



**UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**ALTERNATIVA DE ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL  
DE UNA VIVIENDA DE DOS NIVELES**

**TESINA**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA**

**RODRIGO ALDANA SÁNCHEZ**

**ASESOR**

**M.I. ENRIQUE OMAR NAVARRO CABALLERO**

**MORELIA, MICHOACÁN, NOVIEMBRE DE 2012**

---

---

**ÍNDICE**

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>OBJETIVO</b> .....	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA Y ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>5</b>
<b>ESPECIFICACIONES GENERALES</b> .....	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSAS</b> .....	<b>13</b>
DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOSAS .....	14
ACCIONES SOBRE LAS LOSAS .....	14
PESO MUERTO EN LOSAS MACIZAS DE CONCRETO .....	15
II.1. LOSA DE AZOTEA .....	18
II.1.1. ANÁLISIS DE CARGAS .....	18
A) Losa horizontal .....	18
B) Losa inclinada .....	18
C) Carga en el tablero del tinaco .....	19
II.1.2. REVISIÓN DEL PERALTE MÍNIMO .....	20
II.1.3. CÁLCULO DE MOMENTOS DE DISEÑO .....	21
II.1.4. DISEÑO POR FLEXIÓN .....	27
II.1.5. REVISIÓN POR CORTANTE .....	28
II.2. LOSA DE ENTREPISO .....	29
II.2.1. ANÁLISIS DE CARGAS .....	29
II.2.2. REVISIÓN DEL PERALTE MÍNIMO .....	32
II.2.3. CÁLCULO DE MOMENTOS DE DISEÑO .....	33
II.2.4. DISEÑO POR FLEXIÓN .....	38
II.2.5. REVISIÓN POR CORTANTE .....	39
II.3. LOSA DE ESCALERA .....	40
II.3.1. ANÁLISIS DE CARGA .....	40
II.3.2. REVISIÓN DEL PERALTE MÍNIMO .....	40
II.3.3. CÁLCULO DE MOMENTOS DE DISEÑO .....	40
II.3.4. DISEÑO POR FLEXIÓN .....	41
II.3.5. REVISIÓN DE LA DEFLEXIÓN .....	41
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TRABES</b> .....	<b>42</b>
III.1. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE TRABES .....	43
III.2. RESISTENCIA A FLEXIÓN SIMPLE .....	43
III.3. RESISTENCIA A FUERZA CORTANTE .....	44
III.4. DEFLEXIÓN EN TRABES .....	45
III.5. REQUISITOS GENERALES EN TRABES .....	46
III.6. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA TRABE SIMPLEMENTE APOYADA .....	48
III.7. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA TRABE CONTINUA .....	53



<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>REVISIÓN DE MUROS</b> .....	<b>89</b>
DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MUROS DE MAMPOSTERÍA .....	90
CASTILLOS Y DALAS .....	91
IV.1. REVISIÓN DE MUROS POR CARGAS VERTICALES .....	95
IV.2. REVISIÓN DE MUROS POR CARGAS LATERALES .....	101
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN</b> .....	<b>117</b>
DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE CIMENTACIONES .....	118
V.1. ZAPATAS CORRIDA DE LINDERO BAJO MURO .....	122
V.2. ZAPATAS CORRIDA DE CENTRO BAJO MURO .....	124
V.3. AMPLIACIONES BAJO CASTILLO QUE TRASMITEN CARGAS PUNTUALES EN ZAPATAS DE LINDERO .....	125
V.4. AMPLIACIONES BAJO CASTILLO QUE TRASMITEN CARGAS PUNTUALES EN ZAPATAS DE CENTRO .....	127
<b>PLANOS ESTRUCTURALES</b> .....	<b>132</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>150</b>
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>151</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>153</b>



## INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, el hombre ha aprendido a construir estructuras que tienen la finalidad de cubrir sus necesidades, entre ellas está una casa habitación, la cual además de cumplir con la función para la que fue creada debe ofrecer, de preferencia, comodidad, buena apariencia y utilidad.

Una estructura puede concebirse como un sistema, un conjunto de partes o componentes que se combinan en forma ordenada para cumplir una función dada, con un grado razonable de seguridad y de manera que tenga un comportamiento adecuado ante ciertas cargas de servicio. Además deben satisfacer otros requisitos, como optimizar costos en el proceso constructivo, ahorrar materiales y además de satisfacer determinadas exigencias estéticas.

En los últimos años se han suscitado sismos en diferentes regiones de México, que han demostrado que no sólo los edificios o estructuras con grandes dimensiones y cargas pueden llegar a dañarse o colapsarse, sino también estructuras comunes como Casas Habitación de uno y dos niveles. Esto como consecuencia del poco interés que se tiene por hacer un diseño estructural cuando se desea construir una casa habitación, lo que puede generar el colapso de la construcción poniendo en peligro a quienes la habitan.

Al analizar las pérdidas que se generan cuando falla una estructura de Casa Habitación, se entenderá el costo-beneficio que nos resultaría pagar un diseño estructural, puesto que no sólo resulta dañada la estructura, sino también muebles, equipo y personas.



## OBJETIVO

El objetivo de esta tesina es realizar el diseño estructural de una casa habitación, con la finalidad de determinar las características físicas y mecánicas de la estructura, de manera que sea posible garantizar la absorción de las cargas a las que va a estar sujeta en las diferentes etapas de su vida útil, sin sufrir daño alguno; es decir la función adecuada de la estructura en condiciones de servicio.

El diseño estructural se hará respetando el diseño arquitectónico, el tipo de suelo donde se construirá, y se basará en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de construcciones para el Distrito Federal.



**CAPÍTULO I**

**DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA**

**Y**

**ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO**



## DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA

El proyecto arquitectónico corresponde a una casa habitación de dos niveles ubicada en la calle Blas Bustamante No. 19, colonia Unión Ejidal Isaac Arriaga en Morelia Michoacán.

El terreno presenta un desnivel que va del fondo hacia el frente de 50 cm, sus dimensiones son de 15 m de ancho por 18.40 m de largo.

Los planos arquitectónicos muestran dos plantas. La planta Baja se conforma de las siguientes partes: sala, estudio, comedor, vestíbulo, cocina, bodega, área de lavado, recámara de visitas con baño, recámara de servicio con baño, medio baño y escalera; En la planta Alta: sala, terraza, estudio, recámara 1, recámara principal con baño, baño completo, recámara 2.

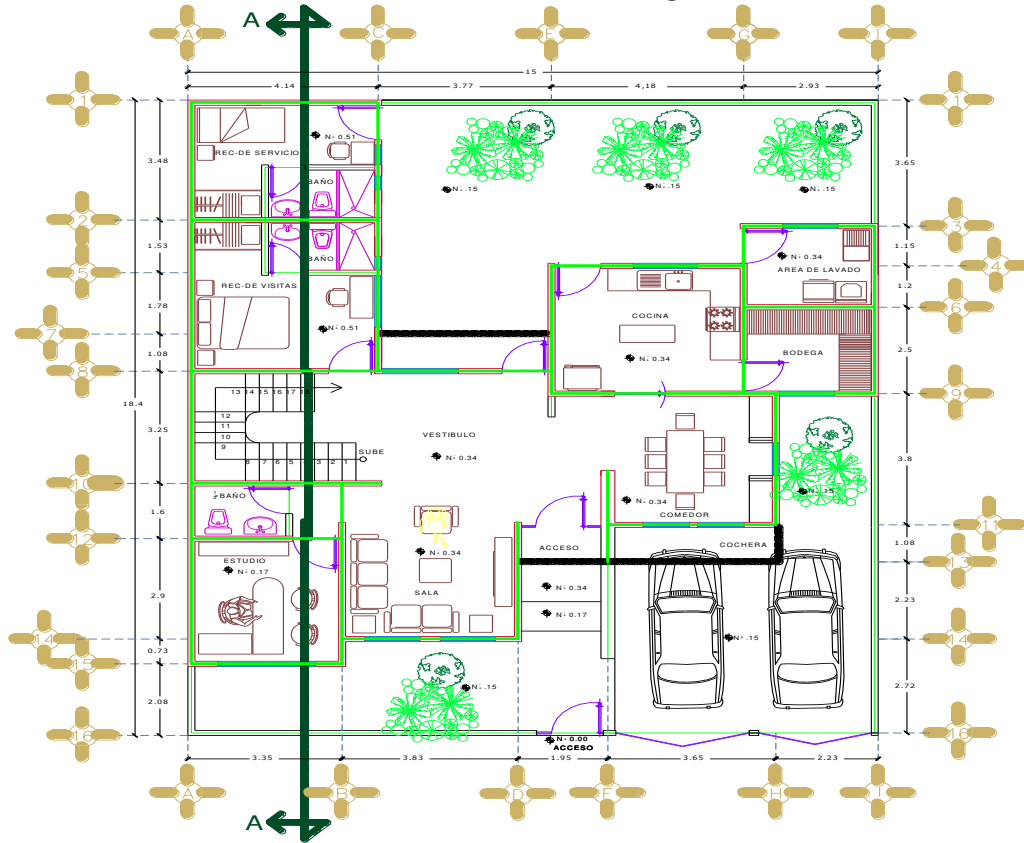
En la loza de azotea se construirá en forma horizontal, excepto los tableros de la terraza, el estudio y los dos balcones del frente que tendrán una pendiente mayor al 5 %; pretil en los ejes 10 A-C y 11 D-F; Dando una pendiente del 2 % para desalojar aguas pluviales.

El tinaco es de plástico de 1100 lts., se apoyara en una losa maciza que a la vez se apoyara en 2 muros de tabique de barro recocido, que descargan en azotea.

A continuación se muestran los planos arquitectónicos de nuestro proyecto.



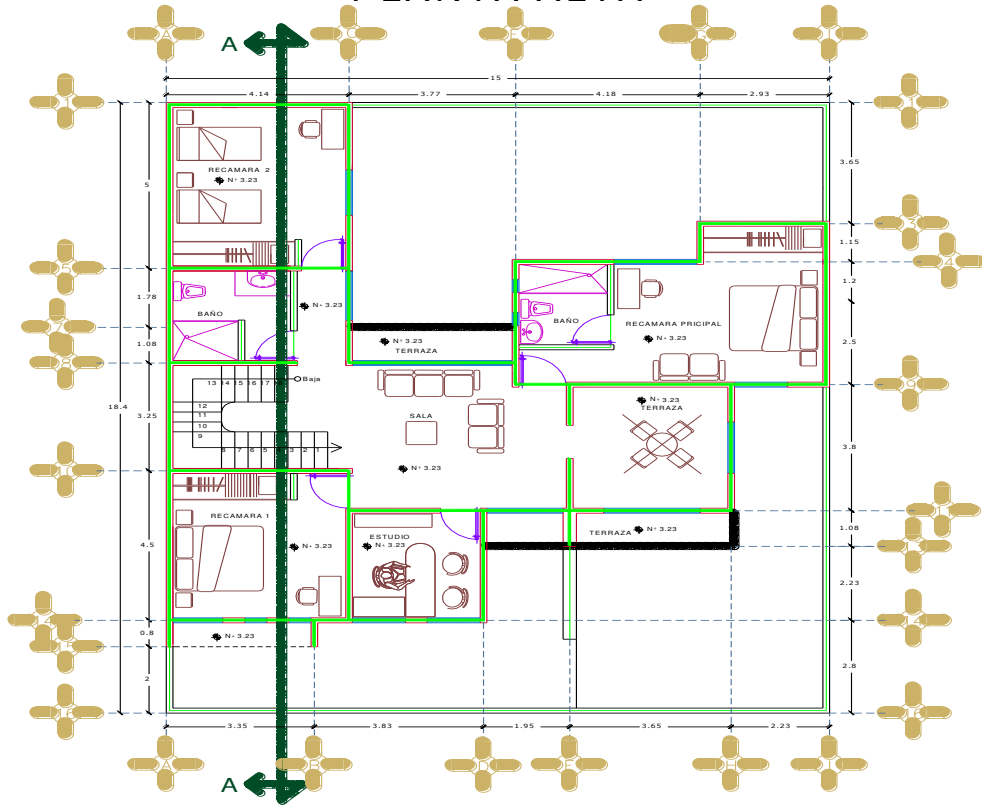
### PLANTA BAJA





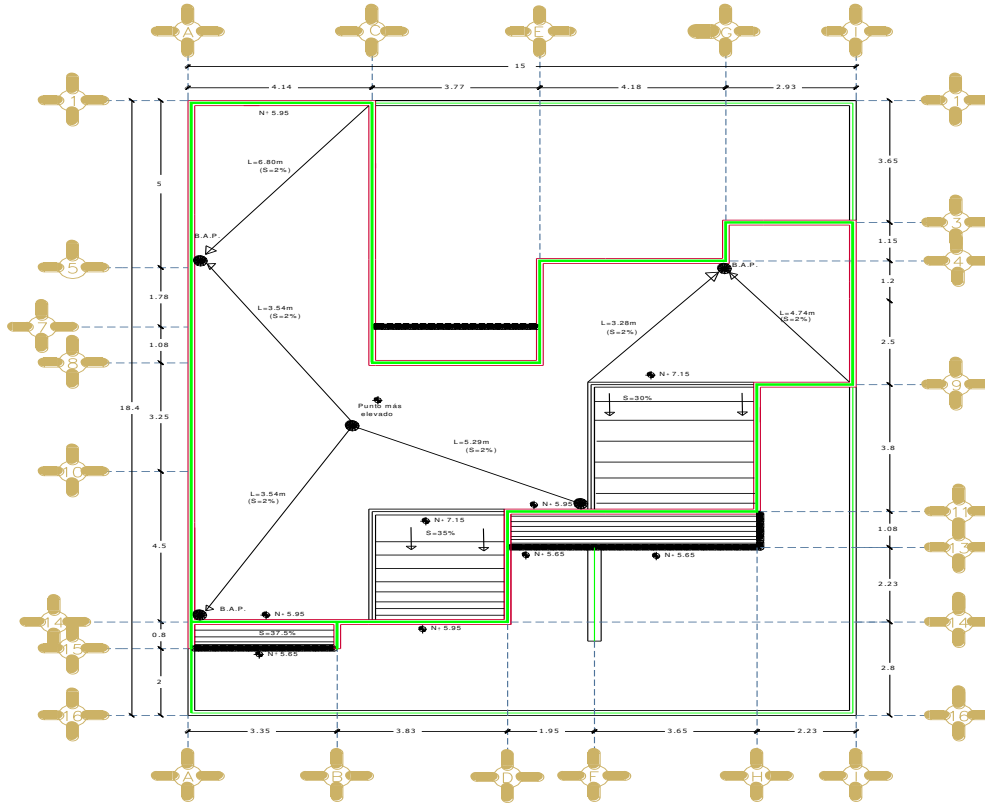


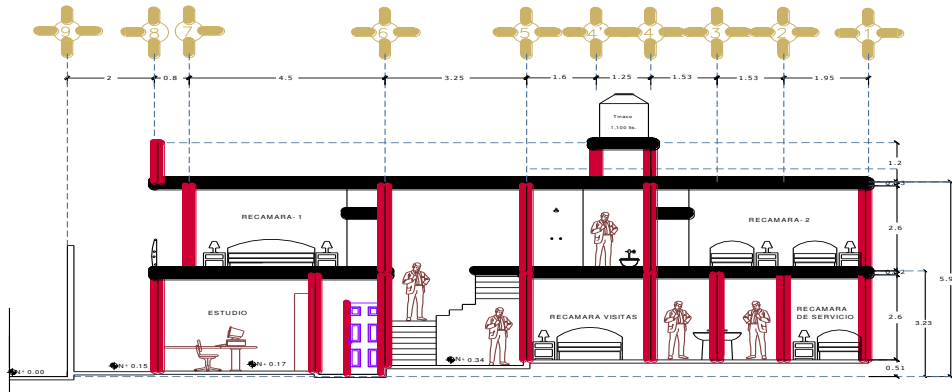
### PLANTA ALTA



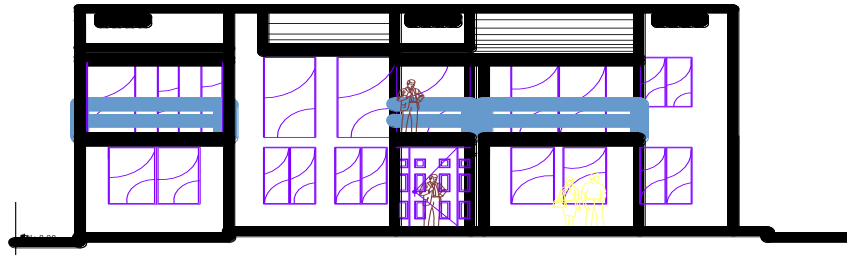


### PLANTA DE AZOTEA





CORTE A - A



FACHADA PRINCIPAL



## ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO

La estructuración es a base de muros de carga de mampostería de tabique de barro recocido, traveses de concreto reforzado, losa maciza de concreto reforzado. La escalera se proyecta a base de rampas inclinadas de concreto reforzado y escalones forjados de tabique de barro recocido. La cimentación se proyectará de zapatas corridas bajo muro, con ampliaciones donde se tengan cargas puntuales y sobre esta un muro de enrase (rodapié de tabique de concreto). La capacidad de carga del terreno  $q = 5 \text{ t/m}^2$ , la cual se tomó de un estudio de mecánica de suelos.



### ESPECIFICACIONES GENERALES

- 1) El concreto tendrá una resistencia en losas, trabes y zapatas de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , los castillos y dadas con  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , su peso volumétrico es de  $2400 \text{ kg/cm}^3$  y un agregado máximo de 3/4".
  - 2) El acero de refuerzo tendrá un límite de fluencia de  $4200 \text{ kg/cm}^2$ , con excepción de la varilla de 1/4" que tendrá un límite de fluencia de  $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$  y la malla electrosoldada con  $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$ .
  - 3) El recubrimiento medido a partir de la superficie externa de la varilla, será 1.5 veces su diámetro, pero nunca menor a 2 cm, cuando se utilicen paquetes de varillas, se usará la varilla de diámetro mayor para el cálculo anterior.
  - 4) El mortero para unir tabiques tendrá:  
Una relación volumétrica entre la arena y los cementantes entre 2.5 y 3.  
Por cada parte de cemento se utilizará la mitad de cemento de albañilería o bien una cuarta parte de cal.  
Se empleará la cantidad mínima de agua de un mortero trabajable.
  - 5) Los castillos deberán cumplir con los siguientes requisitos:  
Colocarse en todos los extremos e intersecciones de muros y a una distancia no mayor de 3.5m.  
Colocarse en todo perímetro de huecos cuya dimensión sea superior a la cuarta parte de la longitud del muro en la dirección considerada.
  - 6) Se deberá colocar una dala en todo extremo horizontal de muro y en huecos cuya dimensión exceda la cuarta parte de la longitud del muro en la dirección considerada.
  - 7) No deberán traslaparse de más del 50 % las varillas en la misma sección.
  - 8) La longitud de traslape y anclaje de la varilla son las que se indican en la siguiente tabla.
- | No. Varilla | Diámetro (pul) | Longitud de traslape o anclaje (cm) |
|-------------|----------------|-------------------------------------|
| 3           | 3/8            | 35                                  |
| 4           | 1/2            | 45                                  |
| 5           | 5/8            | 55                                  |
| 6           | 3/4            | 70                                  |
| 8           | 1              | 115                                 |
- 9) Rematar todos los estribos con un gancho de 10 cm de longitud, doblado con un ángulo exterior mínimo de  $135^\circ$ .
  - 10) La cimentación se diseñará para una capacidad de carga de acuerdo al estudio de mecánica de suelos.
  - 11) Se aplicarán los reglamentos del Distrito federal.



## **CAPÍTULO II**

# **ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL**

# **DE LOSAS**



## DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOSAS

### Definición.

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

### Tipos de Losas.

Losas Perimetralmente Apoyadas: Están soportadas perimetralmente e interiormente por vigas monolíticas de mayor peralte, por vigas de otros materiales independientes o integradas a la losa; o soportadas por muros de concreto, mampostería o de otro material.

Losas Planas: Se apoyan directamente sobre las columnas, no son adecuadas para zonas de alto riesgo sísmico como las existentes en nuestro país, pues no disponen de capacidad resistente suficiente para desarrollar gran ductibilidad.

### De acuerdo al tipo de material que compone la losa:

Losa Maciza: Cuando el concreto ocupa todo el espesor de la losa.

Losa Aligerada: Cuando parte del volumen de la losa es ocupada por materiales mas ligeros o espacios vacios.

De acuerdo a la geometría de la losa y el tipo de apoyo.

Losas Unidireccionales: Presentan flexión en una dirección, están apoyadas en sólo dos lados paralelos, o cuando, aunque se apoyan en sus cuatro lados (sobre vigas o muros), la relación largo/ancho es mayor o igual a 2.

Losas Bidireccionales: Presentan flexión en 2 direcciones, están apoyadas en todo su perímetro y que tienen una relación largo/ancho menor a 2.

## ACCIONES SOBRE LAS LOSAS

En el diseño de toda estructura deben tomarse en cuenta los efectos de todas las cargas que actuarán sobre ella. Las intensidades de estas acciones que deban considerarse en el diseño y la forma que deben calcularse sus efectos se especifican en los reglamentos de construcción, y se clasifican de la siguiente manera.

Acciones Permanentes (Cargas Muertas).- Son aquellas que actúan en la estructura en forma continua, debido al peso propio de sus elementos como son: muros divisorios, pisos, recubrimientos, instalaciones, equipo o maquinaria fijos, etc., es decir aquellos elementos que conservan una posición fija en la estructura.

Acciones Variables (Cargas Vivas).- Son aquellas que actúan sobre la estructura con una intensidad variable respecto al tiempo, pero no alcanza valores significativos durante periodos grandes, no tienen un carácter permanente, como pueden ser: las personas, el mobiliario, maquinas.

Se manejan tres valores de carga viva

Carga Viva Máxima ( $W_m$ ).- Esta carga se deberá emplear en el diseño estructural de los elementos sujetos a la acción de las cargas gravitacionales, así como el cálculo de asentamientos inmediatos del suelo y en el diseño de cimentaciones.

Carga Instantánea ( $W_a$ ).- Esta carga se deberá utilizar para el diseño de las estructuras cuando estén sujetas a la acción de sismo o del viento.

Carga Media ( $W$ ).- Esta carga deberá utilizarse para el cálculo de asentamientos diferidos, así como para el cálculo de flechas diferidas.



Acciones Accidentales.- Son aquellas que no se deben al funcionamiento normal de la estructura, pero que toman valores muy significativos durante breves periodos de tiempo en la vida útil de la construcción. En esta clasificación se tiene el sismo, el viento, el oleaje, las explosiones, etc.

### PESO MUERTO EN LOSAS MACIZAS DE CONCRETO

El RCDF especifica que en losas de concreto de peso volumétrico normal, coladas en el lugar, deberán incrementarse 20 kg/m<sup>2</sup> al peso propio que resulte de las dimensiones nominales de la losa y una cantidad igual deberá aumentarse al peso calculado por las dimensiones del firme que se coloque sobre la losa de concreto; de tal manera que en losas de concreto coladas en el lugar que lleven una capa de mortero, el incremento total será de 40 kg/m<sup>2</sup>.

Para este proyecto las losas se diseñaran por cargas permanentes, realizando una suma de pesos volumétricos de materiales a emplear (carga muerta), sumando una carga adicional de acuerdo a reglamento y una carga viva (carga viva máxima) de acuerdo a la tabla 1.1.

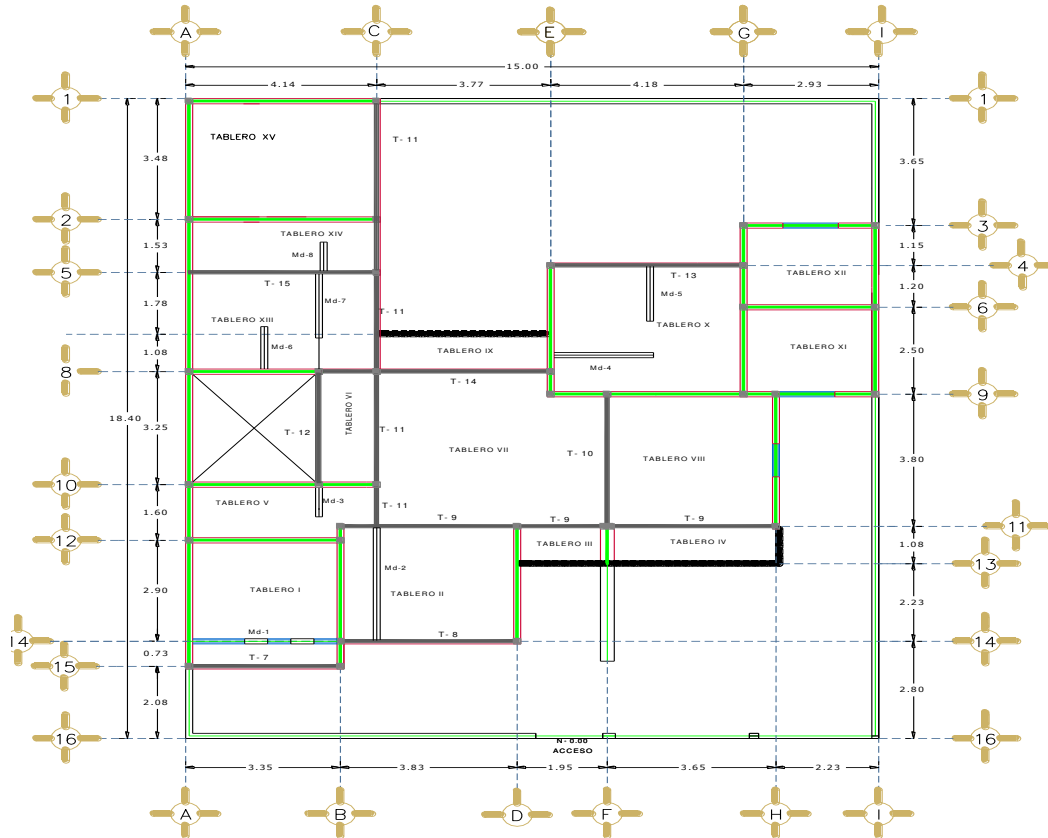
<i>TABLA 1.1 CARGAS VIVAS UNITARIAS (kg/m<sup>2</sup>)</i>			
<i>Destino de piso o cubierta</i>	<i>W</i>	<i>Wa</i>	<i>Wm</i>
a) Habitación (casa habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, ciertos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares).	70	90	170
d) Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas)	40	150	350
h) Azotea con pendiente no mayor de 5%.	15	70	100
i) Azotea con pendiente mayor de 5 %; otras cubiertas, cualquier pendiente.	5	20	40
j) Volados en vía publica (marquesinas, balcones y similares).	15	70	300

A continuación se muestran los planos correspondientes a la losa de azotea y losa de entrepiso.



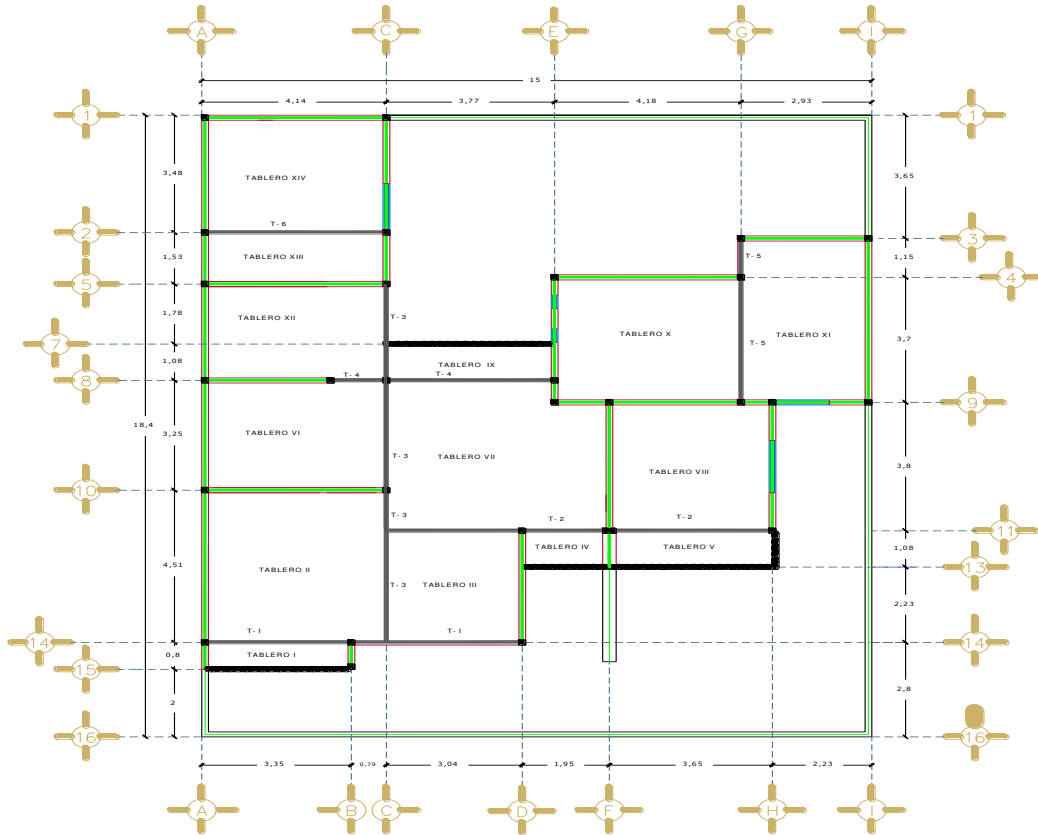


# LOSA DE ENTREPISO





# LOSA DE AZOTEA





## II.1. LOSA DE AZOTEA

### II.1.1. ANÁLISIS DE CARGAS

#### A) Losa horizontal

En el plano arquitectónico se presenta una losa horizontal a la cual se debe dar una pendiente con relleno que permita la bajada de aguas pluviales.

Para evaluar el peso del relleno, se calcula su altura promedio de relleno midiendo la distancia desde la bajada de agua pluvial al punto más alejado del escurrimiento, considerando una pendiente mínima de 2 % y considerando que el espesor mínimo es de 5 cm.

Datos

$$L = 680 \text{ cm}$$

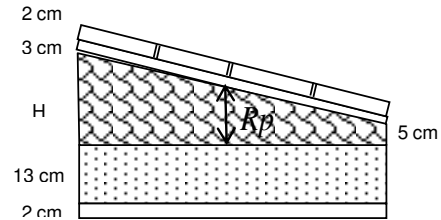
$$H = L(2/100) + 5$$

$$H = 680(2/100) = 13.6 \text{ cm}$$

$$Rp = (14/2) + 5 = 12 \text{ cm}$$

$$\therefore H = 12 \text{ cm}$$

MATERIAL	ESPESOR (m)	P. VOL. (t/m³)	PESO TOT (t/m²)
Enladrillado	0.02	1.5	0.030
Mortero	0.03	2.1	0.063
Relleno de tezontle	0.12	1.35	0.162
Losa de concreto	0.13	2.4	0.312
Recubrimiento de yeso	0.02	1.5	0.030
<b>∑ CM =</b>			<b>0.597</b>



Cargas permanentes

$$CM = 0.597 \text{ t/m}^2$$

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

$$CV = 0.100 \text{ t/m}^2$$

$$CT = 0.737 \text{ t/m}^2$$

Cargas permanentes + accidentales

$$CM = 0.597 \text{ t/m}^2$$

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

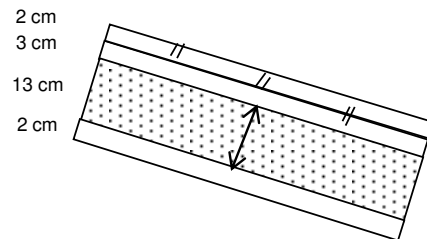
$$CV = 0.070 \text{ t/m}^2$$

$$CT = 0.707 \text{ t/m}^2$$

#### B) Losa inclinada

En el plano arquitectónico se tiene una losa con una pendiente mayor del 5 %, correspondiente a los tableros I, III, IV y V.

MATERIAL	ESPESOR (m)	PESO VOL (t/m³)	PESO TOT (t/m²)
Enladrillado	0.02	1.5	0.030
Mortero	0.03	2.1	0.063
Losa de concreto	0.13	2.4	0.312
Recubrimiento de	0.02	1.5	0.030
<b>∑ CM =</b>			<b>0.435</b>



Cargas permanentes

$$CM = 0.435 \text{ t/m}^2$$

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

$$CV = 0.040 \text{ t/m}^2$$

$$CT = 0.515 \text{ t/m}^2$$

Cargas permanentes + accidentales

$$CM = 0.435 \text{ t/m}^2$$

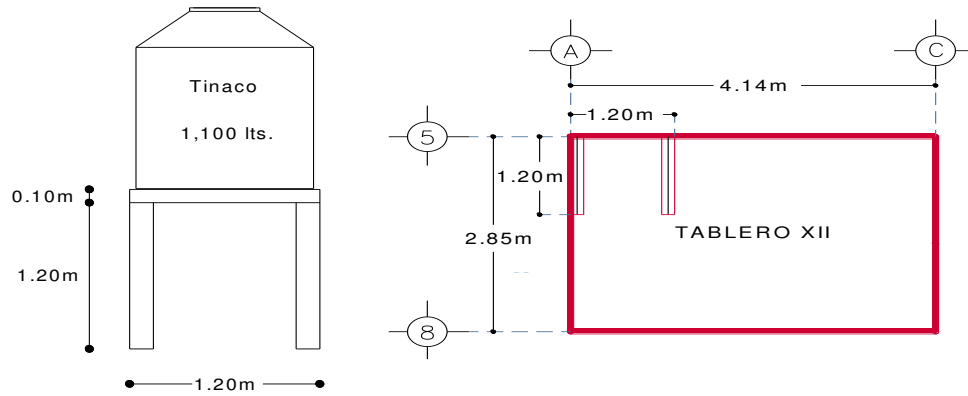
$$Cad = 0.040 \text{ t/m}^2$$

$$CV = 0.020 \text{ t/m}^2$$

$$CT = 0.495 \text{ t/m}^2$$

**C) Carga en el tablero del tinaco (Tablero XII)**

Se tiene un tinaco Rotoplas con capacidad de 1,100 lts., colocado sobre una losa de concreto armado y muros de tabique de barro recocido.

**Peso de la base**

Se cuenta con 2 muros de tabique de barro rojo recocido de 1.20 x 1.20 m, acabado mortero-mortero, de los cuales sólo uno descarga sobre el tablero XII.

$$P_{\text{muro}} = b h W_{\text{muro}}$$

$$P_{\text{muro}} = ((1.1)(1.2)(0.276))/2 = 0.364 \text{ t}$$

Losa de concreto armado de 10 cm de espesor, de la cual sólo la mitad de su peso descargará sobre el Tablero XII

$$P_{\text{losa}} = b h P_{\text{Vol. Concreto}}$$

$$P_{\text{losa}} = ((1.2)(1.2)(0.1)(2.4))/2 = 0.173 \text{ t}$$

$$P_{\text{base}} = P_{\text{losa}} + P_{\text{muro}}$$

$$P_{\text{base}} = 0.364 + 0.173 = 0.537 \text{ t}$$

Se tiene un tinaco con capacidad de 1,100 lts.

$$\text{Peso propio} = 0.022 \text{ t}$$

$$\text{Peso del agua} = 1.100 \text{ t}$$

$$\text{Peso base} = 0.537 \text{ t}$$

**Descarga total del muro sobre el tablero XII**

$$W = \frac{P_{\text{propio}}}{2} + \frac{P_{\text{agua}}}{2} + P_{\text{base}}$$

$$W = \frac{0.022}{2} + \frac{1.100}{2} + 0.537 = 1.098 \text{ t}$$



### Cargas lineales sobre las losas

Los efectos de cargas lineales debidas a muros que se apoyan sobre una losa pueden tomarse en cuenta con cargas uniformemente repartidas equivalentes. En particular, al dimensionar una losa perimetralmente apoyada, la carga uniforme equivalente en un tablero que soporta un muro paralelo a uno de sus lados, se obtiene dividiendo el peso del muro entre el área del tablero y multiplicando el resultado por el factor correspondiente, proporcionado por la tabla 6.2 de las NTC - Mampostería. La carga equivalente así obtenida se sumará a la carga que actúa en ese tablero en forma uniforme.

Tabla para calcular el factor que permite considerar las cargas lineales como cargas uniformes equivalentes.

Relación de lados $m = a_1/a_2$	0.5	0.8	1.0
Muro paralelo al lado corto	1.3	1.5	1.6
Muro paralelo al lado largo	1.8	1.7	1.6

Estos factores pueden usarse en relaciones de carga lineal a carga total no mayores de 0.5. Se interpolará linealmente entre los valores tabulados.

$$m = \frac{\text{lado corto}}{\text{lado largo}}$$

$$m = \frac{2.85}{4.14} = 0.69$$

Se cuenta con un muro paralelo a lado corto, por lo tanto el factor correspondiente es de 1.4

$$W_{\text{muros div}} = \frac{P_{\text{muro}}}{\text{Área tablero}} \cdot \text{factor}$$

$$W_{\text{muros div}} = \left[ \frac{1.098}{(2.85)(4.14)} \right] (1.4) = 0.133 \text{ t/m}^2$$

### II.1.2. REVISIÓN DEL PERALTE MÍNIMO

Cuando sea aplicable la tabla de coeficientes de momentos flexionantes, podrá omitirse el cálculo de deflexiones si el peralte efectivo no es menor que el calculado con las siguientes expresiones.

$$d_{\text{min}} = \frac{\text{Perímetro}}{250} \quad \text{Para concreto clase 1}$$

$$d_{\text{min}} = \frac{\text{Perímetro}}{170} \quad \text{Para concreto clase 2}$$

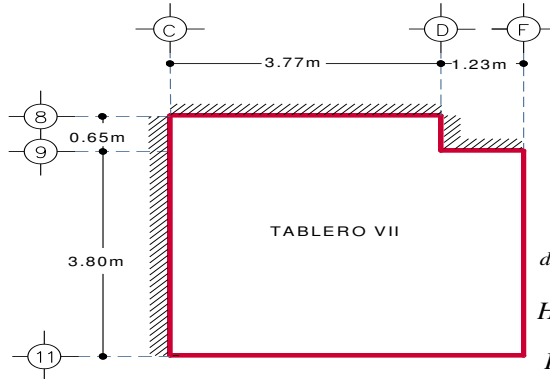
Si  $f_s > 2520 \text{ kg/cm}^2$  o  $w > 380 \text{ kg/cm}^2$ , el peralte obtenido se multiplicará por:  $(0.032 \sqrt{f_{sw}})$

En este cálculo, la longitud de lados discontinuos se incrementará un 50 % si los apoyos de la losa no son monolíticos con ella, y un 25 % cuando lo sean.



### Revisión del peralte mínimo

Se tomara el tablero VII que es el más desfavorable, se propone utilizar concreto clase 1 y se considera que la losa no es monolítica con sus apoyos.



Datos

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

$$f_s = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

$$w = 737 \text{ kg/m}^2$$

Perímetro

$$P = (377 + 123 + 65) + 1.5(500 + 380) = 2,324.5 \text{ cm}$$

Peralte mínimo

$$d_{\min} = \frac{2,324.5}{250} (0.032)^{\frac{1}{4}} \sqrt{(2520)(737)} = 10.98 \text{ cm}$$

$$H_{\min} = d_{\min} + \text{recubrimiento}$$

$$H_{\min} = 10.98 + 2 = 12.98 \text{ cm} < H_{\text{prop}} = 13 \text{ cm}$$

∴ Se acepta.

TABLA PARA CALCULAR "d min"								
$d_{\min} = \frac{\text{Perímetro}}{250} (0.032)^{\frac{1}{4}} \sqrt{fsw}$								
TABLERO	LADOS DISCONTINUOS (cm)	LADOS CONTINUOS (cm)	PERÍMETRO (cm)	W (kg/m <sup>2</sup> )	f'c (kg/m <sup>2</sup> )	fy (kg/m <sup>2</sup> )	fs = 0.6fy (kg/m <sup>2</sup> )	d mín (cm)
I	495.00	335.00	1077.50	515	250	4200	2520	4.66
II	530.00	1200.00	1995.00	737	250	4200	2520	9.43
III	748.27	0.00	1122.41	515	250	4200	2520	4.85
IV	196.00	411.00	705.00	515	250	4200	2520	3.05
V	480.00	480.00	1200.00	515	250	4200	2520	5.18
VI	325.00	1137.00	1624.50	737	250	4200	2520	7.68
<b>VII</b>	<b>879.00</b>	<b>1006.00</b>	<b>2324.50</b>	<b>737</b>	<b>250</b>	<b>4200</b>	<b>2520</b>	<b>10.98</b>
VIII	1506.00	0.00	2259.00	515	250	4200	2520	9.76
IX	376.50	591.50	1156.25	737	250	4200	2520	5.46
X	630.00	804.30	1749.30	737	250	4200	2520	8.27
XI	1116.00	440.00	2114.00	737	250	4200	2520	9.99
XII	570.00	828.00	1683.00	870	250	4200	2520	8.29
XIII	306.00	828.00	1287.00	737	250	4200	2520	6.08
XIV	1102.00	406.00	2059.00	737	250	4200	2520	9.73

### II.1.3 CÁLCULO DE MOMENTOS DE DISEÑO

Para el diseño de las losas que trabajan en dos direcciones las NTC-Concreto proponen usar el método de los coeficientes siempre y cuando se satisfagan los siguientes requisitos:

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



Tabla de momentos de diseño para losa de azotea

TABLERO	MOMENTO	CLARO	COEFICIENTE	$M_u$ (t-m)	$M_u$ ajustado (t-m)
I	Negativo en bordes interiores	Corto		0.230	
		Largo			
	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
		Largo			
	Positivo	Corto			
Largo					
II	Negativo en bordes interiores	Corto	0.00	0.000	
		Largo	710.00	1.208	0.866
	Negativo en bordes discontinuos	Corto	0.00	0.000	
		Largo	0.00	0.000	
	Positivo	Corto	660.00	1.123	
Largo	540.00	0.918			
III	Negativo en bordes interiores	Corto	0.00	0.000	
		Largo	0.00	0.000	
	Negativo en bordes discontinuos	Corto	0.00	0.000	
		Largo	0.00	0.000	
	Positivo	Corto	926.00	0.617	
Largo	830.00	0.553			
IV	Negativo en bordes interiores	Corto		0.418	
		Largo			
	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
		Largo			
	Positivo	Corto			
Largo					
V	Negativo en bordes interiores	Corto		0.418	
		Largo			
	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
		Largo			
	Positivo	Corto			
Largo					
VI	Negativo en bordes interiores	Corto	403.74	0.440	0.866
		Largo	355.66	0.388	0.653
	Negativo en bordes discontinuos	Corto	0.00	0.000	
		Largo	0.00	0.000	
	Positivo	Corto	194.64	0.212	
Largo	135.26	0.147			
VII	Negativo en bordes interiores	Corto	417.200	0.852	0.804
		Largo	414.700	0.847	0.653
	Negativo en bordes discontinuos	Corto	0.000	0.000	
		Largo	0.000	0.000	
	Positivo	Corto	203.800	0.41641	
Largo	154.200	0.315			



Tabla de momentos de diseño para losa de azotea

TABLERO	MOMENTO	CLARO	COEFICIENTE	$M_u$ (t-m)	$M_u$ ajustado (t-m)
VIII	Negativo en bordes interiores	Corto	0.00	0.000	
		Largo	0.00	0.000	
	Negativo en bordes discontinuos	Corto	0.00	0.000	
		Largo	0.00	0.000	
	Positivo	Corto	830.00	0.833	
Largo	854.00	0.857			
IX	Negativo en bordes interiores	Corto		0.602	0.804
		Largo			
	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
		Largo			
	Positivo	Corto			
Largo					
X	Negativo en bordes interiores	Corto	710.00	1.003	
		Largo	0.00	0.000	
	Negativo en bordes discontinuos	Corto	0.00	0.000	
		Largo	0.00	0.000	
	Positivo	Corto	668.00	0.944	
Largo	540.00	0.763			
XI	Negativo en bordes interiores	Corto	1,010.00	0.895	
		Largo	0.00	0.000	
	Negativo en bordes discontinuos	Corto	0.00	0.000	
		Largo	0.00	0.000	
	Positivo	Corto	760.00	0.673	
Largo	520.00	0.461			
XII	Negativo en bordes interiores	Corto	0.086	0.857	0.635
		Largo	0.086	1.727	
	Negativo en bordes discontinuos	Corto	0.000	0.000	
		Largo	0.000	0.000	
	Positivo	Corto	0.051	0.508	
Largo	0.011	0.221			
XIII	Negativo en bordes interiores	Corto		0.050	0.692
		Largo			
	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
		Largo			
	Positivo	Corto			
Largo		0.100			
XIV	Negativo en bordes interiores	Corto	0.082	0.980	0.576
		Largo	0.082	1.398	
	Negativo en bordes discontinuos	Corto	0.000	0.000	
		Largo	0.000	0.000	
	Positivo	Corto	0.046	0.5534	
Largo	0.018	0.313			

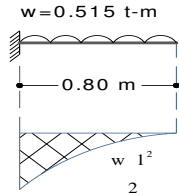




### Momentos para los Tableros I, IV, V y IX.

Los tableros I, IV, V y IX, no son perimetralmente apoyados, por lo que los momentos se calcularán de la siguiente manera.

#### Momento para tablero I

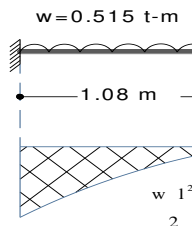


$$M_{\max(-)} = \frac{w l^2}{2}$$

$$M_{\max(-)} = \frac{(0.515)(0.8^2)}{2} = 0.165 t - m$$

$$M_u = 1.4 M_{\max} = (1.4)(0.165) = 0.230 t - m$$

#### Momento para tablero IV y V

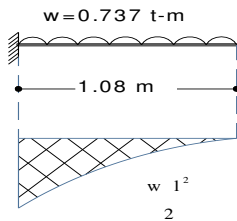


$$M_{\max(-)} = \frac{w l^2}{2}$$

$$M_{\max(-)} = \frac{(0.512)(1.08^2)}{2} = 0.299 t - m$$

$$M_u = 1.4 M_{\max} = (1.4)(0.299) = 0.418 t - m$$

#### Momento para tablero IX



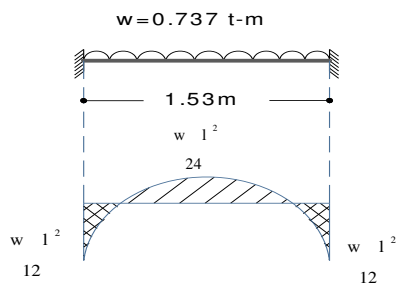
$$M_{\max(-)} = \frac{w l^2}{2}$$

$$M_{\max(-)} = \frac{(0.737)(1.08^2)}{2} = 0.430 t - m$$

$$M_u = 1.4 M_{\max} = (1.4)(0.43) = 0.602 t - m$$

#### Momento para tablero XIII

En tableros que trabajan en una dirección ( $m < 0.5$ ), las fracciones de carga que trabajan en cada sentido (tabla No. 3-ACI), son en el sentido corto  $W_a = 1.0$  y en el sentido largo  $W_b = 0$ . En este tablero  $m = 0.38$ , por lo tanto solo analizaremos el lado corto.



\* Sentido corto

$$M_{\max(+)} = \frac{w l^2}{24} = \frac{(0.737)(1.53^2)}{24} = 0.0712 t - m$$

$$M_u = 1.4 M_{\max} = (1.4)(0.0712) = 0.1 t - m$$

$$M_{\max(-)} = \frac{w l^2}{12} = \frac{(737)(1.53^2)}{12} = 0.036 t - m$$

$$M_u = 1.4 M_{\max} = (1.4)(0.036) = 0.05 t - m$$

**Momentos para los tableros XII y XIII**

Al no existir un tablero con dos lados paralelos continuos y dos discontinuos en la tabla de coeficientes de las NTC, se utilizaron las tablas 1 y 2 del ACI, de la siguiente manera:

Para momento positivo y para momento negativo.

$$M a = C a w A^2 \quad \text{Donde: } A = \text{claro corto}$$

$$M b = C b w B^2 \quad \text{B = claro largo}$$

$$w = \text{carga en kg/m}^2$$

$$M a = \text{momento flexionante claro corto}$$

$$M b = \text{momento flexionante claro largo}$$

$$C a = \text{coeficiente claro corto}$$

$$C b = \text{coeficiente claro largo}$$

**Ajuste de momentos en tableros adyacentes**

Cuando los momentos obtenidos en el borde común de los tableros adyacentes sean distintos, se distribuirán dos tercios del momento de desequilibrio entre los tableros si estos son monolíticos con sus apoyos, o la totalidad de dicho momento si no lo son.

Para la distribución se supondrá que la rigidez del tablero es  $k = \frac{d^3}{a_1}$

Y el factor de distribución es  $f_d = \frac{k_i}{\sum k_i}$

Cálculo de la rigidez en los tableros			
TABLERO	d (cm)	a <sub>1</sub> (cm)	k (kg/cm <sup>2</sup> )
I	11	80	16.638
II	11	406	3.278
III	11	304	4.378
IV	11	108	12.324
V	11	108	12.324
VI	11	325	4.095
VII	11	445	2.991
VIII	11	373	3.568
IX	11	108	12.324
X	11	370	3.597
XI	11	293	4.543
XII	11	286	4.654
XIII	11	153	8.699
XIV	11	340	3.915



**Tablero II con VI**

1.208      0.440



k	3.278	4.095
<i>fd</i>	0.445	0.555
Me	1.208	-0.440
Md	-0.768	
Mdist.	-0.341	-0.426
<b>M aj</b>	<b>0.866</b>	<b>-0.866</b>

**Tablero VI con VII**

0.388      0.847



k	4.095	2.991
<i>fd</i>	0.578	0.422
Me	0.388	-0.847
Md	0.460	
Mdist.	0.266	0.194
<b>M aj</b>	<b>0.653</b>	<b>-0.653</b>

**Tablero VII con IX**

0.852      0.602



k	2.991	12.324
<i>fd</i>	0.195	0.805
Me	0.852	-0.602
Md	-0.250	
Mdist.	-0.049	-0.202
<b>M aj</b>	<b>0.804</b>	<b>-0.804</b>

**Tablero XIII con XII**

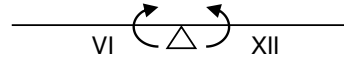
0.050      0.857



k	8.699	4.654
<i>fd</i>	0.651	0.349
Me	0.050	-0.857
Md	0.807	
Mdist.	0.526	0.281
<b>M aj</b>	<b>0.576</b>	<b>-0.576</b>

**Tablero VI con XII**

0.440      0.857



k	4.095	4.654
<i>fd</i>	0.468	0.532
Me	0.440	-0.857
Md	0.417	
Mdist.	0.195	0.222
<b>M aj</b>	<b>0.635</b>	<b>-0.635</b>

**Tablero XIII con XIV**

0.050      0.980



k	8.699	3.915
<i>fd</i>	0.690	0.310
Me	0.050	-0.980
Md	0.930	
Mdist.	0.642	0.289
<b>M aj</b>	<b>0.692</b>	<b>-0.692</b>

**II.1.4. DISEÑO POR FLEXIÓN**

a) Con el momento último obtenido se calcula el área de acero y la separación de varillas que habrá de cubrirla

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

b) El refuerzo obtenido deberá ser mayor que el mínimo por temperatura;  $A_{st} = \frac{660x_1}{f_y(x_1 + 100)}$

c) Para calcular la separación de las barras se podrá aplicar;  $s = \frac{100 a_o}{A_s}$

d) La separación no excederá de 50 cm ni 3.5 X

**Momento negativo**

a) Se toma el momento mayor, que en este caso corresponde al que se presenta en el claro largo del Tablero XIV

Diseño para 1 metro de ancho

Mu (-) = 1.727 t/m

$x_1 = d$

$$A_s = \frac{170}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2(172,700)}{0.9(100)(11)^2 170}} \right] 100(11) = 4.37 \text{ cm}^2$$

**Datos**

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

$f''c = (0.8)(0.85)(250) = 170 \text{ kg/cm}^2$

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

FR = 0.9

b = 100 cm

d = 11 cm

b) Comparación con el área de acero mínimo por temperatura.

$$A_{st} = \frac{660(11)}{4200(11+100)}(100) = 1.56 \text{ cm}^2; \quad A_s = 4.37 \text{ cm}^2 > A_{st} = 1.56 \text{ cm}^2$$

∴ se requiere un  $A_s = 3.56 \text{ cm}^2$

c) Separación de las varillas, proponiendo varillas del # 3,  $a = 0.71 \text{ cm}^2$

$$s = \frac{(100)(0.71)}{4.37} = 16.24 \text{ cm}$$

d) Separación máxima

$$s_{max} = (3.5)(11) = 38.5 \text{ cm}$$

$$= 50 \text{ cm}$$

$$S_{max} = 38.11 \text{ cm} > s = 16.24 \text{ cm}$$

∴ Se usarán varillas del # 3 @ 15 cm c.a.c.

**Momento positivo**

a) Se toma el momento mayor, que en este caso corresponde al que se presenta en el lado corto del Tablero XIV

Mu = 1.123 ton-m

$$A_s = \frac{170}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2(112,300)}{0.9(100)(11)^2 170}} \right] 100(11) = 2.788 \text{ cm}^2$$

b) Comparación con el área de acero mínimo por temperatura

$$A_{st} = \frac{660(11)}{4200(11+100)}(100) = 1.56 \text{ cm}^2$$



$$A_s = 2.79 \text{ cm}^2 > A_{st} = 1.56 \text{ cm}^2$$

∴ se requiere  $A_s = 2.79 \text{ cm}^2$

c) Separación de las varillas, proponiendo varillas del # 3

$$s = \frac{(100)(0.71)}{2.79} = 25.45 \text{ cm}; \quad S_{\max} = 38.11 \text{ cm} > s = 25.45 \text{ cm}$$

Se usarán varillas del # 3 @ 25 cm c.a.c.

### II.1.5. REVISIÓN POR CORTANTE

Debe verificarse que el cortante resistente sea mayor o igual al cortante último es decir:

$$V_{CR} = 0.5 F_R b d \sqrt{f^* c} \geq V_u = \left( \frac{a_1}{2} - d \right) \left( 0.95 - 0.5 \frac{a_1}{a_2} \right) (W_u)$$

Se revisará el Tablero VII por ser el más desfavorable

$$V_{CR} = (0.5)(0.8)(100)(11)^2 \sqrt{(0.8)(250)} = 6,222.54 \text{ kg}$$

$$V_u = \left( \frac{4.45}{2} - 0.11 \right) \left( 0.95 - 0.5 \frac{4.45}{5.00} \right) (1.4)(737) = 1,102.05 \text{ kg}$$

Se incrementa un 15% por haber bordes continuos y discontinuos

$$V_u = (1,102)(1.15) = 1,267.3 \text{ kg}$$

$$V_{CR} = 6,222.54 \text{ kg} > V_u = 1,267.3 \text{ kg}$$

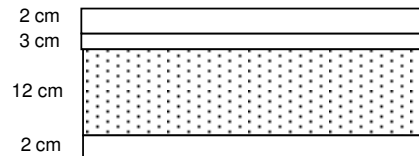
De acuerdo a lo anterior el concreto resiste el cortante por lo que se acepta el peralte



## II.2. LOSA DE ENTREPISO

### II.2.1 ANÁLISIS DE CARGAS

MATERIAL	ESPESOR (m)	PESO VOL. (t/m <sup>3</sup> )	PESO TOTAL (t/m <sup>2</sup> )
Loseta	0.02	-	0.010
Mortero	0.03	2.1	0.063
Losa de conc.	0.12	2.4	0.288
Plafón de yeso	0.02	1.5	0.030
<b>ΣCM =</b>			<b>0.391</b>



#### Cargas permanentes

$$CM = 0.391 \text{ t/m}^2$$

$$Cadic = 0.040 \text{ t/m}^2$$

$$CV = 0.170 \text{ t/m}^2$$

$$CT = 0.601 \text{ t/m}^2$$

#### Cargas permanentes + accidentales

$$CM = 0.391 \text{ t/m}^2$$

$$Cadic = 0.040 \text{ t/m}^2$$

$$CV = 0.090 \text{ t/m}^2$$

$$CT = 0.521 \text{ t/m}^2$$

#### Cargas lineales

En este caso se cuenta con muros de planta alta que descargan en la losa de entrepiso y no tienen continuidad en la planta baja, por lo que la carga en el tablero debe incrementarse.

