



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO ESTRUCTURAL DE ZAPATA CORRIDA O CONTINUA Y LOSA
DE CIMENTACIÓN PARA UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE
HORMIGÓN ARMADO

LLUMIQUINGA LEON RONNY SANTIAGO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO ESTRUCTURAL DE ZAPATA CORRIDA O CONTINUA Y
LOSA DE CIMENTACIÓN PARA UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS
DE HORMIGÓN ARMADO

LLUMIQUINGA LEON RONNY SANTIAGO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

DISEÑO ESTRUCTURAL DE ZAPATA CORRIDA O CONTINUA Y LOSA DE
CIMENTACIÓN PARA UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE HORMIGÓN ARMADO

LLUMIQUINGA LEON RONNY SANTIAGO
INGENIERO CIVIL

AÑAZCO CAMPOVERDE GILBERT ADRIAN

MACHALA, 03 DE DICIEMBRE DE 2020

MACHALA
03 de diciembre de 2020

DISEÑO ESTRUCTURAL DE ZAPATA CORRIDA O CONTINUA Y LOSA DE CIMENTACIÓN PARA UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE HORMIGÓN ARMADO.

por Ronny Llumiquinga

Fecha de entrega: 17-nov-2020 12:00p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1449073810

Nombre del archivo: Ronny_Llumiquinga.docx (3.17M)

Total de palabras: 7519

Total de caracteres: 38233

DISEÑO ESTRUCTURAL DE ZAPATA CORRIDA O CONTINUA Y LOSA DE CIMENTACIÓN PARA UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE HORMIGÓN ARMADO.

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	documents.mx Fuente de Internet	2%
2	www.construmatica.com Fuente de Internet	2%
3	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
4	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	1%
6	jose1254.jimdo.com Fuente de Internet	1%
7	Submitted to UTEC Universidad de Ingeniería & Tecnología Trabajo del estudiante	1%
8	Submitted to Universidad Andina Nestor	

Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

1%

9

**Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD
AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA**

Trabajo del estudiante

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 50 words

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, LLUMIQUINGA LEON RONNY SANTIAGO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado DISEÑO ESTRUCTURAL DE ZAPATA CORRIDA O CONTINUA Y LOSA DE CIMENTACIÓN PARA UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE HORMIGÓN ARMADO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 03 de diciembre de 2020



LLUMIQUINGA LEON RONNY SANTIAGO
1720483039



AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme tener una experiencia tan buena en mi universidad, agradezco a mi universidad por permitirme convertirme en un profesional en lo que tanto me apasiona, agradecer a todos los profesores que fueron parte de este proceso de formación integral para poder lograr mi meta académica.

A mis padres por moldearme como la persona que soy ahora, todos los logros que he alcanzado se los debo a ustedes, incluido este, me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para hacer realidad mis anhelos.

Gracias a mis hermanos y a toda mi familia por apoyarme en cada decisión que tuve que tomar, por creer en mí y hacerme saber que siempre puedo contar con el apoyo de cada uno de ustedes.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres por inculcarme el sentido de responsabilidad y perseverancia, así como por el apoyo que me brindaron y la confianza que me brindaron en todo momento. Hay muchas personas especiales a las que quiero agradecer su amistad, apoyo, aliento y compañerismo en las diferentes etapas de mi vida. Algunos están aquí conmigo y otros en mis recuerdos y en mi corazón. No importa donde se encuentren o si alguna vez llegan a leer esta dedicatoria, quiero agradecerles por ser parte de mí, por todo lo que me han dado y por todas sus bendiciones.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación abordó el problema de brindar la solución de cimentación más económica para el edificio, ubicado en la Avenida 6 de Diciembre de la ciudad de Quito, que se ubica en un terreno con capacidad portante (2.581 kg/cm^2).

Se idearon dos opciones de solución: la primera incluía el uso exclusivo de zapatas corridas, y la segunda una losa de cimentación. Con el fin de conocer las dimensiones de cada opción de cimentación, con lo que se podría formular la configuración necesaria de las dos cimentaciones.

Como resultado, se obtuvo que la cimentación adecuada para este edificio de 5 pisos es la primera opción: la zapata corrida es la más factible y más económica para ser construida.

Palabras Claves: Cimentaciones, zapata corrida, losa de cimentación, capacidad portante

ABSTRACT

The present research work addressed the problem of providing the most economical foundation solution for the building, located on Avenida 6 de Diciembre in the city of Quito, which is located on land with a bearing capacity (2,581 kg / cm²).

Two solution options were devised: the first included the exclusive use of running footings, and the second a foundation slab. In order to know the dimensions of each foundation option, with which the necessary configuration of the two foundations could be formulated.

As a result, it was obtained that the proper foundation for this 5-story building is the first option: the running footing is the most feasible and most economical to be built.

Keywords: Foundations, run shoe, foundation slab, bearing capacity

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	1
DEDICATORIA	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN	6
1.1. ANTECEDENTE	6
1.2. OBJETIVO GENERAL	7
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.4. PROBLEMÁTICA	7
DESARROLLO	8
2.1. MARCO TEÓRICO	8
2.1.1. CIMENTACIONES	8
2.1.2. CIMENTACIONES SUPERFICIALES O POCO PROFUNDAS	9
2.1.3. ZAPATA CORRIDA	10
2.1.3.1. DISEÑO ESTRUCTURAL	11
2.1.3.2. PROCESO CONSTRUCTIVO [15]	11
2.1.3.3 ASPECTOS A TENER EN CUENTA	12
2.1.4. LOSAS DE CIMENTACIÓN	12
2.1.4.1 TIPOS COMUNES DE LOSAS DE CIMENTACIÓN	12
2.1.4.2. DISEÑO ESTRUCTURAL	13
2.1.4.3. MÉTODO RÍGIDO CONVENCIONAL	13
2.1.4.4. PROCESO CONSTRUCTIVO	14
CONCLUSIONES	15
RECOMENDACIONES	16
BIBLIOGRAFÍA	17
ANEXOS	19
ANEXO 1: Diseño de Zapata continua o corrida según ACI 318-14	19
ANEXO 2: Diseño de Losa de Cimentación por el Método Rígido Convencional	31

1. INTRODUCCIÓN

El ser humano, en su afán por satisfacer sus necesidades, siempre se ha preocupado por tener ideas, que se reflejan en los diseños y finalmente se realizan. Entonces en respuesta a necesidades individuales o colectivas, se lleva a cabo la construcción de estructuras seguras, cómodas, económicas y ambientalmente amigables; porque toda estructura debe tener un soporte sobre el suelo adecuado para su construcción, diseño y operación. Por esta razón, es importante conocer los parámetros de resistencia y características del suelo donde se va a realizar la construcción de la misma.

Antes de utilizar el suelo como soporte de cualquier construcción que pueda generar grandes esfuerzos, se debe someter a un estudio de suelos con el fin de determinar sus características físico-químicas y predecir su comportamiento y resistencia a la acción de las cargas que debe soportar.

Todo ello con el fin de moldear el diseño de la cimentación adhiriéndose a las características de resistencia del suelo para que la construcción pueda cumplir con todas sus funciones, tanto de servicio como de resistencia frente a los efectos que actuarán sobre ella durante su tiempo de vida útil.

1.1. ANTECEDENTE

La cimentación de una estructura se define como la parte de la estructura que está en contacto directo con el suelo y que transmite la carga de la estructura al suelo, incluida la masa de suelo que participa directamente en la estructura.

El objetivo principal de las cimentaciones es transmitir las cargas de una estructura a las capas resistentes del subsuelo, de manera estable, con asentamientos totales y diferenciales que sean tolerables.

En el Ecuador la presencia de distintas clases de suelos y estructuras dan lugar a la existencia de varios tipos de cimentaciones, también debemos tener en cuenta que en nuestro país existen diferentes zonas con diferentes tipos de suelo con distintas resistencias, lo que produce una complicación en el diseño de cualquier tipo de estructura.

1.2. OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño estructural de una zapata continua o corrida y una losa de cimentación basados en los Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI318-14) y en el Método Rígido Convencional con la finalidad de obtener la mejor alternativa y conocer el proceso constructivo de este tipo de cimentaciones.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer bajo qué tipo de condiciones se deben construir estas cimentaciones superficiales.
- Reconocer el proceso constructivo de estos dos tipos de cimentaciones superficiales.
- Adquirir experiencia en este tipo de actividades profesionales.

1.4. PROBLEMÁTICA

Las cimentaciones son parte fundamental de toda obra de ingeniería, ya que son las encargadas de transmitir las cargas de los elementos que soportan al suelo; ya que son la parte más importante de cualquier tipo de estructura por esta razón deben estar bien diseñadas y bien construidas para que la estructura pueda alcanzar el periodo de vida útil para la cual fue diseñada porque de otra manera la estructura puede colapsar.

Con la realización de este proyecto se podrá tener en cuenta el proceso de diseño y construcción de dos tipos de cimentaciones superficiales como son la zapata continua o corrida y losa de cimentación para realizar una comparación entre ellas.

2. DESARROLLO

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. CIMENTACIONES

La ejecución de cimentaciones es un tema de interés para ingenieros, geólogos, tecnólogos e inversionistas en construcción. Esta especialización en ingeniería civil no se ha abordado adecuadamente en el país, particularmente en áreas sísmicas. Las cimentaciones en zonas sísmicas aseguran la transmisión de cargas al suelo y además permiten con un mínimo de daño verificado por los supuestos mecanismos de disipación de energía a la superestructura, de los cuales depende la seguridad del edificio. [1]

La subestructura o cimentación es la parte de la estructura que generalmente se coloca debajo de la superficie del suelo y que transmite las cargas al suelo o a la roca subyacente. Cada edificio requiere la necesidad de resolver un problema de cimentación. Las cimentaciones se clasifican en superficiales y profundas, lo que tiene diferencias significativas en términos de geometría, comportamiento del suelo, funcionalidad estructural y sistemas de construcción. [2]

Las estructuras fundadas en suelo duro y roca se modelan y diseñan tradicionalmente como una base fija sin interacción suelo-cimiento-estructura (comúnmente conocida como interacción suelo-estructura). Las zapatas de extensión poco profundas generalmente se diseñan como cimientos en estos sitios. [3]

Con el crecimiento de las áreas urbanas, la construcción cerca de las pendientes se ha vuelto esencial, lo que puede plantear muchos problemas a los ingenieros. Los proyectos de construcción, construcción de carreteras, estribos de puentes y en áreas urbanas con espacio insuficiente deben realizarse en áreas montañosas. Por lo tanto, la construcción de cimentaciones en las pendientes del terreno es inevitable en tales casos. Por el contrario, se han producido daños irreparables en muchos casos debido a una evaluación incorrecta de la capacidad portante de la cimentación y la estabilidad de la pendiente del suelo. [4]

La mayor parte de los daños a los cimientos poco profundos en terremotos se deben a la degradación de su capacidad de carga inducida por la licuefacción. Los temblores sísmicos causan una generación excesiva de presión de poro y la resistencia al corte asociada degrada las capas del suelo. Luego, se prepara para una degradación gradual de la capacidad de carga de los cimientos poco profundos, lo que

eventualmente conduce al factor de seguridad que vaya disminuyendo por debajo de la unidad. [5]

Se han desarrollado varios temas para simular el comportamiento de cimentaciones en un problema de análisis de interacción dinámica suelo-estructura, como determinar la rigidez dinámica de diferentes tipos de cimentaciones o evaluar el movimiento de entrada efectiva de la cimentación aplicado a estructuras durante excitaciones sísmicas. Los enfoques rigurosos denominados métodos directos para evaluar las respuestas dinámicas de las zapatas en las capas del suelo pueden derivarse en algunos casos utilizando soluciones analíticas complicadas o, en casos más generales, utilizando técnicas numéricas como el método de elementos finitos, los elementos de contorno y el método de elementos de contorno escalados. [6]

2.1.2. CIMENTACIONES SUPERFICIALES O POCO PROFUNDAS

El diseño de cimentaciones superficiales en geotecnia se centra en la evaluación de la capacidad de carga generalmente se realizan de manera determinista, por lo que no se puede utilizar para evaluar la probabilidad de obtener una capacidad de carga precisa. Los análisis probabilísticos pueden ser de gran importancia para estimar la capacidad de carga debido a la aleatoriedad de las propiedades de resistencia al corte del suelo. [7]

Las cimentaciones poco profundas se utilizan a menudo para soportar estructuras donde los suelos cerca de la superficie son lo suficientemente fuertes como para actuar como una capa de soporte. El diseño de estado límite de servicio requiere un análisis de desplazamiento de carga, que generalmente se realiza en base a una variedad de métodos teóricos, empíricos o semiempíricos. [8]

Las cimentaciones superficiales son el tipo de cimentación más simple y común. En muchos casos, son la opción más rentable para soportar superestructuras porque son relativamente económicas de construir y no requieren equipo de construcción especializado. Las cimentaciones poco profundas sirven para distribuir las cargas estructurales de la superestructura sobre áreas más grandes de suelo cerca de la superficie, para reducir la magnitud de las tensiones inducidas por las cargas aplicadas a niveles que pueden ser tolerados por los suelos de la cimentación. [9]

La capacidad de carga de los cimientos superficiales se estima utilizando enfoques presentados originalmente por Terzaghi y Meyerhof asumiendo que el suelo está saturado. Se colocan cimentaciones superficiales por encima del nivel del agua y la

variación de tensiones con respecto a la profundidad, asociada a la distribución de las cargas de la superestructura a través de la subestructura (cimentaciones superficiales), en los suelos insaturados. La capacidad de carga de una cimentación poco profunda depende principalmente del ancho de la cimentación, además los resultados de este estudio muestran que la capacidad de estos suelos (para el mismo ancho) está significativamente influenciada por los valores de succión. [10]

La licuefacción tiene un gran impacto en las características de los suelos arenosos sueltos, lo que podría resultar en una gran cantidad de asentamiento y pendiente. Además, la licuefacción y la reducción asociada en la resistencia del suelo en algunos casos resulta en una pérdida de capacidad de carga, conocida como falla de capacidad de carga. Ambos comportamientos se han observado en terremotos pasados en los que muchos edificios con cimientos poco profundos sufrieron fallas de capacidad de carga inducidas por la licuefacción. [11]

Dependiendo de la estructura y el suelo encontrado, se utilizan diferentes tipos de cimentaciones. Una zapata corrida es simplemente la ampliación de una pared de soporte de carga o de la columna que hace posible la transmisión de la carga de la estructura se transmita sobre un área mas grande del suelo. En suelos con baja capacidad de carga, el tamaño de las zapatas corridas requeridas es muy grande y poco práctico. En este caso, es más económico construir toda la estructura sobre una plataforma de hormigón. A esto se le llama losa de cimentación. [12]

2.1.3. ZAPATA CORRIDA

Las zapatas corridas son cimientos de gran longitud en relación con su dimensión transversal y se utilizan como base para alineaciones de muros o columnas (*Figura 1*). En algunos casos, se combinan mediante arriostramientos, formando un emparrillado sobre la que se apoya la losa de planta baja (*Figura 2*).

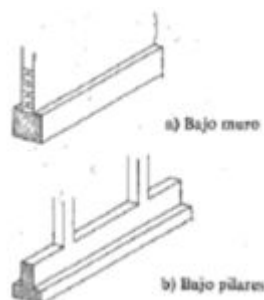


Figura 1. Zapatas Corridas

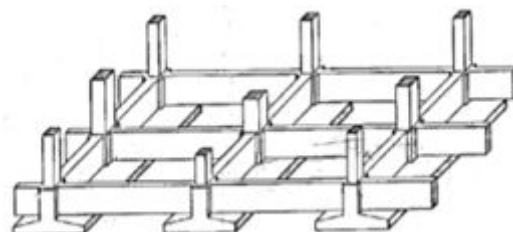


Figura 2. Combinación de Zapatas Corridas

Las cimentaciones superficiales o zapatas corridas sirven como elemento de distribución y colaboración de cargas muy diversas, planteando un complejo problema de interacción y compatibilidad entre el suelo y la estructura.

Las condiciones de rigidez son más difíciles de establecer que en el caso de zapatas aisladas y el cálculo de los esfuerzos y el asiento se complica progresivamente, durante el paso de piezas lineales, tipo de zapata corrida, a tipo losa bidimensional. Esto fuerza considerables simplificaciones de cálculo y aproximaciones semiempíricas, cuyo grado de validez es objeto de continua discusión; las zapatas corridas están indicadas cuando:

- Se trata de cimentar un elemento continuo como muro de albañilería.
- Se requiere homogenizar los asientos de una alineación de columnas, sirviendo de arriostramiento.
- Interesa reducir las presiones de trabajo, combinando una serie de zapatas alineadas.
- Se busca una mayor facilidad constructiva en grupo de zapatas.

2.1.3.1. DISEÑO ESTRUCTURAL

Al diseñar y ejecutar un proyecto geotécnico, se dispone de datos e información sobre las condiciones del sitio. Esta información incluye conocimientos especializados, mapas geológicos, información de la literatura y mediciones in situ. La información disponible puede y debe usarse para reducir las incertidumbres y actualizar las predicciones del desempeño geotécnico. [13]

Para nuestro ejemplo seguiremos lo establecido en el ACI 318-14. [14] (*Ver Anexo 1*)

2.1.3.2. PROCESO CONSTRUCTIVO [15]

- **Excavación y Hormigón de Limpieza:** Luego de la colocación de la zapata, se inicia la excavación con retroexcavadora con cucharón, en el caso de terreno de tránsito, o con martillo en el caso de terreno rocoso o conglomerado, reservando el material recolectado para su posterior llenado o transporte.
- **Armadura:** Una vez comprobada la colocación del refuerzo, se realiza la colocación del nivel de hormigón colocando barras de acero o pintando los laterales. Luego se colocan cuerdas entre las marcas para nivelar la superficie de concreto.

- **Juntas:** Todas las juntas de hormigón deben estar previstas en el proyecto. Si ocurre un empalme imprevisto, deberá ejecutarse normalmente en la dirección de fuerzas máximas.
- **Curado del hormigón:** El curado se realiza mediante riego con agua o con un líquido de curado especial (filmógeno) durante 7 días consecutivos.

2.1.3.3 ASPECTOS A TENER EN CUENTA

- La excavación del fondo y los costados se realiza inmediatamente antes del vertido del hormigón de limpieza, para evitar el deterioro del terreno de cimentación. Intentamos mantener las excavaciones abiertas el menor tiempo posible.
- En el caso de que durante la excavación de las zapatas resulte que la cimentación no es la adecuada, se volverá a realizar el cálculo de los mismos.
- El fondo de la excavación debe ser lo suficientemente plano y homogéneo para evitar asentamientos diferenciales.

