



profundidad de 2m y 3m. Los factores de profundidad tienen mayor influencia sobre una cimentación continua, obteniendo los valores más conservadores sobre los tipos de cimentaciones estudiadas debido a que en la relación (B/L) el valor de L es mayor a B, haciendo que esta relación disminuya considerablemente, en tanto que sobre una cimentación rectangular los factores de forma influyen obteniendo valores más altos en comparación con los otros tipos de cimentaciones, debido a que en la relación (B/L) el ancho B sea mayor a L.

4.4. Análisis de resultados de la calicata (C-1) para una profundidad de 2m y 3m y los resultados del ensayo SPT para (C-1).

- En el análisis de los resultados obtenidos de las calicatas (C-1) para las profundidades de 2m y 3m, para zapata continua la más crítica y los resultados de la capacidad portante del ensayo SPT para la calicata (C-1).

Tabla 106

Resultados capacidad portante zapata continua la más crítica (C-1) ($D_f = 2m$ y $3m$)

| Ecuaciones de cálculo | DF 2m C-1 qadm (Kg/cm²) | Df 3m C-1 qadm (Kg/cm²) |
|------------------------------|---|---|
| Terzaghi | 0.68 | 0.77 |
| Meyerhof | 1.18 | 1.41 |
| Hansen | 1.20 | 1.34 |
| Vesic | 1.19 | 1.32 |

Tabla 107

Resultados de capacidad portante de SPT calicata (C-1)

| Prof. | qu kg/cm² | f. de seguridad | qadm kg/cm² |
|--------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------------|
| 0.40-1.30 | 1.42 | 3 | 0.47 |
| 1.60-4.00 | 1.19 | 3 | 0.40 |



Se puede observar que los resultados obtenidos en la capacidad portante para el ensayo SPT en la calicata (C-1), es mucho menor a la capacidad portante obtenido para zapatas continuas en la calicata (C-1) para las profundidades de 2m y 3m.

4.5. Análisis de resultados de la calicata (C-2) para una profundidad de 2m y 3m y los resultados del ensayo SPT para (C-2).

- En el análisis de los resultados obtenidos de las calicatas (C-2) para las profundidades de 2m y 3m, para zapata continua la más crítica y los resultados de la capacidad portante del ensayo SPT para la calicata (C-2).

Tabla 108

Resultados capacidad portante zapata continua la más crítica (C-2) ($D_f = 2m$ y $3m$)

| Ecuaciones de cálculo | Df 2m C-2 qadm (Kg/cm2) | Df 3m C-2 qadm (Kg/cm2) |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Terzaghi | 0.66 | 0.75 |
| Meyerhof | 1.16 | 1.41 |
| Hansen | 1.19 | 1.33 |
| Vesic | 1.17 | 1.31 |

Tabla 109

Resultados de capacidad portante de SPT calicata (C-2)

| Prof. | qu kg/cm2 | f. de seguridad | qadm kg/cm2 |
|-----------|-----------|-----------------|-------------|
| 0.40-1.30 | 1.90 | 3 | 0.63 |
| 1.60-4.00 | 1.30 | 3 | 0.43 |

Se puede observar que los resultados obtenidos en la capacidad portante para el ensayo SPT en la calicata (C-2), es mucho menor a la capacidad portante obtenido para zapatas continuas en la calicata (C-2) para las profundidades de 2m y 3m.

4.6. Análisis de resultados de asentamiento de las calicatas (C-1) y (C-2) para una profundidad de 2m y para 3m.

- A continuación, se muestran los resultados obtenidos de asentamiento elástico para las calicatas (C-1) y (C-2) para una profundidad de 2m.



Tabla 110

Resultados de asentamiento elástico de las calicatas (C-1) y (C-2) ($D_f = 2m$)

| Tipos de cimentación | Profundidad (2m) C-1 asentamiento (cm) | Profundidad (2m) C-2 asentamiento (cm) |
|-----------------------------|---|---|
| Zapata cuadrada | 3.99 | 4.01 |
| Zapata rectangular | 3.59 | 3.61 |
| Zapata continua | 5.78 | 5.91 |
| Zapata circular | 3.72 | 3.92 |
| Losa cimentación | 0.72 | 0.66 |

Se puede observar que los resultados de los asentamientos para las calicatas (C-1) y (C-2), para la profundidad de 2m, son muy similares habiendo una diferencia de centésimas entre ambas calicatas, se puede observar también que para una losa de cimentación los valores de asentamiento resultan menores a un valor tolerable de 2.5 cm, en tanto que los valores de asentamiento para las zapatas resultan mayores a un valor tolerable de 2.5 cm, se observa también que los valores de (C-2) resultan mayores a (C-1), salvo en la losa de cimentación donde el valor de (C-1) es mayor, los asentamientos en las zapatas continuas resultan las más altas en comparación con los otros tipos de cimentación.

- A continuación, se muestran los resultados obtenidos de asentamiento elástico para las calicatas (C-1) y (C-2) para una profundidad de 3m.

Tabla 111

Resultados de asentamiento elástico de las calicatas (C-1) y (C-2) ($D_f = 3m$)

| Tipos de cimentación | Profundidad (3m) C-1 asentamiento (cm) | Profundidad (3m) C-2 asentamiento (cm) |
|-----------------------------|---|---|
| Zapata cuadrada | 3.81 | 3.83 |
| Zapata rectangular | 3.43 | 3.50 |
| Zapata continua | 5.53 | 5.53 |
| Zapata circular | 3.50 | 3.65 |
| Loza cimentación | 0.70 | 0.64 |

Como en el caso anterior se puede observar que los resultados de los asentamientos para las calicatas (C-1) y (C-2), para la profundidad de 3m, son muy similares



habiendo una diferencia de centésimas entre ambas calicatas, se puede observar también que para una losa de cimentación los valores de asentamiento resultan menores a un valor tolerable de 2.5 cm, en tanto que los valores de asentamiento para las zapatas resultan mayores a un valor tolerable de 2.5 cm, el valor de asentamiento en la zapata continua resulta la más alta en comparación con los otros tipos de cimentación.

4.7. Análisis de resultados de asentamiento de las calicatas (C-1) para 2m y 3m de profundidad y las calicatas (C-2), para las profundidades de 2m y 3m.

- A continuación, se muestran los resultados obtenidos de asentamiento elástico para las calicatas (C-1) para las profundidades de 2m y 3m.

Tabla 112
Resultados de asentamiento elástico de las calicatas (C-1) ($D_f = 2m$ y $3m$)

| Tipos de cimentación | Profundidad (2m) C-1 asentamiento (cm) | Profundidad (3m) C-1 asentamiento (cm) |
|-----------------------------|---|---|
| Zapata cuadrada | 3.99 | 3.81 |
| Zapata rectangular | 3.59 | 3.43 |
| Zapata continua | 5.78 | 5.53 |
| Zapata circular | 3.72 | 3.50 |
| Losa cimentación | 0.72 | 0.70 |

Se puede observar que los resultados de los asentamientos para las calicatas (C-1), para las profundidades de 2m y 3m son casi similares obteniéndose una diferencia centesimal para todos los tipos de cimentaciones, los valores para la zapata continua resultan las más elevadas, en tanto que la losa de cimentación se tiene los valores más bajos y a la vez no sobrepasa el valor tolerable de 2.5 cm, en tanto que las zapatas cuadrada, rectangular, continua y circular sus valores de asentamiento sobrepasan el valor tolerable de 2.5 cm.

- A continuación, se muestran los resultados obtenidos de asentamiento elástico para las calicatas (C-2) para las profundidades de 2m y 3m.



Tabla 113

Resultados de asentamiento elástico de las calicatas (C-2) ($D_f = 2m$ y $3m$)

| Tipos de cimentación | Profundidad (2m) | Profundidad (3m) |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | C-2 asentamiento (cm) | C-2 asentamiento (cm) |
| Zapata cuadrada | 4.01 | 3.83 |
| Zapata rectangular | 3.61 | 3.50 |
| Zapata continua | 5.91 | 5.53 |
| Zapata circular | 3.92 | 3.65 |
| Losas cimentación | 0.66 | 0.64 |

Al igual que el caso anterior se puede observar que los resultados de los asentamientos para las calicatas (C-2), para las profundidades de 2m y 3m son casi similares obteniéndose una diferencia centesimal para todos los tipos de cimentaciones, los valores para la zapata continua resultan las más elevadas, en tanto que la losa de cimentación se tiene los valores más bajos y a la vez no sobrepasa el valor tolerable de 2.5 cm, en tanto que las zapatas cuadrada, rectangular, continua y circular sus valores de asentamiento sobrepasan el valor tolerable de 2.5 cm

4.8. Análisis de resultados de asentamiento de las calicatas (C-1), (C-2) para las profundidades de 2m, 3m y los resultados de los ensayos de SPT para (C-1) y (C-2).

- A continuación, se muestran los resultados obtenidos de asentamiento elástico para las calicatas (C-1) para las profundidades de 2m y 3m.

Tabla 114

Resultados de asentamiento elástico (C-1) ($D_f = 2m$ y $3m$)

| Tipo de cimentación | DF (2m) | DF (3m) |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| | C-1 asentamiento (cm) | C-1 asentamiento (cm) |
| Zapata cuadrada | 3.99 | 3.81 |
| Zapata rectangular | 3.59 | 3.43 |
| Zapata continua | 5.78 | 5.53 |
| Zapata circular | 3.72 | 3.50 |
| Loza cimentación | 0.72 | 0.70 |



Tabla 115
Resultados de asentamiento elástico (C-2) ($D_f = 2m$ y $3m$)

| Tipo de cimentación | DF (2m) | DF (3m) |
|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | C-2 asentamiento (cm) | C-2 asentamiento (cm) |
| Zapata cuadrada | 4.01 | 3.83 |
| Zapata rectangular | 3.61 | 3.50 |
| Zapata continua | 5.91 | 5.53 |
| Zapata circular | 3.92 | 3.65 |
| Loza cimentación | 0.66 | 0.64 |

Tabla 116
Resultado de asentamiento elástico de (C-1) y (C-2) de ensayo SPT

| Prof. | Calicata (C-1) | Calicata (C-2) |
|--------------|-----------------------|-----------------------|
| | (Se cm) | (Se cm) |
| 0.4-1.3 | 1.54 | 2.01 |
| 1.6-4.0 | 1.22 | 1.30 |

Se puede observar que los resultados de los asentamientos para las calicatas (C-1) y (C-2), para las profundidades de 2m y 3m son casi similares entre sí; pero haciendo la comparación con los resultados de asentamiento del ensayo de SPT son menores que los asentamientos de las calicatas (C-1) y (C-2) y a la vez no sobrepasa el valor permitido de 2.5 cm.



5. Capítulo V: Discusión

¿Por qué la capacidad portante de la ecuación de Terzaghi resulta el más conservador en los resultados obtenidos a las profundidades de cimentación de 2m y 3m?

Los resultados obtenidos en la ecuación de Terzaghi resultaron los más conservadores debido a que dentro de la estructura de la ecuación no incluye factores de corrección de forma y profundidad, además que solo admite los efectos de cohesión y fricción entre el cimiento y el suelo de fundación, también cabe precisar que la ecuación de Terzaghi es solo aplicable a cimentaciones superficiales.

¿Por qué la capacidad portante para la ecuación de Meyerhof, para una profundidad de 3m los resultados obtenidos para cimentaciones superficiales de tipo cuadrada, rectangular, continua y circular resulta el menos conservador?

El factor de corrección de profundidad de la ecuación de Meyerhof resulta mayor en comparación de las otras ecuaciones, para los tipos de cimentación cuadrada, rectangular, continua y circular, ya que los factores de forma de la ecuación de Meyerhof aseguran de mejor manera la resistencia del suelo a la profundidad de 3m.

¿Por qué se realizó el ensayo SPT en un tipo de suelo cohesivo?

Se tomó en consideración las correlaciones existentes entre suelos cohesivos y ensayo de SPT, tal como lo indica el libro titulado “Ensayos geotécnicos en situ” de Ingeotes, que se señala en la página N° 28, razón por la cual para fines de investigación se decidió en realizar esta tesis teniendo el apoyo de investigaciones previas descritas en dicho libro.

¿Dentro de los resultados obtenidos en el cálculo de asentamiento elástico para los diferentes tipos de cimentaciones superficiales, para una profundidad de 2m, estos difieren con respecto a los resultados de los asentamientos para la profundidad de 3m?

Los resultados obtenidos del asentamiento elástico para los diferentes tipos de cimentaciones superficiales son muy similares para las profundidades de 2m y 3m, obteniéndose diferencias que no resultan muy relevantes para el estudio de asentamiento elástico.

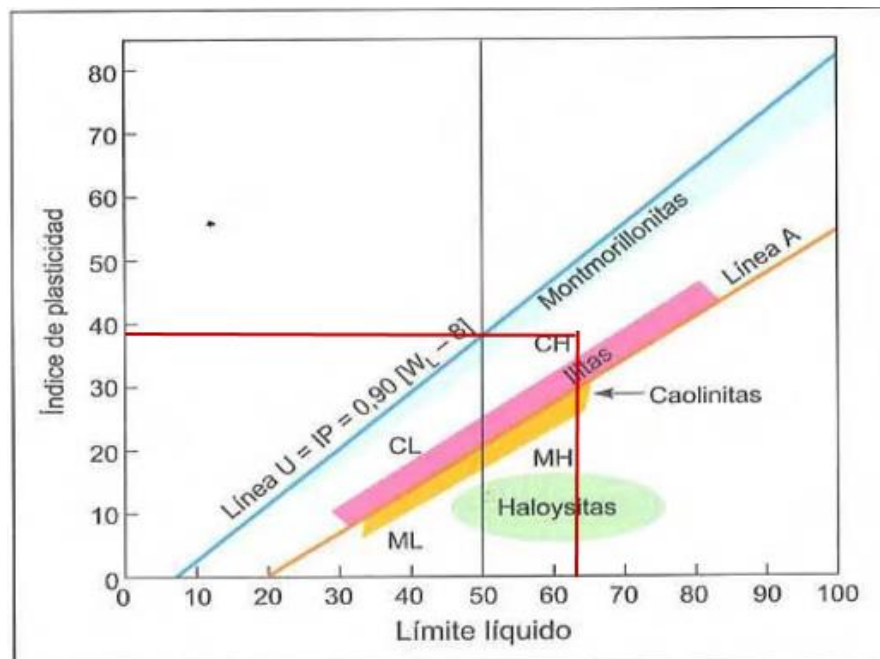


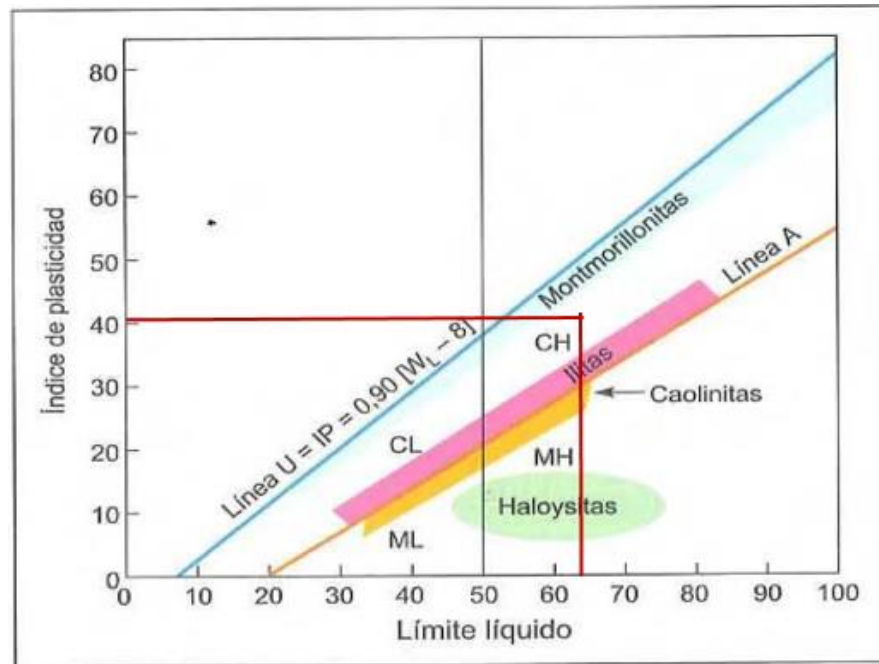
¿Qué tipo de falla es el que se presenta en el tipo de suelo cohesivo estudiado?

Realizando las pruebas de límite líquido límite plástico y obteniendo también el índice de plasticidad se puede determinar que es una arcilla muy blanda, la cual genera un tipo de falla de corte por punzonamiento, la cual también genera un asentamiento admisible en las cimentaciones superficiales de tipo cuadrada, rectangular continua y circular.

¿Con los límites de Atterberg (límite líquido, límite plástico) hallados que tipo de suelo cohesivo es el que se tiene para esta tesis de investigación?

Con los límites líquido y límite plástico obtenidos en las pruebas de laboratorio y el cálculo del índice de plasticidad, para las muestras del suelo cohesivo se pudo determinar sobre la base de los resultados obtenidos y ubicando estos resultados en la carta de plasticidad, que se obtiene un suelo CH, la cual sea Posiblemente una arcilla de tipo motmorillonita, las características son de tipo arcilloso inorgánico de elevada plasticidad y arcillas grasas, la cual se muestran en las figuras siguientes para las calicatas (C-1) y (C-2) respectivamente.





El tipo de suelo estudiado corresponde a una Arcilla muy blanda, la que se pudo comprobar mediante la carta de plasticidad con valores de límite líquido mayores a 60 e índice de plasticidad alrededor de 40., la cual indica un tipo de suelo CH, pudiendo ser un tipo de arcilla denominada motmorillonitas

Glosario

Cimentación:

Es la parte de una estructura que proporciona apoyo a la misma y a sus cargas.

Capacidad de carga:

Es el esfuerzo que puede ser aplicado por una estructura o edificación al suelo que la soporta, sin causar asentamientos excesivos o peligro de falla por esfuerzo cortante.

Capacidad de carga ultima (qu):

Se denomina al esfuerzo que causa la falla completa por esfuerzo cortante.

Capacidad de carga admisible (qadm):

Se denomina al esfuerzo máximo que puede ser aplicado a la masa de suelo de tal forma que se cumplan los dos requisitos básicos.



Ensayo de Penetración Estándar (SPT):

Esta prueba consiste en contar el número de golpes N necesarios para hincar 30cm dentro del suelo con un sacamuestras normalizado. El hincado del muestreador se hace dejando caer un peso de 63.5Kg desde una altura de 76.2cm. Para ejecutar la prueba se limpia primero

Suelo cohesivo:

Suelo que presenta una resistencia a la cizalladura con una presión de confinamiento nula. A diferencia de los suelos granulares, los fragmentos de suelos cohesivos, mantiene su forma al ser sumergidos en un líquido

Ángulo de fricción:

Representación matemática del coeficiente de rozamiento, el cual es un concepto básico de física.

Cohesión:

Es una medida de la cementación o adherencia entre las partículas de suelo, en mecánica de suelos es utilizada para representar la resistencia al cortante producida por la cementación, mientras que en física este término se utiliza para representar la tensión.

Plasticidad:

El término limoso se aplica cuando las fracciones finas del suelo tienen un índice de plasticidad de 10 o menos. El término arcilloso se aplica cuando las fracciones finas tienen un índice de plasticidad de 11 o más.

Índice de plasticidad:

Diferencia que existe entre el Límite Líquido y el Límite Plástico, a mayor índice de plasticidad el suelo es más perjudicial y que se podría tratar de suelos expansibles.

Límite líquido:

Porcentaje de humedad del suelo en el cual el suelo cambia del estado plástico a estado líquido, a ese porcentaje de humedad se conoce como límite líquido.



Límite plástico:

Porcentaje de humedad del suelo en el cual el suelo cambia del estado semisólido a estado plástico, a ese porcentaje de humedad se conoce como límite líquido.

Nivel freático:

El nivel freático puede definirse como el nivel superior del agua en un acuífero o más correctamente como el lugar donde la presión del agua es igual a la de la presión atmosférica.

Cimentaciones Superficiales:

Generalmente se denomina cimentación a la parte más baja de una estructura. Su función es transferir la carga de la estructura al suelo sobre el que está descansando. Una cimentación diseñada adecuadamente es una que transfiere la carga a lo largo del suelo sin sobrecargarlo.

Índice de Poisson:

El cociente entre la deformación radial (o lateral) y la deformación vertical se llama índice de Poisson, definido como, la relación entre las deformaciones laterales y la deformación axial. Debido al comportamiento complejo de los suelos, es muy difícil hacer una determinación exacta del índice de Poisson para su utilización en un problema. Afortunadamente, mediante ensayos de laboratorio es posible determinar este índice y además se cuenta con valores tabulados según el tipo de suelo. Estos valores son lo suficientemente precisos para la mayoría de los problemas prácticos.

Módulo de elasticidad o de Young:

El módulo de elasticidad o de Young es el cociente entre el esfuerzo y la deformación normal.

Asentamiento:

Es la deformación vertical en la superficie de un terreno proveniente de la aplicación de cargas o debido al peso propio de las capas.



Asentamiento inmediato:

Es estimado a partir de los parámetros elásticos del suelo. Para suelo predominantemente cohesivos, esta teoría es buena, debido a que se asumen condiciones de homogeneidad e isotropía no tan alejadas de la realidad.



Conclusiones

Conclusión 1:

HIPOTESIS GENERAL:

Se pudo comprobar que las ecuaciones de cálculo tienen una mayor capacidad admisible con respecto a los resultados del ensayo SPT, esto debido a que las ecuaciones de cálculo consideran factores de capacidad de carga y son funciones del ángulo de fricción del suelo, así como considera factores de forma y profundidad que el ensayo de SPT no considera. En cuanto a los resultados obtenidos en los cálculos de asentamiento elástico la losa de cimentación es la más adecuada por tener asentamiento elástico de 0.5-0.55 cm para C-1 y de 0.71-0.63 cm para C-2. Estos resultados son los más bajos en comparación con otros tipos de cimentaciones estudiados en esta tesis de investigación.

Conclusión 2:

HIPOTESIS ESPECIFICA 1:

Se pudo comprobar que los coeficientes de corrección de forma () y profundidad () de las ecuaciones de Meyerhof, Hansen y Vesic sí influyen en los resultados de la capacidad admisible, porque al realizar los cálculos correspondientes estos varían en comparación con la ecuación propuesta por Terzaghi, que como se comprueba es la ecuación más conservadora debido a que no considera estos factores, en tanto que existe una diferencia significativa de los resultados obtenidos por Terzaghi con las de Meyerhof, Hansen y Vesic en las cuales los resultados son más altos..

Conclusión 3:

HIPOTESIS ESPECIFICA 2:

Se pudo comprobar que las ecuaciones de cálculo, (Hansen, Meyerhof, Terzaghi y Vesic), están estructuradas en función a la cohesión del suelo (c), ángulo de fricción interna, que deviene en carga del suelo ($q = \gamma D_f$); y el peso unitario del suelo (γ), también se puede mencionar que los factores de capacidad de carga (N_c, N_q y N_γ) son funciones del Angulo de fricción del suelo.



Conclusión 4:

HIPOTESIS ESPECIFICA 3:

Se demostró que el nivel freático aumenta la capacidad portante de los resultados obtenidos de las ecuaciones de cálculo para un suelo cohesivo considerando que la arcilla se encuentra sumergida y presenta un peso específico sumergido o boyante que hace que la presión de poro genere una fuerza de cimentación, debido a que se tiene la presencia del efecto de la presión de los poros que hace que obtenga mayor resistencia por parte del suelo cohesivo

Conclusión 5:

HIPOTESIS ESPECIFICA 4:

Se logró comprobar que el asentamiento elástico disminuye según la profundidad, verificándose que a mayor profundidad se tiene menor asentamiento esto debido a que uno de los factores (A_2) que se utilizaron para el cálculo del asentamiento elástico de cimentación sobre arcilla saturada está en función de D_f/B que es la relación entre la profundidad de cimentación y el ancho de la zapata, esto se observa en el gráfico de la figura 36. Que a mayor profundidad se tiene un valor menor de A_2 la que hace que disminuya el valor de asentamiento.

Conclusión 6:

HIPOTESIS ESPECIFICA 5:

Se logró comprobar que, si existe una relación directa entre las formas de los tipos de cimentaciones en función de sus respectivas capacidades portante, con los resultados obtenidos de capacidad portante para los tipos de cimentaciones de zapata cuadra, rectangular, continua y losa de cimentación tiene valores diferentes para cada uno de los tipos de cimentaciones, salvo en la zapata cuadra y circular a que estos dos zapatas se consideró el ancho (B) de la zapata cuadrada como el diámetro para una zapata circular.



Recomendaciones

- Considerar en los cálculos el valor correspondiente al ángulo de fricción interna real para suelos cohesivos, ya que en la bibliografía para cálculos se asume un valor de $\phi = 0$, en suelos cohesivos o arcillosos, debido a que se ha corroborado la existencia de fricción interna en las partículas de suelos cohesivos que influye en los cálculos de capacidad admisible para cimentaciones superficiales .
- Considerar un valor de consolidación proporcional a la profundidad de estudio, ya que existe una reducción de porosidad en un suelo cohesivo a medida que aumenta la profundidad de cimentación.
- Precisar un coeficiente de corrección más real para el uso del método SPT en suelos cohesivos, las correlaciones utilizadas para esta investigación como lo indica el libro “Ensayos geotécnicos en situ” de Ingeotes de los autores Marcelo Devincenzi y Norberto Frank, indican que, para terrenos cohesivos, las correlaciones basadas sobre los resultados del ensayo SPT sólo deben considerarse orientativas.
- Priorizar el diseño en suelos cohesivos con el tipo de cimentación denominada zapata continua en lugar de las cimentaciones de zapatas cuadrada, rectangular circular y losa de cimentación, debido a que la capacidad admisible (q_{adm}) calculada para la cimentación de tipo zapata continua es menor en comparación con las cimentaciones de zapatas cuadrada, rectangular circular y losa de cimentación para las calicatas (C-1) y (C-2) y las profundidades de 2 y 3 m.
- Precisar las divergencias de las ecuaciones descritas en la el libro de Fundamentos de Ingeniería Geotécnica de Braja M. Das edición del 2001, indica que los factores de capacidad de carga $N_c = (N_q + 1)cot\phi$ dada por la ecuación (11.5), no son las mismas que en la versión del libro de Fundamentos de Ingeniería de cimentaciones de Braja M. Das edición séptima edición del 2012, indica que los factores de capacidad de carga $N_c = (N_q - 1)cot\phi$ dada por la ecuación (3.21), habiendo una diferencia en los signos de las ecuaciones, para tal divergencia se tuvo que realizar la comprobación mediante la tabla de factores de capacidad de carga, cuyos valores



resultan de la ecuación (3.21), por consiguiente se consideró para esta investigación la ecuación correspondientes para el factores de capacidad de carga igual a $N_c = (N_q - 1)cot\phi$.

- Considerar que en los resultados del ensayo SPT realizado en un suelo de tipo cohesivo, para la profundidad de 3m se obtuvieron número de golpes iguales a 3 cuyo valor se mantiene constante hasta llegar a los 4m de profundidad, esto se produce debido a una resistencia producidas por las fuerzas hidrostáticas que actúan en sentido contrario a la fuerza producida por el golpeo del martillo del ensayo de SPT.



Referencias

- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación*. Bogota: Prentice Hall.
- Braja M., D. (2010). *Geotechnical Engineering Handbook*. California: j. Ross publishing series .
- Braja, D. (2015). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Mexico D.F.: Cengage Learning Editores.
- Das, B. (2012). *Fundamentos de ingeniería de Cimentaciones*. Mexico, D.F.: Cengage Learning Editores, S.A.
- Devincenzi, M., & Frank, N. (2004). *Ensayos Geotecnicos en Situ su Ejecución e Interpretación*. Girona: Ingeotest.
- Gonzales Caballero, M. (2001). *El Terreno*. Barcelona: Ediciones UPC.
- Gonzales de Vallejo, L. I., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2002). *Ingeniería Geológica*. Madrid: Pearson Educaión.
- Hansen, J. (1970). *A Revised and Extendend Formula for Bearing Capacity*. Copenhagen: Bulletin N° 28 Danish Geotechnical Institute.
- Harmesen, T. (2005). *Diseños de Estructuras de Concreto Armado*. Peru: Fondo Editorial Pontificia Universidad Catolica Del Peru .
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: McGraw-Hill.
- Meyerhof, G. (1951). *The Ultimate Bearing Capacity of Foundations* . Geotechnique.
- Murthy, V. (2007). *Advanced Foundation Engineering*. New Delhi: CBS Publisher & Distributors.
- Norma E.050 Suelos y Cimentaciones. (3 de Diciembre de 2018). Diario Oficial El Peruano. Lima, Peru.
- Olmos Martinez, P. (2007). *Cimentaciones Superficiales Diseño de Zapatas*. Valladolid: Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial, Universidad de Valladolid.
- Peck, R, & Reed, W. (1993). *Engineering properties of chicago subsoils*. Chicago: illinois Experimental Station.
- Terzaghi, K. (1948). *Fundamentals of Soil Mechanics*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Tomlinson, M. (2017). *Cimentaciones Diseño y Construcción*. Ciudad de México: Editorial Trillas.



Vesic, A. (1973). *Analysis of Ultimate Loads of Sallow Foundations*. Journal of the Soil Mechanics and Foundations divisions ASCE 99.



Anexos



| | PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | INDICADORES |
|--|--|--|---|--|---|
| PROBLEMÁTICA | PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | VARIABLES INDEPENDIENTES | INDICADORES |
| Se escogió el distrito de Chinchero, sector de Tambocancha ya que en la zona se proyectan las futuras construcciones para el sector comercial, fuera del aeropuerto internacional de chinchero. | ¿Cuál de los métodos, ecuaciones de cálculo (Hansen, Meyerhof, Terzaghi y Vesic) tendrán un valor mayor de capacidad portante, respecto a los resultados del ensayo de penetración estática (SPT); para el diseño de cimentaciones superficiales y si la cimentación denominada losa de cimentación será la más adecuada para el uso en un suelo cohesivo para una falla por punzonamiento en función de su capacidad portante y de asentamiento? | “Determinar si las ecuaciones de cálculo (Hansen, Meyerhof, Terzaghi y Vesic) tendrán un valor mayor de capacidad portante, respecto a los resultados del ensayo de penetración estática (SPT); para el diseño de cimentaciones superficiales, la cimentación denominada losa de cimentación será la más adecuada para el uso en un suelo cohesivo para una falla por punzonamiento en función de su capacidad portante y de asentamiento” | “Las ecuaciones de cálculo (Hansen, Meyerhof, Terzaghi y Vesic) tendrán un valor mayor de capacidad portante, respecto a los resultados del ensayo de penetración estática (SPT), para el diseño de cimentaciones superficiales, la cimentación denominada losa de cimentación será la más adecuada para el uso en un suelo cohesivo para una falla por punzonamiento en función de su capacidad portante y de asentamiento” | - Tipo de suelo -Angulo de fricción interna -Coeficiente de cohesión | -Granulometría -Contenido de Humedad. -Peso Específico natural del suelo. |
| | PROBLEMA ESPECIFICO | OBJETIVO ESPECIFICO | HIPOTESIS ESPECIFICA | VARIABLES DEPENDIENTES | -Peso Específico saturado. -Peso Específico seco. -Factor de seguridad (F.S). -Profundidad de Cimentación (Df). -Límite Líquido. -Límite Plástico -Ensayo de corte directo -Ensayo de SPT. -Capacidad de carga ultima -Capacidad admisible |
| -El trabajo de investigación podría servir de base para la futura construcción del sector comercial de Tambocancha - Chinchero. -El área comercial de investigación del sector denominado Tambocancha consta de un área de 600 m2. -El trabajo de investigación se realizará en el mes de Marzo, el cual está dentro del periodo donde se presenta lluvias y por tanto se tiene una menor capacidad admisible en el suelo (periodo más crítico). | 1. ¿En cuánto influirá los parámetros de corrección de forma y profundidad en los cálculos de la capacidad portante mediante las ecuaciones de cálculo (Hansen, Meyerhof, Terzaghi y Vesic) aplicadas a las cimentaciones superficiales? 2. ¿Existirá una relación entre las ecuaciones de cálculo (Hansen, Meyerhof, Terzaghi y Vesic), si están basadas en una ecuación general estructurada en función de cohesión (c), ángulo de fricción interna (q0) y peso específico (γ)? 3. ¿Cuál será la influencia del nivel freático si aumentaran los resultados de la capacidad portante de las ecuaciones de cálculo para un tipo de suelo cohesivo? 4. ¿Cuál será la profundidad a la que disminuya el asentamiento elástico primario, según la profundidad de cimentación? 5. ¿Existirá una relación directa entre las formas de tipos de cimentaciones con los resultados de sus respectivas capacidades portante? | 1. Determinar la influencia de los parámetros de corrección de forma y profundidad en los cálculos de la capacidad portante mediante las ecuaciones de cálculo aplicadas a las cimentaciones superficiales. 2. Determinar si las ecuaciones de cálculo (Hansen, Meyerhof, Terzaghi y Vesic), están basadas en una ecuación general estructurada en función de cohesión (c), ángulo de fricción interna (q0) y peso específico (γ). 3. Determinar si la presencia del nivel freático aumentara la capacidad portante en el resultado de las ecuaciones de cálculo halladas para un tipo de suelo cohesivo. 4. Determinar si el asentamiento elástico primario disminuye según profundidades de cimentación. 5. Determinar la relación directa entre formas de los tipos de cimentación con los resultados de sus respectivas capacidades portantes. | 1. Los parámetros de corrección de forma, y profundidad influyen en el resultado final de la capacidad admisible para los distintos tipos de fórmulas de las ecuaciones de cálculo aplicadas a las cimentaciones superficiales. 2. Las ecuaciones de cálculo (Hansen, Meyerhof, Terzaghi y Vesic), están basadas en una ecuación general estructurada en función de cohesión (c), ángulo de fricción interna (q0) y peso específico (γ). 3. La presencia del nivel freático aumentará la capacidad portante en el resultado de las ecuaciones de cálculo halladas para un tipo de suelo cohesivo. 4. El asentamiento elástico primario disminuye según profundidades de cimentación. 5. Existe una relación directa entre las formas de tipos de cimentaciones con los resultados de sus respectivas capacidades portantes. | -Capacidad de carga ultima -Capacidad Admisible del suelo -Métodos de cálculo. | |



➤ PERFILES ESTRATIGRAFICOS

| PERFIL ESTRATIRÁFICO | | | | |
|----------------------|---------|---------|--|--------------------|
| Calicata: N° 1 | | | | |
| Profundidad (m) | Muestra | Simbolo | Descripcion del suelo | Clasificacion SUCS |
| 1.00m | 1.30m | | Turba y otros suelos altamente organicos | Pt |
| 2.00m | 2.90m | | Arcilla inorganica de alta plasticidad | CH |
| 3.00m | 3.50m | | NF | |
| 4.00m | | | | OH |
| 5.00m | | | | |

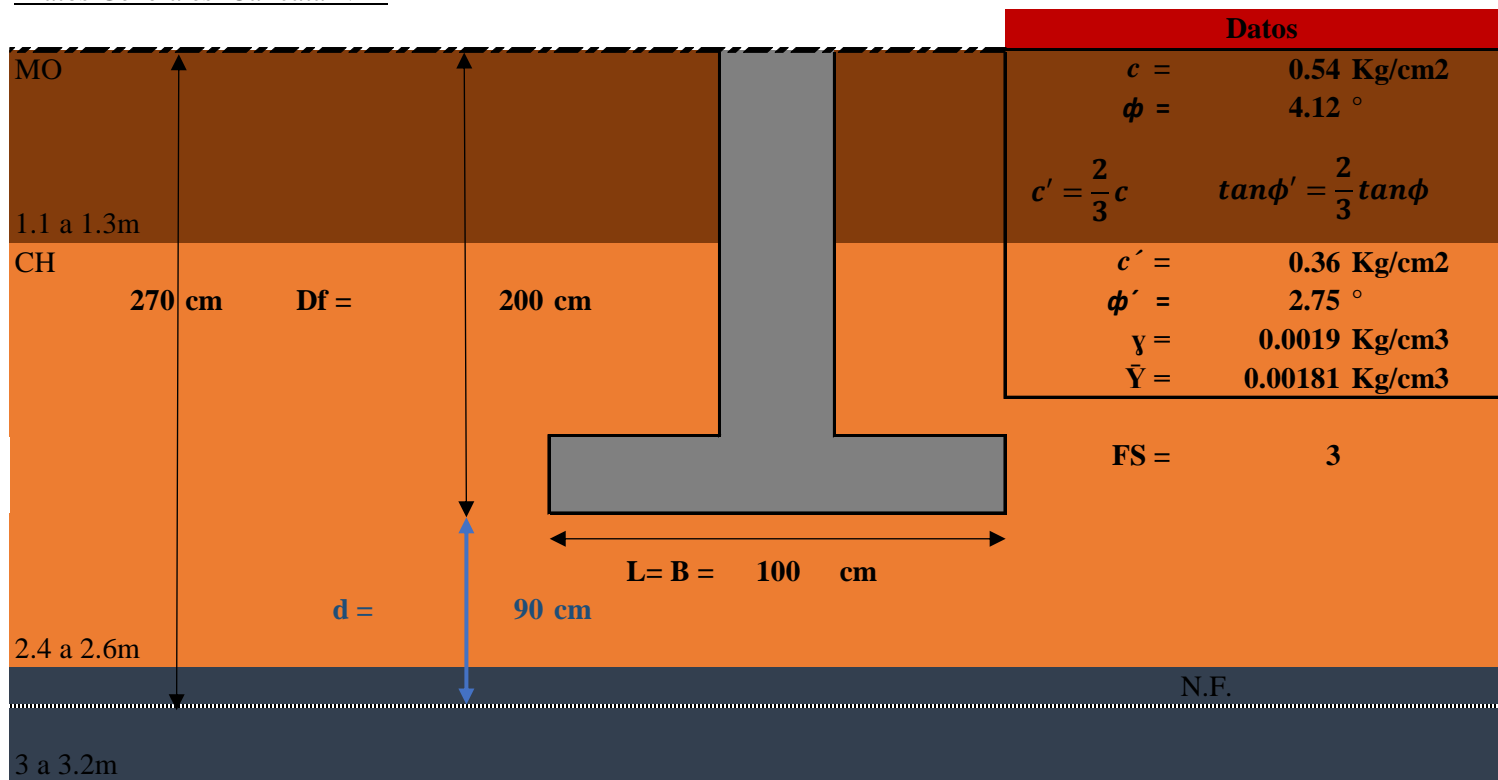
| PERFIL ESTRATIRÁFICO | | | | |
|----------------------|---------|---------|--|--------------------|
| Calicata: N° 2 | | | | |
| Profundidad (m) | Muestra | Simbolo | Descripcion del suelo | Clasificacion SUCS |
| 1.00m | | | Turba y otros suelos altamente organicos | Pt |
| 2.00m | 1.10m | | Arcilla inorganica de alta plasticidad | CH |
| 3.00m | 2.60m | | NF | |
| 4.00m | 3.50m | | | OH |
| 5.00m | | | | |