##### Muro divisorio 1 (tablero 1)

###### Muro divisorio

$$L = 1 \text{ m}$$

$$H = 2.6 \text{ m}$$

$$A = 2.6 \text{ m}^2$$

\* Peso para un muro con recubrimiento yeso mortero-mortero  
yeso = 0.285 t/m<sup>2</sup>

\* Peso propio del muro =  $A w = (2.60)(0.285) = 0.741 \text{ t}$

\* Factor (Muro divisorio paralelo al lado corto) = 1.56

$$W_{\text{muros div}} = \frac{P_{\text{muro}}}{\text{Área tablero}} \cdot \text{factor}; \quad W_{\text{muro div}} = \left[ \frac{0.741}{12.16} \right] (1.56) = 0.095 \text{ t/m}^2$$

$$W_{\text{total}} = W_{\text{muro div}} + W_{\text{losa de entrepiso}} = 0.95 + 0.601 = 0.696 \text{ t/m}^2$$

###### Tablero I

$$a_1 = 3.35 \text{ m}$$

$$a_2 = 3.63 \text{ m}$$

$$A = (a_1)(a_2) = 12.16 \text{ cm}^2$$

$$m = a_1 / a_2 = 0.92$$

$$W = 0.601 \text{ t/m}^2$$

##### Muro divisorio 2 (tablero II)

###### Muro divisorio

$$L = 3.01 \text{ m}$$

$$H = 2.60 \text{ m}$$

$$A = 7.83 \text{ m}^2$$

\* Peso para un muro con recubrimiento yeso mortero-mortero  
yeso = 0.285 t/m<sup>2</sup>

\* Peso propio del muro =  $A w = (7.83)(0.285) = 2.230 \text{ t}$

\* Factor (Muro divisorio paralelo al lado corto) = 1.53

$$W_{\text{muros div}} = \left[ \frac{2.230}{12.677} \right] (1.53) = 0.269 \text{ t/m}^2$$

$$W_{\text{total}} = W_{\text{muro div}} + W_{\text{losa de entrepiso}} = 0.269 + 0.601 = 0.870 \text{ t/m}^2$$

###### Tablero II

$$a_1 = 3.31 \text{ m}$$

$$a_2 = 3.83 \text{ m}$$

$$A = 12.68 \text{ cm}^2$$

$$m = 0.92$$

$$W = 0.601 \text{ t/m}^2$$

**Muro divisorio 3 (tablero V)****Muro divisorio**

$$L = 0.80 \text{ m}$$

$$H = 2.60 \text{ m}$$

$$A = 2.08 \text{ m}^2$$

\* Peso para un muro con recubrimiento yeso mortero-mortero

$$\text{yeso} = 0.285 \text{ t/m}^2$$

\* Peso propio del muro =  $A w = (2.08)(0.285) = 0.593 \text{ t}$

\* Factor (Muro divisorio paralelo al lado corto) = 1.22

$$W_{\text{muros div}} = \left[ \frac{0.593}{6.66} \right] (1.22) = 0.109 \text{ t / m}^2$$

**Tablero V**

$$a_1 = 1.6 \text{ m}$$

$$a_2 = 4.16 \text{ m}$$

$$A = 6.66 \text{ cm}^2$$

$$m = 0.38$$

$$W = 0.601 \text{ t/m}^2$$

$$W_{\text{total}} = W_{\text{muro div}} + W_{\text{losa de entepiso}} = 0.109 + 0.601 = 0.710 \text{ t/m}^2$$

**En el tablero X se tiene 2 muros divisorios****Muro divisorio 4 (tablero X)**

$$L = 2.15 \text{ m}$$

$$H = 2.60 \text{ m}$$

$$A = 5.59 \text{ m}^2$$

\* Peso para un muro con recubrimiento azulejo- mortero

$$\text{yeso} = 0.310 \text{ t/m}^2$$

\* Peso propio del muro =  $A w = (5.59)(0.310) = 1.733 \text{ t}$

\* Factor 2 (Muro divisorio paralelo al lado largo) = 1.66

**Tablero X**

$$a_1 = 3.7 \text{ m}$$

$$a_2 = 4.18 \text{ m}$$

$$A = 15.47 \text{ cm}^2$$

$$m = 0.89$$

$$W = 0.601 \text{ t/m}^2$$

**Muro divisorio 5 (tablero X)**

$$L = 1.52 \text{ m}$$

$$H = 2.60 \text{ m}$$

$$A = 3.95 \text{ m}^2$$

\* Peso para un muro con recubrimiento azulejo -mortero yeso =  $0.310 \text{ t/m}^2$

\* Peso propio del muro =  $A w = (3.95)(0.310) = 1.126 \text{ t}$

\* Factor 3 (Muro divisorio paralelo al lado corto) = 1.55

$$W_{\text{muros div}} = \frac{P_{\text{muro 2}}}{\text{Área tablero}} f + \frac{P_{\text{muro 3}}}{\text{Área tablero}} f$$

$$W_{\text{muros div}} = \left[ \frac{1.733}{15.47} (1.66) \right] + \left[ \frac{1.126}{15.47} (1.55) \right] = 0.298 \text{ t / m}^2$$

$$W_{\text{total}} = W_{\text{muro div}} + W_{\text{losa de entepiso}} = 0.298 + 0.601 = 0.899 \text{ t/m}^2$$

**Para el tablero XIII se tiene 2 muros divisorios, paralelos al lado corto.****Muro divisorio 6 (tablero XIII)**

$$L = 1.22 \text{ m}$$

$$H = 2.60 \text{ m}$$

$$A = 3.17 \text{ m}^2$$

\* Peso para un muro con recubrimiento azulejo

$$\text{mortero} = 0.287 \text{ t/m}^2$$

\* Peso propio del muro =  $A w = (3.17)(0.287) = 0.910 \text{ t}$

\* Factor 4 (Muro divisorio paralelo al lado corto) = 1.42

**Tablero XIII**

$$a_1 = 2.85 \text{ m}$$

$$a_2 = 4.21 \text{ m}$$

$$A = 12.00 \text{ cm}^2$$

$$m = 0.68$$

$$W = 0.601 \text{ t/m}^2$$

**Muro divisorio 7 (tablero XIII)****Muro divisorio**

$$L = 1.80 \text{ m}$$

$$H = 2.60 \text{ m}$$

$$A = 4.68 \text{ m}^2$$

$$* \text{ Peso para un muro con recubrimiento azulejo mortero} = 0.287 \text{ t/m}^2$$

$$* \text{ Peso propio del muro} = A \times w = (4.68)(0.287) = 1.343 \text{ t}$$

$$* \text{ Factor de carga 5 (Muro divisorio paralelo al lado corto)} = 1.42$$

$$W_{\text{muros div}} = \frac{P_{\text{muro 6}}}{\text{Área tablero}} f + \frac{P_{\text{muro 7}}}{\text{Área tablero}} f$$

$$W_{\text{muros div}} = \left[ \frac{0.910}{12.00} (1.42) \right] + \left[ \frac{1.343}{12.00} (1.42) \right] = 0.267 \text{ t/m}^2$$

$$W_{\text{total}} = W_{\text{muro div}} + W_{\text{losa de entepiso}} = 0.267 + 0.601 = 0.868 \text{ t/m}^2$$

**Muro divisorio 8 (tablero XV)****Muro divisorio**

$$L = 0.80 \text{ m}$$

$$H = 2.60 \text{ m}$$

$$A = 2.08 \text{ m}^2$$

$$* \text{ Peso para un muro con recubrimiento yeso mortero-mortero yeso} = 0.285 \text{ t/m}^2$$

$$* \text{ Peso propio del muro} = A \times w = (2.08)(0.285) = 0.593 \text{ t}$$

$$* \text{ Factor de carga (Muro divisorio paralelo al lado corto)} = 1.22$$

$$W_{\text{muros div}} = \left[ \frac{0.593}{6.21} \right] (1.22) = 0.116 \text{ t/m}^2$$

$$W_{\text{total}} = W_{\text{muro div}} + W_{\text{losa de entepiso}} = 0.116 + 0.601 = 0.717 \text{ t/m}^2$$

**Tablero XV**

$$a_1 = 1.53 \text{ m}$$

$$a_2 = 4.06 \text{ m}$$

$$A = 6.21 \text{ m}^2$$

$$m = 0.38$$

$$W = 0.601 \text{ t/m}^2$$

**Muro divisorio 9 (tablero XIV)****Muro divisorio**

$$L = 0.80 \text{ m}$$

$$H = 2.60 \text{ m}$$

$$A = 2.08 \text{ m}^2$$

$$* \text{ Peso para un muro con recubrimiento azulejo mortero} = 0.287 \text{ t/m}^2$$

$$* \text{ Peso propio del muro} = A \times w = (2.08)(0.287) = 0.597 \text{ t}$$

$$* \text{ Factor de carga 2 (Muro divisorio paralelo al lado corto)} = 1.18$$

$$W_{\text{muros div}} = \left[ \frac{0.597}{5.684} \right] (1.18) = 0.124 \text{ t/m}^2$$

$$W_{\text{total}} = W_{\text{muro div}} + W_{\text{losa de entepiso}} = 0.124 + 0.601 = 0.725 \text{ t/m}^2$$

**Tablero XIV**

$$a_1 = 1.35 \text{ m}$$

$$a_2 = 4.21 \text{ m}$$

$$A = 5.68 \text{ m}^2$$

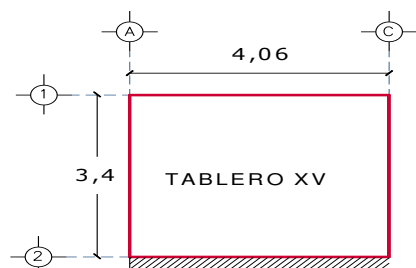
$$m = 0.32$$

$$W = 0.601 \text{ t/m}^2$$



**II.2.2. REVISIÓN DEL PERALTE MÍNIMO**

Se tomara el tablero XV que es el más desfavorable, se propone utilizar concreto clase 1 y se considera que la losa no es monolítica con sus apoyos.



Datos

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

$$f_s = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

$$w = 717 \text{ kg/m}^2$$

Perímetro

$$P = (406) + (1.5(406 + 340 + 340)) = 2,035 \text{ cm}$$

Peralte mínimo

$$d_{\min} = \frac{2,035}{250} (0.032) \sqrt[4]{(2520)(717)} = 9.55 \text{ cm}$$

$$H_{\min} = d_{\min} + \text{recubrimiento}$$



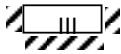
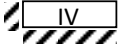
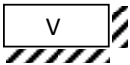
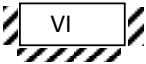

$$H_{\min} = 9.55 + 2 = 11.55 \text{ cm} < H_{\text{prop}} = 12 \text{ cm}$$

∴ Se acepta.

Tabla para calcular "d min"								
$d_{\min} = \frac{\text{Perímetro}}{250} (0.032) \sqrt[4]{f_s w}$								
TABLERO	LADOS CONTINUOS (cm)	LADOS DISCONTINUOS (cm)	PERÍMETRO (cm)	W (kg/m <sup>2</sup> )	f'c (kg/m <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	f <sub>s</sub> = 0.6 f <sub>y</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	d min (cm)
I	619.00	763.00	1,763.50	696	250	4200	2520	8.21
II	821.00	606.00	1,730.00	870	250	4200	2520	8.52
III	411.00	195.00	703.50	601	250	4200	2520	3.16
IV	481.00	481.00	1,202.50	601	250	4200	2520	5.40
V	972.00	160.00	1,212.00	710	250	4200	2520	5.67
VI	603.00	325.00	1,090.50	601	250	4200	2520	4.90
VII	1838.00	0.00	1,838.00	601	250	4200	2520	8.25
VIII	1110.00	380.00	1,680.00	601	250	4200	2520	7.54
IX	593.00	377.00	1,158.50	601	250	4200	2520	5.20
X	960.50	615.50	1,883.75	899	250	4200	2520	9.35
XI	543.78	465.00	1,241.28	601	250	4200	2520	5.57
XII	421.00	651.00	1,397.50	601	250	4200	2520	6.28
XIII	936.00	463.00	1,630.50	868	250	4200	2520	8.03
XIV	812.00	306.00	1,271.00	725	250	4200	2520	5.98
<b>XV</b>	<b>406.00</b>	<b>1086.00</b>	<b>2,035.00</b>	<b>717</b>	<b>250</b>	<b>4200</b>	<b>2520</b>	<b>9.55</b>



## II.2.3. CÁLCULO DE MOMENTOS DE DISEÑO

TABLERO	MOMENTO	CLARO	COEFICIENTE	Mu (t-m)	Mu ajustado (t-m)	
 I	Negativo en bordes interiores	Corto	412.00	0.432	<b>0.466</b>	
		Largo	410.00	0.430	<b>0.339</b>	
	a1 = 3.28 m a2 = 3.63 m	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
			Largo			
	m = 0.90 w = 0.696 ton	Positivo	Corto	199.00	0.209	
Largo			154.00	0.161		
 II	Negativo en bordes interiores	Corto	432.80	0.578	<b>0.573</b>	
		Largo	428.80	0.572	<b>0.466</b>	
	a1 = 3.31 m a2 = 3.83 m	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
			Largo			
	m = 0.86 w = 0.870 ton	Positivo	Corto	218.20	0.291	
Largo			218.20	0.291		
 III	Negativo en bordes interiores	Corto		0.490	<b>0.555</b>	
		Largo				
	a1 = 1.08 m a2 = 1.95 m	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
			Largo			
	m = 0.55 w = 0.601 ton	Positivo	Corto			
Largo						
 IV	Negativo en bordes interiores	Corto		0.490	<b>0.424</b>	
		Largo				
	a1 = 1.08 m a2 = 3.65 m	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
			Largo			
	m = 0.30 w = 0.601 ton	Positivo	Corto			
Largo						
 V	Negativo en bordes interiores	Corto	760.80	0.194	<b>0.339</b>	
		Largo	596.78	0.152		
	a1 = 1.60 m a2 = 4.06 m	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
			Largo			
	m = 0.39 w = 0.710 ton	Positivo	Corto	525.12	0.134	
Largo			177.68	0.045		
 VI	Negativo en bordes interiores	Corto	653.36	0.106	<b>0.448</b>	
		Largo	446.82	0.073		
	a1 = 1.39 m a2 = 3.25 m	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
			Largo			
	m = 0.43 w = 0.601 ton	Positivo	Corto	399.68	0.065	
Largo			154.32	0.025		
 VII	Negativo en bordes interiores	Corto	342.90	0.571	<b>0.573</b>	
		Largo	333.10	0.555	<b>0.448</b>	
	a1 = 4.45 m a2 = 4.99 m	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
			Largo			
	m = 0.89 m w = 0.601 ton	Positivo	Corto	167.50	0.279	
Largo			131.20	0.219		



## CÁLCULO DE MOMENTOS DE DISEÑO

TABLERO	MOMENTO	CLARO	COEFICIENTE	Mu (t-m)	Mu ajustado (t-m)
VIII	Negativo en bordes interiores	Corto	332.20	0.372	0.473
		Largo	361.20	0.405	0.424
	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
		Largo			
Positivo	Corto	151.00	0.169		
	Largo	144.40	0.162		
IX	Negativo en bordes interiores	Corto		0.490	0.555
		Largo			
	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
		Largo			
Positivo	Corto				
	Largo				
X	Negativo en bordes interiores	Corto	417.20	0.719	0.602
		Largo	414.70	0.714	0.500
	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
		Largo			
Positivo	Corto	203.80	0.351		
	Largo	154.20	0.266		
XI	Negativo en bordes interiores	Corto	396.60	0.209	0.300
		Largo	346.60	0.182	0.500
	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
		Largo			
Positivo	Corto	188.60	0.099		
	Largo	136.20	0.072		
XII	Negativo en bordes interiores	Corto	854.00	0.397	0.300
		Largo			
	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
		Largo			
Positivo	Corto	640.00	0.297		
	Largo	520.00	0.242		
XIII	Negativo en bordes interiores	Corto	940.00	0.928	0.673
		Largo			
	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
		Largo			
Positivo	Corto	710.00	0.701		
	Largo	520.00	0.513		
XIV	Negativo en bordes interiores	Corto		0.198	0.673
		Largo			
	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
		Largo			
Positivo	Corto		0.099		
	Largo				



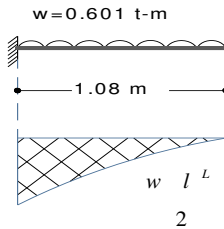
XV

TABLERO	MOMENTO	CLARO	COEFICIENTE	Mu (t-m)	Mu ajustado (t-m)
XV	Negativo en bordes interiores	Corto	838	0.973	<b>0.732</b>
		Largo			
a1 = 3.40 m	Negativo en bordes discontinuos	Corto			
		Largo			
a2 = 4.06 m	Positivo	Corto	630	<b>0.731</b>	
m = 0.84		Largo	520	0.604	
w = 0.717 ton					

**Momentos para los Tableros III, IV, IX Yy XIV**

Los tableros III, IV, IX y XIV, no son perimetralmente apoyados, por que los momentos se calcularán de la siguiente manera.

**Momento para tablero III, IV y IX**



$$M \max (-) = \frac{w l^2}{2}$$

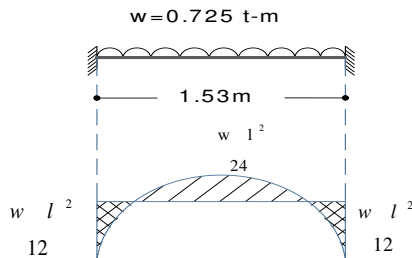
$$M \max (-) = \frac{(0.601)(1.08^2)}{2} = 0.350 t - m$$

$$M_u = 1.4M \max = (1.4)(0.35) = 0.49 t - m$$

**Momento para tablero XIV**

En tableros que trabajan en una dirección (m < 0.5), las fracciones de carga que trabajan en cada sentido (tabla No. 3-ACI), son en el sentido corto  $W_a = 1.0$  y en el sentido largo  $W_b = 0$ . En este tablero  $m = 0.38$ , por lo tanto solo analizaremos el lado corto.

\* Sentido corto



$$M \max (+) = \frac{w l^2}{24} = \frac{(0.725)(1.53^2)}{24} = 0.0707 t - m$$

$$M_u = 1.4M \max = (1.4)(0.0712) = 0.099 t - m$$

$$M \max (-) = \frac{w l^2}{12} = \frac{(725)(1.53^2)}{12} = 0.141 t - m$$

$$M_u = 1.4M \max = (1.4)(0.141) = 0.198 t - m$$



**Ajuste del momento en tableros adyacentes**

Para la distribución se supondrá que  $k = \frac{d^3}{a_1}$   
la rigidez del tablero es

Y el factor de distribución es  $f_d = \frac{ki}{\sum ki}$

Cálculo de la rigidez en los tableros			
TABLERO	d (cm)	a (cm)	k (kg/cm <sup>2</sup> )
I	10	331	3.021
II	10	108	9.259
III	10	108	9.259
IV	10	108	9.259
V	10	160	6.250
VI	10	139	7.194
VII	10	445	2.247
VIII	10	365	2.740
IX	10	108	9.259
X	10	370	2.703
XI	10	250	4.000
XII	10	235	4.255
XIII	10	285	3.509
XIV	10	153	6.536
XV	10	340	2.941

**Tablero I con II**

0.432      0.572



	I	II
k	3.021	9.259
fd	0.246	0.754
Me	0.432	-0.572
Md	0.140	
Mdist.	0.035	0.106
Maj	0.466	-0.466

**Tablero III con VII**

0.490      0.571



	III	VII
k	9.259	2.247
fd	0.805	0.195
Me	0.490	-0.571
Md	0.081	
Mdist.	0.065	0.016
Maj	0.555	-0.555

**Tablero I con V**

0.430      0.152



	I	V
k	3.021	6.250
fd	0.326	0.674
Me	0.430	-0.152
Md	-0.278	
Mdist.	-0.091	-0.187
Maj	0.339	-0.339

**Tablero II con VII**

0.578      0.571



	II	VII
k	9.259	4.255
fd	0.685	0.315
Me	0.578	-0.571
Md	-0.006	
Mdist.	-0.004	-0.002
Maj	0.573	-0.573

**Tablero VI con VII**

0.106      0.555



	VI	VII
k	7.194	2.247
fd	0.762	0.238
Me	0.106	-0.555
Md	0.449	
Mdist.	0.342	0.107
Maj	0.448	-0.448



**Tablero VII con VIII**

0.555      0.372

VII      VIII

k	2.247	2.740
fd	0.451	0.549
Me	0.555	-0.372
Md	-0.183	
Mdist.	-0.082	-0.100
M aj	0.473	-0.473

**Tablero VIII con IV**

0.405      0.490

VIII      IV

k	2.740	9.259
fd	0.228	0.772
Me	0.405	-0.490
Md	0.085	
Mdist.	0.019	0.066
M aj	0.424	-0.424

**Tablero VIII con X**

0.405      0.719

VIII      X

k	7.194	4.255
fd	0.628	0.372
Me	0.405	-0.719
Md	0.314	
Mdist.	0.197	0.117
M aj	0.602	-0.602

**Tablero X con XI**

0.714      0.182

X      XI

k	2.703	4.000
fd	0.403	0.597
Me	0.714	-0.182
Md	-0.532	
Mdist.	-0.215	-0.318
M aj	0.500	-0.500

**Tablero XI con XII**

0.209      0.397

XI      XII

k	4.000	4.255
fd	0.485	0.515
Me	0.209	-0.397
Md	0.188	
Mdist.	0.091	0.097
M aj	0.300	-0.300

**Tablero VII con IX**

0.571      0.490

VII      IX

k	2.247	9.259
fd	0.195	0.805
Me	0.571	-0.490
Md	-0.081	
Mdist.	-0.016	-0.065
M aj	0.555	-0.555

**Tablero XIII con XIV**

0.928      0.198

XIII      XIV

k	3.509	6.536
fd	0.349	0.651
Me	0.928	-0.198
Md	-0.730	
Mdist.	-0.255	-0.475
M aj	0.673	-0.673

**Tablero XIV con XV**

0.198      0.973

XIV      XV

k	6.536	2.941
fd	0.690	0.310
Me	0.198	-0.973
Md	0.775	
Mdist.	0.534	0.241
M aj	0.732	-0.732

**II.2.4. DISEÑO POR FLEXIÓN****Momento negativo**

a) Se toma el momento mayor, que en este caso corresponde al que se presenta en el lado largo del Tablero XV

Diseño para 1 metro de ancho

$M_u (-) = 0.732 \text{ t-m}$

$$A_s = \frac{170}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.732 \times 10^5)}{0.9(100)(10)^2 170}} \right] 100(10) = 1.98 \text{ cm}^2$$

**Datos**

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

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

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

$FR = 0.9$

$b = 100 \text{ cm}$

$d = 10 \text{ cm}$

b) Comparando con el área de acero mínimo por temperatura.

$$A_{st} = \frac{660(10)}{4200(10 + 100)} (100) = 1.43 \text{ cm}^2; \quad A_s = 1.98 \text{ cm}^2 > A_{st} = 1.43 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se requiere un  $A_s = 1.98 \text{ cm}^2$

c) Separación de las varillas, proponiendo varillas del # 3

$$s = \frac{(100)(0.71)}{1.98} = 35.86 \text{ cm}$$

d) Separación máxima

$$S_{\max} = (3.5)(10) = 35 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 50 \text{ cm}$$

$$s = 35.86 \text{ cm} > S_{\max} = 35 \text{ cm}$$

Se usarán varillas del # 3 @ 35 cm c.a.c.

**Momento positivo**

a) Se toma el momento mayor, que en este caso corresponde al que se presenta en el lado corto del Tablero XV

$M_u = 0.731 \text{ t/m}$

$$A_s = \frac{170}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2)(0.731)(10^5)}{0.9(100)(10)^2 170}} \right] 100(10) = 1.98 \text{ cm}^2$$

b) Comparación con el área de acero mínimo por temperatura.

$$A_{st} = \frac{660(10)}{4200(10 + 100)} (100) = 1.43 \text{ cm}^2$$

$$A = 1.98 \text{ cm}^2 > A_{st} = 1.43 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se requiere un  $A_s = 1.98 \text{ cm}^2$

c) Separación de las varillas, proponiendo varillas del # 3

$$s = \frac{(100)(0.71)}{1.98} = 35.86 \text{ cm}$$

d) Separación máxima

$$S_{\max} = 35 \text{ cm} < s = 35.86 \text{ cm}$$

Se usarán varillas del # 3 @ 35 cm c.a.c.



### II.2.5. REVISIÓN POR CORTANTE

Debe verificarse que el cortante resistente sea mayor o igual al cortante último es decir:

$$V_{CR} = 0.5 F_R b d \sqrt{f^* c} \geq V_u = \left( \frac{a_1}{2} - d \right) \left( 0.95 - 0.5 \frac{a_1}{a_2} \right) (W_u)$$

Se revisará el Tablero XV por ser el más desfavorable

$$V_{CR} = (0.5)(0.8)(100)(9)\sqrt{(0.8)(250)} = 5,059.64 \text{ kg}$$

$$V_u = \left( \frac{3.40}{2} - 0.10 \right) \left( 0.95 - 0.5 \frac{3.40}{4.06} \right) (1.4)(717) = 853.79 \text{ kg}$$

Se incrementa un 15 % por haber bordes continuos y discontinuos

$$V_U = (853.79)(1.15) = 981.86 \text{ kg}$$

$$V_{CR} = 5,059.64 \text{ kg} > V_u = 981.86 \text{ kg}$$

De acuerdo a lo anterior el concreto resiste el cortante por lo que se acepta el peralte.

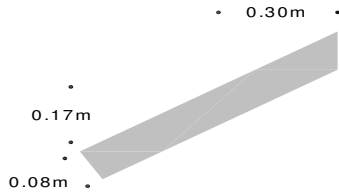




### II.3. LOSA DE ESCALERA

#### II.3.1. ANÁLISIS DE CARGA

Se propone una losa de 8 cm de espesor con plafón de yeso y escalones de tabique



MATERIAL	ESPESOR (m)	PESO VOL. (t/m³)	PESO TOT (t/m²)
Escalón	0.085	1.500	0.128
Losa de Concreto	0.080	2.400	0.192
Recubrimiento de yeso	0.020	1.500	0.030
<b>Σ CM =</b>			<b>0.350</b>

Peso del escalón por m²

$$We = \frac{h}{2} \text{Peso Vol.}$$

Cargas permanentes

$$CM = 0.350 \text{ t/m}^2$$

$$Cadic = 0.040 \text{ t/m}^2$$

$$CV = \frac{0.350}{2} \text{ t/m}^2$$

$$CT = 0.740 \text{ t/m}^2$$

Cargas permanentes + accidentales

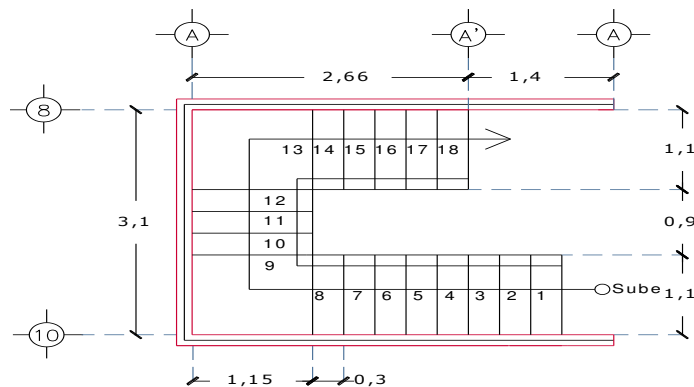
$$CM = 0.350 \text{ t/m}^2$$

$$Cadic = 0.040 \text{ t/m}^2$$

$$CV = \frac{0.150}{2} \text{ t/m}^2$$

$$CT = 0.540 \text{ t/m}^2$$

### Escalera



#### II.3.2. REVISIÓN DEL PERALTE MÍNIMO

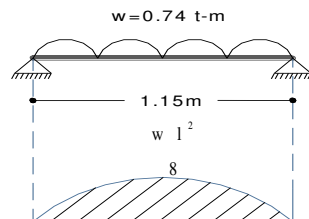
##### Losa en una dirección (escalera)

La escalera es una losa unidireccional que se comporta como una viga ancha, por lo que se diseñará como tal, tomando una franja de ancho unitario.

##### Revisión del peralte de la losa

$$h = \frac{l}{24}; \quad h = \frac{115}{24} = 4.79 \text{ cm} < 8 \text{ cm}$$

#### II.3.3. CÁLCULO DE MOMENTOS DE DISEÑO



$$M \text{ max (+)} = \frac{w l^2}{8}$$

$$M \text{ max (+)} = \frac{(0.74)(1.15^2)}{8} = 0.061 \text{ t-m}$$

**II.3.4. DISEÑO POR FLEXIÓN****Datos**

H = 8 cm	FR(flexión) = 0.9
b = 100 cm	Fc = 1.4
d = 6 cm	f'c = 250 kg/cm <sup>2</sup>
rec = 2 cm	f*c = 200 kg/cm <sup>2</sup>
fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup>	f" c = 170 kg/cm <sup>2</sup>

**a).- Momento positivo**

$$M \max (+) = 0.061 \text{ t-m}$$

**Momento último**

$$Mu = 1.4M = (1.4)(0.061) = 0.086 \text{ t-m}$$

**Cálculo del porcentaje de acero**

$$A_s = \frac{f''c}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R b d^2 f''c}} \right] b d; \quad A_s = \frac{170}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 8,600.00}{(0.9)(100)(6^2)(170)}} \right] (6)(100) = 0.38 \text{ cm}^2$$

**Área de acero mínimo**

$$A_s = \frac{0.7 \sqrt{f'c}}{f_y} b d; \quad A_s = \frac{0.7 \sqrt{250}}{4200} (6)(100) = 1.58 \text{ cm}^2 > 0.38 \text{ cm}^2$$

**Área de acero por temperatura**

$$A_{s_t} = \frac{660(x_1)}{f_y(100+x_1)} b \quad A_{s_t} = \frac{(660)(6)}{4200(100+6)} 100 = 0.89 \text{ cm}^2$$

∴ Se requiere un  $A_s = 1.58 \text{ cm}^2$

**Separación de barras**

$$s = \frac{100a_o}{A_s} \quad s = \frac{(100)(0.71)}{1.58} = 44.94 \text{ cm}$$

**Separación máxima**

$$s_{\max} = (3.5)(6) = 21 \text{ cm} \quad s = 44.94 \text{ cm} > s_{\max} = 21 \text{ cm}$$

$$s_{\max} = 50 \text{ cm}$$

Se usarán varillas del # 3 @ 20 cm c.a.c.

**b) En dirección perpendicular**

Se colocará acero por temperatura.

$$s = \frac{(100)(0.71)}{0.89} = 79.78 \text{ cm}; \quad s = 79.78 \text{ cm} > s_{\max} = 21 \text{ cm}$$

Se usarán varillas del # 3 @ 20 cm c.a.c.

**II.3.5. REVISIÓN DE LA DEFLEXIÓN**

La deflexión máxima de una viga libremente apoyada con carga uniformemente distribuida, es:

$$\delta_{\max} = \frac{5 w l^4}{384 E I} \quad \text{donde:} \quad I = \text{Inercia de la sección}$$

$$E = \text{Modulo de elasticidad del concreto}$$

$$L = \text{Longitud de la rampa}$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{(100)(8^3)}{12} = 4,266.67 \text{ cm}^4; \quad E_c = 10,000 \sqrt{250} = 158,113.88 \text{ kg/cm}^2$$

$$\delta_{\max} = \frac{(5)(7.40)(115^4)}{(384)(158,113.88)(4,266.67)} = 0.025 \text{ cm}$$

Deflexión admisible

$$\delta_{adm} = \frac{L}{240} + 0.5 \text{ cm}; \quad \delta_{adm} = \frac{115}{240} + 0.5 \text{ cm} = 0.98 \text{ cm}$$

$$S_{adm} = 0.98 \text{ cm} > S_{\max} = 0.025 \text{ cm} \quad \therefore \text{Se acepta el peralte de la losa.}$$



# **CAPÍTULO III**

## **ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL**

### **DE TRABES**



### III.1. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE TRABES

Se llama viga o trabe a aquel elemento horizontal cuya longitud es considerablemente mayor a sus dimensiones transversales, que reciben cargas perpendiculares a su eje, por lo que trabajan a flexión y cortante. Las vigas pueden tener uno o varios tramos y, dependiendo de esto, son llamadas vigas de un claro o vigas continuas, respectivamente.

Cuando a una viga de concreto reforzado se le aplica la carga máxima, la falla se puede presentar de diferentes maneras, de acuerdo con la cantidad de acero longitudinal que tenga, presentándose tres casos:

#### a) Viga subreforzadas

La cantidad de acero longitudinal es pequeña y por lo tanto fluye, se producen deflexiones considerables antes de alcanzar el colapso, apareciendo grietas importantes en la zona de tensión. El comportamiento del miembro es dúctil.

#### b) Viga sobreforzadas

La cantidad de acero de tensión es grande y en consecuencia no fluye, la zona de aplastamiento de concreto a compresión es mayor que en el caso anterior y las grietas en la zona de tensión son menores. El elemento falla por aplastamiento del concreto y se presenta una falla frágil.

#### c) Sección balanceada

El acero y el concreto alcanzan la fluencia al mismo tiempo, por lo que presentan una falla dúctil. Cabe mencionar que la existencia de acero longitudinal en la zona de compresión, adecuadamente, restringido por refuerzo transversal (estribos), aumenta la ductibilidad y resistencia del elemento considerablemente.

### III.2. RESISTENCIA A FLEXIÓN SIMPLE

#### Hipótesis en las que se basa el diseño por flexión.

- 1.- La distribución de deformaciones unitarias en la sección transversal de un elemento es plana.
- 2.- Se conoce la distribución de los refuerzos de compresión del elemento.
- 3.- No existen corrimientos relativos en el acero y el concreto que lo rodea, es decir, existe una adherencia perfecta entre el concreto y el acero.
- 4.- El concreto no resiste esfuerzos de tensión.
- 5.- Se considera que el concreto trabaja a una deformación útil  $\xi_{cu} = 0.003$

#### Criterio básico de diseño

El diseño por flexión debe cumplir la condición, la cual establece que la resistencia a la flexión de una sección de concreto reforzado debe tener una magnitud que exceda o cuando menos sea igual a la del momento último producidas por las cargas, es decir:  $M_R \geq M_u$

#### Momento resistente.

Se define como resistencia a la flexión  $M_R$  al momento flexionante que es capaz de soportar una sección de concreto reforzado.

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

$M_R$  = momento resistente

$F_R = 0.9$  factor de reducción de resistencia a la flexión

$f''_c$  = esfuerzo uniforme de compresión

$b$  = ancho de la sección

$d$  = peralte efectivo

$q$  = relación entre el esfuerzo del acero y del concreto



### Momento último

Para determinar el momento último, el RCDF establece el empleo de unos factores denominados de carga ( $F_c$ ), los cuales deberán multiplicar a las combinaciones de las acciones calculadas convirtiéndolas en cargas o acciones últimas, las que se emplearán en el diseño.

$$Mu = 1.4Fc$$

El factor de carga toma un valor de 1.4 para la combinación de acciones de cargas muertas más vivas en estructuras del grupo B (como es el caso de una casa habitación).

### Porcentaje de acero

Con la siguiente expresión se calcula el porcentaje de acero de refuerzo requerido.

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

### Áreas de acero máxima y mínima reglamentarias

**Área de acero máxima:** El RCDF establece que el comportamiento de las estructuras debe ser dúctil en zona sísmica y para garantizarlo se limita cantidad máxima de acero equivalente a 75 % de la cantidad balanceada.

donde:

$\rho_{max}$  = porcentaje máximo de acero

$$\rho_{max} = 0.75 \rho_b = 0.75 \frac{f'c}{fy} \frac{6000 \beta_1}{fy + 6000}$$

$\rho_b$  = porcentaje de acero la sección balanceada

$\beta_1$  = parámetro adicional = 0.85 si  $f'c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$

**Área mínima de acero:** el RCDF establece para secciones rectangulares de concreto reforzado de peso normal, la siguiente expresión.

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

### III.3. RESISTENCIA A FUERZA CORTANTE

El efecto de la fuerza cortante en elementos de concreto, es el desarrollo de esfuerzos de tensión inclinados con respecto al eje longitudinal del miembro, los cuales pueden originar la falla del elemento antes de que alcance su resistencia máxima a flexión.

**Refuerzo por tensión diagonal.** Las NTC del RCDF proponen el siguiente criterio para la obtención del refuerzo transversal (estribos) en trabes de concreto reforzado:

1.- Se calcula la fuerza cortante que toma el concreto

$$\rho \geq 0.015 \quad V_{CR} = 0.5 F_R bd \sqrt{f'c}$$

$F_R = 0.8$  factor de reducción para cortante

$$\rho < 0.015 \quad V_{CR} = F_R bd (0.2 + 20\rho) \sqrt{f'c}$$

Estas ecuaciones son aplicables siempre y cuando el peralte total de la viga no sea mayor de 70 cm

2.- Se compara el  $V_u$  con el  $V_{CR}$

$$\text{Si } V_u > V_{CR} \text{ Se colocará el refuerzo mínimo } A_{min} = 0.25 \sqrt{f'c} \frac{bs}{fy}$$

Este refuerzo estará formado por estribos verticales de diámetro no menor de número 2.5, cuya separación no excederá de medio peralte efectivo,  $d/2$ .

$\text{Si } V_u \leq V_{CR}$  Se colocará el refuerzo a una separación calculada con la siguiente expresión:

Donde:  $A_v$  = área transversal del refuerzo por tensión diagonal comprendido en una distancia  $S$

$$S = \frac{F_R A_v fy d (\sin \theta + \cos \theta)}{V_{SR}}$$

$\theta$  = ángulo que dicho refuerzo forma con el eje de la pieza

$V_{CR}$  = fuerza cortante de diseño que toma el concreto

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

$V_{SR}$  = fuerza cortante de diseño que toma el acero transversal

**Limitaciones**

$$_ S \geq 6 \text{ cm}$$

$$_ \text{Si } 1.5F_Rbd\sqrt{f^*c} < Vu \quad S_{\max} = 0.25d$$

$$_ \text{Si } 1.5F_Rbd \quad f^*c > Vu > V_{CR} \quad S_{\max} = 0.5d$$

**III.4. DEFLEXION EN TRABES**

Se le llama deflexión al desplazamiento vertical del eje de una viga, producto de la aplicación de cargas y de las condiciones ambientales, que pueden provocar problemas estructurales, técnicos y estéticos.

Se considera calcular las deflexiones de miembros estructurales bajo cargas y condiciones ambientales conocidas y comparar este valor con uno admisible.

**Deflexiones inmediatas**

Son las que se presentan justo después de aplicar las cargas. En vigas de concreto reforzado, las NTC establece el cálculo de las deflexiones, considerando para ello la carga de servicio y tomando un momento de inercia el de la sección transformada.

Sección transformada: Es aquella en la cual el área de acero se sustituye por una área equivalente de concreto numéricamente igual al área de la sección transversal de las barras multiplicada por la relación "n" de módulos de elasticidad de acero y concreto

$$\text{Sección transformada} = nA_s$$

Donde:

$A_s$  = área de acero

$E_s$  = módulo de elasticidad del acero,  $E_s = 2,000,000 \text{ kg/cm}^2$

$E_c$  = módulo de elasticidad del concreto

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$E_c = 10,000 \sqrt{f^*c}$$

**Deflexiones diferidas**

Son las que ocurren a largo plazo, se considera que sobre el elemento estructural analizado, la carga viva que no se aplicará en forma sostenida, sólo se tomara una carga media (carga viva para el cálculo de flechas diferidas). Y consiste en calcular el momento de inercia de la sección agrietada transformada y la combinación de cargas antes mencionadas, y multiplicar este resultado por el factor que toma en cuenta el periodo en que la deflexión ya no varía con el tiempo.

$$f = \frac{2}{1 + 50\rho'}$$

Donde:  $\rho'$  corresponde a la cuantía de acero en la zona de compresión, este factor es aplicable para concreto clase 1, y deberá duplicarse para concreto clase 2.

**Deflexiones admisibles**

La suma de las deflexiones inmediatas y diferidas deberá compararse con la admisible, debiendo ser menor que esta. Las NTC establecen que la flecha vertical admisible para miembros que no afecten elementos no estructurales equivaldrá a:

$$\delta_{adm} = \frac{L}{240} + 0.5 \text{ cm}$$

Y para miembros que afecten a elementos estructurales la flecha admisible equivale a:

$$\delta_{adm} = \frac{L}{480} + 0.3 \text{ cm}$$

Para el caso de voladizos se duplicarán.



### III.5. REQUISITOS GENERALES EN TRABES

El claro se contará a partir del centro del apoyo, siempre que el ancho de éste no sea mayor que el peralte efectivo de la viga; en caso contrario, el claro se contará a partir de la sección que se halla a medio peralte efectivo del paño interior del apoyo.

En toda sección se dispondrá de refuerzo tanto en el lecho inferior como en el superior, no menor al área de acero mínimo y constará de por lo menos dos barras corridas de 12.7 mm de No.4, pero no excederá el área de acero máximo.

En el dimensionamiento de vigas continuas monolíticas con sus apoyos puede usarse el momento en el paño del apoyo.

Para calcular momentos flexionantes en vigas que soporten losas de tableros rectangulares, se puede tomar la carga tributaria de la losa como si estuviera uniformemente repartida a lo largo de la viga.

La relación entre la altura y el ancho de la sección transversal, h/b, no debe exceder de 6.

#### Anclajes y traslapes

La fuerza de tensión o compresión que actúa en el acero de refuerzo en toda sección debe desarrollarse a cada lado de la sección considerada por medio de adherencia en una longitud suficiente de barra o de algún dispositivo mecánico

**La longitud de desarrollo**,  $L_d$ , en la cual se considera que una barra a tensión se ancla de modo que desarrolle su esfuerzo de fluencia, se obtendrá multiplicando la longitud básica por el factor que afecta la longitud básica de desarrollo, y se calcula con la siguiente expresión.

$$L_d = \frac{a_s f_y}{3(c + k_t r) \sqrt{f'_c}} \geq 0.11 \frac{d_b f_y}{\sqrt{f'_c}}$$

Aplicables a barras de diámetro no mayor que 3.81 cm (No. 12)

donde:

$a_s$  = área transversal de la barra

$d_b$  = diámetro nominal de la barra

$c$  = separación o recubrimiento; úsese el menor de los valores siguientes:

- 1.- distancia del centro de la barra a la superficie de concreto más próxima;
- 2.- la mitad de la separación entre centros de barras

$k_t r$  = índice del refuerzo transversal. Por sencillez en el diseño, se permite suponer  $k_t r = 0$  aunque haya refuerzo transversal.

#### Limitaciones

- \_ En ningún caso  $L_d < 30 \text{ cm}$
- \_ La longitud de desarrollo, de cada barra que conforme parte de un paquete de tres barras será igual a la que requeriría si estuviera aislada, multiplicada por 1.2
- \_ Cuando el paquete es de dos barras no se modifica  $L_d$

Tabla de factores que afectan la longitud básica de desarrollo	
Condiciones de refuerzo	factor
Barras de diámetro igual a 1.91cm (No. 6) o menor	0.8
Varilla con más de 30cm de bajo	1.3
Acero de flexión en exceso	$\frac{A_s \text{ requerida}}{A_s \text{ proporcionada}}$



**Dobleces del refuerzo:** En todo doblez o cambio de dirección de aceros deberán cumplir los siguientes requisitos, dobleces a 90 ó 180 grados seguidos de tramos rectos de longitud no menor que 12db para dobleces a 90 grados, ni menor que 4db para dobleces a 180 grados. El radio interior de un doblez no será menor que:

$$R \geq \frac{f_y}{60 \sqrt{f'c}}$$

**Traslape:** En lo posible deben evitarse uniones en secciones de máximo esfuerzo de tensión. Se procurará, asimismo, que en cierta sección cuando más se unan barras alternadas. La longitud de un traslape será mayor o igual que.

$$L_t \geq 1.33 L_{db}$$

$$L_t \geq (0.01 f_y - 6) db$$

**Paquetes de barras:** Las barras longitudinales pueden agruparse formando paquetes con un máximo de dos en vigas. Los paquetes se usarán sólo cuando queden alojados en un ángulo de los estribos.

**Separación de barras:** La separación libre entre barras paralelas (excepto en columnas y entre capas de barras en vigas) no será menor que el diámetro nominal de la barra ni 1.5 veces el tamaño máximo del agregado.

#### **Anclaje del refuerzo transversal**

Este refuerzo debe estar formado por estribos cerrados perpendiculares u oblicuos al eje de la pieza, barras dobladas o una combinación de estos elementos, con un  $f_y$  no mayor a 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

Los estribos deben rematar en una esquina con dobleces de 135 grados, seguidos de tramos rectos de no menos de 6db (diámetro nominal de la barra) de largo, ni menos de 8 cm. En cada esquina del estribo debe quedar por lo menos una barra longitudinal.

#### **Diseño estructural de trabes**

El proyecto cuenta con 15 trabes, de las cuales a continuación se mostrará el diseño de una simplemente apoyada (Trabe T-6), y una viga continua (Trabe T-1). Los resultados del diseño del resto de las trabes se muestra al final en 2 tablas.



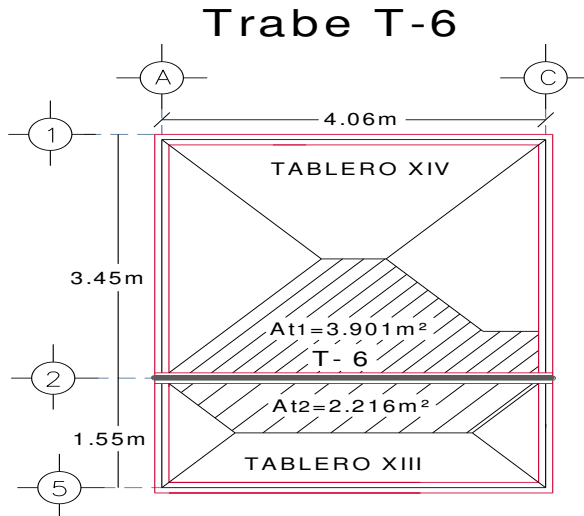


### III.6. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA TRABE SIMPLEMENTE APOYADA

#### TRABE T-6

##### Transmisión de cargas

Las cargas que actúan sobre la trabe T-6 son: a).- Losa de azotea  
b).- Peso propio de la trabe



#### a) Losa de azotea

- \_ Longitud del Tramo = 4.06 m
- \_ Área tributaria 1 = 3.901 m<sup>2</sup>
- \_ Área tributaria 2 = 2.216 m<sup>2</sup>
- \_ Peso de la losa = 0.709 t/m<sup>2</sup>

$$W_1 = At1 w$$

$$W_1 = (3.901)(0.709) = 2.766 t$$

$$W_2 = At2 w$$

$$W_2 = (2.216)(0.709) = 1.571 t$$

$$WT_{ml} = 1.068 t/m$$

#### b).- Peso propio de la trabe.

Proponiendo Trabe de 15 x 40 cm

$$WPP = bhP.Vol. del concreto$$

$$WPP = (0.15)(0.40)(2.4) = 0.144 t/m$$

$$WPP = 0.144 t/m$$

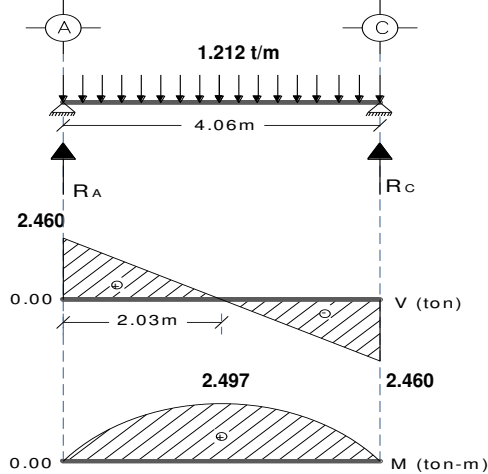
#### Descarga por metro lineal

$$WT_{A-C} = WT_{ml} + WPP$$

$$WT_{A-C} = 1.068 + 0.144 = 1.212 t/m$$

$$WT_{A-C} = 1.212 t/m$$

#### Diagramas de V y M



#### Calculo de las reacciones

$$R_A = R_B = \frac{W L}{2}$$

$$R_A = R_B = \frac{(1.212)(4.06)}{2} = 2.461 t$$

#### Calculo de momento máximo

$$M_{max (+)} = \frac{W L^2}{8}$$

$$M_{max (+)} = \frac{(1.254)(4.06^2)}{8} = 2.498 t - m$$

**Diseño por flexión****Datos**

H = 40 cm  
 b = 15 cm  
 d = 38 cm  
 rec = 2 cm  
 $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

**Constantes de Diseño**

FR(flexión) = 0.9  
 FR(cortante) = 0.8  
 FC = 1.4  
 $\beta = 0.85$   
 $f^*c = 200 \text{ kg/cm}^2$   
 $f''c = 170 \text{ kg/cm}^2$

**a) Momento positivo**

M max (+) = 2.498 t/m

**Momento último**

$M_u = 1.4M = (1.4)(2.498) = 3.497 \text{ t-m} = 349,700 \text{ kg-cm}$

Según el RCDF, se debe cumplir  $M_r \geq M_u$

**Cálculo del porcentaje de acero**

$$\rho = \frac{f''c}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f''c}} \right]; \quad \rho = \frac{170}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2)(349,700.00)}{(0.9)(15)(38^2)(170)}} \right] = 0.00452$$

**Cálculo del porcentaje de acero mínimo**

$$\rho_{\min} = 0.7 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}; \quad \rho_{\min} = 0.7 \frac{\sqrt{250}}{4200} = 0.00264$$

**Cálculo del porcentaje de acero máximo (para zona sísmica)**

$$\rho_{\max} = 0.75 p_b = 0.75 \frac{f''c}{f_y} \frac{6000 \beta_1}{f_y + 6000}; \quad \rho_{\max} = \left[ 0.75 \left( \frac{\sqrt{250}}{4200} \right) \left( \frac{6000 * 0.85}{4200 + 6000} \right) \right] = 0.0152$$

**Comparando porcentajes**

$$\rho_{\min} = 0.00264 < \rho_{\text{cal}} = 0.00452 < \rho_{\max} = 0.0152$$

∴ Utilizaremos  $\rho = 0.00452$

**Área de acero**

$$A_s = (0.00452)(15)(38) = 2.58 \text{ cm}^2$$

**Proponiendo varillas**

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

$$1 \text{ var \# 3} = (1)(0.71) = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\Sigma = 3.25 \text{ cm}^2 > 2.58 \text{ cm}^2$$

∴ Se usarán 2 var # 4 y 1 var # 3 en el lecho inferior

**Comparando  $M_r$  con  $M_u$** 

$$\rho_{\text{real}} = \frac{A_s \text{ real}}{bd}; \quad \rho_{\text{real}} = \frac{3.25}{(15)(38)} = 0.0057$$

$$q = \frac{f_y}{f''c} \rho; \quad q = \frac{(4200)(0.0057)}{170} = 0.141$$

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

$$M_R = (0.9)(15)(38^2)(170)(0.141)(1 - (0.5)(0.141)) = 4339 \text{ kg/cm} > M_u = 349,700 \text{ kg/cm}$$

**Momento negativo**

Como no se presenta momento negativo, en el lecho superior se colocará el refuerzo mínimo.

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

$$A_s = (0.00264)(15)(38) = 2.003 \text{ cm}^2$$

$$No.deVar = \frac{A_s}{A_o}$$

$$No.deVar = \frac{2.003}{1.27} = 1.58$$

Por reglamento (RCDF) se utilizarán 2 varillas del # 4

∴ Se usarán 2 var # 4 en el lecho superior

**Diseño por cortante**

**Cortante último, a un peralte del paño del apoyo**

$$V = 2.546 \text{ t} = 2,461 \text{ kg}$$

$$V_u = 1.4(2.461 - 1.212(0.44)) = 2.699 \text{ t} = 2,699 \text{ kg}$$

**Fuerza cortante que toma el concreto  $V_{CR}$**

$$\rho_{\text{real}} = 0.0057 \quad \rho < 0.015 \quad V_{CR} = F_R b d (0.2 + 20\rho) \sqrt{f^* c}$$

$$V_{CR} = (0.8)(15)(38)(0.2 + (20)(0.0057)) \sqrt{200} = 2,025.15 \text{ kg}$$

**Comparando  $V_{CR}$  con  $V_u$**

$$V_{CR} = 2,025.15 \text{ kg} < V_u = 2,699 \text{ kg} \quad \therefore \text{se requiere refuerzo por tensión diagonal}$$

**Fuerza que debe resistir los estribos**

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

$$V_{SR} = 2,699 - 2,025.15 = 673.26 \text{ kg}$$

**Se proponen estribos del # 2.5 en 2 ramas**

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

$$S = \frac{F_R A_v f_y d}{V_{SR}}; \quad S = \frac{(0.8)(0.98)(4200)(38)}{673.26} = 185.9 \text{ cm}$$

**Limitaciones según RCDF**

$$_ S \geq 6 \text{ cm}$$

$$1.5 F_R b d \sqrt{f^* c} = (1.5)(0.8)(15)(38) \sqrt{200} = 9,678 \text{ kg} > V_u > V_{CR}$$

$$S_{\max} = (0.5)(38) = 19 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 19 \text{ cm} < S_{\text{cal}} = 185.9 \text{ cm}$$

∴ Se colocarán estribos # 2.5 @ 18.00 cm c.a.c.

**Deflexiones****Deflexiones inmediatas****Módulo de elasticidad del concreto y el acero**

$$E_c = 10,000 \sqrt{250} = 158,113.88 \text{ kg/cm}^2; \quad E_s = 2,000,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = \frac{E_{\text{acero}}}{E_{\text{concreto}}}; \quad n = \frac{2,000,000.00}{158,113.88} = 12.649$$

**Sección transformada**

$$A_s = 3.25 \text{ cm}^2; \quad n A_s = (12.649)(3.25) = 41.11 \text{ cm}^2$$

**Profundidad del eje neutro**

$$b c \left( \frac{c}{2} \right) = n A_s (d - c)^2; \quad \frac{bc^2}{2} + n A_s c - n A_s d = 0$$

$$7.5c^2 + 41.11c - 1562.17d = 0$$

**Resolviendo ecuación**

$$c = 11.95 \text{ cm}$$

**Momento de Inercia (con respecto al eje neutro)**

$$I_{ag} = \frac{b c^3}{3} + n A_s (d - c)^2; \quad I_{ag} = \frac{(15)(11.95^3)}{3} + (41.11)(38 - 11.95)^2 = 36,429.53$$

$$\delta_{m\acute{a}x} = \frac{5 w l^4}{384 E I}; \quad \delta_{m\acute{a}x} = \frac{(5)(1,212)(406^4)}{(384)(158,113.88)(36,429.53)} = 0.74 \text{ cm}$$

**Deflexiones diferida**

Cambiando la carga de servicio, para el cálculo de flechas diferidas. En losa de azotea con pendiente menor a 5 %,  $W = 15 \text{ kg/cm}^2$

**Tramo A-C**

_ Longitud del Tramo =	4.06 m
_ Área tributaria 1 =	3.901 m <sup>2</sup>
_ Área tributaria 2 =	2.216 m <sup>2</sup>
_ Peso de la losa =	0.652 t/m <sup>2</sup>
_ Peso por ml =	0.98 t/m
_ Peso de la trabe =	0.14 t/m

**Losa de azotea (tablero XIII y XIV)**

CM de la losa de entpiso =	0.597 t/m <sup>2</sup>
Cadic =	0.040 t/m <sup>2</sup>
CV para flechas diferidas =	0.015 t/m <sup>2</sup>
<b>Carga de servicio =</b>	<b>0.652 t/m<sup>2</sup></b>

**\_ Descarga total = 1.13 t/m**

**Cálculo del factor que toma en cuenta el periodo en que la deflexión ya no varía**

$$\rho' = 0.0045 \quad \left( \frac{2}{1 + 50\rho'} \right) = \left( \frac{2}{1 + ((50)(0.0045))} \right) = 1.636$$

**Cálculo del deflexión con la carga para flechas diferidas**

$$\delta = \frac{5 w l^4}{384 E I}; \quad \delta = \frac{5 (1,300)(406^4)}{(384)(158,113.88)(36,429.53)} = 0.98 \text{ cm}; \quad \delta_{\text{dif}} = (0.982)(1.1639) = 1.13 \text{ cm}$$

**Deflexión total**

Suma de deflexión inmediata con deflexión diferida.

$$\delta_{\text{total}} = \delta_{\text{inm}} + \delta_{\text{diferida}} \quad \delta_{\text{total}} = 0.74 + 1.13 = 1.87 \text{ cm}$$

**Deflexión admisible**

Para miembros que no afecten elementos no estructurales.

$$\delta_{\text{adm}} = \frac{L}{240} + 0.5 \text{ cm}; \quad \delta_{\text{adm}} = \frac{406}{240} + 0.5 \text{ cm} = 2.19 \text{ cm}$$

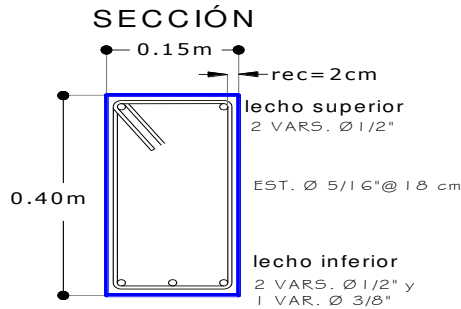
Comparando resultados

$$\delta_{\text{adm}} = 2.19 \text{ cm} > \delta = 1.87 \text{ cm} \quad \boxed{\therefore \text{ Se acepta la sección}}$$

**Requisitos complementarios en trabes****1.- Recubrimiento**

El recubrimiento de toda barra de refuerzo no será menor que su diámetro, ni menor en columnas y trabes de 2cm, si las barras forman paquetes el recubrimiento libre no será menor que 1.5 el diámetro de la barra mas gruesa del paquete.

