

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO



TRABAJO DE TESINA

ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CASA HABITACION
DE LA FAMILIA MEDINA CORONEL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO
INGENIERO CIVIL**

PRESENTA

P.I.C. SERGIO IVAN MEDINA CORONEL

ASESOR

M.I. ENRIQUE OMAR NAVARRO CABALLERO

[MORELIA, MICH. ABRIL 2007](#)

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por brindarme la oportunidad de poder realizarme como profesionista y por brindarme sabiduría, esperanza y valor.

A Mis Padres

Ing. Antonio Medina Hurtado y Dra. M. Irma Estela Coronel Plata

Por toda su paciencia y apoyo que me brindaron en el transcurso de mi vida, tanto en momentos de dolor como en momentos de alegría por todo eso y más les agradezco.

A mi Tía Delia

Que siempre me ha brindado su cariño y apoyo.

A mis Hermanos Marco Antonio e Irma

Que los quiero y adoro con todo mi corazón.

A la U.M.S.N.H a la F.I.C y a sus Profesores

Por enseñarme sus experiencias y conocimientos.

Al M.I. Enrique Omar Navarro Caballero

Por su valiosa colaboración, revisión y orientación de esta tesina.

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| Introducción..... | 1 |
| Objetivo..... | 3 |
| Especificaciones generales..... | 4 |
| CAPÍTULO I | |
| Descripción Arquitectónica del Proyecto..... | 6 |
| CAPÍTULO II | |
| Análisis y Diseño Estructural de losas..... | 17 |
| CAPÍTULO III | |
| Análisis y Diseño Estructural de Trabes..... | 65 |
| CAPÍTULO IV | |
| Revisión de Muros | 81 |
| CAPÍTULO V | |
| Análisis y Diseño Estructural de la Cimentación | 100 |
| Conclusiones | 115 |
| Glosario | 116 |
| Planos Estructurales | 118 |

INTRODUCCIÓN

El diseño estructural es el proceso a seguir para determinar las características físicas de una estructura, de tal manera que nos permita garantizar la absorción de las cargas a la que va estar sujeta, así como un buen comportamiento a lo largo de su vida útil en condiciones de servicio.

El proyectista debe buscar satisfacer el proyecto arquitectónico, así como las condiciones y características que éste requiera, tomando siempre en cuenta los diferentes subsistema (instalaciones de luz, sanitaria, gas, etc.), pues el no hacerlo conduciría a pequeños errores que deberán corregirse, debido a que pueden provocar alteraciones en el proyecto. El objetivo final del diseño estructural es: garantizar que las estructuras den un buen rendimiento, es decir que sean seguras y económicas.

El diseño estructural esta compuesto por tres etapas: estructuración, análisis y dimensionamiento, en las que el proyectista deberá de tomar en cuenta las acciones a las que va estar sujeta la estructura para brindar un óptimo desempeño.

En la etapa de estructuración se seleccionarán los materiales y elementos que formarán parte de la estructura, para así poder conocer el peso de la misma y su resistencia. Es decir, se definirá la manera en que la estructura presente un mejor comportamiento para una obra en particular.

En el proceso de análisis se determina la respuesta de la estructura ante las diferentes acciones a las que será sometida, así como también se definirá el modelo de la estructura. Se establecerán las propiedades de los materiales y características geométricas de las secciones, las acciones de diseño y la ubicación de la estructura, se evalúan los elementos mecánicos de diseño, los cuales se obtendrán con diferentes procedimientos de análisis.

En la etapa de dimensionamiento se obtienen las dimensiones correspondientes al diseño estructural, el cual debe realizarse con base en algún código o reglamento vigente aplicable al lugar de la obra.

Cabe resaltar la necesidad de transmitir adecuadamente a los constructores la información de los resultados obtenidos, en forma clara y precisa, además se deberá tener mucho cuidado con la calidad de la obra ya que una supervisión responsable lleva a que en la ejecución de los trabajos se cumplan todas las especificaciones y normas aplicables a la obra civil.

En el trabajo de tesina se presenta el análisis y diseño estructural de la Casa-Habitación de mampostería, obra civil que se encuentra comúnmente en la ciudad. Este diseño se realizó en base al Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RDF) y sus Normas Técnicas Complementarias (NTC) del año 2004.

OBJETIVO

El objetivo de esta tesina es poder aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Civil en el proyecto estructural de una casa habitación que se construirá en la ciudad de Morelia, empleando el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias.

Con el diseño se espera obtener una construcción segura, funcional y económica.

ESPECIFICACIONES GENERALES

1. El concreto tendrá una calidad $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en losas y trabes, $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ para la cimentación y $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ en dadas y castillos, un agregado máximo de $\frac{3}{4}''$, así como un peso volumétrico de $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$.

2. El acero de refuerzo tendrá un límite de fluencia de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, con excepción de la varilla de $\frac{1}{4}''$, cuyo límite de fluencia es $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$.

3. El recubrimiento medido a partir de la superficie externa de la varilla, será de 1.5 veces su diámetro, pero nunca menor de 2.5 cm (sección 4.9.3 N.T.C.C). Cuando se utilicen paquetes de varillas, se usará el diámetro de la varilla más grande para el cálculo anterior.

4. El mortero para unir los tabiques será de clase II y deberá tener:
 - Una relación volumétrica entre la arena y los cementantes entre 2.25 y 3.
 - Por cada parte de cemento se usará la mitad de cemento de albañilería o bien la 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 de los muros
 - No separarse más de 3 m.
 - Colocarlos en todo perímetro de huecos cuya dimensión sea superior a la cuarta parte de la longitud del muro en la dirección considerada.
 - Colocarlos en toda intersección de muros.

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 y estas no deberán estar separadas más de 3 m.

7. No deberá traslaparse más del 50% de las varillas en la misma sección.

8. La longitud de traslape y anclaje de las varillas son las que se indican en la tabla siguiente:

| Varilla No. | Diámetro (pulg.) | 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°.

10. La cimentación esta diseñada para una capacidad de carga de acuerdo a lo indicado en el estudio de Mecánica de Suelos.

11. Se aplicaron los reglamentos de Michoacán, Distrito Federal, el ACI y el Manual de Obras Civiles de C.F.E.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA DEL PROYECTO

El proyecto arquitectónico es una Casa-Habitación de dos plantas ubicada en la Cd. De Morelia.

Esta se construirá en un terreno completamente plano de 6 m de ancho por 18 m de largo, ubicado en la calle Retorno de San Miguel el Grande, numeración 382, fraccionamiento Mariano Abasolo.

Este proyecto consta de lo siguiente:

Planta baja: cocina, sala, comedor, un baño, una recamara, jardín, una cochera para un automóvil.

Planta alta: 3 recamaras, 2 baños y una sala de estar.

PLANTA ARQUITECTONICA

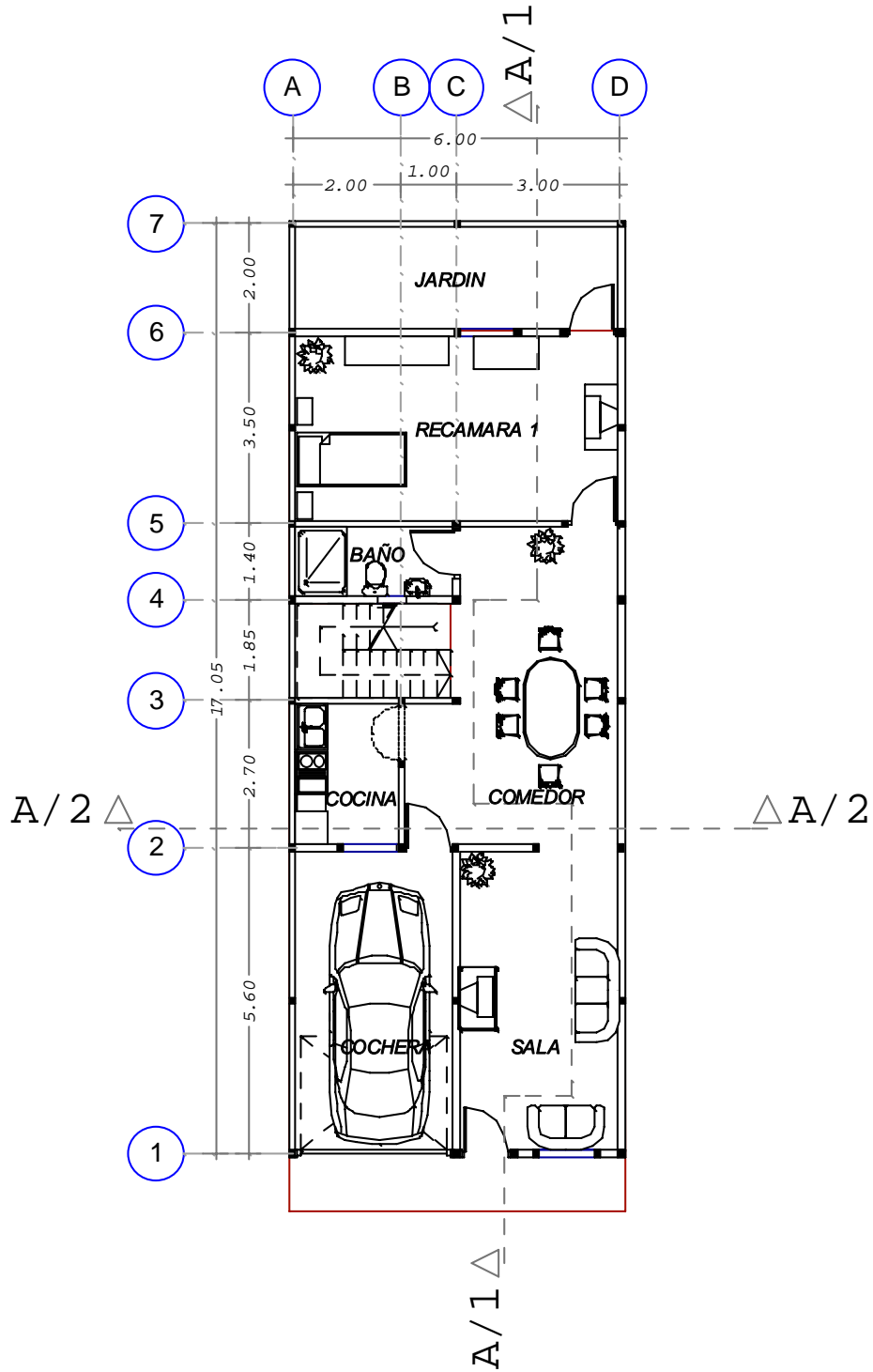


FIG. 1.1 PLANTA BAJA

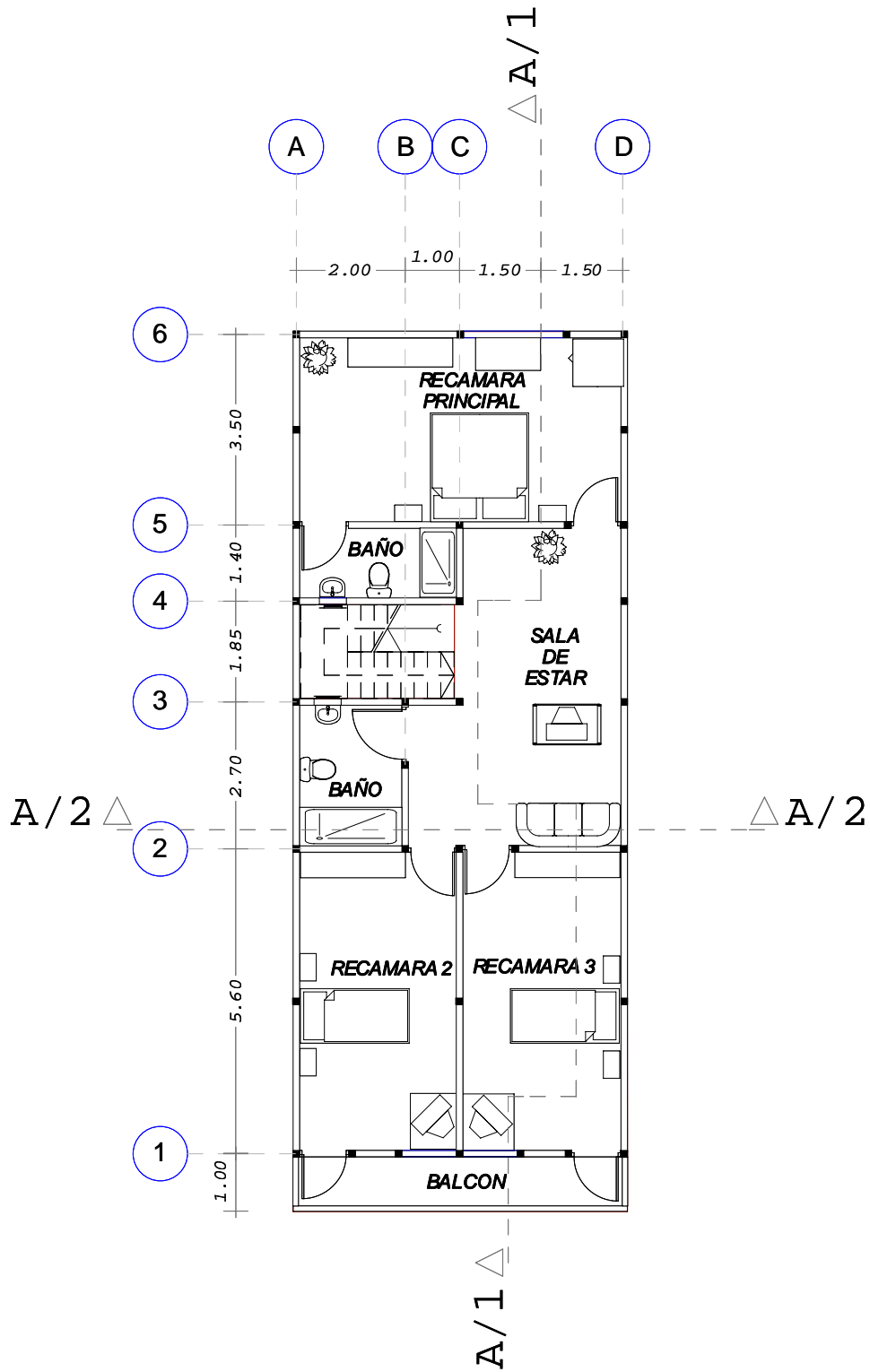
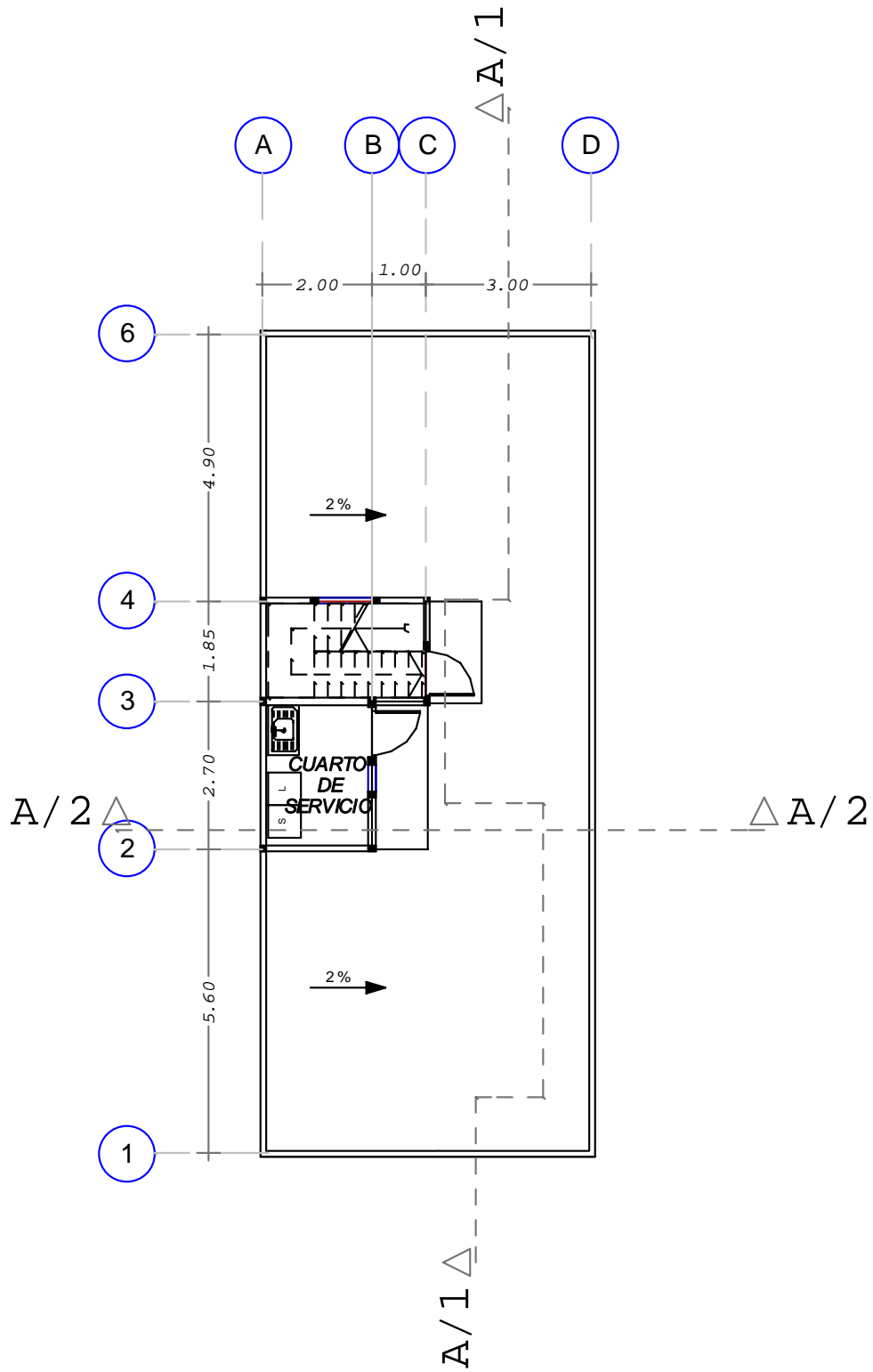


FIG. 1.2 PLANTA ALTA



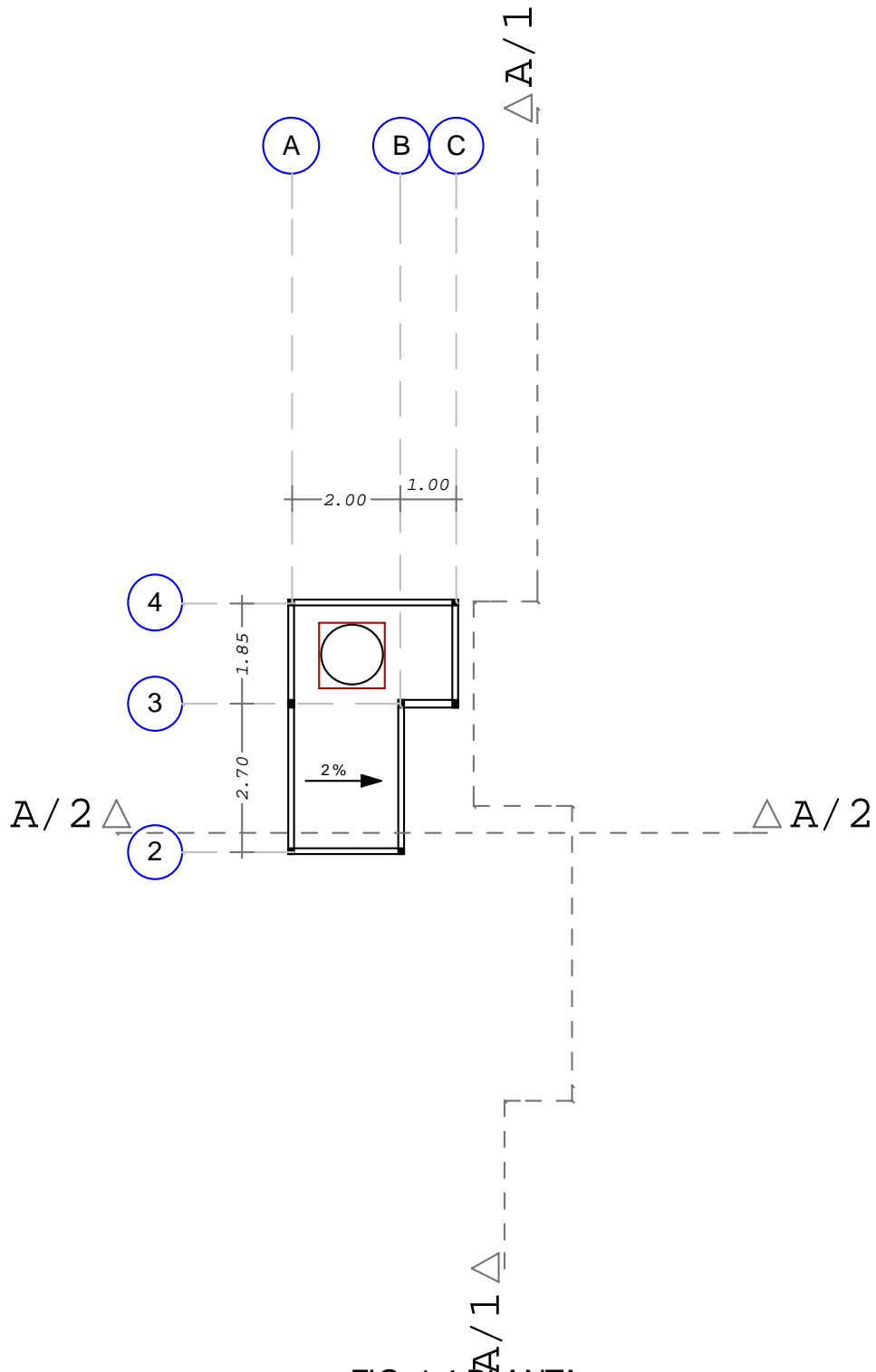


FIG. 1.4 PLANTA
AZOTEA C. SERVICIO

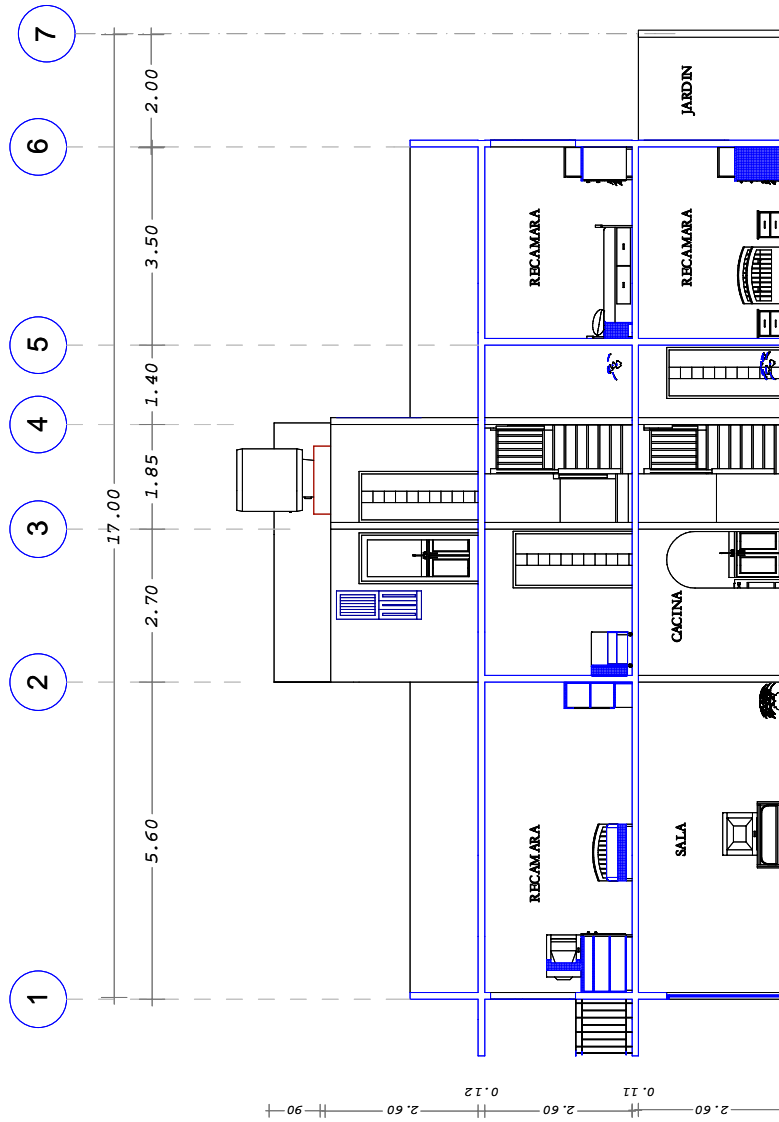


FIGURA 1.5 CORTE A/1

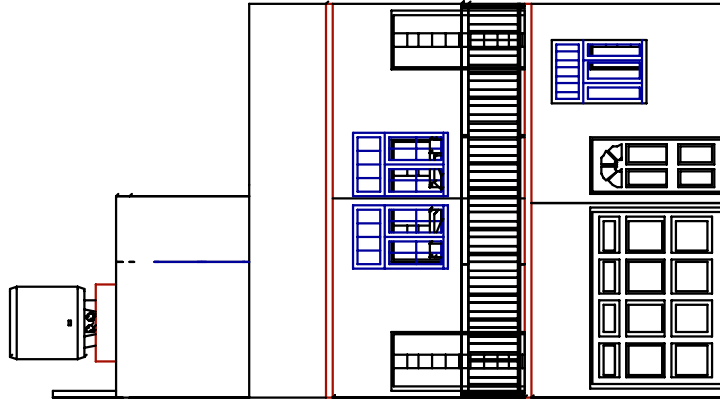
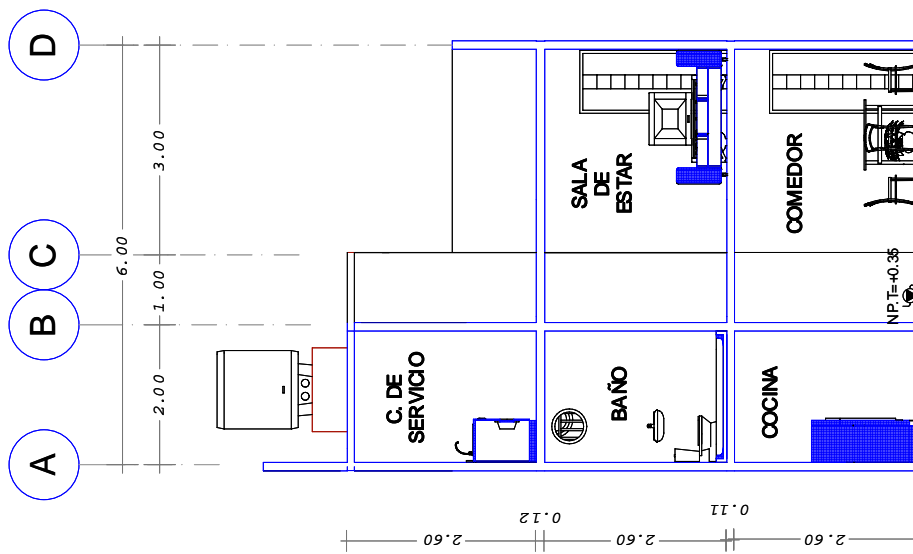


FIG. 1.7 FACHADA PRINCIPAL

ESTRUCTURACIÓN

La estructuración de la casa será a base de losas macizas de concreto, las cuales se apoyan perimetralmente en traveses de concreto armado y muros de carga de tabique de barro rojo recocido.

Los muros de planta baja y planta alta son de tabique de barro recocido, tanto para muros de carga como para muros divisorios.

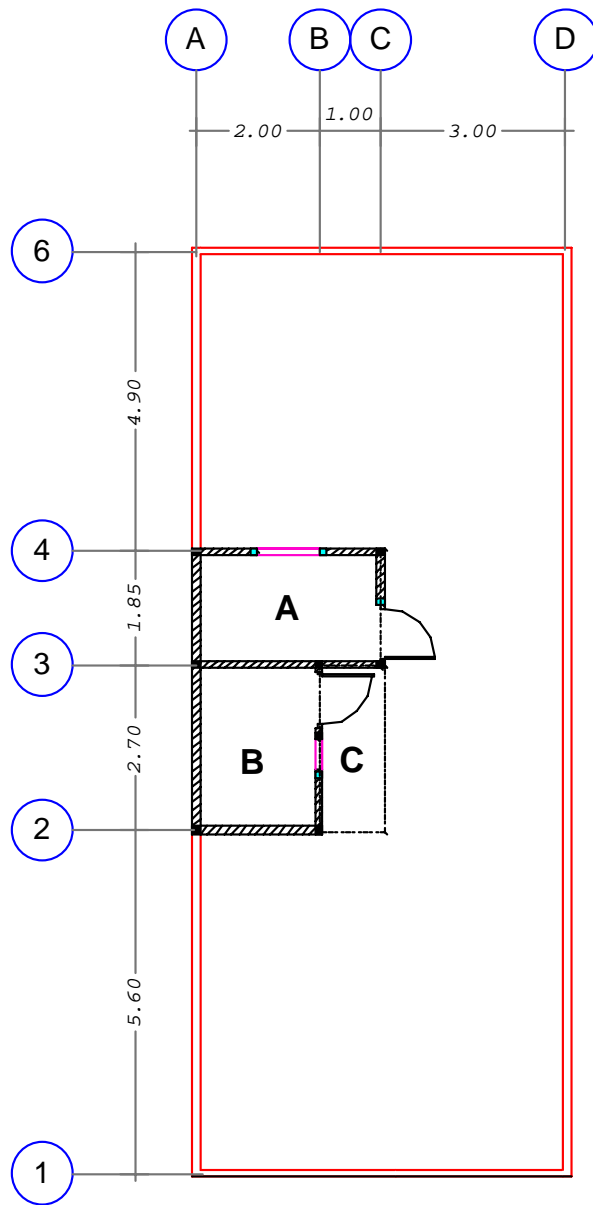
Los materiales de recubrimiento en los pisos se consideraron en toda la casa de mosaico de terrazo, excepto en baños, en los que los pisos serán de azulejo-pasta texturizada.

La escalera se proyectó a base de rampas inclinadas de concreto reforzado y escalones de tabique recubierto con mosaico.






Se pusieron castillos en los muros de barro recocido y se localizaron en los extremos de todos ellos al igual que en los cruces existentes, y en los lugares que nos determina el RDF.

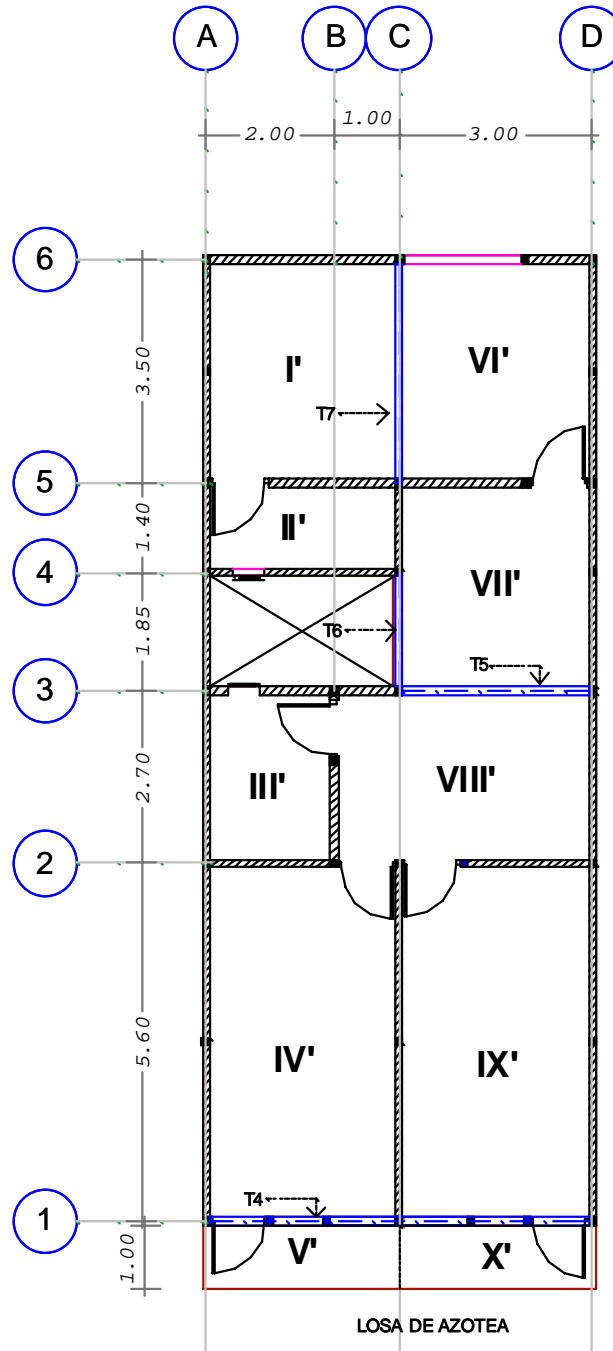
Se colocaron dalas de cerramiento y desplante en todos los muros tanto en planta baja como en planta alta y cuarto de servicio.

