



Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

UNIDAD DE APRENDIZAJE CRITERIO ESTRUCTURAL



C.E.C.y.T. 4
"Lázaro Cárdenas"
6° SEMESTRE
CONSTRUCCIÓN

PRIMER PARCIAL

- Conceptos físicos
- Propiedades de los materiales

SEGUNDO PARCIAL

- Pesos unitarios
- Áreas tributarias
- Canalización de cargas
- Análisis y diseño de elementos de subestructura
- Análisis y diseño de elementos de superestructura

TERCER PARCIAL

- Integración de gráficos resultado de cálculos

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Reglamento de Construcción del D.F.
- Diseño y cálculo de Estructuras de Concreto Reforzado.
- Normas Técnicas Complementarias para Diseño en Concreto.

PRIMER PARCIAL

CONCEPTOS FÍSICOS

SUPERESTRUCTURA

Son aquellos elementos estructurales de una edificación localizados por encima del nivel de terreno natural.

SUBESTRUCTURA

Elementos localizados por debajo del nivel de terreno (cimentación)

MASA

Cantidad de materia que posee un cuerpo

Kg gr lb ton

Ejemplo de dos personas de diferente altura

Dos elementos estructurales con la misma altura, pero con cambio de dimensiones, poseen diferente cantidad de materia

PESO

Es la fuerza de atracción que ejerce la tierra sobre un cuerpo

Kg gr lb ton

Atracción que ejerce la tierra sobre todos los cuerpos, en dirección al centro de la misma.

VOLUMEN

Es el espacio que ocupa un cuerpo

M³ lt gal dm³

Ejemplo, el espacio ocupado por los elementos estructurales, losas, trabes, columnas, etc. se requieren de tres dimensiones para su cálculo, largo, ancho y altura

DENSIDAD

Es la relación de la masa entre su volumen

DENSIDAD= MASA / VOLUMEN

Kg/m³ kg/cm³ N/m³

Dos elementos, con el mismo volumen, el mismo material, pero con diferente grado de compactación, por ejemplo, el cartón, esponja.

PESO ESPECÍFICO

Es la relación entre el peso y el volumen

PESO VOLUMETRICO = PESO / VOLUMEN Kg/m³ N/m³

Ejemplo:

Peso volumétrico del concreto reforzado= 2400 kg / m³

Peso volumétrico del concreto simple = 2200 kg / m³

Aplicación en el cálculo del peso de elementos estructurales

ESFUERZO

Es la acción enérgica de oposición de las fuerzas internas y las externas aplicadas a un cuerpo.

COMPRESIÓN

Fuerzas que actúan sobre la misma línea de acción hacia un punto intermedio entre ellas.

TENSIÓN

Fuerzas que actúan sobre la misma línea de acción en sentido contrario.

FLEXION

Combinación de dos esfuerzos que se presentan de manera simultánea, compresión y tensión.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS

Las propiedades químicas de los materiales son una de las más importantes, se manifiestan al interactuar con otras sustancias o materiales, generándose en ocasiones transformaciones importantes, llegando a transformarse en otro material diferente, lo que se debe a una reacción química.

OXIDACIÓN:

es la facilidad con la que un material reacciona en contacto con el oxígeno del aire, es decir, se oxida. cuando el material se oxida en contacto con el agua, se dice que se corroe.

PROPIEDADES MECÁNICAS

Las propiedades mecánicas de los materiales son las que determinan el comportamiento cuando se ven sometidos a la acción de fuerzas exteriores de cualquier tipo, continuas o discontinuas, estáticas, dinámicas o cíclicas. a continuación, se enlistan las propiedades mecánicas más importantes:

RESISTENCIA:

capacidad de un material de soportar un esfuerzo exterior.

ELASTICIDAD:

capacidad de un material de recuperar su forma original una vez que cesa la fuerza exterior que origina su deformación. un material muy elástico vuelve a su forma original una vez que cesa la fuerza aplicada

PLASTICIDAD:

capacidad de un material de adquirir deformaciones permanentes sin llegar a romperse

DUREZA:

resistencia que presenta un material a dejarse rayar por otro. el material más duro que se reconoce es el diamante, por lo que es utilizado para marcar y rayar otros materiales.

TENACIDAD:

resistencia a la rotura que opone un material cuando es golpeado, un ejemplo de un material tenaz es el metal

FRAGILIDAD:

propiedad de un cuerpo de romperse con facilidad cuando es golpeado. el vidrio es un material frágil

DUCTILIDAD:

capacidad de un material para deformarse fácilmente, si se trata de un material metálico, el término alude a la capacidad de extenderse y formar hilos o cables.

MALEABILIDAD:

capacidad de un material para adoptar una forma diferente a la original sin romperse. en el caso de los materiales metálicos es la capacidad de extenderse y formar así planchas o láminas.

PROPIEDADES TECNOLOGICAS

las propiedades tecnológicas o de fabricación de los materiales son las propiedades que determinan o informan de la capacidad de un material determinado de ser sometido a una determinada operación industrial.

DUCTILIDAD

es la capacidad de un material para ser deformado mediante esfuerzos de tracción: frágil, dúctil, muy dúctil.

SEGUNDO PARCIAL

PESOS UNITARIOS

Las cargas muertas o permanentes actúan continuamente sobre la estructura, su cálculo se realiza en base al volumen y al peso volumétrico de los elementos estructurales y acabados que conforman la carga muerta de la estructura.

TABLA DE PESOS VOLUMÉTRICOS PARA EL CÁLCULO DE CARGA MUERTA.

MATERIAL	PESO kg/m ³	PESO kg/m ³
Basalto (piedra braza)		
a) Seco	2350	2600
b) saturado	2450	2600
Granito natural	2400	3200
Mármol	2550	2600
Tepetate seco	750	1600
Tepetate saturado	1300	1950
Tezontle seco	650	1250
Tezontle saturado	1150	1550
Arena uniforme seca	1400	1750
Arena saturada	1850	2100
Concreto simple	2000	2200
Concreto reforzado	2200	2400
Mortero cal-arena	1400	1500
Mortero cemento-arena	1900	2000
Mortero yeso	1200	1500
Tabique o ladrillo rojo	1550	1650
Tabique o ladrillo reforzado	1550	2250
Bloques de vidrio para muros	650	1250
Prismáticos para tragaluz	1500	2000
Vidrio plano	2800	3100
	Carga en kg/m ²	
Pasta	25	35
Granito o terrazo		
20x20	35	45
30x30	45	55
40x40	55	65
Azulejo	10	15
Loseta vinílica o asfáltica	5	10
Alfombra	10	15

Debido a la posible variación de espesor de las losas, el reglamento establece un incremento de carga de 20 kg/m² y un incremento adicional de 20 kg/m² por la no uniformidad de firmes siendo el incremento total de 40 kg/m².

Texto extraído de: (pagina **931** del Reglamento de Construcciones para el D. F. y Normas Técnicas Complementarias)

5. ACCIONES PERMANENTES

5.1. Cargas muertas

5.1.2. Peso muerto de losas de concreto.

El peso muerto calculado de losas de concreto de peso normal coladas en el lugar, se incrementará en (20 kg/m²) cuando sobre una losa colada en el lugar o precolada, se coloque una capa de mortero de peso normal, el peso calculado de esta capa se incrementará también en (20 kg/m²) de manera que el incremento total será de (40 kg/m²). Tratándose de losas y morteros que posean pesos volumétricos diferentes del normal, estos valores se modifican en proporción a los pesos volumétricos.

Estos aumentos no se aplicarán cuando el efecto de la carga muerta sea favorable a la estabilidad de la estructura.

Texto extraído de: (página **932** del Reglamento de Construcciones y Normas Técnicas Complementarias)

6. CARGAS VARIABLES

6.1. Cargas vivas

6.1.2. Disposiciones generales.

Para la aplicación de las cargas vivas unitarias se deberá tomar en consideración las siguientes disposiciones.

a) La carga viva máxima W_m se deberá emplear para diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos en suelos, así como para el diseño estructural de los cimientos ante cargas gravitacionales.

Las cargas uniformes de la tabla 6.1 se consideran distribuidas sobre el área tributaria de cada elemento.

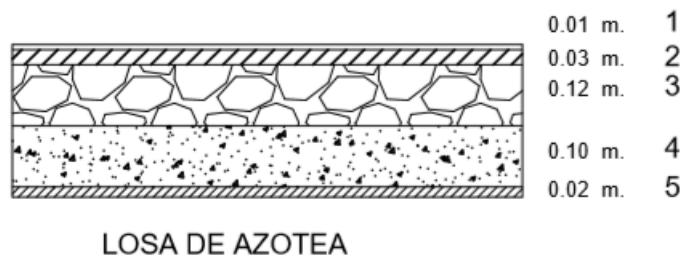
Tabla extraída de: (pagina **934** del Reglamento de Construcciones y Normas Técnicas Complementarias)

CARGAS VIVAS UNITARIAS kg/ m²			
DESTINO DEL PISO O CUBIERTA	CARGA VIVA MEDIA W	CARGA VIVA INSTANTANEA Wa	CARGA VIVA MAXIM A Wm
Habitación (casa-habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares).	70	90	170
Oficinas, despachos y laboratorios.	100	180	250
Aulas	100	180	250
Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público).	40	150	350
Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales	40	350	450
Otros lugares de reunión (bibliotecas, templos, cines, teatros, gimnasios, salones de baile, restaurantes, salas de juego y similares).	40	250	350
Comercios, fábricas y bodegas.	0.8 Wm	0.9 Wm	Wm
Azoteas con pendiente no mayor de 5%	15	70	100
Azoteas con pendiente mayor de 5%; otras cubiertas, cualquier pendiente.	5	20	40
Volados en vía pública (marquesinas balcones y similares).	15	70	300
Garajes y estacionamientos (exclusivamente para automóviles)	40	100	250

Ejemplo de las cargas a considerar en losas planas:

En losa de azotea:	Carga muerta (estructura)	
	Carga muerta adicional (reglamento)	=40 kg.
	Carga viva (reglamento)	=100 kg.
En losa de entrepiso:	Carga muerta (estructura)	
	Carga muerta adicional (reglamento)	=40 kg.
	Carga viva (reglamento)	=170 kg

Para el análisis de una losa se considera un metro cuadrado.