\_  $\emptyset$  de la barra mas gruesa = 1.27 cm       $rec = 2\text{ cm} > 1.27\text{ cm} \therefore$  Se acepta

**2.- Anclaje**

Longitud de desarrollo debe cumplir con la siguiente condición

$$L_d = \frac{a_s f_y}{3(c + ktr)\sqrt{f'c}} \geq 0.11 \frac{d_b f_y}{\sqrt{f'c}}$$

donde:

$a_s$  = área de acero de la barra mas grande,  $a_s = 1.27\text{ cm}^2$

$c$  = separación o recubrimiento, úsese el menor de los valores siguientes

a) Distancia del centro de la barra a la superficie de concreto mas próxima (recubrimiento a ejes de varillas)  $c = 2\text{ cm}$

$$c_1 = \frac{b - 2rec}{No. \text{ var} - 1}; \quad c = \frac{15 - (2)(2)}{3 - 1} = 5.5\text{ cm}$$

b) La mitad de la separación entre centros de barras

$$c_2 = \frac{c_1}{2}; \quad c_2 = \frac{5.5}{2} = 2.75\text{ cm} \quad \therefore \text{ Se utilizará } c = 2.75\text{ cm}$$

$ktr$  = Índice de refuerzo transversal y las NTC permiten suponer al valor  $ktr = 0$

Calcular condición

$$L_d = \frac{(1.27)(4200)}{(3)(2.75 + 0)\sqrt{250}} = 49.54\text{ cm}; \quad 0.11 \frac{(1.27)(4200)}{\sqrt{250}} = 37.10\text{ cm} \quad \therefore \text{ Se utilizará } L_d = 49.54\text{ cm}$$

**Multiplicar por factor(es).**

\_ 0.8 barras de diámetro menor a 1.91 cm

\_ 1.3 varilla con mas de 30 cm debajo

\_ Acero de flexión en exceso

$$\frac{As_{requerida}}{As_{proporcionada}} = \frac{2.71}{3.25} = 0.833; \quad L_d = (49.54)(0.8)(1.3)(0.833) = 42.92\text{ cm}$$

En la practica  $L_{db}$  la podemos calcular

$$L_d = 40db = (40)(1.127) = 50.8\text{ cm} \quad \text{Considerando la mayor, } L_d = 50.8\text{ cm}$$

**Los traslapes deberán tener una longitud mínima de:**

$$L_t \geq (0.01 f_y - 6)db; \quad L_t = ((0.01)(4200) - 6)(1.27) = 45.72\text{ cm}$$

$$L_t \geq 1.33 L_d; \quad L_t = (1.33)(50.8) = 67.56\text{ cm} \quad \therefore \text{ Se utilizara } L_t = 70\text{ cm}$$



### III.7. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA TRABE CONTINUA

#### TRABE T-1

##### Transmisión de cargas

- Las cargas que actúan sobre la trabe T-1 son:
- Losa de azotea
  - Peso propio de pretil
  - Peso propio de la trabe
  - Descarga de la trabe T-3

##### a).- Losa de azotea

###### Tramo A - C

- \_ Área tributaria 1 = 3.822 m<sup>2</sup>
- \_ Longitud del tramo = 4.06 m
- \_ Peso de la losa = 0.737 t
- \_ Wazotea = At w = 2.817 t
- \_ Descarga por ml = 0.694 t/m

Descarga total tramo A - B por ml =  $0.694 + 0.273 = 0.966$  t/m

Descarga total tramo B - C por ml = 0.694 t/m

###### Tramo C - D

- \_ Área tributaria 1 = 2.088 m<sup>2</sup>
- \_ Longitud del Tramo = 3.04 m
- \_ Peso de la losa = 0.515 t/m<sup>2</sup>
- \_ Wazotea = At w = 1.075 t

Descarga total tramo C - D por ml = 0.354 t/m

##### b).- Peso propio de pretil

###### Tramo A - B

- \_ Longitud del pretil = 3.28 m
- \_ Altura del pretil = 1.20 m
- \_ Área del pretil = 3.936
- \_ w muro = 0.270 t/m<sup>2</sup>
- \_ W pretil = 1.063 t

Descarga por ml = 0.324 t/m

###### Tramo A - B

- \_ Área tributaria 2 = 1.736 m<sup>2</sup>
- \_ Longitud del tramo = 3.28 m
- \_ Peso de la losa = 0.515 t/m<sup>2</sup>
- \_ Wazotea = At w = 0.894 t
- \_ Descarga por ml = 0.273 t/m

###### Tramo B - C

- \_ Longitud del pretil = 0.80 m
- \_ Altura del pretil = 1.20 m
- \_ Área del pretil = 0.960 m<sup>2</sup>
- \_ w muro = 0.270 t/m<sup>2</sup>
- \_ W pretil = 0.259 t

Descarga por ml = 0.324 t/m

##### c).- Peso propio de la trabe.

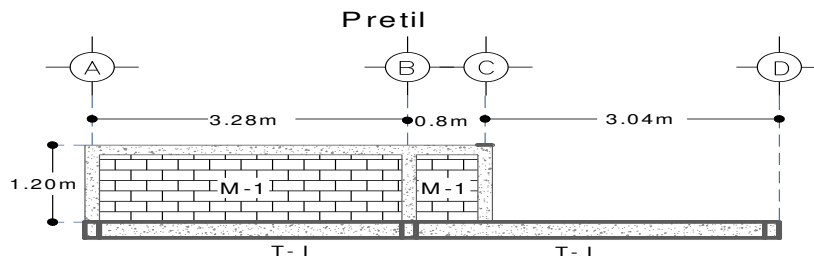
- Proponiendo trabe de 20 x 30 cm  
 WPP = b h P Vol. del concreto  
 WPP = (0.2)(0.3)(2.4) = 0.14 t/m

##### d) Descarga de la trabe T-3

- \_ Eje 14-C
- \_ P = 3.27 t

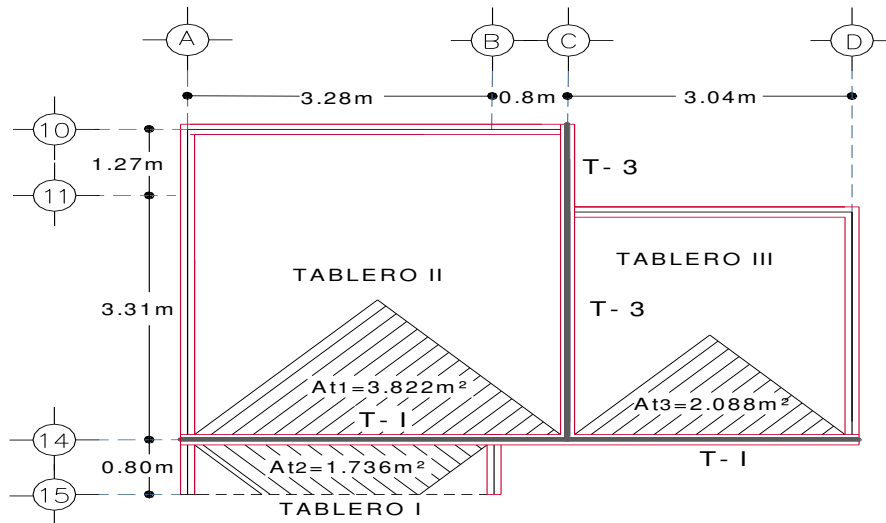
##### Descarga total = Peso azotea + Peso pretil + Peso trabe

- \_ Descarga total tramo A - B =  $0.966 + 0.324 + 0.14 = 1.434$  t/m
- \_ Descarga total tramo B - C =  $0.694 + 0.324 + 0.14 = 1.162$  t/m
- \_ Descarga total tramo C - D =  $0.354 + 0.000 + 0.14 = 0.498$  t/m
- \_ Descarga en el eje 14-C = 3.27 t

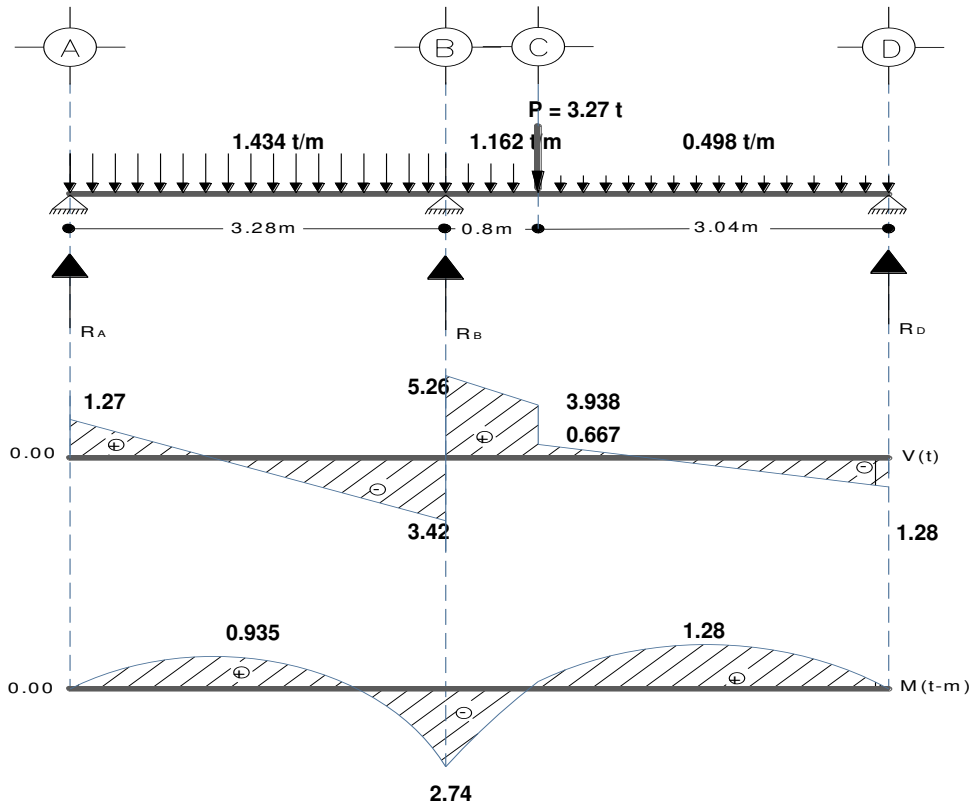




### Trabe T-1



### Diagramas de V y M



**Diseño por flexión****Datos**

H = 30 cm  
 b = 20 cm  
 d = 28 cm  
 recubrimiento = 2 cm  
 $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

**Constantes de diseño**

FR(flexión) = 0.9  
 FR(cortante) = 0.8  
 FC = 1.4  
 $\beta = 0.85$   
 $f^*c = 200 \text{ kg/cm}^2$   
 $f''c = 170 \text{ kg/cm}^2$

**a) Momento positivo**

M max (+) = 1.280 t/m

**Momento último**

$M_u = 1.4M = (1.4)(1.280) = 1.790 \text{ t-m} = 179,000 \text{ kg-cm}$

Según el RCDF, se debe cumplir  $M_R \geq M_u$

**Cálculo del porcentaje de acero**

$$\rho = \frac{f''c}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f''c}} \right]; \quad \rho = \frac{170}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2)(179,000)}{(0.9)(20)(28^2)(170)}} \right] = 0.0031$$

**Cálculo del porcentaje de acero mínimo**

$$\rho_{\min} = 0.7 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}; \quad \rho_{\min} = 0.7 \frac{\sqrt{250}}{4200} = 0.00264$$

**Cálculo del porcentaje de acero máximo**

$$\rho_{\max} = \left[ 0.75 \left( \frac{\sqrt{250}}{4200} \right) \left( \frac{6000 \cdot 0.85}{4200 + 6000} \right) \right] = 0.0152$$

**Comparando porcentajes**

$\rho_{\min} = 0.00264 < \rho_{\text{cal}} = 0.0031 < \rho_{\max} = 0.0152$

∴ Se utilizaremos  $\rho$  diseño = 0.0031

**Área de acero**

$A_s = \rho b d$ ;  $A_s = (0.0031)(20)(28) = 1.75 \text{ cm}^2$

**Proponiendo varilla de # 4**

$$No. \text{ de Var} = \frac{A_s}{A_o}; \quad No. \text{ de Var} = \frac{1.75}{1.27} = 1.38$$

∴ Se usarán 2 var # 4 en el lecho inferior

**Comparando  $M_R$  con  $M_u$** 

$$\rho_{\text{real}} = \frac{A_s \text{ real}}{b d}; \quad \rho_{\text{real}} = \frac{(2)(1.27)}{(20)(28)} = 0.00454 \quad q = \frac{f_y}{f''c} \rho; \quad q = \frac{(4200)(0.00454)}{170} = 0.112$$

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

$$M_R = (0.9)(20)(28^2)(170)(0.112)(1 - (0.5)(0.112)) = 25,364.7 \text{ kg-cm} > 179,000 \text{ kg-cm}$$

**b) Momento negativo**

M max (-) = 2.740 t/m

**Momento último**

$M_u = 1.4M = (1.4)(2.740) = 3.836 \text{ t-m} = 383,600 \text{ kg-cm}$



**Cálculo del porcentaje de acero**

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2)(3,83600.00)}{(0.9)(20)(28^2)(170)}} \right] = 0.0071$$

**Comparando porcentajes**

$$\rho_{\min} = 0.00264 < \rho_{cal} = 0.0071 < \rho_{\max} = 0.0152$$

∴ Se usará  $\rho$  diseño = 0.0071

**Área de acero**

$$A_s = (0.0071)(20)(28) = 3.97 \text{ cm}^2$$

**Proponiendo varillas**

$$3 \text{ var } \# 4 = (3)(1.27) = 3.81 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ var } \# 3 = (1)(0.71) = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\sum = 4.52 \text{ cm}^2 > 3.97 \text{ cm}^2$$

∴ Se usarán 3 var # 4 y 1 var # 3 en el lecho superior

**comparando  $M_R$  con  $M_u$** 

$$\rho_{real} = \frac{A_s \text{ real}}{bd}; \quad \rho_{real} = \frac{4.52}{(20)(28)} = 0.0081 \quad q = \frac{f_y}{f'c} \rho; \quad q = \frac{(4200)(0.0081)}{170} = 0.199$$

$$M_R = (0.9)(20)(28^2)(170)(0.199)(1 - (0.5)(0.199)) = 432,000 \text{ kg / cm} > 383,600 \text{ kg / cm}$$

**Diseño por cortante****Cortante último, para un peralte del paño del apoyo**

$$V = 5.26 \text{ t} = 5,260 \text{ kg}$$

$$V_u = (1.4) [5.26 - (0.28 + 0.06)(1.162)] = 6.811 \text{ t} = 6,811 \text{ kg}$$

**Fuerza cortante que toma el concreto  $V_{CR}$** 

$$\rho_{real} = 0.00454 \quad \rho < 0.015 \quad V_{CR} = F_R b d (0.2 + 20\rho) \sqrt{f'c}$$

$$V_{CR} = (0.8)(20)(28)(0.2 + 20(0.00454)) \sqrt{200} = 1,841.87 \text{ kg}$$

**Comparando  $V_{CR}$  con  $V_u$** 

$$V_{CR} = 1,841.87 \text{ kg} < V_u = 6,811 \text{ kg} \text{ Por lo tanto se requiere refuerzo por tensión diagonal}$$

**Fuerza que debe resistir los estribos**

$$V_{SR} = V_u - V_{CR}; \quad V_{SR} = 6,811 - 1,841.87 = 4,969.02 \text{ kg}$$

**Separación de estribos, proponiendo del No. 2.5 en 2 ramas**

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

$$S = \frac{F_R A_v F_y d}{V_{SR}}; \quad S = \frac{(0.8)(0.98)(4200)(28)}{4,969.02} = 18.55 \text{ cm}$$

**Limitaciones según RCDF**

$$S \geq 6 \text{ cm}$$

$$1.5 F_R b d \sqrt{f'c} = (1.5)(0.8)(20)(33) \sqrt{200} = 11,200 \text{ kg} > V_u > V_{CR}$$

$$S_{\max} = (0.5)(28) = 14 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 14 \text{ cm} < S_{cal} = 18.55 \text{ cm}$$

∴ Se colocarán estribos @ 14 cm c.a.c.

**Deflexiones****Transmisión de cargas usando carga viva para flechas diferidas**

Losas de azotea horizontal	
CM de la losa de entpiso =	0.597 t
Cadic =	0.040 t
CV para de flechas diferidas =	0.015 t
<b>Carga de servicio =</b>	<b>0.652 t</b>

Losas de azotea S > 5%	
CM de la losa de entpiso =	0.435 t
Cadic =	0.040 t
CV para de flechas diferidas =	0.005 t
<b>Carga de servicio =</b>	<b>0.480 t</b>

Las Cargas que actúan sobre la trabe T-1 son:

- Losas de azotea
- Peso propio de pretil
- Peso propio de la trabe
- Descarga de la trabe T-3

**a).- Losa de azotea****Tramo A - C**

\_ Área tributaria 1 = 3.822 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 4.06 m  
 \_ Peso de la losa = 0.652 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 2.492 t  
 \_ Descarga por ml = 0.614 t/m

Descarga total tramo A - B por ml = 0.614 + 0.254 = 0.868 t/m

Descarga total tramo B - C por ml = 0.614 t/m

**Tramo C - D**

\_ Área tributaria 3 = 2.088 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 3.04 m  
 \_ Peso de la losa = 0.480 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 1.002 t

Descarga total tramo B - C por ml = 0.330 t/m

**Tramo A - B**

\_ Área tributaria 2 = 1.736 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 3.28 m  
 \_ Peso de la losa = 0.480 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 0.833 t  
 \_ Descarga por ml = 0.254 t/m

**b).- Peso propio de pretil****Tramo A - B**

\_ Longitud del pretil = 3.28 m  
 \_ Altura del pretil = 1.20 m  
 \_ Área del pretil = 3.936 m<sup>2</sup>  
 \_ w muro = 0.270 t/m<sup>2</sup>  
 \_ W pretil = 1.063 t

Descarga por ml = 0.324 t/m

**Tramo B - C**

\_ Longitud del pretil = 0.80 m  
 \_ Altura del pretil = 1.20 m  
 \_ Área del pretil = 0.960 m<sup>2</sup>  
 \_ w muro = 0.270 t/m<sup>2</sup>  
 \_ W pretil = 0.259 t

Descarga por ml = 0.324 t/m

**c).- Peso propio de la trabe.**

WPP = (0.2)(30)(2.4) = 0.14 t/m

**d).- Descarga de la trabe T-3**

P = 3.05 t

**Descarga Total = Peso azotea + Peso pretil + Peso trabe**

\_ Descarga total tramo A - B = 0.868 + 0.324 + 0.14 = 1.336 t/m

\_ Descarga total tramo B - C = 0.614 + 0.324 + 0.14 = 1.082 t/m

\_ Descarga total tramo C - D = 0.330 + 0.000 + 0.14 = 0.474 t/m

\_ Descarga de la trabe T-3 = 3.05 t

**Deflexiones inmediatas**

Con ayuda del programa SAP encontramos la deflexión inmediata para una combinación de carga muerta mas carga viva.

Claro	Longitud	$\delta_{imm}$	a una distancia
1	328 cm	0.0785 cm	140.6 cm
2	384 cm	0.2558 cm	210 cm

$$E_c = 10,000\sqrt{250} = 158113.88 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2,000,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore \delta_{imm \text{ max}} = 0.2558 \text{ cm}$$

**Deflexiones diferida**

Con ayuda del programa SAP encontramos la deflexión inmediata para una combinación de carga muerta mas carga viva para flechas diferidas.

Claro	Longitud	$\delta_{dif}$	$\rho'$	a una distancia
1	328 cm	0.0769 cm	0.0081	140.6 cm
2	384 cm	0.2359 cm	0.0081	210 cm

$$\therefore \delta_{dif \text{ max}} = 0.2359 \text{ cm}$$

Multiplicando por el factor, donde  $\rho'$  es el porcentaje de acero en la zona de compresión

$$\delta_{dif} = \delta_{dif} \left( \frac{2}{1 + 50 \rho'} \right); \quad \delta_{dif} = (0.2359) \left( \frac{2}{(1 + 50(0.0081))} \right) = 0.3358 \text{ cm}$$

**Deflexión total**

Suma de deflexión inmediata con deflexión diferida.

$$\delta_{total} = \delta_{imm} + \delta_{diferida}$$

$$\delta_{total} = 0.2558 + 0.3358 = 0.59 \text{ cm}$$

**Deflexión admisible**

Para miembros que afecten a elementos estructurales.

$$\delta_{adm} = \frac{L}{480} + 0.3 \text{ cm}$$

$$\delta_{adm} = \frac{384}{240} + 0.3 \text{ cm} = 1.10 \text{ cm}$$

$$\delta_{adm} = 0.59 \text{ cm} < \delta = 1.10 \text{ cm} \quad \therefore \text{Se acepta la sección}$$



A continuación se muestra la obtención de las cargas actuantes y los diagramas de V y M para las demás trabes

### TRABE T-2

#### Transmisión de cargas

Las cargas que actúan sobre la trabe T-2 son: a).- Losa de azotea  
b).- Peso propio de pretil  
c).- Peso propio de la trabe

#### a).- Losa de azotea

##### Tramo C - F

\_ Área tributaria 1 = 5.696 m<sup>2</sup>  
\_ Longitud del tramo = 4.99 m  
\_ Peso de la losa = 0.737 t/m<sup>2</sup>  
\_ Wazotea = At w = 5.696 x 0.737 = 4.198 t/m<sup>2</sup>  
\_ Descarga por ml = 4.198 / 4.990 = 0.841 t/m

Descarga total tramo C-D por ml = 0.841 + 0.354 = 1.195 t/m

##### Tramo C - D

\_ Área tributaria 2 = 2.088 m<sup>2</sup>  
\_ Longitud del tramo = 3.04 m  
\_ Peso de la losa = 0.515 t/m<sup>2</sup>  
\_ Wazotea = At w = 1.075 t/m<sup>2</sup>  
\_ Descarga por ml = 0.354 t/m

##### Tramo D - F

\_ Área tributaria 3 = 0.734 m<sup>2</sup>  
\_ Longitud del tramo = 1.95 m  
\_ Peso de la losa = 0.515 t/m<sup>2</sup>  
\_ Wazotea = At w = 0.734 x 0.515 = 0.378 t  
\_ Descarga por ml = 0.378 / 1.950 = 0.194 t/m

Descarga total tramo F-H por ml = 0.194 + 0.842 = 1.035 t/m

##### Tramo C - F

\_ Descarga por ml = 0.841 t/m

##### Tramo F - H

\_ Área tributaria 4 = 3.063 m<sup>2</sup>  
\_ Longitud del tramo = 3.65 m  
\_ Peso de la losa = 0.515 t/m<sup>2</sup>  
\_ Wazotea = At w = 3.063 x 0.515 = 1.577 t  
\_ Descarga por m = 1.577 / 3.650 = 0.432 t/m

Descarga total tramo H-J por ml = 0.432 + 0.434 = 0.866 t/m

\_ Área tributaria 5 = 3.075 m<sup>2</sup>  
\_ Longitud del tramo = 3.65 m  
\_ Peso de la losa = 0.515 t/m<sup>2</sup>  
\_ Wazotea = At w = 1.584 t  
\_ Descarga por ml = 0.434 t/m

#### b).- Peso propio del muro

##### Tramo F-H

\_ Longitud del muro = 4.99 m  
\_ Altura del muro = 1.08 m  
\_ Área del muro = 5.389 m<sup>2</sup>  
\_ w muro = 0.270 t/m  
\_ W muro = 1.455 t  
\_ Descarga por metro lineal = 0.292 t/m

#### c).- Peso propio de la trabe.

Proponiendo trabe de 15 x 25 cm

WPP = b h P Vol. del concreto

WPP = (0.15)(0.25)(2.4) = 0.09 t/m

#### Descarga total = Peso azotea + Peso pretil + Peso trabe

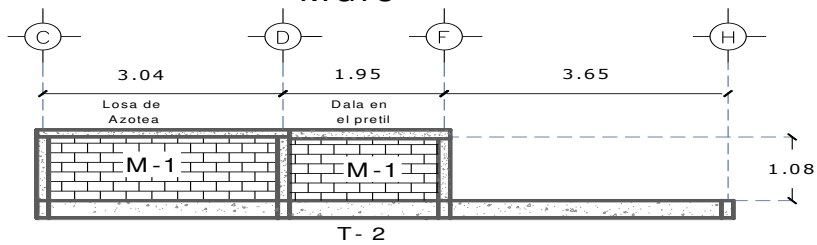
\_ Descarga total tramo C- D = 1.195 + 0.292 + 0.09 = 1.577 t/m

\_ Descarga total tramo D- F = 1.035 + 0.292 + 0.09 = 1.417 t/m

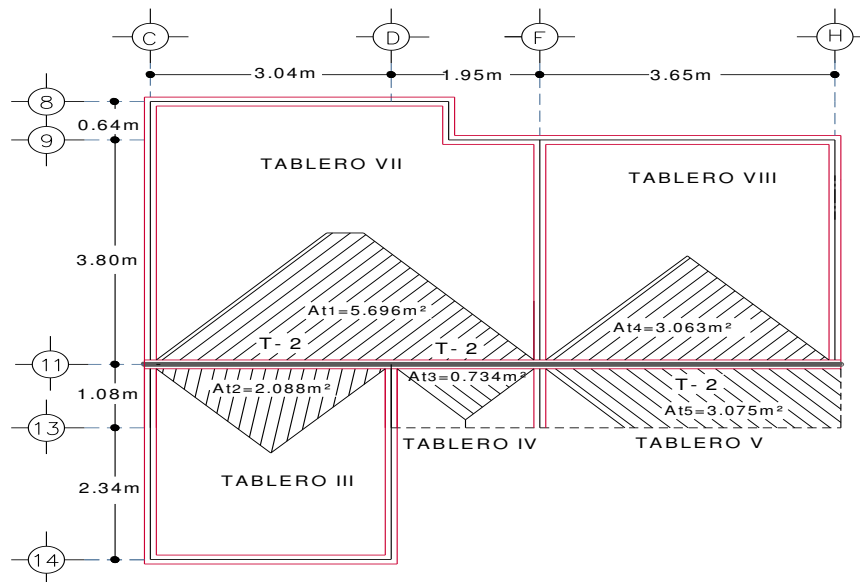
\_ Descarga total tramo F- H = 0.866 + 0.000 + 0.09 = 0.956 t/m



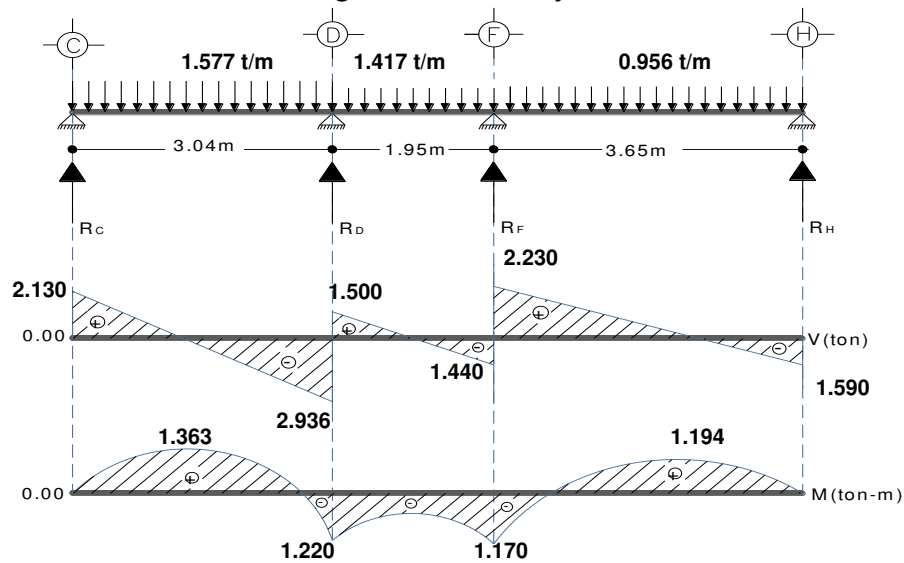
### Muro



### Trabe T-2



### Diagramas de V y M



**TRABE T-3****Transmisión de cargas**

Las Cargas que actúan sobre la trabe T-3 son:

- Losa de azotea
- Peso propio del muro
- Peso propio de la trabe
- Descarga de la trabe T-3

**a).- Losa de Azotea****Tramo 14-11**

\_ Área tributaria 1 = 2.471 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 3.31 m  
 \_ Peso de la losa = 0.515  
 \_ Wazotea = At w = 2.471 x 0.515 = 1.273 t  
 \_ Descarga por ml = 1.273 / 3.31 = 0.384 t/m

\_ Descarga total tramo 14 -11 por ml = 0.384 + 0.767 = 1.151 t/m

**Tramo 8-11**

\_ Área tributaria 3 = 4.623 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 4.44 m  
 \_ Peso de la losa = 0.737 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 4.623 x 0.737 = 3.407 t  
 \_ Descarga por ml = 3.407 / 4.44 = 0.767 t/m

\_ Descarga total tramo 14 -11 por ml = 0.767 + 0.767 = 1.534 t/m

**Tramo 10 - 8**

\_ Área tributaria 4 = 2.399 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 3.25 m  
 \_ Peso de la losa = 0.737 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 2.399 x 0.737 = 1.768 t  
 \_ Descarga por ml = 1.768 / 3.25 = 0.544 t/m

\_ Descarga total tramo 10-8 por ml = 0.554 + 0.767 = 1.311 t/m

**Tramo 8 - 5**

\_ Área tributaria 6 = 1.985 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 2.86 m  
 \_ Peso de la losa = 0.870 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 1.985 x 0.870 = 1.727 t  
 \_ Descarga por ml = 1.727 / 2.86 = 0.604 t/m

\_ Descarga total tramo 10 -7 por ml = 0.604 + 0.129 = 2.331 t/m

**Tramo 14-10**

\_ Área tributaria 2 = 4.692 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 4.51 m  
 \_ Peso de la losa = 0.737 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 3.458 t  
 \_ Descarga por ml = 0.767 t/m

**Tramo 8 - 7**

\_ Área tributaria 5 = 0.500 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 1.08 m  
 \_ Peso de la losa = 0.737 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 0.369 t  
 \_ Descarga por ml = 0.129 t/m

**b).- Peso propio del muro****Tramo 14-11**

\_ Longitud del Pretil = 3.31 m  
 \_ Altura del pretil = 0.54 m  
 \_ Área del pretil = 1.787 m<sup>2</sup>  
 \_ w muro = 0.270 t/m<sup>2</sup>  
 \_ W pretil = 0.483 t/m

\_ Descarga por metro lineal = 0.146 t/m

**c).- Peso propio de la trabe.**

Proponiendo trabe de 20 x 30 cm

WPP = b h P Vol. del concreto

WPP = (0.2)(0.30)(2.4) = 0.144 t/m



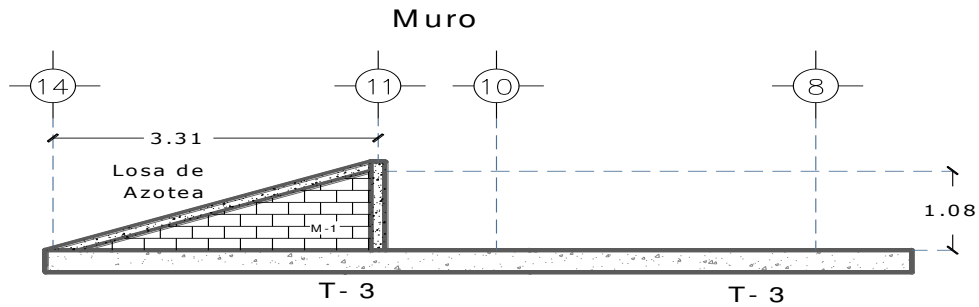
**d).-Descarga de la trabe T-3**

Eje 11-C

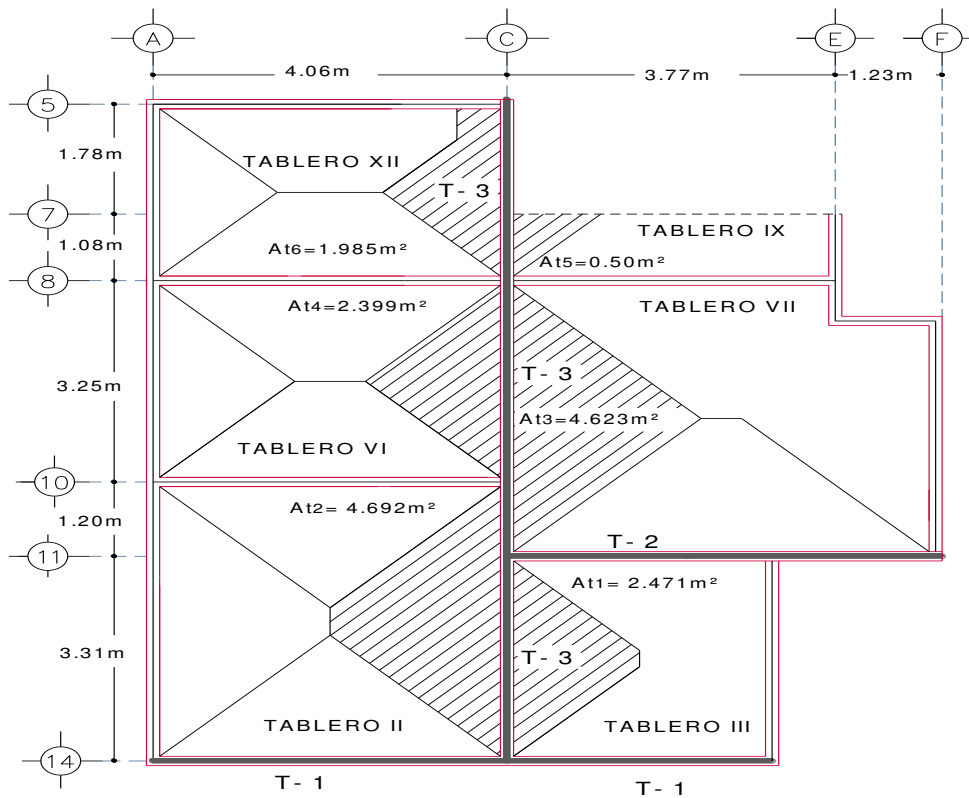
P = 2.13 t

**Descarga total**

Descarga total tramo 14-11	= 0.14 + 1.151	= 1.441 t/m
Descarga total tramo 11-10	= 0.14 + 1.534	= 1.678 t/m
Descarga total tramo 10-8	= 0.14 + 1.311	= 1.455 t/m
Descarga total tramo 8-5	= 0.14 + 2.331	= 2.475 t/m
Descarga en el eje 11-C	=	<b>2.13 t</b>

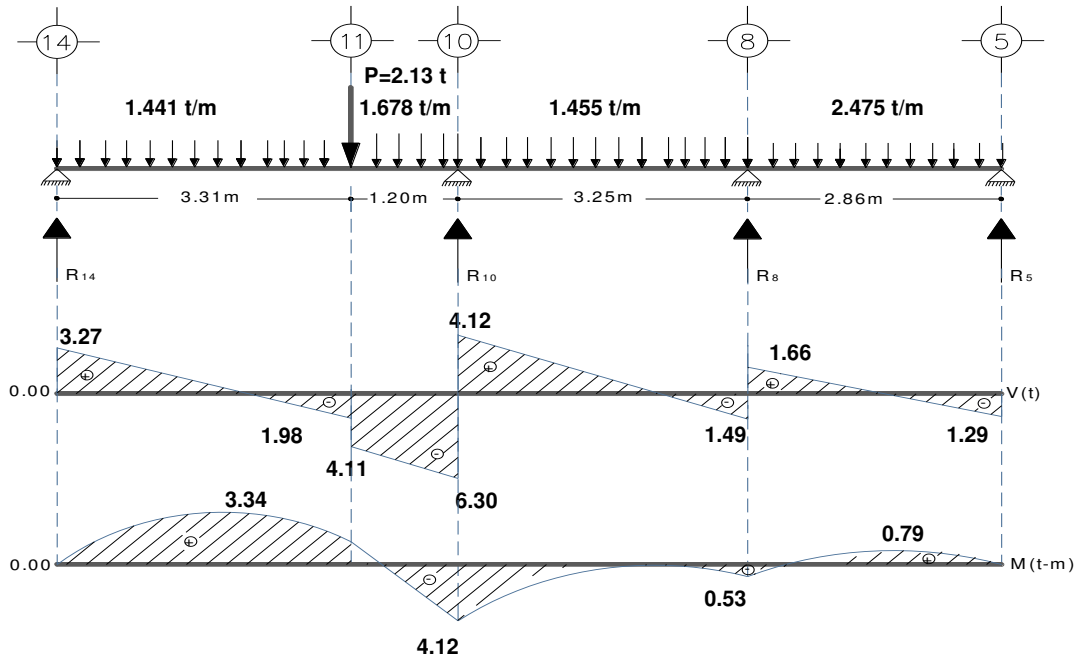


**Trabe T-3**





### Diagramas de V y M







**TRABE T-4**

**Transmisión de cargas**

Las cargas que actúan sobre la trabe T-4 son: a).- Losa de azotea  
b).- Peso propio de la trabe

**a).- Losa de azotea**

**Tramo A'-E**

_ Área tributaria 1 = 0.690 m <sup>2</sup>	_ Área tributaria 2 = 0.690
_ Longitud del tramo = 1.25 m	_ Longitud del tramo = 1.25 m
_ Peso de la losa = 0.870 t/m <sup>2</sup>	_ Peso de la losa = 0.737 t/m <sup>2</sup>
_ Wazotea = At w = 0.601 t	_ Wazotea = At w = 0.509 t
_ Descarga por ml = 0.480 t/m	_ Descarga por ml = 0.407 t/m
_ Descarga total tramo A'-E por ml = 0.480 + 0.407 = 0.887 t/m	

**Tramo E-G**

_ Área tributaria 3 = 2.615 m <sup>2</sup>	_ Área tributaria 4 = 3.267 m <sup>2</sup>
_ Longitud del tramo = 3.77 m	_ Longitud del tramo = 3.77 m
_ Peso de la losa = 0.737 t/m <sup>2</sup>	_ Peso de la losa = 0.737 t/m <sup>2</sup>
_ Wazotea = At w = 9.859 t	_ Wazotea = At w = 2.408 t
_ Descarga por ml = 2.615 t/m	_ Descarga por ml = 0.639 t/m
_ Descarga total tramo A'-E por ml = 2.615 + 0.639 = 3.254 t/m	

**b).- Peso propio de la trabe.**

Proponiendo trabe de 15 x 25 cm

WPP = b h P Vol. del concreto

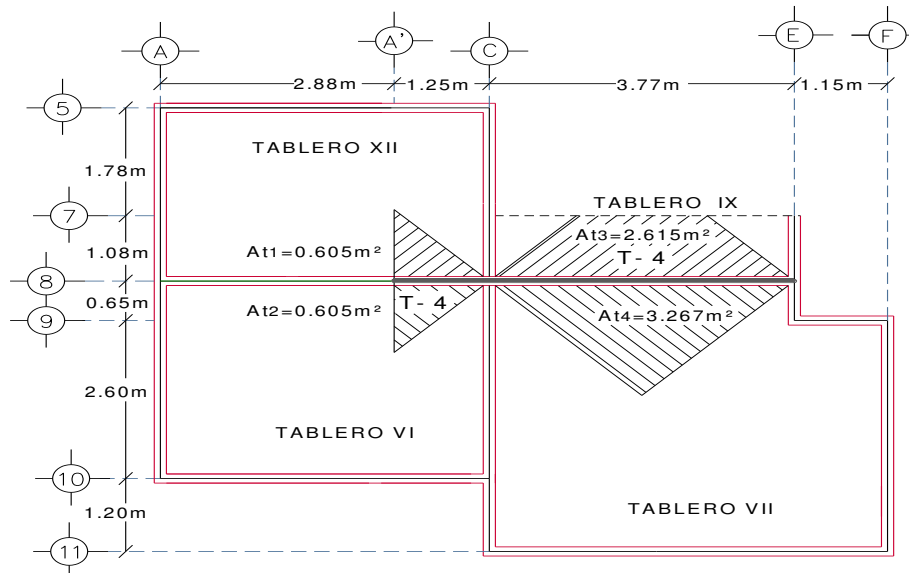
WPP = (0.15)(0.25)(2.4) = 0.09 t/m

**Descarga total por ml**

Descarga total tramo A'-E = 0.09 + 0.887 = 0.977 t/m

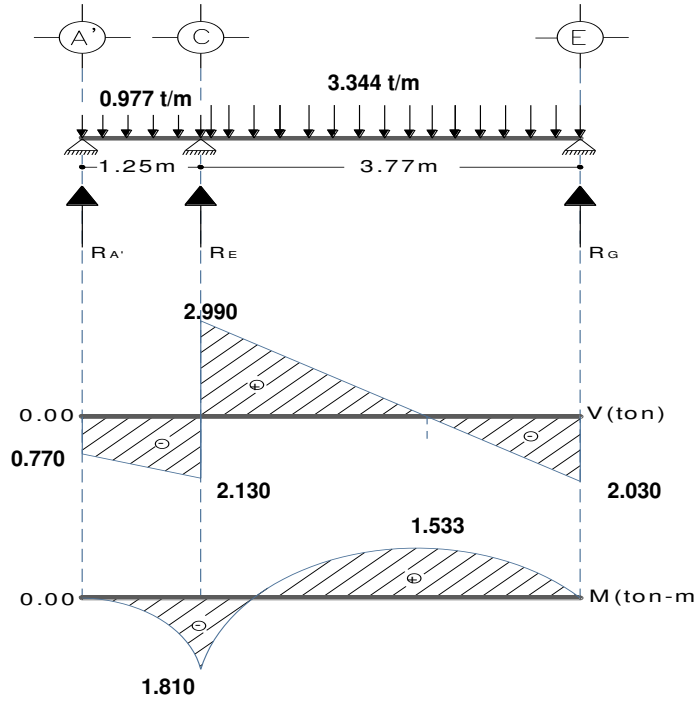
Descarga total tramo E-G = 0.09 + 3.254 = 3.344 t/m

**Trabe T-4**





### Diagramas de V y M





**TRABE T-5**

**Transmisión de cargas**

Las cargas que actúan sobre la trabe T-5 son: a).- Losa de azotea  
b).- Peso propio de la trabe.

**a).- Losa de azotea**

**Tablero X**

_ Área tributaria 1	= 3.59 m <sup>2</sup>
_ Longitud del tramo	= 3.70 m
_ Peso de la losa	= 0.737 ton/m <sup>2</sup>
_ Wazotea = At w	= 2.646 t
_ Descarga por ml	= 0.715 t/m

**Tablero XI**

_ Área tributaria 2	= 4.523 m <sup>2</sup>
_ Longitud del tramo	= 4.85 m
_ Peso de la losa	= 0.737 t/m <sup>2</sup>
_ Wazotea = At w	= 3.333 t
_ Descarga por ml	= 0.687 t/m

_ Descarga total tramo 3 - 4 por ml	= 0.000 + 0.687	= 0.687 t/m
_ Descarga total tramo 4 - 9 por ml	= 0.715 + 0.687	= 1.402 t/m

**b).- Peso propio de la trabe.**

Proponiendo trabe de 15 x 25 cm

WPP = b h P Vol. del concreto

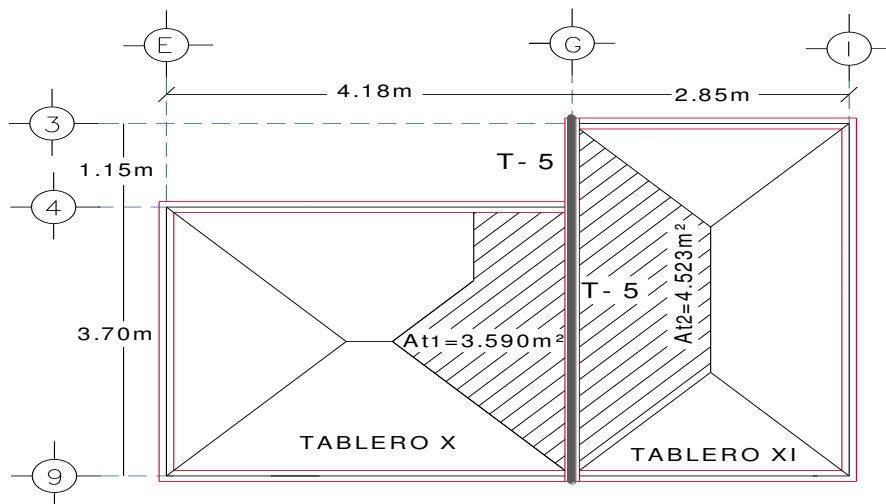
WPP = (0.15)(0.25)(2.4) = 0.090 t/m

**Descarga total por ml**

Descarga total tramo 3-4 = 0.09 + 0.687 = 0.777 t/m

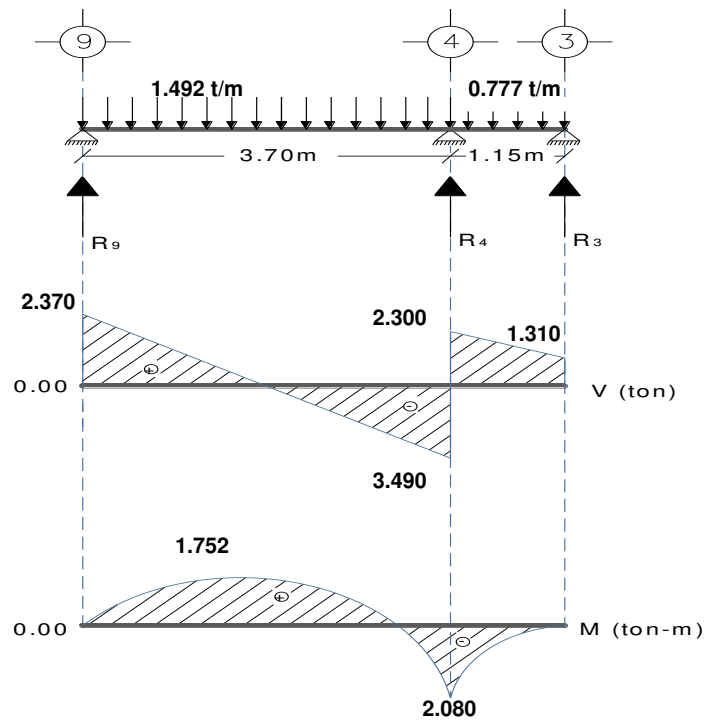
Descarga total tramo 4-9 = 0.09 + 1.402 = 1.492 t/m

**Trabe T-5**





### Diagramas de V y M





### TRABE T-7

#### Transmisión de cargas

Las cargas que actúan sobre la trabe T-7 son: a).- Losa de entrepiso

b).- Peso propio de la trabe

#### a).- Losa de entrepiso

##### Tramo A - B

- \_ Área tributaria 1 = 2.441 m<sup>2</sup>
- \_ Longitud del tramo = 3.28 m
- \_ Peso de la losa = 0.696 t/m<sup>2</sup>
- \_ Wazotea = At w = 1.699 t
- \_ Descarga por ml = 0.518 t/m

#### b).- Peso propio de la trabe.

Proponiendo trabe = 15 x 25 cm

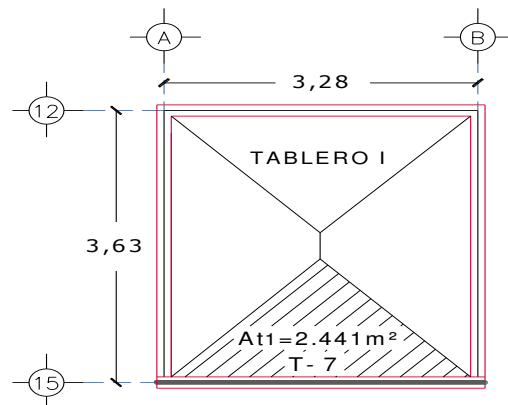
WPP = b h P Vol. del concreto

$$WPP = (0.15) (0.25) (2.40) = 0.090 \text{ t/m}$$

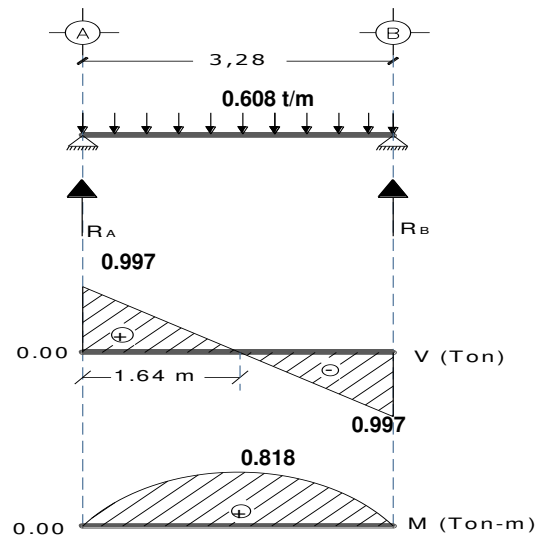
#### Descarga total por metro lineal

$$WTA-B = 0.518 + 0.090 = 0.608 \text{ t/m}$$

### Trabe T-7



### Diagramas de V y M





### TRABE T-8

#### Transmisión de cargas

Las cargas que actúan sobre la trabe T-1 son: a).- Losa de entrepiso  
b).- Peso propio de la trabe

#### a).- Losa de entrepiso

##### Tramo B - D

- \_ Área tributaria 1 = 3.309 m<sup>2</sup>
- \_ Longitud del tramo = 3.83 m
- \_ Peso de la losa = 0.870 t/m<sup>2</sup>
- \_ Wazotea = At w = 2.879 t
- \_ Descarga por ml = 0.752 t/m

#### Descarga total por metro lineal

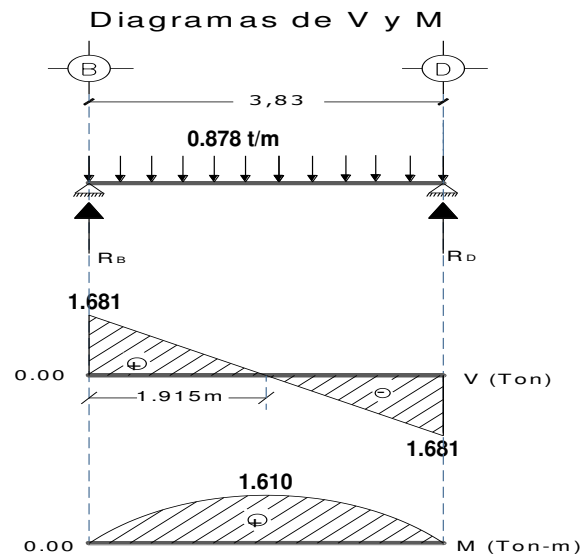
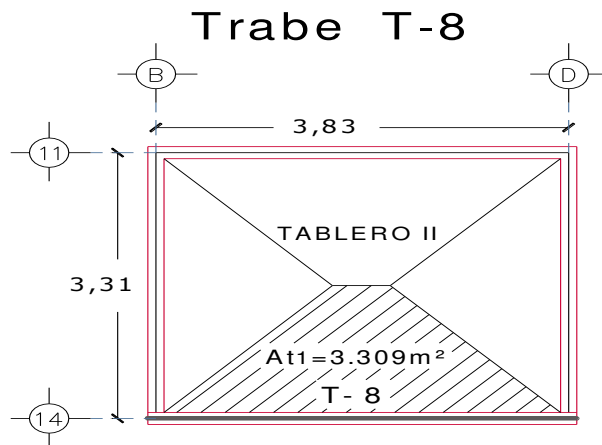
$$\boxed{WTB-D = 0.126 + 0.752 = 0.878 \text{ t/m}}$$

#### b).- Peso propio de la trabe.

Proponiendo trabe = 15 x 35 cm

WPP = b h P Vol. del concreto

$$WPP = (0.15) (0.35) (2.40) = \boxed{0.126 \text{ t/m}}$$



**TRABE T-9****Transmisión de cargas**

Las cargas que actúan sobre la trabe T-9 son:

- a).- Losa de entrepiso
- b).- Muro
- c).- Carga concentrada
- d).- Peso propio de la trabe

**a).- Losa de entrepiso****Tramo B - C**

\_ Área tributaria 1 = 0.334 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 0.79 m  
 \_ Peso de la losa = 0.710 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 0.237 t  
 \_ Descarga por ml = 0.062 t/m

**\_ Descarga total tramo B - C por ml = 0.062 + 0.261 = 0.323 t/m**

**Tramo B - D**

\_ Área tributaria 2 = 3.309 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 3.04 m  
 \_ Peso de la losa = 0.870 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 1.000 t  
 \_ Descarga por ml = 0.261 t/m

**Tramo C - F**

\_ Área tributaria 3 = 5.696 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 4.99 m  
 \_ Peso de la losa = 0.601 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 3.423 t  
 \_ Descarga por ml = 0.686 t/m

**\_ Descarga total tramo C - D por ml = 0.261 + 0.686 = 0.947 t/m**

**Tramo D - F**

\_ Área tributaria 4 = 0.734 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 1.95 m  
 \_ Peso de la losa = 0.601 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 0.441 t  
 \_ Descarga por ml = 0.226 t/m

**\_ Descarga total tramo D - F por ml = 0.226 + 0.686 = 0.912 t/m**

**Tramo C - F**

\_ Área tributaria 3 = 5.696 m<sup>2</sup>  
 \_ Descarga por ml = 0.686 t/m

**Tramo F - H**

\_ Área tributaria 5 = 3.075 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 3.65 m  
 \_ Peso de la losa = 0.601 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 1.848 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Descarga por ml = 0.506 t/m

**\_ Descarga total tramo F - H por ml = 0.506 + 0.504 = 1.011 t/m**

\_ Área tributaria 6 = 3.063 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 3.65 m  
 \_ Peso de la losa = 0.601 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 1.841 t  
 \_ Descarga por ml = 0.504 t/m

**b).- Muro (yeso mortero-mortero yeso)****Tramo B - D**

\_ Longitud del muro = 1.99 m  
 \_ Altura del muro = 2.42 m  
 \_ Área del muro = 4.816 m<sup>2</sup>  
 \_ w muro = 0.285 t/m  
 \_ W muro = 1.373 t

**\_ Descarga por ml = 0.358 t/m**

**Tramo F - H**

\_ Longitud del muro = 1.31 m  
 \_ Altura del muro = 2.42 m  
 \_ Área del muro = 3.170 m<sup>2</sup>  
 \_ w muro = 0.285 t/m  
 \_ W muro = 0.904 t

**\_ Descarga por ml = 0.258 t/m**



**c).-Carga concentrada**

En la trabe T-9, en el eje C descarga una carga concentrada, producto de la trabe T-11, que se genera en el tramo 10-11 ya que su apoyo será el eje C de la T-9

$$R_{11} = 0.033 \text{ t}$$

**d).- Peso propio de la trabe.**

Proponiendo trabe de 15 x 30 cm

WPP = b h P Vol. del concreto

$$WPP = (0.15)(0.30)(2.4) = 0.108 \text{ t/m}$$

**Descarga total por metro lineal**

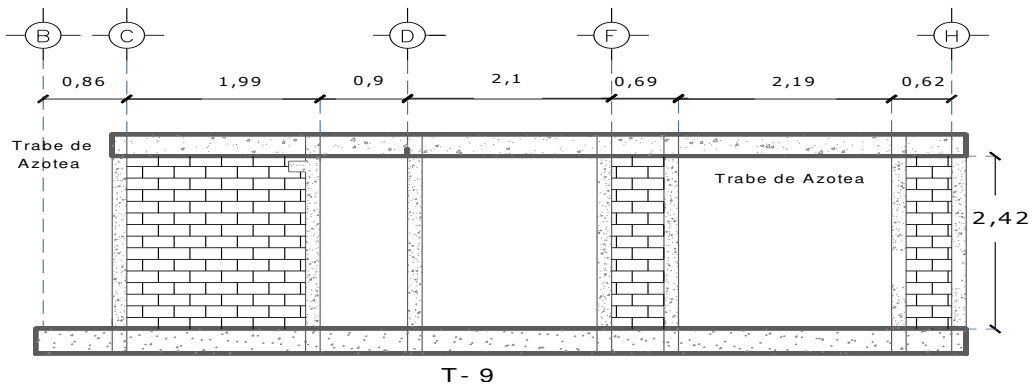
$$\text{Descarga total tramo B-D} = 0.11 + 0.323 + 0.000 = 0.431 \text{ t/m}$$

$$\text{Descarga total tramo B-D} = 0.11 + 0.947 + 0.358 = 1.055 \text{ t/m}$$

$$\text{Descarga total tramo D-F} = 0.11 + 0.912 + 0.000 = 1.020 \text{ t/m}$$

$$\text{Descarga total tramo F-H} = 0.11 + 1.011 + 0.258 = 1.119 \text{ t/m}$$

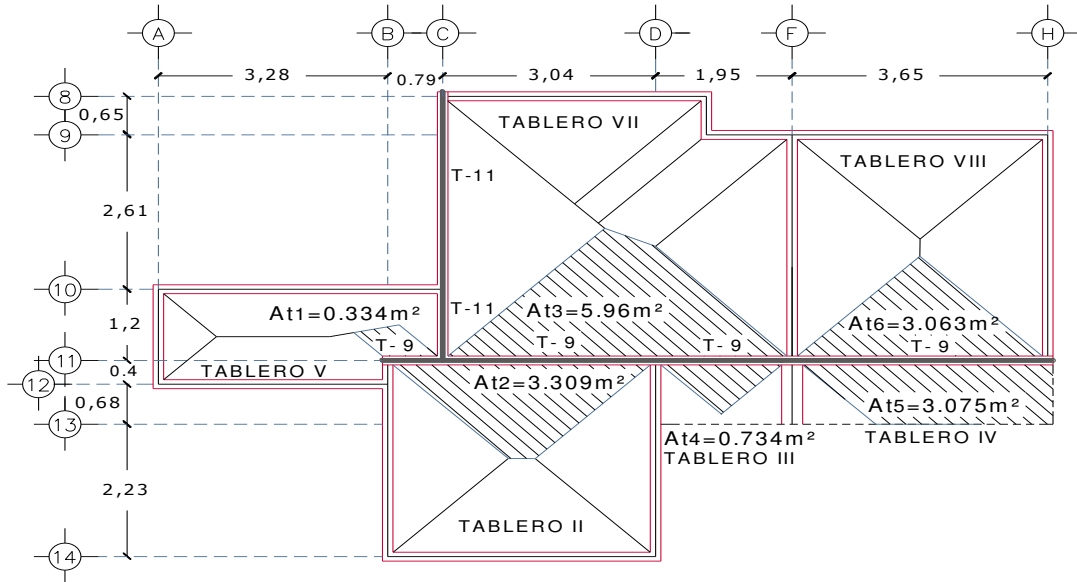
**Muro C - H**



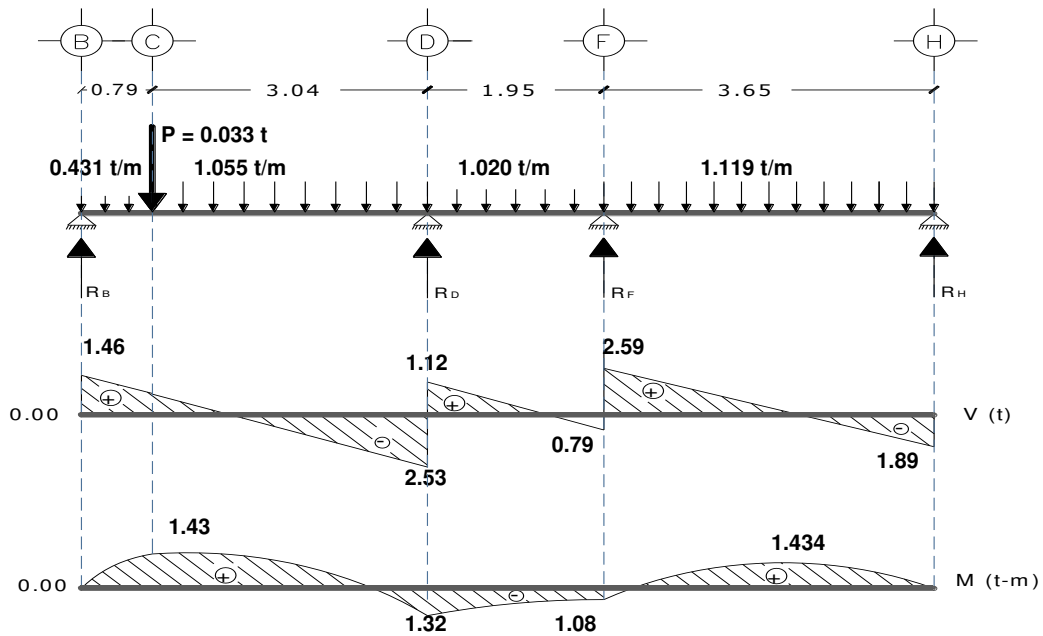




### Trabe T-9



### Diagramas de V y M





### TRABE T-10

#### Transmisión de cargas

- Las cargas que actúan sobre la trabe T-10 son:
- Losa de entrepiso
  - Losa de azotea
  - Muro de carga
  - Peso propio de la trabe