Ecuaciones de Calculo

Zapata Cuadrada (Df=2m)

Datos Generales Calicata N° 1



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO II: 0 ≤ d ≤ B

Peso especifico saturado del suelo:

$\gamma_{sat} = 0.002 \text{ Kg/cm}^3$

Peso especifico del agua:

$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$

Peso especifico modificado:

$\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w)$
 $\gamma' = 0.00101 \text{ Kg/cm}^3$

$\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$

$\bar{\gamma} = 0.00181 \text{ Kg/cm}^3$

$q = \gamma Df$
 $q = 0.3622 \text{ Kg/cm}^3$

Obtencion de qu y qadm a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$qu = c Nc Sc + q Nq + 0.5 \gamma B N\gamma S\gamma$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$K_{\gamma p} = \tan^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)$

$K_{\gamma p} = 1.10$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$Nq = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right)\tan\phi'}}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)}$

$Nq = 1.31$

$Nc = \cot\phi'(Nq - 1)$

$Nc = 6.54$

$N\gamma = \frac{1}{2}\left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1\right)\tan\phi'$

$N\gamma = 0.0025$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modificado la ecuacion para cimentaciones cuadradas:

$$q_u = 0.867c' N'c + q N'q + 0.4 \gamma B N'\gamma$$

$$q_u = 2.52 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.84 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{vp} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = s_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = d_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_c = 1.42$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$q_u = 4.12 \text{ Kg/cm}^2$$

$$4.01918714$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.37 \text{ Kg/cm}^2$$

$$1.33972905$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de hansen es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$



Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_\gamma = 0.60$$

Factores de profundidad:

Para $D \geq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = 1.10$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1.44$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 4.23 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.41 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right)$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1 + \tan \phi'$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 0.60$$

$$s_\gamma = 0.60$$

Factores de profundidad:

Para: $\left(\frac{D_f}{B} \right) \geq 1$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = 1.10$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1.44$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

1.10714872

45

$$q_u = 4.24 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.41 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Zapata Cuadrada (C-1) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| Nc = | 6.54 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 2.52 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.84 | Kg/cm2 | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.83 | 1.22 | 1.42 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.28 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 4.12 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.37 | Kg/cm2 | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.83 | 1.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.44 |
| Nq = | 1.28 | 1.05 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.10 |
| N _γ = | 0.02 | 0.60 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 4.23 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.41 | Kg/cm2 | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.83 | 1.22 | 1.44 | | | |
| Nq = | 1.28 | 1.05 | 1.10 | | | |
| N _γ = | 0.22 | 0.60 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 4.24 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.41 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|---------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 2.52 | 4.12 | 4.23 | 4.24 |
| qadm (Kg/cm2) | 0.84 | 1.37 | 1.41 | 1.41 |

Calculo de Asentamiento Elástico de Cimentación de Zapata Cuadrada (C-1) Profundidad 2m

Aplicando el Metodo de Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada

B = 1.00 m
L = 1.00 m
Df = 2.00 m
qo = 2.50 kg/cm2 (carga por área unitaria)

Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

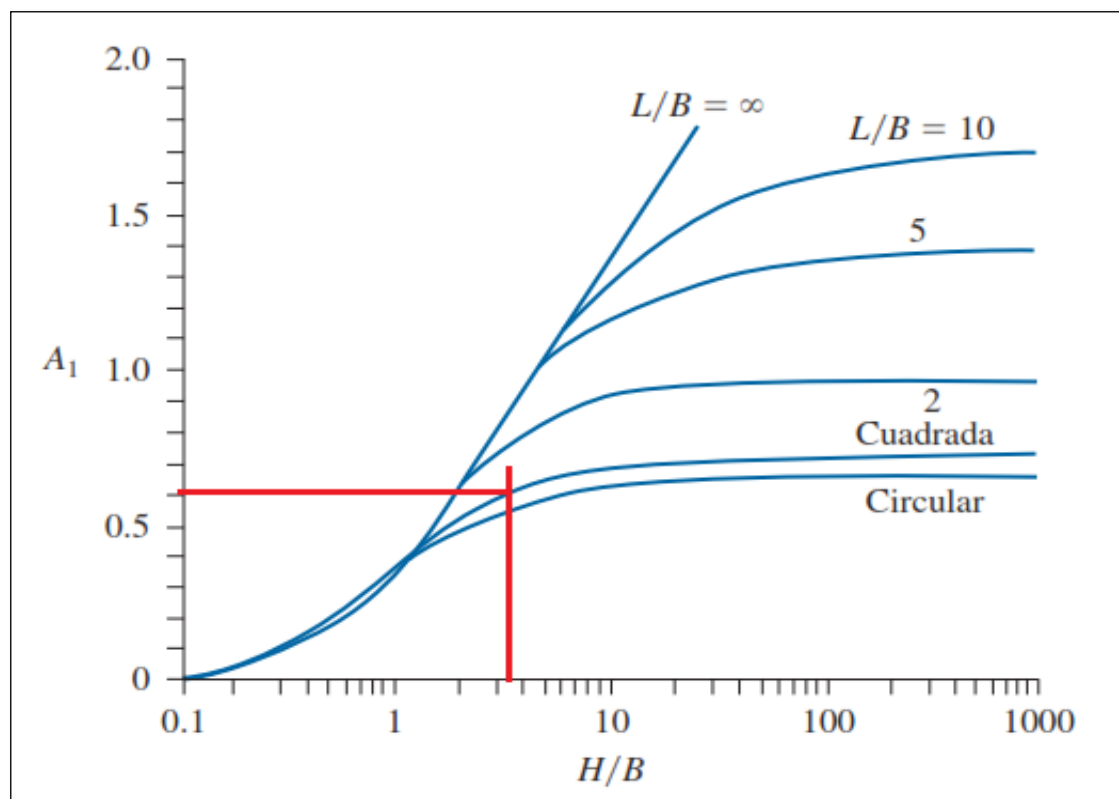
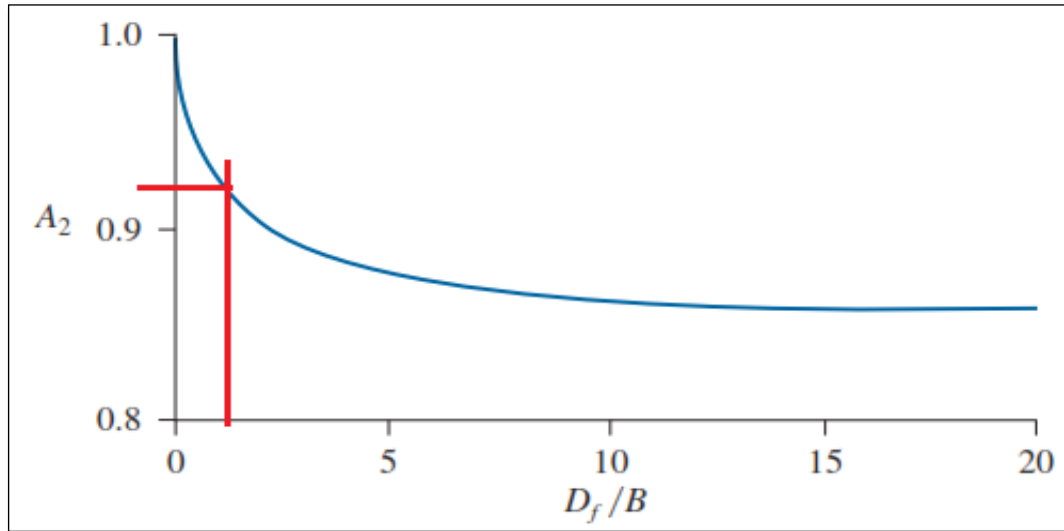
H = 3.40 m
E_s = 35.00 kg/cm2



Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

| | |
|-----------|------|
| $D_f/B =$ | 2.00 |
| $A_2 =$ | 0.93 |
| $H/B =$ | 3.40 |
| $L/B =$ | 1.00 |
| $A_1 =$ | 0.60 |

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_o B}{E_s}$$

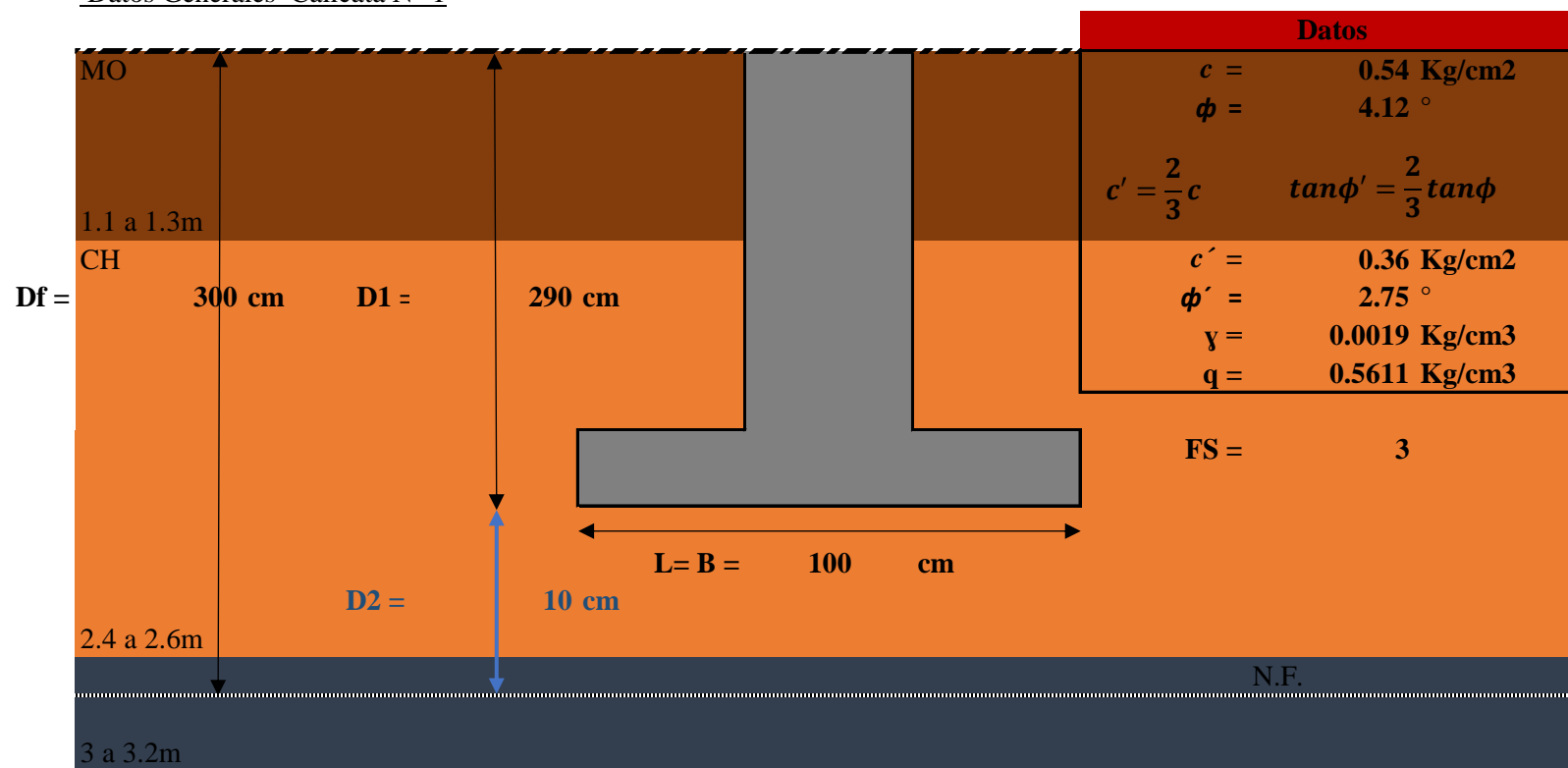
| | |
|---------|---------|
| $S_e =$ | 3.99 cm |
|---------|---------|



Ecuaciones de Calculo

Zapata Cuadrada (Df=3m)

Datos Generales Calicata N° 1



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO I : $0 \leq D1 \leq Df$

Peso especifico saturado del suelo:

$\gamma_{sat} = 0.002 \text{ Kg/cm}^3$

Peso especifico del agua:

$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$

Sobre carga efectiva:

$q = D1\gamma + D2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$

$q = 0.5611 \text{ Kg/cm}^3$

Obtencion de q_u y q_{adm} a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$q_u = c N_c S_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$

$K_{\gamma p} = 1.10$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$N_q = \frac{e^{2 \left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) \tan\phi'}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)}$

$N_q = 1.31$

$N_c = \cot\phi' (N_q - 1)$

$N_c = 6.54$

$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$

$N_\gamma = 0.0025$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifiko la ecuacion para cimentaciones cuadradas:

$$q_u = 0.867c' N'c + q N'q + 0.4 \gamma B N'\gamma$$

$$q_u = 2.83 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.94 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = s_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = d_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_c = 1.63$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$q_u = 4.91 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.64 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de hansen es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$



Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_\gamma = 0.60$$

Factores de profundidad:

Para $D \geq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = 1.11$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D}{B} \right)$$

$$d_c = 1.50$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 4.67 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.56 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right)$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1 + \tan \phi'$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 0.60$$

$$s_\gamma = 0.60$$

Factores de profundidad:

Para: $\left(\frac{D_f}{B} \right) \geq 1$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = 1.11$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1.50$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 4.67 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.56 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Zapata Cuadrada (C-1) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| Nc = | 6.54 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 2.83 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.94 | Kg/cm2 | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.83 | 1.22 | 1.63 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.28 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 4.91 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.64 | Kg/cm2 | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.83 | 1.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.50 |
| Nq = | 1.28 | 1.05 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.11 |
| N _γ = | 0.02 | 0.60 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 4.67 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.56 | Kg/cm2 | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.83 | 1.22 | 1.50 | | | |
| Nq = | 1.28 | 1.05 | 1.11 | | | |
| N _γ = | 0.22 | 0.60 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 4.67 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.56 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|---------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 2.83 | 4.91 | 4.67 | 4.67 |
| qadm (Kg/cm2) | 0.94 | 1.64 | 1.56 | 1.56 |

Calculo de Asentamiento Elástico de Cimentación de Zapata Cuadrada (C-1) Profundidad 3m

Aplicando el Metodo de Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada

B = 1.00 m
L = 1.00 m
Df = 3.00 m
qo = 2.50 kg/cm2 (carga por área unitaria)

Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

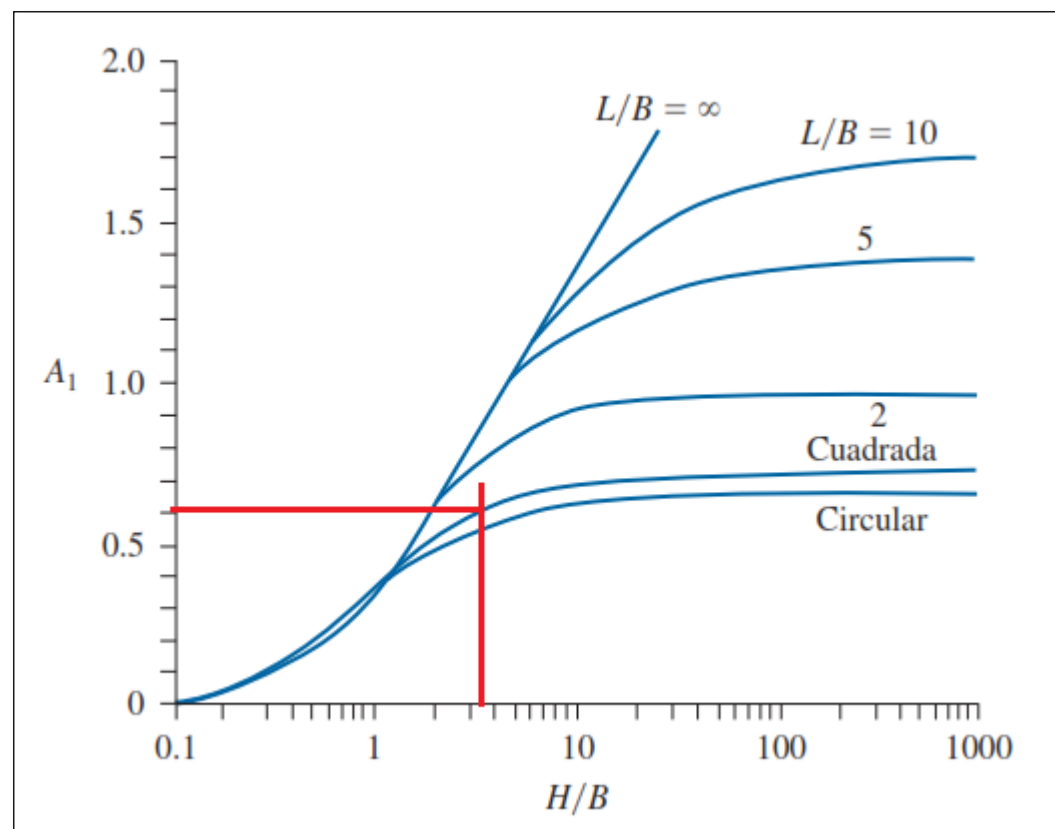
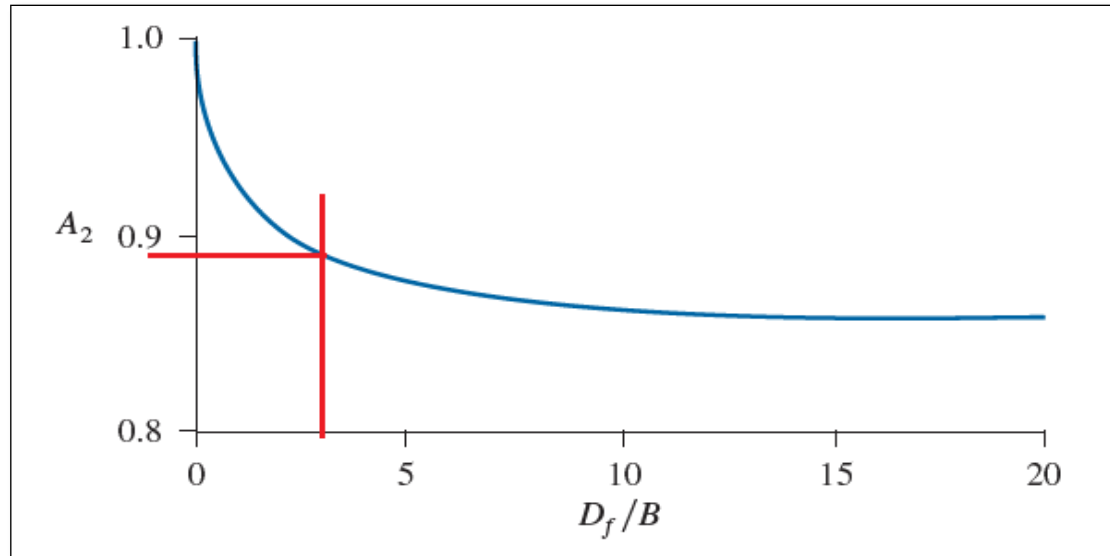
H = 3.40 m
E_s = 35.00 kg/cm2



Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

| | |
|-----------|------|
| $D_f/B =$ | 3.00 |
| $A_2 =$ | 0.89 |
| $H/B =$ | 3.40 |
| $L/B =$ | 1.00 |
| $A_1 =$ | 0.60 |

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



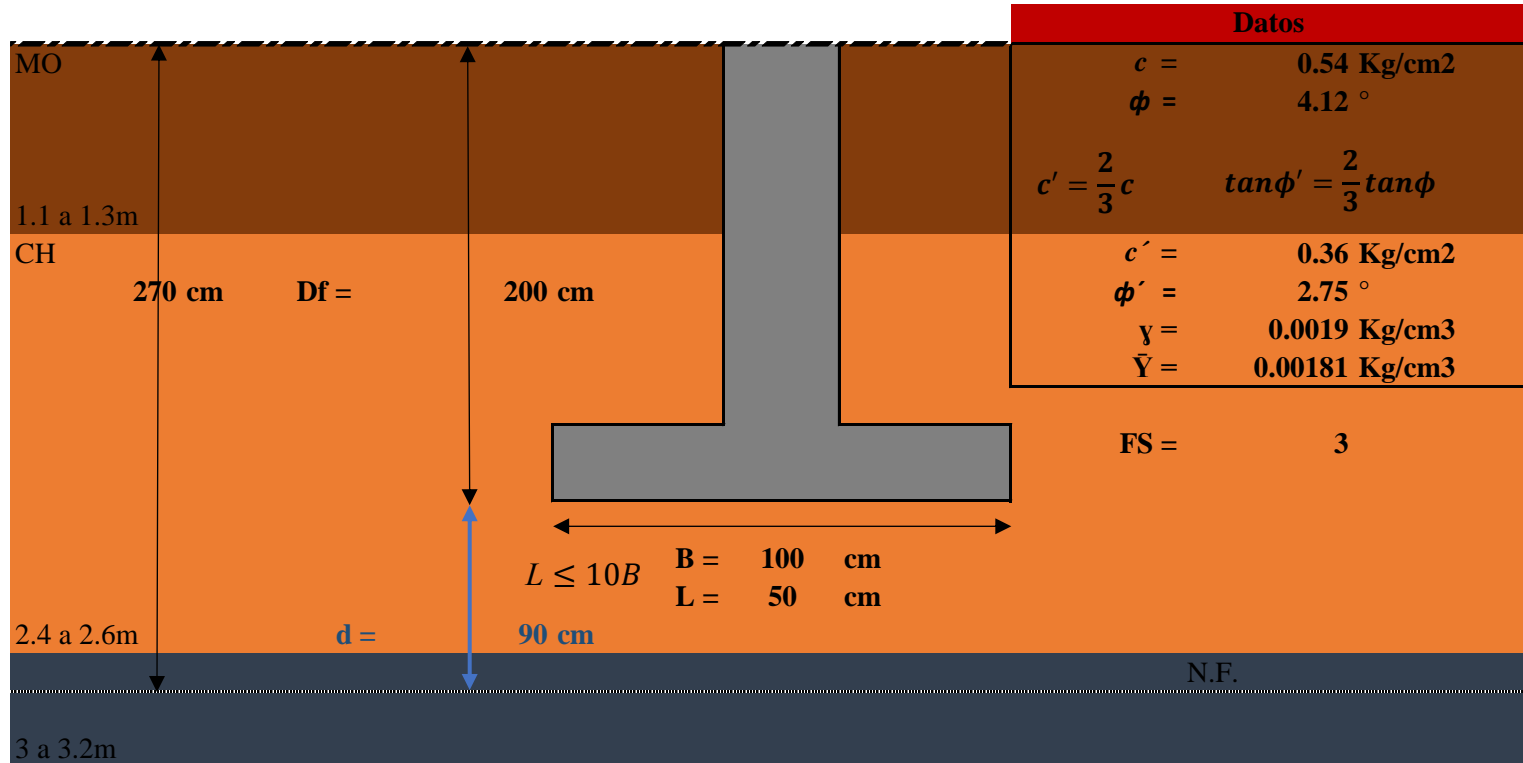
Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_o B}{E_s}$$

| | |
|---------|---------|
| $S_e =$ | 3.81 cm |
|---------|---------|



Ecuaciones de Calculo
Zapata Rectangular (Df=2m)
Datos Generales Calicata N° 1



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico
CASO II : $0 \leq d \leq B$

Peso especifico saturado del suelo:
 $\gamma_{sat} = 0.002 \text{ Kg/cm}^3$

Peso especifico del agua:
 $\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$

Peso especifico modificado:
 $\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w)$
 $\gamma' = 0.00101 \text{ Kg/cm}^3$

$$\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$$

$\bar{\gamma} = 0.00181 \text{ Kg/cm}^3$

Obtencion de q_u y q_{adm} a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$q_u = c N_c S_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$K_{\gamma p} = 1.10$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \frac{e^{2 \left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) \tan\phi'}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)}$$

$N_q = 1.31$

$$N_c = \cot\phi' (N_q - 1)$$

$N_c = 6.54$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$$

$N_\gamma = 0.0025$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifiko la ecuacion para cimentaciones rectangulares:

$$q_u = 0.867 c' N' c + q N' q + 0.4 \gamma B N' \gamma$$

$$q_u = 2.54 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.85 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\phi'}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = s_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_c = 1.44$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = d_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_c = 1.42$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$q_u = 4.80 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.60 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de hansen es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$



La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.44$$

$$s_q = 1.10$$

$$s_\gamma = 0.20$$

Factores de profundidad:

Para $D \geq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.10$$

$$d_c = 1.44$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 4.94 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.65 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.44$$

$$s_q = 1.10$$

$$s_\gamma = 0.20$$

Factores de profundidad:

Para: $\left(\frac{D_f}{B} \right) \geq 1$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.10$$

$$d_c = 1.44$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 4.95 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.65 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|---------------|-------------|-------------|
| Zapata Rectangular (C-1) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| Nc = | 6.54 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 2.54 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.85 | Kg/cm2 | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.83 | 1.44 | 1.42 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.28 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 4.80 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.60 | Kg/cm2 | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.83 | 1.44 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.44 |
| Nq = | 1.28 | 1.10 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.10 |
| N _γ = | 0.02 | 0.20 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 4.94 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.65 | Kg/cm2 | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.83 | 1.44 | 1.44 | | | |
| Nq = | 1.28 | 1.10 | 1.10 | | | |
| N _γ = | 0.22 | 0.20 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 4.95 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.65 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|---------------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 2.54 | 4.80 | 4.94 | 4.95 |
| qadm (Kg/cm) | 0.85 | 1.60 | 1.65 | 1.65 |

Calculo de Asentamiento Elástico de Cimentación de Zapata Rectangular (C-1) Profundidad 2m
Aplicando el Metodo de Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada

| | | | |
|------|-------------|---------------------------|--|
| B = | 1.00 m | | |
| L = | 0.50 m | | |
| Df = | 2.00 m | | |
| qo = | 2.50 kg/cm2 | (carga por área unitaria) | |



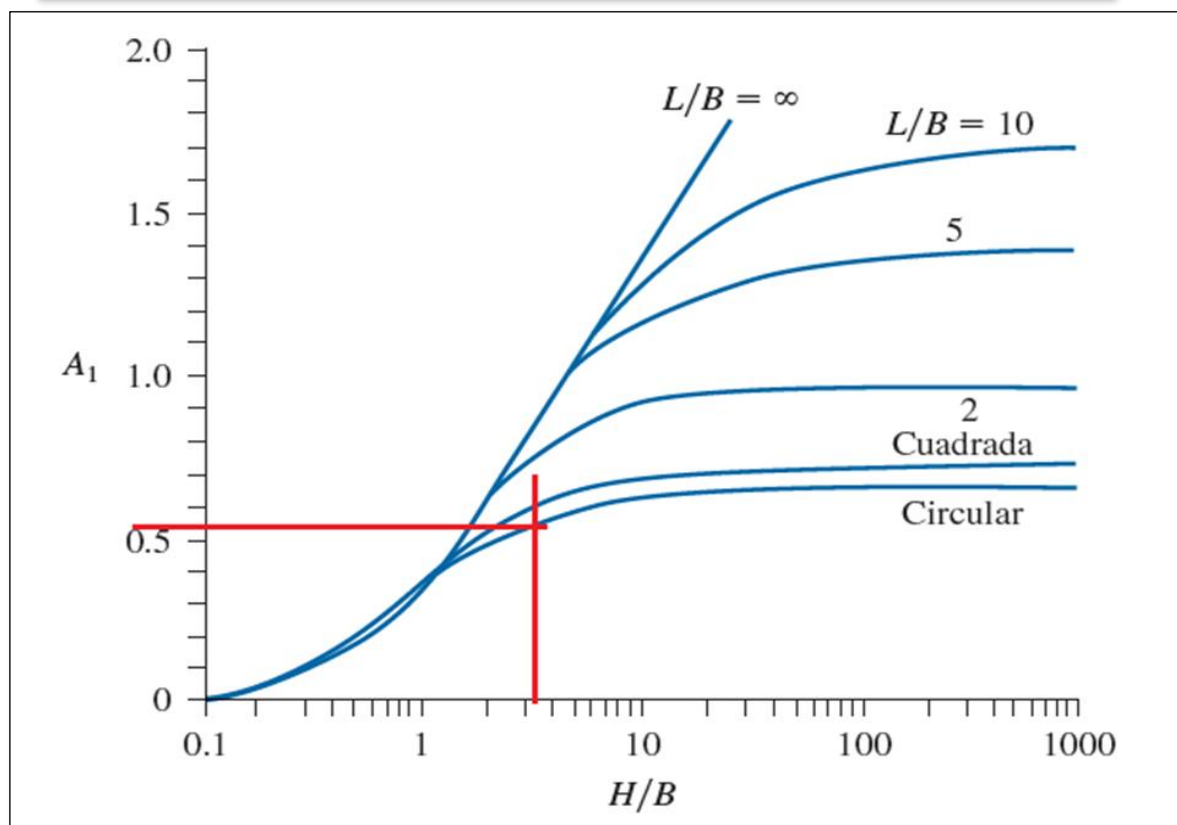
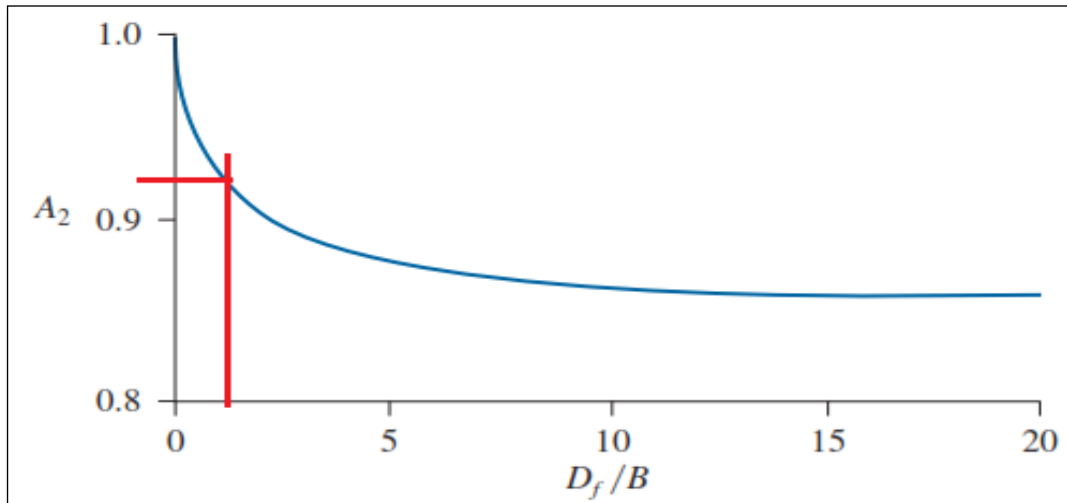
Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

$H = 3.40 \text{ m}$
 $E_s = 35.00 \text{ kg/cm}^2$

Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

$D_f/B = 2.00$
 $A_2 = 0.93$
 $H/B = 3.40$
 $L/B = 0.50$
 $A_1 = 0.54$

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



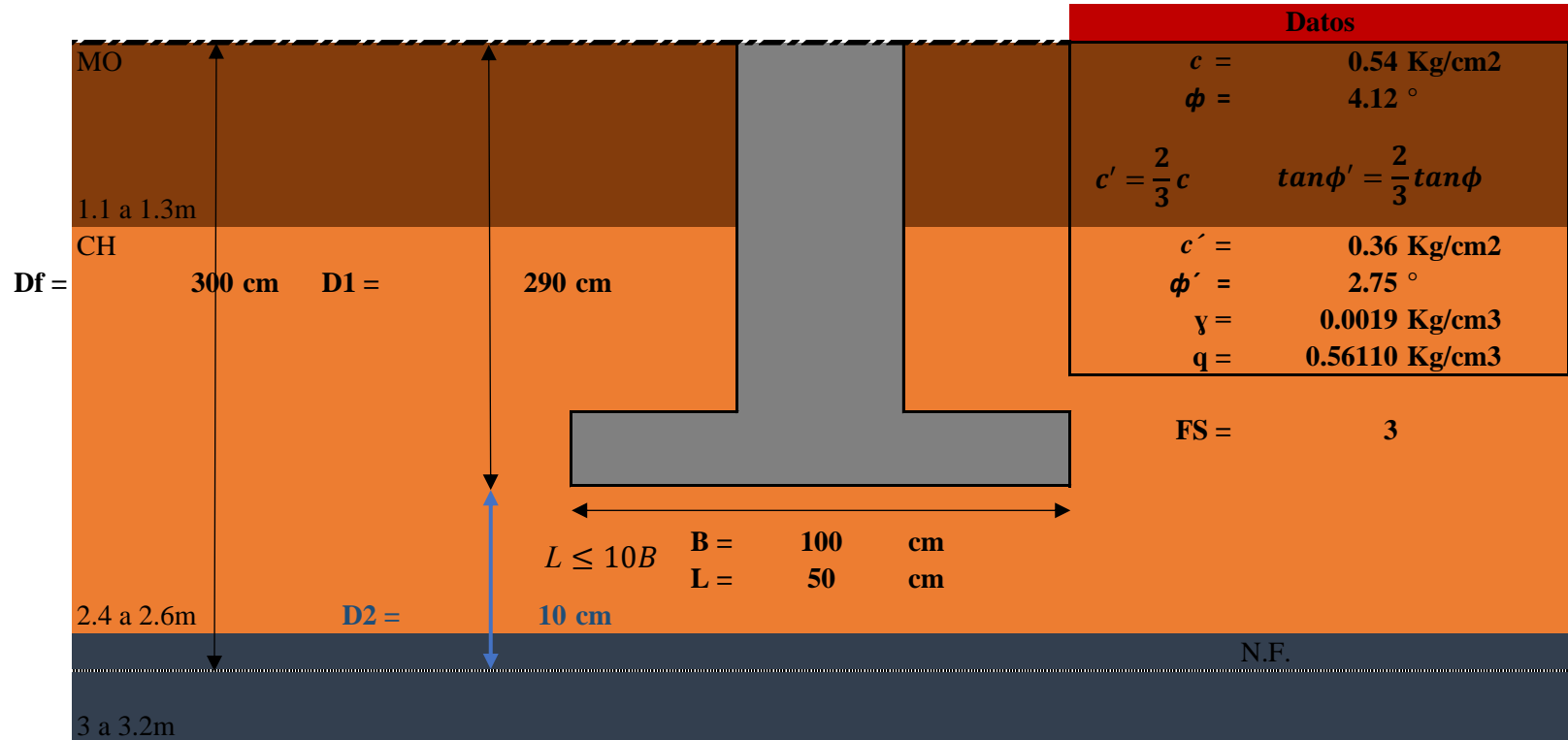
Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_o B}{E_s}$$

$S_e = 3.59 \text{ cm}$



Ecuaciones de Calculo
Zapata Rectangular (Df=3m)
Datos Generales Calicata N° 1



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico
CASO I : 0 ≤ D1 ≤ Df

Peso especifico saturado del suelo:
 $\gamma_{sat} = 0.002 \text{ Kg/cm}^3$

Peso especifico del agua:
 $\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$

Sobre carga efectiva:
 $q = D1\gamma + D2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$
 $q = 0.5611 \text{ Kg/cm}^3$

Obtencion de qu y qadm a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$qu = c Nc Sc + q Nq + 0.5 \gamma B N\gamma S\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_{\gamma p} = 1.10$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$Nq = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right) \tan\phi'}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)}$$

$$Nq = 1.31$$

$$Nc = \cot\phi' (Nq - 1)$$

$$Nc = 6.54$$

$$N\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$$

$$N\gamma = 0.0025$$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifiko la ecuacion para cimentaciones rectangulares:

$$q_u = 0.867c' N'_c + q N'_q + 0.4 \gamma B N'_\gamma$$

$$q_u = 2.77 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.92 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\phi'}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = s_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_c = 1.44$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = d_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_c = 1.63$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$q_u = 5.65 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.88 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de hansen es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$



La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.44$$

$$s_q = 1.10$$

$$s_\gamma = 0.20$$

Factores de profundidad:

Para $D \geq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.11$$

$$d_c = 1.50$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 5.39 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.80 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.44$$

$$s_q = 1.10$$

$$s_\gamma = 0.20$$

Factores de profundidad:

Para: $\left(\frac{D_f}{B} \right) \geq 1$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.11$$

$$d_c = 1.50$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 5.39 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.80 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------------------|---------------|--------------------|-------------|-------------|
| Zapata Rectanular (C-1) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| N _c = | 6.54 | | | | | |
| N _q = | 1.31 | q _u = | 2.77 | Kg/cm ² | | |
| N _γ = | 0.002 | q _{adm} = | 0.92 | Kg/cm ² | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| N _c = | 5.83 | 1.44 | 1.63 | 1.00 | | |
| N _q = | 1.28 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | q _u = | 5.65 | Kg/cm ² | | |
| | | q _{adm} = | 1.88 | Kg/cm ² | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| N _c = | 5.83 | 1.44 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.50 |
| N _q = | 1.28 | 1.10 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.11 |
| N _γ = | 0.02 | 0.20 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | q _u = | 5.39 | Kg/cm ² | | |
| | | q _{adm} = | 1.80 | Kg/cm ² | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| N _c = | 5.83 | 1.44 | 1.50 | | | |
| N _q = | 1.28 | 1.10 | 1.11 | | | |
| N _γ = | 0.22 | 0.20 | 1.00 | | | |
| | | q _u = | 5.39 | Kg/cm ² | | |
| | | q _{adm} = | 1.80 | Kg/cm ² | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|----------------------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm ²) | 2.77 | 5.65 | 5.39 | 5.39 |
| qadm (Kg/cm ²) | 0.92 | 1.88 | 1.80 | 1.80 |

**Calculo de Asentamiento Elástico de Cimentación de Zapata Rectangular (C-1) Profundidad 3m
Aplicando el Metodo de Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada**

| | | |
|------------------|-------------------------|---------------------------|
| B = | 1.00 m | |
| L = | 0.50 m | |
| Df = | 3.00 m | |
| q _o = | 2.50 kg/cm ² | (carga por área unitaria) |



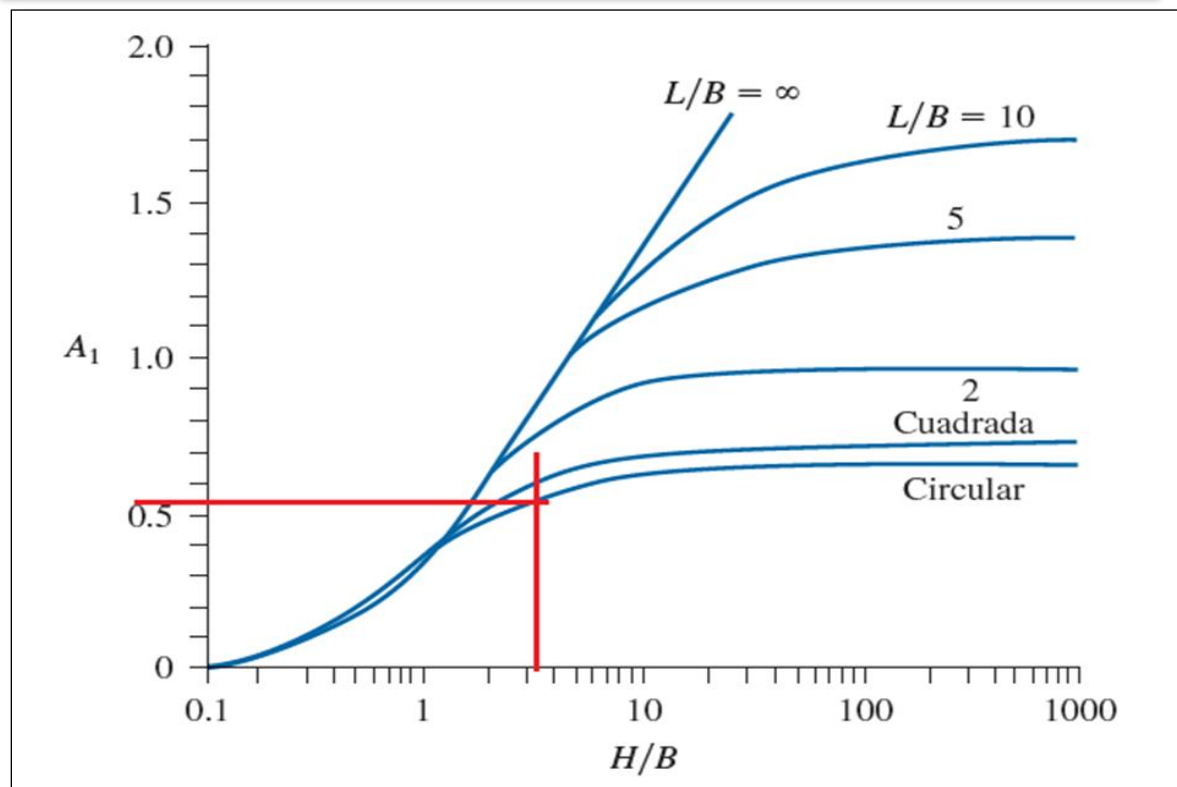
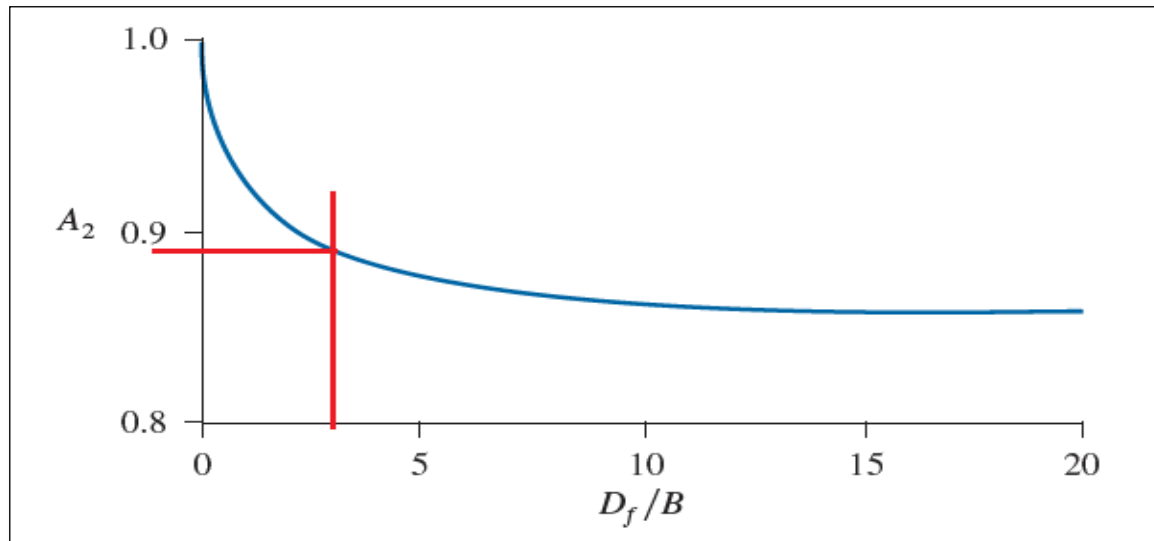
Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

$H = 3.40 \text{ m}$
 $E_s = 35.00 \text{ kg/cm}^2$

Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

$D_f/B = 3.00$
 $A_2 = 0.89$
 $H/B = 3.40$
 $L/B = 0.50$
 $A_1 = 0.54$

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_o B}{E_s}$$

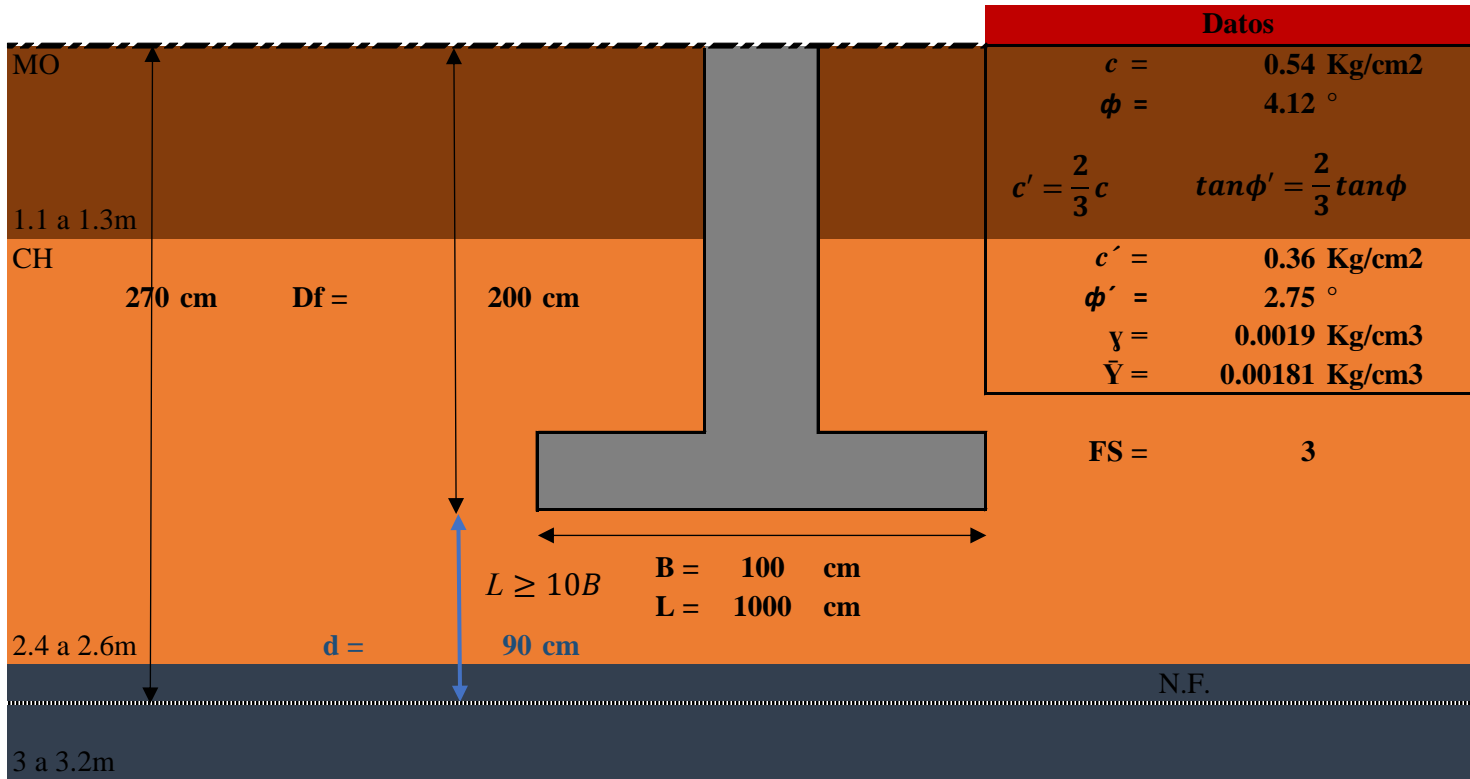
$S_e = 3.43 \text{ cm}$



Ecuaciones de Calculo

Zapata Continua (Df=2m)

Datos Generales Calicata N° 1



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO II : 0 ≤ d ≤ B

Peso especifico saturado del suelo:

$$\gamma_{sat} = 0.002 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico del agua:

$$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico modificado:

$$\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$\gamma' = 0.00101 \text{ Kg/cm}^3$$

$$\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$$

$$\bar{\gamma} = 0.00181 \text{ Kg/cm}^3$$

Obtencion de qu y qadm a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$qu = c N_c S_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_{\gamma p} = 1.10$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right)\tan\phi'}}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)}$$

$$N_q = 1.31$$

$$N_c = \cot\phi'(N_q - 1)$$

$$N_c = 6.54$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$$

$$N_\gamma = 0.0025$$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifiko la ecuacion para cimentaciones continuas:

$$q_u = \frac{2}{3} c' N' c + q N' q + \frac{1}{2} \gamma B N' \gamma$$

$$q_u = 2.05 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.68 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\phi'}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.02$$

$$s_q = s_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1.42$$

$$d_q = d_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$q_u = 3.53 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.18 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de hansen es:

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$



La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.02$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 0.96$$

Factores de profundidad:

Para $D \geq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.10$$

$$d_c = 1.44$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 3.61 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.20 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Factores de forma:

$$s_c = 1$$

$$s_q = 1$$

$$s_\gamma = 1$$

$$s_c = 1.00$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Factores de profundidad:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.10$$

$$d_c = 1.44$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$qu = c' N_c F_{cs} F_{cd} + q N_q F_{qs} F_{qd} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d}$$

$$qu = 3.56 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{qu}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.19 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Zapata Continua (C-1) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| Nc = | 6.54 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 2.05 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.68 | Kg/cm2 | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.83 | 1.02 | 1.42 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.28 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 3.53 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.18 | Kg/cm2 | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.83 | 1.02 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.44 |
| Nq = | 1.28 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.10 |
| N _γ = | 0.02 | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 3.61 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.20 | Kg/cm2 | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.83 | 1.00 | 1.44 | | | |
| Nq = | 1.28 | 1.00 | 1.10 | | | |
| N _γ = | 0.22 | 1.00 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 3.56 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.19 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|---------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 2.05 | 3.53 | 3.61 | 3.56 |
| qadm (Kg/cm2) | 0.68 | 1.18 | 1.20 | 1.19 |

Calculo de Asentamiento Elástico de Cimentación de Zapata Continua (C-1) Profundidad 2m

Aplicando el Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada

| | | |
|------|-------------|---------------------------|
| B = | 1.00 m | |
| L = | 10.00 m | |
| Df = | 2.00 m | |
| qo = | 2.50 kg/cm2 | (carga por área unitaria) |

Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

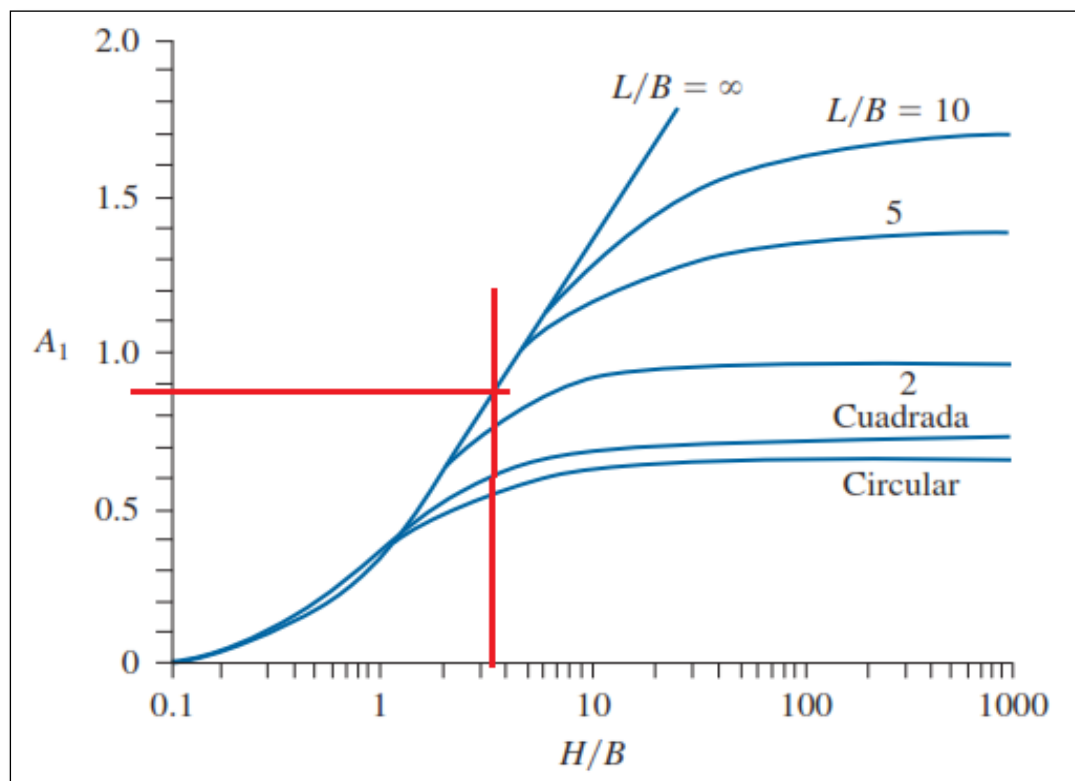
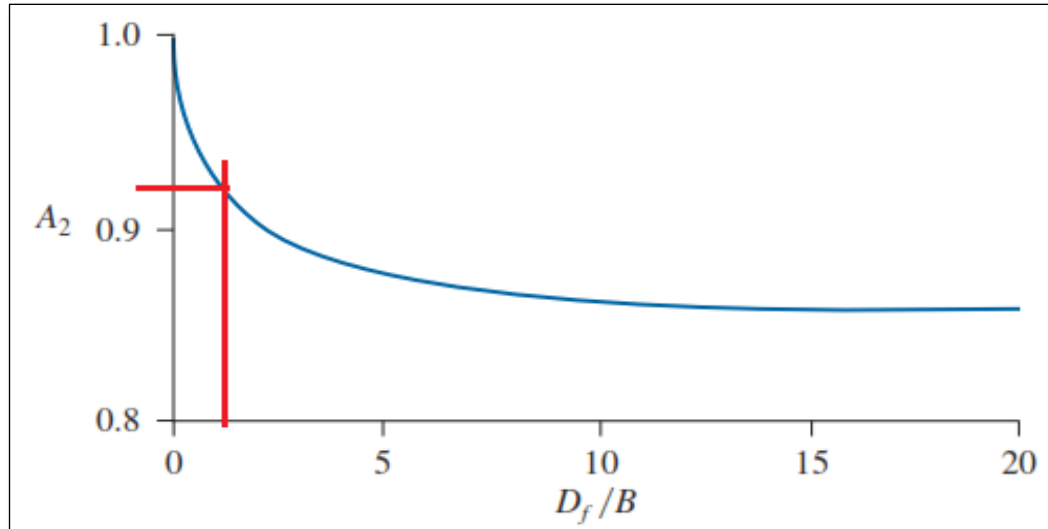
| | |
|------------------|--------------|
| H = | 3.40 m |
| E _s = | 35.00 kg/cm2 |



Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

| | |
|-----------|-------|
| $D_f/B =$ | 2.00 |
| $A_2 =$ | 0.92 |
| $H/B =$ | 3.40 |
| $L/B =$ | 10.00 |
| $A_1 =$ | 0.88 |

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_o B}{E_s}$$

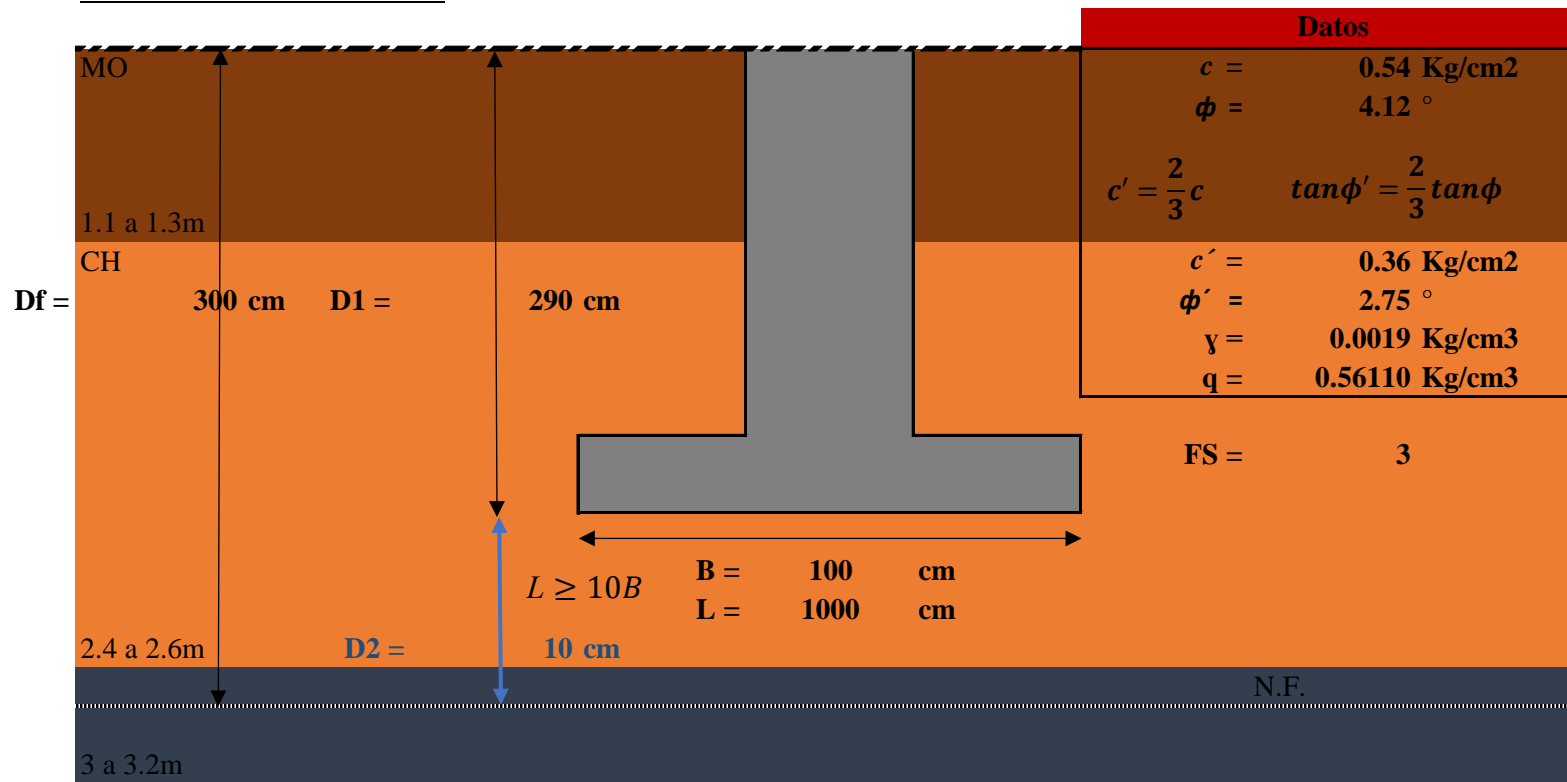
| | |
|---------|---------|
| $S_e =$ | 5.78 cm |
|---------|---------|



Ecuaciones de Calculo

Zapata Continua (Df=3m)

Datos Generales Calicata N° 1



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO I: $0 \leq D1 \leq Df$

Peso especifico saturado del suelo:

$$\gamma_{sat} = 0.002 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico del agua:

$$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$$

Sobre carga efectiva:

$$q = D1\gamma + D2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$q = 0.5611 \text{ Kg/cm}^3$$

Obtencion de q_u y q_{adm} a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$q_u = c N_c S_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_{\gamma p} = 1.10$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right)\tan\phi'}}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)}$$

$$N_q = 1.31$$

$$N_c = \cot\phi'(N_q - 1)$$

$$N_c = 6.54$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$$

$$N_\gamma = 0.0025$$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifíco la ecuación para cimentaciones continuas:

$$q_u = \frac{2}{3} c' N' c + q N' q + \frac{1}{2} \gamma B N' \gamma$$

$$q_u = 2.31 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.77 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuación de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinación de la carga sobre la cimentación respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.02$$

$$s_q = s_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1.63$$

$$d_q = d_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuación y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$q_u = 4.23 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.41 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuación de capacidad portante de Hansen es:

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Para el caso los factores de inclinación (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$



La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.02$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 0.96$$

Factores de profundidad:

Para $D \geq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.11$$

$$d_c = 1.50$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 4.02 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.34 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Factores de forma:

$$s_c = 1$$

$$s_q = 1$$

$$s_\gamma = 1$$

$$s_c = 1.00$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Factores de profundidad:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.11$$

$$d_c = 1.50$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$qu = c' N_c F_{cs} F_{cd} + q N_q F_{qs} F_{qd} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d}$$

$$qu = 3.97 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{qu}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.32 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Zapata Continua (C-1) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| Nc = | 6.54 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 2.31 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.77 | Kg/cm2 | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.83 | 1.02 | 1.63 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.28 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 4.23 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.41 | Kg/cm2 | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.83 | 1.02 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.50 |
| Nq = | 1.28 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.11 |
| N _γ = | 0.02 | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 4.02 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.34 | Kg/cm2 | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.83 | 1.00 | 1.50 | | | |
| Nq = | 1.28 | 1.00 | 1.11 | | | |
| N _γ = | 0.22 | 1.00 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 3.97 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.32 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|---------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 2.31 | 4.23 | 4.02 | 3.97 |
| qadm (Kg/cm2) | 0.77 | 1.41 | 1.34 | 1.32 |

Calculo de Asentamiento Elástico de Cimentación de Zapata Continua (C-1) Profundidad 3m

Aplicando el Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada

| | | |
|------|-------------|---------------------------|
| B = | 1.00 m | |
| L = | 10.00 m | |
| Df = | 3.00 m | |
| qo = | 2.50 kg/cm2 | (carga por área unitaria) |

Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

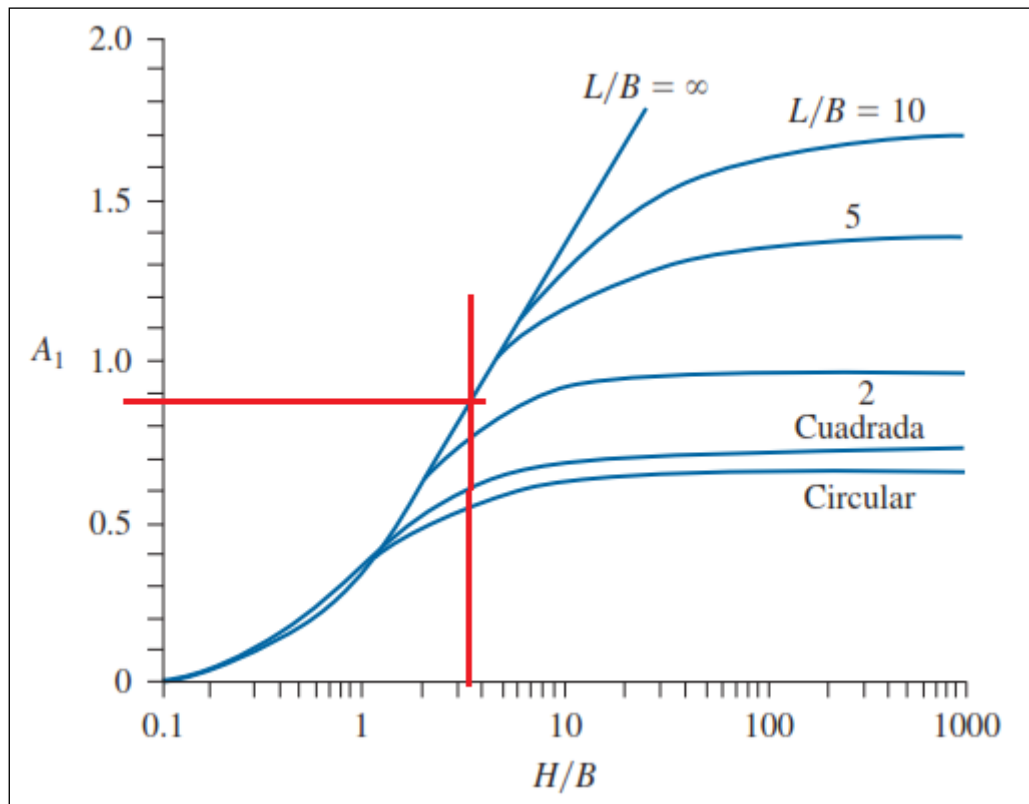
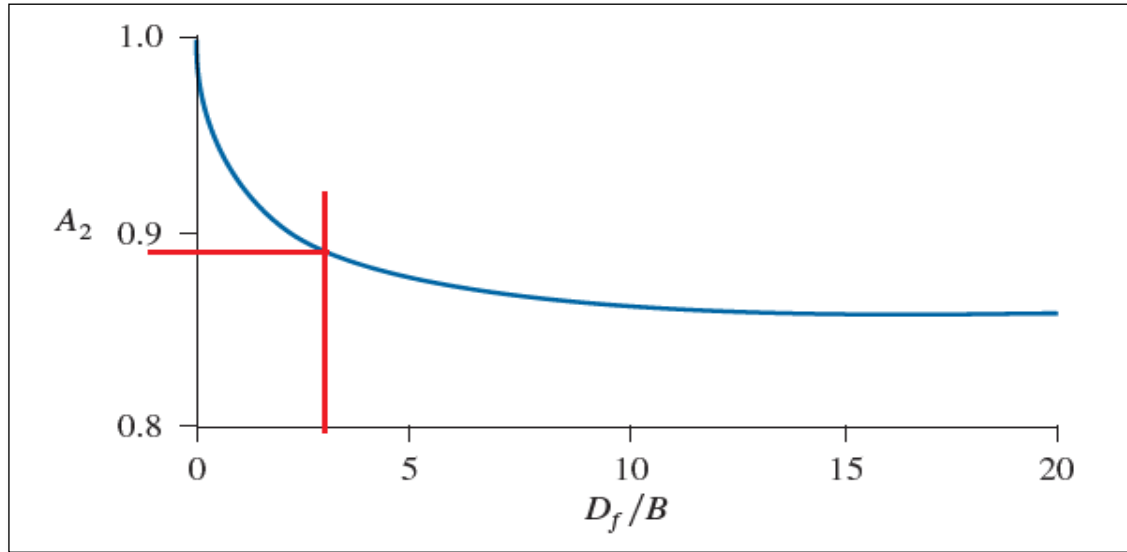
| | |
|------------------|--------------|
| H = | 3.40 m |
| E _s = | 35.00 kg/cm2 |



Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

| | |
|-----------|-------|
| $D_f/B =$ | 3.00 |
| $A_2 =$ | 0.89 |
| $H/B =$ | 3.40 |
| $L/B =$ | 10.00 |
| $A_1 =$ | 0.87 |

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_o B}{E_s}$$

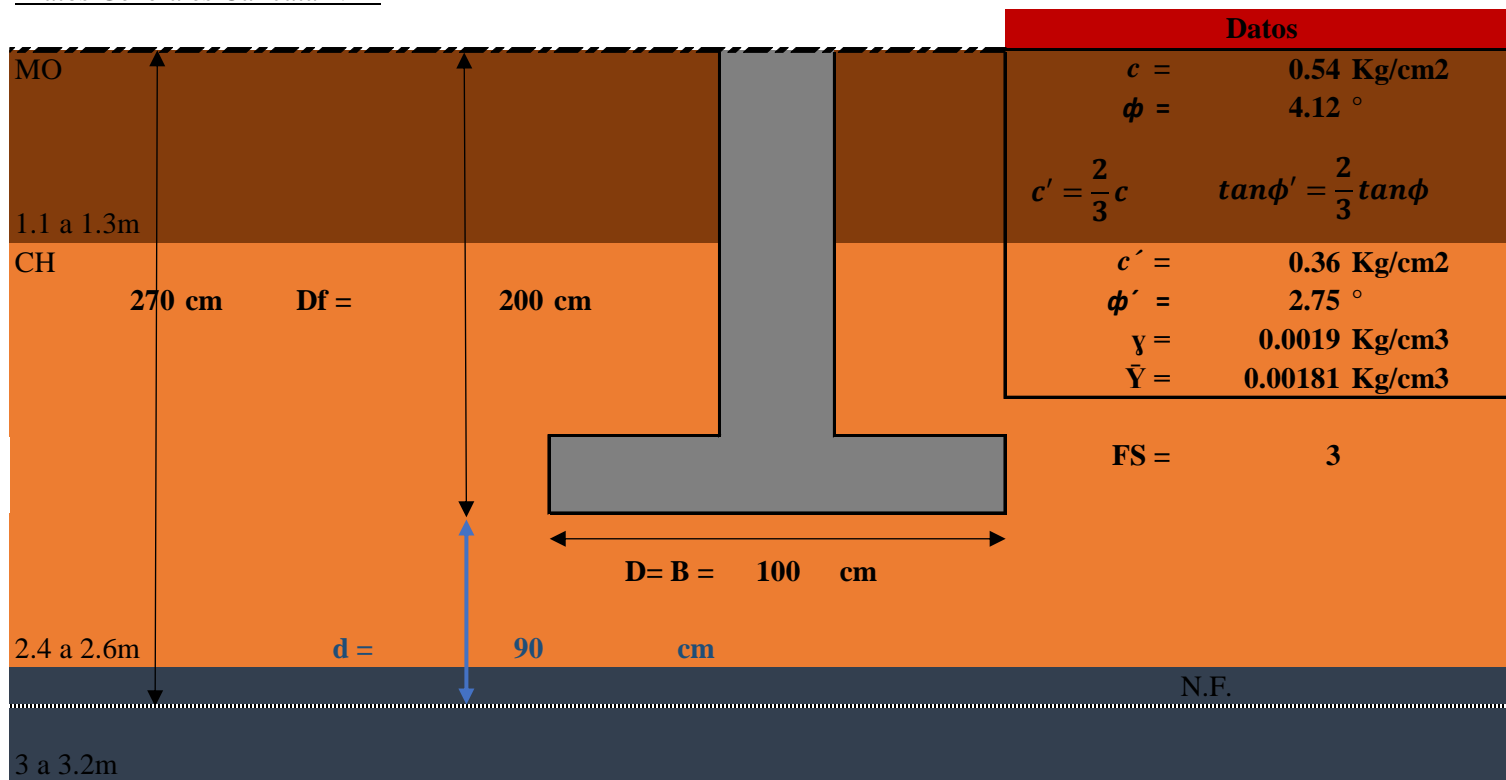
| | |
|---------|---------|
| $S_e =$ | 5.53 cm |
|---------|---------|



Ecuaciones de Calculo

Zapata Circular (Df=2m)

Datos Generales Calicata N° 1



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO II : $0 \leq d \leq B$

Peso especifico saturado del suelo:

$$\gamma_{sat} = 0.002 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico del agua:

$$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico modificado:

$$\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$\gamma' = 0.00101 \text{ Kg/cm}^3$$

$$\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$$

$$\bar{\gamma} = 0.00181 \text{ Kg/cm}^3$$

Obtencion de q_u y q_{adm} a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$q_u = c N_c S_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_{\gamma p} = 1.10$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right)\tan\phi'}}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)}$$

$$N_q = 1.31$$

$$N_c = \cot\phi'(N_q - 1)$$

$$N_c = 6.54$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$$

$$N_\gamma = 0.0025$$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifico la ecuacion para cimentaciones circulares:

$$q_u = 0.867c' N'c + q N'q + 0.3 \gamma B N'_\gamma$$

$$q_u = 2.52 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.84 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\phi'}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{vp} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = s_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = d_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_c = 1.42$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$q_u = 4.12 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.37 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de hansen es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$



La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 0.60$$

Factores de profundidad:

Para $D \geq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.10$$

$$d_c = 1.44$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$qu = 4.23 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{qu}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.41 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$qu = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right)$$

$$s_q = 1 + \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 0.60$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 0.60$$

Factores de profundidad:

Para: $\left(\frac{D_f}{B} \right) \geq 1$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.10$$

$$d_c = 1.44$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 4.24 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.41 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Zapata Circular (C-1) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| Nc = | 6.54 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 2.52 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.84 | Kg/cm2 | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.83 | 1.22 | 1.42 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.28 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 4.12 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.37 | Kg/cm2 | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.83 | 1.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.44 |
| Nq = | 1.28 | 1.05 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.10 |
| N _γ = | 0.02 | 0.60 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 4.23 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.41 | Kg/cm2 | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.83 | 1.22 | 1.44 | | | |
| Nq = | 1.28 | 1.05 | 1.10 | | | |
| N _γ = | 0.22 | 0.60 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 4.24 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.41 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|---------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 2.52 | 4.12 | 4.23 | 4.24 |
| qadm (Kg/cm2) | 0.84 | 1.37 | 1.41 | 1.41 |

Calculo de Asentamiento Elástico de Cimentación de Zapata Circular (C-1) Profundidad 2m

Aplicando el Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada

| | | |
|------|-------------|---------------------------|
| B = | 1.00 m | |
| L = | 1.00 m | |
| Df = | 2.00 m | |
| qo = | 2.50 kg/cm2 | (carga por área unitaria) |

Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

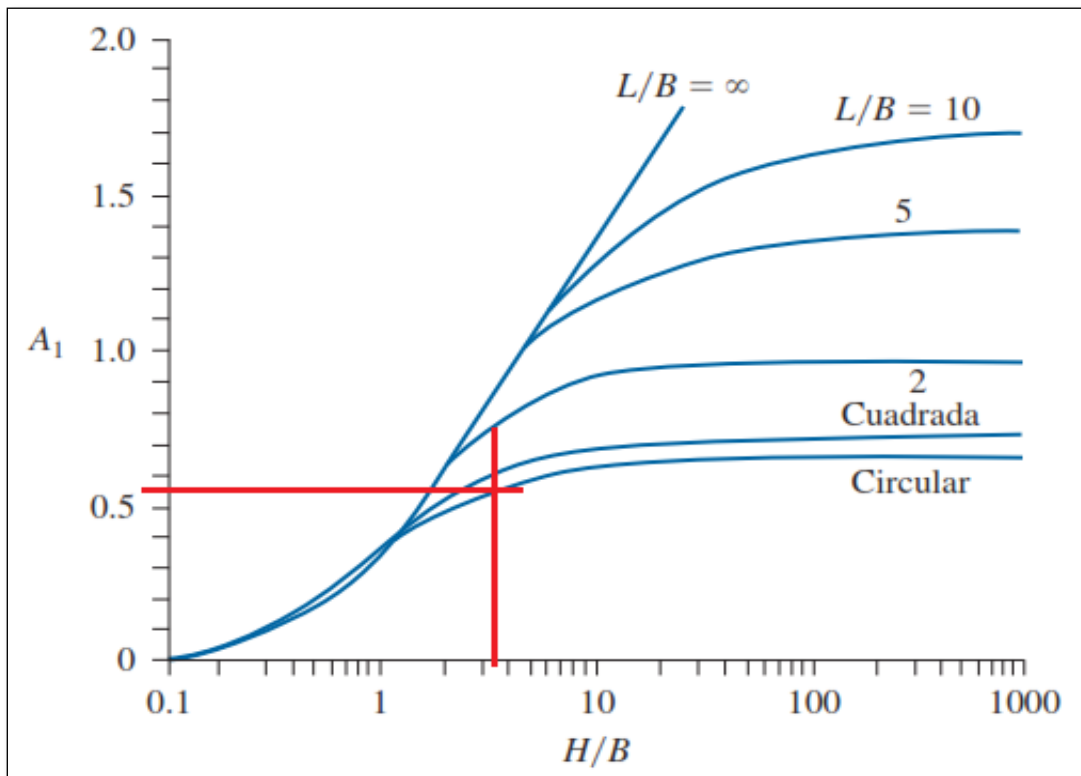
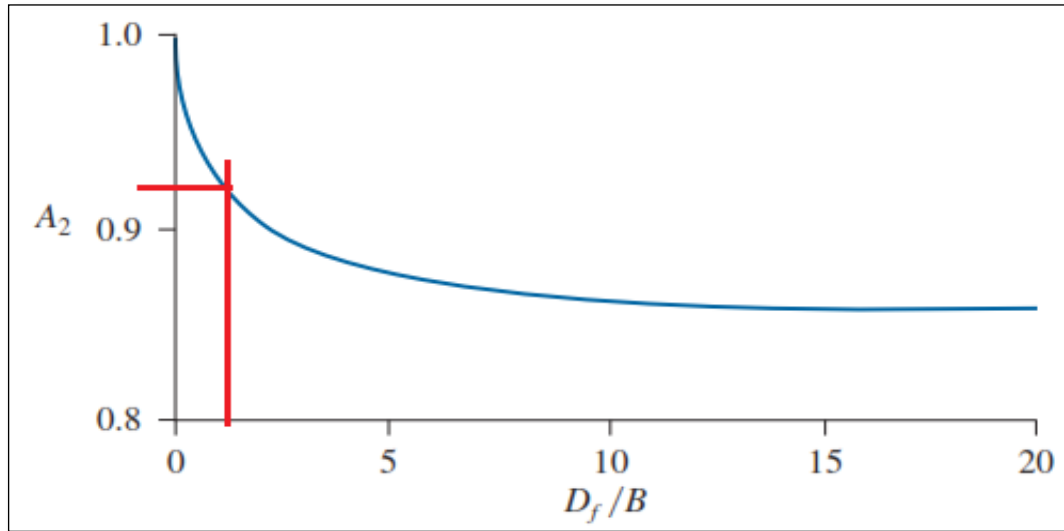
| | |
|------------------|--------------|
| H = | 3.40 m |
| E _s = | 35.00 kg/cm2 |



Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

| | |
|-----------|------|
| $D_f/B =$ | 2.00 |
| $A_2 =$ | 0.93 |
| $H/B =$ | 3.40 |
| $L/B =$ | 1.00 |
| $A_1 =$ | 0.56 |

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_0 B}{E_s}$$

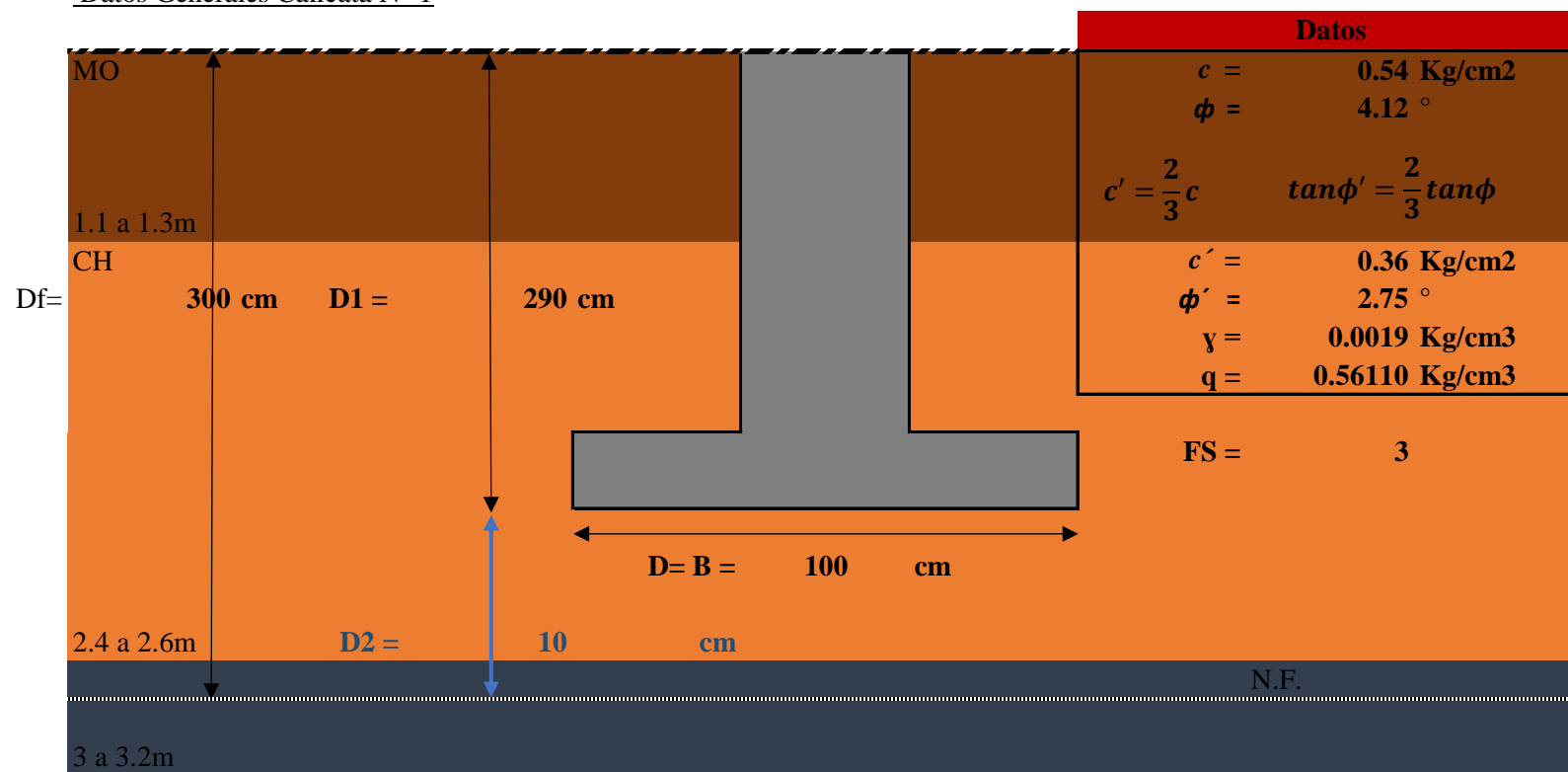
| | |
|---------|---------|
| $S_e =$ | 3.72 cm |
|---------|---------|



Ecuaciones de Calculo

Zapata Circular (Df=3m)

Datos Generales Calicata N° 1



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO I : $0 \leq D1 \leq Df$

Peso especifico saturado del suelo:

$$\gamma_{sat} = 0.002 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico del agua:

$$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$$

Sobre carga efectiva:

$$q = D1\gamma + D2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$q = 0.5611 \text{ Kg/cm}^3$$

Obtencion de q_u y q_{adm} a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$q_u = c N_c S_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_{\gamma p} = 1.10$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \frac{e^{2 \left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) \tan\phi'}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)}$$

$$N_q = 1.31$$

$$N_c = \cot\phi' (N_q - 1)$$

$$N_c = 6.54$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$$

$$N_\gamma = 0.0025$$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifiko la ecuacion para cimentaciones circulares:

$$q_u = 0.867c' N'_c + q N'_q + 0.3 \gamma B N'_\gamma$$

$$q_u = 2.78 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.93 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\phi'}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = s_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = d_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_c = 1.63$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$q_u = 4.91 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.64 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de hansen es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$



La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 0.60$$

Factores de profundidad:

Para $D \geq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.11$$

$$d_c = 1.50$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$qu = 4.67 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{qu}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.56 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$qu = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right)$$

$$s_q = 1 + \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 0.60$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 0.60$$

Factores de profundidad:

Para: $\left(\frac{D_f}{B} \right) \geq 1$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.11$$

$$d_c = 1.50$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 4.69 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.56 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Zapata Circular (C-1) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| Nc = | 6.54 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 2.78 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.93 | Kg/cm2 | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.83 | 1.22 | 1.63 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.28 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 4.91 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.64 | Kg/cm2 | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.83 | 1.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.50 |
| Nq = | 1.28 | 1.05 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.11 |
| N _γ = | 0.02 | 0.60 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 4.67 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.56 | Kg/cm2 | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.83 | 1.22 | 1.50 | | | |
| Nq = | 1.28 | 1.05 | 1.11 | | | |
| N _γ = | 0.22 | 0.60 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 4.69 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.56 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|--------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 2.78 | 4.91 | 4.67 | 4.69 |
| qadm (Kg/cm) | 0.93 | 1.64 | 1.56 | 1.56 |

Calculo de Asentamiento Elástico de Cimentación de Zapata Circular (C-1) Profundidad 3m

Aplicando el Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada

B = 1.00 m
L = 1.00 m
Df = 3.00 m
qo = 2.50 kg/cm2 (carga por área unitaria)

Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

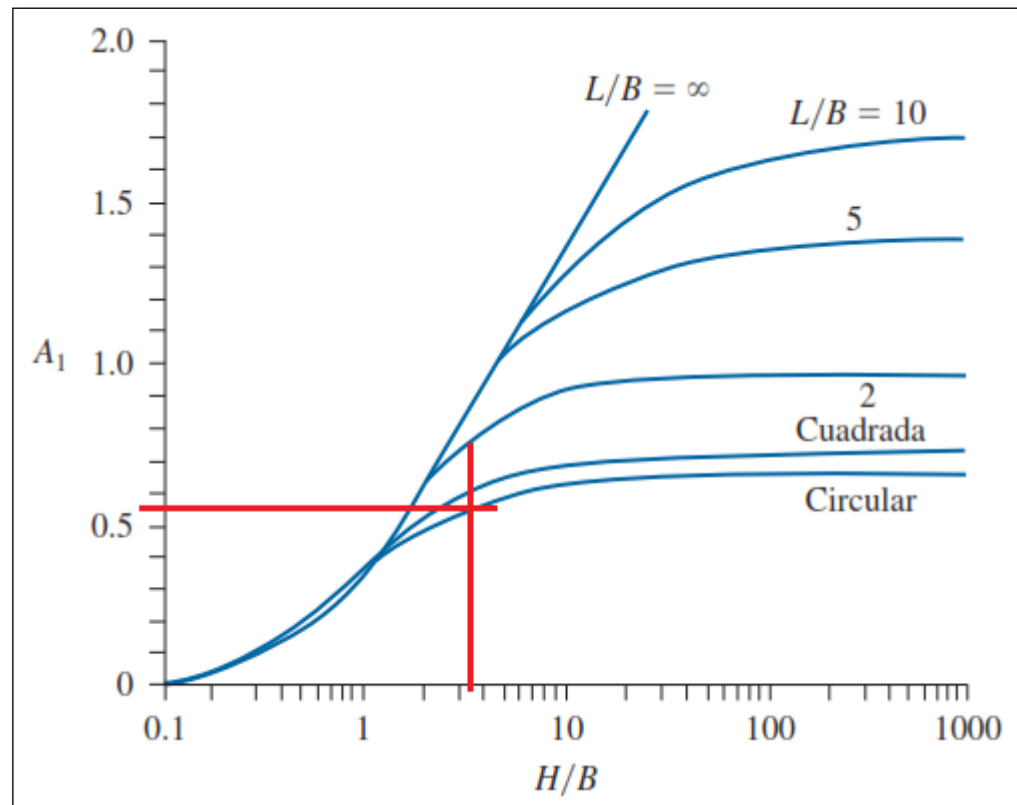
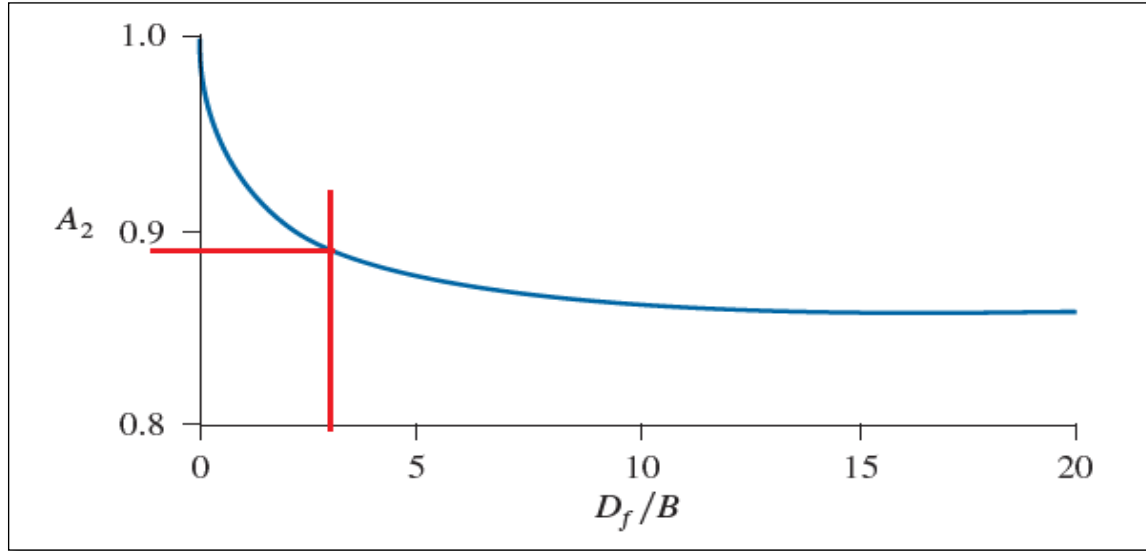
H = 3.40 m
E_s = 35.00 kg/cm2



Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

| | |
|-----------|------|
| $D_f/B =$ | 3.00 |
| $A_2 =$ | 0.89 |
| $H/B =$ | 3.40 |
| $L/B =$ | 1.00 |
| $A_1 =$ | 0.55 |

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_0 B}{E_s}$$

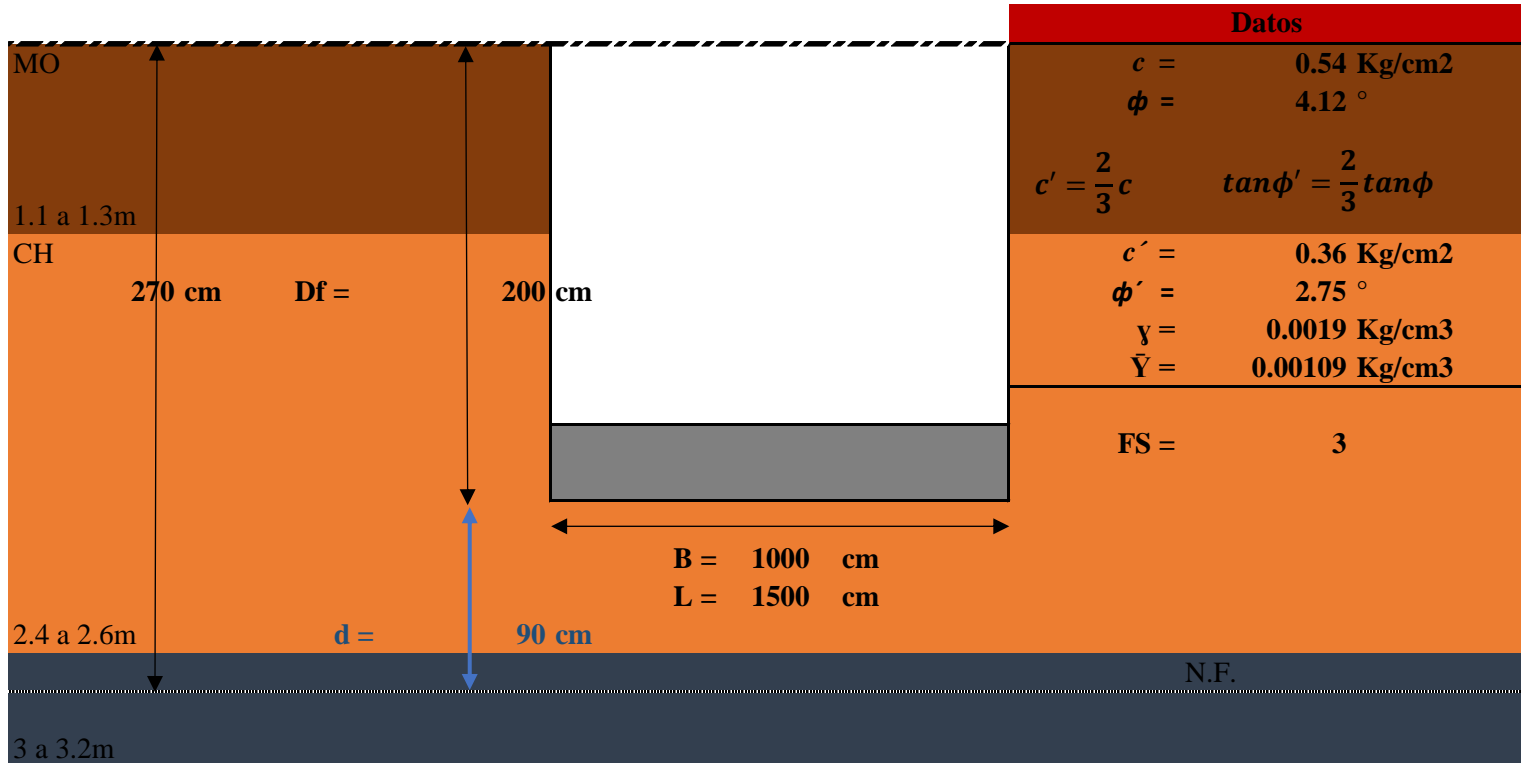
| | |
|---------|---------|
| $S_e =$ | 3.50 cm |
|---------|---------|



Ecuaciones de Calculo

Losa de Cimentación (Df=2m)

Datos Generales Calicata N° 1



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO II : $0 \leq d \leq B$

Peso especifico saturado del suelo:

$$\gamma_{sat} = 0.002 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico del agua:

$$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico modificado:

$$\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$\gamma' = 0.00101 \text{ Kg/cm}^3$$

$$\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$$

$$\bar{\gamma} = 0.00109 \text{ Kg/cm}^3$$

Obtencion de q_u y q_{adm} a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$q_u = c N_c S_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_{\gamma p} = 1.10$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \frac{e^{2 \left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) \tan\phi'}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)}$$

$$N_q = 1.31$$

$$N_c = \cot\phi' (N_q - 1)$$

$$N_c = 6.54$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$$

$$N_\gamma = 0.0025$$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifiko la ecuacion para cimentaciones rectangulares:

$$q_u = 0.867c' N'_c + q N'_q + 0.4 \gamma B N'_\gamma$$

$$q_u = 2.33 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.78 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = s_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_c = 1.15$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = d_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_c = 1.04$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$q_u = 2.91 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.97 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de hansen es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$



La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.15$$

$$s_q = 1.03$$

$$s_\gamma = 0.73$$

Factores de profundidad:

Para $D \leq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \left(\frac{D}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.02$$

$$d_c = 1.08$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} + q N_q F_{qs} F_{qd} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d}$$

$$q_u = 2.90 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.97 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i,g,b) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.15$$

$$s_q = 1.03$$

$$s_\gamma = 0.73$$

Factores de profundidad:

Para: $\left(\frac{D_f}{B} \right) \leq 1$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.02$$

$$d_c = 1.08$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 2.98 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.99 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| <u>Losa Cimentacion (C-1)</u> | | | | | | |
| <u>Terzaghi</u> | | | | | | |
| Nc = | 6.54 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 2.33 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.78 | Kg/cm2 | | |
| <u>Meyerhof</u> | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.83 | 1.15 | 1.04 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.28 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 2.91 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 0.97 | Kg/cm2 | | |
| <u>Hansen</u> | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.83 | 1.15 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.08 |
| Nq = | 1.28 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 |
| N _γ = | 0.02 | 0.73 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 2.90 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 0.97 | Kg/cm2 | | |
| <u>Vesic</u> | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.83 | 1.15 | 1.08 | | | |
| Nq = | 1.28 | 1.03 | 1.02 | | | |
| N _γ = | 0.22 | 0.73 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 2.98 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 0.99 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|--------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 2.33 | 2.91 | 2.90 | 2.98 |
| qadm (Kg/cm) | 0.78 | 0.97 | 0.97 | 0.99 |

Calculo de Asentamiento Elástico de Losa de Cimentacion (C-1) Profundidad 2m
Aplicando el Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada

| | | | |
|------|-------------|---------------------------|--|
| B = | 1.00 m | | |
| L = | 15.00 m | | |
| Df = | 2.00 m | | |
| qo = | 2.50 kg/cm2 | (carga por área unitaria) | |



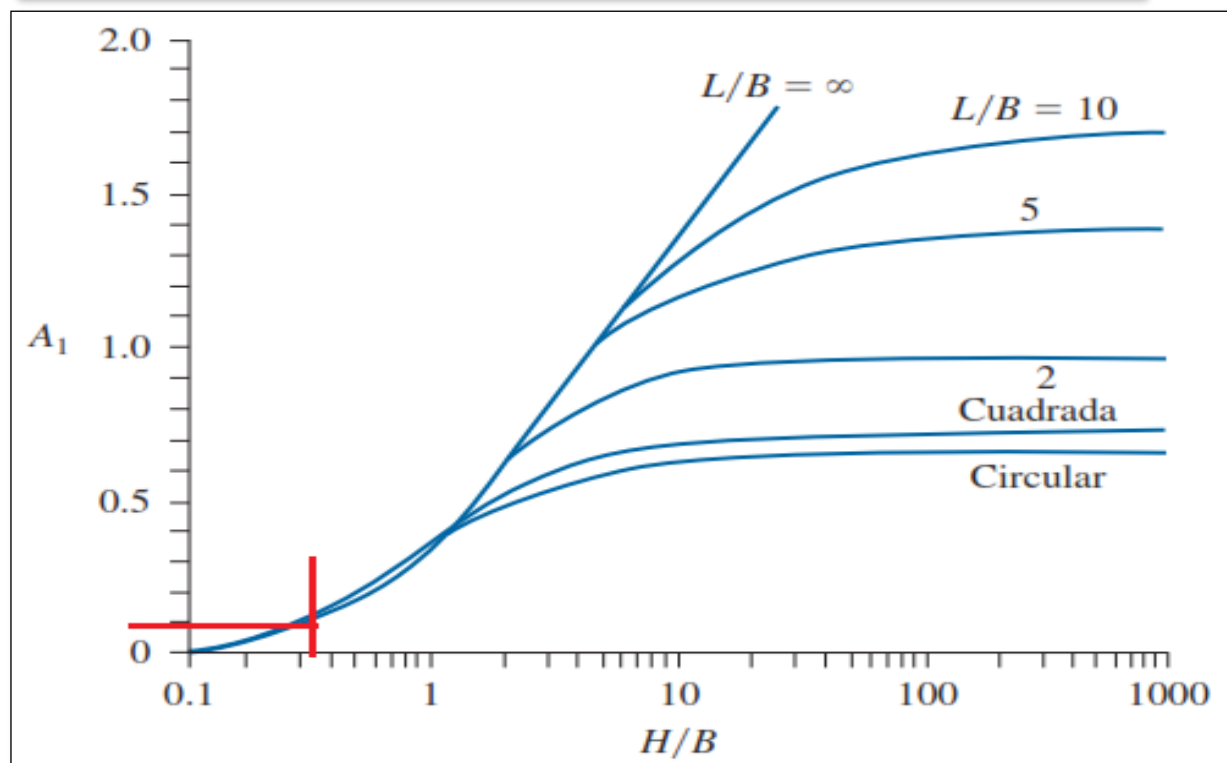
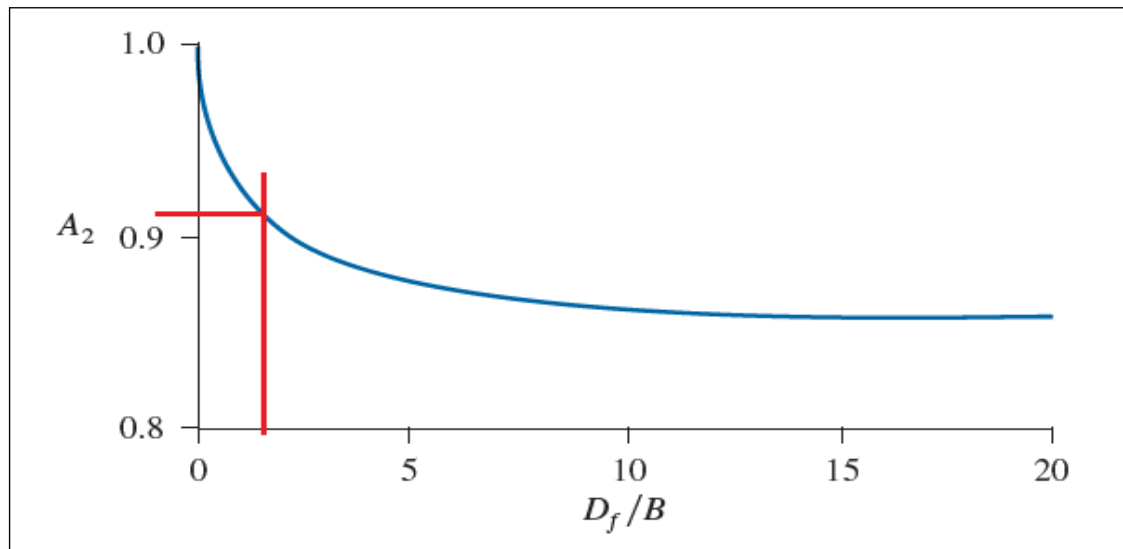
Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

$H = 3.40 \text{ m}$
 $E_s = 35.00 \text{ kg/cm}^2$

Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

$D_f/B = 2.00$
 $A_2 = 0.91$
 $H/B = 0.34$
 $L/B = 15.00$
 $A_1 = 0.11$

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_o B}{E_s}$$

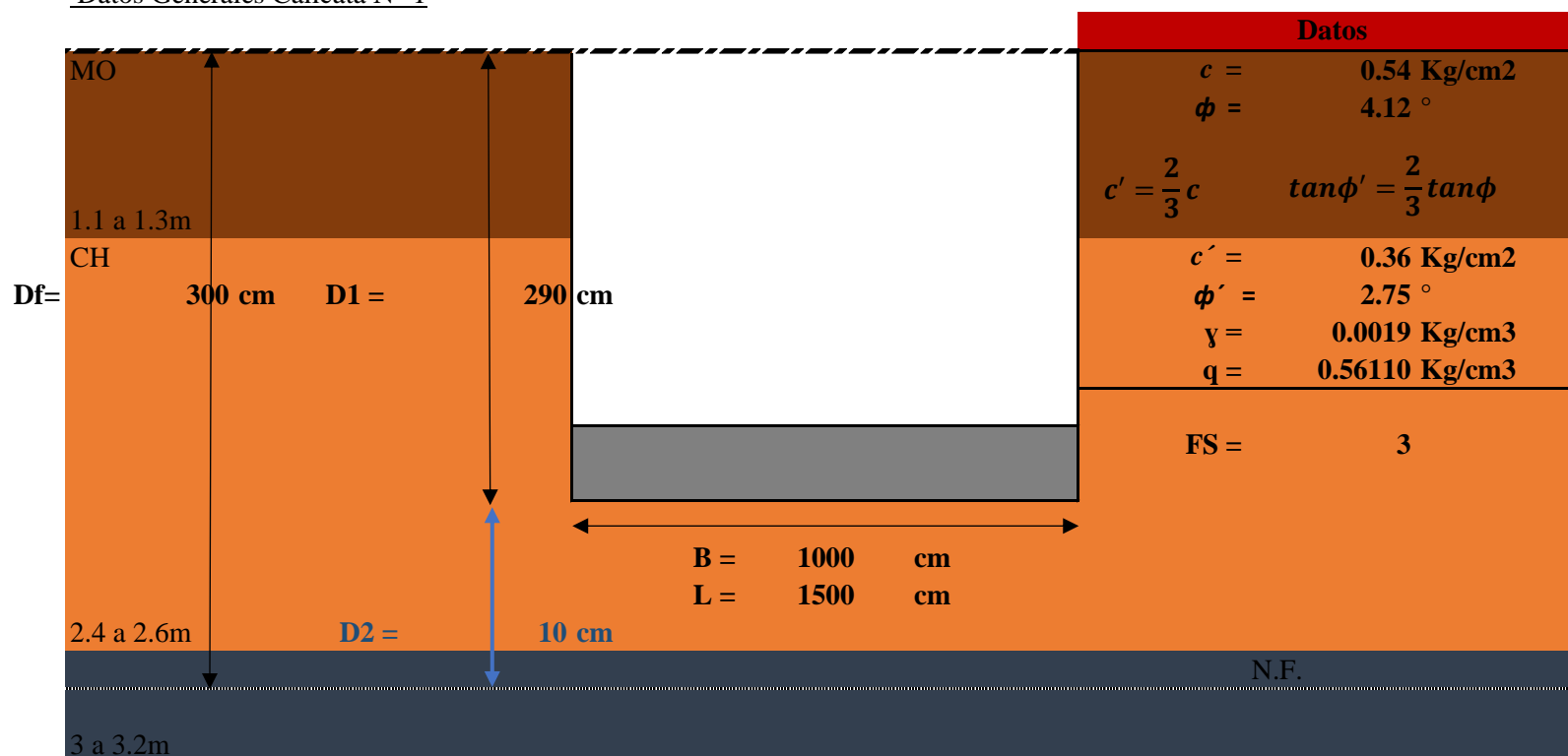
| | |
|---------|---------|
| $S_e =$ | 0.72 cm |
|---------|---------|



Ecuaciones de Calculo

Losa de Cimentación (Df=3m)

Datos Generales Calicata N° 1



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO I : $0 \leq D1 \leq Df$

Peso especifico saturado del suelo:

$$\gamma_{sat} = 0.002 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico del agua:

$$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$$

Sobre carga efectiva:

$$q = D1\gamma + D2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$q = 0.5611 \text{ Kg/cm}^3$$

Obtencion de qu y qadm a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$qu = c Nc Sc + q Nq + 0.5 \gamma B N\gamma S\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_{\gamma p} = 1.10$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$Nq = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$Nq = 1.31$$

$$Nc = \cot \phi' (Nq - 1)$$

$$Nc = 6.54$$

$$N\gamma = 2(Nq + 1) \tan \phi'$$

$$N\gamma = 0.0025$$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifico la ecuacion para cimentaciones rectangulares:

$$q_u = 0.867 c' N' c + q N' q + 0.4 \gamma B N' \gamma$$

$$q_u = 2.78 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.93 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = s_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_c = 1.15$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = d_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_c = 1.06$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$q_u = 3.48 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.16 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de Hansen es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$



La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.15$$

$$s_q = 1.03$$

$$s_\gamma = 0.73$$

Factores de profundidad:

Para $D \leq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \left(\frac{D}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.03$$

$$d_c = 1.12$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} + q N_q F_{qs} F_{qd} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d}$$

$$q_u = 3.46 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.15 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i,g,b) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.28$$

$$N_c = 5.83$$

$$N_\gamma = 0.22$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.15$$

$$s_q = 1.03$$

$$s_\gamma = 0.73$$

Factores de profundidad:

Para: $\left(\frac{D_f}{B} \right) \leq 1$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.03$$

$$d_c = 1.12$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 3.60 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.20 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Losa Cimentacion (C-1) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| Nc = | 6.54 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 2.78 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.93 | Kg/cm2 | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.83 | 1.15 | 1.06 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.28 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 3.48 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.16 | Kg/cm2 | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.83 | 1.15 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.12 |
| Nq = | 1.28 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.03 |
| N _γ = | 0.02 | 0.73 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 3.46 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.15 | Kg/cm2 | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.83 | 1.15 | 1.12 | | | |
| Nq = | 1.28 | 1.03 | 1.03 | | | |
| N _γ = | 0.22 | 0.73 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 3.60 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.20 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|--------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 2.78 | 3.48 | 3.46 | 3.60 |
| qadm (Kg/cm) | 0.93 | 1.16 | 1.15 | 1.20 |

Calculo de Asentamiento Elástico de Losa de Cimentacion (C-1) Profundidad 3m
Aplicando el Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada

| | | |
|------|-------------|---------------------------|
| B = | 1.00 m | |
| L = | 15.00 m | |
| Df = | 3.00 m | |
| qo = | 2.50 kg/cm2 | (carga por área unitaria) |



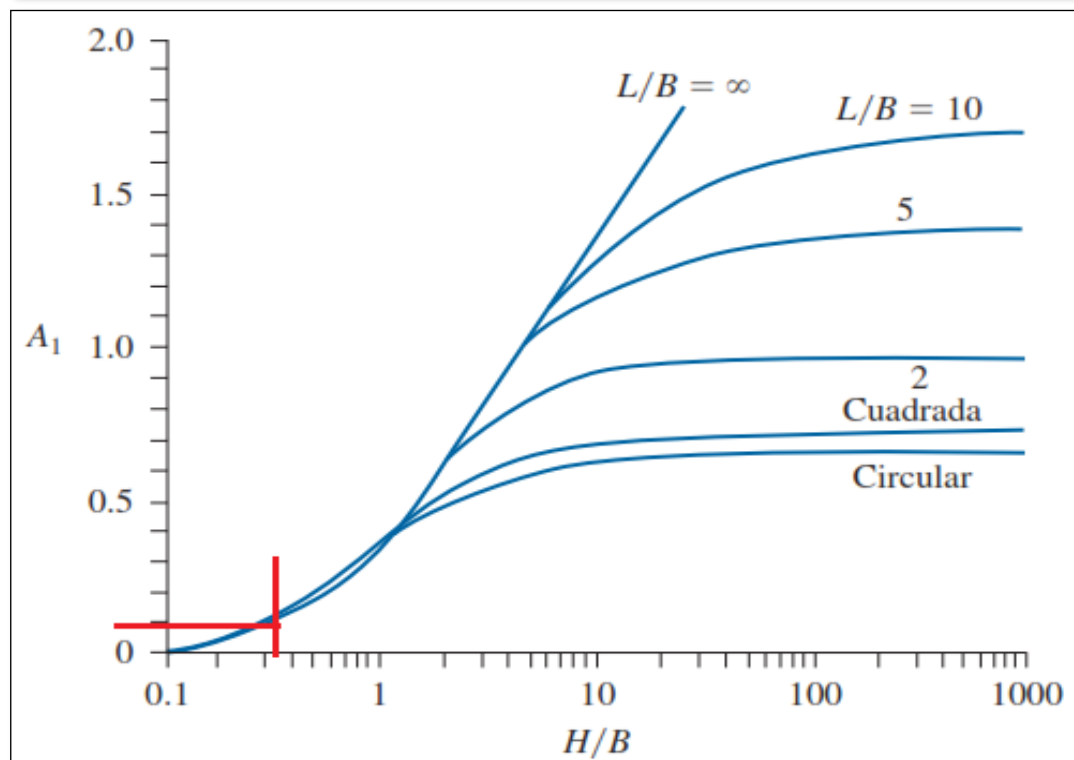
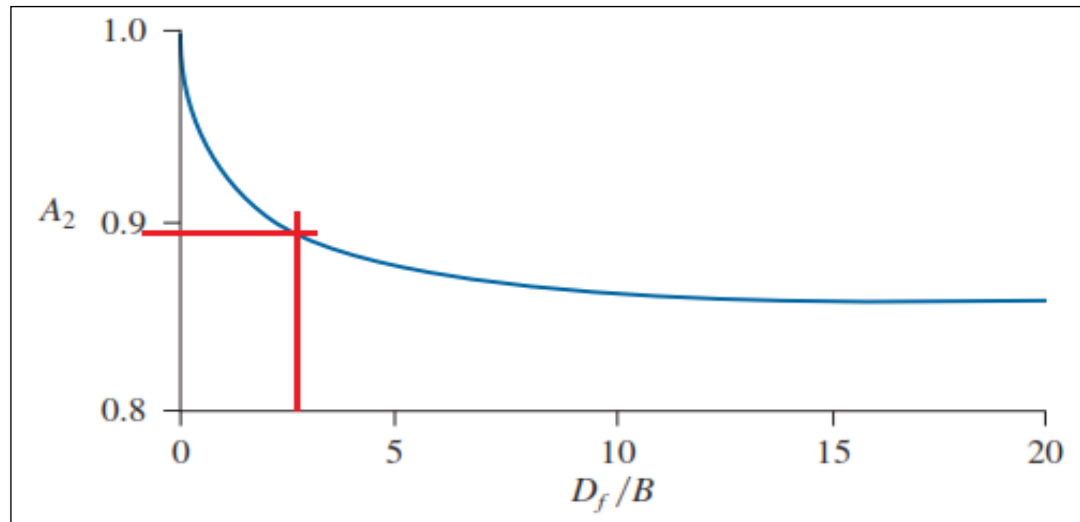
Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