LOSA DE AZOTEA (OPCION 1)

	PESO VOLUMETRI CO (kg/m ³)	ESPESOR (Mts.)	Carga kg/m ²
4.- impermeabilizante			10
5.- Mortero cemento-arena	2200	0.03	66
6.- Relleno de tezontle	1550	0.12	186
7.- Losa de concreto armado	2400	0.10	240
8.- Aplanado de yeso	1500	0.02	30
		Carga muerta (estructura)	532
		Carga muerta adicional (Reg.)	40
		Carga muerta total	572
		Carga viva	100
		Carga total	672 kg/m² = 680 kg/m²

LOSA DE ENTREPISO (OPCION 2)

	PESO VOLUMETRI CO (kg/m ³)	ESPEJOR (Mts.)	Carga kg/m ²
3.- Mármol	2600	0.01	26
4.- Adhesivo	2200	0.01	22
5.- Mortero cemento-arena	2200	0.03	66
7.- Losa de concreto armado	2400	0.12	288
8.- Aplanado de yeso	1500	0.02	30
		Carga muerta (estructura)	432
		Carga muerta adicional (Reg.)	40
		Carga muerta total	472
		Carga viva	170
		Carga total	642 kg/m² = 650 kg/m²

ANALIZANDO UN METRO DE LONGITUD DE UN MURO DE CARGA

Cadena de cerramiento	0.13m. x 0.20m. x 1.00m. x 2400 kg/m ³	=62.4
Aplanado de mortero	0.015m. x 5.50m. x 1.00m. x 2000 kg/m ³	=165.00
Muro de tabique	0.13m. x 2.40m. x 1.00m. x 1650 kg/m ³	=514.8
Cadena de cimentación	0.20m. x 0.20m. x 1.00m. x 2400 kg/m ³	= 96.00
	Total	838.2 kg/m.

W Carga viva unitaria media (kg/m²)

Wa Carga viva unitaria instantánea (kg/m²)

Wm Carga viva unitaria máxima (kg/m²)

AREAS TRIBUTARIAS

TABLERO

La palabra tablero la relacionamos con una losa delimitada por sus elementos estructurales a los que canalizara su carga, en la mayoría de los casos para una casa habitación las traveses y los muros de carga son los elementos de soporte y canalización de las cargas.

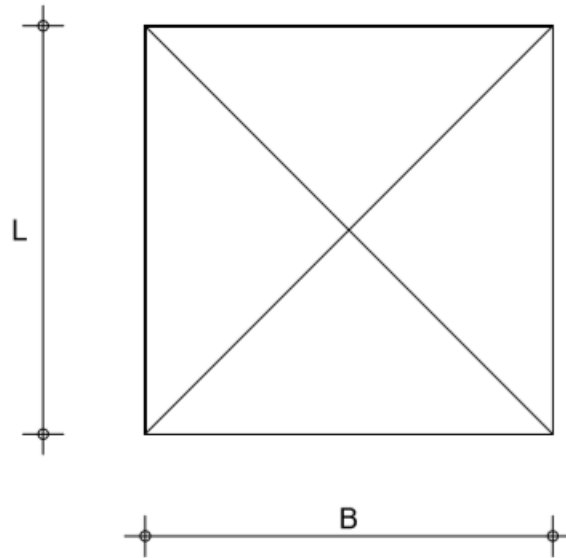
FORMULA PARA CALCULO DE AREAS DE TABLERO CUADRADO

también se le conoce como tablero con relación 1 es a 1

el ancho mide lo mismo que el largo del tablero

B = ancho o dimensión menor del tablero

L = Largo o dimensión mayor del tablero



Tablero cuadrado $L / B = 1$ Si $L = B$

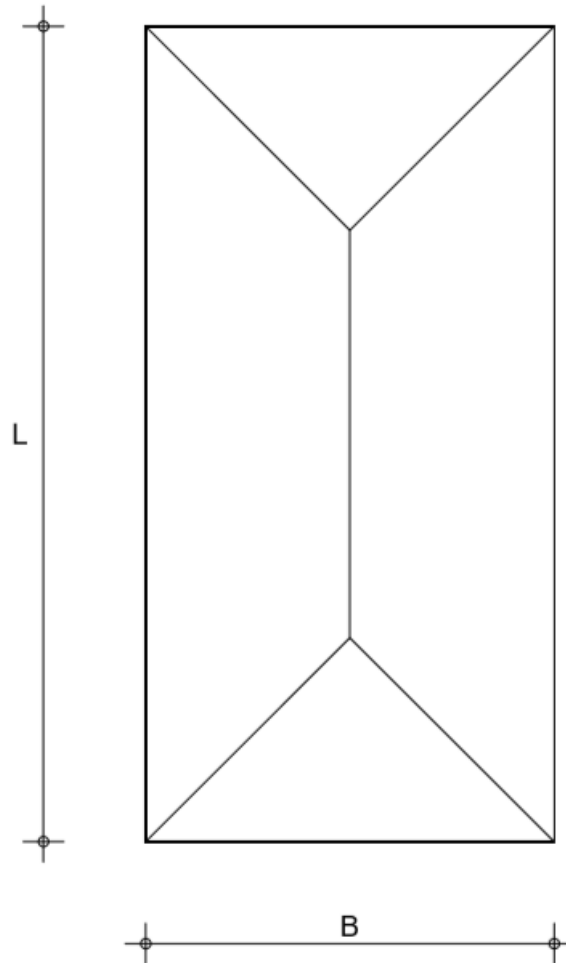
Para obtener el área total = $B \times B = B^2$

$$\text{AREA DE TRIANGULO} = \frac{B^2}{4}$$

FORMULAS PARA CALCULO DE AREAS DE TABLERO RECTANGULAR

Tablero rectangular $L / B = < 1$ Hasta 0.5

Para una relación de 1 en el lado corto y hasta 2 en el lado largo

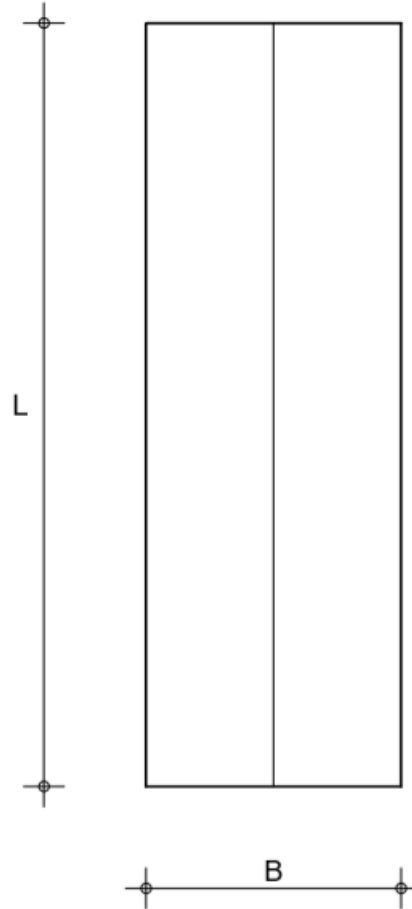


$$\text{AREA DE TRIANGULO} = \frac{B^2}{4}$$

$$\text{AREA DE TRAPECIO} = \frac{B \times L}{2} - \frac{B^2}{4}$$

FORMULAS PARA CALCULO DE AREA DE TABLERO RECTANGULAR

Para una relación de 1 en el lado corto y mayor a 2 en el lado largo



Tablero rectangular $L / B = > 1$

$$\text{AREA DE RECTANGULO} = \frac{B \times L}{2}$$

CANALIZACION DE CARGAS

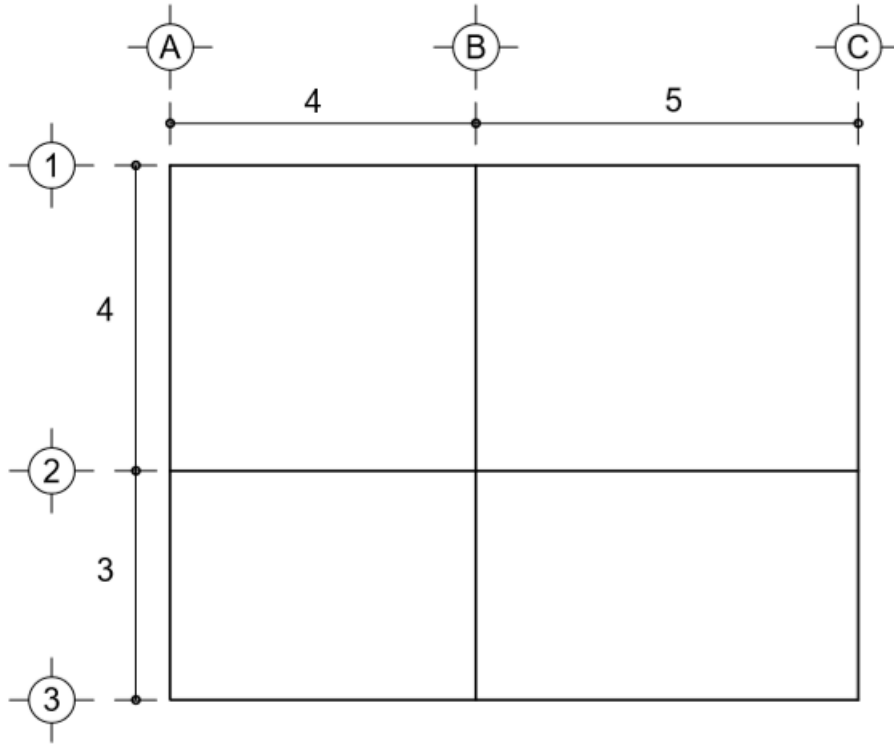
La canalización de cargas de las losas de azotea y de entrepiso, las cuales se conforman de tableros, después de obtener áreas y el peso de un metro cuadrado de losa, la carga total que corresponde a cada área del triángulo o trapecio, se canalizara al muro en contacto con el área de la losa, para esto la carga calculada debe dividirse entre la longitud del muro para considerar el peso que canaliza el muro de carga en un metro lineal.

