



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**GUIA INSTRUCCIONAL PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE
FUNDACIONES AISLADAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

Autores: Luis Díaz
C.I.20.724.821
Yoanli Peña
C.I 26.038.736

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIOPÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**GUIA INSTRUCCIONAL PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE
FUNDACIONES AISLADAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Autores: Luis Díaz
C.I.20.724.821
Yoanli Peña
C.I 26.038.736

Tutor Académico: MSc. Jutzy Herrada

San Diego, octubre del 2020



FI-L -009-2020-2CR (TG)

Valencia, 16 de octubre de 2020

Ciudadanos:

Díaz M., Luis A. 20.724.821

Peña E., Yoanli E..

26.038.736

Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 05-2020 de fecha 27-07-2020 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **GUÍA INSTRUCCIONAL PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE FUNDACIONES AISLADAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERDIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ** presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación de la Ing. Jutzy Herrada C.I: 12.809.606 como Tutora Académica que los asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Dr. Francisco Gelanzé

Atentamente,

Decano (E) de la Facultad de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

Oz/a.a.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, MSc. **Jutzy Herrada** portadora de la cédula de identidad N°**12.809.606** en mi carácter de tutora de trabajo de grado presentado por los ciudadanos Díaz M Luis A, portador de la C.I N° 20.724.821 y Peña E Yoanli E , portadora de la C.I N° 26.038.736 , titulado **“GUIA INSTRUCCIONAL PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE FUNDACIONES AISLADAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ”** Presentado como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO CIVIL**, Considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 21 días del mes de octubre del año 2020.

MSc. Jutzy Herrada

C.I: 12809606

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, queremos dar Gracias a Dios por guiarnos y cuidarnos en todas las etapas de nuestras vidas, a la Virgen del Valle por cubrirnos con su manto y estar presente en nuestros corazones en todo momento.

*A **nuestros Padres**, Pilares fundamentales en nuestro crecimiento como seres humanos y personas de bien, con valores intachables, GRACIAS A USTEDES, POR TANTO.*

*A **nuestras familias** Gracias por su apoyo incondicional en todo este recorrido.*

*A la **MSc. Jutzy Herrada** tutora y pilar de este trabajo, gracias por guiarnos y motivarnos siempre a dar lo mejor de nosotros a ser excelentes profesionales y por estar para nosotros en todo momento, nuestro más sincero cariño, respeto y admiración.*

*A nuestra alma mater la **Universidad José Antonio Páez** por habernos formado y permitirnos ser parte de esta gran casa de estudio.*

*A **Nuestros Amigos** Haessler Bolívar y Blas Flores gracias por su apoyo incondicional siempre, por las madrugadas estudiando y compartir con nosotros estos semestres tan importantes ¡lo logramos!*

*A **nuestros compañeros** de clases, con ustedes vivimos sin duda momentos inolvidables finalmente somos colegas.*

*A todos ustedes muchas Gracias
Luis Diaz – Yoanli Peña*

DEDICATORIA

Desde pequeña fue mi sueño, hoy ya es una realidad, quiero dedicar este trabajo primeramente a Dios y la Virgen por guiarme y cuidarme en cada paso de mi vida.

*A mi Padre **Rixio Peña**. Papi finalmente puedo decir que somos colegas Gracias por todo, nos quedó mucho por vivir; un sueño de los dos y sé que desde el cielo lo disfrutas conmigo TE AMO*

*A Mi Madre **Yoraxi Escobar**. Mami Gracias, por Tanto, tus consejos, enseñanzas, dedicación, paciencia y sacrificios durante toda la vida, POR TI Y PARA TI mami eres mi motor de vida GRACIAS Te Amo.*

*A mi compañero de tesis, novio y futuro esposo **Luis Diaz** sin tu comprensión, ayuda, entusiasmo y dedicación no hubiese sido posible sin duda el mejor compañero de tesis, mi mejor equipo,
lo logramos, Gracias, por tanto, Te Amo.*

A mi Familia, mis tías, Yuyi, Yasa, Yuba, Yoletty, Vicsa, Edda, y tíos Ivan y Eduard. Este triunfo también es de ustedes Quisiera estar con cada uno celebrando, los adoro.

*A mi Suegros, **Sr. Arnaldo Diaz** y **Sra. Marga Maica**, sin duda unos padres para mí, Gracias por adoptarme, quererme, enseñarme, guiarme y apoyarme siempre. Los Amo*

*A mi cuñada **Fiorella Diaz** y mis bebés **Fiorella Medina** y **Juan Medina**, los sobrinos que Dios me regalo, Gracias por su cariño, apoyo y amor.*

A mis hermanos y primos, titi, dere, yari, yuri, eli, yasi, tito, ale, Ivan y Ro, los adoro.

*A mi hermana de otra madre, **Valeria M.** Gracias por tus consejos, por ayudarme y motivarme siempre, Te Extraño.*

A mis amigos y compañeros de La Universidad Gracias por formar parte de esta hermosa etapa universitaria ¡lo logramos!

*A todos los profesores por impartir todos sus conocimientos gracias por formarme como ingeniero, a mi tutora **Jutzy Herrada** por sus consejos, cariño, y comprensión durante toda esta etapa, gracias por creer en nosotros y apoyarnos.*

Sencillamente Gracias a todos, sin ustedes esto no sería posible.

*Atte.: **Yoanli Estefanía Peña Escobar***

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado, primeramente, a Dios y a la Virgen Del Valle, por haberme guiado hasta llegar a este momento tan importante en mi vida. Por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en ningún momento.

*A mi Padre **Arnaldo Diaz** por siempre ser mi pilar y mi apoyo fundamental en la vida, gracias a ti soy el hombre que soy, gracias por siempre creer en mí, de ti aprendí que: (quien persevera vence) este triunfo es para ti. Te Amo.*

*A mi Madre **Marga Maica** por ser una gran mujer y una gran madre, quien también ha sido mi apoyo siempre en todo momento, gracias a ti por darme esos valores tan importantes para ser un hombre de bien, no te defraudare, este triunfo es para ti. Te Amo.*

*A mi Hermana **Fiorella Diaz**, no podría existir una hermana en este mundo mejor que tú, gracias por tu apoyo incondicional siempre y por todos esos consejos gracias por creer en mí. Te Amo mi Eye.*

*A mi compañera de tesis **Yoanli Peña**, quien es el amor de mi vida, mi compañera y mi futura esposa, con quien quiero compartir cada uno de mis logros, gracias a ti por haber creído en mí y haberme acompañado e impulsado en esta etapa tan importante para los dos, gracias por tu paciencia y tolerancia, esto apenas comienza, Te Amo.*

*A **Yoraxi Escobar** (Mi suegrish) la que siempre le echo broma a diario y aguanta mis locuras, gracias por todo el apoyo que me ha brindado, por sus buenos deseos, de verdad ocupa un lugar súper importante en mi corazón. Te Quiero Mucho.*

A mis abuelos, mis tíos, mis primos, mis sobrinos, a toda mi familia, este triunfo también es de ustedes y para ustedes, gracias por siempre confiar en mí, y por apoyarme, Los quiero mucho.

*A los profesores por los conocimientos impartidos, a mi tutora **Jutzy Herrada**, que sin su apoyo y orientación este trabajo de grado no hubiese sido posible, y que con el pasar del tiempo se ha convertido en una persona especial, gracias por los consejos y los regaños. Yoa y Yo siempre seremos tus hijos, así como nos llamas.*

Simplemente Gracias totales, Sin ustedes esto no sería posible.

*Atte.: **Luis Arnaldo Diaz Maica***

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1.- Planteamiento del problema.....	2
1.2. Formulación del problema	4
1.3. Objetivos de la investigación	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. Justificación.....	5
1.5. Alcance y Limitaciones del proyecto	6
II MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes de la investigación	31
2.2.-Bases Teóricas	35
2.2.1.- Guía Instruccional	35
2.2.2.-Fundaciones o cimentaciones.....	35
2.2.3.-Tipos de fundaciones.....	36
2.2.4.- Clasificaciones de fundaciones aisladas o Zapatas aisladas	39
2.2.5.- Forma de una fundación aislada o zapatas aisladas	39
2.2.6.-Componentes estructurales de un sistema de fundación superficiales de tipo zapata.....	42
2.2.7.- Características que debe cumplir una zapata	43
2.2.8.- Criterios generales para el diseño para una fundación aislada.	44
2.2.9.- Notación utilizada para una zapata aislada	45

	2.2.10.- Punzonado o cortante bidireccional	46
	2.2.11.-Punzonado o cortante unidireccional	46
	2.2.12.- Tipos de Fallas	47
	2.2.13.- Tipos de suelo	49
	2.2.14.- Asentamientos	50
	2.3.- Bases Legales.....	50
	2.4 Definición de términos básicos	52
III	MARCO METODOLÓGICO	
	3.1 Tipo de Investigación.....	54
	3.2 Diseño de la investigación	55
	3.3 Nivel de la investigación	55
	3.4 Población y Muestra.....	56
	3.4.1 Población	56
	3.4.2 Muestra	56
	3.5 Técnica e Instrumento de recolección de datos.....	56
	3.5.2.-Instrumento de recolección de datos	57
	3.6.-Validación del Instrumento.....	57
	3.7.- Confiabilidad del instrumento	58
	3.8.-Técnicas de análisis de información	58
IV	ANALISIS Y RESULTADOS	
	4.1 Fases Metodológicas.....	38
	4.1.1. Fase I. Diagnóstico de la situación actual	38
	4.1.2. Fase II. Identificación de contenido del eje temático	49
	4.1.3. Fase III. Diseño de una Guía Instruccional	50
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
	ANEXO A	
	INSTRUMENTO	55
	ANEXO B	

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO	57
ANEXO C	
CONFIABILIDAD	62
APÉNDICE A	
GUÍA INSTRUCCIONAL PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE FUNDACIONES AISLADAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ.....	64

ÍNDICE DE FIGURA, TABLAS Y GRAFICOS

FIGURA		Pág.
1	Fundación aislada	13
2	Fundación continua	14
3	Fundaciones combinadas	14
4	Fundaciones conectadas	15
5	Losa de fundación	15
6	Tipología de zapatas atendiendo a su forma	16
7	Zapata aislada cuadrada	17
8	Zapata aislada rectangular	18
9	Zapata descentradas	18
10	Detallado típico de una viga de riostra	20
11	Sección tipo fundación aislada o zapata aislada	21
12	Sección crítica de punzonado bidireccional	23
13	Sección crítica de punzonado unidireccional	24
14	Falla por corte local	24
15	Falla por corte general	25
16	Modelo estructural de la verificación del aplastamiento	25

TABLAS		Pág.
1	Tabla 1. ÍTEM N° 1	39
2	Tabla 2. ÍTEM N° 2	40
3	Tabla 3. ÍTEM N° 3	41
4	Tabla 4. ÍTEM N° 4	42
5	Tabla 5. ÍTEM N° 5	43
6	Tabla 6. ÍTEM N° 6	44
7	Tabla 7. ÍTEM N° 7	45
8	Tabla 8. ÍTEM N° 8	46
9	Tabla 9. ÍTEM N° 9	47
10	Tabla 10. ÍTEM N° 10	48
11	Revisión del contenido de los textos utilizados en la asignatura	49

GRAFICAS		Pág.
1	Distribución de porcentajes del ÍTEM 1	39
2	Distribución de porcentajes del ÍTEM 2	40
3	Distribución de porcentajes del ÍTEM 3	41
4	Distribución de porcentajes del ÍTEM 4	42
5	Distribución de porcentajes del ÍTEM 5	43
6	Distribución de porcentajes del ÍTEM 6	44
7	Distribución de porcentajes del ÍTEM 7	45
8	Distribución de porcentajes del ÍTEM 8	46
9	Distribución de porcentajes del ÍTEM 9	47
10	Distribución de porcentajes del ÍTEM 10	48



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**GUIA INSTRUCCIONAL PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE
FUNDACIONES AISLADAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL DE
LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

Autores: Díaz, Luis y Peña, Yoanli

Tutora: MSc. Jutzy Herrada

Fecha: octubre, 2020

RESUMEN

La presente investigación consistió en proponer una Guía Instruccional para el diseño estructural de Fundaciones aisladas de la asignatura Fundaciones y Muros de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez. Ello con la finalidad de apoyar a los estudiantes de la asignatura Fundaciones y Muros, quienes por la numerosa bibliografía y por incompatibilidad entre algunos autores en puntos específicos presentan dudas, lo que se subsana con esta Guía. Esta investigación estuvo enmarcada en la modalidad de proyecto factible, sustentado en un diseño de campo, apoyada en una revisión documental. Se presentaron cuatro fases metodológicas en las que se detallaron los objetivos que se requerían alcanzar aplicando técnicas, métodos y herramientas para compilar la información mejor documentada y de más fácil de usar para la transferencia de estos conocimientos. Esta Guía por tanto se presenta como apoyo al desarrollo de la actividad académica de los estudiantes indicados y genera como un valioso aporte para la Escuela de Ingeniería Civil.

Descriptor: Guía Instruccional, Diseño Estructural, Fundaciones Aisladas.

INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de un Ingeniero Civil se resume en el diseño, planificación, desarrollo y supervisión de diferentes tipos de obras, para ello, es necesario estudiar los métodos, materiales, equipos y el ambiente en el cual está involucrado, con la finalidad de lograr que reúnan las características y elementos precisos para obtener una construcción exitosa de los proyectos ejecutados.

Esta investigación tuvo como propósito el desarrollo de una Guía Instruccional para el estudio y análisis de las operaciones relacionadas con el diseño estructural de fundaciones aisladas de la asignatura Fundación y Muros de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez, de manera que permita disminuir las fallas en las evaluaciones aplicadas a los estudiantes y apoye el proceso de transferencia y adquisición de las competencias que persigue la asignatura. Para ello este trabajo contempló los siguientes capítulos:

Capítulo I. El Problema: Se definió el problema de acuerdo a las fallas que se habían presentado, se plantearon los objetivos, ya que por medio de ellos se alcanza y determina la factibilidad de la investigación, posteriormente se delimitó y se justificó.

Capítulo II. Marco Teórico: Se detallaron los antecedentes de la investigación y las bases teóricas donde se mencionaron conceptos y herramientas utilizados en la investigación tanto para el análisis de la situación actual como de los resultados.

Capítulo III. Marco Metodológico: Se explicó el tipo y diseño de la investigación a seguir, la técnica e instrumento para la recolección de datos, además de la validación y confiabilidad del mismo. Así mismo, se hizo referencia a las fases de la investigación lo cual comprendió las etapas desarrolladas para el logro de los objetivos.

Capítulo IV. Resultados: Se presentaron los resultados del instrumento aplicado con el fin de sustento a la propuesta, desarrollando cada una de las fases de la investigación.

Capítulo V. Se presentaron las conclusiones y recomendaciones del estudio.

Y finalmente, las referencias bibliografía

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1.- Planteamiento del problema

La superestructura está conformada por elementos de alta resistencia respecto al suelo que la soportan. Tales como: columnas, vigas y losas. Dentro de la línea de transición entre la superestructura y la infraestructura se encuentra el suelo de fundación, el cual está conformado por una serie de características importantes.