ESTRUCTURACIÓN

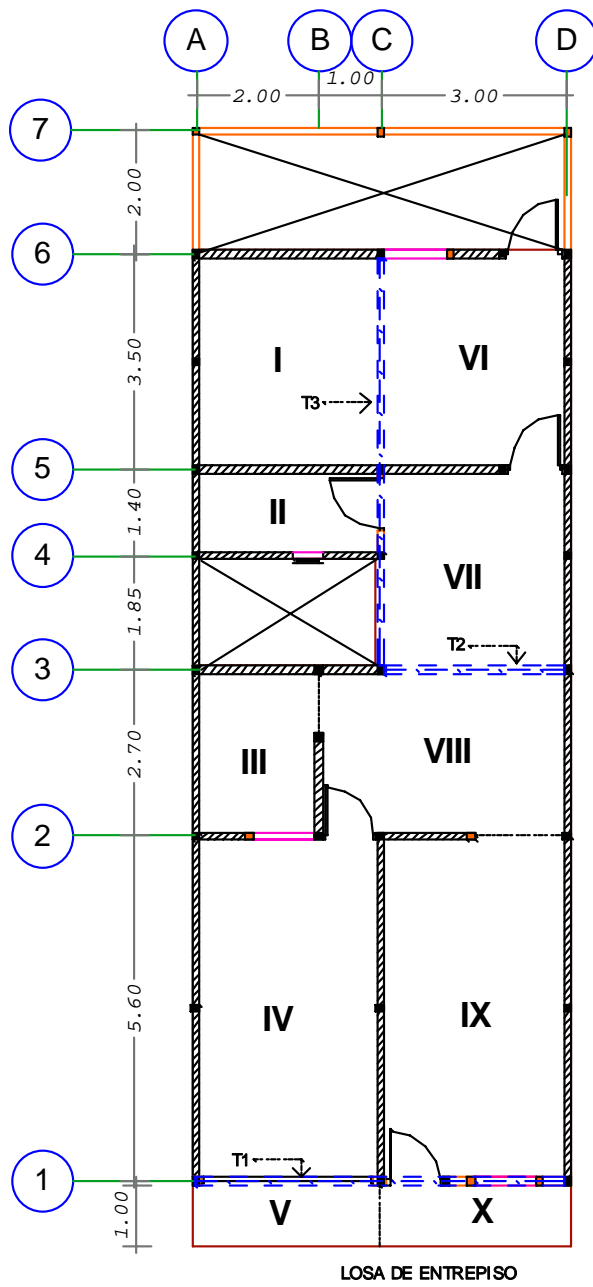


LOSA DE AZOTEA
C. DE SERVICIO

-  CASTILLO QUE CONTINUA EN PLANTA BAJA
-  CASTILLO QUE NO CONTINUA EN PLANTA BAJA
-  VENTANA
-  MURO DE CARGA
-  MURO PRETIL



- CASTILLO QUE CONTINUA EN PLANTA BAJA
- CASTILLO QUE NO CONTINUA EN PLANTA ALTA
- VENTANA
- TRABE
- ▨ MURO DE CARGA
- - - LINEA RESISTENTE



- CASTILLO QUE CONTINUA EN PLANTA ALTA
- CASTILLO QUE NO CONTINUA EN PLANTA ALTA
- VENTANA
- TRABE
- MURO DE CARGA
- MURO DIVISORIO
- LINEA RESISTENTE

CAPÍTULO II

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LAS LOSAS

Las losas son elementos estructurales que se utilizan como sistemas de piso, azoteas o para cubrir espacios, por lo general son horizontales y se caracterizan porque una dimensión es muy pequeña comparada con las otras dos. Las losas pueden estar apoyadas en todo su perímetro sobre muros, trabes o directamente sobre columnas, en este caso puede haber una ampliación en la conexión de losa-columna llamado capitel.

Generalmente en el diseño de las losas de concreto reforzado rige la condición de las acciones permanentes. Para su diseño se consideran que las cargas actúan de manera uniformemente distribuidas sobre un área denominada tablero. En caso de presentarse cargas concentradas o lineales, estas serán resistidas por el tablero donde actúan, amplificándolas de acuerdo con los factores especificados en la NTC-2004 del RCDF. El comportamiento de las losas debe ser satisfactorio en todos los estados de carga.

Las Losas pueden clasificarse de acuerdo a su funcionamiento de la siguiente manera:

I).- En una dirección

- 1.- Macizas
- 2.- Aligeradas

II).- En dos direcciones

- 1.- Perimetrales
 - a) Macizas
 - b) Aligeradas
- 2.- Planas
 - a) Macizas
 - b) Aligeradas

Losas Aligeradas

Las losas aligeradas generalmente se utilizan para cubrir grandes claros. El material del que se construyen es muy ligero, puede ser blocks huecos de concreto, casetones de polietileno o moldes recuperables. El aligeramiento se requiere debido a que se necesita un peralte grande para salvar grandes claros.

Losas Macizas

Las losas macizas son aquellas en donde todo el volumen es sólido, en este tipo de losas se buscan peraltes pequeños. Las deflexiones definen el peralte de las losas.

Losas en una Dirección

Son aquellas losas que se apoyan en dos lados paralelos ó también aquellas muy alargadas cuya relación claro largo a claro corto es mayor que 2 ($a_2/a_1 > 2$), en estas últimas la flexión se presenta en el sentido corto.

Losas en Dos Direcciones (Perimetralmente Apoyadas)

Las losas que trabajan en 2 direcciones (perimetralmente apoyadas) se encuentran apoyadas sobre vigas o muros en sus cuatro lados. Una característica estructural de los apoyos de estas es que su rigidez a flexión es mucho mayor que la rigidez a flexión de la propia losa.

Análisis de Cargas

El análisis de cargas consiste en obtener los diferentes tipos de cargas que actúan en los elementos estructurales.

La clasificación de las acciones se hace con base en la duración con la que obran en la estructura, de acuerdo con su máxima intensidad o cercana a ella. El RDF las clasifica de la siguiente forma:

a).- Acciones permanentes (carga muerta).- Son aquellas que actúan sobre la estructura de forma continua y cuya intensidad no varía con el tiempo y es el conjunto de acciones que se producen por el peso propio de la construcción; incluyéndose los pesos de la estructura misma y de los elementos no estructurales tales como muros divisorios, los revestimientos de muros y fachadas, herrería, las instalaciones y todos aquellos elementos que conservan una posición fija en la construcción.

La valuación de la carga muerta requiere de los volúmenes de los distintos componentes de la construcción y los pesos volumétricos de los materiales que los forman.

b).- Acciones variables (carga viva).- Son aquellas que actúan sobre la estructura y cuya intensidad varía en función del tiempo, las cuales pueden alcanzar valores considerables durante grandes periodos. Las cargas vivas están consideradas dentro de este grupo y dependen del funcionamiento de la estructura, no son de carácter permanente, entre estas se encuentran las personas, el mobiliario y el equipó, entre otras.

Evaluar la carga viva es muy complicado, por las incertidumbres que ésta presenta, se utilizan por ello modelos estadísticos muy simplistas, los cuales consisten en una carga uniformemente distribuida aplicada en forma estática, acompañada ocasionalmente por una carga concentrada. Con esto se pretende representar el efecto global de la carga viva real incluyendo sus aspectos dinámicos y de impacto teniendo así el tratar de representar el mejor comportamiento de las mismas.

En el RDF se manejan tres valores de la carga viva, estos se definen a continuación:

1. Carga viva máxima W_m : Esta carga se deberá emplear en el diseño estructural de los elementos de una estructura sujeta a la acción de las cargas verticales gravitacionales, así como en el cálculo de asentamientos inmediatos del suelo y en el diseño de las cimentaciones.
2. Carga instantánea W_a : Esta se utilizará para el diseño de las estructuras cuando estén sujetas a la acción de cargas accidentales.
3. Carga media W : Esta se deberá de emplear para el cálculo asentamientos diferidos, así como para el cálculo de flechas diferidas.

Nota: Cuando el efecto de la carga viva sea favorable para la estructura, como el caso de problemas de flotación y volteo, su intensidad se considerará nula sobre toda el área.

c).- Acciones accidentales.- Son aquellas que no se deben al funcionamiento normal de la estructura, pero que toman valores muy significativos sólo durante breves periodos en la vida útil de la construcción. En esta clasificación se tiene el sismo, el viento, las explosiones entre otras.

Sismo.- Los sismos tienen una probabilidad no despreciable de producir daños significativos en las estructuras. Esto es debido a la existencia de una interacción entre los movimientos del suelo y la respuesta de la estructura. Para calcular las fuerzas de inercia producidas por el sismo los reglamentos hacen uso del coeficiente sísmico, el cual depende de la zona sísmica donde se encuentre el edificio, del suelo donde esta desplantado y de la importancia de la estructura.

La fuerza de inercia produce efectos mecánicos en las estructuras (flexiones, cortantes, torsiones) que pueden hacerlas fallar, por lo cual deben diseñarse para que desarrollen un buen comportamiento ante estas.

Viento.- Es el movimiento horizontal propio de la atmósfera, estos se producen por diferencias de presión atmosférica, atribuidas sobre todo a diferencias de temperatura y a la rotación de la Tierra, Para el diseño estructural nos interesan los vientos de gran velocidad asociados a fenómenos atmosféricos extraordinarios. Por lo que el viento será considerado como una carga accidental.

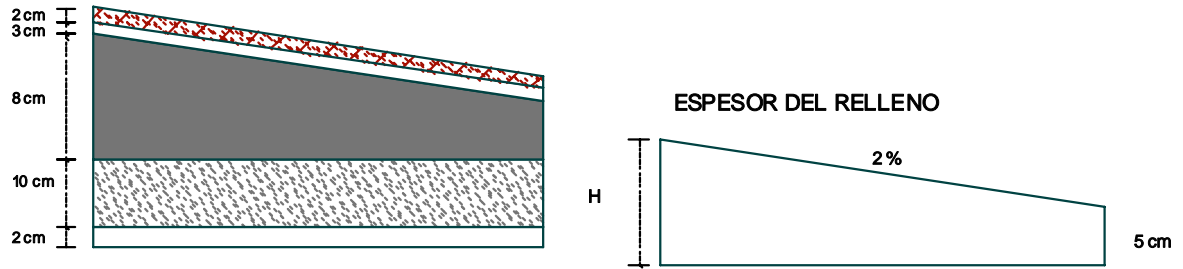
Para poder evaluar los efectos de estas acciones se hace un modelo analítico en el cual se aplican sistemas de fuerzas que tratan de reproducir sus efectos.

Al determinar los sistemas de fuerzas se encuentran incertidumbres originadas por la variabilidad del fenómeno que produce la acción. A pesar de la incertidumbre, los sistemas de fuerzas propuestos en el reglamento, conducen a resultados confiables, debido a que se basan en modelos experimentales y analíticos, donde se involucra dicha incertidumbre.

La combinación de acciones se hace tomando en cuenta los siguientes casos: comunes o permanentes y excepcionales o accidentales, en las primeras incluyen las cargas muertas y vivas, y en las segundas se incluye la acción accidental

A continuación se procederá a calcular la magnitud de las cargas que actúan sobre las losas.

LOSA DE CUARTO DE SERVICIO



Del plano tenemos que el escurrimiento será en la dirección mas corta, la cual tendrá una longitud $L=3$ m.

$$H = 5 + 0.02 L = 5 + 0.02 (300) = 11 \text{ cm}$$

$$h_{\text{prom}} = \frac{H + 5}{2} = \frac{11 + 5}{2} = 8 \text{ cm}$$

Proponiendo una losa de 10 cm.

| MATERIAL | ESPESOR (m) | PESO VOL (Ton/m ³) | P. TOTAL (Ton/m ³) |
|--------------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Enladrillado | 0.02 | 1.5 | 0.030 |
| Mortero | 0.03 | 2.1 | 0.063 |
| Relleno | 0.08 | 1.6 | 0.128 |
| Losa | 0.10 | 2.4 | 0.240 |
| Yeso | 0.02 | 1.5 | 0.030 |
| | | C.M= | 0.491 |

Cargas permanentes

$$\begin{aligned} C.M &= 0.491 \text{ ton/m}^2 \\ C.ad &= 0.040 \text{ ton/m}^2 \\ C.V &= 0.100 \text{ ton/m}^2 \\ C.T &= 0.631 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Cargas permanentes + accidentales

$$\begin{aligned} C.M &= 0.491 \text{ ton/m}^2 \\ C.ad &= 0.040 \text{ ton/m}^2 \\ C.V &= 0.070 \text{ ton/m}^2 \\ C.T &= 0.601 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

CARGA EN EL TABLERO DEL TINACO (tablero A).

Se colocará un tinaco rotoplast con capacidad de 1100lts, con una base que consta de una losa de concreto de 10cm de espesor apoyada sobre 2 muros de tabique de 1.20m de ancho por 40cm de alto.

Peso de la base

$$W.losa = 1.20(1.2)(0.10)(2.4) = 0.346$$

$$W.muro = 2(0.40)(1.2)(0.18)(1.5) = 0.259$$

$$W.base = 0.605 \text{ ton}$$

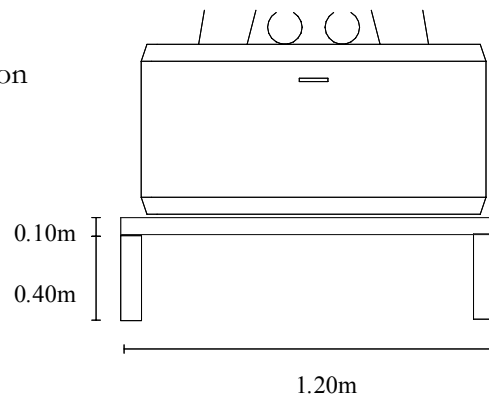
Peso Total del Tinaco

$$P.propio = 0.0277 \text{ ton}$$

$$P.del \text{ agua} = 1.1000 \text{ ton}$$

$$P. \text{ Base} = 0.6050 \text{ ton}$$

$$P.T = 1.7330 \text{ ton}$$



$$\text{Área del tablero} = 1.850 \times 3.00 = 5.55 \text{ m}^2$$

$$P.tinaco \text{ por m}^2 = 1.733 / 5.55 = 0.312 \text{ ton/m}^2$$

Carga total en el tablero A

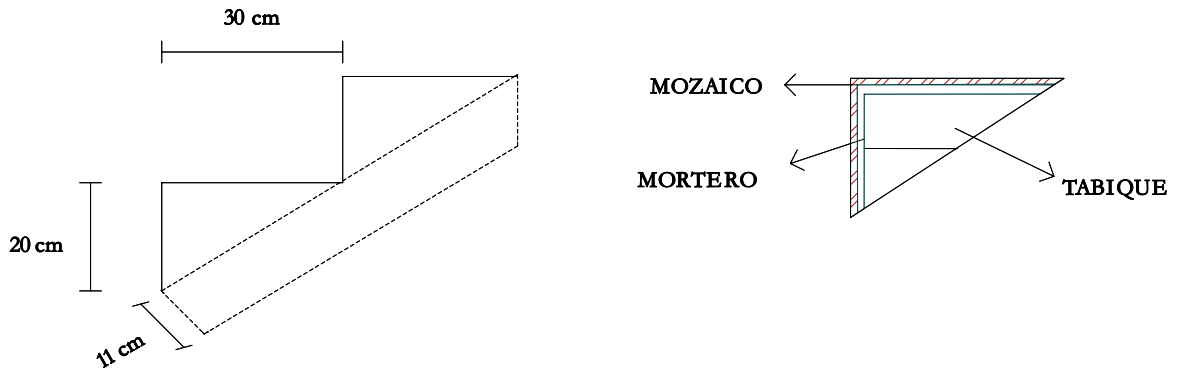
$$C.servicio = 0.631 \text{ ton/m}^2$$

$$C.ad = 0.312 \text{ ton/m}^2$$

$$C.T = 0.943 \text{ ton/m}^2$$

CÁLCULO DEL PESO DE LA ESCALERA

Se propone una losa de 11 cm. de espesor y escalones de tabique recubierto con mosaico y mortero.



| MATERIAL | ESPESOR (m) | PESO VOL (Ton/m ³) | P. TOTAL (Ton/m ³) |
|----------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Mosaico | 0.02 | ----- | 0.035 |
| Mortero | 0.03 | 2.1 | 0.063 |
| Losa | 0.11 | 2.4 | 0.264 |
| Yeso | 0.02 | 1.5 | 0.030 |
| Escalón | 0.10 | 1.5 | 0.150 |
| | | P.ESC = | 0.542 |

Peso escalón por m²

$$W_e = \frac{h}{2} P.Vol$$

Cargas permanentes

$$C.M = 0.542 \text{ ton/m}^2$$

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

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

$$C.T = 0.932 \text{ ton/m}^2$$

Cargas permanentes + accidentales

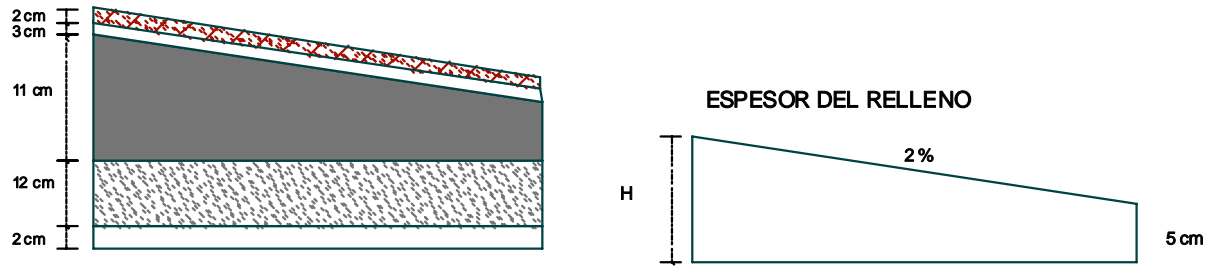
$$C.M = 0.542 \text{ ton/m}^2$$

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

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

$$C.T = 0.732 \text{ ton/m}^2$$

LOSA DE AZOTEA (EXCEPTO TABLERO III)



Del plano tenemos que el escurrimiento será en la dirección mas corta, la cual tendrá una longitud $L=6$ m.

$$H = 5 + 0.02 L = 5 + 0.02 (600) = 17 \text{ cm}$$

$$h_{\text{prom}} = \frac{H + 5}{2} = \frac{17 + 5}{2} = 11 \text{ cm}$$

Proponiendo una losa de 12 cm.

| MATERIAL | ESPESOR (m) | PESO VOL (Ton/m ³) | P. TOTAL (Ton/m ³) |
|--------------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Enladrillado | 0.02 | 1.5 | 0.030 |
| Mortero | 0.03 | 2.1 | 0.063 |
| Relleno | 0.11 | 1.6 | 0.176 |
| Losa | 0.12 | 2.4 | 0.288 |
| Yeso | 0.02 | 1.5 | 0.030 |
| | | C.M= | 0.587 |

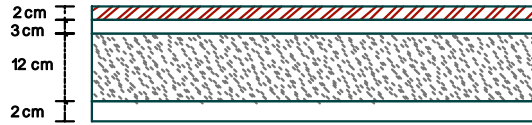
Cargas permanentes

$$\begin{aligned} C.M &= 0.587 \text{ ton/m}^2 \\ C.ad &= 0.040 \text{ ton/m}^2 \\ C.V &= 0.100 \text{ ton/m}^2 \\ C.T &= 0.727 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Cargas permanentes + accidentales

$$\begin{aligned} C.M &= 0.587 \text{ ton/m}^2 \\ C.ad &= 0.040 \text{ ton/m}^2 \\ C.V &= 0.070 \text{ ton/m}^2 \\ C.T &= 0.697 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

LOSA DE AZOTEA TABLERO III'



Proponiendo una losa de 12 cm.

| MATERIAL | ESPESOR (m) | PESO VOL (Ton/m ³) | P. TOTAL (Ton/m ³) |
|--------------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Enladrillado | 0.02 | 1.5 | 0.030 |
| Mortero | 0.03 | 2.1 | 0.063 |
| Losa | 0.12 | 2.4 | 0.288 |
| Yeso | 0.02 | 1.5 | 0.030 |
| | | C.M= | 0.411 |

Cargas permanentes

$$C.M = 0.411 \text{ ton/m}^2$$

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

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

$$C.T = 0.621 \text{ ton/m}^2$$

Cargas permanentes + accidentales

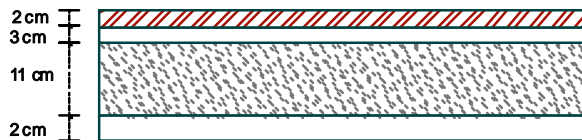
$$C.M = 0.411 \text{ ton/m}^2$$

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

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

$$C.T = 0.541 \text{ ton/m}^2$$

LOSA DE ENTREPISO



Proponiendo una losa de 11 cm.

| MATERIAL | ESPESOR (m) | PESO VOL (Ton/m ³) | P. TOTAL (Ton/m ³) |
|--------------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Enladrillado | 0.02 | 1.5 | 0.030 |
| Mortero | 0.03 | 2.1 | 0.063 |
| Losa | 0.11 | 2.4 | 0.264 |
| Yeso | 0.02 | 1.5 | 0.030 |
| | | C.M= | 0.392 |

Cargas permanentes

$$\begin{aligned} C.M &= 0.392 \text{ ton}/m^2 \\ C.ad &= 0.040 \text{ ton}/m^2 \\ C.V &= 0.170 \text{ ton}/m^2 \\ C.T &= 0.602 \text{ ton}/m^2 \end{aligned}$$

Cargas permanentes + accidentales

$$\begin{aligned} C.M &= 0.392 \text{ ton}/m^2 \\ C.ad &= 0.040 \text{ ton}/m^2 \\ C.V &= 0.090 \text{ ton}/m^2 \\ C.T &= 0.522 \text{ ton}/m^2 \end{aligned}$$

DISEÑO DE LA LOSA DEL CUARTO DE SERVICIO

DATOS DE DISEÑO

$$f_c = 250 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

$$W = 0.943 \text{ ton}/m^2 = 943 \text{ kg}/m^2$$

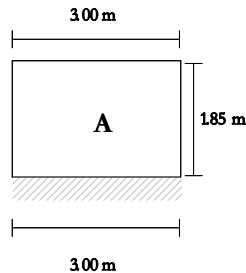
$$f_y = 4200 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

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

REVISIÓN DEL PERALTE MÍNIMO

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

Se revisará el tablero A, el cual es el más desfavorable por tener el peso del tinaco



Como los apoyos de la losa son no monolíticos, la longitud de lados discontinuos se incrementará un 50 % (NTC .sección 6.3.3.5)

$$\text{perímetro} = 1.5 (3.00 + 1.85 + 1.85) + 3.00 = 13.05 \text{ m} = 1305.00 \text{ cm}$$

$$d_{\min} = \frac{1305.00}{250} \left(0.032 \sqrt[4]{2520 \cdot 943} \right) = 6.5584 \text{ cm}$$

Espesor total mínimo, (h_{min}) = d_{min} + recubrimiento

$$h_{\min} = 6.5584 + 2.00 = 8.5584 \text{ cm} < h \text{ propuesto}$$

Se acepta el espesor propuesto

$$d = 8.00 \text{ cm. ; } h = 10.00 \text{ cm.}$$

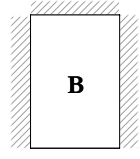
CÁLCULO DE LOS MOMENTOS DE DISEÑO

Método de los Coeficientes del Reglamento del D.F.

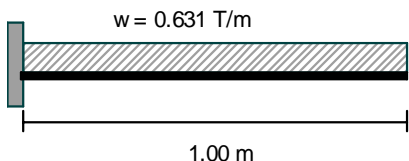
Este método contempla losas coladas monóticamente con los apoyos y losas no coladas monóticamente con ellos. Los momentos flexionantes de diseño se calculan haciendo uso de tablas, bajo las siguientes limitaciones:

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

$$Mu = Fc (\text{Coef} \times 10^{-4}) w \cdot a_1^2$$

| TABLERO | MOMENTO | CLARO | COEFICIENTE | Mu | Mu ajustado |
|--|---------------------------------|-------|-------------|---------|-------------|
| | | | | (Ton-m) | (ton-m) |
|  A a1= 1.850 a2= 3.000 m= 0.617 w= 0.943 | Negativo en bordes interiores | Corto | 998.10 | 0.451 | 0.293 |
| | | Largo | 0.00 | 0.000 | |
| | Negativo en bordes discontinuos | Corto | 0.00 | 0.000 | |
| | | Largo | 0.00 | 0.000 | |
| | Positivo | Corto | 751.50 | 0.340 | |
| | | Largo | 520.00 | 0.235 | |
|  B a1= 2.000 a2= 2.700 m= 0.741 w= 0.631 | Negativo en bordes interiores | Corto | 497.04 | 0.176 | 0.265 |
| | | Largo | 485.91 | 0.172 | 0.306 |
| | Negativo en bordes discontinuos | Corto | 0.00 | 0.000 | |
| | | Largo | 0.00 | 0.000 | |
| | Positivo | Corto | 277.09 | 0.098 | |
| | | Largo | 157.18 | 0.056 | |
|  C a1= 1.000 a2= 2.700 m= 0.370 w= 0.631 | Negativo en bordes interiores | Corto | | 0.4417 | 0.265 |
| | | Largo | | 0.000 | 0.293 |
| | Negativo en bordes discontinuos | Corto | | 0.000 | |
| | | Largo | | 0.000 | |
| | Positivo | Corto | | 0.000 | |
| | | Largo | | .000 | |

Como el tablero C no esta perimetralmente apoyado sino que trabaja en una dirección, se obtendrán los momento últimos de la forma siguiente.



$$Mu(-) = F.C M_{max} = 1.4 \frac{0.631 (1.0)^2}{2} = 0.4417 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$V_{max} = w l = 0.631 (1) = 0.631 \text{ Ton}$$

AJUSTE DE MOMENTOS EN TABLEROS ADYACENTES

Cuando los momentos obtenidos en el borde común de dos tableros adyacentes sean diferentes se procederá a hacer el ajuste de estos.

Cálculo de la rigidez en los tableros

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

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

Donde.

k = rigidez del tablero

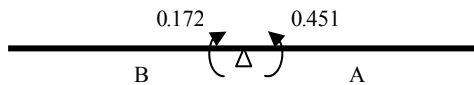
d = peralte efectivo

a₁ = lado corto del tablero

fd = factor de distribución

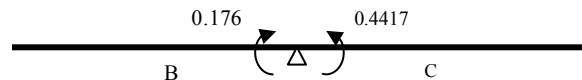
| TABLERO | d (cm) | a1 (cm) | k (kg/cm ²) |
|---------|--------|---------|-------------------------|
| A | 8.000 | 185.000 | 2.768 |
| B | 8.000 | 200.000 | 2.560 |
| C | 8.000 | 100.000 | 5.120 |

Tablero B con A



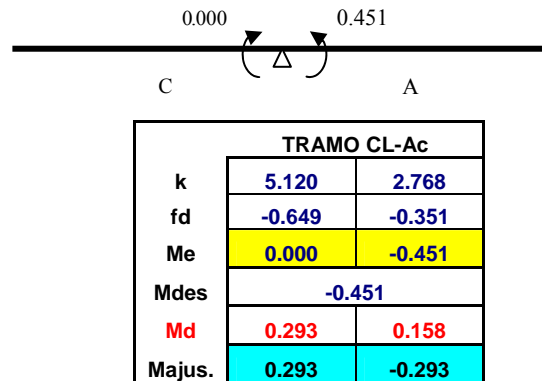
| TRAMO BL-Ac | | |
|-------------|--------|--------|
| k | 2.560 | 2.768 |
| fd | -0.480 | -0.520 |
| Me | 0.172 | -0.451 |
| Mdes | -0.279 | |
| Md | 0.134 | 0.145 |
| Majus. | 0.306 | -0.306 |

Tablero B con C



| TRAMO Bc-Cc | | |
|-------------|--------|--------|
| k | 2.560 | 5.120 |
| fd | -0.333 | -0.667 |
| Me | 0.176 | -0.442 |
| Mdes | -0.266 | |
| Md | 0.089 | 0.177 |
| Majus. | 0.265 | -0.265 |

Tablero C con A



Para esta losa se observa que en algunos tableros no se cumple con la estipulado en el reglamento N.T.C secc. 6.3.3.1 inciso c, el cual establece que si los momentos flexionantes negativos en el apoyo común de dos tableros adyacentes difieren entre si en una cantidad no mayor del 50% del menor de ellos, es aplicable el método de coeficientes.

En esta losa se observa que este requisito no se cumple, en consecuencia para la obtención de los momentos flexionantes se procederá a utilizar el método de igualación de flechas (M. de las franjas del Reglamento ACI, haciendo una comparación entre los momentos obtenidos por cada método, realizando el diseño de la losa para el resultado más desfavorable.

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS POR EL MÉTODO DE IGUALACIÓN DE FLECHAS

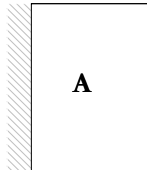
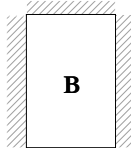

El análisis de la losa se hace como si se tratara de una viga continua, cuyos apoyos son los muros o trabes y su carga es la fracción de la carga w que trabaja en esa dirección. Los apoyos extremos se consideran empotrados si la losa es monolítica con los apoyos y articulados sino lo es.

- 1.- El peralte mínimo se tomara igual al calculado anteriormente.
- 2.- Los factores de distribución de carga para cada tablero se obtienen de la tabla 3 del reglamento A.C.I
- 3.- Se analiza y se aísla una franja de ancho unitario como si fuera una viga continua, indicando los apoyos y cargas correspondientes a cada tramo.
- 4.- Se obtienen los diagramas de fuerza cortante y momento flexionante para cada franja que sea necesaria.

Con los datos obtenidos se calcula el acero necesario por flexión y se revisa la resistencia al cortante.

Losa Cuarto de Servicio Obtención de los factores de distribución de las losas.

$$W(\text{claro}) = (f.d) (w)$$

| TABLERO | CASO | w LOSA | CLARO | F. DE DISTR. (f.d) | W (CLARO) (Ton/m) | |
|---|------|-----------|------------|-------------------------|----------------------|--|
|  <p>A a1= 1.850 a2= 3.000 m= 0.617 w= 0.943</p> | 6 | 0.943 | CORTO (Wa) | 0.943 | 0.889 | |
| | | | LARGO (Wb) | 0.057 | 0.054 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
|  <p>B a1= 2.000 a2= 2.700 m= 0.741 w= 0.631</p> | 4 | 0.631 | CORTO (Wa) | 0.769 | 0.485 | |
| | | | LARGO (Wb) | 0.231 | 0.146 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
|  <p>C a1= 1.000 a2= 2.700 m= 0.370 w= 0.631</p> | 4 | 0.631 | CORTO (Wa) | 1.000 | 0.631 | |
| | | | LARGO (Wb) | 0.000 | 0.000 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Para el análisis de las franjas haremos uso de un programa de cómputo.

