



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

MATERIALES APLICADOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES
CUANDO HAY NIVELES FREÁTICOS (SALINIDAD)

HUAMAN VALAREZO CARLOS FERNANDO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

MATERIALES APLICADOS EN CIMENTACIONES
SUPERFICIALES CUANDO HAY NIVELES FREÁTICOS
(SALINIDAD)

HUAMAN VALAREZO CARLOS FERNANDO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

MATERIALES APLICADOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES CUANDO HAY
NIVELES FREÁTICOS (SALINIDAD)

HUAMAN VALAREZO CARLOS FERNANDO
INGENIERO CIVIL

CABRERA GORDILLO JORGE PAUL

MACHALA, 28 DE FEBRERO DE 2023

MACHALA
28 de febrero de 2023

CARLOS HUAMAN

por Carlos Huaman

Fecha de entrega: 22-feb-2023 12:43p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2020562547

Nombre del archivo: CARLOS_HUAMAN.docx (38.99K)

Total de palabras: 3069

Total de caracteres: 17278

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

El que suscribe, HUAMAN VALAREZO CARLOS FERNANDO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado MATERIALES APLICADOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES CUANDO HAY NIVELES FREÁTICOS (SALINIDAD), otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

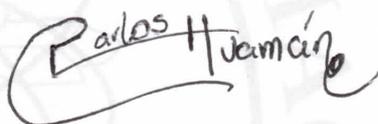
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

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

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

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

Machala, 28 de febrero de 2023



HUAMAN VALAREZO CARLOS FERNANDO
0704159045

CARLOS HUAMAN

por Carlos Huaman

Fecha de entrega: 22-feb-2023 12:43p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2020562547

Nombre del archivo: CARLOS_HUAMAN.docx (38.99K)

Total de palabras: 3069

Total de caracteres: 17278

CARLOS HUAMAN

INFORME DE ORIGINALIDAD

1 %

INDICE DE SIMILITUD

1 %

FUENTES DE INTERNET

0 %

PUBLICACIONES

0 %

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

2

www.elciudadano.net

Fuente de Internet

<1 %

3

scielo.senescyt.gob.ec

Fuente de Internet

<1 %

4

www.repositorio.usac.edu.gt

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios por obsequiarme la vida y brindarme todas las oportunidades que se me han presentado.

A mi madre y mis hermanas que con su esfuerzo y apoyo siempre presente he logrado culminar algunas de mis metas. Así como a mis sobrinos quienes son las personas que me alegran el día e inspiración a progresar.

A mi pareja, quien ha sido uno de los pilares más importantes en el viaje de estudiante universitario.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme dado la sabiduría necesaria en la toma de decisiones a lo largo de este camino, así como las fuerzas para perseverar en las metas que me he propuesto.

A mis docentes que con sus enseñanzas esenciales pude conseguir mi superación profesional, en especial a mis tutores que con su sapiencia e instrucciones pude complementar mi proyecto para titulación.

A mi familia que con su amor y trabajo me educaron y apoyaron a lo largo de mi vida.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación, que se encuentra destinado para una obra de residencia de tres plantas, consistió en determinar los materiales a utilizarse en el mejoramiento del suelo mediante el análisis de los diferentes estudios geotécnicos de tres sectores en la ciudad de Machala: Puerto Bolívar, Barrio Venezuela y Granja del Colegio 9 de Octubre. Para ello fue necesario obtener los estudios convenientes proporcionados por el Municipio de Machala.

Con aquellos datos se identificaron los niveles freáticos, composición y propiedades, dicha información dio paso a una propuesta de materiales adecuados para el mejoramiento de estos suelos, además de proponer los materiales de elaboración de las zapatas.

Fue necesario calcular las cargas representativas de la edificación, para consecuente diseñar las zapatas corridas y sus componentes de construcción acorde al terreno donde serán implementadas las obras.

Palabras clave: Mejoramiento de suelo, zapatas corridas, cemento hs, sika fume, diseño de zapata.

ABSTRACT

The present titling work, which is intended for a three-story residence work, consisted of determining the materials to be used in soil improvement through the analysis of the different geotechnical studies of three sectors in the city of Machala: Puerto Bolívar, Barrio Venezuela and Granja del Colegio 9 de Octubre. For this, it was necessary to obtain the appropriate studies provided by the Municipality of Machala.

With those data, the groundwater levels, composition and properties were identified, this information gave way to a proposal of suitable materials for the improvement of these soils, in addition to proposing the materials for the elaboration of the footings.

It was necessary to calculate the representative loads of the building, in order to consequently design the strip footings and their construction components according to the terrain where the works will be implemented.

Keywords: Soil improvement, strip footings, hs cement, sika fume, footing design.

ÍNDICE

RESUMEN.....	III
ABSTRACT	IV
INTRODUCCIÓN	1
DESARROLLO.....	2
1. MARCO TEÓRICO	2
1.1. Informe Geotécnico	2
1.2. Salinidad	2
1.3. Nivel Freático	2
1.4. Cimentaciones	3
1.5. Cimentaciones Superficiales	3
1.6. Zapata Aisladas	3
1.7. Zapatas combinadas	3
1.8. Losas de cimentación	4
1.9. Zapatas corridas	4
1.10. Cemento	4
1.11. Aditivos	5
1.12. Geomembranas	6
2. DESARROLLO DE REACTIVO	7
2.1. Ubicación de zonas sujetas a estudios geotécnicos	7
2.2. Propuesta de materiales idóneos para la construcción de zapatas corridas en suelos con niveles freáticos (salinidad)	9
2.3. Propuesta para el mejoramiento de suelos con niveles freáticos (salinidad) ...	10
CONCLUSIONES.....	13
BIBLIOGRAFÍA.....	14
ANEXOS.....	17
ANEXO I: CARGAS DEL EDIFICIO DE TRES PLANTAS UTILIZANDO ETABS .	17
ANEXO II: CÁLCULO DEL MEJORAMIENTO DE SUELO Y DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA PARA SUELO PUERTO BOLÍVAR	21
ANEXO III: CÁLCULO DEL MEJORAMIENTO DE SUELO Y DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA PARA SUELO GRANJA DEL COLEGIO 9 DE OCTUBRE-MERCADO MUNICIPAL	30
ANEXO IV: CÁLCULO DEL MEJORAMIENTO DE SUELO Y DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA PARA SUELO BARRIO VENEZUELA	39
ANEXO V: ESTUDIO SUELO PUERTO BOLÍVAR	48
ANEXO VI: ESTUDIO SUELO GRANJA DEL COLEGIO 9 DE OCTUBRE	49

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Tipos de Aditivos	6
Ilustración 2. Ubicación Geográfica Estudio de suelo Puerto Bolívar.....	7
Ilustración 3. Ubicación Geográfica Estudio de suelo Granja del Colegio 9 de Octubre	8
Ilustración 4. Ubicación Geográfica Estudio de Suelo Barrio Venezuela	9
Ilustración 5. Cambio de longitud de morteros del cemento hidráulico expuestos a una solución de sulfato	10

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM Estudio de suelo Puerto Bolívar.....	7
Tabla 2. Coordenadas UTM Estudio de suelo Granja del Colegio 9 de Octubre	8
Tabla 3. Coordenadas UTM Estudio de Suelo Barrio Venezuela	9

INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil permite al profesional obtener conocimientos necesarios para el diseño de edificaciones, reconocimiento de materiales idóneos y cantidades adecuadas de los mismos con el fin de crear obras resistentes y que cumplan con los requerimientos de una población. [1] Las construcciones civiles son el pilar del desarrollo urbano ya que permiten las conexiones y comunicación entre ciudades, facilita la movilización y crea infraestructuras siendo un aporte fundamental en el progreso de las actividades productivas y económicas de la población.

Para construir obras apropiadas, resistentes, completamente útiles y sostenibles en el tiempo es indispensable determinar los materiales mayormente adecuados, considerando las condiciones del lugar donde estas se llevarán a cabo y ocupar esta información para la elaboración de las cimentaciones adecuadas, destinándolas a cumplir con las exigencias que el sitio presenta.

Las cimentaciones son una parte fundamental de las estructuras, son las bases de estas en el terreno, por lo general se ubica debajo del nivel del suelo para transmitir las cargas que obtiene la futura edificación. Es necesario que el suelo tenga una composición adecuada para resistir todas las implicaciones que traen consigo las obras, los pesos propios de los elementos y las fuerzas naturales que se presentan en su localización. [2] Es por lo anteriormente explicado que los materiales ocupados en los cimientos de todas las infraestructuras deben ser considerados altamente importantes.

El presente caso práctico se centra en proponer las mejores alternativas de materiales para la construcción de cimentaciones cuando existen niveles freáticos (salinidad) dentro del cantón Machala, considerando los estudios de suelos que han sido previamente facilitados por la municipalidad, esto con el fin de identificar el sitio que presenta suelos salinos, requiriendo de insumos extras para su respectiva resistencia.

Se plantea como objetivo general del presente informe es proponer materiales para la construcción de obras civiles con niveles freáticos salinos en la ciudad de Machala. Como objetivos específicos tenemos: a) Identificar los niveles freáticos (salinidad) mediante estudios geotécnicos realizados en Puerto Bolívar, la Granja del Colegio 9 de Octubre y Barrio Venezuela de la ciudad de Machala. b) Plantear opciones de materiales adecuados para la elaboración de zapatas corridas y diseñarlas. c) Corroborar la resistencia del suelo ante las sollicitaciones de las zapatas corridas correspondientes a un inmueble de tres plantas.

DESARROLLO

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Informe Geotécnico

Se debe tener muy presente la interrelación entre los componentes que integran como tal los proyectos de construcción, como lo son la superficie, cimientos e infraestructuras porque en conjunto se imponen y soportan las inclemencias de la naturaleza [3].

Por lo tanto, una de las fundamentaciones primarias necesarias de una obra de ingeniería civil es determinación de las características geotécnicas del terreno donde se van a implementar, establecer las condiciones y características que se nos presentan [4].

1.2. Salinidad

Son aquellos suelos que contienen concentraciones de sales disolubles en gran cantidad, así como de iones de sodio [5].

Este tipo de suelos podemos encontrar en gran abundancia en la costa ecuatoriana, que en conjunto con la humedad contenida presenta lentamente afectaciones a las estructuras y otros elementos que la conforman, lo que trae consigo posibles fallos a la misma [6].

La controversia que trae este tipo de terreno es causada por evaporación proveniente del suelo y cobertura de plantas y esto provoca que las sales se concentren en la poca profundidad [7].

Tales sales solubles ocasionan que los terrenos cambien sus propiedades, ya que se produce un cambio tensional del suelo, provocando a su vez asentamientos de los mismos. Esto conlleva a daños estructurales de posibles obras civiles [8].

1.3. Nivel Freático

Se entiende por niveles freáticos cuando se una gran consideración de agua presente en los perfiles de suelos, en otras palabras, cuando el contenido de humedad es del cien por ciento, estos pueden generar acumulación de agua y provocar que en los suelos existan derrames [9].

1.4. Cimentaciones

Cuando se trata de este tipo de estructura es de gran relevancia tener conocimiento sobre el terreno donde se va a implementar, ya que sin una respectiva identificación de que tipo de suelo y componentes que puede contener como por ejemplo agua, no se podría determinar si es adecuado para las sollicitaciones que requerirá la construcción [10].

Para este tipo de subestructuras es de vital importancia el conocimiento de las cargas límites sobre las cuales se solicitarán para su apropiado diseño. [11]

1.5. Cimentaciones Superficiales

Las cimentaciones superficiales tienen como condición que su desplante conste entre el medio metro y alcanzando la profundidad de los 3 m, otra definición pide que se requiera que la menor medida del cimiento sea inferior o similar al mismo desplante. El suelo sobre las que están colocadas debe tener una capacidad portante necesaria para el cual se lleve las cargas que llevarán la estructura que se edificará. Podemos encontrar las siguientes cimentaciones [12].

1.6. Zapata Aisladas

Este tipo de cimentación son usadas en poca profundidad, por lo general en suelos netamente buenos en capacidad y esfuerzos, ya que estas zapatas concentran las cargas de las columnas llevándolas al terreno [13].

1.7. Zapatas combinadas

Son zapatas las cuales tienen como cargas principales proveniente de dos columnas cuya resultante debe concordar con el centroide proveniente del área del cimiento, ya que esto origina que los esfuerzos producidos se establezcan uniformemente sobre el área de la misma [14].

Por lo general se originan cuando dos o más columnas están separadas por una corta distancia. Estas por sus características de diseño de áreas “individuales” pueden tener forma de trapecio, rectangulares o de T [15].

1.8. Losas de cimentación

Son estructuras como su nombre lo indica son losas las cuales distribuyen a través de un área de cimentación las cargas transmitidas por las columnas o muros de la estructura, conduciendo así a una gran superficie del suelo todos estos esfuerzos producidos. Este tipo de cimentación generalmente se utiliza cuando las zapatas alcanzan un setenta por ciento del área donde se va implementar el inmueble, entonces es recomendable hacer uso de aquellas [16].