$H = 3.40 \text{ m}$
 $E_s = 35.00 \text{ kg/cm}^2$

Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

$D_f/B = 3.00$
 $A_2 = 0.89$
 $H/B = 0.34$
 $L/B = 15.00$
 $A_1 = 0.11$

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_o B}{E_s}$$

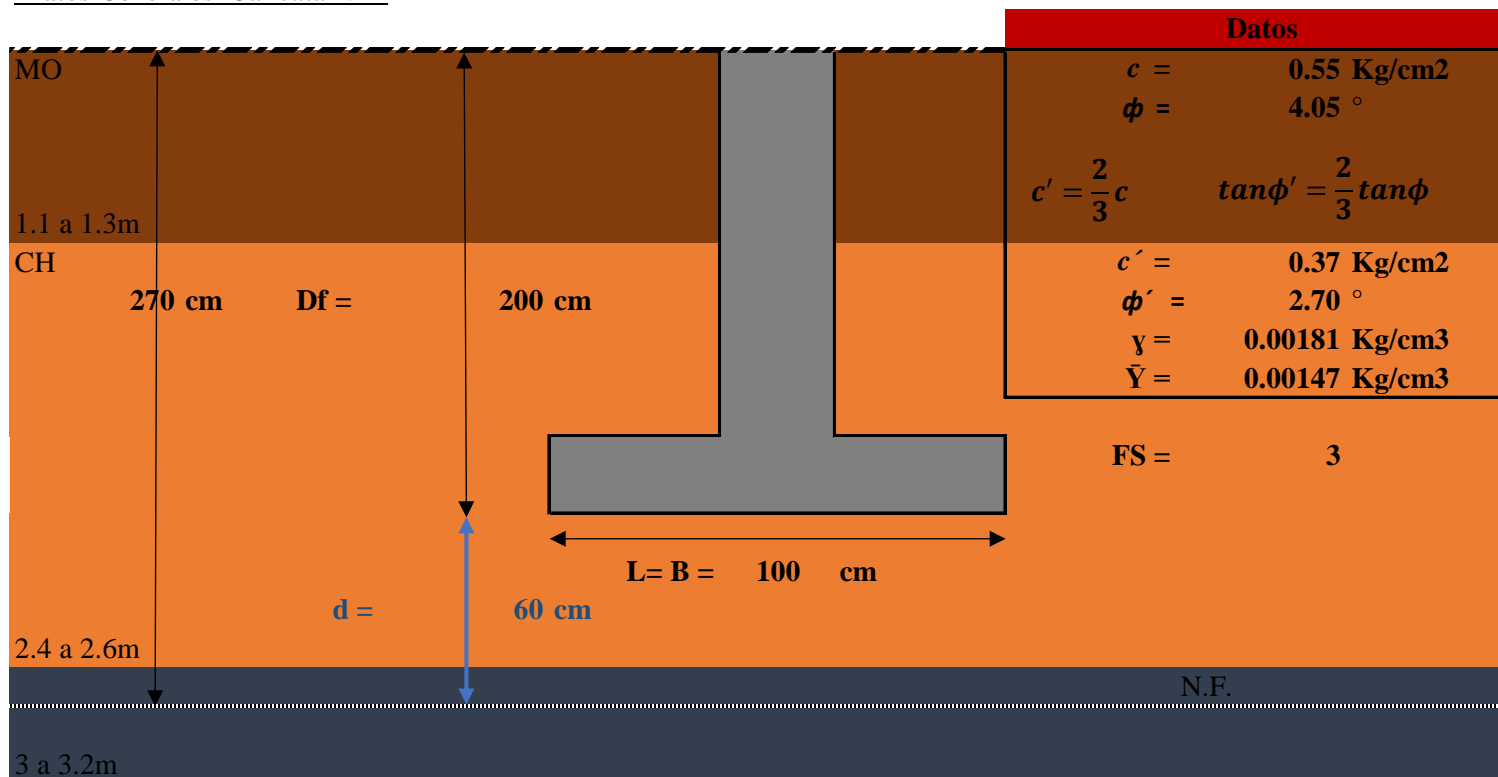
| | |
|---------|---------|
| $S_e =$ | 0.70 cm |
|---------|---------|



Ecuaciones de Calculo

Zapata Cuadrada (Df=2m)

Datos Generales Calicata N° 2



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO II : $0 \leq d \leq B$

Peso especifico saturado del suelo:

$$\gamma_{sat} = 0.00195 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico del agua:

$$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico modificado:

$$\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$\gamma' = 0.00096 \text{ Kg/cm}^3$$

$$\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$$

$$\bar{\gamma} = 0.00147 \text{ Kg/cm}^3$$

Obtencion de q_u y q_{adm} a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$q_u = c N_c S_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_{\gamma p} = 1.10$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right)\tan\phi'}}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)}$$

$$N_q = 1.31$$

$$N_c = \cot\phi'(N_q - 1)$$

$$N_c = 6.53$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$$

$$N_\gamma = 0.0024$$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifico la ecuacion para cimentaciones cuadradas:

$$q_u = 0.867c' N'c + q N'q + 0.4 \gamma B N'_{\gamma}$$

$$q_u = 2.46 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.82 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma}$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_{\gamma} = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_{\gamma} = 0.21$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\phi'}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_{\gamma} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_{\gamma} = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = s_{\gamma} = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_{\gamma} = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = d_{\gamma} = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_c = 1.42$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_{\gamma} = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma}$$

$$q_u = 4.08 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.36 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de hansen es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma}$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_{\gamma} = 1$$

$$g_c = g_q = g_{\gamma} = 1$$

$$b_c = b_q = b_{\gamma} = 1$$



La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 0.60$$

Factores de profundidad:

Para $D \geq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.09$$

$$d_c = 1.44$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 4.18 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.39 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.21$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right)$$

$$s_q = 1 + \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 0.60$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 0.60$$

Factores de profundidad:

Para: $\left(\frac{D_f}{B} \right) \geq 1$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.09$$

$$d_c = 1.44$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 4.19 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.40 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Zapata Cuadrada (C-2) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| Nc = | 6.53 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 2.46 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.82 | Kg/cm2 | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.82 | 1.22 | 1.42 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.27 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.21 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 4.08 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.36 | Kg/cm2 | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.82 | 1.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.44 |
| Nq = | 1.27 | 1.05 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.09 |
| N _γ = | 0.02 | 0.60 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 4.18 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.39 | Kg/cm2 | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.82 | 1.22 | 1.44 | | | |
| Nq = | 1.27 | 1.05 | 1.09 | | | |
| N _γ = | 0.21 | 0.60 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 4.19 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.40 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|---------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 2.46 | 4.08 | 4.18 | 4.19 |
| qadm (Kg/cm2) | 0.82 | 1.36 | 1.39 | 1.40 |

Calculo de Asentamiento Elástico de Cimentación de Zapata Cuadrada (C-2) Profundidad 2m

Aplicando el Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada

| | | |
|------|-------------|---------------------------|
| B = | 1.00 m | |
| L = | 1.00 m | |
| Df = | 2.00 m | |
| qo = | 2.50 kg/cm2 | (carga por área unitaria) |

Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

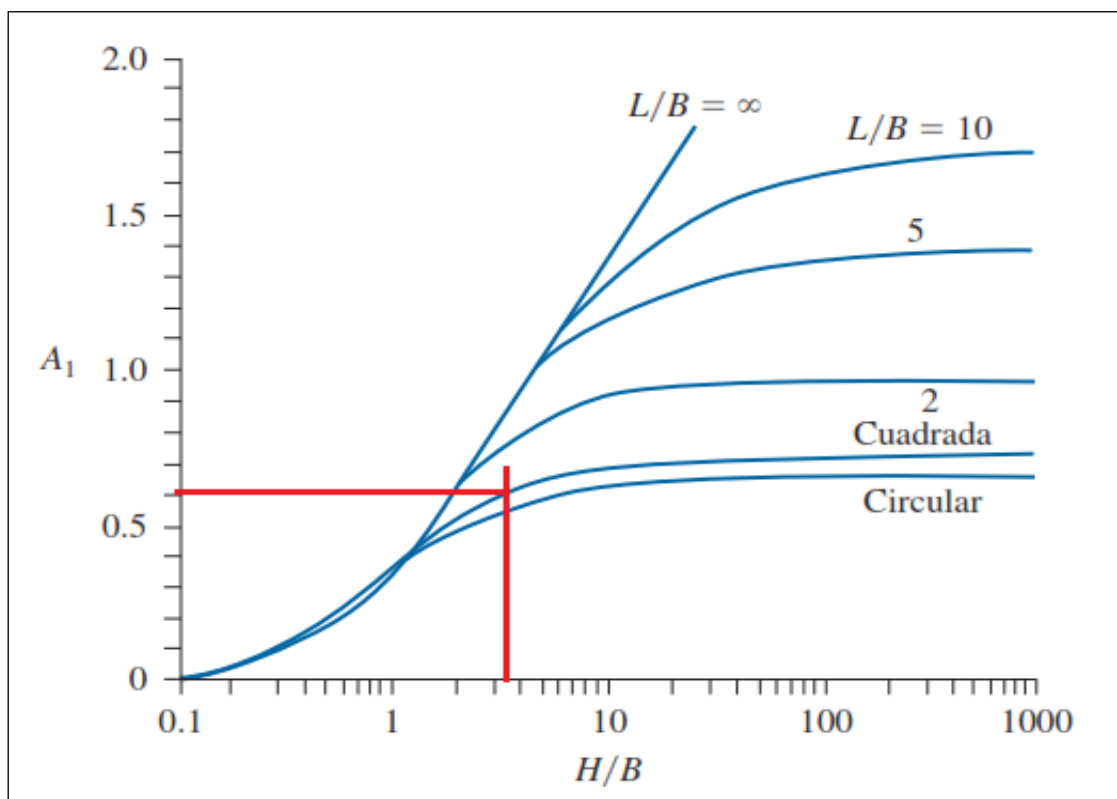
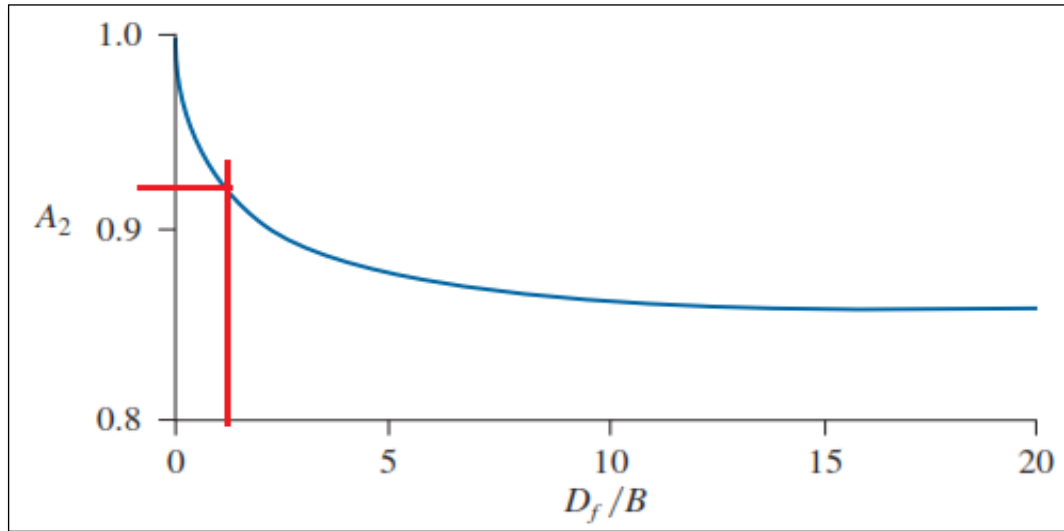
| | |
|------------------|--------------|
| H = | 3.50 m |
| E _s = | 35.00 kg/cm2 |



Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

| | |
|-----------|------|
| $D_f/B =$ | 2.00 |
| $A_2 =$ | 0.92 |
| $H/B =$ | 3.50 |
| $L/B =$ | 1.00 |
| $A_1 =$ | 0.61 |

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_0 B}{E_s}$$

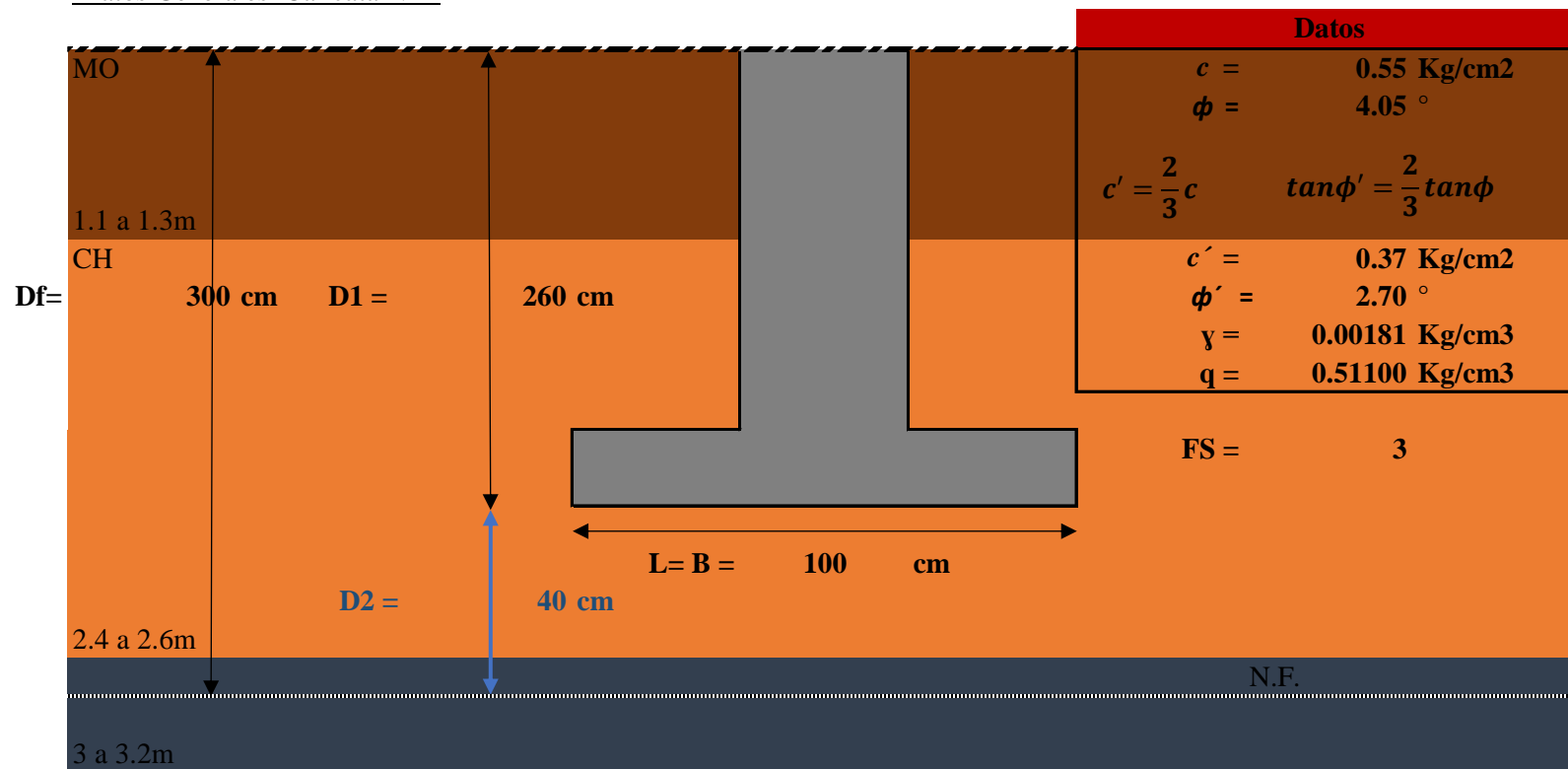
| | |
|---------|---------|
| $S_e =$ | 4.01 cm |
|---------|---------|



Ecuaciones de Calculo

Zapata Cuadrada (Df=3m)

Datos Generales Calicata N° 2



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO I : $0 \leq D1 \leq Df$

Peso especifico saturado del suelo:

$$\gamma_{sat} = 0.002 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico del agua:

$$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$$

Sobre carga efectiva:

$$q = D1\gamma + D2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$q = 0.511 \text{ Kg/cm}^3$$

Obtencion de q_u y q_{adm} a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$q_u = c N_c S_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_{\gamma p} = 1.10$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right)\tan\phi'}}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)}$$

$$N_q = 1.31$$

$$N_c = \cot\phi'(N_q - 1)$$

$$N_c = 6.53$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$$

$$N_\gamma = 0.0024$$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifiko la ecuacion para cimentaciones cuadradas:

$$q_u = 0.867c' N'c + q N'q + 0.4 \gamma B N'\gamma$$

$$q_u = 2.74 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.91 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.21$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = s_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = d_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_c = 1.63$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$q_u = 4.91 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.64 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de hansen es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$



La ecuación de capacidad portante queda como sigue:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 0.60$$

Factores de profundidad:

Para $D \geq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.11$$

$$d_c = 1.50$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuación y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 4.66 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.55 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuación de capacidad portante de vesic es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinación (i) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.21$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right)$$

$$s_q = 1 + \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 0.60$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 0.60$$

Factores de profundidad:

Para: $\left(\frac{D_f}{B} \right) \geq 1$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.11$$

$$d_c = 1.50$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 4.67 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.56 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Zapata Cuadrada (C-2) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| Nc = | 6.53 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 2.74 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.91 | Kg/cm2 | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.82 | 1.22 | 1.63 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.27 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.21 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 4.91 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.64 | Kg/cm2 | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.82 | 1.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.50 |
| Nq = | 1.27 | 1.05 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.11 |
| N _γ = | 0.02 | 0.60 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 4.66 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.55 | Kg/cm2 | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.82 | 1.22 | 1.50 | | | |
| Nq = | 1.27 | 1.05 | 1.11 | | | |
| N _γ = | 0.21 | 0.60 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 4.67 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.56 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|---------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 2.74 | 4.91 | 4.66 | 4.67 |
| qadm (Kg/cm2) | 0.91 | 1.64 | 1.55 | 1.56 |

Calculo de Asentamiento Elástico de Cimentación de Zapata Cuadrada (C-2) Profundidad 3m

Aplicando el Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada

B = 1.00 m
L = 1.00 m
Df = 3.00 m
qo = 2.50 kg/cm2 (carga por área unitaria)

Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

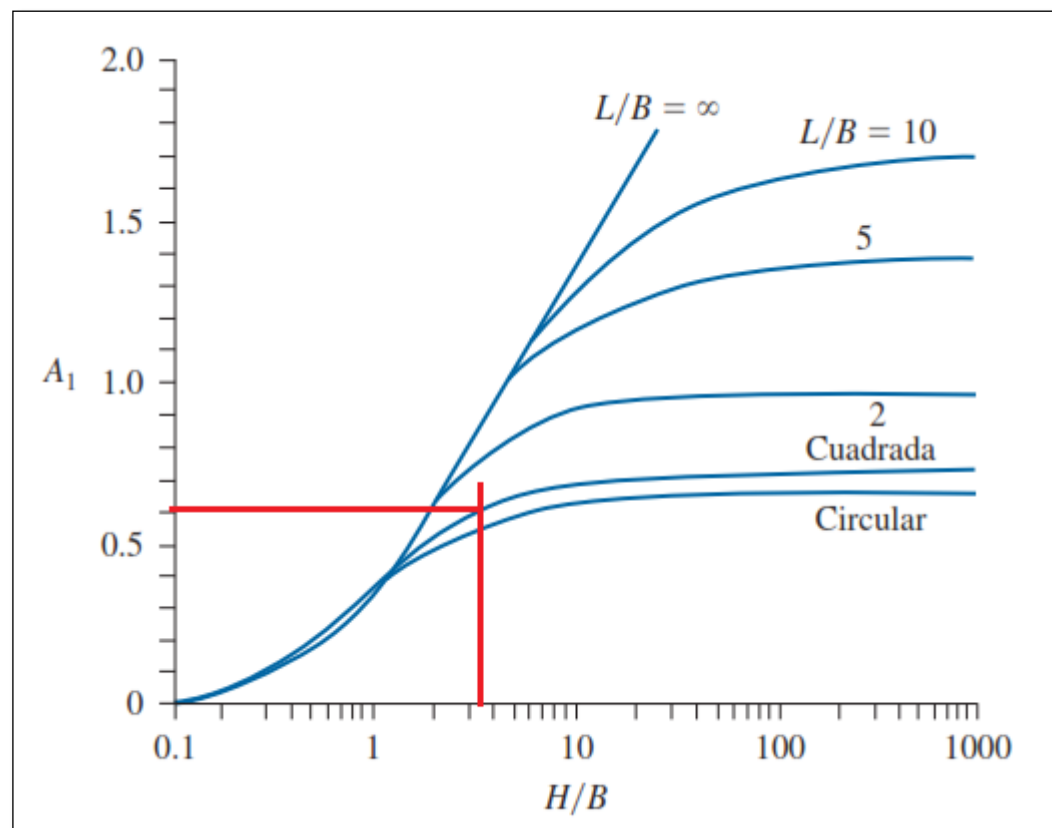
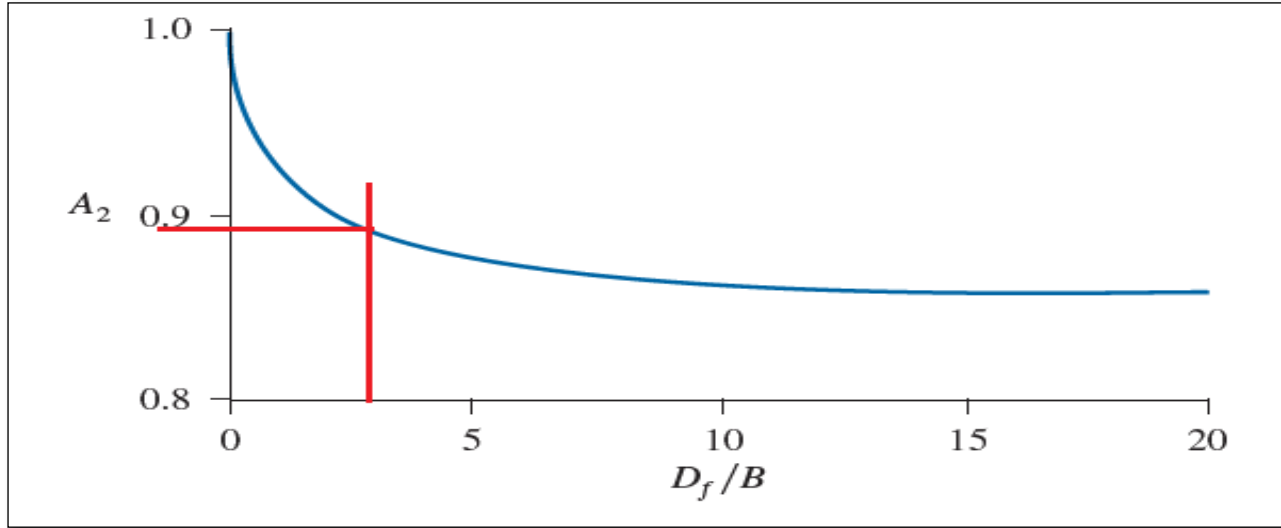
H = 3.50 m
E_s = 35.00 kg/cm2



Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

| | |
|-----------|------|
| $D_f/B =$ | 3.00 |
| $A_2 =$ | 0.88 |
| $H/B =$ | 3.50 |
| $L/B =$ | 1.00 |
| $A_1 =$ | 0.61 |

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_0 B}{E_s}$$

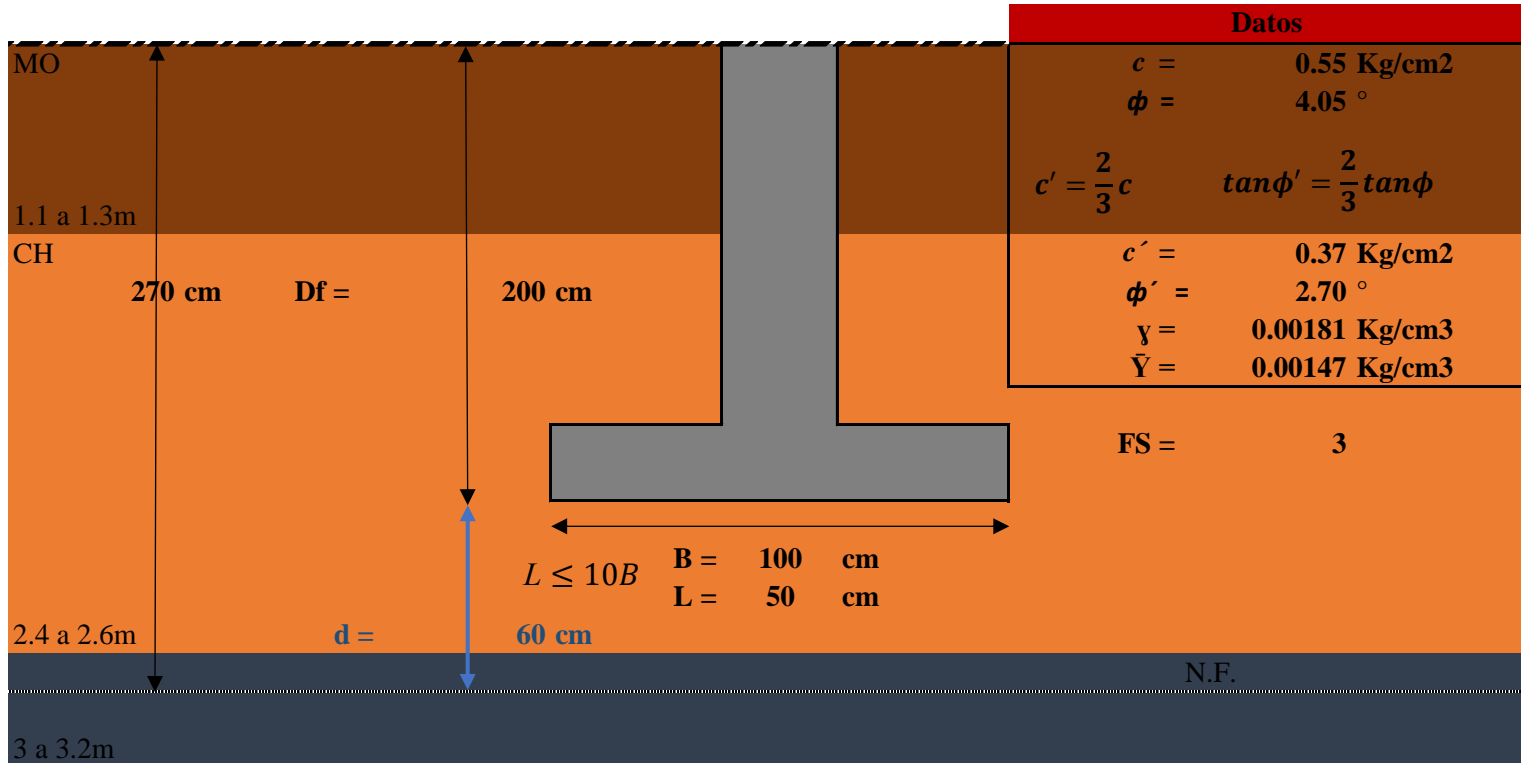
| | |
|---------|---------|
| $S_e =$ | 3.83 cm |
|---------|---------|



Ecuaciones de Calculo

Zapata Rectangular (Df=2m)

Datos Generales Calicata N° 2



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO II : $0 \leq d \leq B$

Peso especifico saturado del suelo:

$$\gamma_{sat} = 0.00195 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico del agua:

$$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico modificado:

$$\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$\gamma' = 0.00096 \text{ Kg/cm}^3$$

$$\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$$

$$\bar{\gamma} = 0.00147 \text{ Kg/cm}^3$$

Obtencion de q_u y q_{adm} a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$q_u = c N_c S_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_{\gamma p} = 1.10$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right)\tan\phi'}}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)}$$

$$N_q = 1.31$$

$$N_c = \cot\phi'(N_q - 1)$$

$$N_c = 6.53$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$$

$$N_\gamma = 0.0024$$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifiko la ecuacion para cimentaciones rectangulares:

$$q_u = 0.867c' N'c + q N'q + 0.4 \gamma B N'_{\gamma}$$

$$q_u = 2.55 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.85 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma}$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_{\gamma} = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_{\gamma} = 0.21$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\phi'}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_{\gamma} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_{\gamma} = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = s_{\gamma} = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_c = 1.44$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_{\gamma} = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = d_{\gamma} = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_c = 1.42$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_{\gamma} = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma}$$

$$q_u = 4.84 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.61 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de Hansen es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma}$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_{\gamma} = 1$$

$$g_c = g_q = g_{\gamma} = 1$$

$$b_c = b_q = b_{\gamma} = 1$$



La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.44$$

$$s_q = 1.09$$

$$s_\gamma = 0.20$$

Factores de profundidad:

Para $D \geq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.09$$

$$d_c = 1.44$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$qu = 4.98 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{qu}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.66 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$qu = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.21$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.44$$

$$s_q = 1.09$$

$$s_\gamma = 0.20$$

Factores de profundidad:

Para: $\left(\frac{D_f}{B} \right) \geq 1$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.09$$

$$d_c = 1.44$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 4.98 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.66 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------------------|---------------|--------------------|-------------|-------------|
| Zapata Rectangular (C-2) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| N _c = | 6.53 | | | | | |
| N _q = | 1.31 | q _u = | 2.55 | Kg/cm ² | | |
| N _γ = | 0.002 | q _{adm} = | 0.85 | Kg/cm ² | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| N _c = | 5.82 | 1.44 | 1.42 | 1.00 | | |
| N _q = | 1.27 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.21 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | q _u = | 4.84 | Kg/cm ² | | |
| | | q _{adm} = | 1.61 | Kg/cm ² | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| N _c = | 5.82 | 1.44 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.44 |
| N _q = | 1.27 | 1.09 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.09 |
| N _γ = | 0.02 | 0.20 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | q _u = | 4.98 | Kg/cm ² | | |
| | | q _{adm} = | 1.66 | Kg/cm ² | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| N _c = | 5.82 | 1.44 | 1.44 | | | |
| N _q = | 1.27 | 1.09 | 1.09 | | | |
| N _γ = | 0.21 | 0.20 | 1.00 | | | |
| | | q _u = | 4.98 | Kg/cm ² | | |
| | | q _{adm} = | 1.66 | Kg/cm ² | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|----------------------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm ²) | 2.55 | 4.84 | 4.98 | 4.98 |
| qadm (Kg/cm ²) | 0.85 | 1.61 | 1.66 | 1.66 |

**Calculo de Asentamiento Elástico de Cimentación de Zapata Rectangular (C-2) Profundidad 2m
Aplicando el Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada**

| | | |
|------------------|-------------------------|---------------------------|
| B = | 1.00 m | |
| L = | 0.50 m | |
| Df = | 2.00 m | |
| q ₀ = | 2.50 kg/cm ² | (carga por área unitaria) |



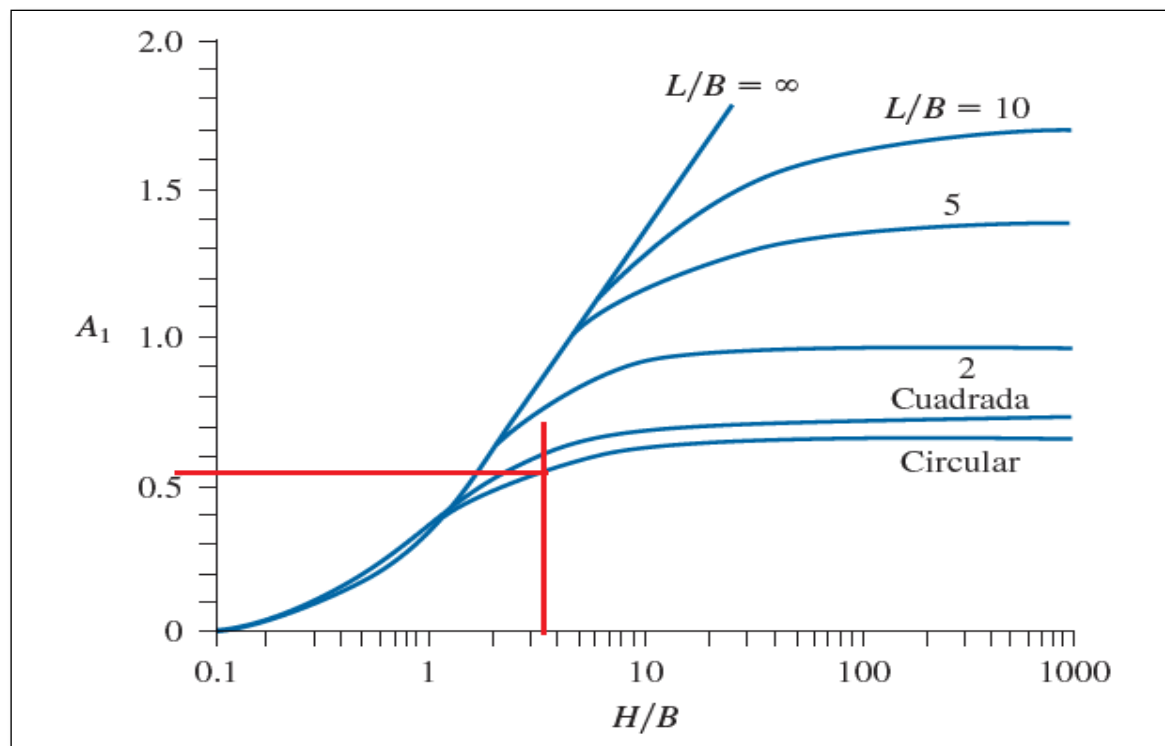
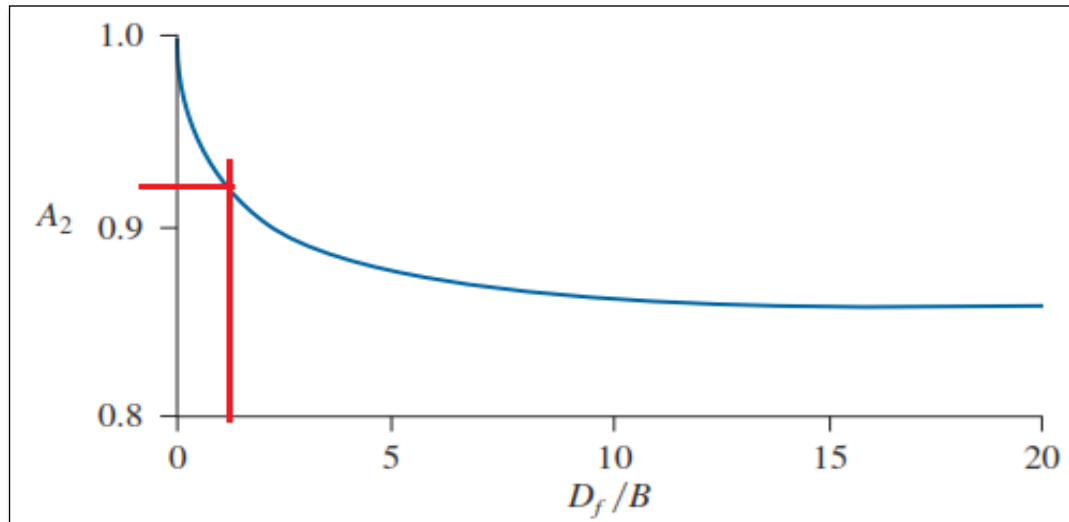
Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

$H = 3.50 \text{ m}$
 $E_s = 35.00 \text{ kg/cm}^2$

Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

$D_f/B = 2.00$
 $A_2 = 0.92$
 $H/B = 3.50$
 $L/B = 0.50$
 $A_1 = 0.55$

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_o B}{E_s}$$

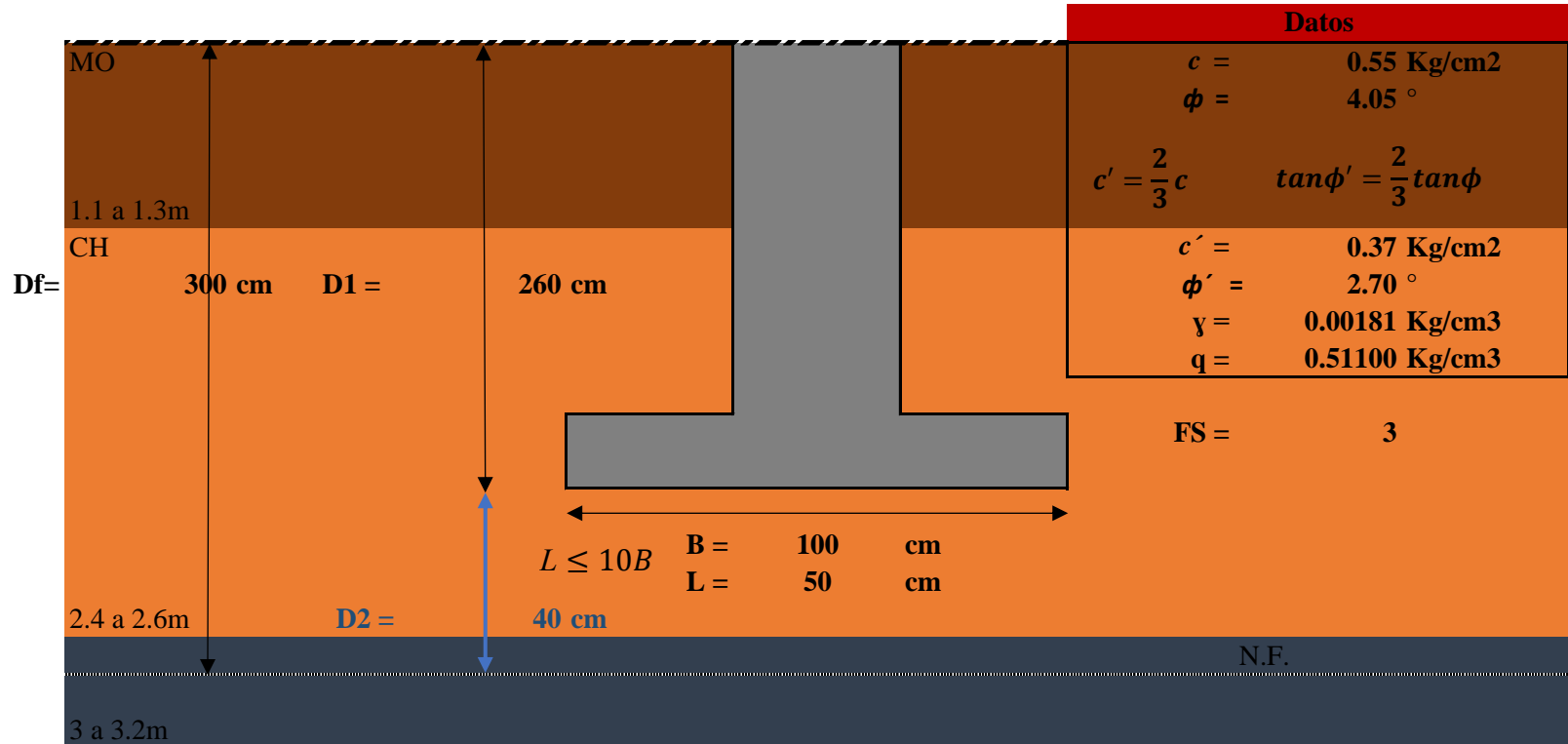
$S_e = 3.61 \text{ cm}$



Ecuaciones de Calculo

Zapata Rectangular (Df=3m)