FRANJAS A ANALIZAR (CUARTO DE SERVICIO)

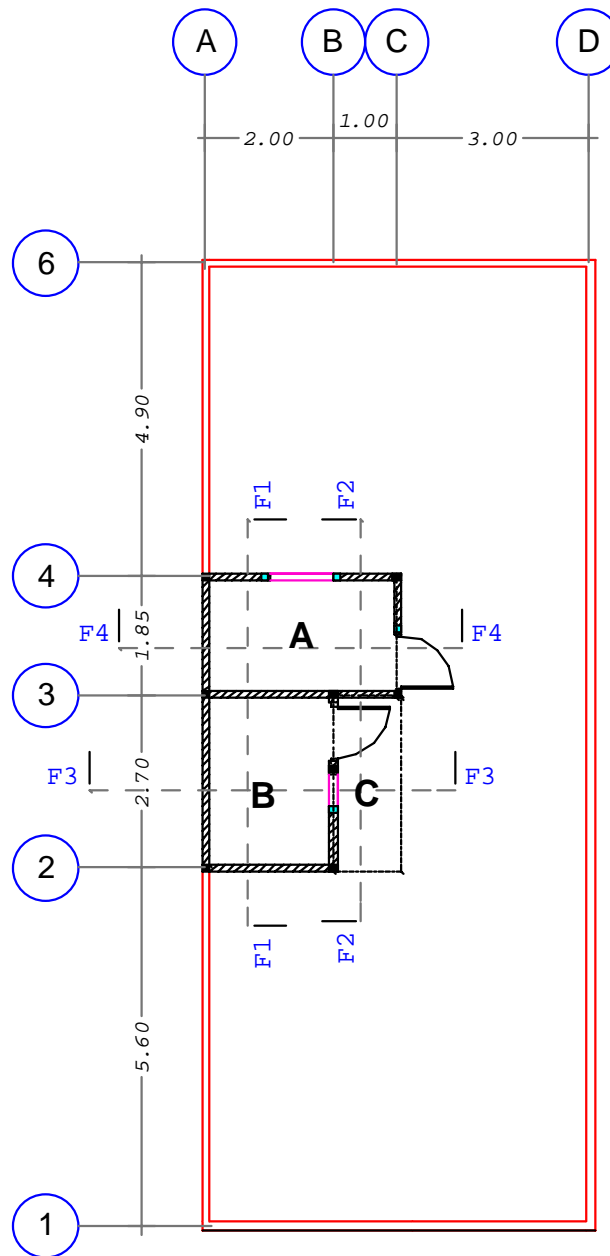
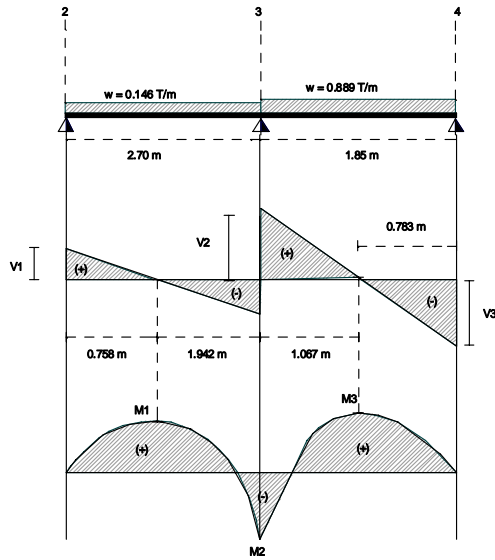


DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 1 (2-4) BL-Ac



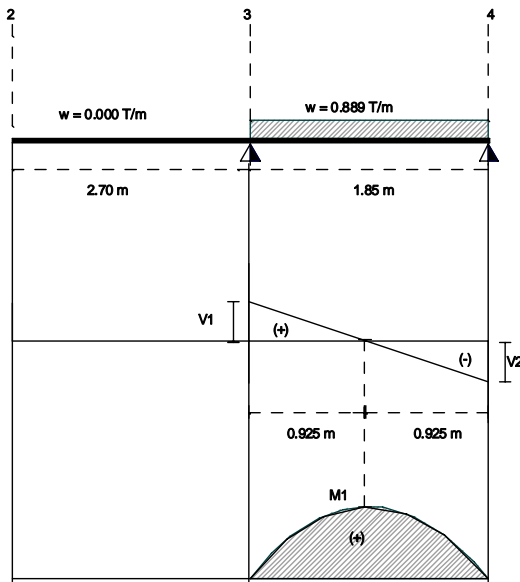
$V1 = 0.1106 \text{ Ton}$
 $V2 = 0.9486 \text{ Ton}$
 $V3 = 0.6961 \text{ Ton}$

$M1(+)= 0.0419 \text{ T - m}$
 $M2(-)= 0.2336 \text{ T - m}$
 $M3(+)= 0.2726 \text{ T - m}$

Del diagrama tenemos que:

$V = 0.9486 \text{ Ton}$; $M(+)= 0.2726 \text{ T - m}$; $M(-)= 0.2336 \text{ T - m}$
 $V_u = 1.328 \text{ Ton}$; $M_u(+)= 0.3816 \text{ T - m}$; $M_u(-)= 0.3270 \text{ T - m}$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 2 (2-4) BL-Ac



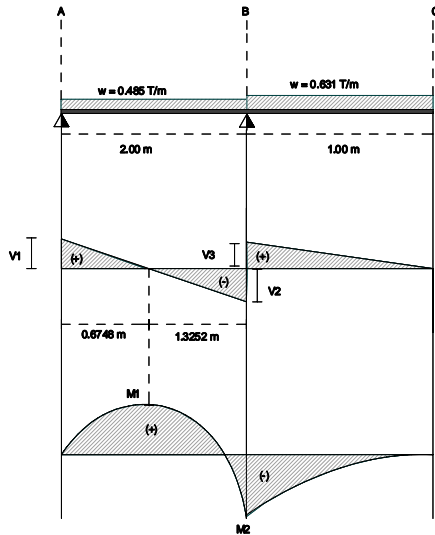
$V1 = 0.8223 \text{ Ton}$
 $V2 = 0.8223 \text{ Ton}$

$M1(+)= 0.3803 \text{ T - m}$

Del diagrama tenemos que:

$V = 0.8223 \text{ Ton}$; $M(+)= 0.3803 \text{ T - m}$
 $V_u = 1.1512 \text{ Ton}$; $M_u(+)= 0.5324 \text{ T - m}$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 3 (A-C) Bc-Cc



$$V1 = 0.3273 \text{ Ton}$$

$$V2 = 0.6427 \text{ Ton}$$

$$V3 = 0.6310 \text{ Ton}$$

$$M1(+)= 0.1104 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$M2(-)= 0.3155 \text{ T} \cdot \text{m}$$

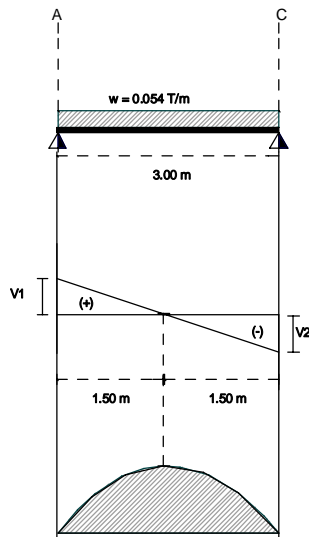
F3

Del diagrama tenemos que:

$$V = 0.6427 \text{ Ton} ; M(+)= 0.1104 \text{ T} \cdot \text{m} ; M(-)= 0.3155 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$Vu = 0.8998 \text{ Ton} ; Mu(+)= 0.1546 \text{ T} \cdot \text{m} ; Mu(-)= 0.4417 \text{ T} \cdot \text{m}$$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 4 (A-C) AL



$$V1 = 0.0810 \text{ Ton}$$

$$V2 = 0.0810 \text{ Ton}$$

$$M1(+)= 0.0608 \text{ T} \cdot \text{m}$$

Del diagrama tenemos que:

$$V = 0.08100 \text{ Ton} ; M(+)= 0.0608 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$Vu = 1.1340 \text{ Ton} ; Mu(+)= 0.0851 \text{ T} \cdot \text{m}$$

En la siguiente tabla se muestran los momentos y cortantes mas desfavorables obtenidos con ambos métodos.

| PLANTA | MÉTODO UTILIZADO | Mu. NEGATIVO | Mu. POSITIVO | Vu |
|-----------|-----------------------|--------------|--------------|--------|
| CUARTO DE | COEFICIENTES | 0.3060 | 0.3400 | 0.6310 |
| SERVICIO | IGUALACIÓN DE FLECHAS | 0.4417 | 0.5324 | 1.328 |

El diseño de la losa se realizará tomando en cuenta los casos más desfavorables.

DISEÑO POR FLEXIÓN (CUARTO DE SERVICIO)

Para momento negativo

$$Mu = 0.4417 \text{ ton-m}$$

$$A_s = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.4417 \times 10^5)}{0.9(100)(8)^2 170}} \right] 100(8)$$

$$A_s = 1.4952 \text{ cm}^2$$

Comparando con el área de acero mínimo

$$a_{ST} = \frac{660(8)}{4200(8 + 100)} = 0.0116 \text{ cm}$$

$$A_{ST} = a_{ST} b = 0.0116(100) = 1.164 \text{ cm}^2$$

Como $A_s > A_{ST}$ por lo tanto se usará $A_s = 1.4952 \text{ cm}^2$

Separación de varillas

Se usaran varillas del #3 con $a_o=0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 a_o}{A_s} = \frac{100 (0.71)}{1.4952} = 47.4863 \text{ cm}$$

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

Como $S > S_{\max}$ por lo tanto se usará S_{\max}

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

Para momento positivo

Mu = 0.5324 ton-m

$$A_s = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.5324 \times 10^5)}{0.9(100)(8)^2 170}} \right] 100(8)$$

$$A_s = 1.8112 \text{ cm}^2$$

Comparando con el área de acero mínimo

$$a_{ST} = \frac{660(8)}{4200(8+100)} = 0.0116 \text{ cm}$$

$$A_{ST} = a_{ST} b = 0.0116(100) = 1.164 \text{ cm}^2$$

Como $A_s > A_{ST}$ por lo tanto se usará $A_s=1.8112 \text{ cm}^2$

Separación de varillas

Se usarán varillas del #3 con $a_o=0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 a_o}{A_s} = \frac{100 (0.71)}{1.8112} = 39.1997 \text{ cm}$$

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

Como $S > S_{\max}$ por lo tanto se usará S_{\max}

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

REVISIÓN POR CORTANTE

$$V_u = 1.3280 \text{ ton}$$

$$V_{CR} = 0.5 F_R b d \sqrt{F' * c}$$

$$V_{CR} = 0.5(0.8)(100)(8) \sqrt{200} = 4525.4834 \text{ kg} = 4.5255 \text{ ton}$$

Debido a que $V_{CR} > V_u$ se acepta el peralte

DISEÑO DE LA LOSA DE AZOTEA

DATOS DE DISEÑO

$$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$W = 0.727 \text{ ton/m}^2 = 727 \text{ kg/m}^2$$

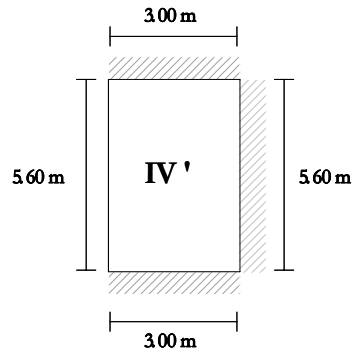
$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

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

REVISIÓN DEL PERALTE MÍNIMO

$$d_{\min} = \frac{\text{perímetro}}{250} \left(0.032 \sqrt[4]{f_s \bullet W} \right)$$

Se revisará el tablero IV', el cual es el más desfavorable.



$$\text{perímetro} = 5.60 + 3.00 + 3.00 + 1.5 (5.60) = 20.00 \text{ m} = 2000.00 \text{ cm}$$

$$d_{\min} = \frac{2000}{250} \left(0.032 \sqrt[4]{2520 \bullet 727} \right) = 9.418 \text{ cm}$$

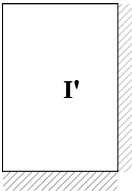
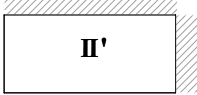
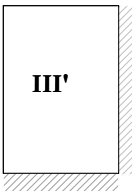
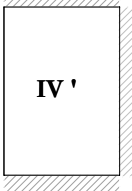
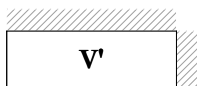
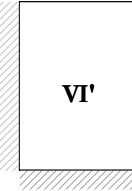
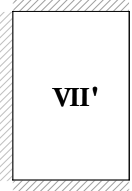
Espesor total, (h_{\min}) = d_{\min} + recubrimiento

$$h_{\min} = 9.418 + 2.00 = 11.418 \text{ cm} \approx 12.00 \text{ cm}$$

Se acepta el espesor propuesto

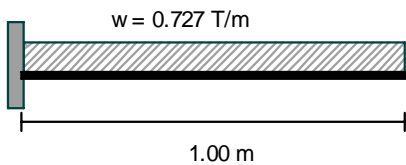
$$d = 10.00 \text{ cm. ; } h = 12.00 \text{ cm.}$$

CÁLCULO DE LOS MOMENTOS DE DISEÑO

| | TABLERO | MOMENTO | CLARO | COEFICIENTE | Mu | Mu ajustado |
|---|---------------------------------|---------|---------|-------------|---------|-------------|
| | | | | | (Ton-m) | (ton-m) |
|  <p>I'</p> <p>a1= 3,000 a2= 3,500 m= 0,857 w= 0,727</p> | Negativo en bordes interiores | Corto | 434,36 | 0,398 | 0.398 | |
| | | Largo | 430,21 | 0,394 | 0.312 | |
| | Negativo en bordes discontinuos | Corto | 0 | 0,000 | | |
| | | Largo | 0 | 0,000 | | |
| | Positivo | Corto | 219,64 | 0,201 | | |
| | | Largo | 154,86 | 0,142 | | |
|  <p>II'</p> <p>a1= 1,400 a2= 3,000 m= 0,467 w= 0,727</p> | Negativo en bordes interiores | Corto | 685,34 | 0,137 | 0.312 | |
| | | Largo | 573,834 | 0,114 | 0.256 | |
| | Negativo en bordes discontinuos | Corto | 0 | 0,000 | | |
| | | Largo | 0 | 0,000 | | |
| | Positivo | Corto | 448,736 | 0,090 | | |
| | | Largo | 170,904 | 0,034 | | |
|  <p>III'</p> <p>a1= 2,000 a2= 2,700 m= 0,741 w= 0,621</p> | Negativo en bordes interiores | Corto | 497,04 | 0,173 | 0.255 | |
| | | Largo | 485,91 | 0,169 | 0.361 | |
| | Negativo en bordes discontinuos | Corto | 0 | 0,000 | | |
| | | Largo | 0 | 0,000 | | |
| | Positivo | Corto | 277,09 | 0,096 | | |
| | | Largo | 157,18 | 0,055 | | |
|  <p>IV'</p> <p>a1= 3,000 a2= 5,600 m= 0,536 w= 0,727</p> | Negativo en bordes interiores | Corto | 596,64 | 0,547 | 0.547 | |
| | | Largo | 533,48 | 0,489 | 0.494 | |
| | Negativo en bordes discontinuos | Corto | 0 | 0,000 | | |
| | | Largo | 0 | 0,000 | | |
| | Positivo | Corto | 346,56 | 0,317 | | |
| | | Largo | 152,2 | 0,139 | | |
|  <p>V'</p> <p>a1= 1,000 a2= 3,000 m= 0,333 w= 0,727</p> | Negativo en bordes interiores | Corto | | 0,509 | 0.494 | |
| | | Largo | | 0,000 | | |
| | Negativo en bordes discontinuos | Corto | | 0,000 | | |
| | | Largo | | 0,000 | | |
| | Positivo | Corto | | 0,000 | | |
| | | Largo | | 0,000 | | |
|  <p>VI'</p> <p>a1= 3,000 a2= 3,500 m= 0,857 w= 0,727</p> | Negativo en bordes interiores | Corto | 434,36 | 0,398 | 0.398 | |
| | | Largo | 430,21 | 0,394 | 0.369 | |
| | Negativo en bordes discontinuos | Corto | 0 | 0,000 | | |
| | | Largo | 0 | 0,000 | | |
| | Positivo | Corto | 219,64 | 0,201 | | |
| | | Largo | 154,86 | 0,142 | | |
|  <p>VII'</p> <p>a1= 3,000 a2= 3,250 m= 0,923 w= 0,727</p> | Negativo en bordes interiores | Corto | 351,81 | 0,322 | 0.256 | |
| | | Largo | 375,26 | 0,344 | 0.369 | |
| | Negativo en bordes discontinuos | Corto | 0 | 0,000 | | |
| | | Largo | 0 | 0,000 | | |
| | Positivo | Corto | 165,8 | 0,152 | | |
| | | Largo | 144,77 | 0,133 | | |

| TABLERO | MOMENTO | CLARO | COEFICIENTE | Mu | Mu ajustado |
|--|---------------------------------|-------|-------------|---------|-------------|
| | | | | (Ton-m) | (ton-m) |
| VIII' a1= 2,700 a2= 4,000 m= 0,675 w= 0,727 | Negativo en bordes interiores | Corto | 491,75 | 0,365 | 0.430 |
| | | Largo | 397 | 0,295 | 0.255 |
| | Negativo en bordes discontinuos | Corto | 0 | 0,000 | |
| | | Largo | 0 | 0,000 | |
| | Positivo | Corto | 272,25 | 0,202 | |
| | | Largo | 140,75 | 0,104 | |
| IX' a1= 3,000 a2= 5,600 m= 0,536 w= 0,727 | Negativo en bordes interiores | Corto | 596,64 | 0,547 | 0.547 |
| | | Largo | 533,48 | 0,489 | 0.494 |
| | Negativo en bordes discontinuos | Corto | 0 | 0,000 | |
| | | Largo | 0 | 0,000 | |
| | Positivo | Corto | 346,56 | 0,317 | |
| | | Largo | 152,2 | 0,139 | |
| X' a1= 1,000 a2= 3,000 m= 0,333 w= 0,727 | Negativo en bordes interiores | Corto | | 0,509 | 0.494 |
| | | Largo | | 0,000 | |
| | Negativo en bordes discontinuos | Corto | | 0,000 | |
| | | Largo | | 0,000 | |
| | Positivo | Corto | | 0,000 | |
| | | Largo | | 0,000 | |

Como los tableros V' y X' no están perimetralmente apoyados, es decir trabajan en una direccion, se obtendrán los momento últimos de la forma siguiente.



$$Mu(-) = F.C M_{max} = 1.4 \frac{0.727 (1.0)^2}{2} = 0.509 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$V_{max} = w l = 0.727 (1) = 0.727 \text{ Ton}$$

AJUSTE DE MOMENTOS EN TABLEROS ADYACENTES

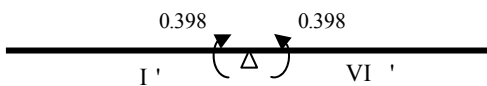
Cálculo de la rigidez en los tableros

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

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

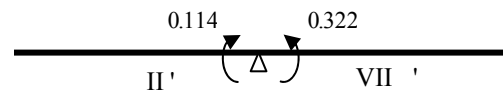
| TABLERO | d (cm) | a1 (cm) | k (kg/cm2) |
|---------|--------|---------|------------|
| I' | 10.000 | 300.000 | 3.333 |
| II' | 10.000 | 140.000 | 7.143 |
| III' | 10.000 | 200.000 | 5.000 |
| IV' | 10.000 | 300.000 | 3.333 |
| V' | 10.000 | 100.000 | 10.000 |
| VI | 10.000 | 300.000 | 3.333 |
| VII' | 10.000 | 300.000 | 3.333 |
| VIII' | 10.000 | 270.000 | 3.704 |
| IX' | 10.000 | 300.000 | 3.333 |
| X' | 10.000 | 100.000 | 10.000 |

Tablero I' con VI'



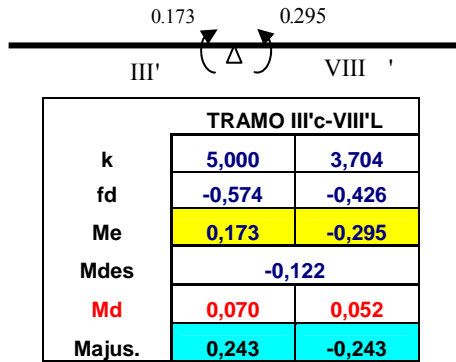
| TRAMO I'c-VI'c | | |
|----------------|--------|--------|
| k | 3,333 | 3,333 |
| fd | -0,500 | -0,500 |
| Me | 0,398 | -0,398 |
| Mdes | 0,000 | |
| Md | 0,000 | 0,000 |
| Majus. | 0,398 | -0,398 |

Tablero II' con VII'

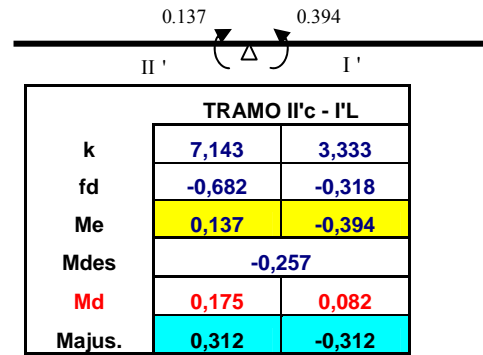


| TRAMO II'L-VII'c | | |
|------------------|--------|--------|
| k | 7,143 | 3,333 |
| fd | -0,682 | -0,318 |
| Me | 0,114 | -0,322 |
| Mdes | -0,208 | |
| Md | 0,142 | 0,066 |
| Majus. | 0,256 | -0,256 |

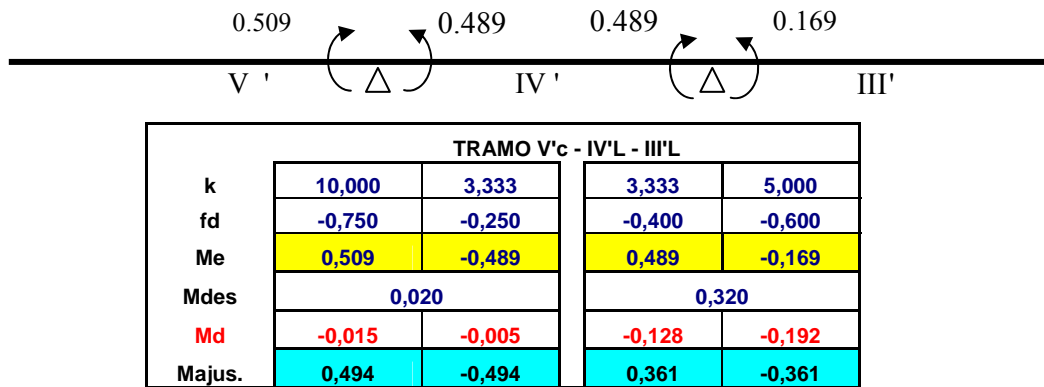
Tablero III ' con VIII '



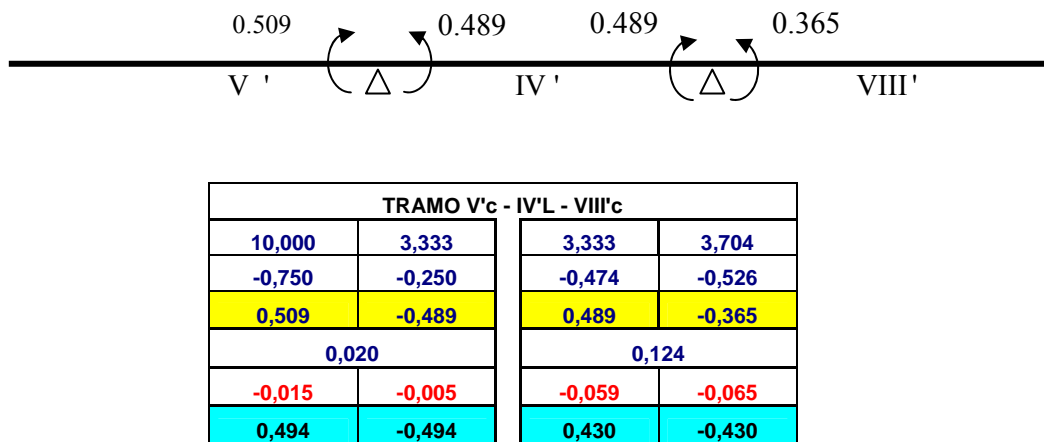
Tablero II ' con I '



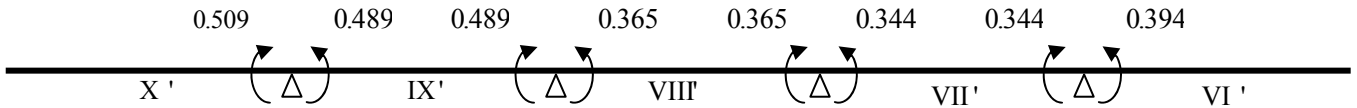
Tablero V ' con IV ' con III '



Tablero V ' con IV ' con VIII '




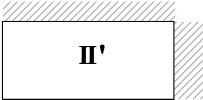

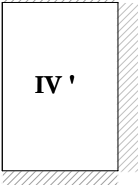
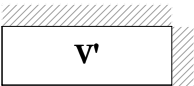
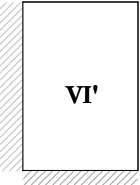
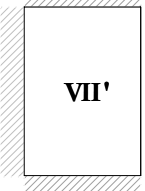
Tablero X ' con IX ' con VIII ' con VII ' con VI '



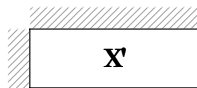
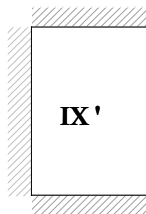
| TRAMO X'c - IX'L - VIII'c - VII'L - VI'L | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| k | 10,000 | 3,333 | 3,333 | 3,704 | 3,704 | 3,333 | 3,333 | 3,333 |
| fd | -0,750 | -0,250 | -0,474 | -0,526 | -0,526 | -0,474 | -0,500 | -0,500 |
| Me | 0,509 | -0,489 | 0,489 | -0,365 | 0,365 | -0,344 | 0,344 | -0,394 |
| Mdes | 0,020 | | 0,124 | | 0,021 | | -0,050 | |
| Md | -0,015 | -0,005 | -0,059 | -0,065 | -0,011 | -0,010 | 0,025 | 0,025 |
| Mt | 0,494 | -0,494 | 0,430 | -0,430 | 0,354 | -0,354 | 0,369 | -0,369 |

Análisis de la losa de azotes por el método de igualación de flechas.

Losa Azotea Obtención de los factores de distribución de las losas $W(\text{claro}) = (f.d) (w)$

| TABLERO | CASO | w LOSA | CLARO | F. DE distr (f.d) | W (CLARO) (Ton/m) | |
|--|------|-----------|------------|----------------------|----------------------|--|
|  <p>I'</p> <p>a1= 3,000 a2= 3,500 m= 0,857 w= 0,727</p> | 4 | 0,727 | CORTO (Wa) | 0,652 | 0,474 | |
| | | | LARGO (Wb) | 0,348 | 0,253 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
|  <p>II'</p> <p>a1= 1,400 a2= 3,000 m= 0,467 w= 0,727</p> | 4 | 0,727 | CORTO (Wa) | 1,000 | 0,727 | |
| | | | LARGO (Wb) | 0,000 | 0,000 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
|  <p>III'</p> <p>a1= 2,000 a2= 2,700 m= 0,741 w= 0,621</p> | 4 | 0,621 | CORTO (Wa) | 0,769 | 0,478 | |
| | | | LARGO (Wb) | 0,231 | 0,143 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
|  <p>IV'</p> <p>a1= 3,000 a2= 5,600 m= 0,536 w= 0,727</p> | 8 | 0,727 | CORTO (Wa) | 0,861 | 0,626 | |
| | | | LARGO (Wb) | 0,139 | 0,101 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
|  <p>V'</p> <p>a1= 1,000 a2= 3,000 m= 0,333 w= 0,727</p> | 4 | 0,727 | CORTO (Wa) | 1,000 | 0,727 | |
| | | | LARGO (Wb) | 0,000 | 0,000 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
|  <p>VI'</p> <p>a1= 3,000 a2= 3,500 m= 0,857 w= 0,727</p> | 4 | 0,727 | CORTO (Wa) | 0,652 | 0,474 | |
| | | | LARGO (Wb) | 0,348 | 0,253 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
|  <p>VII'</p> <p>a1= 3,000 a2= 3,250 m= 0,923 w= 0,727</p> | 8 | 0,727 | CORTO (Wa) | 0,407 | 0,296 | |
| | | | LARGO (Wb) | 0,593 | 0,431 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

$$W(\text{claro}) = (f.d) (w)$$



| TABLERO | CASO | w LOSA | CLARO | F. DE distr (f.d) | W (CLARO) (Ton/m) |
|--|------|-----------|------------|------------------------|----------------------|
| VIII' a1= 2.700 a2= 4.000 m= 0.675 w= 0.727 | 9 | | | | |
| | | 0.727 | CORTO (Wa) | 0.905 | 0.658 |
| | | 0.727 | LARGO (Wb) | 0.095 | 0.069 |
| | | | | | |
| IX' a1= 3.000 a2= 5.600 m= 0.536 w= 0.727 | 8 | | | | |
| | | 0.727 | CORTO (Wa) | 0.861 | 0.626 |
| | | 0.727 | LARGO (Wb) | 0.139 | 0.101 |
| | | | | | |
| X' a1= 1.000 a2= 3.000 m= 0.333 w= 0.727 | 4 | | | | |
| | | 0.727 | CORTO (Wa) | 1.000 | 0.727 |
| | | 0.727 | LARGO (Wb) | 0.000 | 0.000 |
| | | | | | |

FRANJAS A ANALIZAR (AZOTEA)