1.9. Zapatas corridas

Es una estructura la cual pertenece a las cimentaciones superficiales, plana que recoge las cargas directamente de muros o columnas y estas se apoyan en el terreno donde se van a implementar. Usualmente debajo de estas zapatas se acostumbra a colocar una capa de hormigón (replantillo) [17].

Son utilizados generalmente en suelos de baja y mediana resistencia donde soportan muros de cimentación o columnas donde estén alineados a lo largo de esta. Esto permite una reducción considerable del trabajo del suelo para construcción [18].

1.10. Cemento

En el grupo de los insumos principalmente demandados tenemos al cemento como pilar fundamental para las construcciones de edificaciones [19].

Una de las características para definir un respectivo hormigón es el esfuerzo de compresión que llega a tener este material para la ejecución de obras [20]. En el campo de la construcción existen varias aplicaciones y necesidades que se requieren compensar, es por ello que la industria del cemento mediante diversas tecnologías ha conseguido satisfacer aquellas exigencias del mercado con productos apropiados [21]. Por ello se ha incrementado la producción de variantes de cementos como lo son los resistentes a sulfatos, utilizados en elementos en contacto constante con terrenos salinos.

Tipos de cementos

Cemento Tipo I

Se emplea prácticamente en todas las obras donde no sea requerido alguna característica del material en específico [22].

Cemento Tipo II

Usados en estructuras donde los suelos sobrepasen las cantidades generales de concentración de sulfatos o calor generados por la hidratación. A su vez es necesario que en la implementación de este tipo de material sea implementado con una menor relación agua-cemento [22].

Cemento Tipo III

Aplicado cuando se requiere un impulso de rapidez en la resistencia del concreto, en obras donde sea necesario el adelantamiento del retiro de los encofrados [23].

Cemento Tipo IV

Este tipo de cemento es aplicado en obras de gran magnitud donde se coloquen enormes cantidades de material ya que presentan una baja en el calor al momento de su hidratación [23].

Cemento Tipo V

Es utilizado cuando los niveles de sulfato están en gran medida en ambientes donde las estructuras permanecen en contacto ya sea con suelo o agua que presenten aquellas características [22]. Estos son implementados en suelos que presentan también acidez y agua de mar [23].

1.11. Aditivos

Son elementos que se adicionan en la mezcla del hormigón en cantidades que no sobrepasen al cinco por ciento del total de la misma, estas producen alteraciones en las características del concreto según sea su especificación [24].

- **Tipos de aditivos**

A través de la norma ASTM C494/V949M-11 se pueden reconocer 8 aditivos [25].

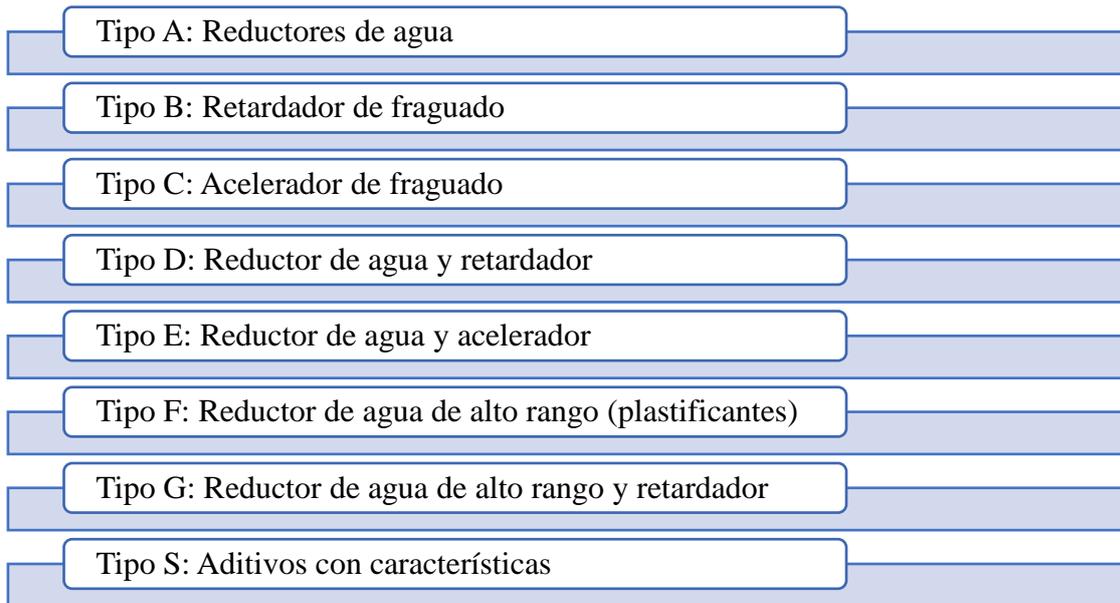


Ilustración 1. Tipos de Aditivos

Fuente: CEMEX

1.12. Geomembranas

Son implementos los cuales funcionan como protección de la estructura por su impermeabilidad, están elaborados con termoplásticos, usados en el revestimiento de elementos para mantener una contención y evitar una intrusión de agentes que puedan afectarlos tales como humedad, salinidad o demás materiales [26].

2. DESAROLLO DE REACTIVO

2.1. Ubicación de zonas sujetas a estudios geotécnicos

Para llevar a cabo el análisis de la composición de los suelos se dispuso de tres estudios de suelos en la ciudad de Machala. Los informes de dichos estudios fueron concedidos por la Municipalidad. Por lo tanto, el presente trabajo estará proyectado en tres sectores de la ciudad.

Estudio de suelo N°1 ubicado en la parroquia Puerto Bolívar, en la Avenida 1era Norte y Junín.



Ilustración 2. Ubicación Geográfica Estudio de suelo Puerto Bolívar

Fuente: Google Earth

CUADRO DE COORDENADAS UTM	
NORTE	ESTE
611387.86	9638883.56

Tabla 1. Coordenadas UTM Estudio de suelo Puerto Bolívar

Estudio de suelo N°2 ubicado en la parroquia Jambelí, en la Avenida Guabo y Carrera 8va Oeste. Instalaciones Granja del Colegio 9 de Octubre.



Ilustración 3. Ubicación Geográfica Estudio de suelo Granja del Colegio 9 de Octubre

Fuente: Google Earth

CUADRO DE COORDENADAS UTM	
NORTE	ESTE
9640723.72	615245.44

Tabla 2. Coordenadas UTM Estudio de suelo Granja del Colegio 9 de Octubre

Estudio de suelo N°3 ubicado en la parroquia 9 de mayo, Barrio Venezuela, en la Avenida de las Américas y Avenida Juan Palomino.



Ilustración 4. Ubicación Geográfica Estudio de Suelo Barrio Venezuela

Fuente: Google Earth

CUADRO DE COORDENADAS UTM	
NORTE	ESTE
615120.68	9637951.24

Tabla 3. Coordenadas UTM Estudio de Suelo Barrio Venezuela

2.2. Propuesta de materiales idóneos para la construcción de zapatas corridas en suelos con niveles freáticos (salinidad)

Cemento Holcim Hs

Cemento Tipo II, el cual presenta una resistencia en compresión iguales al tradicional, su característica principal es la gran resistencia a sulfatos según la normativa vigente NTE INEN 2380. Protege al acero de acciones como la corrosión que pueden afectar a la estructura [27].

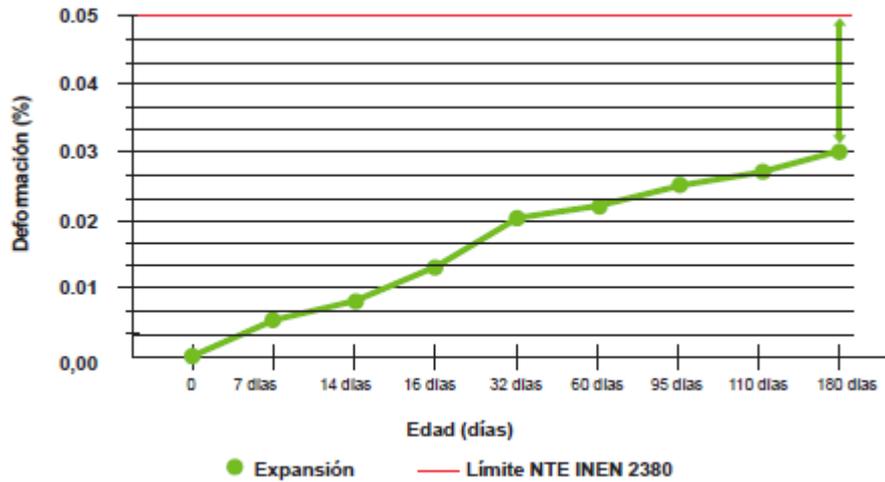


Ilustración 5. Cambio de longitud de morteros del cemento hidráulico expuestos a una solución de sulfato

Fuente: Ficha técnica HOLCIM

Sika Fume

Tenemos así un tipo de aditivo que debe tener características especiales como lo es el Sika Fume, que contiene las siguientes propiedades esenciales para las estructuras de cimentaciones en suelos con salinidad, ya que esta reduce la porosidad, produce una distribución que sea densa y tenaz al ataque de aguas a su vez de ambientes complicados [28].

A su vez esta permite que los parámetros del material como cohesión y de igual manera la adherencia en el soporte de concretos mejore considerablemente. Este aditivo es implementado en la mezcla del cemento en conjunto de los agregados [28].

Geomembrana Polietileno calibre 600

Este implemento es de material plástico oscuro con un espesor de 0,6 mm, el cual se puede encontrar en rollos de 350 m². Es inmune a acometidas de ácidos livianos presentes en los suelos gracias a sus componentes químicos que lo estructuran, además de que no posee absorción a líquidos [29].

2.3. Propuesta para el mejoramiento de suelos con niveles freáticos (salinidad)

Se puede observar que para los tres estudios que se han analizado se tiene los siguientes resultados de parámetros de mejoramiento (arenas, arcillas y limo) y diseño de zapatas corridas.

Estudio de Suelo Puerto Bolívar

Mediante el análisis del estudio se observó un nivel freático a 1 metro de profundidad, así como tipo de suelo arenoso, el cual nos indicaba una capacidad de carga muy baja de $10 \text{ Ton}/\text{m}^2$ en relación a la solicitada por la carga en columna de la edificación $38,6 \text{ Ton}$. Se tiene un desplante de 2,6 m y un mejoramiento planteado para 1,1 m de material, el cual dio como una capacidad de $41,8 \text{ Ton}/\text{m}^2$.

- Peso volumétrico del suelo $2,1 \text{ Ton}/\text{m}^3$
- Cohesión del suelo $1,0 \text{ Ton}/\text{m}^2$
- Ángulo de fricción interna del suelo 26°

Se plantea un diseño para zapata corrida, implementada en este tipo de suelos. De dimensión de ancho de zapata 1,14 m, 40 cm de espesor y 11 varillas de 14 mm cada 10 cm. (Ver Anexo II)

Estudio de Suelo Granja del Colegio 9 de Octubre

Mediante el análisis del estudio se observó un nivel freático a 1,05 metros de profundidad, así como tipo de suelo arcilloso, el cual nos indicaba una capacidad de carga muy baja de $17,9 \text{ Ton}/\text{m}^2$ en relación a la solicitada por la carga en columna de la edificación $38,6 \text{ Ton}$. Se tiene un desplante de 2,7 m y un mejoramiento planteado para 1,15 m de material, el cual dio como una capacidad de $45,5 \text{ Ton}/\text{m}^2$.

Los datos para el mejoramiento fueron:

- Peso volumétrico del suelo $2,1 \text{ Ton}/\text{m}^3$
- Cohesión del suelo $0,5 \text{ Ton}/\text{m}^2$
- Ángulo de fricción interna del suelo 28°

Se plantea un diseño para zapata corrida, implementada en este tipo de suelos. De dimensión de ancho de zapata 1,10 m, 40 cm de espesor y 10 varillas de 14 mm cada 10 cm. (Ver Anexo III)

Estudio de Suelo Barrio Venezuela

Mediante el análisis del estudio se observó un nivel freático a 1,05 metros de profundidad, así como tipo de suelo arcilloso, el cual nos indicaba una capacidad de carga muy baja de $20 \text{ Ton}/\text{m}^2$ en relación a la solicitada por la carga en columna de la edificación $38,6 \text{ Ton}$.

Se tiene un desplante de 2,4 m y un mejoramiento planteado para 1,1 m de material, el cual dio como una capacidad de 44,30 Ton/m^2 .