A esto debe sumarse el peso de un metro lineal de muro incluyendo sus elementos estructurales y acabados

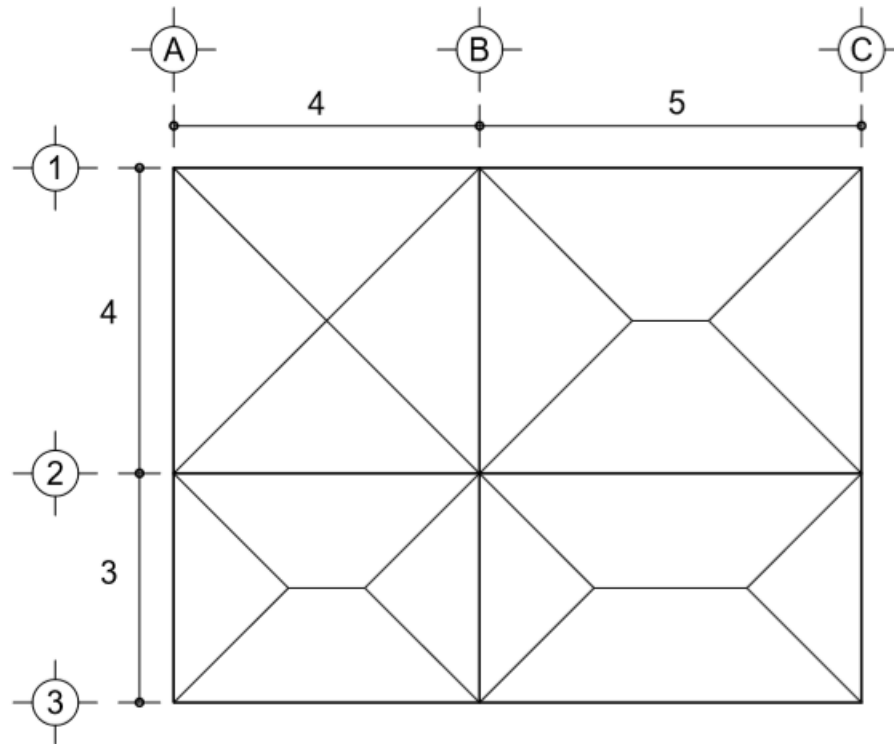
TABLA PARA CANALIZACION DE CARGAS Y DISEÑO DE CIMENTACION

Para el llenado de la tabla:

- 1.- Analizar la distribución de tableros del proyecto
- 2.- Distribuir las áreas de tableros de acuerdo a su forma y relación
- 3.- En orden llenar columnas de eje y tramo por analizar
- 4.- Calcular áreas tributarias para canalizarlas a eje y tramo correspondiente.
- 5.- Calcular el peso de un m^2 de losa considerando los pesos volumétricos de los materiales, cargas vivas y muertas conforme al reglamento, la carga obtenida se anota en la columna de losa kg/m^2
- 6.- Calcular el peso total que corresponde a cada área tributaria kg . multiplicando el peso unitario de la losa kg/m^2
- 7.- En la columna de muro se anota la longitud correspondiente al muro al que se canaliza la carga.
- 8.- Dividir el peso total de cada área entre la longitud del muro para obtener el peso que se canaliza por cada metro lineal.
- 9.- Para la columna muro kg/m considerar, peso del muro, peso de pretil, peso de soporte de tinacos y pesos adicionales especiales de acuerdo al tramo analizado.
- 10.- Para la columna de cimentación se propone un porcentaje de 30% que se obtiene de la suma de las dos columnas anteriores (losa kg . + muro kg/m).
- 11.- La suma de las últimas tres columnas dan como resultado la carga que se canaliza al terreno



PLANTA DE TABLEROS PARA CANALIZACION DE CARGAS



PLANTA CON TRAZO DE AREAS TRIBUTARIAS

PESO UNITARIO DE LA LOSA = 700 Kg/m²

PESO UNITARIO DEL MURO = 840 Kg/m

TABLA PARA CANALIZACIÓN DE CARGAS									
EJE	TRAMO	AREA m ²	LOSA Kg/m ²	LOSA kg	MURO m	LOSA kg	MURO Kg/m	CIMENTACION 30% losa + muro	CARGA Sobre el terreno
1	A-B	4	700	2800	4	700	840	512.52	2221
1	B-C	6	700	4200	5	840	840	466.8	2021
2	A-B	7.75	700	5425	4	1356.25	840	741.12	3212
2	B-C	11.25	700	7875	5	1575	840	695.4	3013
3	A-B	3.75	700	2625	4	656.25	840	706.8	3063
3	B-C	5.25	700	3675	5	735	840	478.2	2072
A	1-2	4	700	2800	4	700	840	466.8	2023
A	2-3	2.25	700	1575	3	525	840	466.8	2023
B	1-2	8	700	5600	4	1400	840	238.2	1032
B	2-3	4.5	700	3150	3	1050	840	409.6	1775
C	1-2	4	700	2800	4	700	840	695.4	3013
C	2-3	2.25	700	1575	3	393.75	840	466.8	2023

DISEÑO DE SUBESTRUCTURA

DISEÑO DE CIMENTACIONES

Se aplica la expresión:

$$f = \frac{F}{A}$$

$$\text{Esfuerzo} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Área}}$$

$$f = RT$$

$$F = \text{CARGA S/T}$$

$$A = 1.00 (B)$$

$$RT = \frac{\text{CARGA S/T}}{1.00 (B)}$$

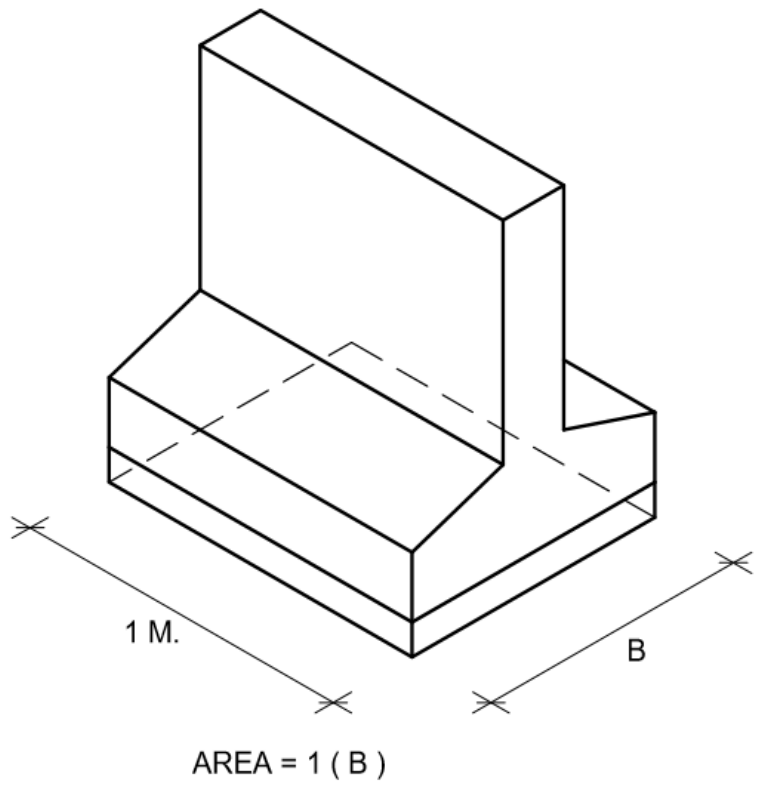
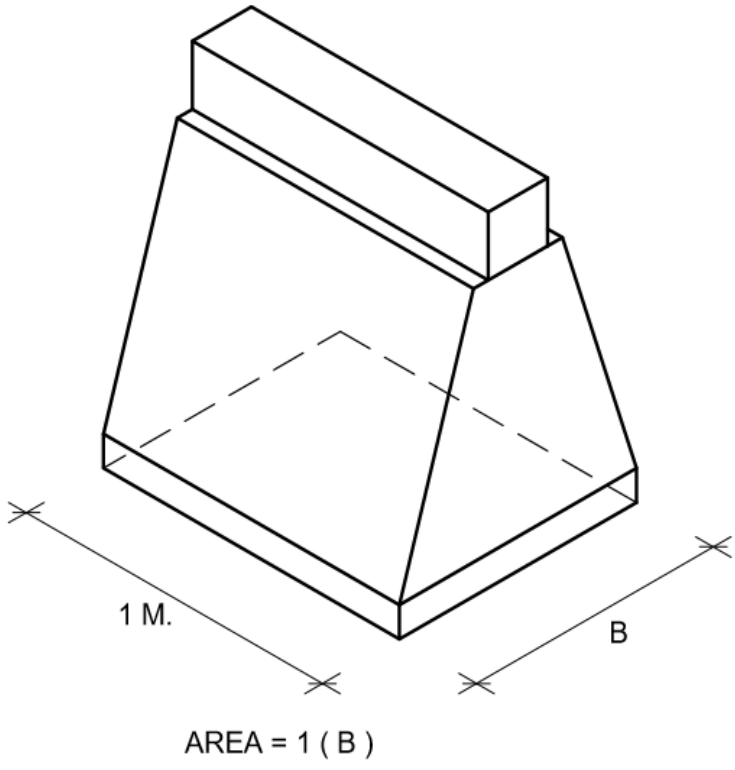
Se iguala el esfuerzo a un valor admisible llamado **Resistencia del Terreno (RT)**

La fuerza se iguala a la **Carga sobre el terreno (CARGA S/T)**

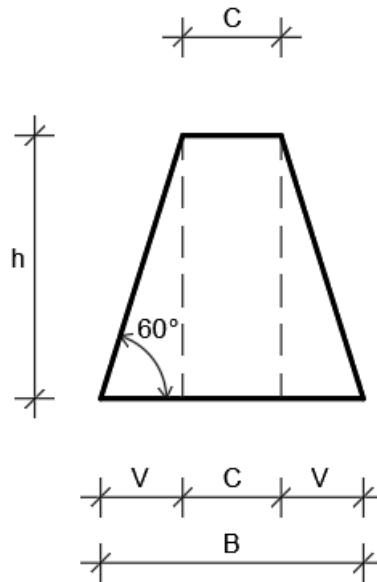
El ancho de la cimentación "**B**" se despeja:

$$B = \text{CARGA S/T} / RT$$

Este ancho es independiente del sistema de cimentación a utilizar.



CALCULO DE ALTURA Y VUELO EN CIMENTACION DE MAMPOSTERIA



C = CORONA (30cms.)

V = VUELO Ó VOLADO

h = ALTURA

B = B

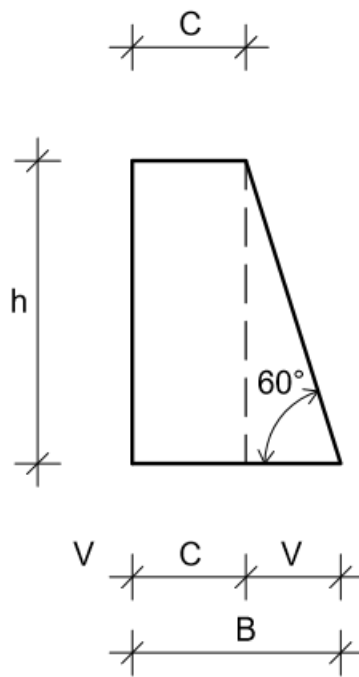
$$V = \frac{B - C}{2}$$

$$\text{TANG } 60^\circ = \frac{h}{V}$$

$$h = \text{TANG } 60^\circ V$$

$$h = 1.73 V$$

Para cimientos de dos escarplos.



$$V = B - C$$

$$h = 1.73 V$$

Para cimientos de un escarpio.