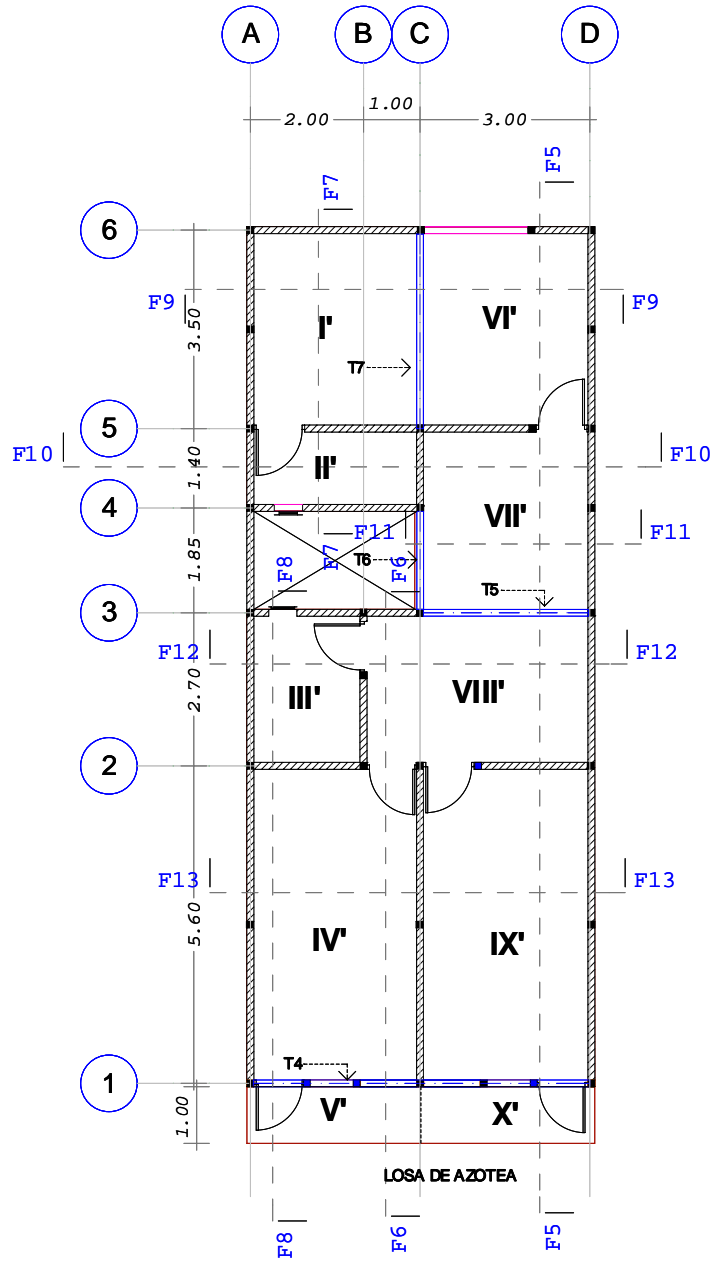
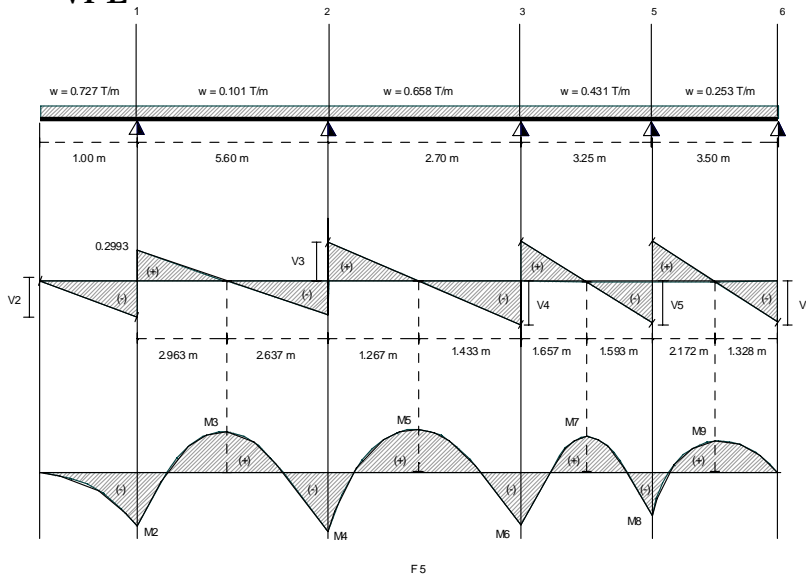


DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 5 (1-6) X'c-IX'L-VIII'c-VI'P'L-VI'L



Del diagrama tenemos que:

$$V = 0.9431 \text{ Ton} ; M(+)= 0.2570 \text{ T - m} ; M(-)= 0.4192 \text{ T - m}$$

$$V_u = 1.3203 \text{ Ton} ; M_u(+)= 0.3598 \text{ T - m} ; M_u(-)= 0.5869 \text{ T - m}$$

$$V_2 = 0.7270 \text{ Ton}$$

$$V_3 = 0.8335 \text{ Ton}$$

$$V_4 = 0.9431 \text{ Ton}$$

$$V_5 = 0.6864 \text{ Ton}$$

$$V_6 = 0.3359 \text{ Ton}$$

$$M_2(-) = 0.3640 \text{ T - m}$$

$$M_3(+) = 0.0800 \text{ T - m}$$

$$M_4(-) = 0.2714 \text{ T - m}$$

$$M_5(+) = 0.2570 \text{ T - m}$$

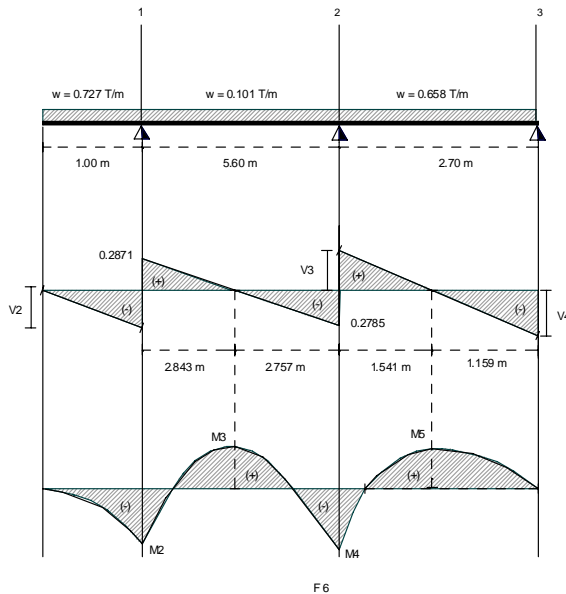
$$M_6(-) = 0.4192 \text{ T - m}$$

$$M_7(+) = 0.1730 \text{ T - m}$$

$$M_8(-) = 0.3739 \text{ T - m}$$

$$M_9(+) = 0.2230 \text{ T - m}$$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 6 (1-3) V'c-IV'L-VIII'c



Del diagrama tenemos que:

$$V = 1.0141 \text{ Ton} ; M(+)= 0.4420 \text{ T - m} ; M(-)= 0.3635 \text{ T - m}$$

$$V_u = 1.4197 \text{ Ton} ; M_u(+)= 0.6188 \text{ T - m} ; M_u(-)= 0.5089 \text{ T - m}$$

$$V_2 = 0.7270 \text{ Ton}$$

$$V_3 = 1.0141 \text{ Ton}$$

$$V_4 = 0.7625 \text{ Ton}$$

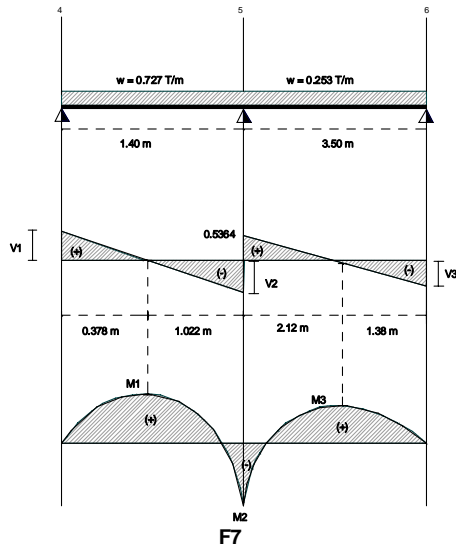
$$M_2(-) = 0.3635 \text{ T - m}$$

$$M_3(+) = 0.0450 \text{ T - m}$$

$$M_4(-) = 0.3396 \text{ T - m}$$

$$M_5(+) = 0.4420 \text{ T - m}$$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 7 (4-6) II'c-I'L



$V1 = 0.2749 \text{ Ton}$

$V2 = 0.7429 \text{ Ton}$

$V3 = 0.3491 \text{ Ton}$

$M1(+)= 0.0520 \text{ T} \cdot \text{m}$

$M2(-)= 0.3276 \text{ T} \cdot \text{m}$

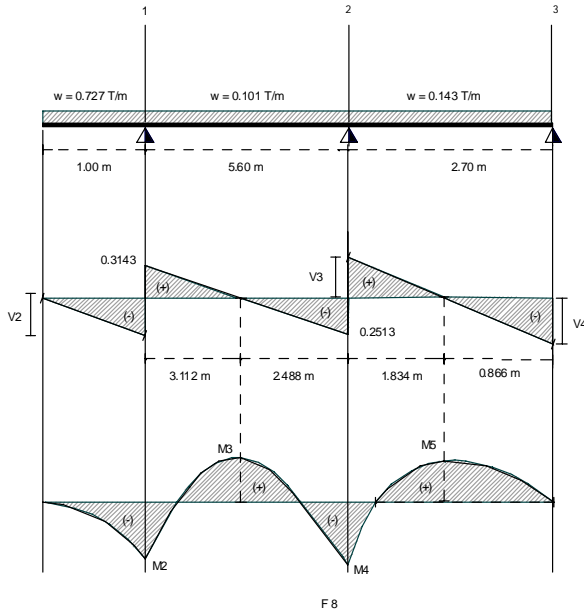
$M3(+)= 0.2410 \text{ T} \cdot \text{m}$

Del diagrama tenemos que:

$V = 0.7429 \text{ Ton} ; M(+)= 0.2410 \text{ T} \cdot \text{m} ; M(-)= 0.3276 \text{ T} \cdot \text{m}$

$Vu = 1.0401 \text{ Ton} ; Mu(+)= 0.3374 \text{ T} \cdot \text{m} ; Mu(-)= 0.4586 \text{ T} \cdot \text{m}$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 8 (1-3) V'c-IV'L-III'L



$V2 = 0.7270 \text{ Ton}$

$V3 = 0.2623 \text{ Ton}$

$V4 = 0.1238 \text{ Ton}$

$M2(-)= 0.3635 \text{ T} \cdot \text{m}$

$M3(+)= 0.1260 \text{ T} \cdot \text{m}$

$M4(-)= 0.1869 \text{ T} \cdot \text{m}$

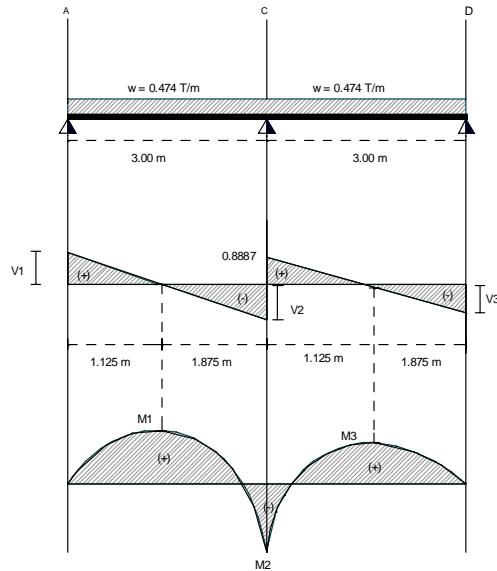
$M5(+)= 0.0540 \text{ T} \cdot \text{m}$

Del diagrama tenemos que:

$V = 0.7270 \text{ Ton} ; M(+)= 0.1260 \text{ T} \cdot \text{m} ; M(-)= 0.3635 \text{ T} \cdot \text{m}$

$Vu = 1.0178 \text{ Ton} ; Mu(+)= 0.1764 \text{ T} \cdot \text{m} ; Mu(-)= 0.5089 \text{ T} \cdot \text{m}$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 9 (A-D) I'c-VI'c



$V2 = 0.5333 \text{ Ton}$

$V3 = 0.8887 \text{ Ton}$

$V4 = 0.5333 \text{ Ton}$

$M1(+) = 0.3000 \text{ T} - \text{m}$

$M2(-) = 0.5333 \text{ T} - \text{m}$

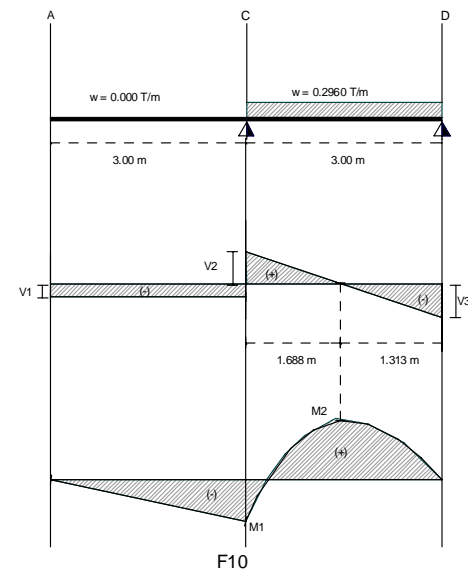
$M3(+) = 0.3000 \text{ T} - \text{m}$

Del diagrama tenemos que:

$V = 0.8887 \text{ Ton} ; M(+)= 0.3000 \text{ T} - \text{m} ; M(-)= 0.5333 \text{ T} - \text{m}$

$V_u = 1.2442 \text{ Ton} ; M_u(+)= 0.4200 \text{ T} - \text{m} ; M_u(-)= 0.7466 \text{ T} - \text{m}$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 10 (A-D) II'L-VII'c



$V1 = 0.0555 \text{ Ton}$

$V2 = 0.4995 \text{ Ton}$

$V3 = 0.3885 \text{ Ton}$

$M1(-) = 0.1665 \text{ T} - \text{m}$

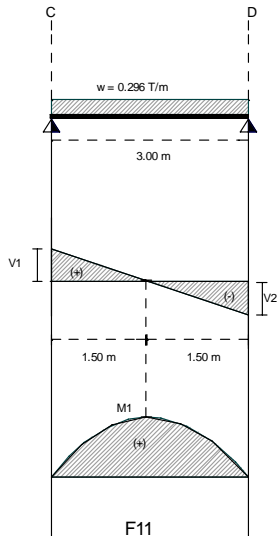
$M2(+) = 0.2550 \text{ T} - \text{m}$

Del diagrama tenemos que:

$V = 0.4995 \text{ Ton} ; M(+)= 0.2550 \text{ T} - \text{m} ; M(-)= 0.1665 \text{ T} - \text{m}$

$V_u = 0.6993 \text{ Ton} ; M_u(+)= 0.3570 \text{ T} - \text{m} ; M_u(-)= 0.2331 \text{ T} - \text{m}$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 11 (A-D) VII'c



$$V1 = 0.4440 \text{ Ton}$$

$$V2 = 0.4440 \text{ Ton}$$

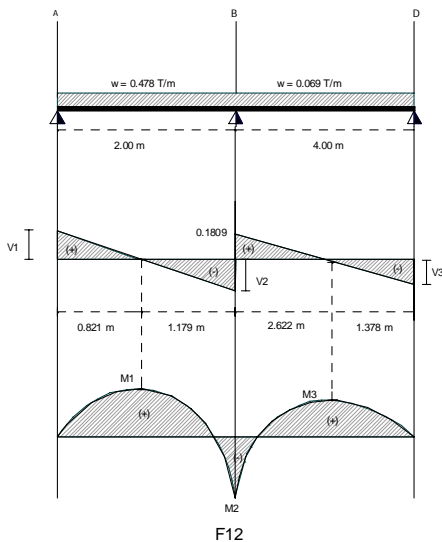
$$M1(+)= 0.3333 \text{ T} - \text{m}$$

Del diagrama tenemos que:

$$V = 0.4440 \text{ Ton} ; M(+)= 0.3333 \text{ T} - \text{m}$$

$$Vu = 0.6216 \text{ Ton} ; Mu(+)= 0.4666 \text{ T} - \text{m}$$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 12 (A-D) III'c-VIII'L



$$V1 = 0.3922 \text{ Ton}$$

$$V2 = 0.5638 \text{ Ton}$$

$$V3 = 0.0951 \text{ Ton}$$

$$M1(+)= 0.1610 \text{ T} - \text{m}$$

$$M2(-)= 0.1717 \text{ T} - \text{m}$$

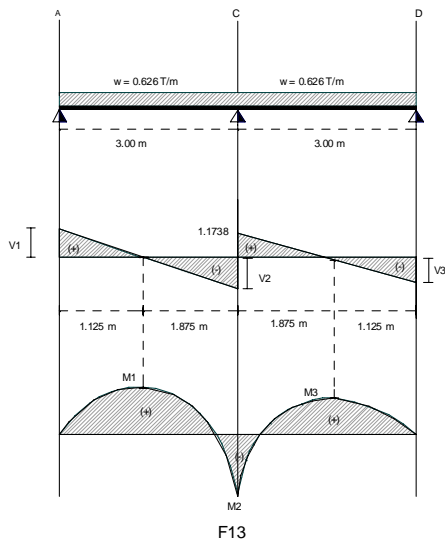
$$M3(+)= 0.0655 \text{ T} - \text{m}$$

Del diagrama tenemos que:

$$V = 0.5638 \text{ Ton} ; M(+)= 0.1610 \text{ T} - \text{m} ; M(-)= 0.1717 \text{ T} - \text{m}$$

$$Vu = 0.7893 \text{ Ton} ; Mu(+)= 0.2254 \text{ T} - \text{m} ; Mu(-)= 0.2404 \text{ T} - \text{m}$$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 13 (A-D) IV'c-IX'c



$V1 = 0.7043 \text{ Ton}$

$V2 = 1.1738 \text{ Ton}$

$V3 = 0.7043 \text{ Ton}$

$M1(+)= 0.3960 \text{ T} \cdot \text{m}$

$M2(-) = 0.7042 \text{ T} \cdot \text{m}$

$M3(+)= 0.3960 \text{ T} \cdot \text{m}$

Del diagrama tenemos que:

$V = 1.1738 \text{ Ton} ; M(+)= 0.3960 \text{ T} \cdot \text{m} ; M(-)= 0.7042 \text{ T} \cdot \text{m}$

$V_u = 1.6433 \text{ Ton} ; M_u(+)= 0.5544 \text{ T} \cdot \text{m} ; M_u(-)= 0.9859 \text{ T} \cdot \text{m}$

En la siguiente tabla se muestran los momentos y cortantes mas desfavorables obtenidos con ambos métodos

| PLANTA | MÉTODO UTILIZADO | Mu. NEGATIVO | Mu. POSITIVO | Vu |
|--------|-----------------------|--------------|--------------|--------|
| AZOTEA | COEFICIENTES | 0.5470 | 0.3170 | 0.7270 |
| | IGUALACIÓN DE FLECHAS | 0.9859 | 0.6188 | 1.6433 |

El diseño de la losa se realizará tomando en cuenta los casos más desfavorables.

DISEÑO POR FLEXIÓN LOSA DE AZOTEA

Para momento negativo

$$M_u = 0.986 \text{ ton-m}$$

$$A_s = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.986 \times 10^5)}{0.9(100)(10)^2 170}} \right] 100 (10)$$

$$A_s = 2.698 \text{ cm}^2$$

Comparando con el área de acero mínimo

$$a_{ST} = \frac{660(10)}{4200(10+100)} = 0.01429 \text{ cm}$$

$$A_{ST} = a_{ST} b = 0.01429(100) = 1.429 \text{ cm}^2$$

Como $A_s > A_{ST}$ por lo tanto se usará $A_s = 2.698 \text{ cm}^2$

Separación de varillas

Se usarán varillas del #3 con $a_o = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S_{\#3} = \frac{100 a_o}{A_s} = \frac{100(0.71)}{2.698} = 26.3158 \text{ cm}$$

$$S_{\max} \begin{cases} 50 \text{ cm} \\ 3.5 x_1 = 3.5(10) = 35 \text{ cm} \end{cases}$$

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

Para momento positivo

$$M_u = 0.6188 \text{ ton-m}$$

$$A_s = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.6188 \times 10^5)}{0.9(100)(10)^2 170}} \right] 100 (10)$$

$$A_s = 1.6716 \text{ cm}^2$$

Comparando con el área de acero mínimo

$$a_{ST} = \frac{660(10)}{4200(10 + 100)} = 0.01429 \text{ cm}$$

$$A_{ST} = a_{ST}b = 0.01429(100) = 1.429 \text{ cm}^2$$

Como $A_s > A_{ST}$ por lo tanto se usará $A_s = 1.6716 \text{ cm}^2$

Separación de varillas

Se usarán varillas del #3 con $a_o = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 a_o}{A_s} = \frac{100(0.71)}{1.6716} = 42.47 \text{ cm}$$

$$S_{max} \begin{cases} 50 \text{ cm} \\ 3.5 x_1 = 3.5(10) = 35 \text{ cm} \end{cases}$$

Como $S > S_{max}$ por lo tanto se usará S_{max}

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

REVISIÓN POR CORTANTE

$$V_u = 1.6433 \text{ ton}$$

$$V_{CR} = 0.5F_R bd\sqrt{F^*c}$$

$$V_{CR} = 0.5(0.8)(100)(10)\sqrt{200} = 5656.8542 \text{ kg} = 5.6569 \text{ ton}$$

Debido a que $V_{CR} > V_u$ se acepta el peralte

DISEÑO DE LALOSA DE ENTREPISO

DATOS DE DISEÑO

$$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$W = 0.602 \text{ ton/m}^2 = 602 \text{ kg/m}^2$$

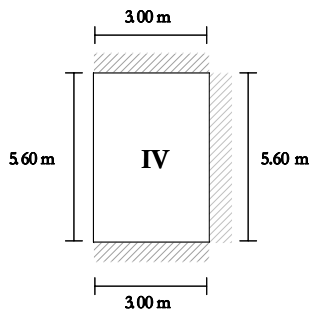
$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

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

REVISIÓN DEL PERALTE MÍNIMO

$$d_{\min} = \frac{\text{perímetro}}{250} \left(0.032 \sqrt[4]{f_s \bullet W} \right)$$

Se revisara el tablero IV, el cual es el más desfavorable.



$$\text{perímetro} = 5.60 + 3.00 + 3.00 + 1.5 (5.60) = 20.00 \text{ m} = 2000.00 \text{ cm}$$

$$d_{\min} = \frac{2000}{250} \left(0.032 \sqrt[4]{2520 \bullet 602} \right) = 8.984 \text{ cm}$$




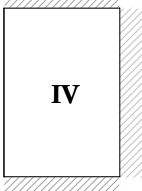
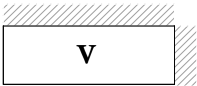
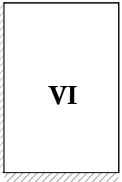
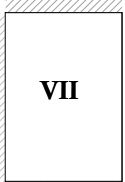
Espesor total, (h_{\min}) = d_{\min} + recubrimiento

$$h_{\min} = 8.984 + 2.00 = 10.984 \text{ cm} \approx 11.00 \text{ cm}$$

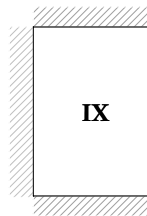
Se tomará $d = 9.00 \text{ cm.}$; $h = 11.00 \text{ cm.}$

Como en la losa de azotea se observo que no cumplía con lo estipulado en el reglamento N.T.C.C secc. 6.3.3.1 inciso c. Por lo que se procederá a realizar el análisis por el método de franjas tomando en cuenta que para los casos anteriores los momentos calculados con este método fueron los más desfavorables.

Obtención de los factores de distribución de las losas $W(\text{claro}) = (f.d) (w)$

| TABLERO | CASO | w LOSA | CLARO | F. DE distr (f.d) | W (CLARO) (Ton/m) |
|--|------|-----------|------------|----------------------|----------------------|
|  <p>I a1= 3.000 a2= 3.500 m= 0.857 w= 0.602</p> | 4 | 0.602 | CORTO (Wa) | 0.652 | 0.3922632 |
| | | | LARGO (Wb) | 0.348 | 0.2097368 |
| | | | | | |
|  <p>II a1= 1.400 a2= 3.000 m= 0.467 w= 0.602</p> | 4 | 0.602 | CORTO (Wa) | 1.000 | 0.602 |
| | | | LARGO (Wb) | 0.000 | 0 |
| | | | | | |
|  <p>III a1= 2.000 a2= 2.700 m= 0.741 w= 0.602</p> | 4 | 0.602 | CORTO (Wa) | 0.769 | 0.462938 |
| | | | LARGO (Wb) | 0.231 | 0.139062 |
| | | | | | |
|  <p>IV a1= 3.000 a2= 5.600 m= 0.536 w= 0.602</p> | 8 | 0.602 | CORTO (Wa) | 0.861 | 0.5184424 |
| | | | LARGO (Wb) | 0.139 | 0.0835576 |
| | | | | | |
|  <p>V a1= 1.000 a2= 3.000 m= 0.333 w= 0.602</p> | 4 | 0.602 | CORTO (Wa) | 1.000 | 0.602 |
| | | | LARGO (Wb) | 0.000 | 0 |
| | | | | | |
|  <p>VI a1= 3.000 a2= 3.500 m= 0.857 w= 0.602</p> | 4 | 0.602 | CORTO (Wa) | 0.652 | 0.3922632 |
| | | | LARGO (Wb) | 0.348 | 0.2097368 |
| | | | | | |
|  <p>VII a1= 3.000 a2= 3.250 m= 0.923 w= 0.602</p> | 8 | 0.602 | CORTO (Wa) | 0.407 | 0.245014 |
| | | | LARGO (Wb) | 0.593 | 0.356986 |
| | | | | | |

$$W(\text{claro}) = (f.d) (w)$$



| TABLERO | CASO | w LOSA | CLARO | F. DE distr (f.d) | W (CLARO) (Ton/m) |
|--|------|-----------|------------|------------------------|----------------------|
| VIII a1= 2.700 a2= 4.000 m= 0.675 w= 0.602 | 9 | | | | |
| | | 0.602 | CORTO (Wa) | 0.905 | 0.54481 |
| | | 0.602 | LARGO (Wb) | 0.095 | 0.05719 |
| IX a1= 3.000 a2= 5.600 m= 0.536 w= 0.602 | 8 | | | | |
| | | 0.602 | CORTO (Wa) | 0.861 | 0.5184424 |
| | | 0.602 | LARGO (Wb) | 0.139 | 0.0835576 |
| X a1= 1.000 a2= 3.000 m= 0.333 w= 0.602 | 4 | | | | |
| | | 0.602 | CORTO (Wa) | 1.000 | 0.602 |
| | | 0.602 | LARGO (Wb) | 0.000 | 0 |

FRANJAS A ANALIZAR (ENTREPISO)

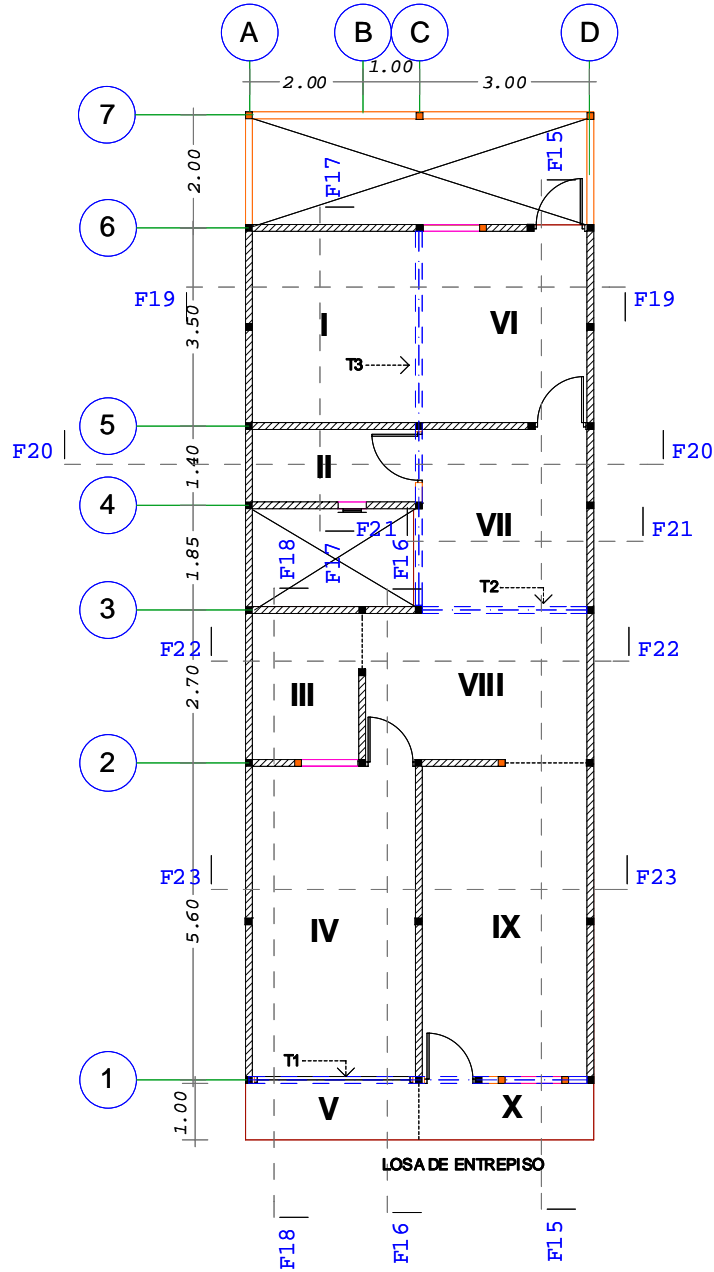
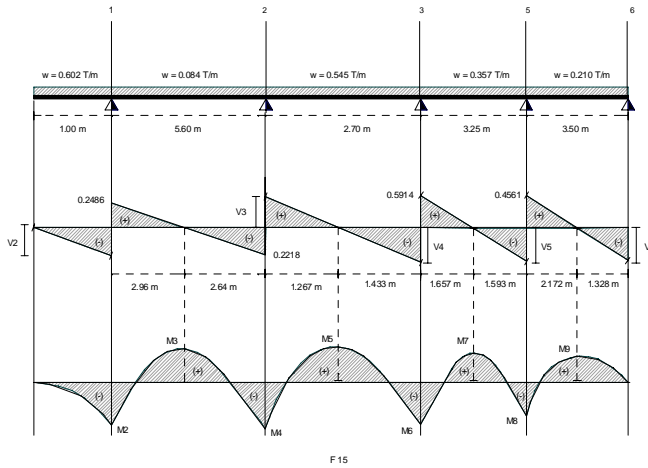


DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 15 (1-6) X_c-IX_L-VIII_c-VII_L-VI_L



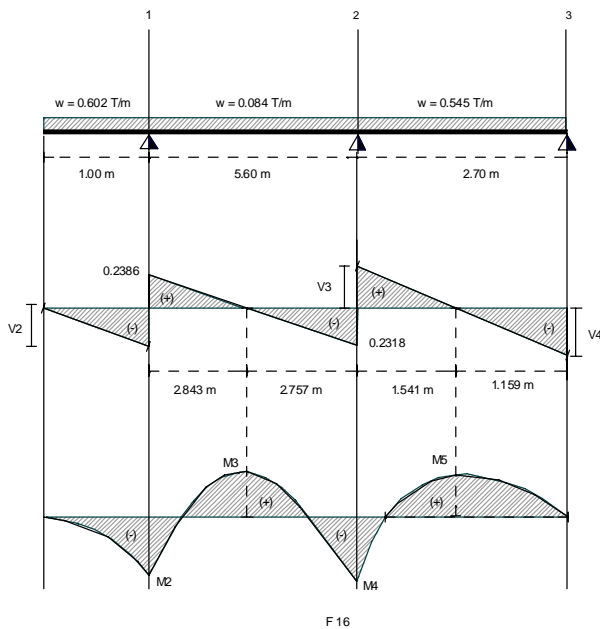
$M 2(-) = 0.3010 \text{ T} - \text{m}$
 $M 3(+)= 0.0670 \text{ T} - \text{m}$
 $M 4(-)= 0.2258 \text{ T} - \text{m}$
 $M 5(+)= 0.2110 \text{ T} - \text{m}$
 $M 6(-)= 0.3469 \text{ T} - \text{m}$
 $M 7(+)= 0.1420 \text{ T} - \text{m}$
 $M 8(-)= 0.3102 \text{ T} - \text{m}$
 $M 9(+)= 0.184 \text{ T} - \text{m}$

$V 2 = 0.6020 \text{ Ton}$
 $V 3 = 0.6902 \text{ Ton}$
 $V 4 = 0.7806 \text{ Ton}$
 $V 5 = 0.5688 \text{ Ton}$
 $V 6 = 0.2789 \text{ Ton}$

Del diagrama tenemos que:

$V = 0.7806 \text{ Ton} ; M(+)= 0.2110 \text{ T} - \text{m} ; M(-)= 0.3469 \text{ T} - \text{m}$
 $V_u = 1.0928 \text{ Ton} ; M_u(+)= 0.2954 \text{ T} - \text{m} ; M_u(-)= 0.4857 \text{ T} - \text{m}$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 16 (1-3) V_c-IV_L-VIII_c



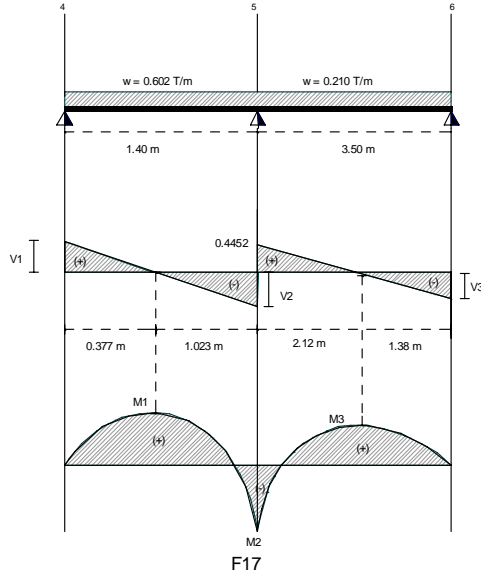
$M 2(-) = 0.3010 \text{ T} - \text{m}$
 $M 3(+)= 0.0380 \text{ T} - \text{m}$
 $M 4(-)= 0.2822 \text{ T} - \text{m}$
 $M 5(+)= 0.3660 \text{ T} - \text{m}$