- Peso volumétrico del suelo 2,1 Ton/m^3
- Cohesión del suelo 0,5 Ton/m^2
- Ángulo de fricción interna del suelo 28°

Se plantea un diseño para zapata corrida, implementada en este tipo de suelos. De dimensión de ancho de zapata 1,10 m, 40 cm de espesor y 10 varillas de 14 mm cada 10 cm. (Ver Anexo IV)

CONCLUSIONES

- Se identificó que los niveles freáticos son los siguientes: a) Puerto Bolívar posee un nivel freático de 1,0 metro; b) Se encontró un nivel freático de 1,05 metros en la Granja del Colegio 9 de Octubre; c) Barrio Venezuela tiene un nivel freático de 1,05 metros.
- Se planteó como opciones de materiales adecuados para la elaboración de zapatas corridas al cemento HOLCIM HS, el aditivo Zika Fume, Geomembrana Polietileno Calibre 600; finalmente para el mejoramiento de los suelos se determinó como material apropiado a la unión de arena, limo y arcilla, así como las respectivas estimaciones de los datos de cohesión, peso volumétrico y ángulo de fricción.
- Se corroboró que la resistencia de los suelos de Puerto Bolívar, la Granja del Colegio 9 de Octubre y Barrio Venezuela ante la sollicitación de 38,6 *Ton* que presenta la carga por columna de la edificación fueron de 41,80 *Ton/m²*, 45,50 *Ton/m²*, 44,30 *Ton/m²*, respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- [1 A. F. Mendoza Tovar, H. Sánchez Barrera, L. Lizárraga Mendiola y F. J. Olguín Coca,
] «La ingeniería civil en México,» *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, vol. 1, nº 1, 2013.
- [2 V. Yepes Piqueras, PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN DE
] CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN, Valencia: Universitat Politècnica de Valencia, 2020.
- [3 Araca LLanos, Gómez Catacora, Cahui Galarza y Marín Mamani, «Influencia de la
] interacción suelo-estructura en el comportamiento de las viviendas apoticadas con zapatas aisladas en la ciudad de Juliaca,» *Revista Científica de la UCSA*, vol. 7, nº 2, pp. 70-81, 2020.
- [4 D. L. Hernández Cabrera, J. S. Díaz Vázquez, O. Santos Pérez, H. Morciego Esquivel y
] J. García Tristá, «Métodos de diagnóstico para la evaluación geotécnica de vías urbanas en centros históricos cubanos,» *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 16, nº 2, p. 3, 2022.
- [5 C. Omuto, R. Vargas, Y. Yigini y K. Viatkin, Mapeo de suelos afectados por salinidad,
] Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2021.
- [6 A. Saltos Sánchez, C. Almendariz Rodríguez y K. C. Fun Sang Robinson, «Influencia
] de la salinidad y su evaluación en urbanización Málaga dos en vía a salitre Guayaquil-Ecuador,» *DOMINIO DE LAS CIENCIAS*, vol. 3, nº 3, pp. 647-666, 2017.
- [7 E. Flores, J. Flores y J. Tórrez, «Recuperación de suelos salinos con la incorporación de
] sulfato de calcio hemidrato ($\text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) en la comunidad de Yotala,» *Revista de Ingeniería Civil*, vol. 4, nº 12, pp. 1-18, 2020.
- [8 G. A. Pacheco Guerrero, «Diseño geotécnico y construcción de fundaciones
] superficiales sobre suelos salinos del norte de Chile,» Universidad de Santiago de Chile, Santiago de Chile, 2014.
- [9 E. Zimmermann, «ESQUEMA EXPLÍCITO PARA LA SOLUCIÓN NUMÉRICA DEL
] FLUJO NO SATURADO EN MEDIOS HETEROGÉNEOS BAJO CONDICIÓN DE NIVELES FREÁTICOS SOMEROS,» *CUADERNOS DEL CURIHAM*, vol. 27, p. 47 a 58, 2021.
- [1 F. da Casa-Martín, E. Echeverría-Valiente y F. Celis-D'Amico, «La intervención en
0] cimentaciones en suelos problemáticos a través de los tratados históricos de construcción en español,» *Estoa. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, vol. 11, nº 21, 2022.
- [1 L. R. Fernández Sola, L. F. Hernández Rodríguez, C. E. Loeza Pérez y O. M. González
1] Cuevas, «ACCIONES DE DISEÑO EN CIMENTACIONES EN EDIFICIOS DE

CONCRETO REFORZADO CON COMPORTAMIENTO INELÁSTICO,» *Revista de Ingeniería Sísmica*, n° 104, pp. 32-50, 2020.

- [1 F. J. Luna Rodríguez, J. C. Leal Vaca, C. N. Torres Chahin , J. L. Rangel Hernández,
2] A. M. Mortera Villalobos, S. A. Chávez Espínola y B. A. Bárcenas Iraola, «Análisis y
Diseño de Cimentaciones Superficiales,» *Jóvenes en la Ciencia*, vol. 10, p. 1, 2021.
- [1 Software Geotécnico GEO5, «Zapatras Aisladas,» Software Geotécnico GEO5, [En
3] línea]. Available: <https://www.finesoftware.es/software-geotecnico/soluciones/cimentaciones-superficiales/zapatras-aisladas/#:~:text=Las%20zapatras%20aisladas%20son%20com%20C3%20BAnmente,material%20reforzado%20o%20no%20reforzado..>
- [1 A. Luévanos Rojas, «Un nuevo modelo para diseño de zapatas combinadas
4] rectangulares de lindero con dos lados opuestos restringidos,» *ALCONPAT*, vol. 6, n° 2,
pp. 173-189, 2016.
- [1 IngeCivil, «Qué son las zapatas combinadas,» IngeCivil, 10 08 2018. [En línea].
5] Available: <https://www.ingecivil.net/2018/08/10/que-son-las-zapatras-combinadas/>.
- [1 ARQZON, «Características de la losa de cimentación,» ARQZON, 05 12 2021. [En
6] línea]. Available: <https://arqzon.com.mx/2021/12/05/caracteristicas-de-la-losa-de-cimentacion/>.
- [1 G. Lesnik, «Zapata Corrida,» Construcción en seco, 18 07 2021. [En línea]. Available:
7] <https://construccionenseco.net/cimientos/zapata-corrida/#:~:text=La%20zapata%20corrida%20es%20un,distribuida%20linealmente%20por%20la%20cimentación..>
- [1 M. Godoy , «Zapatras corridas o continuas,» 16 11 2017. [En línea]. Available:
8] <https://es.scribd.com/document/364609651/Zapatras-Corridas-o-Continuas>.
- [1 S. Huaquisto Cáceres y G. Belizario Quispe, «Utilización de la ceniza volante en la
9] dosificación del concreto como sustituto del cemento,» *Revista de Investigaciones Altoandinas*, vol. 20, n° 2, pp. 225-234, 2018.
- [2 J. Santamaría, B. Adame y C. Bermeo , «Influencia de la calidad de los agregados y tipo
0] de cemento en la resistencia a la compresión del hormigón dosificado al volumen,»
Novasinerгия, vol. 4, n° 1, pp. 91-101, 2021.
- [2 J. J. Vélez Ortiz, C. Rivadeneira Mosquera, H. A. Calderón Orozco y N. I. Guananga
1] Díaz, «Desarrollo de un método para aumentar las resistencias iniciales del cemento
utilizando aditivos sintéticos en la moliendo,» *DOMINIO DE LAS CIENCIAS*, vol. 7, n°
1, pp. 458-4582, 2021.
- [2 CEMEX, «Hablando de Cementos Portland,» CEMEX, 19 06 2019. [En línea].
2] Available: <https://www.cemex.com.pe/-/hablando-de-cementos-portland>.

- [2 Construyendo Seguro, «Conoce los diversos tipos de cemento usados en la
3] construcción,» Construyendo Seguro, [En línea]. Available:
4] <https://www.construyendoseguro.com/conoce-los-diversos-tipos-de-cemento-usados-en-la-construccion/>.
- [2 ANFAH, «ConcretOnline,» 23 07 2018. [En línea]. Available:
4] <https://www.concretonline.com/aditivos-adiciones/aditivos-definicion-y-clasificacion>.
- [2 CEMEX, «Los Aditivos y su Clasificación,» CEMEX, [En línea]. Available:
5] https://www.cemexmexico.com/quizzes-full-view/-/asset_publisher/uG2W76KBBu5B/content/los-aditivos-y-su-clasificaci-1.
- [2 LIHAR PERU SAC, «LIHAR PERU: Innovación y tecnología,» 04 05 2021. [En línea].
6] Available: <https://lihar.com.pe/que-es-la-geomembrana-sus-usos-y-caracteristicas/>.
- [2 HOLCIM, «Cemento Holcim Ultra Durable,» HOLCIM, Guayaquil, 2022.
7]
- [2 Sika , «Hoja Técnica de Producto Sika Fume,» Sika, Ecuador, 2020.
8]
- [2 Abinco SA, «abinco,» [En línea]. Available: [https://www.abinco.com.mx/polietileno-9\] 600.htm](https://www.abinco.com.mx/polietileno-9] 600.htm).
- [3 ANFAH, «ConcretOnline,» 23 07 2018. [En línea]. Available:
0] <https://www.concretonline.com/aditivos-adiciones/aditivos-definicion-y-clasificacion>.

ANEXOS

ANEXO I: CARGAS DEL EDIFICIO DE TRES PLANTAS UTILIZANDO ETABS

Primeramente, se plantea un inmueble residencial de tres plantas como causante de las cargas a los que los cimientos estarán expuestos, consta del primer y segundo nivel para área de oficinas, para el tercer nivel estará destinado para un departamento-oficina.

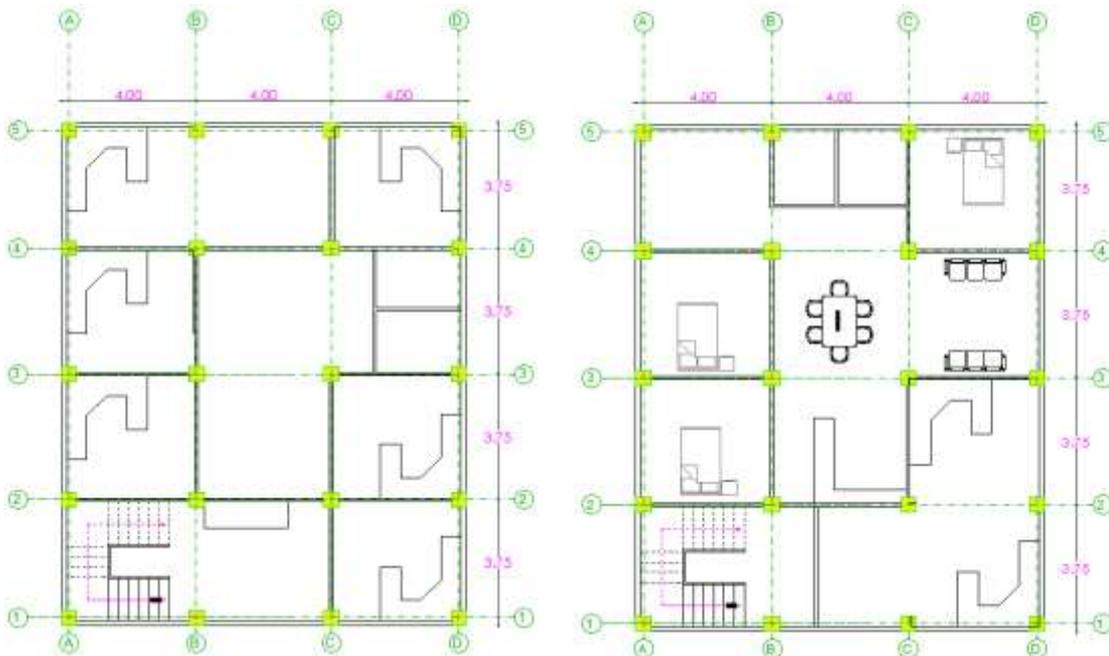
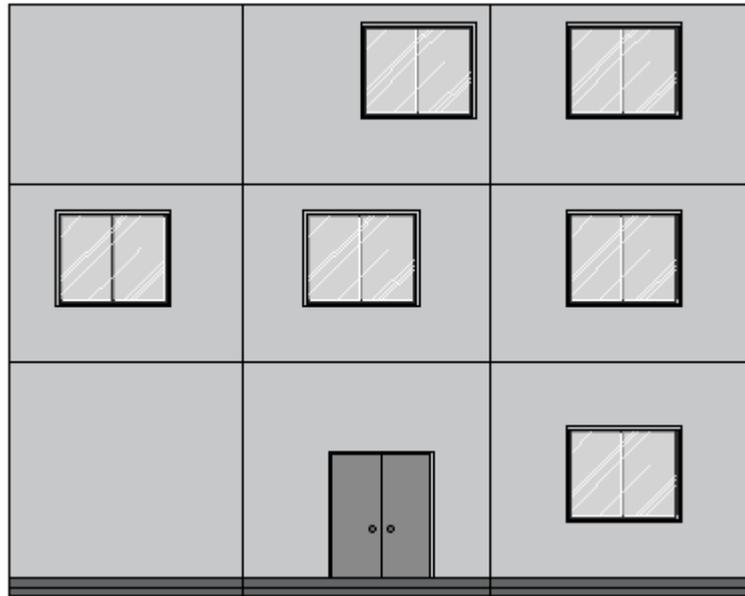


Ilustración: Inmueble planteado para el proyecto

Fuente: Propia

Para aquello es necesario la implementación del programa de análisis ETABS, el cual nos permitirá determinar las cargas axiales en cada columna-cimiento según las dimensiones, pisos y otros elementos.