Por ello, que esta transición es de suma importancia, ya que por medio del suelo se transfieren las cargas provenientes de la edificación a la fundación, y también cumple la función de adecuar la acción de estas a formas tolerables para que sean portantes del suelo.

La finalidad de la fundación es soportar estructuras garantizando la estabilidad y evitando daños a los materiales estructurales y no estructurales. Por tanto, el enfoque estructural sobre las Fundaciones es de suma importancia en la ingeniería civil.

En este sentido es significativo destacar que, en los trabajos de Ingeniería Civil es necesario el dominio extenso sobre las fundaciones y muros, para poder trasladar toda la teoría al campo laboral, debido a que los conocimientos adquiridos en el aula son de gran importancia a la hora de estudiar las diferentes teorías y métodos para el diseño y pre dimensionado de fundaciones. En todo tipo de obra civil que se ejecute es necesario conocer ampliamente el aspecto estructural del proyecto.

Bajo esta perspectiva, debe acotarse que el objetivo del plan de estudio de la asignatura de Fundaciones y Muros de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez, ubicada en San Diego estado Carabobo, busca que el estudiante sea capaz de pre dimensionar, verificar, analizar, diseñar y solucionar problemas ante cualquier tipo de fundaciones o muros, por lo que se hace necesario un amplio manejo

de lo teórico, de acuerdo con todos los ejes temáticos que integran la asignatura y desde la visión de diferentes expertos en el área.

Desde esta realidad, se hace necesario acotar la importancia de contar con una nutrida bibliografía a fin de tener sustento suficiente para el estudio de las diversas temáticas que conforman la asignatura; no obstante, existen diferentes textos donde las explicaciones de algún punto en estudio pueden visualizarse más complejas para la debida adquisición de ese contenido y por ende, puede retrasar el proceso de aprendizaje, predisponiendo al estudiante, en vista de lo complejo de ese punto en el material.

En este orden de ideas, en la asignatura se recomiendan fuentes impresas, sobre la materia de fundaciones y muros, se pueden encontrar métodos para la resolución de ejercicios, es por esto que dicho proyecto estuvo orientado a mejorar la adquisición de las competencias cognitivas y así incluir material de estudio a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.

Considerando lo anteriormente expuesto, la documentación o bibliografía para dicha materia debe contener información clara y concisa, para así permitir que el estudiante desarrolle los temas sobre la asignatura y de este modo no tenga dificultades a la hora de comprender exitosamente la materia. Sin embargo, no es así, debido a que existen textos e información complementaria, suministrada de acuerdo al estudio de la asignatura como lo es El libro de *Fundaciones y Muros* de Fratelli, María G (1993) y el libro de *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones* de Braja M Das (2012).

Por ello, hay que tomar en cuenta el fin último de cada asignatura, el cual no es otro que lograr en aquellos quienes la cursan, la adquisición de conocimientos teóricos que puedan interiorizarse y manejar a partir de éstos nuevas experiencias prácticas, es decir, que toda la teoría aprendida pueda ser contextualizada, y ese proceso puede lograrse solamente si se alcanza comprender el contenido estudiado.

Visto así, lo que se busca no es que el estudiantado obtenga por la vía fácil el conocimiento, es que pueda mediante el uso de diferentes textos extraer de ellos, de manera individual el conjunto de contenidos que de forma más directa, simple o más explícitamente explicado le permitan adquirir los conocimientos necesarios para lograr destrezas en la praxis; lo cual puede extraerse de diversas fuentes y al lograr la plena comprensión podrá accederse de forma oportuna a la información más compleja visualizándola como más completa o más adecuada dependiendo del nivel que requiera conseguir.

En pro de lo anteriormente esbozado, esta investigación está destinada a compilar información de las bibliografías encontradas para el diseño estructural de una fundación aislada y así mejorar el proceso de adquisición de conocimientos de la materia, al dar un material de apoyo para los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil, reuniendo información importante para que así los contenidos suministrados sean uniformes, claros y constantes para evitar disyuntivas e incertidumbres en el manejo de los datos idóneos a seleccionar para la resolución de las incógnitas planteadas en un diseño estructural, así como el procedimiento o variables a tomar en cuenta, aparte de la accesibilidad y practicidad que tendrán los estudiantes a la hora de buscar y realizar los ejercicios solicitados para el tema, dando así a un formato para una Guía Instruccional, que permita desarrollar la metodología más adecuada para el manejo de la información relativa a Fundaciones Aisladas, y así presentar los ejercicios requeridos para su comprensión, desde la perspectiva más completa de acuerdo a los autores estudiados.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo mejorar el uso del material bibliográfico que sustenta el diseño estructural de fundaciones aisladas en la asignatura de Fundaciones y Muros de la Universidad José Antonio Páez?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Proponer una Guía Instruccional para el diseño estructural de Fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.

1.3.2. Objetivos específicos

- ∅ Diagnosticar la situación actual del manejo de la bibliografía de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.
- ∅ Identificar el contenido del eje temático de acuerdo al mejor desarrollo en los textos propuestos para la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.
- ∅ Diseñar una Guía Instruccional para el adecuado manejo de la bibliografía que sustenta la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.

1.4. Justificación

De acuerdo a la información y materiales documentales de diseño estructural de fundaciones Aisladas, existente y disponible para los estudiantes, por momentos se hace complejo debido a aspectos procedimentales que se presentan en cada uno de los textos, esto conlleva a que el estudiante presente dilemas a la hora de tomar decisiones en los criterios para pre dimensionar, verificar, diseñar y elaborar una fundación Aislada por el diseño estructural.

Es así como la realidad siempre tiende a que los investigadores se planteen procesos de mejora, los cuales pueden generarse desde la simplificación para la adquisición inicial de conocimientos y el aprovechamiento adecuado de toda la teoría que debidamente comprendida podrá llevarse exitosamente al proceso práctico, generando así ventajas para los estudiantes en primera instancia pero además para la

casa de estudios, la cual paso a paso podrá abanderarse como una de las instituciones con un mayor número de egresados destacados en el mercado laboral.

En este sentido, la elaboración de una Guía Instruccional para el diseño estructural de fundaciones aisladas, sirve para orientar y aclarar las dudas y/o dificultades en el procedimiento de pre dimensionar, así como analizar, verificar, diseñar y solucionar de las fundaciones estructurales de tipo aislada, para así lograr obtener avances en los resultados requeridos en la asignatura.

De esta manera se ayuda a los estudiantes a tener un mayor desenvolvimiento en la materia, para identificar los tipos de soluciones, tipos de materiales y dimensiones de Fundaciones Aisladas ante cualquier proyecto u obra civil durante el ejercicio de la carrera en el campo. Esto beneficia a los cursantes de Fundaciones y Muros de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.

Es desde esta visión, que los autores plantean el tema de estudio, desde sus propias vivencias y de las de muchos de sus compañeros; que como parte de la masa estudiantil pueden precisar en detalle cómo se ha hecho la realidad comentada, por lo que buscan apoyar mediante esta investigación el proceso de aprendizaje de quienes hacen vida estudiantil en la facultad, propiciando con esta iniciativa la mejora continua de los procesos de adquisición de conocimientos y herramientas dentro de la universidad.

Desde una perspectiva social, La Guía Instruccional propuesta buscará mejorar el tiempo de desarrollo de un proyecto y así mismo a las comunidades beneficiadas. Generando así respuestas en menor tiempo, reducción en costos en la elaboración de proyectos y disponibilidad en corto plazo.

1.5. Alcance y Limitaciones del proyecto

La Guía Instruccional consiste en el apoyo a estudiantes de la Asignatura Fundaciones y Muros de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez, en relación con el eje temático para el Diseño Estructural de Fundaciones

Aisladas y la integración de sus contenidos, de acuerdo con la compilación de los procedimientos utilizados por los autores de los textos sugeridos, tomando en cuenta aquellos que permiten una mejor comprensión así como la adquisición de conocimientos con los anclajes más representativos que les propicien un adecuado manejo de la información.

Dentro del proyecto de investigación no se contempla el estudio de otro tipo de fundaciones ni características distintas a las señaladas anteriormente, así mismo con el estudio de muros y sus diferentes tipos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo están enmarcados los antecedentes, las bases teóricas y otros aspectos conceptuales en las cuales se fundamenta los elementos que son necesarios para el estudio y la realización de este trabajo de investigación. De acuerdo a Arias. (2012) “el marco teórico o marco referencial, es el producto de la revisión documental - bibliográfica y consiste en una recopilación ideas, posturas de autores, conceptos definiciones, que sirven de base a la investigación por realizar” (p. 106).

2.1. Antecedentes de la investigación

Arias (2012) expresó que: “los antecedentes reflejan los avances y le estados actual del conocimiento en un área determinada y sirven de modelo o ejemplo para futuras investigaciones” (p. 106). En la actualidad se han realizado algunas investigaciones que guardan relación a la presente, las cuales se muestran a continuación.

Concepción (2019) presenta en su proyecto de grado un manual titulado **“Manual Práctico para el diseño Geotécnico de fundaciones de la escuela de ingeniería civil de la Universidad José Antonio Páez”** para optar por el título de Ingeniero Civil, investigación presentada ante la Facultad de Ingeniería de la Universidad José Antonio Páez, debido a que se evidenció la falta de material de apoyo didáctico para el aprendizaje y comprensión de dicha cátedra, a parte de la baja expectativa a las notas finales. En ese sentido, el trabajo tuvo como propósito brindar un apoyo documental didáctico a los estudiantes y docentes de pregrado en la cátedra de fundaciones y muros, de la escuela de Ingeniería Civil, a través de la elaboración de un manual práctico de fundaciones, con el objeto de conseguir una mejor eficiencia intelectual y comprensiva para dicha materia, para luego ser ejecutada en el ámbito

laboral, con una elaboración para el aprendizaje rápido, y fácil de la asignatura, atendiendo así a las inquietud del estudiante de dicha materia.

Desde esta realidad se aprecia que la investigación aporta un claro panorama de la situación que impacta a estudiantes en cuanto a la problemática en estudio, por lo que se evidencia su aporte en lo documental y metodológico, ello por supuesto permite generar en la investigación en curso un proceso mejor perfilado para el diseño y ejecución del producto final.

Montilla (2018) presentó su Trabajo Especial de Grado titulado **“Evaluación comparativa de cuantías de acero y concreto en componentes de un sistema de fundación variando su rigidez en diferentes tipos de suelo”** para optar por el título de Especialista en Ingeniería Estructural ante La Universidad Católica Andrés bello – Caracas Venezuela. Un buen diseño de sistema de fundación consta de tres requisitos fundamentales: suficiente profundidad dentro del suelo, rigidez de los elementos que lo conforman la fundación y arriostramiento adecuado. En el diseño convencional estas condiciones no se estudian a detalle, se estudian por separado, asumiendo empotramientos y despreciando la rigidez de los elementos que conforman el sistema.

Por tal motivo se planteó la investigación con el fin de hacer una evaluación comparativa de las cuantías de acero y concreto de los componentes de un sistema de fundación, variando su rigidez en diferentes condiciones de suelo, para ello se determinó el diseño de un sistema de fundación de un edificio regular, de tres niveles, asumiendo el sistema de fundación superficial, zapatas, haciendo el modelado de la edificación junto con el mismo, representando la flexibilidad del suelo mediante resortes asociados al coeficiente de balasto, determinado por medio de la generación de la curva carga asentamiento, calculando el asentamiento con E_s variando por sustrato (método M1), y determinando un valor E_s promedio de todos los estratos (método M2). Se modelaron todos los casos de estudio, variando la rigidez de la viga de riostra para $L/20$, $L/10$ y $L/7$, ubicándola a nivel de pedestal y a nivel inferior. Obteniéndose que para M1 se reportaron mayores asentamientos que M2, que los valores de rigidez entre $L/10$ y $L/20$ son los recomendables de diseño, y que la viga de

riostra ubicada en el nivel inferior es recomendable bajo cargas gravitacionales mas no bajo acciones sísmicas, por generar alta concentración de esfuerzos en la zapata.

Es así como se percibe que este Trabajo Especial de Grado brinda diversos aportes a la investigación en curso ya que se tomaron diferentes ejemplos prácticos que redundan en la ampliación de la visión de los autores a fin de contar con información que demuestra procedimentalmente la necesidad de apoyar el proceso de adquisición y transferencia de los conocimientos tomando la teoría y asociándola a casos que permitan la aplicación práctica de la información manejada.

Serrano (2017) presentó su trabajo de grado titulado **“Desarrollo de una aplicación basada en Matlab para el cálculo de cimentaciones aisladas”**, trabajo experimental presentado para la obtención del título de Ingeniero Civil de la Universidad Técnica de Ambato –Ecuador. Se plantearon los parámetros tanto para el cálculo y como el diseño de zapatas aisladas obteniendo las dimensiones tales como la base, lado, altura, peralte del plinto, además del esfuerzo máximo, mínimo y el área de acero necesaria para su diseño.

Además, se investigó lo relacionado con fórmulas acordes al tema, las mismas permitieron dar solución a los distintos problemas de zapatas aisladas, elaborando 18 casos, a los que una zapata puede estar sometida, de acuerdo a la ubicación de la zapata en el terreno, se presentan zapatas centrales, medianeras y esquineras, las cuales pueden estar sometidas a: carga axial, flexión uniaxial y flexión biaxial; sin olvidar que las zapatas aisladas pueden presentar cierto grado de excentricidad, por lo que se resolvió de forma manual para su posterior validación con la aplicación desarrollada. Se investigó las principales funciones de Matlab, tales como el comando while, for, if, break, entre otros. Los mismos ayudaron a dar solución a las iteraciones encontradas durante el cálculo. El objetivo principal de este trabajo fue llegar al diseño del interfaz gráfico de tal manera que su entorno sea amigable con el usuario.

Durante la comprobación entre el método manual y la aplicación desarrollada se encontró, con la debida justificación y sustento, un margen de error menor al 3%, lo que es válido su manejo para los diferentes tipos de casos de cálculo a presentarse,

permitiendo simplificar las horas de cálculo al momento del diseño, ahorrando tiempo y dinero.

Es así como se logra visualizar el aporte de este antecedente a la investigación en curso, la cual muestra procedimentalmente las distintas posibilidades de generar contribuciones académicas que redunden en el proceso de adquisición y transferencia del conocimiento y además que éstas sean aplicables en la praxis, tal como lo que se plantea realizar con esta investigación.

Burgos (2015) presentó su trabajo final de grado titulado **“Cargas de hundimiento en zapatas de edificación”**, presentado como requisito para optar por el título de Arquitecto en Ingeniería estructural de la ETSAM Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Madrid-España. La formulación clásica que se utiliza para el dimensionado de cimentaciones en edificación ha sido desarrollada históricamente desde la perspectiva de la ingeniería civil. No obstante, en edificación la cimentación tiene un contexto concreto distinto. Una consulta a planos de edificios convencionales permite constatar que las zapatas están normalmente próximas entre sí, que sobre la cimentación se dispone solera, y frecuentemente el edificio tiene una o varias plantas de sótano; a diferencia de lo que sucede en ingeniería civil.