TABLA PARA DISEÑO DE CIMENTACION

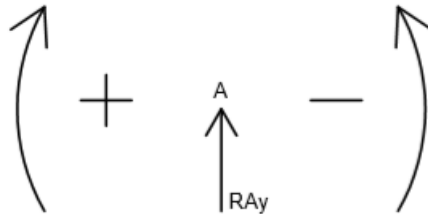
EJE	TRAMO	CARGA Sobre el terreno	B	V	H	DIMENSIONES DEFINITIVAS			TIPO DE CIMENTACION
						B	V	h	
1	A-B	2221	0.56	0.26	0.45	60	30	60	LINDERO
1	B-C	2021	0.50	0.20	0.35	60	30	60	LINDERO
2	A-B	3212	0.80	0.25	0.44	80	25	60	INTERMEDIA
2	B-C	3013	0.75	0.225	0.39	80	25	60	INTERMEDIA
3	A-B	3063	0.77	0.235	0.41	80	25	60	LINDERO
3	B-C	2072	0.52	0.22	0.38	60	30	60	LINDERO
A	1-2	2023	0.51	0.21	0.36	60	30	60	LINDERO
A	2-3	2023	0.51	0.21	0.36	60	30	60	LINDERO
B	1-2	1032	0.26			60	30	60	INTERMEDIA
B	2-3	1775	0.44	0.14	0.24	60	30	60	INTERMEDIA
C	1-2	3013	0.75	0.225	0.39	80	25	60	LINDERO
C	2-3	2023	0.51	0.105	0.18	80	25	60	LINDERO

DISEÑO DE SUPERESTRUCTURA

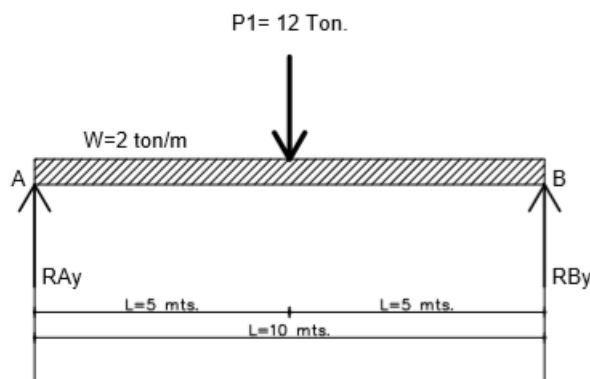
ANÁLISIS DE VIGAS

EJEMPLO DE ANÁLISIS DE VIGA CON CARGAS UNIFORME Y CONCENTRADA

No olvidar tomar en cuenta el mismo sentido de giro para cada ejercicio por analizar.



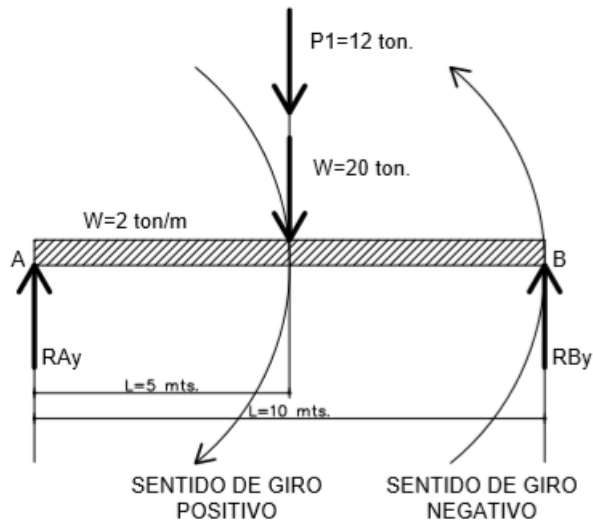
Para este ejemplo serán consideradas las mismas cargas de los ejemplos anteriores, la carga uniforme $W= 2\text{Ton./m.}$, la carga puntual $P1=12\text{ Ton.}$, el claro entre los apoyos es igual a 10 metros.



Para iniciar el análisis se realizará la suma de momentos respecto al punto A, como ahora se tienen dos cargas y las dos actúan en el mismo punto a 5 metros del punto A, el procedimiento es el mismo para obtener la carga que concentra W se multiplica el valor que corresponde a 2 Ton/m por 10 m.

$$2\text{ Ton/m} \times 10\text{ m} = 20\text{ Ton}$$

Se inicia el análisis de izquierda a derecha, R_{Ay} con respecto al punto **A** no presenta ninguna distancia por lo que el momento es igual a cero, a continuación, la concentración de la carga **W** actúa a 5 metros del punto **A**, la carga **P1** actúa a la misma distancia, no debe olvidarse que cada vez que se multiplica una fuerza por una distancia debe tomarse en cuenta el sentido de giro para considerar si el momento es positivo o negativo.



Como se puede observar con respecto al punto **A** el sentido de giro que genera la concentración de la carga uniforme $W=20\text{Ton}$. es un valor positivo, la carga puntual o concentrada $P1=12\text{Ton}$. de acuerdo al sentido de giro también es positivo y el apoyo R_{By} representado con una flecha con la punta hacia arriba, al simular el sentido de giro con respecto al punto **A**, genera un valor negativo.

A continuación, se obtendrán los valores correspondientes a las reacciones R_{Ay} y R_{By}

Suma de momentos con respecto al punto **A**

$$\Sigma M_A = 0$$

$$+ (20 \text{ Ton.} \times 5 \text{ m.}) + (12 \text{ Ton.} \times 5 \text{ m.}) - (R_{By} \times 10 \text{ m.}) = 0$$

$$100 \text{ Ton.} \times \text{m.} + 60 \text{ Ton.} \times \text{m.} - R_{By} \times 10 \text{ m.} = 0$$

$$160 \text{ Ton.} \times \text{m.} = R_{By} \times 10 \text{ m.}$$

$$\frac{160 \text{ Ton.} \times \text{m.}}{10 \text{ m.}} = R_{By}$$

$$16 \text{ Ton.} = R_{By}$$

Suma de momentos con respecto al punto **B**

$$\Sigma MB = 0$$

$$+ (RAy \times 10 \text{ m.}) - (20 \text{ Ton.} \times 5 \text{ m.}) - (12 \text{ Ton.} \times 5 \text{ m.}) = 0$$

$$+ RAy \times 10 \text{ m.} - 100 \text{ Ton.} \times \text{m.} - 60 \text{ Ton.} \times \text{m.} = 0$$

$$RAy \times 10 \text{ m.} = 160 \text{ Ton.} \times \text{m.}$$

$$RAy = \frac{160 \text{ Ton.} \times \text{m.}}{10 \text{ m.}}$$

$$RAy = 16 \text{ Ton.}$$

A continuación, se procede a realizar la suma de fuerzas en el sentido vertical. $\Sigma FY = 0$

Se recomienda llevar un orden en el sentido de izquierda a derecha.

$$\Sigma FY = 0$$

$$+ RAy - W - P1 + RBy = 0$$

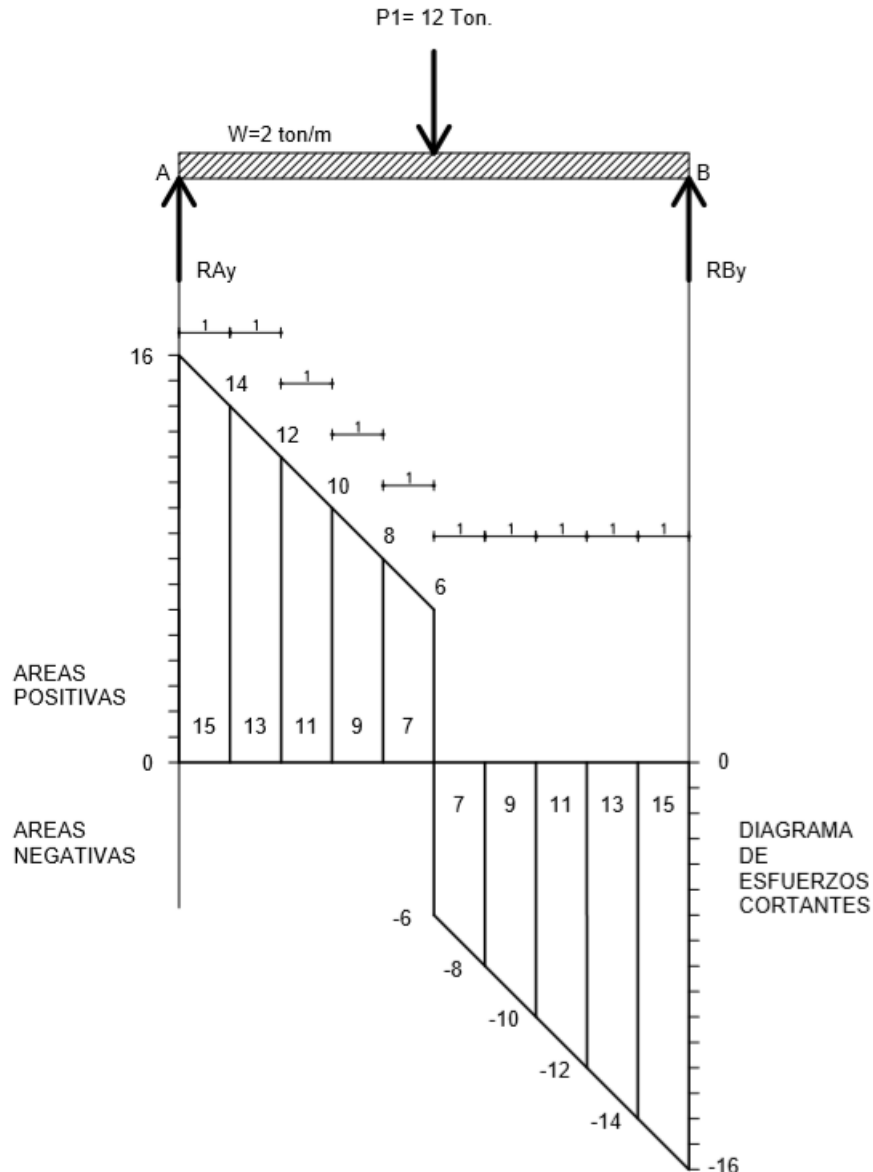
$$+ 16 \text{ Ton.} - 20 \text{ Ton.} - 12 \text{ Ton.} + 16 \text{ Ton.} = 0$$

$$+ 32 \text{ Ton.} - 32 \text{ Ton.} = 0$$

$$0 = 0$$

Como la suma de fuerzas en Y se cumple, lo siguiente es continuar con la representación del DIAGRAMA DE ESFUERZOS CORTANTES

Para obtener el Diagrama de Esfuerzos Cortantes, a partir de la línea horizontal que vale (cero) se inicia el trazo de izquierda a derecha, el primer dato con que se cuenta es el valor de RAy que es igual a 16, sobre la línea de referencia del apoyo RAy a partir de cero hacia arriba se traza el inicio de la gráfica, a un metro a la derecha del punto A tenemos la carga $W=2\text{Ton./m.}$, esto quiere decir que a un metro a la derecha tenemos un valor de **-2 (menos dos)** a partir del valor de 16 a cada metro de distancia se resta el valor de 2, **(+16-2=+14)**, hasta encontrar la carga concentrada. **(+16-2=+14)**, **(+14-2=+12)**, **(+12-2=+10)**, **(+10-2=+8)**, **(+8-2=+6)**, para obtener el siguiente punto de la gráfica se toma el último valor que es **+6** menos 12 de la carga concentrada **(+6-12=-6)**, a partir del valor **-6** se continúa a cada metro a la derecha restando **-2 (menos dos)** de la carga uniforme hasta encontrar a RBy, **(-6-2=-8)**, **(-8-2=-10)**, **(-10-2=-12)**, **(-12-2=-14)**, **(-14-2=-16)**.