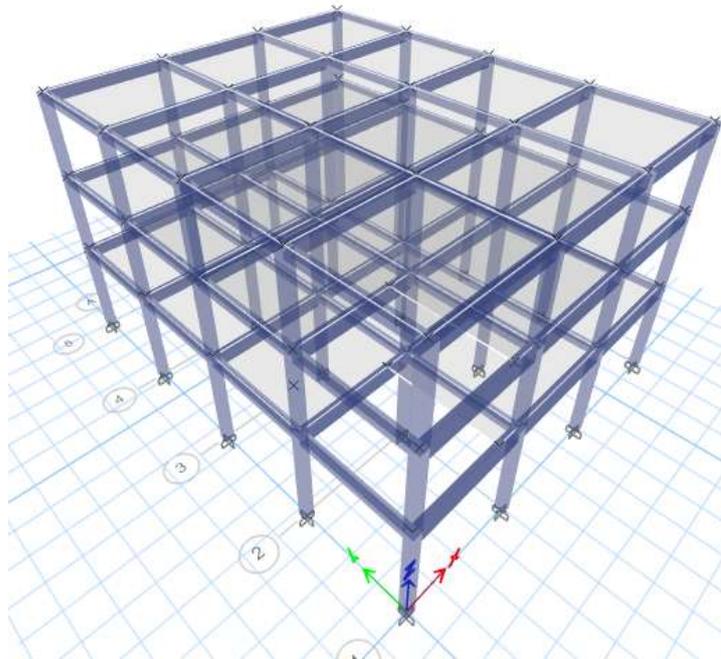


Ilustración: Edificio de tres plantas modelado en ETABS

Fuente: ETABS

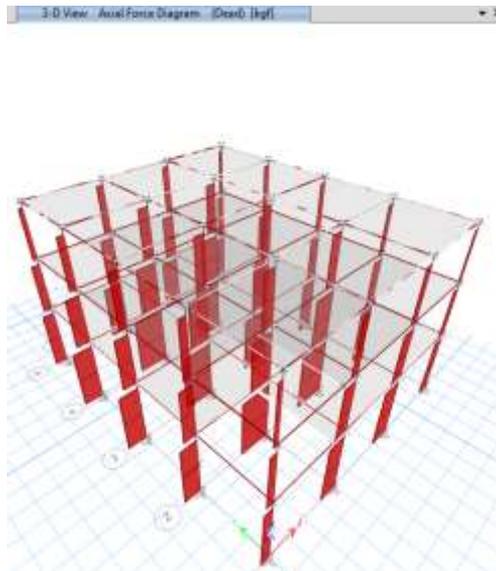


Ilustración: Diagrama de Cargas Muertas Axiales

Fuente: ETABS

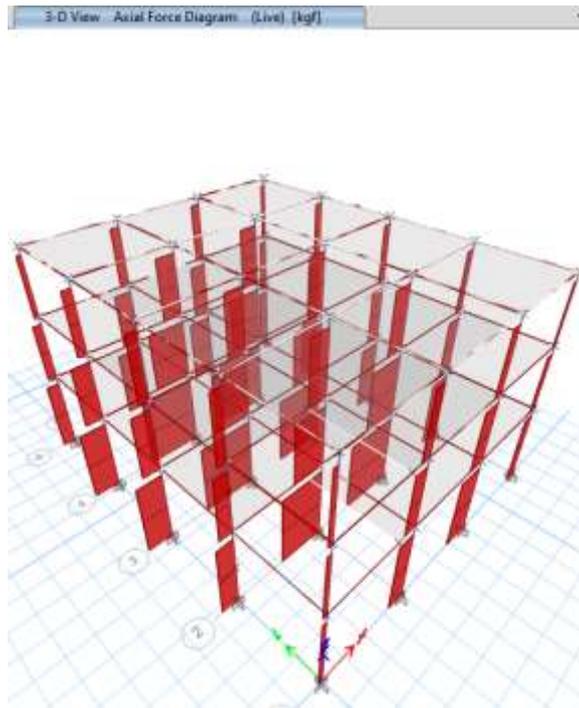


Ilustración: Diagrama de Cargas Vivas Axiales

Fuente: ETABS

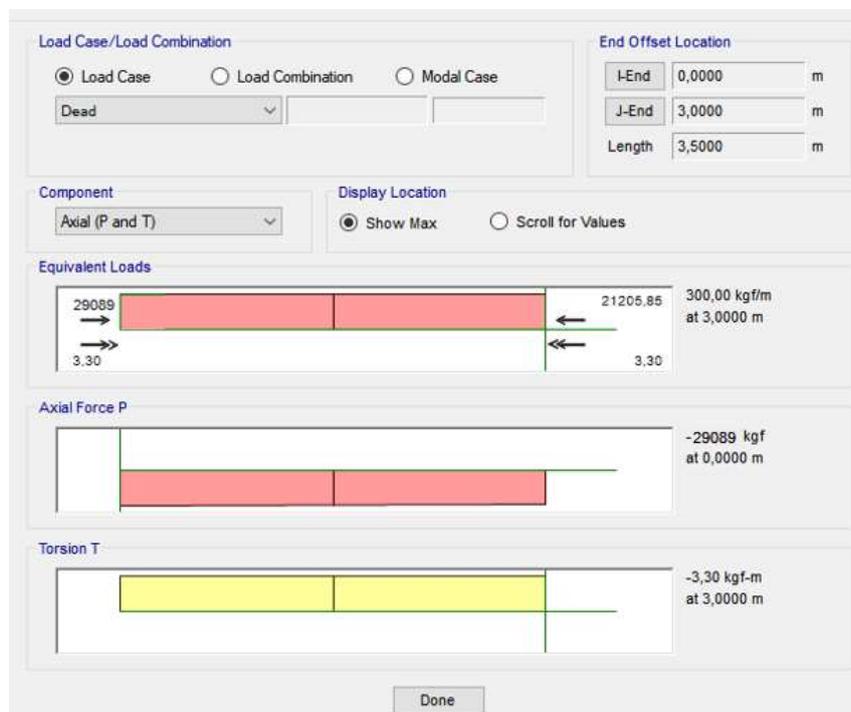


Ilustración: Valor Carga Muerta puntual en el eje B4

Fuente: ETABS

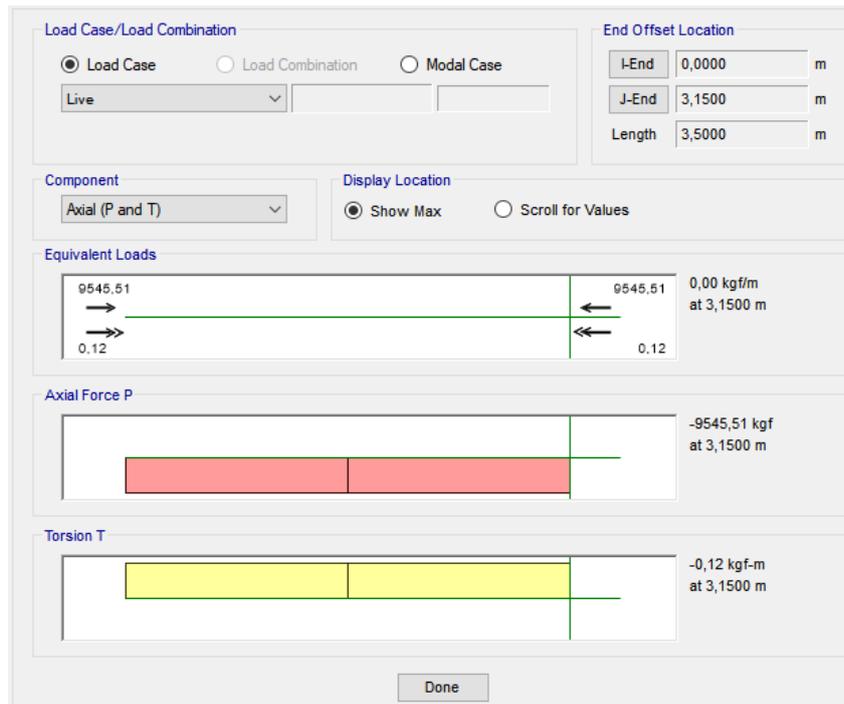


Ilustración: Valor Carga Viva puntual en el eje B4

Fuente: ETABS

Mayor sollicitación en la columna C2, cuyo valor de carga para carga muerta es de 29089 y para carga viva es de 9545,51 kg. Que sumados ambas cargas nos queda 38634,51 kg, que es lo mismo decir 38,634 Ton.

ANEXO II: CÁLCULO DEL MEJORAMIENTO DE SUELO Y DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA PARA SUELO PUERTO BOLÍVAR

Datos obtenidos del estudio en la perforación donde se encontró el nivel freático más crítico el cual fue de NF: -1,00 m.

$$q_u = 10 \text{ ton}/m^2$$

Como tal se identifica que para ese NF tenemos una carga última de $10 \text{ ton}/m^2$. Esta es mucho menor a la requerida por el cimiento (estructura) de $38,6 \text{ ton}$ por lo que se necesita realizar un mejoramiento.

Se procede a calcular la profundidad requerida para el corte donde se va a implementar la cimentación.

$$IP = 0,00 \% \quad \gamma_s = 1,56 \text{ Ton}/m^3$$

$$D_f = \frac{(((0,83 - 0,017 * IP)) * IP - 4)}{\gamma_s} = \frac{(((0,83 - 0,017 * 0,00)) * 0,00 - 4)}{1,56 \text{ Ton}/m^3}$$

$$D_f = 2,6m$$

Se propone un mejoramiento de 1,1 m de material de relleno y piedra bola, los cuales tendrán las siguientes propiedades.

Cohesión del mejoramiento tomando en cuenta el tipo de material, arcilla, arenas y limos.

$$c = \frac{(2,5 \frac{\text{ton}}{m^2} + 0,5 \frac{\text{ton}}{m^2} + 0,2 \frac{\text{ton}}{m^2})}{3} = 1,06 \approx 1,0 \text{ ton}/m^2$$

Arcilla rígida	0.25
Arcilla semirígida	0.1
Arcilla blanda	0.01
Arcilla arenosa	0.05
Limo rígido o duro	0.02

Tabla: Valores referenciales de cohesión en Kg/cm^2

Fuente: Paul Cabrera Gordillo

Establecemos de acuerdo a la tabla según el tipo de materiales, una estimación para peso volumétrico o específico y ángulo de fricción.

$$\gamma_s = 2,1 \text{ Ton}/m^3 \quad \Phi = 26$$

Tipo de suelo	Consistencia	Angulo de fricción interna Φ en grados	Peso específico en kg/cm ³
Arena gruesa o arena con grava	Compacta	40	2250
	suelta	35	1450
Arena media	Compacta	40	2080
	suelta	30	1450
Arena limosa fina o limo arenoso	Compacta	30	2080
	suelta	25	1365
Limo uniforme	Compacta	30	2160
	suelta	25	1365
Arcilla – limo	Suave a mediana	20	1440 – 1920
Arcilla limosa	Suave a mediana	15	1440 – 1920
Arcilla	Suave a mediana	0.1	1440 – 1920

Tabla: Ángulos de Fricción Interna y Pesos Específicos

Fuente: Paul Cabrera Gordillo

Se complementan los datos para el cálculo de la capacidad del suelo:

Altura de mejoramiento (mts):	1,1
Peso Volumétrico del suelo, γ_s ; ($\frac{\text{Ton}}{m^3}$)	2,1
Cohesión del suelo, c, (Ton/m ²)	1,0
Ángulo de fricción interna del suelo; θ ; (grados)	26
Ancho o Radio del cimient; B o R (mts):	1,14
Tipo de suelo: 1-Arcilloso firme/ 2-Arcilloso blando/ 3- Arenoso	2
Factor de seguridad, F.S.: (3,5-3,0-2,5)	3,0

Calculamos los Factores dependientes del ángulo de fricción:

Factor de cohesión, $N_c = 27,09$

Factor de sobrecarga, $N_q = 14,21$

Factor de piso, $N_g = 9,84$

$$c' = \frac{2}{3}c = 0,67$$

$$N'c = \frac{2}{3}N_c = 18,06$$

$$N'q = \frac{2}{3}N_q = 9,47$$

$$N'g = \frac{2}{3}N_g = 6,56$$

Capacidad de carga última, q_c :

$$q_c = c' * N'c + Gm * Df * N'q + 0,5 * Gm * B * N'g$$

$$c * N_c = 12,0$$

$$g * Df * N'q = 21,9$$

$$0,5 * g * B * N'g = 7,6$$

$$q_c = 41,8 \text{ Ton}/m^2$$

$q_c = 41,8 \text{ Ton}/m^2$ capacidad para soportar el esfuerzo del suelo mejorado.