2.1.4. LOSAS DE CIMENTACIÓN

Una losa de cimentación se define como una estructura que puede soportar múltiples columnas o muros al mismo tiempo. Se utilizan cuando la capacidad de carga del suelo es muy baja y las zapatas aisladas son demasiado grandes y están demasiado juntas para ser una opción viable.

Se usan cuando:

- La superficie necesaria para la cimentación es igual o superior al 70% de la superficie útil disponible para cimentar. Este caso se presenta en edificios de 12 o más pisos o en suelos con baja plasticidad portante, menor de 1 kg/cm².
- Cuando la resistencia del terreno es excesivamente pequeña.
- Cuando existen subpresiones

2.1.4.1 TIPOS COMUNES DE LOSAS DE CIMENTACIÓN

Las losas de cimentación, a veces denominadas placa de cimentación, son una base combinada que puede cubrir toda el área debajo de una estructura que soporta múltiples columnas o muros. Las losas de cimentación a veces se prefieren en suelos que tienen baja capacidad de carga, pero deben soportar grandes cargas de columnas o muros. Bajo ciertas condiciones, las zapatas aisladas deben cubrir más de la mitad del área de construcción, y las losas de cimentación podrían ser más baratas.

Hoy en día se utilizan diferentes tipos de losas de cimentación, algunos de los tipos más comunes se muestran a continuación (*Figura 3*):

- *Losa plana*: La losa tiene espesor uniforme. (*Figura 3.a*)
- Losa plana engrosada bajo las columnas. (*Figura 3.b*)
- *Losa emparrillada*: Las vigas corren en ambos sentidos y las columnas se ubican en las intersecciones de las vigas. (*Figura 3.c*)
- Losa plana con pedestales. (*Figura 3.d*)
- Losa con muretes integrados para sótano o cajón de cimentación, los muretes trabajan como atiesadores de la losa. (*Figura 3.e*)

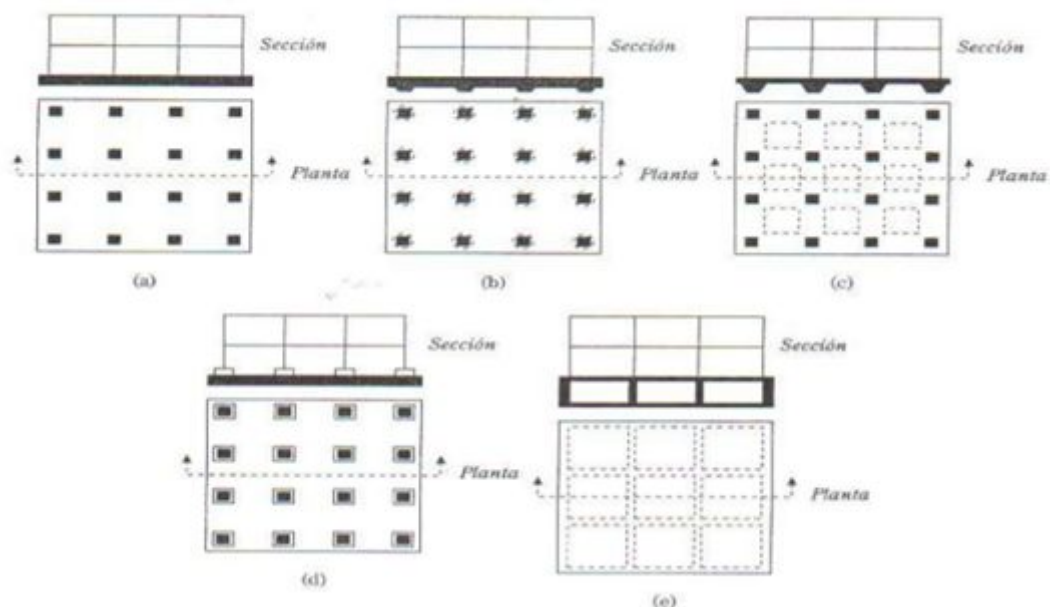


Figura 3: Tipos comunes de losas de cimentación

2.1.4.2. DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño de las losas de cimentación se puede efectuar por dos métodos convencionales: Método Rígido Convencional y el Método Flexible Aproximado. También se puede emplear los métodos de Elementos Finitos y de Diferencias Finitas.

Para nuestro ejemplo utilizaremos el Método Rígido Convencional. (*Ver Anexo 2*)

2.1.4.3. MÉTODO RÍGIDO CONVENCIONAL

En este método de diseño, la losa se supone infinitamente rígida, y la presión del suelo coincide con la línea de acción de las cargas resultantes de las columnas. Como se observa en la siguiente figura:

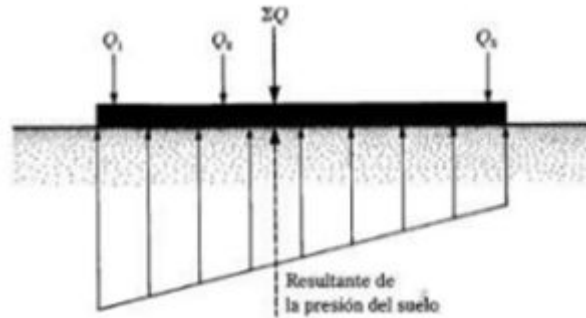


Figura 4: Principios de Diseño del método rígido convencional

Trabaja con más exactitud cuando la losa de cimentación es rígida, permitiendo así que este elemento trabaje como un todo en cuanto a las deformaciones del mismo. Este método da resultados que se acercan a la realidad cuando no hay mucha variación en los valores de carga aplicados, con lo cual, el centro de gravedad geométrico de la losa de cimentación casi coincide con el centro de gravedad de la resultante de la carga.

2.1.4.4. PROCESO CONSTRUCTIVO

- Trazado y nivelación
- Excavación cimentaciones e instalaciones
 - Pruebas de hermeticidad
 - Relleno
 - Pasos en zona de cimentaciones
 - Colocación de tuberías en paralelo con respecto a las cimentaciones
 - Secuencia de trabajo de excavación en cimentaciones
- Colocación de polietileno 200 micras
- Colocación de acero
- Colado de cimentación con concreto

3. CONCLUSIONES

Para este caso en particular al realizar los cálculos tanto para zapata corrida o continua como para losa de cimentación de la misma estructura se analizó que para este edificio de 5 pisos la mejor opción de cimentación superficial es la zapata corrida o continua ya que en apreciación de costos resulta más económica.

Está claro que para que una estructura ofrezca seguridad y un comportamiento razonable, debe tener una base adecuada. Aunque la cimentación es algo que no llama la atención y pasa desapercibida por los usuarios de la estructura. Construir una cimentación es a veces el trabajo más difícil de todos los que se presentan al hacer una obra, ya que es la parte más importante de toda la obra.

Es importante señalar que todo profesional de la Ingeniería Civil en el ejercicio de la profesión, de una forma u otra está involucrado en el análisis, diseño y construcción de cimentaciones superficiales, por lo que se debe tener en cuenta todos los aspectos necesarios para realizar una cimentación resistente y duradera.

Una losa de cimentación es más apropiada y adecuada cuando la presión del suelo permitida es baja, o la carga es pesada, y las zapatas corridas son comúnmente utilizadas en fundaciones de muros de carga portante y la presión del suelo permitida es considerablemente adecuada.

4. RECOMENDACIONES

Si se va a realizar la construcción de un edificio, se recomienda la excavación de una calicata en la misma zona de construcción para verificar las características del suelo a fin de diseñar y construir la cimentación adecuada.

Se recomienda un uso adecuado y un conocimiento estricto de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, ya que esto conduce a la correcta aplicación de cualquier proyecto de investigación.

Se recomienda revisar siempre el diseño resultante ya que el usuario puede cometer un error al ingresar los datos y esto afectaría en los resultados obtenidos.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. R. Álvarez-Deulofeu, "Influencia de las cargas muertas y el tipo de suelo en el diseño de cimentaciones aisladas en zonas sísmicas," *Ciencia en su PC*, vol. 1, no. 4, pp. 16–32, 2019.
- [2] A. L. Rojas, "Un nuevo modelo para diseño de zapatas combinadas rectangulares de lindero con dos lados opuestos restringidos," *Revista ALCONPAT*, vol. 6, no. 2, pp. 172–187, May 2016, Accessed: Oct. 07, 2020. [Online].
- [3] M. T. A. Chaudhary, "Effect of soil-foundation-structure interaction and pier column non-linearity on seismic response of bridges supported on shallow foundations," *Aust. J. Struct. Eng.*, vol. 17, no. 1, pp. 67–86, Jan. 2016.
- [4] Hamed Javdanian, "On the behaviour of shallow foundations constructed on reinforced soil slope – a numerical analysis," *Int. J. Geotech. Eng.*, vol. 14, no. 2, pp. 188–195, Feb. 2020.
- [5] A. Hasheminezhad and H. Bahadori, "On the deep soil mixing method in the mitigation of liquefaction-induced bearing capacity degradation of shallow foundations," *Geomechanics and Geoengineering*, pp. 1–13, Apr. 2020.
- [6] A. M. Halabian, S. Ghasemi, and S. Mohasseb, "Rocking Response of Shallow Foundations in Time Domain Using Cone Model Theory," *J. Earthquake Eng.*, pp. 1–24, Jul. 2020.
- [7] J. C. Viviescas, Á. J. Mattos, and J. P. Osorio, "Uncertainty quantification in the bearing capacity estimation for shallow foundations in sandy soils," *Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards*, pp. 1–14, Apr. 2020.
- [8] A. Aouadj and A. Bouafia, "CPT-based method using hybrid artificial neural network and mathematical model to predict the load-settlement behaviour of shallow foundations," *Geomechanics and Geoengineering*, pp. 1–13, Apr. 2020.
- [9] A. Mahgoub and H. El Naggat, "Using TDA underneath shallow foundations: simplified design procedure," *Int. J. Geotech. Eng.*, pp. 1–15, Nov. 2019.
- [10] J. García Tristán, W. D. Cobelo Cristía, and G. J. Quevedo Sotolongo, "Bearing capacity of footings in unsaturated soils employing analytic methods," *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 35, no. 2, pp. 417–430, 2017.

- [11] A. Kazemi, H. Shahir, and P. Ayoubi, "Simple Equations for Estimating Bearing Capacity of Liquefiable Soils Underneath Shallow Foundations," *J. Earthquake Eng.*, pp. 1–25, Jul. 2020.
- [12] B. M. Das, *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*, vol. Cuarta Edición. Cengage Learning Editores, S.A, 2015.
- [13] I. Papaioannou and D. Straub, "Learning soil parameters and updating geotechnical reliability estimates under spatial variability – theory and application to shallow foundations," *Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards*, vol. 11, no. 1, pp. 116–128, Jan. 2017.
- [14] A. C. I. Comité, "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario (ACI 318-14)," American Concrete Institute, 29 de Agosto del 2014.
- [15] CONSTRUPEDIA, "Cimentaciones por Zapatas," *CONSTRUMATICA*. https://www.construmatica.com/construpedia/Cimentaciones_por_Zapatas (accessed Nov. 06, 2020).

6. ANEXOS

ANEXO 1: Diseño de Zapata continua o corrida según ACI 318-14

Determinar la carga de la estructura que va a soportar la zapata

Para motivos didácticos de diseño se utilizará el siguiente valor de carga:

$$\begin{aligned}WD &= 19.20 \text{ Ton/m} & WL &= 7.29 \text{ Ton/m} \\W &= 19.20 + 7.29 = 26.49 \text{ Ton/m}\end{aligned}$$

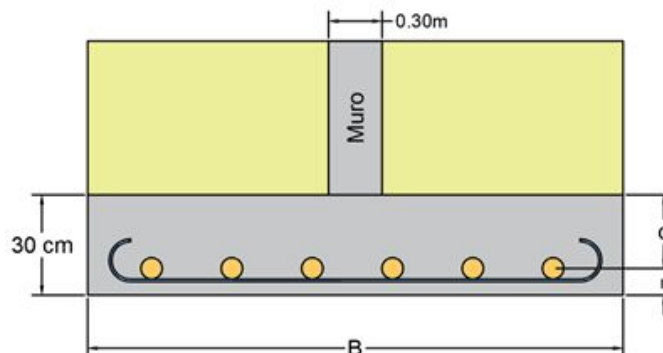
Con la utilización de las combinaciones de carga establecidas en el ACI 318-14 en la tabla 5.3.1, utilizaremos la combinación de $U=1.2D+1.6L$

$$\begin{aligned}W_u &= 1.2(19.2) + 1.6(7.29) \\W_u &= 34.703 \text{ Ton/m}\end{aligned}$$

El recubrimiento libre como nos dice el ACI 318-14 en la sección 13.3.1.2 nos dice que para estructuras de concreto reforzado que va a estar construido contra el suelo y permanentemente expuesto a él, el acero de refuerzo requiere por lo menos un recubrimiento libre de 75 mm.

El peralte efectivo del refuerzo inferior debe ser de al menos $d=150\text{mm}$ según lo establecido en la sección 13.3.1.2 del ACI 318-14.

Se propone utilizar un espesor de y también se propone utilizar varillas de 12 mm en ambos sentidos, de esta manera procedemos a calcular el recubrimiento de la parte inferior en la sección perpendicular al muro.



$$r = 7.5 + 1.5(\phi)$$

$$r = 7.5 + 1.5(1.2)$$

$$r = 9.30 \text{ cm}$$

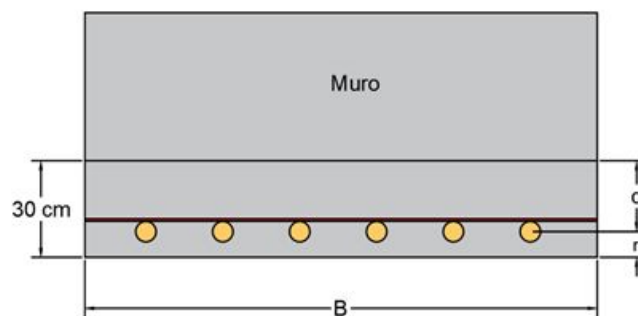
Y el peralte será de

$$d = H - r$$

$$d = 30 - 9.30$$

$$d = 20.70 \text{ cm}$$

Para la sección paralela al muro tenemos el siguiente recubrimiento inferior



$$r = 7.5 + 0.5(\phi)$$

$$r = 7.5 + 0.5(1.2)$$

$$r = 8.10 \text{ cm}$$

Y el peralte será de

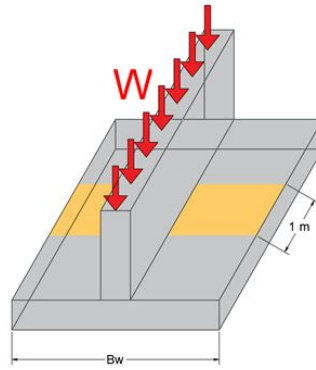
$$d = H - r$$

$$d = 30 - 8.10$$

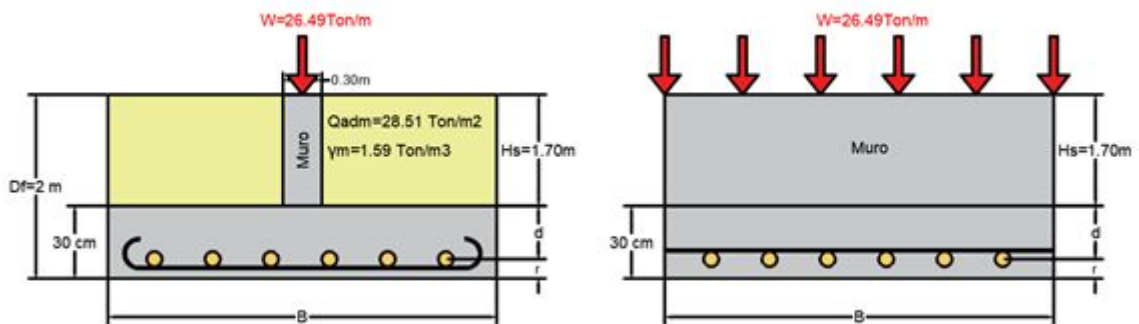
$$d = 21.90 \text{ cm}$$

En el apartado 13.3.1.1 del ACI 318-14 nos dice que el área mínima de la base de la cimentación debe calcularse a partir de las fuerzas y de momentos no mayorados transmitidos por la cimentación al suelo o roca y de la capacidad portante admisible definida con base en los principios de la mecánica de suelos.

Para el análisis se debe realizar el cálculo por un 1 m ancho de nuestra zapata continua o corrida para resistir la carga de servicio.



Para este ejemplo vamos a utilizar los datos de la ciudad de Quito, de la Avenida 6 de Diciembre, los cuales son Cargando... y el peso específico del suelo Cargando....



Con estos valores procedemos a calcular la capacidad de carga neta

$$q_e = Q_{adm} - \gamma_m H_s - \gamma_c H$$

$$q_e = 28.51 - 1.59(1.7) - 2.4(0.3)$$

$$q_e = 25.09 \text{ Ton}/m^2$$

Para determinar el ancho de la zapata

$$B = \frac{W}{q_e}$$

$$B = \frac{26.49}{25.09}$$

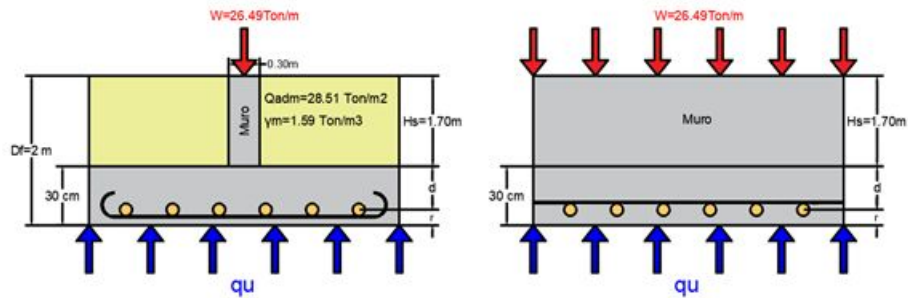
$$B = 1.06 \text{ m} \approx 1.10 \text{ m}$$

Para el diseño por resistencia que ejerce el suelo sobre la zapata

$$q_u = \frac{Wu}{B}$$

$$q_u = \frac{34.70}{1.10}$$

$$q_u = 31.55 \text{ Ton/m}^2$$



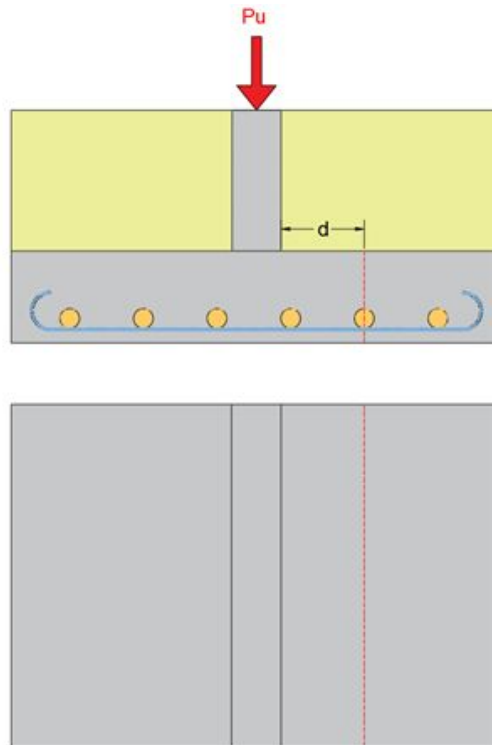
En el apartado 13.2.7.2 del ACI 318-14 nos dice que la sección crítica para cortante en una dirección o para cortante en dos direcciones debe medirse desde la ubicación de la sección crítica para M_u .