A partir del ultimo valor obtenido que es **-16** sobre esta línea de referencia se encuentra R_{By} que tiene un valor de **16 positivo**, esto quiere decir que a partir del valor de **-16, mas 16 que es el valor de R_{By} la gráfica cierra en cero.**

$$(-16+16=0)$$

Si se observa la gráfica de izquierda a derecha a cada metro se han generado áreas correspondientes a trapecios las cuales deben calcularse. Calculadas todas las áreas se continúa con el trazo del **DIAGRAMA DE MOMENTOS FLEXIONANTES**.

Para la representación del diagrama de momentos flexionantes se traza una línea horizontal que tiene un valor de (cero), los valores sobre esta línea son positivos y debajo de ella son valores negativos, se inicia el trazo de izquierda a derecha tomando los valores de las áreas

obtenidas. De izquierda a derecha sobre la línea de referencia de RAY el área es igual a cero, tomando como referencia RAY a un metro de distancia hacia la derecha se tiene un área con un valor de 15 positivo, a cada metro se irán sumando las áreas y estos valores serán los puntos de trazo del diagrama

Sobre la línea de RAY el valor por graficar = 0

A partir de la línea de referencia RAY hacia la derecha

A 1 metro =**15**, a 2 metros $15+13=$ **28**, a 3 metros $15+13+11=$ **39**, a 4 metros $15+13+11+9=$ **48**, a 5 metros $15+13+11+9+7=$ **55**

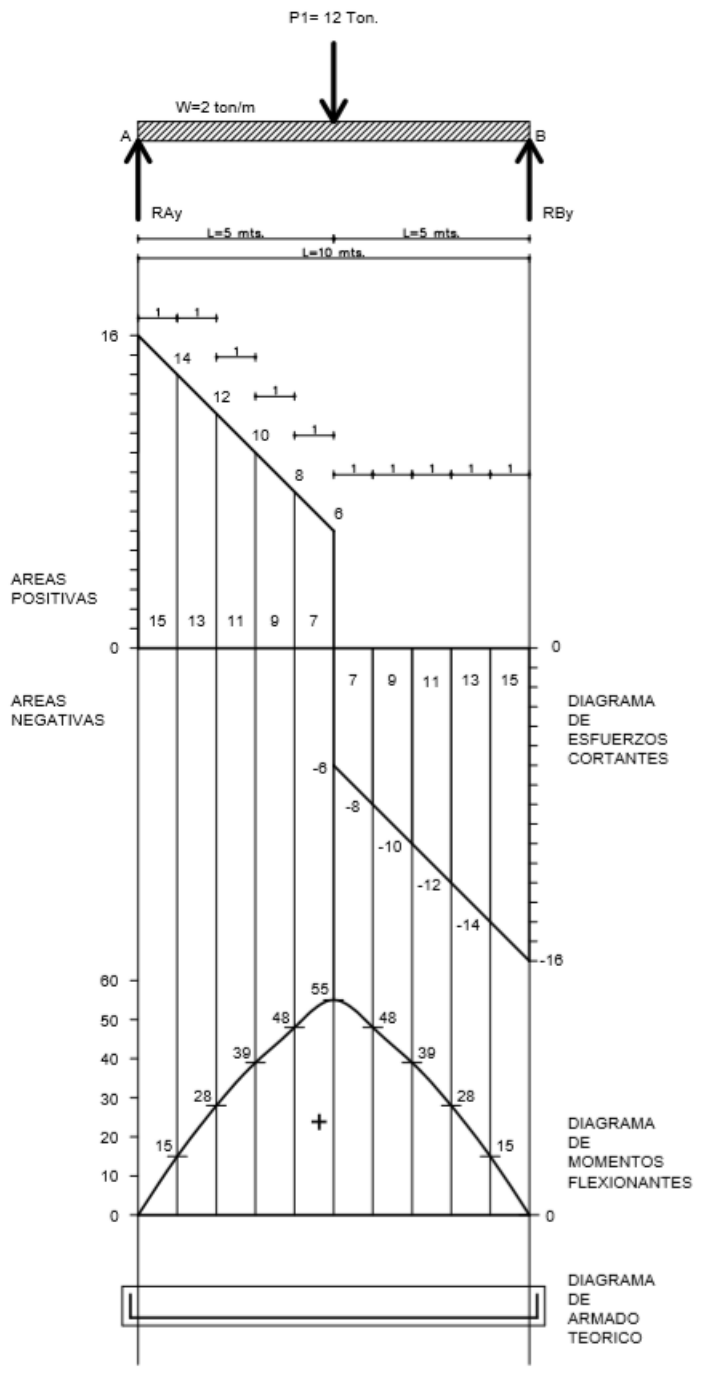
Se han considerado las áreas positivas, a partir del valor obtenido que es 55 se continúa con la suma de las áreas

A 6 metros $55-7=$ **48**, a 7 metros $55-7-9=$ **39**, a 8 metros $55-7-9-11=$ **28**, a 9 metros $55-7-9-11-13=$ **15**, a 10 metros $55-7-9-11-13-15=$ **0**

De esta manera se han calculado los datos que generan la curva en el diagrama de momentos flexionantes.

Para finalizar se representa el DIAGRAMA DE ARMADO TEORICO tomando la información del diagrama de momentos flexionantes, como el área es positiva, el armado principal calculado debe colocarse en la parte inferior al momento de su construcción.

En el siguiente grafico se representan los diagramas de la viga con carga uniforme y concentrada, si observas y realizas la suma de las áreas de los dos ejercicios anteriores a cada metro corresponde a las áreas obtenidas en este ejemplo, de igual manera, la suma de los valores máximos en los momentos corresponde al valor máximo que se obtuvo en este ejemplo.



DISEÑO DE TRABES

El obtener los diagramas de esfuerzos cortantes y de momentos flexionantes corresponde a la etapa de análisis de una viga, para su diseño se toma información de estos diagramas, para después aplicar formulas obtenidas de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño en Concreto.

Para el inicio del diseño se requieren los datos de resistencia de materiales de los que será construido el elemento estructural, como es un elemento de concreto armado se deben tener las resistencias del concreto y acero.

$f'c$ = resistencia del concreto a compresión.

Concreto clase 1 = 250 kg/cm² ó mayor

Concreto clase 2 = inferior a 250 kg/cm² y no menor de 200 kg/cm²

Concreto de alta resistencia = 400 kg/cm² ó mayor

f_y = resistencia del acero a tensión. (no debe ser menor a 4200 kg/cm²)

La siguiente formula será utilizada para cálculo de secciones rectangulares

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

A partir de la formula anterior se obtiene el peralte efectivo = d

$$d = \sqrt{\frac{M_R}{F_R b f''c q(1 - 0.5 q)}}$$

Donde:

$$\text{(efe asterisco ce)} \quad f^*c = 0.8 f'c$$

$$\text{(efe biprima ce)} \quad f''c = 0.85 f^*c$$

$$P = \frac{As}{bd} \quad \text{despejando} \quad As = P b d$$

$$Asb = \frac{f''c}{4800} b d$$

$$f_y \quad f_y + 6000$$

$$p = \frac{f''c}{f_y} \quad \frac{4800}{f_y + 6000}$$

$$q = \frac{P f_y}{f''c}$$

M_R = Momento resistente de la sección = Momento Máximo obtenido de la gráfica de momentos flexionantes, valor positivo o negativo.

F_R = 0.9 = Factor de resistencia para flexión.

f''c = Magnitud del bloque equivalente de esfuerzos del concreto a compresión.

f *c = Resistencia nominal del concreto a compresión (1.5.1.2)

Asb = Área de acero balanceado

As = Área de acero longitudinal en tensión en acero de elementos a flexión (para elementos a flexión de acuerdo a **2.2.2 Refuerzo máximo**. normas técnicas complementarias el área de acero se debe multiplicar por 0.75)

b = Ancho de la sección (1.6) ancho mínimo no debe ser menor a 20 cms.

d = Peralte efectivo (1.6)

r = Recubrimiento

P = Cuantía de acero de refuerzo longitudinal a tensión. (en vigas)

q = Factor de comportamiento sísmico.

M_R = **MOMENTO MAXIMO X Fs X 100000**

Fs = **1.4** = Factor de seguridad

SE MULTIPLICA POR 100,000 PARA CONVERTIR EL MOMENTO EN KG POR CM.