Lo que se pretende aquí es detectar en qué medida todo lo anterior afecta a la carga de hundimiento del cimiento, cómo la diferencia entre el modelo en el que se basa la formulación clásica y la realidad concreta de la edificación aleja los resultados arrojados por aquella de la realidad; y proponer un método alternativo que, basándose en el esquema clásico de hundimiento de Prandtl, permita adaptar el cálculo de la carga de hundimiento a estas situaciones concretas habituales en edificación.

Este trabajo aporta relevancia a la investigación en curso ya que permite evidenciar que en la praxis existen diversas posibilidades del manejo de los cálculos para conocer de acuerdo a las diversas variables cuál sería el procedimiento y datos más idóneos y así en este trabajo debe llevarse a los estudiantes material con las diversas posibilidades para un amplio estudio del tema. Además, aporta conceptos,

criterios de diseño y normativas de diseño estructural de fundaciones cuadradas superficiales.

2.2.-Bases Teóricas

2.2.1.- Guía Instruccional

Las Guías Instruccionales son un material didáctico que debe orientar el aprendizaje del estudiante. Ante la importancia de la guía instruccional como una estrategia de apoyo, se pueden encontrar los siguientes criterios para su elaboración: Estructura, desarrollo de los contenidos, uso de las estrategias instruccionales y manejo del lenguaje escrito.

Ø Funciones que deben cumplir las Guías Instruccionales

- a) Favorecer la autonomía, requisito indispensable en un sistema a distancia.
- b) Despertar curiosidad científica en el alumno.
- c) Relacionar la experiencia, los conocimientos previos, con los nuevos que se proponen.
- d) Desarrollar las competencias individuales de los estudiantes en cada contenido.
- e) Presentar la información adecuada, a los fines de aclarar los conceptos complejos o ayudar a esclarecer los puntos más controvertidos.
- f) Poner en marcha el proceso de pensamiento en el estudiante, por lo que, se deben proponer actividades que generen el aprendizaje significativo y evitar, en lo posible, aquellas que estimulen sólo la retención y repetición.

2.2.2.-Fundaciones o cimentaciones

Las fundaciones son las responsables de transmitir las cargas actuantes de las diferentes estructuras al terreno, de modo que no rebasen la capacidad portante del suelo, y que las deformaciones producidas en éste sean admisibles para la estructura. Dado que la resistencia y rigidez del terreno son muy inferiores a las de las estructuras. Habitualmente las fundaciones se construyen de concreto armado y en general, se emplea en ellos concreto de baja calidad.

2.2.3.-Tipos de fundaciones

La forma más común de clasificar las fundaciones es en función de la profundidad de los estratos a los que se transmite la mayor parte de las cargas que provienen de la estructura dividiéndose en dos grupos: fundaciones superficiales o fundaciones directas y fundaciones profundas. Por lo que a continuación se describirá la temática relacionada con el objeto de estudio.

· **Fundaciones directas**

Según (Fratelli, 1993), las fundaciones directas Son aquellas que se apoyan en toda el área de la base sobre el terreno, en un estrato no mayor a 5 m de profundidad, medido desde la cota superior del predio a construir, y donde el suelo ofrezca la suficiente capacidad portante para soportar las cargas impuestas por la superestructura, con moderados asentamientos. Existe una variedad muy amplia de fundaciones directas, las cuales se tienen:

· **Fundaciones aisladas o zapatas aisladas**

Las fundaciones aisladas son un tipo de cimentación superficial que sirve de base de elementos estructurales puntuales como son los pilares; de modo que esta fundación amplía la superficie de apoyo hasta lograr que el suelo soporte sin problemas la carga que le transmite. El término zapata aislada se debe a que se usa para asentar un único pilar, de ahí el nombre de aislada. Se construyen debajo de una columna independiente, pueden tener forma cuadrada, rectangular o circular y se aplican donde la capacidad de carga del suelo es alta. Según (Yepes Piqueras, 2016, p. 14), “*Es la cimentación más económica sobre roca o suelos con tensiones admisibles habituales superiores a 0,15 N/mm²*” (ver figura 1)

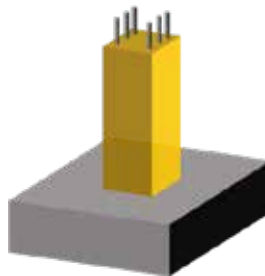


Figura 1: Fundación Aislada

<https://skyciv.com/es/docs/tutorials/foundation-design-tutorials/types-of-foundations/>

- **Fundaciones continuas**

Se conocen también como corridas y son las que transmiten al suelo de fundación las cargas de los muros de concreto, las paredes de mampostería, o una fila de columnas alineadas próximas entre sí. (ver figura 2)

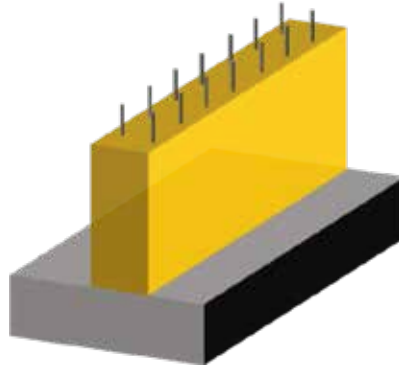


Figura 2: Fundación Continua

<https://skyciv.com/es/docs/tutorials/foundation-design-tutorials/types-of-foundations/>

- **Fundaciones Combinadas**

Admite dos columnas y se usa cuando estas columnas se encuentran muy cercanas tal que supondría que sus cimientos individuales se superponen, este tipo de zapata puede ser rectangular o trapezoidal y tiene la ventaja de que distribuye las cargas uniformemente. (ver figura 3)

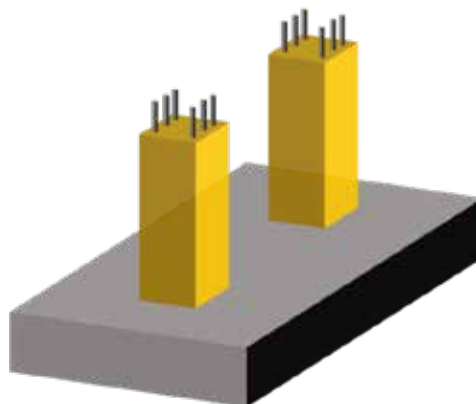


Figura 3: Fundaciones Combinadas

<https://skyciv.com/es/docs/tutorials/foundation-design-tutorials/types-of-foundations/>

- **Fundaciones conectadas**

Son aquellas que soportan cargas excéntricamente aplicadas en las columnas, y al unir las mediante tensores o vigas rígidas, se anula el efecto de volcamiento y se otorga estabilidad al conjunto. (ver figura 4)

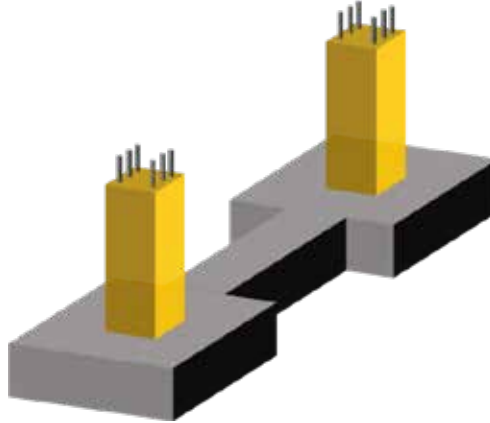


Figura 4: Fundaciones Conectadas

<https://skyciv.com/es/docs/tutorials/foundation-design-tutorials/types-of-foundations/>

- **Losa de fundación**

Se usa cuando la capacidad de carga del suelo es baja y cuando las columnas o las paredes están tan cerca que las zapatas individuales llegarían a superponerse o tocarse, hay de dos formas básicas, losas rectangulares o cuadradas y losas esféricas. Las losas con base de estera son útiles para reducir los asentamientos diferenciales en suelos no homogéneos o cuando existe una gran variación en las cargas en columnas individuales. (ver figura 5)

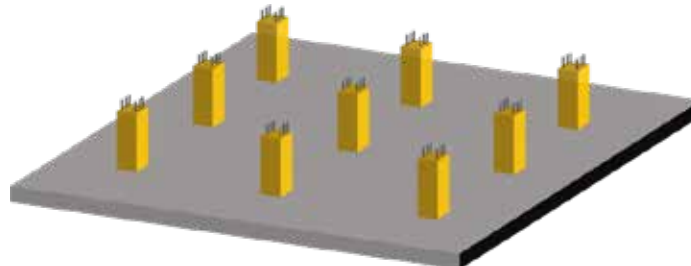


Figura 5: Losa de fundación

<https://skyciv.com/es/docs/tutorials/foundation-design-tutorials/types-of-foundations/>

2.2.4.- Clasificaciones de fundaciones aisladas o Zapatas aisladas

Las fundaciones aisladas también se clasifican por medio de su forma: rectas, escalonadas, piramidales, aligeradas y nervadas. También pueden ser centradas esquineras y medianeras según se encuentre a la columna en el cimiento. (ver figura 6)

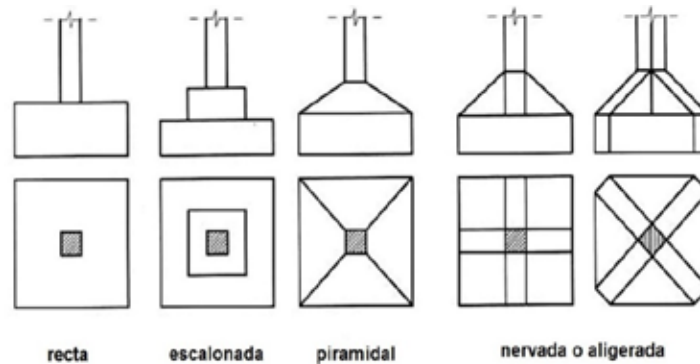


Figura 6. Tipología de zapatas atendiendo a su forma
<https://victoryepes.blogs.upv.es/2019/03/29/la-zapata-aislada/>

2.2.5.- Forma de una fundación aislada o zapatas aisladas

Ø Zapata aislada cuadrada

Así, Torres (1983) plantea que:

La zapata aislada se utiliza para transportar la carga concentrada de una columna cuya función principal consiste en aumentar el área de apoyo. En general, su construcción se aconseja cuando la carga de la columna es aproximadamente 75% más baja que la capacidad de carga admisible del suelo. Se recomienda que la zapata aislada deberá emplearse cuando el suelo tenga una capacidad de carga admisible no menor de 10000 kg/m², con el fin de que sus lados no resulten exageradamente grandes. El cálculo para estas zapatas se basa en los esfuerzos críticos a que se encuentran sometidas, pero su diseño lo determinan el esfuerzo cortante de penetración, la compresión de la columna sobre la zapata, el esfuerzo de flexión producido por la presión ascendente del suelo contra la propia zapata, los esfuerzos del concreto en el interior de la zapata, así como el deslizamiento o falta de adherencia del acero con el concreto. (ver figura 7)

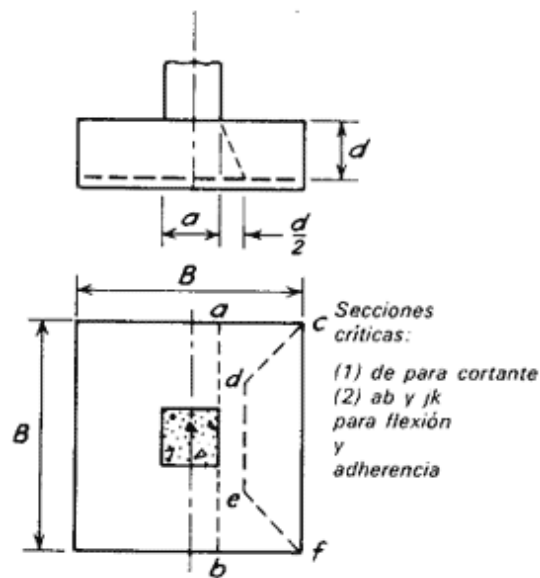


Figura 7. Zapata aislada cuadrada

<https://www.ingenierocivilinfo.com/2013/03/secciones-criticas-zapatas-individuales.html>

Ø Zapata aislada rectangular

Igualmente, Torres (1983) también plantea que:

Las zapatas aisladas rectangulares son prácticamente iguales a las cuadradas; ambas trabajan y se calculan en forma similar y se recomiendan en aquellos casos donde los ejes entre columnas se encuentran limitados o demasiado juntos. Por su forma rectangular presenta dos secciones críticas distintas para calcular por flexión. En zapatas que soporten elementos de concreto, será el plomo vertical tangente a la cara de la columna o pedestal en ambos lados de la zapata. En zapatas aisladas rectangulares en flexión en dos direcciones, el refuerzo paralelo al lado mayor se distribuirá uniformemente. (ver figura 8)

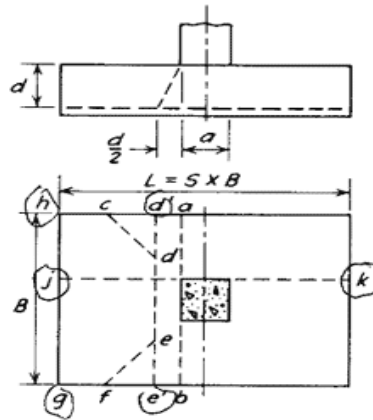


Figura 8. Zapata aislada rectangular

<https://www.ingenierocivilinfo.com/2013/03/secciones-criticas-zapatas-individuales.html>

Ø Zapata aislada descentradas

Las zapatas aisladas descentradas tienen la particularidad de que las cargas que sobre ellas recaen, lo hacen en forma descentrada, por lo que se producen unos momentos de vuelco que habrá de contrarrestar. También resalta que: Pueden ser de medianera y de esquina. Las formas de trabajo se solucionan y realizan como la zapata aislada con la salvedad de la problemática que supone el que se produzcan momentos de vuelo, debido a la excentricidad de las cargas (Torres, 1983) (ver figura 9)

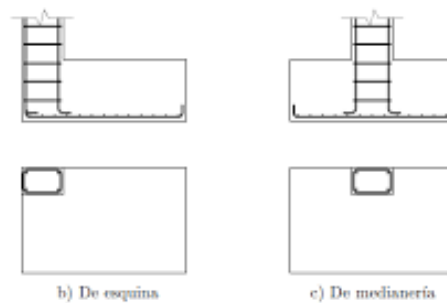


Figura 9. Zapata descentradas

<http://poletsgtecnosedificacion.blogspot.com/2014/03/armado-de-una-zapata-aislada.html>

2.2.6.-Componentes estructurales de un sistema de fundación superficiales de tipo zapata

En un sistema de fundación tipo zapatas está compuesto por pedestales, la zapata en sí, y el elemento de amarre conocido como vigas de riostra, estos serán explicados a continuación:

Ø Pedestales

Son ensanchamiento de la parte inferior de las columnas, que permiten aumentar el área de contacto de éstas con la base, transmitiendo las cargas axiales y los momentos flectores a la fundación o a las vigas de riostra. Entre las funciones que cumplen los pedestales se tiene:

- Disminuir las magnitudes de los momentos flectores y fuerzas cortantes en las bases, producidas por la reacción del suelo
- Dar mayor estabilidad al conjunto de las funciones.
- Transmitir más uniformemente las cargas a las columnas a las zapatas