#### a).-Losa de entrepiso

##### Tablero VII

_ Área tributaria 1	= 3.331 m <sup>2</sup>
_ Longitud del tramo	= 3.80 m
_ Peso de la losa	= 0.601 t/m <sup>2</sup>
_ Wazotea = At w	= 2.002 t
_ Descarga por ml	= 0.527 t/m

Descarga Total por ml tramo 9 - 11 := 1.083 t/m
---

#### b).-Losa de azotea

##### Tablero VII

_ Área tributaria 1	= 3.515 m <sup>2</sup>
_ Longitud del tramo	= 3.80 m
_ Peso de la losa	= 0.737 t/m <sup>2</sup>
_ Wazotea = At w	= 2.591 t
_ Descarga por ml	= 0.682 t/m

Descarga Total por ml tramo 9 - 11 := 1.132 t/m
---

##### Tablero VIII

_ Área tributaria 1	= 3.518 m <sup>2</sup>
_ Longitud del tramo	= 3.80 m
_ Peso de la losa	= 0.601 t/m <sup>2</sup>
_ Wazotea = At w	= 2.114 t
_ Descarga por ml	= 0.556 t/m

##### Tablero VIII

_ Área tributaria 1	= 3.325 m <sup>2</sup>
_ Longitud del tramo	= 3.80 m
_ Peso de la losa	= 0.515 t/m <sup>2</sup>
_ Wazotea = At w	= 1.712 t
_ Descarga por ml	= 0.451 t/m

#### c).- Muro de carga (yeso mortero-mortero yeso)

##### Tramo M-1

_ Longitud del muro	= 2.65 m
_ Altura del muro	= 2.52 m
_ Área del muro	= 6.678 m <sup>2</sup>
_ w muro	= 0.285 t/m <sup>2</sup>
_ W pretil	= 1.903 t

Descarga total por ml tramo 9 - 11 == 0.501 t/m
---

#### Muro de carga (yeso mortero-mortero)

##### Tramo M-2

_ Longitud del muro	= 3.65 m
_ Altura del muro	= 0.64 m
_ Área del muro	= 2.336 m <sup>2</sup>
_ w muro	= 0.263 t/m <sup>2</sup>
_ W pretil	= 0.614 t

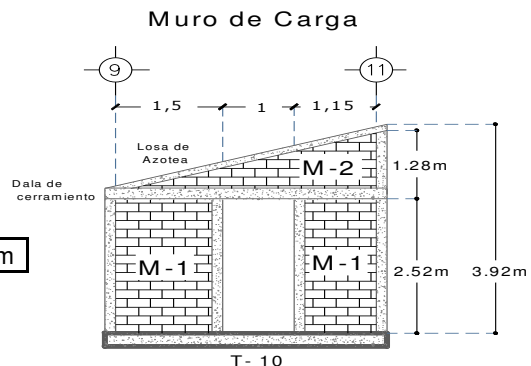
Descarga total por ml tramo 9 - 11 == 0.162 t/m
---

#### d).- Peso propio de la trabe.

Proponiendo trabe = 25 x 40 cm  
WPP = b h P Vol. del Concreto  
WPP = (0.25) (0.40) (2.4) = 0.240 t/m

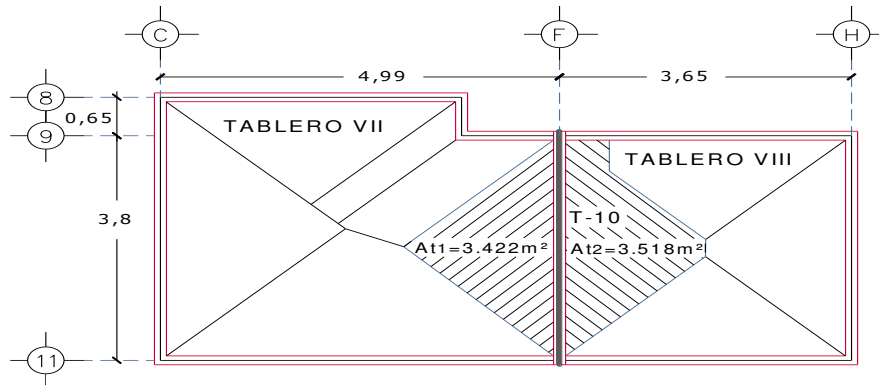
#### Descarga total por metro lineal

WT 9-11 = 1.083 + 1.132 + 0.501 + 0.162 + 0.240 = 3.118 t/m
---

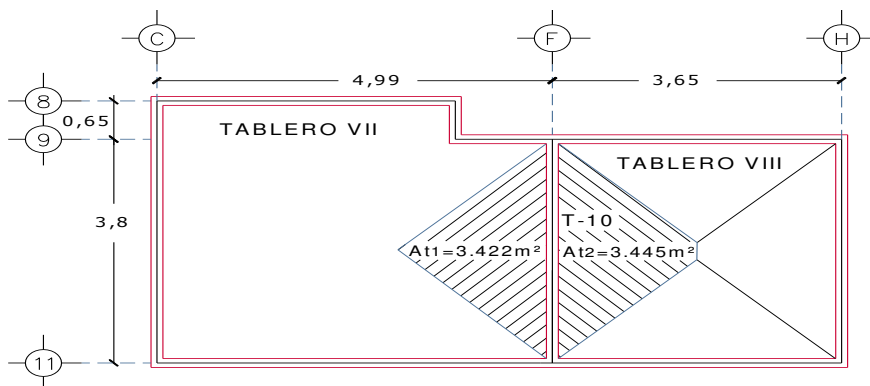




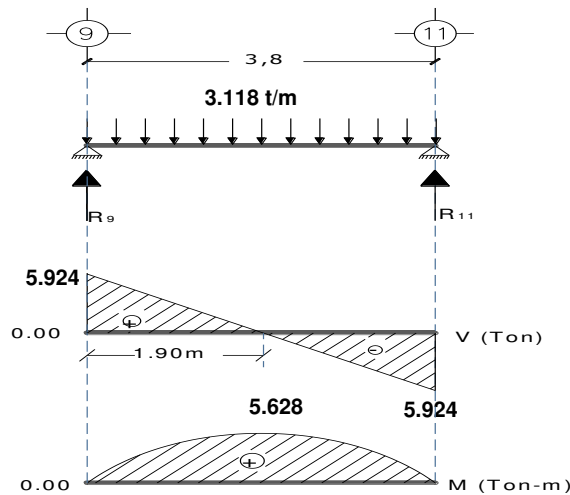
### Trabe T-10



### Losa de Azotea



### Diagramas de V y M



**TRABE T-11****Transmisión de cargas**

Las cargas que actúan sobre la trabe T-11 son: a).- Losa de entrespiso  
b).- Muro  
c).- Peso propio de la trabe

**a).- Losa de entrespiso****Tramo 1 - 2**

\_ Área tributaria 1 = 2.641 m<sup>2</sup>  
\_ Longitud del tramo = 3.40 m  
\_ Peso de la losa = 0.717 t/m<sup>2</sup>  
\_ Wazotea = At w = 1.895 t  
\_ Descarga por ml = 0.557 t/m

Descarga total tramo 1 - 2 por ml = 0.557 t/m

Descarga total tramo 2 - 5 por ml = 0.101 t/m

**Tramo 5 - 8**

\_ Área tributaria 3 = 1.823 m<sup>2</sup>  
\_ Longitud del tramo = 2.86 m  
\_ Peso de la losa = 0.868 t/m<sup>2</sup>  
\_ Wazotea = At w = 1.582 t  
\_ Descarga por ml = 0.553 t/m

Descarga total tramo 5 - 8 por ml = 0.553 + 0.105 = 0.658 t/m

**Tramo 8 - 10**

\_ Área tributaria 5 = 1.405 m<sup>2</sup>  
\_ Longitud del Tramo = 3.26 m  
\_ Peso de la losa = 0.601 t/m<sup>2</sup>  
\_ Wazotea = At w = 0.844 t  
\_ Descarga por ml = 0.259 t/m

Descarga total tramo 8 - 10 por ml = 0.259 + 0.623 = 0.882 t/m

**Tramo 10 - 11**

\_ Área tributaria 7 = 0.276 m<sup>2</sup>  
\_ Longitud del tramo = 1.20 m  
\_ Peso de la losa = 0.710 t/m<sup>2</sup>  
\_ Wazotea = At w = 0.196 t  
\_ Descarga por ml = 0.163 t/m

Descarga total tramo 10 - 11 por ml = 0.163 + 0.623 = 0.786 t/m

**b).- Losa de azotea****Tramo 1 - 2**

\_ Área tributaria 1 = 2.453 m<sup>2</sup>  
\_ Longitud del tramo = 3.48 m  
\_ Peso de la losa = 0.737 t/m<sup>2</sup>  
\_ Wazotea = At w = 1.808 t  
\_ Descarga por ml = 0.520 t/m

Descarga total tramo 1 - 2 por ml = 0.520 t/m

Descarga total tramo 2 - 5 por ml = 0.134 t/m

**Tramo 2 - 5**

\_ Área tributaria 2 = 0.473 m<sup>2</sup>  
\_ Longitud del tramo = 1.53 m  
\_ Peso de la losa = 0.725 t/m<sup>2</sup>  
\_ Wazotea = At w = 0.343 t  
\_ Descarga por ml = 0.101 t/m

**Tramo 7 - 8**

\_ Área tributaria 4 = 0.500 m<sup>2</sup>  
\_ Longitud del tramo = 1.78 m  
\_ Peso de la losa = 0.601 t/m<sup>2</sup>  
\_ Wazotea = At w = 0.301 t  
\_ Descarga por ml = 0.105 t/m

**Tramo 8 - 11**

\_ Área tributaria 6 = 4.623 m<sup>2</sup>  
\_ Longitud del Tramo = 4.46 m  
\_ Peso de la losa = 0.601 t/m<sup>2</sup>  
\_ Wazotea = At w = 2.778 t  
\_ Descarga por ml = 0.623 t/m

**Tramo 8 - 11**

Descarga por ml = 0.623 t/m

**Tramo 2 - 5**

\_ Área tributaria 2 = 0.633 m<sup>2</sup>  
\_ Longitud del tramo = 1.53 m  
\_ Peso de la losa = 0.737 t/m<sup>2</sup>  
\_ Wazotea = At w = 0.467 t  
\_ Descarga por ml = 0.134 t/m



**c).- Muro (yeso mortero-mortero yeso)**

**Tramo 5 - 8**

- \_ Longitud del muro = 2.70 m
- \_ Altura del muro = 2.40 m
- \_ Área del muro =  $((2.7)(2.4)) - ((1.6)(1.5)) = 4.080 \text{ m}^2$
- \_ w muro = 0.285 t/m<sup>2</sup>
- \_ W muro = 1.163 t

**Descarga por metro lineal = 0.431 t/m**

**Tramo 1 - 2**

- \_ Longitud del muro = 3.40 m
- \_ Altura del muro = 2.60 m
- \_ Área del muro =  $((3.4)(2.6)) - ((1.8)(1.4)) = 6.320 \text{ m}^2$
- \_ w muro = 0.285 t/m<sup>2</sup>
- \_ W Muro = 1.801 t

**Descarga por metro lineal = 0.530 t/m**

**Tramo 2 - 5**

- \_ Longitud del muro = 1.53 m
- \_ Altura del muro = 2.60 m
- \_ Área del muro = 3.978 m<sup>2</sup>
- \_ w muro = 0.285 t/m<sup>2</sup>
- \_ W muro = 1.134 t

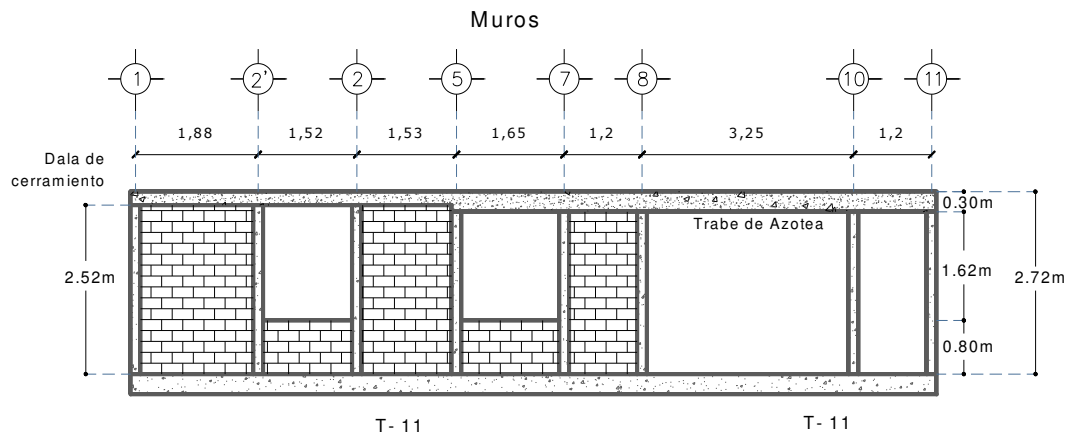
**Descarga por ml = 0.741 t/m**

**c).- Peso propio de la trabe.**

- Proponiendo trabe = 15 x 30 cm
- WPP = b h P Vol. del concreto
- WPP =  $(0.15)(0.30)(2.4) = 0.11 \text{ t/m}$

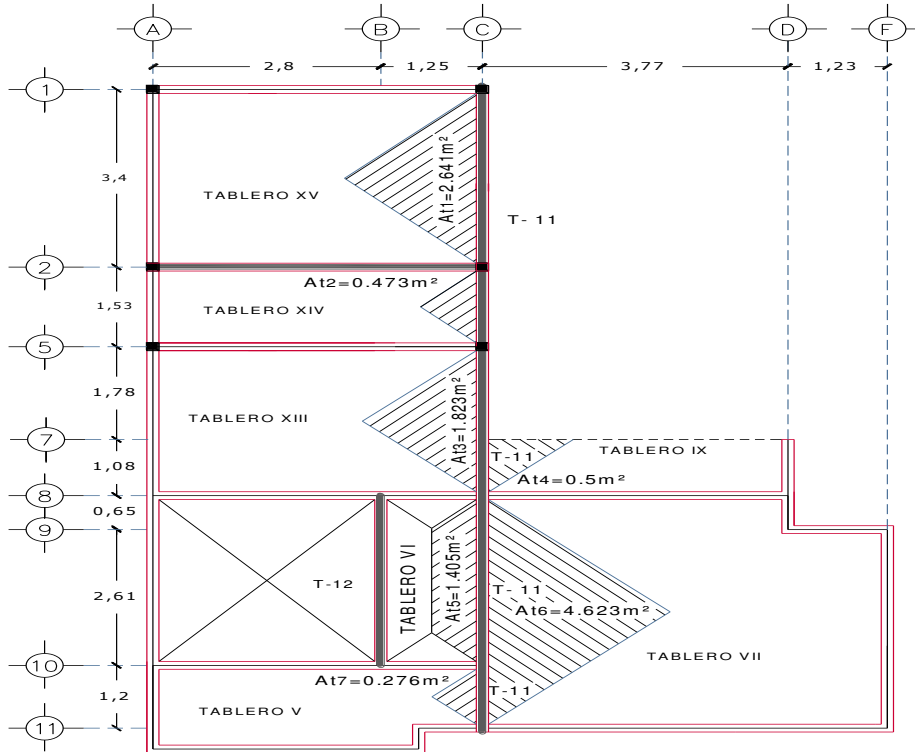
**Descarga total por metro lineal**

Descarga total tramo 1-2	= 0.11 + 1.077 + 0.530 =	<b>1.715 t/m</b>
Descarga total tramo 2-5	= 0.11 + 0.235 + 0.741 =	<b>0.343 t/m</b>
Descarga total tramo 5-8	= 0.11 + 0.658 + 0.431 =	<b>1.197 t/m</b>
Descarga total tramo 8-10	= 0.11 + 0.882 + 0.000 =	<b>0.992 t/m</b>
Descarga total tramo 10-11	= 0.11 + 0.786 + 0.000 =	<b>0.894 t/m</b>

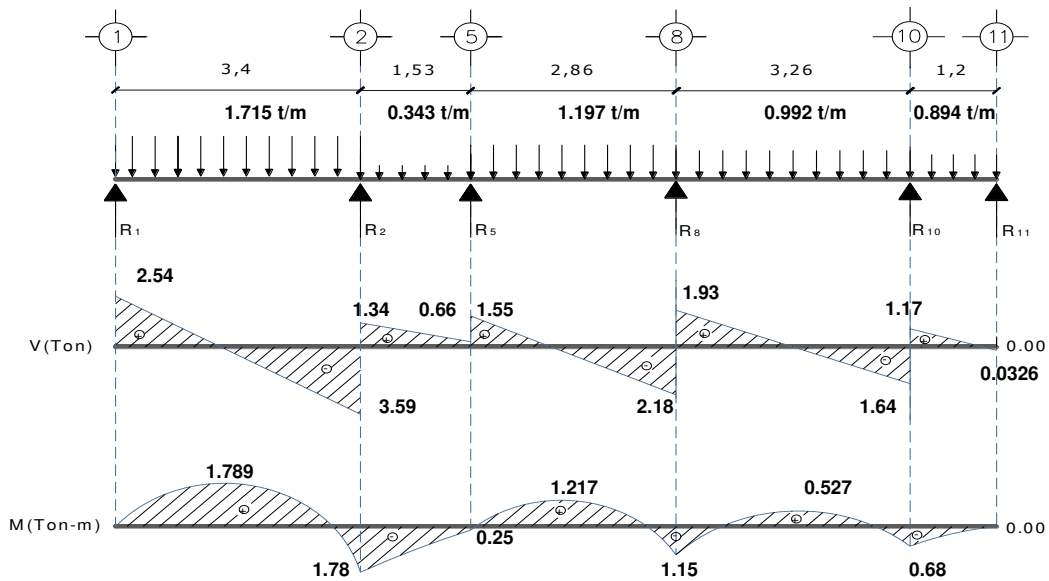




### Trabe T-11



### Diagramas de V y M





**TRABE T-12**

**Transmisión de cargas**

Las cargas que actúan sobre la trabe T-12 son: a).- Losa de entrepiso  
b).- Peso propio de la trabe

**a).- Losa de entrepiso**

**Tablero 8-10**

- \_ Área tributaria 1 = 1.403 m<sup>2</sup>
- \_ Longitud del tramo = 3.25 m
- \_ Peso de la losa = 0.601 t/m<sup>2</sup>
- \_ W azotea = At w = 0.843 t
- \_ Descarga por ml = 0.259 t/m

**Descarga total tramo 8 - 10 por ml = 0.349 t/m**

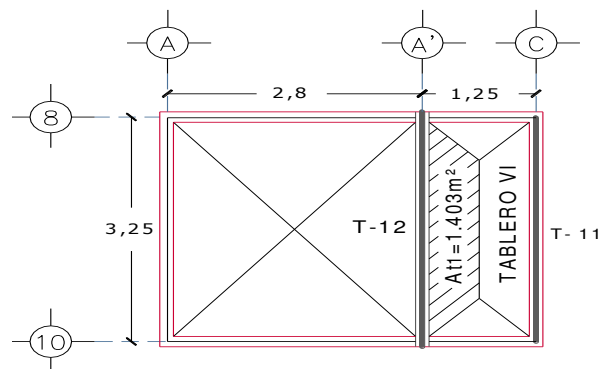
**b).- Peso propio de la trabe.**

Proponiendo trabe = 15 x 25 cm

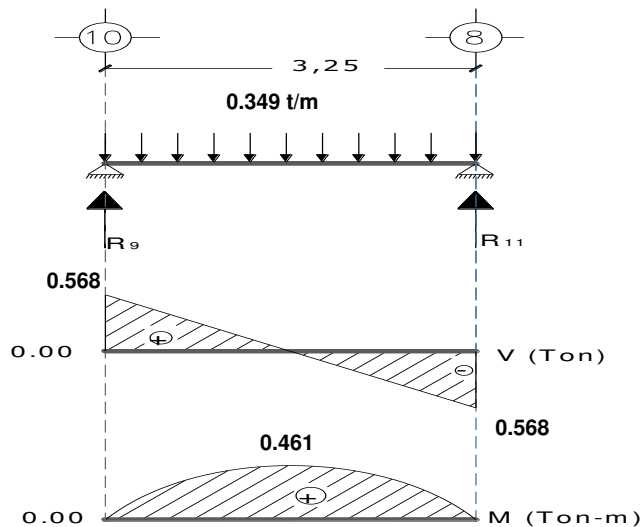
WPP = b h P Vol. del concreto

WPP = (0.15)(0.25)(2.4) = **0.090 t/m**

**Trabe T-12**



**Diagramas de V y M**





**TRABE T-13**

**Transmisión de cargas**

- Las cargas que actúan sobre la trabe T-13 son:
- a).- Losa de entrepiso
  - b).- Losa de azotea
  - c).- Peso propio del muro
  - d).- Peso propio de la trabe

**a).- Losa de entrepiso**

**Tramo E - G**

- \_ Área tributaria 1 = 4.169 m<sup>2</sup>
- \_ Longitud del tramo = 4.18 m
- \_ Peso de la losa = 0.899 t/m<sup>2</sup>
- \_ Wazotea = At w = 3.748 t

Descarga total tramo E - G por ml = 0.897 t/m

**b).- Losa de azotea**

**Tramo E - G**

- \_ Área tributaria 1 = 3.554 m<sup>2</sup>
- \_ Longitud del tramo = 4.18 m
- \_ Peso de la losa = 0.727 t/m<sup>2</sup>
- \_ Wazotea = At w = 2.584 t

Descarga total tramo E - G por ml = 0.618 t/m

**c).- Muro (yeso mortero-mortero yeso)**

**Tramo E - G**

- \_ Longitud del muro = 4.18 m
- \_ Altura del muro = 2.60 m
- \_ Área del muro = 7.484 m<sup>2</sup>
- \_ w muro = 0.285 t/m<sup>2</sup>
- \_ W muro = 2.133 t

Descarga por metro lineal = 0.510 t/m

**Descarga total por metro lineal**

WTE-G = 0.897 + 0.618 + 0.510 + 0.126 = 2.193 t/m

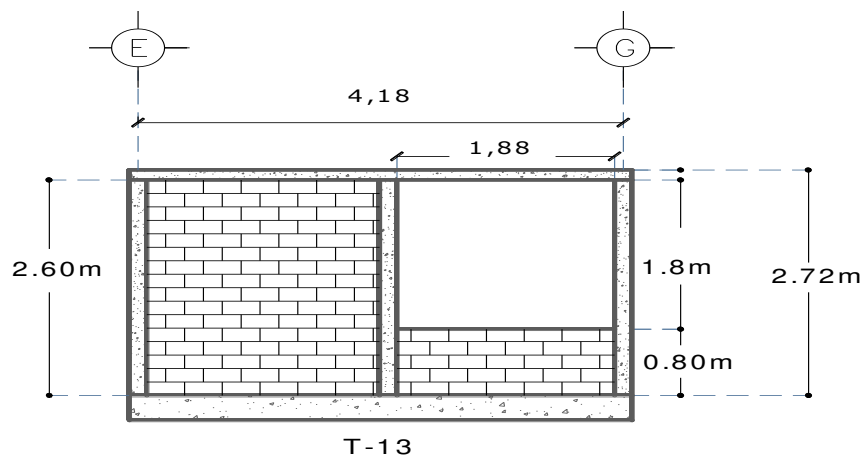
**d).- Peso propio de la trabe.**

Proponiendo trabe = 20 x 35 cm

WPP = b h P Vol. del concreto

WPP = (20)(35)(2.4) = 0.168 ton/m

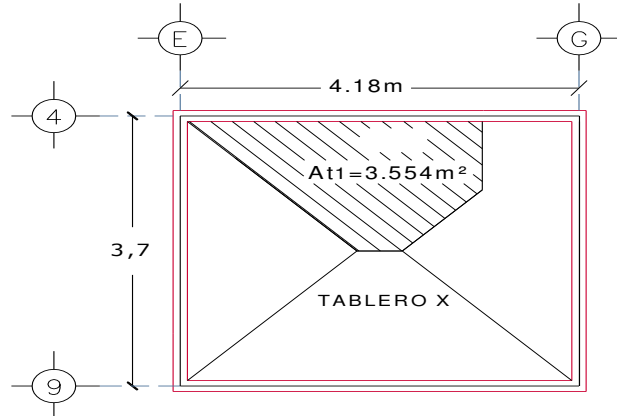
**Muros**



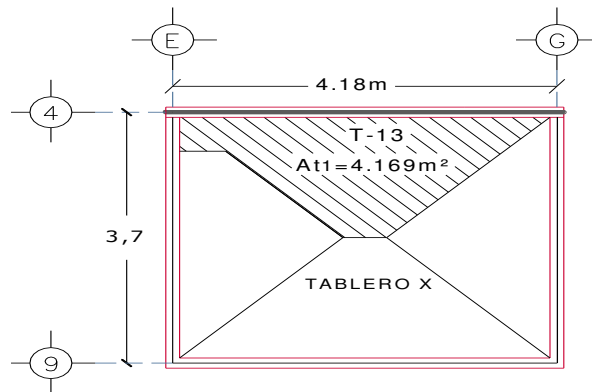




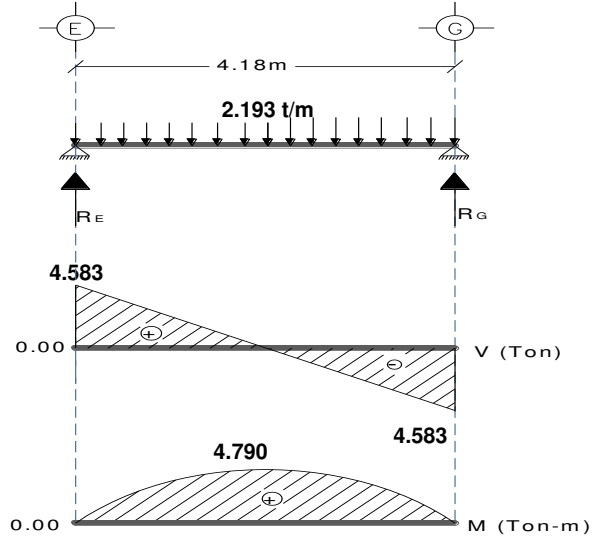
### Losa de Azotea



### Losa de Entrepiso



### Diagramas de V y M



**TRABE T-14****Transmisión de cargas**

Las cargas que actúan sobre la trabe T-14 son: a).- Losa de entrepiso  
b).- Peso propio de la trabe

**a).- Losa de entrepiso****Tramo A' - C**

_ Área tributaria 1 = 0.690 m <sup>2</sup>	_ Área tributaria 2 = 0.303 m <sup>2</sup>
_ Longitud del tramo = 1.25 m	_ Longitud del tramo = 1.25 m
_ Peso de la losa = 0.868 t/m <sup>2</sup>	_ Peso de la losa = 0.601 t/m <sup>2</sup>
_ Wazotea = At w = 0.599 t	_ Wazotea = At w = 0.182 t
_ Descarga por ml = 0.479 t/m	_ Descarga por ml = 0.146 t/m

_ Descarga total tramo A' - C por ml = 0.479 + 0.146 = 0.625 t-m
--

**Tramo C - E**

_ Área tributaria 3 = 3.267 m <sup>2</sup>	_ Área tributaria 4 = 2.615 m <sup>2</sup>
_ Longitud del tramo = 3.77 m	_ Longitud del tramo = 3.77 m
_ Peso de la losa = 0.601 t/m <sup>2</sup>	_ Peso de la losa = 0.601 t/m <sup>2</sup>
_ Wazotea = At w = 1.963 t	_ Wazotea = At w = 1.572 t
_ Descarga por ml = 0.521 t/m	_ Descarga por ml = 0.417 t/m

_ Descarga total tramo C - E por ml = 0.521 + 0.417 = 0.938 t-m
---

**b).- Peso Propio de la trabe.**

Proponiendo trabe de 15 x 25 cm

WPP = b h P Vol. del concreto

$$WPP = (0.15)(0.25)(2.4) = 0.09 \text{ t/m}$$

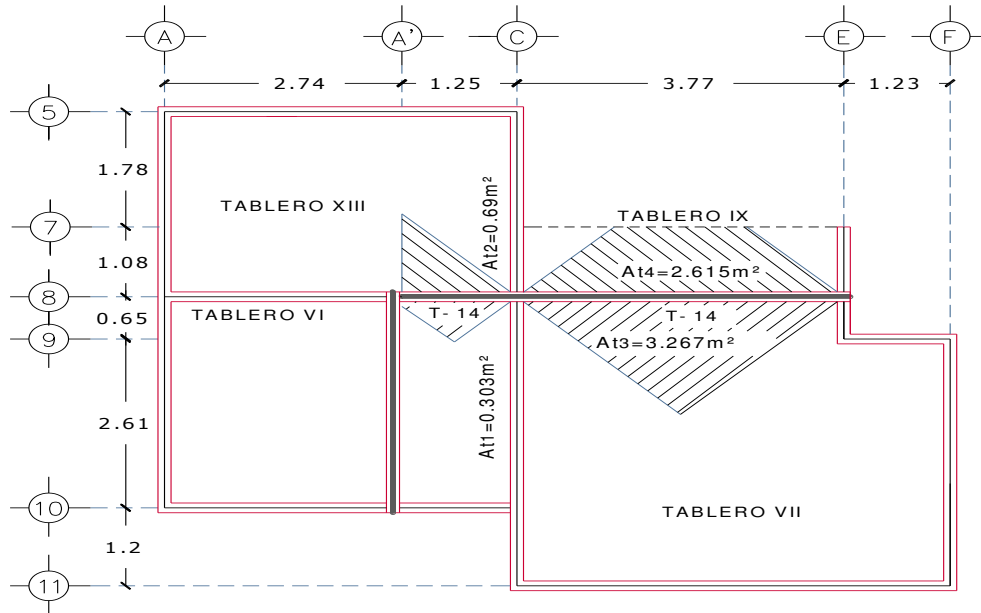
**Descarga total por metro lineal**

Descarga total tramo A'-C = 0.09 + 0.625 = 0.715 t/m
--

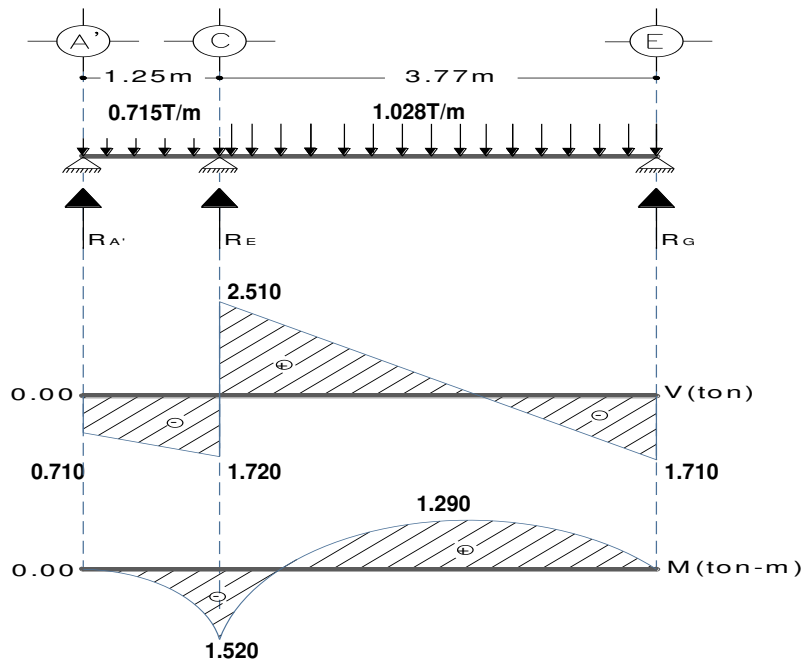
Descarga total tramo C-E = 0.09 + 0.938 = 1.028 t/m
---



### Trabe T-14



### Diagramas de V y M





**TRABE T-15**

**Transmisión de cargas**

Las cargas que actúan sobre la trabe T-15 son:

- a).- Losa de entrepiso
- b).- Losa de azotea
- c).- Muro de carga
- d).- Peso propio de la trabe

**a).-Losa de entrepiso**

**Tablero XIV**

\_ Área tributaria 1 = 2.232 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 4.06 m  
 \_ Peso de la losa = 0.725 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 1.618 t  
 \_ Descarga por ml = 0.399 t/m

**Descarga total por ml = 1.137 t/m**

**Tablero XIII**

\_ Área tributaria 2 = 3.456 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 4.06 m  
 \_ Peso de la losa = 0.868 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 2.999 t  
 \_ Descarga por ml = 0.739 t/m

**b).-Losa de azotea**

**Tablero XIII**

\_ Área tributaria 1 = 2.128 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 4.06 m  
 \_ Peso de la losa = 0.737 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 1.568 t  
 \_ Descarga por ml = 0.386 t/m

**Descarga Total por ml = 1.108 t/m**

**Tablero XII**

\_ Área tributaria 1 = 3.369 m<sup>2</sup>  
 \_ Longitud del tramo = 4.06 m  
 \_ Peso de la losa = 0.870 t/m<sup>2</sup>  
 \_ Wazotea = At w = 2.932 t  
 \_ Descarga por ml = 0.722 t/m

**c).- Muro de carga (yeso mortero-mortero yeso)**

**Tramo A - C**

\_ Longitud del muro = 3.91 m  
 \_ Altura del muro = 2.60 m  
 \_ Área del muro = ((3.91)(2.6)) - ((1)(2.2)) = 7.966 m<sup>2</sup>  
 \_ w muro = 0.285 t/m  
 \_ W pretil = 2.270 t

**Descarga por ml = 0.559 t/m**

**d).- Peso propio de la trabe.**

Proponiendo trabe = 20 x 40 cm

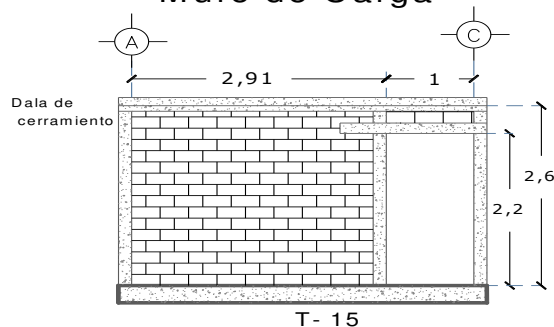
WPP = b h P Vol. del concreto

WPP = (0.2)(0.4)(2.4) = 0.192 t/m

**Descarga total por metro lineal**

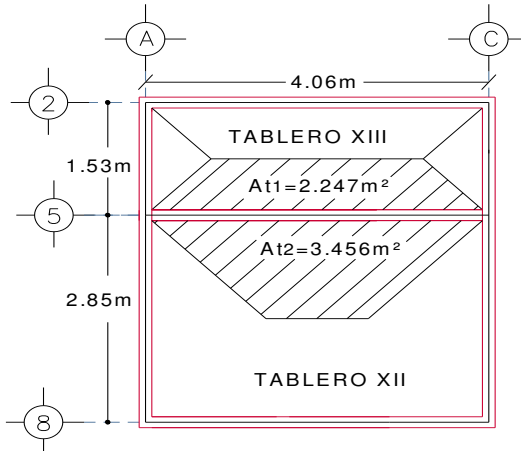
**WT 9-11 = 1.137 + 1.108 + 0.559 + 0.19 = 2.997 t/m**

**Muro de Carga**

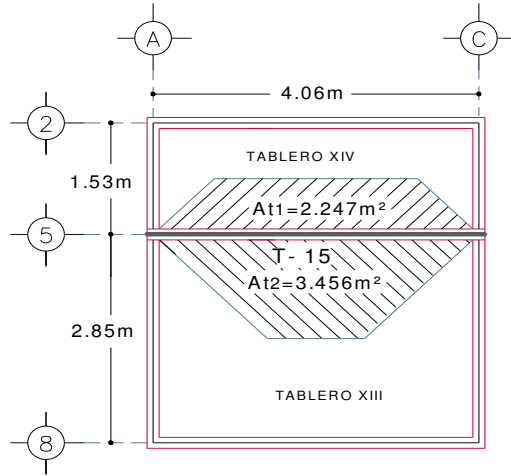




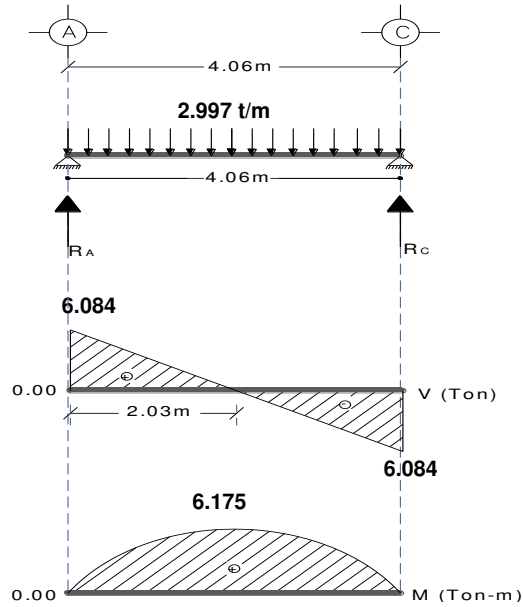
### Losa de Azotea



### Trabe T-15



### Diagramas de V y M





Con los datos obtenidos del análisis de las trabes se procederá a diseñarlas aplicando el mismo procedimiento que para las trabes T-6 y T-1. Los resultados del diseño se muestran en las siguientes tablas.

### Diseño de trabes simplemente apoyadas

Datos de Diseño

$$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

$$\rho_{\min} = 0.00126$$

$$\rho_{\max} = 0.152$$

Constantes de Diseño

$$F_R(\text{cortante}) = 0.8$$

$$F_R(\text{Flexión}) = 0.9$$

$$F_c = 1.4$$

TRABE	DIMENSIONES					DISEÑO POR FLEXIÓN POR MOMENTO POSITIVO									
	L (m)	b (cm)	H (cm)	rec (cm)	d (cm)	M <sub>max(+)</sub> (t-m)	M <sub>u</sub> (t-m)	$\rho$ calc.	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	Acero lecho inferior	$\eta$	$\rho_{\text{real}}$	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	MR (t-m)	MR > M <sub>u</sub>
T-6	4.06	15	40	2	38	2.498	3.497	0.00452	2.579	2 Vars. # 4 y 1 Var. # 3	0.141	0.00570	3.25	4.339	PASA
T-7	3.28	15	25	2	23	0.818	1.145	0.00402	1.385	2 Vars. # 4	0.182	0.00736	2.54	2.007	PASA
T-8	3.83	15	35	2	33	1.609	2.253	0.00383	1.896	2 Vars. # 4	0.127	0.00513	2.54	2.968	PASA
T-10	3.8	25	40	2	38	5.628	7.879	0.00626	5.945	2 Vars. # 6 y 1 Var. # 3	0.167	0.00675	6.41	8.440	PASA
T-12	3.25	15	25	2	23	0.461	0.646	0.00221	0.814	2 Vars. # 4	0.182	0.00736	2.54	2.007	PASA
T-13	4.18	20	35	2	33	4.790	6.706	0.00919	6.064	2 Vars. # 6 y 1 Var. # 3	0.240	0.00971	6.41	7.037	PASA
T-15	4.06	20	40	2	38	6.175	8.644	0.00890	6.761	3 Vars. # 6	0.278	0.01125	8.55	10.574	PASA

TRABE	DISEÑO POR FLEXIÓN M (-)			DISEÑO POR FUERZA CORTANTE							Refuerzo por tensión diagonal
	$\rho_{\min}$	A <sub>st</sub> (cm <sup>2</sup> )	Acero lecho superior	V (kg)	W (t/m)	V <sub>u</sub> (kg)	V <sub>CR</sub> (kg)	V <sub>SR</sub> (kg)	S (cm)	S <sub>max</sub> (cm)	
T-6	0.0024	1.35	2 Vars. # 4	2461	1.212	2698	2025.15	673.26	185.9	19.0	Estr. # 2.5 @ 18 cm
T-7	0.0024	0.81	2 Vars. # 4	997	0.608	1149	1355.38	-206.29	S max	11.5	Estr. # 2.5 @ 10 cm
T-8	0.0024	1.17	2 Vars. # 4	1681	0.878	1874	1694.79	179.09	606.7	16.5	Estr. # 2.5 @ 15 cm
T-10	0.0024	2.24	2 Vars. # 4	5924	3.118	6373	3600.02	2772.95	45.1	19.0	Estr. # 2.5 @ 18 cm
T-12	0.0024	0.81	2 Vars. # 4	568	0.349	653	1355.38	-702.38	S max	11.5	Estr. # 2.5 @ 10 cm
T-13	0.0024	1.56	2 Vars. # 4	4584	2.193	5220	2943.83	2275.80	47.7	16.5	Estr. # 2.5 @ 15 cm
T-15	0.0024	1.79	2 Vars. # 4	6083	2.997	6671	3654.33	3016.28	41.5	19.0	Estr. # 2.5 @ 18 cm



TRABE	DEFLEXIONES										
	L (m)	E <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	E <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	n	ρ'	A's (cm <sup>2</sup> )	nAs' (cm <sup>2</sup> )	nAs (cm <sup>2</sup> )	ec. Prof del eje neutro		
									c <sup>2</sup>	c	a
T-6	4.06	158113.88	2000000	12.6491	0.00446	2.54	32.129	41.1096	7.5	41.1096	-1562.17
T-7	3.28	158113.88	2000000	12.6491	0.00736	2.54	32.129	32.1287	7.5	32.1287	-738.96
T-8	3.83	158113.88	2000000	12.6491	0.00513	2.54	32.129	32.1287	7.5	32.1287	-1060.25
T-10	3.8	158113.88	2000000	12.6491	0.003	2.54	32.129	81.0808	12.5	81.0808	-3081.07
T-12	3.25	158113.88	2000000	12.6491	0.007	2.54	32.129	32.1287	7.5	32.1287	-738.96
T-13	4.18	158113.88	2000000	12.6491	0.004	2.54	32.129	81.0808	10	81.0808	-2675.67
T-15	4.06	158113.88	2000000	12.6491	0.00334	2.54	32.129	108.15	10	108.15	-4109.70

TRABE	DEFLEXIONES									
	c (cm)	I <sub>ag</sub> (cm <sup>4</sup> )	δ inm (cm)	W dif. (t/m)	f	s	δ dif (cm)	δ total (cm)	δ adm (cm)	δ per < δ total
T-6	11.950	36429.53	0.74	1.126	1.636	0.69	1.132	1.88	2.19	SE ACEPTA SECCIÓN
T-7	8.013	9788.94	0.59	0.551	1.462	0.54	0.784	1.38	1.87	SE ACEPTA SECCIÓN
T-8	9.939	21995.43	0.71	0.804	1.592	0.65	1.031	1.74	2.10	SE ACEPTA SECCIÓN
T-10	12.788	68965.76	0.78	2.915	1.764	0.73	1.281	2.06	2.08	SE ACEPTA SECCIÓN
T-12	8.013	9788.94	0.33	0.313	1.462	0.29	0.430	0.76	1.85	SE ACEPTA SECCIÓN
T-13	12.800	47065.22	1.17	0.980	1.677	0.52	0.878	2.05	2.24	SE ACEPTA SECCIÓN
T-15	14.960	79730.94	0.84	2.535	1.714	0.71	1.219	2.06	2.19	SE ACEPTA SECCIÓN



**Diseño de trabes continuas**

Datos de diseño

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

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

recubrimiento = 2 cm

$p_{min} = 0.00126$

$p_{max} = 0.152$

Constantes de diseño

$F_R(\text{cortante}) = 0.8$

$F_R(\text{flexión}) = 0.9$

$FC = 1.4$

TRABE	DIMENSIONES				DISEÑO POR FLEXIÓN POR MOMENTO POSITIVO									
	L (m)	b (cm)	H (cm)	d (cm)	$M_{max}^{(+)}$ (t-m)	$M_u$ (t-m)	$\rho$ calc.	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	Acero lecho inferior	$\eta$	$\rho_{real}$	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	MR (t-m)	MR > $M_u$
T-1	7.17	20	30	28	1.28	1.79	0.0031	1.75	2 Vars. # 4	0.112	0.00454	2.54	2.54	PASA
T-2	8.64	15	25	23	1.36	1.91	0.0070	2.40	2 Vars. # 4	0.182	0.00736	2.54	2.01	PASA
T-3	10.60	20	30	28	3.34	4.68	0.0089	4.96	2 Vars. # 4 y 1 var. # 6	0.238	0.00963	5.39	5.03	PASA
T-4	4.95	15	25	23	1.53	2.15	0.0079	2.74	2 Vars. # 4 y 1 Var. # 3	0.233	0.00942	3.25	2.50	PASA
T-5	5.02	15	25	23	1.75	2.45	0.0092	3.18	2 Vars. # 4 y 1 Var. # 3	0.233	0.00942	3.25	2.50	PASA
T-9	9.43	15	30	28	1.43	2.00	0.0048	2.01	2 Vars. # 4	0.191	0.00774	3.25	3.11	PASA
T-11	12.24	15	30	28	1.79	2.50	0.0061	2.56	2 Vars. # 4 y 1 Var. # 3	0.191	0.00774	3.25	3.11	PASA
T-14	4.18	15	25	23	1.29	1.81	0.0066	2.26	2 Vars. # 4	0.182	0.00736	2.54	2.01	PASA

TRABE	DISEÑO POR FLEXIÓN POR MOMENTO NEGATIVO									
	$M_{max}^{(-)}$ (t-m)	$M_u$ (t-m)	$\rho$ calc.	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	Acero lecho superior	$\rho'$	$A_s'$ (cm <sup>2</sup> )	$\eta$	MR (t-m)	MR > $M_u$
T-1	2.74	3.84	0.0071	3.97	3 Vars. # 4 1 Var. # 3	0.0081	4.52	0.199	4.32	PASA
T-2	1.22	1.71	0.0062	2.13	2 Vars. # 4	0.0074	2.54	0.182	2.01	PASA
T-3	4.12	5.77	0.0113	6.34	2 Vars. # 6 y 1 Var. # 3	0.0114	6.41	0.283	5.83	PASA
T-4	1.81	2.53	0.0096	3.31	3 Vars. del # 4	0.0110	3.81	0.273	2.86	PASA
T-5	2.08	2.91	0.0113	3.89	2 Vars. # 4 y 2 Var. # 3	0.0115	3.96	0.284	2.95	PASA
T-9	1.32	1.85	0.0044	1.85	2 Vars. # 4	0.0060	2.54	0.149	2.49	PASA
T-11	1.78	2.49	0.0061	2.54	2 Vars. # 4 y 1 Var. # 3	0.0077	3.25	0.191	3.11	PASA
T-14	1.52	2.13	0.0079	2.71	2 Vars. # 4 y 1 Var. # 3	0.0094	3.25	0.233	2.50	PASA





TRABE	DISEÑO POR FUERZA CORTANTE							
	V (kg)	V <sub>u</sub> (kg)	V <sub>CR</sub> (kg)	V <sub>SR</sub> (kg)	S (kg)	S <sub>max</sub> (cm)	W (t/m)	Refuerzo por tensión diagonal
T-1	5260.00	6810.89	1841.87	4969.02	18.55	14.00	1.162	Estr. # 2.5 @ 14 cm
T-2	2936.00	3470.14	1355.38	2114.76	35.81	11.50	1.577	Estr. # 2.5 @ 10 cm
T-3	5260.00	6565.27	2486.75	4078.52	22.61	14.00	1.678	Estr. # 2.5 @ 14 cm
T-4	2990.00	2828.34	1516.04	1312.30	57.71	11.50	3.344	Estr. # 2.5 @ 10 cm
T-5	3490.00	4280.25	1516.04	2764.21	27.40	11.50	1.492	Estr. # 2.5 @ 10 cm
T-9	2530.00	3039.82	1685.74	1354.08	68.09	14.00	1.055	Estr. # 2.5 @ 14 cm
T-11	3590.00	4215.85	1685.74	2530.11	36.44	14.00	1.702	Estr. # 2.5 @ 14 cm
T-14	2510.00	3096.63	1355.38	1741.25	43.49	11.50	1.028	Estr. # 2.5 @ 10 cm

TRABE	DEFLEXIONES							$\delta_{per} < \delta_{total}$
	$\delta_{inm\ max}$ (cm)	$\delta_{dif\ max}$ (cm)	f	$\delta_{dif}$ (cm)	$\delta_{total}$ (cm)	$\delta_{adm}$ (cm)		
T-1	0.26	0.2359	1.42	0.34	0.59	1.10	SE ACEPTA SECCIÓN	
T-2	0.46	0.44	1.46	0.64	1.10	2.02	SE ACEPTA SECCIÓN	
T-3	0.89	0.8399	1.27	1.07	1.96	2.38	SE ACEPTA SECCIÓN	
T-4	0.50	0.53	1.29	0.68	1.18	2.07	SE ACEPTA SECCIÓN	
T-5	0.66	0.68	1.27	0.86	1.52	2.07	SE ACEPTA SECCIÓN	
T-9	0.35	0.34	1.54	0.52	0.87	1.10	SE ACEPTA SECCIÓN	
T-11	0.34	0.32	1.44	0.46	0.80	0.99	SE ACEPTA SECCIÓN	
T-14	0.30	0.27	1.36	0.37	0.67	1.09	SE ACEPTA SECCIÓN	



# **CAPÍTULO IV**

## **REVISIÓN DE MUROS**



## DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MUROS DE MAMPOSTERÍA

Los muros de mampostería son elementos estructurales empleados frecuentemente en la construcción de diversas edificaciones, tales como estructuras de retención (de agua y de tierras), de almacenamiento (bodegas, silos, tanques), pero su mayor uso se presenta en viviendas.

Los muros comúnmente están constituidos por piezas de mampostería unidas por un material cementante llamado mortero. Cabe mencionar que ambos materiales deben cumplir con los requisitos generales establecidos en los reglamentos

Las piezas de mampostería más empleadas en la construcción de los muros pueden ser de dos tipos:

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

Ambos tipos de piezas se pueden clasificar en huecas o macizas de acuerdo con ciertas características definidas en el reglamento.

Piezas huecas: son aquellas que en su sección transversal más desfavorable tiene un área mínima de al menos el 45 % del área total y las paredes de las piezas no deben tener espesores menores de 1.5 cm.

Piezas macizas: son aquellas que en su sección transversal más desfavorable tiene un área mínima de por lo menos el 75 % del área total y las paredes de las piezas no deben tener espesores menores de 2 cm.

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

De acuerdo a la manera en que trabajan se clasifican en muros diafragma, muros de mampostería confinados y muros de mampostería reforzados.

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.

Muros de Mampostería confinados: son aquellos que se encuentran rodeados por dalas o castillos cuya función es ligar al muro, proporcionándole un confinamiento que le permita un mejor comportamiento.

Muros de mampostería reforzados: son aquellos a los que se les coloca acero de refuerzo tanto vertical como horizontalmente.



### CASTILLOS Y DALAS

Los castillos y dalas según el RDF, deberá cumplir con lo siguiente:

a) 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 que 1.5H ni 4 m, los parapetos o pretilas deberán tener castillos con una separación no mayor que 4 m.

b) Existirá una dala en todo extremo horizontal de muros, además existirán dalas en el interior del muro a una separación no mayor de 3 m y en la parte superior de parapetos o pretilas cuya altura sea superior a 50 cm.

c) Los castillos y dalas tendrá una dimensión mínima igual al espesor de muro t.

d) El concreto de castillos y dalas tendrán una resistencia a compresión,  $f'_c$ , no menor a 150 kg/cm<sup>2</sup>

e) El refuerzo longitudinal del castillo y la dala deberá dimensionarse para resistir las componentes vertical y horizontal correspondientes del puntal de compresión que se desarrolla en la mampostería para resistir las cargas laterales y verticales. En cualquier caso, estará formado por lo menos de tres barras, cuya área total sea al menos:

$$A_s = 0.2 \frac{f'_c}{f_y} t^2 \quad \text{donde:} \quad A_s = \text{área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en castillos o dalas}$$

g) Los castillos y dalas estarán reforzados transversalmente por estribos cerrados y con un área:

$$A_{sc} = \frac{100 s}{f_y hc} \quad \text{donde:} \quad A_{sc} = \text{área de los estribos}$$

hc = es la dimensión del castillo o dala en el plano del muro  
s = la separación de los estribos, s, no excederá de 1.5t ni de 20 cm

h) Cuando la resistencia de diseño a compresión diagonal de la mampostería,  $v_m^*$ , sea superior a 6 kg/cm<sup>2</sup>, se suministra refuerzo transversal, con área igual a la calculada con la expresión anterior y con una separación no mayor que una hilada dentro de la longitud  $H_o$  en cada extremo de los castillos.

$H_o$  se tomará con el mayor de H/6, 2hc y 40 cm.

### DISEÑO DE CASTILLO Y DALAS

**Aplicando estos incisos a nuestro proyecto:**

a) Se tienen muros con H que van de 2.6 m a 3.8 m donde la separación de castillos será:

$$L \leq 1.5H \quad L = (1.5)(3.8) = 5.7 \text{ m} > 4 \text{ m}$$

$$L \leq 4 \quad L = (1.5)(2.6) = 3.9 \text{ m} < 4 \text{ m}$$

∴ Se utilizará una separación de castillos no mayor a 4 m, al igual en pretilas.

b) Se tienen muros con H que van de 2.6 m a 3.8 m donde la separación de dalas será:  $L \leq 3$

∴ Al tener muros mayores a 3 m, se opta por colocar una dala intermedia, en pretilas se tiene una H = 1.2 m en los que se colocara una dala en la parte superior.

c) Se propone castillos de 15 x 12 cm, mayores al espesor del muro (t = 12 cm)

d) Se propone un  $f'_c = 150$  kg/cm<sup>2</sup>

e) Se propone 4 varillas del # 3

$$A_s = (4)(0.71) = 2.84 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0.2 \frac{f'_c}{f_y} t^2; \quad A_s = 0.2 \frac{150}{4200} 12^2 = 1.029 \text{ cm}^2$$

∴ Se acepta el armado ya que es mayor al requerido.



g) Refuerzo transversal, se propone estribo del # 2, (2 ramas)

Calculando  $s$

$$s \leq 1.5 t \quad As = (2)(0.32) = 0.64 \text{ cm}^2$$

$$s \leq 20 \text{ cm} \quad s = (1.5)(12) = 18 \text{ cm}$$

Comparando Asc

$$Asc = \frac{1000s}{fyhc}; \quad Asc = \frac{(1000)(18)}{(2530)(12)} = 0.593 \text{ cm}^2 < 0.64 \text{ cm}^2$$

∴ Se utilizarán estribos de # 2 @ 18 cm c.a.c.

h) La resistencia de diseño a compresión diagonal de la mampostería  $v^*m = 3 \text{ kg/cm}^2$ , por lo tanto se utiliza el refuerzo calculado en el inciso g.