Datos Generales Calicata N° 2



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO I : $0 \leq D1 \leq Df$

Peso especifico saturado del suelo:

$$\gamma_{sat} = 0.002 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico del agua:

$$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$$

Sobre carga efectiva:

$$q = D1\gamma + D2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$q = 0.511 \text{ Kg/cm}^3$$

Obtencion de q_u y q_{adm} a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$q_u = c N_c S_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_{\gamma p} = 1.10$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right) \tan\phi'}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)}$$

$$N_q = 1.31$$

$$N_c = \cot\phi' (N_q - 1)$$

$$N_c = 6.53$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$$

$$N_\gamma = 0.0024$$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifiko la ecuacion para cimentaciones rectangulares:

$$q_u = 0.867c' N'_c + q N'_q + 0.4 \gamma B N'_\gamma$$

$$q_u = 2.69 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.90 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.21$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\phi'}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = s_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_c = 1.44$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = d_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_c = 1.63$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$q_u = 5.62 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.87 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de hansen es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$



La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.44$$

$$s_q = 1.09$$

$$s_\gamma = 0.20$$

Factores de profundidad:

Para $D \geq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.11$$

$$d_c = 1.50$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 5.33 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.78 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.21$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.44$$

$$s_q = 1.09$$

$$s_\gamma = 0.20$$

Factores de profundidad:

Para: $\left(\frac{D_f}{B} \right) \geq 1$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.11$$

$$d_c = 1.50$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 5.33 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.78 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Zapata Rectanular (C-2) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| Nc = | 6.53 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 2.69 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.90 | Kg/cm2 | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.82 | 1.44 | 1.63 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.27 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.21 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 5.62 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.87 | Kg/cm2 | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.82 | 1.44 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.50 |
| Nq = | 1.27 | 1.09 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.11 |
| N _γ = | 0.02 | 0.20 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 5.33 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.78 | Kg/cm2 | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.82 | 1.44 | 1.50 | | | |
| Nq = | 1.27 | 1.09 | 1.11 | | | |
| N _γ = | 0.21 | 0.20 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 5.33 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.78 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|--------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 2.69 | 5.62 | 5.33 | 5.33 |
| qadm (Kg/cm) | 0.90 | 1.87 | 1.78 | 1.78 |

**Calculo de Asentamiento Elástico de Cimentación de Zapata Rectangular (C-2) Profundidad 3m
Aplicando el Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada**

| | | |
|------|------------|---------------------------|
| B = | 1.00 m | |
| L = | 0.50 m | |
| Df = | 3.00 m | |
| qo = | 2.5 kg/cm2 | (carga por área unitaria) |



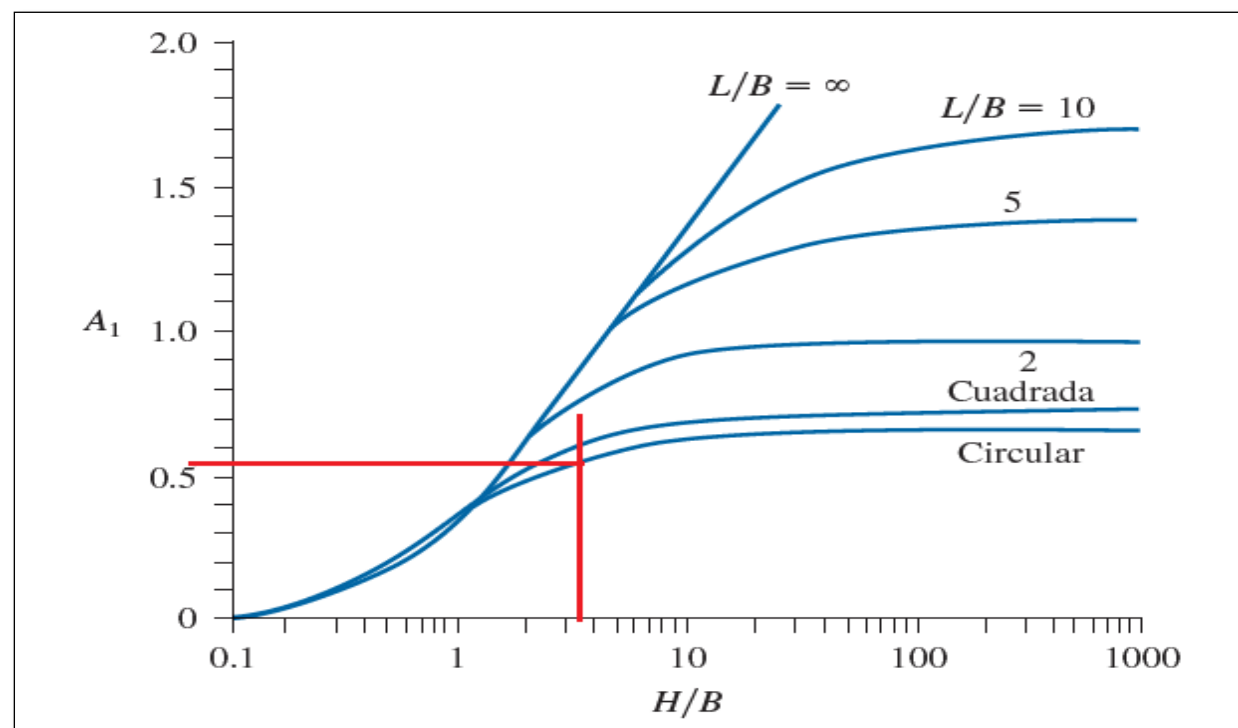
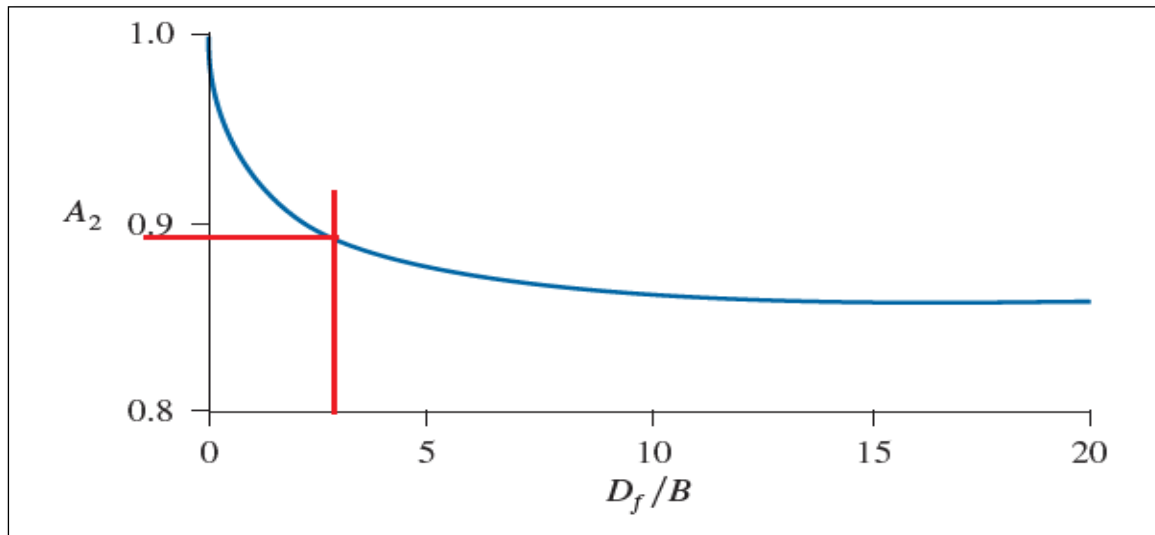
Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

$H = 3.50 \text{ m}$
 $E_s = 35.00 \text{ kg/cm}^2$

Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

$D_f/B = 3.00$
 $A_2 = 0.89$
 $H/B = 3.50$
 $L/B = 0.50$
 $A_1 = 0.55$

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_o B}{E_s}$$

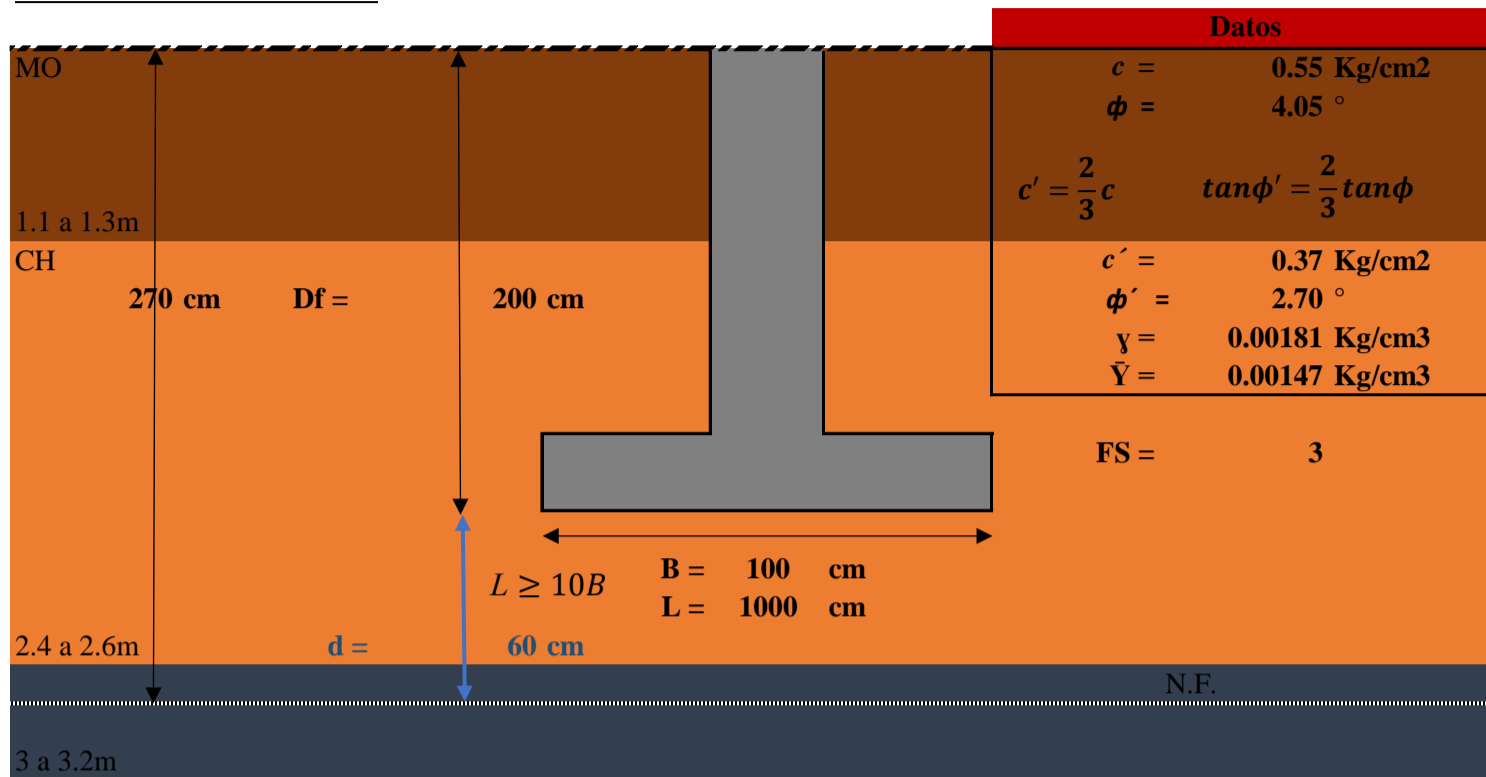
$S_e = 3.50 \text{ cm}$



Ecuaciones de Calculo

Zapata Continua (Df=2m)

Datos Generales Calicata N° 2



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO II: $0 \leq d \leq B$

Peso especifico saturado del suelo:

$$\gamma_{sat} = 0.00195 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico del agua:

$$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico modificado:

$$\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$\gamma' = 0.00096 \text{ Kg/cm}^3$$

$$\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$$

$$\bar{\gamma} = 0.00147 \text{ Kg/cm}^3$$

Obtencion de q_u y q_{adm} a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$q_u = c N_c S_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_{\gamma p} = 1.10$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \frac{e^{2 \left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) \tan\phi'}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)}$$

$$N_q = 1.31$$

$$N_c = \cot\phi' (N_q - 1)$$

$$N_c = 6.53$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$$

$$N_\gamma = 0.0024$$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifíco la ecuación para cimentaciones continuas:

$$q_u = \frac{2}{3} c' N' c + q N' q + \frac{1}{2} \gamma B N' \gamma$$

$$q_u = 1.98 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.66 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuación de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_\gamma = 0.21$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinación de la carga sobre la cimentación respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.02$$

$$s_q = s_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1.42$$

$$d_q = d_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuación y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$q_u = 3.49 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.16 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuación de capacidad portante de Hansen es:

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Para el caso los factores de inclinación (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$



La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \text{sen} \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.02$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 0.96$$

Factores de profundidad:

Para $D \geq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \text{sen} \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.09$$

$$d_c = 1.44$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$qu = 3.56 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{qu}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.19 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$qu = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.21$$

Factores de forma:

$$s_c = 1$$

$$s_q = 1$$

$$s_\gamma = 1$$

$$s_c = 1.00$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Factores de profundidad:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \text{sen} \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.09$$

$$d_c = 1.44$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} + q N_q F_{qs} F_{qd} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d}$$

$$q_u = 3.50 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.17 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Zapata Continua (C-2) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| Nc = | 6.53 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 1.98 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.66 | Kg/cm2 | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.82 | 1.02 | 1.42 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.27 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.21 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 3.49 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.16 | Kg/cm2 | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.82 | 1.02 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.44 |
| Nq = | 1.27 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.09 |
| N _γ = | 0.02 | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 3.56 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.19 | Kg/cm2 | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.82 | 1.00 | 1.44 | | | |
| Nq = | 1.27 | 1.00 | 1.09 | | | |
| N _γ = | 0.21 | 1.00 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 3.50 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.17 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|---------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 1.98 | 3.49 | 3.56 | 3.50 |
| qadm (Kg/cm2) | 0.66 | 1.16 | 1.19 | 1.17 |

Calculo de Asentamiento Elástico de Cimentación de Zapata Continua (C-2) Profundidad 2m

Aplicando el Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada

| | | |
|------|-------------|---------------------------|
| B = | 1.00 m | |
| L = | 10.00 m | |
| Df = | 2.00 m | |
| qo = | 2.50 kg/cm2 | (carga por área unitaria) |

Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

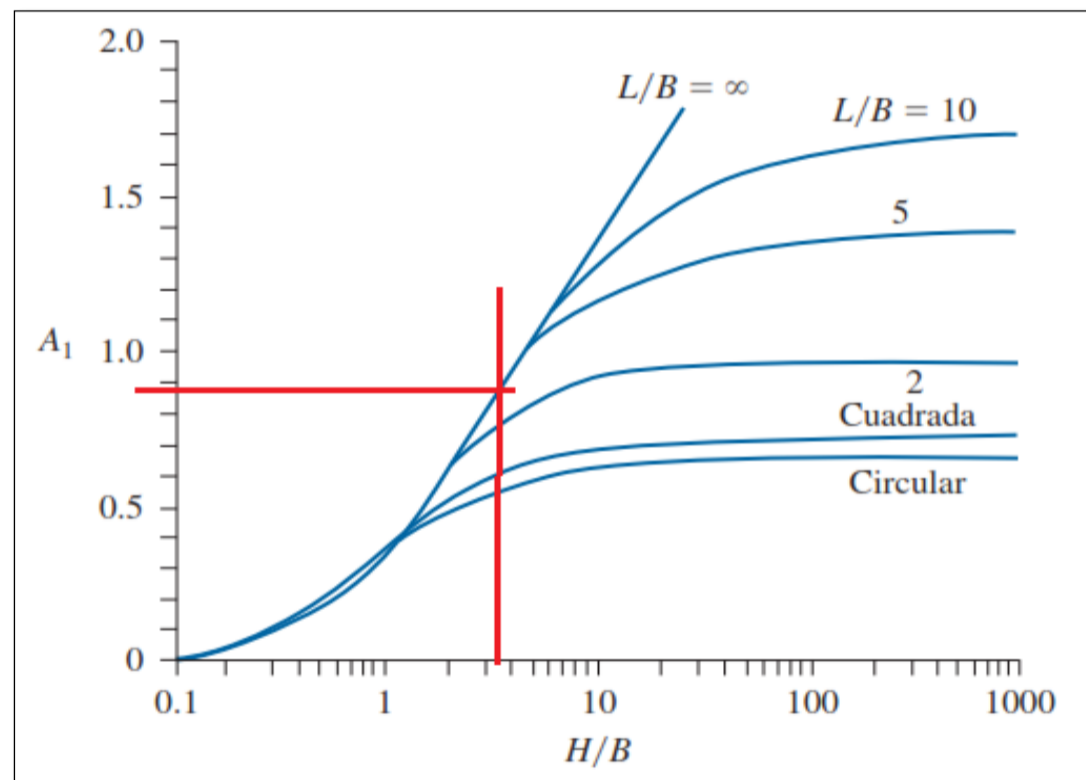
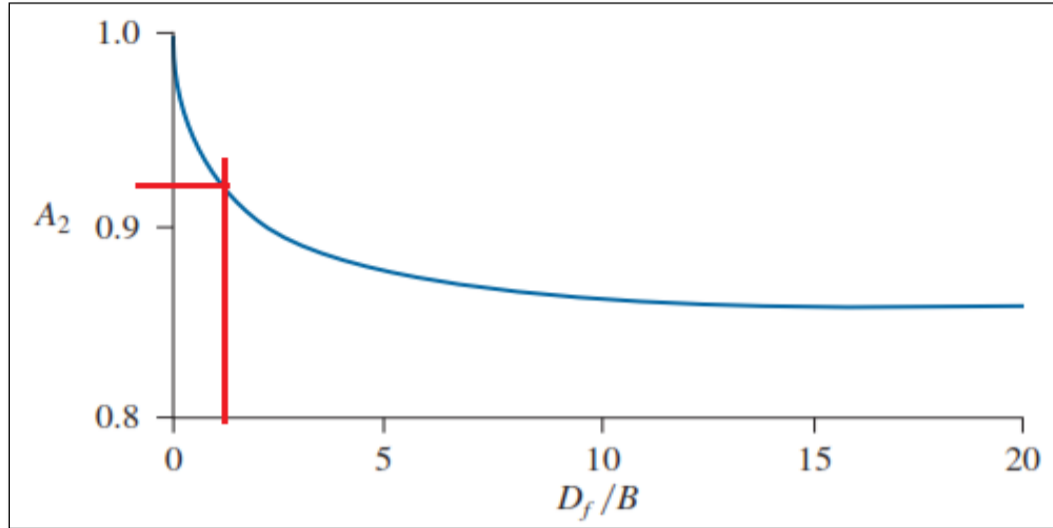
| | |
|------------------|--------------|
| H = | 3.50 m |
| E _s = | 35.00 kg/cm2 |



Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

| | |
|-----------|-------|
| $D_f/B =$ | 2.00 |
| $A_2 =$ | 0.93 |
| $H/B =$ | 3.50 |
| $L/B =$ | 10.00 |
| $A_1 =$ | 0.89 |

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_o B}{E_s}$$

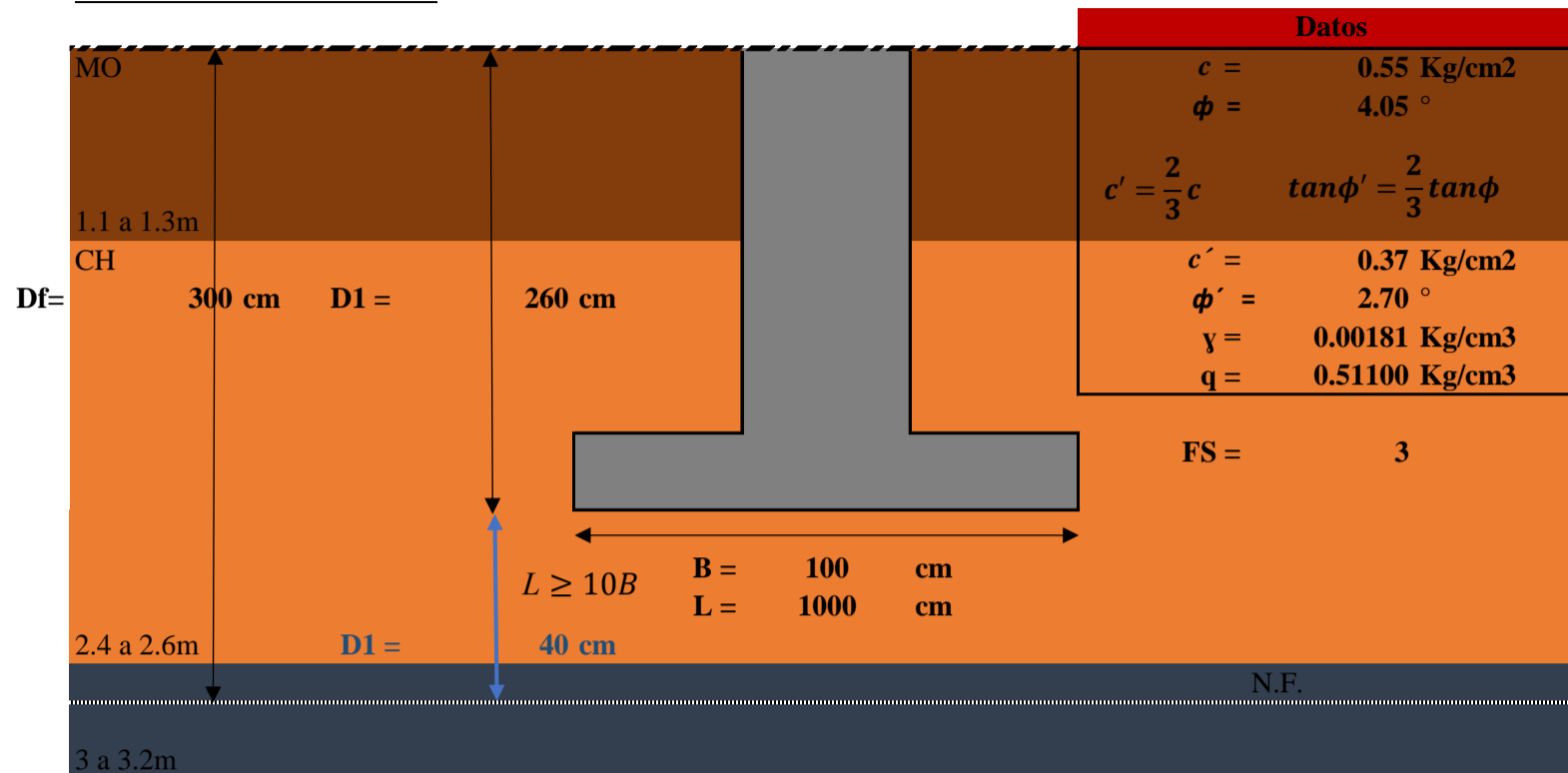
| | |
|---------|---------|
| $S_e =$ | 5.91 cm |
|---------|---------|



Ecuaciones de Calculo

Zapata Continua (Df=3m)

Datos Generales Calicata N° 2



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO I : $0 \leq D1 \leq Df$

Peso especifico saturado del suelo:

$$\gamma_{sat} = 0.002 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico del agua:

$$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$$

Sobre carga efectiva:

$$q = D1\gamma + D2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$q = 0.511 \text{ Kg/cm}^3$$

Obtencion de q_u y q_{adm} a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$q_u = c N_c S_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_{\gamma p} = 1.10$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \frac{e^{2 \left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) \tan\phi'}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)}$$

$$N_q = 1.31$$

$$N_c = \cot\phi' (N_q - 1)$$

$$N_c = 6.53$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$$

$$N_\gamma = 0.0024$$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifiko la ecuacion para cimentaciones continuas:

$$q_u = \frac{2}{3} c' N' c + q N' q + \frac{1}{2} \gamma B N' \gamma$$

$$q_u = 2.26 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.75 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_\gamma = 0.21$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\phi'}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.02$$

$$s_q = s_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1.63$$

$$d_q = d_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$q_u = 4.22 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.41 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de hansen es:

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$



La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.02$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 0.96$$

Factores de profundidad:

Para $D \geq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.11$$

$$d_c = 1.50$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$qu = 4.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{qu}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.33 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$qu = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.21$$

Factores de forma:

$$s_c = 1$$

$$s_q = 1$$

$$s_\gamma = 1$$

$$s_c = 1.00$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Factores de profundidad:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.11$$

$$d_c = 1.50$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuación y se tiene:

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} + q N_q F_{qs} F_{qd} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d}$$

$$q_u = 3.94 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.31 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Zapata Continua (C-2) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| Nc = | 6.53 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 2.26 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.75 | Kg/cm2 | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.82 | 1.02 | 1.63 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.27 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.21 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 4.22 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.41 | Kg/cm2 | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.82 | 1.02 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.50 |
| Nq = | 1.27 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.11 |
| N _γ = | 0.02 | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 4.00 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.33 | Kg/cm2 | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.82 | 1.00 | 1.50 | | | |
| Nq = | 1.27 | 1.00 | 1.11 | | | |
| N _γ = | 0.21 | 1.00 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 3.94 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.31 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|---------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 2.26 | 4.22 | 4.00 | 3.94 |
| qadm (Kg/cm2) | 0.75 | 1.41 | 1.33 | 1.31 |

Calculo de Asentamiento Elástico de Cimentación de Zapata Continua (C-2) Profundidad 3m

Aplicando el Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada

| | | |
|------|-------------|---------------------------|
| B = | 1.00 m | |
| L = | 10.00 m | |
| Df = | 3.00 m | |
| qo = | 2.50 kg/cm2 | (carga por área unitaria) |

Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

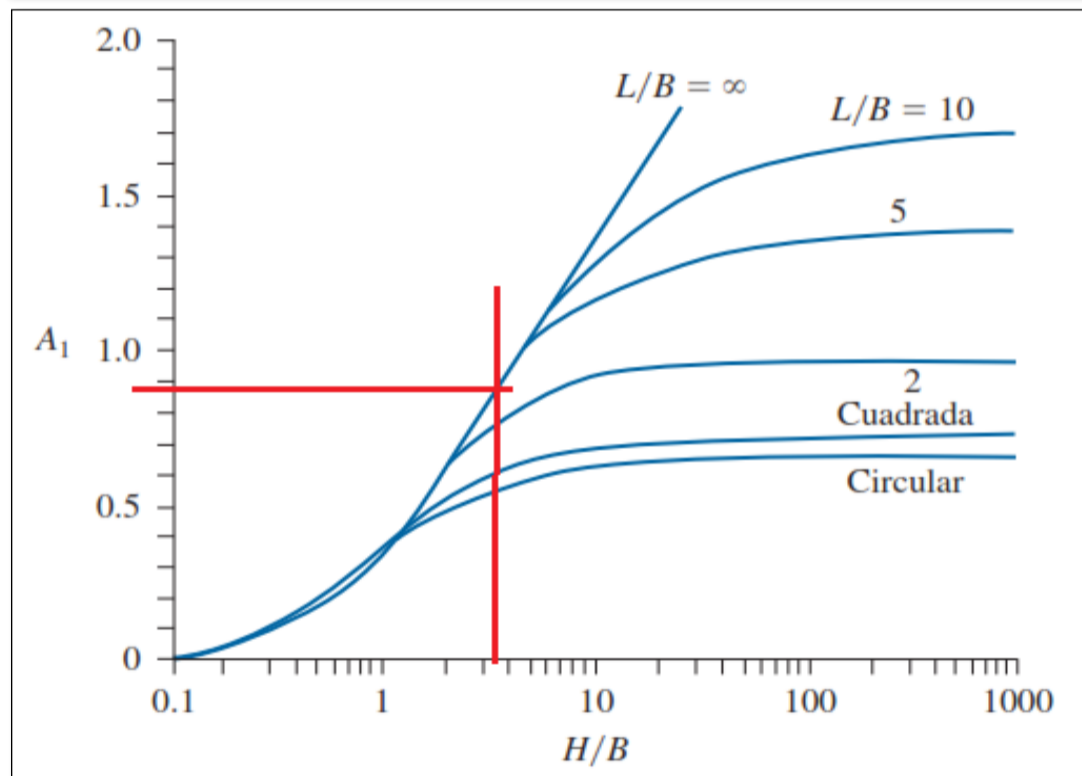
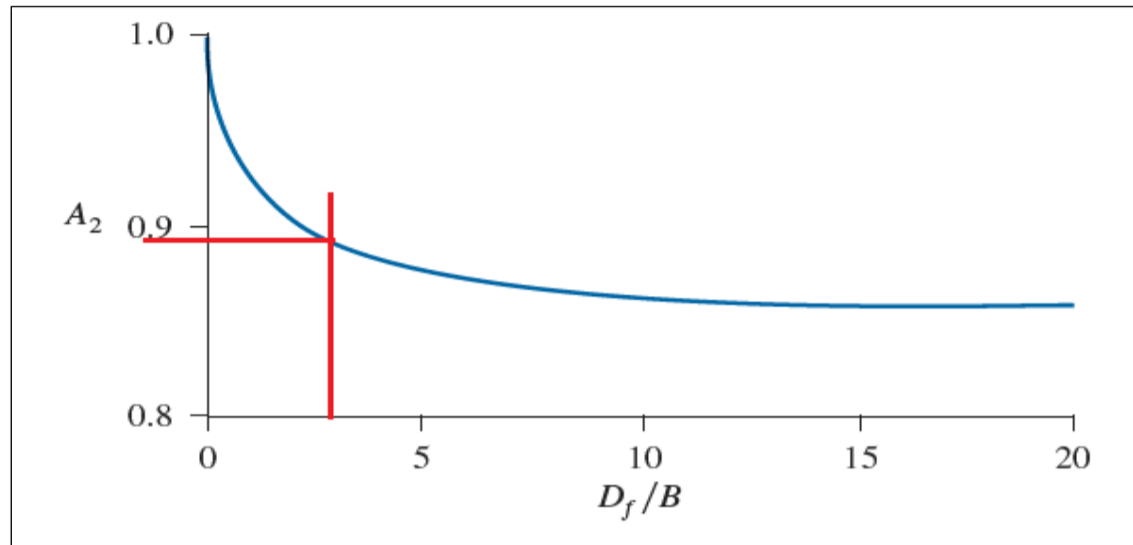
| | |
|------------------|--------------|
| H = | 3.50 m |
| E _s = | 35.00 kg/cm2 |



Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

| | |
|-----------|-------|
| $D_f/B =$ | 3.00 |
| $A_2 =$ | 0.88 |
| $H/B =$ | 3.50 |
| $L/B =$ | 10.00 |
| $A_1 =$ | 0.88 |

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_o B}{E_s}$$

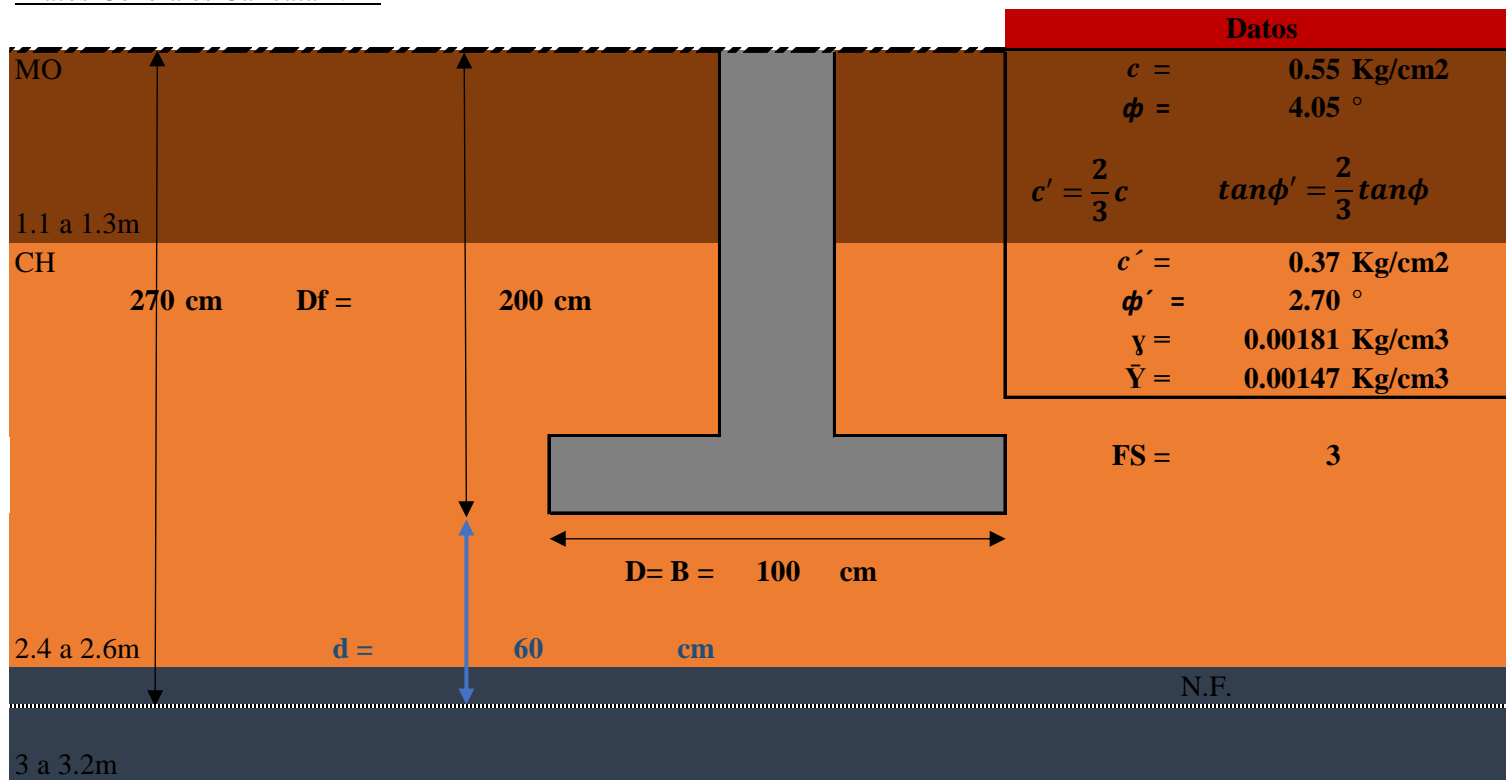
| | |
|---------|---------|
| $S_e =$ | 5.53 cm |
|---------|---------|



Ecuaciones de Calculo

Zapata Circular (Df=2m)

Datos Generales Calicata N° 2



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO II : 0 ≤ d ≤ B

Peso especifico saturado del suelo:

$$\gamma_{sat} = 0.00195 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico del agua:

$$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico modificado:

$$\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$\gamma' = 0.00096 \text{ Kg/cm}^3$$

$$\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$$

$$\bar{\gamma} = 0.00147 \text{ Kg/cm}^3$$

Obtencion de qu y qadm a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$qu = c N_c S_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_{\gamma p} = 1.10$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \frac{e^{2 \left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) \tan\phi'}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)}$$

$$N_q = 1.31$$

$$N_c = \cot\phi' (N_q - 1)$$

$$N_c = 6.53$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$$

$$N_\gamma = 0.0024$$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifiko la ecuacion para cimentaciones circulares:

$$q_u = 0.867c' N'c + q N'q + 0.3 \gamma B N'_\gamma$$

$$q_u = 2.46 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.82 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.21$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\phi'}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{vp} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = s_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = d_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_c = 1.42$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$q_u = 4.08 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.36 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de hansen es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$



La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 0.60$$

Factores de profundidad:

Para $D \geq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.09$$

$$d_c = 1.44$$

$$F_\gamma d = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$qu = 4.18 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{qu}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.39 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$qu = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.21$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right)$$

$$s_q = 1 + \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 0.60$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 0.60$$

Factores de profundidad:

Para: $\left(\frac{D_f}{B} \right) \geq 1$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$F_q d = 1.09$$

$$F_c d = 1.44$$

$$F_\gamma d = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 4.19 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.40 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|---------------|-------------|-------------|
| Zapata Circular (C-2) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| Nc = | 6.53 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 2.46 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.82 | Kg/cm2 | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.82 | 1.22 | 1.42 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.27 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.21 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 4.08 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.36 | Kg/cm2 | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.82 | 1.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.44 |
| Nq = | 1.27 | 1.05 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.09 |
| N _γ = | 0.02 | 0.60 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 4.18 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.39 | Kg/cm2 | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.82 | 1.22 | 1.44 | | | |
| Nq = | 1.27 | 1.05 | 1.09 | | | |
| N _γ = | 0.21 | 0.60 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 4.19 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.40 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|--------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 2.46 | 4.08 | 4.18 | 4.19 |
| qadm (Kg/cm) | 0.82 | 1.36 | 1.39 | 1.40 |

Calculo de Asentamiento Elástico de Cimentación de Zapata Circular (C-2) Profundidad 2m

Aplicando el Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada

| | | |
|------|-------------|---------------------------|
| B = | 1.00 m | |
| L = | 1.00 m | |
| Df = | 2.00 m | |
| qo = | 2.50 kg/cm2 | (carga por área unitaria) |

Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

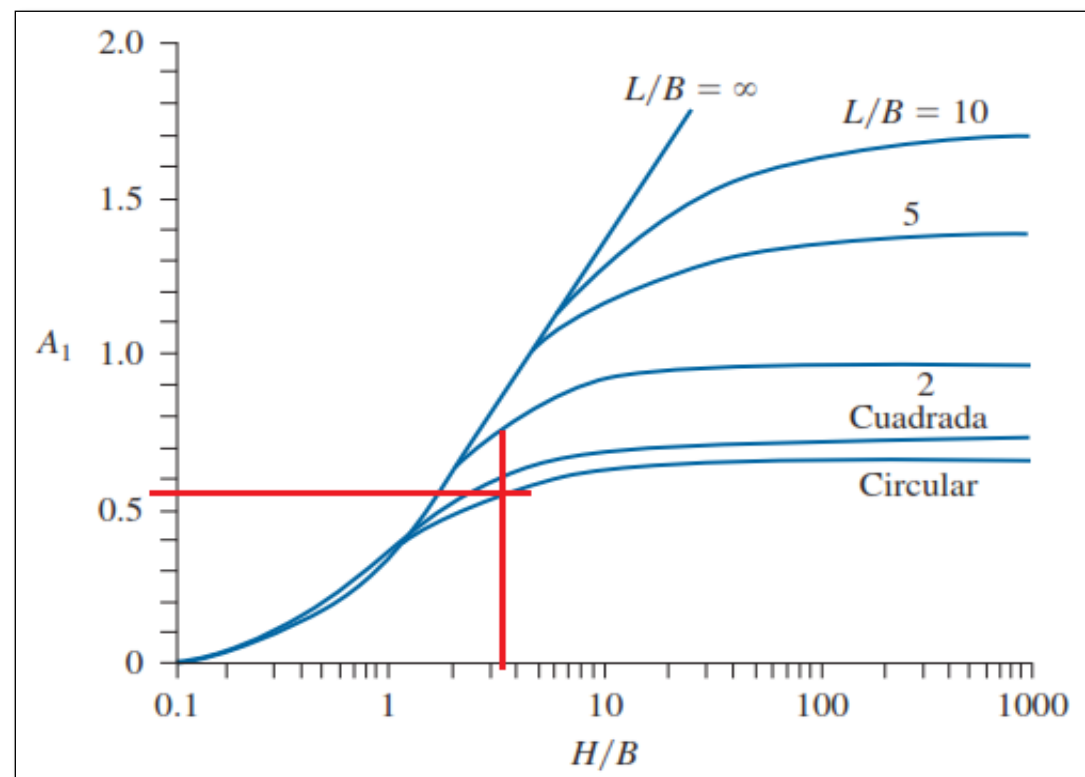
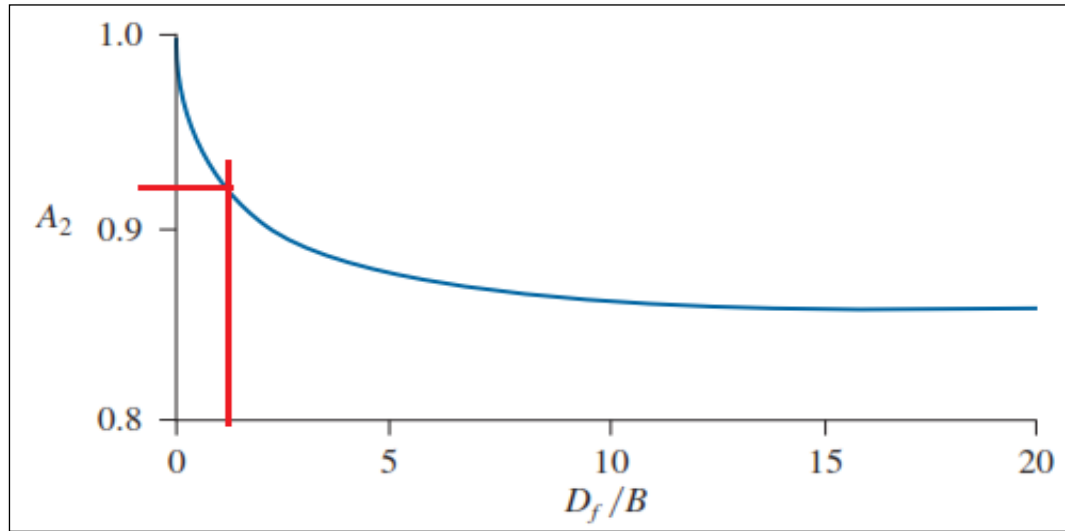
| | |
|------------------|--------------|
| H = | 3.50 m |
| E _s = | 35.00 kg/cm2 |



Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

| | |
|-----------|------|
| $D_f/B =$ | 2.00 |
| $A_2 =$ | 0.93 |
| $H/B =$ | 3.50 |
| $L/B =$ | 1.00 |
| $A_1 =$ | 0.59 |

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_0 B}{E_s}$$

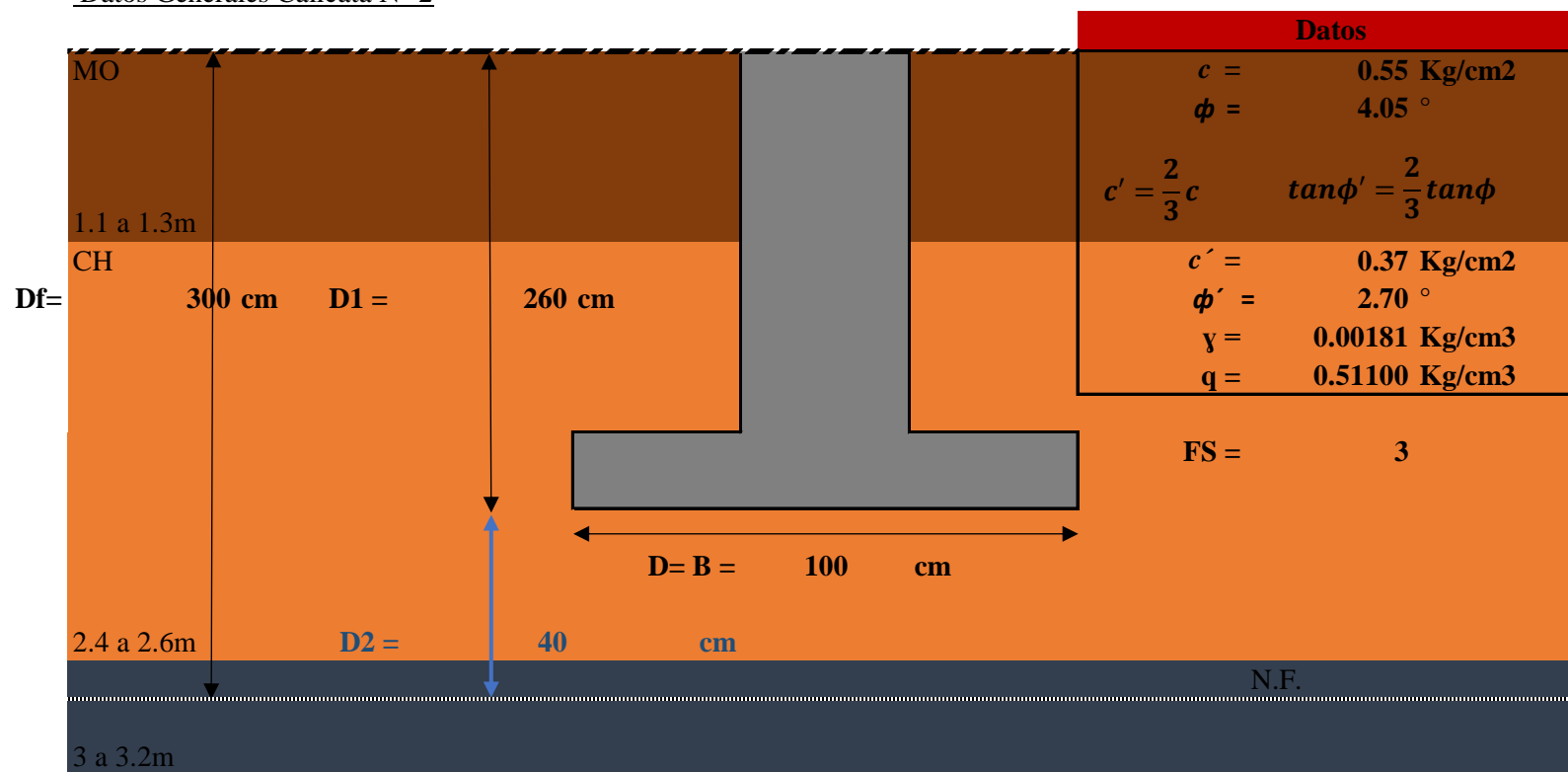
| | |
|---------|---------|
| $S_e =$ | 3.92 cm |
|---------|---------|



Ecuaciones de Calculo

Zapata Circular (Df=3m)

Datos Generales Calicata N° 2



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO I : $0 \leq D1 \leq Df$

Peso especifico saturado del suelo:

$$\gamma_{sat} = 0.002 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico del agua:

$$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$$

Sobre carga efectiva:

$$q = D1\gamma + D2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$q = 0.511 \text{ Kg/cm}^3$$

Obtencion de q_u y q_{adm} a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$q_u = c N_c S_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_{\gamma p} = 1.10$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right)\tan\phi'}}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)}$$

$$N_q = 1.31$$

$$N_c = \cot\phi'(N_q - 1)$$

$$N_c = 6.53$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$$

$$N_\gamma = 0.0024$$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifiko la ecuacion para cimentaciones circulares:

$$q_u = 0.867c' N'_c + q N'_q + 0.3 \gamma B N'_\gamma$$

$$q_u = 2.74 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.91 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.21$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\phi'}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = s_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = d_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_c = 1.63$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$q_u = 4.91 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.64 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de hansen es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$



La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 0.60$$

Factores de profundidad:

Para $D \geq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.11$$

$$d_c = 1.50$$

$$F_\gamma d = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$qu = 4.66 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{qu}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.55 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$qu = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$qu = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.21$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right)$$

$$s_q = 1 + \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 0.60$$

$$s_c = 1.22$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 0.60$$

Factores de profundidad:

Para: $\left(\frac{D_f}{B} \right) \geq 1$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$F_{qd} = 1.11$$

$$F_{cd} = 1.50$$

$$F_{\gamma d} = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 4.67 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.56 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Zapata Circular (C-2) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| Nc = | 6.53 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 2.74 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.91 | Kg/cm2 | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.82 | 1.22 | 1.63 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.27 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.21 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 4.91 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.64 | Kg/cm2 | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.82 | 1.22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.50 |
| Nq = | 1.27 | 1.05 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.11 |
| N _γ = | 0.02 | 0.60 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 4.66 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.55 | Kg/cm2 | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.82 | 1.22 | 1.50 | | | |
| Nq = | 1.27 | 1.05 | 1.11 | | | |
| N _γ = | 0.21 | 0.60 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 4.67 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.56 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|---------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 2.74 | 4.91 | 4.66 | 4.67 |
| qadm (Kg/cm2) | 0.91 | 1.64 | 1.55 | 1.56 |

Calculo de Asentamiento Elástico de Cimentación de Zapata Circular (C-2) Profundidad 3m

Aplicando el Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada

B = 1.00 m
L = 1.00 m
Df = 3.00 m
qo = 2.50 kg/cm2 (carga por área unitaria)

Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

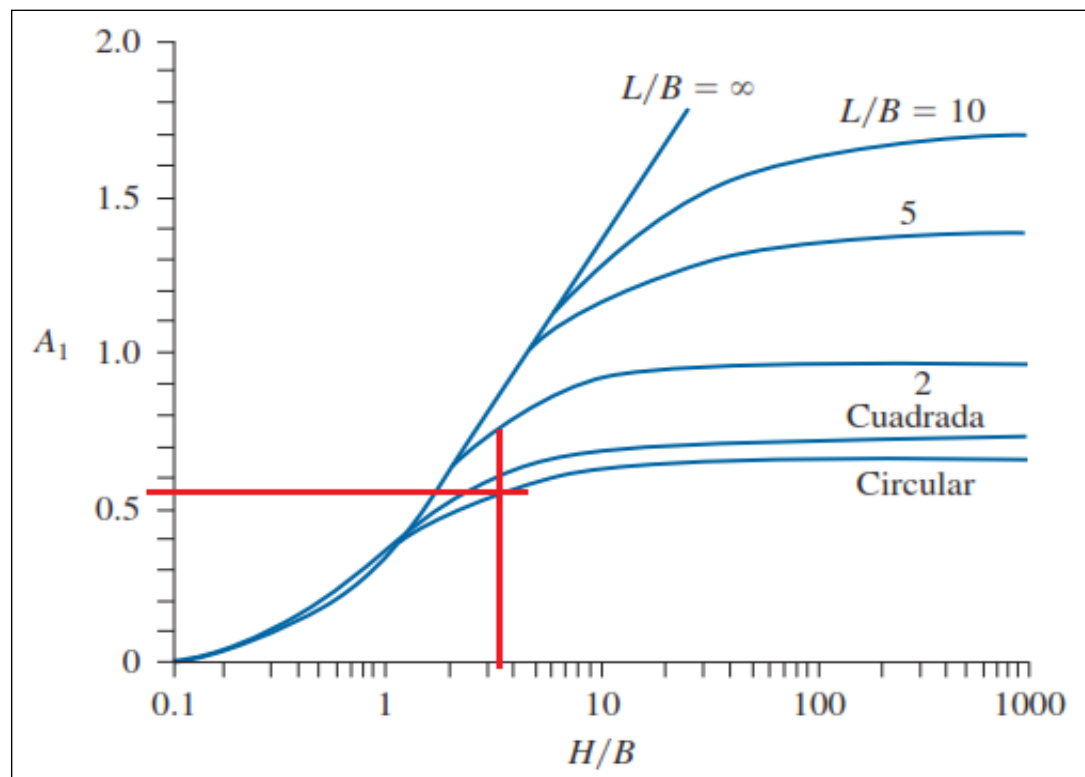
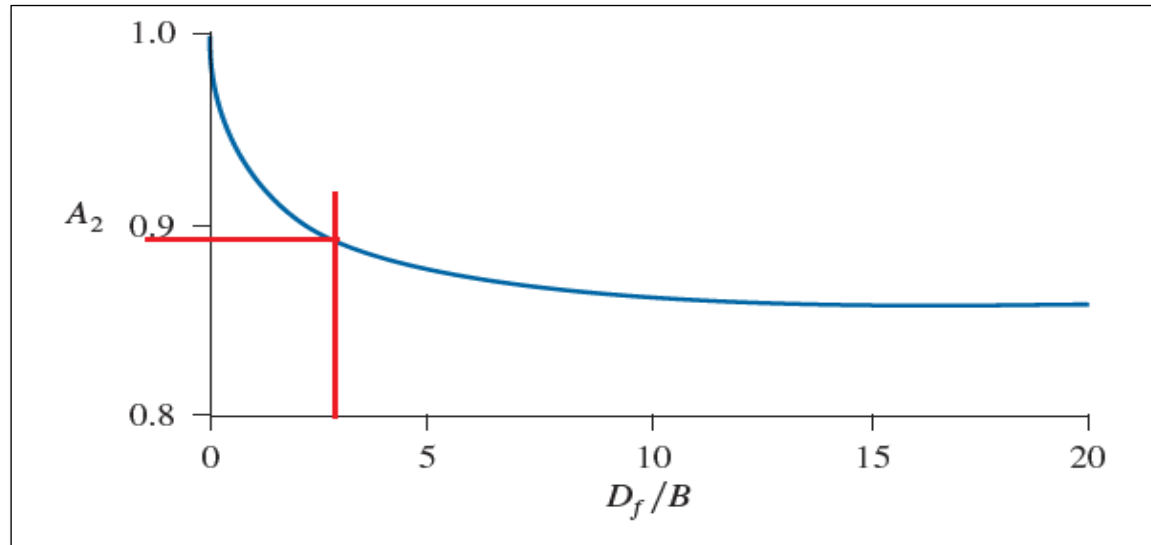
H = 3.50 m
E_s = 35.00 kg/cm2



Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

| | |
|-----------|------|
| $D_f/B =$ | 3.00 |
| $A_2 =$ | 0.88 |
| $H/B =$ | 3.50 |
| $L/B =$ | 1.00 |
| $A_1 =$ | 0.58 |

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_0 B}{E_s}$$

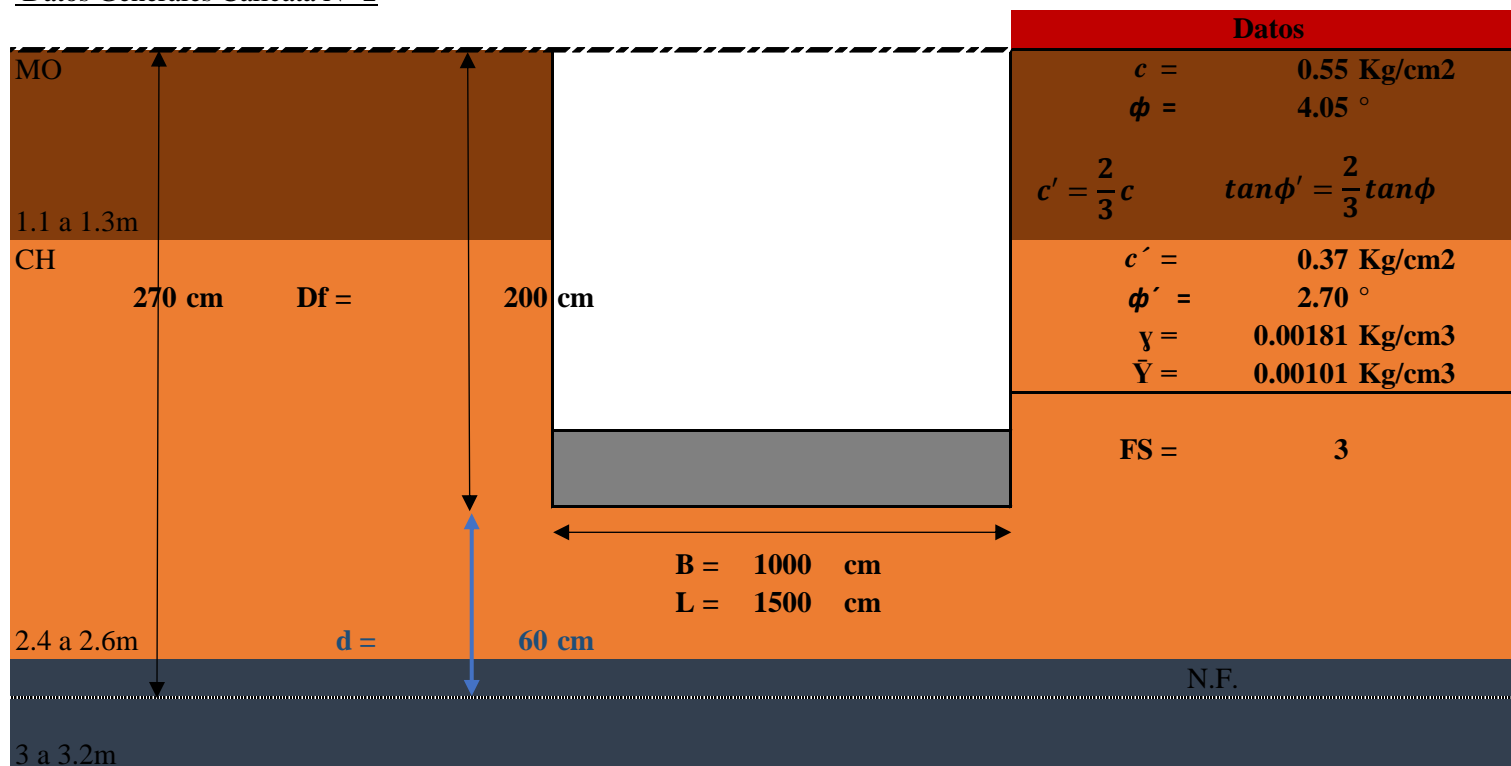
| | |
|---------|---------|
| $S_e =$ | 3.65 cm |
|---------|---------|



Ecuaciones de Calculo

Losa de Cimentación (Df=2m)

Datos Generales Calicata N° 2



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO II : 0 ≤ d ≤ B

Peso especifico saturado del suelo:

$$\gamma_{sat} = 0.00195 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico del agua:

$$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico modificado:

$$\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$\gamma' = 0.00096 \text{ Kg/cm}^3$$

$$\bar{Y} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$$

$$\bar{Y} = 0.00101 \text{ Kg/cm}^3$$

Obtencion de qu y qadm a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$qu = c N_c S_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_{\gamma p} = 1.10$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right)\tan\phi'}}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)}$$

$$N_q = 1.31$$

$$N_c = \cot\phi'(N_q - 1)$$

$$N_c = 6.53$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$$

$$N_\gamma = 0.0024$$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifiko la ecuacion para cimentaciones rectangulares:

$$q_u = 0.867c' N'_c + q N'_q + 0.4 \gamma B N'_\gamma$$

$$q_u = 2.34 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.78 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.21$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = s_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_c = 1.15$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = d_\gamma = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_c = 1.04$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$q_u = 2.91 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.97 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de hansen es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$



La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.15$$

$$s_q = 1.03$$

$$s_\gamma = 0.73$$

Factores de profundidad:

Para $D \leq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \left(\frac{D}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.02$$

$$d_c = 1.08$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} + q N_q F_{qs} F_{qd} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d}$$

$$q_u = 2.92 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.97 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i,g,b) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.21$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.15$$

$$s_q = 1.03$$

$$s_\gamma = 0.73$$

Factores de profundidad:

Para: $\left(\frac{D_f}{B} \right) \leq 1$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.02$$

$$d_c = 1.08$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 2.99 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.00 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| <u>Losa Cimentacion (C-2)</u> | | | | | | |
| <u>Terzaghi</u> | | | | | | |
| Nc = | 6.53 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 2.34 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.78 | Kg/cm2 | | |
| <u>Meyerhof</u> | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.82 | 1.15 | 1.04 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.27 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.21 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 2.91 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 0.97 | Kg/cm2 | | |
| <u>Hansen</u> | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.82 | 1.15 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.08 |
| Nq = | 1.27 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 |
| N _γ = | 0.02 | 0.73 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 2.92 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 0.97 | Kg/cm2 | | |
| <u>Vesic</u> | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.82 | 1.15 | 1.08 | | | |
| Nq = | 1.27 | 1.03 | 1.02 | | | |
| N _γ = | 0.21 | 0.73 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 2.99 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.00 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|---------------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 2.34 | 2.91 | 2.92 | 2.99 |
| qadm (Kg/cm) | 0.78 | 0.97 | 0.97 | 1.00 |

Calculo de Asentamiento Elástico de Loza de Cimentacion (C-2) Profundidad 2m
Aplicando el Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada

| | | | |
|------|-------------|---------------------------|--|
| B = | 1.00 m | | |
| L = | 15.00 m | | |
| Df = | 2.00 m | | |
| qo = | 2.50 kg/cm2 | (carga por área unitaria) | |



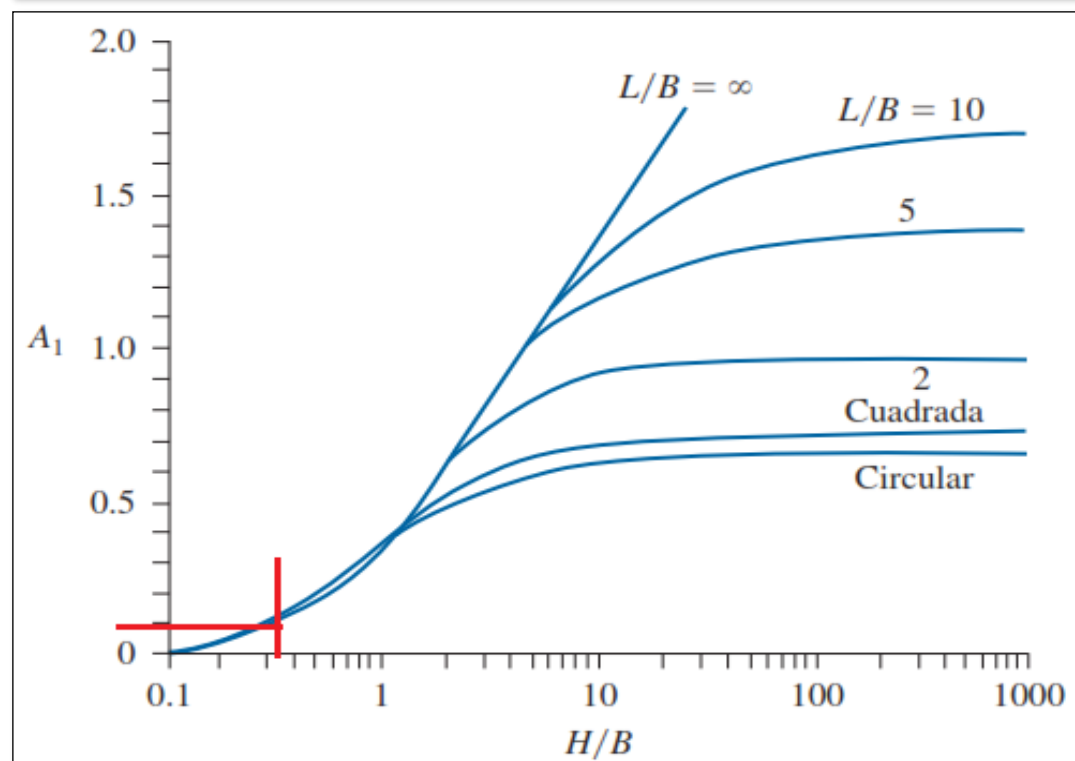
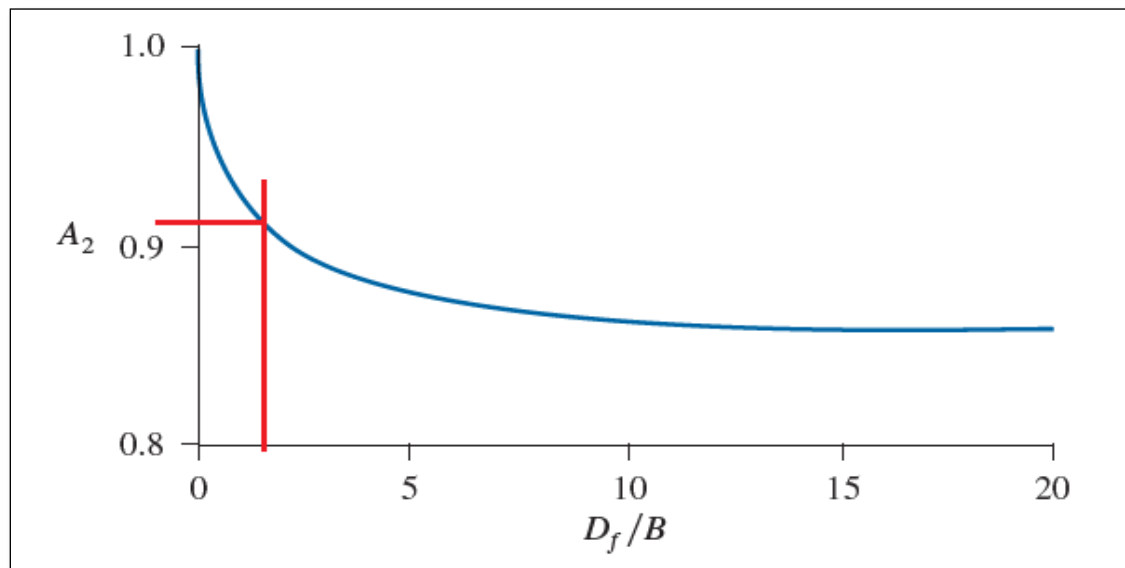
Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

$H = 3.50 \text{ m}$
 $E_s = 35.00 \text{ kg/cm}^2$

Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

$D_f/B = 2.00$
 $A_2 = 0.92$
 $H/B = 0.35$
 $L/B = 15.00$
 $A_1 = 0.1$

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_o B}{E_s}$$

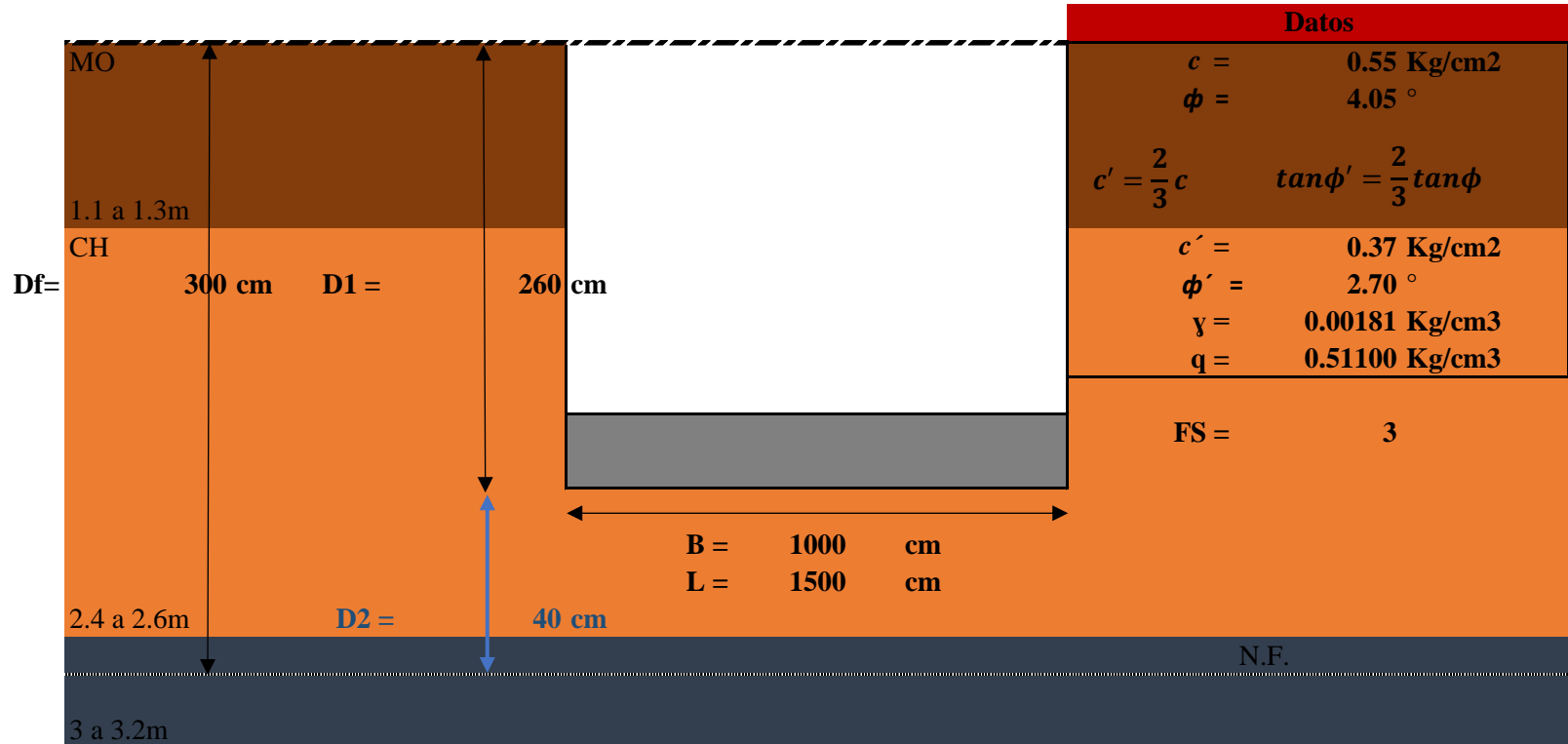
| | |
|---------|---------|
| $S_e =$ | 0.66 cm |
|---------|---------|



Ecuaciones de Calculo

Losa de Cimentación (Df=3m)

Datos Generales Calicata N° 2



Modificacion de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freatico

CASO I : 0 ≤ D1 ≤ Df

Peso especifico saturado del suelo:

$$\gamma_{sat} = 0.002 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso especifico del agua:

$$\gamma_w = 0.00099 \text{ Kg/cm}^3$$

Sobre carga efectiva:

$$q = D1\gamma + D2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$q = 0.511 \text{ Kg/cm}^3$$

Obtencion de qu y qadm a partir de las ecuaciones de calculo

1.- Terzaghi

La ecuacion de capacidad portante se tiene:

$$qu = c Nc Sc + q Nq + 0.5 \gamma B N\gamma S\gamma$$

Para hallar $K_{\gamma p}$ coeficiente de presion pasiva se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_{\gamma p} = 1.10$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$Nq = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right)\tan\phi'}}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)}$$

$$Nq = 1.31$$

$$Nc = \cot\phi'(Nq - 1)$$

$$Nc = 6.53$$

$$N\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\gamma p}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi'$$

$$N\gamma = 0.0024$$



En cimentaciones que presentan falla local por corte terzaghi modifiko la ecuacion para cimentaciones rectangulares:

$$q_u = 0.867c' N'c + q N'q + 0.4 \gamma B N'_{\gamma}$$

$$q_u = 2.74 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 0.91 \text{ Kg/cm}^2$$

2.- Meyerhof

La ecuacion de capacidad portante de Meyerhof es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma}$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_{\gamma} = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_{\gamma} = 0.21$$

Para una carga vertical los factores verticales son:

Inclinacion de la carga sobre la cimentacion respecto de la vertical

$$\beta = 0$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_{\gamma} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)^2$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_{\gamma} = 1.00$$

Para los factores de forma se tiene:

$$K_{\gamma p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$K_p = 1.10$$

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = s_{\gamma} = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$s_c = 1.15$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_{\gamma} = 1.00$$

Para los factores de profundidad se tiene:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = d_{\gamma} = 1; \text{ si } \phi' = 0^\circ$$

$$d_c = 1.06$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_{\gamma} = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma}$$

$$q_u = 3.45 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.15 \text{ Kg/cm}^2$$

3.- Hansen

La ecuacion de capacidad portante de hansen es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma}$$

Para el caso los factores de inclinacion (i), pendiente (b) y de terreno (g) son:

$$i_c = i_q = i_{\gamma} = 1$$

$$g_c = g_q = g_{\gamma} = 1$$

$$b_c = b_q = b_{\gamma} = 1$$



La ecuacion de capacidad portante queda como sigue:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.02$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.15$$

$$s_q = 1.03$$

$$s_\gamma = 0.73$$

Factores de profundidad:

Para $D \leq B$:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \left(\frac{D}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.03$$

$$d_c = 1.12$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} + q N_q F_{qs} F_{qd} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d}$$

$$q_u = 3.44 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.15 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Vesic

La ecuacion de capacidad portante de vesic es:

$$q_u = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Para el caso el factor de inclinacion (i,g,b) es:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad g_c = g_q = g_\gamma = 1 \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Las ecuaciones para los coeficientes son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$N_q = 1.27$$

$$N_c = 5.82$$

$$N_\gamma = 0.21$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$s_c = 1.15$$

$$s_q = 1.03$$

$$s_\gamma = 0.73$$

Factores de profundidad:

Para: $\left(\frac{D_f}{B} \right) \leq 1$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \tan \phi')^2 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1.03$$

$$d_c = 1.12$$

$$d_\gamma = 1.00$$



Se reemplaza en la ecuacion y se tiene:

$$q_u = c' N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_u = 3.57 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 1.19 \text{ Kg/cm}^2$$

| Cuadro Resumen de calculos realizados | | | | | | |
|--|-------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Losa Cimentacion (C-2) | | | | | | |
| Terzaghi | | | | | | |
| Nc = | 6.53 | | | | | |
| Nq = | 1.31 | qu = | 2.74 | Kg/cm2 | | |
| N _γ = | 0.002 | qadm = | 0.91 | Kg/cm2 | | |
| Meyerhof | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | Inclinacion | | |
| Nc = | 5.82 | 1.15 | 1.06 | 1.00 | | |
| Nq = | 1.27 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| N _γ = | 0.21 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| | | qu = | 3.45 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.15 | Kg/cm2 | | |
| Hansen | | | | | | |
| | | Forma | Incl. Terreno | Incl. Base | Incl. Carga | Profundidad |
| Nc = | 5.82 | 1.15 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.12 |
| Nq = | 1.27 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.03 |
| N _γ = | 0.02 | 0.73 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | qu = | 3.44 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.15 | Kg/cm2 | | |
| Vesic | | | | | | |
| | | Forma | Profundidad | | | |
| Nc = | 5.82 | 1.15 | 1.12 | | | |
| Nq = | 1.27 | 1.03 | 1.03 | | | |
| N _γ = | 0.21 | 0.73 | 1.00 | | | |
| | | qu = | 3.57 | Kg/cm2 | | |
| | | qadm = | 1.19 | Kg/cm2 | | |

Resumen de qu y qadm obtenidos de las ecuaciones de calculo

| | Terzaghi | Meyerhof | Hansen | Vesic |
|--------------|----------|----------|--------|-------|
| qu (Kg/cm2) | 2.74 | 3.45 | 3.44 | 3.57 |
| qadm (Kg/cm) | 0.91 | 1.15 | 1.15 | 1.19 |

Calculo de Asentamiento Elástico de Loza de Cimentacion (C-2) Profundidad 3m
Aplicando el Asentamiento Elástico de Cimentaciones Sobre Arcilla Saturada

| | | |
|------|-------------|---------------------------|
| B = | 1.00 m | |
| L = | 15.00 m | |
| Df = | 3.00 m | |
| qo = | 2.50 kg/cm2 | (carga por área unitaria) |



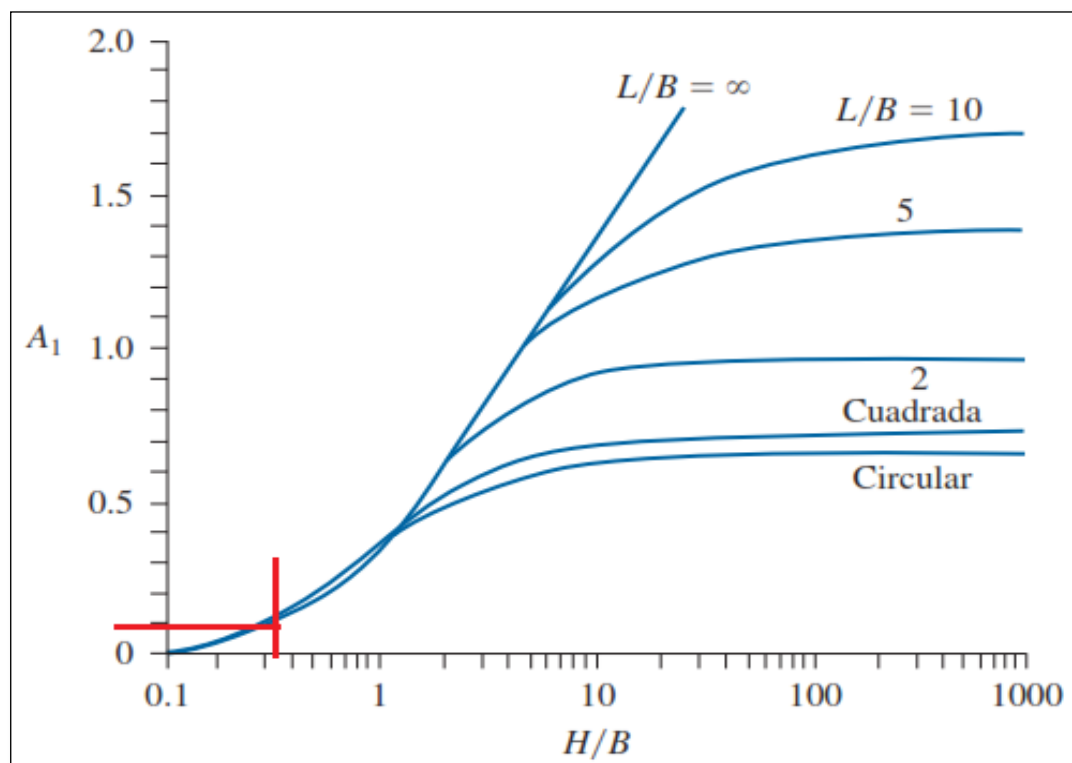
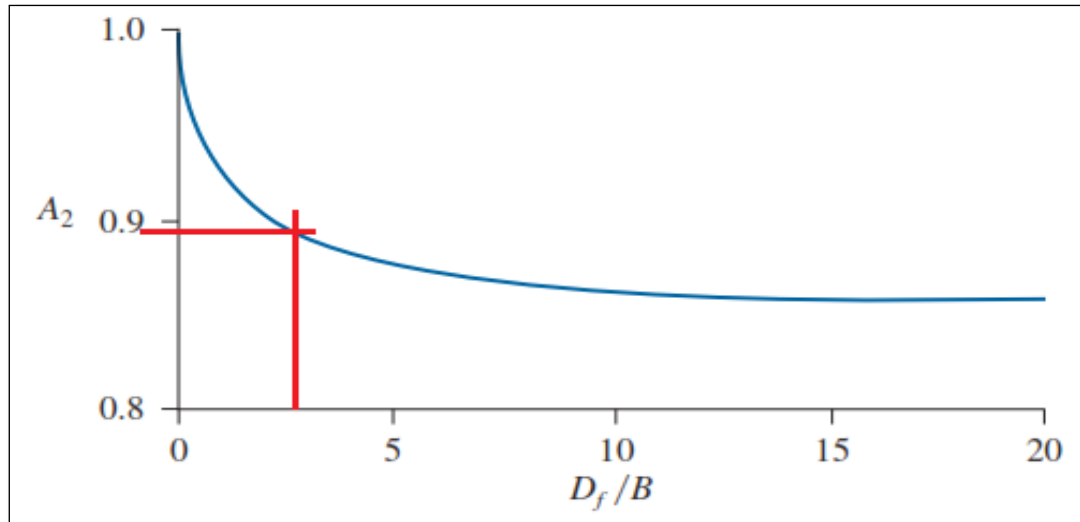
Altura de estrato y modulo de elasticidad de la arcilla limosa:

$H = 3.50 \text{ m}$
 $E_s = 35.00 \text{ kg/cm}^2$

Calculo de diámetro equivalente y A1 y A2

$D_f/B = 3.00$
 $A_2 = 0.89$
 $H/B = 0.35$
 $L/B = 15.00$
 $A_1 = 0.10$

Calculo de los valores de A1 y A2 a partir de graficos



Con los valores de A1 Y A2 obtenidos se calcula el asentamiento de la cimentación

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_o B}{E_s}$$

| | |
|---------|---------|
| $S_e =$ | 0.64 cm |
|---------|---------|



| | | | |
|--|---|--------------|-----------|
| | ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION | N° GB-IT-004 | |
| | | Rev: 01 | 27-may-19 |
| | | pagina | |

INFORME TECNICO N° GB-IT-004

PROYECTO: ANALISIS COMPARATIVO EN LA ESTIMACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE UN SUELO COHESIVO PARA DIFERENTES TIPOS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES, USANDO ECUACIONES DE CALCULO Y ENSAYO SPT SEGÚN LAS CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS DEL SECTOR TAMBOCANCHA - CHINCHERO.



