12)^2 = 1.028 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varilla del #3

$$N_o = \frac{A_s}{a_o} = \frac{1.03}{0.71} = 1.5 \text{ se colocarán 4 varillas del \#3}$$



Refuerzo transversal para dalas y castillos

$$A_{sc} = \frac{1000 S}{f_y h_c}$$

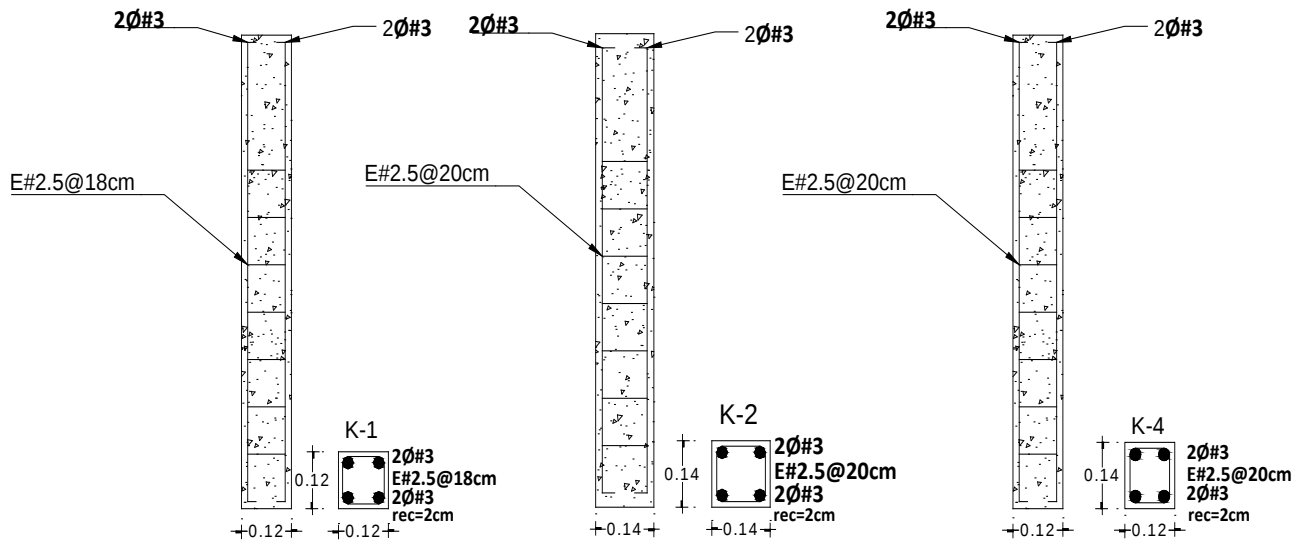
En la separación de estribos (S) no excederá de:

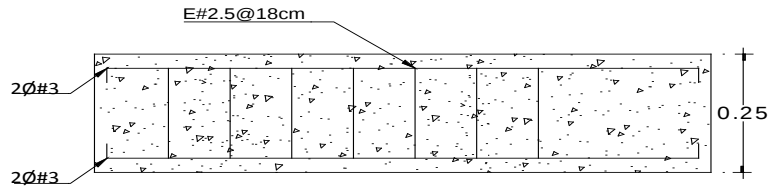
1.5t
ni de 20cm

$$S = (1.5) (12) = 18\text{cm}$$

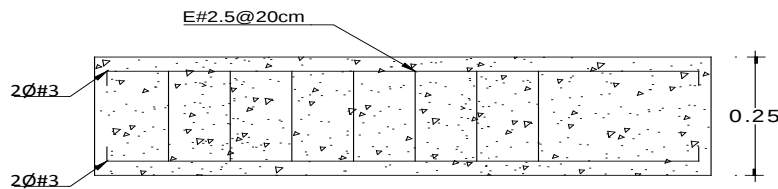
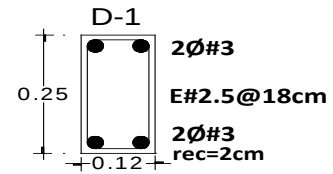
$$A_{sc} = \frac{1000 (18)}{(4200) (12)} = 0.357 \text{ cm}^2 \quad \therefore \text{Se propone usar varillas del 2.5} \quad a_o = 0.49\text{cm}^2$$

Se colocarán castillos y dalas armados de la siguiente forma:

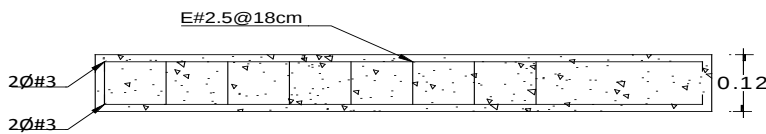
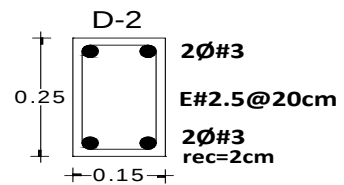




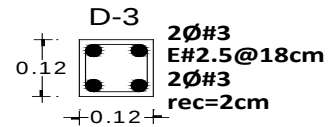
Alzado de la dala de desplante



Alzado de la dala de desplante



Alzado de la dala de desplante en muros divisorios



K-1 se usará donde el espesor del muro sea de 12cm.

K-2 se usará donde el espesor del muro sea de 14cm.

K-4 se usará en muros con espesor de 14cm que intercepte con muros divisorios.



CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN

La primordial función de la cimentación es transmitir todas las cargas de la edificación al terreno donde se va a desplantar la estructura. Es importante conocer las características del suelo donde se levantará la estructura, por tal motivo es recomendable hacer un estudio de mecánica de suelos en la zona de construcción.

A parte de transmitir las cargas al terreno, la cimentación debe brindar una base rígida a la estructura, sin producir fallas ni asentamientos, por eso es importante que deba cumplir con los siguientes conceptos:

1. Transmitir al terreno las cargas estáticas y dinámicas.
2. Buscar que los asentamientos no superen los límites admisibles.
3. Prevenir los asentamientos por sobreconsolidación.
4. Prevenir la licuefacción del suelo en caso de sismos.
5. Trabajar en conjunto, limitando los desplazamientos diferenciales, horizontales y verticales, entre los apoyos.

Cuando es factible elegir la zona donde se ubicará la estructura, es preferible un terreno firme, libre de problemas de amplificaciones locales por movimientos del terreno que suelen presentarse en los suelos blandos, y de asentamientos y pérdida de capacidad de apoyo como ocurre en algunas arenas poco compactas.

Para la cimentación de este proyecto se proponen zapatas corridas en toda la estructura. Antes del diseño de la cimentación se hizo un estudio de mecánica de suelos para tomar en cuenta sus características.

**V.I ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ZAPATA DE LINDERO**

Para el diseño de la zapata de lindero se calculará la descarga para cada tramo y se usará el que presente la descarga mayor por cada metro lineal. A continuación se resumirá el análisis de la descarga para cada tramo de la planta baja en la siguiente tabla.

EJE	TRAMO	LONG(m)	At p.b.(m ²)	At p.a.(m ²)	Wloza azotea (kg)	Wmuro p.a. (kg)	Wlosa entrepiso (kg)	Wmuro p.b. (kg)	w/ml (kg/m)
D1-E1	D1-E1	2.8	2.14	1.63	1190.71	2.06	4551.78	1640.76	2637.61
E1-F'1	E1-F'1	5	5.79	6.42	4689.81	3.18	4168.8	0	1772.35
F'1-I1	F'1-I1	6.48	5.43	6.14	4485.27	3.89	3659.82	5540.68	2112.60
D1-C3	D1-C3	3.21	1.69	1.66	1212.63	2.67	3594.63	1911.96	2094.04
C3-B4	C3-B4	2.72	1.29	2.88	2103.84	0.93	1786.65	0	1430.67
B4-A5	B4-A5	1.75	1.55	0.69	504.045	1.45	3137.2	1661.1	3030.74
A5-A8	A5-A8	5.25	3.79	5.88	4295.34	2.24	5112.71	2450.29	2259.16
A8-E8	A8-E8	7.95	6.54	7.44	5434.92	5.87	4407.96	0	1238.83
G9-I9	G9-I9	4.65	5	5	3652.5	2.91	3370	3193.38	2197.58
I1-I3'	I1-I3'	2.9	1.63	1.44	1051.92	2.61	3467.01	2857.42	2544.47
I5'-I9	I5'-I9	7.4	7.7	5.3	3871.65	6.40	5189.8	7024.08	2174.58

Para este caso el tramo B4-A5 tiene la descarga mayor, Descarga = 3030.74 kg/m

DATOS:

Para obtener las propiedades del suelo se hizo con anterioridad un estudio de mecánica de suelos, el cual arrojo los siguientes datos:

Peso volumétrico del suelo	$\gamma_s = 1.2 \text{ ton/m}^3$
Peso volumétrico del concreto	$\gamma_c = 2.4 \text{ ton/m}^3$
Esfuerzo de diseño del terreno	$q_r = 12 \text{ ton/m}^2$
Profundidad de desplante	$D_f = 0.9\text{m}$

En un principio se estableció que para el diseño de la zapata se utilizará un $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y un $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

Se tomará un tramo de zapata de longitud unitaria.

$$L = 1\text{m}$$



1) Cálculo de la descarga total de la cimentación

$$P_T = \text{Descarga} + W_s$$

$$W_s = \left(\frac{\gamma_c + \gamma_s}{2} \right) \times B \times L \times D_f$$

Se propone un valor inicial B de acuerdo a la siguiente expresión:

$$B = 1.25 \left(\frac{\text{Descarga}}{q_r} \right) = 1.25 \left(\frac{3.030}{12} \right) = 0.315\text{m}$$

Como es menor que la dimensión mínima se utilizará $B_{\min} = 0.6 \text{ m}$

$$W_s = \left(\frac{2.4 + 1.2}{2} \right) (0.6) (1) (0.9) = 0.972 \text{ ton/m}$$

$$P_T = 3.030 + 0.972 = 4.002 \text{ ton/m}$$

2) Cálculo del dimensionamiento de la zapata

$$B = \frac{P_T}{q_r} = \frac{4.002}{12} = 0.333\text{m} < B_{\min} = 0.6\text{m}$$

∴ Se usará $B_{\min} = 0.6\text{m}$

3) Cálculo de la presión de contacto

$$q = \frac{P_T}{B L} \leq q_r$$

$$q = \frac{4.002}{(0.6)(1)} = 6.67 \text{ ton/m}^2 < q_r = 12 \text{ ton/m}^2 \quad \therefore \text{se acepta}$$

4) Cálculo de la presión neta última

$$q_n = \frac{\text{Descarga}}{B L} = \frac{3.030}{(0.6)(1)} = 5.051 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{nu} = FC \times q_n = (1.4) (5.051) = 7.071 \text{ ton/m}^2 = 0.7071 \text{ kg/cm}^2$$



5) Diseño de la losa por cortante

B = Ancho de la losa de zapata
 C = Espesor del muro de enrase
 $\tau = B - C = 0.60 - 0.30 = 0.30 \text{ cm}$

$$V_{CR} = 0.5 F_R \sqrt{f^* c}$$

$$F_R = 0.8$$

$$V_{CR} = (0.5) (0.8) \sqrt{160}$$

$$V_{CR} = 5.06 \text{ kg/cm}^2$$

- Cálculo del peralte de la losa (d)