#### Revisión de castillos por aplastamiento

El castillo deberá resistir cargas verticales, correspondientes a cargas puntuales de compresión, y la calcularemos con la siguiente expresión.

$$P_{RO} = F_R [f'c bh(1 - \rho) + fybh\rho] \quad \text{Donde: } F_R = 0.8 \text{ para estribos que confinen bien el núcleo}$$

$P_{RO}$  = carga axial resistente de diseño

#### Revisión del castillo X 8-c por aplastamiento

Con los siguientes datos:  $P = 16.61 \text{ t}$ ,  $b = 12 \text{ cm}$ ,  $h = 15 \text{ cm}$ ,  $As = 2.84 \text{ cm}^2$ ,  $\rho = 0.0158$ ,  $fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f''c = 102 \text{ kg/cm}^2$ ,  $FC = 1.1$ ,  $FR = 0.8$ .

Carga última

$$Pu = FCP; \quad Pu = (1.1)(16.61) = 18.271 \text{ t}$$

Carga resistente

$$P_{RO} = F_R [f'c bh(1 - \rho) + fybh\rho]$$

$$P_{RO} = (0.8) [(102)(12)(15)(1 - 0.0158) + (4200)(12)(15)(0.0158)] = 24,011.76 \text{ kg}$$

Comparando  $P_{RO}$  con  $Pu$

$$Pu = 18.271 \text{ t} < P_{RO} = 24.01 \text{ t}$$

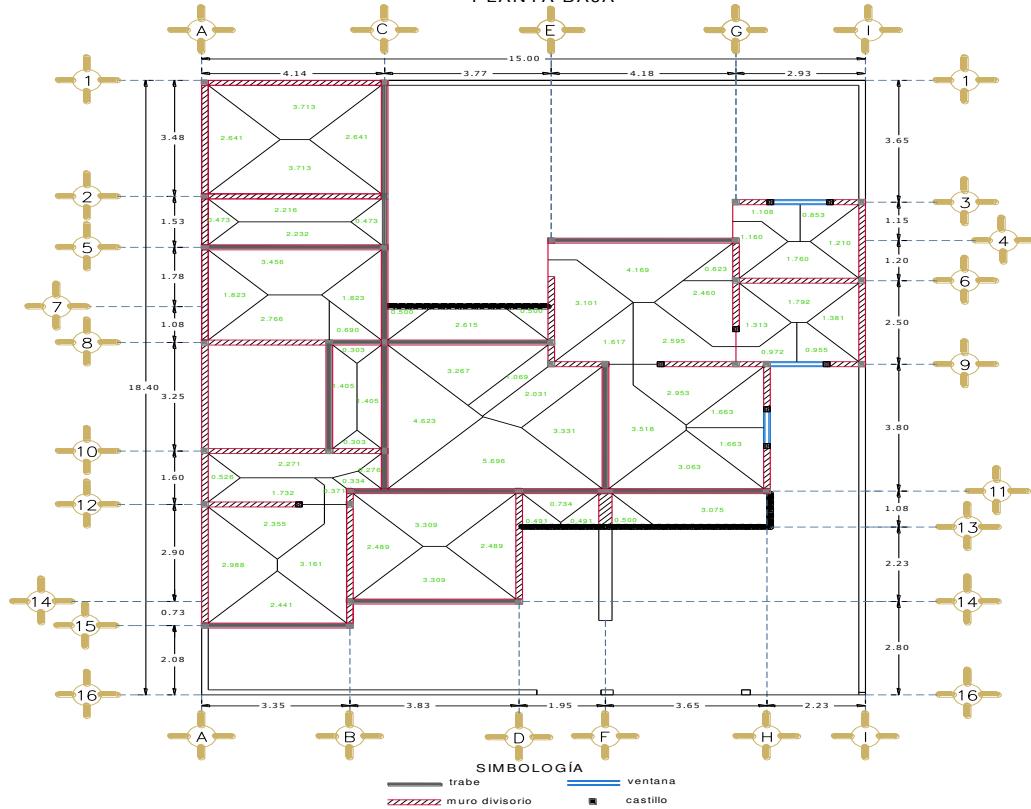
∴ Se acepta el diseño del castillo

Nota: Al tener en este proyecto castillos con cargas menores de  $P = 16.61 \text{ t}$ , se omite el cálculo, ya que sobrepasan la carga resistente ante la carga última.

A continuación se muestran los planos de áreas tributarias para muros de planta baja y planta alta.

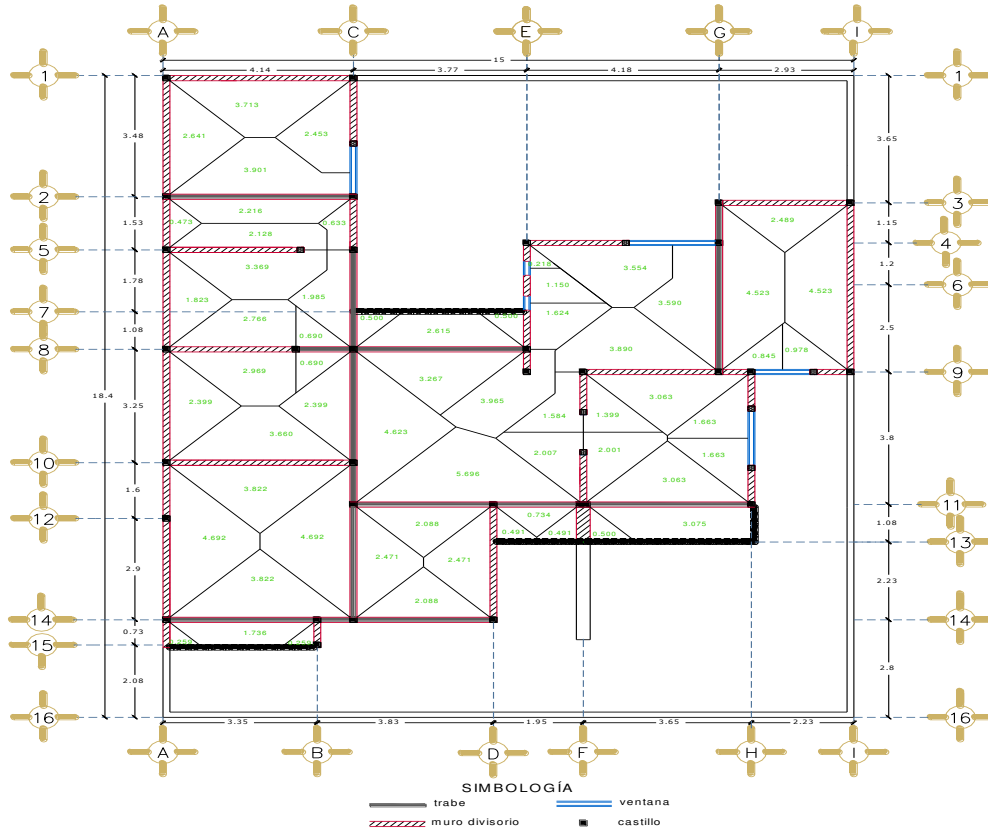


AREAS TRIBUTARIAS PARA MUROS  
PLANTA BAJA





AREAS TRIBUTARIAS PARA MUROS  
PLANTA ALTA





#### IV.1. REVISIÓN DE MUROS POR CARGA VERTICALES

El RCDF establece que la resistencia de un muro ante carga vertical debe ser mayor o igual a la carga última aplicada sobre él.  $P_R \geq P_u$

$$P_R = F_R F_E (f * m + 4) A_T$$

$$A_T = L t; \quad P_u = 1.4P$$

donde.

$P_R$  = carga vertical resistente del muro

$P_u$  = carga vertical última aplicada

$F_R$  = factor de reducción de resistencia, y vale 0.6 para muros confinados o reforzados interiormente y 0.3 para muros no confinados ni reforzados interiormente.

$f * m$  = resistencia de diseño a compresión de la mampostería, referida al área bruta

$A_T$  = área del muro en planta

Será admisible determinar las cargas verticales que actúan sobre cada muro mediante una bajada de cargas por áreas tributarias.

En el diseño, se deberán tomar en cuenta los efectos de excentricidad y esbeltez. Optativamente, se puede considerar mediante los valores aproximados del factor de reducción  $F_E$

a) Se podrá tomar  $F_E$  igual a 0.7 para muros interiores que soporten claros que no difieren en más de 50 por ciento. Se podrá tomar  $F_E$  igual a 0.6 para muros extremos o con claros que difieran en más de 50 por ciento así como para casos en que la relación entre cargas vivas y cargas muertas de diseño excede de uno. Para ambos casos, se deberá cumplir simultáneamente que:

- 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 o por otros elementos;
- 2) La excentricidad en la carga axial aplicada es 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 a 20

Cuando no se cumplan las condiciones de del inciso a, el factor de reducción se calculara con la ecuación.

$$F_E = \left(1 - \frac{2e'}{t}\right) \left[1 - \left(\frac{KH}{30t}\right)^2\right]$$

$H$  = altura libre de un muro entre elementos capaces de darle apoyo lateral;

$k$  = factor de altura efectiva del muro que se determinará según el criterio siguiente:

$k = 1$  para muros extremos en que se apoyan losas; y

$k = 0.8$  para muros limitados por dos losas continuas a ambos lados del muro.

$e'$  = excentricidad calculada para la carga vertical más una excentricidad accidental que se tomará igual a  $t/24$

$$e' = \left(\frac{t}{24}\right) + \left[\left(\frac{W_{losa}}{W_{total}}\right)\left(\frac{t}{2} - \frac{b}{3}\right)\right] \text{ donde } t \text{ es el espesor del muro y } b \text{ es longitud de apoyo de una losa soportada por el muro.}$$

A continuación se realiza la revisión ante cargas verticales de los muros: 1A-C de planta baja y el 1A-C de planta alta, el resto de los muros se muestran al final en forma de resumen en 2 tablas.

##### Datos del proyecto

$F_R = 0.60$  para muros confinados

$f m^* = 15 \text{ kg/cm}^2$  para mortero tipo II

Tabique de barro recosido 24 cm - 1 2 cm - 7 cm



**Factor de reducción por efectos de excentricidad y esbeltez**

$$\frac{H}{t} = \frac{260}{12} = 21.60 > 20 \quad \text{Por lo tanto } F_E \text{ se calculará con la siguiente expresión } F_E = \left(1 - \frac{2e'}{t}\right) \left[1 - \left(\frac{KH}{30t}\right)^2\right]$$

**Revisión del muro 1A-C ante cargas verticales****a) Planta alta****Datos del Muro**

$$L = 406 \text{ cm} \quad W_{losa} = 737 \text{ kg/m}^2$$

$$A_t = 3.713 \text{ m}^2 \quad W_{muro} = 7.41 \text{ kg/cm}$$

**Carga última aplicada**

$$P = (A_t * W_{losa}) + (h_{muro} * W_{muro}); \quad P = (737)(3.713) + (406)(741) = 5,745 \text{ kg}$$

$$P_u = 1.4P_t; \quad P_u = (1.4)(5,745) = 8,043 \text{ kg}$$

**Factor de reducción**

$$F_E = \left(1 - \frac{2e'}{t}\right) \left[1 - \left(\frac{KH}{30t}\right)^2\right]; \quad F_E = \left(1 - \frac{(2)(1.77)}{12}\right) \left[1 - \left(\frac{(0.8)(260)}{(30)(12)}\right)^2\right] = 0.47$$

**Excentricidad**

$$e' = \left(\frac{t}{24}\right) + \left[\left(\frac{W_{losa}}{W_{total}}\right) \left(\frac{t}{2} - \frac{b}{3}\right)\right]; \quad e' = \left(\frac{12}{24}\right) + \left[\left(\frac{2,736}{5,745}\right) \left(\frac{12}{2} - \frac{10}{3}\right)\right] = 1.77$$

**Carga resistente**

$$P_R = F_R F_E (f * m + 4) A_t; \quad P_R = (0.6)(0.47) (15 + 4) (12)(406) = 26,084 \text{ kg} > P_u$$

∴ El muro 1A-C resiste la carga vertical

**b) Planta baja****Datos del muro**

$$L = 408 \text{ cm} \quad W_{losa} = 717 \text{ kg/m}^2$$

$$A_t = 3.713 \text{ m}^2 \quad W_{muro} = 7.41 \text{ kg/cm}$$

**Peso de la planta alta**

$$Peso \text{ de } PA = \frac{\sum PPA}{\sum A_t PB} \quad \text{donde} \quad \sum A_t PB = \text{sumatoria del áreas tributarias de losa de planta baja}$$

$$\sum PPA = \text{sumatoria del peso total de la planta alta}$$

$$Peso \text{ de } PA = \frac{104,404.58}{70.33} = 1,484.47 \text{ kg/m}^2$$

**Carga resistente**

$$P = (A_t * W_{losa}) + (h_{muro} * W_{muro}) + (Peso \text{ de la } PA * A_t)$$

$$P = [(3.713)(717)] + [(406)(7.41)] + [(1,484.47)(3.71)] = 11,183 \text{ kg}$$

$$P_u = (1.4)(11,083) = 15,656 \text{ kg}$$

**Factor de reducción**

$$F_E = \left(1 - \frac{2e'}{t}\right) \left[1 - \left(\frac{KH}{30t}\right)^2\right]; \quad F_E = \left(1 - \frac{(2)(1.15)}{12}\right) \left[1 - \left(\frac{(0.8)(260)}{(30)(12)}\right)^2\right] = 0.54$$

**Excentricidad**

$$e' = \left(\frac{t}{24}\right) + \left[\left(\frac{W_{losa}}{W_{total}}\right) \left(\frac{t}{2} - \frac{b}{3}\right)\right]; \quad e' = \left(\frac{12}{24}\right) + \left[\left(\frac{2,662}{11,182}\right) \left(\frac{12}{2} - \frac{10}{3}\right)\right] = 1.13$$

**Carga resistente**

$$P_R = F_R F_E (f * m + 4) A_t; \quad P_R = (0.6)(0.54)(15 + 4)(12)(406) = 30,002 \text{ kg} > P_u$$

∴ El muro 1A-C resiste la carga vertical



Resumen de la revisión de muros ante cargas verticales, en planta alta y planta baja.

CARGAS VERTICALES EN PLANTA ALTA																
Muro	Long (cm)	t (cm)	At (m <sup>2</sup> )	W Losa Az (kg/m <sup>2</sup> )	Carga Tot. de la losa (kg)	h Mu-ro (m)	W muro (kg/cm)	Peso propio del muro (kg)	Carga Vertical Actuante		ea	ec	e'	FE	Pr Carga Vertical Rest. (kg)	Pr > Pu
									P(kg)	Pu(kg)						
1 A-C	406	12	3.71	737	2,736	2.60	7.41	3008	5,745	<b>8,043</b>	0.50	1.27	1.77	0.47	<b>26,084</b>	PASA
3 G-I	286	12	2.49	737	1,834	2.60	7.41	2119	3,954	<b>5,535</b>	0.50	1.24	1.74	0.47	<b>18,517</b>	PASA
4 E-G'	230	12	3.55	737	2,619	2.60	7.41	1704	4,324	<b>6,053</b>	0.50	1.62	2.12	0.43	<b>13,570</b>	PASA
5 A-B'	308	12	2.13	737	4,499	2.60	7.41	2282	6,782	<b>9,494</b>	0.50	1.33	1.83	0.46	<b>19,522</b>	PASA
			3.37	870												
8 A-C'	298	12	2.77	870	4,595	2.60	7.41	2208	6,803	<b>9,524</b>	0.50	1.35	1.85	0.46	<b>18,780</b>	PASA
			2.97	737												
<b>9 F-H</b>	<b>373</b>	<b>12</b>	<b>4.74</b>	<b>727</b>	<b>5,020</b>	<b>3.80</b>	<b>11.97</b>	<b>4465</b>	<b>9,485</b>	<b>13,278</b>	<b>0.50</b>	<b>1.06</b>	<b>1.56</b>	<b>0.21</b>	<b>10,837</b>	<b>NO PASA</b>
			3.06	515												
9 H-I	80	12	0.98	737	721	2.60	7.41	593	1,314	<b>1,839</b>	0.50	1.46	1.96	0.45	<b>4,905</b>	PASA
10 A-C	406	12	3.82	737	5,514	2.60	7.41	3008	8,523	<b>11,932</b>	0.50	1.29	1.79	0.47	<b>25,937</b>	PASA
			3.66	737												
A1-15	1,643	12	10.21	737	9,240	2.60	7.41	12175	21,416	<b>29,983</b>	0.50	1.15	1.65	0.48	<b>108,540</b>	PASA
			1.82	870												
			0.26	515												
B14-15	80	12	0.26	515	133	2.45	6.98	559	692	<b>969</b>	0.50	0.51	1.01	0.58	<b>6,399</b>	PASA
C 1-1'	200	12	2.45	737	1,808	2.60	7.41	1482	3,290	<b>4,606</b>	0.50	1.47	1.97	0.45	<b>12,256</b>	PASA
C 2-5	153	12	0.63	737	467	2.60	7.41	1134	1,600	<b>2,240</b>	0.50	0.78	1.28	0.52	<b>10,975</b>	PASA
D11-14	331	12	2.96	515	1,525	3.20	9.12	3019	4,544	<b>6,361</b>	0.50	2.39	2.89	0.26	<b>11,615</b>	PASA
E 4-4'	53	12	0.22	737	161	2.60	7.41	393	553	<b>775</b>	0.50	1.16	1.66	0.48	<b>3,493</b>	PASA
E 4'-7'	60	12	0.22	737	161	2.60	7.41	445	605	<b>847</b>	0.50	0.71	1.21	0.53	<b>4,367</b>	PASA
E 7-9	183	12	5.47	737	4,031	2.60	7.41	1356	5,387	<b>7,542</b>	0.50	1.50	2.00	0.44	<b>11,128</b>	PASA
F 9-10'	122	12	1.58	737	1,888	3.48	9.92	1210	3,098	<b>4,337</b>	0.50	1.22	1.72	0.29	<b>4,787</b>	PASA
			1.40	515												
F10"-11	150	12	2.01	737	2,510	2.88	8.21	1231	3,741	<b>5,237</b>	0.50	1.34	1.84	0.41	<b>8,396</b>	PASA
			2.00	515												
F11-13	108	24	0.99	515	510	2.45	13.97	1508	2,019	<b>2,826</b>	1.00	1.01	2.01	0.77	<b>22,773</b>	PASA
H 9-9'	105	12	1.66	515	856	3.20	9.12	958	1,814	<b>2,540</b>	0.50	1.26	1.76	0.35	<b>5,019</b>	PASA
H10'-11	113	12	1.66	515	856	2.90	8.27	934	1,790	<b>2,507</b>	0.50	1.28	1.78	0.41	<b>6,364</b>	PASA
I 3-9	485	12	4.52	737	3,333	2.60	7.41	3594	6,927	<b>9,698</b>	0.50	1.28	1.78	0.47	<b>31,063</b>	PASA
<b>SUMA</b>	<b>17,335.00</b>								<b>104,405</b>							

Datos

ka = 1

ke = 0.8

Pu = 1.4P

FR = 0.6

fm\* = 15



CARGAS VERTICALES EN PLANTA BAJA																	
Muro	Long (cm)	t (cm)	At (m <sup>2</sup> )	W Losa Entr (kg/m <sup>2</sup> )	Carga Tot. de la losa (kg)	h Mu-ro (m)	W mu-ro (kg/cm)	Peso propio del muro (kg)	Peso del Nivel 2 (kg)	Carga Vertical Actuante		ea	ec	e'	FE	PR Carga Vertical Rest (kg)	PR>PU
										P (kg)	Pu(kg)						
1 A-C	406	12	3.71	717	2662	2.60	7.4	3,008	5,512	11,183	15,656	0.5	0.63	1.13	0.54	30,002	PASA
2 A-C	406	12	3.71	717	4269	2.60	7.4	3,008	8,801	16,079	22,510	0.5	0.53	1.03	0.55	30,642	PASA
			2.22	725													
3 G-H'	85	12	1.11	601	666	2.77	7.9	671	1,645	2,982	4,174	0.5	0.60	1.10	0.51	5,903	PASA
3 H"-I	73	12	0.85	601	513	2.77	7.9	576	1,266	2,355	3,297	0.5	0.58	1.08	0.51	5,086	PASA
6 G-I	293	12	3.55	601	2135	2.77	7.9	2,313	5,273	9,721	13,609	0.5	0.44	0.94	0.52	20,998	PASA
8 A-B'	273	12	2.77	868	2401	2.77	7.9	2,155	4,106	8,662	12,127	0.5	0.55	1.05	0.51	19,120	PASA
9 E-F	115	12	2.03	601	2674	2.77	8.7	1,003	5,415	9,093	12,730	0.5	0.59	1.09	0.51	7,999	NO PASA
			1.62	899													
9 F-H	248	12	3.93	601	4692	2.77	8.7	2,164	9,679	16,535	23,148	0.5	0.57	1.07	0.51	17,322	NO PASA
			2.60	899													
9 F"-I	80	12	1.00	601	598	2.77	7.9	632	1,477	2,707	3,789	0.5	0.59	1.09	0.51	5,563	PASA
10 A-C	406	12	0.30	601	1795	2.77	7.9	3,205	3,821	8,821	12,349	0.5	0.41	0.91	0.53	29,282	PASA
			2.27	710													
12 A-A'	213	12	1.73	710	2869	2.94	9.3	1,973	6,067	10,908	15,272	0.5	0.53	1.03	0.48	13,845	NO PASA
			2.36	696													
A1-15	340	12	2.64	717	6272	2.60	7.4	11,636	12,545	30,453	42,634	0.5	0.55	1.05	0.55	92,416	PASA
	153	12	0.47	725		2.60	7.4										
	286	12	1.82	868		2.60	7.4										
	325	12				2.73	7.8										
	160	12	0.53	710		2.60	7.4										
	290	12	2.99	696		2.60	7.4										
B11-15	410	12	3.16	696	4629	2.94	8.4	3,435	8,938	17,002	23,803	0.5	0.54	1.04	0.47	26,551	PASA
		12	0.37	710													
		12	2.49	870													
D11-14	331	12	2.49	870	2461	2.77	7.9	2,613	4,424	9,497	13,296	0.5	0.69	1.19	0.50	22,542	PASA
			0.49	601													
E 4'-9	263	12	1.57	601	3731	2.77	7.9	2,076	6,932	12,740	17,835	0.5	0.78	1.28	0.49	17,575	NO PASA
			3.10	899													
F11-13	108	24	0.99	601	596	2.45	14.0	1,508	1,471	3,575	5,005	1.0	0.67	1.67	0.80	23,560	PASA
G 4-7'	273	12	3.08	899	4258	2.77	8.7	2,382	8,248	14,888	20,843	0.5	0.57	1.07	0.51	19,051	NO PASA
			2.47	601													
H 9-9'	142	12	1.66	601	999	2.77	7.9	1,121	2,469	4,589	6,425	0.5	0.58	1.08	0.51	9,892	PASA
H10'-11	142	12	1.66	601	999	2.77	7.9	1,121	2,469	4,589	6,425	0.5	0.58	1.08	0.51	9,892	PASA
I 3-6	235	12	1.21	601	727	2.77	7.9	1,855	1,796	4,379	6,130	0.5	0.44	0.94	0.52	16,829	PASA
I 6-9	250	12	1.38	601	830	2.77	7.9	1,974	2,050	4,854	6,795	0.5	0.46	0.96	0.52	17,857	PASA
<b>SUMA</b>			<b>70.3</b>					<b>50,431</b>									

Nota: En el tramo A 5-8, se agrego 1.098 t producto de la descarga del tinaco.

$$PesodePA = \frac{\sum PPA}{\sum AtPB} = 1,484.47 \text{ kg}$$

**Resultados del análisis ante cargas verticales****Tipo de Muros**

En este proyecto se utilizó muros a base de tabique de barro recosido con un espesor de 12 cm, excepto el muro F11-13 que por diseño arquitectónico se diseñó de 24 cm. Con una junta de 2 cm, mortero tipo II.

**Análisis ante cargas verticales**

Los muros que no resisten ante cargas verticales son: en la planta alta el muro 9 E-F; en planta baja los muros: 9 E-F, 9 F-H, 12 A-A', E 4'-9, G 4-7'.

**Refuerzo de muros con malla electrosoldada**

Los muros antes mencionados que no resisten ante cargas verticales, se optó por aumentar su resistencia con el uso de malla electrosoldada.

**Malla electrosoldada**

Se propone malla electrosoldada 6 x 6 - 08/08,  $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$ , anclada a la mampostería, así como en castillos y dadas, las mallas deberán rodear los bordes verticales de muros y los bordes de las aberturas, evitando traslapes horizontales, y si los hay que sean de 3 cuadros. Para fijar la malla se usarán conectores (clavos de acero de 2 pulgadas) a una distancia máxima de 45 cm.

**Refuerzo para el Muro 9 F-H Planta Alta, con malla electrosoldada**

\_\_\_ Para el muro 9 E-F planta alta.

Datos del muro

$L = 373 \text{ cm}$

$t = 12 \text{ cm}$

$P_R = 10,837.35 \text{ kg}$

$P_U = 13,278.44 \text{ kg}$

$F_E = 0.21$

$F_R = 0.6$

**Datos de la malla**

Tipo de malla = 6 x 6 - 08/08

$Sh = 15.24 \text{ cm}$

$As_v = 0.1326 \text{ cm}^2$

$f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$

**Datos del mortero**

Mortero Tipo I

Espesor = 2 cm

**Carga resistente de la malla**

\_ **Porcentaje de acero de la malla**

$$\sum AS = \frac{As_v * L_{muro}}{Sh} \quad \text{Donde: } \begin{array}{l} As_v = \text{área de acero vertical de la malla} \\ Sh = \text{separación entre alambres de la malla} \end{array}$$

$$\sum AS = \frac{(0.1326)(373)}{15.24} = 3.25 \text{ cm}^2$$



**Carga resistente de la malla**

$$P_{RM} = F_R F_E (f_m * A_T + \sum ASfy) \text{ Donde: } AT = \text{área de la junta de mortero}$$

$f^*m = \text{para este caso tomaremos igual a } 15 \text{ kg/cm}^2, \text{ como si formara parte del tabique.}$

$$A_T = (2)(376) = 746 \text{ cm}^2$$

$$P_{RM} = (0.6)(0.21)[(15)(746) + (5000)(3.25)] = 3,454.54 \text{ kg}$$

**Carga resistente total**

$$P_{RT} = P_R + P_{RM} \text{ donde: } P_{RT} = \text{carga vertical resistente total}$$

$P_R = \text{carga vertical resistente del muro}$   
 $P_{RM} = \text{carga vertical resistente de la malla}$

$$P_{RT} = 10,837.35 + 3,454.54 = 14,291.89 \text{ kg} > P_u = 13,278.44 \text{ kg}$$

Por lo tanto se acepta el refuerzo con malla electrosoldada tipo 6 x 6 - 08/08

En la siguiente tabla se muestran resultados de muros reforzados con malla electrosoldada.

REFUERZO CON MALLA ELECTROSOLDADA												
MURO	L (cm)	FE	t junta (cm)	AT mortero (cm <sup>2</sup> )	Malla 6x6-08/08 Asv (cm <sup>2</sup> )	Sh (cm)	∑AS (cm <sup>2</sup> )	Malla PMR (kg)	Muro PR (kg)	PRT (kg)	Pu (kg)	PRT>Pu
<b>PLANTA ALTA</b>												
9 F-H	373	0.21	2	746	0.1326	15.24	3.25	3454.54	10837.35	14291.89	13278.44	PASA
<b>PLANTA BAJA</b>												
9 E-F	115	0.51	2	230	0.1326	15.24	1.00	5173.21	7998.86	13172.06	12730.35	PASA
9 F'-H	248	0.51	2	496	0.187	15.2	3.04	6929.47	17322.36	24251.83	23148.20	PASA
12 A-A'	213	0.48	2	426	0.1326	15.24	1.85	4463.44	13845.05	18308.49	15271.73	PASA
E 4'-9	263	0.49	2	526	0.1326	15.2	2.29	5654.02	17575.26	23229.28	17835.22	PASA
G 4-7'	273	0.51	2	546	0.1326	15.24	2.38	6132.56	19051.24	25183.80	20842.65	PASA

Nota: en el muro 9 F'-H, se reforzó con malla 6x6 - 06/06



## IV.2. REVISIÓN DE MUROS POR CARGAS LATERALES

El RCDF establece que la resistencia de un muro a cortante debe ser mayor o igual al cortante último aplicado sobre él, es decir:  $V_R \geq V_u$

Donde  $V_u$  es la fuerza cortante última aplicada, la cual resulta de multiplicar el cortante producido por la acción del sismo por el factor de carga  $F_c = 1.1$  para cargas de poca duración; y  $V_R$  es el cortante resistente del muro, que se obtiene:

$$V_R = F_R (0.5V * m A_T + 0.3P) \leq 1.5F_R V * m A_T$$

Donde:

$F_R$  = factor de reducción, que de acuerdo a reglamento vale 0.7 para muro diafragma, muros confinados y muros con refuerzo interior y 0.4 para muros no confinados ni reforzados interiormente.

$V * m$  = es la resistencia de diseño a compresión diagonal de la mampostería interiormente.

$P$  = es la carga vertical soportada por el muro, se deberá tomar positiva en compresión

$A_T$  = es el área de la sección transversal del muro.

El área transversal  $A_T$  se afecta por el factor  $F_{AE}$ , que está dado por:

$$F_{AE} = 1 \quad \text{si } \frac{H}{L} \leq 1.33$$
$$F_{AE} = \left(1.33 \frac{L}{H}\right)^2 \quad \text{si } \frac{H}{L} > 1.33$$

Donde:  $H$  es la altura libre del muro y  $L$  es la longitud efectiva del muro.

### MÉTODO DETALLADO DE DISEÑO

Las cargas horizontales que actúan sobre estructuras de mampostería se deben a diversas causas. Sin embargo la causa más frecuente e importante es el sismo. La acción sísmica produce efectos diversos, de los cuales el más importante, es la fuerza cortante en la estructura. Esta debe ser resistida mediante elementos estructurales (marcos rígidos, muros).

Se usa para el presente caso, el método detallado de diseño en la revisión de muros ante carga laterales, para lo cual se procederá a describir los pasos generales del método, seguido del análisis de los muros 1A-C de planta alta y 1AC de planta baja, finalizando con un resumen en tablas del análisis del resto de los muros .

#### 1.- Tipo de estructura y de terreno.

Ubicación: En el municipio de Morelia Michoacán

Zona Sísmica: "B"

Tipo de Suelo: Intermedio

Tipo de construcción: "B"

Coefficiente Sísmico reducido: 0.15

El coeficiente sísmico reducido se obtuvo por medio del programa Prodisis, utilizando los datos antes mencionados.

#### 2.- Peso de la estructura

PLANTA ALTA	
W LOSA DE AZOTEA	= 105,617.01 kg
W MUROS PLANTA ALTA	= 72,958.29 kg
W TINACO	= 0,268.56 kg
W PRETIL PLANTA ALTA	= 2,313.36 kg
W TRABES DE AZOTEA	= 3,140.16 kg
<b>SUMA</b>	<b>= 184,297.38 kg</b>

PLANTA BAJA	
W LOSA PLANTA BAJA	= 88,929.73 kg
W MUROS PLANTA BAJA	= 83,870.77 kg
W ESCALERA	= 6,969.68 kg
W TRABES DE ENTREPISO	= 4,408.86 kg
<b>SUMA</b>	<b>= 184,179.04 kg</b>

**3.- Determinación de las fuerzas sísmicas de los pisos**

$$F_i = \frac{C_s(P_i H_i)}{\sum P_i H_i} P$$

Donde:

$F_i$  = fuerza actuante en el nivel (i) debida al sismo

$C_s$  = coeficiente sísmico

$H_i$  = altura del nivel (i) respecto del suelo

$P$  = peso total de la construcción

$V_i$  = fuerza cortante basal

Fuerzas debidas al sismo					
NIVEL	$P_i$ (t)	$H_i$ (m)	$P_i H_i$ (t-m)	$F_i$ (t)	$V_i$ (t)
2	184.30	5.37	989.68	36.47	36.47
1	184.18	2.77	510.18	18.80	55.27
<b>SUMA</b>	<b>368.48</b>		<b>1,499.85</b>		

**4.- Rigidez en muros de mampostería****Inercia del muro**

$$I = (tL^3 / 12) + (tbL^2 / 2)$$

$$b = 6t$$

$$b = H_s / 16$$

Donde:

$I$  = inercia del muro

$t$  = espesor del muro

$L$  = largo del muro

$b$  = ancho del patín, el menor de las dos expresiones

$H_s$  = altura del muro arriba del muro en cuestión

**Rigidez del muro**

$$k_m = \left[ \frac{1}{(H)((H^2 / 3EI) + (1 / AG))} \right]$$

$k_m$  = rigidez de muros

$H$  = altura del muro

$E$  = modulo de elasticidad de la mampostería

$G$  = modulo de cortante de la mampostería

$f^*m$  = resistencia de diseño a compresión de la mampostería

$$A = t L$$

$$E = 600 f^* m$$

**5.- Cortante directo**

Una vez obtenido las rigideces, se distribuye la fuerza cortante basal de manera proporcional a su rigidez.

$$V = \frac{K_i}{\sum K_i} V_i$$

**6.- Coordenadas del centro de torsión**

$$X_t = \frac{\sum (k_{my} X_i)}{\sum k_{m y}}$$

Donde:

$X_t, Y_t$  = coordenadas del centro de torsión.

$k_{mx}, k_{my}$  = rigidez del muros en el eje X, Y

$X_i, Y_i$  = coordenadas con respecto a los ejes de referencia

$$Y_t = \frac{\sum (k_{mx} Y_i)}{\sum k_{m x}}$$

$$Y_{it} = Y_i - Y_t$$

$X_{it}, Y_{it}$  = coordenadas de cada eje con respecto al centro de torsión

$$X_{it} = X_i - X_t$$

**Planta alta**

$$X_t = \frac{113,864.82}{22,195.05} = 5.13 \text{ m}$$

$$Y_t = \frac{184,876.58}{17,113.61} = 10.73 \text{ m}$$

**Planta baja**

$$X_t = \frac{123,983.07}{26,896.41} = 4.61 \text{ m}$$

$$Y_t = \frac{205,377.83}{19,282.83} = 10.65 \text{ m}$$

Los valores para el cálculo de las coordenadas del centro de torsión, se obtienen de las tablas: resumen de la revisión ante cargas horizontales en planta baja y resumen de la revisión ante cargas horizontales en planta alta.



### 7.- Coordenadas del centro de la masa.

Las coordenadas del centro de masa, definido como el punto en el cual se considera concentrado el peso de cada nivel de la estructura, se obtiene calculando las áreas de los tableros de las losas y tomando momentos de primer orden respecto al sistema de ejes.

$$x_c = \frac{\sum x_A}{\sum A}; \quad Y_c = \frac{\sum Y_A}{\sum A}$$

Donde:  $Y_c, X_c$  = coordenadas del centro de masa  
 $X, Y$  = coordenadas respecto al eje de referencia  
 $A$  = área del tablero

#### Planta alta

$$X_c = \frac{921.74}{151.33} = 6.09 m; \quad Y_c = \frac{1,110.63}{151.33} = 7.34 m$$

#### Planta baja

$$X_c = \frac{907.38}{141.64} = 6.41 m; \quad Y_c = \frac{1,082.10}{141.64} = 7.64 m$$

Los valores para el cálculo de las coordenadas del centro de la masa se obtienen de la tabla que calculan las coordenadas del centro de la masa.

### 8.- Excentricidades

Para ello primero se obtiene las diferencias entre las coordenadas del centro de masa contra las de el centro de torsión, a las que llamaremos excentricidades calculadas.

COORDENADAS DE LA MASA	
$X_{cPA}$	= 6.09 m
$Y_{cPA}$	= 7.34 m
$X_{cPB}$	= 6.41 m
$Y_{cPB}$	= 7.64 m

COORDENADAS DEL CENTRO DE TORSIÓN	
$X_{tPA}$	= 5.13 m
$Y_{tPA}$	= 10.73 m
$X_{tPB}$	= 4.61 m
$Y_{tPB}$	= 10.65 m

EXCENTRICIDADES CALCULADAS	
$e_{cX PA}$	= 0.96 m
$e_{cY PA}$	= 3.39 m
$e_{cX PB}$	= 1.80 m
$e_{cY PB}$	= 3.01 m

### Excentricidades de diseño

Las excentricidades de diseño se obtienen mediante las expresiones que señala el RCDF

$$ed = 1.5ec + 0.1b \quad \text{ó} \quad ed = ec - 0.1b \quad \text{La que resulte mayor}$$

$b$  = es la dimensión de la planta que se este considerando, medida perpendicularmente a la acción del sismo

#### Planta alta

$$edX = (1.5)(0.96) + (0.1)(16.4) = 3.08 m \quad Rige$$

$$edY = (1.5)(3.39) + (0.1)(15) = 6.59 m \quad Rige$$

$$edX = 0.96 - (0.1)(16.4) = -0.68 m$$

$$edY = 3.39 - ((0.1)(15)) = 1.89 m$$

#### Planta baja

$$edX = (1.5)(1.80) + (0.1)(16.4) = 4.34 m \quad Rige$$

$$edY = (1.5)(3.01) + (0.1)(15) = 6.015 m \quad Rige$$

$$edX = 1.80 - (0.1)(16.4) = -0.16 m$$

$$edY = 3.01 - (0.1)(15) = 1.51 m$$

Nota: el valor de  $b$  es igual a 16.4 m paralelo al eje X y 15 m paralelo al eje Y.

### 9.- Momento torsionante

Debido a los diferentes valores de las coordenadas del centro de la masa con respecto a las de torsión, la fuerza cortante generada por el sismo, originan momentos torsionantes de entrepiso.

$$M_{TX} = V_i edY; \quad M_{TY} = V_i edX$$

#### Para la planta alta

$$M_{TX} = (36.47)(6.59) = 240.34 t/m; \quad M_{TY} = (36.47)(3.08) = 112.33 t/m$$

#### Para la planta baja

$$M_{TX} = (55.27)(6.015) = 332.45 t/m; \quad M_{TY} = (55.27)(4.34) = 239.87 t/m$$

Donde  $V_i$  es la fuerza cortante basal en cada nivel.



**10.- Cortante por torsión**

$$VTX = \frac{\sum (kmyXit)}{\sum (kmyXitXit + kmxYitYit)} MTX ; \quad VTY = \frac{\sum (kmxYit)}{\sum (kmyXitXit + kmxYitYit)} MTY$$

**11.- Cortante último**

$$Vu = 1.1V = 1.1(VD + VT) \quad \text{donde: } VD = \text{cortante directo} \\ VT = \text{cortante torsionante} \\ Fc = 1.1 \text{ para cargas de poca duración}$$

**Revisión del muro 1 A-c, de Planta Alta ante cargas laterales**

Datos:

L = 406 cm

Material = Tabique de barro recocido

t = 12 cm

Tipo de Mortero = II

H = 260 cm

V\*m = 3 kg/cm<sup>2</sup>

f\*m = 15 kg/cm<sup>2</sup>

**Rigidez del muro****Área**

$$A = tL; \quad A = (12)(406) = 4,878 \text{ cm}^2$$

**Inercia**

b = 0 Ya que Hs = 0, por ser planta alta

$$E = 600 f * m; \quad E = (600)(15) = 9,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$G = 0.4 E; \quad G = (0.4)(9,000) = 3,600 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = (tL^3 / 12) + (tbL^2 / 2); \quad I = (12)(406^3) / 12 = 66,923,416 \text{ cm}^2$$

**Rigidez**

$$km = \left[ \frac{1}{H(H^2 / 3EI) + (1 / AG)} \right];$$

$$km = \left[ \frac{1}{260((260^2) / (3)(9000)(66923416)) + ((1 / 4878)(3600))} \right] = 40,731.67 \text{ kg/cm} = 4,073.61 \text{ t/m}$$

**Cortante directo**

$$V = \frac{Ki}{\sum Kiy} Vi; \quad Vi = \frac{4,073.61}{17,113.61} (36.47) = 8.68 \text{ t}$$

**Cortante torsionante**

$$VTX = \frac{\sum (kmyXit)}{\sum (kmyXitXit + kmxYitYit)} MTX ; \quad VTY = \frac{23,101.66}{(280,037.17 + 887,094.84)} 240.34 = 4.757 \text{ t}$$

Los valores utilizados en el cálculo del cortante torsionante se obtienen de la tabla que muestra el resumen de la revisión de muros ante cargas horizontales en planta alta.

**Cortante último**

$$Vu = 1.1V = 1.1(VD + VT); \quad Vu = 1.1(8.68 + 4.757) = 14.78 \text{ t}$$

**Área equivalente**

$$\frac{H}{L} = \frac{260}{406} = 0.64 < 1.33 \quad \therefore F_{AE} = 1 \quad AT = (1)(0.12)(4.06) = 4,872 \text{ cm}^2$$

**Cortante resistente**

$$V_R = F_R (0.5V * mA_T + 0.3P); \quad P = 5,610 \text{ kg}$$



$$V_R = (0.7) [(0.5)(3)(4,875) + (0.3)(5,650)] = 63021 \text{ kg} = 6.3 \text{ t}$$

El valor de la carga vertical se obtiene de la tabla para el calculo de P en planta alta.

### Comparando $V_R$ con $V_u$

$$V_u = 14.78 \text{ t} > V_R = 6.3 \text{ t}$$

Por lo tanto se requiere reforzar el muro

### Revisión del muro 1 A-C, de Planta baja ante cargas laterales

Datos:

$$L = 406 \text{ cm}$$

Material = tabique de barro recocido

$$E = 9,000 \text{ kg/cm}^2$$

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

Tipo de mortero = II

$$G = 3,600 \text{ kg/cm}^2$$

$$H = 260 \text{ cm}$$

$$V^*m = 3 \text{ kg/cm}^2$$

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

### Rigidez del muro

#### Área

$$A = tL; \quad A = (12)(406) = 4,878 \text{ cm}^2$$

#### Ancho del patín

$$b = 6t; \quad b = 6(12) = 72 \text{ cm}$$

$$b = Hs/16; \quad b = 260/16 = 16.25 \text{ cm rige}$$

#### Inercia

$$I = (tL^3/12) + (tbL^2/2); \quad I = [(12)(406^3)/12] + [(12)(16.25^3)/12] = 82,994,926 \text{ cm}^2$$

#### Rigidez

$$km = \left[ \frac{1}{H((H^2/3EI) + (1/AG))} \right]$$

$$km = \left[ \frac{1}{((260)(260^2/3)(9000)(82,994,926)) + ((1/4878)(3600))} \right] = 44,116.33 \text{ kg/cm} = 4,411.63 \text{ t/m}$$

#### Cortante directo

$$V_i = \frac{K_i}{\sum K_{iy}} V; \quad V_i = \frac{4,411.63}{19,282.83} (55.27) = 12.65 \text{ t}$$

#### Cortante torsionante

$$VTX = \frac{\sum (k_{my}X_{it})}{\sum (k_{my}X_{it}X_{it} + k_{mx}Y_{it}Y_{it})} MTX; \quad VTX = \frac{25,363}{(34149295 + 816201.39)} 33245 = 7.28 \text{ t}$$

Los valores utilizados en el cálculo del cortante torsionante se obtienen de la tabla que muestra el resumen de la revisión de muros ante cargas horizontales en planta baja.

#### Cortante último

$$V_u = 1.1V = 1.1(VD + VT); \quad V_u = 1.1(12.65 + 7.28) = 21.92 \text{ t}$$

#### Cortante resistente

$$\frac{H}{L} = \frac{260}{406} = 0.64 < 1.33 \quad \therefore F_{AE} = 1 \quad AT = (1)(0.12)(4.06) = 4,872 \text{ cm}^2 \quad P = 11,150 \text{ kg}$$

$$V_R = (0.7)[(0.5)(3)(4,872) + (0.3)(11,150)] = 22,460 \text{ kg} = 22.26 \text{ t}$$

El valor de la carga vertical se obtiene de la tabla para el calculo de P en planta baja.

### Comparando $V_u$ y $V_R$

$$V_u = 21.92 \text{ t} < V_R = 22.26 \text{ t} \quad \therefore \text{El muro resiste las cargas horizontales}$$



Resumen de pesos de la estructura, en las dos plantas

PESO DE MUROS PLANTA ALTA			
L (cm)	H (cm)	w (kg/cm <sup>2</sup> )	W (kg)
376	245	6.98	2,625.42
7225	260	7.41	53,537.25
1422	320	9.12	12,968.64
373	360	10.26	3,826.98
<b>SUMA</b>			<b>72,958.29</b>

PESO DE MUROS PLANTA BAJA			
L (cm)	H (cm)	w (kg/cm <sup>2</sup> )	W (kg)
3401	260	7.41	25,201.41
5950	277	7.89	46,972.28
1396	294	8.38	11,697.08
<b>SUMA</b>			<b>83,870.77</b>

PESO TOTAL EN LOSA DE AZOTEA			
TABLERO	W (kg/m <sup>2</sup> )	AT (m <sup>2</sup> )	W (kg)
I	515	2.68	1380.20
II	737	18.3106	13494.91
III	515	9.999	5149.49
IV	515	2.106	1084.59
V	515	4.4712	2302.67
VI	737	13.195	9724.72
VII	737	20.97	15454.89
VIII	515	14.326	7377.89
IX	737	4.0716	3000.77
X	737	15.466	11398.44
XI	737	13.8225	10187.18
XII	870	11.571	10070.24
XIII	737	6.2118	4578.10
XIV	737	14.1288	10412.93
<b>SUMA</b>		<b>151.3295</b>	<b>105617.01</b>

PESO TOTAL EN LOSA DE ENTREPISO			
TABLERO	W (kg/cm <sup>2</sup> )	AT (m <sup>2</sup> )	W (kg)
I	616	12.16	7,491.58
II	790	12.64	9,987.14
III	521	2.11	1,097.23
IV	521	3.94	2,053.78
V	630	4.29	2,701.23
VI	521	6.19	3,224.99
VII	521	20.97	10,925.37
VIII	521	13.87	7,226.27
IX	521	4.07	2,120.47
X	819	15.47	12,669.18
XI	521	7.33	3,816.33
XII	521	6.70	3,489.40
XIII	788	11.57	9,114.48
XIV	645	6.21	4,006.24
XV	637	14.13	9,006.07
<b>SUMA</b>		<b>141.64</b>	<b>88,929.73</b>

PESO DE TRABES DE AZOTEA				
L (m)	b (m)	H (m)	P Vol.(kg/m <sup>3</sup> )	w (kg)
18.44	0.15	0.25	2,400	995.76
4.06	0.15	0.40	2,400	438.48
17.77	0.2	0.30	2,400	1,705.92
<b>SUMA</b>				<b>3,140.16</b>

PESO DE TRABES DE ENTREPISO				
L (m)	b (m)	H (m)	P Vol.(kg/m <sup>3</sup> )	w (kg)
10.71	0.15	0.25	2,400	578.34
12.24	0.15	0.30	2,400	881.28
13.26	0.15	0.35	2,400	1,193.40
4.06	0.2	0.35	2,400	487.20
4.06	0.2	0.40	2,400	584.64
3.8	0.25	0.40	2,400	684.00
<b>SUMA</b>				<b>4,408.86</b>



## Resumen de rigidez de muros en planta alta

RIGIDEZ EN PLANTA ALTA PARA MUROS PARALELOS AL EJE Y						
MURO	LONG. (cm)	ESPE- SOR (cm)	H MURO (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	I (cm )	Km (kg/cm)
A 1-2	340	12	260	4,080.00	19,652,000.00	19,674.95
A 2-5	153	12	260	1,836.00	3,581,577.00	4,523.05
A 5-8	286	12	260	3,432.00	23,393,656.00	20,462.35
A 8-10	325	12	260	3,900.00	34,328,125.00	26,679.84
A 10-14	451	12	260	5,412.00	91,733,851.00	48,921.18
A 14-15	80	12	245	960.00	512,000.00	881.29
B 14-15	80	12	245	960.00	512,000.00	881.29
C 1-1'	200	12	260	2,400.00	8,000,000.00	8,971.59
C 2-5	153	12	260	1,836.00	3,581,577.00	4,523.05
D 11-14	331	12	320	3,972.00	36,264,691.00	17,906.79
E 8-9	73	12	260	876.00	389,017.00	569.54
E 6'-8	112	12	260	1,344.00	1,404,928.00	1,933.94
F 9-10'	122	12	348	1,464.00	1,815,848.00	1,080.35
F 10'-11	150	12	288	1,800.00	3,375,000.00	3,261.70
F 11-13	108	24	245	2,592.00	2,519,424.00	4,124.65
H 9-9'	105	12	320	1,260.00	1,157,625.00	893.71
H 10'-11	113	12	290	1,356.00	1,442,897.00	1,458.92
I 3-9	485	12	260	5,820.00	114,084,125.00	55,201.93
<b>SUMA</b>						<b>221,950.13</b>

RIGIDEZ EN PLANTA ALTA PARA MUROS PARALELOS AL EJE X						
MURO	LONG. (cm)	ESPE- SOR (cm)	H MURO (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	I (cm )	Km (kg/cm)
1 A-C	406	12	260	4,872.00	66,923,416.00	40,731.67
3 G-I	286	12	260	3,432.00	23,393,656.00	20,462.35
4 E-G'	230	12	260	2,760.00	12,167,000.00	12,551.81
5 A-B'	308	12	260	3,696.00	29,218,112.00	23,911.96
8 A-C'	298	12	260	3,576.00	26,463,592.00	22,324.02
9 F-G	295	12	380	3,540.00	25,672,375.00	9,175.93
9 G-H	70	12	260	840.00	343,000.00	504.08
9 H-I	80	12	260	960.00	512,000.00	742.59
10 A-C	406	12	260	4,872.00	66,923,416.00	40,731.67
<b>SUMA</b>						<b>171,136.07</b>



## Resumen de rigidez de muros en planta baja

RIGIDEZ EN PLANTA BAJA PARA MUROS PARALELOS AL EJE Y							
MURO	LONG. (cm)	ESPE- SOR (cm)	H MURO (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	b (cm)	I (cm <sup>4</sup> )	Km (kg/cm)
A 1-2	340	12	260	4,080.00	16.25	50,575,000.00	32,708.85
A 2-5	153	12	260	1,836.00	8.13	4,722,765.75	5,644.24
A 5-8	286	12	260	3,432.00	16.25	31,368,766.00	23,925.90
A 8-10	325	12	277	3,900.00	8.13	39,477,343.75	25,208.31
A 10-12	160	12	277	1,920.00	16.25	6,592,000.00	6,269.98
A 12-15	436	12	294	5,232.00	16.25	101,416,216.00	40,177.49
B 11-15	403	12	294	4,836.00	0.00	65,450,827.00	31,982.22
D 11-14	331	12	277	3,972.00	0.00	36,264,691.00	24,343.75
E 4'-9	263	12	274	3,156.00	8.13	21,563,435.75	16,821.29
F11-13	108	24	245	2,592.00	8.13	3,656,664.00	5,707.47
G 4-7'	273	12	277	3,276.00	8.13	23,979,705.75	17,757.46
H 9-9'	142	12	277	1,704.00	8.13	3,846,283.00	4,002.95
H 10'-11	142	12	277	1,704.00	8.13	3,846,283.00	4,002.95
I 3-6	235	12	277	2,820.00	16.25	18,362,312.50	14,254.20
I 6-9	250	12	277	3,000.00	16.25	21,718,750.00	16,157.04
<b>SUMA</b>							<b>268,964.10</b>

RIGIDEZ EN PLANTA BAJA PARA MUROS PARALELOS AL EJE X							
MURO	LONG. (cm)	ESPE- SOR (cm)	H MURO (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	b (cm)	I (cm <sup>4</sup> )	Km (kg/cm)
1 A-C	406	12	260	4,872.00	16.25	82,994,926.00	44,116.33
2 A-C	406	12	260	4,872.00	8.13	74,959,171.00	42,538.40
3 G-H'	85	12	277	1,020.00	16.25	1,318,562.50	1,487.13
3 H'-I	73	12	277	876.00	8.13	648,805.75	768.57
6 G-I	293	12	277	3,516.00	16.25	33,524,034.50	22,043.31
8 A-B'	273	12	277	3,276.00	16.25	27,612,994.50	19,232.62
9 E-F	115	12	277	1,380.00	0.00	1,520,875.00	1,744.16
9 F'-H	248	12	277	2,976.00	0.00	15,252,992.00	12,909.32
9 F'-I	80	12	277	960.00	8.13	824,000.00	965.75
10 A-C	406	12	277	4,872.00	8.13	74,959,171.00	38,030.51
12 A-A'	213	12	294	2,556.00	8.13	11,875,335.75	8,992.24
<b>SUMA</b>							<b>192,828.33</b>



Tablas que calculan FAE

ÁREA EQUIVALENTE PLANTA ALTA						
MURO	LONG. (cm)	ESPE- SOR (cm)	H MURO (cm)	$F_{AE}$	$AT$ ( $cm^2$ )	$AT$ ( $m^2$ )
A 1-2	340	12	260	1.00	4080	0.41
A 2-5	153	12	260	0.61	1125	0.11
A 5-8	286	12	260	1.00	3432	0.34
A 8-10	325	12	260	1.00	3900	0.39
A 10-14	451	12	260	1.00	5412	0.54
A 14-15	80	12	245	0.19	181	0.02
B 14-15	80	12	245	0.19	181	0.02
C 1-1'	200	12	260	1.00	2400	0.24
C 2-5	153	12	260	0.61	1125	0.11
D 11-14	331	12	320	1.00	3972	0.40
E 8-9	73	12	260	0.14	122	0.01
E 6'-8	112	12	260	0.33	441	0.04
F 9-10'	122	12	348	0.22	318	0.03
F 10'-11	150	12	288	0.48	864	0.09
F 11-13	108	24	245	0.34	891	0.09
H 9-9'	105	12	320	0.19	240	0.02
H 10'-11	113	12	290	0.27	364	0.04
I 3-9	485	12	260	1.00	5820	0.58

ÁREA EQUIVALENTE PLANTA ALTA						
MURO	LONG. (cm)	ESPE- SOR (cm)	H MURO (cm)	$F_{AE}$	$AT$ ( $cm^2$ )	$AT$ ( $m^2$ )
1 A-C	406	12	260	1.00	4872	0.49
3 G-I	286	12	260	1.00	3432	0.34
4 E-G'	230	12	260	1.00	2760	0.28
5 A-B'	308	12	260	1.00	3696	0.37
8 A-C'	298	12	260	1.00	3576	0.36
9 F-G	295	12	380	1.00	3540	0.35
9 G-H	70	12	260	0.13	108	0.01
9 H-I	80	12	260	0.17	161	0.02
10 A-C	406	12	260	1.00	4872	0.49

ÁREA EQUIVALENTE PLANTA BAJA						
MURO	LONG. (cm)	ESPE- SOR (cm)	H MURO (cm)	$F_{AE}$	$AT$ ( $cm^2$ )	$AT$ ( $m^2$ )
A 1-2	340	12	260	1.00	4080	0.41
A 2-5	153	12	260	0.61	1125	0.11
A 5-8	286	12	260	1.00	3432	0.34
A 8-10	325	12	277	1.00	3900	0.39
A 10-12	160	12	277	0.59	1133	0.11
A 12-15	436	12	294	1.00	5232	0.52
B 11-15	363	12	294	1.00	4356	0.44
D 11-14	331	12	277	1.00	3972	0.40
E 4'-9	263	12	274	1.00	3156	0.32
F 11-13	108	24	245	0.34	891	0.09
G 4-7'	273	12	277	1.00	3276	0.33
H 9-9'	142	12	277	0.46	792.1	0.08
H 10'-11	142	12	277	0.46	792.1	0.08
I 3-6	235	12	277	1.00	2820	0.28
I 6-9	250	12	277	1.00	3000	0.30

ÁREA EQUIVALENTE PLANTA BAJA						
MURO	LONG. (cm)	ESPE- SOR (cm)	H MURO (cm)	$F_{AE}$	$AT$ ( $cm^2$ )	$AT$ ( $m^2$ )
1 A-C	406	12	260	1.00	4872	0.49
2 A-C	406	12	260	1.00	4872	0.49
3 G-H'	85	12	277	0.17	169.9	0.02
3 H'-I	73	12	277	0.12	107.6	0.01
6 G-I	293	12	277	1.00	3516	0.35
8 A-B'	273	12	277	1.00	3276	0.33
9 E-F	115	12	277	0.30	420.7	0.04
9 F'-H	248	12	277	1.00	2976	0.30
9 F''-I	80	12	277	0.15	141.6	0.01
10 A-C	408	12	277	1.00	4896	0.49
12 A-A'	213	12	294	0.93	2373	0.24