Ø Vigas Riostras

Son elementos de una cimentación que une a las zapatas aisladas entre sí, para que la cimentación sea más estable. Las fundaciones aisladas se conectarán entre sí en dos direcciones preferiblemente ortogonales, con el resto de las fundaciones de la estructura mediante vigas de riostras capaces de soportar los momentos flectores y las fuerzas axiales, tanto en tracción como en compresión, que actúan al pie de las columnas o pedestales. Las vigas de riostra se conectan generalmente en el tope del pedestal, centradas con los ejes de la estructura, no con los ejes de las columnas para formar un retículo en planta que impida el desplazamiento lateral de la fundación (ver figura 10)

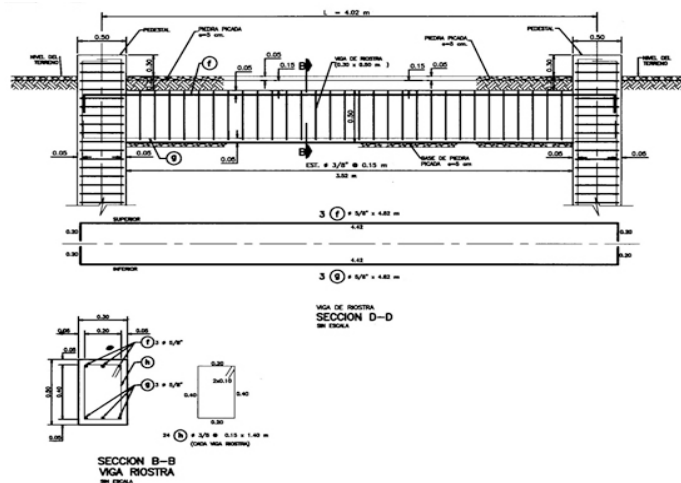


Figura 10. Detallado típico de una viga de riostra

<https://www.construccionenacero.com/blog/ndeg-31-fundaciones-ii-consideraciones-estructurales-parte-1-fundaciones-directas>

2.2.7.- Características que debe cumplir una zapata

- § La zapata tiene que ser segura contra una falla por corte del suelo que la soporta.
- § La zapata no debe presentar desplazamientos excesivos, es decir asentamientos excesivos. (El término “excesivo” es relativo, porque el grado de asentamiento disponible para una estructura depende de varias consideraciones.
- § Las columnas de forma circular, podrán considerarse como columnas cuadradas con la misma área para efectos de localización de las secciones críticas para el diseño por flexión, cortante o longitud de anclaje del refuerzo de la zapata
- § Las zapatas deberán dimensionarse para transmitir al suelo una presión máxima que no exceda a la especificada en el estudio de mecánica de los suelos.
- § Deberá tener la geometría de concreto y refuerzo de acero apropiado para transmitir los esfuerzos provenientes de las columnas hacia el suelo, sin involucrar falla estructural de la zapata.

En conclusión, el problema para el diseño de zapatas solicita tener un conocimiento profundo del suelo soportante, de la naturaleza y requerimientos de la superestructura, o iteración suelo-estructura. (ver figura 11)

Figura 11. Sección tipo fundación aislada o zapata aislada

<https://sites.google.com/site/representacionconstruccion/06-unidad-6/05-zapatas-aisladas>

2.2.8.- Criterios generales para el diseño para una fundación aislada

Se utilizan zapatas aisladas para cimentar soportes o se disponen centradas con ellos salvo las de medianería y esquina. Según lo menciona Jiménez Montoya (2000), “las zapatas son normalmente de planta cuadrada o de planta rectangular para pantallas y soportes de sección alargadas, así como cuando las zapatas cuadradas quedan muy próximas” (p. 492).

En la obtención de las “dimensiones en planta de zapatas es necesario comprobar que las presiones sobre el terreno y los asentamientos del mismo no superen sus valores admisibles, como tanto las presiones y asientos dependen de las dimensiones de la zapata” (Jiménez Montoya; García Meseguer; & Morán Cabré, 2000, p. 493).

El concreto y el acero de refuerzo para los sistemas de fundación cumplirán con los requisitos del Capítulo 5 y el Artículo 3.7, respectivamente. La resistencia mínima especificada para el

resistencia de diseño antes de que falle el anclaje o el concreto en que está embebido.
(norma covenin 1756)

2.2.9.- Notación utilizada para una zapata aislada

Vu: Corte último que resiste la sección crítica.

Pu: Carga mayorada que actúa en la columna.

Mu: Momento Último Resistente.

Ru: Resultante última de igual valor que el Corte Último (Vu) en verificación por corte y en el diseño del acero por flexión.

u: Esfuerzo último.

AP: Área en punzonado de la zapata.

AC: Área para la verificación al corte de la zapata.

AF: Área en flexión para calcular el Momento Último Resistente.

A: Área de la base de la zapata.

t: Brazo para el cálculo del Momento Último Resistente en la verificación por corte.

Factor de minoración de resistencia. = 0.85 Corte. = 0.90 Flexión.

Vc: Resistencia al corte del concreto.

Vs: Resistencia al corte que proporciona el acero de refuerzo.

F'c: Resistencia nominal del concreto a compresión.

bo: Perímetro de la sección crítica de la zapata.

d: Altura útil de la zapata.

H: Espesor de la zapata.

rc: Recubrimiento de cálculo, por lo general $r_c = 5$ Cm.

a': Menor dimensión del pedestal.

b': Mayor dimensión del pedestal.

b = B: Longitud del lado de la zapata.

S: Longitud de volado, medida desde la cara del pedestal hasta el borde de la base.

q: Cuantía mecánica.

: Porcentaje de acero.

min: Porcentaje de acero mínimo para garantizar ductilidad en la sección.

f_y : Resistencia nominal del acero a tracción.

A_s : Área de acero necesaria por flexión.

A'_s : Área de acero en compresión.

2.2.10.- Punzonado o cortante bidireccional

Esto representa al efecto en que la zapata trata de fallar por una superficie piramidal, como respuesta a la carga vertical que le transfiere la columna o pedestal. Esta falla no es fácil de observar a simple vista y se producen en suelos cohesivos o en arenas muy sueltas (ver figura 12)

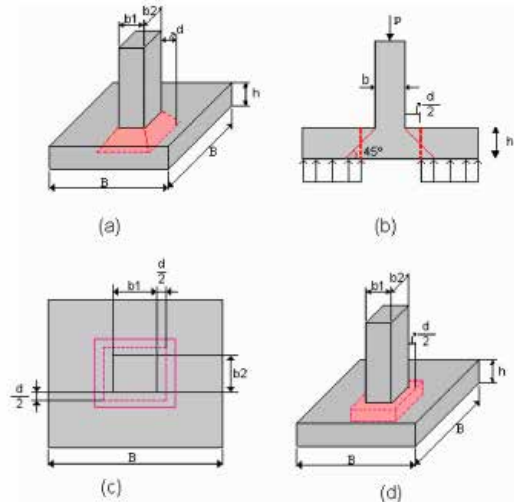


Figura 12. Sección crítica de punzonado bidireccional

Fuente: Garza L. (2000).

2.2.11.-Punzonado o cortante unidireccional

Este se describe como el resultado del comportamiento de la zapata como un elemento de viga, a través del ancho total y se localiza a una distancia d de la cara de la columna o pedestal si son de concreto. (ver figura 13)

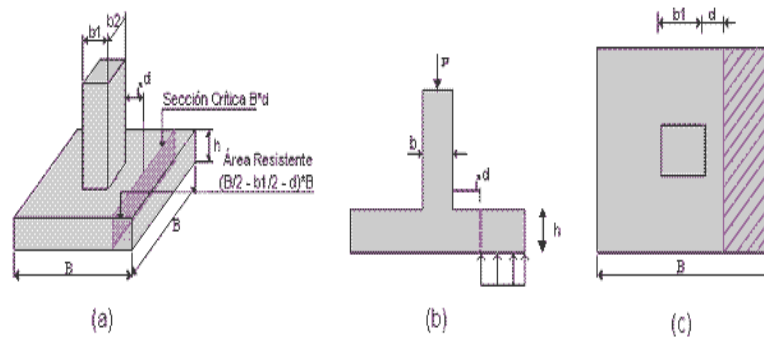


Figura 13. Sección crítica de punzonado unidireccional

<http://notasconstructorcivil.blogspot.com/2011/05/revisar-cortante-unidireccional-zapata.html>

2.2.12.- Tipos de Fallas

Ø Falla por corte local

Esta falla suele producirse en muros o zapatas de concreto, esto suele suceder cuando su capacidad de resistencia a fuerzas cortantes es muy inferior a la flexión. Este tipo de fallas solo está bien definido debajo de la zapata y tendría una tendencia visible al levantamiento del terreno alrededor de la misma. (ver figura 14)

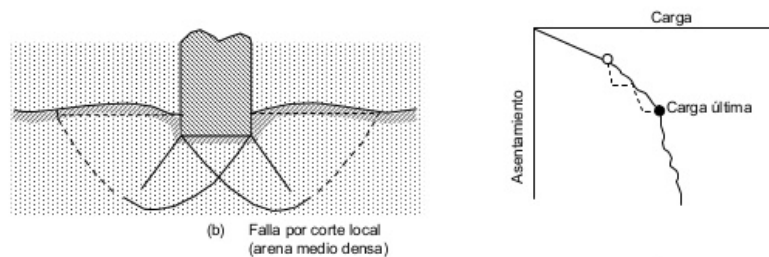


Figura 14. Falla por corte local

<http://ingenieriaciviltips.blogspot.com/2011/05/cimentaciones-superficiales-y-el.html>

Ø Falla por corte general

Este tipo de falla ocurre generalmente en suelos granulares densos y cohesivos, es una falla muy violenta y catastrófica la superficie de la zapata se levanta y puede rotar inclinándose. (ver figura 15)

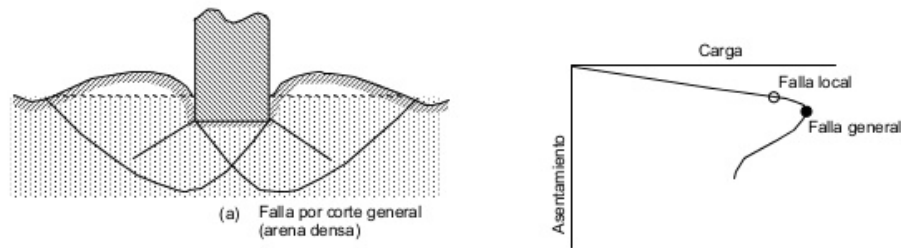


Figura 15. Falla por corte general

<https://es.slideshare.net/malverdeperu21/cimentaciones-superficiales-en-arcillas-1>

Ø Revisión del aplastamiento

Se toma en consideración que la presión de compresión que transmite la columna o pedestal de la zapata se ira disipando con el espesor. Hablar de aplastamiento cuando la resistencia del concreto a la compresión de la columna. (ver figura 16)

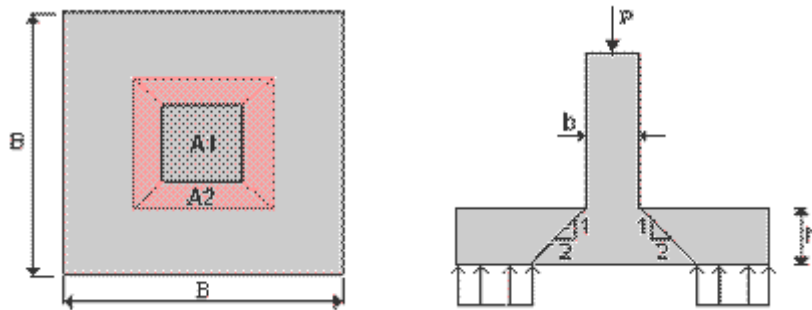


Figura 16. Modelo estructural de la verificación del aplastamiento

<http://notasconstructorcivil.blogspot.com/2011/05/revisar-el-aplastamiento-zapatras.html>

2.2.13.- Tipos de suelo

Ø Suelo

Se denomina suelo a la parte superficial de la corteza terrestre que sirve de depósito de minerales y partículas orgánicas disgregadas, en la ingeniería se estudia su resistencia y capacidad portante ya que por ley el suelo soportara directa o indirectamente todo lo relacionado a la construcción sobre y por debajo de él. Por lo que en toda obra de ingeniería civil es indispensable conocer el suelo donde se planteara la cimentación, se debe tener en cuenta requisitos importantes como el nivel de la cimentación, estudiar a fondo la estabilidad y capacidad portante del suelo, del mismo modo tener en cuenta si existe presencia de agua, existen diferentes tipos de suelos con los que pueden encontrarse a la hora de una construcción, como lo son:

Ø Gravas

Dentro de la construcción y la mecánica de los suelos se denomina grava a las rocas formadas por granos de un tamaño comprendido entre 8-10 cm y 2 mm, es el resultado de procesos naturales, de esta manera suele suceder por el desgaste natural y el movimiento en los lechos de los ríos, cuando las encontramos de forma redonda la llamaremos canto rodado y en algunos casos creadas por el ser humano a este se le denomina piedra picada.

Ø Arenas

Se le conoce como la desintegración o trituración natural o mecánica de las rocas, deben tener un tamaño máximo de 2 mm y como tamaño mínimo 0,063 mm.

Ø Limos

Los suelos limosos retienen agua y son altamente permeables, con partículas comprendidas entre 0.060 y 0.002 mm; Dentro de la ingeniería los suelos de tipo limosos no son recomendables debido a su característica de resistencia a la cohesión, de este modo se convierte en un terreno difícil de trabajar y en obras civiles es necesario adoptar sistemas especiales para las cimentaciones.

Ø Arcilla

Las arcillas están conformadas por tamaños inferiores a los limos (0.002mm), se define como una roca sedimentaria descompuesta y constituida por agregados de silicatos de aluminio procedentes de la descomposición de rocas que contienen altos niveles de minerales como el granito, del mismo modo en la construcción de obras civiles la encontramos en tejas, ladrillos entre otros.

2.2.14.- Asentamientos

Se entiende por asentamientos a la deformación vertical (subsistencia) que ocurre en la superficie de un terreno resultante de la aplicación de cargas o por consecuencia del peso propio de las capas, se explica como el descenso que sufren todas las estructuras a medida que se consolida el terreno en donde está construida, las cargas de asentamiento abarca lo relacionado con las cargas que se imponen a una estructura por el asiento de una parte del terreno que la sustenta y derivando el asiento de su cimentación. Dentro de la ingeniería existe el asentamiento admisible, este depende de muchos factores incluyendo el tipo, forma y finalidad de la estructura. Dentro de los tipos de asentamientos que ocurren dentro del suelo se encuentran:

- Asentamiento instantáneo se produce simultáneamente a la carga por un aumento de las tensiones totales en el suelo, esto ocurre por el peso de la estructura.
- Asentamiento primario, este se efectúa al plazo de un tiempo terminada la obra causado por el drenaje de la humedad del suelo lo que produce cambios en las cargas de la estructura.
- Asentamiento secundario es un tipo de asentamiento elástico que se produce después que toda el agua haya sido expulsada del suelo.