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

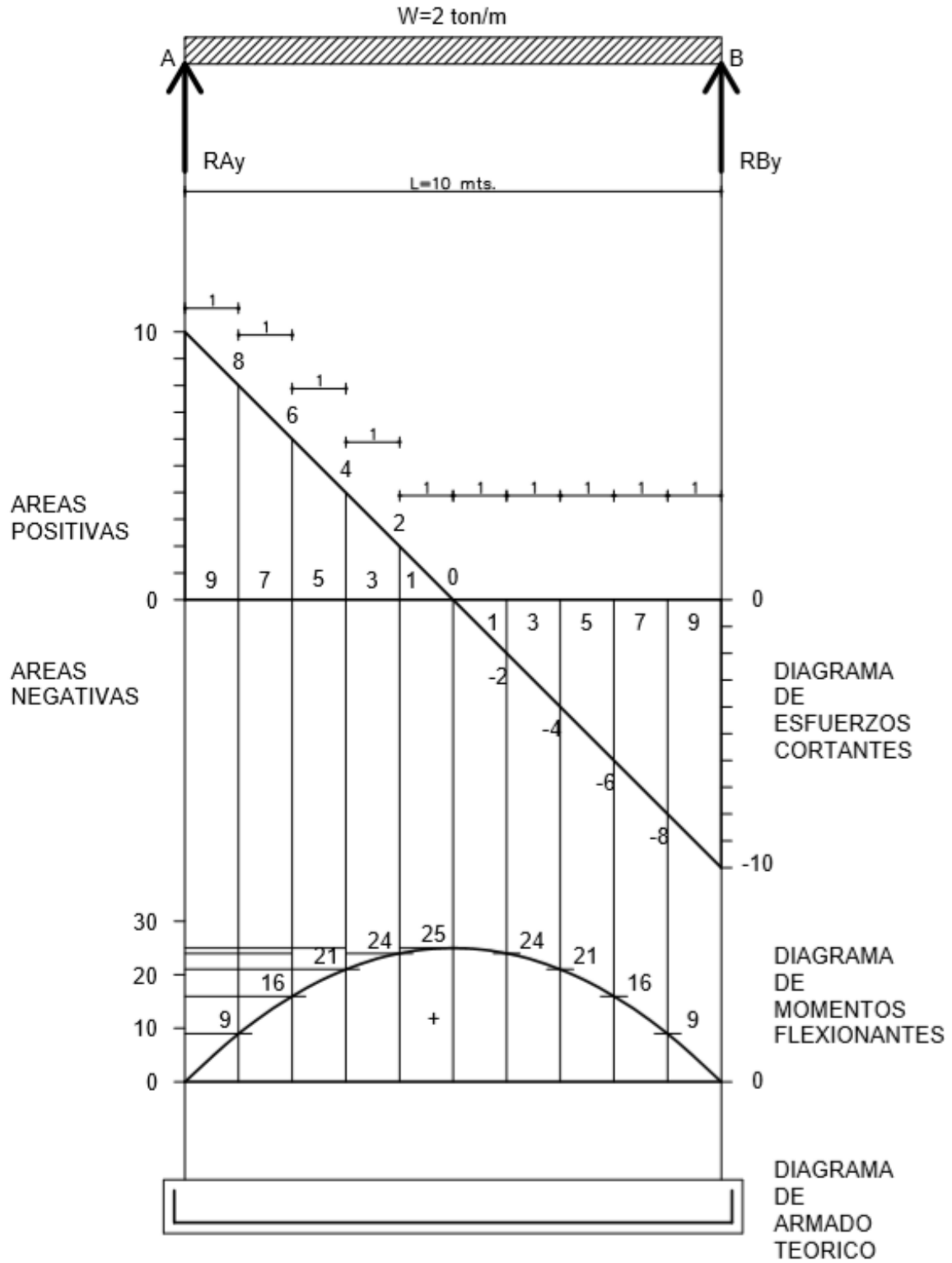
$$P = \frac{As}{bd} (0.75) \text{ despejando para obtener } As$$

$$As = P b d (0.75)$$

AREAS DE ACERO (DIAMETROS COMERCIALES)			
DENOMINACION	DIAMETRO NOMINAL		AREA CM ²
	PULGADAS	MILIMETROS	
2	1/4"	6.4	0.32
2.5	5/16"	7.9	0.49
3	3/8"	9.5	0.71
4	1/2"	12.7	1.27
5	5/8"	15.9	1.98
6	3/4"	19.0	2.85
8	1"	25.4	5.67
10	1 1/4"	31.8	7.92
12	1 1/2"	38.1	11.40

NUMERO DE VARILLAS = A_s / Área de una varilla.

DISEÑAR LA VIGA SIGUIENTE



Obtener:

b = Ancho de la sección

d = Peralte efectivo

As = Área de acero

Número de varillas**Datos:**

Para este ejemplo se proponen las siguientes resistencias en los materiales:

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

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

Otro punto importante es la relación del ancho de la sección y el peralte efectivo que para este ejemplo se propone:

Relación 1:2

O sea que el peralte efectivo debe medir el doble de la dimensión del ancho de la viga.

$$f^*c = 0.8 f'c \qquad f^*c = 0.8 \times 250 \text{ kg/cm}^2 = 200 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$p = \frac{f''c}{fy} \quad \frac{4800}{fy + 6000}$$

$$p = \frac{170}{4200} \quad \frac{4800}{4200 + 6000} = 0.040 \times 0.470 = \mathbf{0.018}$$

$$q = \frac{P \cdot fy}{f''c}$$

$$q = \frac{0.018 \times 4200}{170} = \frac{75.6}{170} = \mathbf{0.444}$$

MR = MOMENTO MAXIMO X Fs X 100000

Se multiplica por 100000 para convertir el momento en KG por CM.

Fs = 1.4

FR = 0.9

MR = 25 X 1.4 X 100000 = 3500000

$$d = \sqrt{\frac{MR.}{FR b f''c q (1 - 0.5 q)}}$$

$$q (1 - 0.5 q) = 0.444 (1 - 0.5 \times 0.444) = 0.444 (1 - 0.222) = 0.444 (0.778) = \mathbf{0.345}$$

El valor de b se propone **b = 20** cms.

$$d = \sqrt{\frac{3\ 500\ 000}{0.9 \times 20 \times 170 \times 0.345}}$$

$$d = \sqrt{\frac{3\ 500\ 000}{1055.7}} \quad d = \sqrt{3315.335} \quad d = 57.578 \text{ cms.}$$

b = 20 cms.

d = 57.57cms.

Para cumplir con la relación 1:2 se debe proponer nuevamente el ancho de la base y volver a calcular.

Con una nueva propuesta de **b = 26**

$$d = \sqrt{\frac{3\ 500\ 000}{0.9 \times 26 \times 170 \times 0.345}}$$

$$d = \sqrt{\frac{3\ 500\ 000}{1372.41}} \quad d = \sqrt{2550.258} \quad d = 50.50 \text{ cms.}$$

b = 26 cms.

d = 50.50 cms.

Se toma como aceptado el valor que se ha calculado, si el ancho de la viga es 26 cms. El peralte EFECTIVO debe ser 52 cms. de acuerdo a la relación propuesta, pero preferentemente se debe tomar un valor menor a 52 cms.

Con los datos obtenidos se calcula el área de acero.

$$A_s = p b d (0.75) = 0.018 \times 26 \times 50.50 (0.75) = 17.72 \text{ cm}^2$$

De la tabla de AREAS SE ACERO se elige el diámetro de la varilla para cubrir al área de acero calculado.

Se propone utilizar varilla del número 6, el área de una varilla = 2.85 cm²

$$\text{NUMERO DE VARILLAS} = \frac{A_s}{\text{Área de una varilla}} = \frac{17.72}{2.85} = 6.21 = 7$$

NUMERO DE VARILLAS = 7 varillas del No. 6

Se pueden proponer varillas de diferentes diámetros para cubrir la cantidad de acero que se ha calculado.

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOSAS

TABLA 6.1 COEFICIENTES DE MOMENTOS FLEXIONANTES PARA TABLEROS RECTANGULARES, FRANJAS CENTRALES

TABLERO	MOMENTO	CLARO	RELACION DE LADOS CORTO A LARGO													
			0		0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1.0	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
INTERIOR TODOS LOS BORDES CONTINUOS	NEG. EN BORDES INTERIORES	CORTO LARGO	998 516	1018 544	553 409	565 431	489 391	498 412	432 371	438 388	381 347	387 361	333 320	338 330	288 288	292 292
	POSITIVO	CORTO LARGO	630 175	668 181	312 139	322 144	268 134	276 139	228 130	236 135	192 128	199 133	158 127	164 131	126 126	130 130
DE BORDE UN LADO CORTO DISCONTINUO	NEG. EN BORDES INT.	CORTO LARGO	998 516	1018 544	568 409	594 431	506 391	533 412	451 372	478 392	403 350	431 369	357 326	388 341	315 297	346 311
	NEG. EN BORDES DIS.	LARGO	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
	POSITIVO	CORTO LARGO	630 179	668 187	329 142	356 149	292 137	306 143	240 133	261 140	202 131	219 137	167 129	181 136	133 129	144 135
DE BORDE UN LADO LARGO DISCONTINUO	NEG. EN BORDES INT.	CORTO LARGO	1060 587	1143 687	583 465	624 545	514 442	548 513	453 411	481 470	397 379	420 426	346 347	364 384	297 315	311 346
	NEG. EN BORDES DIS.	CORTO	651	0	362	0	321	0	283	0	250	0	219	0	190	0
	POSITIVO	CORTO LARGO	751 185	912 200	334 147	366 158	285 142	312 153	241 138	263 149	202 135	218 146	164 134	175 145	129 133	135 144
DE ESQUINA DOS LADOS ADYACENTES DISCONTINUOS	NEG. EN BORDES INT.	CORTO LARGO	1060 600	1143 713	598 475	653 564	530 455	582 541	471 429	520 506	419 394	464 457	371 360	412 410	324 324	364 364
	NEG. EN BORDES DIS.	CORTO LARGO	651 326	0 0	362 258	0 0	321 248	0 0	277 236	0 0	250 222	0 0	219 206	0 0	190 190	0 0
	POSITIVO	CORTO LARGO	751 191	912 212	358 152	416 168	306 146	354 163	259 142	298 158	216 140	247 156	176 138	199 154	137 137	153 153
EXTREMO TRES BORDES DISCONTINUOS UN LADO LARGO CONTINUO	NEG. EN BORDES CONT.	CORTO	1060	1143	970	1070	890	1010	810	940	730	870	650	790	570	710
	NEG. EN BORDES DISC.	CORTO LARGO	651 220	0 0	370 220	0 0	340 220	0 0	310 220	0 0	280 220	0 0	250 220	0 0	220 220	0 0
	POSITIVO	CORTO LARGO	751 185	912 200	730 430	800 520	670 430	760 520	610 430	710 520	550 430	650 520	490 430	600 520	430 430	540 520
EXTREMO TRES BORDES DISCONTINUOS UN LADO CORTO CONTINUO	NEG. EN BORDES CONT.	LARGO	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710
	NEG. EN BORDES DISC.	CORTO LARGO	570 330	0 0	480 220	0 0	420 220	0 0	370 220	0 0	310 220	0 0	270 220	0 0	220 220	0 0
	POSITIVO	CORTO LARGO	1100 200	1670 250	960 430	1060 540	840 430	950 540	730 430	850 540	620 430	740 540	540 430	660 540	430 430	520 540
AISLADO CUATRO LADOS DISCONTINUOS	NEG. EN BORDES DISC.	CORTO LARGO	570 330	0 0	550 330	0 0	530 330	0 0	470 330	0 0	430 330	0 0	380 330	0 0	330 330	0 0
	POSITIVO	CORTO LARGO	1100 200	1670 250	830 500	1380 830	800 500	1330 830	720 500	1190 830	640 500	1070 830	570 500	950 830	500 500	830 830