Tabla 13.2.7.1 — Localización de la sección crítica para M_u

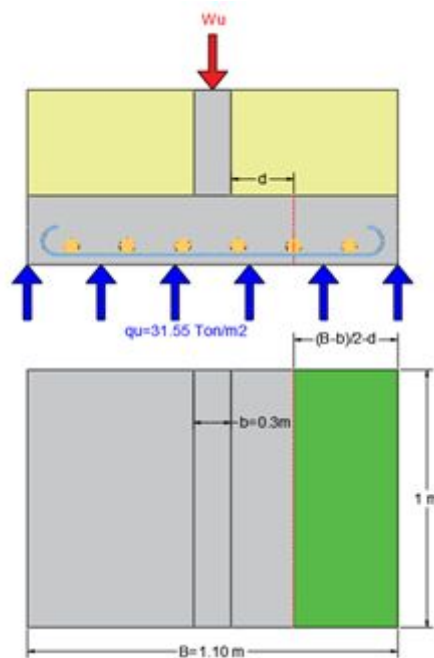
Localización de la sección crítica	Miembro soportado
Cara de la columna o pedestal	Columna o pedestal
En el punto medio entre la cara de la columna y el borde de la placa base de acero	Columna con placa base de acero
Cara del muro	Muro de concreto
En el punto medio entre el eje y la cara del muro de albañilería	Muro de albañilería

Para nuestro caso se trata de un muro de concreto la sección crítica para M_u se va a localizar en la cara del muro.

El apartado 7.4.3.2 del ACI 318-14 nos dice que la ubicación de la sección crítica para cortante en una dirección se va a localizar a una distancia igual al peralte efectivo medido desde la aplicación de la sección crítica para el Momento Último de Diseño (M_u).



Revisión de la zapata considerando la transmisión de Fuerza Cortante en una dirección.



$$V_u = \left(\frac{B - b}{2} - d \right) * 1 \text{ m} * q_u$$

$$V_u = \left(\frac{1.1 - 0.3}{2} - \frac{21.90}{100} \right) (1)(31.55)$$

$$V_u = 5.71 \text{ Ton}$$

Cortante resistente del concreto en una dirección

Según el apartado 22.5.5.1 del ACI 318-14

Sistema SI esfuerzos en MPa	Sistema mks esfuerzos en kgf/cm ²	Sistema de unidades usuales en USA esfuerzos en libras por pulgada cuadrada (lb/pulg ²)
$V_c = 0.17\lambda\sqrt{f'_c}b_wd$	$V_c = 0.53\lambda\sqrt{f'_c}b_wd$	$V_c = 2\lambda\sqrt{f'_c}b_wd$

Cargando...

Para determinar el valor de λ nos dirigimos a la Tabla 19.2.4.2 del ACI 318-14

Concreto	Composición de los agregados	λ
Todos livianos	Fino: ASTM C330M Grueso: ASTM C330M	0.75
Liviano, mezcla fina	Fino: Combinación de ASTM C330M y C33M Grueso: ASTM C330	0.75 a 0.85 ^[1]
Arena, liviana	Fino: ASTM C33M Grueso: ASTM C330M	0.85
Arena, liviana, Mezcla gruesa	Fino: ASTM C33M Grueso: Combinación de ASTM C330M y C33M	0.85 a 1.00 ^[2]
Peso normal	Fino: ASTM C33M Grueso: ASTM C33M	1.00

Para nuestro caso utilizaremos el valor que es asignado a un concreto de peso normal
Cargando....

$$V_c = 0.53\lambda\sqrt{f'_c}b_wd$$

$$V_c = 0.53(1)\sqrt{240}(100)(21.90)$$

$$V_c = 17981.487 \text{ kg} \approx 17.98 \text{ Ton}$$

Según la tabla 21.2.1 del ACI 318-14 este valor de V_c se verá afectado por un factor de reducción de resistencia Cargando...

Tabla 21.2.1 — Factores de reducción de resistencia, ϕ

Acción o Elemento Estructural		ϕ	Excepciones
(a)	Momento, fuerza axial o momento y fuerza axial combinados	0.65 a 0.9 de acuerdo con 21.2.2	Cerca de los extremos de elementos pretensados donde los torones no se han desarrollado totalmente, ϕ debe cumplir con 21.2.3.
(b)	Cortante	0.75	Se presentan requisitos adicionales en 21.2.4 para estructuras diseñadas para resistir efectos sísmicos.

$$\phi V_c = 0.75(17.98)$$

$$\phi V_c = 13.49 \text{ Ton}$$

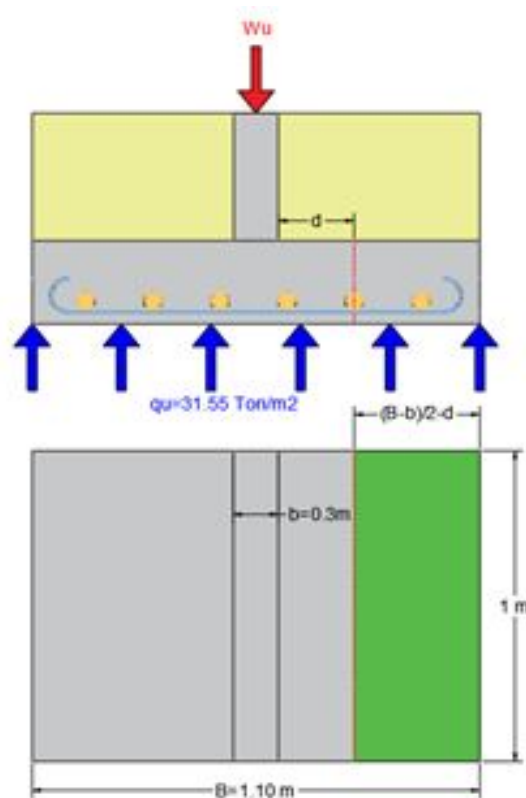
Procedemos a realizar la siguiente verificación

$$\phi V_c \geq V_u$$

$$13.49 \geq 5.71 \text{ OK}$$

Con esta verificación podemos seguir con el diseño de la zapata, si por alguna razón no se llegase a cumplir deberíamos aumentar el espesor de la zapata.

Momento Flexionante ejercido en la sección crítica



$$Mu = \left[1 m \left(\frac{B - b}{2} \right) \right] q_u \left(\frac{B - b}{4} \right)$$

$$Mu = \left[1 \left(\frac{1.1 - 0.3}{2} \right) \right] (31.55) \left(\frac{1.1 - 0.3}{4} \right)$$

$$Mu = 2.52 \text{ Ton} * m$$

Determinación del acero de refuerzo para resistir Mu

$$\rho = \frac{0.85f'c}{fy} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2Mu}{\phi(0.85)f'cbd^2} \right)} \right)$$

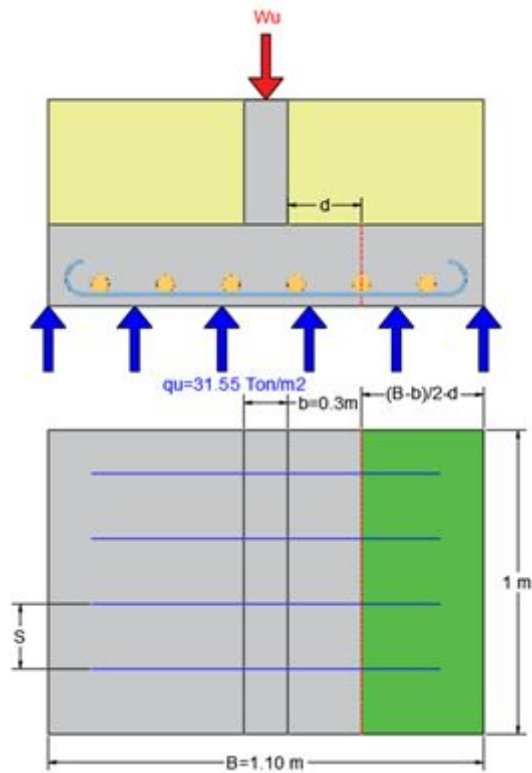
$$\rho = \frac{0.85(240)}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2(2.52)(1000)(100)}{0.9(0.85)(240)(100)(21.90)^2} \right)} \right)$$

$$\rho = 0.00141$$

$$As = \rho bd$$

$$As = (0.00141)(100)(21.90)$$

$$As = 3.09 \text{ cm}^2$$



Propuesta

4 varillas de $\Phi=10\text{mm}$

$$As = \frac{\pi\Phi^2}{4} (\#varillas)$$

$$As = \frac{\pi(1)^2}{4} (4)$$

$$As = 3.14 \text{ cm}^2$$

Se coloca el mayor valor de estas dos ecuaciones

$$As_{min} = \frac{0.80\sqrt{f'c}}{fy} b_w d = \frac{0.80\sqrt{240}}{4200} (100)(21.90) = 6.46 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = \frac{14}{fy} b_w d = \frac{14}{4200} (100)(21.90) = 7.30 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = 7.30 \text{ cm}^2$$

Se toma el valor de Cargando... porque es el área de acero mínima que requiere la estructura

Para esta nueva Área de acero se requiere:

7 varillas de $\Phi=12\text{mm}$

$$As = \frac{\pi\Phi^2}{4} (\#varillas)$$

$$As = \frac{\pi(1.2)^2}{4} (7)$$

$$As = 7.92 \text{ cm}^2$$

Verificación del diseño

$$a = \frac{Asfy}{0.85f'cb}$$

$$a = \frac{7.30(4200)}{0.85(240)(100)}$$

$$a = 1.5 \text{ cm}$$

El valor de Cargando... para hormigones entre Cargando...

$$c = \beta_1 a$$

$$c = 0.85(1.5)$$

$$c = 1.28 \text{ cm}$$

$$T = A_s f_y$$

$$T = 7.30(4200)$$

$$T = 30660 \text{ kg} \approx 30.66 \text{ Ton}$$

$$M_n = T \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_n = 30.66 \left(21.90 - \frac{1.5}{2} \right)$$

$$M_n = 648.414 \text{ Ton} \cdot \text{cm} \approx 6.48 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$\phi M_n = 0.9(6.48)$$

$$\phi M_n = 5.84 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

Procedemos a realizar la siguiente verificación

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$5.84 \geq 2.52 \text{ OK}$$

Separación del refuerzo

$$S = \frac{100}{\#varillas}$$

$$S = \frac{100}{7}$$

$$S = 14.29 \text{ cm} \approx 14.30 \text{ cm}$$

Según la tabla 24.4.3.2 del ACI 318-14

Tabla 24.4.3.2 — Cuantías mínimas de refuerzo corrugado de retracción y temperatura calculadas sobre el área bruta de concreto

Tipo de refuerzo	f_y , Mpa	Cuantía mínima de refuerzo	
Barras corrugadas	< 420	0.002	
Barras corrugadas o refuerzo de alambre electrosoldado	≥ 420	Mayor de:	$\frac{0.0018 \times 420}{f_y}$
			0.0014

La cuantía mínima que utilizaremos será Cargando...

$$As = \rho B h$$

$$As = (0.0018)(110)(30)$$

$$As = 5.94 \text{ cm}^2$$

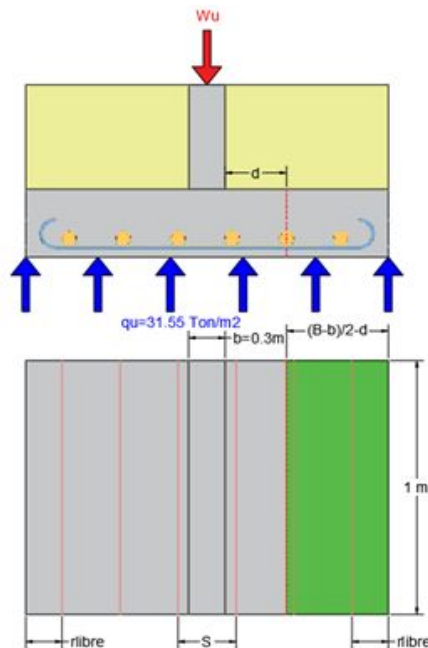
Propuesta

6 varillas de $\Phi=12\text{mm}$

$$As = \frac{\pi \Phi^2}{4} (\#varillas)$$

$$As = \frac{\pi(1.2)^2}{4} (6)$$

$$As = 6.79 \text{ cm}^2$$



Separación del refuerzo

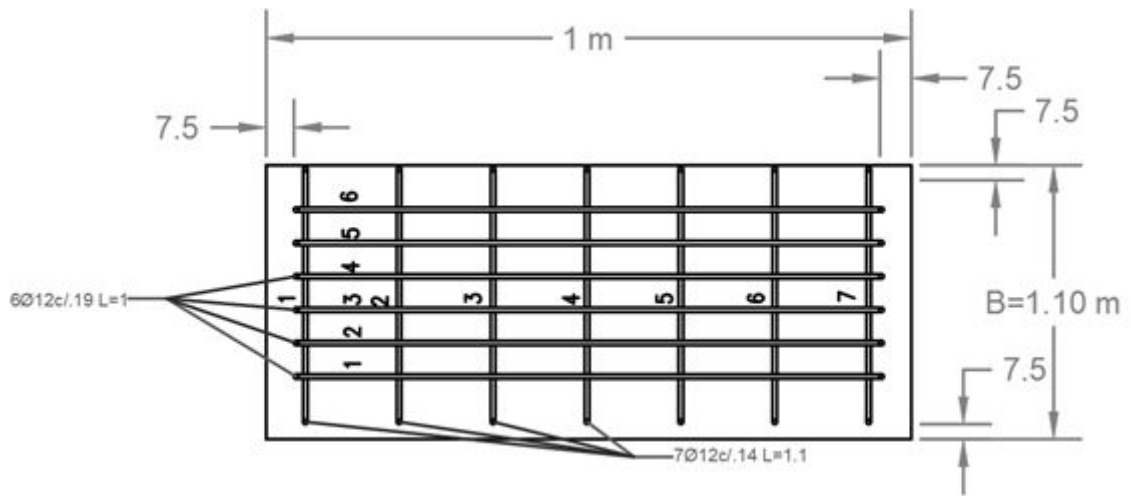
$$S = \frac{B - 2r_{libre}}{\#varillas - 1}$$

$$S = \frac{110 - 2(7.5)}{6 - 1}$$

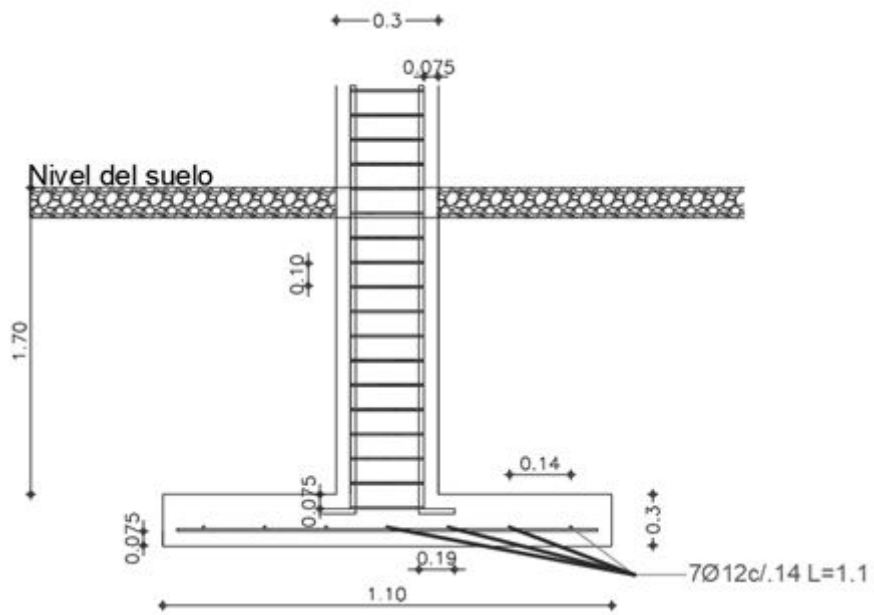
$$S = 19 \text{ cm}$$

Esta separación no debe ser menor de $5h$ ni mayor de 450 mm , como lo dice el apartado 24.4.3.3 del ACI 318-14.

Armado de acero vista en planta



Armado de acero vista en elevación



ANEXO 2: Diseño de Losa de Cimentación por el Método Rígido Convencional

Para este diseño se utilizarán los siguientes datos:

$f'c=240 \text{ kg/cm}^2$, $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$, una sobrecarga de $S/C=450 \text{ kg/m}^2$, nivel de desplante $Df=100 \text{ cm}$, una capacidad de carga admisible $Q_{adm}=2.851 \text{ kg/cm}^2$, el peso específico del suelo 1590 kg/m^3 , el peso específico del concreto 2400 kg/m^3 , un factor $K_s=1 \text{ kg/cm}^3$ y la elasticidad Cargando... kg/cm^2 .

Cuadro de cargas

El siguiente cuadro contiene las dimensiones de columnas con sus respectivos tipos de carga y mayoración de cargas.