Tablas que calculan las coordenadas del centro de masa

COORDENADAS DEL CENTRO DE MASA EN PB					
TABLERO	A (m <sup>2</sup> )	X (m)	XA	Y (m)	YA
I	12.16	1.85	22.50	1.85	22.50
II	12.64	5.27	66.54	2.46	31.03
III	2.11	8.16	17.17	3.57	7.52
IV	3.94	11.00	43.36	3.57	14.07
V	4.29	2.07	8.88	4.50	19.31
VI	6.19	3.51	21.73	6.94	42.96
VII	20.97	6.64	139.24	6.34	132.95
VIII	13.87	11.00	152.57	6.01	83.36
IX	4.07	6.03	24.52	9.02	36.71
X	15.47	10.00	154.70	9.68	149.75
XI	7.33	13.56	99.29	9.23	67.61
XII	6.70	13.56	90.82	11.66	78.06
XIII	11.57	2.07	23.95	9.91	114.67
XIV	6.21	2.07	12.86	12.11	75.19
XV	14.13	2.07	29.25	14.61	206.42
<b>SUMA</b>	<b>141.64</b>		<b>907.38</b>		<b>1082.10</b>
		<b>Xc =</b>	<b>6.41 m</b>	<b>Yc =</b>	<b>7.64 m</b>

COORDENADAS DEL CENTRO DE MASA EN PA					
TABLERO	A (m <sup>2</sup> )	X (m)	X(A)	Y (m)	Y(A)
I	2.68	1.68	4.49	0.40	1.07
II	18.31	2.07	37.90	3.06	55.94
III	10.00	5.66	56.59	2.46	24.55
IV	2.11	8.16	17.17	3.57	7.52
V	4.47	11.00	49.18	3.57	15.96
VI	13.20	2.07	27.31	6.94	91.51
VII	20.97	6.64	139.14	6.34	132.95
VIII	14.33	11.00	157.59	6.01	86.10
IX	4.07	6.03	24.55	9.02	36.73
X	15.47	10.00	154.66	9.68	149.71
XI	13.82	13.54	187.09	10.34	142.86
XII	11.57	2.07	23.95	7.13	82.50
XIII	6.21	2.07	12.86	12.19	75.69
XIV	14.13	2.07	29.25	14.69	207.55
<b>SUMA</b>	<b>151.33</b>		<b>921.74</b>		<b>1110.63</b>
		<b>Xc =</b>	<b>6.09 m</b>	<b>Yc =</b>	<b>7.34 m</b>



Tabla para el cálculo de P en planta alta

Muro	Long. (cm)	t (cm)	At (m <sup>2</sup> )	W Losa de Azotea (kg/m <sup>2</sup> )	Carga total de la losa (kg)	H Muro (m)	W muro (kg/cm)	Peso propio del muro (kg)	P (kg)	P (t)
1 A-C	406	12	3.713	707	2625.09	2.60	7.41	3008.46	5,633.55	5.63
3 G-I	286	12	2.489	707	1759.72	2.60	7.41	2119.26	3,878.98	3.88
4 E-G'	230	12	3.554	707	2512.68	2.60	7.41	1704.30	4,216.98	4.22
5 A-B'	308	12	2.128	707	4334.46	2.60	7.41	2282.28	6,616.74	6.62
			3.369	840						
8 A-C'	298	12	2.766	840	4422.52	2.60	7.41	2208.18	6,630.70	6.63
			2.969	707						
9 F-G	295	12	3.890	707	4169.40	3.80	11.97	3531.15	7,700.55	7.70
			2.867	495						
9 G-H	70	12	0.197	495	694.93	3.80	11.97	837.90	1,532.83	1.53
			0.845	707						
9 H-I	80	12	0.978	707	691.45	2.60	8.19	655.20	1,346.65	1.35
10 A-C	408	12	3.822	707	4513.85	2.60	7.41	3023.28	7,537.13	7.54
			3.660	495						
A 1-2	340	12	2.641	707	1867.19	2.60	7.41	2519.40	4,386.59	4.39
A 2-5	153	12	0.473	707	334.41	2.60	7.41	1133.73	1,468.14	1.47
A 5-8	286	12	1.823	840	1531.32	2.60	7.41	2119.26	3,650.58	3.65
A 8-10	325	12	2.339	707	1653.67	2.60	7.41	2408.25	4,061.92	4.06
A 10-14	451	12	4.692	707	3317.24	2.60	7.41	3341.91	6,659.15	6.66
A 14-15	80	12	0.259	495	128.21	2.45	6.9825	558.60	686.81	0.69
B 14-15	80	12	0.259	707	183.11	2.45	6.98	558.60	741.71	0.74
C 1-1'	200	12	2.453	707	1734.27	2.60	7.41	1482.00	3,216.27	3.22
C 2-5	153	12	0.633	707	447.53	2.60	7.41	1133.73	1,581.26	1.58
D 11-14	331	12	2.961	495	1465.70	3.20	9.12	3018.72	4,484.42	4.48
E 8-9	73	12	3.965	707		2.6	7.41	540.93	540.93	0.54
E 6'-8	112	12	1.625	707	1148.88	2.6	7.41	829.92	1,978.80	1.98
			0.500	707						
F 9-10'	122	12	1.584	707	1812.39	3.48	9.92	1210.00	3,022.39	3.02
			1.399	495						
F 10"-11	150	12	2.007	707	2409.44	2.88	8.21	1231.20	3,640.64	3.64
			2.001	495						
F 11-13	108	24	0.991	495	490.55	2.45	13.97	1508.22	1,998.77	2.00
H 9-9'	105	12	1.663	495	823.19	3.20	9.12	957.60	1,780.79	1.78
H 10'-11	113	12	1.663	495	823.19	2.90	8.27	933.95	1,757.13	1.76
I 3-9	485	12	4.523	707	3197.76	2.60	7.41	3593.85	6,791.61	6.79





Tabla para el cálculo de P en planta baja

Muro	Long. (cm)	t (cm)	At (m <sup>2</sup> )	W Losa de Azotea (kg/m <sup>2</sup> )	Carga total de la losa (kg)	h Muro (m)	W muro (kg/cm)	Peso propio del muro (kg)	Peso del Nivel 2 (kg)	P (kg)	Pu (kg)
1 A-C	406	12	3.913	637	2,492.58	2.60	7.41	3008.46	5,633.55	11,134.59	<b>11.13</b>
2 A-C	406	12	3.713	637	3,794.50	2.60	7.41	3008.46		6,802.96	<b>6.80</b>
			2.216	645							
3 G-H'	85	12	1.108	521	577.27	2.77	7.89	671.03	1,939.49	3,187.79	<b>3.19</b>
3 H"-I	73	12	0.853	521	444.41	2.77	7.89	576.30	1,939.49	2,960.20	<b>2.96</b>
6 G-I	293	12	3.552	521	1,850.59	2.77	7.89	2313.09		4,163.68	<b>4.16</b>
8 A-B'	273	12	2.766	788	2,179.61	2.77	7.89	2155.20	6,630.70	10,965.51	<b>10.97</b>
9 E-F	115	12	2.031	521	2,382.47	2.77	8.73	1003.43		3,385.91	<b>3.39</b>
			1.617	819							
9 F'-H	248	12	3.925	521	4,170.23	2.77	8.73	2163.92	9,233.38	15,567.53	<b>15.57</b>
			2.595	819							
9 H"-I	80	12	0.995	521	518.40	2.77	7.89	631.56	1,346.65	2,496.60	<b>2.50</b>
10 A-C	406	12	0.303	521	1,588.59	2.77	7.89	3205.17	7,537.13	12,330.89	<b>12.33</b>
			2.271	630							
12 A-A'	213	12	1.732	630	2,730.24	2.94	9.26	1972.59		4,702.83	<b>4.70</b>
			2.355	696							
A 1-2	340	12	2.641	637	1,682.32	2.60	7.41	2519.40	4,386.59	8,588.30	<b>8.59</b>
A 2-5	153	12	0.473	645	305.09	2.60	7.41	1133.73	1,468.14	2,906.96	<b>2.91</b>
A 5-8	286	12	1.823	788	1,436.52	2.60	7.41	2119.26	3,650.58	7,206.36	<b>7.21</b>
A 8-10	325	12				2.73	7.78	2528.66	4,061.92	6,590.59	<b>6.59</b>
A 10-12	160	12	0.526	630	331.38	2.60	7.41	1185.60	2,362.67	3,879.65	<b>3.88</b>
A 12-15	290	12	2.988	616	1,840.61	2.60	7.41	2148.90	4,983.29	8,972.80	<b>8.97</b>
B 14-15	363	12	3.161	616	4,147.22	2.94	8.38	3041.58	741.71	7,930.51	<b>7.93</b>
		12	0.371	630							
		12	2.489	790							
D 11-14	331	12	2.489	790	2,222.12	2.77	7.89	2613.08	4,484.42	9,319.62	<b>9.32</b>
			0.491	521							
E 4'-9	263	12	1.569	521	3,357.17	2.77	7.89	2076.25	2,519.73	7,953.15	<b>7.95</b>
			3.101	819							
F 11-13	108	24	0.991	521	516.31	2.45	13.97	1508.22	1,998.77	4,023.30	<b>4.02</b>
G 4-7'	273	12	3.083	819	3,813.41	2.77	8.73	2382.06		6,195.47	<b>6.20</b>
			2.473	521							
H 9-9'	142	12	1.663	521	866.42	2.77	7.89	1121.02	1,780.79	3,768.23	<b>3.77</b>
H 10'-11	142	12	1.663	521	866.42	2.77	7.89	1121.02	1,757.13	3,744.57	<b>3.74</b>
I 3-6	235	12	1.21	521	630.41	2.77	7.89	1855.21	3,290.54	5,776.15	<b>5.78</b>
I 6-9	250	12	1.381	521	719.50	2.77	7.89	1973.63	3,501.08	6,194.20	<b>6.19</b>
<b>SUMA</b>			<b>70.531</b>					<b>50036.83</b>			



Resumen de la revisión de muros ante cargas horizontales, en planta alta

REVISIÓN POR CORTANTE SÍSMICO DE MUROS DE PLANTA ALTA (PARALELOS AL EJE Y)													
MURO	K <sub>my</sub> (t/m)	VD (t)	X <sub>i</sub> (m)	K <sub>my</sub> X <sub>i</sub>	X <sub>it</sub> (m)	K <sub>my</sub> X <sub>it</sub>	k <sub>my</sub> X <sub>it</sub> X <sub>it</sub>	VT (t)	V <sub>u</sub> (t)	AE (m <sup>2</sup> )	P (t)	V <sub>R</sub> (t)	V <sub>R</sub> > V <sub>u</sub>
A 1-2	1967.50	3.23	0.00	0	-5.13	-10094	51781	-0.9714	4.62	0.41	4.39	5.21	PASA
A 2-5	452.30	0.74	0.00	0	-5.13	-2320	11904	-0.2233	1.06	0.11	1.47	1.49	PASA
A 5-8	2046.23	3.36	0.00	0	-5.13	-10497	53854	-1.0103	4.81	0.34	3.65	4.37	NO PASA
A 8-10	2667.98	4.38	0.00	0	-5.13	-13687	70217	-1.3173	6.27	0.39	4.06	4.95	NO PASA
A 10-14	4892.12	8.04	0.00	0	-5.13	-25097	128753	-2.4155	11.50	0.54	6.66	7.08	NO PASA
A 14-15	88.13	0.14	0.00	0	-5.13	-452	2319	-0.0435	0.21	0.02	0.69	0.33	PASA
B 14-15	88.13	0.14	3.35	295	-1.78	-157	279	-0.0151	0.18	0.02	0.74	0.35	PASA
C 1-1'	897.16	1.47	4.14	3714	-0.99	-888	880	-0.0855	1.72	0.24	3.22	3.20	PASA
C 2-5	452.30	0.74	4.14	1873	-0.99	-448	443	-0.0431	0.86	0.11	1.58	1.51	PASA
D 11-14	1790.68	2.94	7.18	12857	2.05	3671	7524	0.35328	3.63	0.40	4.48	5.11	PASA
E 8-9	56.95	0.09	7.91	451	2.78	158	440	0.01524	0.12	0.01	0.54	0.24	PASA
E 6'-8	193.39	0.32	7.91	1530	2.78	538	1494	0.05174	0.41	0.04	1.98	0.88	PASA
F 9-10'	108.04	0.18	9.13	986	4.00	432	1728	0.04159	0.24	0.03	3.02	0.97	PASA
F 10'-11	326.17	0.54	9.13	2978	4.00	1305	5218	0.12556	0.73	0.09	3.64	1.67	PASA
F 11-13	412.46	0.68	9.13	3766	4.00	1650	6599	0.15878	0.92	0.09	2.00	1.36	PASA
H 9-9'	89.37	0.15	12.86	1149	7.73	691	5340	0.06649	0.23	0.02	1.78	0.63	PASA
H 10'-11	145.89	0.24	12.86	1876	7.73	1128	8717	0.10854	0.38	0.04	1.76	0.75	PASA
I 3-9	5520.19	9.07	14.93	82389	9.79	54069	529602	5.20389	15.70	0.58	6.79	7.54	NO PASA
<b>SUMA</b>	<b>22195.01</b>			<b>113864</b>	<b>5.13</b>		<b>887095</b>		<b>53.59</b>			<b>47.63</b>	<b>NO PASA</b>

REVISIÓN POR CORTANTE SÍSMICO DE MUROS DE PLANTA ALTA (PARALELOS AL EJE X)													
MURO	K <sub>mx</sub> (t/m)	VD (t)	Y <sub>i</sub> (m)	K <sub>mx</sub> Y <sub>i</sub>	Y <sub>it</sub> (m)	K <sub>mx</sub> Y <sub>it</sub>	k <sub>mx</sub> Y <sub>it</sub> Y <sub>it</sub>	VT (t)	V <sub>u</sub> (t)	AT (m <sup>2</sup> )	P (t)	V <sub>R</sub> (t)	V <sub>R</sub> > V <sub>u</sub>
1 A-C	4073.17	8.68	16.40	66800	5.67	23102	131025	4.75718	14.78	0.49	5.65	6.30	NO PASA
3 G-I	2046.23	4.36	12.75	26089	2.02	4137	8363	0.85187	5.73	0.34	3.88	4.42	NO PASA
4 E-G'	1255.18	2.67	11.60	14560	0.87	1094	954	0.2253	3.19	0.28	4.22	3.78	PASA
5 A-B'	2391.20	5.10	11.39	27236	0.66	1582	1047	0.32581	5.96	0.37	6.62	5.27	NO PASA
8 A-C'	2232.40	4.76	8.53	19042	-2.20	-4908	10788	-1.0106	6.34	0.36	6.63	5.15	NO PASA
9 F-G	917.59	1.96	7.91	7258	-2.82	-2586	7288	-0.5325	2.74	0.35	7.70	5.33	PASA
9 G-H	50.41	0.11	7.91	399	-2.82	-142	400	-0.0293	0.15	0.01	7.70	1.73	PASA
9 H-I	74.26	0.16	7.91	587	-2.82	-209	590	-0.0431	0.22	0.02	1.35	0.45	PASA
10 A-C	4073.17	8.68	5.31	21629	-5.42	-22070	119581	-4.5447	14.55	0.49	7.54	6.70	NO PASA
<b>SUMA</b>	<b>17113.61</b>			<b>183600</b>	<b>10.73</b>		<b>280037</b>		<b>53.67</b>			<b>39.14</b>	<b>NO PASA</b>



Resumen de la revisión de muros ante cargas horizontales, en planta baja

REVISIÓN POR CORTANTE SÍSMICO DE MUROS DE PLANTA BAJA (PARALELOS AL EJE Y)													
MURO	kmy (t/m)	VD (t)	Xi (m)	kmyXi	Xit (m)	kmyXit	kmyXitXi	VT (t)	Vu (t)	AT (m <sup>2</sup> )	P (t)	VR (t)	VR > Vu
A 1-2	3270.89	6.72	0.00	0.00	-4.61	-15078	69503	-3.12	10.83	0.41	8.59	6.09	NO PASA
A 2-5	564.42	1.16	0.00	0.00	-4.61	-2602	11993	-0.54	1.87	0.11	2.91	1.79	PASA
A 5-8	2392.59	4.92	0.00	0.00	-4.61	-11029	50840	-2.29	7.92	0.34	7.21	5.12	NO PASA
A 8-10	2520.83	5.18	0.00	0.00	-4.61	-11620	53565	-2.41	8.35	0.39	6.59	5.48	NO PASA
A 10-12	627.00	1.29	0.00	0.00	-4.61	-2890	13323	-0.60	2.08	0.11	3.88	2.00	PASA
A 12-15	4017.75	8.26	0.00	0.00	-4.61	-18520	85373	-3.84	13.30	0.52	8.97	7.38	NO PASA
B 11-15	3198.22	6.57	3.35	10714.04	-1.26	-4029	5075	-0.83	8.15	0.44	7.93	6.24	NO PASA
D11-14	2434.38	5.00	7.18	17478.81	2.57	6257	16083	1.30	6.93	0.40	9.32	6.13	NO PASA
E 4'-9	1682.13	3.46	7.91	13305.64	3.30	5552	18322	1.15	5.07	0.32	7.95	4.98	PASA
F11-13	570.75	1.17	9.13	5210.92	4.52	2580	11662	0.53	1.88	0.09	4.02	1.78	PASA
G 4-7'	1775.75	3.65	12.07	21433.26	7.46	13248	98832	2.74	7.03	0.33	6.20	4.74	NO PASA
H 9-9'	400.29	0.82	12.77	5111.77	8.16	3267	26656	0.68	1.65	0.08	3.77	1.62	PASA
H10'-11	400.29	0.82	12.77	5111.77	8.16	3267	26656	0.68	1.65	0.08	3.74	1.62	PASA
I 3-6	1425.42	2.93	15.00	21381.31	10.39	14811	153887	3.07	6.60	0.28	5.78	4.17	NO PASA
I 6-9	1615.70	3.32	15.00	24235.56	10.39	16788	174430	3.48	7.48	0.30	6.19	4.45	NO PASA
<b>SUMA</b>	<b>26896</b>		<b>4.61</b>	<b>123983</b>			<b>816201</b>		<b>90.8</b>			<b>63.6</b>	<b>NO PASA</b>

REVISIÓN POR CORTANTE SÍSMICO DE MUROS DE PLANTA BAJA (PARALELOS AL EJE X)													
MURO	kmx (t)	VD (t)	Yi (m)	kmxYi	Yit (m)	kmxYit	kmxYitYit	VT (t)	Vu (t)	AT (m <sup>2</sup> )	P (t)	VR (t)	VR > Vu
1 A-C	4411.63	12.65	16.40	72350.78	5.75	25363	145818	7.28	21.92	0.49	11.15	22.46	PASA
2 A-C	4253.84	12.19	12.92	54959.61	2.27	9653	21904	2.77	16.46	0.49	6.82	14.08	NO PASA
3 G-H'	148.71	0.43	12.75	1896.09	2.10	312	655	0.09	0.57	0.02	3.19	0.85	PASA
3 H'-I	76.86	0.22	12.75	979.93	2.10	161	339	0.05	0.29	0.01	2.96	0.73	PASA
6 G-I	2204.33	6.32	10.40	22925.05	-0.25	-553	139	-0.16	6.78	0.35	4.16	9.17	PASA
8 A-B'	1923.26	5.51	8.55	16443.89	-2.10	-4040	8488	-1.16	4.79	0.33	10.97	5.74	PASA
9 E-F	174.42	0.50	7.90	1377.89	-2.75	-480	1320	-0.14	0.40	0.04	3.39	1.15	PASA
9 F-H	1290.93	3.70	7.90	10198.36	-2.75	-3551	9768	-1.02	2.95	0.30	15.57	6.39	PASA
9 F'-I	96.57	0.28	7.90	762.94	-2.75	-266	731	-0.08	0.22	0.01	2.50	0.67	PASA
10 A-C	3803.05	10.90	5.30	20156.17	-5.35	-20349	108886	-5.84	5.56	0.49	12.35	7.73	PASA
12 A-A'	899.22	2.58	3.70	3327.13	-6.95	-6250	43445	-1.79	0.86	0.24	4.70	3.48	PASA
<b>SUMA</b>	<b>19283</b>		<b>10.65</b>	<b>205378</b>			<b>341493</b>		<b>60.8</b>			<b>72.5</b>	<b>PASA</b>

**REFUERZO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CON MALLA ELECTROSOLDADA**

Con el uso de la Malla electrosoldada se incrementa la resistencia del muro a tensión diagonal.

**Refuerzo con malla electrosoldada para el muro 1 A-c en planta alta.**

Datos

$$L = 406 \text{ cm} \quad V_{mR} = 6.30 \text{ t} \quad AT = 4,872 \text{ cm}^2$$

$$t = 12 \text{ cm} \quad V_u = 14.78 \text{ t}$$

**Fuerza cortante resistida por la malla electrosoldada.**

$$V_{sR} = F_R \eta \rho h f_y h A_T; \quad V_{TR} = V_{mR} + V_{sR}$$

Donde:

$V_{sR}$  = cortante resistente de la malla electrosoldada

$V_{mR}$  = cortante resistente del muro

$V_{TR}$  = cortante resistente total

$F_R$  = factor de reducción de resistencia, igual a 0.7 para mampostería confinada o reforzada.

$\eta$  = factor de eficiencia;  $\eta = 0.6$  si  $\rho h f_y h \leq 6 \text{ kg/cm}^2$  y  $\eta = 0.2$  si  $\rho h f_y h \geq 9 \text{ kg/cm}^2$

$f_y h$  = esfuerzo de fluencia del acero horizontal, de la malla electrosoldada  $f_y h = 5,000 \text{ kg/cm}^2$

$AT$  = área transversal efectiva del muro

$\rho h$  = porcentaje de acero de refuerzo horizontal

$$\rho h = \frac{A_{sh}}{S_n t}; \quad \rho h_{\min} \geq \frac{3}{f_y h}; \quad \rho h_{\min} \geq \frac{V_{mR}}{F_R f_y h A_T}$$

$$\rho h_{\max} \leq \frac{9}{f_y h} \text{ piezas hueca.} \quad \rho h_{\max} \leq \frac{12}{f_y h} \text{ piezas mazisa.}$$

**Proponiendo 3 tipos de malla electrosoldada, con  $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$** 

Tipo de Malla
6x6 - 10/10
Sh = 15.24 cm
Ash = 0.0924 cm <sup>2</sup>

Tipo de Malla
6x6 - 08/08
Sh = 15.24 cm
Ash = 0.1326 cm <sup>2</sup>

Tipo de Malla
6x6 - 06/06
Sh = 15.24 cm
Ash = 0.187 cm <sup>2</sup>

**Porcentaje de acero de la malla**

$$\rho h_{10/10} = \frac{0.0924}{(15.24)(12)} = 0.0005; \quad \rho h_{08/08} = \frac{0.1326}{(15.24)(12)} = 0.00073; \quad \rho h_{06/06} = \frac{0.187}{(15.24)(12)} = 0.001$$

**Porcentaje de acero mínimo**

$$\rho h_{\min} = \frac{3}{5000} = 0.0006; \quad \rho h_{\min} = \frac{63000}{(0.7)(5000)(4872)} = 0.000369$$

**Porcentaje de acero máximo**

$$\rho h_{\max} = \frac{12}{5000} = 0.0024; \quad \rho h_{\max} = 0.3 \frac{15}{5000} = 0.0009$$

Rige 6x6 - 08/08 -  $\rho h = 0.00073$

**Factor de eficiencia**

$$\eta = 0.6 \therefore \rho h f_y h = (0.00073)(5000) = 3.65 \text{ kg/cm}^2 \leq 6 \text{ kg/cm}^2$$

**Fuerza cortante resistida por la Malla Electro soldada.**

$$V_{sR} = (0.7)(0.6)(0.00073)(5000)(4872) = 7,468.78 \text{ kg/cm}^2$$

**Cortante resistente Total**

$$V_{TR} = V_{mR} + V_{sR}; \quad V_{TR} = 6300 + 7,468.78 = 13,768.78 \text{ kg}$$

**Comparando VTR con Vu**

$$V_{TR} = 13,768.78 \text{ kg} < V_u = 14,800.00 \text{ kg}$$

∴ Al no ser suficiente el refuerzo, se opta por utilizar malla electrosoldada 6x6-08/08 en ambas caras del muro, con lo cual se rebasa el Vu.



Resumen de muros con refuerzo con malla electrosolda, para resistir cargas horizontales en planta alta y planta baja

REFUERZO CON MALLA ELECTROSOLDADA											
MURO	Área (cm <sup>2</sup> )	t (cm)	VmR (kg)	ph min	ph max	ph Malla 6x6-08/08	n	V <sub>oR</sub> (kg)	V <sub>TR</sub> (kg)	V <sub>U</sub> (kg)	V <sub>TR</sub> > V <sub>U</sub>
<b>PLANTA ALTA</b>											
A 5-8	3432	12	4370	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	5261.26	9631.26	4810.00	PASA
A 8-10	3900	12	4950	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	5978.70	10928.70	6270.00	PASA
A 10-14	5412	12	7080	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	8296.60	15376.60	11500.00	PASA
I 3-9	5820	13	7540	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	8922.06	16462.06	15700.00	PASA
1 A-C	4872	14	6300	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	7468.78	21237.55	14780.00	PASA
3 G-I	3432	15	4420	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	5261.26	9681.26	5730.00	PASA
5 A-B	3696	16	5270	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	5665.97	10935.97	5960.00	PASA
8 A-C	3576	17	5150	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	5482.01	10632.01	6340.00	PASA
10 A-C	4872	18	6700	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	7468.78	21637.55	14550.00	PASA
<b>PLANTA BAJA</b>											
A 1-2	4080	12	6088	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	6254.64	12342.18	10830.18	PASA
A 5-8	3432	12	5117	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	5261.26	10378.19	7922.07	PASA
A 8-10	3900	12	5479	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	5978.70	11457.72	8346.69	PASA
A 12-15	5232	12	7378	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	8020.66	15398.54	13303.11	PASA
B 11-15	4836	12	6239	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	7413.59	13652.79	8147.69	PASA
D 11-14	3972	12	6128	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	6089.08	12216.80	6928.95	PASA
G 4-7'	3276	15	4741	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	5022.11	9762.96	7033.39	PASA
I 3-6	2820	18	4174	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	4323.06	8497.05	6597.70	PASA
I 6-9	3000	19	4451	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	4599.00	9049.78	7478.45	PASA
2 A-C	4872	20	4566	0.0006	0.0009	0.00073	0.6	7468.78	19503.72	16460.00	PASA

Nota: Para los muros: 1 A-C y 10 A-C de la planta alta; 2 A-C en planta baja, se opto de reforzar en ambas caras del muros con malla electrosoldada.



## **CAPÍTULO V**

# **ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL** **DE LA CIMENTACIÓN**



## DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE CIMENTACIONES

Las cimentaciones son los elementos estructurales encargados de transmitir las cargas de la estructura a los estratos resistentes del terreno, sin que se produzcan fallas o deformaciones excesivas en el terreno.

La subestructura o cimentación está compuesta por todos aquellos elementos de transición entre la superestructura y el suelo.

La función de una cimentación es brindar al edificio una base rígida y capaz de transmitir al suelo las acciones que se generen, de una cimentación correcta depende el éxito de una estructura.

Las cimentaciones deben cumplir:

- \_ Transmitir al terreno las cargas estáticas y dinámicas.
- \_ Buscar que los asentamientos no superen los límites admisibles.
- \_ Prevenir los asentamientos por sobre consolidación.
- \_ Prevenir la licuefacción del suelo en caso de sismos.
- \_ Trabajar en conjunto, limitando los desplazamientos diferenciales, horizontales y verticales, entre apoyos.

Dado que durante el diseño de la cimentación es difícil controlar o mejorar las propiedades mecánicas del subsuelo, los asentamientos absolutos como diferenciales se deben controlar mediante las características de los elementos que forman la cimentación.

Cuando es factible elegir el sitio donde se ubicará la estructura, es conveniente sea en un terreno firme, libre de las amplificaciones locales del movimiento del terreno blandos, y de asentamientos excesivos y pérdida de capacidad de apoyo que ocurre en algunas arenas poco compactas.

Para el diseño de una cimentación debemos conocer la capacidad de carga del terreno. Esta capacidad se determina generalmente mediante un estudio de mecánica de suelos. La carga admisible depende principalmente de los asentamientos, los cuales deben ser compatibles con la capacidad de deformación de la estructura.

En las cargas permisibles influyen los siguientes factores:

- \_ Tipo de terreno
- \_ Tipo de construcción
- \_ Los asentamientos que se pueden producir
- \_ Las dimensiones de la cimentación
- \_ Tiempo de carga de la construcción
- \_ Las vibraciones que pueden afectar a la construcción



### **Clasificación**

Las cimentaciones se clasifican en función a su profundidad en superficiales y profundas. Las superficiales que son las mas comunes en casa habitación, se dividen en: losas de cimentación, retículas y zapatas. Estas ultimas a la vez se dividen en: zapatas aisladas, zapatas combinadas, zapatas corridas bajo columnas y zapatas corridas bajo muro.

#### **Zapatas**

Las zapatas son cimentaciones superficiales que se usan cuando las descargas de la estructura son relativamente pequeñas y tenemos a poca profundidad un estrato con la capacidad de carga y rigidez necesarias para aceptar las presiones transmitidas por la cimentación sin que ocurran fallas o hundimientos excesivos

Por su forma de trabajar la zapatas se clasifican:

- Aisladas
- Combinadas
- Continuas bajo columnas
- Continuas bajo muros
- Arriostradas

#### **Zapatas aisladas**

Es aquella zapata en la que descansa o recae una sola columna, el uso de las zapatas aisladas está limitado a aquellos casos en que el terreno tiene una resistencia media o alta en relación con las cargas, y es suficientemente homogéneo como para que los asentamientos diferenciales que se puedan presentar no sean importantes.

#### **Zapatas corridas**

Las zapatas corridas pueden ser bajo columnas o muros, son cimentaciones de gran longitud en comparación con su sección transversal, y se usan cuando.

- 1.- Se trata de cimentar un elemento continuo, como por ejemplo un muro.
- 2.- Se busca homogenizar los asentamientos de una alineación de columnas.
- 3.- Se quieren reducir los esfuerzos en el terreno.
- 4.- Para puntear defectos y heterogeneidades del terreno.
- 5.- Por la proximidad de zapatas aisladas, resulta más sencillo realizar una zapata corrida.

#### **Zapatas corridas bajo muro**

La carga que recae sobre la zapata es uniformemente distribuida, no hay transmisión de momento. Para el diseño se toma un segmento de longitud unitaria.

#### **Losas de cimentación**

Las losas de cimentación se emplean en suelos poco resistentes, para integrar superficialmente la cimentación de varias columnas. Cuando la superficie de la cimentación supera el 66% del área total, es recomendable utilizar losa de cimentación.

Las losas de cimentación pueden ser de varios tipos, lo más comunes son:

- a) Losa plana de espesor uniforme.
- b) Losa plana con mayor espesor bajo columnas.
- c) Retícula.
- d) Losa con muro de sótano (cajón de cimentación).





## Análisis y diseño estructural de la cimentación

### Trasmisión de cargas para zapatas de lindero

Para el diseño de la cimentación se revisará en que tramo ó eje se presenta la carga mayor por metro lineal, para esto se hará la bajada de cargas para cada tramo y se diseñará con la carga mas desfavorable.

En la siguiente tabla se presenta el análisis resumido para cada tramo.

Tramo	long (m)	Planta Baja					Planta Alta					W/ml (kg/m)
		At (m <sup>2</sup> )	Wlosa (kg/cm <sup>2</sup> )	Wlosa (kg)	Wmuro (kg/m <sup>2</sup> )	Wmuro (kg)	At (m <sup>2</sup> )	Wlosa (kg/cm <sup>2</sup> )	Wlosa (kg)	Wmuro (kg/m <sup>2</sup> )	Wmuro (kg)	
A 1-2	3.40	2.64	717.00	1893.60	741.00	2519.40	2.64	737.00	1946.42	741	2519.40	2611.42
A 2-5	1.53	0.47	725.00	342.93	741.00	1133.73	0.47	737.00	348.60	741	1133.73	1933.98
<b>A 5-8</b>	<b>2.86</b>	<b>1.82</b>	<b>868.00</b>	<b>1582.36</b>	<b>741.00</b>	<b>2119.26</b>	<b>1.82</b>	<b>870.00</b>	<b>1586.01</b>	<b>741</b>	<b>2119.26</b>	<b>2974.12</b>
A 8-10	3.25				789.45	2565.71	2.34	737.00	1723.84	741	2408.25	2060.86
A 10-12	1.60	0.53	710.00	373.46	789.45	1263.12	1.63	737.00	1199.84	741	1185.60	2513.76
A 12-15	3.63	2.99	696.00	2079.65	886.35	3217.45	3.06	737.00	2391.55	741	2689.83	2859.09
							0.26	515.00				
I 3-6	2.35	1.21	601.00	727.21	789.45	1855.21	2.16	737.00	1591.92	741	1741.35	2517.31
I 6-9	2.50	1.38	601.00	829.98	789.45	1973.63	2.36	737.00	1741.53	741	1852.50	2559.05
I A-C	4.06	3.71	717.00	2662.22	741.00	3008.46	3.71	737.00	2736.48	741	3008.46	2811.73

Nota: En el tramo A 5-8, se agrego 1.098 t producto de la descarga del tinaco.

En este caso el tramo A 5-8 resultado ser el más desfavorable.

**Trasmisión de cargas para zapatas de centro**

En la siguiente tabla se presenta el análisis resumido para cada tramo.

Tramo	long (m)	Planta Baja					Planta Alta					W/ml (kg/m)
		At (m <sup>2</sup> )	Wlosa (kg/cm <sup>2</sup> )	Wlosa (kg)	Wmuro (kg/m <sup>2</sup> )	WMuro (kg)	At (m <sup>2</sup> )	Wlosa (kg/cm <sup>2</sup> )	Wlosa (kg)	Wmuro (kg/m <sup>2</sup> )	WMuro (kg)	
B11-15	4.03	2.50	870.00	4636.73	886.35	3571.99	0.00	0.00	0.00		0.00	2036.90
		3.16	696.00	2200.06								
		0.37	710.00	263.41								
D11-14	4.31	2.49	870.00	2460.52	789.45	3402.53	2.49	515.00	1534.70	912	3930.72	2628.42
		0.49	601.00				0.49	515.00				
E 4-9	3.05	3.10	899.00	3729.87	789.45	2407.82	3.00	737.00	2579.50	741	2260.05	3599.10
		1.57	601.00				0.50	737.00				
F 11-13	1.08	0.99	601.00	595.59	789.45	852.61	0.99	737.00	729.63	741	800.28	2757.51
G 3-6	2.35	1.16	601.00	1257.24	789.45	1855.21				741	1741.35	2065.44
		0.62	899.00									
G 6-9	2.50	1.31	601.00	3000.65	789.45	1973.63				741	1852.50	2730.71
		2.46	899.00									
H 9-11	3.80	3.33	601.00	1998.93	789.45	2999.91	3.33	515.00	1712.89	912	3465.60	2678.24
2 A-C	4.06	3.71	717.00	4268.82	741.00	3008.46				741	3008.46	2533.43
		2.22	725.00									
3 G-I	2.93	1.96	601.00	1178.56	789.45	2313.09	2.49	737.00	1834.39	741	2171.13	2558.76
6 G-I	2.93	3.52	601.00	2115.52	789.45	2313.09						1511.47
8 A-À	2.66	2.77	868.00	2400.89	789.45	2099.94	2.77	870.00	4594.57	741	1971.06	4160.32
							2.97	737.00				
9 E-F	1.08	2.03	601.00	2674.31	789.45	852.61						3265.67
		1.62	899.00									
<b>9 F-H</b>	<b>3.65</b>	<b>2.60</b>	<b>899.00</b>	<b>4691.83</b>	<b>789.45</b>	<b>2881.49</b>	<b>3.89</b>	<b>737.00</b>	<b>5067.14</b>	<b>1083</b>	<b>3952.95</b>	<b>4546.14</b>
		2.95	601.00				3.06	515.00				
		0.97	601.00				0.85	737.00				
9 H-I	2.23	0.96	601.00	573.96	789.45	1760.47	0.98	737.00	720.79	741	1652.43	2111.05
10 A-C	4.06	0.30	601.00	1794.51	789.45	3205.17	3.66	737.00	5514.23	741	3008.46	3330.63
		2.27	710.00				3.82	737.00				
12 A-B	4.06	1.73	710.00	2868.80	886.35	3598.58						1592.95
		2.36	696.00									

En este caso el tramo 9 F-H resulto ser el mas desfavorable



### V.1. ZAPATA CORRIDA DE LINDERO BAJO MURO

Las propiedades del suelo se obtuvieron en un previo estudio de mecánica de suelos, que presentaron los siguientes datos.

**Datos:**

Peso volumétrico del suelo ( $\gamma_s$ ) = 1.3 t/m <sup>3</sup>	F <sub>c</sub> = 1.4
Esfuerzo de diseño del terreno ( $q_r$ ) = 5 t/m <sup>2</sup>	C = 0.24 m
Profundidad de desplante (D <sub>f</sub> ) = 1.20 m	rec = 5 cm
P vol. del material de la zapata ( $\gamma_c$ ) = 2.4 t/m <sup>3</sup>	f'c = 200 kg/cm <sup>2</sup>
F <sub>R</sub> (cortante) = 0.8	f <sub>y</sub> = 4200 kg/cm <sup>2</sup>
F <sub>R</sub> (flexión) = 0.9	

**1.- Cálculo de la descarga total de la cimentación**

Diseñaremos para el caso más desfavorable E 5-8 , P = 2.974 t/m

Ancho de la Zapata

$$B = 1.25 \left( \frac{P}{q_r} \right); \quad B = 1.25 \left( \frac{2.974}{5} \right) = 0.74 \text{ m} \approx 0.75 \text{ m}$$

Peso propio de la zapata

$$W_s = \left( \frac{\gamma_c + \gamma_s}{2} \right) B L D_f \quad \text{donde: } W_s = \text{peso propio supuesto de la zapata}$$

$$W_s = \left( \frac{1.3 + 2.4}{2} \right) (0.75)(1)(1.2) = 1.666 \text{ t/m} \quad B = \text{ancho de la zapata}$$

$$L = \text{longitud de la zapata (L = 1 m para diseño)}$$

Descarga total (P<sub>T</sub>)

$$P_T = P + W_s; \quad P_T = 2.974 + 1.666 = 4.64 \text{ t/m}$$

**2.- Dimensionamiento de la zapata**

$$B = \frac{P_T}{q_r}; \quad B = \frac{4.64}{5} = 0.93 \text{ m} \approx 0.95 \text{ m}$$

**3.- Cálculo de la presión de contacto**

$$q = \frac{P_T}{BL} \leq q_r; \quad q = \frac{4.63}{(0.95)(1)} = 4.87 \text{ t/m}^2 < q_r$$

**4.- Cálculo de la presión neta última**

$$q_n = \frac{P}{BL}; \quad q_{nu} = F_c q_n \quad \text{donde: } q_n = \text{Presión neta del terreno}$$

$$q_{nu} = \text{Presión neta ultima del terreno}$$

$$q_n = \frac{2.974}{(0.95)(1)} = 3.13 \text{ t/m}^2; \quad q_{nu} = (1.4)(3.13) = 4.38 \text{ t/m}^2$$

**5.- Diseño de la losa**

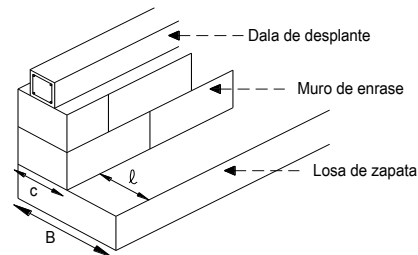
**a) Por cortante**

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{V_{CR} + q_{nu}}$$

$$\ell = B - C$$

$$V_{CR} = (0.5) F_R \sqrt{f'_c}$$

d = peralte  
 ℓ = vuelo de la zapata  
 C = ancho del muro de enrase  
 V<sub>CR</sub> = esfuerzo cortante resistente  
 F<sub>R</sub> = factor de resistencia = 0.8





Vuelo de la zapata

$$\ell = (1.1 - 0.24) = 0.86 \text{ m}$$

Esfuerzo cortante resistente

$$V_{CR} = (0.5)(0.8)\sqrt{160} = 5.06 \text{ k g / cm}^2$$

Peralte

$$d = \frac{(0.438)(86)}{(5.06 + 0.438)} = 6.851 \text{ cm} < d \text{ min} = 10 \text{ cm} \quad \text{Por lo tanto se tomará } d = 10 \text{ cm}$$

Espesor total

$$H = d + \text{recubrimiento} \quad H = 10 + 5 = 15 \text{ cm}$$

Revisión del peso real

MATERIAL	ESPESOR (m)	ANCHO (m)	PESO VOL. (t / m <sup>3</sup> )	TOTAL (t/m)
W plantilla	0.05	0.95	2.2	0.105
W losa	0.15	0.95	2.4	0.342
muro _ enrase	1.00	0.24	1.8	0.432
W relleno	1.00	0.71	1.3	0.923

$$W \text{ real} = 1.802 > W_s = 1.66 \text{ t/m}$$

Cuando W real es mayor que el supuesto, pero no más que un 10 % , se acepta las dimensiones de la zapata. En este caso se acepta, se excede 9%.

**b) Por flexión**

**Sentido transversal**

Momento último

$$M_u = \frac{q_m (\ell + c / 4)^2}{2}; \quad M_u = \frac{(4.38)((0.86 + 0.24 / 4)^2)}{2} = 1.85 \text{ t - m}$$

Cálculo del acero requerido

$$\rho = \frac{f''c}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f''c}} \right]; \quad \rho = \frac{136}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2)(185,000.00)}{(0.9)(100)(10^2)(136)}} \right] = 0.0053$$

Comparando con pmin y pmax

$$p_{\min} = 0.00236$$

$$p_{\max} = 0.012$$

$$\therefore p \text{ de diseño} = 0.0053$$

Área de acero

$$A_s = \rho b d; \quad A_s = (0.0053)(100)(10) = 5.33 \text{ cm}^2$$

Comparando con Ast

$$A_{st} = \frac{660 x_1}{f_y (x_1 + 100)} 1.5b; \quad A_{st} = \frac{(660)(15)}{(4200)(15 + 100)} (1.5)(100) = 3.07 \text{ cm}^2; \quad A_{st} < A_s \therefore \text{utilizaremos } A_s$$

Proponiendo varillas de # 3

$$s = \frac{(100)(0.71)}{5.33} = 13.32 \text{ cm}$$

∴ Se usarán Varilla de # 3 @ 12 cm c.a.c. en el sentido corto

**Sentido Longitudinal**

Como la zapata sólo se flexiona en el sentido transversal, por lo tanto en el sentido longitudinal únicamente se colocará acero por temperatura.

$$s = \frac{(100)(0.71)}{3.07} = 23.12 \text{ cm}$$

∴ Se usarán Varilla de # 3 @ 20 cm c.a.c. en el sentido largo



## V.2. ZAPATA CORRIDA DE CENTRO BAJO MURO

### 1.- Cálculo de la descarga total de la cimentación

Diseñaremos para el caso mas desfavorable 9 F-H , P = 4.546 t/m

Ancho de la zapata

$$B = 1.25 \left( \frac{P}{q_r} \right); \quad B = 1.25 \left( \frac{4.546}{5} \right) = 1.14 \text{ m} \approx 1.15 \text{ m}$$

Peso propio de la zapata

$$W_s = \left( \frac{\gamma_c + \gamma_s}{2} \right) B L D_f; \quad W_s = \left( \frac{1.3 + 2.4}{2} \right) (1.15)(1.2) = 2.553 \text{ t/m}$$

Descarga Total (PT)

$$P_T = P + W_s; \quad P_T = 4.546 + 2.553 = 7.099 \text{ t/m}$$

### 2.- Dimensionamiento de la zapata

$$B = \frac{P_T}{q_r}; B = \frac{7.099}{5} = 1.42 \text{ m} \approx 1.45 \text{ m}$$

### 3.- Cálculo de la presión de contacto

$$q = \frac{P_T}{BL} \leq q_r; \quad q = \frac{7.099}{(1.45)(1)} = 4.90 \text{ t/m}^2 < q_r$$

### 4.- Cálculo de la presión neta última

$$q_n = \frac{4.90}{(1.45)(1)} = 3.38 \text{ t/m}^2; \quad q_{nu} = (1.4)(3.38) = 4.73 \text{ t/m}^2$$

### 5.- Diseño de la losa

#### a) Por cortante

Vuelo de la zapata

$$\ell = \frac{B-C}{2}; \quad \ell = (1.45 - 0.24) / 2 = 0.605 \text{ m}$$

Peralte de la zapata

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{V_{CR} + q_{nu}}; \quad d = \frac{(0.490)(0.605)}{(5.06 + 0.490)} = 5.341 \text{ cm} < d \text{ min} = 10 \text{ cm}$$

Por lo tanto d = 10 cm

Espesor total

$$H = d + \text{recubrimiento} \quad H = 10 + 5 = 15 \text{ cm}$$

Revisión del peso real

MATERIAL	ESPESOR (m)	ANCHO (m)	PESO VOL. (t/m <sup>3</sup> )	TOTAL (t/m)
W plantilla	0.05	1.45	2.2	0.160
W losa	0.15	1.45	2.4	0.522
W muro _ enrase	1.00	0.24	1.8	0.432
W relleno	1.00	1.21	1.3	1.573

$$W \text{ real} = 2.687 > W_s = 2.553 \text{ t/m}$$

∴ Se acepta, se excede un 5 %

**b) Por flexión****Sentido transversal**

Momento último

$$Mu = \frac{q_{nu} (\ell + c/4)^2}{2}; \quad Mu = \frac{(4.9)(0.605 + 0.24/4)^2}{2} = 1.083 \text{ t-m}$$

Cálculo del acero requerido.

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_r bd^2 f''c}} \right]; \quad \rho = \frac{136}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2)(108300)}{(0.9)(100)(10^2)(136)}} \right] = 0.003 > \rho_{\min} = 0.0023$$

Área de acero

$$As = (0.003)(100)(10) = 3.00 \text{ cm}^2$$

$$Ast = \frac{660x_1}{fy(x_1 + 100)} 1.5b; \quad Ast = \frac{(660)(15)}{(4200)(15 + 100)} (1.5)(100) = 3.07 \text{ cm}^2; \quad Ast > As \therefore \text{utilizaremos } Ast$$

Proponiendo varillas del # 3

$$s = \frac{(100)(0.71)}{3.07} = 23.12 \text{ cm}$$

∴ Se usarán Varilla de # 3 @ 20 cm c.a.c. en el sentido corto

**Sentido Longitudinal**

Como la zapata sólo se flexiona en el sentido transversal, por lo tanto en el sentido longitudinal únicamente se colocará acero por temperatura.

∴ Se usarán Varilla de # 3 @ 20cm c.a.c. en el sentido largo

**V.3. AMPLIACIÓN BAJO CASTILLO QUE TRANSMITEN CARGAS PUNTALES EN ZAPATAS DE LINDERO**

Se diseñará la ampliación como si fuera una zapata aislada sujeta a carga axial.

A continuación se diseña una ampliación en zapata de lindero, al castillo X 2-c que transmite una carga puntual de  $CP = 6.397 \text{ t}$

**Datos de la zapata de lindero**

$$P = 4.64 \text{ t/m} \quad B = 0.95 \text{ cm} \quad C = 24 \text{ cm} \quad Az = 0.95 \text{ m}^2$$

**1) Descarga total.**

$$P_T = C_p + P$$

Donde:  $CP =$  carga puntual

$$P_T = 6.397 + (4.64)(0.95) = 10.81 \text{ t} \quad P = \text{carga sobre la zapata por el ancho de la zapata}$$

**2) Área requerida para absorber la carga (dimensionamiento)**Donde:  $Az =$  área requerida

$$Az = \frac{P}{q_r}$$

 $P =$  peso total $q_r =$  esfuerzo de diseño del terreno

$$Az_{requerida} = \frac{10.81}{5} = 2.16 \text{ m}^2$$

$$Az_{existente} = (1)(0.95) = 0.95 \text{ m}^2 < Az_{requerida} = 2.16 \text{ m}^2 \therefore \text{Se requiere hacer una ampliación}$$

**3) Dimensionamiento de la ampliación**

$$B = \sqrt{Az_{requerida}} \quad \text{donde: } B = \text{ampliación requerida}$$

$$B = \sqrt{2.16} = 1.47 \text{ m} \approx 1.5 \text{ m}; \quad Az_{diseño} = (1.5)(1.5) = 2.25 \text{ m}^2$$

**4) Presión neta última**

$$q_{nu} = Fc \frac{P_T}{Az}; \quad q_{nu} = 1.4 \frac{10.81}{2.25} = 6.72 t/m^2$$

**5) Cortante****a) Peralte requerido por cortante como viga ancha**

\* Vuelo de la zapata

$$\ell = B - C; \quad \ell = (1.5 - 0.24) = 1.26 m$$

\* Peralte de la zapata

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{V_{CR} + q_{nu}}; \quad d = \frac{(0.672)(1.26)}{(5.06 + 0.672)} = 14.78 cm$$

**b) Peralte requerido por cortante por penetración**

$$\left[ \frac{q_{nu}}{2} + 2 V_{CR} \right] d^2 + \left[ \left( \frac{q_{nu}}{2} + V_{CR} \right) * (2 C_1 + C_2) \right] d + q_{nu} C_1 C_2 - P_u$$

Donde:  $C_1$  = dimensión menor del dado $C_2$  = dimensión mayor del dado

d = peralte

 $P_u$  = carga última aplicada,  $F_c = 1.1$  $V_{CR}$  = resistencia de diseño del concreto

\* Carga última aplicada

$$P_u = F_c P; \quad P_u = (1.1)(10.81) = 11.89 t$$

\* Resistencia de diseño del concreto

$$V_{CR} = \begin{cases} F_R \sqrt{f_c^*} & V_{CR} = 0.8 \sqrt{160} = 10.12 \text{ kg/cm}^2 \\ F_R \left( 0.5 + \frac{c_1}{c_2} \right) \sqrt{f_c^*} & V_{CR} = 0.8 \left( 0.5 + \frac{24}{15} \right) \sqrt{160} = 21.25 \text{ kg/cm}^2 \end{cases}$$

\*Resolviendo la ecuación

$$\left[ \frac{0.672}{2} + (2)(10.12) \right] d^2 + \left[ \left( \frac{0.672}{2} + 10.12 \right) (2)(24 + 15) \right] d + ((0.672)(24)(15)) - 11,890 = 0$$

$$20.58 d^2 + 658.74 d - 11,643.47 = 0$$

$$d = 14.78 cm < d = 14.85 cm \quad \text{Por lo tanto utilizaremos } d = 15 cm$$

\*Espesor total

$$H = 15 + 5 = 20 cm$$

**6) Por flexión****a) Sentido transversal**

Momento último

$$M_u = \frac{q_{nu} \ell^2}{2}; \quad M_u = \frac{(6.73)(1.26^2)}{2} = 5.34 t/m$$

Cálculo del acero requerido.

$$\rho = \frac{136}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2)(534,000)}{(0.9)(100)(15^2)(136)}} \right] = 0.00704; \quad \rho > \rho_{min} \therefore \text{utilizaremos } \rho$$



Área de acero

$$A_s = (0.00704)(100)(15) = 10.56 \text{ cm}^2$$

$$A_{st} < A_s \therefore \text{utilizaremos } A_s = 10.56 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas del # 4

$$s = \frac{(100)(1.27)}{10.56} = 12.03 \text{ cm}$$

∴ Se usarán Varilla de # 4 @ 12 cm c.a.c. en el sentido corto

### b) Sentido Longitudinal

Vuelo de la zapata

$$\ell = \frac{B - C}{2}$$

donde: B = ancho de la zapata  
C = ancho del dado en el sentido largo

$$\ell = \frac{1.5 - 0.15}{2} = 0.675 \text{ cm}$$

Momento último

$$M_u = \frac{q_{nu} \ell^2}{2}; \quad M_u = \frac{(6.73)(0.675^2)}{2} = 1.53 \text{ t/m}$$

Cálculo del acero requerido.

$$\rho = \frac{136}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2)(154000.00)}{(0.9)(100)(13^2)(136)}} \right] = 0.0019 \quad \rho < \rho_{\min} \therefore \text{utilizaremos } \rho_{\min} = 0.0023$$

Área de acero

$$A_s = (0.0023)(100)(15) = 3.45 \text{ cm}^2 \quad A_{st} > A_s \therefore \text{utilizaremos } A_{st} = 3.92 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas del # 3

$$s = \frac{(100)(0.71)}{3.92} = 18.11 \text{ cm}$$

∴ Se usarán varilla de # 3 @ 18 cm c.a.c. en el sentido Largo

## V.4. AMPLIACIÓN BAJO CASTILLO QUE TRASMITEN CARGAS PUNTALES EN ZAPATAS DE CENTRO

Se diseñara la ampliación como si fuera una zapata aislada sujeta a carga axial.

A continuación se diseña una ampliación en zapata de lindero, al castillo X 8-C que transmite una carga puntual de CP = 16.61 t

**Datos de la zapata de lindero**

$$P = 7.099 \text{ t/m}^2 \quad B = 1.45 \text{ cm} \quad C = 24 \text{ cm} \quad A_z = 1.4 \text{ m}^2$$

### 1) Descarga total.

$$P_T = C_p + P$$

$$P_T = 16.61 + ((7.099)(1.45)) = 26.90 \text{ t}$$

### 2) Área requerida para absorber la carga (dimensionamiento)

$$A_{z\text{requerida}} = \frac{26.90}{5} = 5.38 \text{ m}^2$$

$$A_{z\text{existente}} = (1)(1.45) = 1.45 \text{ m}^2 < A_{z\text{requerida}} = 5.38 \text{ m}^2$$

∴ Se requiere hacer una ampliación



**3) Dimensionamiento de la ampliación**

$$B = \sqrt{Az_{requerida}}; \quad B = \sqrt{5.30} = 2.30 \quad \text{donde: } B = \text{ampliación requerida}$$

$$B = \sqrt{5.38} = 2.32 \text{ m} \approx 2.35 \text{ m}$$

$$Az_{diseño} = (2.35)(2.35) = 5.52 \text{ m}^2$$

**4) Presión neta última**

$$q_{nu} = Fc \frac{P_T}{Az}; \quad q_{nu} = 1.4 \frac{26.90}{5.52} = 6.82 \text{ t/m}^2$$

**5) Cortante****a) Peralte requerido por cortante como viga ancha**

Vuelo de la zapata

$$\ell = \frac{B - C}{2}; \quad \ell = \frac{2.35 - 0.24}{2} = 1.06 \text{ cm}$$

Peralte de la zapata

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{V_{CR} + q_{nu}}; \quad d = \frac{(0.682)(106)}{(5.06 + 0.682)} = 12.53 \text{ cm}$$

**b) Peralte requerido por cortante por penetración**

$$[q_{nu} + 4V_{CR}] d^2 + [(q_{nu} + 2V_{CR})(C_1 + C_2)]d + q_{nu} C_1 C_2 - Pu = 0$$

Donde:  $C_1$  = dimensión menor del dado

$C_2$  = dimensión mayor del dado

$d$  = peralte

$Pu$  = Carga última aplicada,  $Fc=1.1$

$V_{CR}$  = resistencia de diseño del concreto

Carga última aplicada

$$Pu = FcP; \quad Pu = (1.1)(26.90) = 29.59 \text{ t}$$

Resistencia de diseño del concreto

$$V_{CR} = \begin{cases} F_R \sqrt{f_c^*} & V_{CR} = 0.8\sqrt{160} = 10.12 \text{ kg/cm}^2 \\ F_R \left(0.5 + \frac{c_1}{c_2}\right) \sqrt{f_c^*} & V_{CR} = 0.8 \left(0.5 + \frac{24}{15}\right) \sqrt{160} = 21.25 \text{ kg/cm}^2 \end{cases}$$

Resolviendo la ecuación

$$[(0.682 + 4)(10.12)]d^2 + [0.682 + (2)(10.12)(24 + 15)]d + (0.682)(24)(15) - 29,590 = 0$$

$$41.16 d^2 + 815.96d - 29,348.38 = 0$$

$$d = 18.57 \text{ cm} > d = 12.53 \text{ cm}$$

Por lo tanto utilizaremos  $d = 19 \text{ cm}$

Espesor total

$$H = 19 + 5 = 24 \text{ m}$$

**6) Por flexión****a) Sentido transversal**

Momento último

$$Mu = \frac{q_{nu} \ell^2}{2}; \quad Mu = \frac{(6.82)(1.06^2)}{2} = 3.80 \text{ t/m}$$



Cálculo del acero requerido.

$$\rho = \frac{136}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2)(380,000.00)}{(0.9)(100)(19^2)(136)}} \right] = 0.0029 \quad \rho > \rho_{\min} \therefore \text{utilizaremos } \rho = 0.0029$$

Área de acero

$$A_s = (0.0029)(100)(19) = 5.53 \text{ cm}^2$$

$$A_{st} = \frac{(660)(24)}{4200(24+100)} (2.35)(100) = 4.56 \text{ cm}^2 \quad A_{st} < A_s \therefore \text{utilizaremos } A_s$$

Proponiendo varillas del # 3

$$s = \frac{(100)(0.71)}{5.53} = 12.83 \text{ cm}$$

∴ Se usaran Varilla de # 3 @ 12 cm c.a.c. en el sentido corto

### b) Sentido longitudinal

Vuelo de la zapata

$$\ell = \frac{B - C}{2}$$

donde: B = ancho de la zapata

C = ancho del dado en el sentido largo

$$\ell = \frac{2.35 - 0.15}{2} = 1.1 \text{ cm}$$

Momento último

$$M_u = \frac{q_{nu} \ell^2}{2}; \quad M_u = \frac{(6.82)(1.1^2)}{2} = 4.13 \text{ t/m}$$

Cálculo del acero requerido.

$$\rho = \frac{136}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2)(413,000.00)}{(0.9)(100)(19^2)(136)}} \right] = 0.0032 \quad \rho > \rho_{\min} \therefore \text{utilizaremos } \rho = 0.0032$$

Área de acero

$$A_s = (0.0032)(100)(19) = 6.04 \text{ cm}^2 \quad A_{st} < A_s \therefore \text{utilizaremos } A_s$$

Proponiendo varillas del # 3

$$s = \frac{(100)(0.71)}{6.04} = 11.80 \text{ cm}$$

∴ Se usarán Varilla de # 3 @ 12 cm c.a.c. en el sentido corto

En seguida se muestran 2 tablas con un resumen de las ampliaciones bajo castillo que transmiten cargas puntuales, en zapatas de centro como zapatas de lindero.