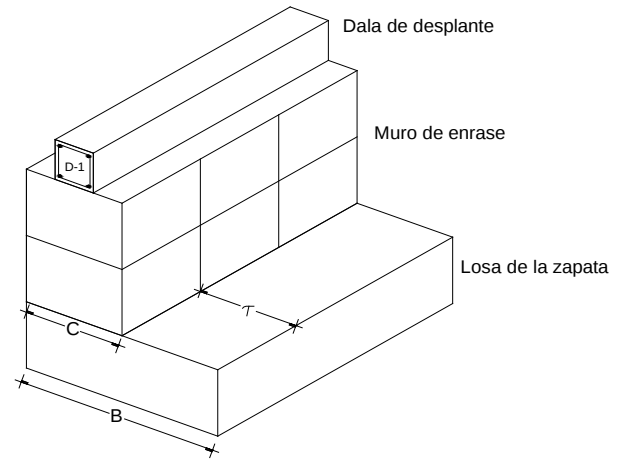
$$d = \frac{q_{nu} \tau}{V_{CR} + q_{nu}} = \frac{(0.7071) (30)}{5.06 + 0.7071} = 3.67 \text{ cm} < d_{\min} = 10 \text{ cm}$$

Como d es menor que $d_{\min}$ se utilizará el $d_{\min}$, $d = 10 \text{ cm}$

- Cálculo del espesor de la losa (H)

$$H = d + \text{rec} \quad \text{rec} = 5 \text{ cm} \quad H = 10 + 5 = 15 \text{ cm}$$

- Revisión del peso real



Concepto	Espesor x ancho x p. vol	W (ton/m)
Wplantilla	(0.05 x 0.60 x 2.2)	0.066
Wlosa	(0.15 x 0.60 x 2.4)	0.216
Wmuro enrase	(0.7 x 0.30 x 1.8)	0.378
Wrelleno	(0.7 x 0.30 x 1.3)	0.273
Wreal	-----	0.933

$W_{\text{real}} = 0.933 \text{ ton/m} < W_s = 0.972 \text{ ton/m} \therefore$ se acepta el diseño

6) Diseño por flexión (sentido transversal)

$$M_u = \frac{q_{nu} \lambda^2}{2}$$

$$\lambda = \left(\tau + \frac{C}{4} \right) = \left(0.30 + \frac{0.30}{4} \right) = 0.375 \text{ m}$$

$$M_u = \frac{(7.071) (0.375)^2}{2} = 0.497 \text{ t-m}$$

$$\rho = \frac{136}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 (0.497 \times 10^5)}{(0.9)(100)(15)^2 (136)}} \right] = 0.0013$$

Como $\rho < \rho_{\min}$ se diseñará con el $\rho_{\min}$, $\rho = 0.00236$

$$A_s = \rho b d = (0.00236) (100) (10) = 2.36 \text{ cm}^2$$

Se propone usar varilla del #3 $a_o = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 a_o}{A_s} = \frac{(100) (0.71)}{2.36} = 30.08 \text{ cm}^2$$

∴ Se utilizará varilla del #3@30cm en el sentido transversal

7) Diseño por flexión (sentido longitudinal)

Para el sentido longitudinal se reforzará con acero por temperatura

$$A_{st} = \frac{660 x_1}{f_y (x_1 + 100)} b = \frac{660 (10)}{4200 (10 + 100)} (100) = 1.428 \text{ cm}^2$$

El acero por temperatura se incrementará un 50% ya que la cimentación es un elemento que se encuentra en contacto con el terreno natural.

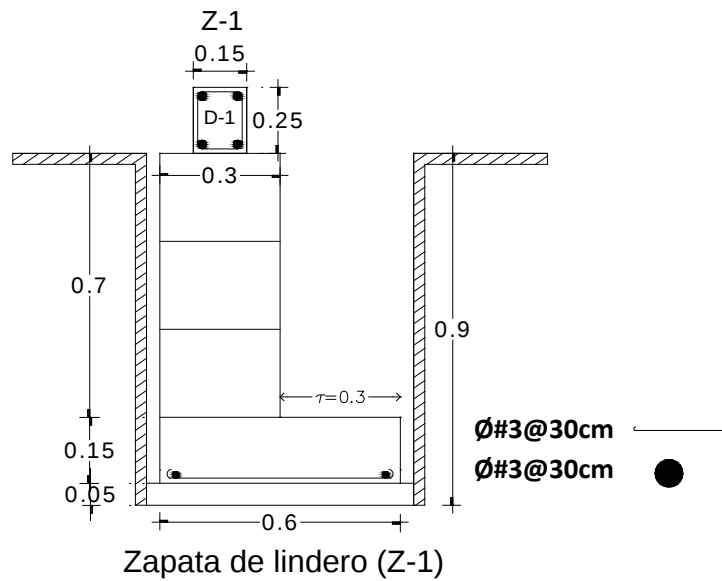
$$A_{st} = (1.5) (1.428) = 2.142 \text{ cm}^2$$

De igual manera se propone utilizar varilla del #3 $a_o = 0.71 \text{ cm}^2$



$$S = \frac{100 a_o}{A_s} = \frac{(100) (0.71)}{2.142} = 33.13 \text{ cm}^2$$

∴ Se utilizará varilla del #3@33cm en el sentido longitudinal pero como se usará una base de 60cm, colocarán 2 varillas de #3@30cm en este sentido.





V.II ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ZAPATA DE CENTRO

De igual manera se utilizará el tramo con la descarga mayor por cada metro lineal para el diseño de la zapata de centro (Z-1). A continuación se muestra en la siguiente tabla el análisis para la descarga de cada tramo:

TRAMO	LONG(m)	At p.b.(m2)	At p.a.(m2)	Long. Muro p.a. (m)	Wloza azotea (kg)	Wpretel (kg)	Wmuro p.a. (kg)	Wloza entrepiso (kg)	Wmuro p.b. (kg)	w/ml (kg/m)
E1-E4	4.25	5.4	7.01	3.45	5120.80	0	3109.55	7617.6	2610.3	4343.11
F'1-F'5"	7	11.59	11.21	4.25	8188.90	0	3677.1	13566.09	5125.68	4365.39
H1-H4'	4.75	6.19	6.61	4	4828.60	0	3605.28	8174.92	3819.77	4300.75
D'4-D'7'	5.55	9.85	2.91	0	2125.75	0	0	13886.03	2592.15	3352.06
H3'-I3'	1.5	0.46	0.46	1.5	336.03	0	1351.98	310.04	1477.98	2317.35
F''3"-H3"	3.65	8.6	0	0	0	0	0	14138.4	3464.58	4822.73
B4-C4	1.83	2.46	0	0	0	0	0	3407.1	1737.03	2811
E4-E'4	1.65	3.65	2.46	0.7	1797.03	0	605.64	2544.05	1566.18	3947.21
F''5'-I5'	5.15	7.08	0.3	1.5	219.15	0	1297.8	11639.52	4888.38	3503.85
E5"-F'5"	5	10.52	0	0	0	0	0	7090.48	4746	2367.29
E7-I7	11.25	14.75	6.98	7.75	5098.89	1416.765	6936.21	9941.5	7223.41	2721.49
G7-G9	4.15	4.12	3.86	3.15	2819.73	0	2839.15	2776.88	3939.18	2981.91
E'7-E'7"	1.05	0.84	0	0	0	0	0	566.16	996.66	1488.4
F7-F7"	1.05	0.84	0.43	1.05	314.11	0	946.38	566.16	996.66	2688.87
E6-E7'	1.6	2.16	2.78	1.6	2030.79	0	1384.32	1455.84	1576.51	4029.66
D6-E6	2.65	3.56	0	0	0	0	0	5234.98	1625.77	2588.96

La descarga mayo se encuentra ubicado en el tramo F''3-H3'', Descarga = 4822.73 kg/m

1) Cálculo de la descarga total de la cimentación

$$P_T = \text{Descarga} + W_s$$

$$W_s = \left(\frac{\gamma_c + \gamma_s}{2} \right) \times B \times L \times D_f$$

$$B = 1.25 \left(\frac{\text{Descarga}}{q_r} \right) = 1.25 \left(\frac{4.822}{12} \right) = 0.502\text{m}$$

Como es menor que la dimensión mínima se utilizará $B_{\min} = 0.6 \text{ m}$



$$W_s = \left(\frac{2.4 + 1.2}{2} \right) (0.6) (1) (0.9) = 0.972 \text{ ton/m}$$

$$P_T = 4.822 + 0.972 = 5.794 \text{ ton/m}$$

2) Cálculo del dimensionamiento de la zapata

$$B = \frac{P_T}{q_r} = \frac{5.794}{12} = 0.482 \text{ m} < B_{\min} = 0.6 \text{ m}$$

∴ Se usara $B_{\min} = 0.6 \text{ m}$

3) Cálculo de la presión de contacto

$$q = \frac{P_T}{B L} \leq q_r$$

$$q = \frac{5.794}{(0.6)(1)} = 9.65 \text{ ton/m}^2 < q_r = 12 \text{ ton/m}^2 \quad \therefore \text{se acepta}$$

4) Cálculo de la presión neta última

$$q_n = \frac{\text{Descarga}}{B L} = \frac{4.822}{(0.6)(1)} = 8.037 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{nu} = FC \times q_n = (1.4) (8.037) = 11.25 \text{ ton/m}^2 = 1.125 \text{ kg/cm}^2$$

5) Diseño de la losa por cortante

B = Ancho de la losa de zapata

C = Espesor del muro de enrase = 0.30m

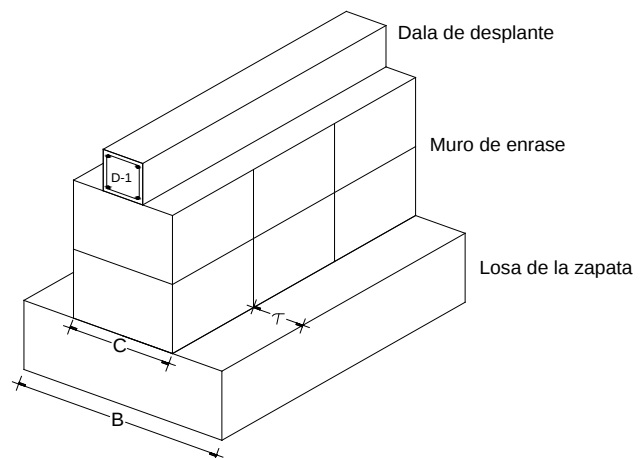
$$\tau = (B - C)/2 = (0.6 - 0.3)/2 = 0.15 \text{ m}$$

$$V_{CR} = 0.5 F_R \sqrt{f^* c}$$

$$F_R = 0.8$$

$$V_{CR} = (0.5) (0.8) \sqrt{160}$$

$$V_{CR} = 5.06 \text{ kg/cm}^2$$





- Cálculo del peralte de la losa (d)

$$d = \frac{q_{nu} \tau}{V_{CR} + q_{nu}} = \frac{(1.125)(15)}{5.06 + 1.125} = 2.73 \text{ cm} < d_{min} = 10 \text{ cm}$$

Como d es menor que d_{min} se utilizará el d_{min} , $d = 10 \text{ cm}$

- Cálculo del espesor de la losa (H)

$$H = d + \text{rec} \quad \text{rec} = 5 \text{ cm} \quad H = 10 + 5 = 15 \text{ cm}$$

- Revisión del peso real

Concepto	Espesor x ancho x p. vol	W (ton/m)
Wplantilla	(0.05 x 0.60 x 2.2)	0.066
Wlosa	(0.15 x 0.60 x 2.4)	0.216
Wmuro enrase	(0.7 x 0.30 x 1.8)	0.378
Wrelleno	(0.7 x 0.30 x 1.3)	0.273
Wreal	-----	0.933

$$W_{real} = 0.933 \text{ ton/m} < W_s = 0.972 \text{ ton/m} \therefore \text{se acepta el diseño}$$