$V 2 = 0.6020 \text{ Ton}$
 $V 3 = 0.8403 \text{ Ton}$
 $V 4 = 0.6312 \text{ Ton}$

Del diagrama tenemos que:

$V = 0.8403 \text{ Ton} ; M(+)= 0.3660 \text{ T} - \text{m} ; M(-)= -0.3010 \text{ T} - \text{m}$
 $V_u = 1.1764 \text{ Ton} ; M_u(+)= 0.5124 \text{ T} - \text{m} ; M_u(-)= -0.4214 \text{ T} - \text{m}$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 17 (4-6) II_c-I_L



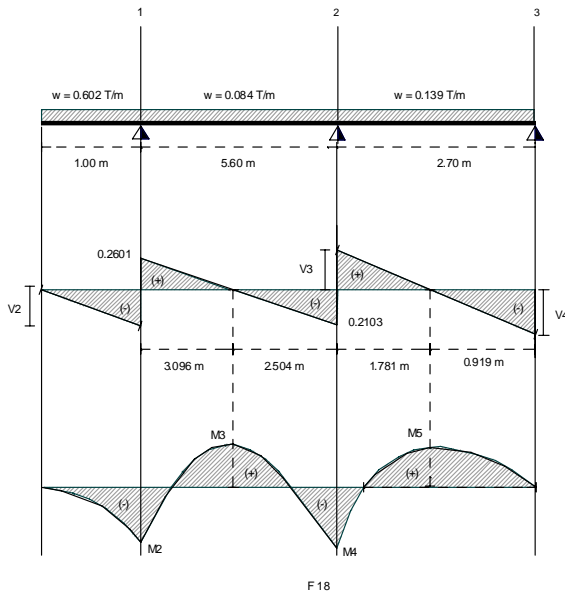
$V1 = 0.2272 \text{ Ton}$
 $V2 = 0.6156 \text{ Ton}$
 $V3 = 0.2898 \text{ Ton}$

$M1(+)= 0.0430 \text{ T} \cdot \text{m}$
 $M2(-)= 0.2718 \text{ T} \cdot \text{m}$
 $M3(+)= 0.2000 \text{ T} \cdot \text{m}$

Del diagrama tenemos que:

$V = 0.6156 \text{ Ton}$; $M(+)= 0.2000 \text{ T} \cdot \text{m}$; $M(-)= 0.2718 \text{ T} \cdot \text{m}$
 $V_u = 0.8618 \text{ Ton}$; $M_u(+)= 0.2800 \text{ T} \cdot \text{m}$; $M_u(-)= 0.3805 \text{ T} \cdot \text{m}$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 18 (1-3) V_c-IV_L-III_L



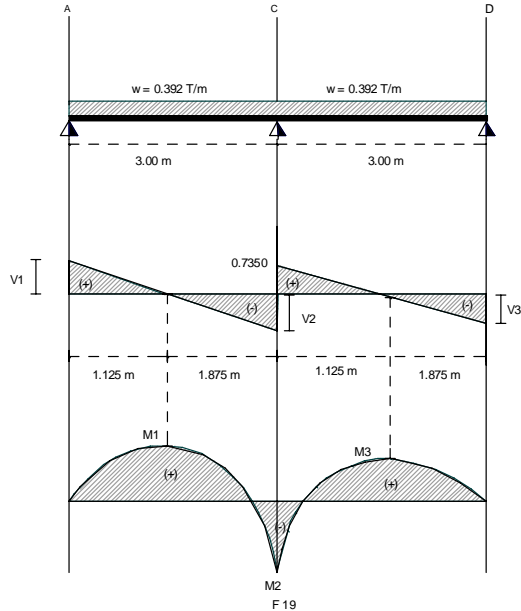
$V2 = 0.6020 \text{ Ton}$
 $V3 = 0.2476 \text{ Ton}$
 $V4 = 0.1277 \text{ Ton}$

$M2(-)= 0.3010 \text{ T} \cdot \text{m}$
 $M3(+)= 0.1020 \text{ T} \cdot \text{m}$
 $M4(-)= 0.1618 \text{ T} \cdot \text{m}$
 $M5(+)= 0.0590 \text{ T} \cdot \text{m}$

Del diagrama tenemos que:

$V = 0.6020 \text{ Ton}$; $M(+)= 0.1020 \text{ T} \cdot \text{m}$; $M(-)= 0.3010 \text{ T} \cdot \text{m}$
 $V_u = 0.8428 \text{ Ton}$; $M_u(+)= 0.1428 \text{ T} \cdot \text{m}$; $M_u(-)= 0.4214 \text{ T} \cdot \text{m}$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 19 (A-D) I_c-VI_c



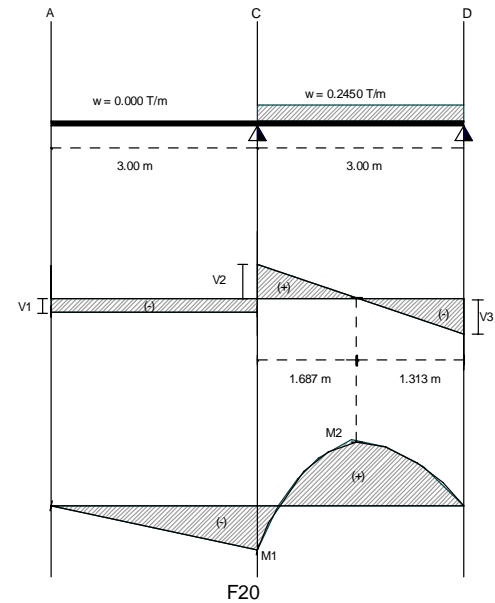
$V_2 = 0.4410 \text{ Ton}$
 $V_3 = 0.7350 \text{ Ton}$
 $V_4 = 0.4410 \text{ Ton}$

$M_1(+)= 0.2480 \text{ T - m}$
 $M_2(-)= 0.4410 \text{ T - m}$
 $M_3(+)= 0.2480 \text{ T - m}$

Del diagrama tenemos que:

$V = 0.7350 \text{ Ton}$; $M(+)= 0.2480 \text{ T - m}$; $M(-)= 0.4410 \text{ T - m}$
 $V_u = 1.0290 \text{ Ton}$; $M_u(+)= 0.3472 \text{ T - m}$; $M_u(-)= 0.6174 \text{ T - m}$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 20 (A-D) II_L-VII_c



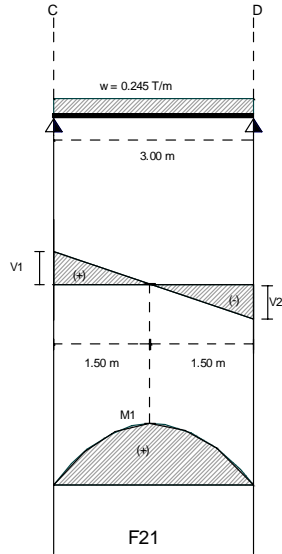
$V_2 = 0.0459 \text{ Ton}$
 $V_3 = 0.4134 \text{ Ton}$
 $V_4 = 0.3216 \text{ Ton}$

$M_1(-)= 0.1378 \text{ T - m}$
 $M_2(+)= 0.2110 \text{ T - m}$

Del diagrama tenemos que:

$V = 0.4134 \text{ Ton}$; $M(+)= 0.2110 \text{ T - m}$; $M(-)= 0.1378 \text{ T - m}$
 $V_u = 0.5788 \text{ Ton}$; $M_u(+)= 0.2954 \text{ T - m}$; $M_u(-)= 0.1929 \text{ T - m}$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 21 (A-D) VII-c



$$V1 = 0.3675 \text{ Ton}$$

$$V2 = 0.3675 \text{ Ton}$$

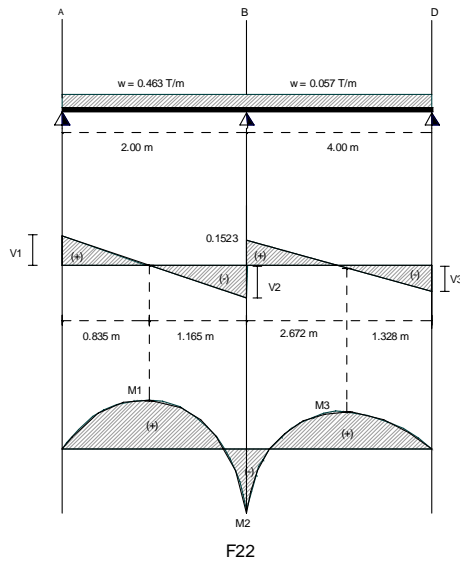
$$M1(+)= 0.2760 \text{ T - m}$$

Del diagrama tenemos que:

$$V = 0.3675 \text{ Ton} ; M(+)= 0.2760 \text{ T - m}$$

$$Vu = 0.5145 \text{ Ton} ; Mu(+)= 0.3864 \text{ T - m}$$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 22 (A-D) III_c-VIII_L



$$V1 = 0.3864 \text{ Ton}$$

$$V2 = 0.5396 \text{ Ton}$$

$$V3 = 0.0757 \text{ Ton}$$

$$M1(+)= 0.1610 \text{ T - m}$$

$$M2(-)= 0.1532 \text{ T - m}$$

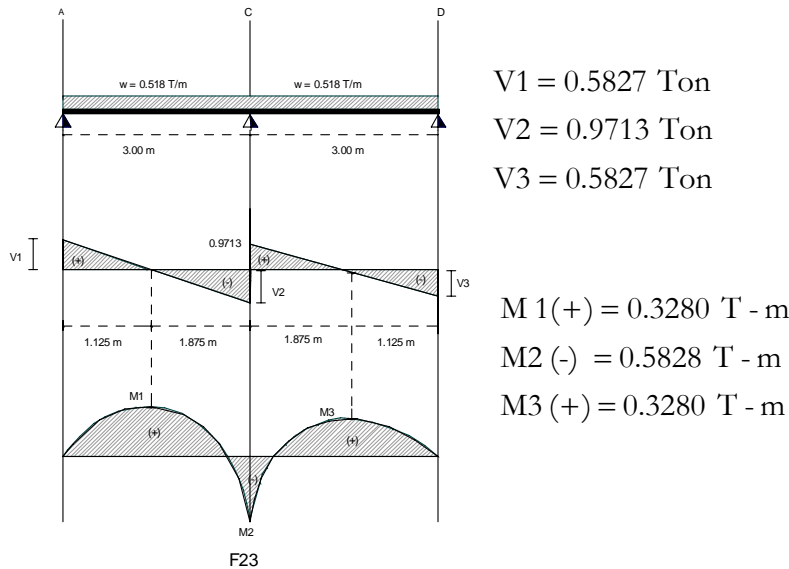
$$M3(+)= 0.0500 \text{ T - m}$$

Del diagrama tenemos que:

$$V = 0.5396 \text{ Ton} ; M(+)= 0.1610 \text{ T - m} ; M(-)= 0.1532 \text{ T - m}$$

$$Vu = 0.7554 \text{ Ton} ; Mu(+)= 0.2254 \text{ T - m} ; Mu(-)= 0.2145 \text{ T - m}$$

DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO, FRANJA 23 (A-D) IV_c-IX_c



Del diagrama tenemos que:

$$V = 0.9713 \text{ Ton} ; M(+)= 0.3280 \text{ T} - \text{m} ; M(-) = 0.5828 \text{ T} - \text{m}$$

$$V_u = 1.3598 \text{ Ton} ; M_u(+)= 0.4592 \text{ T} - \text{m} ; M_u(-) = 0.8159 \text{ T} - \text{m}$$

DISEÑO POR FLEXIÓN LOSA DE ENTREPISO

Para momento negativo (franja 23)

$M_u = 0.816 \text{ ton-m}$

$$A_s = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.816 \times 10^5)}{0.9(100)(9)^2 170}} \right] 100(9)$$

$A_s = 2.483 \text{ cm}^2$

Comparando con el área de acero mínimo

$$a_{ST} = \frac{660(9)}{4200(9 + 100)} = 0.0130 \text{ cm}$$

$A_{ST} = a_{ST} b = 0.0130(100) = 1.300 \text{ cm}^2$

Como $A_s > A_{ST}$ por lo tanto se usará $A_s = 2.483 \text{ cm}^2$

Separación de varillas

Se usarán varillas del #3 con $a_o=0.71 \text{ cm}^2$

$$S_{\#3} = \frac{100 a_o}{A_s} = \frac{100 (0.71)}{2.483} = 28.59 \text{ cm}$$

$$S_{\max} \begin{cases} 50 \text{ cm} \\ 3.5 x_1 = 3.5 (9) = 31.5 \approx 31 \text{ cm} \end{cases}$$

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

Para momento positivo (franja 16)

Mu = 0.512 ton-m

$$A_s = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.515 \times 10^5)}{0.9(100)(9)^2 170}} \right] 100 (9)$$

$$A_s = 1.537 \text{ cm}^2$$

Comparando con el área de acero mínimo

$$a_{ST} = \frac{660(9)}{4200(9+100)} = 0.0130$$

$$A_{ST} = a_{ST} b = 0.0130 (100) = 1.30 \text{ cm}^2$$

Como $A_s > A_{ST}$ por lo tanto se usará $A_s=1.537 \text{ cm}^2$

Separación de varillas

Se usarán varillas del #3 con $a_o=0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 a_o}{A_s} = \frac{100 (0.71)}{1.537} = 46.194 \text{ cm}$$

$$S_{\max} \begin{cases} 50 \text{ cm} \\ 3.5 x_1 = 3.5 (9) = 31.5 \approx 31 \text{ cm} \end{cases}$$

Como $S > S_{\max}$ por lo tanto se usará S_{\max}

Se usarán varillas del # 3 a cada 30 cm c.a.c

REVISIÓN POR CORTANTE**Franja (23)**

$$V_u = 1.3598 \text{ ton}$$

$$V_{CR} = 0.5F_R b d \sqrt{F^* c}$$

$$V_{CR} = 0.5(0.8)(100)(9) \sqrt{200} = 5091.168 \text{ kg} = 5.0912 \text{ ton}$$

Debido a que $V_{CR} > V_u$ se acepta el peralte

CAPÍTULO III

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TRABES

Las trabes son elementos estructurales que transmiten las cargas de piso a columnas y muros. Normalmente se cuean monolíticamente con las losas. Cuando son coladas en forma monolítica con las losas pueden analizarse como vigas de sección “T” en el interior de la losa, o “L” en los extremos de la losa. Las trabes son elementos que trabajan esencialmente a flexión, pero pueden trabajar a torsión en algunos casos especiales.

Es recomendable que en todos los casos se coloque por lo menos el refuerzo mínimo reglamentario en ambos lechos de la trabe. La ductilidad alcanzada por estos elementos es proporcionada por el uso adecuado del acero transversal o estribos, así como la cuantía adecuada del acero longitudinal que permita desarrollarse, con una cuantía máxima de acero en ambos lechos de un 75% de la falla balanceada. Los traslapes y corte de barras introducen tensiones en el concreto que reducen su resistencia a cortante, por lo cual, no se admiten en zonas donde se puedan formar articulaciones plásticas; a una longitud de dos peraltes medidos a partir del borde del muro.

Los estribos cumplen las funciones de fijar la posición del refuerzo longitudinal y de proporcionar resistencia a la tensión diagonal en el alma de la viga evitando una falla frágil por cortante. Adicionalmente, una distribución adecuada de estribos cerrados incrementa la ductilidad de las secciones de concreto en flexión, ya que proporcionan confinamiento al núcleo del concreto y restringe el pandeo de las barras longitudinales en compresión. Los estribos de confinamiento deben ser cerrados, de una pieza y rematar con dobleces a 135°, para impedir que el estribo se abra al ser sometido a la presión producida por la expansión del concreto.

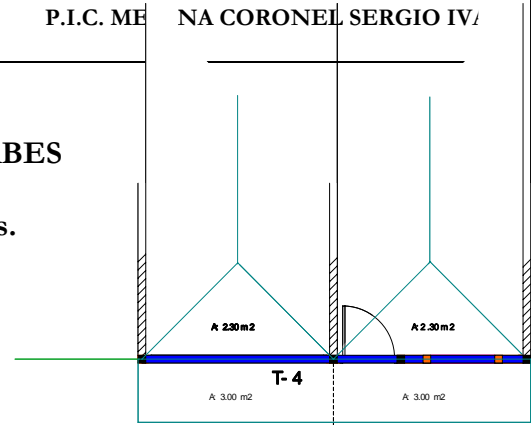
DISEÑO DE TRABES

Se presenta el diseño de las traves más desfavorables.

TRABE T-4

Transmisión de cargas

Las cargas que actúan sobre la trabe T-4 son.



Peso muro pretil 1 (A-D)
 Peso losa de Azotea

***Peso muro pretil (h=1.20 m) acabado yeso mortero-mortero)**

Tramo 1 (A-C)

Longitud del muro (Lm) = 3.00 m
 P.muro/metro lineal (Wml)=h x w = 1.20 x 0.263 =0.3156

Wmuro = Lm x Wml = 3.00 x 0.3156 =0.9468 Ton

Tramo 1 (C-D)

Longitud del muro (Lm) = 3.00 m
 P.muro/metro lineal (Wml)=h x w = 1.20 x 0.263 =0.3156

Wmuro = Lm x Wml = 3.00 x 0.3156 =0.9468 Ton

***Peso losa de azotea**

Tramo 1 (A-C)

Área tributaria (At) =5.30 m²
 Peso de la losa (Wl) =0.727 T/m²

Wazotea= At x Wl = 5.30 x 0.727 =3.8531 Ton

Tramo 1 (C-D)

Área tributaria (At) =5.30 m²
 Peso de la losa (Wl) =0.727 T/m²

Wazotea= At x Wl = 5.30 x 0.727 =3.8531 Ton

Proponiendo una trabe de $b=20$ cm y $h= 35$ cm

$$W_{trabe} = b h (2.4) = 0.20 \times 0.35 \times 2.4 = 0.168 \text{ Ton/m}$$

Descarga por metro lineal

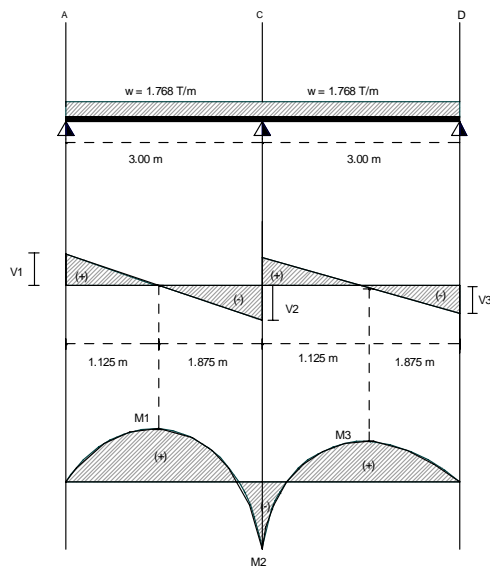
Tramo 1 (A-C)

$$W_{1(A-C)} = \frac{W_{muro} + W_{azotea}}{L_{A-C}} + W_{trabe} = \frac{0.9468 + 3.5831}{3.00} + 0.168 = 1.768 \text{ T/m}$$

Tramo 1 (C-D)

$$W_{1(C-D)} = \frac{W_{muro} + W_{azotea}}{L_{C-D}} + W_{trabe} = \frac{0.9468 + 3.5831}{3.00} + 0.168 = 1.768 \text{ T/m}$$

DESCARGA TOTAL SOBRE LA TRABE



$$R_A = V_1 = 1.989 \text{ Ton}$$

$$V_2 = 3.3150 \text{ Ton}$$

$$R_D = V_3 = 1.989 \text{ Ton}$$

$$R_C = 6.63 \text{ Ton}$$

$$M_1(+) = 1.1188 \text{ T - m}$$

$$M_2(-) = 1.9890 \text{ T - m}$$

$$M_3(+) = 1.1181 \text{ T - m}$$

Del diagrama tenemos que:

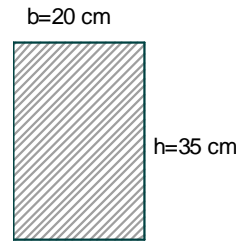
$$M(+)= 1.1181 \text{ T - m} ; M_u(+)= 1.4 (1.1181) = 1.56534 \text{ T - m}$$

$$M(-) = -1.989 \text{ T - m} ; M_u(-) = 1.4 (1.9890) = 2.78460 \text{ T - m}$$

$$V = 3.3150 \text{ Ton} ; V_u = 1.4 (3.3150) = 4.64100 \text{ Ton}$$

DATOS DE DISEÑO

$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $F_R = 0.9$ (flexión)
 $F_R = 0.8$ (cortante y torsión)
 $b = 20 \text{ cm}$
 $h = 35 \text{ cm}$
 $rec = 2.5 \text{ cm}$
 $d = 32.5 \text{ cm}$
 $\beta_1 = 0.85$ si $f'c < 280 \text{ kg/cm}^2$



CONSTANTES DE DISEÑO

$f^*c = 0.8f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$
 $f''c = 0.85f^*c = 170 \text{ kg/cm}^2$

$\rho_b = \frac{f''c}{f_y} \frac{6000\beta_1}{f_y + 6000} = 0.020238$

Por ser zona sísmica este se reduce un 25 % .

$\rho_{max} = 0.75\rho_b = 0.015179$

$\rho_{min} = \frac{0.7\sqrt{f'c}}{f_y} = \frac{0.7\sqrt{250}}{4200} = 0.002635$

ACERO REQUERIDO POR MOMENTO POSITIVO

Mu(+)=1.5654 T-m

$$\rho = \frac{f''c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R b d^2 f''c}} \right] = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.5654 \times 10^5)}{0.9 (20) (32.5)^2 170}} \right]$$

$\rho = 0.002010$

comparando con ρ_{min} y ρ_{max}

$\rho_{min} = 0.002635 > \rho = 0.002010 < \rho_{max} = 0.015179$ por lo que se tomará

$\rho_{DISEÑO} = 0.002635$

$As = \rho_{DISEÑO} b d = 0.002635 (20) (32.5) = 1.7128 \text{ cm}^2$

Usando 2 varillas del # 4 $a_o=1.27 \text{ cm}^2$

$$A_T = 2.54 \text{ cm}^2 > A_{sreq} = 1.7128 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se acepta.

ACERO REQUERIDO POR MOMENTO NEGATIVO $Mu(-)=2.7846 \text{ T-m}$

$$\rho = 0.003652$$

comparando ρ_{\min} y ρ_{\max}

$$\rho_{\min} = 0.002635 < \rho = 0.003652 < \rho_{\max} = 0.015179 \text{ por lo que se tomará}$$

$$\rho_{DISEÑO} = 0.003652$$

$$A_s = \rho_{DISEÑO} b d = 0.003652 (20) (32.5) = 2.3738 \text{ cm}^2$$

Usando 2 varillas del # 4 $a_o=1.27 \text{ cm}^2$

$$A_T = 2.54 \text{ cm}^2 > A_{sreq} = 2.3738 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se acepta.

DISEÑO POR CORTANTE

$$Vu=4.641 \text{ Ton}$$

$$\rho = \frac{A_{s_{REAL}}}{bd} = \frac{2.54}{20 (32.5)} = 0.00389 < 0.015$$

Dado que $\rho < 0.015$, el cortante se calcula de la forma siguiente (N.T.C. Secc : 2.5.1.1)

$$V_{CR} = FR b d [0.2 + 20 \rho] \sqrt{f * c} = 0.8 (20) (32.5) [0.2 + 20 (0.00389)] \sqrt{200}$$

$$V_{CR} = 2043.256 \text{ kg} = 2.0433 \text{ Ton}$$

como $Vu > V_{CR}$

Se debe colocar refuerzo por tensión diagonal N.T.C Secc: 2.5.2.3

$$S = \frac{F_R A_v f_y d (\text{Sen } \theta + \text{Cos } \theta)}{V_{SR}} \quad \text{para este caso, por ser } \theta = 90^\circ \text{ se tiene : } (\text{Sen } \theta + \text{Cos } \theta) = 1$$

$$V_{SR} = V_u - V_{CR} = 4.641 - 2.008 = 2.633 \text{ Ton} = 2633.1 \text{ kg}$$

Proponiendo estribos del # 2.5 $a_o=0.49 \text{ cm}^2$ en 2 ramas $A_{VT}=0.98 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{0.8 (0.98) (4200) (32.5) (1)}{2633.1} = 40.643 \text{ cm}$$

Cálculo de la S_{min} y S_{max}

$$S_{min} = 60 \text{ mm} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{max} = 0.50 d \quad \text{si } V_u < 1.5 F_R b d \sqrt{f * c} = 11030.9 \text{ kg} = 11.031 \text{ Ton}$$

$$S_{max} = 0.25 d \quad \text{si } V_u > 1.5 F_R b d \sqrt{f * c} = 11030.9 \text{ kg} = 11.031 \text{ Ton}$$

pero en ningun caso $V_u > 2.5 F_R b d \sqrt{f * c} = 18384.7 \text{ kg} = 18.39 \text{ Ton}$

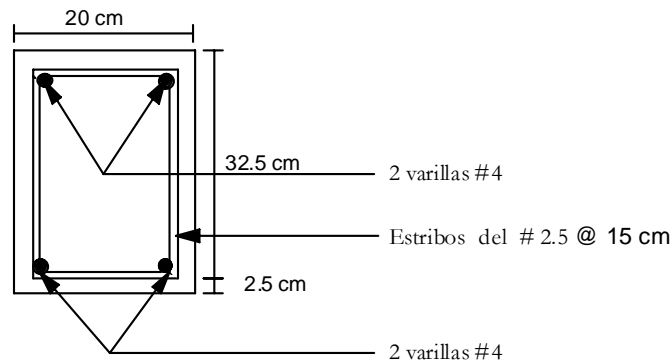
$V_u < 11.031 \text{ Ton}$

entonces :

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

$$S_{max} = 0.5 (32.5) = 16.25 \text{ cm}$$

Se usarán estribos del # 2.5 @ 15 cm

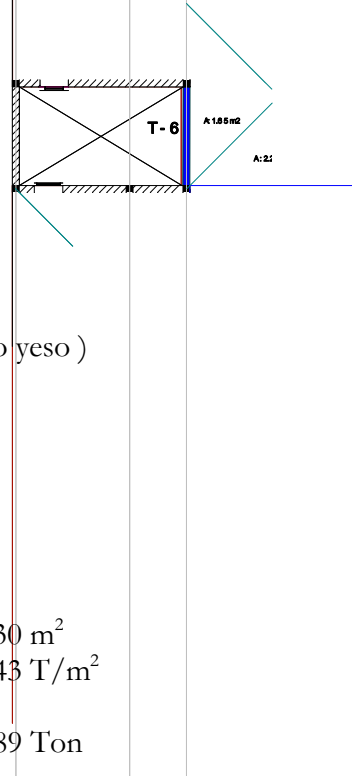


TRABE T-6

Transmisión de cargas

Las cargas que actúan sobre la trabe T-6 son .

- Peso losa de Azotea Cuarto de Servicio
- Peso muro C (3-4) (yeso mortero-mortero yeso)
- Peso de la escalera que le corresponde
- Peso losa de Azotea



***Peso losa de azotea cuarto de Servicio**

Tramo C (3-4)

Área tributaria (At) = 0.730 m²
 Peso de la losa (Wl) = 0.943 T/m²
 Wazotea = At x Wl = 0.730 x 0.943 = 0.689 Ton

***Peso muro (h=2.6 m ; acabado yeso mortero-mortero)**

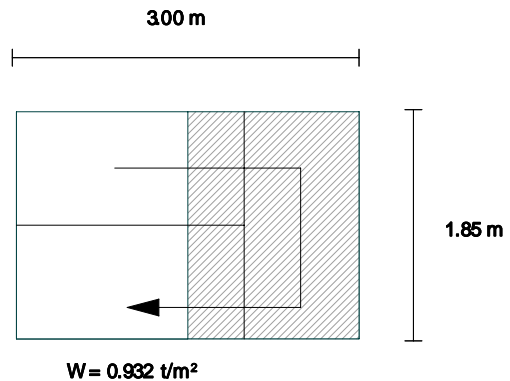
Tramo C (3-4)

Longitud del muro (Lm) = 0.850 m
 P.muro/metro lineal (Wml)=h x w = 2.60 x 0.286 = 0.744
 Wmuro = Lm x Wml = 0.850 x 0.744 = 0.640 Ton

***Peso escalera que le corresponde**

Para esta trabe solo se descarga la mitad del peso total de la escalera.

$$W_{esc} = \frac{A_{esc} W}{2} = \frac{1.85 (3) (0.932)}{2} = 2.60 \text{ Ton}$$



***Peso losa de azotea**

Tramo C (3-4)

$\text{Área tributaria (At)} = 1.65 \text{ m}^2$
 $\text{Peso de la losa (Wl)} = 0.727 \text{ T/m}^2$

$W_{\text{azotea}} = \text{At} \times \text{Wl} = 1.65 \times 0.727 = 1.20 \text{ Ton}$

Proponiendo una trabe de $b=15 \text{ cm}$ y $h= 25 \text{ cm}$

$W_{\text{trabe}} = b \times h \times (2.4) = 0.15 \times 0.25 \times 2.4 = 0.090 \text{ Ton/m}$

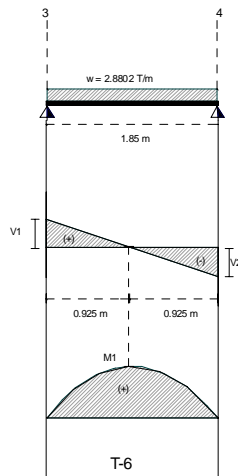
Descarga por metro lineal

Tramo C (3-4)

$$W_{C(3-4)} = \frac{W_{A.C.serv} + W_{muro} + W_{esc} + W_{azotea}}{L_{C(3-4)}} + W_{trabe} = \frac{0.689 + 0.640 + 2.60 + 1.20}{1.85} + 0.090$$

$W_{C(3-4)} = 2.8802 \text{ T/m}$

DESCARGA TOTAL SOBRE LA TRABE



$R3 = V1 = 2.6642 \text{ Ton}$

$R4 = V2 = 2.6642 \text{ Ton}$

$M1 (+) = 1.2322 \text{ T} \cdot \text{m}$

Del diagrama tenemos que:

$M(+)= 1.2322 \text{ T} \cdot \text{m} ; Mu(+)= 1.4 (1.2322)= 1.7251 \text{ T} \cdot \text{m}$

$V = 2.6642 \text{ Ton} ; Vu = 1.4 (2.6642)= 3.7299 \text{ Ton}$

DISEÑO POR FLEXIÓN

DATOS DE DISEÑO

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

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

$$F_R = 0.9 \text{ (flexión)}$$

$$F_R = 0.8 \text{ (cortante y torsión)}$$

$$b = 15 \text{ cm}$$

$$h = 25 \text{ cm}$$

$$\text{rec} = 2.5 \text{ cm}$$

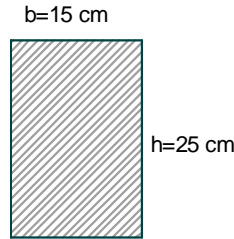
$$d = 22.5 \text{ cm}$$

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

CONSTANTES DE DISEÑO

$$f'c = 200 \text{ kg/cm}^2 \quad \rho_{\max} = 0.015179$$

$$f'c = 170 \text{ kg/cm}^2 \quad \rho_{\min} = 0.002635$$



ACERO REQUERIDO POR MOMENTO POSITIVO

$$M_u(+) = 1.7251 \text{ T-m}$$

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.7251 \times 10^5)}{0.9(15)(22.5)^2 170}} \right] = 0.006538$$

comparando con ρ_{\min} y ρ_{\max}

$$\rho_{\min} = 0.002635 < \rho = 0.006538 < \rho_{\max} = 0.015179 \text{ por lo que se tomará}$$

$$\rho_{\text{DISEÑO}} = 0.006538$$

$$A_s = 0.006538(15)(22.5) = 2.21 \text{ cm}^2$$

Usando 2 varillas del # 4 $a_o = 1.27 \text{ cm}^2$

$$A_T = 2.54 \text{ cm}^2 > A_{s\text{req}} = 2.21 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se acepta.