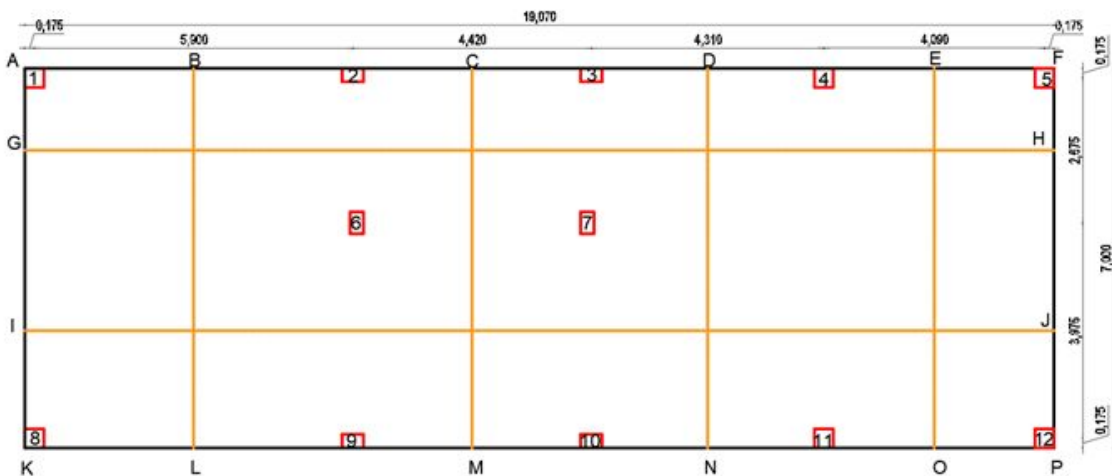


Gráfico 1

Columnas	b (cm)	h (cm)	PD (Ton)	PL (Ton)	1,2PD+1,6PL (Ton)
1	35	35	30,277	10,647	53,3676
2	25	40	25,472	9,317	45,4736
3	25	40	20,435	7,924	37,2004
4	35	35	30,763	10,519	53,746
5	35	35	6,478	3,273	13,0104
6	25	40	45,905	15,787	80,3452
7	25	40	40,059	17,565	76,1748
8	35	35	30,385	10,427	53,1452
9	25	40	29,152	9,649	50,4208
10	25	40	25,728	8,025	43,7136
11	35	35	35,801	10,552	59,8444
12	35	35	6,477	4,639	15,1948
			326,932	118,324	581,6368

Tabla 1

A continuación, se mostrará la representación del terreno y de la losa de cimentación

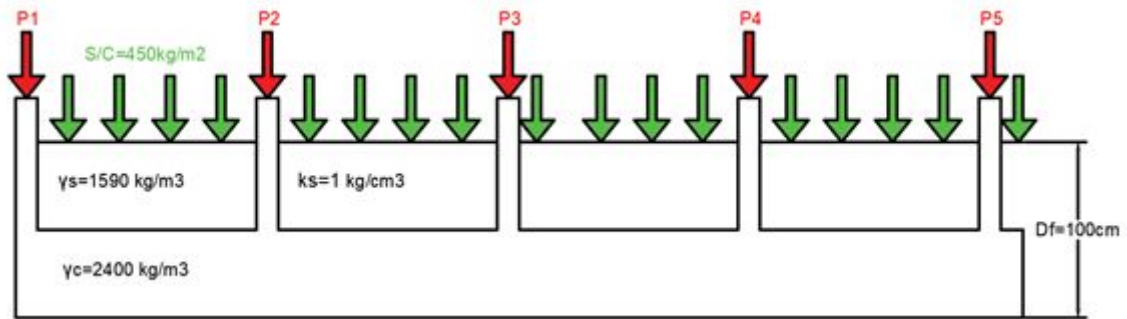


Gráfico 2

Definir método a utilizar

Definimos la distancia crítica entre ejes en la dirección X: Cargando...

Definimos la distancia crítica entre ejes en la dirección Y: Cargando...

Definimos la distancia mayor: Cargando...

Asumimos un valor de espesor de la losa de cimentación: Cargando...

Calculamos el valor de

$$\lambda = \left(\frac{3K_s}{ET^3} \right)^{1/4} = \left(\frac{3(1)}{232379.001(60)^3} \right)^{1/4} = 0.002780$$

$$\frac{1.75}{\lambda} = \frac{1.75}{0.002780} = 629.39 \text{ cm} \approx 6.29 \text{ m}$$

Verificamos la siguiente condición para cumplir con el método rígido

$$\frac{1.75}{\lambda} \geq L_c$$

$$6.29 \geq 5.9$$

Si por alguna razón esta verificación no se cumple se debe aumentar el espesor de la losa de cimentación.

1.- Calcular el área de la losa

Longitud en la dirección X: Cargando...

Longitud en la dirección Y: Cargando...

$$A = LxLy = 19.07(7) = 133.49 \text{ m}^2$$

2.- Cálculo de la presión neta

$$q_n = Q_{adm} - \gamma_{s1}h_1 - \gamma_{s2}h_2 - \gamma_{si}h_i - \gamma_c h_c - S/C$$

$$q_n = 2851 - 1590(100 - 55)(10^{-6}) - 2400(55)(10^{-6}) - 450(10^{-4})$$

$$q_n = 2.60 \text{ kg/cm}^2$$

3.- Cálculo de las presiones por debajo de los puntos perimetrales

Resultantes

Eje X

$$x' = \frac{\sum P_i x'_i}{\sum P_i}$$

$$x' = \frac{\sum (PD + PL) x'_i}{\sum P_i}$$

$$x' = \frac{0.175(40.924+40.812)+(0.175+5.9)(34.789+61.692+38.801)+(0.175+5.9+4.42)(28.359+57.624+33.753)+(0.175+5.9+4.42+4.31)(41.282+46.353)+(0.175+5.9+4.42+4.31+4.14)(9.751+11.115)}{326.932+118.324}$$

$$x' = 8.5 \text{ m}$$

Eje Y

$$y' = \frac{\sum P_i y'_i}{\sum P_i}$$

$$y' = \frac{\sum (PD + PL) y'_i}{\sum P_i}$$

$$y' = \frac{0.175(40.924 + 34.789 + 28.359 + 41.282 + 9.751) + (0.175 + 2.675)(61.692 + 57.624) + (0.175 + 2.675 + 3.975)(40.812 + 38.801 + 33.753 + 46.353 + 11.115)}{326.932 + 118.324}$$

$$y' = 3.44 \text{ m}$$

Excentricidades

Eje X

$$ex = x' - \frac{Lx}{2} = 8.5 - \frac{19.07}{2} = -1.03 \text{ m} \approx -103.31 \text{ cm}$$

Eje Y

$$ey = y' - \frac{Ly}{2} = 3.44 - \frac{7}{2} = -0.06 \text{ m} \approx -5.67 \text{ cm}$$

Peso total mayorado de la edificación

$$Pu = \sum 1.2PD + 1.6PL = 581.637 \text{ Ton}$$

Inercia

$$Ix = \frac{BL^3}{12} = \frac{19.07(7)^3}{12} = 545.08 \text{ m}^4$$

$$Iy = \frac{LB^3}{12} = \frac{7(19.07)^3}{12} = 4045.47 \text{ m}^4$$

Momentos

$$Mx = Pu * ey = 581.637(-0.06) = -32.99 \text{ Ton} * \text{m}$$

$$My = Pu * ex = 581.637(-1.03) = -602.24 \text{ Ton} * \text{m}$$

Cálculo de las presiones modificadas

$$q = \frac{Pu}{A} \pm \frac{MyX}{Iy} \pm \frac{MxY}{Ix}$$

$$q = 4.36 - 0.149X - 0.061Y$$



Gráfico 3

Para la verificación debemos cumplir con

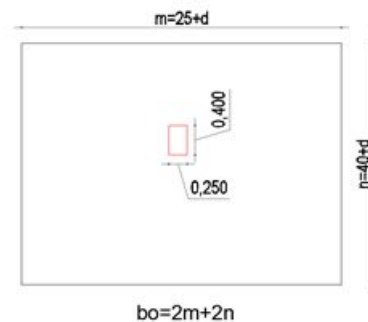
Puntos	Pu/A	X (m)	(My*X)/Iy	Y (m)	(Mx*Y)/Ix	q (kg/cm2)	Verificación
A	4,36	-9,535	1,4162369	3,5	-0,211818	0,550	Si cumple
B	4,36	-6,41	0,9520795	3,5	-0,211818	0,509	Si cumple
C	4,36	-1,25	0,1856629	3,5	-0,211818	0,433	Si cumple
D	4,36	3,115	-0,4626720	3,5	-0,211818	0,368	Si cumple
E	4,36	7,315	-1,0889639	3,5	-0,211818	0,305	Si cumple
F	4,36	9,535	-1,4162369	3,5	-0,211818	0,272	Si cumple
G	4,36	-9,535	1,4162369	1,975	-0,119526	0,565	Si cumple
H	4,36	9,535	-1,4162369	1,975	-0,119526	0,282	Si cumple
I	4,36	-9,535	1,4162369	-1,325	0,080188	0,585	Si cumple
J	4,36	9,535	-1,4162369	-1,325	0,080188	0,302	Si cumple
K	4,36	-9,535	1,4162369	-3,5	0,211818	0,598	Si cumple
L	4,36	-6,41	0,9520795	-3,5	0,211818	0,552	Si cumple
M	4,36	-1,25	0,1856629	-3,5	0,211818	0,475	Si cumple
N	4,36	3,115	-0,4626720	-3,5	0,211818	0,410	Si cumple
O	4,36	7,315	-1,0889639	-3,5	0,211818	0,348	Si cumple
P	4,36	9,535	-1,4162369	-3,5	0,211818	0,315	Si cumple

Tabla 2

4.- Cálculo del peralte efectivo de la losa a partir del corte por punzonamiento

En las columnas de mayor carga y de menor desarrollo de superficie de punzonamiento

Columna 7



$$Vu = Pu - q_n mn$$

$$Vu = 76174.8 - 2.60(25 + d)(40 + d)$$

$$Vu = 76174.8 - 2.60(1000 + 25d + 40d + d^2)$$

$$Vu = 76174.8 - 2600 - 169d - 2.6d^2$$

$$Vu = 73574.8 - 169d - 2.6d^2 \text{ Ec 1.}$$

$$\phi V_c = \phi 1.1 \sqrt{f'c} b o d$$

$$\phi V_c = 0.9(1.1) \sqrt{240} (2m + 2n) d$$

$$\phi V_c = 15.337 (2(25 + d + 40 + d)) d$$

$$\phi V_c = 15.337 (2(65 + 2d)) d$$

$$\phi V_c = 15.337 (130 + 4d) d$$

$$\phi V_c = 1993.81d + 61.348d^2 \text{ Ec 2.}$$

Igualemos Ec1+Ec2

$$73574.8 - 169d - 2.6d^2 = 1993.81d + 61.348d^2$$

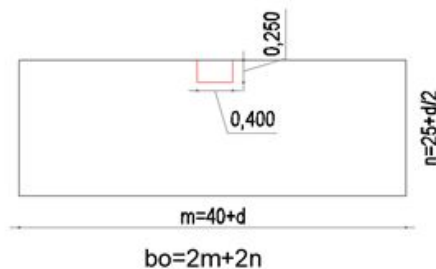
$$-63.948d^2 - 2162.81d + 73574.8 = 0$$

$$d_1 = \frac{2162.81 + \sqrt{(-2162.81)^2 - 4(-63.948)(73574.8)}}{2(-63.948)} = -54.81 \text{ cm}$$

$$d_2 = \frac{2162.81 - \sqrt{(-2162.81)^2 - 4(-63.948)(73574.8)}}{2(-63.948)} = 20.99 \text{ cm}$$

Tomamos el valor para el peralte de la losa necesario de Cargando....

Columna 3



$$V_u = P_u - q_n m n$$

$$V_u = 37200.4 - 2.60(40 + d) \left(25 + \frac{d}{2} \right)$$

$$V_u = 37200.4 - 2.60 \left(1000 + \frac{40d}{2} + 25d + \frac{d^2}{2} \right)$$

$$V_u = 37200.4 - 2600 - 52d - 65d - 1.3d^2$$

$$V_u = 34600.4 - 117d - 1.3d^2 \text{ Ec 1.}$$

$$\phi V_c = \phi 1.1 \sqrt{f'c} b o d$$

$$\phi V_c = 0.9(1.1) \sqrt{240} (2m + 2n) d$$

$$\phi V_c = 15.337 \left(2 \left(40 + d + 25 + \frac{d}{2} \right) \right) d$$

$$\phi V_c = 15.337 \left(2 \left(65 + \frac{3d}{2} \right) \right) d$$

$$\phi V_c = 15.337(130 + 3d)d$$

$$\phi V_c = 1993.81d + 46.011d^2 \text{ Ec 2.}$$

Igualemos Ec1+Ec2

$$34600.4 - 117d - 1.3d^2 = 1993.81d + 46.011d^2$$

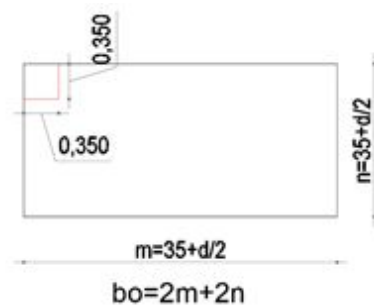
$$-47.311d^2 - 2110.81d + 34600.4 = 0$$

$$d_1 = \frac{2110.81 + \sqrt{(-2110.81)^2 - 4(-47.311)(34600.4)}}{2(-47.311)} = -57.36 \text{ cm}$$

$$d_2 = \frac{2110.81 - \sqrt{(-2110.81)^2 - 4(-47.311)(34600.4)}}{2(-47.311)} = 12.75 \text{ cm}$$

Tomamos el valor para el peralte de la losa necesario de Cargando....

Columna 1



$$V_u = P_u - q_n m n$$

$$V_u = 53367.6 - 2.60 \left(35 + \frac{d}{2} \right) \left(35 + \frac{d}{2} \right)$$

$$V_u = 53367.6 - 2.60 \left(1225 + \frac{35d}{2} + \frac{35d}{2} + \frac{d^2}{4} \right)$$

$$Vu = 53367.6 - 3185 - 91d - 0.65d^2$$

$$Vu = 50182.6 - 91d - 0.65d^2 \text{ Ec 1.}$$

$$\phi Vc = \phi 1.1 \sqrt{f'c} b o d$$

$$\phi Vc = 0.9(1.1) \sqrt{240} (2m + 2n) d$$

$$\phi Vc = 15.337 \left(2 \left(35 + \frac{d}{2} + 35 + \frac{d}{2} \right) \right) d$$

$$\phi Vc = 15.337 (2(70 + d)) d$$

$$\phi Vc = 15.337 (140 + 2d) d$$

$$\phi Vc = 2147.18d + 30.674d^2 \text{ Ec 2.}$$

Igualamos Ec1+Ec2

$$50182.6 - 91d - 0.65d^2 = 2147.18d + 30.674d^2$$

$$-31.324d^2 - 2238.18d + 50182.6 = 0$$

$$d_1 = \frac{2238.18 + \sqrt{(-2238.18)^2 - 4(-31.324)(50182.6)}}{2(-31.324)} = -89.38 \text{ cm}$$

$$d_2 = \frac{2238.18 - \sqrt{(-2238.18)^2 - 4(-31.324)(50182.6)}}{2(-31.324)} = 17.93 \text{ cm}$$

Tomamos el valor para el peralte de la losa necesario de Cargando....

Tomamos el mayor valor del peralte efectivo **d= 70 cm**, en este caso tomaremos este valor y no el obtenido porque con los valores obtenidos no cumplimos con las condiciones acordadas por el método rígido.

$$t = d + 10$$

$$t = 70 + 10 = \mathbf{80 \text{ cm}}$$

Verificamos la siguiente condición para cumplir con el método rígido

$$\frac{1.75}{\lambda} \geq Lc$$

$$\mathbf{7.81 \geq 5.9}$$

Si por alguna razón esta verificación no se cumple se debe aumentar el peralte efectivo de la losa de cimentación.

5.- Cálculo del factor de amplificación de carga "F" para cada franja

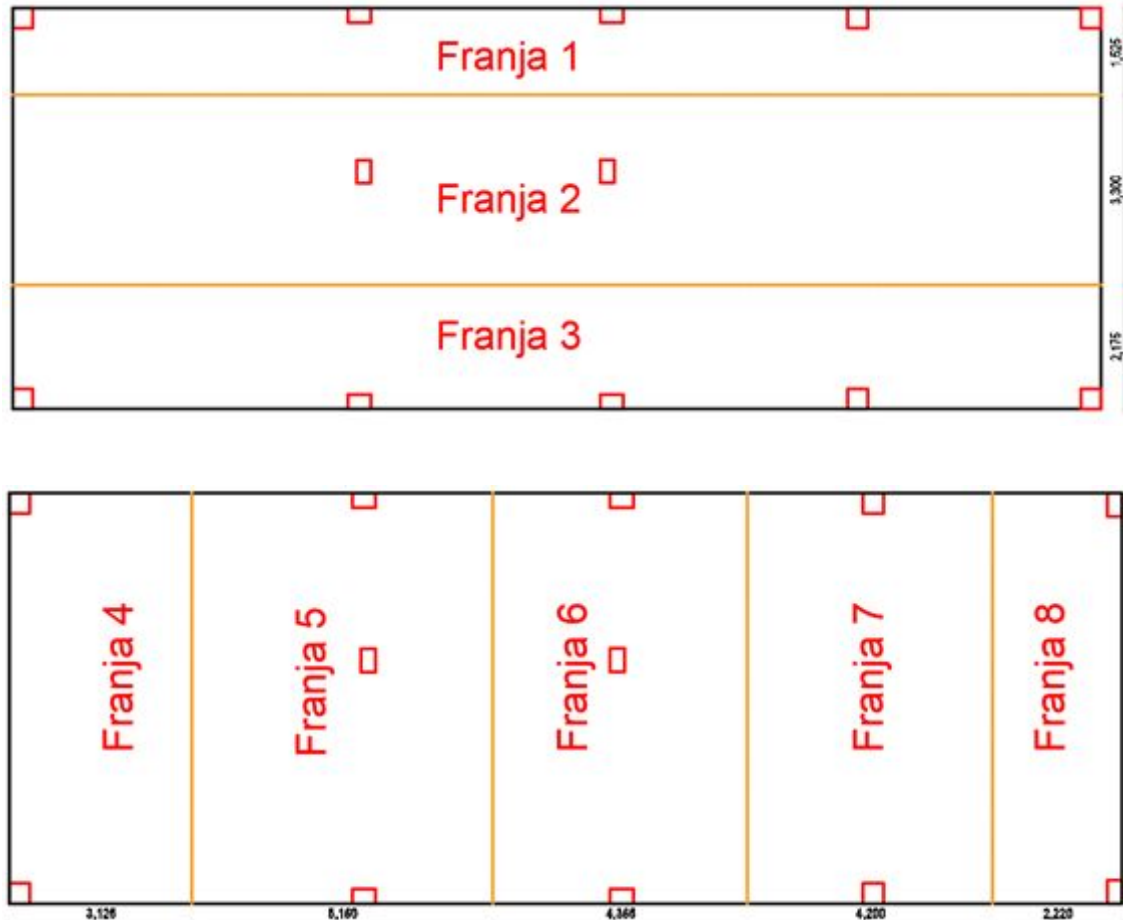


Gráfico 4

Franja 1

El valor de *Cargando...* lo obtenemos de la tabla 2.

$$q_{prom} = \frac{\sum qi}{n} = \frac{0.55 + 0.509 + 0.433 + 0.368 + 0.305 + 0.272 + 0.565 + 0.281}{8} = 0.410$$

Los valores de b y L los obtenemos del gráfico 4.