6) Diseño por flexión (sentido transversal)

$$M_u = \frac{q_{nu} \lambda^2}{2}$$

$$\lambda = \left(\frac{B-C}{2} \right) + \frac{C}{4} = \frac{0.60-0.30}{2} + \frac{0.30}{4} = 0.225 \text{ m}$$

$$M_u = \frac{(11.25)(0.225)^2}{2} = 0.284 \text{ t-m}$$

$$\rho = \frac{136}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.284 \times 10^5)}{(0.9)(100)(15)^2(136)}} \right] = 0.0007$$

Como $\rho < \rho_{min}$ se diseñará con el ρ_{min} , $\rho = 0.00236$



$$A_s = \rho b d = (0.00236) (100) (10) = 2.36 \text{ cm}^2$$

Se propone usar varilla del #3 $a_o = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 a_o}{A_s} = \frac{(100) (0.71)}{2.36} = 30.08 \text{ cm}^2$$

∴ Se utilizará varilla del #3@30cm en el sentido transversal

7) Diseño por flexión (sentido longitudinal)

Para el sentido longitudinal se diseñará con acero por temperatura

$$A_{st} = \frac{660 x_1}{f_y (x_1 + 100)} b = \frac{660 (10)}{4200 (10 + 100)} (100) = 1.428 \text{ cm}^2$$

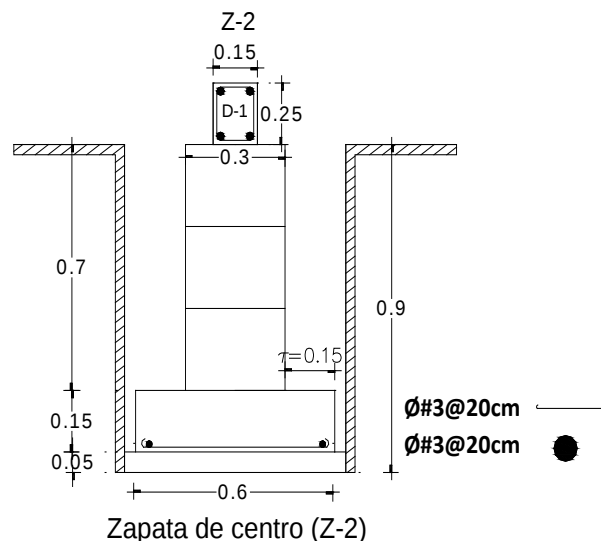
El acero por temperatura se incrementará un 50% ya que la cimentación es un elemento que se encuentra en contacto con el terreno natural.

$$A_{st} = (1.5) (1.428) = 2.14 \text{ cm}^2$$

De igual manera se propone utilizar varilla del #3 $a_o = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 a_o}{A_s} = \frac{(100) (0.71)}{2.14} = 33.13 \text{ cm}^2$$

De la misma forma se usarán 2 varillas del #3@30cm en el sentido longitudinal



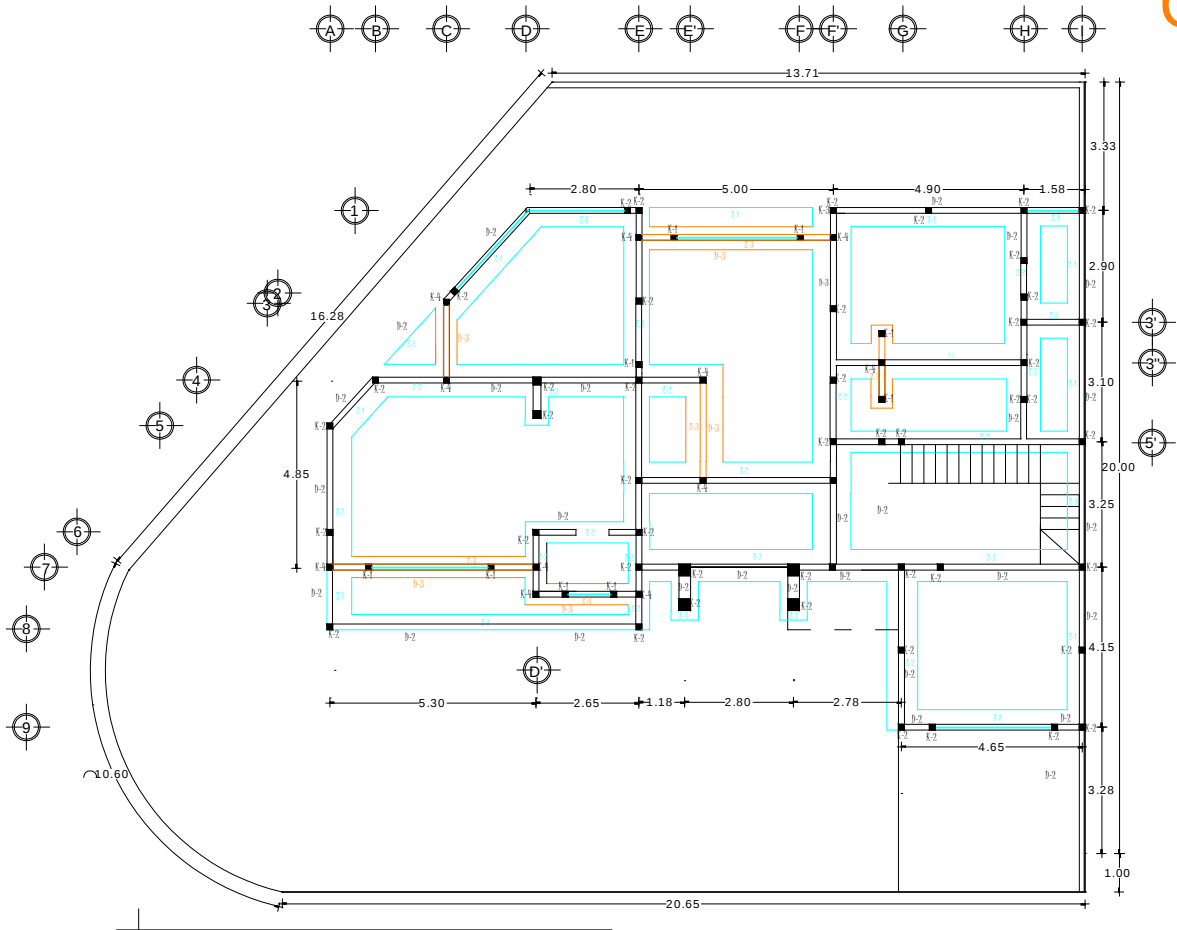


CAPÍTULO VI

PLANOS ESTRUCTURALES

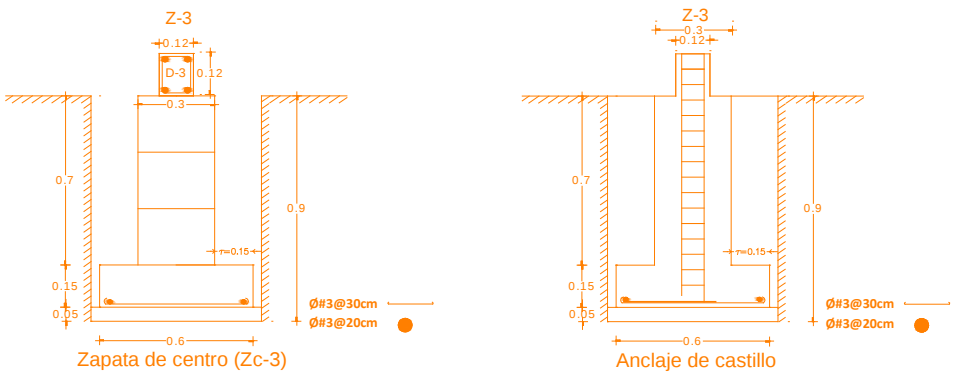
Una vez hecho el cálculo completo de la casa habitación, es momento de registrar los diseños de cada miembro en los planos estructurales. Estos planos estructurales están distribuidos de la siguiente manera:

- Plano I: Plano estructural de la cimentación.
- Plano II: Plano estructural de las trabes en la losa de entrepiso
- Plano III: Plano estructural de la losa de entrepiso.
- Plano IV: Plano estructural de las trabes en la losa de azotea.
- Plano V: Plano estructural de la losa de azotea.

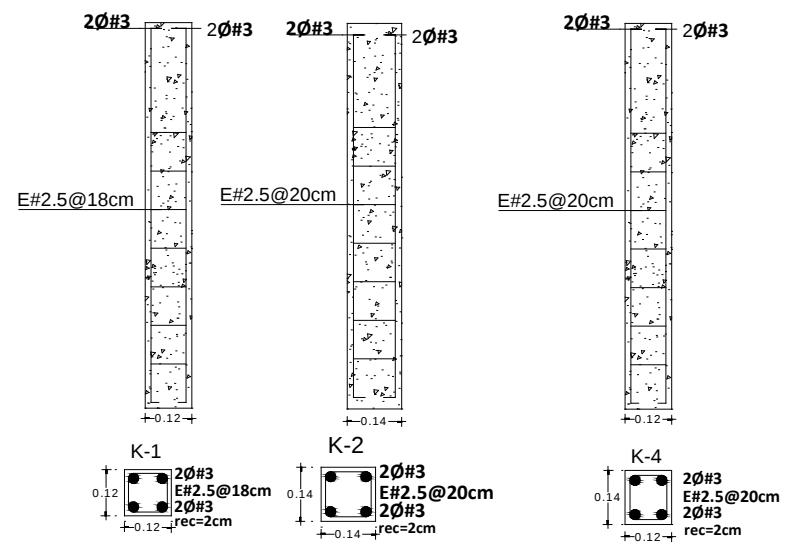


PLANTA DE CIMENTACIÓN

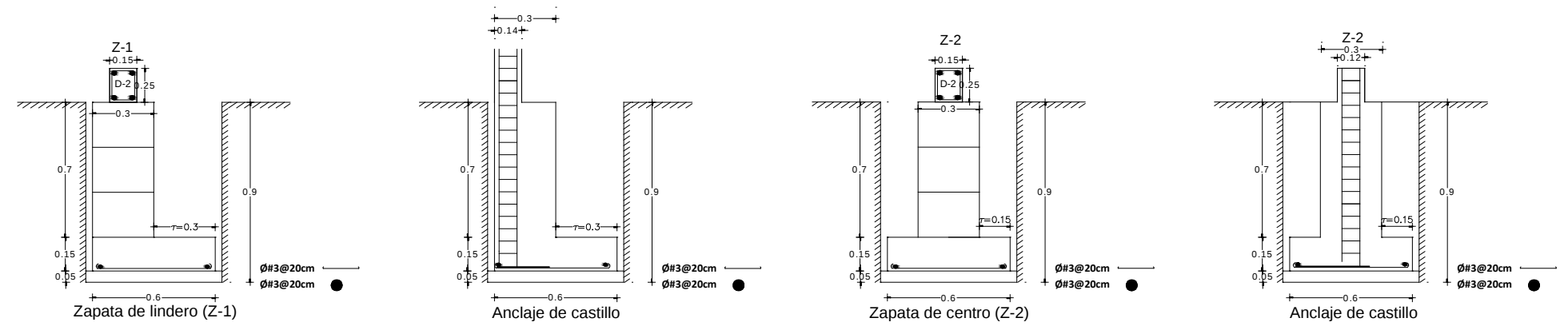
Cimentación en muros divisorios(Z-3)