ACERO REQUERIDO POR MOMENTO NEGATIVO

$$M_u(-) = 0.000 \text{ T-m}$$

Dado que no se presenta momento negativo se usará $A_{s\text{min}}$.

$$\rho = 0.002635$$

$$A_s = \rho b d = 0.002635(15)(27.5) = 1.0894 \text{ cm}^2$$

Usando 2 varillas del # 4 $a_o = 1.27 \text{ cm}^2$

$$A_T = 2.54 \text{ cm}^2$$

DISEÑO POR CORTANTE

V_u=3.7299 Ton

$$\rho = \frac{2.54}{15(22.5)} = 0.007496 < 0.015$$

$$V_{CR} = FR b d [0.2 + 20 \rho] \sqrt{f * c} = 0.8 (15) (22.5) [0.2 + 20 (0.007496)] \sqrt{200}$$

$$V_{CR} = 1336.1263 \text{ kg} = 1.3362 \text{ Ton}$$

como $V_u > V_{CR}$

Se debe colocar refuerzo por tensión diagonal

Proponiendo estribos del # 2.5 $a_o=0.49 \text{ cm}^2$ en 2 ramas $A_{V_T}=0.98 \text{ cm}^2$

$$V_{SR} = V_u - V_{CR} = 3.7299 - 1.3362 = 2.3937 \text{ Ton} = 2393.7 \text{ kg}$$

$$S = \frac{0.8 (0.98) (4200) (22.5) (1)}{2393.7} = 30.951 \text{ cm}$$

Comparando con la S_{min} y S_{max} (flexión)

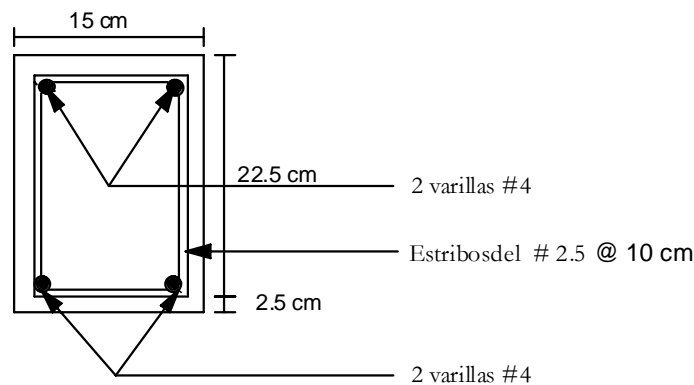
$$S_{min} = 60 \text{ mm} = 6 \text{ cm}$$

$$\text{si } V_u < 1.5 F_R b d \sqrt{f * c} = 1.5 (0.8) (15) (22.5) \sqrt{200} = 5728 \text{ kg} = 5.728 \text{ Ton} > V_u$$

$$\therefore S_{max} = 0.5 (22.5) = 11.25 \text{ cm}$$

entonces :

Se usarán estribos del # 2.5 @ 10 cm

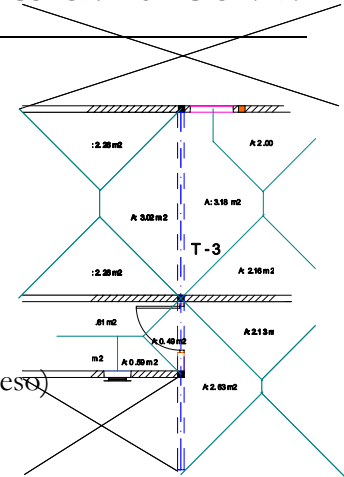


TRABE T-3

Transmisión de cargas

Las cargas que actúan sobre la trabe T-3 son .

- Peso losa de Azotea
- Peso muro C(4-5) baño (azulejo-mortero yeso)
- Peso losa de entrepiso
- Peso losa de escalera c (3-5)



***Peso muro baño C (4-5)**

Longitud del muro (Lm) = 1.40 m
 P.muro/metro lineal (Wml)=h x w = 2.60 x 0.310 = 0.810

Wmuro = Lm x Wml = 1.40 x 0.810 = 1.140 Ton

***Peso losa de entrepiso**

Tramo C (3-5)
 Área tributaria (At) = 2.63 m²
 Peso de la losa (Wl) = 0.602 T/m²
 Wentrep.= At x Wl = 2.63 x 0.602 = 1.584 Ton

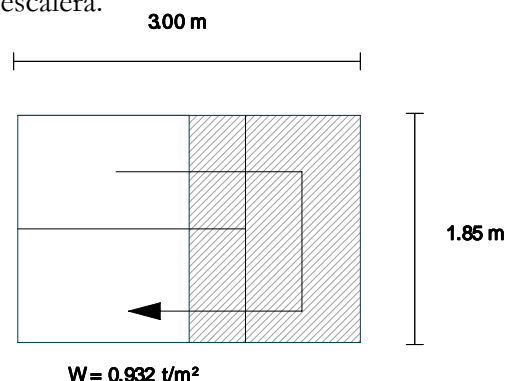
Tramo C (4-5)
 Área tributaria (At) = 0.49 m²
 Peso de la losa (Wl) = 0.602 T/m²
 Wentrep.= At x Wl = 0.49 x 0.602 = 0.295 Ton

Tramo C (5-6)
 Área tributaria (At) = 6.2 m²
 Peso de la losa (Wl) = 0.602 T/m²
 Wentrep.= At x Wl = 6.20 x 0.602 = 3.733 Ton

***Peso escalera que le corresponde**

Para esta trabe solo se descarga la mitad del peso total de la escalera.

$$W_{esc} = \frac{A_{esc} W}{2} = \frac{1.85(3)(0.932)}{2} = 2.60 \text{ Ton}$$



***Peso losa de azotea**

Tramo C (4-5)

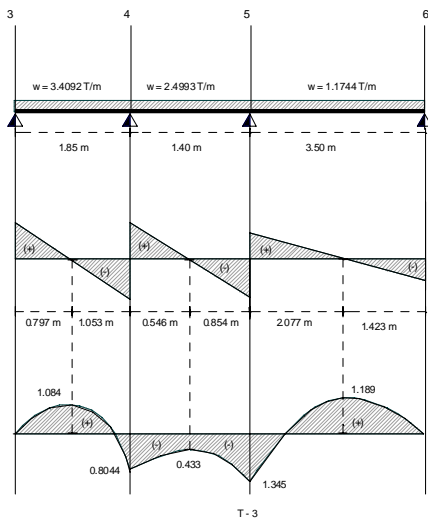
Área tributaria (At) = 1.47 m²
 Peso de la losa (Wl) = 0.727 T/m²

Wazotea = At x Wl = 1.47 x 0.727 = 1.069 Ton

Proponiendo una trabe de b=15 cm y h= 30 cm

Wtrabe = b h (2.4) = 0.15 x 0.30 x 2.4 = 0.108 Ton/m

DESCARGA TOTAL SOBRE LA TRABE



V1 = 2.7187 Ton

V2 = 3.5883 Ton

V3 = 2.4394 Ton

V4 = 1.6710 Ton

R1 = 2.7187 Ton

R2 = 4.9520 Ton

R3 = 4.5747 Ton

R4 = 1.6710 Ton

Del diagrama tenemos que:

M(+) = 1.1890 T - m ; Mu(+) = 1.4 (1.1890) = 1.6650 T - m

M(-) = -1.3450 T - m ; Mu(-) = 1.4 (1.3450) = 1.882 T - m

V = 3.5883Ton ; Vu = 1.4 (3.5883) = 5.0240 Ton

DISEÑO POR FLEXIÓN

DATOS DE DISEÑO

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

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

$$F_R = 0.9 \text{ (flexión)}$$

$$F_R = 0.8 \text{ (cortante y torsión)}$$

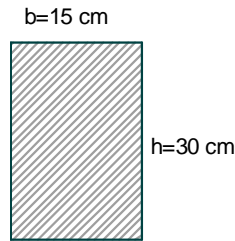
$$b = 15 \text{ cm}$$

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

$$rec = 2.5 \text{ cm}$$

$$d = 27.5 \text{ cm}$$

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



CONSTANTES DE DISEÑO

$$f'c = 200 \text{ kg/cm}^2 \quad \rho_{\max} = 0.015179$$

$$f'c = 170 \text{ kg/cm}^2 \quad \rho_{\min} = 0.002635$$

ACERO REQUERIDO POR MOMENTO POSITIVO

$$M_u(+) = 1.665 \text{ T-m}$$

$$\rho = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.665 \times 10^5)}{0.9(15)(27.5)^2 170}} \right] = 0.00409$$

comparando con ρ_{\min} y ρ_{\max}

$$\rho_{\min} = 0.002635 < \rho = 0.00409 < \rho_{\max} = 0.015179 \text{ por lo que se tomará}$$

$$\rho_{\text{DISEÑO}} = 0.00409$$

$$A_s = 0.00409(15)(27.5) = 1.687 \text{ cm}^2$$

Usando 2 varillas del # 4 $a_o = 1.27 \text{ cm}^2$

$$A_T = 2.54 \text{ cm}^2 > A_{s\text{req}} = 1.687 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se acepta.

ACERO REQUERIDO POR MOMENTO NEGATIVO $M_u(-)=1.882 \text{ T-m}$

$$\rho = 0.004657$$

comparando con ρ_{\min} y ρ_{\max}

$$\rho_{\min} = 0.002635 < \rho = 0.004657 < \rho_{\max} = 0.015179 \text{ por lo que se tomara}$$

$$\rho_{\text{DISEÑO}} = 0.004657$$

$$A_s = \rho b d = 0.004657 (15) (27.5) = 1.921 \text{ cm}^2$$

Usando 2 varillas del # 4 $a_o=1.27 \text{ cm}^2$

$$A_T = 2.54 \text{ cm}^2 > A_{s\text{req}} = 1.921 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se acepta.

DISEÑO POR CORTANTE

$$V_u=5.024 \text{ Ton}$$

$$\rho = \frac{2.54}{15 (27.5)} = 0.006133 < 0.015$$

$$V_{CR} = FR b d [0.2 + 20 \rho] \sqrt{f * c} = 0.8 (15) (27.5) [0.2 + 20 (0.006133)] \sqrt{200}$$

$$V_{CR} = 1505.855 \text{ kg} = 1.505 \text{ Ton}$$

como $V_u > V_{CR}$

Se debe colocar refuerzo por tensión diagonal N.T.C Secc: 2.5.2.3

Proponiendo estribos del # 2.5 $a_o=0.49 \text{ cm}^2$ en 2 ramas $A_{V_T}=0.98 \text{ cm}^2$

$$V_{SR} = V_u - V_{CR} = 5.024 - 1.505 = 3.519 \text{ Ton} = 3519.00 \text{ kg}$$

$$S = \frac{0.8 (0.98) (4200) (27.5) (1)}{3519.00} = 25.732 \text{ cm}$$

Comparando con la S_{min} y S_{max} (flexión)

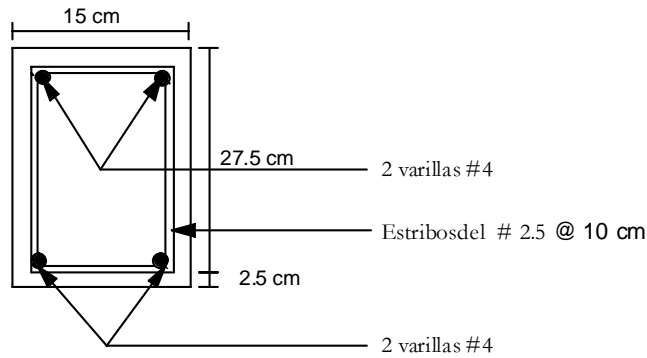
$$S_{min} = 60 \text{ mm} = 6 \text{ cm}$$

$$\text{si } V_u < 1.5 F_R b d \sqrt{f * c} = 1.5 (0.8) (15) (27.5) \sqrt{200} = 7000.36 \text{ kg} = 7.000 \text{ Ton} > V_u$$

$$\therefore S_{max} = 0.5 (27.5) = 13.75 \text{ cm}$$

entonces :

Se usarán estribos del # 2.5 @ 10 cm

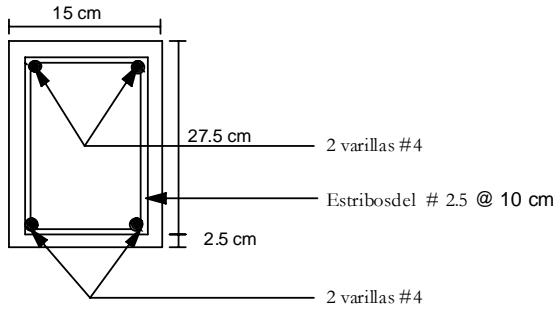


Para las traves T-5, T-7, T-1 y T-2 se siguió el mismo proceso de análisis que para las traves anteriores y a continuación se resumen los resultados obtenidos en la tabla siguiente

| TRABE | b cm | d cm | Mu (+) T-m | Mu (-) T-m | Vu Ton | $\rho_{\text{diseño } Mu (+)}$ | $\rho_{\text{diseño } Mu (-)}$ | As Mu (+) cm ² | As Mu (-) cm ² | S estribos cm |
|-------|---------|---------|------------------|------------------|-----------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| T-5 | 15 | 30 | 2.2387 | 0.0000 | 3.7299 | 0.0056096 | 0.0026350 | 2.314 | 1.087 | 10.000 |
| T-7 | 15 | 30 | 3.1394 | 0.0000 | 3.5878 | 0.0081399 | 0.0026350 | 3.358 | 1.087 | 10.000 |
| T-1 | 20 | 35 | 1.7910 | 3.1820 | 5.3050 | 0.0026350 | 0.0042030 | 1.713 | 2.732 | 15.000 |
| T-2 | 15 | 30 | 1.8830 | 0.0000 | 2.5120 | 0.0046600 | 0.0026350 | 1.922 | 1.087 | 10.000 |

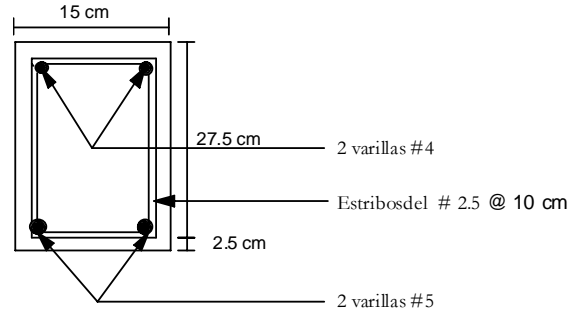
CROQUIS DE ARMADO

TRABE T-5



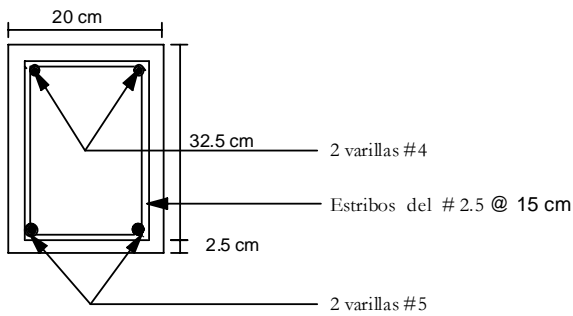
Se usarán estribos del # 2.5 @ 10 cm

TRABE T-7



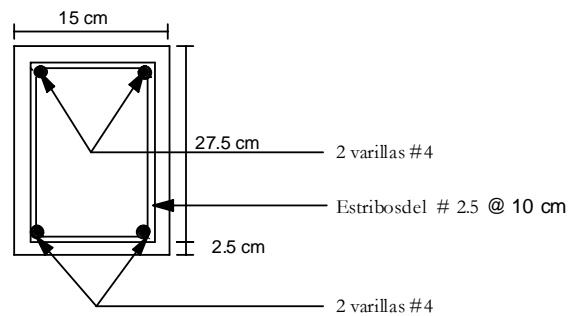
Se usarán estribos del # 2.5 @ 10 cm

TRABE T-1



Se usarán estribos del # 2.5 @ 15 cm

TRABE T-2



Se usarán estribos del # 2.5 @ 10 cm

CAPÍTULO IV

REVISIÓN DE MUROS (CARGAS VERTICALES Y ACCIDENTALES)

MUROS DE MAMPOSTERÍA

Se conoce como mampostería al aglutamiento de piedras naturales o artificiales con un cementante. Este material es el que más se utiliza en nuestro país para la construcción de viviendas.

La mampostería es un material que es resistente a compresión, pero poco resistente a las tensiones y ante la acción de cargas cíclicas presenta un comportamiento poco dúctil.

Las piezas comúnmente usadas en la construcción son: tabique de barro rojo recocido, tabique de barro con huecos verticales, bloque de concreto y tabique de concreto (tabicón).

Su resistencia a compresión y a tensión diagonal se determinan mediante ensayos de pilas o muretes de acuerdo a las especificaciones indicadas en los reglamentos. Esta resistencia depende de las propiedades mecánicas de los materiales y del tipo de mortero empleado.

La resistencia de los muros depende del tipo de muro elegido para el proyecto, pudiendo ser empleados los siguientes:

- Muros de mampostería confinados.
- Muros de mampostería reforzados.
- Muros diafragma.

Se conocen como muros de mampostería confinados a los muros que se encuentran rodeados en su periferia por dadas y castillos.

Los muros de mampostería reforzados, generalmente se construyen de piezas huecas, y se utilizan varillas de refuerzo tanto horizontal como verticalmente, este refuerzo también puede hacerse utilizando malla de acero electrosoldado.

Los muros diafragma son aquellos que se encuentran rodeados por vigas y columnas.

CONDICIONES A TOMAR EN CUENTA EN LA REVISIÓN DE MUROS

Se realizará un análisis por cargas verticales (CM+CV) y uno por cargas laterales (CM+CV+CA), empleando los factores de carga correspondientes en cada condición de análisis.

a). análisis por cargas verticales

Se considera que no existe redistribución de momentos entre el muro y la losa, tomando a la rigidez de los muros nula, con lo cual los muros se encontrarán trabajando ante cargas axiales exclusivamente. Así, los elementos mecánicos se determinarán mediante una bajada de cargas por áreas tributarias, revisando que la resistencia del muro ante carga vertical (P_R) sea mayor o igual a la carga última aplicada sobre este (P_U):

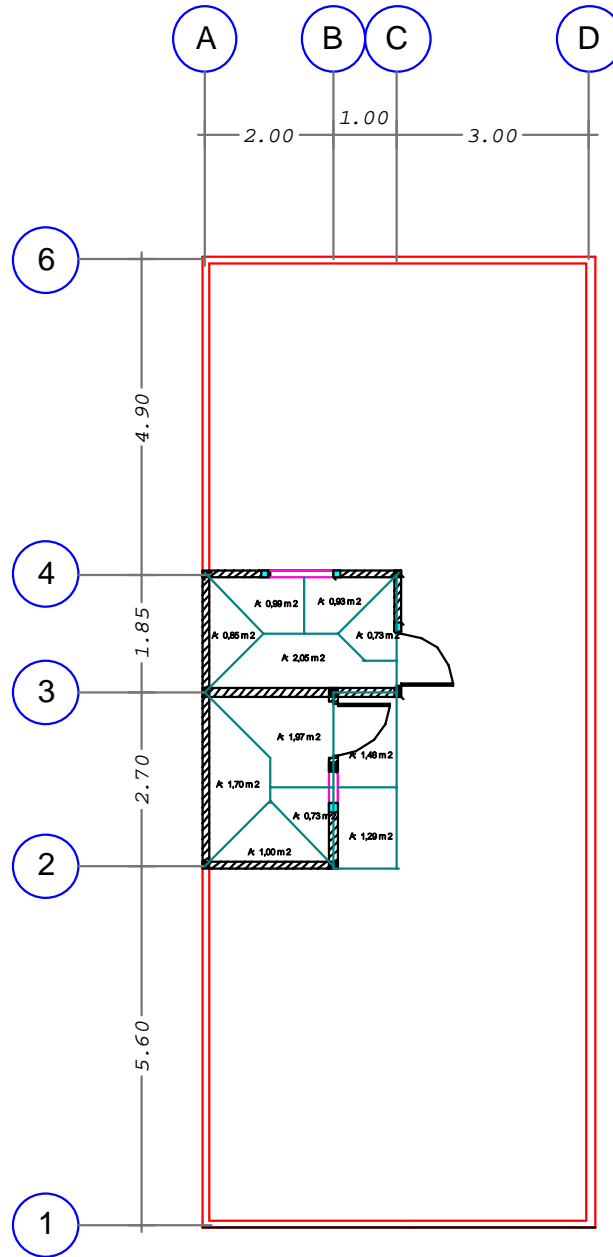
$$P_R \geq P_U$$

b)- análisis por cargas horizontales

Los elementos mecánicos que actúan en los muros se pueden determinar mediante los métodos dinámicos, estáticos o el método simplificado especificados en las normas referentes a la acción de sismos, con lo cuál se determinará la fuerza cortante que debe ser resistida por los muros. Generalmente en el análisis de casas habitación, es aplicable el método simplificado para determinar estas acciones.

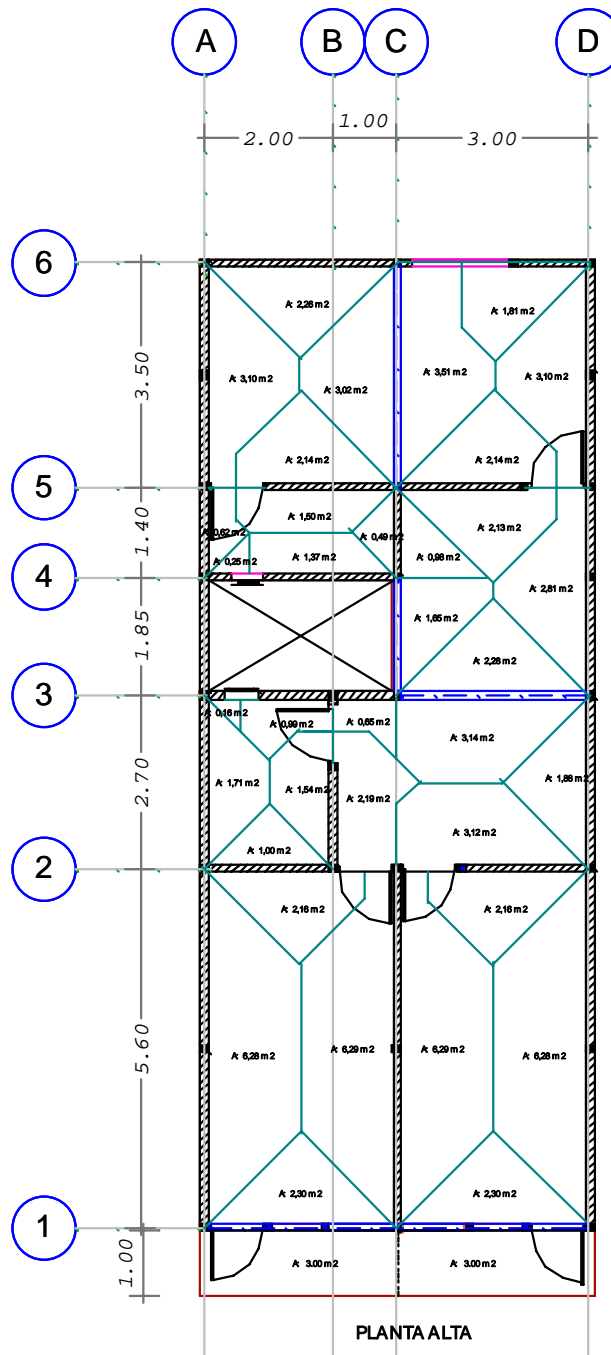
Una vez realizado el análisis estructural se procede a revisar si la densidad y espesor de muros es adecuada para resistir la carga axial y fuerza cortante actuantes. De no cumplir con esto, se deberán incrementar los espesores de los muros o colocar el refuerzo transversal necesario.

ÁREAS TRIBUTARIAS PARA MUROS DE PLANTA DE AZOTEA

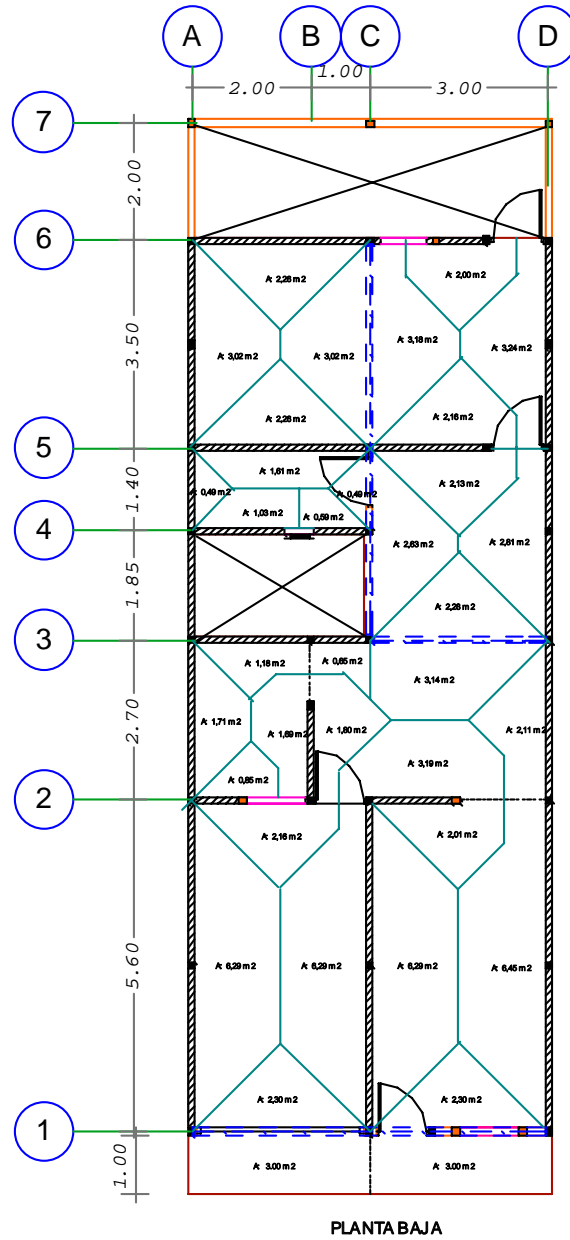


PLANTA DE AZOTEA

ÁREAS TRIBUTARIAS PARA MUROS PLANTA ALTA



ÁREAS TRIBUTARIAS PARA MUROS PLANTA BAJA



REVISIÓN DE MUROS POR CARGAS VERTICALES (PERMANENTES)

La revisión consiste en analizar la carga que le corresponde a cada muro y revisar si las dimensiones de este son adecuadas para soportar la carga, de no ser así, se deberá proponer otro tipo de mampostería o en su defecto aumentar las dimensiones de este para que resista la carga.

En la revisión, se deberá tomar en cuenta los efectos de excentricidad y esbeltez de cada muro, estos se pueden considerar mediante los valores aproximados del factor de reducción por excentricidad y esbeltez del muro F_E (N.T.C Mampostería).

$F_E = 0.7$ Para muros interiores

$F_E = 0.6$ Para muros exteriores

Estos valores de F_E se podrán usar siempre y cuando se cumpla lo siguiente.

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 o igual que $t / 6$ y no hay fuerzas significativas que actúan en dirección normal al plano del muro.

3) La relación altura libre a espesor de la mampostería del muro, H / t , no excede de 20.

Cuando no se cumplan estas condiciones, el factor de reducción por excentricidad y esbeltez se determinará con la siguiente ecuación: Y se elegirá el más desfavorable.

$$F_E = \left(1 - \frac{2e'}{t}\right) \left[1 - \left(\frac{kH}{30t}\right)^2\right] \quad (\text{N.T.C Mamp. seccion 3.1.10})$$

Donde:

H = altura libre de un muro entre elementos capaces de darle apoyo lateral

e_c = excentricidad debido a cargas verticales

e' = excentricidad calculada para la carga vertical más una excentricidad accidental que vale $t/24$

k = factor de altura efectiva del muro que se determinará según el criterio siguiente:

$k = 2.0$ para muros sin restricción al desplazamiento lateral en su extremo superior.

$k = 1.0$ para muros extremos que se apoyan en losas

$k = 0.8$ para muros limitados por dos losas continuas a ambos lados del muro

La carga resistente (P_R) esta dada por la ecuación.

$$P_R = F_R F_E (f_m^* + 4) A_T$$

Datos para el diseño y la revisión de muros.

- Muro de tabique de barro rojo recocido (pieza maciza).
- Mortero Tipo II
- Resistencia de diseño a compresión del mortero $F_j^* = 75 \text{ kg/cm}^2$
- Losa maciza
- Ubicación Morelia
- Espesor $t = 12 \text{ cm}$
- Resistencia a la compresión $f_m^* = 15 \text{ kg/cm}^2$. (N.T.C. Mampostería)
- Resistencia al cortante $v_m^* = 3 \text{ kg/cm}^2$. (N.T.C. Mampostería)
- Altura libre del muro $H = 2.60 \text{ m}$
- $F_R = 0.6$ (para muros confinados N.T.C Mampostería)

Revisión de las condiciones necesarias para considerar el factor de reducción por los efectos de esbeltez.

1) Las deformaciones del muro están restringidas por el sistema de piso y por dalas y castillos, por lo tanto se cumple.

2) No existen excentricidades ni fuerzas significativas que actúan en dirección normal al plano del muro, por lo tanto se cumple.

3) $\frac{H}{t} = \frac{260}{12} = 21.667 > 20$ no se cumple.

En consecuencia procederemos a utilizar la ecuación antes mencionada.

PLANTA DE AZOTEA

W losa = 631 kg/m²
 W muro = 7,44 kg/m
 fm* = 15 kg/cm²

| REVISON DE MUROS POR CARGAS VERTICALES | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|---------------------------|
| PLANTA DE AZOTEA | | | | | | | | | | |
| MURO | LONGITUD (cm) | LONGITUD (m) | ESPESOR (cm) | A. TRIBUT. (m2) | W _{TOT.LOSA} (kg) | W. MURO (kg) | CARGA VERTICAL | | FE | C, VERTICAL RESISTENTE |
| | | | | | | | P (kg) | Pu (kg) | | |
| C3-4 | 95.00 | 0.950 | 12 | 0.730 | 460.63 | 706.80 | 1167.43 | 1634.40 | 0.38 | 4881.42 |
| 4B-C | 100.00 | 1.000 | 12 | 0.930 | 586.83 | 744.00 | 1330.83 | 1863.16 | 0.37 | 5037.15 |
| 4A-B | 100.00 | 1.000 | 12 | 0.990 | 624.69 | 744.00 | 1368.69 | 1916.17 | 0.37 | 5003.41 |
| A3-4 | 185.00 | 1.850 | 12 | 0.850 | 536.35 | 1376.40 | 1912.75 | 2677.85 | 0.39 | 9966.63 |
| A2-3 | 270.00 | 2.700 | 12 | 1.700 | 1072.70 | 2008.80 | 3081.50 | 4314.10 | 0.38 | 14147.13 |
| 2A-B | 200.00 | 2.000 | 12 | 1.000 | 631.00 | 1488.00 | 2119.00 | 2966.60 | 0.39 | 10698.94 |
| B2-3 | 130.00 | 1.300 | 12 | 2.020 | 1274.62 | 967.20 | 2241.82 | 3138.55 | 0.48 | 8614.65 |
| 3A-C | 300.00 | 3.000 | 12 | 5.500 | 3470.50 | 2232.00 | 5702.50 | 7983.50 | 0.48 | 19515.17 |
| 1380.00 | | | | 13.720 | 8657.32 | 10267.20 | 18924.52 | 26494.33 | | |

| muro | t | H | k | e' | F _E | e _c |
|------|----|-----|-----|------|----------------|----------------|
| C3-4 | 12 | 260 | 1 | 1.29 | 0.38 | 0.789 |
| 4B-C | 12 | 260 | 1 | 1.38 | 0.37 | 0.882 |
| 4A-C | 12 | 260 | 1 | 1.41 | 0.37 | 0.913 |
| A3-4 | 12 | 260 | 1 | 1.06 | 0.39 | 0.561 |
| A2-3 | 12 | 260 | 1 | 1.20 | 0.38 | 0.696 |
| 2A-B | 12 | 260 | 1 | 1.10 | 0.39 | 0.596 |
| B2-3 | 12 | 260 | 0.8 | 1.64 | 0.48 | 1.137 |
| 3A-C | 12 | 260 | 0.8 | 1.72 | 0.48 | 1.217 |

Los muros de planta de azotea son adecuados para resistir cargas verticales.