El valor P1, P2, P3 P4 y P5 los obtenemos de la tabla 1 de la carga mayorada.

$$\sum P = 53.37 + 45.47 + 37.20 + 53.75 + 13.01 = 202.798 \text{ Ton} \approx 202798 \text{ kg}$$

$$CP = \frac{q_{prom}bL + \sum P}{2} = \frac{0.410(151.25)(1907) + 202798}{2} = 160582 \text{ kg}$$

$$F = \frac{CP}{\sum P} < 1; F = 1$$

$$F = \frac{CP}{\sum P} > 1; F = \frac{CP}{\sum P}$$

Franja 1	q	q prom	b (cm)	L (cm)	P	ΣP (kg)	CP	F
A	0,55	0,4104	151,25	1907	P1	202798	160582,00	1,00
B	0,509				P2			
C	0,433				P3			
D	0,368				P4			
E	0,305				P5			
F	0,272							
G	0,565							
H	0,281							
Franja 2								
G	0,565	0,433	332,5	1907	P6	156520	215537,78	1,377
H	0,281				P7			
I	0,585							
J	0,301							
Franja 3								
I	0,585	0,4479	216,25	1907	P8	222318,8	203508,71	1,00
J	0,301				P9			
K	0,598				P10			
L	0,552				P11			
M	0,475				P12			
N	0,41							
O	0,348							
P	0,314							
Franja 4								
A	0,55	0,5598	312,50	700	P1	106512,8	114488,17	1,075
B	0,509				P8			
G	0,565							
I	0,585							
K	0,598							
L	0,552							
Franja 5								
B	0,509	0,4923	516,00	700	P2	176239,6	177020,15	1,004
C	0,433				P6			
L	0,552				P9			
M	0,475							
Franja 6								
C	0,433	0,4215	436,50	700	P3	157088,8	142939,06	1,00
D	0,368				P7			
M	0,475				P10			
N	0,41							
Franja 7								
D	0,368	0,3578	420,00	700	P4	113590,4	109384,45	1,00
E	0,305				P11			
N	0,41							
O	0,348							

Franja 8								
E	0,305	0,3035	222,00	700	P5	28205,2	37684,55	1,336
F	0,272				P12			
H	0,281							
J	0,301							
O	0,348							
P	0,314							

Tabla 3

Realizamos el mismo procedimiento para todas las franjas y procedemos a llenar la tabla.

6.- Diseño de la losa

Cálculo de las cargas actuantes

Franja 1 (ver gráfico 4)

El valor de Cargando... lo obtenemos de la tabla 2.

Los valores de b lo obtenemos de la tabla 3.

El valor P los obtenemos de la tabla 1 de la carga mayorada transformada a Kg.

El valor de F lo obtenemos de la tabla 3

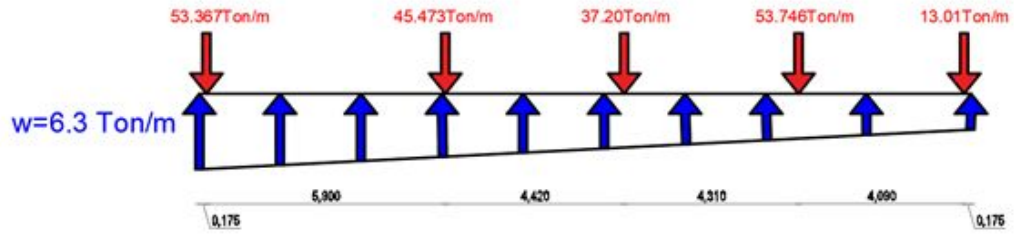
Lado IZQ	q (kg/cm2)	Lado DER	q (kg/cm2)	b (cm)	P	P (kg)	F	P*F
A	0,55	F	0,272	151,25	1	53367,6	1	53367,6
G	0,565	H	0,281		2	45473,6	1	45473,6
					3	37200,4	1	37200,4
					4	53746	1	53746
					5	13010,4	1	13010,4

$$q_1 = \frac{q_A + q_G}{n} b = \frac{0,55 + 0,565}{2} (151,25) = 84,32 \text{ kg/cm}$$

$$q_2 = \frac{q_F + q_H}{n} b = \frac{0,272 + 0,281}{2} (151,25) = 41,82 \text{ kg/cm}$$

$$w = q = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{84,32 + 41,82}{2} = 63 \text{ kg/cm} \approx 6,3 \text{ Ton/m}$$

Diagrama de corte



$$V_1 = 6.3(0.175) = \mathbf{1.10 \text{ Ton}}$$

$$V_2 = 6.3(0.175) - \frac{53367.6}{1000} = \mathbf{-52.27 \text{ Ton}}$$

$$V_3 = 6.3(0.175 + 5.9) - \frac{53367.6}{1000} = \mathbf{15.10 \text{ Ton}}$$

$$V_4 = 6.3(0.175 + 5.9) - \frac{53367.6}{1000} - \frac{45473.6}{1000} = \mathbf{-60.57 \text{ Ton}}$$

$$V_5 = 6.3(0.175 + 5.9 + 4.42) - \frac{53367.6}{1000} - \frac{45473.6}{1000} = \mathbf{32.72 \text{ Ton}}$$

$$V_6 = 6.3(0.175 + 5.9 + 4.42) - \frac{53367.6}{1000} - \frac{45473.6}{1000} - \frac{37200.4}{1000} = \mathbf{-69.92 \text{ Ton}}$$

$$V_7 = 6.3(0.175 + 5.9 + 4.42 + 4.31) - \frac{53367.6}{1000} - \frac{45473.6}{1000} - \frac{37200.4}{1000} = \mathbf{42.77 \text{ Ton}}$$

$$V_8 = 6.3(0.175 + 5.9 + 4.42 + 4.31) - \frac{53367.6}{1000} - \frac{45473.6}{1000} - \frac{37200.4}{1000} - \frac{53746}{1000}$$

$$\mathbf{V_8 = -96.52 \text{ Ton}}$$

$$V_9 = 6.3(0.175 + 5.9 + 4.42 + 4.31 + 4.09) - \frac{53367.6}{1000} - \frac{45473.6}{1000} - \frac{37200.4}{1000} - \frac{53746}{1000}$$

$$\mathbf{V_9 = 70.75 \text{ Ton}}$$

$$V_{10} = 6.3(0.175 + 5.9 + 4.42 + 4.31 + 4.09) - \frac{53367.6}{1000} - \frac{45473.6}{1000} - \frac{37200.4}{1000} - \frac{53746}{1000} - \frac{13010.4}{1000}$$

$$\mathbf{V_{10} = -83.76 \text{ Ton}}$$

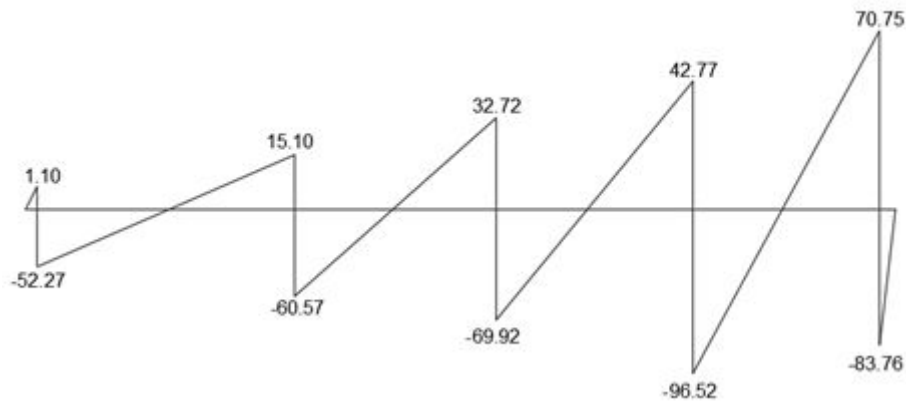


Diagrama de Momentos

Determinamos x_1 max y x_2 max

$$x_{1max} = \frac{53367.6/1000}{6.3} = 8.471 \text{ m}$$

$$x_{2max} = \frac{13010.4/1000}{6.3} = 2.065 \text{ m}$$

$$M_1 = \frac{6.3(0.175)^2}{2} = 0.10 \text{ Ton} * \text{ m}$$

$$M_2 = \frac{6.3(0.175 + 5.9)^2}{2} - \frac{53367.6}{1000}(5.9) = -198.62 \text{ Ton} * \text{ m}$$

$$M_3 = \frac{6.3(8.471)^2}{2} - \frac{53367.6}{1000}(8.471 - 0.175) - \frac{45473.6}{1000}(8.471 - 0.175 - 5.9)$$

$$M_3 = 325.66 \text{ Ton} * \text{ m}$$

$$M_4 = \frac{6.3(0.175 + 5.9 + 4.42)^2}{2} - \frac{53367.6}{1000}(5.9 + 4.42) - \frac{45473.6}{1000}(4.42)$$

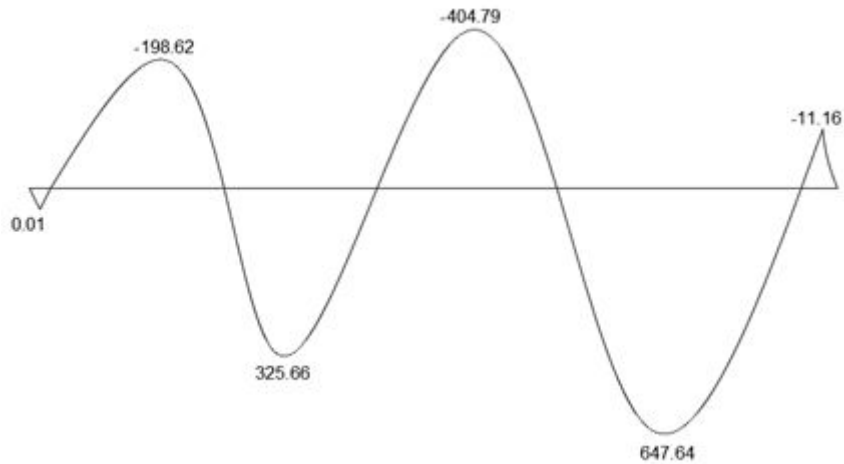
$$M_4 = -404.79 \text{ Ton} * \text{ m}$$

$$M_5 = \frac{6.3(0.175 + 5.9 + 4.42 + 4.31)^2}{2} - \frac{53367.6}{1000}(5.9 + 4.42 + 4.31)$$

$$- \frac{45473.6}{1000}(4.42 + 4.31) - \frac{37200.4}{1000}(4.31)$$

$$M_5 = 647.64 \text{ Ton} * \text{ m}$$

$$M_6 = \frac{6.3(2.065)^2}{2} - \frac{13010.4}{1000}(2.065 - 0.175) = -11.16 \text{ Ton} * \text{ m}$$



Verificación por corte y flexión

El esfuerzo máximo por corte se determina por el mayor valor absoluto en este caso es Cargando....

El valor de L se obtiene según la distancia del mayor valor de cortante para este caso Cargando....

$$Vu = V_{max} - w(L + d)$$

$$Vu = 96.52 - 6.3(4.31 + 70)$$

$$Vu = 64.95 \text{ Ton}$$

$$Vc = 0.53\sqrt{f'c}bd$$

$$Vc = 0.53\sqrt{240}(151.25)(70)$$

$$Vc = 86931.05 \text{ kg} \approx 86.93 \text{ Ton}$$

$$\phi Vc = 0.85(86.93)$$

$$\phi Vc = 73.89 \text{ Ton}$$

Verificamos que se cumpla la siguiente condición

$$\phi Vc \geq Vu$$

$$73.89 \geq 64.95$$

Si esta condición no se cumple debemos aumentar el peralte efectivo de la losa de cimentación.

Refuerzo superior

Para el momento máximo superior debemos tomar el máximo valor absoluto superior de la gráfica de momentos Cargando...

Ahora calculamos el valor de w

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi f'c b d^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + \frac{404.79(10^5)}{0.9(240)(151.25)(70)^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + 0.25 = 0$$

$$w_1 = \frac{1 + \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.25)}}{2(0.59)}$$

$$w_1 = 1.386$$

$$w_2 = \frac{1 - \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.25)}}{2(0.59)}$$

$$w_2 = 0.309$$

Para calcular el área de diseño se toma el menor valor de w para este caso Cargando...

$$\rho_{dis} = w \frac{f'c}{f_y}$$

$$\rho_{dis} = 0.667 \left(\frac{240}{4200} \right)$$

$$\rho_{dis} = 0.0176$$

Área de diseño

$$As_d = \rho_{dis} b d = 0.0176(151.25)(70)$$

$$As_d = 187.13 \text{ cm}^2$$

Si por algún motivo el área de diseño es menor al área de acero mínimo se utiliza el área de acero mínimo.

Utilizaremos varillas de Cargando...

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \frac{As_d}{As_{\phi}} = \frac{187.13}{\frac{\pi(2)^2}{4}}$$

$$N^{\circ} \text{ varillas} = 59.57 \approx 60$$

Espaciamiento de acero

$$S = \frac{b - (2(\text{recubrimiento}) + \phi)}{N^{\circ} \text{ varillas} - 1}$$

$$S = \frac{151.25 - (2(7.5) + 2)}{60 - 1}$$

$$S = 2.27 \text{ cm} \approx 2.30 \text{ cm}$$

Representación

Cargando...

Refuerzo inferior

Para el momento máximo superior debemos tomar el máximo valor absoluto inferior de la gráfica de momentos Cargando...

Ahora calculamos el valor de w

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi f'c b d^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + \frac{647.644(10^5)}{0.9(240)(151.25)(70)^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + 0.405 = 0$$

$$w_1 = \frac{1 + \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.405)}}{2(0.59)}$$

$$w_1 = 1.028$$

$$w_2 = \frac{1 - \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.405)}}{2(0.59)}$$

$$w_2 = 0.309$$

Para calcular el área de diseño se toma el menor valor de w para este caso Cargando...

$$\rho_{dis} = w \frac{f'_c}{f_y}$$

$$\rho_{dis} = 0.309 \left(\frac{240}{4200} \right)$$

$$\rho_{dis} = 0.0381$$

Área de diseño

$$As_d = \rho_{dis} b d = 0.0381(151.25)(70)$$

$$As_d = 403.68 \text{ cm}^2$$

Para determinar el Área de acero mínimo utilizamos la siguiente fórmula

$$As_{min} = 0.0018 b t$$

$$As_{min} = 0.0018(151.25)(80)$$

$$As_{min} = 21.78 \text{ cm}^2$$

Si por algún motivo el área de diseño es menor al área de acero mínimo se utiliza el área de acero mínimo.

Utilizaremos varillas de Cargando...

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \frac{As_d}{As_{\phi}} = \frac{403.68}{\frac{\pi(2.8)^2}{4}}$$

$$N^{\circ} \text{ varillas} = 65.56 \approx 66$$

Espaciamiento de acero

$$S = \frac{b - (2(\text{recubrimiento}) + \phi)}{N^{\circ} \text{ varillas} - 1}$$

$$S = \frac{151.25 - (2(7.5) + 2.8)}{66 - 1}$$

$$S = 2.05 \text{ cm}$$

Representación

Cargando...

Franja 2 (ver gráfico 4)

El valor de q lo obtenemos de la tabla 2.

Los valores de b lo obtenemos de la tabla 3.

El valor P los obtenemos de la tabla 1 de la carga mayorada transformada a Kg.

El valor de F lo obtenemos de la tabla 3

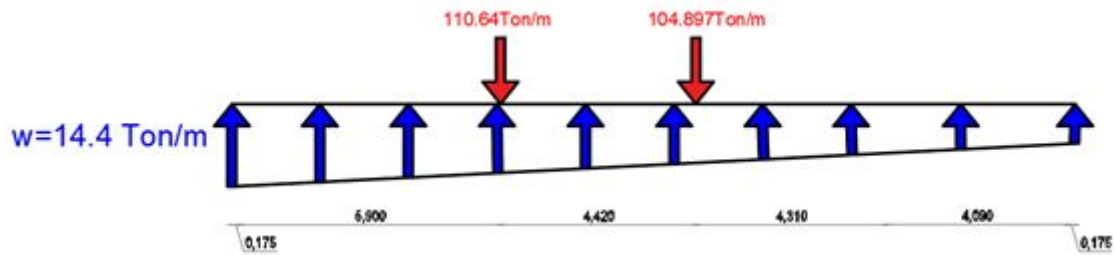
Lado IZQ	q (kg/cm ²)	Lado DER	q (kg/cm ²)	b (cm)	P	P (kg)	F	P*F
G	0,565	H	0,281	332,5	6	80345,2	1,38	110640,34
I	0,585	J	0,301		7	76174,8	1,38	104897,44

$$q_1 = \frac{q_G + q_I}{n} b = \frac{0.565 + 0.585}{2} (332.5) = 191.19 \text{ kg/cm}$$

$$q_2 = \frac{q_H + q_J}{n} b = \frac{0.281 + 0.301}{2} (332.5) = 96.76 \text{ kg/cm}$$

$$w = q = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{191.19 + 96.76}{2} = 144 \text{ kg/cm} \approx 14.4 \text{ Ton/m}$$

Diagrama de corte



$$V_1 = 14.4(0.175 + 5.9) = 87.48 \text{ Ton}$$

$$V_2 = 14.4(0.175 + 5.9) - \frac{110640.34}{1000} = -23.16 \text{ Ton}$$

$$V_3 = 14.4(0.175 + 5.9 + 4.42) - \frac{110640.34}{1000} = 40.49 \text{ Ton}$$

$$V_4 = 14.4(0.175 + 5.9 + 4.42) - \frac{110640.34}{1000} - \frac{104897.44}{1000} = -64.41 \text{ Ton}$$

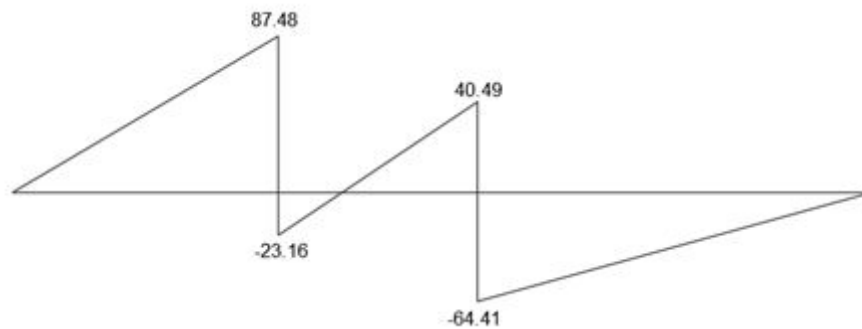


Diagrama de Momentos

Determinamos $x_1 \text{ max}$ y $x_2 \text{ max}$

$$x_{1\text{max}} = \frac{110640.34/1000}{14.4} = 7.683 \text{ m}$$

$$x_{2\text{max}} = \frac{104897.44/1000}{14.4} = 7.285 \text{ m}$$

$$M_1 = \frac{14.4(0.175 + 5.9)^2}{2} = 265.72 \text{ Ton} * \text{m}$$

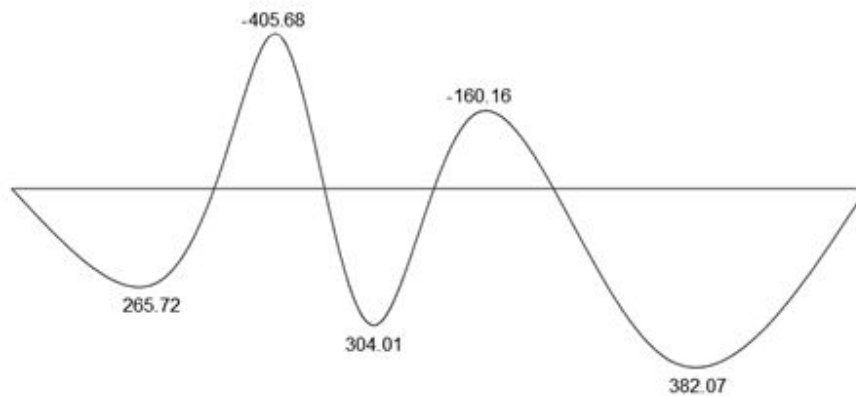
$$M_2 = \frac{14.4(7.683)^2}{2} - \frac{110640.34}{1000}(7.683 - 0.175) = -405.68 \text{ Ton} * m$$

$$M_3 = \frac{14.4(0.175 + 5.9 + 4.42)^2}{2} - \frac{110640.34}{1000}(4.42) = 304.01 \text{ Ton} * m$$

$$M_4 = \frac{14.4(0.175 + 5.9 + 4.42 + 4.31)^2}{2} - \frac{110640.34}{1000}(4.42 + 4.31) - \frac{104897.44}{1000}(4.31)$$

$$M_4 = -160.16 \text{ Ton} * m$$

$$M_5 = \frac{14.4(7.285)^2}{2} = 382.07 \text{ Ton} * m$$



Verificación por corte y flexión

El esfuerzo máximo por corte se determina por el mayor valor absoluto en este caso es Cargando....