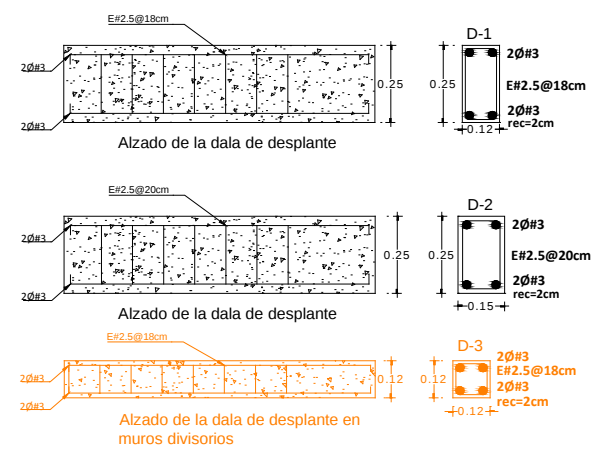
Detalles de los castillos



DETALLES DE CIMENTACIÓN



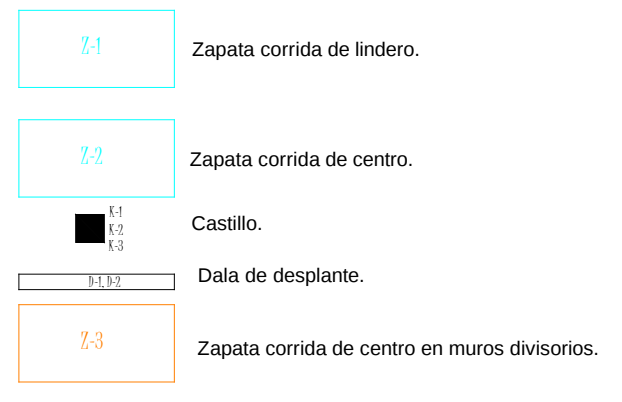
Detalles de la dala de desplante



Especificaciones

- Se usará un concreto reforzado de $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ en zapata corrida de linderó y de centro.
- Se usará un concreto reforzado de $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$ en dalas y castillos.
- Se usará un acero de refuerzo con un $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.
- Se usará tabicón para los muros de enrase de la cimentación.
- Para la cimentación se colocará una plantilla de concreto con un $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ en todo el ancho de la excavación con un espesor de 5cm.
- Se usará un recubrimiento de 5cm para el refuerzo de los elementos de concreto en la cimentación.
- Para el relleno de la cimentación se usará material producto de la excavación compactado por capas.

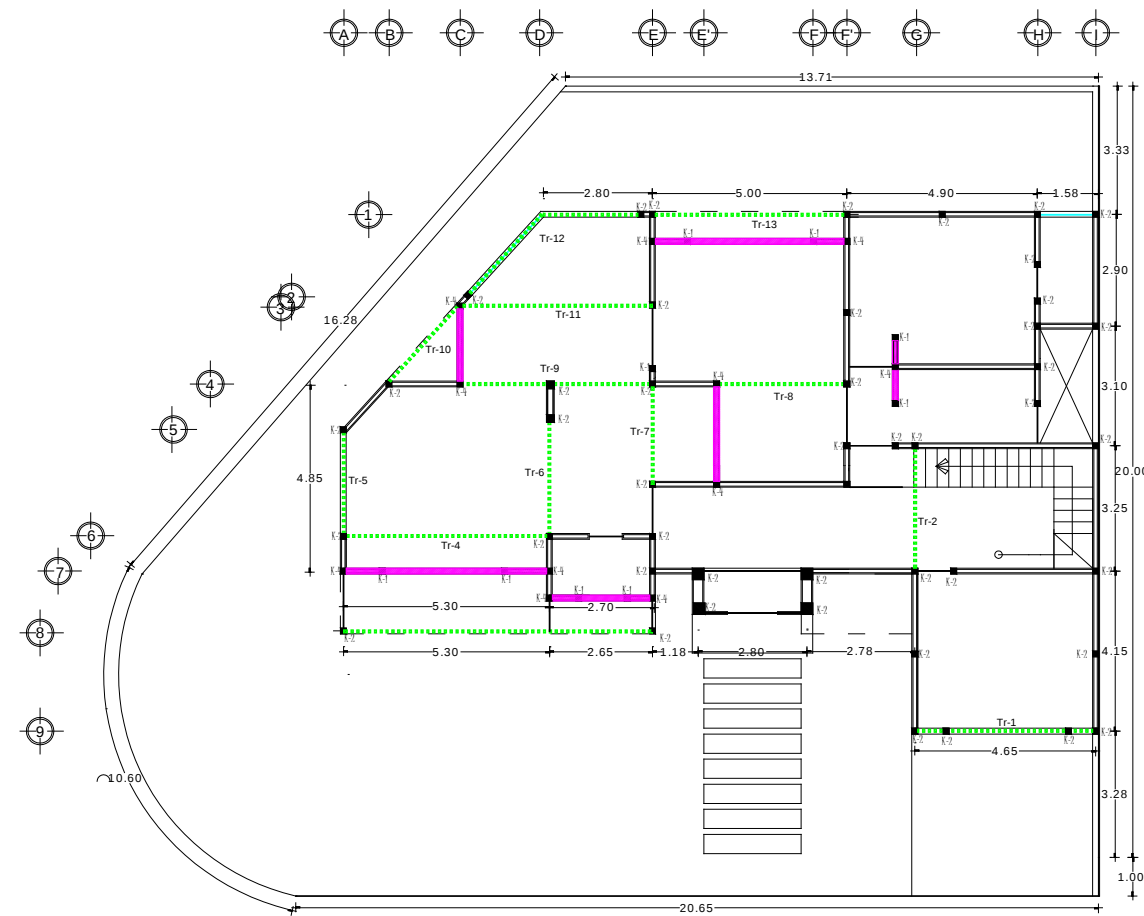
Simbología



Detalles en dobles y traslapes.				
Número	Ø	R (cm)	t (cm)	12db (cm)
2	1 1/4"	1.2	20	8
2.5	5 1/16"	2.4	32	10
3	3 1/8"	2.8	40	12
4	1 1/2"	3.8	50	15
5	5 1/8"	4.8	60	19

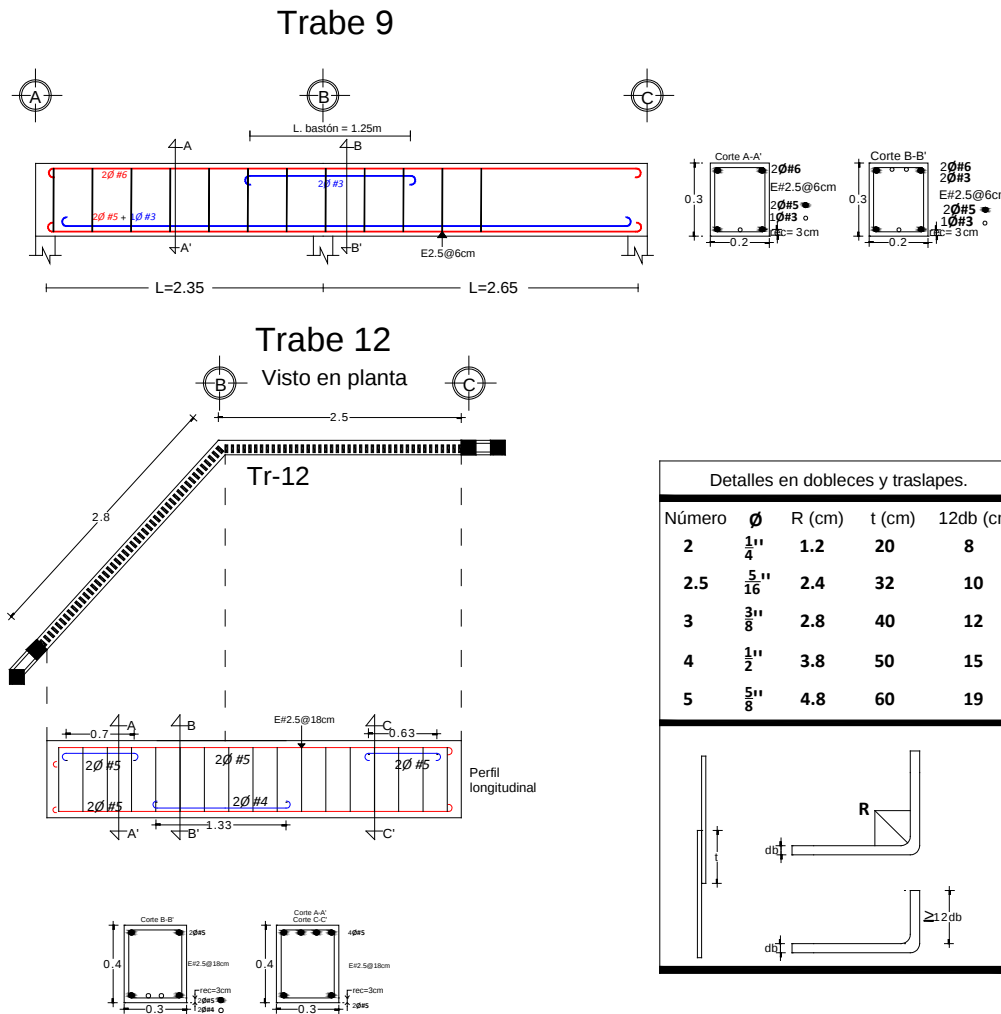
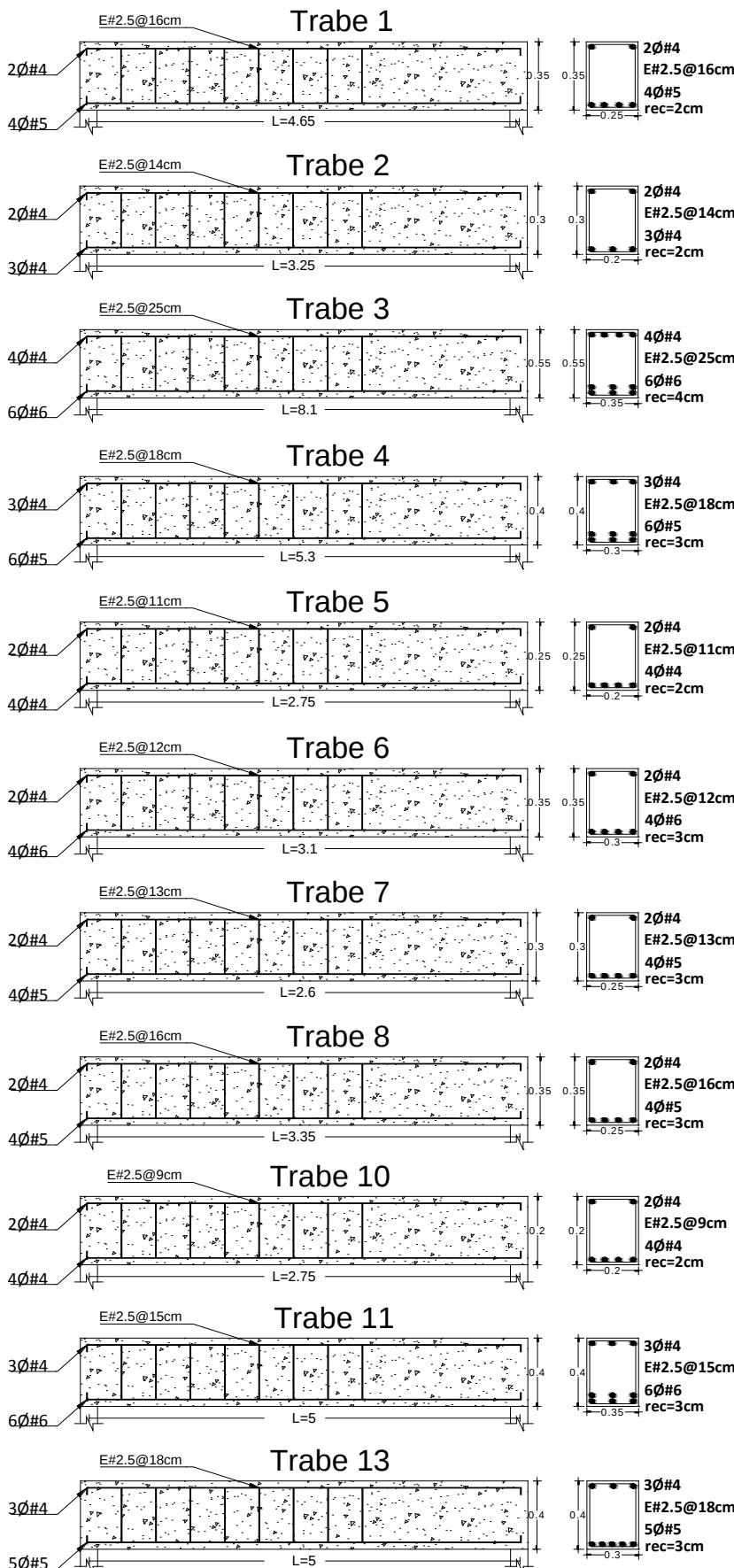
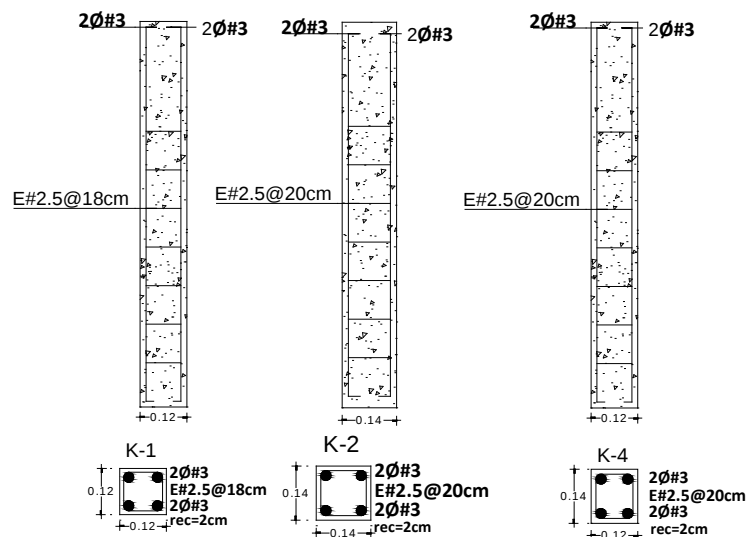
No. DE PLANO:	PROYECTO:
E-1	CASA-HABITACIÓN
ESCALA:	PLANO:
1:200	ESTRUCTURAL DE CIMENTACIÓN
ACOTACIONES:	UBICACIÓN:
METROS	CALLE. RETORNO SOLSTICIO LOTE 21
FECHA:	MANZANA C
SEPTIEMBRE 2013	FRACCIONAMIENTO PUNTALBA