SOLICITA: NILTON POMA QUISPE & WALTHER FLOREZ YANA.

UBICACIÓN: CENTRO POBLADO CHINCHERO

DISTRITO: CHINCHERO

PROVINCIA: ANTA

DEPARTAMENTO: CUSCO

JULIO - 2019

| | | |
|--|-------------------------------|---------|
| | ESTUDIO DE MECANICA DE | Rev: 01 |
|--|-------------------------------|---------|



| | | | |
|--|--|---------|-----------|
| | SUELOS CON FINES DE CIMENTACION | Rev: 01 | 27-may-19 |
| | | pagina | |

2 EXPLORACION IN SITU

Se desarrollo la exploracion en campo para determinar las características físicas y mecánicas del suelo, lo cual nos ha permitido estimar las condiciones de resistencia para la cimentacion, se programo la excavacion de las calicatas en la zona en donde se emplazara la edificacion.

2.1 PROGRAMA DE INVESTIGACION MÍNIMO (PIM) DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (EMS)

El programa de investigacion aquí detallado constituye el desarrollo mínimo requerido por un ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, siempre y cuando se cumplan las condiciones dadas en el artículo 11 (11.2) de la Norma E.050 Suelos y cimentaciones del RNE

2.1.1 TIPO DE EDIFICACION

El proyecto tiene las siguientes características:

- Uso : ANALISIS COMPARATIVO EN LA ESTIMACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE
- Sistema Estructural : -
- Area : -
- Numero de Pisos : -
- Sistema Estructural : Zapatas aisladas - Interconectadas

Para los fines de la determinacion del programa de Investigacion Mínimo (PIM) del Estudio de Mecanica de Suelos (Artículo 11 (11.2)), la edificacion sera calificada según la tabla N°1 donde A, B y C designan la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la investigacion de suelos necesaria para cada tipo de edificacion, siendo A mas exigente que B y esta mas exigente que C.

| TABLA N° 1 TIPO DE EDIFICACIÓN | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|----------------------|--------|------|
| CLASE DE ESTRUCTURA | DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS* (m) | NUMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos) | | | |
| | | ≤ 3 | 4 a 8 | 9 a 12 | > 12 |
| APORTICADA DE ACERO | < 12 | C | C | C | B |
| PORTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO | < 10 | C | C | B | A |
| MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA | < 12 | B | A | --- | --- |
| BASES DE MAQUINAS Y SIMILARES | Cualquiera | A | --- | --- | --- |
| ESTRUCTURAS ESPECIALES | Cualquiera | A | A | A | A |
| OTRAS ESTRUCTURAS | Cualquiera | B | A | A | A |
| • Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior. | | | | | |
| TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES | ≤ 9 m de altura | | | | |
| | | B | > 9 m de altura A | | |

fuelle: Reglamento Nacional de Edificaciones, E.050 suelos y cimentaciones



| | | | |
|--|---|--------------|-----------|
| | ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION | N° GB-IT-004 | |
| | | Rev: 01 | 27-may-19 |
| | | pagina | |

1 NUMERO DE PUNTOS DE EXPLORACION

El numero de puntos de investigacion se determina en la tabla N°02 en funcion del tipo de investigacion y el area de la superficie a ocupar por este.

TABLA N°2

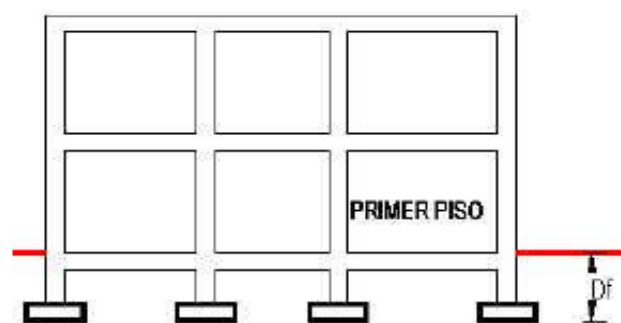
| NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACION | |
|--|---------------------------------------|
| Tipo de edificación | Número de puntos de investigación (n) |
| A | 1 cada 225 m ² |
| B | 1 cada 450 m ² |
| C | 1 cada 800 m ² |
| Urbanizaciones para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos | 3 por cada Ha. de terreno habilitado |

(n) nunca será menor de 3.

Tomando en cuenta la tabla N°02 y a solicitud del interesado el numero de puntos de investigacion determinado es 01

2.1.3 PROFUNDIDAD MINIMA DE INVESTIGACION

Se determina de la siguiente manera:



PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (D_f) EN ZAPATAS SUPERFICIALES

Edificacion sin sotano:

$$p = D_f + z$$

Donde:

D_f = Es la distancia vertical de la superficie del terreno al fondo de la cimentacion (2.0 m)

Z = 1.5 B, siendo B=1.80 el ancho de la cimentacion prevista de mayor área.



| | | | |
|--|---|---------|-----------|
| | ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION | Rev: 01 | |
| | | Rev: 01 | 27-may-19 |
| | | pagina | |

Dicha profundidad se calculo de la siguiente manera: $P = Df + z$ (Articulo 11 - c - c1; del RNE vigente en la seccion E.050)

| | | | C-01 | C-02 |
|-----|------|----------------------|------|------|
| Df= | 2.00 | h calicata = | 3.30 | 3.00 |
| B= | 1.00 | Penetracion = | 5.00 | 5.00 |
| P= | 3.50 | h de investigacion = | 5.00 | 5.00 |

*Las unidades en metros.

2.2 ENSAYOS REALIZADOS "IN SITU"

2.2.1 CALICATA

Se realizo las calicatas o pozo a cielo abierto de forma Mecanica mediante el uso de una retroexcavadora hasta 3.60 y 3.50 m. de profundidad respectivamente.

Las norma utilizada en esta parte de la exploracion es la siguiente:

- Auscultacion mediante equipo SPT - NTP 339.133 (ASTM D 1586)

2.2.2 DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA

En los puntos de exploracion, se realizo un perfil estratigrafico, el cual incluye el registro de las carcteristicas de los suelos que conforman cada estrato del perfil del suelo, la clasificacion visual de los materiales encontrados y la resistencia a la penetracion.

La norma utilizada para esta parte de la exploracion es la siguiente:

- Descripcion e identificacion de suelos (procedimiento visual manual), NTP 339.150 (ASTM D 2488)



| | | | |
|--|---|--------------|-----------|
| | ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION | N° GB-IT-004 | |
| | | Rev: 01 | 27-may-19 |
| | | pagina | |

PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO EN LA ESTIMACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE UN SUELO COHESIVO PARA DIFERENTES TIPOS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES, USANDO ECUACIONES DE CALCULO Y ENSAYO SPT SEGÚN LAS CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS DEL SECTOR TAMBOCANCHA - CHINCHERO.

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO CHINCHERO

REGISTRO : C - 01

MUESTRA : Alterada

FECHA : #####

SOLICITANTE : NILTON POMA QUISPE & WALTHER FLOREZ YANA.

| Prof. | Simbolo | Descripcion | Clasificacion |
|--|--|--|---------------|
| 0.00 0.15 0.30 | Limo Arenoso con presencia de Material Organico (Raíces) SM-ML | Limo Arenoso con presencia de Arcilla y Material organico (Raices) | SM-ML |
| 0.45 0.60 0.75 0.90 1.05 1.20 | Limo con material organnico (Raíces) ML-CL | Limo Arcilloso con presencia de material organico (Raices) de color Negro. | ML-CL |
| 1.35 1.50 1.65 1.80 1.95 2.10 2.25 2.40 2.55 | CH | Arcilla de Alta Plasticidad de color Rojizo | CH |
| 2.70 2.85 3.00 3.15 3.30 | | | |

OBSERVACIONES:

- Presencia de Nivel Freatico estable a los 2.90 metros de profundidad



| | | | |
|--|---|--------------|-----------|
| | ANALISIS COMPARATIVO EN LA ESTIMACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE UN | N° GB-IT-004 | |
| | | Rev: 01 | 27-may-19 |
| | | pagina | |

PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO EN LA ESTIMACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE UN SUELO COHESIVO PARA DIFERENTES TIPOS DE CMENTACIONES SUPERFICIALES, USANDO ECUACIONES DE CALCULO Y ENSAYO SPT SEGÚN LAS CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS DEL SECTOR TAMBOCANCHA - CHINCHERO.

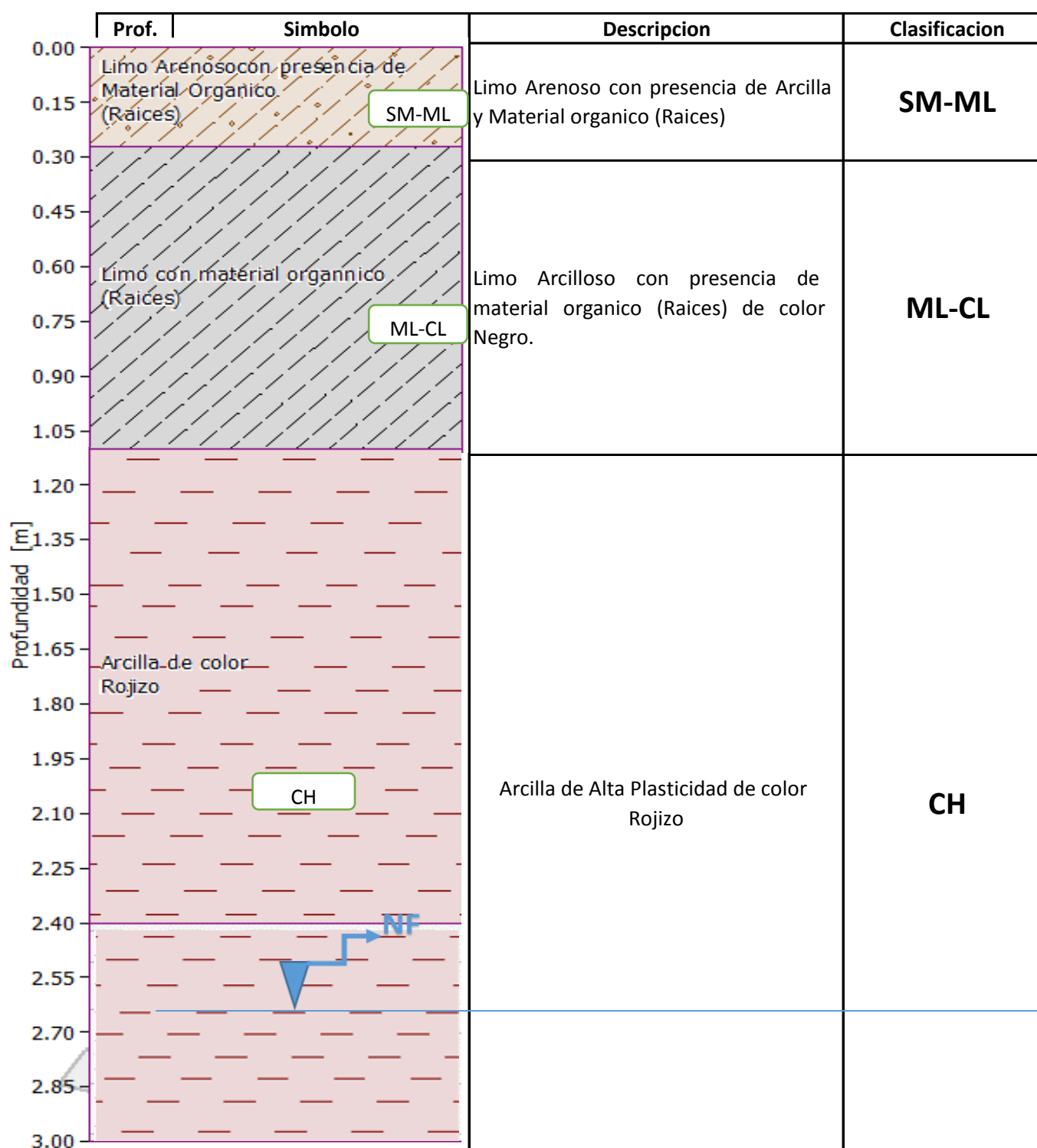
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO CHINCHERO

REGISTRO : C - 02

MUESTRA : Alterada

FECHA : #####

SOLICITANTE : NILTON POMA QUISPE & WALTHER FLOREZ YANA.



OBSERVACIONES:

- Presencia de Nivel Freatico estable a los 2.60 metros de profundidad



| | | | |
|--|---|--------------|-----------|
| | ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION | N° GB-IT-004 | |
| | | Rev: 01 | 27-may-19 |
| | | #jREF! | |

2.2.2 RESISTENCIA A LA PENETRACION

PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO EN LA ESTIMACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE UN SUELO COHESIVO PARA DIFERENTES TIPOS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES, USANDO ECUACIONES DE CALCULO Y ENSAYO SPT SEGÚN LAS CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS DEL SECTOR TAMBOCANCHA - CHINCHERO.

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO CHINCHERO

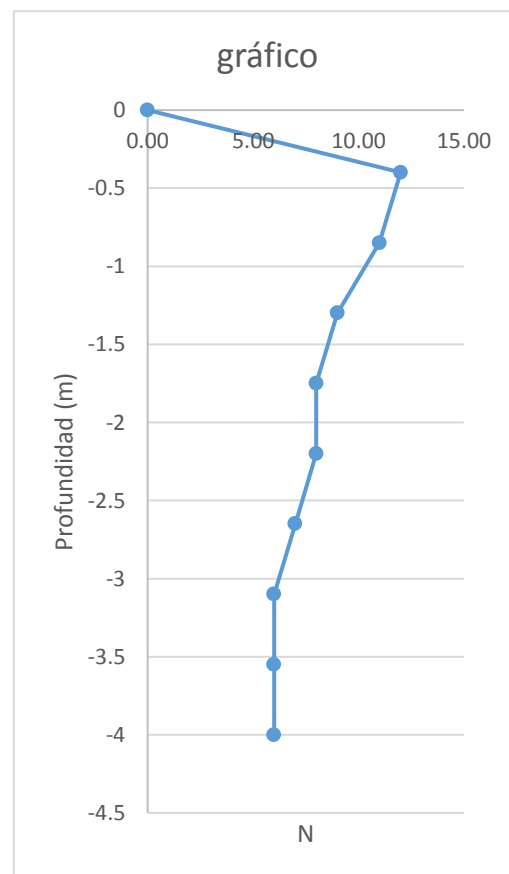
REGISTRO : P - 01

MUESTRA : Alterada

FECHA : #####

SOLICITANTE : NILTON POMA QUISPE & WALTHER FLOREZ YANA.

| Profundidad | | de 0 a 15cm | de 15 a 30cm | de 30 a 45cm | N |
|-------------|------|----------------|-----------------|-----------------|-------|
| 0 | 0.40 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| -0.40 | 0.85 | 7 | 6 | 6 | 12.00 |
| -0.85 | 1.30 | 6 | 6 | 5 | 11.00 |
| -1.30 | 1.75 | 5 | 5 | 4 | 9.00 |
| -1.75 | 2.20 | 5 | 4 | 4 | 8.00 |
| -2.20 | 2.65 | 4 | 4 | 4 | 8.00 |
| -2.65 | 3.10 | 4 | 4 | 3 | 7.00 |
| -3.10 | 3.55 | 3 | 3 | 3 | 6.00 |
| -3.55 | 4.00 | 3 | 3 | 3 | 6.00 |
| -4.00 | 4.45 | 3 | 3 | 3 | 6.00 |





| | | | |
|--|---|--------------|-----------|
| | ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION | N° GB-IT-004 | |
| | | Rev: 01 | 27-may-19 |
| | | # REF! | |

2.2.2 RESISTENCIA A LA PENETRACION

PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO EN LA ESTIMACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE UN SUELO COHESIVO PARA DIFERENTES TIPOS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES, USANDO ECUACIONES DE CALCULO Y ENSAYO SPT SEGÚN LAS CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS DEL SECTOR TAMBOCANCHA - CHINCHERO.

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO CHINCHERO

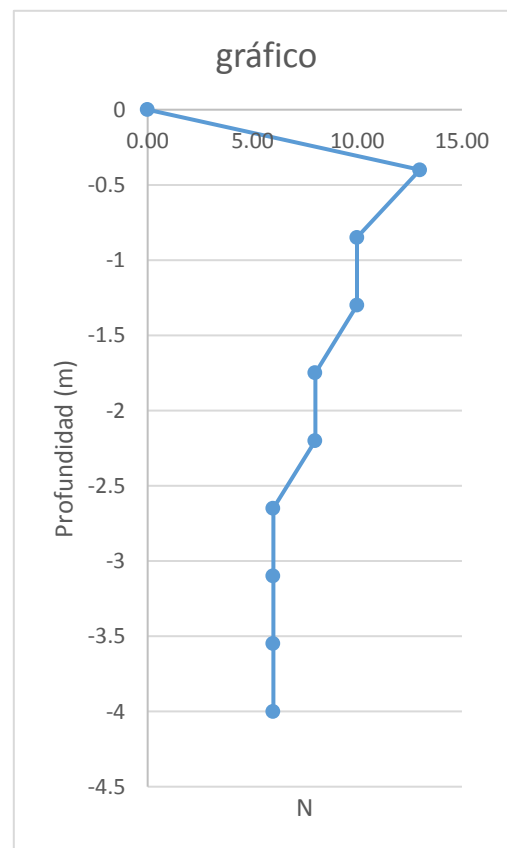
REGISTRO : P - 02

MUESTRA : Alterada

FECHA : #####

SOLICITANTE : NILTON POMA QUISPE & WALTHER FLOREZ YANA.

| Profundidad | | de 0 a 15cm | de 15 a 30cm | de 30 a 45cm | N |
|-------------|------|----------------|-----------------|-----------------|-------|
| 0 | 0.40 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| -0.40 | 0.85 | 7 | 7 | 6 | 13.00 |
| -0.85 | 1.30 | 6 | 5 | 5 | 10.00 |
| -1.30 | 1.75 | 5 | 5 | 5 | 10.00 |
| -1.75 | 2.20 | 5 | 4 | 4 | 8.00 |
| -2.20 | 2.65 | 4 | 4 | 4 | 8.00 |
| -2.65 | 3.10 | 4 | 3 | 3 | 6.00 |
| -3.10 | 3.55 | 3 | 3 | 3 | 6.00 |
| -3.55 | 4.00 | 3 | 3 | 3 | 6.00 |
| -4.00 | 4.45 | 3 | 3 | 3.00 | 6.00 |

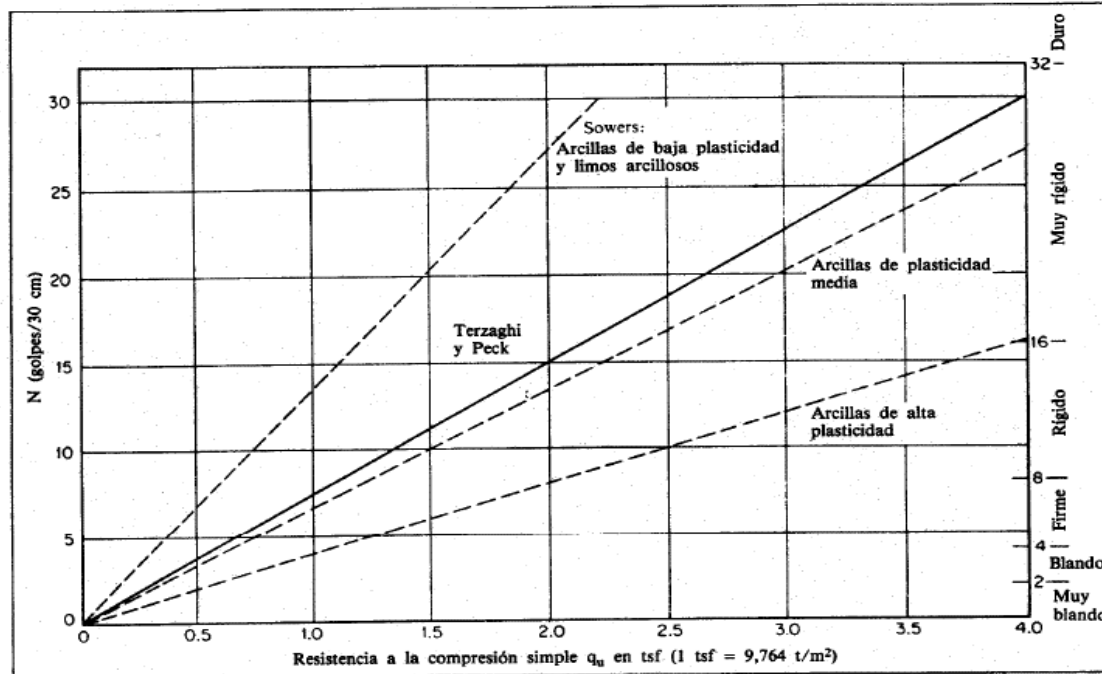




| | | | |
|--|---|--------------|-----------|
| | ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION | N° GB-IT-004 | |
| | | Rev: 01 | 27-may-19 |
| | | | |

2.2.2 COMPRESION SIMPLE

La determinación de la resistencia a la compresión simple de una arcilla mediante valores N de SPT se puede observar de las graficas de NAVFAC; 1971. & y las correlaciones entre el golpeteo N_{spt} , la densidad saturada y la resistencia a la compresión simple según la adaptación de Hunt, 1984. a los trabajos de Terzaghi y Peck, 1948.



* valores de la resistencia a compresión simple a partir de N_{spt} para suelos cohesivos de distinta plasticidad. NAVFAC, 1971 en IGME, 1987.

| Consistencia | N | Identificación manual | γ_{sat} g/cm ³ | q_u (kg/cm ²) |
|--------------|----------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Dura | >30 | Se marca difícilmente | >2.0 | >4.0 |
| Muy rígida | 15 30 | Se marca con la uña del pulgar | 2.08 2.24 | 2.0-4.0 |
| Rígida | 8 15 | Se marca con el pulgar | 1.92 2.08 | 1.0-2.0 |
| Media | 4-8 | Moldeable bajo presiones fuertes | 1.76 1.92 | 0.5-1.0 |
| Blanda | 2-4 | Moldeable bajo presiones débiles | 1.60 1.76 | 0.25-0.5 |
| Muy blanda | <2 | Se deshace entre los dedos | 1.44 1.60 | 0-0.25 |

* Propiedades de suelos arcillosos. Hunt, 1984 en IGME, 1987.



| | | | |
|--|---|--------------|-----------|
| | ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION | N° GB-IT-004 | |
| | | Rev: 01 | 27-may-19 |
| | | | |

2.2.2 ASENTAMIENTO

Las relaciones entre el N_{spt} y E_s puede expresarse de forma general mediante la relacion lineal empirica (Denver; 1982)

$$E_s = S_1 N_{spt} + S_2$$

| S_1 (MPa) | S_2 (MPa) | Observaciones | Autores |
|----------------|----------------|--|-----------------------------|
| 0,756 | 18,75 | Arenas y gravas normalmente consolidadas | D'Appolonia et al. 1970 |
| 1,043 | 36,79 | Arenas sobreconsolidadas | D'Appolonia et al. 1970 |
| 0,517 | 7,46 | | Schultze y Menzenbach, 1961 |
| 0,478 | 7,17 | Arenas saturadas | Webb, 1969 |
| 0,316 | 1,58 | Arenas y arcillas | Webb, 1969 |

Valores de S_1 y S_2 de la ecuacion anterior. Denver; 1982.

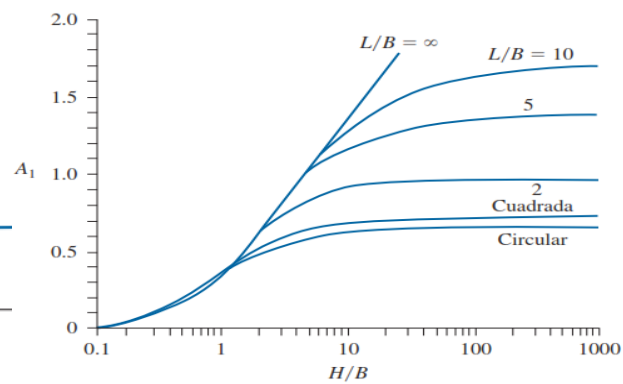
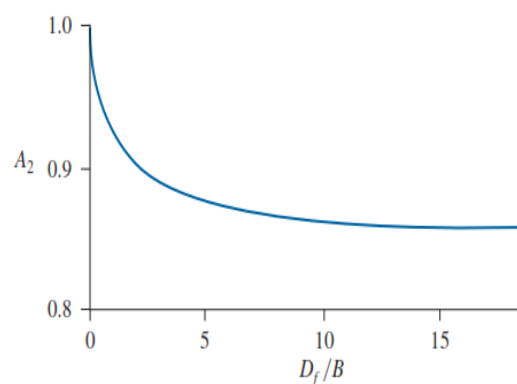
2.2.2 ASENTAMIENTO INICIAL

Asentamiento elástico de cimentaciones sobre arcilla saturada Janbu y colaboradores (1956) propusieron una ecuación para evaluar el asentamiento promedio de cimentaciones flexibles sobre suelos de arcilla saturada (relación de Poisson, $\mu=0.5$)

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_0 B}{E_s}$$

Donde:

- S_e = Asentamiento inicial
- q_0 = Esfuerzo promedio Transmitido
- B = Dimension caracteristica del area cargada
- E_s = Modulo de Young
- A_1 = Es una funcion de H/B
- A_2 = Es una uncion de D_f/B





| | | | |
|--|---|--------------|-----------|
| | ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION | N° GB-IT-004 | |
| | | Rev: 01 | 27-may-19 |
| | | | |

CALICATA 01

Nf = 2.9

$$(N_1)_{60} = C_N N_{60}$$

$$C_N = \left(\frac{100k Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^{0.5}$$

$$\sigma'_{vo} = 1.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Pa = 1.02E-05 \text{ Kg/cm}^2$$

$$N_{60} = C_R C_B C_S C_E$$

| | |
|---------|------|
| $C_R =$ | 1.00 |
| $C_B =$ | 1.00 |

| | |
|---------|------|
| $C_S =$ | 1.00 |
| $C_E =$ | 1.00 |

| | |
|----------------|---------|
| $C_N =$ | 1.00995 |
| $(N_1)_{60} =$ | 1.00995 |

| Profundidad | | de 0 a 15cm | de 15 a 30cm | de 30 a 45cm | N | (N)spt | C_D | C_W | $N_{\%60}$ corr | qu kg/cm2 |
|-------------|------|----------------|-----------------|-----------------|-------|--------|---------|-------------|-----------------|--------------|
| | | | | | | | f. empo | corr. De NF | | |
| 0 | 0.40 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 0.55 | 0.00 | 0.00 |
| 0.40 | 0.85 | 7 | 6 | 6 | 12.00 | 12.24 | 0.50 | 0.55 | 3.37 | 1.42 |
| 0.85 | 1.30 | 6 | 6 | 5 | 11.00 | 11.22 | 0.50 | 0.55 | 3.09 | |
| 1.30 | 1.75 | 5 | 5 | 4 | 9.00 | 9.18 | 0.50 | 0.55 | 2.52 | 1.27 |
| 1.75 | 2.20 | 5 | 4 | 4 | 8.00 | 8.16 | 0.50 | 0.55 | 2.24 | |
| 2.20 | 2.65 | 4 | 4 | 4 | 8.00 | 8.16 | 0.50 | 0.55 | 2.24 | 1.22 |
| 2.65 | 3.10 | 4 | 4 | 3 | 7.00 | 7.14 | 0.50 | 0.55 | 1.96 | |
| 3.10 | 3.55 | 3 | 3 | 3 | 6.00 | 6.12 | 0.50 | 0.55 | 1.68 | 1.07 |
| 3.55 | 4.00 | 3 | 3 | 3 | 6.00 | 6.12 | 0.50 | 0.55 | 1.68 | |

| Prof. | qu | f. de seguridad | qadm |
|-------|--------|--------------------|--------|
| | kg/cm2 | | kg/cm2 |
| 0.40 | 1.42 | 3 | 0.47 |
| 0.70 | | | |
| 1.00 | | | |
| 1.30 | | | |
| 1.60 | 1.19 | 3 | 0.40 |
| 1.90 | | | |
| 2.20 | | | |
| 2.50 | | | |
| 2.80 | | | |
| 3.10 | | | |
| 3.40 | | | |
| 3.70 | | | |
| 4.00 | | | |



| | | | |
|--|---|--------------|-----------------|
| | ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION | N° GB-IT-004 | |
| | | Rev: 01 | Fecha: 2-jul-19 |
| | | | |

CALCULO DE ASENTAMIENTO

CALICATA 01

Modulo de Young

$$S_e = A_1 A_2 \frac{q_o B}{E_s}$$

$$E_s = S1 * N + S2$$

$$S1 = 3.2232$$

$$S2 = 16.116$$

| Prof. | N | qadm | B | Es | A1 | A2 | Se |
|-------|---|--------|-------|--------|------|------|------|
| | | kg/cm2 | Ancho | kg/cm2 | | | cm |
| 0.40 | 1 | 0.47 | 1.00 | 17.89 | 0.62 | 0.94 | 1.54 |
| 0.70 | | | | | | | |
| 1.00 | | | | | | | |
| 1.30 | | | | | | | |
| 1.60 | 1 | 0.40 | 1.00 | 17.89 | 0.61 | 0.90 | 1.22 |
| 1.90 | | | | | | | |
| 2.20 | | | | | | | |
| 2.50 | | | | | | | |
| 2.80 | | | | | | | |
| 3.10 | | | | | | | |
| 3.40 | | | | | | | |
| 3.70 | | | | | | | |
| 4.00 | | | | | | | |



| | | | |
|--|---|--------------|-----------------|
| | ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION | N° GB-IT-004 | |
| | | Rev: 01 | Fecha: 2-jul-19 |
| | | | |

CALICATA 02

Nf = 2.6

$$(N_1)_{60} = C_N N_{60}$$

$$C_N = \left(\frac{100k Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^{0.5}$$

$$\sigma'_{vo} = 1.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Pa = 1.02E-05 \text{ Kg/cm}^2$$

$$N_{60} = C_R C_B C_S C_E$$

| | |
|---------|------|
| $C_R =$ | 1.00 |
| $C_B =$ | 1.00 |

| | |
|---------|------|
| $C_S =$ | 1.00 |
| $C_E =$ | 1.00 |

| | |
|----------------|------|
| $C_N =$ | 1.02 |
| $(N_1)_{60} =$ | 1.02 |

| Profundidad | | de 0 a | de 15 a | de 30 a | N | (N)spt | C_D | C_W | $N_{\%60}$ corr | qu |
|-------------|------|--------|---------|---------|-------|--------|---------|-------------|-----------------|------|
| | | 15cm | 30cm | 45cm | | | f. empo | corr. De NF | | |
| 0 | 0.40 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 0.70 | 0.00 | 0.00 |
| 0.40 | 0.85 | 7 | 7 | 6 | 13.00 | 13.26 | 0.50 | 0.70 | 4.64 | 1.90 |
| 0.85 | 1.30 | 6 | 5 | 5 | 10.00 | 10.20 | 0.50 | 0.70 | 3.57 | |
| 1.30 | 1.75 | 5 | 5 | 5 | 10.00 | 10.20 | 0.50 | 0.70 | 3.57 | 1.51 |
| 1.75 | 2.20 | 5 | 4 | 4 | 8.00 | 8.16 | 0.50 | 0.70 | 2.86 | |
| 2.20 | 2.65 | 4 | 4 | 4 | 8.00 | 8.16 | 0.50 | 0.70 | 2.86 | 1.32 |
| 2.65 | 3.10 | 4 | 3 | 3 | 6.00 | 6.12 | 0.50 | 0.70 | 2.14 | |
| 3.10 | 3.55 | 3 | 3 | 3 | 6.00 | 6.12 | 0.50 | 0.70 | 2.14 | 1.07 |
| 3.55 | 4.00 | 3 | 3 | 3 | 6.00 | 6.12 | 0.50 | 0.70 | 2.14 | |

| Prof. | qu | f. de seguridad | qadm |
|-------|--------|--------------------|--------|
| | kg/cm2 | | kg/cm2 |
| 0.40 | 1.90 | 3 | 0.63 |
| 0.70 | | | |
| 1.00 | | | |
| 1.30 | | | |
| 1.60 | 1.30 | 3 | 0.43 |
| 1.90 | | | |
| 2.20 | | | |
| 2.50 | | | |
| 2.80 | | | |
| 3.10 | | | |
| 3.40 | | | |
| 3.70 | | | |
| 4.00 | | | |



| | | | |
|--|---|---------|-----------------|
| | ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION | Rev: 01 | |
| | | Rev: 01 | Fecha: 2-jul-19 |
| | | | |

CALCULO DE ASENTAMIENTO

CALICATA 02

Modulo de Young $S_e = A_1 A_2 \frac{q_o B}{E_s}$

$E_s = S1 * N + S2$

$S1 = 3.2232 \quad S2 = 16.116$

| Prof. | N | qadm | B | Es | A1 | A2 | Se |
|-------|---|--------|-------|--------|------|------|------|
| | | kg/cm2 | Ancho | kg/cm2 | | | |
| 0.40 | 1 | 0.63 | 1.00 | 18.37 | 0.62 | 0.94 | 2.01 |
| 0.70 | | | | | | | |
| 1.00 | | | | | | | |
| 1.30 | | | | | | | |
| 1.60 | 1 | 0.43 | 1.00 | 18.37 | 0.61 | 0.90 | 1.30 |
| 1.90 | | | | | | | |
| 2.20 | | | | | | | |
| 2.50 | | | | | | | |
| 2.80 | | | | | | | |
| 3.10 | | | | | | | |
| 3.40 | | | | | | | |
| 3.70 | | | | | | | |
| 4.00 | | | | | | | |