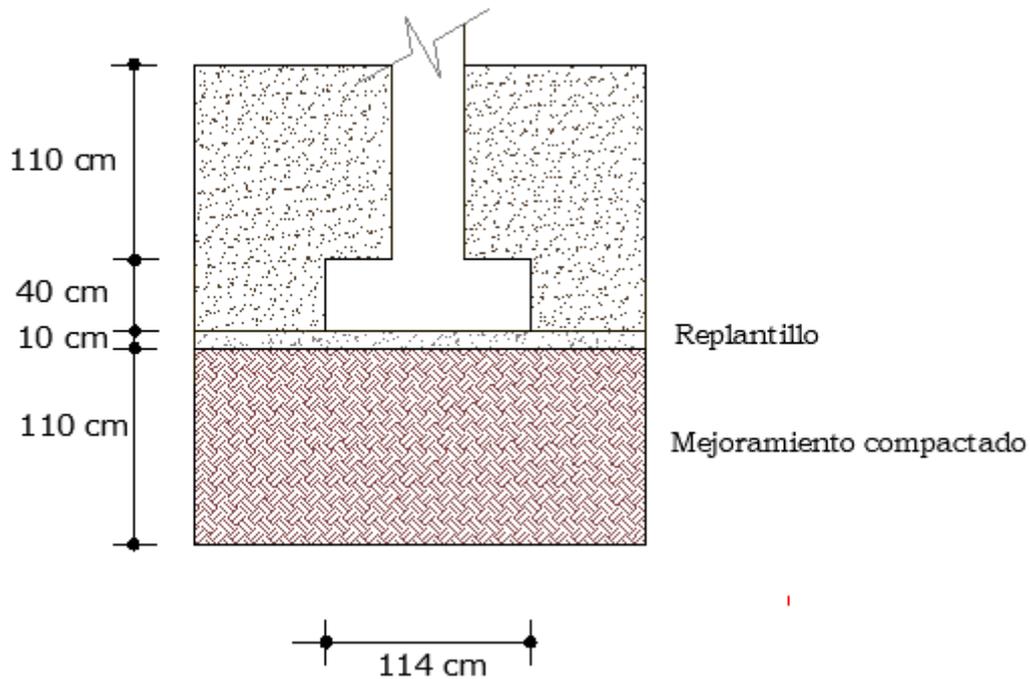


Ilustración: Gráfica de mejoramiento para el suelo

Fuente: Propia

CÁLCULO DEL DISEÑO DE LA ZAPATA CORRIDA NORMA ACI 318

Tenemos los siguientes datos:

$$P = 38,6 \text{ Ton}$$

Factor de carga

$$F_c = 1,4$$

$$F'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_t; q; q_c = 41,8 \text{ Ton/m}^2$$

Área de sustentación:

$$P_u = P * F_c$$

$$P_u = 38,6 \text{ Ton} * 1,4 = 54,04 \text{ Ton}$$

$$\text{Área} = \frac{P_u}{R_t}$$

$$\text{Área} = \frac{54,04 \text{ Ton}}{41,8 \text{ Ton/m}^2} = 1,292823 \text{ m}^2$$

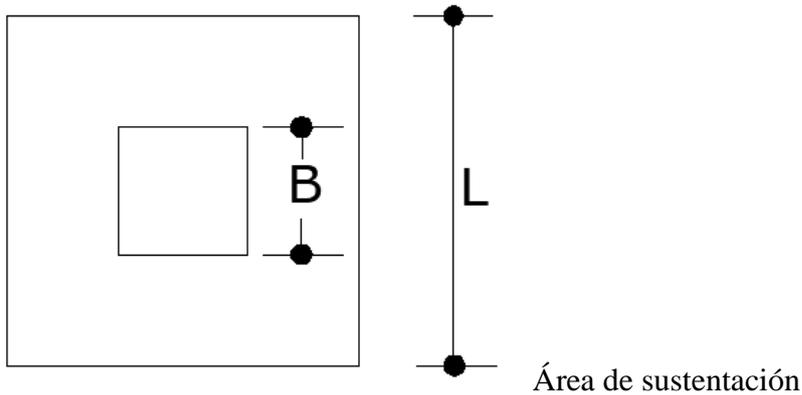
Longitud de Zapata

$$L = \sqrt{\text{Área de sustentación}}$$

$$L = \sqrt{1,292823 \text{ m}^2} = 1,14\text{m}$$

Dimensión, o ancho real de la zapata

$$L = 1,14\text{m}$$



Se propone un espesor de zapata y columna de 0,4m.

$$\text{Columna} = 0,4 \text{ m}$$

$$L = 1,14 \text{ m}$$

Momento flexionante

$$W = Rt * L$$

$$W = 41,8 \text{ Ton/m}^2 * 1,14\text{m}$$

$$W = 47,53 \text{ Ton/m}$$

$$l = \frac{L - \text{Columna}}{2} = \frac{1,14 \text{ m} - 0,4\text{m}}{2} = 0,37\text{m}$$

$$M = \frac{W * l^2}{2} = \frac{\left(47,53 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}\right) (0,37\text{m})^2}{2} = 3,23 \text{ Ton} * \text{m}$$

Cálculo de peralte (Normas Nec-2015)

$$\rho = 0,02357 \text{ Valor según la normativa}$$

$$d = \sqrt{\frac{M}{0,9 * \rho * B * f_y * \left(1 - \frac{0,59 * \rho * f_y}{f'c}\right)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{3,25 \text{ Ton} * m * 100000}{0,9 * (0,02357) * (1,15m * 100) * (4200 \text{ Kg/cm}^2 * \left(1 - \frac{0,59 * \rho * f_y}{f'c}\right))}}$$

$$d = 6,48865 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$d; \text{peralte} = h - \text{Rec} = 40\text{cm} - 6,5\text{cm} = 33,50 \text{ cm}$$

$$\text{Rec} = 6,50 \text{ cm}$$

Cálculo de armados

Número de varillas: 14 mm

$$A_s = \frac{\pi * (1,4\text{cm})^2}{4} = 1,5394 \text{ cm}^2$$

Selección del área de acero

$$A_s = \rho * b * \text{Rec} = 0,02357 * 114\text{cm} * 6,5\text{cm} = 17,39 \text{ cm}^2$$

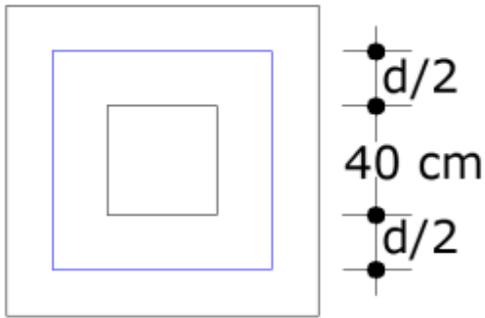
Número de varillas

$$\frac{A_s}{A_s} = \frac{17,49 \text{ cm}^2}{1,53938 \text{ cm}^2} = 11$$

Separación:

$$S = \frac{L}{\text{Número de varillas}} = \frac{114\text{cm}}{11,36} = 10\text{cm}$$

Comprobación (método de penetración)



$$d = B = 40cm$$

$$\frac{d}{2} = 20cm$$

$$l = d + \frac{d}{2} * 2 = 40 cm + \frac{20cm}{2} * 2 = 80cm$$

Perímetro

$$P = 4 * l$$

$$P = 4 * 80 cm = 320 cm = 3,2 m$$

Resistencia del concreto al cortante

$$V = Rt(b^2 - d^2)$$

$$V = 41,5 \frac{Ton}{m^2} * ((1,14 m)^2 - (0,4 m)^2)$$

$$V = 47,4 Ton$$

Esfuerzo cortante

$$EC = \frac{V}{Perimetro * d}$$

$$EC = \frac{47400 kg}{320 cm * 40 cm}$$

$$EC = 3,70 \frac{Kg}{cm^2}$$

Cortante por penetración

Factor de resistencia $Fr = 0,8$

$$Fc = Fr * F'c$$

$$Fc = 0,8 * 240 \frac{kg}{cm^2}$$

$$Fc = 192 \frac{kg}{cm^2}$$

Comprobación de cortantes

$$VCr = \sqrt{Fc}$$

$$VCr = \sqrt{192 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$VCr = 11,08513 \frac{kg}{cm^2}$$

$$V \leq VCr$$

$$3,70 \frac{kg}{cm^2} \leq 11,08 \frac{kg}{cm^2}$$

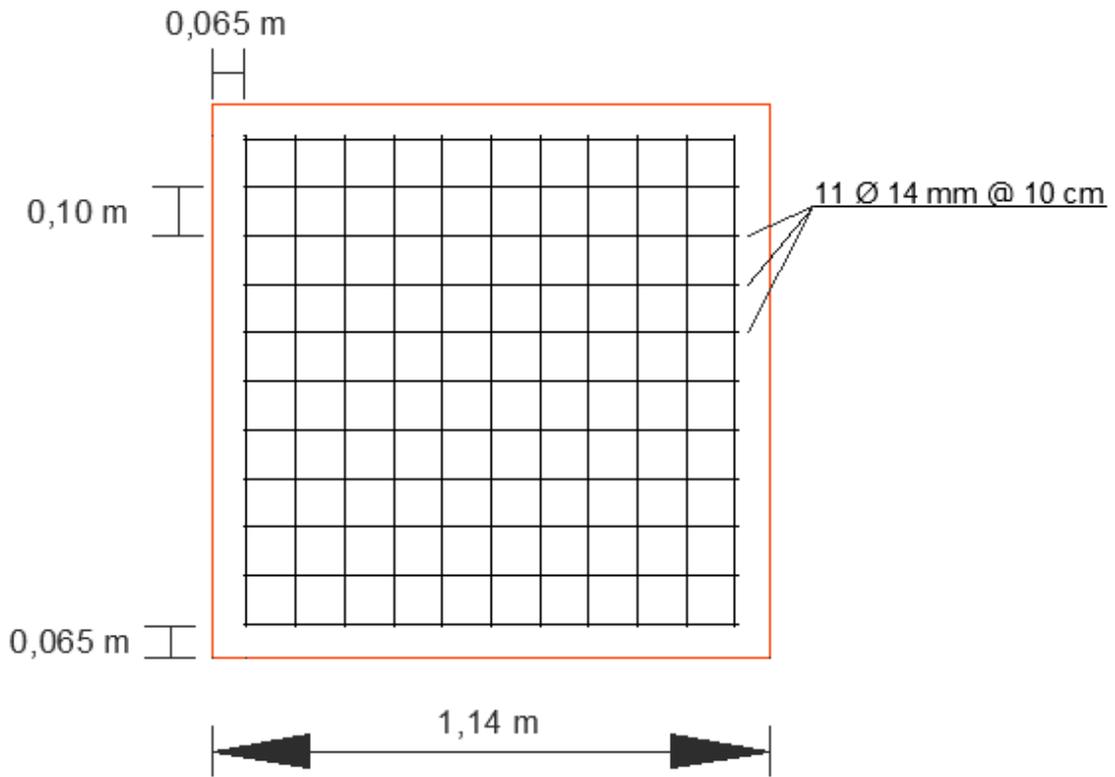


Ilustración: Vista en Planta de la Zapata

Fuente: Propia

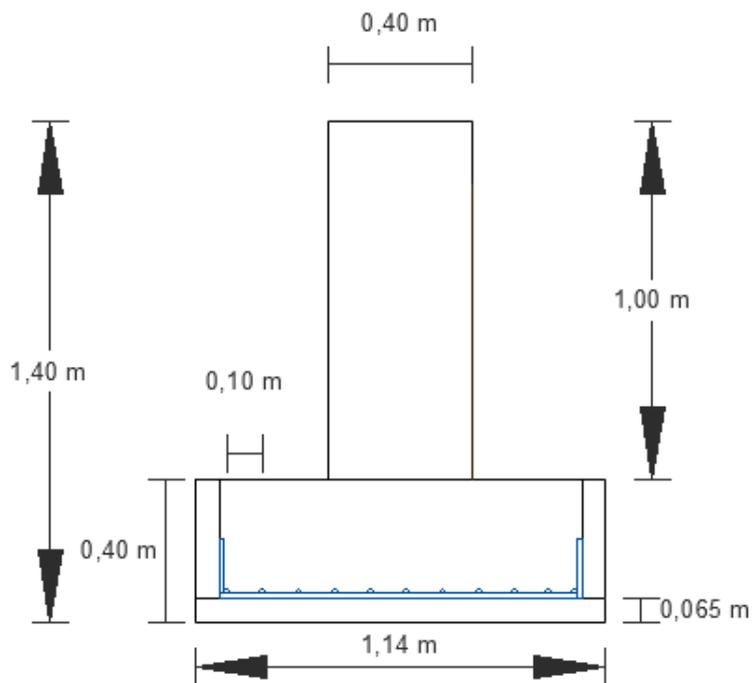


Ilustración: Detalle de la zapata corrida vista Frontal

Fuente: Propia

ANEXO III: CÁLCULO DEL MEJORAMIENTO DE SUELO Y DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA PARA SUELO GRANJA DEL COLEGIO 9 DE OCTUBRE-MERCADO MUNICIPAL

Datos obtenidos del estudio en la perforación donde se encontró el nivel freático más crítico el cual fue de NF: -1,05 m.

$$q_u = 17,9 \text{ ton}/m^2$$

Como tal se identifica que para ese NF tenemos una carga última de $17,9 \text{ ton}/m^2$. Esta es mucho menor a la requerida por el cimiento (estructura) de $38,6 \text{ ton}$ por lo que se necesita realizar un mejoramiento.