2.3.- Bases Legales

En primera instancia debe destacarse en la Constitución de la República de Venezuela o Carta Magna, el artículo 156, el cual establece: “Es de la competencia del Poder Público Nacional: ... 19. El establecimiento, coordinación y unificación de

normas y procedimientos técnicos para obras de ingeniería, de arquitectura y de urbanismo, y la legislación sobre ordenación urbanística...”

Así, en la normativa vigente en Venezuela en lo que respecta al diseño de fundaciones no está del todo desarrollada, por lo cual será necesaria la utilización de normativas internacionales con la finalidad de obtener los requerimientos básicos para el diseño. En el capítulo 15 de la norma venezolana FONDONORMA 1753:2006-R “Proyecto y construcción de Obras en Concreto Estructural” basada en el ACI 318-11 “BuildingCodeRequirementsforStructural Concrete”, se establecen los estados límites y requisitos generales de emplazamiento y arriostramiento, así mismo hace mención a que el área de la base de la zapata o el número y distribución de los pilotes, se determinará con las solicitudes de servicio provenientes de la estructura y que deben ser transmitidas al terreno con la condición de no exceder la capacidad del suelo o la de los pilotes determinadas según los principios de la Mecánica de los Suelos.

En este sentido, para el chequeo de estabilidad en la norma COVENIN – MINDUR 2002:88. Criterio de acciones mínimas para el proyecto de edificaciones, en la sección 7.3.1, se establecen los factores de seguridad al volcamiento y deslizamiento para el cálculo de la capacidad admisible.

En lo que se refiere al diseño sismorresistente en el capítulo 11 de la norma 1756-2001. Edificaciones Sismorresistente, se indica que las zapatas deben resistir las solicitudes mayoradas en condiciones sísmicas y postsísmicas. Las secciones críticas para el diseño por corte se establecen la sección 15.5 de mencionada norma FONDONORMA 1753-2006-R, así como algunas especificaciones del detalle de acero de refuerzo en zapatas.

En este orden de ideas se indican las normas que servirán de apoyo a la presente investigación:

- Nacionales

- 1.COVENIN-MINDUR 1756:2001-1 “Edificaciones Sismorresistentes. Articulado”.
- 2.COVENIN-MINDUR 1756:2001-2 “Edificaciones Sismorresistentes. Comentarios”.

3.FONDONORMA 1753:2006-R “Proyecto Estructural para edificaciones en concreto armado”.

4.COVENIN-MINDUR 2002:88-R “Criterio de Acciones Mínimas para proyectos de edificaciones”.

2.4 Definición de términos básicos

- **Capacidad Portante:** Es la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo
- **Cargas:** Esfuerzos externos a que son sometidos los elementos constructivos
- **Columnas:** Elemento arquitectónico vertical y de forma alargada que normalmente tiene funciones estructurales, aunque también pueden erigirse con fines decorativos.
- **Concreto Armado:** es el concreto en el que el acero se incrusta de tal manera que los dos materiales actúan juntos en fuerzas de resistencia. Las varillas de refuerzo de acero, barras o malla, absorben la tracción, cizalladura, ya veces los esfuerzos de compresión en una estructura concreta.
- **Elementos Estructurales:** Cada una de las piezas que forman parte de una estructura, posee un carácter unitario y se muestra de la misma manera bajo la acción de una carga aplicada. También llamada miembro estructural, pieza estructural
- **Excentricidad:** Parámetro que indica la desviación de la carga respecto al centro de gravedad de la estructura que la soporta
- **Flexión:** Doblamiento que sufre un elemento estructural al ser sometido a una fuerza transversal externa.
- **Fundaciones Profundas:** son un tipo de Cimentaciones que solucionan la transmisión de cargas a los sustratos aptos y resistentes del suelo.

- **Recubrimiento:** Es la menor distancia entre la superficie del acero embebido en el concreto y la superficie más externa de la sección de concreto, también llamado recubrimiento de protección
- **Suelos Cohesivos:** son aquellos constituidos por partículas muy pequeñas donde predominan efectos electroquímicos superficiales, las partículas tienden a juntarse (interacción agua-partícula). Suelos plásticos (arcillas)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo versa sobre aquellos procesos necesarios para el desarrollo adecuado de la investigación, es decir, a lo largo de este aporte se describe el paso a paso de la elaboración de este trabajo, con la finalidad de dar oportuna e idónea respuesta a los objetivos estructurados para la misma. Al respecto, Arias (2012) explica el marco metodológico como: “Conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas” (p.16). Es así como el desarrollo de este trabajo ajusta cada paso a una fase relacionada directamente con los objetivos específicos ya detallados en el Capítulo I, los cuales coadyuvan directamente al logro del objetivo general del trabajo como meta a alcanzar en el proceso investigativo, lo cual se sustenta en aspectos metodológicos que a continuación se presentan:

3.1 Tipo de Investigación

El estudio se ubica bajo la modalidad de Proyecto Factible que de acuerdo a Hurtado (2012), lo señala como: “Todas aquellas investigaciones que conducen a inventos, programas, diseños o a creaciones dirigidas a cubrir una determinada necesidad, basadas en conocimientos anteriores” (p. 325). Este tipo de investigación sustenta sus procedimientos sobre datos tomados de la realidad mediante una investigación de campo y con el debido apoyo documental. Por tanto, esta investigación se enmarca en un proyecto factible, porque su fin es brindar una propuesta de mejora viable, que genere solución a la problemática planteada; el cual es definido por el Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales (UPEL, 2012), indicando que toda investigación de tipo factible consiste:

En la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe apoyo en una investigación de tipo documental, de Campo o un diseño que incluya ambas Modalidades. (p. 47)

3.2 Diseño de la investigación

De acuerdo con Arias, F. (2012) el diseño de investigación es: “La estrategia general que adopta el investigador para responder el problema planteado”. En atención al diseño la investigación se clasifica en: documental, campo y experimental.” (p. 26). Este estudio se considera como antes se mencionó como una investigación de Campo con apoyo Documenta. Se ha definido la investigación documental como: “Un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales y electrónicas” (Arias, F., 2012, p. 27). Del mismo modo, Arias, F. definió la Investigación de campo como:

Aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados o de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna, es decir; el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental (2012, p. 31).

De acuerdo a los planteamientos de la investigación en curso, es documental debido a que se basa en la búsqueda de información e interpretación de datos obtenidos de otros investigadores o fuentes documentales. También es de campo debido a que toda la investigación tomó datos de la realidad para así dar una solución viable tomando en cuenta los elementos presentes en el ámbito de estudio.

3.3 Nivel de la investigación

De acuerdo con Arias, F. (2012) el nivel de investigación: “Se refiere al grado de profundidad con el que se aborda un fenómeno u objeto de estudio” (p. 23). El nivel de investigación descriptivo consiste:

En la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. (Arias, F. 2012, p. 24).

Así, el nivel de investigación para este trabajo consiste en un nivel descriptivo ya que se caracteriza la realidad en estudio y los procedimientos estructurados irán en consonancia con los objetivos que persigue la misma.

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

La población de estudio de este trabajo es finita, estuvo integrada por los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil de los semestres noveno y décimo, los cuales ascienden a Noventa y Cuatro (94) estudiantes. La población se define según Pallela y Martíns (2010) como: “el conjunto de unidades de las que se desea obtener información y sobre las que se desea obtener información y sobre las que se van a generar conclusiones” (p. 105)

3.4.2 Muestra

La muestra es una parte representativa de la población cuyas características son lo más exactas posibles, “la muestra representa un subconjunto de la población, accesible y limitado, sobre el que realizamos las mediciones o el experimento con la idea de obtener conclusiones generalizables a la población.” (Pallela y Martíns, 2010, p. 106).

En este sentido la investigación contó con un muestreo no probabilístico intencional donde “el investigador establece previamente los criterios para seleccionar las unidades de análisis, las cuales reciben el nombre de tipo” (Pallela y Martíns, 2010, p. 114). En esta investigación se tomó como muestra el 30 % de la población, por lo que la muestra se constituyó por Veintiocho (28) individuos.

3.5 Técnica e Instrumento de recolección de datos

Según Arias (2012) se entiende por técnica, procedimiento o forma particular de obtener datos o información. Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información. (p. 67).

En esta investigación, la técnica utilizada para recolectar los datos correspondió a la encuesta, esta técnica permitió obtener los datos de varias personas, mediante la entrega de un listado de preguntas a los sujetos objeto de investigación y que de forma anónima y por escrito deberán responder. (Pallela y Martíns, 2010, p. 105)

Del mismo modo se apoyó documentalmente, mediante una técnica de tipo análisis documental donde la revisión de textos y de información mediante la web apoya no sólo la documentación teórica de la investigación, sino que además apoyó este estudio. Gálvez (2002), la definió como: “un procedimiento estructurado cuyo objetivo es la localización y recuperación de información relevante para un usuario que quiere dar respuesta a cualquier duda relacionada con su práctica, ya sea esta clínica, docente, investigadora o de gestión.” Mediante esta técnica se elaboró una base teórica a cada una de las herramientas utilizadas en los objetivos, se revisaron trabajos de grado con problemáticas similares, así como también libros y páginas electrónicas. Este proceso fue llevado a cabo a lo largo de la investigación para sustentar cada una de las acciones de la investigadora, tomando en cuenta información relevante para la temática en estudio y haciendo las citas correspondientes y su relación con el tema, ello se estructura en el capítulo II de esta investigación.

3.5.2.-Instrumento de recolección de datos

El cuestionario según Tamayo (2009) “contiene los aspectos del fenómeno que se consideran esenciales; permite, además, aislar ciertos problemas que nos interesan principalmente; reduce la realidad a cierto número de datos esenciales y precisa el objeto de estudio” (p. 190). En esta investigación el cuestionario fue sencillo de discutir, las preguntas son claras y concisas de respuestas dicotómicas, es decir, presenta dos alternativas de respuesta, en este cuestionario son SI y NO.

La Ficha Bibliográfica según Arias (2006) “son un tipo de documento que se utiliza para guardar la información que se requiere para identificar un libro, o cualquier documento escrito”

3.6.-Validación del Instrumento

Según Pallela y Martíns (2010), “se define como ausencia de sesgos. Representa la relación entre lo que se mide y aquello que realmente se quiere medir” (p.160). En esta investigación la validez estuvo dada por el juicio de expertos que se define como:

La técnica que consiste en entregarle a tres, cinco o siete expertos (siempre números impares) en la materia objeto de estudio y en metodología y/o

instrucción de instrumentos un ejemplar del (los) instrumento (s) con su respectiva matriz de respuesta acompañada de los objetivos de la investigación, el sistema de variables y una serie de criterios para calificar las preguntas. Los expertos revisan el contenido, la redacción y la pertinencia de cada reactivo, y hacen recomendaciones para que el investigador efectúe las debidas correcciones, en los casos que lo consideren necesario. (Pallela y Martins, 2010, p. 161)

En esta investigación el juicio de expertos estuvo conformado por un experto en metodología y en el área de la construcción. La intención de realizar esta validez fue hacer una revisión exhaustiva de los ítems del cuestionario, revisar si son de redacción clara, precisas, coherente y si se relacionan con los objetivos de la investigación, lo cual fue de carácter satisfactorio y se procedió a realizar la aplicación del mismo.

3.7.- Confiabilidad del instrumento

Según Rusque, M. (2003) "... La confiabilidad designa la capacidad de obtener los mismos resultados de diferentes situaciones. La confiabilidad no se refiere directamente a los datos, sino a las técnicas de instrumentos de medida y observación, es decir, al grado en que las respuestas son independientes de las circunstancias accidentales de la investigación". La confiabilidad, es un instrumento de medición, se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto y objeto produce iguales resultados. Esto se le aplicó a un grupo que no pertenece a la muestra, pero si tiene las mismas características de la ella; este procedimiento permitió obtener el siguiente resultado 0.62, lo cual corresponde a un nivel alto de acuerdo al estadístico Kuder Richardson.

3.8.-Técnicas de análisis de información

Cuando se realiza un diagnóstico y posterior análisis de la situación actual en un estudio es necesario la aplicación de herramientas para el registro y análisis de la información. Si se desea que la información sea confiable para la generación de alternativas de solución a los problemas planteados, se debe contar con herramientas eficientes y efectivas en todo momento; lo cual se desarrolló en la segunda entrega de la investigación de acuerdo al análisis que se realizó a los resultados del instrumento que apoya la técnica de recolección de datos involucrada en este trabajo.

3.9 Fases Metodológicas

Fase I. Diagnóstico de la situación actual del manejo de la bibliografía de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez

Mediante la elaboración de un cuestionario se procedió a obtener datos de la muestra seleccionada para obtener la información requerida para el desarrollo de la investigación.

Mediante la aplicación del cuestionario diseñado se procedió a obtener datos de la muestra seleccionada, la cual está constituida por 28 individuos, por lo que se obtuvo la información requerida para el desarrollo de la investigación.

Fase II. Identificación de contenido del eje temático de acuerdo al mejor desarrollo en los textos propuestos para la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.

En esta fase se realizó la revisión de la bibliografía de los textos correspondientes a la asignatura a fin de seleccionar de cada uno de éstos los contenidos y ejercicios mejor estructurados para acceder al contenido idóneo para la elaboración de la Guía.

Fase III. Diseño de una Guía Instruccional para el adecuado manejo de la bibliografía que sustenta la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez

Esta última fase está integrada por la inclusión del contenido teórico y práctico del tema objeto de estudio tomando en cuenta los aspectos indicados por el análisis de la data extraída de la muestra para generar un adecuado material instruccional de acuerdo a los requerimientos establecidos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se desarrollaron cada una de las fases de la investigación, las cuales están relacionadas con los objetivos que persigue esta investigación, en cada una de estas fases se desarrollaron los diversos procedimientos descritos en el capítulo anterior.