## AMPLIACIÓN BAJO CASTILLO QUE TRANSMITEN CARGAS PUNTUALES

## EN ZAPATAS DE LINDERO

CAS- TILLO	CARGAS				DIMENSIONAMIENTO									
	ELEMENTO DEL QUE RECIBE LA CARGA.	P (t)	PT (t)	Pu (t)	Az reque- rindo (m <sup>2</sup> )	B calcu- lado (m)	B de diseño (m)	Az de diseño (m <sup>2</sup> )	qr (t/m <sup>2</sup> )	e (m)	como viga ancha d (cm)	por pene- traci- on d	de dise- ño d	espesor total H (cm)
X 15-A	T-7	1.00	5.41	5.95	1.08	1.04	1.20	1.44	5.25	0.96	9.03	7.18	15	20
X 14-A	T-1	1.27	5.68	6.25	1.14	1.07	1.20	1.44	5.52	0.96	9.44	7.50	15	20
X 2-A	T-6	2.55	6.95	7.65	1.39	1.18	1.20	1.44	6.76	0.96	11.32	8.81	15	20
X 1-C	T-24	2.55	6.95	7.65	1.39	1.18	1.20	1.44	6.76	0.96	11.32	8.81	15	20
X 5-A	T-15	6.40	10.81	11.89	2.16	1.47	1.50	2.25	6.72	1.26	14.78	12.66	15	20
EN ZAPATA DE CENTRO														
X 15-B	T-7	1.00	11.29	12.42	2.26	1.50	1.65	2.72	5.81	0.71	7.26	9.99	15	20
X 14-D	T-1,T-8	2.96	13.25	14.58	2.65	1.63	1.65	2.72	6.82	0.71	8.37	11.22	15	20
X 11-B	T-9	1.47	11.76	12.94	2.35	1.53	1.65	2.72	6.05	0.71	7.53	10.85	15	20
X 11-H	T-2,T-9	3.53	13.82	15.21	2.76	1.66	1.65	2.72	7.11	0.71	8.68	11.57	15	20
X 10-A'	T-12	0.57	10.86	11.95	2.17	1.47	1.65	2.72	5.59	0.71	7.01	9.71	15	20
X 8-A'	T-4,T-12,T-14	2.26	12.55	13.80	2.51	1.58	1.65	2.72	6.45	0.71	7.97	10.79	15	20
X 8-E	T-4,T-14	3.74	14.03	15.44	2.81	1.68	1.65	2.72	7.22	0.71	8.80	11.68	15	20
X 9-G	T-5	2.37	12.66	13.93	2.53	1.59	1.65	2.72	6.51	0.71	8.04	10.86	15	20
X 3-G	T-5	1.31	11.60	12.76	2.32	1.52	1.65	2.72	5.97	0.71	7.44	10.19	15	20
X 2-C	T-6,T-11	2.55	12.84	14.12	2.57	1.60	1.65	2.72	6.60	0.71	8.14	10.97	15	20
X 14-B	T-1,T-8	10.54	20.83	22.92	4.17	2.04	2.05	4.20	6.94	0.91	10.92	15.56	16	21
X 11-D	T-2,T-9	8.09	18.38	20.22	3.68	1.92	2.05	4.20	6.12	0.91	9.77	14.79	16	21
X 9-F	T-10	5.92	16.22	17.84	3.24	1.80	2.05	4.20	5.40	0.91	8.73	13.09	16	21
X 4-6	T-5,T-13	10.29	20.58	22.64	4.12	2.03	2.05	4.20	6.86	0.91	10.80	15.43	16	21
X 4-E	T-13	4.50	14.79	16.27	2.96	1.72	2.05	4.20	4.93	0.91	8.03	12.27	16	21
X 5-C	T-3,T-11,T-15	8.90	19.19	21.11	3.84	1.96	2.05	4.20	6.39	0.91	10.15	14.71	16	21
X 11-F	T-2,T-9,T-10	13.03	23.33	25.66	4.67	2.16	2.35	5.52	5.91	1.06	11.04	16.89	19	24
X 10-C	T-3,T-11	13.23	23.52	25.88	4.70	2.17	2.35	5.52	5.96	1.06	11.12	16.99	19	24
X 8-C	T-3,T-4,T-11,T-14	16.61	26.90	29.59	5.38	2.32	2.35	5.52	6.82	1.06	12.53	18.57	19	24

**Zapata de lindero**

Datos

qr = 5 t/m<sup>2</sup>P = 4.64 t/m<sup>2</sup>

B = 0.95 cm

Az = 0.95 m<sup>2</sup>

C = 24 cm

Dado = 24x15 cm

Rec = 5 cm

V<sub>CR</sub> = 10.12 kg/cm<sup>2</sup>fy = 4200 kg/cm<sup>2</sup>f'c = 200 kg/cm<sup>2</sup>

pmin = 0.00236

pmax = 0.012

**Zapata de centro**qr = 5 t/m<sup>2</sup>P = 7.099 t/m<sup>2</sup>

B = 1.45 cm

Az = 1.45 m<sup>2</sup>

C = 24 cm

Dado = 24x15 cm

Rec = 5 cm

V<sub>CR</sub> = 10.12 kg/cm<sup>2</sup>fy = 4200 kg/cm<sup>2</sup>f'c = 200 kg/cm<sup>2</sup>

pmin = 0.00236

pmax = 0.012

pmax = 0.012



AMPLIACIÓN BAJO CASTILLO QUE TRANSMITEN CARGAS PUNTUALES  
EN ZAPATAS DE LINDERO

CAS- TILLO	DISEÑO POR FLEXIÓN											
	SENTIDO TRANSVERSAL						SENTIDO LONGITUDINAL					
	Mu (t-m)	$\rho$	As (cm <sup>2</sup> )	Ast (cm <sup>2</sup> )	s (cm)	separación c.a.c	$\ell$	Mu (t-m)	% de acero p	As (cm <sup>2</sup> )	s (cm)	separación c.a.c
X 15-A	2.42	0.0030	4.48	3.93	15.86	Vars. # 3 @ 12 cm	0.53	0.72	0.0009	3.54	18.1	Vars. # 3 @ 15 cm
X 14-A	2.54	0.0031	4.72	3.93	15.06	Vars. # 3 @ 12 cm	0.53	0.76	0.0009	3.54	18.1	Vars. # 3 @ 15 cm
X 2-A	3.12	0.0039	5.85	3.93	12.14	Vars. # 3 @ 12 cm	0.53	0.93	0.0011	3.54	18.1	Vars. # 3 @ 15 cm
X 1-C	3.12	0.0039	5.85	3.93	12.14	Vars. # 3 @ 12 cm	0.53	0.93	0.0011	3.54	18.1	Vars. # 3 @ 15 cm
X 5-A	5.34	0.0070	10.56	3.93	12.03	Vars. # 4 @ 12 cm	0.68	1.53	0.0019	3.54	18.1	Vars. # 3 @ 15 cm
EN ZAPATA DE CENTRO												
X 15-B	1.44	0.0023	3.45	3.93	18.07	Vars. # 3 @ 18 cm	0.75	1.63	0.0020	3.54	18.1	Vars. # 3 @ 15 cm
X 14-D	1.69	0.0023	3.45	3.93	18.07	Vars. # 3 @ 18 cm	0.75	1.92	0.0023	3.54	18.1	Vars. # 3 @ 15 cm
X 11-B	1.50	0.0018	2.73	3.93	18.07	Vars. # 3 @ 18 cm	0.75	1.70	0.0021	3.54	18.1	Vars. # 3 @ 15 cm
X 11-H	1.77	0.0023	3.45	3.93	18.07	Vars. # 3 @ 18 cm	0.75	2.00	0.0024	3.66	18.1	Vars. # 3 @ 15 cm
X 10-A'	1.39	0.0023	3.45	3.93	18.07	Vars. # 3 @ 18 cm	0.75	1.57	0.0019	3.54	18.1	Vars. # 3 @ 15 cm
X 8-A'	1.60	0.0023	3.45	3.93	18.07	Vars. # 3 @ 18 cm	0.75	1.81	0.0022	3.54	18.1	Vars. # 3 @ 15 cm
X 8-E	1.79	0.0023	3.45	3.93	18.07	Vars. # 3 @ 18 cm	0.75	2.03	0.0025	3.72	18.1	Vars. # 3 @ 15 cm
X 9-G	1.62	0.0023	3.45	3.93	18.07	Vars. # 3 @ 18 cm	0.75	1.83	0.0022	3.54	18.1	Vars. # 3 @ 15 cm
X 3-G	1.48	0.0023	3.45	3.93	18.07	Vars. # 3 @ 18 cm	0.75	1.68	0.0020	3.54	18.1	Vars. # 3 @ 15 cm
X 2-C	1.64	0.0023	3.45	3.93	18.07	Vars. # 3 @ 18 cm	0.75	1.86	0.0023	3.54	18.1	Vars. # 3 @ 15 cm
X 14-B	2.84	0.0031	4.93	4.09	14.39	Vars. # 3 @ 12 cm	0.95	3.13	0.0034	5.47	13.0	Vars. # 3 @ 12 cm
X 11-D	2.51	0.0027	4.33	4.09	16.41	Vars. # 3 @ 12 cm	0.95	2.76	0.0030	4.79	14.8	Vars. # 3 @ 12 cm
X 9-F	2.21	0.0024	3.80	4.09	17.36	Vars. # 3 @ 12 cm	0.95	2.44	0.0026	4.20	16.9	Vars. # 3 @ 12 cm
X 4-6	2.81	0.0030	4.87	4.09	14.58	Vars. # 3 @ 12 cm	0.95	3.09	0.0034	5.40	13.2	Vars. # 3 @ 12 cm
X 4-E	2.02	0.0023	3.68	4.09	17.36	Vars. # 3 @ 12 cm	0.95	2.22	0.0024	3.82	17.4	Vars. # 3 @ 12 cm
X 5-C	2.62	0.0028	4.53	4.09	15.69	Vars. # 3 @ 12 cm	0.95	2.88	0.0031	5.01	14.2	Vars. # 3 @ 12 cm
X 11-F	3.29	0.0025	4.77	4.56	14.89	Vars. # 3 @ 12 cm	1.10	3.58	0.0027	5.20	13.6	Vars. # 3 @ 12 cm
X 10-C	3.32	0.0025	4.81	4.56	14.76	Vars. # 3 @ 12 cm	1.10	3.61	0.0028	5.25	13.5	Vars. # 3 @ 12 cm
X 8-C	3.80	0.0029	5.53	4.56	12.83	Vars. # 3 @ 12 cm	1.10	4.13	0.0032	6.04	11.8	Vars. # 3 @ 12 cm

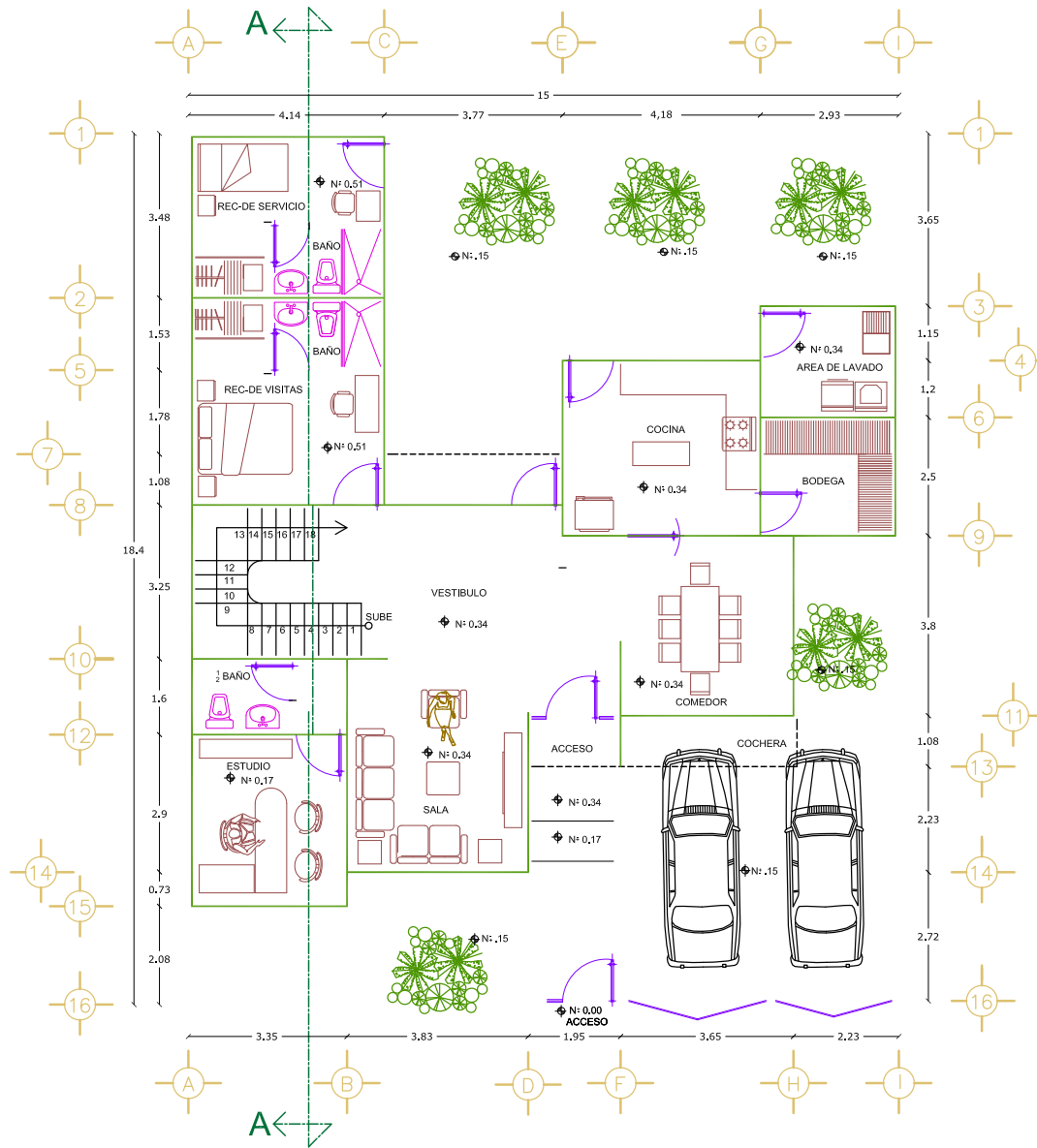
## RESUMEN DE ZAPATAS

ZAPATA	B (m)	d(cm)	H(cm)	Armado transversal	Armado longitudinal
ZAPATA CORRIDA DE LINDERO					
ZC-1	0.95	10	15	Vars. # 3 @ 12 cm	Vars. # 3 @ 20 cm
ZAPATAS CORRIDA DE CENTRO					
ZC-2	1.45	10	15	Vars. # 3 @ 20 cm	Vars. # 3 @ 20 cm
AMPLIACIÓN DE ZAPATA DE LINDERO					
AZ-3	1.20	15	20	Vars. # 3 @ 12 cm	Vars. # 3 @ 15 cm
AZ-4	1.50	15	20	Vars. # 4 @ 12 cm	Vars. # 3 @ 15 cm
AMPLIACIÓN DE ZAPATA DE CENTRO					
AZ-5	1.65	15	20	Vars. # 3 @ 18 cm	Vars. # 3 @ 15 cm
AZ-6	2.05	16	21	Vars. # 3 @ 12 cm	Vars. # 3 @ 12 cm
AZ-7	2.35	19	24	Vars. # 3 @ 12 cm	Vars. # 3 @ 12 cm



## **PLANOS ESTRUCTURALES**

# PLANTA BAJA



Escala Gráfica: Clave: **A-1**

Plano: TRABES

Asesor: M.I. Alma Rosa Sánchez Ibarra

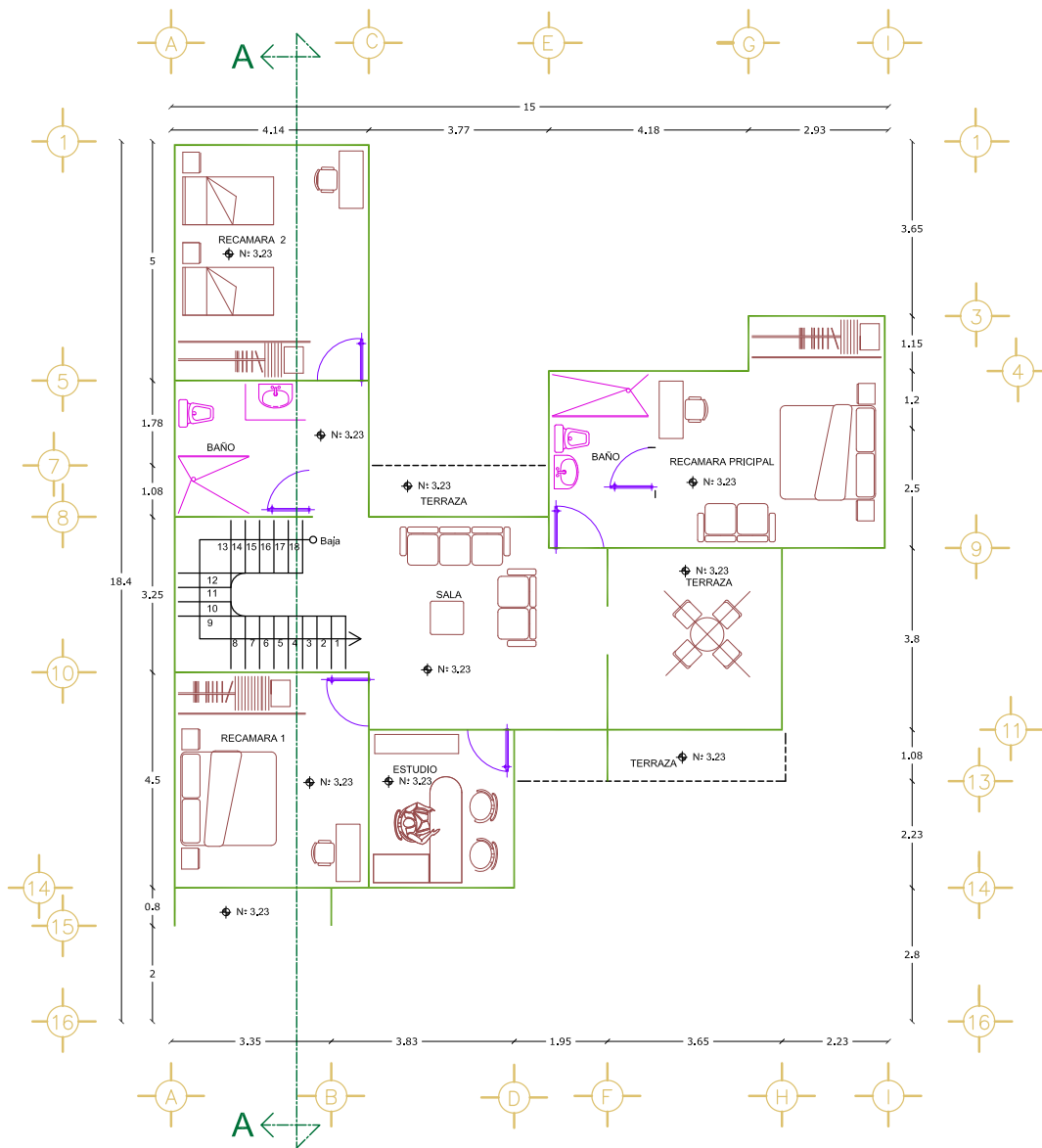
Alumno: Rodrigo Aldana Sanchez

Ubicación: Morelia Michoacán

Escala: 1:100      Acotación: Mts      Fecha: Mayo/2012



# PLANTA ALTA



Escala Gráfica: Clave: **A-1**

Plano: **TRABES**

Asesor: **M.I. Alma Rosa Sánchez Ibarra**

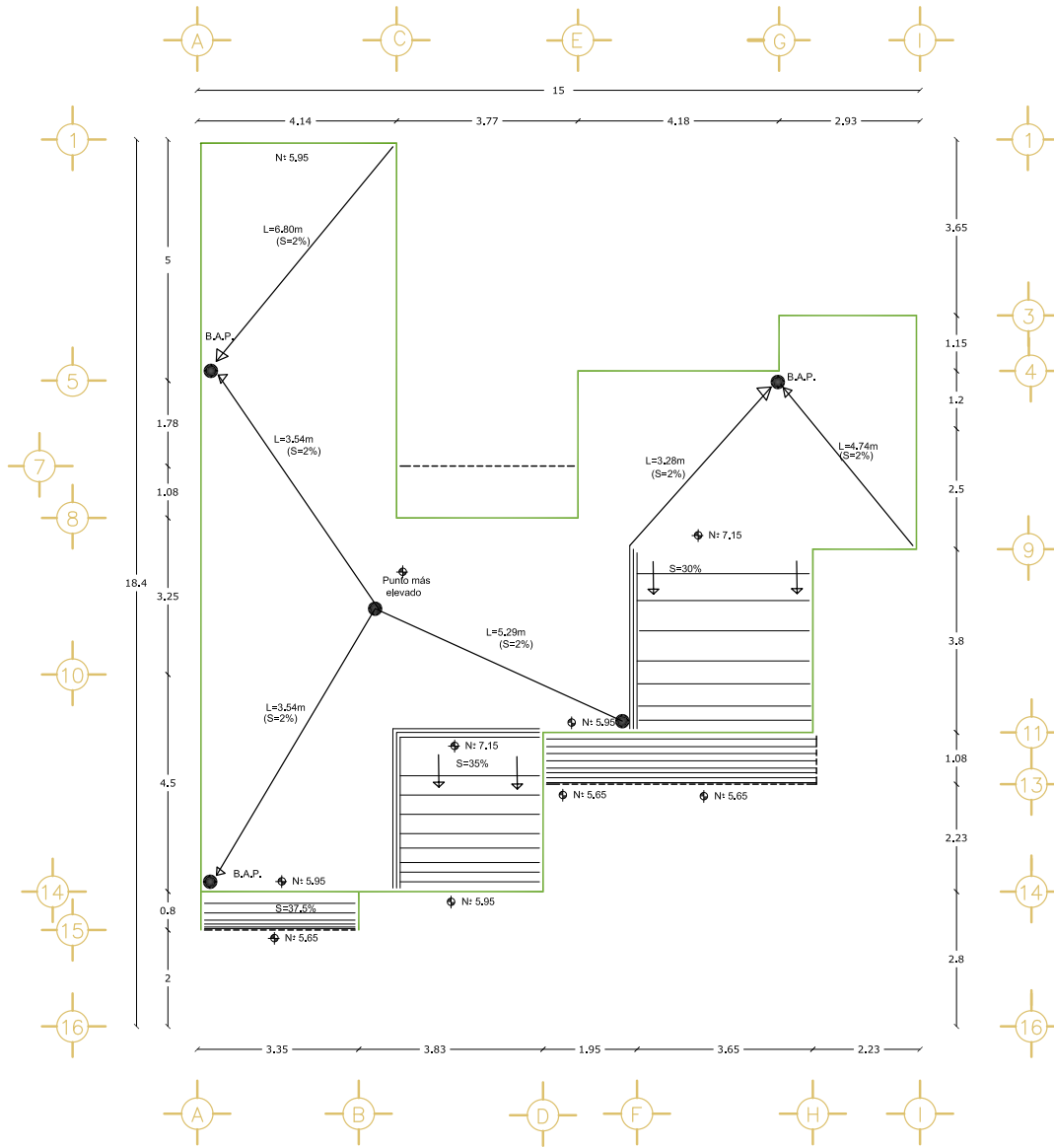
Alumno: **Rodrigo Aldana Sanchez**

Ubicación: **Morelia Michoacán**

Escala: **1:100** Acotación: **Mts** Fecha: **Mayo/2012**



# PLANTA DE AZOTEA



Escala Gráfica: Clave: **A-1**

Plano: **TRABES**

Asesor: **M.I. Alma Rosa Sánchez Ibarra**

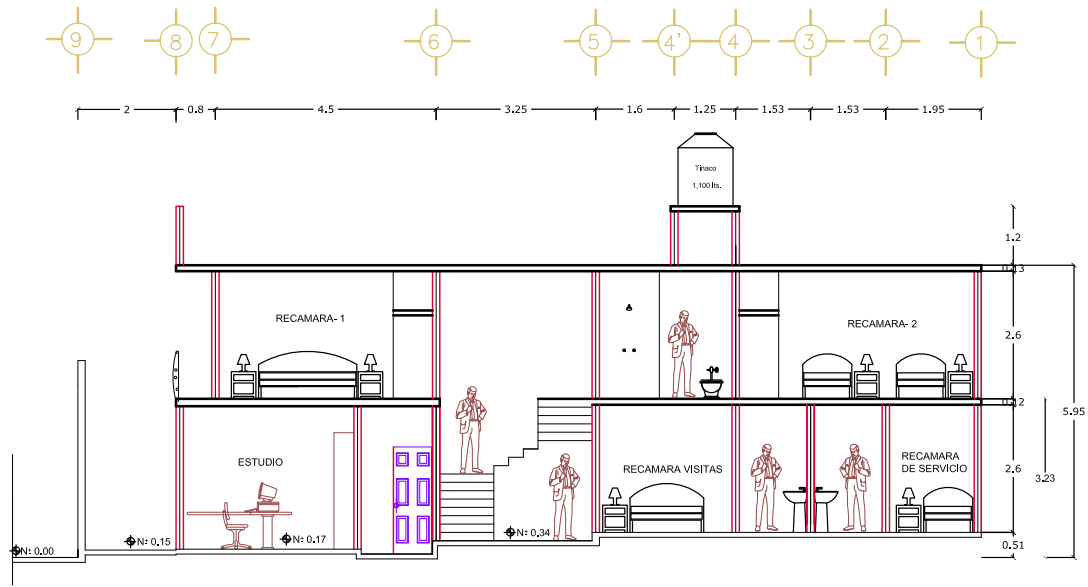
Alumno: **Rodrigo Aldana Sanchez**

Ubicación: **Morelia Michoacán**

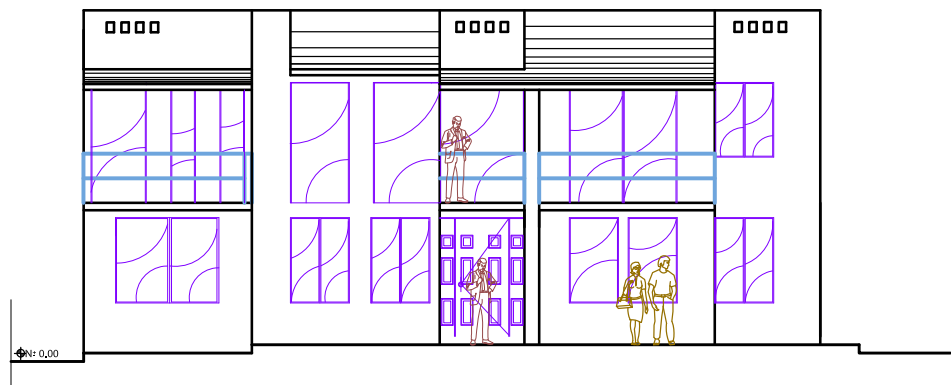
Escala: **1:100** Acotación: **Mts** Fecha: **Mayo/2012**







**CORTE A - A**

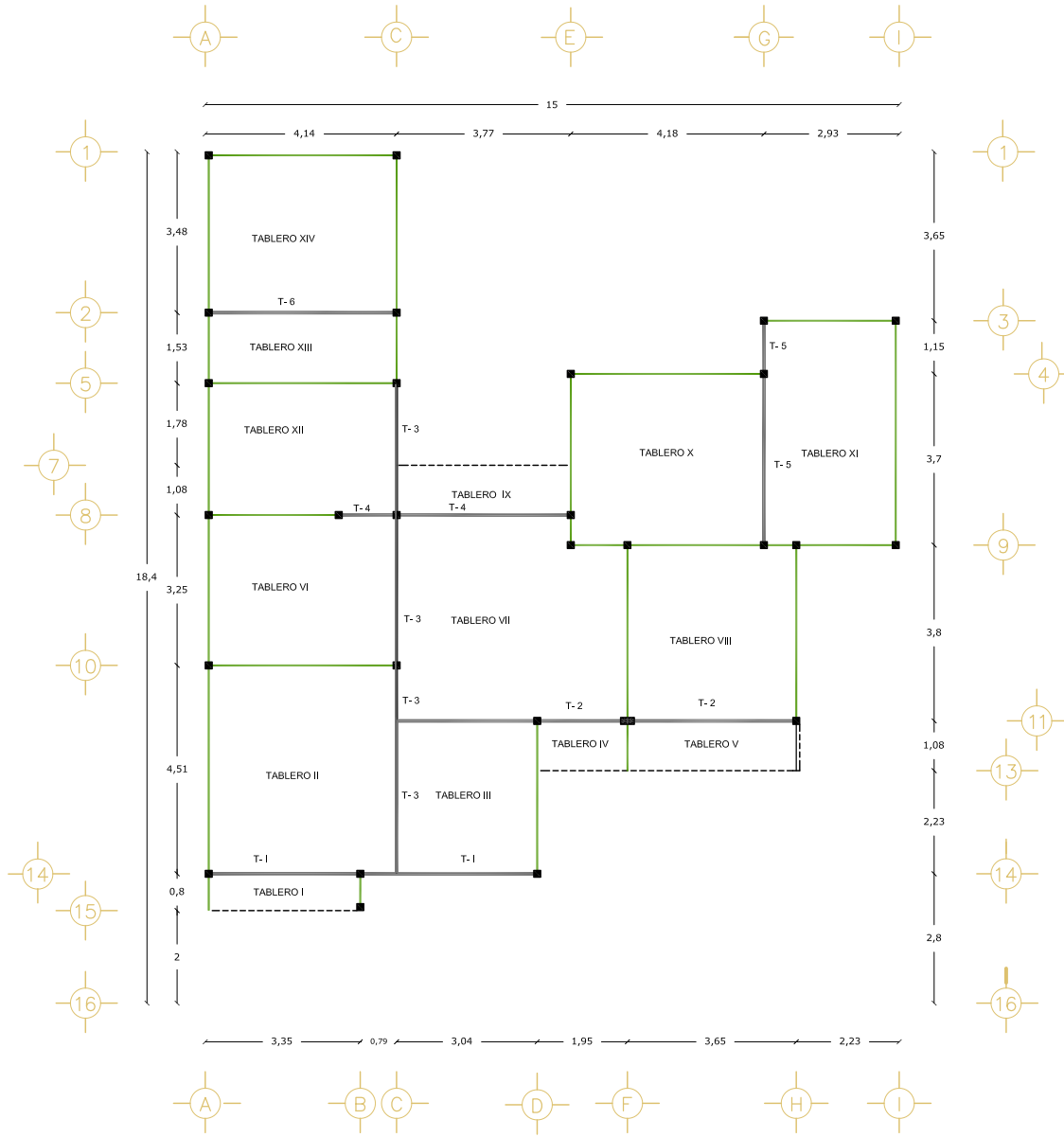


**FACHADA PRINCIPAL**

Escala Gráfica:  Clave: **A-1**  
 Plano: TRABES  
 Asesor: M.I. Alma Rosa Sánchez Ibarra  
 Alumno: Rodrigo Aldana Sanchez  
 Ubicación: Morelia Michoacán  
 Escala: 1:100      Acotación: Mts      Fecha: Mayo/2012



# LOSA DE AZOTEA



Escala Gráfica: Clave: **A-1**

Plano:  
TRABES

Asesor:  
M.I. Alma Rosa Sánchez Ibarra

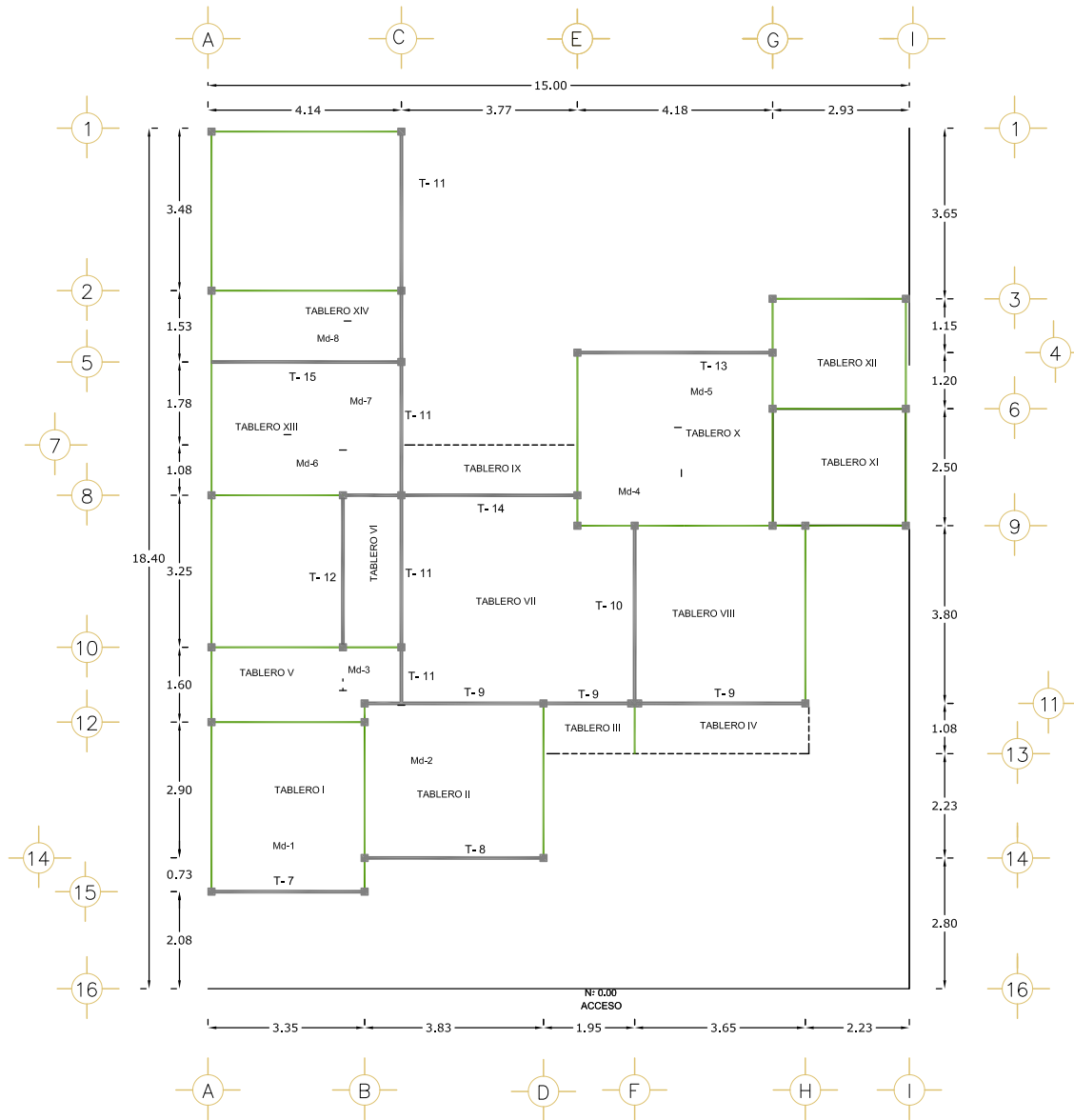
Alumno:  
Rodrigo Aldana Sanchez

Ubicación:  
Morelia Michoacán

Escala: 1:100      Acotación: Mts      Fecha: Mayo/2012



# LOSA DE ENTREPISO



Escala Gráfica: Clave: **A-1**

Plano: TRABES

Asesor: M.I. Alma Rosa Sánchez Ibarra

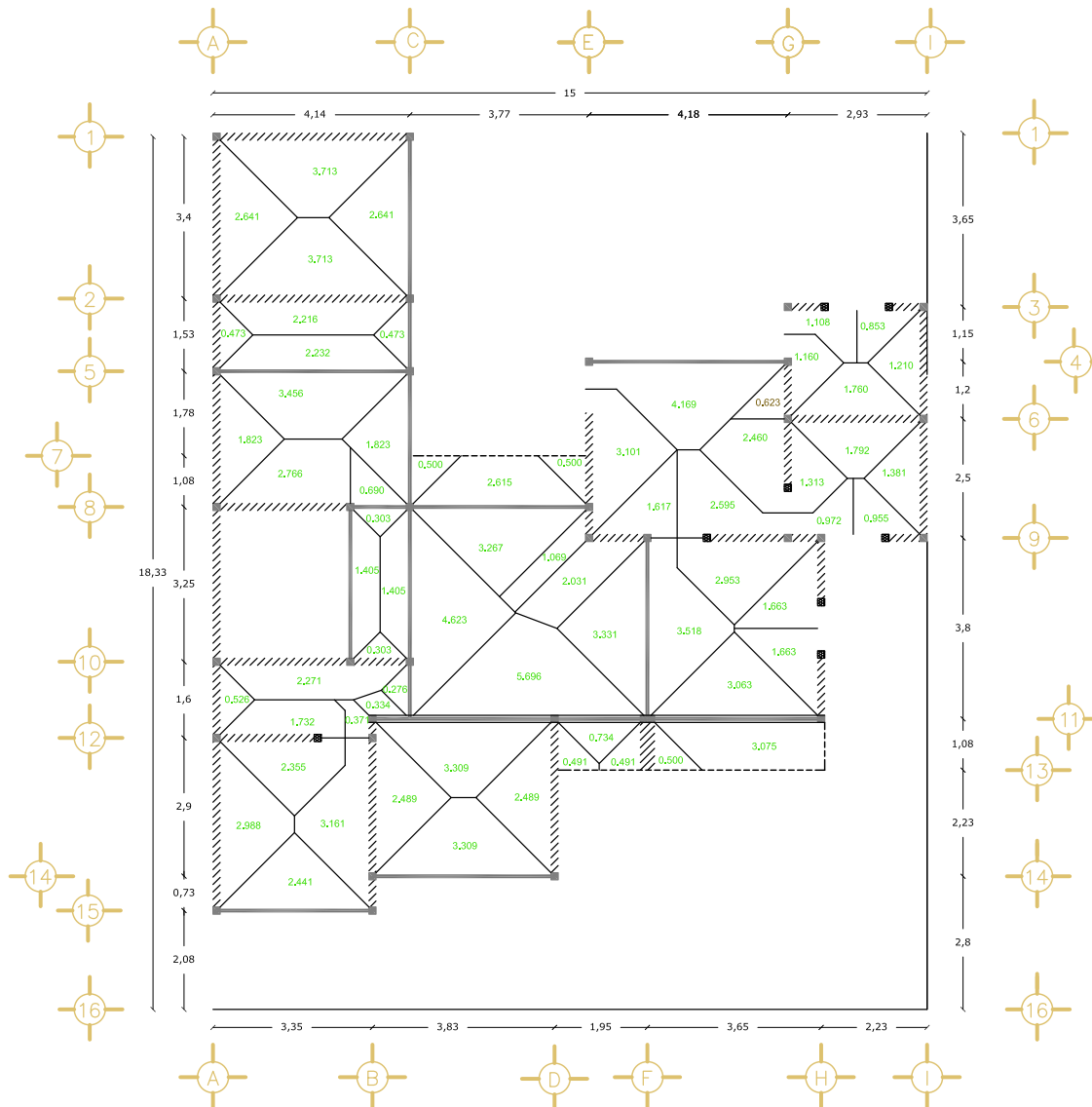
Alumno: Rodrigo Aldana Sanchez

Ubicación: Morelia Michoacán

Escala: 1:100 Acotación: Mts Fecha: Mayo/2012



# AREAS TRIBUTARIAS PARA MUROS PLANTA BAJA



Escala Gráfica: Clave: **A-1**

Plano:  
TRABES

Asesor:  
M.I. Alma Rosa Sánchez Ibarra

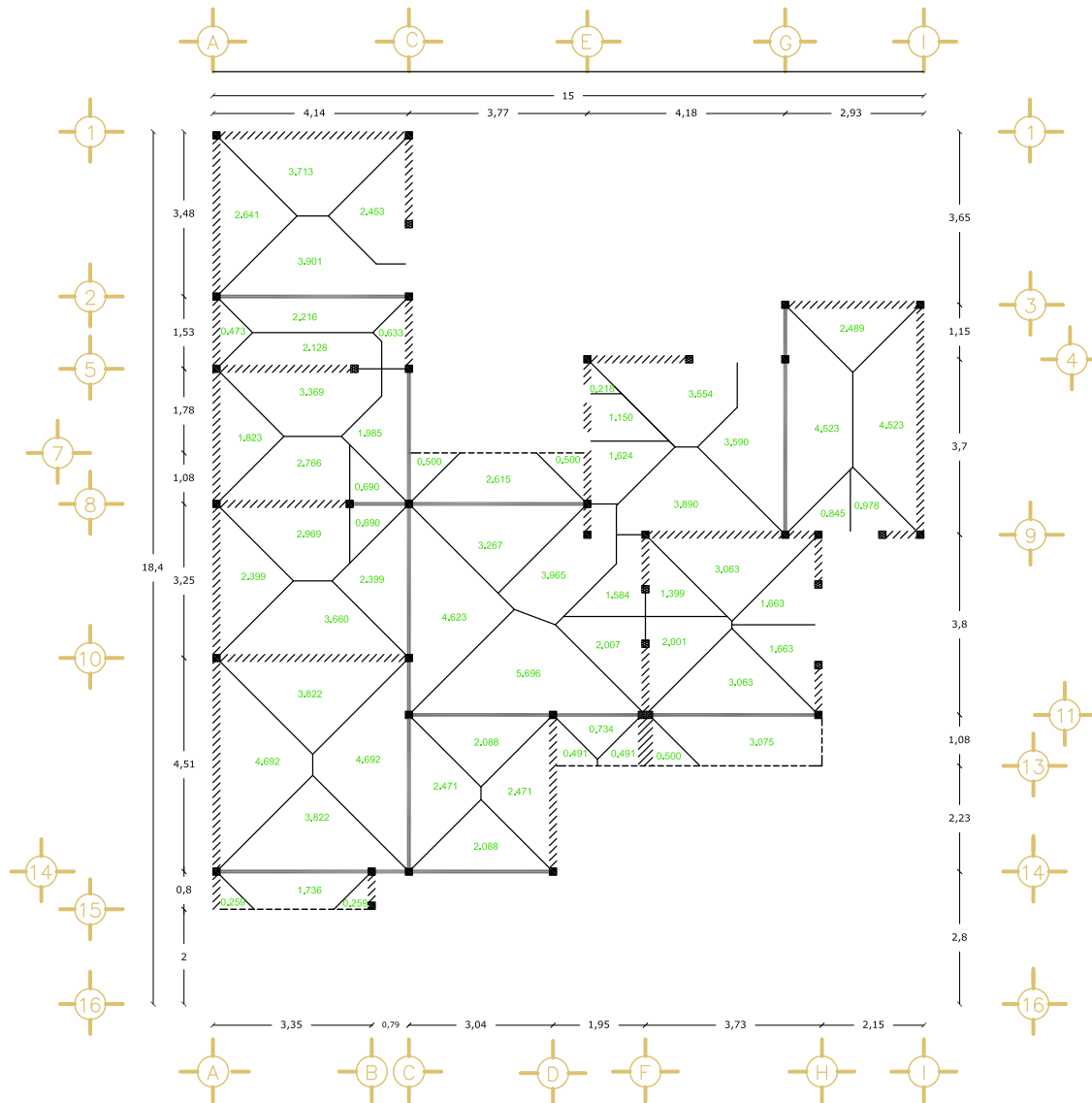
Alumno:  
Rodrigo Aldana Sanchez

Ubicación:  
Morelia Michoacán

Escala: 1:100      Acotación: Mts      Fecha: Mayo/2012



# AREAS TRIBUTARIAS PARA MUROS PLANTA ALTA



Escala Gráfica:  Clave: **A-1**

Plano:  
TRABES

Asesor:  
M.I. Alma Rosa Sánchez Ibarra

Alumno:  
Rodrigo Aldana Sanchez

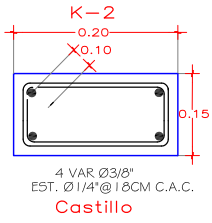
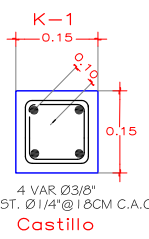
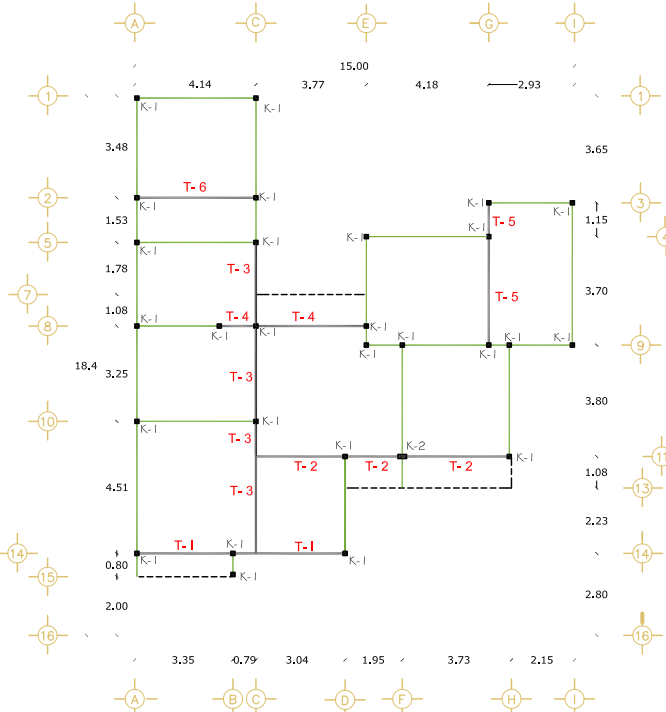
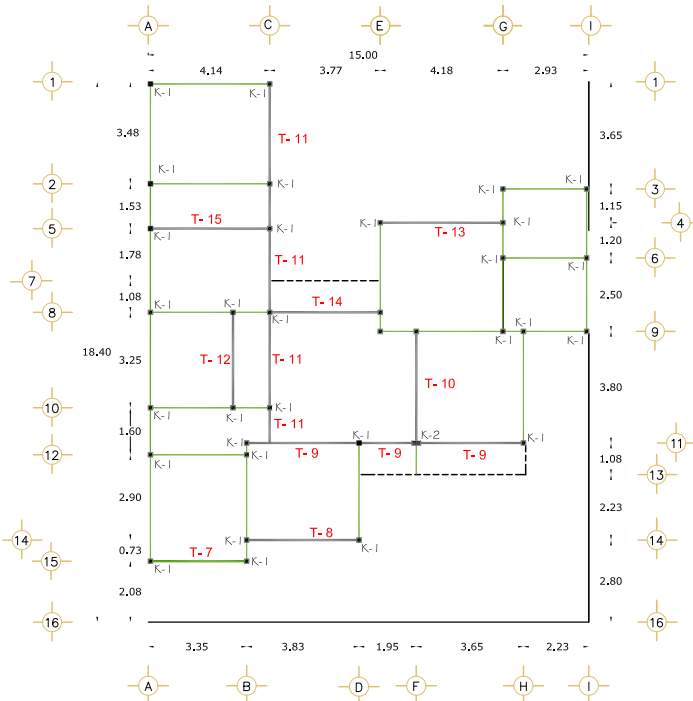
Ubicación:  
Morelia Michoacán

Escala: 1:100      Acotación: Mts      Fecha: Mayo/2012



## TRABES DE ENTREPISO

## TRABES DE AZOTEA



TODAS LAS VARILLAS LONGITUDINALES DEBERÁN ANCLARSE EN EL MIEMBRO DE APOYO EXTREMO, POR MEDIO DE UNA ESCUADRA DE 90 Y DE UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA MOSTRADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 1 ) (VER DETALLE DE ANCLAJES PLANTA O ELEVACIONES)

LOS TRASLAPES DE LAS VARILLAS LONGITUDINALES TENDRÁN UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA INDICADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 2 )

INDICA ANCLAJE PERPENDICULAR AL PLANO DEL DIBUJO. INDICA ANCLAJE EN EL PLANO DEL DIBUJO. (ESTAS DIRECCIONES SE PODRÁN MODIFICAR SI ASÍ CONVINIERA AL PROCESO CONSTRUCTIVO RESPETANDO LA NOTA 6A)

INDICA CORTE DE LA VARILLA EN UN MISMO LECHO.

### DETALLES DE ANCLAJES

6C).- LOS ANCLAJES SE HARÁN SEGÚN LOS SIGUIENTES DETALLES:

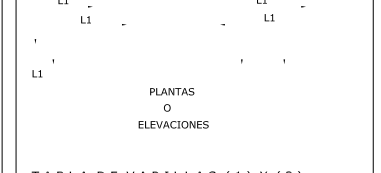


TABLA DE VARILLAS ( 1 ) Y ( 2 ).					
VARILLA	#3	#4	#5	#6	#8
( 1 ) ANCLAJE L1 =	40	50	65	75	100
( 2 ) TRASLAPE L2 =	35	45	60	75	100

SIMBOLOGIA	
	DALA DE CERRAMIENTO EN MUROS
	CASTILLO 4 VARs. No. 3-15x15
	LIMITO DE LOSA
	TRABE
	CLARO DE VENTANA

- ACOTACIONES EN METROS.
- TODAS LAS COTAS DEBERÁN VERIFICARSE CON LAS INDICADAS EN LOS PLANOS ARQUITECTONICOS.
- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO.
- CONCRETO EN TRABES  $f_c=250 \text{ kg/cm}^2$ , CONCRETO EN CASTILLOS  $f_c=150 \text{ kg/cm}^2$ , REVENIMIENTO  $\phi \geq 10 \text{ cm}$ . TAMANO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 3/4" (1.91 cms). SALVO EL CASO DE USAR MEMBRANA O CURADO A VAPOR.
- ACERO DE REFUERZO DE  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- PARA LOS MUROS SE USARA LAPRILLO COMUN DE BARRO ROJO RECOGIDO DE 7 X 12 X 21 cms. ASENTADO CON MORTERO CEMENTO-CAL-ARENA 1 : 1/4 : 3.

Escala Gráfica:

Clave: **A-1**

Plano: TRABES		
Asesor: M.I. Alma Rosa Sánchez Ibarra		
Alumno: Rodrigo Aldana Sanchez		
Ubicación: Morelia Michoacán		
Escala: 1:100	Acotación: Mts	Fecha: Mayo/2012



TODAS LAS VARILLAS LONGITUDINALES DEBERÁN ANCLARSE EN EL MIEMBRO DE APOYO EXTREMO, POR MEDIO DE UNA ESCUADRA DE 90 Y DE UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA MOSTRADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 1 ) (VER DETALLE DE ANCLAJES PLANTA O ELEVACIONES)

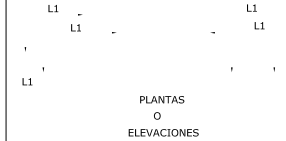
LOS TRASLAPES DE LAS VARILLAS LONGITUDINALES TENDRÁN UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA INDICADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 2 )

INDICA ANCLAJE PERPENDICULAR AL PLANO DEL DIBUJO.  
 INDICA ANCLAJE EN EL PLANO DEL DIBUJO. (ESTAS DIRECCIONES SE PODRÁN MODIFICAR SI ASÍ CONVINIERA AL PROCESO CONSTRUCTIVO RESPETANDO LA NOTA 6A)

INDICA CORTE DE LA VARILLA EN UN MISMO LECHO.

**DETALLES DE ANCLAJES**

6C).- LOS ANCLAJES SE HARÁN SEGÚN LOS SIGUIENTES DETALLES:



**TABLA DE VARILLAS (1) Y (2).**

VARILLA	#3	#4	#5	#6	#8
(1) ANCLAJE L1 =	40	50	65	75	100
(2) TRASLAPE L2 =	35	45	60	75	100

- 1.- ACOTACIONES EN METROS.
- 2.- TODAS LAS COTAS DEBERAN VERIFICARSE CON LAS INDICADAS EN LOS PLANOS ARQUITECTONICOS.
- 3.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO.
- 4.- CONCRETO EN TRABES  $f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$  REVENIMIENTO DE  $\delta$  A 10 cm.
- 5.- TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO  $3/4"$  (1.91 cms).
- 6.- TODO EL CONCRETO SE CURARÁ DURANTE 28 DÍAS.
- 7.- ACERO DE REFUERZO DE  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- 8.- PARA LOS MUROS SE USARÁ LADRILLO COMÚN DE BARRO ROJO RECOCIDO DE  $7 \times 12 \times 21$  cms. ASIENADO CON MORTERO CEMENTO-CAL-ARENA 1 : 1/4 : 3.