Trabes en la losa de entrepiso



LOSA DE ENTREPISO

Detalles de los castillos



Detalles en dobleces y traslapes.				
Número	Ø	R (cm)	t (cm)	12db (cm)
2	1 1/4"	1.2	20	8
2.5	5/16"	2.4	32	10
3	3/8"	2.8	40	12
4	1/2"	3.8	50	15
5	5/8"	4.8	60	19

Especificaciones

- Se usará un concreto reforzado de $f'c=250$ kg/cm² en el diseño de las trabes.
- Se usará un concreto reforzado de $f'c=150$ kg/cm² en dalas y castillos.
- Se usará un acero de refuerzo con un $f_y=4200$ kg/cm².

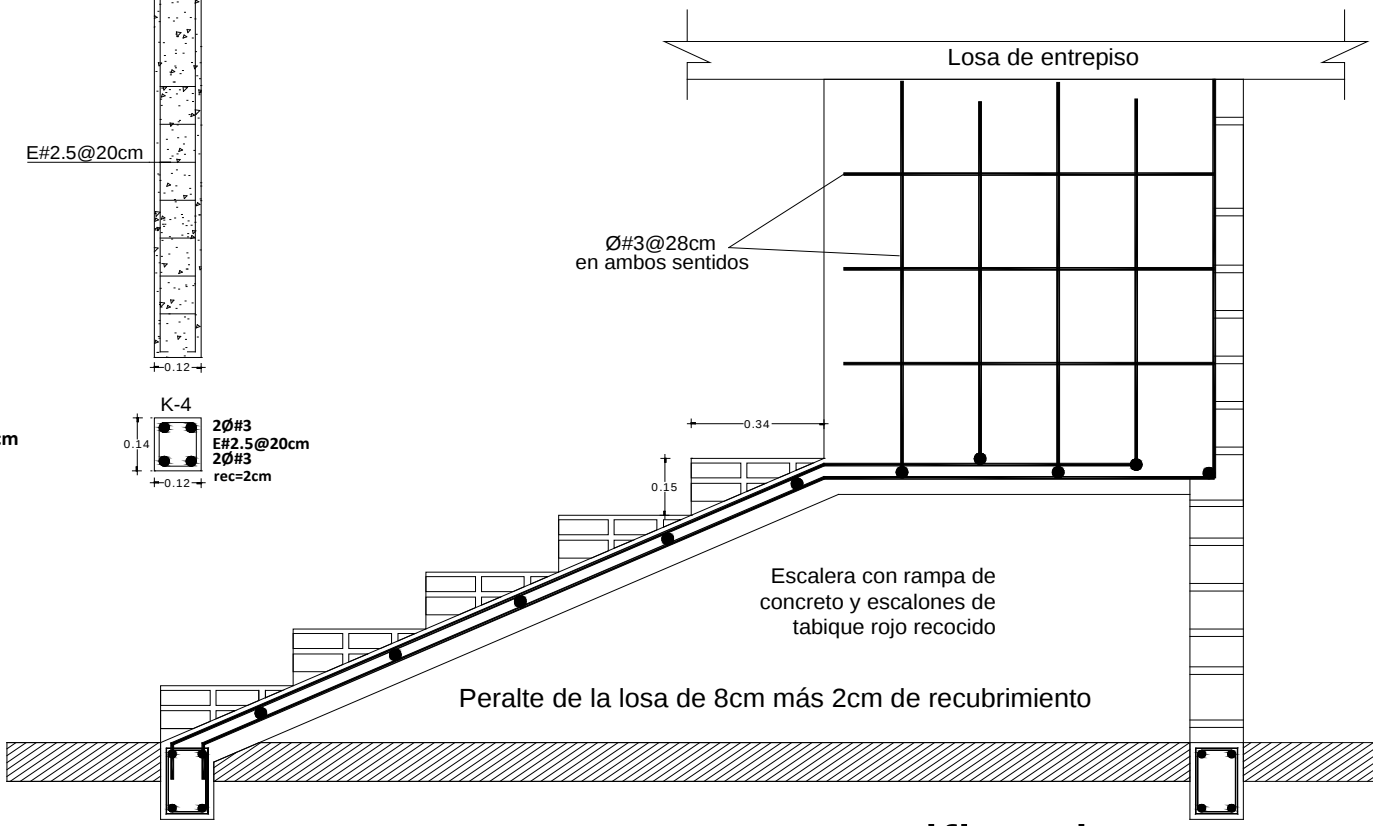
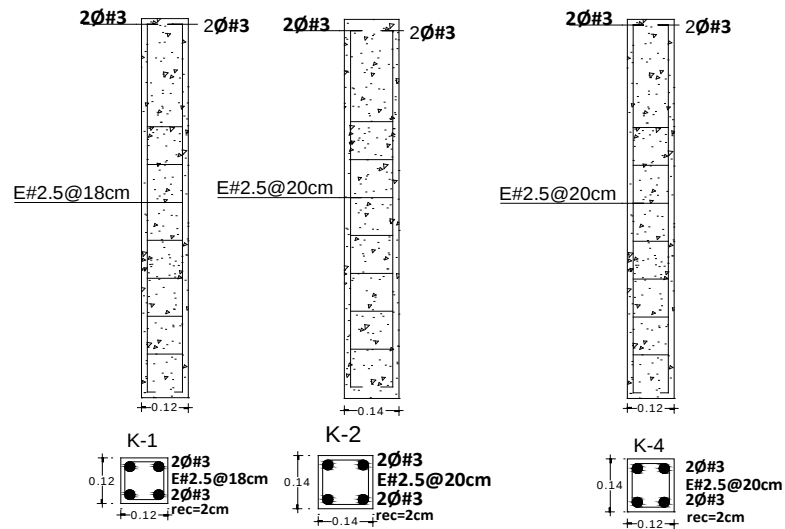
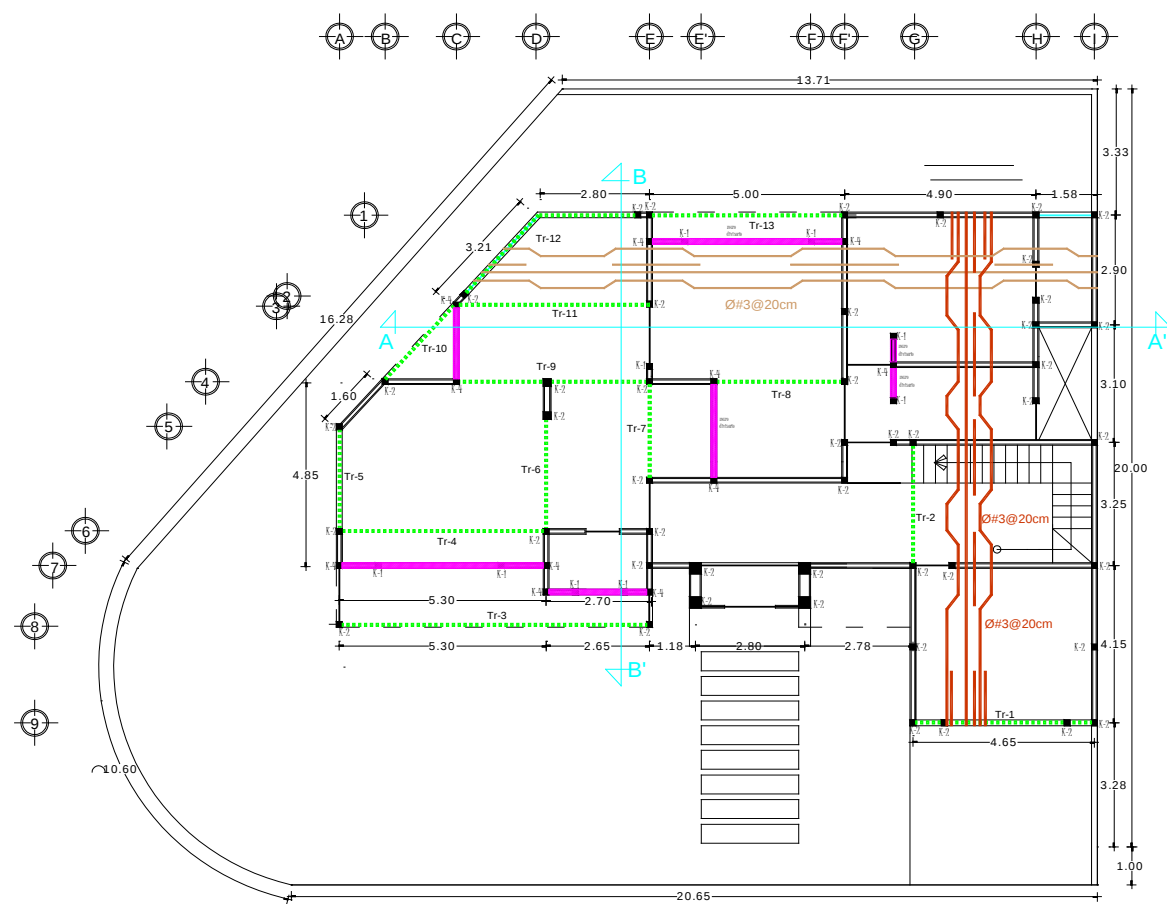
SIMBOLOGÍA	
-----	TRABE
=====	MURO DIVISORIO
=====	MURO DE CARGA
=====	VENTANA
■	CASTILLO