PLANTA ALTA

$W \text{ losa} = 727 \text{ kg/m}^2$
 $W \text{ losa}_{C.SERV} = 621 \text{ kg/m}^2$
 $W \text{ muro baño} = 8.06 \text{ kg/m}$
 $W \text{ muro} = 6.83 \text{ kg/m}$
 $f*m = 15 \text{ kg/cm}^2$

| REVISON DE MUROS POR CARGAS VERTICALES | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------|------------------------|
| PLANTA ALTA | | | | | | | | | | | |
| MURO | LONGITUD (cm) | LONGITUD (m) | ESPESOR (cm) | A, TRIBUT. (m2) | WTOT.LOSA (kg) | W. MURO (kg) | PESO AZOTEA | CARGA VERTICAL | | FE | C. VERTICAL RESISTENTE |
| | | | | | | | | P (kg) | Pu (kg) | | |
| D 1-2 | 560.00 | 5.60 | 12.00 | 6.28 | 4565.56 | 3824.80 | 0.00 | 8390.36 | 11746.50 | 0.35 | 26947.40 |
| D 2-3 | 270.00 | 2.70 | 12.00 | 1.88 | 1366.76 | 1844.10 | 0.00 | 3210.86 | 4495.20 | 0.37 | 13690.32 |
| D 3-5 | 325.00 | 3.25 | 12.00 | 2.81 | 2042.87 | 2219.75 | 0.00 | 4262.62 | 5967.67 | 0.36 | 16099.18 |
| D 5-6 | 350.00 | 3.50 | 12.00 | 3.10 | 2253.70 | 2390.50 | 0.00 | 4644.20 | 6501.88 | 0.36 | 17291.62 |
| C 1-2 | 560.00 | 5.60 | 12.00 | 12.50 | 9087.50 | 3824.80 | 0.00 | 12912.30 | 18077.22 | 0.45 | 34808.94 |
| C 4-5 | 140.00 | 1.40 | 12.00 | 1.47 | 1068.69 | 1128.40 | 0.00 | 2197.09 | 3075.93 | 0.51 | 9778.18 |
| B 2-3 | 180.00 | 1.80 | 12.00 | 3.73 | 2548.47 | 1229.40 | 2241.82 | 6019.69 | 8427.57 | 0.52 | 12721.97 |
| A 1-2 | 560.00 | 5.60 | 12.00 | 6.28 | 4565.56 | 3824.80 | 0.00 | 8390.36 | 11746.50 | 0.35 | 26947.40 |
| A 2-3 | 270.00 | 2.70 | 12.00 | 1.71 | 1061.91 | 1844.10 | 3081.50 | 5987.51 | 8382.51 | 0.41 | 15152.88 |
| A 3-4 | 185.00 | 1.85 | 12.00 | 0.00 | 0.00 | 1263.55 | 1912.75 | 3176.30 | 4446.82 | 0.44 | 11098.29 |
| A 4-5 | 140.00 | 1.40 | 12.00 | 0.62 | 450.74 | 1128.40 | 0.00 | 1579.14 | 2210.80 | 0.39 | 7526.97 |
| A 5-6 | 350.00 | 3.50 | 12.00 | 3.10 | 2253.70 | 2390.50 | 0.00 | 4644.20 | 6501.88 | 0.36 | 17291.62 |
| 2 A-C | 210.00 | 2.10 | 12.00 | 3.16 | 2191.32 | 1434.30 | 2119.00 | 5744.62 | 8042.47 | 0.53 | 15109.58 |
| 2 C-D | 210.00 | 2.10 | 12.00 | 5.28 | 3838.56 | 1434.30 | 0.00 | 5272.86 | 7382.00 | 0.45 | 12898.99 |
| 3 A-C | 250.00 | 2.50 | 12.00 | 1.80 | 1186.70 | 1707.50 | 5702.50 | 8596.70 | 12035.38 | 0.43 | 14706.00 |
| 4 A-C | 250.00 | 2.50 | 12.00 | 1.62 | 1177.74 | 2015.00 | 2699.52 | 5892.26 | 8249.16 | 0.41 | 13907.60 |
| 5 A-C | 210.00 | 2.10 | 12.00 | 3.64 | 2646.28 | 1692.60 | 0.00 | 4338.88 | 6074.43 | 0.48 | 13652.28 |
| 5 C-D | 210.00 | 2.10 | 12.00 | 4.27 | 3104.29 | 1434.30 | 0.00 | 4538.59 | 6354.03 | 0.46 | 13179.72 |
| 6 A-C | 300.00 | 3.00 | 12.00 | 2.26 | 1643.02 | 2049.00 | 0.00 | 3692.02 | 5168.83 | 0.37 | 15084.82 |
| 6 C-D | 150.00 | 1.50 | 12.00 | 1.81 | 1315.87 | 1024.50 | 0.00 | 2340.37 | 3276.52 | 0.35 | 7158.81 |
| 5680.00 | | | | 67.32 | 48369.24 | 39704.60 | 17757.09 | 105830.93 | 148163.30 | | |

Los muros de planta alta son adecuados para resistir cargas verticales

PLANTA BAJA

W losa = 602 kg/m²
 W muro baño= 8.06 kg/m
 W muro (12 cm) = 6.83 kg/m
 W muro (24 cm) = 13.66 kg/m
 f*m= 15,00 kg/cm²

| REVISON DE MUROS POR CARGAS VERTICALES | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------------|
| PLANTA BAJA | | | | | | | | | | | |
| MURO | LONGITUD (cm) | LONGITUD (m) | ESPESOR (cm) | A, TRIBUT. (m2) | WTOT.LOSA (kg) | W. MURO (kg) | PESO P.ALTA | CARGA VERTICAL | | FE | C, VERTICAL RESISTENTE |
| | | | | | | | | P (kg) | Pu (kg) | | |
| D 1-2 | 560.00 | 5.60 | 12.00 | 6.45 | 3882.90 | 3824.80 | 8390.36 | 16098.06 | 22537.28 | 0.40 | 30648.21 |
| D 2-3 | 270.00 | 2.70 | 12.00 | 2.11 | 1270.22 | 1844.10 | 3210.86 | 6325.18 | 8855.25 | 0.41 | 15014.67 |
| D 3-5 | 325.00 | 3.25 | 12.00 | 2.81 | 1691.62 | 2219.75 | 4262.62 | 8173.99 | 11443.59 | 0.41 | 18029.74 |
| D 5-6 | 350.00 | 3.50 | 12.00 | 3.24 | 1950.48 | 2390.50 | 4644.20 | 8985.18 | 12579.25 | 0.40 | 19339.33 |
| C 1-2 | 560.00 | 5.60 | 12.00 | 12.58 | 7573.16 | 3824.80 | 12912.30 | 24310.26 | 34034.36 | 0.54 | 41481.91 |
| B 2-3 | 180.00 | 1.80 | 12.00 | 3.49 | 2100.98 | 1229.40 | 6019.69 | 9350.07 | 13090.10 | 0.56 | 13808.19 |
| A 1-2 | 560.00 | 5.60 | 12.00 | 6.29 | 3786.58 | 3824.80 | 8390.36 | 16001.74 | 22402.44 | 0.40 | 30704.01 |
| A 2-3 | 270.00 | 2.70 | 12.00 | 1.71 | 1029.42 | 1844.10 | 5987.51 | 8861.03 | 12405.44 | 0.42 | 15513.24 |
| A 3-4 | 185.00 | 1.85 | 12.00 | 0.00 | 0.00 | 1263.55 | 3176.30 | 4439.85 | 6215.79 | 0.44 | 11098.29 |
| A 4-5 | 140.00 | 1.40 | 12.00 | 0.49 | 294.98 | 1128.40 | 1579.14 | 3002.52 | 4203.53 | 0.42 | 8098.66 |
| A 5-6 | 350.00 | 3.50 | 12.00 | 3.02 | 1818.04 | 2390.50 | 4644.20 | 8852.74 | 12393.84 | 0.41 | 19428.76 |
| *2 A-C | 135.00 | 1.35 | 24.00 | 3.01 | 1812.02 | 1844.10 | 5744.62 | 9400.74 | 13161.04 | 0.60 | 22161.60 |
| *2 C-D | 150.00 | 1.50 | 24.00 | 5.20 | 3130.40 | 2049.00 | 5272.86 | 10452.26 | 14633.16 | 0.70 | 28728.00 |
| 3 A-C | 300.00 | 3.00 | 12.00 | 1.83 | 1101.66 | 2049.00 | 8596.70 | 11747.36 | 16446.30 | 0.42 | 17383.49 |
| 4 A-C | 250.00 | 2.50 | 12.00 | 1.62 | 975.24 | 2015.00 | 5892.26 | 8882.50 | 12435.50 | 0.42 | 14398.90 |
| 5 A-C | 300.00 | 3.00 | 12.00 | 3.87 | 2329.74 | 2418.00 | 4338.88 | 9086.62 | 12721.27 | 0.55 | 22724.86 |
| 5 C-D | 210.00 | 2.10 | 12.00 | 4.29 | 2582.58 | 1434.30 | 4538.59 | 8555.47 | 11977.66 | 0.54 | 15617.33 |
| 6 A-C | 300.00 | 3.00 | 12.00 | 2.26 | 1360.52 | 2049.00 | 3692.02 | 7101.54 | 9942.16 | 0.41 | 16743.43 |
| 6 C-D | 130.00 | 1.30 | 12.00 | 2.00 | 1204.00 | 887.90 | 2340.37 | 4432.27 | 6205.18 | 0.40 | 7028.43 |
| 5525.00 | | | | 66.27 | 39894.54 | 40531.00 | 103633.84 | 184059.38 | 257683.13 | | |

* Como los muros 2 A-C y 2 C-D de tabique de 12 cm no resisten la carga vertical Pu, se opto por incrementar su espesor a 24 cm. Con lo cual resiste la carga Pu perfectamente.

Los muros de planta baja son adecuados para resistir cargas verticales

REVISIÓN DE MUROS POR CARGA ACCIDENTAL

Se analizará únicamente la planta baja debido a que la cantidad de muros en la planta alta es mayor que en planta baja, por lo que será suficiente con revisar esta última debido a que el cortante en la base es mayor.

Cálculo del peso total

$$W_{T.A.C.SERV.} = 13.73(0.601) + 13.8(0.744) + 1.733 = 20.252 \text{ ton}$$

$$W_{T.AZOTEA.} = 85.35(0.697) + 5.4(0.541) + 56.3(0.683) + 2.5(0.806) = 102.878 \text{ ton}$$

$$W_{T.ENTREP.} = 85.35(0.522) + 54.4(0.683) + 7.4(0.806) + 2.85(1.366) = 91.565 \text{ ton}$$

$$W_{TOTAL} = \overline{214.695} \text{ ton}$$

Análisis Sísmico

Método simplificado de análisis sísmico, es aplicable a estructuras a base de muros de carga, de baja altura, planta rectangular, distribución de muros sensiblemente simétrica, donde los muros pueden ser de concreto, mampostería o madera.

Este método considera que la fuerza cortante que toma cada muro es proporcional a su área transversal, ignorando los efectos de torsión y los de momento de volteo, pero para poder analizarlos por este método se deberá cumplir lo siguiente.

a) En cada planta, al menos el 75 por ciento de las cargas verticales estarán soportadas por muros ligados entre sí mediante losas monolíticas u otros sistemas de piso suficientemente resistentes y rígidos al corte. Dichos muros tendrán distribución sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales. El área efectiva es el producto del área bruta de la sección transversal del muro y del factor F_{AE} , que está dado por:

$$F_{AE} = 1 \quad \text{si } \frac{H}{L} \leq 1.33$$

$$F_{AE} = \left(1.33 \frac{L}{H}\right)^2 \quad \text{si } \frac{H}{L} > 1.33$$

F_{AE} = Factor de Área Efectiva de los muros de carga

Donde H es la altura del entrepiso y L la longitud del muro.

Los muros podrán ser de mampostería, concreto reforzado, placa de acero, compuestos de estos dos últimos materiales, o de madera

b) La relación entre longitud y ancho de la planta del edificio no excederá de 2.0, a menos que para fines de análisis sísmico se pueda suponer dividida dicha planta en tramos independientes cuya relación entre longitud y ancho satisfaga esta restricción.

c) La relación entre la altura y la dimensión mínima de la base del edificio no excederá de 1.5 y la altura del edificio no será mayor de 13 m.

Obtención del coeficiente sísmico

El valor del coeficiente sísmico C_s se obtiene de la tabla 4.1 que viene en el Manual de Obras Civiles (C.F.E), este coeficiente esta en función de la altura de la altura y del tipo de estructura así como también de la zona sísmica y del tipo de terreno donde se encuentre.

Clasificación de Construcciones según su destino

Atendiendo a la seguridad estructural aconsejable para la estructura, las construcciones se clasifican según su destino como se indica a continuación:

Grupo A

Las estructuras que pertenecen a este grupo requieren un grado de seguridad alto. Son construcciones cuya falla estructural causaría la pérdida de un número elevado de vidas o pérdidas económicas o culturales de magnitud excepcionalmente alta, o que constituyan un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o inflamables, así como construcciones cuyo funcionamiento sea esencial a raíz de un sismo.

Tal es el caso de puentes principales, sistemas de abastecimiento de agua potable, subestaciones eléctricas, centrales telefónicas, estaciones de bomberos, monumentos, museos, hospitales, escuelas, estadios, templos, terminales de transporte, salas de espectáculos y hoteles.

Grupo B

Las estructuras que pertenecen a este grupo requieren un grado de seguridad intermedio. Son construcciones cuya falla estructural ocasionaría pérdidas de magnitud media o pondría en peligro otras construcciones, tales como naves industriales, locales comerciales, estructuras comunes destinadas a vivienda u oficinas, depósitos y estructuras urbanas o industriales no incluidas en el grupo A. así como muros de retención, bodegas ordinarias y bardas con altura mayor de 2.5 m.

Grupo C

En estas estructuras es admisible un grado de seguridad bajo. Son construcciones cuya falla estructural ocasionaría pérdidas de magnitud sumamente pequeña y no causaría normalmente daños a construcciones de los grupos A y B ni pérdidas de vidas. Se incluyen en este grupo, por ejemplo, bodegas provisionales y bardas con altura no mayor de 2.5 m.

Clasificación según el tipo de terreno

El Manual de Obras Civiles (C.F.E) divide el terreno de la Republica Mexicana en 3 tipos:

- Terreno tipo I (terreno firme)
- Terreno tipo II (terreno de transición)
- Terreno tipo III (terreno compresible)

Clasificación según la zona sísmica

El Manual de Obras Civiles (C.F.E) regionaliza el territorio de la Republica Mexicana en 4 tipos que están en función de la proximidad que se tenga de las fallas tectonicas, siendo D la zona más desfavorable:

- Zona sísmica A
- Zona sísmica B
- Zona sísmica C
- Zona sísmica D

Para nuestro caso tenemos que se trata de una estructura del grupo B, con una altura de 7.8m, terreno tipo II y ubicada en la zona sísmica C,. Por lo que de la tabla tenemos que $C_s=0.32$

Tabla 4.1 de coeficientes sísmicos reducidos C_s (c/Q) para el método simplificado, correspondientes a estructuras del grupo B y zona sísmica C (CFE).

| Tipo de terreno | Muros de concreto o de Mampostería de piezas macizas | | | Muros de concreto o de Mampostería de piezas huecas | | |
|-----------------|--|-------------|--------------|---|-------------|--------------|
| | Altura de la construcción mts. | | | Altura de la construcción mts. | | |
| | menor de 4 | Entre 4 y 7 | Entre 7 y 13 | menor de 4 | Entre 4 y 7 | Entre 7 y 13 |
| I | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.24 | 0.24 | 0.24 |
| II | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.43 | 0.43 | 0.43 |
| III | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.43 | 0.43 | 0.43 |

Tratándose de las clasificadas en el grupo A estos coeficientes habrán de multiplicarse por 1.5.

Datos:

$$W_{TOTAL} = 214.695 \text{ Ton} = 214695.4 \text{ kg}$$

$$C_s = 0.32$$

$$V_s = C_s W_{TOTAL} = 68702.528 \text{ kg}$$

$$V_u = F_c V_s = 1.1(68702.528) = 75572.781 \text{ kg}$$

$$F_R = 0.7 \text{ (Por ser muro confinado)}$$

$$V_{MRx} = F_R (0.5 v_m * A_T + 0.3P) \leq 1.5 F_R v_m * A_T$$

$$P_x = \left(\frac{L_{tx}}{L_{total}} \right) W_{total}$$

$$P_y = \left(\frac{L_{ty}}{L_{total}} \right) W_{total}$$

| SENTIDO X | | | | | |
|-------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|
| MURO | LONGITUD (cm) | ESPESOR (cm) | RELACIÓN H/L | F _{AE} | ÁREA EQUIVALENTE (cm ²) |
| 2 A-C | 135.00 | 24.00 | 1.93 | 0.48 | 1545.14 |
| 2 C-D | 150.00 | 24.00 | 1.73 | 0.59 | 2119.54 |
| 3 A-C | 300.00 | 12.00 | 0.87 | 1.00 | 3600.00 |
| 4 A-C | 250.00 | 12.00 | 1.04 | 1.00 | 3000.00 |
| 5 A-C | 300.00 | 12.00 | 0.87 | 1.00 | 3600.00 |
| 5 C-D | 210.00 | 12.00 | 1.24 | 1.00 | 2520.00 |
| 6 A-C | 300.00 | 12.00 | 0.87 | 1.00 | 3600.00 |
| 6 C-D | 130.00 | 12.00 | 2.00 | 0.44 | 689.87 |
| Ltx= | 1775.00 | | | TOTAL= | 20674.56 |

$$W_{total} = 214695.4 \text{ Kg}$$

$$F_R = 0.70$$

$$v_m^* = 3.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$L_{total} = 5575.00 \text{ cm}$$

$$P_x = 68355.93 \text{ kg}$$

$$V_{MRx} = 36063.03 \text{ kg}$$

$$V_{MRx} = 36,063.03 \text{ kg} \leq 1.5 (0.7) (3) (20674.56) = 65,124.864 \text{ kg}$$

$$V_{MRx} = 36,063.03 \text{ kg} < V_u = 75,572.781$$

Los muros de planta baja en dirección “X” no son adecuados para resistir cargas laterales, por lo que se deberán reforzar con malla electrosoldada, como lo especifican las N.T.C de mampostería, (sección 5.4.3).

Datos de la malla a utilizar

Nota: la malla se colocará a todos los muros de carga de planta baja en dirección “X”

Malla de acero electrosoldado R - 6x6 - 06/06

$$f_{yh} = 5000 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_h = 6" = 15.24 \text{ cm}$$

$$A_{sh} = 18.7 \text{ mm}^2 = 0.187 \text{ cm}^2$$

Revisión de la cuantía mínima y máxima de acero de refuerzo horizontal.

$$p_h = \frac{A_{sh}}{S_h t} = \frac{0.187}{15.24 (12)} = 0.00103$$

Se deberá cumplir que.

$$p_h > \frac{3}{f_{yh}} \quad , \quad 0.00103 > \frac{3}{5000} = 0.0006 \quad \therefore \text{ si se cumple}$$

$$p_h > \frac{V_{mR}}{F_R f_{yh} A_T} \quad , \quad 0.00103 > \frac{36063.03}{0.7 (5000) (20674.56)} = 0.0004984 \quad \therefore \text{ si se cumple}$$

$$p_h < \frac{12}{f_{yh}} \quad , \quad 0.00103 < \frac{12}{5000} = 0.0024 \quad \therefore \text{ si se cumple}$$

Diseño del refuerzo horizontal:

La fuerza cortante que toma el refuerzo horizontal V_{sR} se calcula con la siguiente ecuación:

$$V_{sR} = F_R \eta p_h f_{yh} A_T$$

Donde :

η = Es el factor de eficiencia del refuerzo horizontal que se tomara como:

$$\eta \begin{cases} 0.6; & \text{si } p_h f_{yh} \leq 6 \text{ kg/cm}^2 \\ 0.2; & \text{si } p_h f_{yh} \geq 9 \text{ kg/cm}^2 \end{cases}$$

$$\text{como } p_h f_{yh} = 0.00103 (5000) = 5.15$$

se tomara $\eta = 0.6$

$$V_{sRx} = 0.7 (0.6) (0.00103) (5000) (20674.56) = 44,719.07 \text{ kg}$$

por lo tanto :

$$V_{Rx} = V_{MRx} + V_{sRx} = 36,063.03 + 44,719.07 = 80,782.10328 \text{ kg}$$

$$\text{como } V_{Rx} = 80,782.10328 \text{ kg} > V_u = 75,572.781 \text{ kg} \quad \therefore \text{ se acepta}$$

| SENTIDO Y | | | | | |
|-------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|
| MURO | LONGITUD (cm) | ESPESOR (cm) | RELACIÓN H/L | F _{AE} | ÁREA EQUIVALENTE (cm ²) |
| D 1-2 | 560.00 | 12.00 | 0.46 | 1.00 | 6720.00 |
| D 2-3 | 270.00 | 12.00 | 0.96 | 1.00 | 3240.00 |
| C 1-2 | 560.00 | 12.00 | 0.46 | 1.00 | 6720.00 |
| B 2-3 | 180.00 | 12.00 | 1.44 | 0.85 | 1831.28 |
| A 1-2 | 560.00 | 12.00 | 0.46 | 1.00 | 6720.00 |
| A 2-3 | 270.00 | 12.00 | 0.96 | 1.00 | 3240.00 |
| D 3-5 | 325.00 | 12.00 | 0.80 | 1.00 | 3900.00 |
| D 5-6 | 350.00 | 12.00 | 0.74 | 1.00 | 4200.00 |
| C 4-5 | 50.00 | 12.00 | 5.20 | 0.07 | 39.25 |
| A 4-5 | 140.00 | 12.00 | 1.86 | 0.51 | 861.63 |
| A 5-6 | 350.00 | 12.00 | 0.74 | 1.00 | 4200.00 |
| A 3-4 | 185.00 | 12.00 | 1.41 | 0.90 | 1988.17 |
| Lty= | 3800.00 | | | TOTAL= | 43660.33 |

FR = 0,70
 vm* = 3,00 Kg/cm²
 Ltotal = 5575,00 cm
 Py = 146339.47 kg

$V_{MRy} = 76574.64 \text{ kg}$

$V_{MRy} = 76,574.64 \text{ kg} \leq 1.5 (0.7) (3) (43660.33) = 13,7530.04 \text{ kg}$

$V_{MRy} = 75,769.45 > V_u = 75,572.781$

Los muro de planta baja en dirección “Y” son adecuados para resistir cargas laterales”

CONFINAMIENTO DE LOS MUROS DE MAMPOSTERÍA

Castillos y dalas

Los castillos y dalas deberán cumplir con lo siguiente, de acuerdo con el RCDF:

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.

b).- Existirá una dala en todo extremo horizontal de muro, a menos que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado con un peralte mínimo de 10 cm.

Aún en este caso, se deberá colocar refuerzo longitudinal y transversal. 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 tendrán como dimensión mínima el espesor del muro, t .

d).- El concreto de castillos y dalas tendrá una resistencia $f_c \geq 150 \text{ kg/cm}^2$.

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 igual a la siguiente ecuación:

$$A_s = 0.2 \frac{f_c}{f_y} t^2$$

donde A_s es el área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en el castillo o en la dala.

f).- El refuerzo longitudinal del castillo y la dala estará anclado en los elementos que limitan al muro de manera que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia.

g).- Los castillos y dalas estarán reforzados transversalmente por estribos cerrados y con un área, al menos igual a la siguiente ecuación:

$$A_{sc} = \frac{1000 s}{f_y h_c}$$

Donde:

s = es la separación de los estribos y esta no será mayor de $1.5t$ ni de 20 cm.

h_c = Es la dimensión del castillo o dala en el plano del muro.

h).- Cuando la resistencia de diseño a compresión diagonal de la mampostería, ν_m^* , sea superior a 6 kg/cm^2 , se suministrará refuerzo transversal, con área igual a la calculada en el inciso g.

i).- Existirán elementos de refuerzo con las mismas características que las dalas y los castillos en el perímetro de toda abertura cuya dimensión horizontal sea mayor que 1/4 parte de la longitud del muro o de 60 cm. También se colocarán en aberturas con altura igual al muro.

j).- El espesor de los muros t, no será menor de 10 cm. Y la relación altura libre espesor del muro H/t, no será mayor de 30.

DISEÑO DE DALAS

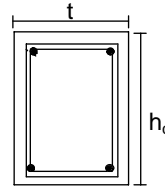
Datos

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

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

$$h_c \text{ MURO DE } 12 = 12 \text{ cm}$$

$$h_c \text{ MURO DE } 24 = 24 \text{ cm}$$



Las dalas tendrán las dimensiones mínimas correspondientes a cada muro.

$$A_{S_{\text{MURO } 12}} = 0.2 \frac{f'c}{f_y} t^2 = 0.2 \frac{150}{4200} (12)^2 = 1.029 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{\text{MURO } 24}} = 0.2 \frac{f'c}{f_y} t^2 = 0.2 \frac{150}{4200} (24)^2 = 4.114 \text{ cm}^2$$

Se propone usar varillas del # 3 $a_o=0.71 \text{ cm}^2$ para (t=12 cm) y de # 4 $a_o=1.27 \text{ cm}^2$ para (t=24cm).

$$N^{\circ}_{\text{MURO } 12} = \frac{A_s}{A_{\text{var}}} = \frac{1.029}{0.71} = 1.45 \text{ varillas}$$

$$N^{\circ}_{\text{MURO } 24} = \frac{A_s}{A_{\text{var}}} = \frac{4.114}{1.27} = 3.24 \text{ varillas}$$

Por armado se usaran 4 varillas del # 3 y 4 varillas del # 4 para cada caso.

Las dalas estarán reforzadas transversalmente por estribos con un área A_{sc} especificada por el reglamento N.T.C.

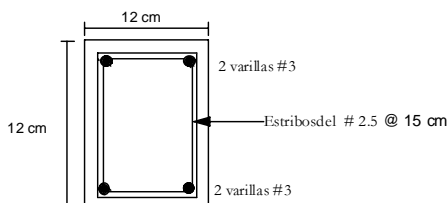
$$s_{\text{MURO } 12} = 1.5 t = 1.5 (12) = 18 \text{ cm}$$

$$s_{\text{MURO } 24} = 1.5 t = 1.5 (24) = 36 \text{ cm}$$

$$A_{SC_{\text{MURO } 12}} = \frac{1000 s}{f_y h_c} = \frac{1000 (18)}{4200 (12)} = 0.3572 \text{ cm}^2$$

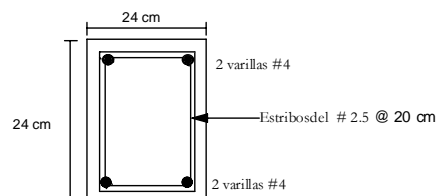
$$A_{SC_{\text{MURO } 24}} = \frac{1000 s}{f_y h_c} = \frac{1000 (36)}{4200 (24)} = 0.3572 \text{ cm}^2$$

DALA TIPO MURO DE 12 cm



Se usarán estribos del # 2.5 @ 15 cm.

DALA TIPO MURO DE 24 cm



Se usarán estribos del # 2.5 @ 20 cm.

CASTILLO

Se procederá a revisar tanto para muros de 12 cm. como para muros de 24 cm. con la reacción mas grande calculada y así poder garantizar que ambos resisten perfectamente la carga.

Datos

$$f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 12 \text{ cm} \quad b = 24 \text{ cm}$$

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

$$h = 12 \text{ cm} \quad h = 24 \text{ cm}$$

$$FR = 0.8 \text{ por estar confinado}$$

$$\rho = \text{porcentaje de las 4 varillas del castillo}$$

Usando varillas del # 3 $a_o=0.71 \text{ cm}^2$ para ambos casos

$$\rho_{12\text{cm}} = \frac{A_s}{bh} = \frac{4(0.71)}{12(12)} = 0.0197$$

$$\rho_{24\text{cm}} = \frac{A_s}{bh} = \frac{4(0.71)}{24(24)} = 0.0049$$

La ecuación para calcular la resistencia del concreto con refuerzo longitudinal y recubrimiento.

$$Pro_{12\text{cm}} = FR[f_c b h (1 - \rho) + f_y b h \rho] = 0.8 [150 (12) (12) (1 - 0.0197) + 4200 (12) (12) (0.0197)]$$

$$Pro_{12\text{cm}} = 26,471.232 \text{ kg}$$

$$Pro_{24\text{cm}} = FR[f_c b h (1 - \rho) + f_y b h \rho] = 0.8 [150 (24) (24) (1 - 0.0049) + 4200 (24) (24) (0.0049)]$$

$$Pro_{24\text{cm}} = 78,264.576 \text{ kg}$$

Comparando con P_u (planta alta)

$$P_u = F.C (\text{reacción mas grande}) = 1.4 (6.63) = 9.282 \text{ Ton} = 9282.00 \text{ kg}$$

Como $Pro_{12\text{cm.}} = 26,471.232 \text{ kg} > P_u = 9,282.00 \text{ kg}$ el castillo de 12 cm. soporta la carga.

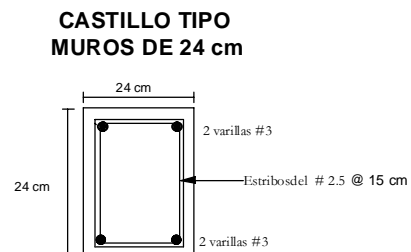
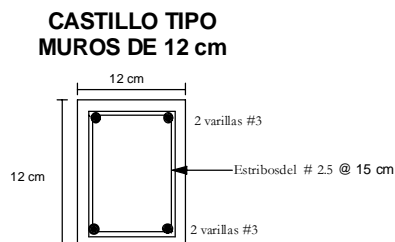
Como $Pro_{24\text{cm.}} = 78,264.576 \text{ kg} > P_u = 9,282.00 \text{ kg}$ el castillo de 24 cm. soporta la carga.

Comparando con P_u (planta baja)

$$P_u = F.C (\text{reacción mas grande}) = 1.4 (7.577 + 6.63) = 19.8898 \text{ Ton} = 19889.8 \text{ kg}$$

Como $Pro_{12\text{cm.}} = 26,471.232 \text{ kg} > P_u = 19,889.8 \text{ kg}$ el castillo de 12 cm. soporta la carga.

Como $Pro_{24\text{cm.}} = 78,264.576 \text{ kg} > P_u = 19,889.8 \text{ kg}$ el castillo de 24 cm. soporta la carga.



CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN

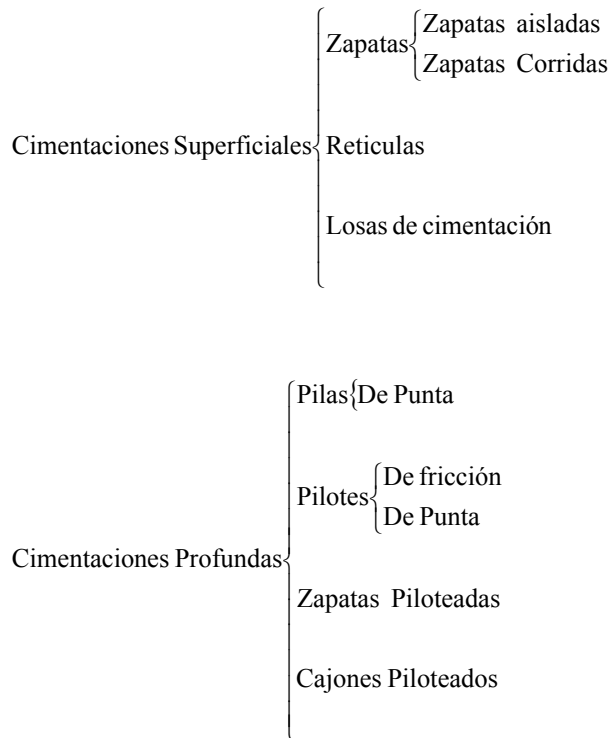
La cimentación está formada por aquellos elementos interactúan entre la superestructura y el terreno.

La cimentación es la parte más importante de una construcción, en la cual no deberá omitirse por ningún motivo, las dimensiones, calidad y proporciones reales de los materiales a emplear, debido a que sería muy costoso pretender reparar en un futuro los defectos originados por estas deficiencias.

La función de una cimentación es proporcionar a la construcción una base rígida, capaz de transmitir al suelo las cargas producidas, sin que se produzcan fallas o deformaciones excesivas en el terreno.

CLASIFICACIÓN DE LAS CIMENTACIONES

La clasificación más común de estas subestructuras esta hecha con respecto a la profundidad de desplante de la cimentación, encontrándose así dos grupos: las cimentaciones superficiales las cuales están apoyadas en estratos poco profundos y las cimentaciones profundas que están apoyadas en estratos con gran profundidad.



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.

a) ZAPATAS AISLADAS

Es aquella zapata en la que descansa una columna, esta zapata está limitada a aquellos casos en que el terreno tiene una resistencia media o alta en relación con las cargas, y no se produzcan asentamientos diferenciales importantes.

En zonas de riesgo sísmico se acostumbra unir las zapatas por medio de trabes de liga, las cuales permiten que la estructura se mueva en conjunto ante la acción de los posibles desplazamientos horizontales del terreno. Estas vigas no están diseñadas para absorber momentos flexionantes, sino fuerzas axiales. Por ello se diseñan para que su capacidad de carga axial de tensión sea por lo menos igual al 10% de la carga máxima transferida por las columnas que se unen.

b) ZAPATAS CORRIDAS

Estas pueden ser bajo columnas o bajo muros. Son cimentaciones de gran longitud en comparación con su sección transversal.

Estas se utilizaran cuando:

- 1- Se trata de cimentar un elemento continuo, como por ejemplo un muro.
- 2- Se busca homogeneizar los asentamientos de una alineación de columnas.
- 3- Se quieren reducir los esfuerzos en el terreno.
- 4- Para puentear defectos y heterogeneidades del terreno
- 5- Por la proximidad de zapatas aisladas, resulta más sencillo realizar una zapata corrida.

PARA ESTE PROYECTO SE PROCEDERÁ A UTILIZAR ZAPATA CORRIDA, DEBIDO A QUE LAS CARGAS BAJAN POR ELEMENTOS CONTINUOS (MUROS).

DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA DE LINDERO BAJO MURO.

Las cargas a considerar en el diseño para los diferentes tramos son:

| TRAMO | CARGA |
|-----------|-------------|
| Eje 1 A-D | 1.913Ton/m |
| Eje A 1-6 | 3.829 Ton/m |
| Eje D 1-6 | 3.682 Ton/m |
| Eje 6 A-D | 3.755 Ton/m |

Nota: Como en el tramo (eje 1 A-D) no se presenta carga sobre los muros debido a que interviene una trabe, la cual transmite la carga directamente a los castillos y estos a su vez la transmiten a las zapatas, se diseñara sólo para la carga que transmiten los muros y se procederá a diseñar después la ampliación de la zapata debido a las cargas axiales que transmiten los castillos.

Las propiedades del terreno fueron proporcionadas de un estudio de mecánica de suelos realizado con anterioridad.

Diseño de la zapata corrida Eje A1-6

Datos:

$$P = 3.829 \text{ Ton/m}$$

$$f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f * c = 160 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$F_c = 1.4$$

$$\gamma_c = 2.4 \text{ Ton/m}^3$$

$$C = 24 \text{ cm}$$

Propiedades del terreno

$$\gamma_s = 1.3 \text{ Ton/m}^3$$

$$q_r = 9 \text{ Ton/m}^2$$

$$D_f = 1.5 \text{ m}$$

Se propone calcular B con la siguiente expresión:

$$B = 1.25 \frac{P}{q_r} = 1.25 \frac{3.829}{9} = 0.532\text{m}; 0.55 \text{ m}$$

$$W_s = \left(\frac{\gamma_c + \gamma_s}{2} \right) B L D_f$$

$$W_s = \left(\frac{2.4 + 1.3}{2} \right) (0.55)(1.00)(1.5) = 1.526 \text{ ton/m}$$

$$P_T = P + W_s = 3.829 + 1.526 = 5.355 \text{ ton/m}$$

Donde :

B = ancho de la zapata

W_s = peso propio supuesto de la cimentación

P_T = descarga total

P = descarga de la superestructura

γ_c = peso volumétrico del material de la zapata

γ_s = peso volumétrico del suelo

D_f = profundidad de la cimentación

L = 1.00 (por considerase para una franja de 1 m.)

Dimensionamiento

$$B = \frac{P_T}{q_r} = \frac{5.355}{9} = 0.595\text{m} \approx 0.6\text{m}$$

Cálculo de la presión de contacto (q)

$$q = \frac{P_T}{B L} = \frac{5.355}{0.6(1)} = 8.925 \text{ ton/m}^2 < q_r = 9.00 \text{ ton/m}^2$$

Se acepta B = 0.60 m

Cálculo de la presión neta última (q_{nu})

$$q_{nu} = FC \frac{P}{B L} = 1.4 \frac{3.829}{0.6(1)} = 8.934 \text{ ton/m}^2$$

Diseño de la losa de la zapata

a) Por cortante

$$v_{CR} = 0.5 F_R \sqrt{f * c} = 0.5 (0.8) \sqrt{160} = 5.06 \text{ kg/cm}^2$$

$$\ell = B - c = 0.6 - 0.24 = 0.36\text{m} = 36 \text{ cm}$$

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{v_{CR} + q_{nu}} = \frac{0.8934 (36)}{5.06 + 0.8934} = 5.403 \text{ cm} < d_{min} = 10 \text{ cm}$$

se usará d = 10 cm

$$H = d + \text{recubrimiento} = 10 + 5 = 15 \text{ cm}$$

Cálculo del peso real de la cimentación (W_{REAL})

| | h (m) | b (m) | p.vol (ton/m ³) | Total (ton) |
|-------------|----------|----------|--------------------------------|----------------|
| W plantilla | 0.05 | 0.60 | 2.20 | 0.066 |
| W losa | 0.15 | 0.60 | 2.40 | 0.216 |
| W muro | 1.30 | 0.24 | 1.80 | 0.562 |
| w relleno | 1.30 | 0.36 | 1.30 | 0.6084 |
| | | | W REAL= | 1.453 ton |

$$W_{REAL} = 1.453 \text{ ton} < W_s = 1.526 \text{ ton}$$

Como el peso propio supuesto no excede el peso real de la cimentación, se aceptan las dimensiones propuestas.

b) Por flexión

Sentido transversal (lado corto).

$$M_u = \frac{q_{nu} (\ell + c/4)^2}{2} = \frac{8.934(.36 + .24/4)^2}{2} = 0.7880 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$\rho = \frac{136}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.7880 \times 10^5)}{0.9(100)(10)^2 136}} \right] = 0.00216$$

como :

$$\rho_{\min} = 0.00236 > \rho = 0.00216$$

se usará $\rho = 0.00236$

$$A_s = 0.00236(100)(10) = 2.36 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas del #3 con $a_o=0.71 \text{ cm}^2$

$$S_{\#3} = \frac{100 a_o}{A_s} = \frac{100(0.71)}{2.36} = 30.084 \text{ cm}$$

Se usarán varillas del #3 a cada 30 cm c.a.c

Sentido Longitudinal (lado largo)

Como la zapata sólo se flexiona en el sentido transversal (lado corto), en el sentido longitudinal (lado largo) solo se colocará acero por temperatura.

$$A_{ST} = \frac{660 x_1 e 100}{f_y (x_1 + 100)} = \frac{660(10)(1.5)100}{4200(10 + 100)} = 2.143 \text{ cm}^2$$

Donde.

e = factor de amplificación por estar en contacto directo con el terreno igual a 1.5

x_1 = Peralte efectivo de la losa

Proponiendo varillas del #3 con $a_o=0.71 \text{ cm}^2$

$$S_{\#3} = \frac{100 a_o}{A_s} = \frac{100(0.71)}{2.143} = 33.133 \text{ cm}$$

Se usarán varillas del #3 a cada 30 cm c.a.c

Para las zapatas corridas de lindero Ejes (1 A-D, D1-6 y 6A-D) se siguió el mismo proceso de análisis, que para la zapata corrida Eje A1-6, por lo que a continuación se resume en la siguiente tabla los resultados obtenidos.

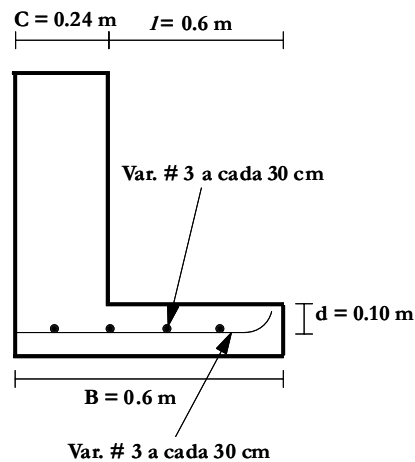
Datos:

| | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ | Propiedades del terreno |
| $f^*c = 160 \text{ kg/cm}^2$ | $\gamma_s = 1.3 \text{ Ton/m}^3$ |
| $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ | |
| $F_c = 1.4$ | $q_r = 9 \text{ Ton/m}^2$ |
| $\gamma_c = 2.4 \text{ Ton/m}^3$ | |
| $C = 24 \text{ cm}$ | $D_f = 1.5 \text{ m}$ |

| TRAMO | CARGA (Ton/m) | B (m) | d (cm) | Refuerzo S. Transv. | S (cm) | Refuerzo S. Long. | S (cm) |
|-----------|---------------|-------|--------|---------------------|--------|-------------------|--------|
| Eje 1 A-C | 1.913 | 0.400 | 10 | # 3 | 30 | # 3 | 30 |
| Eje D 1-6 | 3.682 | 0.600 | 10 | # 3 | 30 | # 3 | 30 |
| Eje 6 A-D | 3.755 | 0.600 | 10 | # 3 | 30 | # 3 | 30 |

CROQUIS DE ARMADO

Zapatas Ejes (A 1-6, D 1-6, 6 A-D y A 1-6)



Debido a que en el tramo D1-6, 6A-D y 1A-D existen castillos que transmiten carga axial, se deberá diseñar la ampliación necesaria para cada zapata.

Como en la planta alta también existen castillos que transmiten carga axial y estos coinciden con los de la planta inferior, esta carga se le sumará a la carga axial de los castillos de planta baja.

Diseño de la ampliación de la zapata (Eje 6A-D) $Z_{C_{6C}}$.

| | | |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Planta alta (T - 7) | Planta baja (T - 3) | Carga Total |
| $R_{6C} = 2.5627 \text{ Ton}$ | $R_{6C} = 1.671 \text{ Ton}$ | $C_{6C} = 4.234 \text{ Ton}$ |

Cálculo de la descarga total (P_{TOTAL}) en el tramo de área de influencia del castillo

$$P_{TOTAL} = P_T B + P_{CASTILLO}$$

$$P_{TOTAL} = 5.355(0.6) + 4.234 = 7.447 \text{ ton}$$

Área de ampliación (A_z)

$$A_z = \frac{P_{TOTAL}}{q_r} = \frac{7.447}{9} = 0.8274 \text{ m}^2$$

como $A_z = B^2$ entonces

$$B = 0.91 \text{ m} \approx 1.0 \text{ m}$$

Se tomará la ampliación calculada y se diseñará como si fuera una zapata aislada con carga axial.

Carga total en la ampliación. (P_A)

$$P_A = P B + P_{CASTILLO} = 3.829(1.0) + 4.234 = 8.063 \text{ ton}$$

Cálculo de la presión neta última (q_{nu})

$$q_{nu} = FC \frac{P_A}{A_z} = 1.4 \frac{8.063}{1.0} = 11.288 \text{ ton/m}^2$$

Cálculo del peralte requerido para resistir cortante por penetración.

Para ésto se utilizará la siguiente ecuación.

$$(q_{nu} + 4v_{CR})d^2 + [(q_{nu} + 2v_{CR})(c_1 + c_2)]d + q_{nu} c_1 c_2 - Pu = 0$$

$$v_{CR} = F_R \sqrt{f * c} = 0.8 \sqrt{160} = 10.12 \text{ kg/cm}^2$$

$$c = c_1 = c_2 = 0.24 \text{ m} = 24 \text{ cm}$$

$$Pu = FC P_{CASTILLO} = 1.4 (4.234) = 5.93 \text{ ton}$$

Donde :

v_{CR} = resistencia de diseño del concreto

c_1 = dimensión mayor del dado

c_2 = dimensión menor del dado

$$(1.1288 + 4(10.12))d^2 + [(1.1288 + 2(10.12))(24 + 24)]d + 1.1288(24)(24) - 5930 = 0$$

$$d = 4.3721 \text{ cm}$$

por lo que se tomará $d = 4.3721 \text{ cm}$

como $d = 4.3721 \text{ cm} < d_{min} = 10 \text{ cm}$

se tomará $d = 15 \text{ cm}$

$$H = 15 + 5 = 20 \text{ cm}$$

Diseño por flexión

$$Mu = \frac{q_{nu} \ell^2}{2} = \frac{11.288 (0.76)^2}{2} = 3.259 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$\rho = \frac{136}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(3.259 \times 10^5)}{0.9(100)(15)^2 136}} \right] = 0.00409$$

como :

$$\rho_{min} = 0.00236 < \rho = 0.00409 < \rho = 0.0114$$

se usará $\rho = 0.00409$

$$As = 0.00409 (100)(15) = 6.1373 \text{ cm}^2$$

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

$$S_{\#5} = \frac{100 a_o}{As} = \frac{100 (1.27)}{6.1373} = 20.6933 \text{ cm}$$

Se usarán varillas del #4 a cada 20 cm c.a.c

Para la ampliación de las zapatas corridas de lindero Ejes (1 A-D y D1-6) se siguió el mismo proceso de análisis, que para la ampliación de la zapata corrida Eje 6 A-D, por lo que a continuación se resume en la siguiente tabla los resultados obtenidos.

| TRAMO | Zapata | Carga (Ton) | B (m) | d (cm) | Refuerzo ampliación | S (cm) |
|-----------|-------------------|-------------|-------|--------|---------------------|--------|
| Eje D 1-6 | Z _{C 3D} | 3.926 | 1.00 | 15 | # 4 | 20 |
| Eje 1 A-D | Z _{C 1A} | 4.262 | 1.00 | 15 | # 4 | 20 |
| | Z _{C 1C} | 14.207 | 1.50 | 15 | # 4 | 25 |
| | Z _{C 1D} | 4.262 | 1.00 | 15 | # 4 | 20 |

DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA DE CENTRO BAJO MURO.

| TRAMO | CARGA (Ton/m) |
|-----------|---------------|
| Eje C 1-2 | 6.078 |
| Eje C 4-5 | 1.129 |
| Eje B 2-3 | 7.272 |
| Eje 2 A-D | 9.752 |
| Eje 3 A-C | 5.482 |
| Eje 4 A-C | 4.974 |
| Eje 5 A-D | 4.843 |

Datos: Zapa ta corrida de centro bajo muro Eje 2A-D

$$P = 9.752 \text{ Ton/m}$$

$$f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f^*c = 160 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$F_c = 1.4$$

$$\gamma_c = 2.4 \text{ Ton/m}^3$$

$$C = 24 \text{ cm}$$

Propiedades del terreno

$$\gamma_s = 1.3 \text{ Ton/m}^3$$

$$q_r = 9 \text{ Ton/m}^2$$

$$D_f = 1.5 \text{ m}$$

Se propone calcular **B** con la siguiente expresión:

$$B = 1.25 \frac{P}{qr} = 1.25 \frac{9.752}{9} = 1.354 \text{ m} \approx 1.4 \text{ m}$$

$$W_s = \left(\frac{2.4 + 1.3}{2} \right) (1.4) (1.00) (1.5) = 3.885 \text{ ton/m}$$

$$P_T = 9.752 + 3.885 = 13.637 \text{ ton/m}$$

Dimensionamiento

$$B = \frac{P_T}{qr} = \frac{13.637}{9} = 1.52 \approx 1.6 \text{ m}$$

Cálculo de la presión de contacto (q)

$$q = \frac{P_T}{BL} = \frac{13.637}{1.6(1)} = 8.5232 \text{ ton/m}^2 < qr = 9.00 \text{ ton/m}^2$$

Se acepta $B = 1.60 \text{ m}$

Cálculo de la presión neta última (q_{nu})

$$q_{nu} = FC \frac{P}{BL} = 1.4 \frac{9.752}{1.6(1)} = 8.533 \text{ ton/m}^2$$

Diseño de la losa de la zapata

a) Por cortante

$$v_{CR} = 0.5 F_R \sqrt{f * c} = 0.5 (0.8) \sqrt{160} = 5.06 \text{ kg/cm}^2$$

$$\ell = \frac{B - c}{2} = \frac{1.6 - 0.24}{2} = 0.68 \text{ m} = 68 \text{ cm}$$

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{v_{CR} + q_{nu}} = \frac{0.8533(68)}{5.06 + 0.8533} = 9.82 \text{ cm} < d_{min} = 10 \text{ cm}$$

se usará $d = 10 \text{ cm}$.

$$H = d + \text{recubrimiento} = 10 + 5 = 15 \text{ cm}$$

Cálculo del peso real de la cimentación (W_{REAL})

| | h | b | p.vol | total |
|----------------|------|------|---------|--------|
| W plantilla | 0.05 | 1.60 | 2.20 | 0,176 |
| W losa | 0.15 | 1.60 | 2.40 | 0.576 |
| W muro | 1.30 | 0.24 | 1.80 | 0.561 |
| w relleno | 1.30 | 1.36 | 1.30 | 2.2985 |
| | | | W REAL= | 3.6114 |

$$W_{REAL} = 3.6114 \leq W_s = 3.885$$

Como el peso propio supuesto no excede el peso real de la cimentación, se aceptan las dimensiones propuestas.

b) Por flexión

Sentido transversal (lado corto).

$$M_u = \frac{q_n u \ell^2}{2} = \frac{8.533(0.68)^2}{2} = 1.973 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$\rho = \frac{136}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.973 \times 10^5)}{0.9(100)(10)^2 136}} \right] = 0.00787$$

como :

$$\rho_{\min} = 0.00236 < \rho = 0.00573 < \rho = 0.0114$$

se usara $\rho = 0.00573$

$$A_s = 0.00573(100)(10) = 5.73 \text{ cm}^2$$

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

$$S_{\#4} = \frac{100 a_o}{A_s} = \frac{100(1.27)}{7.87} = 22.16 \text{ cm}$$

Se usarán varillas del #4 a cada 20 cm c.a.c

Sentido Longitudinal (lado largo)

Como la zapata solo se flexiona en el sentido transversal (lado corto), en el sentido longitudinal (lado largo) solo se colocará acero por temperatura.

$$A_{ST} = \frac{660 x_1 e 100}{f_y (x_1 + 100)} = \frac{660(10)(1.5)100}{4200(10 + 100)} = 2.143 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas del #3 con $a_o = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S_{\#3} = \frac{100 a_o}{A_s} = \frac{100(0.71)}{2.143} = 33.131 \text{ cm}$$

Se usarán varillas del #3 a cada 30 cm c.a.c

Para las zapatas corridas de centro Ejes (C 1-2, C 4-5, B 2-3, 3 A-C, 4 A-C y 5 A-D) se siguió el mismo proceso de análisis, que para la zapata corrida Eje 2 A-D, por lo que a continuación se resume en la siguiente tabla los resultados obtenidos.

Datos:

$$f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{*c} = 160 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$F_c = 1.4$$

$$\gamma_c = 2.4 \text{ Ton/m}^3$$

$$C = 24 \text{ cm}$$

Propiedades del terreno

$$\gamma_s = 1.3 \text{ Ton/m}^3$$

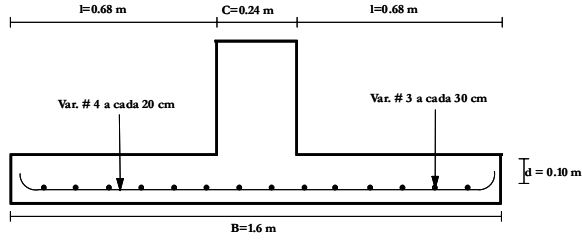
$$q_r = 9 \text{ Ton/m}^2$$

$$D_f = 1.5 \text{ m}$$

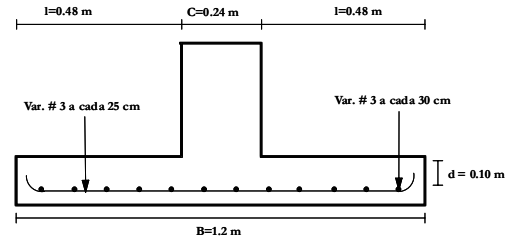
| TRAMO | CARGA (Ton/m) | B (m) | d (cm) | Refuerzo S. Transv. | S (cm) | Refuerzo S. Long. | S (cm) |
|-----------|---------------|-------|--------|---------------------|--------|-------------------|--------|
| Eje C 1-2 | 6.078 | 1.00 | 10 | # 3 | 30 | # 3 | 30 |
| Eje C 4-5 | 1.129 | 0.40 | 10 | # 3 | 30 | # 3 | 30 |
| Eje B 2-3 | 7.272 | 1.2 | 10 | # 3 | 25 | # 3 | 30 |
| Eje 3 A-C | 5.482 | 0.90 | 10 | # 3 | 30 | # 3 | 30 |
| Eje 4 A-C | 4.974 | 0.80 | 10 | # 3 | 30 | # 3 | 30 |
| Eje 5 A-D | 4.843 | 0.80 | 10 | # 3 | 30 | # 3 | 30 |

CROQUIS DE ARMADO

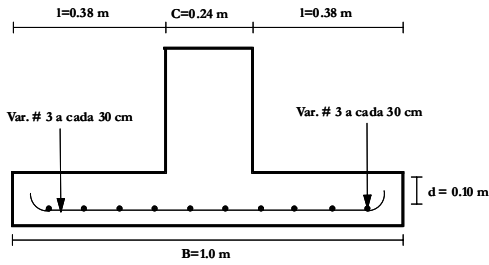
Zapata Eje 2 A-D



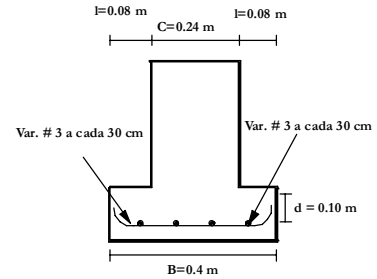
Zapata Eje B 2-3



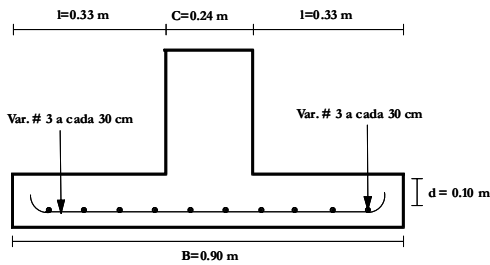
Zapata Eje C 1-2



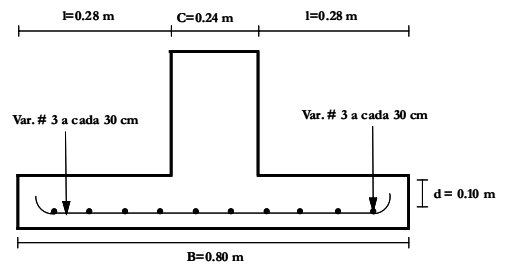
Zapata Eje C 4-5



Zapata Eje 3 A-c



Zapatas Eje (4 A-c y 5 A-D)



Debido a que en el tramo 3 A-C y C 4-5 existen castillos que transmiten carga axial, se deberá diseñar la ampliación necesaria para cada zapata.

Como en la planta alta también existen castillos que transmiten carga axial y estos coinciden con los de la planta inferior, esta carga se le sumará a la carga axial de los castillos de planta baja.

| | | |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Planta alta (Γ - 5) | Planta baja (Γ - 2) | Carga Total |
| $R_{3C} = 2.1322 \text{ Ton}$ | $R_{3C} = 1.794 \text{ Ton}$ | $C_{3C} = 9.31 \text{ Tonn}$ |

Diseño de la ampliación de la zapata (Eje 3 A-C) $Z_{C 3C}$.

Cálculo de la descarga total (P_{TOTAL}) en el tramo de área de influencia del castillo

$$P_{TOTAL} = 7.702(0.90) + 9.31 = 16.242 \text{ ton}$$

Área de ampliación (A_z)

$$A_z = \frac{P_{TOTAL}}{q_r} = \frac{16.242}{9} = 1.80467 \text{ m}^2$$

como $A = B^2$ entonces

$$B = 1.345 \text{ m} \approx 1.4 \text{ m}$$

Tomando la ampliación calculada y procediendo a diseñar como si fuera una zapata aislada con carga axial.

Carga total en la ampliación (P_A).

$$P_A = P_B + P_{CASTILLO} = 5.482(1.4) + 9.31 = 16.985 \text{ ton}$$

Cálculo de la presión neta última (q_{nu})

$$q_{nu} = FC \frac{P_A}{A_z} = 1.4 \frac{16.985}{1.96} = 12.133 \text{ ton/m}^2$$

Cálculo del peralte requerido para resistir cortante por penetración.

Para esto se utilizará la siguiente ecuación.

$$(q_{nu} + 4v_{CR})d^2 + [(q_{nu} + 2v_{CR})(c_1 + c_2)]d + q_{nu}c_1c_2 - P_u = 0$$

Donde:

$$v_{CR} = F_R \sqrt{f * c} = 0.8 \sqrt{160} = 10.12 \text{ kg/cm}^2$$

$$c = c_1 = c_2 = 0.24 \text{ m} = 24 \text{ cm}$$

$$P_u = FC P_{\text{CASTILLO}} = 1.4 (9.31) = 13.03 \text{ ton}$$

$$(1.2133 + 4 (10.12))d^2 + [(1.2133 + 2 (10.12))(24 + 24)]d + 1.2133 (24) (24) - 13034 = 0$$

$$d = 8.83 \text{ cm}$$

por lo que se tomara $d = 8.83 \text{ cm}$

como $d = 8.83 \text{ cm} < d_{\text{min}} = 10 \text{ cm}$

se acepta $d = 10 \text{ cm}$

$$H = 10 + 5 = 15 \text{ cm}$$

Diseño por flexión

$$M_u = \frac{q_{nu} \ell^2}{2} = \frac{12.133 (0.58)^2}{2} = 2.041 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$\rho = \frac{136}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(2.041 \times 10^5)}{0.9 (100) (10)^2 136}} \right] = 0.00594$$

como :

$$\rho_{\text{min}} = 0.00236 < \rho = 0.00594 < \rho = 0.0114$$

se usará $\rho = 0.00594$

$$A_s = 0.00594 (100) (10) = 5.945 \text{ cm}^2$$

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

$$S_{\#4} = \frac{100 a_o}{A_s} = \frac{100 (1.27)}{5.945} = 21.36 \text{ cm}$$

Se usarán varillas del # 4 a cada 20 cm c.a.c

Para la ampliación de las zapatas corridas de lindero Ejes (1 A-D y D1-6) se siguió el mismo proceso de análisis, que para la ampliación de la zapata corrida Eje 6 A-D, por lo que a continuación se resume en la siguiente tabla los resultados obtenidos.

| TRAMO | Zapata | Carga (Ton) | B (m) | d (cm) | Refuerzo ampliación | S (cm) |
|-----------|-------------|-------------|-------|--------|---------------------|--------|
| Eje C 4-5 | $Z_{C\ 4C}$ | 7.62 | 1.3 | 10 | # 3 | 15 |
| | $Z_{C\ 5C}$ | 7.14 | 1.2 | 10 | # 3 | 10 |

CONCLUSIONES

En el trabajo de tesina se verificó la importancia que tiene el análisis y diseño estructural de una Casa-Habitación, lo cual implica gran responsabilidad para el Ingeniero civil. Además se comprendió porque una buena estructuración conduce hacia un buen funcionamiento y menor costo de la estructura.

También se desarrolló el análisis y diseño de los diferentes elementos que integran la estructura, es decir, losas, trabes, muros, columnas, castillos, dalas de desplante y la cimentación. El desarrollo de un proyecto como éste proporciona una mejor visión en el proceso que se lleva a cabo para poder realizar una construcción de obra civil.

GLOSARIO

| | |
|------------|--|
| A_s | área de refuerzo longitudinal en tensión en acero de elementos a flexión (cm^2). |
| A_{ST} | área mínima de refuerzo longitudinal requerido por temperatura (cm^2). |
| a_{ST} | refuerzo mínimo requerido por temperatura (cm). |
| a_1, a_2 | respectivamente, claros corto y largo de un tablero de una losa (m) |
| B | ancho total de la zapata (m). |
| b | ancho de una sección rectangular o ancho de una viga ficticia para resistir fuerza. Cortante en losas o zapatas. |
| d | peralte efectivo en la dirección de flexión (cm). |
| e_c | excentricidad debido a cargas verticales (cm). |
| e' | excentricidad calculada para la carga vertical más una excentricidad accidental (cm). |
| F_{AE} | factor de área efectiva de los muros de carga. |
| fd | factor de distribución. |
| F_E | factor de reducción por efectos de excentricidad y esbeltez. |
| F_R | factor de resistencia |
| $f'c$ | resistencia especificada del concreto a compresión (kg/cm^2). |
| $f''c$ | magnitud del bloque equivalente de esfuerzos del concreto a compresión (kg/cm^2). |
| f^*c | resistencia nominal del concreto a compresión (kg/cm^2). |
| f_m^* | resistencia de diseño a compresión de la mampostería, referida al área bruta (kg/cm^2). |
| f_y | esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuerzo (kg/cm^2). |
| H | altura de un segmento a tablero del muro en consideración (cm). |
| h | peralte total de un elemento (cm). |
| k | factor de altura efectiva del muro, también factor de rigidez angular de un tablero. |
| L | longitud efectiva del muro (cm). |
| M | momento flexionante que actúa en una sección ($\text{kg}\cdot\text{cm}$). |
| M_u | momento flexionante último de diseño que actúa en una sección ($\text{kg}\cdot\text{cm}$). |

| | |
|---------------|---|
| P | carga axial total que obra sobre una sección (kg). |
| P_x , P_y | cargas verticales soportadas por los muros de planta baja en dirección X y dirección Y. |
| P_R | resistencia de diseño del muro a carga vertical (kg). |
| P_u | carga axial de diseño (kg). |
| S | separación del refuerzo transversal (cm). |
| t | espesor de una sección (cm). |
| V | fuerza cortante que actúa en una sección (kg) |
| V_{CR} | fuerza cortante de diseño que toma el concreto (kg). |
| V_{SR} | fuerza cortante de diseño que toma el acero de refuerzo transversal (kg). |
| V_u | fuerza cortante de diseño (kg) |
| w | carga uniformemente distribuida (kg/m). |
| x_1 | dimensión mínima del miembro medida perpendicularmente al refuerzo por cambios volumétricos (cm). |
| β_1 | factor definido que especifica la profundidad del bloque equivalente de esfuerzos a compresión. |
| γ_c | peso volumétrico del concreto (ton/m ³). |
| γ_s | peso volumétrico del suelo (ton/m ³). |
| ρ | porcentaje de acero de refuerzo |