El valor de L se obtiene según la distancia del mayor valor de cortante para este caso Cargando....

$$Vu = V_{max} - w(L + d)$$

$$Vu = 87.48 - 14.4(0.175 + 70)$$

$$Vu = 74.88 \text{ Ton}$$

$$Vc = 0.53\sqrt{f'c}bd$$

$$Vc = 0.53\sqrt{240}(332.5)(70)$$

$$Vc = 191104.62 \text{ kg} \approx 191.10 \text{ Ton}$$

$$\phi Vc = 0.85(191.10)$$

$$\phi Vc = 162.44 \text{ Ton}$$

Verificamos que se cumpla la siguiente condición

$$\phi V_c \geq V_u$$

$$162.44 \geq 74.88$$

Si esta condición no se cumple debemos aumentar el peralte efectivo de la losa de cimentación.

Refuerzo superior

Para el momento máximo superior debemos tomar el máximo valor absoluto superior de la gráfica de momentos Cargando...

Ahora calculamos el valor de w

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi f'c b d^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + \frac{405.68(10^5)}{0.9(240)(332.5)(70)^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + 0.115 = 0$$

$$w_1 = \frac{1 + \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.115)}}{2(0.59)}$$

$$w_1 = 1.5705$$

$$w_2 = \frac{1 - \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.115)}}{2(0.59)}$$

$$w_2 = 0.1166$$

Para calcular el área de diseño se toma el menor valor de w para este caso Cargando...

$$\rho_{dis} = w \frac{f'c}{f_y}$$

$$\rho_{dis} = 0.1166 \left(\frac{240}{4200} \right)$$

$$\rho_{dis} = 0.0071$$

Área de diseño

$$As_d = \rho_{dis}bd = 0.0071(332.5)(70)$$

$$As_d = 165.46 \text{ cm}^2$$

Para determinar el Área de acero mínimo utilizamos la siguiente fórmula

$$As_{min} = 0.0018bt$$

$$As_{min} = 0.0018(332.5)(80)$$

$$As_{min} = 47.88 \text{ cm}^2$$

Si por algún motivo el área de diseño es menor al área de acero mínimo se utiliza el área de acero mínimo.

Utilizaremos varillas de Cargando...

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \frac{As_d}{As_{\phi}} = \frac{165.46}{\frac{\pi(2.5)^2}{4}}$$

$$N^{\circ} \text{ varillas} = 33.71 \approx 34$$

Espaciamiento de acero

$$S = \frac{b - (2(\text{recubrimiento}) + \phi)}{N^{\circ} \text{ varillas} - 1}$$

$$S = \frac{332.5 - (2(7.5) + 2.5)}{34 - 1}$$

$$S = 9.55 \text{ cm}$$

Representación

Cargando...

Refuerzo inferior

Para el momento máximo superior debemos tomar el máximo valor absoluto inferior de la gráfica de momentos Cargando...

Ahora calculamos el valor de w

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi f'c b d^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + \frac{382.07(10^5)}{0.9(240)(332.5)(70)^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + 0.1086 = 0$$

$$w_1 = \frac{1 + \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.1086)}}{2(0.59)}$$

$$\mathbf{w_1 = 1.578}$$

$$w_2 = \frac{1 - \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.1086)}}{2(0.59)}$$

$$\mathbf{w_2 = 0.117}$$

Para calcular el área de diseño se toma el menor valor de w para este caso Cargando...

$$\rho_{dis} = w \frac{f'c}{f_y}$$

$$\rho_{dis} = 0.117 \left(\frac{240}{4200} \right)$$

$$\mathbf{\rho_{dis} = 0.0066}$$

Área de diseño

$$As_d = \rho_{dis} b d = 0.0066(332.5)(70)$$

$$\mathbf{As_d = 155.06 \text{ cm}^2}$$

Para determinar el Área de acero mínimo utilizamos la siguiente fórmula

$$A_{s_{min}} = 0.0018bt$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018(332.5)(80)$$

$$A_{s_{min}} = 47.88 \text{ cm}^2$$

Si por algún motivo el área de diseño es menor al área de acero mínimo se utiliza el área de acero mínimo.

Utilizaremos varillas de Cargando...

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \frac{A_{s_d}}{A_{s_{\phi}}} = \frac{155.06}{\frac{\pi(2.5)^2}{4}}$$

$$N^{\circ} \text{ varillas} = 31.59 \approx 32$$

Espaciamiento de acero

$$S = \frac{b - (2(\text{recubrimiento}) + \phi)}{N^{\circ} \text{ varillas} - 1}$$

$$S = \frac{332.5 - (2(7.5) + 2.5)}{32 - 1}$$

$$S = 10.16 \text{ cm} \approx 10.20 \text{ cm}$$

Representación

Cargando...

Franja 3 (ver gráfico 4)

El valor de q lo obtenemos de la tabla 2.

Los valores de b lo obtenemos de la tabla 3.

El valor P los obtenemos de la tabla 1 de la carga mayorada transformada a Kg.

El valor de F lo obtenemos de la tabla 3

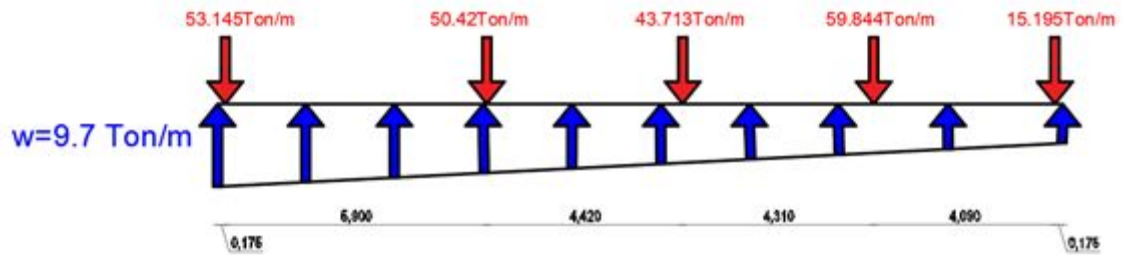
Lado IZQ	q (kg/cm2)	Lado DER	q (kg/cm2)	b (cm)	P	P (kg)	F	P*F
I	0,585	J	0,301	216,25	8	53145,2	1,00	53145,2
K	0,598	P	0,314		9	50420,8	1,00	50420,8
					10	43713,6	1,00	43713,6
					11	59844,4	1,00	59844,4
					12	15194,8	1,00	15194,8

$$q_1 = \frac{q_I + q_K}{n} b = \frac{0.585 + 0.598}{2} (216.25) = 127.91 \text{ kg/cm}$$

$$q_2 = \frac{q_J + q_P}{n} b = \frac{0.301 + 0.314}{2} (216.25) = 66.50 \text{ kg/cm}$$

$$w = q = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{127.91 + 66.50}{2} = 97 \text{ kg/cm} \approx 9.7 \text{ Ton/m}$$

Diagrama de corte



$$V_1 = 9.7(0.175) = \mathbf{1.70 \text{ Ton}}$$

$$V_2 = 9.7(0.175) - \frac{53145.2}{1000} = \mathbf{-51.45 \text{ Ton}}$$

$$V_3 = 9.7(0.175 + 5.9) - \frac{53145.2}{1000} = \mathbf{5.78 \text{ Ton}}$$

$$V_4 = 9.7(0.175 + 5.9) - \frac{53145.2}{1000} - \frac{50420.8}{1000} = \mathbf{-44.64 \text{ Ton}}$$

$$V_5 = 9.7(0.175 + 5.9 + 4.42) - \frac{53145.2}{1000} - \frac{50420.8}{1000} = \mathbf{1.76 \text{ Ton}}$$

$$V_6 = 9.7(0.175 + 5.9 + 4.42) - \frac{53145.2}{1000} - \frac{50420.8}{1000} - \frac{43713.6}{1000} = \mathbf{-45.48 \text{ Ton}}$$

$$V_7 = 9.7(0.175 + 5.9 + 4.42 + 4.31) - \frac{53145.2}{1000} - \frac{50420.8}{1000} - \frac{43713.6}{1000} = \mathbf{3.67 \text{ Ton}}$$

$$V_8 = 9.7(0.175 + 5.9 + 4.42 + 4.31) - \frac{53145.2}{1000} - \frac{50420.8}{1000} - \frac{43713.6}{1000} - \frac{59844.4}{1000}$$

$$\mathbf{V_8 = -63.52 \text{ Ton}}$$

$$V_9 = 9.7(0.175 + 5.9 + 4.42 + 4.31 + 4.09) - \frac{53145.2}{1000} - \frac{50420.8}{1000} - \frac{43713.6}{1000} - \frac{59844.4}{1000}$$

$$\mathbf{V_9 = 23.84 \text{ Ton}}$$

$$V_{10} = 9.7(0.175 + 5.9 + 4.42 + 4.31 + 4.09) - \frac{53145.2}{1000} - \frac{50420.8}{1000} - \frac{43713.6}{1000} - \frac{59844.4}{1000}$$

$$- \frac{15194.8}{1000}$$

$$\mathbf{V_{10} = -39.04 \text{ Ton}}$$

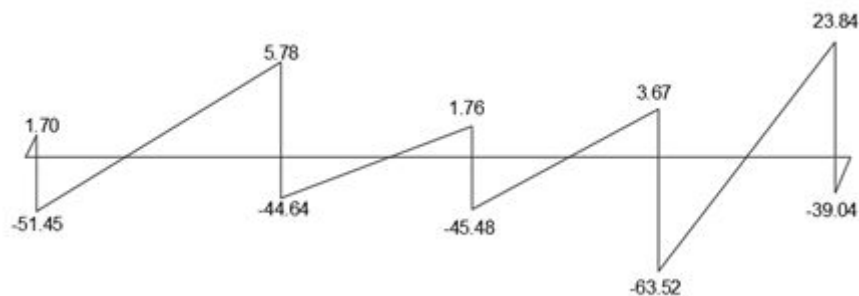


Diagrama de Momentos

Determinamos x1 max y x2 max

$$x_{1max} = \frac{53145.2/1000}{9.7} = 5.479 \text{ m}$$

$$x_{2max} = \frac{15194.8/1000}{9.7} = 1.566 \text{ m}$$

$$M_1 = \frac{9.7(0.175)^2}{2} = 0.15 \text{ Ton * m}$$

$$M_2 = \frac{9.7(5.479)^2}{2} - \frac{53145.2}{1000}(5.479 - 0.175) = -136.29 \text{ Ton * m}$$

$$M_3 = \frac{9.7(0.175 + 5.9)^2}{2} - \frac{53145.2}{1000}(5.9) = 134.56 \text{ Ton * m}$$

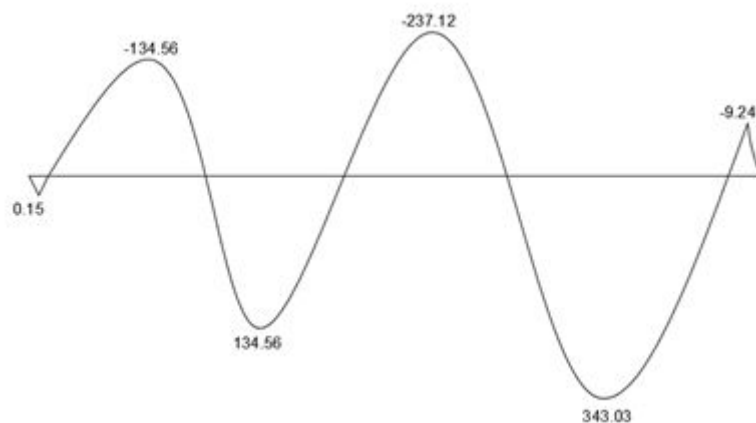
$$M_4 = \frac{9.7(0.175 + 5.9 + 4.42)^2}{2} - \frac{53145.2}{1000}(5.9 + 4.42) - \frac{50420.8}{1000}(4.42)$$

$$M_4 = -237.12 \text{ Ton * m}$$

$$M_5 = \frac{9.7(0.175 + 5.9 + 4.42 + 4.31)^2}{2} - \frac{53145.2}{1000}(5.9 + 4.42 + 4.31) - \frac{50420.8}{1000}(4.42 + 4.31) - \frac{43713.6}{1000}(4.31)$$

$$M_5 = 343.03 \text{ Ton * m}$$

$$M_6 = \frac{9.7(1.566)^2}{2} - \frac{15194.8}{1000}(1.566 - 0.175) = -9.24 \text{ Ton * m}$$



Verificación por corte y flexión

El esfuerzo máximo por corte se determina por el mayor valor absoluto en este caso es Cargando....

El valor de L se obtiene según la distancia del mayor valor de cortante para este caso Cargando....

$$Vu = V_{max} - w(L + d)$$

$$Vu = 63.52 - 9.7(0.175 + 70)$$

$$\mathbf{Vu = 55.03 Ton}$$

$$Vc = 0.53\sqrt{f'cbd}$$

$$Vc = 0.53\sqrt{240}(216.25)(70)$$

$$Vc = 124289.85 \text{ kg} \approx \mathbf{124.29 Ton}$$

$$\phi Vc = 0.85(124.29)$$

$$\phi Vc = \mathbf{105.65 Ton}$$

Verificamos que se cumpla la siguiente condición

$$\phi Vc \geq Vu$$

$$\mathbf{105.65 \geq 55.03}$$

Refuerzo superior

Para el momento máximo superior debemos tomar el máximo valor absoluto superior de la gráfica de momentos Cargando...

Ahora calculamos el valor de w

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi f'c b d^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + \frac{237.12(10^5)}{0.9(240)(216.25)(70)^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + 0.104 = 0$$

$$w_1 = \frac{1 + \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.104)}}{2(0.59)}$$

$$w_1 = 1.584$$

$$w_2 = \frac{1 - \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.104)}}{2(0.59)}$$

$$w_2 = 0.111$$

Para calcular el área de diseño se toma el menor valor de w para este caso Cargando...

$$\rho_{dis} = w \frac{f'c}{f_y}$$

$$\rho_{dis} = 0.111 \left(\frac{240}{4200} \right)$$

$$\rho_{dis} = 0.0063$$

Área de diseño

$$As_d = \rho_{dis} b d = 0.0066(216.25)(70)$$

$$As_d = 95.88 \text{ cm}^2$$

Para determinar el Área de acero mínimo utilizamos la siguiente fórmula

$$As_{min} = 0.0018bt$$

$$As_{min} = 0.0018(216.25)(80)$$

$$As_{min} = 31.14 \text{ cm}^2$$

Si por algún motivo el área de diseño es menor al área de acero mínimo se utiliza el área de acero mínimo.

Utilizaremos varillas de Cargando...

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \frac{As_d}{As_{\phi}} = \frac{95.88}{\frac{\pi(2)^2}{4}}$$

$$N^{\circ} \text{ varillas} = 30.52 \approx 31$$

Espaciamiento de acero

$$S = \frac{b - (2(\text{recubrimiento}) + \phi)}{N^{\circ} \text{ varillas} - 1}$$

$$S = \frac{216.25 - (2(7.5) + 2)}{31 - 1}$$

$$S = 6.64 \text{ cm} \approx 6.65 \text{ cm}$$

Representación

Cargando...

Refuerzo inferior

Para el momento máximo superior debemos tomar el máximo valor absoluto inferior de la gráfica de momentos Cargando...

Ahora calculamos el valor de w

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi f'cbd^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + \frac{343.032(10^5)}{0.9(240)(216.25)(70)^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + 0.1499 = 0$$

$$w_1 = \frac{1 + \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.1499)}}{2(0.59)}$$

$$w_1 = 1.529$$

$$w_2 = \frac{1 - \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.1499)}}{2(0.59)}$$

$$w_2 = 0.1662$$

Para calcular el área de diseño se toma el menor valor de w para este caso
Cargando...

$$\rho_{dis} = w \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho_{dis} = 0.1662 \left(\frac{240}{4200} \right)$$

$$\rho_{dis} = 0.0095$$

Área de diseño

$$As_d = \rho_{dis}bd = 0.0095(216.25)(70)$$

$$As_d = 143.73 \text{ cm}^2$$

Para determinar el Área de acero mínimo utilizamos la siguiente fórmula

$$As_{min} = 0.0018bt$$

$$As_{min} = 0.0018(216.25)(80)$$

$$As_{min} = 31.14 \text{ cm}^2$$

Si por algún motivo el área de diseño es menor al área de acero mínimo se utiliza el área de acero mínimo.

Utilizaremos varillas de Cargando...