Se procede a calcular la profundidad requerida para el corte donde se va a implementar la cimentación.

$$IP = 34,10 \% \quad \gamma_s = 1,712 \text{ Ton}/m^3$$

$$D_f = \frac{(((0,83 - 0,017 * IP)) * IP - 4)}{\gamma_s} = \frac{(((0,83 - 0,017 * 34,10)) * 34,10 - 4)}{1,72 \text{ Ton}/m^3}$$

$$D_f = 2,7m$$

Se propone un mejoramiento de 1,1 m de material de relleno y piedra bola, los cuales tendrán las siguientes propiedades.

Cohesión del mejoramiento tomando en cuenta el tipo de material, arcilla, arenas y limos.

$$c = \frac{(1,0 \frac{\text{ton}}{m^2} + 0,5 \frac{\text{ton}}{m^2} + 0,2 \frac{\text{ton}}{m^2})}{3} = 0,567 \approx 0,50 \text{ ton}/m^2$$

Arcilla rígida	0.25
Arcilla semirígida	0.1
Arcilla blanda	0.01
Arcilla arenosa	0.05
Limo rígido o duro	0.02

Tabla: Valores referenciales de cohesión en Kg/cm^2

Fuente: Paul Cabrera Gordillo

Establecemos de acuerdo a la tabla según el tipo de materiales, una estimación para peso volumétrico o específico y ángulo de fricción.

$$\gamma_s = 2,1 \text{ Ton}/m^3 \quad \Phi = 28$$

Tipo de suelo	Consistencia	Angulo de fricción interna Φ en grados	Peso específico en kg/cm ³
Arena gruesa o arena con grava	Compacta	40	2250
	suelta	35	1450
Arena media	Compacta	40	2080
	suelta	30	1450
Arena limosa fina o limo arenoso	Compacta	30	2080
	suelta	25	1365
Limo uniforme	Compacta	30	2160
	suelta	25	1365
Arcilla – limo	Suave a mediana	20	1440 – 1920
Arcilla limosa	Suave a mediana	15	1440 – 1920
Arcilla	Suave a mediana	0.1	1440 – 1920

Tabla: Ángulos de Fricción Interna y Pesos Específicos

Fuente: Paul Cabrera Gordillo

Se complementan los datos para el cálculo de la capacidad del suelo:

Altura de mejoramiento (mts):	1,15
Peso Volumétrico del suelo, γ_s ; ($\frac{\text{Ton}}{m^3}$)	2,1
Cohesión del suelo, c, (Ton/m ²)	0,5
Ángulo de fricción interna del suelo; θ ; (grados)	28
Ancho o Radio del cimiento; B o R (mts):	1,1
Tipo de suelo: 1-Arcilloso firme/ 2-Arcilloso blando/ 3- Arenoso	2
Factor de seguridad, F.S.: (3,5-3,0-2,5)	3,0

Calculamos los Factores dependientes del ángulo de fricción:

Factor de cohesión, $N_c = 31,61$

Factor de sobrecarga, $N_q = 17,81$

Factor de piso, $N_g = 13,70$

$$c' = \frac{2}{3}c = 0,30$$

$$N'c = \frac{2}{3}N_c = 21,07$$

$$N'q = \frac{2}{3}N_q = 11,87$$

$$N'g = \frac{2}{3}N_g = 9,13$$

Capacidad de carga última, q_c :

$$q_c = c' * N'c + Gm * Df * N'q + 0,5 * Gm * B * N'g$$

$$c * N_c = 6,3$$

$$g * Df * N'q = 28,7$$

$$0,5 * g * B * N'g = 10,5$$

$$q_c = 45,5 \text{ Ton}/m^2$$

$q_c = 45,5 \text{ Ton}/m^2$ capacidad para soportar el esfuerzo del suelo mejorado.

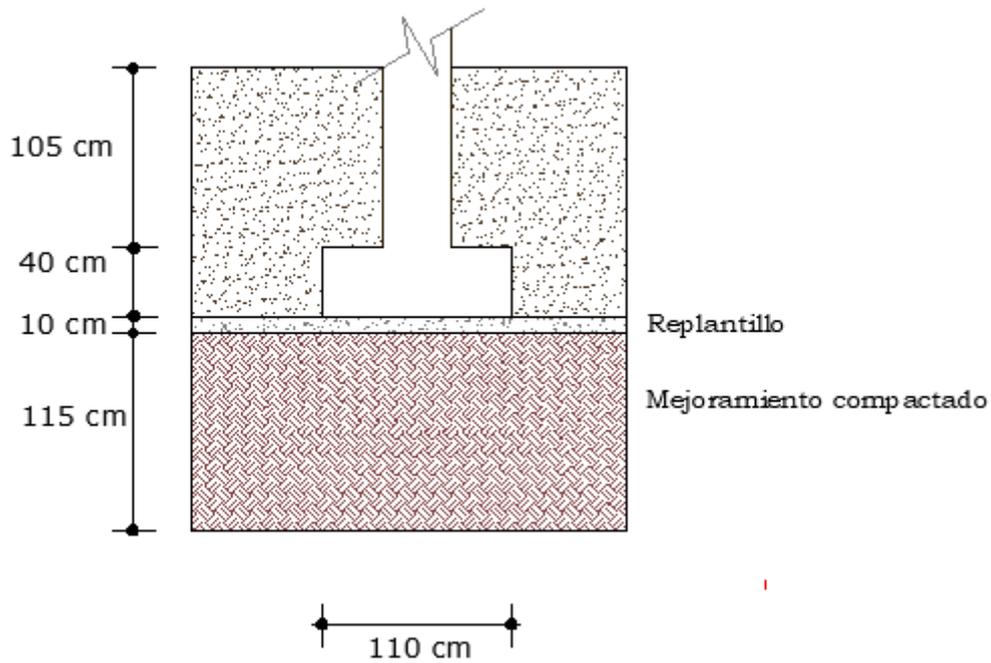


Ilustración: Gráfica de mejoramiento para el suelo

Fuente: Propia

CÁLCULO DEL DISEÑO DE LA ZAPATA CORRIDA NORMA ACI 318

Tenemos los siguientes datos:

$$P = 38,6 \text{ Ton}$$

Factor de carga

$$F_c = 1,4$$

$$F'c = 240 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_t; q; q_c = 45,50 \text{ Ton/m}^2$$

Área de sustentación:

$$P_u = P * F_c$$

$$P_u = 38,6 \text{ Ton} * 1,4 = 54,04 \text{ Ton}$$

$$\text{Área} = \frac{P_u}{R_t}$$

$$\text{Área} = \frac{54,04 \text{ Ton}}{45,50 \text{ Ton/m}^2} = 1,187692 \text{ m}^2$$

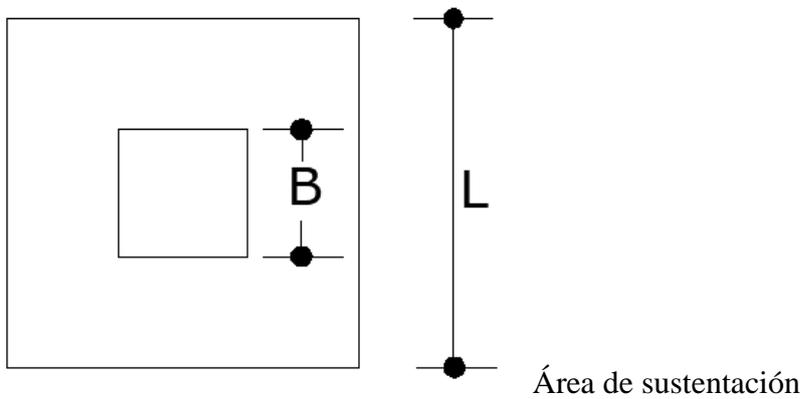
Longitud de Zapata

$$L = \sqrt{\text{Área de sustentación}}$$

$$L = \sqrt{1,187692 \text{ m}^2} = 1,10\text{m}$$

Dimensión, o ancho real de la zapata

$$L = 1,10\text{m}$$



Se propone un espesor de zapata y columna de 0,4m.

$$\text{Columna} = 0,4 \text{ m}$$

$$L = 1,10 \text{ m}$$

Momento flexionante

$$W = Rt * L$$

$$W = 45,50 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 1,10\text{m}$$

$$W = 50,05 \text{ Ton/m}$$

$$l = \frac{L - \text{Columna}}{2} = \frac{1,10 \text{ m} - 0,4\text{m}}{2} = 0,35\text{m}$$

$$M = \frac{W * l^2}{2} = \frac{\left(50,05 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}\right) (0,35\text{m})^2}{2} = 3,07 \text{ Ton} * \text{m}$$

Cálculo de peralte (Normas Nec-2015)

$\rho = 0,02357$ Valor según la normativa

$$d = \sqrt{\frac{M}{0,9 * \rho * B * f_y * \left(1 - \frac{0,59 * \rho * f_y}{f'_c}\right)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{2,98 \text{ Ton} * m * 100000}{0,9 * (0,02357) * (1,10m * 100) * (4200 \text{ Kg/cm}^2 * \left(1 - \frac{0,59 * \rho * f_y}{f'_c}\right))}}$$

$$d = 6,459648 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$d; \text{peralte} = h - \text{Rec} = 40\text{cm} - 6,46\text{cm} = 33,54 \text{ cm}$$

$$\text{Rec} = 6,46 \text{ cm}$$

Cálculo de armados

Número de varillas: 14 mm

$$A_s = \frac{\pi * (1,4\text{cm})^2}{4} = 1,5394 \text{ cm}^2$$

Selección del área de acero

$$A_s = \rho * b * \text{Rec} = 0,02357 * 110\text{cm} * 6,46\text{cm} = 16,59 \text{ cm}^2$$

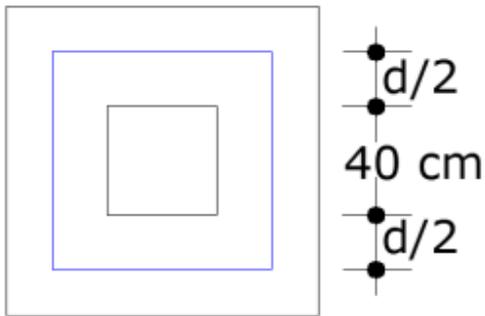
Número de varillas

$$\frac{A_s}{A_s} = \frac{16,59 \text{ cm}^2}{1,53938 \text{ cm}^2} = 10$$

Separación:

$$S = \frac{L}{\text{Número de varillas}} = \frac{110 \text{ cm}}{10,67} = 10\text{cm}$$

Comprobación (método de penetración)



$$d = B = 40\text{cm}$$

$$\frac{d}{2} = 20\text{cm}$$

$$l = d + \frac{d}{2} * 2 = 40\text{ cm} + \frac{20\text{cm}}{2} * 2 = 80\text{cm}$$

Perímetro

$$P = 4 * l$$

$$P = 4 * 80\text{ cm} = 320\text{ cm} = 3,2\text{ m}$$

Resistencia del concreto al cortante

$$V = Rt(b^2 - d^2)$$

$$V = 45,50 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} * ((1,10\text{ m})^2 - (0,4\text{ m})^2)$$

$$V = 46,8\text{ Ton}$$

Esfuerzo cortante

$$EC = \frac{V}{\text{Perímetro} * d}$$

$$EC = \frac{46800\text{ kg}}{320\text{ cm} * 40\text{ cm}}$$

$$EC = 3,65 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Cortante por penetración