Escala Gráfica: Clave: **A-2**

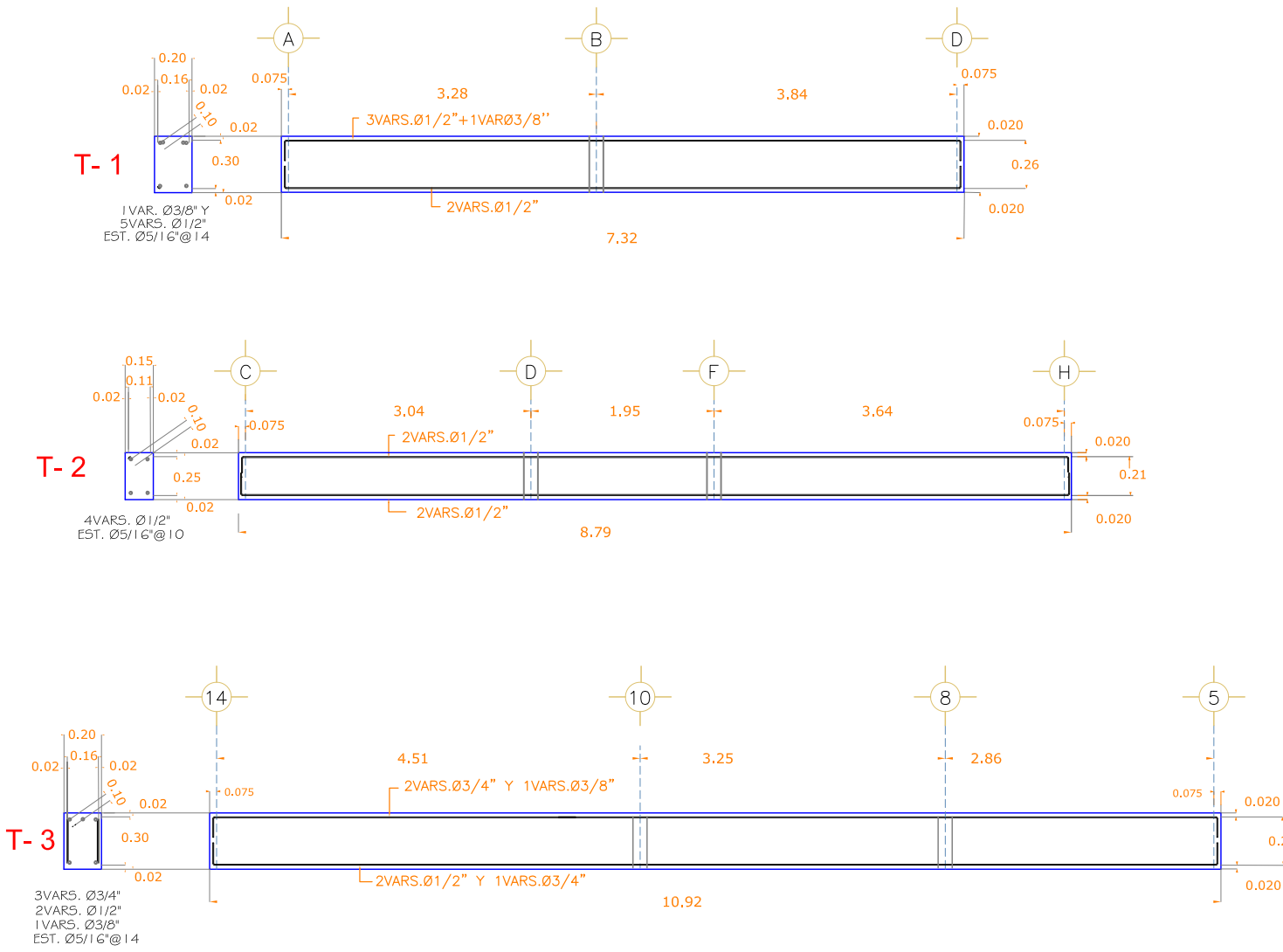
Plano: **TRABES**

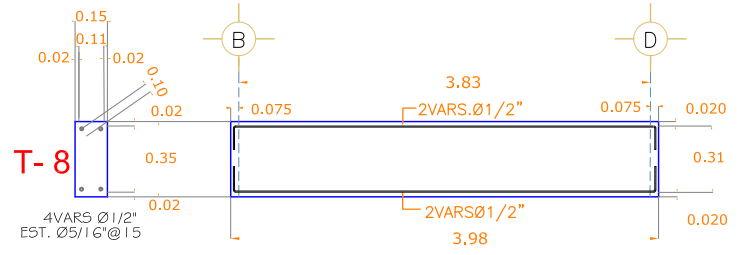
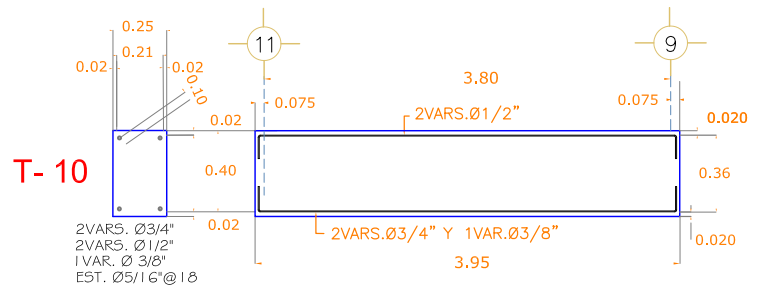
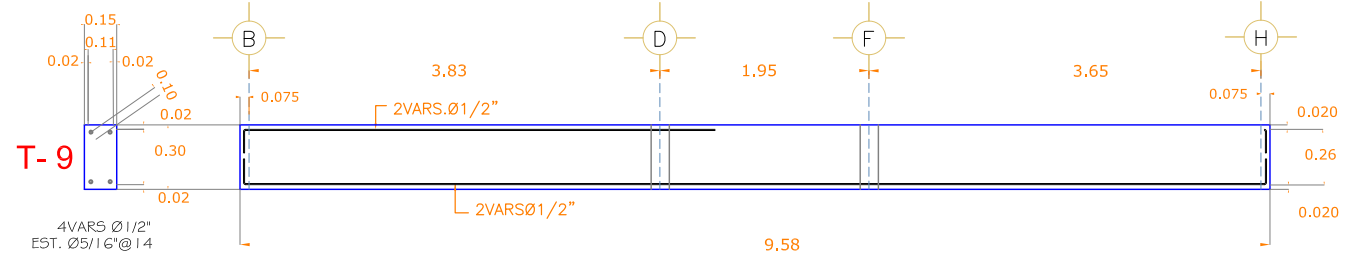
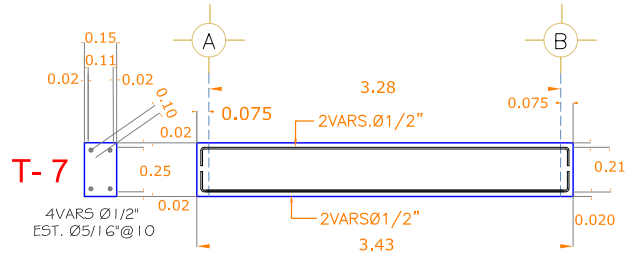
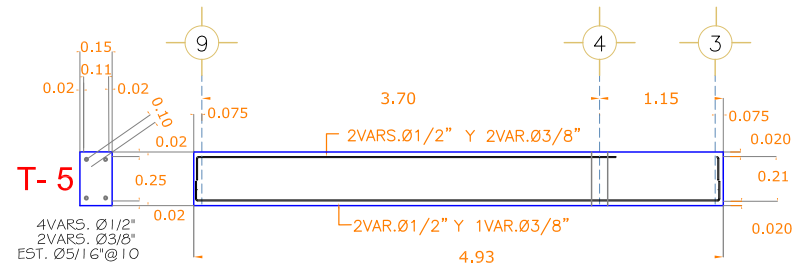
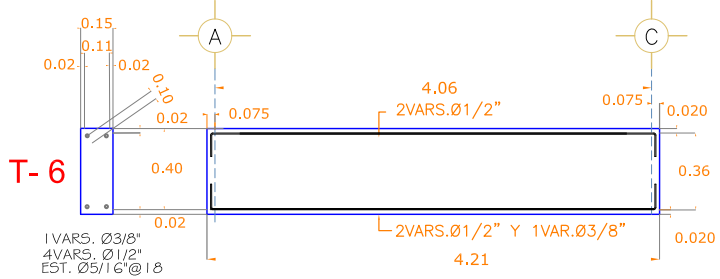
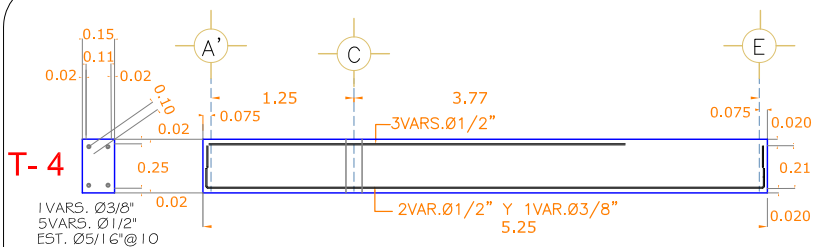
Asesor: **M.I. Alma Rosa Sánchez Ibarra**

Alumno: **Rodrigo Aldana Sanchez**

Ubicación: **Morelia Michoacán**

Escala: **1:100** Acotación: **Mts** Fecha: **Mayo/2012**





TODAS LAS VARILLAS LONGITUDINALES DEBERÁN ANCLARSE EN EL MIEMBRO DE APOYO EXTREMO, POR MEDIO DE UNA ESCUADRA DE 90 Y DE UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA MOSTRADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 1 ) (VER DETALLE DE ANCLAJES PLANTA O ELEVACIONES)

LOS TRASLAPES DE LAS VARILLAS LONGITUDINALES TENDRÁN UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA INDICADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 2 )

INDICA ANCLAJE PERPENDICULAR AL PLANO DEL DIBUJO. INDICA ANCLAJE EN EL PLANO DEL DIBUJO. (ESTAS DIRECCIONES SE PODRÁN MODIFICAR SI ASÍ CONVINIERA AL PROCESO CONSTRUCTIVO RESPETANDO LA NOTA 6A)

INDICA CORTE DE LA VARILLA EN UN MISMO LECHO.

**DETALLES DE ANCLAJES**

6C).- LOS ANCLAJES SE HARÁN SEGÚN LOS SIGUIENTES DETALLES:



PLANTAS  
O  
ELEVACIONES

**TABLA DE VARILLAS ( 1 ) Y ( 2 ).**

VARILLA	#3	#4	#5	#6	#8
( 1 ) ANCLAJE L1 =	40	50	65	75	100
( 2 ) TRASLAPEL2 =	35	45	60	75	100

- ACOTACIONES EN METROS.
- TODAS LAS COTAS DEBERÁN VERIFICARSE CON LAS INDICADAS EN LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS.
- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO.
- CONCRETO EN TRABES  $f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$  REVENIMIENTO DE Ø A 10 cm.
- TAMARO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO 3/4" (1.91 cms).
- TODO EL CONCRETO SE CURARÁ DURANTE 28 DÍAS. SALVO EL CASO DE USAR MEMBRANA O CURADO A VAPOR.
- ACERO DE REFUERZO DE  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- PARA LOS MUROS SE USARÁ LADRILLO COMÚN DE BARRO ROJO RECOCIDO DE 7 x 12 x 21 cms. ASIENTADO CON MORTERO CEMENTO-CAL-ARENA 1: 1/4 : 3.

Escala Gráfica: Clave: **A-3**

Plano: **TRABES**

Asesor: **M.I. Alma Rosa Sánchez Ibarra**

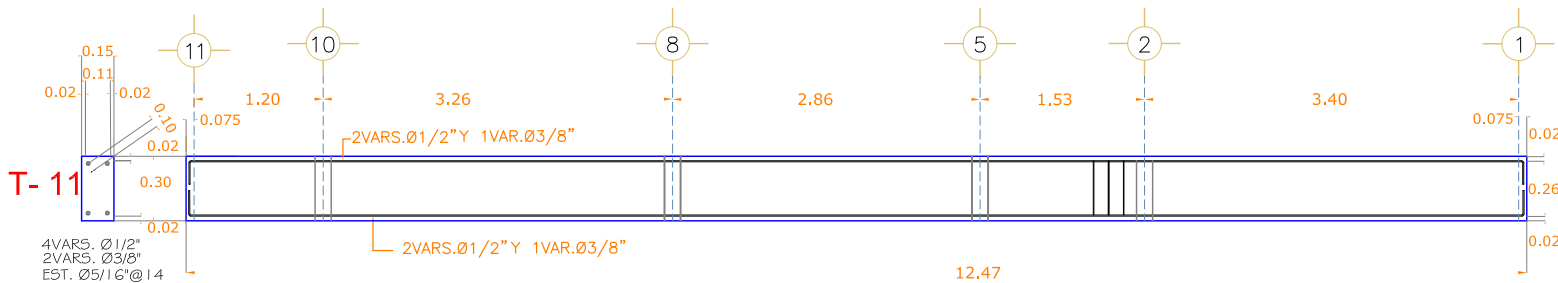
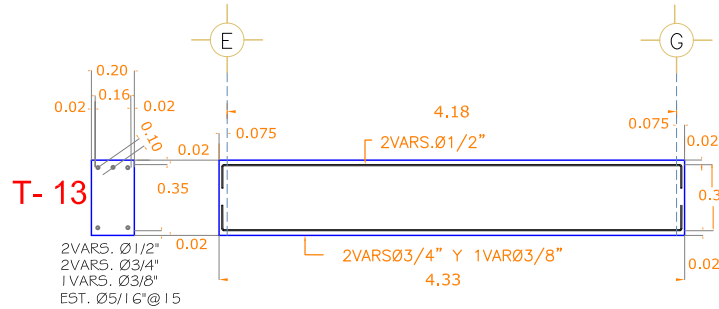
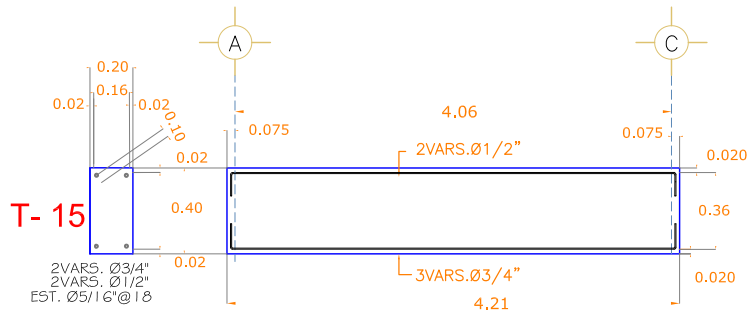
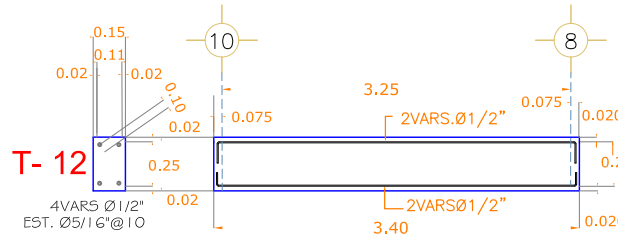
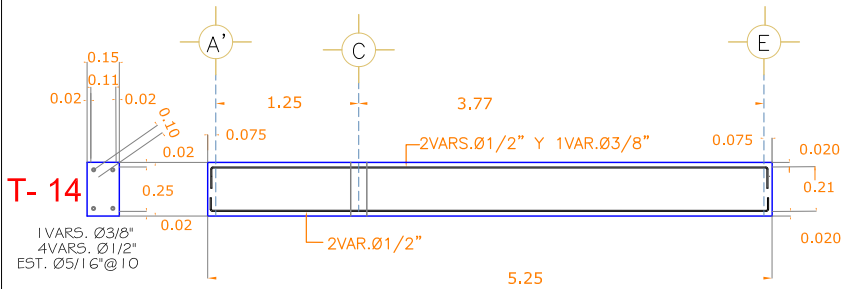
Alumno: **Rodrigo Aldana Sanchez**

Ubicación: **Morelia Michoacán**

Escala: **1:100** Acotación: **Mts** Fecha: **Mayo/2012**







TODAS LAS VARILLAS LONGITUDINALES DEBERÁN ANCLARSE EN EL MIEMBRO DE APOYO EXTREMO, POR MEDIO DE UNA ESCUADRA DE 90 Y DE UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA MOSTRADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 1 ) (VER DETALLE DE ANCLAJES PLANTA O ELEVACIONES)

LOS TRASLAPES DE LAS VARILLAS LONGITUDINALES TENDRÁN UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA INDICADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 2 )

INDICA ANCLAJE PERPENDICULAR AL PLANO DEL DIBUJO. INDICA ANCLAJE EN EL PLANO DEL DIBUJO. (ESTAS DIRECCIONES SE PODRÁN MODIFICAR SI ASI CONVINIERA AL PROCESO CONSTRUCTIVO RESPETANDO LA NOTA 6A)

INDICA CORTE DE LA VARILLA EN UN MISMO LECHO.

#### DETALLES DE ANCLAJES

6C).- LOS ANCLAJES SE HARÁN SEGÚN LOS SIGUIENTES DETALLES:



#### TABLA DE VARILLAS ( 1 ) Y ( 2 ).

VARILLA	#3	#4	#5	#6	#8
( 1 ) ANCLAJE L1 =	40	50	65	75	100
( 2 ) TRASLAPES L2 =	35	45	60	75	100

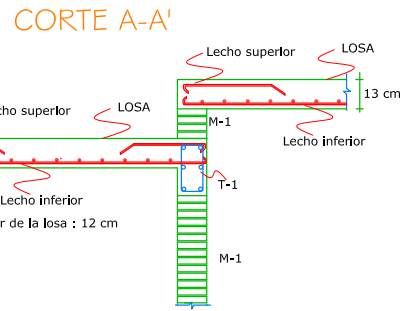
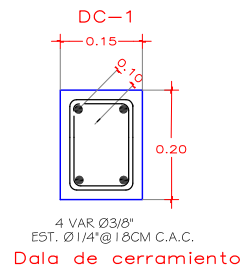
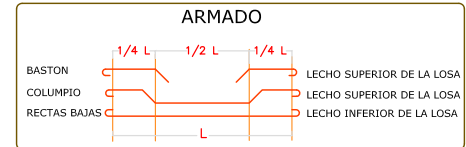
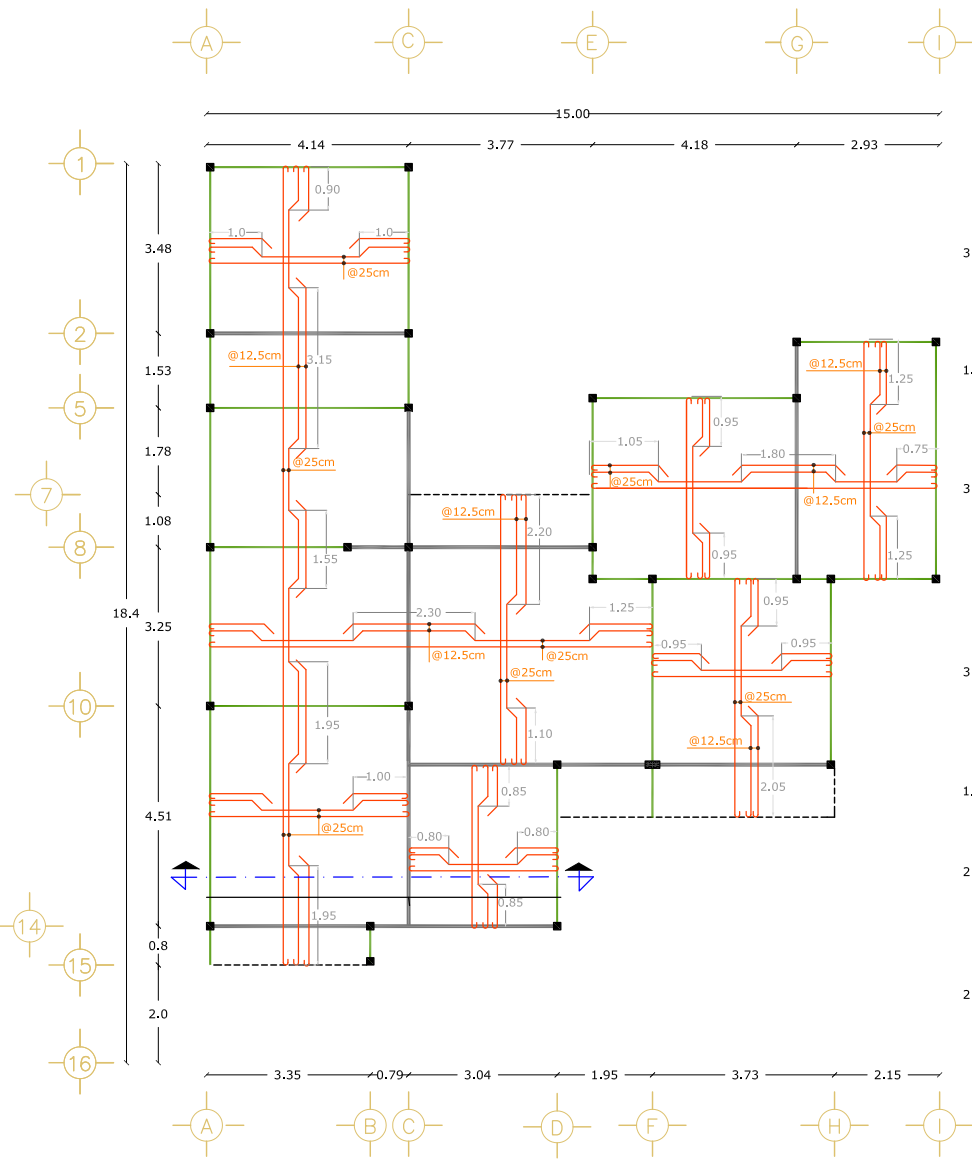
- ACOTACIONES EN METROS.
- TODAS LAS COTAS DEBERÁN VERIFICARSE CON LAS INDICADAS EN LOS PLANOS ARQUITECTONICOS.
- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO.
- CONCRETO EN TRABES  $f_c = 250 \text{ Kg / cm}^2$  REVENIMIENTO DE  $\phi$  A 10 cm.
- TAMAJO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO  $3/4"$  (1.91 cms).
- TODO EL CONCRETO SE CURARÁ DURANTE 28 DIAS.
- SALVO EL CASO DE USAR MEMBRANA O CURADO A VAPOR.
- ACERO DE REFUERZO DE  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- PARA LOS MUROS SE USARÁ LADRILLO COMUN DE BARRO ROJO RECOCIDO DE  $7 \times 12 \times 2 \text{ cms}$ . ASENTADO CON MORTERO CEMENTO-CAL-ARENA 1: 1/4 : 3.



Plano: TRABES		
Asesor: M.I. Alma Rosa Sánchez Ibarra		
Alumno: Rodrigo Aldana Sanchez		
Ubicación: Morelia Michoacán		
Escala: 1:100	Acotación: Mts	Fecha: Mayo/2012



# LOSA DE AZOTEA



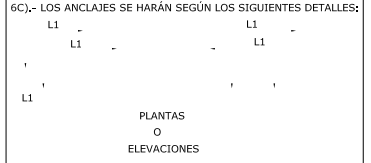
TODAS LAS VARILLAS LONGITUDINALES DEBERÁN ANCLARSE EN EL MIEMBRO DE APOYO EXTREMO, POR MEDIO DE UNA ESCUADRA DE 90 Y DE UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA MOSTRADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 1 ) (VER DETALLE DE ANCLAJES PLANTA O ELEVACIONES)

LOS TRASLAPES DE LAS VARILLAS LONGITUDINALES TENDRÁN UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA INDICADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 2 )

INDICA ANCLAJE PERPENDICULAR AL PLANO DEL DIBUJO. INDICA ANCLAJE EN EL PLANO DEL DIBUJO. (ESTAS DIRECCIONES SE PODRÁN MODIFICAR SI ASÍ CONVINIERA AL PROCESO CONSTRUCTIVO RESPETANDO LA NOTA 6A)

INDICA CORTE DE LA VARILLA EN UN MISMO LECHO.

### DETALLES DE ANCLAJES



### TABLA DE VARILLAS ( 1 ) Y ( 2 ).

VARILLA	#3	#4	#5	#6	#8
( 1 ) ANCLAJE L1 =	40	50	65	75	100
( 2 ) TRASLAPE L2 =	35	45	60	75	100

- ### SIMBOLOGIA
- DALA DE CERRAMIENTO EN MUROS
  - CASTILLO 4 VARS. No. 3-15x15
  - - - LIMITE DE LOSA
  - TRABE
- ACOTACIONES EN METROS.
  - TODAS LAS COTAS DEBERÁN VERIFICARSE CON LAS INDICADAS EN LOS PLANOS ARQUITECTONICOS.
  - LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO.
  - CONCRETO EN LOSA  $f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$  REVENIMENTO DE 8 A 10 cm.
  - TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 3/4" (1.91 cms).
  - TODO EL CONCRETO SE CURARÁ DURANTE 28 DIAS, SALVO EL CASO DE USAR MEMBRANA O CURADO A VAPOR.
  - ACERO DE REFUERZO DE  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

Escala Gráfica:

Clave: **A-5**

Plano: LOSA DE AZOTEA

Asesor: M.I. Alma Rosa Sánchez Ibarra

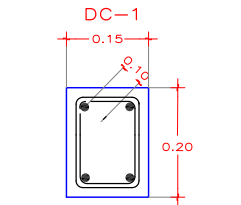
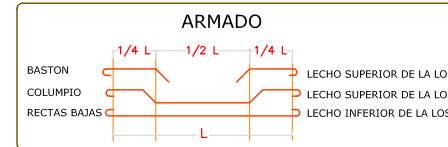
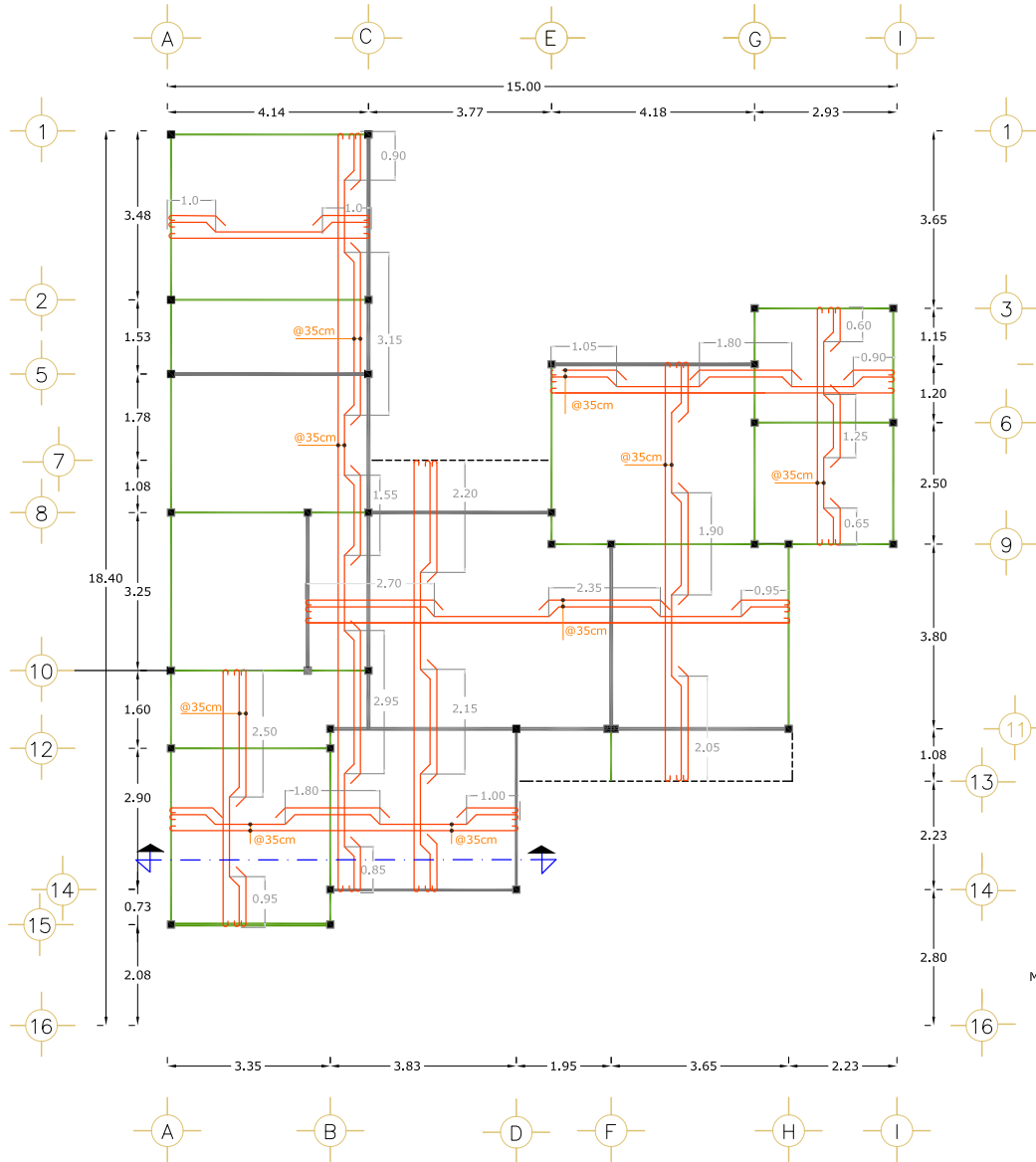
Alumno: Rodrigo Aldana Sanchez

Ubicación: Morelia Michoacán

Escala: 1:100    Acotación: Mts    Fecha: Mayo/2012

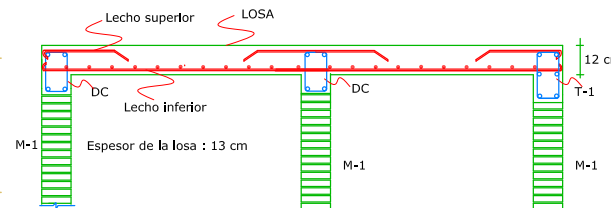


# LOSA DE ENTREPISO



4 VAR Ø3/8"  
EST. Ø1/4" @ 18CM C.A.C.  
**Dala de cerramiento**

## CORTE A-A'



TODAS LAS VARILLAS LONGITUDINALES DEBERÁN ANCLARSE EN EL MIEMBRO DE APOYO EXTREMO, POR MEDIO DE UNA ESCUADRA DE 90 Y DE UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA MOSTRADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 1 ) (VER DETALLE DE ANCLAJES PLANTA O ELEVACIONES)

LOS TRASLAPES DE LAS VARILLAS LONGITUDINALES TENDRÁN UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA INDICADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 2 )

INDICA ANCLAJE PERPENDICULAR AL PLANO DEL DIBUJO. INDICA ANCLAJE EN EL PLANO DEL DIBUJO. (ESTAS DIRECCIONES SE PODRÁN MODIFICAR SI ASÍ CONVINIERA AL PROCESO CONSTRUCTIVO RESPETANDO LA NOTA 6A)

INDICA CORTE DE LA VARILLA EN UN MISMO LECHO.

### DETALLES DE ANCLAJES

6C).- LOS ANCLAJES SE HARÁN SEGÚN LOS SIGUIENTES DETALLES:



### TABLA DE VARILLAS ( 1 ) Y ( 2 ).

VARILLA	#3	#4	#5	#6	#8
( 1 ) ANCLAJE L1 =	40	50	65	75	100
( 2 ) TRASLAPE L2=	35	45	60	75	100

### SIMBOLOGIA

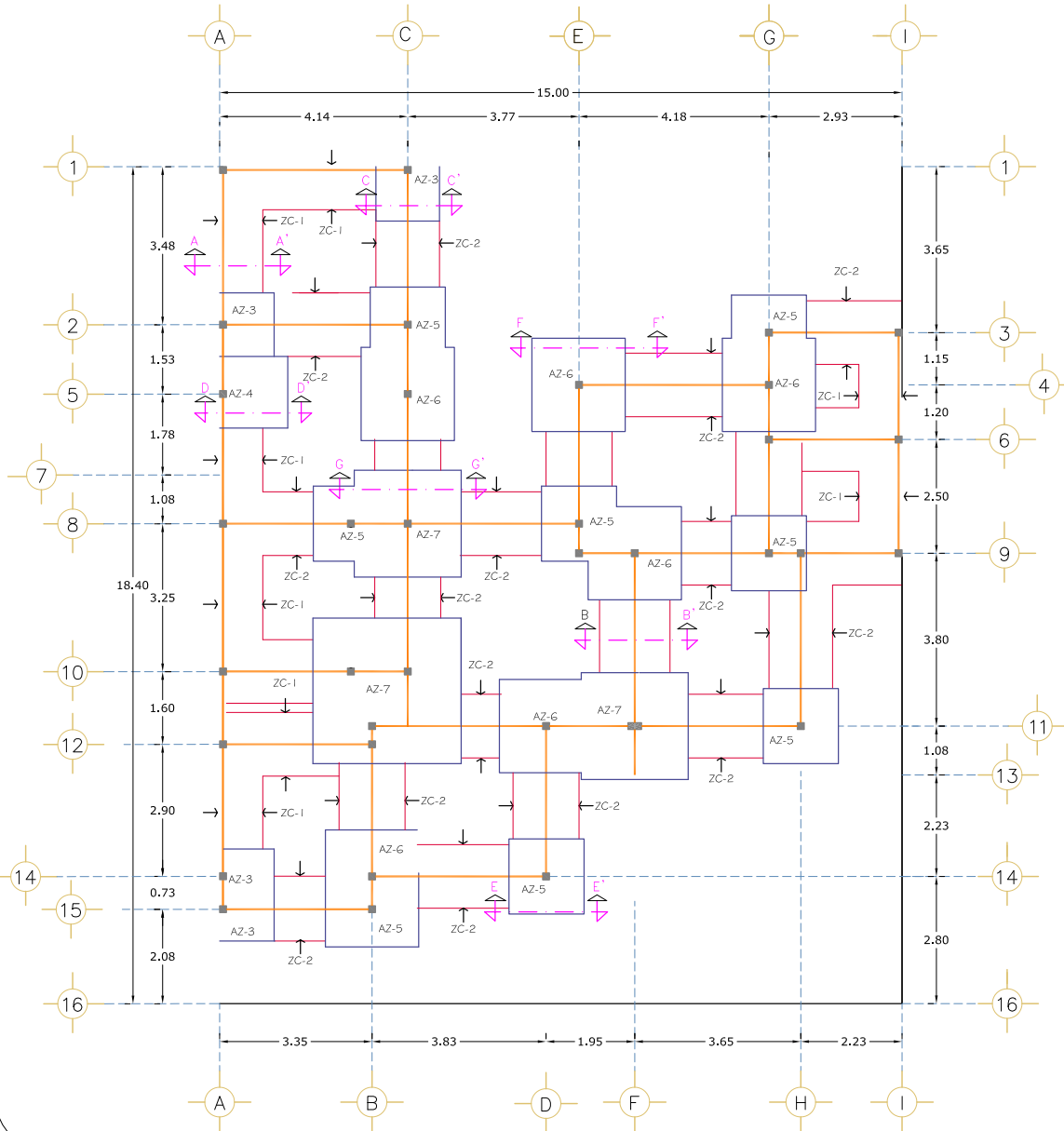
- DALA DE CERRAMIENTO EN MUROS
- CASTILLO 4 VARS. No. 3-15x15
- - - LIMITE DE LOSA
- TRABE

- ACOTACIONES EN METROS.
- TODAS LAS COTAS DEBERÁN VERIFICARSE CON LAS INDICADAS EN LOS PLANOS ARQUITECTONICOS.
- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO.
- CONCRETO EN LOSA  $f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$  REVENIMENTO DE Ø A 10 cm.
- TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 3/4" (1.91 cms).
- TODO EL CONCRETO SE CURARÁ DURANTE 28 DIAS, SALVO EL CASO DE USAR MEMBRANA O CURADO A VAPOR.
- ACERO DE REFUERZO DE  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .



Plano: LOSA DE ENTREPISO		
Asesor: M.I. Alma Rosa Sánchez Ibarra		
Alumno: Rodrigo Aldana Sanchez		
Ubicación: Morella Michoacán		
Escala: 1:100	Acotación: Mts	Fecha: Mayo/2012





SIMBOLOGIA	
	DALA DE DESPLANTE
	CASTILLO 4 VARS, No. 3-15x15
	LIMITE DE LOSA
ZC-2	ZAPATA CORRIDA
AZ-5	AMPLIACIÓN DE ZAPATA

CIMENTACIÓN					
Zapata	B(m)	d(cm)	H(cm)	Armado transversal	Armado longitudinal
<b>ZAPATA CORRIDA DE LINDERO</b>					
ZC-1	0.95	10	15	Var Ø3/8" @ 12cm	Var Ø3/8" @ 20cm
<b>ZAPATA CORRIDA DE CENTRO</b>					
ZC-2	1.45	10	15	Var Ø3/8" @ 20cm	Var Ø3/8" @ 20cm
<b>AMPLIACIÓN DE ZAPATA DE LINDERO</b>					
ZC-3	1.20	15	20	Var Ø3/8" @ 12cm	Var Ø3/8" @ 15cm
ZC-4	1.50	15	20	Var Ø1/2" @ 12cm	Var Ø3/8" @ 15cm
<b>AMPLIACIÓN DE ZAPATA DE CENTRO</b>					
ZC-5	1.65	15	20	Var Ø3/8" @ 18cm	Var Ø3/8" @ 15cm
ZC-6	2.05	16	21	Var Ø3/8" @ 12cm	Var Ø3/8" @ 12cm
ZC-7	2.35	19	24	Var Ø3/8" @ 12cm	Var Ø3/8" @ 12cm

TODAS LAS VARILLAS LONGITUDINALES DEBERÁN ANCLARSE EN EL MIEMBRO DE APOYO EXTREMO, POR MEDIO DE UNA ESCUADRA DE 90 Y DE UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA MOSTRADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 1 ) (VER DETALLE DE ANCLAJES PLANTA O ELEVACIONES)

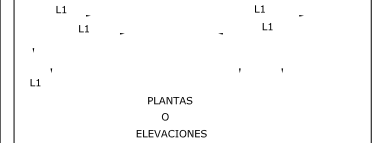
LOS TRASLAPES DE LAS VARILLAS LONGITUDINALES TENDRÁN UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA INDICADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 2 )

INDICA ANCLAJE PERPENDICULAR AL PLANO DEL DIBUJO. INDICA ANCLAJE EN EL PLANO DEL DIBUJO. (ESTAS DIRECCIONES SE PODRÁN MODIFICAR SI ASÍ CONVINIERA AL PROCESO CONSTRUCTIVO RESPETANDO LA NOTA 6A)

INDICA CORTE DE LA VARILLA EN UN MISMO LECHO.

### DETALLES DE ANCLAJES

6C).- LOS ANCLAJES SE HARÁN SEGÚN LOS SIGUIENTES DETALLES:



### TABLA DE VARILLAS ( 1 ) Y ( 2 ) .

VARILLA	#3	#4	#5	#6	#8
( 1 ) ANCLAJE L1 =	40	50	65	75	100
( 2 ) TRASLAPE L2 =	35	45	60	75	100

### NOTAS GENERALES:

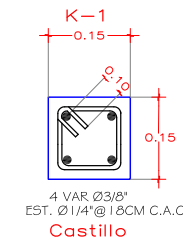
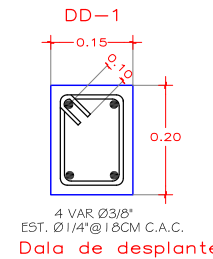
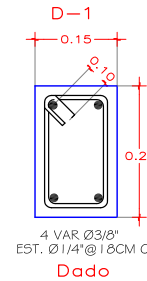
- ACOTACIONES EN METROS.
- TODAS LAS COTAS DEBERÁN VERIFICARSE CON LAS INDICADAS EN LOS PLANOS ARQUITECTONICOS.
- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO.
- SE COLOCARÁ UN PLANTILLA DE CONCRETO  $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$  CON 5 cm DE ESPESOR PARA DESPLANTAR. LA CIMENTACIÓN O UN MATERIAL QUE EVITEN LA FILTRACIÓN DE AGUA DEL CONCRETO AL MURO.
- SE DEBE MEJORAR EL TERRENO DE DESPLANTE DE ACUERDO CON LO SEÑALADO EN EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

### NOTAS DE MATERIALES:

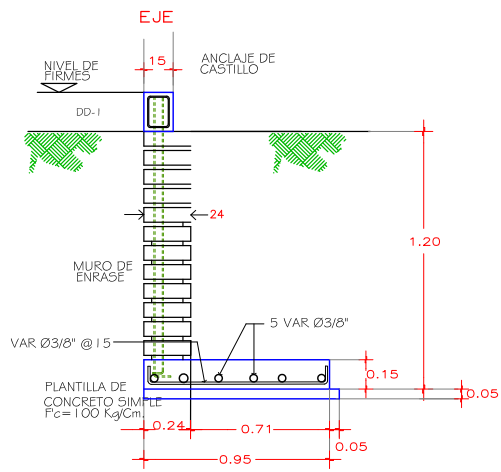
- CONCRETO  $f_c = 250$  EN ZAPATAS Y  $150 \text{ kg/cm}^2$  EN DALAS Y CASTILLOS, CLASE I DE PESO VOL. MAYOR DE  $2,200 \text{ Kg/m}^3$ , REVENIMIENTO + 10 cm EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES. EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO SERÁ DE  $3/4" (1.9 \text{ cm})$ .
- TABLÓN DE CONCRETO LIGERO DE  $7 \times 12 \times 24 \text{ cm}$ , DE 24 cm DE ESPESOR, ASENTADO EN MEZCLA MORTEO ARENA 1:3 DE PROPORCIÓN, PARA MUROS DE ENRASE O RODAPIE.

### NOTAS DE ARMADOS Y ANCLAJES:

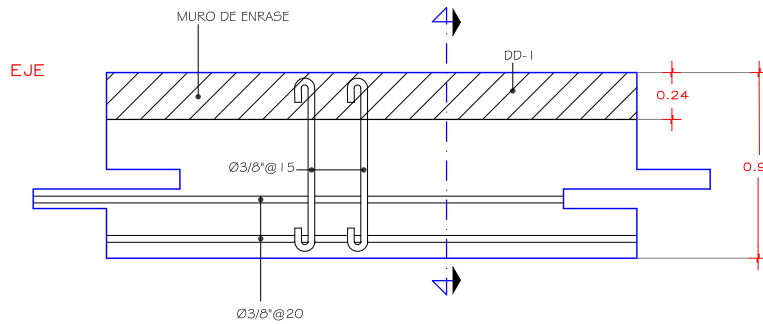
- LOS RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS SERÁN LOS ESPECIFICADOS EN LOS PLANOS.
- SALVO INDICACIÓN CONTRARIA, TODA VARILLA DEBERÁ ESTAR ANCLADA EN SUS EXTREMOS A ESCUADRA EN LA LONGITUD QUE SE INDICA EN LA TABLA.



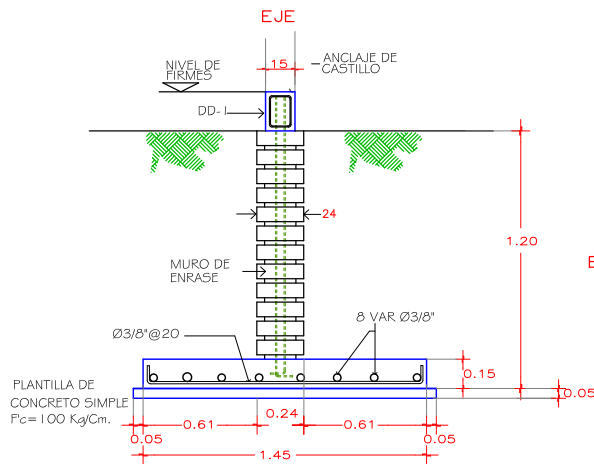
Escala Gráfica:		Clave:
		A-7
Plano: CIMENTACIÓN		
Asesor: M.I. Alma Rosa Sánchez Ibarra		
Alumno: Rodrigo Aldana Sanchez		
Ubicación: Morelia Michoacán		
Escala: 1:100	Acotación: Mts	Fecha: Mayo/2012
✓		



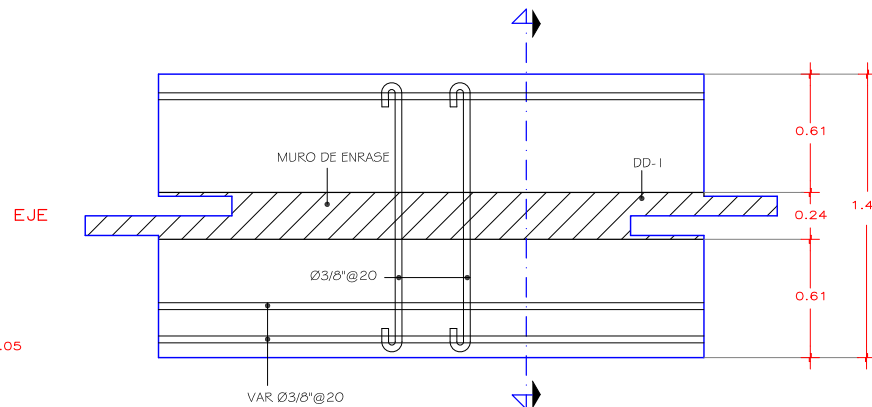
CORTE A-A'



ZAPATA CORRIDA ZC-1



CORTE B-B'



ZAPATA CORRIDA ZC-2

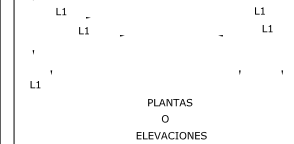
TODAS LAS VARILLAS LONGITUDINALES DEBERÁN ANCLARSE EN EL MIEMBRO DE APOYO EXTREMO, POR MEDIO DE UNA ESCUADRA DE 90 Y DE UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA MOSTRADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 1 ) (VER DETALLE DE ANCLAJES PLANTA O ELEVACIONES)

LOS TRASLAPES DE LAS VARILLAS LONGITUDINALES TENDRÁN UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA INDICADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 2 )

INDICA ANCLAJE PERPENDICULAR AL PLANO DEL DIBUJO.  
INDICA ANCLAJE EN EL PLANO DEL DIBUJO. (ESTAS DIRECCIONES SE PODRÁN MODIFICAR SI ASÍ CONVINIERA AL PROCESO CONSTRUCTIVO RESPETANDO LA NOTA 6A)  
INDICA CORTE DE LA VARILLA EN UN MISMO LECHO.

#### DETALLES DE ANCLAJES

6C).- LOS ANCLAJES SE HARÁN SEGÚN LOS SIGUIENTES DETALLES:



#### TABLA DE VARILLAS ( 1 ) Y ( 2 ) .

VARILLA	#3	#4	#5	#6	#8
( 1 ) ANCLAJE L1 =	40	50	65	75	100
( 2 ) TRASLAPE L2 =	35	45	60	75	100

#### NOTAS GENERALES:

- 1.- ACOTACIONES EN METROS.
- 2.- TODAS LAS COTAS DEBERÁN VERIFICARSE CON LAS INDICADAS EN LOS PLANOS ARQUITECTONICOS.
- 3.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO.
- 4.- SE COLOCARÁ UN PLANTILLA DE CONCRETO  $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$  CON 5 cm DE ESPESOR PARA DESPLANTAR LA CIMENTACION O UN MATERIAL QUE EVITEN LA FILTRACION DE AGUA DEL CONCRETO AL MURO.
- 5.- SE DEBE MEJORAR EL TERRENO DE DESPLANTE DE ACUERDO CON LO SEÑALADO EN EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.

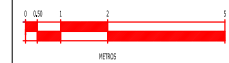
#### NOTAS DE MATERIALES:

- 1.- CONCRETO  $f_c = 250$  EN ZAPATAS Y  $150 \text{ kg/cm}^2$  EN DALAS Y CASTILLOS, CLASE I DE PESO VOL. MAYOR DE  $2,200 \text{ Kg/m}^3$ , REVENIMIENTO + 10 cm en ELEMENTOS ESTRUCTURALES.  
EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO SERÁ DE  $3/4"$  (1.9 cm).
- 2.- TABICÓN DE CONCRETO LIGERO DE  $7 \times 12 \times 24$  cm, DE 24 cm DE ESPESOR, ASENTADO EN MEZCLA MORTEO ARENA 1:3 DE PROPORCIÓN, PARA MUROS DE ENRASE O RODAPIE.

#### NOTAS DE ARMADOS Y ANCLAJES:

- 1.- LOS RECURRIMIENTOS MÍNIMOS SERÁN LOS ESPECIFICADOS EN LOS PLANOS.
- 2.- SALVO INDICACION CONTRARIA, TODA VARILLA DEBERÁ ESTAR ANCLADA EN SUS EXTREMOS A ESCUADRA EN LA LONGITUD QUE SE INDICA EN LA TABLA.

Escala Gráfica:



Clave:

A-8

Plano:  
CIMENTACIÓN

Asesor:  
M.I. Alma Rosa Sánchez Ibarra

Alumno:  
Rodrigo Aldana Sanchez

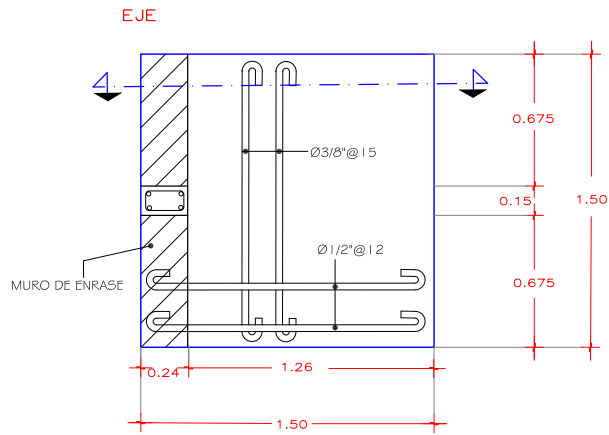
Ubicación:  
Morelia Michoacán

Escala:  
1:100

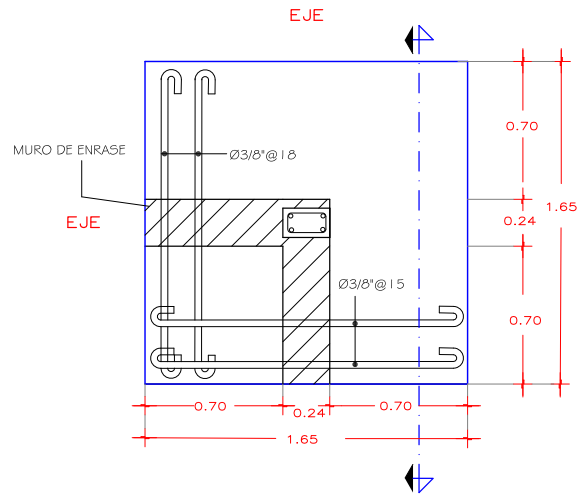
Acotación:  
Mts

Fecha:  
Mayo/2012

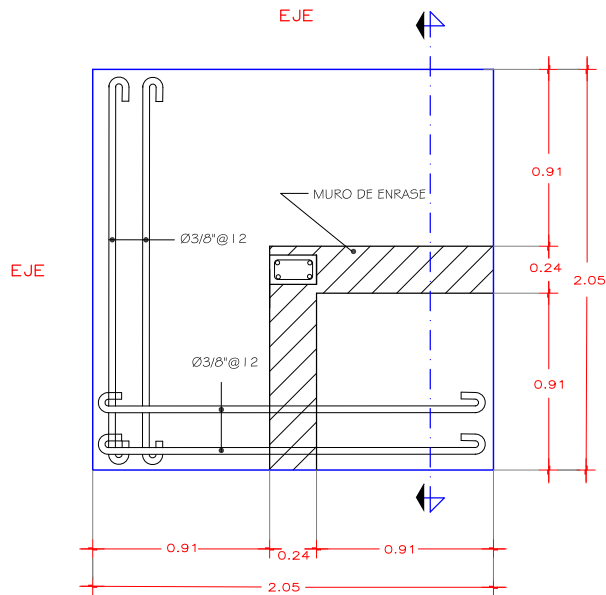




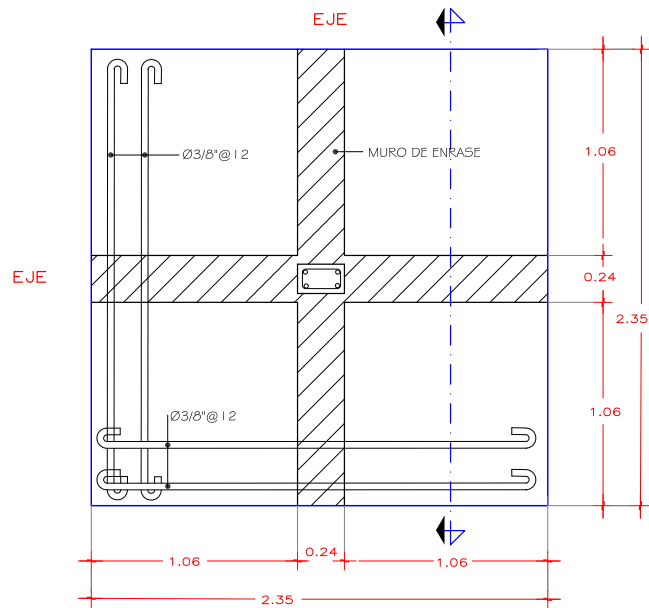
AMPLIACION BAJO CASTILLO ZC-4



AMPLIACION BAJO CASTILLO ZC-5



AMPLIACION BAJO CASTILLO ZC-6



AMPLIACION BAJO CASTILLO ZC-7

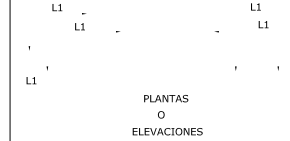
TODAS LAS VARILLAS LONGITUDINALES DEBERÁN ANCLARSE EN EL MIEMBRO DE APOYO EXTREMO, POR MEDIO DE UNA ESCUADRA DE 90 Y DE UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA MOSTRADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 1 ) (VER DETALLE DE ANCLAJES PLANTA O ELEVACIONES)

LOS TRASLAPES DE LAS VARILLAS LONGITUDINALES TENDRÁN UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA INDICADA EN LA TABLA DE VARILLAS ( 2 )

INDICA ANCLAJE PERPENDICULAR AL PLANO DEL DIBUJO. INDICA ANCLAJE EN EL PLANO DEL DIBUJO. (ESTAS DIRECCIONES SE PODRÁN MODIFICAR SI ASÍ CONVINIERA AL PROCESO CONSTRUCTIVO RESPETANDO LA NOTA 6A)  
INDICA CORTE DE LA VARILLA EN UN MISMO LECHO.

**DETALLES DE ANCLAJES**

6C)- LOS ANCLAJES SE HARÁN SEGÚN LOS SIGUIENTES DETALLES:



**TABLA DE VARILLAS (1) Y (2).**

VARILLA	#3	#4	#5	#6	#8
( 1 ) ANCLAJE L1 =	40	50	65	75	100
( 2 ) TRASLAPES L2=	35	45	60	75	100

**NOTAS GENERALES:**

- ACOTACIONES EN METROS.
- TODAS LAS COTAS DEBERÁN VERIFICARSE CON LAS INDICADAS EN LOS PLANOS ARQUITECTONICOS.
- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO.
- SE COLOCARÁ UN PLANTILLA DE CONCRETO  $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$  CON 5 cm DE ESPESOR PARA DESPLANTAR LA CIMENTACION O UN MATERIAL QUE EVITEN LA FILTRACION DE AGUA DEL CONCRETO AL MURO.
- SE DEBE MEJORAR EL TERRENO DE DESPLANTE DE ACUERDO CON LO SEÑALADO EN EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.

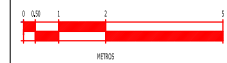
**NOTAS DE MATERIALES:**

- CONCRETO  $f_c = 250$  EN ZAPATAS Y 150  $\text{kg/cm}^2$  EN DALAS Y CASTILLOS, CLASE I DE PESO VOL. MAYOR DE 2,200  $\text{kg/m}^3$ , REVENIMIENTO + 10 cm EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES.  
EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO SERÁ DE 3/4" (1.91 cm).
- TABICÓN DE CONCRETO LIGERO DE 7 X 12 X 24 cm, DE 24 cm DE ESPESOR, ASENTADO EN MEZCLA MORTEO ARENA 1:3 DE PROPORCIÓN. PARA MUROS DE ENRASE O RODAPIE.

**NOTAS DE ARMADOS Y ANCLAJES:**

- LOS RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS SERÁN LOS ESPECIFICADOS EN LOS PLANOS.
- SALVO INDICACIÓN CONTRARIA, TODA VARILLA DEBERÁ ESTAR ANCLADA EN SUS EXTREMOS A ESCUADRA EN LA LONGITUD QUE SE INDICA EN LA TABLA.

Escala Gráfica:



Clave:

A-9

Plano:

CIMENTACIÓN

Asesor:

M.I. Alma Rosa Sánchez Ibarra

Alumno:

Rodrigo Aldana Sanchez

Ubicación:

Morelia Michoacán

Escala:

1:100

Acotación:

Mts

Fecha:

Mayo/2012





## CONCLUSIONES

La realización de esta tesina tuvo la finalidad de hacer un análisis y diseño estructural adecuado, buscando seguridad y economía, basándose en el reglamentos de construcción vigentes, por lo que se puede tener la confianza de que la estructura trabajara adecuadamente.

Para los ingenieros civiles es de gran importancia saber en que consiste un buen diseño estructural, que nos permita ahorrar tanto en materiales como costos en mano de obra, ya que un buen criterio estructural no se basa sólo en practica o intuición, si no que también debe estar respaldado por conocimientos teóricos.

El diseño y análisis estructural para una casa de dos niveles no debe pasarse por alto, debido a que es un patrimonio valorado para cualquier persona, por lo que se pretende que tenga una larga vida útil, sin que se presenten fallas que puedan significar riesgo para las personas que la habiten.

**GLOSARIO**

Ag	área bruta de la sección transversal
As	área de refuerzo longitudinal en tensión en acero de elementos a flexión
Asmin	área mínima de refuerzo longitudinal de secciones rectangulares
Av	área de acero transversal de fuerza por tensión diagonal
Ast	área de acero por temperatura
as	área transversal de la barra
Asv	área de acero vertical de la malla
Asc	área de acero de los estribos
a1, a2	respectivamente, claro corto y claro largo de un tablero de una losa
AT	área bruta de la sección transversal del muro o segmento de muro, que incluye a los castillos
B	ancho de la zapata
C1, C2	respectivamente, dimensión menor del dado y dimensión mayor del dado
Ca, Cb	respectivamente, coeficiente del claro corto y coeficiente claro largo
d	peralte efectivo en la dirección de flexión
Df	profundidad de desplante
db	diámetro nominal de una barra
E	módulo de elasticidad
Ec	módulo de elasticidad del concreto de peso normal
Es	módulo de elasticidad del acero
ec	excentricidad que se transmite la carga de la losa a muros extremos
e'	excentricidad calculada para obtener el factor de reducción por excentricidad y esbeltez
FAE	factor de área efectiva de los muros de carga
FE	factor de reducción para efectos de excentricidad y esbeltez
FR	factor de resistencia
f'c	resistencia especificada de concreto a compresión
f''c	magnitud del bloque equivalente de esfuerzos del concreto a compresión
f*c	resistencia nominal del concreto a compresión
f*m	resistencia de diseño a compresión de la mampostería referida al área bruta
fs	esfuerzo en el acero en condiciones de servicio
fy	esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuerzo
fyh	esfuerzo especificado de fluencia del refuerzo horizontal de malla electrosoldada
fd	factor de distribución
H	longitud libre o altura de segmento
h	peralte total de un elemento, o dimensión transversal de miembro paralelo a la flexión o a la fuerza cortante.
I	inercia de la sección
k	rigidez de tableros en losas
ktr	índice de refuerzo transversal
Ld	longitud de desarrollo
Lt	longitud de traslape
PR	carga nominal resistente de diseño
PRO	carga axial resistente de diseño
Pu	carga vertical última de diseño





PRM	carga vertical resistente de la malla
q	capacidad de carga del terreno
qr	esfuerzo de diseño del terreno
qn	presión neta del terreno
qnu	presión neta última del terreno
s	separación del refuerzo transversal
Sh	separación entre alambres de la malla electrosoldada
Rp	relleno promedio en losas de azotea
V	fuerza cortante que actúa una sección
VcR	fuerza cortante de diseño que toma el concreto
VsR	fuerza cortante de diseño que el acero de refuerzo transversal
Vu	fuerza cortante de diseño
VR	cortante resistente por el muro
VD	cortante directo
VT	cortante torsionante
V*m	resistencia de diseño a compresión diagonal de la mampostería interior
W	carga media
Wa	carga instantánea
Wm	carga viva máxima
$\xi_{cu}$	deformación útil de concreto
$\rho$	cuantía de acero de refuerzo longitudinal a tensión
$\rho_b$	porcentaje de acero de la sección transversal
$\beta_1$	parámetro adicional que especifica la profundidad del bloque equivalente de esfuerzos a compresión
$\delta$	deflexión de una sección
$\ell$	vuelo de la zapata
$\eta$	factor de eficiencia
$\gamma$	peso volumétrico del suelo



## BIBLIOGRAFÍA

- Gallo Ortiz G. O., Espino Márquez L. I., Olvera Montes A. E., Diseño estructural de casas habitación, 2da. edición Ed. McGraw-Hill, Interamericana, 2005.
- González Cuevas O., y Robles O., Aspectos fundamentales del concreto reforzado, 3ª. Ed., Noriega Limusa, México 2002.
- Meli R., Bazán E., Diseño sísmico de edificios, Ed. Noriega Limusa, México, 2001.
- Normas Técnicas complementarias del Reglamento de construcción para el Distrito Federal.