4.1 Fases Metodológicas

4.1.1. Fase I. Diagnóstico de la situación actual del manejo de la bibliografía de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez

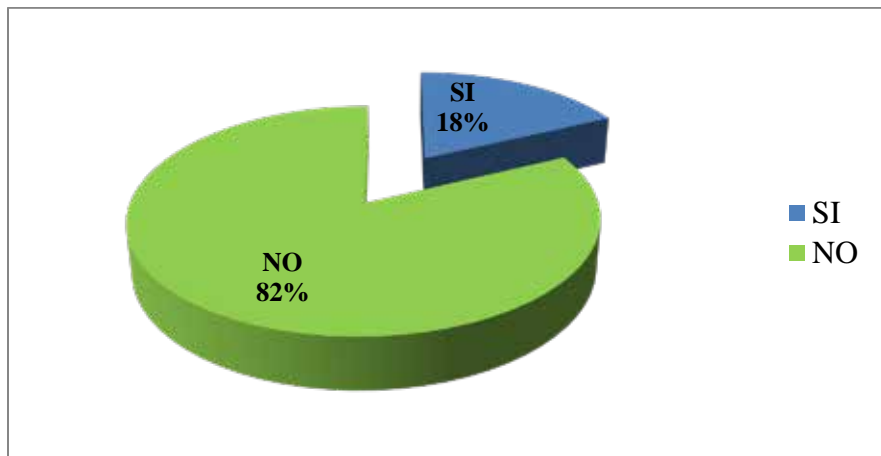
Es así como a continuación se presentan los resultados obtenidos al realizar la aplicación del cuestionario, los cuales como se aprecian en el capítulo III se obtienen posterior a la validación y confiabilidad del instrumento elaborado por los autores, es entonces cuando los datos se extraen de la aplicación a la muestra seleccionada, por lo que se visualizan en tablas contentivas de las frecuencias de las respuestas y sus respectivos porcentajes, acompañados de gráficos que ilustran los datos y los análisis correspondientes:

Tabla 1. ÍTEM N° 1

N°	ÍTEM	SI		NO	
		f	%	f	%
01	¿Considera usted, que en la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas, se cuenta con suficiente bibliografía?	5	18	23	82

Fuente: Díaz y Peña (2020)

Gráfico 1



Distribución de porcentajes del ÍTEM 1

Fuente: Díaz y Peña (2020)

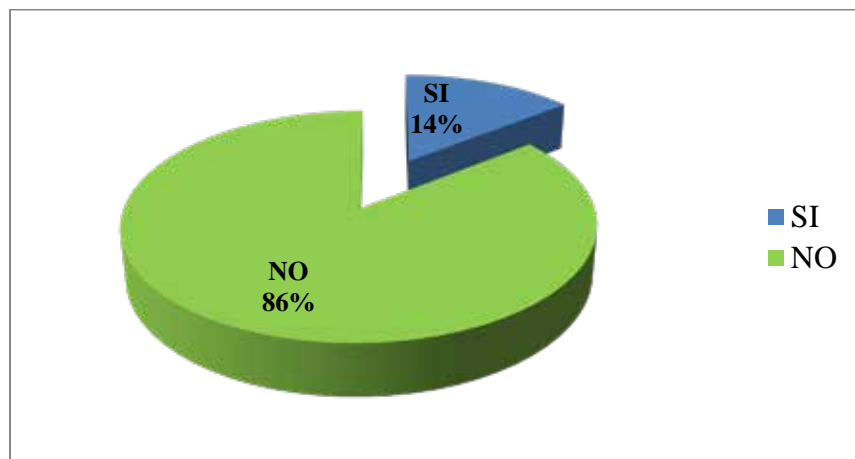
Análisis: de estos datos se pudo observar que en la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas, no cuenta con suficiente bibliografía, ello de acuerdo con lo expresado por el ochenta y dos por ciento de los encuestados según el gráfico que ilustra los datos recopilados; ello deja claro que en relación con el eje temático seleccionado por los autores los estudiantes no cuentan con información suficiente para desarrollar el proceso de divulgación y adquisición de este conocimiento.

Tabla 2. ÍTEM N° 2

N°	ÍTEM	SI		NO	
		f	%	f	%
02	¿Considera que en cualquiera de los textos de apoyo que se manejan en la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas, se encuentra toda la información requerida para el adecuado estudio de los temas?	4	14	24	86

Fuente: Díaz y Peña (2020)

Gráfico N° 2



Distribución de porcentajes del ÍTEM 2

Fuente: Díaz y Peña (2020)

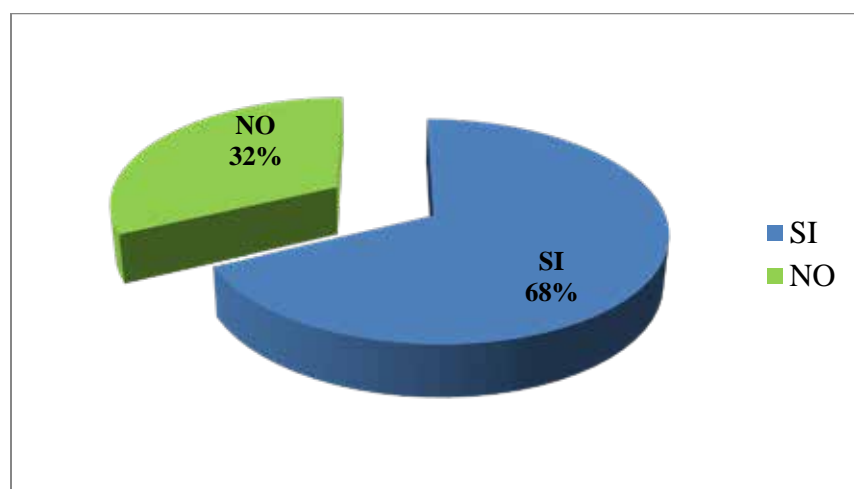
Análisis: en este ítem el ochenta y seis por ciento de los encuestados indicó que no se encuentra toda la información requerida para el adecuado estudio de los temas en cualquiera de los textos de apoyo que se manejan en la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas, por lo que se hace necesario manejar varios textos para el estudio complementario de un contenido específico, lo que se hace necesario para la adecuada adquisición de los contenidos en estudio.

Tabla 3. ÍTEM N° 3

N°	ÍTEM	SI		NO	
		f	%	f	%
03	¿Cree usted que los textos manejados en la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas tienen impacto en su comprensión respecto a la temática de la materia?	19	68	9	32

Fuente: Díaz y Peña (2020)

Gráfico N° 3



Distribución de porcentajes del ÍTEM 3

Fuente: Díaz y Peña (2020)

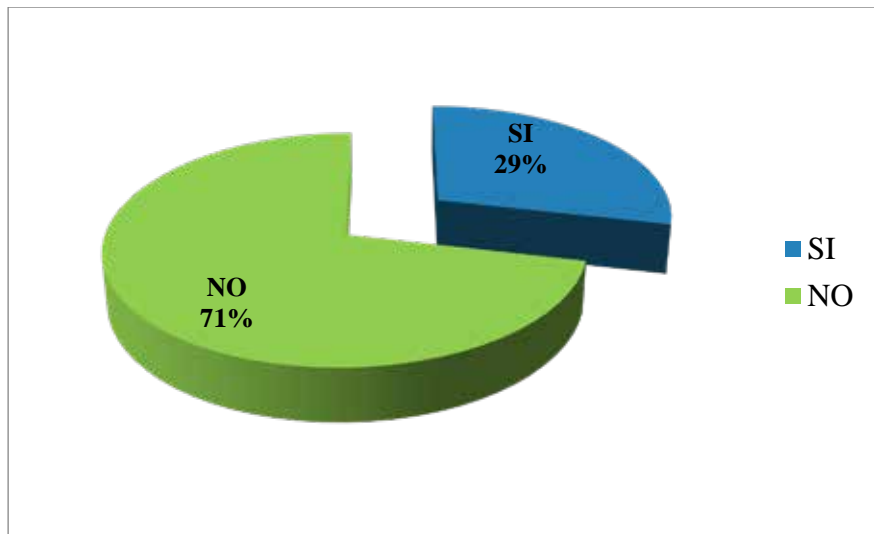
Análisis: el sesenta y ocho por ciento de los encuestados respondió de forma positiva que los textos manejados en la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas tienen impacto en su comprensión respecto a la temática de la materia, por lo que es importante señalar que los autores deben considerar el desarrollo de los temas en las bibliografías manejadas con la finalidad de establecer los contenidos mejor desarrollados para permitir la adecuada adquisición de conocimientos.

Tabla 4. ÍTEM N° 4

N°	ÍTEM	SI		NO	
		f	%	f	%
04	¿Existe algún material adicional de estudio, diferente a los libros de texto manejados en la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas?	8	29	20	71

Fuente: Díaz y Peña (2020)

Gráfico N°4



Distribución de porcentajes del ÍTEM 4

Fuente: Díaz y Peña (2020)

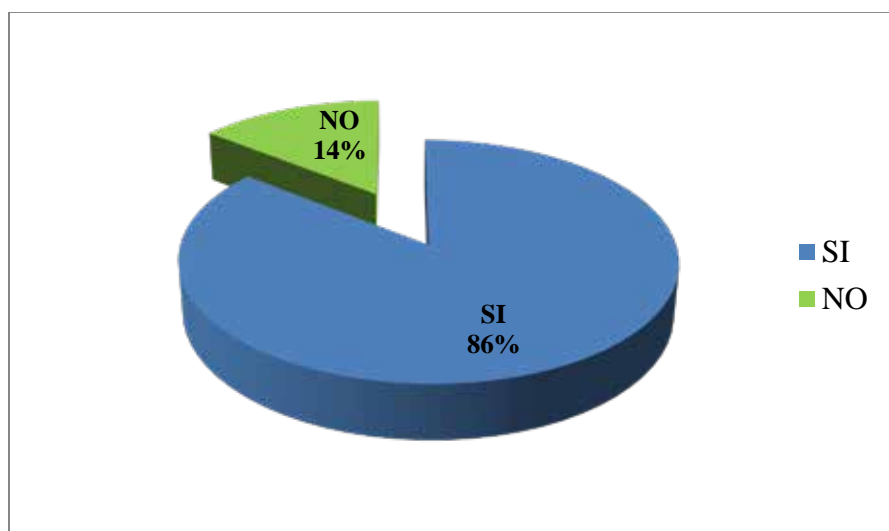
Análisis: este ítem indica que el setenta y un por ciento de los encuestados respondieron que no existe algún material adicional de estudio, diferente a los libros de texto manejados en la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas, lo que genera aval para el objetivo de la investigación que persiguen los autores.

Tabla 5. ÍTEM N° 5

N°	ÍTEM	SI		NO	
		f	%	f	%
05	¿Considera que el diseño por corte, punzonado, aplastamiento y flexión son los contenidos fundamentales para el estudio y comprensión de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas?	24	86	4	14

Fuente: Díaz y Peña (2020)

Gráfico N° 5



Distribución de porcentajes del ÍTEM 5

Fuente: Díaz y Peña (2020)

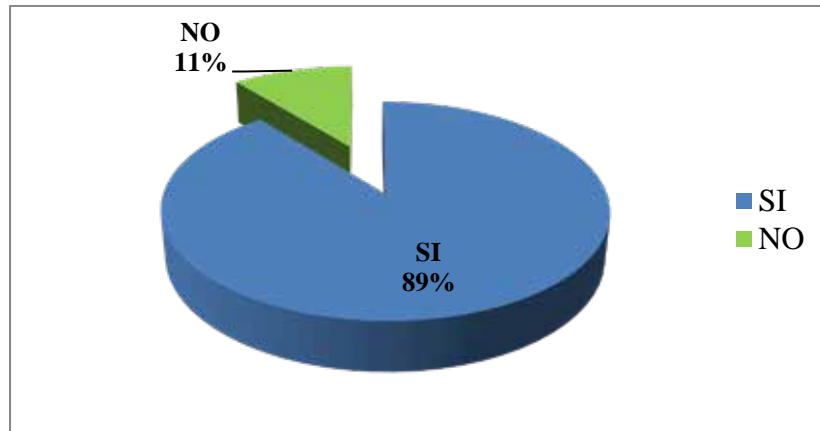
Análisis: el ochenta y seis por ciento de los encuestados respondieron de manera afirmativa al enunciado referido a si el diseño por corte, punzonado aplastamiento y Flexión, son los contenidos fundamentales para el estudio y comprensión de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas; en este sentido se deben considerar estos contenidos como información relevante para estructurar los contenidos que deben tomar en cuenta los autores en el desarrollo de la Guía.

Tabla 6. ÍTEM N° 6

N°	ÍTEM	SI		NO	
		f	%	f	%
06	Cree usted que los contenidos indicados, diseño por corte, diseño por punzonado y diseño por aplastamiento y flexión; considerados como aspectos fundamentales para el estudio y comprensión de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas, ¿pueden ser compilados en un material instruccional teórico-práctico?	25	89	3	11

Fuente: Díaz y Peña (2020)

Gráfico N° 6



Distribución de porcentajes del ÍTEM 6

Fuente: Díaz y Peña (2020)

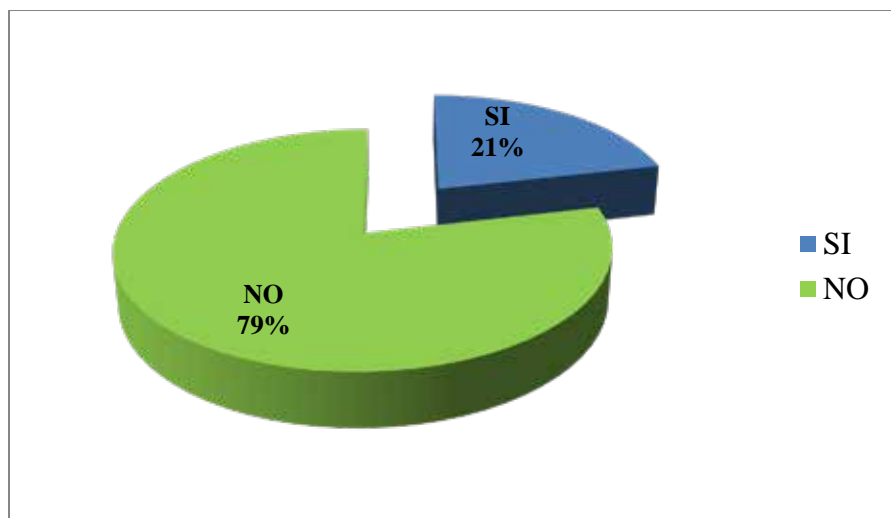
Análisis: en ese ítem el ochenta y nueve por ciento de los encuestados afirmaron que los contenidos relativos a diseño por corte, diseño por punzonado y diseño por aplastamiento y flexión, deben ser considerados como aspectos fundamentales para el estudio y comprensión de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas, debiendo en consecuencia ser compilados en un material instruccional teórico-práctico que les permita el manejo de un compendio de información resumida pero completa que apoye la adquisición de la información requerida en la asignatura.

Tabla 7. ÍTEM N° 7

N°	ÍTEM	SI		NO	
		f	%	f	%
07	¿Existe algún material instruccional, que compile los contenidos de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas?	6	21	22	79

Fuente: Díaz y Peña (2020)

Gráfico N° 7



Distribución de porcentajes del ÍTEM 7

Fuente: Díaz y Peña (2020)

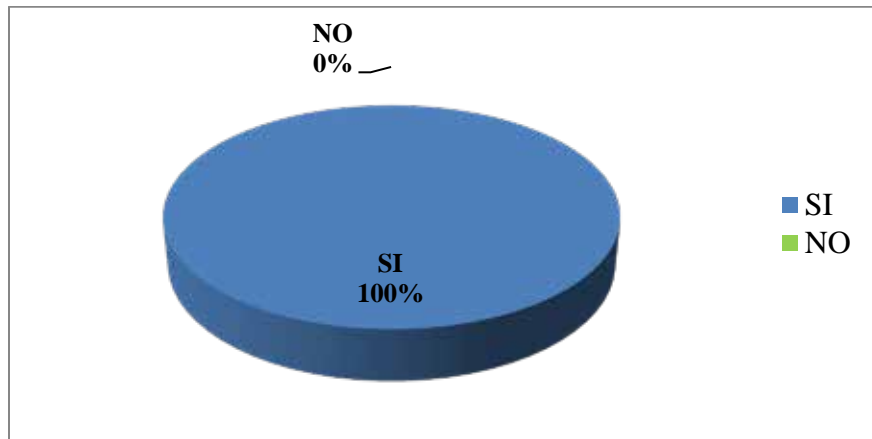
Análisis: el setenta y nueve por ciento de los encuestados indicaron que no existe algún material instruccional, que compile los contenidos de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas, por lo que la creación del mismo puede considerarse idónea en función de respuestas anteriores que indican que existe bibliografía y que algunos textos no son explícitos.