Factor de resistencia $Fr = 0,8$

$$Fc = Fr * F'c$$

$$Fc = 0,8 * 240 \frac{kg}{cm^2}$$

$$Fc = 192 \frac{kg}{cm^2}$$

Comprobación de cortantes

$$VCr = \sqrt{Fc}$$

$$VCr = \sqrt{192 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$VCr = 11,08513 \frac{kg}{cm^2}$$

$$V \leq VCr$$

$$3,65 \frac{kg}{cm^2} \leq 11,08 \frac{kg}{cm^2}$$

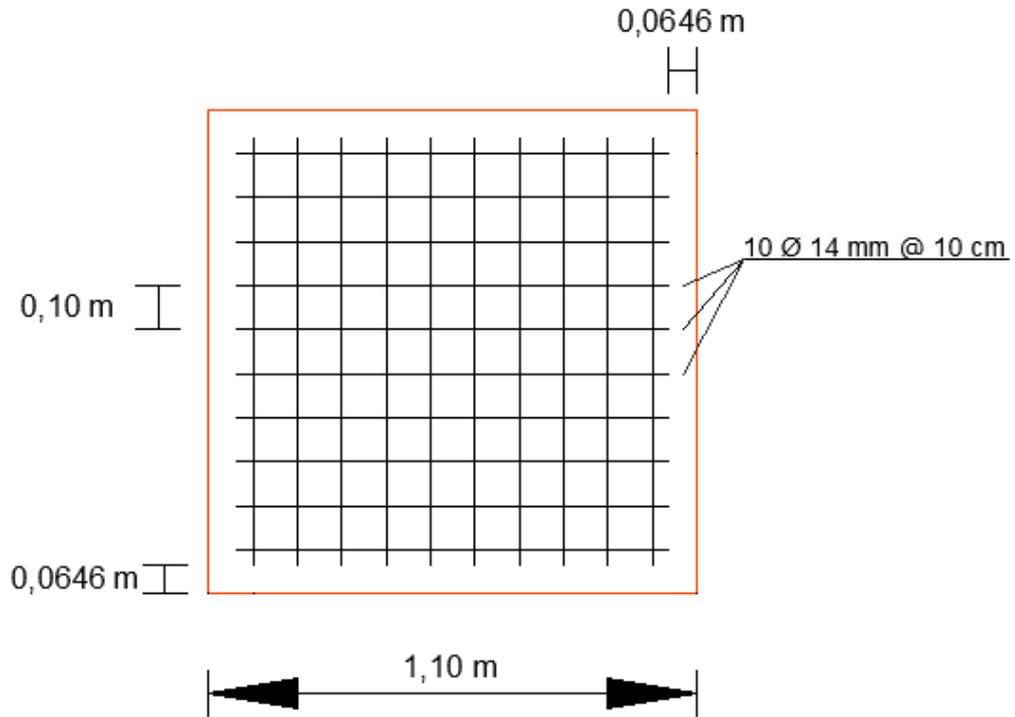


Ilustración: Vista en Planta de la Zapata

Fuente: Propia

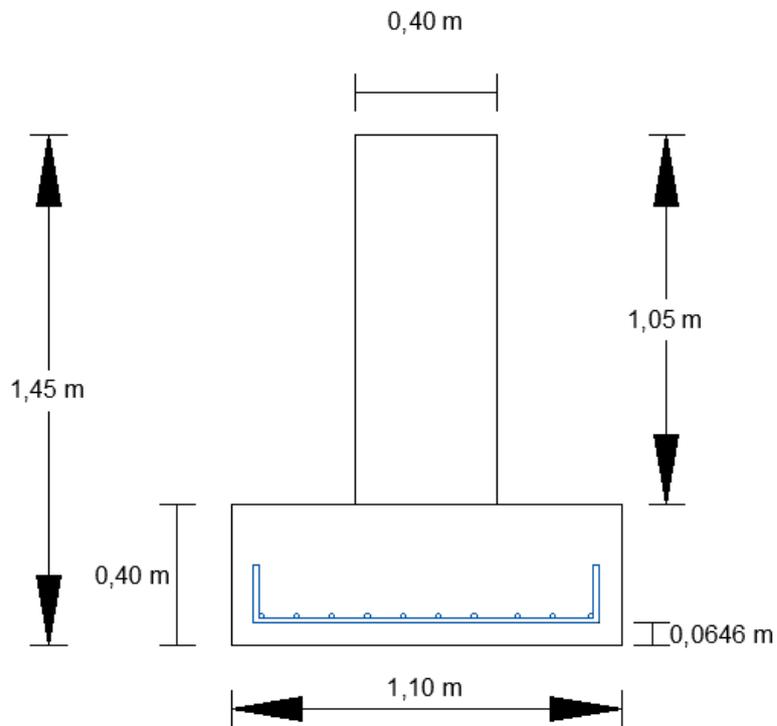


Ilustración: Detalle de la zapata corrida vista Frontal

Fuente: Propia

ANEXO IV: CÁLCULO DEL MEJORAMIENTO DE SUELO Y DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA PARA SUELO BARRIO VENEZUELA

Datos obtenidos del estudio en la perforación donde se encontró el nivel freático más crítico el cual fue de NF: -1,05 m.

$$q_u = 20 \text{ ton}/m^2$$

Como tal se identifica que para ese NF tenemos una carga última de $20 \text{ ton}/m^2$. Esta es mucho menor a la requerida por el cimiento (estructura) de $38,6 \text{ ton}$ por lo que se necesita realizar un mejoramiento.

Se procede a calcular la profundidad requerida para el corte donde se va a implementar la cimentación.

$$IP = 35,5 \% \quad \gamma_s = 1,67 \text{ Ton}/m^3$$

$$D_f = \frac{(((0,83 - 0,017 * IP)) * IP - 4)}{\gamma_s} = \frac{(((0,83 - 0,017 * 35,5)) * 35,5 - 4)}{1,67 \text{ Ton}/m^3}$$

$$D_f = 2,4m$$

Se propone un mejoramiento de 1,2 m de material de relleno y piedra bola, los cuales tendrán las siguientes propiedades.

Cohesión del mejoramiento tomando en cuenta el tipo de material, arcilla, arenas y limos.

$$c = \frac{(1,0 \frac{\text{ton}}{m^2} + 0,5 \frac{\text{ton}}{m^2} + 0,2 \frac{\text{ton}}{m^2})}{3} = 0,567 \approx 0,50 \text{ ton}/m^2$$

Arcilla rígida	0.25
Arcilla semirígida	0.1
Arcilla blanda	0.01
Arcilla arenosa	0.05
Limo rígido o duro	0.02

Tabla: Valores referenciales de cohesión en Kg/cm^2

Fuente: Paul Cabrera Gordillo

Establecemos de acuerdo a la tabla según el tipo de materiales, una estimación para peso volumétrico o específico y ángulo de fricción.

$$\gamma_s = 2,1 \text{ Ton}/m^3 \quad \Phi = 28$$

Tipo de suelo	Consistencia	Angulo de fricción interna Φ en grados	Peso específico en kg/cm ³
Arena gruesa o arena con grava	Compacta	40	2250
	suelta	35	1450
Arena media	Compacta	40	2080
	suelta	30	1450
Arena limosa fina o limo arenoso	Compacta	30	2080
	suelta	25	1365
Limo uniforme	Compacta	30	2160
	suelta	25	1365
Arcilla – limo	Suave a mediana	20	1440 – 1920
Arcilla limosa	Suave a mediana	15	1440 – 1920
Arcilla	Suave a mediana	0.1	1440 – 1920

Tabla: Ángulos de Fricción Interna y Pesos Específicos

Fuente: Paul Cabrera Gordillo

Se complementan los datos para el cálculo de la capacidad del suelo:

Altura de mejoramiento (mts):	1,1
Peso Volumétrico del suelo, γ_s ; ($\frac{\text{Ton}}{m^3}$)	2,1
Cohesión del suelo, c, (Ton/m ²)	0,5
Ángulo de fricción interna del suelo; θ ; (grados)	28
Ancho o Radio del cimiento; B o R (mts):	1,1
Tipo de suelo: 1-Arcilloso firme/ 2-Arcilloso blando/ 3- Arenoso	2
Factor de seguridad, F.S.: (3,5-3,0-2,5)	3,0

Calculamos los Factores dependientes del ángulo de fricción:

Factor de cohesión, $N_c = 31,61$

Factor de sobrecarga, $N_q = 17,81$

Factor de piso, $N_g = 13,70$

$$c' = \frac{2}{3}c = 0,30$$

$$N'c = \frac{2}{3}N_c = 21,07$$

$$N'q = \frac{2}{3}N_q = 11,87$$

$$N'g = \frac{2}{3}N_g = 9,13$$

Capacidad de carga última, q_c :

$$q_c = c' * N'c + Gm * Df * N'q + 0,5 * Gm * B * N'g$$

$$c * N_c = 6,3$$

$$g * Df * N'q = 27,4$$

$$0,5 * g * B * N'g = 10,5$$

$$q_c = 44,3 \text{ Ton}/m^2$$

$q_c = 44,30 \text{ Ton}/m^2$ capacidad para soportar el esfuerzo del suelo mejorado.

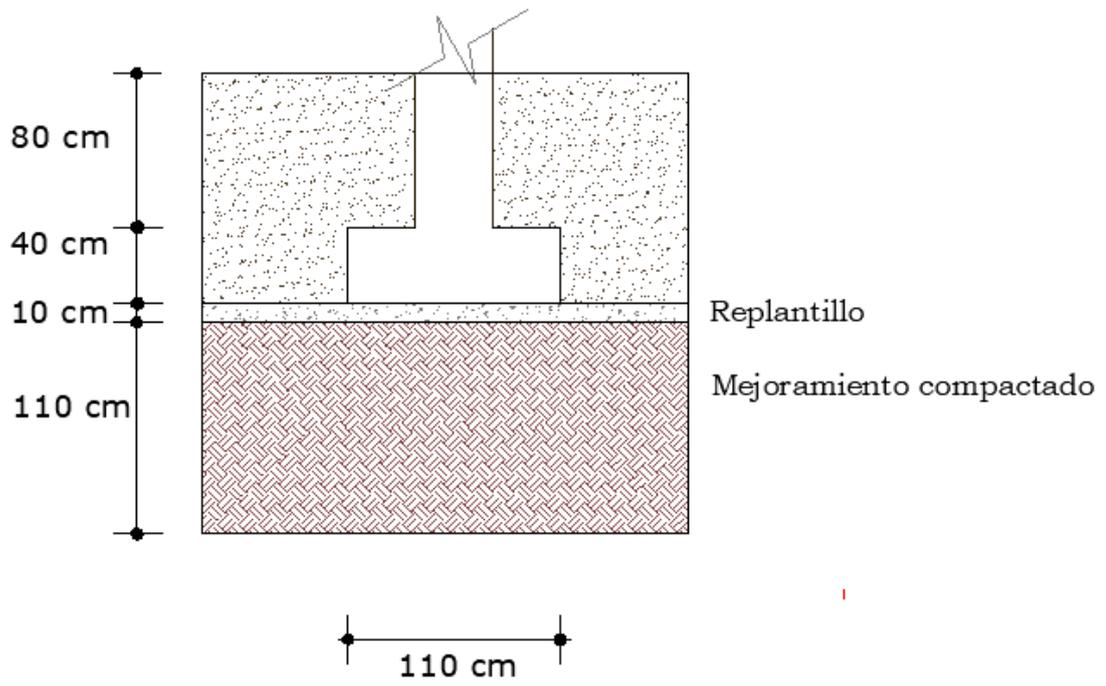


Ilustración: Gráfica de mejoramiento para el suelo

Fuente: Propia

CÁLCULO DEL DISEÑO DE LA ZAPATA CORRIDA NORMA ACI 318

Tenemos los siguientes datos:

$$P = 38,6 \text{ Ton}$$

Factor de carga

$$F_c = 1,4$$

$$F'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_t; q; q_c = 44,30 \text{ Ton/m}^2$$

Área de sustentación:

$$P_u = P * F_c$$

$$P_u = 38,60 \text{ Ton} * 1,4 = 54,04 \text{ Ton}$$

$$\text{Área} = \frac{P_u}{R_t}$$

$$\text{Área} = \frac{54,04 \text{ Ton}}{44,30 \text{ Ton/m}^2} = 1,2198646 \text{ m}^2$$

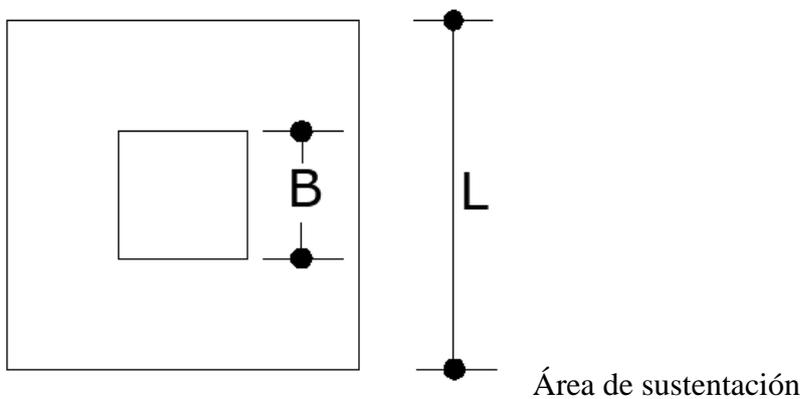
Longitud de Zapata

$$L = \sqrt{\text{Área de sustentación}}$$

$$L = \sqrt{1,2198646 \text{ m}^2} = 1,10 \text{ m}$$

Dimensión, o ancho real de la zapata

$$L = 1,10 \text{ m}$$



Se propone un espesor de zapata y columna de 0,4m.

$$Columna = 0,4 m$$

$$L = 1,12 m$$

Momento flexionante

$$W = Rt * L$$

$$W = 44,30 \frac{ton}{m^2} * 1,10 m$$

$$W = 48,93 Ton/m$$

$$l = \frac{L - Columna}{2} = \frac{1,10 m - 0,4m}{2} = 0,35m$$

$$M = \frac{W * l^2}{2} = \frac{(48,93 \frac{Ton}{m}) (0,35m)^2}{2} = 3,04 Ton * m$$