TABLERO

Un tablero está definido por los bordes en los que se apoya la losa

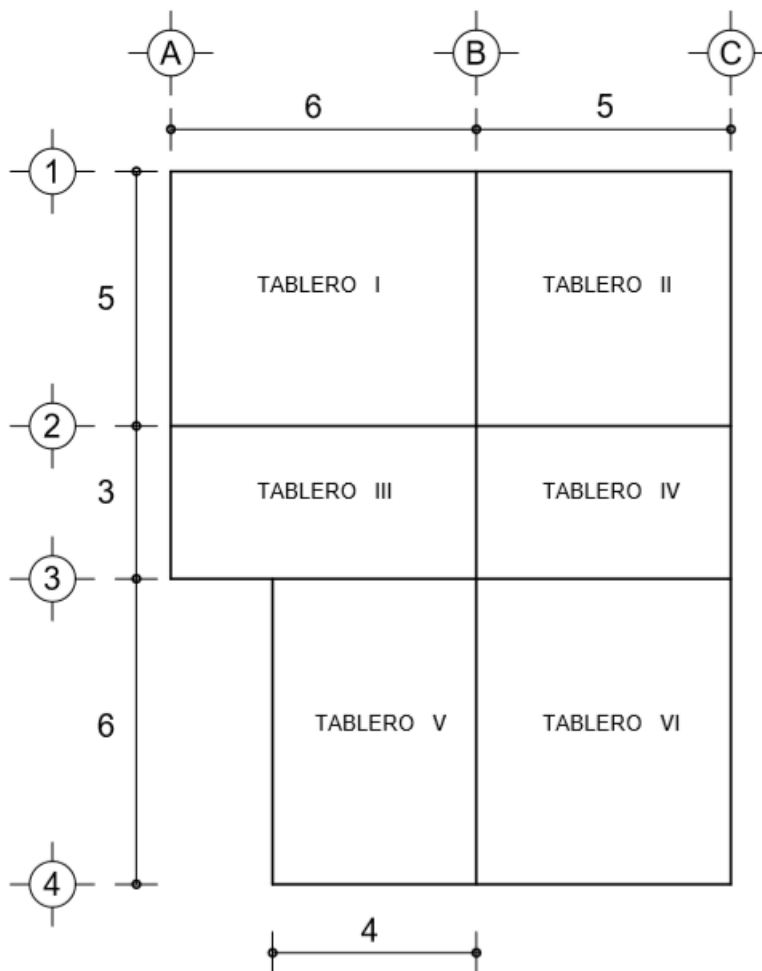
BORDE CONTINUO

La representación de un borde continuo indica que la construcción de la losa se prolongara mas allá del borde en donde se considera su apoyo.

BORDE DISCONTINUO

Un borde discontinuo es aquel que tiene como límite de construcción su apoyo perimetral.

ANALIZAR LA SIGUIENTE PLANTA, ELEGIR EL TABLERO CRITICO Y DISEÑAR LA LOSA PERIMETRALMENTE APOYADA.



DISEÑO DE LOSA MACIZA DE CONCRETO ARMADO CONFORME A LAS NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO.

Para el inicio del análisis, de la planta arquitectónica se elige el tablero más crítico que generalmente es el que presenta mayores dimensiones.

De acuerdo a la planta el tablero más crítico presenta las siguientes dimensiones 6.00 mts. en sentido horizontal y 5.00 mts. en sentido vertical, este tablero se encuentra en esquina que corresponde al (tablero i) o al (tablero vi) que presentan simetría.

De la tabla 6.1 en la columna de tablero elegimos **de esquina**, dos lados adyacentes discontinuos

La columna que indica el claro se refiere a la dimensión mayor y menor del tablero.

a 1 = Claro corto o dimensión menor del tablero

a 2 = Claro largo o dimensión mayor del tablero

EN LA COLUMNA DE **RELACION DE LADOS CORTO A LARGO** $m = a 1 / a 2$

Al dividir el claro corto entre el claro largo

$$m = a 1 / a 2$$

$$m = 5.00 / 6.00 = 0.833$$

Como el valor obtenido no corresponde a alguno de los coeficientes indicados en la table 6.1, para obtener los nuevos valores de coeficientes estos de deben interpolar.

LOS CASOS I Y II DE LA TABLA INDICAN:

CASO I. Losa colada monolíticamente con sus apoyos.

CASO II. Losa colada no monolíticamente con sus apoyos.

Para los casos anteriores y para considerar nuevos coeficientes en las **frangas externas** se deben multiplicar los coeficientes por 0.60

Para continuar con el análisis y saber si puede utilizarse este método de diseño debe verificarse que al dividir $a 2 / a 1$ sea como máximo igual a 2 (dos), si excede de dos debe emplearse otro método.

Para nuestro ejemplo $6/5=1.2$ (se puede continuar con la aplicación del método)

Texto siguiente de las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto.

6.3.3.5. PERALTE MINIMO

Cuando sea aplicable la tabla 6.1 podrá omitirse el cálculo de deflexiones si el peralte efectivo no es menor que el perímetro del tablero entre **250 PARA CONCRETO CLASE I Y 170 PARA CONCRETO CLASE 2.** en este cálculo, la longitud de lados discontinuos se incrementará 50% si los apoyos de la losa no son monolíticos con ella y 25 % cuando lo sean. En losas alargadas no es necesario tomar un peralte mayor que el que corresponde a un tablero con $(a_2) = 2 (a_1)$.

La limitación que dispone el párrafo anterior es aplicable a losas en que:

$$f_s \leq 2520 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{y} \quad w \leq 380 \text{ kg/m}^2$$

Para otras combinaciones de **fs** y **w**, el peralte efectivo mínimo se obtendrá multiplicando por

$$0.032 \sqrt[4]{f_s w}$$

El valor obtenido según el párrafo anterior. en esta expresion **fs** es el esfuerzo en el acero en condiciones de servicio y **w** es la carga uniformemente distribuida en condiciones de servicio (fs puede suponerse igual a 0.6 fy) (fs y w en kg/cm² y kg/m² respectivamente).

Para nuestro ejemplo:

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

$$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2 \text{ (CONCRETO CLASE I)}$$

$$w = 700 \text{ kg/m}^2$$

$$f_s = 4200 \text{ kg/cm}^2 \times 0.6 = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

Revisando el párrafo anterior **6.3.3.5. PERALTE MINIMO**

$$f_s \leq 2520 \text{ kg/cm}^2 \quad (2520 \text{ kg/cm}^2 \leq 2520 \text{ kg/cm}^2) \quad \text{CUMPLE}$$

$$w \leq 380 \text{ kg/m}^2 \quad (700 \text{ kg/m}^2 \leq 380 \text{ kg/m}^2) \quad \text{NO CUMPLE}$$

Como una de las condiciones no se cumple, se debe aplicar un factor de corrección empleando la expresión:

$$0.032 \sqrt[4]{f_s w}$$

CALCULO DE PERALTE MINIMO

$$\text{PERIMETRO} = P = a_1 + a_2 + a_1 (1.25) + a_2 (1.25)$$

Incremento de dimensiones del 25% para lados discontinuos **para losas coladas monolíticamente con sus apoyos.**

$$\text{PERIMETRO} = P = a_1 + a_2 + a_1 (1.50) + a_2 (1.50)$$

Incremento de dimensiones del 50% para lados discontinuos **para losas coladas no monolíticamente con sus apoyos.**

En nuestro caso las losas serán coladas monolíticamente con sus apoyos

$$P = 500 + 600 + 500 (1.25) + 600 (1.25)$$

$$P = 500 + 600 + 625 + 750 = 2475 \text{ CM.}$$

CALCULO DEL FACTOR DE CORRECCION DEL PERIMETRO

$$0.032 \sqrt[4]{fs w}$$

$$0.032 \sqrt[4]{2520 \times 700} = 0.032 \sqrt[4]{1764000}$$

$$0.032 \sqrt[4]{1764000} = 0.032 \times 36.443 = \mathbf{1.166} = \text{FACTOR DE CORRECCION}$$

$$\text{PERALTE EFECTIVO MINIMO} = \frac{\text{FACTOR DE CORRECCION} \times \text{PERIMETRO}}{250}$$

$$\text{PERALTE EFECTIVO MINIMO} = \frac{1.166 \times 2475}{250} = \frac{2885.85}{250} = 11.54 = \mathbf{d}$$

$$\mathbf{h = d + r}$$

DONDE:

h = Peralte (altura o espesor total)

d = Peralte efectivo = 11.54 se iguala a **12** cms.

r = Recubrimiento (se consideran **2** cms)

$$\mathbf{h = d + r = 12 + 2 = 14 \text{ CMS.}}$$

En el análisis de cargas la losa fue propuesta con un espesor de 10 cms., el peralte total calculado es de 14 cms., por lo que se debe ajustar el cálculo de la carga muerta y al valor total se le aplica un **FACTOR DE CARGA DE 1.4**

A continuacion de la tabla 6.1 se obtienen los coeficientes que corresponden a **m = 0.8 y m = 0.9 (CASO I)** datos que se utilizaran para interpolar y obtener los nuevos coeficientes empleando la siguiente formula:

$$\left[\frac{(t - \tilde{n})}{(c - a)} \times (c - b) \right] + \tilde{n}$$

EJEMPLO:

$$\left[\frac{(419 - 371)}{(0.9 - 0.8)} \times (0.9 - 0.83) \right] + 371$$

$$[480 \times 0.07] + 371 =$$

TABLERO	MOMENTO	CLARO	RELACION DE LADOS CORTO A LARGO m = a 1 / a 2		
			a = 0.8	c = 0.9	b = 0.83
			CASO I t	CASO I ñ	CASO I INTERPOLADO
DE ESQUINA DOS LADOS ADYACENTES DISCONTINUOS	NEG. EN BORDES INT.	CORTO	419	371	404.6 = 405
		LARGO	394	360	383.8 = 384
	NEG. EN BORDES DIS.	CORTO	250	219	240.7 = 241
		LARGO	222	206	217.2 = 217
	POSITIVO	CORTO	216	176	204.0 = 204
		LARGO	140	138	139.4 = 139

Los **coeficientes** multiplicados por $10^{-4} w a_1^2$, dan momentos flexionantes por unidad de ancho; si **w** está en (kg/m²) y **a1** en (m) el momento da en (kg-m/m).