Tabla 8. ÍTEM N° 8

N°	ÍTEM	SI		NO	
		f	%	f	%
08	¿Considera que sería propicio desarrollar una Guía Instruccional para el estudio de los contenidos de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas?	28	100	0	0

Fuente: Díaz y Peña (2020)

Gráfico N° 8



Distribución de porcentajes del ÍTEM 8

Fuente: Díaz y Peña (2020)

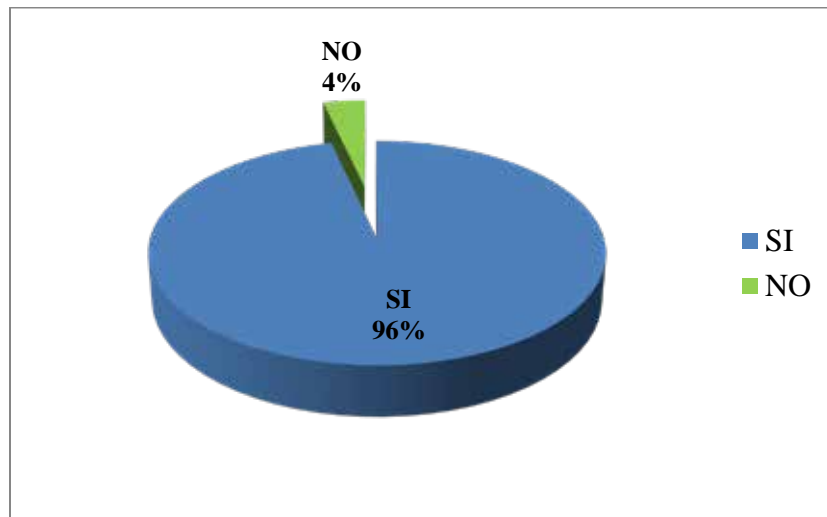
Análisis: en consecuencia, con las respuestas del ítem anterior, el cien por ciento de los encuestados indicaron que sería propicio desarrollar una Guía Instruccional para el estudio de los contenidos de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas, avalando de forma directa y contundente la intención investigativa de los autores.

Tabla 9. ÍTEM N° 9

N°	ÍTEM	SI		NO	
		f	%	f	%
09	¿Cree que el desarrollo de una Guía Instruccional para el estudio de los contenidos de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas, contribuya con la adquisición de competencia de los estudiantes?	27	96	1	4

Fuente: Díaz y Peña (2020)

Gráfico N° 9



Distribución de porcentajes del ÍTEM 9

Fuente: Díaz y Peña (2020)

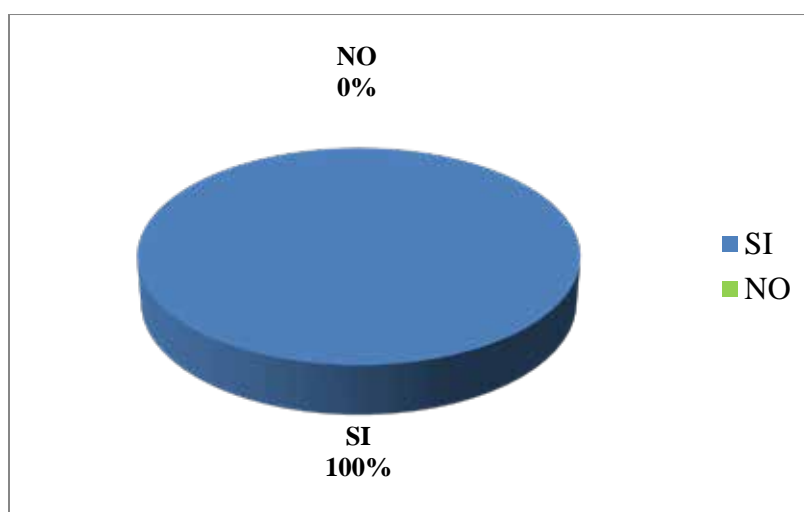
Análisis: el noventa y seis por ciento de los encuestados consideró positivo el desarrollo de una Guía Instruccional para el estudio de los contenidos de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas, en función de que éste contribuiría con la adquisición de competencia de los estudiantes, facilitando el proceso de estudio y por ende sustenta la propuesta realizada por los autores.

Tabla 10. ÍTEM N° 10

N°	ÍTEM	SI		NO	
		f	%	F	%
10	¿Considera conveniente que en la Guía Instruccional se añadan ejercicios paso a paso, con recomendaciones en la materia, para beneficio del estudiante?	28	100	0	0

Fuente: Díaz y Peña (2020)

Gráfico N° 10



Distribución de porcentajes del ÍTEM 10

Fuente: Díaz y Peña (2020)

Análisis: en este ítem se ratifican respuesta anterior en relación con lo conveniente de que en la Guía Instruccional se añadan ejercicios paso a paso, con recomendaciones en la materia para beneficio del estudiante, por tanto, esta propuesta generará un apoyo teórico-práctico que permitirá una mayor comprensión y adquisición del contenido en beneficio de quienes estudian esta asignatura.

4.1.2. Fase II. Identificación de contenido del eje temático de acuerdo al mejor desarrollo en los diversos textos propuestos para la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez

En esta fase se realizó la revisión de la bibliografía de los textos correspondientes a la asignatura, los cuales son: Suelo Fundaciones y Muros – María Fratelli (1993), Fundamentos de Ingeniería Cimentaciones – Braja M. Das (2012); a fin de seleccionar de cada uno de éstos, los temas y ejercicios mejor estructurados para acceder al contenido idóneo que permitió la elaboración de la Guía Instruccional. Por lo que se presenta el resumen de la información en la siguiente tabla:

Tabla N° 11

Revisión De Contenido De Los Textos Utilizados en la Asignatura

SINOPSIS DE CONTENIDO	Suelo Fundaciones y Muros – María Fratelli				Fundamentos de Ingeniería Cimentaciones – Braja M. Das			
	PRESENTE			AUSENTE	PRESENTE			AUSENTE
	MUY BUENO	BUENO	REGULAR		MUY BUENO	BUENO	REGULAR	
UNIDAD I: EL SUELO Y SUS PROPIEDADES				X	X			
UNIDAD I: EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO				X	X			
FUNDACIONES AISLADAS								X
FUNDACIONES AISLADAS CON EXCENTRICIDAD								X
PRE DIMENSIONADO DE BASES PARA FUNDACIONES AISLADAS			X					X
DISEÑO POR CORTE			X					X
DISEÑO POR PUNZONDO			X					X
DISEÑO POR APLASTAMIENTO			X					X
DISEÑO POR FLEXIÓN			X					X

Fuente: Díaz y Peña (2020)

Análisis: como puede apreciarse en la tabla anterior ambos libros son requeridos para el adecuado estudio de la temática objeto de esta investigación ya que la misma requiere tener unos conocimientos previos para el desarrollo de los ejercicios prácticos y complementar el conocimiento teórico, es importante aclarar que en cualquier área de estudio es necesario conocer los planteamientos de diferentes autores en relación con los contenidos programáticos de cada una de las asignaturas, sin embargo, este no es el caso porque para estudiar solamente este tema se requiere el uso de un segundo libro donde ni siquiera aparece el tema estudiado pero contiene aspectos previos requeridos y que además en el libro donde está descrito y explicado el tema objeto del trabajo no se encuentra esta información, esta

realidad como se puede reafirmar genera diversas problemáticas en los estudiantes al momento de estudiar.

Es en este sentido que se hace necesario alcanzar el objetivo de esta investigación, el cual permitirá un manejo de la información que realmente es requerido con los complementos que los autores tomarán en cuenta en cuanto a contenidos teóricos necesarios como aspectos prácticos. Se hará entonces énfasis en elementos básicos que brinden fundamento teórico, se incorporó información requerida para los cálculos específicos relativos al tema, se detalló la teoría general y específica del tema con definiciones e ilustraciones, se incorporó un paso a paso de ejercicios resueltos con la explicación detallada, así como un compendio de ejercicios para resolver que contengan la respuesta final que permita cotejar el resultado para consolidar la adquisición del conocimiento.

4.1.3. Fase III. Diseño de una Guía Instruccional para el adecuado manejo de la bibliografía que sustenta la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez

Esta última fase está integrada por la inclusión del contenido teórico y práctico del tema objeto de estudio tomando en cuenta los aspectos indicados por el análisis de la data extraída de la muestra para generar un adecuado material instruccional de acuerdo a los requerimientos establecidos. Como consecuencia de toda la investigación se procede al desarrollo de la Guía Instruccional, el cual servirá de apoyo a los estudiantes de la Asignatura Fundación y Muros, específicamente en el tema relacionado con el Diseño Estructural de Fundaciones Aisladas.

Como se pudo apreciar de las fases anteriores, la Guía es requerida por los estudiantes y se muestra adicionalmente la cantidad de información que debe compilarse, reorganizarse y estructurarse de manera que brinde el debido apoyo a quienes les corresponde manejar esta información. Es por ello, que a continuación se presentan diversos elementos que integran esta Guía.

Título: *“Guía Instruccional para el Diseño Estructural De Fundaciones Aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.”*

Ø **Objetivo Instruccional:** Brindar apoyo teórico-práctico a estudiantes de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas.

Ø **Justificación:** la temática seleccionada es de importancia fundamental para el desarrollo adecuado de los estudiantes en cuanto a la adquisición de los conocimientos requeridos para la asignatura como uno de los pilares base de la ingeniería civil. Es entonces necesario, resaltar la relevancia que este compendio teórico-práctico brindará a la Escuela de Ingeniería Civil y que permitirá a futuro que otros investigadores puedan desarrollar con otros ejes temáticos u otras asignaturas materiales de estudio con permita un adecuado apoyo para el desarrollo de las competencias necesarias en este eje temático.

Ø **Objetivos de La Guía**

Objetivo General: Diseñar una Guía Instruccional para el adecuado manejo de la bibliografía que sustenta la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.

Objetivos Específicos:

- Estructurar el contenido del eje temático de acuerdo a los diversos textos propuestos para la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.
- Desarrollar de forma detallada los planteamientos prácticos relativos al contenido del eje temático de acuerdo a los diversos textos propuestos para la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.

Puede apreciarse la estructura general de la Guía, la cual se presenta a continuación con cada elemento descrito en la Fase II de esta investigación, para el uso de estudiantes de la asignatura Fundaciones y Muros.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Una vez realizada la investigación se detallan a continuación las conclusiones extraídas por los autores de este proceso; se logró realizar el diagnóstico de la situación actual en cuanto al manejo de la bibliografía de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez. Al respecto, se evidenció por altos porcentajes en las respuestas de los sujetos encuestados que deben utilizar para estudiar esta temática en los textos, lo que genera algunas confusiones e inconsistencias en explicaciones de alguno de los aspectos que integran este tema, o consultar otro texto para acceder a información básica que permita generar el conocimiento base para la adquisición de un nuevo y más complejo grupo de informaciones. Esto brindó solidez a la necesidad absoluta de la investigación en pro de una solución ante la problemática planteada.

Al identificar el contenido del eje temático en los textos propuestos para la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de Fundaciones Aisladas, y extraer de la sinopsis del contenido programático de la mencionada lo referido al diseño estructural. Del desarrollo de esta fase de la investigación se pudo apreciar de forma clara que esta temática requiere conocimientos y/o aclaratorias de informaciones previas, que permitan incorporar los nuevos conocimientos, y los libros no la presentan adecuadamente o se evidencia ausente.

Lo anteriormente indicado dio impulso al diseño de una Guía Instruccional para el adecuado manejo de la bibliografía que sustenta la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez, de este modo se puede concluir que el instrumento elaborado cubrirá las expectativas de los cursantes de esa asignatura.

Es así como se evidencia el logro de cada uno de los objetivos planteados por los autores en el proceso investigativo en pro de la Escuela de Ingeniería Civil y de quienes hacen vida en ella.

Recomendaciones

Para culminar el proceso investigativo los autores plantean algunas sugerencias a fin de darle mayor relevancia al producto terminado de este trabajo de grado, con el objeto de direccionar algunos aspectos representativos de este proceso y con miras a dar vida útil a este logro académico, por lo tanto, a continuación, presentan las mismas:

- Hacer un adecuado uso de todos los recursos disponibles para la adquisición de conocimientos en pro de contar con una base sólida para el desarrollo de sus habilidades y destrezas como futuros Ingenieros.
- Analizar paso a paso cada punto planteado durante los ejercicios propuestos en la guía instruccional de modo que facilite el método de estudio para los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.
- Elaborar guías instruccionales para las demás Asignaturas vistas dentro de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.
- Estudiar la asignatura Fundaciones y Muros a través de la Guía Instruccional generada por los autores de esta investigación, ya que la misma condensa la información previa y el contenido debidamente digerido, conjuntamente con ejercicios adecuadamente resueltos para ilustrar el proceso de enseñanza, facilitando el aprendizaje sobre el diseño estructural de fundaciones Aisladas de la Escuela de Ingeniería civil de la Universidad José Antonio Páez
- Establecer lineamientos de actualizaciones y mejoras de los contenidos de las diversas asignaturas que integran el plan de estudio dentro de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.
- Utilizar dentro de la asignatura, el uso de programas tecnológicos innovadores como lo son SAP2000, ETABS y AUTOCAD para llevar el campo de la vida profesional lo más cerca de la realidad a los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F (2012), **“El proyecto de investigación: introducción a la metodología científica”** (6ª ed.) Caracas: Episteme.
- Bernal, César A. (2010). **“Metodología de la Investigación”** (3ª ed.) Colombia: Pearson Educación
- Covenin-Mindur (2002-88R) **“Criterio de Acciones Mínimas para proyectos de edificaciones”**
- Covenin-Mindur (1756-2001-1) **“Edificaciones Sismorresistentes. Articulado”**
- Covenin-Mindur (1756-2001-2) **“Edificaciones Sismorresistentes. Comentarios”**
- Das, B. (2012), **“Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones”**, México. Editorial International Thomson Learning.
- Fratelli, M. (1993), **“Suelos, Fundaciones y Muros”**. Caracas, Venezuela. Editorial Bonalde Editores.
- Fondo Norma (1753-2006) **“Proyecto Estructural para edificaciones en concreto armado”**.
- Gálvez, A. (2002). **“Los modos de análisis en investigación cualitativa”** Vol.76. No.5. Revista Española.
- Hurtado, J. (2012). **“Metodología de la investigación”** (4a. ed.). Bogotá-Caracas: CideaSypal y Quirón.
- Jiménez Montoya, P., García Meseguer, Á., & Morán Cabré, F. (2000). **“Hormigón Armado”**. Barcelona: Gustavo Gili.
- Pallela Stracuzzi, S. Martins Pestana, F (2010). **“Metodología de la investigación cuantitativa”** (3ª ed.) Caracas: Fedupel.
- Rusque, M. 2003. **“De la diversidad a la unidad en la investigación cualitativa”** Caracas: Vadell Hermanos Editores.
- Sabino, C. (2005) **“El Proceso de Investigación”** Caracas: Panapo
- Tamayo, M. (2009) **“El proceso de investigación científica”** México: Limusa
- Torres H., M. A. (1983). **“Concreto teoría elástica Diseño al Límite”**. México: Patria S.A
- Yepes Piqueras, V. (2016). **“Procedimiento de construcción de cimentaciones y estructuras de contención”**. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

ANEXO A
INSTRUMENTO

Nº	ITEMS	SI	NO
01	¿Considera usted, que en la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas, se cuenta con suficiente bibliografía?		
02	¿Considera que en cualquiera de los textos de apoyo que se manejan en la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas, se encuentra toda la información requerida para el adecuado estudio de los temas?		
03	¿Cree usted que los textos manejados en la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas tienen impacto en su comprensión respecto a la temática de la materia?		
04	¿Existe algún material adicional de estudio, diferente a los libros de texto manejados en la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas?		
05	¿Considera que el diseño por corte, punzonado y aplastamiento y Flexión, son los contenidos fundamentales para el estudio y comprensión de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas?		
06	¿Cree usted que los contenidos indicados, diseño por corte, diseño por punzonado diseño por aplastamiento y Flexión; considerados como aspectos fundamentales para el estudio y comprensión de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas, ¿pueden ser compilados en un material instruccional teórico-práctico?		
07	¿Existe algún material instruccional, que compile los contenidos de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas?		
08	¿Considera que sería propicio desarrollar una Guía Instruccional para el estudio de los contenidos de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas?		
09	¿Cree que el desarrollo de una Guía Instruccional para el estudio de los contenidos de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas, contribuya con la adquisición de competencia de los estudiantes?		
10	¿Considera conveniente que en la Guía Instruccional se añadan ejercicios paso a paso, con recomendaciones de expertos en la materia, para beneficio del estudiante?		