No. DE PLANO:	PROYECTO:
E-2	CASA-HABITACIÓN
ESCALA:	PLANO:
1:200	ESTRUCTURAL TRABES DE ENTREPISO
ACOTACIONES:	UBICACIÓN:
METROS	CALLE. RETORNO SOLSTICIO LOTE 21
FECHA:	MANZANA C
SEPTIEMBRE 2013	FRACCIONAMIENTO PUNTALBA

LOSA DE ENTREPISO

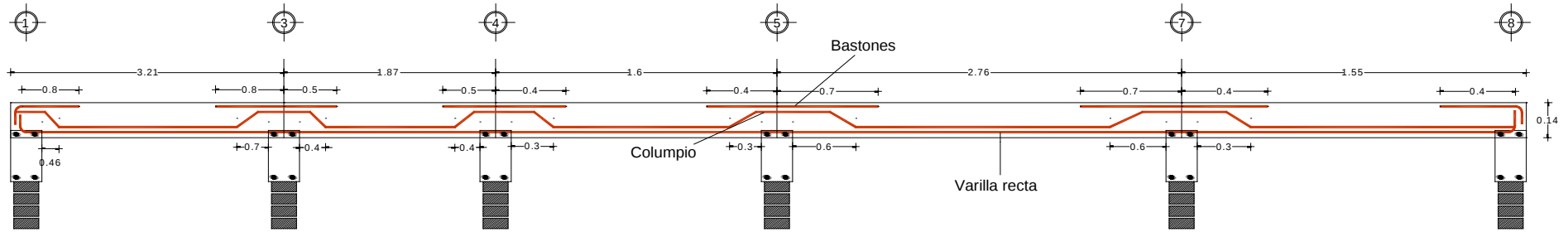
Detalles de los castillos

Detalle de la escalera

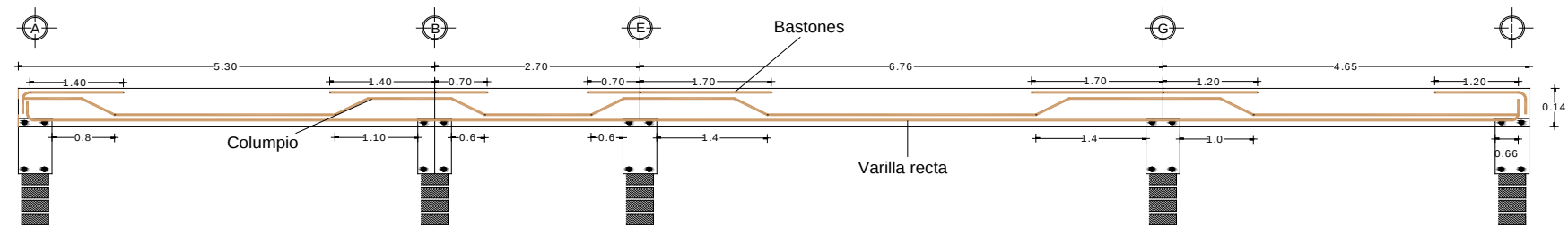


LOSA DE ENTREPISO

Corte longitudinal (B-B')



Corte transversal (A-A')



Especificaciones

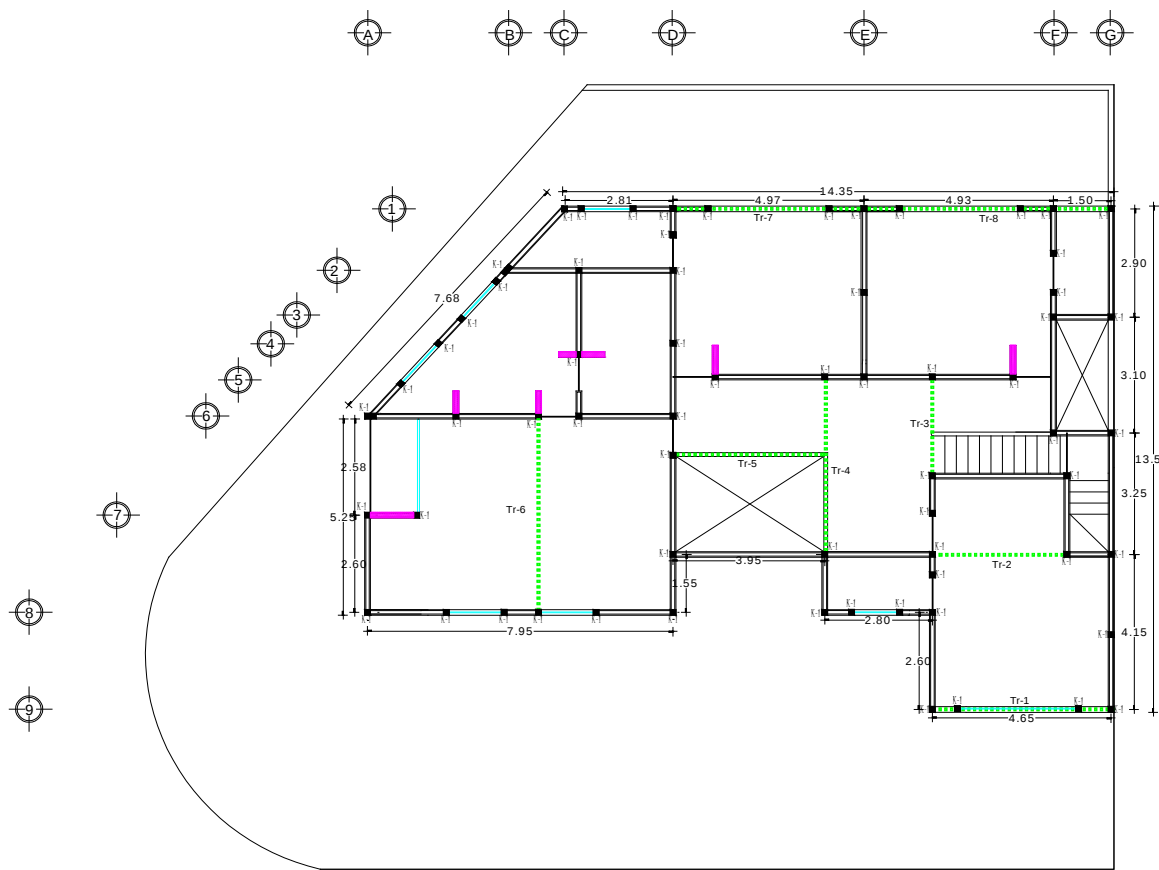
- Se usará un concreto reforzado de $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ en el diseño de las traveses y losas.
- Se usará un concreto reforzado de $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$ en dalas y castillos.
- Se usará un acero de refuerzo con un $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.
- El espesor de la losa será de 14cm.

Detalles en dobleces y traslapes.				
Número	Ø	R (cm)	t (cm)	12db (cm)
2	$\frac{1}{4}$ "	1.2	20	8
2.5	$\frac{5}{16}$ "	2.4	32	10
3	$\frac{3}{8}$ "	2.8	40	12
4	$\frac{1}{2}$ "	3.8	50	15
5	$\frac{5}{8}$ "	4.8	60	19

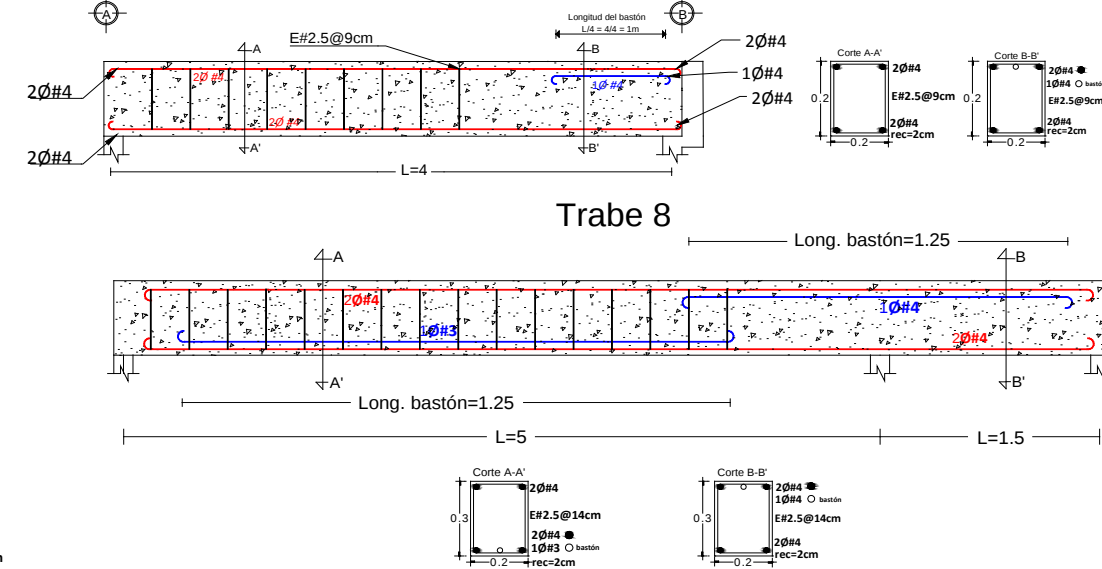
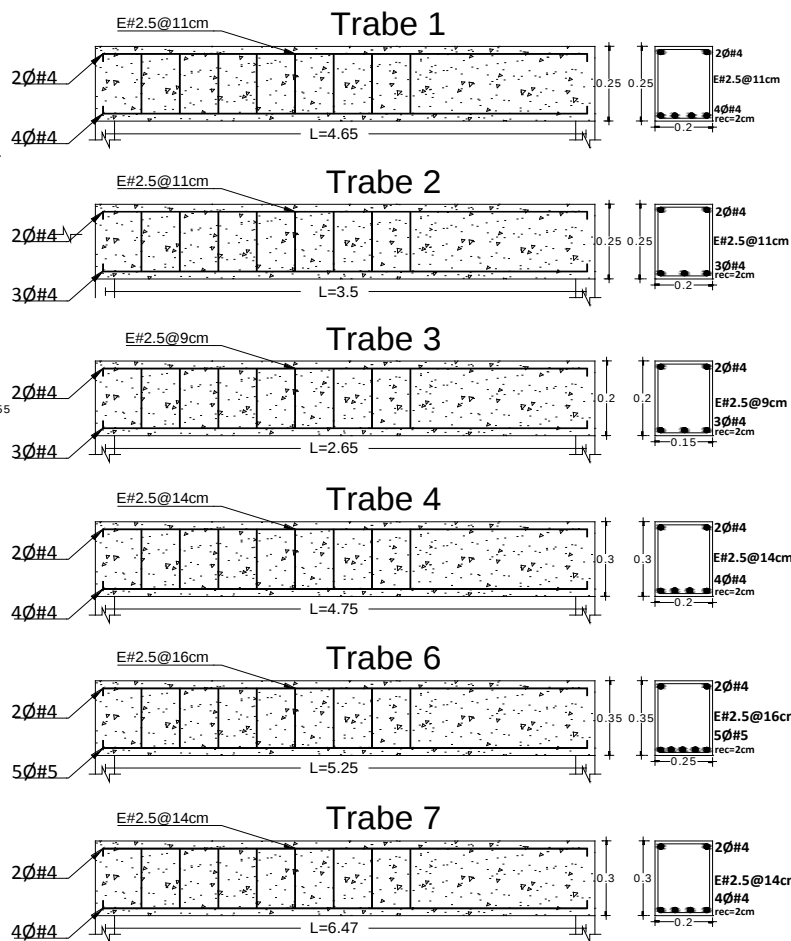
SIMBOLOGÍA	
	TRABE
	MURO DIVISORIO
	MURO DE CARGA
	VENTANA
	CASTILLO