Para el caso i, a 1 y a 2 pueden tomarse como los claros libres entre paños de vigas; para el caso ii se tomarán como los claros entre ejes, pero sin exceder del claro libre más dos veces el espesor de la losa.

$$10^{-4} w a^2$$

$$10^{-4} = 1 \times 10^{-4} = 0.0001 = 1 / 10000$$

W = carga multiplicada por un factor de carga **Fc = 1.4**

$$W = 700 \text{ kg/m}^2 + 96 \text{ kg/m}^2 = 796 \text{ kg/m}^2 \times 1.4 = 1114.4 \text{ kg/m}^2 = 1115 \text{ kg/m}^2$$

a² = DIMENSION, CLARO O LADO MENOR.

$$10^{-4} w a^2 = 0.0001 \times 1115 \text{ kg/m}^2 \times (5 \text{ m})^2 = 2.787 \text{ kg-m} = \text{PRODUCTO BASE}$$

M í = COEFICIENTES X PRODUCTO BASE

CALCULO DE LA EXPRESION: $F_R b d^2 f''c$

F_R = Factor de reducción = 0.9 (FLEXION)

b = Ancho por metro lineal = 100 CMS.

d = Peralte efectivo = 12 CMS (calculado)

$$f^*c = 0.8 f'c = 0.8 (250) = 200$$

$$f''c = 0.85 f^*c = 0.85 (200) = 170$$

$$F_R b d^2 f''c = (0.9) (100) (12^2) (170) = 2203200$$

CALCULO DE CUANTIA DE ACERO

$$P = q \frac{f''c}{f_y} = 0.0512 \frac{170}{4200} = 0.0020$$

CALCULO DE AREA DE ACERO

$$A_s = P b d = (0.0020) (100) (12) = 2.40 \text{ CM}^2$$

DE ACUERDO AL REGLAMENTO EL AREA DE ACERO MINIMO Y MAXIMO

$$P \text{ MÍNIMO} = 0.002$$

$$P \text{ MÁXIMO} = 0.003$$

$$A_s = P_{\text{MINIMO}} b d = (0.0020) (100) (12) = 2.40 \text{ CM}^2$$

$$A_s = P_{\text{MAXIMO}} b d = (0.0030) (100) (12) = 3.60 \text{ CM}^2$$

CALCULO DE AREAS DE ACERO

COEFICIENTES	PRODUCTO BASE $10^{-4} w a l^2$	Mí	Mí x 100	$F_R b d^2 f'c$	$q = \frac{Mí \times 100}{F_R b d^2 f'c}$	$P = q \frac{f'c}{f_y}$	$A_s = P b d$ cm ²
405	2.787	1128.735	112873.5	2203200	0.0512	0.0020	2.40
384	2.787	1070.208	107020.8	2203200	0.0485	0.0019	2.28
241	2.787	671.667	67166.7	2203200	0.0304	0.0012	1.44
217	2.787	604.779	60477.9	2203200	0.0274	0.0011	1.32
204	2.787	568.548	56854.8	2203200	0.0258	0.0010	1.20
139	2.787	387.393	38739.3	2203200	0.0175	0.0007	0.84

Se propone utilizar varilla de 3/8" su área es de 0.71 cm^2

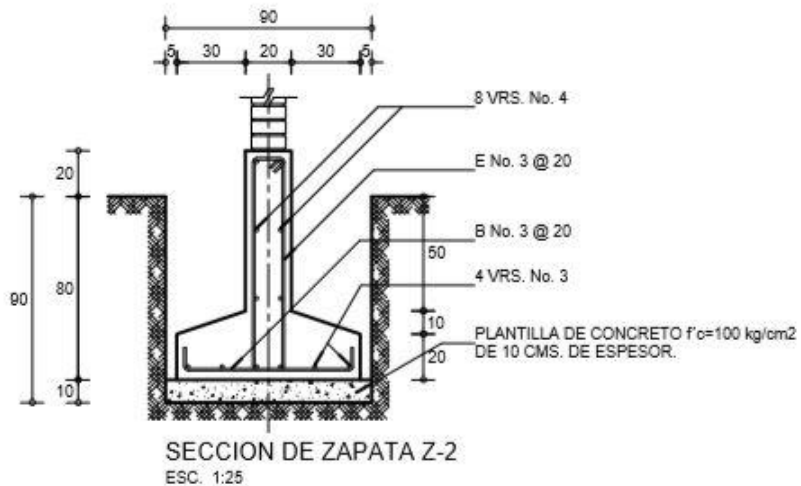
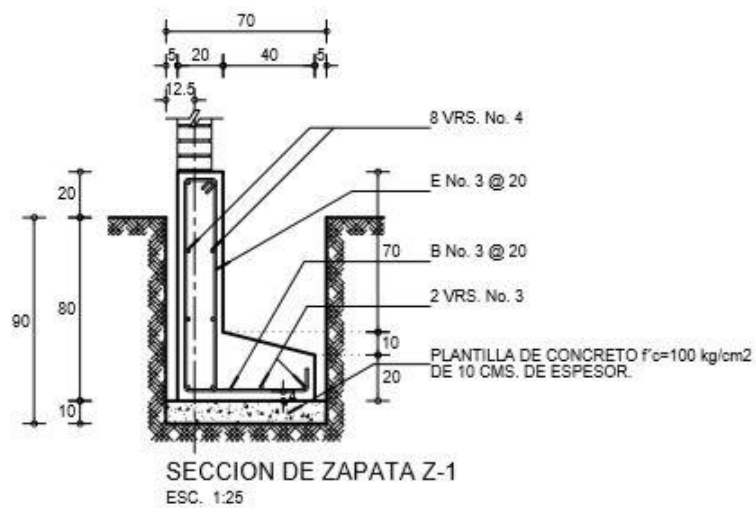
Numero de varillas = as / área de una varilla

NUMERO DE VARILLAS = $2.40 / 0.71 = 3.38$ PIEZAS = 4 PIEZAS

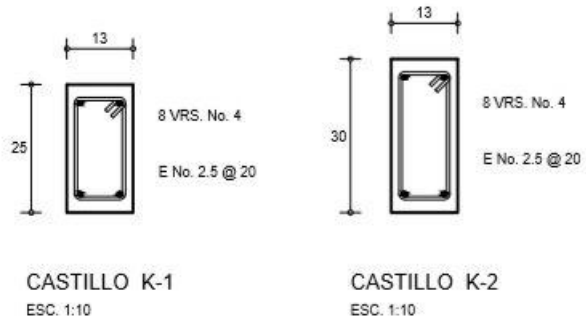
SEPARACION ENTRE VARILLAS = $100 / 4 = 25$ CM.

TERCER PARCIAL

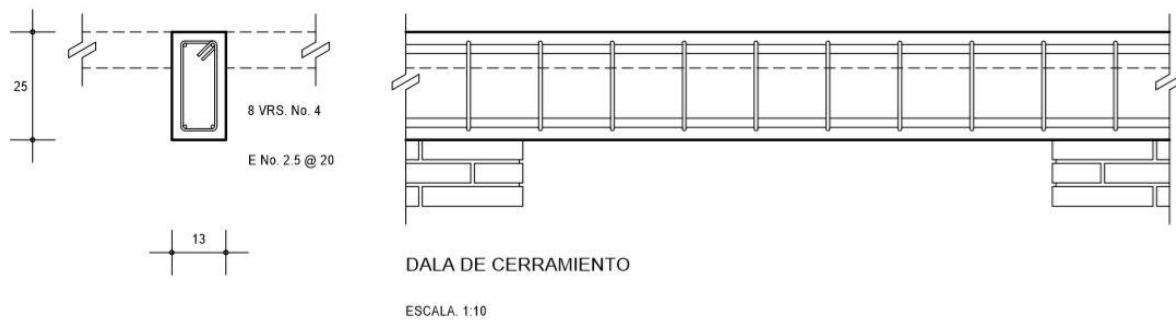
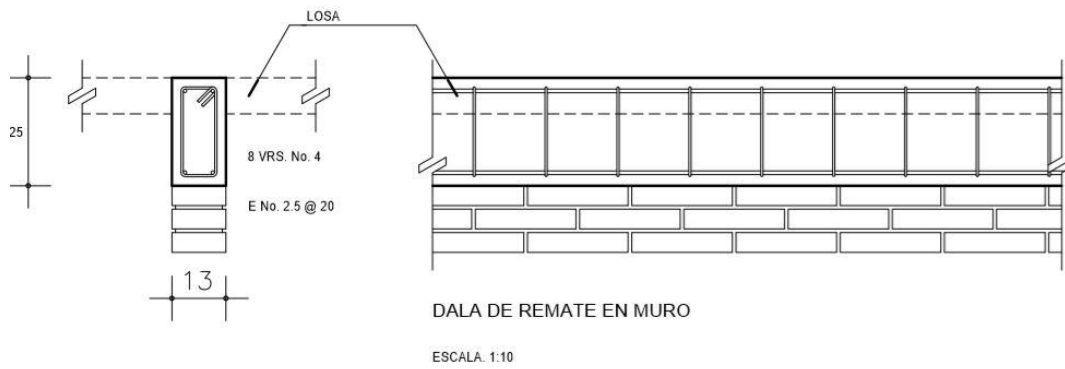
INTEGRACIÓN DE GRAFICOS RESULTADO DE CÁLCULOS



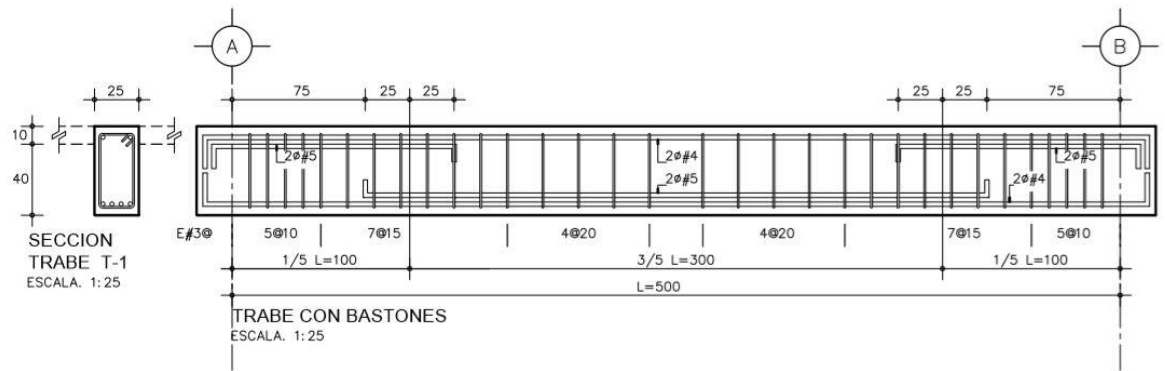
SECCIONES DE ZAPATAS



SECCIONES DE CASTILLOS



SECCIONES DE DALAS



SECCION DE TRABE