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \frac{As_d}{As_{\phi}} = \frac{143.73}{\frac{\pi(2.5)^2}{4}}$$

$$N^{\circ} \text{ varillas} = 29.28 \approx 29$$

Espaciamiento de acero

$$S = \frac{b - (2(\text{recubrimiento}) + \phi)}{N^{\circ} \text{ varillas} - 1}$$

$$S = \frac{216.25 - (2(7.5) + 2.5)}{29 - 1}$$

$$S = 7.10 \text{ cm}$$

Representación

Cargando...

Franja 4 (ver gráfico 4)

El valor de q lo obtenemos de la tabla 2.

Los valores de b lo obtenemos de la tabla 3.

El valor P los obtenemos de la tabla 1 de la carga mayorada transformada a Kg.

El valor de F lo obtenemos de la tabla 3

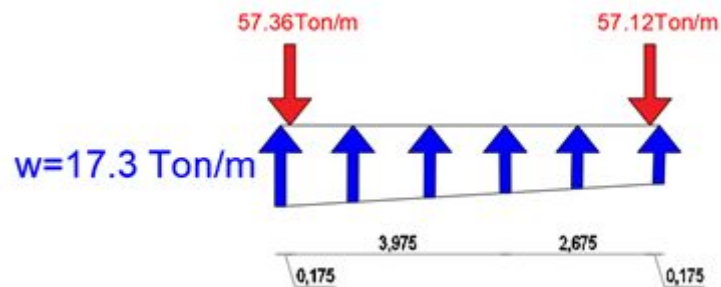
Lado IZQ	q (kg/cm2)	Lado DER	q (kg/cm2)	b (cm)	P	P (kg)	F	P*F	
A	0,55	B	0,509	312,5		1	53367,6	1,07	57363,6118
K	0,598	L	0,552			8	53145,2	1,07	57124,5591

$$q_1 = \frac{q_A + q_K}{n} b = \frac{0.55 + 0.598}{2} (312.5) = 179.38 \text{ kg/cm}$$

$$q_2 = \frac{q_B + q_L}{n} b = \frac{0.509 + 0.552}{2} (312.5) = 165.78 \text{ kg/cm}$$

$$w = q = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{179.38 + 165.78}{2} = 172.6 \text{ kg/cm} \approx 17.26 \text{ Ton/m}$$

Diagrama de corte



$$V_1 = 17.6(0.175) = 3.02 \text{ Ton}$$

$$V_2 = 17.6(0.175) - \frac{57363.61}{1000} = -54.34 \text{ Ton}$$

$$V_3 = 17.6(0.175 + 3.975) - \frac{57363.61}{1000} = 60.44 \text{ Ton}$$

$$V_4 = 17.6(0.175 + 3.975) - \frac{57363.61}{1000} - \frac{57124.56}{1000} = -3.31 \text{ Ton}$$

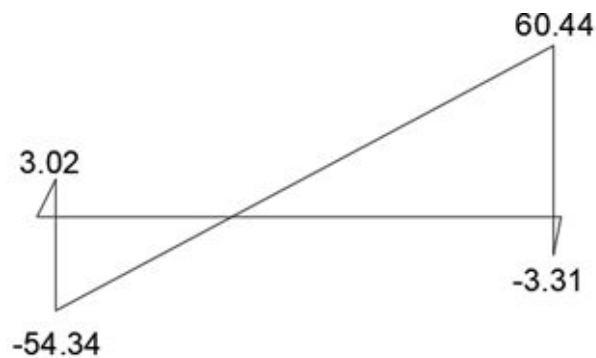


Diagrama de Momentos

Determinamos $x_1 \text{ max}$ y $x_2 \text{ max}$

$$x_{1\text{max}} = \frac{57363.61/1000}{17.6} = 3.324 \text{ m}$$

$$x_{2\text{max}} = \frac{57124.56/1000}{17.6} = 3.310 \text{ m}$$

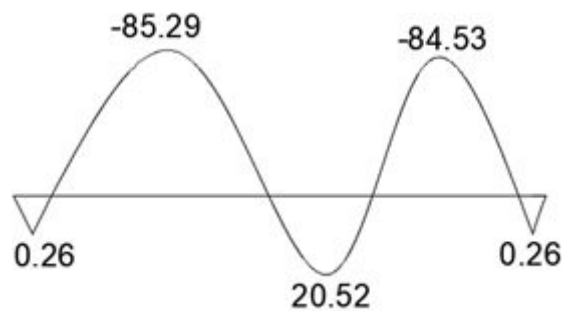
$$M_1 = \frac{17.6(0.175)^2}{2} = \mathbf{0.26 \text{ Ton} * m}$$

$$M_2 = \frac{17.6(3.324)^2}{2} - \frac{57363.61}{1000}(3.324 - 0.175) = \mathbf{-85.29 \text{ Ton} * m}$$

$$M_3 = \frac{17.6(0.175 + 3.975 + 2.675)^2}{2} - \frac{57363.61}{1000}(3.975 + 2.675) = \mathbf{20.52 \text{ Ton} * m}$$

$$M_4 = \frac{17.6(3.31)^2}{2} - \frac{57124.56}{1000}(3.31 - 0.175) = \mathbf{-84.53 \text{ Ton} * m}$$

$$M_5 = \frac{17.6(0.175)^2}{2} = \mathbf{0.26 \text{ Ton} * m}$$



Verificación por corte y flexión

El esfuerzo máximo por corte se determina por el mayor valor absoluto en este caso es Cargando....

El valor de L se obtiene según la distancia del mayor valor de cortante para este caso Cargando...

$$Vu = V_{max} - w(L + d)$$

$$Vu = 60.44 - 17.6(0.175 + 70)$$

$$\mathbf{Vu = 45.33 \text{ Ton}}$$

$$Vc = 0.53\sqrt{f'c}bd$$

$$Vc = 0.53\sqrt{240}(312.5)(70)$$

$$Vc = 179609.6 \text{ kg} \approx \mathbf{179.61 \text{ Ton}}$$

$$\phi V_c = 0.85(179.61)$$

$$\phi V_c = 152.67 \text{ Ton}$$

Verificamos que se cumpla la siguiente condición

$$\phi V_c \geq V_u$$

$$152.67 \geq 45.33$$

Si esta condición no se cumple debemos aumentar el peralte efectivo de la losa de cimentación.

Refuerzo superior

Para el momento máximo superior debemos tomar el máximo valor absoluto superior de la gráfica de momentos Cargando...

Ahora calculamos el valor de w

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi f'c b d^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + \frac{85.29(10^5)}{0.9(240)(312.5)(70)^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + 0.026 = 0$$

$$w_1 = \frac{1 + \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.026)}}{2(0.59)}$$

$$w_1 = 1.669$$

$$w_2 = \frac{1 - \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.026)}}{2(0.59)}$$

$$w_2 = 0.026$$

Para calcular el área de diseño se toma el menor valor de w para este caso Cargando...

$$\rho_{dis} = w \frac{f'c}{f_y}$$

$$\rho_{dis} = 0.026 \left(\frac{240}{4200} \right)$$

$$\rho_{dis} = \mathbf{0.0015}$$

Área de diseño

$$As_d = \rho_{dis}bd = 0.0015(312.5)(70)$$

$$As_d = \mathbf{32.74 \text{ cm}^2}$$

Para determinar el Área de acero mínimo utilizamos la siguiente fórmula

$$As_{min} = 0.0018bt$$

$$As_{min} = 0.0018(312.5)(80)$$

$$As_{min} = \mathbf{45 \text{ cm}^2}$$

En este caso como Cargando... se utiliza el Cargando... para continuar con el diseño.

Utilizaremos varillas de Cargando...

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \frac{As_d}{As_{\phi}} = \frac{45}{\frac{\pi(2)^2}{4}}$$

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \mathbf{14.32 \approx 14}$$

Espaciamiento de acero

$$S = \frac{b - (2(\text{recubrimiento}) + \phi)}{N^{\circ} \text{ varillas} - 1}$$

$$S = \frac{312.5 - (2(7.5) + 2)}{14 - 1}$$

$$S = \mathbf{22.73 \text{ cm} \approx 22.75 \text{ cm}}$$

Representación

Cargando...

Refuerzo inferior

Para el momento máximo superior debemos tomar el máximo valor absoluto inferior de la gráfica de momentos Cargando...

Ahora calculamos el valor de w

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi f'c b d^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + \frac{20.52(10^5)}{0.9(240)(312.5)(70)^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + 0.0062 = 0$$

$$w_1 = \frac{1 + \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.0062)}}{2(0.59)}$$

$$w_1 = 1.689$$

$$w_2 = \frac{1 - \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.0062)}}{2(0.59)}$$

$$w_2 = 0.0062$$

Para calcular el área de diseño se toma el menor valor de w para este caso Cargando...

$$\rho_{dis} = w \frac{f'c}{f_y}$$

$$\rho_{dis} = 0.0062 \left(\frac{240}{4200} \right)$$

$$\rho_{dis} = 0.00036$$

Área de diseño

$$As_d = \rho_{dis} b d = 0.00036(312.5)(70)$$

$$As_d = 7.78 \text{ cm}^2$$

Para determinar el Área de acero mínimo utilizamos la siguiente fórmula

$$As_{min} = 0.0018bt$$

$$As_{min} = 0.0018(312.5)(80)$$

$$As_{min} = 45 \text{ cm}^2$$

En este caso como Cargando... se utiliza el Cargando... para continuar con el diseño.

Utilizaremos varillas de Cargando...

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \frac{As_d}{As_{\emptyset}} = \frac{45}{\frac{\pi(2)^2}{4}}$$

$$N^{\circ} \text{ varillas} = 14.32 \approx 14$$

Espaciamiento de acero

$$S = \frac{b - (2(\text{recubrimiento}) + \emptyset)}{N^{\circ} \text{ varillas} - 1}$$

$$S = \frac{312.5 - (2(7.5) + 2)}{14 - 1}$$

$$S = 22.73 \text{ cm} \approx 22.75 \text{ cm}$$

Representación

Cargando...

Franja 5 (ver gráfico 4)

El valor de q lo obtenemos de la tabla 2.

Los valores de b lo obtenemos de la tabla 3.

El valor P los obtenemos de la tabla 1 de la carga mayorada transformada a Kg.

El valor de F lo obtenemos de la tabla 3

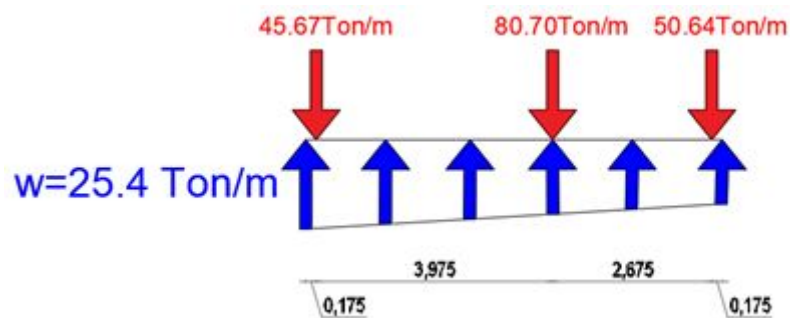
Lado IZQ	q (kg/cm2)	Lado DER	q (kg/cm2)	b (cm)	P	P (kg)	F	P*F	
B	0,509	C	0,433	516		2	45473,6	1,004	45674,9987
L	0,552	M	0,475			6	80345,2	1,004	80701,042
						9	50420,8	1,004	50644,1094

$$q_1 = \frac{q_B + q_L}{n} b = \frac{0.509 + 0.552}{2} (516) = 273.74 \text{ kg/cm}$$

$$q_2 = \frac{q_C + q_M}{n} b = \frac{0.433 + 0.475}{2} (516) = 234.26 \text{ kg/cm}$$

$$w = q = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{273.74 + 234.26}{2} = 254 \text{ kg/cm} \approx 25.4 \text{ Ton/m}$$

Diagrama de corte



$$V_1 = 25.4(0.175) = 4.4 \text{ Ton}$$

$$V_2 = 25.4(0.175) - \frac{45674.999}{1000} = -41.23 \text{ Ton}$$

$$V_3 = 25.4(0.175 + 3.975) - \frac{45674.999}{1000} = 26.72 \text{ Ton}$$

$$V_4 = 25.4(0.175 + 3.975) - \frac{45674.999}{1000} - \frac{80701.04}{1000} = -53.99 \text{ Ton}$$

$$V_5 = 25.4(0.175 + 3.975 + 2.675) - \frac{45674.999}{1000} - \frac{80701.04}{1000} = 46.98 \text{ Ton}$$

$$V_6 = 25.4(0.175 + 3.975 + 2.675) - \frac{45674.999}{1000} - \frac{80701.04}{1000} - \frac{50644.11}{1000} = -3.67 \text{ Ton}$$

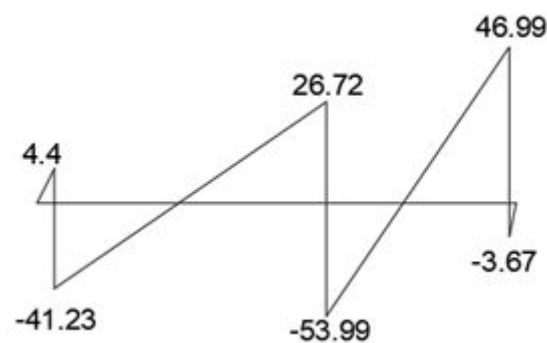


Diagrama de Momentos

Determinamos $x_1 \text{ max}$ y $x_2 \text{ max}$

$$x_{1\text{max}} = \frac{45674.999/1000}{25.4} = 1.798 \text{ m}$$

$$x_{2\text{max}} = \frac{50644.11/1000}{25.4} = 1.994 \text{ m}$$

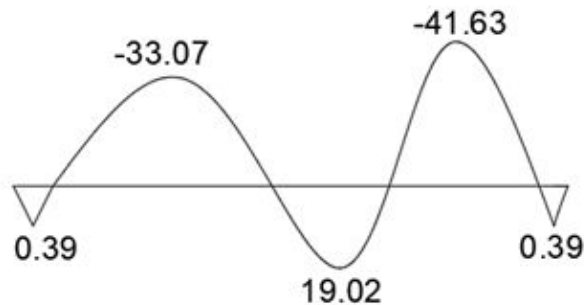
$$M_1 = \frac{25.4(0.175)^2}{2} = 0.39 \text{ Ton} * \text{m}$$

$$M_2 = \frac{25.4(1.798)^2}{2} - \frac{45674.999}{1000}(1.798 - 0.175) = -33.07 \text{ Ton} * \text{m}$$

$$M_3 = \frac{25.4(0.175 + 3.975)^2}{2} - \frac{45674.999}{1000}(3.975) = 19.02 \text{ Ton} * \text{m}$$

$$M_4 = \frac{25.4(1.994)^2}{2} - \frac{50644.11}{1000}(1.994 - 0.175) = -41.63 \text{ Ton} * \text{m}$$

$$M_5 = \frac{25.4(0.175)^2}{2} = 0.39 \text{ Ton} * \text{m}$$



Verificación por corte y flexión

El esfuerzo máximo por corte se determina por el mayor valor absoluto en este caso es Cargando....

El valor de L se obtiene según la distancia del mayor valor de cortante para este caso Cargando...

$$Vu = V_{\text{max}} - w(L + d)$$

$$Vu = 53.99 - 25.4(0.175 + 70)$$

$$Vu = 31.76 \text{ Ton}$$

$$Vc = 0.53\sqrt{f'c}bd$$

$$Vc = 0.53\sqrt{240}(516)(70)$$

$$Vc = 296571.38 \text{ kg} \approx 296.57 \text{ Ton}$$

$$\phi Vc = 0.85(296.57)$$

$$\phi Vc = 252.09 \text{ Ton}$$

Verificamos que se cumpla la siguiente condición

$$\phi Vc \geq Vu$$

$$252.09 \geq 31.76$$

Si esta condición no se cumple debemos aumentar el peralte efectivo de la losa de cimentación.

Refuerzo superior

Para el momento máximo superior debemos tomar el máximo valor absoluto superior de la gráfica de momentos Cargando...

Ahora calculamos el valor de w

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi f'c b d^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + \frac{41.63(10^5)}{0.9(240)(516)(70)^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + 0.0076 = 0$$

$$w_1 = \frac{1 + \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.0076)}}{2(0.59)}$$

$$w_1 = 1.6873$$

$$w_2 = \frac{1 - \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.0076)}}{2(0.59)}$$

$$w_2 = 0.0077$$

Para calcular el área de diseño se toma el menor valor de w para este caso Cargando...

$$\rho_{dis} = w \frac{f'_c}{f_y}$$

$$\rho_{dis} = 0.0077 \left(\frac{240}{4200} \right)$$

$$\rho_{dis} = 0.00044$$

Área de diseño

$$As_d = \rho_{dis} b d = 0.00044(516)(70)$$

$$As_d = 15.80 \text{ cm}^2$$

Para determinar el Área de acero mínimo utilizamos la siguiente fórmula

$$As_{min} = 0.0018 b t$$

$$As_{min} = 0.0018(516)(80)$$

$$As_{min} = 74.30 \text{ cm}^2$$

En este caso como Cargando... se utiliza el Cargando... para continuar con el diseño.

Utilizaremos varillas de Cargando...

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \frac{As_d}{As_{\emptyset}} = \frac{74.30}{\frac{\pi(2)^2}{4}}$$

$$N^{\circ} \text{ varillas} = 23.65 \approx 24$$

Espaciamiento de acero

$$S = \frac{b - (2(\text{recubrimiento}) + \emptyset)}{N^{\circ} \text{ varillas} - 1}$$

$$S = \frac{516 - (2(7.5) + 2)}{24 - 1}$$

$$S = 21.70 \text{ cm}$$

Representación

Cargando...

Refuerzo inferior

Para el momento máximo superior debemos tomar el máximo valor absoluto inferior de la gráfica de momentos Cargando...

Ahora calculamos el valor de w

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\emptyset f' c b d^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + \frac{19.03(10^5)}{0.9(240)(516)(70)^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + 0.0035 = 0$$

$$w_1 = \frac{1 + \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.0035)}}{2(0.59)}$$

$$w_1 = 1.6914$$

$$w_2 = \frac{1 - \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.0035)}}{2(0.59)}$$

$$w_2 = 0.0035$$

Para calcular el área de diseño se toma el menor valor de w para este caso Cargando...

$$\rho_{dis} = w \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho_{dis} = 0.0035 \left(\frac{240}{4200} \right)$$

$$\rho_{dis} = \mathbf{0.000199}$$

Área de diseño

$$As_d = \rho_{dis}bd = 0.000199(516)(70)$$

$$As_d = \mathbf{7.20 \text{ cm}^2}$$

Para determinar el Área de acero mínimo utilizamos la siguiente fórmula

$$As_{min} = 0.0018bt$$

$$As_{min} = 0.0018(516)(80)$$

$$As_{min} = \mathbf{74.30 \text{ cm}^2}$$

En este caso como Cargando... se utiliza el Cargando... para continuar con el diseño.