Cálculo de peralte (Normas Nec-2015)

$$\rho = 0,02357 \text{ Valor según la normativa}$$

$$d = \sqrt{\frac{M}{0,9 * \rho * B * fy * (1 - \frac{0,59 * \rho * fy}{f'c})}}$$

$$d$$

$$= \sqrt{\frac{3,44 Ton * m * 100000}{0,9 * (0,02357) * (1,10 m * 100) * (4200 Kg/cm^2 * (1 - \frac{0,59 * \rho * 4200 kg/cm^2}{240 kg/cm^2}))}}$$

$$d = 6,38487 cm$$

$$h = 40 cm$$

$$d; peralte = h - Rec = 40cm - 6,38cm = 33,62 cm$$

$$Rec = 6,38 cm$$

Cálculo de armados

$$\text{Número de varillas: } 14 mm$$

$$A_s = \frac{\pi * (1,4cm)^2}{4} = 1,5394 cm^2$$

Selección del área de acero

$$A_s = \rho * b * Rec = 0,02357 * 110 cm * 6,38 cm = 16,62 cm^2$$

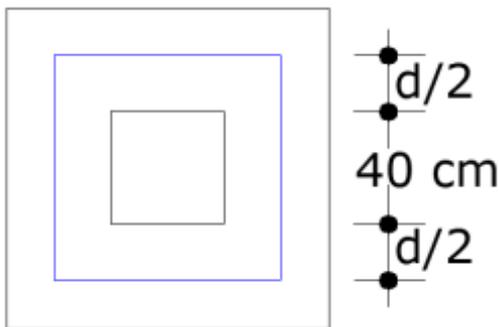
Número de varillas

$$\frac{A_s}{A_s} = \frac{17,23 cm^2}{1,53938 cm^2} = 10$$

Separación:

$$S = \frac{L}{\text{Número de varillas}} = \frac{113 cm}{11,19} = 10cm$$

Comprobación (método de penetración)



$$d = B = 40cm$$

$$\frac{d}{2} = 20cm$$

$$l = d + \frac{d}{2} * 2 = 40 cm + \frac{20cm}{2} * 2 = 80cm$$

Perímetro

$$P = 4 * l$$

$$P = 4 * 80 cm = 320 cm = 3,2 m$$

Resistencia del concreto al cortante

$$V = Rt(b^2 - d^2)$$

$$V = 43,30 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} * ((1,10 \text{ m})^2 - (0,4 \text{ m})^2)$$

$$V = 47,0 \text{ Ton}$$

Esfuerzo cortante

$$EC = \frac{V}{\text{Perimetro} * d}$$

$$EC = \frac{47000 \text{ kg}}{320 \text{ cm} * 40 \text{ cm}}$$

$$EC = 3,67 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Cortante por penetración

Factor de resistencia $Fr = 0,8$

$$Fc = Fr * F'c$$

$$Fc = 0,8 * 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$Fc = 192 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Comprobación de cortantes

$$VCr = \sqrt{Fc}$$

$$VCr = \sqrt{192 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$VCr = 11,08513 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$V \leq VCr$$

$$3,67 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \leq 11,08 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

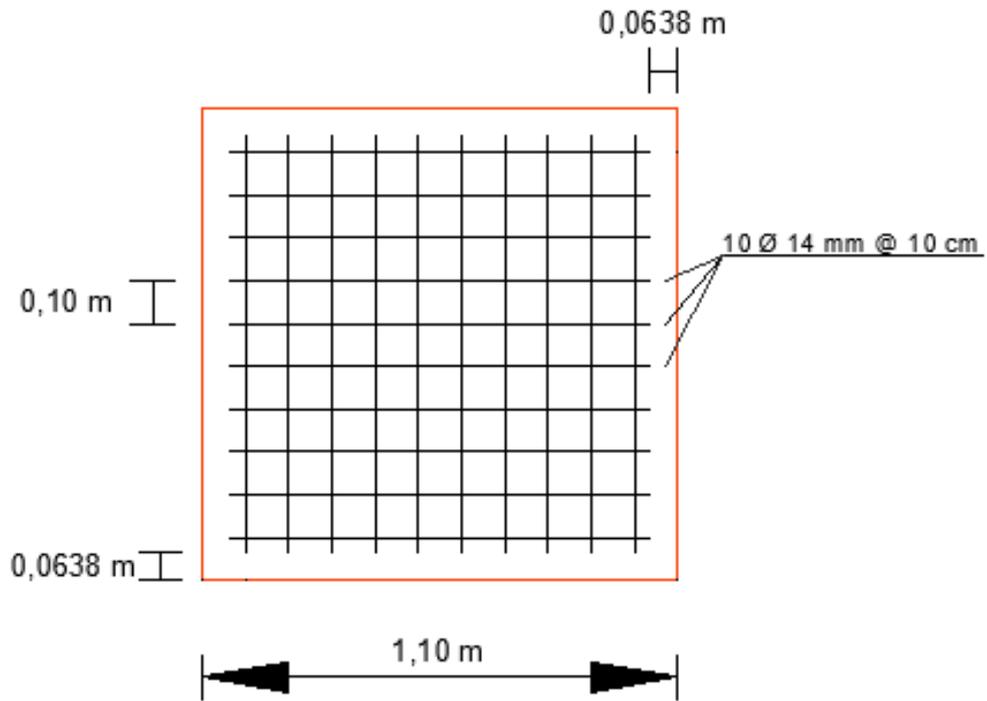


Ilustración: Vista en Planta de la Zapata

Fuente: Propia

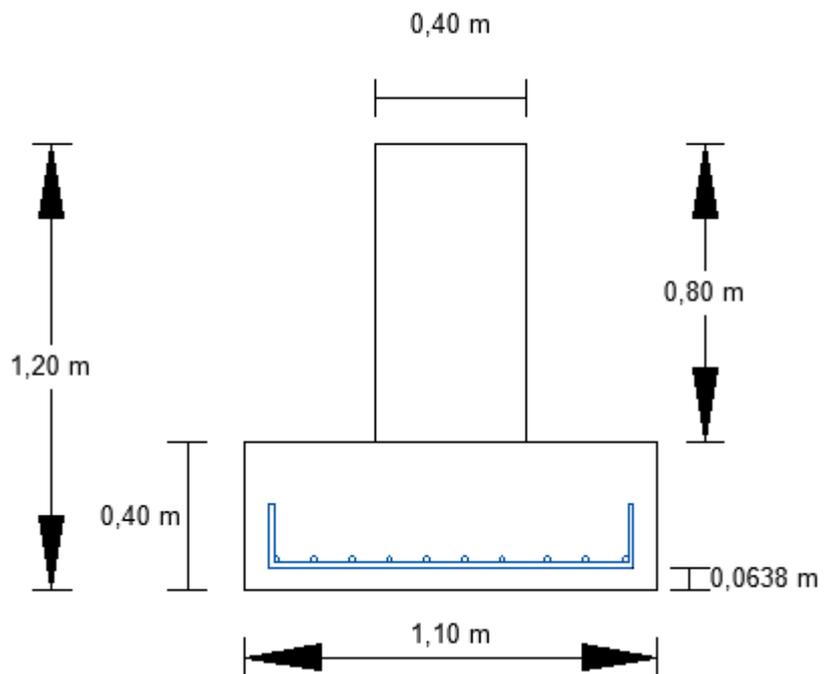
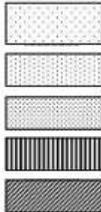


Ilustración: Detalle de la zapata corrida vista Frontal

Fuente: Propia

ANEXO V: ESTUDIO SUELO PUERTO BOLÍVAR

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS		SIMBOLOGIA		NOMENCLATURA		PROYECTO: " CONSTRUCCION DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LA PARROQUIA PUERTO BOLIVAR, CANTON MACHALA PROVINCIA DE EL ORO."																			
ING. PAUL CABRERA GORDILLO RESPONSABLE TECNICO				NAF = Nivel de agua freática W = Humedad natural L. L. = Limite liquido L. P. = Limite plástico I. P. = Indice plástico "qu" = Compresión simple = Deformación N = Número de golpes (SPT)		SOLICITA: CONSORCIO ALCANTARILLADO PUERTO BOLIVAR UBICACIÓN : PARROQUIA PUERTO BOLIVAR PERFORACION N° 2 FECHA: JULIO DEL 2022																			
						PROF. mts.	CAMBIO DE ESTRATO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	ESTRATI GRAFIA	NAF	MUESTRA #	PROFUNDIDAD	CLASIF. SUCS	W %	L. L. %	L. P. %	I. P. %	GRANULOMETRIA			"qu"	P.ESPC. (T/m ³)	SPT N/pe	W	L. L.
													% Pasante tam. N° 4	% Pasante tam. N° 60	% Pasante tam. N° 200	(Kg/cm ²)									
1		Arenas sueltas		AGUA	1	1,00	2,00	SP	46,33	0,00	0,00	0,00	100,00	63,48	29,87	0,1	1,560	2	35,00	40,00	45,00	50,00	0	5	10
2		Arenas sueltas			2	2,00	3,00	SP	39,54	0,00	0,00	0,00	100,00	10,04	11,15	0,51	1,990	5							
3		Arenas sueltas			3	3,00	4,00	SP	43,15	0,00	0,00	0,00	100,00	58,24	26,46	0,85	2,180	9							

ESTUDIO DE SUELO E INFORME GEOTÉCNICO

**ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS,
RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN
DE TERRAPLENES, ESTRUCTURAS LIVIANAS Y
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**



Proyecto:

MERCADO MUNICIPAL
MACHALA

Cantón Machala, provincia del Oro

ARO. HUMBERTO PLAZA

GUAYAQUIL, MARZO DEL 2018



INGENIERIA DE SUELOS Y CONSTRUCCIONES

AUTOPISTA TERMINAL TERRESTRE - PASCUALES, COOP. VALLE DE LOS GERANIOS
(VERGELAS - CERRO COLORADO) Mz # 1388 V. # 14; PBX: 04-4608464
e-mail: issuelco@yahoo.com

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

OBRA
ORDENA
REVISADO POR
LOCALIZACION
FECHA

MERCADO MUNICIPAL MACHALA
ARG. HUMBERTO PLAZA
ING. RICARDO TITUANA T.
CANTON MACHALA, PROVINCIA DEL ORD.
MARZO 2018

- ARCILLA
- LIMO
- MAT. ORGANICA
- RELLENO= 0.50 m
- ARENA
- TURBA

NOJA: 1 00 1



PERFORACION Nº 5

NIVEL FREATICO 1.05 m.
COORDENADAS UTM
W05584 N 9640764
E 0616224

PROF. MUESTRA (M)	Nº	GRABA	CASION	DESCRIPCION DEL MATERIAL	HUMEDAD %	LL %	P. %	% PASA DEL TAMO		γ (kg/m³)	q _u (kg/cm²)	D ₆₀ %	C _u (mm)
								Nº 4	Nº 200				
0.50	1A		GC	RELLENO: CANTO RODADO CON ARENA, COLOR CAFÉ ALGO GRIS, FINOS ARCILLO LIMOSOS MEDIANAMENTE PLASTICOS, COMPACIDAD RELATIVA SUELTA.	4.81	32.90	0.92	44.15	21.17	2030			10/12"
1.00	1		CH	ARCILLA, COLOR CAFÉ, CON PINTAS DE ARENA, PLASTICA, CONSISTENCIA COMPACTA.	32.40	55.02	34.10	100.00	90.50	1712	1.79	6.35	
1.50	N.P.												
2.00	2		CL	ARCILLA LIMOSA, COLOR CAFÉ, CON PINTAS DE ARENA, PLASTICA, CONSISTENCIA MEDIANAMENTE COMPACTA.	41.01	45.43	24.03	100.00	99.87	1707	0.86	0.29	
2.50													
3.00	3		CL	ARCILLA LIMOSA, COLOR GRIS ALGO VERDE, CON ARENA, MEDIANAMENTE PLASTICA, CONSISTENCIA MUY COMPACTA.	39.28	37.95	17.56	100.00	82.33	1754			16/12"
3.50													
4.00	4		SM	ARENA, COLOR GRIS, FINOS LIMOSOS NO PLASTICOS, COMPACIDAD RELATIVA MEDIANAMENTE DENSA.	19.55	NP	NP	100.00	12.32	2082			16/12"
4.50													
5.00	5		SM	ARENA, COLOR GRIS, FINOS LIMOSOS NO PLASTICOS, COMPACIDAD RELATIVA MEDIANAMENTE DENSA.	15.72	NP	NP	100.00	40.35	2197			20/12"
5.50													
6.00	6		SC	ARENA, COLOR GRIS, FINOS ARCILLO LIMOSOS MEDIANAMENTE PLASTICOS, COMPACIDAD RELATIVA SUELTA.	31.33	29.31	7.30	100.00	42.66	1942			8/12"