No. DE PLANO: E-3	PROYECTO: CASA-HABITACIÓN
ESCALA: 1:200	PLANO: ESTRUCTURAL LOSA DE ENTREPISO
ACOTACIONES: METROS	UBICACIÓN: CALLE. RETORNO SOLSTICIO LOTE 21 MANZANA C FRACCIONAMIENTO PUNTALBA
FECHA: SEPTIEMBRE 2013	

Trabes en la losa de azotea

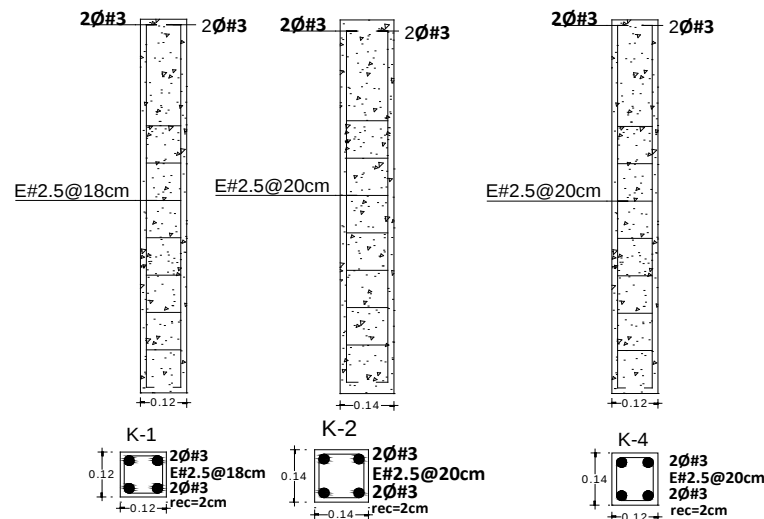


LOSA DE AZOTEA

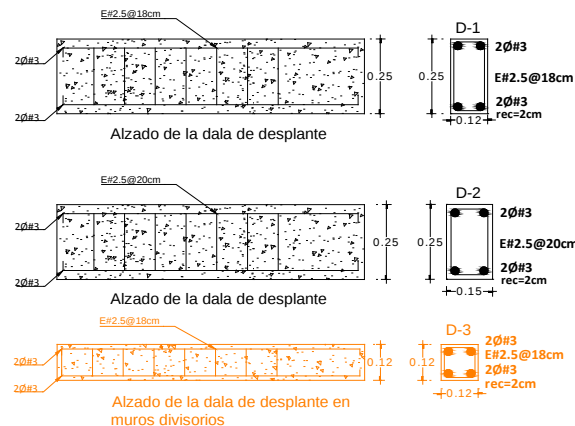


Detalles en dobleces y traslapes.				
Número	Ø	R (cm)	t (cm)	12db (cm)
2	1 1/4"	1.2	20	8
2.5	5/16"	2.4	32	10
3	3/8"	2.8	40	12
4	1/2"	3.8	50	15
5	5/8"	4.8	60	19

Detalles de los castillos



Detalles de la dala de desplante

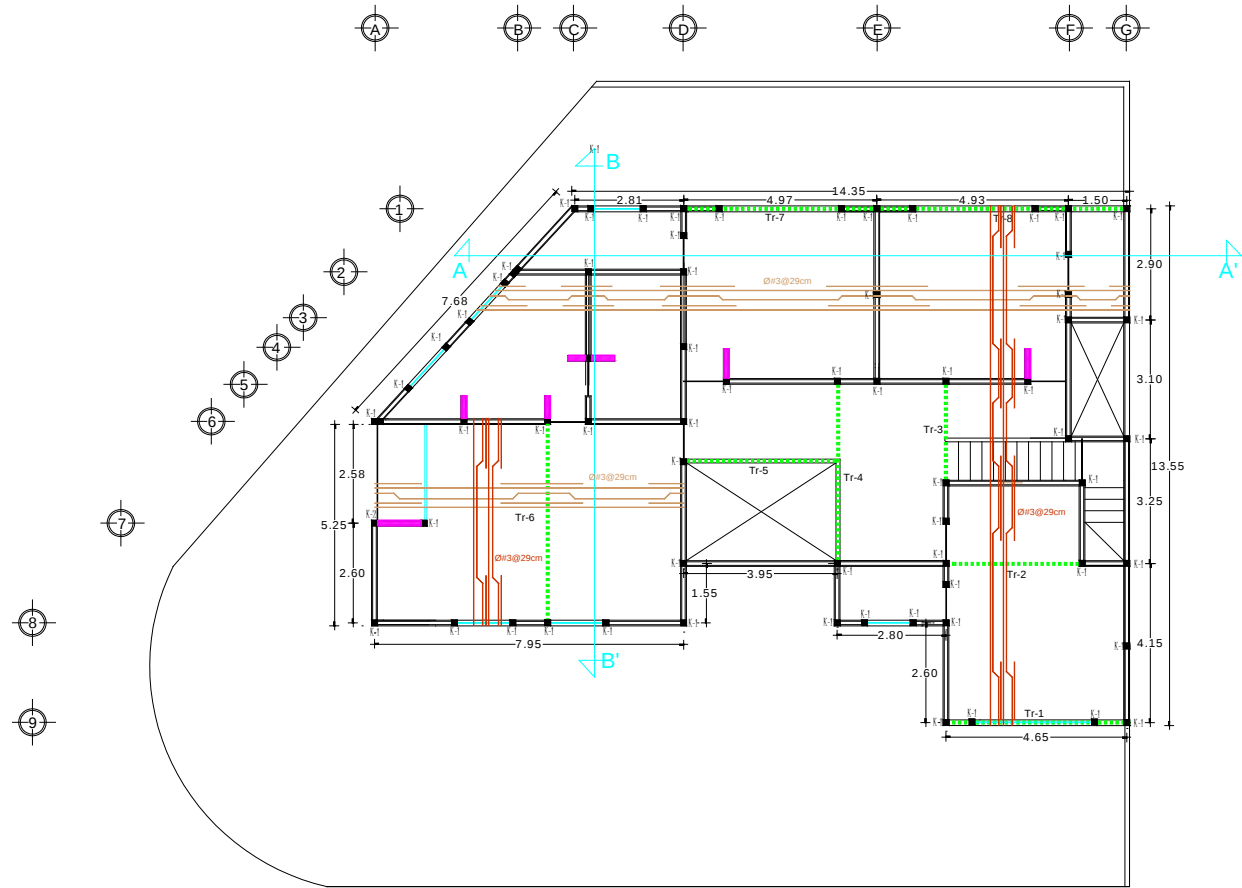


Especificaciones

- Se usará un concreto reforzado de $f_c=250 \text{ kg/cm}^2$ en el diseño de las trabes.
- Se usará un concreto reforzado de $f_c=150 \text{ kg/cm}^2$ en dalas y castillos.
- Se usará un acero de refuerzo con un $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.

SIMBOLOGÍA	
TRABE	
MURO DIVISORIO	
MURO DE CARGA	
VENTANA	
CASTILLO	
DALA	

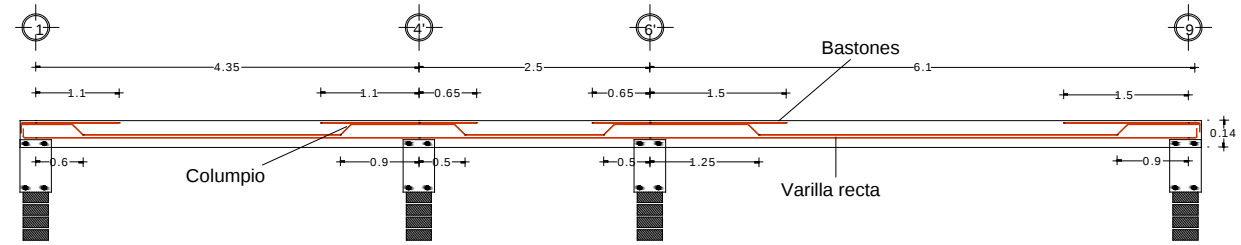
No. DE PLANO:	PROYECTO:
E-4	CASA-HABITACIÓN
ESCALA:	PLANO:
1:200	ESTRUCTURAL TRABES DE ENTREPISO
ACOTACIONES:	UBICACIÓN:
METROS	CALLE. RETORNO SOLSTICIO LOTE 21
FECHA:	MANZANA C
SEPTIEMBRE 2013	FRACCIONAMIENTO PUNTALBA



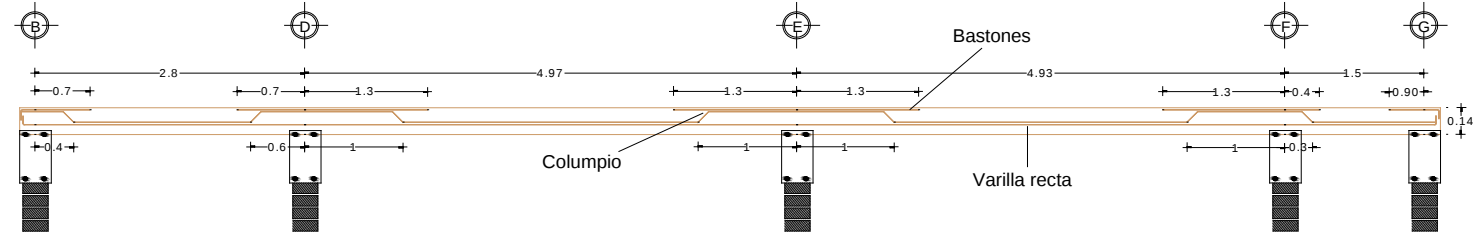
LOSA DE AZOTEA

Losa de azotea

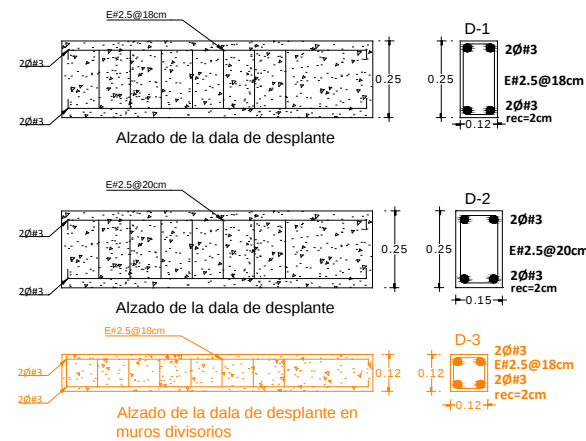
Corte longitudinal (B-B')