Utilizaremos varillas de Cargando...

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \frac{As_d}{As_{\emptyset}} = \frac{74.30}{\frac{\pi(2)^2}{4}}$$

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \mathbf{23.65 \approx 24}$$

Espaciamiento de acero

$$S = \frac{b - (2(\text{recubrimiento}) + \emptyset)}{N^{\circ} \text{ varillas} - 1}$$

$$S = \frac{516 - (2(7.5) + 2)}{24 - 1}$$

$$S = \mathbf{21.70 \text{ cm}}$$

Representación

Cargando...

Franja 6 (ver gráfico 4)

El valor de q lo obtenemos de la tabla 2.

Los valores de b lo obtenemos de la tabla 3.

El valor P los obtenemos de la tabla 1 de la carga mayorada transformada a Kg.

El valor de F lo obtenemos de la tabla 3

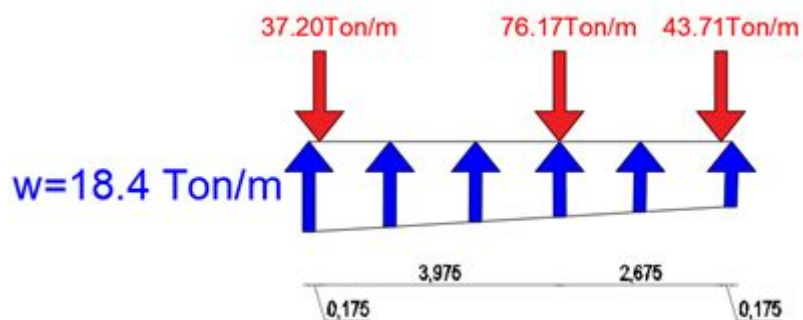
Lado IZQ	q (kg/cm2)	Lado DER	q (kg/cm2)	b (cm)	P	P (kg)	F	P*F	
C	0,433	D	0,368	436,5		3	37200,4	1,00	37200,4
M	0,475	N	0,41			7	76174,8	1,00	76174,8
						10	43713,6	1,00	43713,6

$$q_1 = \frac{q_C + q_M}{n} b = \frac{0.433 + 0.475}{2} (436.5) = 198.17 \text{ kg/cm}$$

$$q_2 = \frac{q_D + q_N}{n} b = \frac{0.368 + 0.41}{2} (436.5) = 169.80 \text{ kg/cm}$$

$$w = q = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{198.17 + 169.80}{2} = 184 \text{ kg/cm} \approx 18.4 \text{ Ton/m}$$

Diagrama de corte



$$V_1 = 18.4(0.175) = 3.22 \text{ Ton}$$

$$V_2 = 18.4(0.175) - \frac{37200.4}{1000} = -33.98 \text{ Ton}$$

$$V_3 = 18.4(0.175 + 3.975) - \frac{37200.4}{1000} = 15.24 \text{ Ton}$$

$$V_4 = 18.4(0.175 + 3.975) - \frac{37200.4}{1000} - \frac{76174.8}{1000} = -60.94 \text{ Ton}$$

$$V_5 = 18.4(0.175 + 3.975 + 2.675) - \frac{37200.4}{1000} - \frac{76174.8}{1000} = 12.20 \text{ Ton}$$

$$V_6 = 18.4(0.175 + 3.975 + 2.675) - \frac{37200.4}{1000} - \frac{76174.8}{1000} - \frac{43713.6}{1000} = -31.51 \text{ Ton}$$

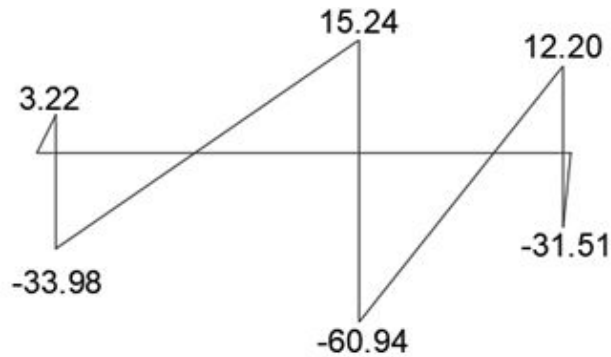


Diagrama de Momentos

Determinamos x_1 max y x_2 max

$$x_{1max} = \frac{37200.4/1000}{18.4} = 2.022 \text{ m}$$

$$x_{2max} = \frac{43713.6/1000}{18.4} = 2.376 \text{ m}$$

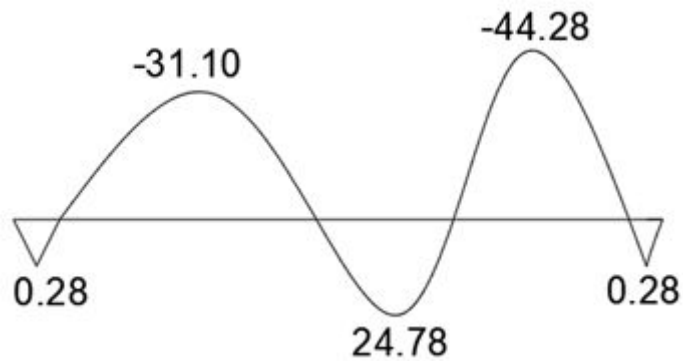
$$M_1 = \frac{18.4(0.175)^2}{2} = 0.28 \text{ Ton} * m$$

$$M_2 = \frac{18.4(2.022)^2}{2} - \frac{37200.4}{1000}(2.022 - 0.175) = -31.10 \text{ Ton} * m$$

$$M_3 = \frac{18.4(0.175 + 3.975)^2}{2} - \frac{37200.4}{1000}(3.975) = 24.78 \text{ Ton} * m$$

$$M_4 = \frac{18.4(2.376)^2}{2} - \frac{43713.6}{1000}(2.376 - 0.175) = -44.28 \text{ Ton} * m$$

$$M_5 = \frac{18.4(0.175)^2}{2} = 0.28 \text{ Ton} * m$$



Verificación por corte y flexión

El esfuerzo máximo por corte se determina por el mayor valor absoluto en este caso es Cargando....

El valor de L se obtiene según la distancia del mayor valor de cortante para este caso Cargando...

$$Vu = V_{max} - w(L + d)$$

$$Vu = 60.94 - 18.4(0.175 + 70)$$

$$Vu = 44.84 \text{ Ton}$$

$$Vc = 0.53\sqrt{f'c}bd$$

$$Vc = 0.53\sqrt{240}(436.5)(70)$$

$$Vc = 250878.69 \text{ kg} \approx 250.88 \text{ Ton}$$

$$\phi Vc = 0.85(250.88)$$

$$\phi Vc = 213.25 \text{ Ton}$$

Verificamos que se cumpla la siguiente condición

$$\phi Vc \geq Vu$$

$$213.25 \geq 44.84$$

Si esta condición no se cumple debemos aumentar el peralte efectivo de la losa de cimentación.

Refuerzo superior

Para el momento máximo superior debemos tomar el máximo valor absoluto superior de la gráfica de momentos Cargando...

Ahora calculamos el valor de w

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi f'c b d^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + \frac{44.28(10^5)}{0.9(240)(436.5)(70)^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + 0.0096 = 0$$

$$w_1 = \frac{1 + \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.0096)}}{2(0.59)}$$

$$w_1 = 1.6853$$

$$w_2 = \frac{1 - \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.0096)}}{2(0.59)}$$

$$w_2 = 0.0096$$

Para calcular el área de diseño se toma el menor valor de w para este caso Cargando...

$$\rho_{dis} = w \frac{f'c}{f_y}$$

$$\rho_{dis} = 0.0096 \left(\frac{240}{4200} \right)$$

$$\rho_{dis} = 0.00055$$

Área de diseño

$$As_d = \rho_{dis} b d = 0.00055(436.5)(70)$$

$$As_d = 16.83 \text{ cm}^2$$

Para determinar el Área de acero mínimo utilizamos la siguiente fórmula

$$A_{s_{min}} = 0.0018bt$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018(436.5)(80)$$

$$A_{s_{min}} = \mathbf{62.86 \text{ cm}^2}$$

En este caso como Cargando... se utiliza el Cargando... para continuar con el diseño.

Utilizaremos varillas de Cargando...

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \frac{A_{s_d}}{A_{s_{\phi}}} = \frac{62.86}{\frac{\pi(2)^2}{4}}$$

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \mathbf{20}$$

Espaciamiento de acero

$$S = \frac{b - (2(\text{recubrimiento}) + \phi)}{N^{\circ} \text{ varillas} - 1}$$

$$S = \frac{436.5 - (2(7.5) + 2)}{20 - 1}$$

$$S = \mathbf{22.08 \text{ cm} \approx 22.10 \text{ cm}}$$

Representación

Cargando...

Refuerzo inferior

Para el momento máximo superior debemos tomar el máximo valor absoluto inferior de la gráfica de momentos

Ahora calculamos el valor de w

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi f'c b d^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + \frac{24.78(10^5)}{0.9(240)(436.5)(70)^2} = 0$$

$$0.59w^2 - w + 0.0054 = 0$$

$$w_1 = \frac{1 + \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.0054)}}{2(0.59)}$$

$$\mathbf{w_1 = 1.6895}$$

$$w_2 = \frac{1 - \sqrt{(-1)^2 - 4(0.59)(0.0054)}}{2(0.59)}$$

$$\mathbf{w_2 = 0.0054}$$

Para calcular el área de diseño se toma el menor valor de w para este caso Cargando...

$$\rho_{dis} = w \frac{f'c}{f_y}$$

$$\rho_{dis} = 0.0054 \left(\frac{240}{4200} \right)$$

$$\mathbf{\rho_{dis} = 0.00031}$$

Área de diseño

$$As_d = \rho_{dis} b d = 0.00031(436.5)(70)$$

$$\mathbf{As_d = 9.40 \text{ cm}^2}$$

Para determinar el Área de acero mínimo utilizamos la siguiente fórmula

$$As_{min} = 0.0018 b t$$

$$As_{min} = 0.0018(436.5)(80)$$

$$\mathbf{As_{min} = 62.86 \text{ cm}^2}$$

En este caso como Cargando... se utiliza el Cargando... para continuar con el diseño.

Utilizaremos varillas de Cargando...

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \frac{As_d}{As_{\emptyset}} = \frac{62.86}{\frac{\pi(2)^2}{4}}$$

$$N^{\circ} \text{ varillas} = 20$$

Espaciamiento de acero

$$S = \frac{b - (2(\text{recubrimiento}) + \emptyset)}{N^{\circ} \text{ varillas} - 1}$$

$$S = \frac{436.5 - (2(7.5) + 2)}{20 - 1}$$

$$S = 22.08 \text{ cm} \approx 22.10 \text{ cm}$$

Representación

Cargando...

Franja 7 (ver gráfico 4)

El valor de q lo obtenemos de la tabla 2.

Los valores de b lo obtenemos de la tabla 3.

El valor P los obtenemos de la tabla 1 de la carga mayorada transformada a Kg.

El valor de F lo obtenemos de la tabla 3

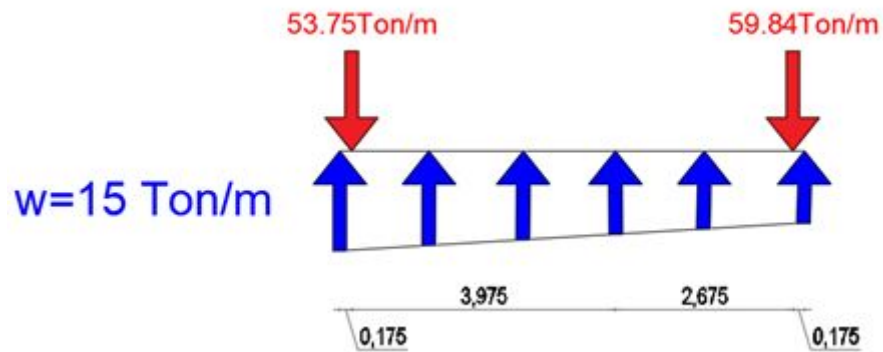
Lado IZQ	q (kg/cm2)	Lado DER	q (kg/cm2)	b (cm)	P	P (kg)	F	P*F	
D	0,368	E	0,305	420,00		4	53746	1,00	53746
N	0,41	O	0,348			11	59844,4	1,00	59844,4

$$q_1 = \frac{q_D + q_N}{n} b = \frac{0.368 + 0.41}{2} (420) = 163.38 \text{ kg/cm}$$

$$q_2 = \frac{q_E + q_O}{n} b = \frac{0.305 + 0.348}{2} (420) = 137.13 \text{ kg/cm}$$

$$w = q = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{163.38 + 137.13}{2} = 150 \text{ kg/cm} \approx 15 \text{ Ton/m}$$

Diagrama de corte



$$V_1 = 15(0,175) = 2,625 \text{ Ton}$$

$$V_2 = 15(0,175) - \frac{53746}{1000} = -51,12 \text{ Ton}$$

$$V_3 = 15(0,175 + 3,975) - \frac{53746}{1000} = 48,63 \text{ Ton}$$

$$V_4 = 15(0,175 + 3,975) - \frac{53746}{1000} - \frac{59844,4}{1000} = -11,22 \text{ Ton}$$

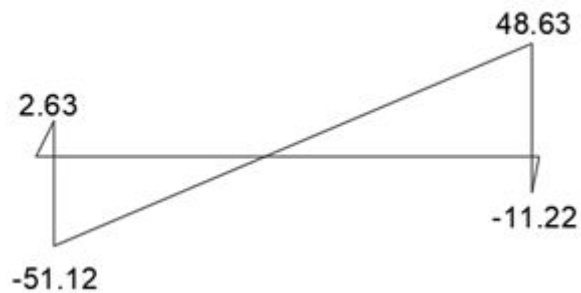


Diagrama de Momentos

Determinamos $x_1 \text{ max}$ y $x_2 \text{ max}$

$$x_{1max} = \frac{53746/1000}{15} = 3.583 \text{ m}$$

$$x_{2max} = \frac{59844.4/1000}{15} = 3.99 \text{ m}$$

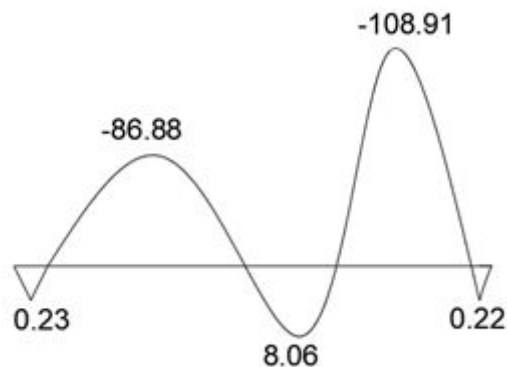
$$M_1 = \frac{15(0.175)^2}{2} = 0.23 \text{ Ton} * \text{m}$$

$$M_2 = \frac{15(3.583)^2}{2} - \frac{53746}{1000}(3.583 - 0.175) = -86.88 \text{ Ton} * \text{m}$$

$$M_3 = \frac{15(0.175 + 3.975 + 2.675)^2}{2} - \frac{53746}{1000}(3.975 + 2.675) = 8.06 \text{ Ton} * \text{m}$$

$$M_4 = \frac{15(3.99)^2}{2} - \frac{59844.4}{1000}(3.99 - 0.175) = -108.91 \text{ Ton} * \text{m}$$

$$M_5 = \frac{15(0.175)^2}{2} = 0.23 \text{ Ton} * \text{m}$$



Verificación por corte y flexión

El esfuerzo máximo por corte se determina por el mayor valor absoluto en este caso es Cargando....

El valor de L se obtiene según la distancia del mayor valor de cortante para este caso Cargando...

$$Vu = V_{max} - w(L + d)$$

$$Vu = 51.12 - 15(0.175 + 70)$$

$$Vu = 38 \text{ Ton}$$

Verificamos que se cumpla la siguiente condición

Si esta condición no se cumple debemos aumentar el peralte efectivo de la losa de cimentación.

Refuerzo superior

Para el momento máximo superior debemos tomar el máximo valor absoluto superior de la gráfica de momentos Cargando...

Ahora calculamos el valor de w

Para calcular el área de diseño se toma el menor valor de w para este caso

Área de diseño

Para determinar el Área de acero mínimo utilizamos la siguiente fórmula

En este caso como Cargando... se utiliza el Cargando... para continuar con el diseño.

Utilizaremos varillas de Cargando...

Espaciamiento de acero

Representación

Cargando...

Refuerzo inferior

Para el momento máximo superior debemos tomar el máximo valor absoluto inferior de la gráfica de momentos Cargando...

Ahora calculamos el valor de w

Para calcular el área de diseño se toma el menor valor de w para este caso

Área de diseño

Para determinar el Área de acero mínimo utilizamos la siguiente fórmula

En este caso como Cargando... se utiliza el Cargando... para continuar con el diseño.

Utilizaremos varillas de Cargando...

Espaciamiento de acero

Representación

Cargando...

Franja 8 (ver gráfico 4)

El valor de q lo obtenemos de la tabla 2.

Los valores de b lo obtenemos de la tabla 3.

El valor P los obtenemos de la tabla 1 de la carga mayorada transformada a Kg.

El valor de F lo obtenemos de la tabla 3

Diagrama de corte

Diagrama de Momentos

Determinamos x_1 max y x_2 max

Verificación por corte y flexión

El esfuerzo máximo por corte se determina por el mayor valor absoluto en este caso es Cargando....

El valor de L se obtiene según la distancia del mayor valor de cortante para este caso Cargando...

Verificamos que se cumpla la siguiente condición

Si esta condición no se cumple debemos aumentar el peralte efectivo de la losa de cimentación.

Refuerzo superior

Para el momento máximo superior debemos tomar el máximo valor absoluto superior de la gráfica de momentos

Ahora calculamos el valor de w

Para calcular el área de diseño se toma el menor valor de w para este caso
Cargando...

Área de diseño

Para determinar el Área de acero mínimo utilizamos la siguiente fórmula

En este caso como Cargando... se utiliza el Cargando... para continuar con el diseño.

Utilizaremos varillas de Cargando...

Espaciamiento de acero

Representación

Cargando...

Refuerzo inferior

Para el momento máximo superior debemos tomar el máximo valor absoluto inferior de la gráfica de momentos Cargando...

Ahora calculamos el valor de w

Para calcular el área de diseño se toma el menor valor de w para este caso

Área de diseño

Para determinar el Área de acero mínimo utilizamos la siguiente fórmula

En este caso como Cargando... se utiliza el Cargando... para continuar con el diseño.

Utilizaremos varillas de Cargando...

Espaciamiento de acero

Representación

Cargando...

Armado de losa en elevación

Armado de losa en planta