Corte transversal (A-A')



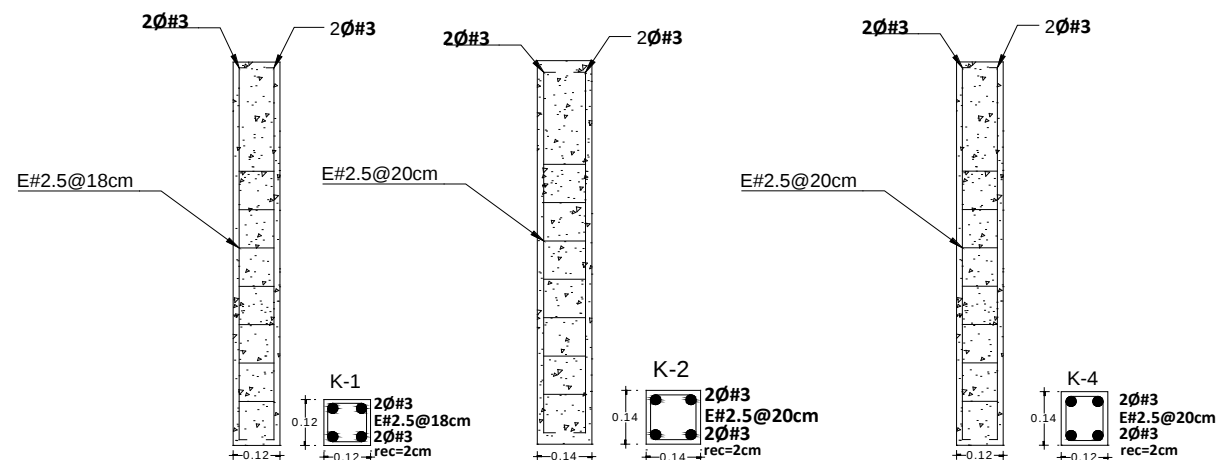
Detalles de la dala de desplante



Especificaciones

- Se usará un concreto reforzado de $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ en el diseño de las trabes.
- Se usará un concreto reforzado de $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$ en dalas y castillos.
- Se usará un acero de refuerzo con un $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.
- El espesor de la losa será de 14cm.
- Se usará dala de cerramiento del tipo D-1 en planta alta.
- Se usará dala de cerramiento del tipo D-3 en muros divisorios.

Detalles de los castillos



Detalles en dobleces y traslapes.				
Número	Ø	R (cm)	t (cm)	12db (cm)
2	$\frac{1''}{4}$	1.2	20	8
2.5	$\frac{5''}{16}$	2.4	32	10
3	$\frac{3''}{8}$	2.8	40	12
4	$\frac{1''}{2}$	3.8	50	15
5	$\frac{5''}{8}$	4.8	60	19

SIMBOLOGÍA	
	TRABE
	MURO DIVISORIO
	MURO DE CARGA
	VENTANA
	CASTILLO
	DALA

No. DE PLANO: E-5	PROYECTO: CASA-HABITACIÓN
ESCALA: 1:200	PLANO: ESTRUCTURAL LOSA DE AZOTEA
ACOTACIONES: METROS	UBICACIÓN: CALLE. RETORNO SOLSTICIO LOTE 21 MANZANA C FRACCIONAMIENTO PUNTALBA
FECHA: SEPTIEMBRE 2013	



CONCLUSIONES

Como resultado del cálculo estructural de este proyecto se utilizó en las losas un espesor de 14cm ya que este proyecto contaba con tableros de dimensiones grandes lo que hacía optar por un espesor más grande para una losa maciza como es este caso. En cuanto a la revisión de los muros, se propuso en planta alta usar muros con espesor de 12cm y en la planta baja se tuvo que cambiar el espesor de los muros a 14cm para que pudiera cumplir con las condiciones adecuadas que marca el reglamento de construcción. De acuerdo a estos resultados se concluye que este cálculo estructural es considerado adecuado para el proyecto que se analizó.

A pesar de la importancia y las ventajas tanto constructivas como económicas que tiene el realizar un cálculo estructural, hay gente que no utiliza un cálculo estructural ya que para ellos es un gasto más y lo ven como un trámite que no es necesario. Sin embargo, es importante hacerle saber a la sociedad que un cálculo estructural te está garantizando a llevar una obra apropiada, ya que con ella se obtiene la solución estructural más segura y también te garantiza la optimización de materiales de construcción y economía. Con estos puntos la sociedad sabrá que invertir en un cálculo estructural es de suma importancia tanto para su seguridad como para su economía.

Como ingenieros debemos ser conscientes de que una casa habitación represente el hogar de una familia en la que habitarán por varios años y será uno de sus patrimonios más importantes, por eso es necesario brindar seguridad ante cualquier evento posible que pueda surgir dentro de su periodo de vida.



GLOSARIO

AEQX	Área transversal equivalente en sentido X, cm^2 .
AEQY	Área transversal equivalente en sentido Y, cm^2 .
Ao	Área bruta encerrada por el flujo de cortante, cm^2 .
Aoh	Área comprendida por P_h , cm^2 .
As	Área de acero de diseño, cm^2 .
Asmin	Área de acero mínima, cm^2 .
Ast	Área de acero por temperatura, cm^2 .
As real	Área de acero real, cm^2 .
AT	Área total del tablero, m^2 .
Atr	Área tributaria, m^2 .
Av	Área del estribo, cm^2 .
a ₁	Claro corto del tablero, m.
a ₂	Claro largo del tablero, m.
ao	Área de la varilla, cm^2 .
B, b	Ancho del miembro en estudio, cm ó m.
C	Ancho del muro de enrase, cm.
Cad	Carga adicional, ton/m^2 .
CM	Carga muerta, ton/m^2 .
Cserv	Carga de servicio, ton/m^2 .
CV	Carga viva, ton/m^2 .
Df	profundidad de desplante de la cimentación, m.
d	Peralte de un miembro en estudio, cm.
dmin	Peralte mínimo de la losa, cm.
E	Modulo de elasticidad, kg/cm^2 .
e'	Excentricidad calculada para una carga vertical más una excentricidad accidental, cm.
ea	Excentricidad accidental, cm.
ec	Excentricidad calculada para carga vertical, cm.
F	Fuerza cortante, kg/cm^2 .
Fc	Factor de carga.
FE	Factor de reducción por efectos de excentricidad y esbeltez.
Fm	Factor de la relación a_1/a_2 .
FR	Factor de resistencia.
f'c	Resistencia específica del concreto en compresión, kg/cm^2 .
f*c	Resistencia nominal del concreto a compresión, kg/cm^2 .
fd	Factor de distribución.
fs	Esfuerzo del acero en condiciones de servicio, kg/cm^2 .
fy	Límite de fluencia del acero, kg/cm^2 .



f_{yv}	Esfuerzo especificado de fluencia en estribos, kg/cm^2 .
H	Altura efectiva de un miembro en estudio, cm ó m .
I_z	Momento de inercia, cm^4 .
K	Rigidez del tablero en estudio.
L_T	Longitud total de los muros de planta baja, m .
L_x	Longitud de los muros de planta baja en sentido X , m .
L_y	Longitud de los muros de planta baja en sentido Y , m .
M_{aj}	Momento de ajuste, $\text{ton}\cdot\text{m}$.
M_d	Momento de distribución, $\text{ton}\cdot\text{m}$.
M_e	Momento de empotramiento, $\text{ton}\cdot\text{m}$.
M_u	Momento flexionante de diseño, $\text{ton}\cdot\text{m}$.
m	Relación de a_1/a_2 .
N_o	Número de varillas.
P_h	Perímetro del estribo de refuerzo por torsión más alejado, cm .
P_{PM}	Peso propio del muro, ton .
$P_{PTINACO}$	Peso propio del tinaco, ton .
P_T	Peso total de la cimentación, ton/m .
P_x	Carga soportada por los muros en sentido X , kg .
P_y	Carga soportada por los muros en sentido Y , kg .
ρ'	Cuantía de acero a la compresión.
ρ	Cuantía de acero de refuerzo.
$\rho_{\max}$	Cuantía de acero de refuerzo máximo.
$\rho_{\min}$	Cuantía de acero de refuerzo mínimo.
ρ_{real}	Cuantía de acero de refuerzo real.
$Q_y^{y_{\max}}$	Momento estático, cm^3 .
q	Presión de contacto de la cimentación, ton/m^2 .
q_{nu}	Presión neta última de la cimentación, ton/m^2 .
q_r	Esfuerzo de diseño del terreno, ton/m^2 .
rec	Recubrimiento, cm .
S	Separación de las varillas, cm .
$S_{\max}$	Separación máxima de las varillas, cm .
$S_{\min}$	Separación mínima de las varillas, cm .
δ_{dif}	Deflexión diferida, cm .
$\delta_{\max}$	Deflexión máxima, cm .
δ_{perm}	Deflexión permisible, cm .
δ_{TOTAL}	Deflexión total, cm .
T	Torsión, $\text{kg}\cdot\text{cm}$.
T_u	Torsión última de diseño, $\text{kg}\cdot\text{cm}$.
V	Cortante actuante, kg .
V^*_{m}	Resistencia de diseño a la compresión diagonal, kg/cm^2 .



V_{basal}	Cortante sísmico de la estructura, kg.
V_{CR}	Cortante resistente, kg.
V_{RX}	Cortante resistente en sentido X, kg.
V_{RY}	Cortante resistente en sentido Y, kg.
V_{SR}	Diferencia entre el cortante actuante último y el cortante resistente, kg.
V_{U}	Cortante actuante último, kg.
W_{azotea}	Peso de la losa de azotea, ton.
W_{ent}	Peso de la losa de entrepiso, ton.
W_{losa}	Peso de la losa, ton.
W_{M}	Carga total del muro, ton/m^2 .
W_{MPB}	Peso de los muros en planta baja, ton.
$W_{\text{muro PA}}$	Peso del muro en planta alta, ton.
W_{pretil}	Peso del pretil, ton.
W_{PP}	Peso propio de la trabe, ton/m .
W_{tinaco}	peso lineal del tinaco, ton.
W_{tr}	Carga distribuida de la trabe, ton/m .
W_{TTINACO}	Peso total del tinaco, ton/m^2 .
Z-1	Zapata corrida de lindero.
Z-2	Zapata corrida de centro.
γ_{c}	Peso volumétrico del concreto, ton/m^3 .
γ_{s}	Peso volumétrico del suelo, ton/m^3 .



BIBLIOGRAFÍA

- Normas Técnicas Complementarias Para Diseño Y Construcción, 2001 “Reglamento del Distrito Federal”.
- Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston Jr., John T. Dewolf, Mecánica de Materiales 3ª edición, México, Ed. Mc Graw Hill.
- Tavera Montiel Fernando, Moreno González Jorge A., Manual de Diseño, Volumen 2, Biblioteca Nicolaita de Libros de Texto.
- Navarro Caballero Enrique O., Sánchez Ibarra Alma R., Olmos Navarrete Bertha A., Manual de Apuntes del Curso “Diseño Estructural de Una Casa Habitación”, 2012.