ANEXO B
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

San Diego, agosto 2020

CARTA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Profesora: Ing. Jackson Medina

Por medio de la presente nos dirigimos a usted con el fin de solicitar la evaluación del cuestionario que se anexa, para recabar información sobre la elaboración de la tesis titulada **GUÍA INSTRUCCIONAL PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE FUNDACIONES AISLADAS DE LA ASIGNATURA FUNDACIONES Y MUROS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ.**, realizada por los estudiantes Peña E. Yoanli E. cédula de identidad 26.038.736 y Díaz M. Luis A. cédula de identidad 20.724.821. La elaboración del cuestionario es tipo dicotómico, el cual será aplicado a 28 estudiantes de la asignatura la asignatura Fundaciones y Muros de la Escuela de Ingeniería Civil, de la Universidad José Antonio Páez.

En espera de su validación, o de su observación,



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS - JUCIO DE EXPERTOS

A continuación, se presenta una serie de aspectos a considerar para la validación de distintas variables que conforman el instrumento de recolección de datos, el cual será aplicado en la investigación de campo de los bachilleres **Peña E. Yoanli E. cédula de identidad 26.038.736** y **Díaz M. Luis A. cédula de identidad 20.724.821**, en el trabajo de grado titulado: **GUÍA INSTRUCCIONAL PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE FUNDACIONES AISLADAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

Instrucciones

Leer cuidadosamente cada recuadro, marque con una (X) la respuesta que considere para validar, de acuerdo a los aspectos a evaluar.

Aspectos	si	no	si	no	si	no
1.La redacción del ítem es clara	X		X		X	
2-El ítem tiene coherencia interna	X		X		X	
3-El ítem induce a la respuesta		X		X		X
4-El ítem mide lo que se pretende	X		X		X	

Aspectos	si	no	si	no	si	no
1.La redacción del ítem es clara	X		X		X	
2-El ítem tiene coherencia interna	X		X		X	
3-El ítem induce a la respuesta		X		X		X
4-El ítem mide lo que se pretende	X		X		X	

Aspectos	si	no	si	no	si	no	si	no
1.La redacción del ítem es clara	X		X		X		X	
2-El ítem tiene coherencia interna	X		X		X		X	
3-El ítem induce a la respuesta		X		X		X		X
4-El ítem mide lo que se pretende	X		X		X		X	

CONSIDERACIONES GENERALES	SI	NO	OBSERVACIONES
El instrumento tiene instrucciones claras y precisas para que el ingeniero inspector pueda llenar la planilla.	X		
La presentación del instrumento es adecuada. De no ser así, señale los factores o variables a corregir o mejorar.	X		
Los factores y variables son adecuados para recolectar la información. De ser negativa su respuesta, sugiera los factores o variables que deben incluirse y/o eliminarse.	X		

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO					
APLICABLE	SI	NO APLICABLE		APLICABLE, CONSIDERANDO LAS OBSERVACIONES	

DATOS DEL EXPERTO	
Nombres y Apellidos:	JACKISON MEDINA
Cédula de Identidad:	19991147
Correo Electrónico:	Theautentic65@gmail.com
Nivel Académico:	Ing. CIVIL
C.I.V C.E.I.D.E.C:	295 936

Firma

ING. JACKISON MEDINA

Fecha 17-11-2020

ANEXO C
CONFIABILIDAD

**CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE KUDER RICHARDSON
APLICADO A 28 ESTUDIANTES**

**GUÍA INSTRUCCIONAL PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE FUNDACIONES
AISLADAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD
JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

PEÑA YOANLI DIAZ LUIS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	7
2	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	5
3	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	6
4	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	4
5	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	6
6	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
7	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	4
8	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	6
9	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	8
10	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	5
11	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	5
12	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
13	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	8
14	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	6
15	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	7
16	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	7
17	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	8
18	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	8
19	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	6
20	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	3
21	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	8
22	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	6
23	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9
24	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	4
25	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
26	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	6
27	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	3
28	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9
P	0,2	0,3	0,8	0,3	0,8	0,7	0,286	0,9	0,9	0,9	
Q	0,8	0,8	0,3	0,7	0,2	0,3	0,714	0,1	0,1	0,1	Vt= 3,85714286
P*Q	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,204	0,1	0,1	0,1	

CÁLCULO DEL COEFICIENTE KUDER RICHARDSON

$$KR(20) = \frac{20}{N-1} \times \frac{Vt - \sum P*Q}{Vt} = 0,62$$

$$\sum P * Q = 1,56632653$$

LEYENDA

RANG	MAGNITL
0,81 a 1	Muy Alta
0,61 a 0,80	Alta
0,41 a 0,60	Moderada
0,21 a 0,40	Baja
0,01 a 0,20	Muy Baja

Fuente : Ruiz 2002

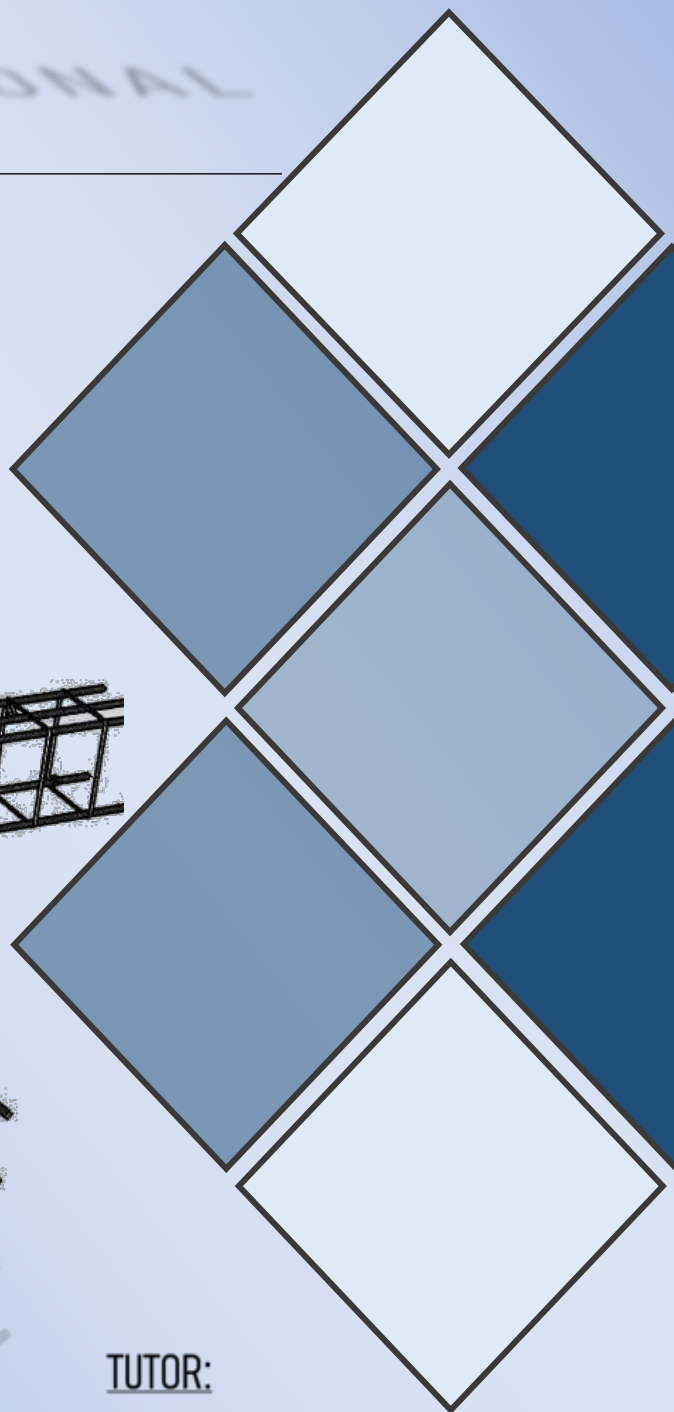
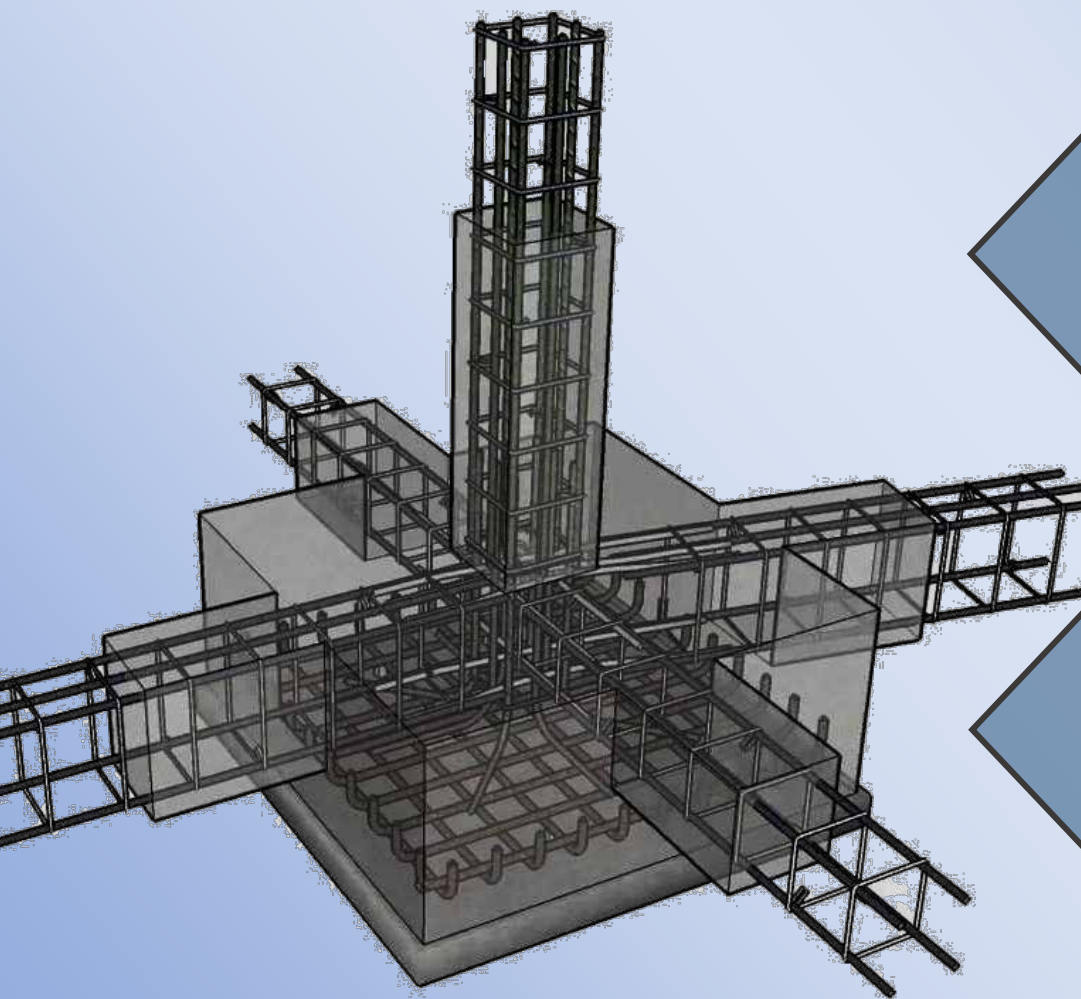
APÉNDICE A
GUÍA INSTRUCCIONAL PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE
FUNDACIONES AISLADAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



GUÍA INSTRUCCIONAL



Autores:

Díaz M., Luis A.

Peña E., Yoanli E.

TUTOR:

MSc. Jutzy Herrada

PRÓLOGO

El proceso de aprendizaje es complejo por diversos factores entre los cuales puede mencionarse la información que se imparte, los medios para acceder a ella y la posibilidad de conocer mediante autoevaluaciones la realidad relativa a la adquisición de los conocimientos que deben obtenerse al cursar alguna asignatura. Es por esta razón que, al dar una mirada profunda a lo señalado se evidencia la necesidad de generar aportes para el mejoramiento continuo de los escenarios educativos como una constante requerida para el logro de metas y la superación de obstáculos académicos.

En este sentido, se desarrolla esta Guía Instruccional, la cual busca apoyar el aprendizaje de temas específicos como es el caso de éste. Es así como se considera como objetivo instruccional del mismo, el cual es: “Brindar apoyo teórico-práctico a estudiantes de la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas.”

La temática seleccionada es de importancia fundamental para el desarrollo adecuado de los estudiantes en cuanto a la adquisición de los conocimientos requeridos para la asignatura como uno de los pilares base de la ingeniería civil. Es entonces necesario, resaltar la relevancia que este compendio teórico-práctico brindará a la Escuela de Ingeniería Civil y que permitirá a futuro que otros investigadores puedan desarrollar con otros ejes temáticos u otras asignaturas, así como materiales de estudio con un adecuado apoyo para el desarrollo de las competencias necesarias en este eje temático. Por tanto, la Guía persigue como objetivos los siguientes:

Objetivo General: Diseñar una Guía Instruccional para el adecuado manejo de la bibliografía que sustenta la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.

Objetivos Específicos:

- Estructurar el contenido del eje temático de acuerdo a los textos propuestos para la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.
- Desarrollar de forma detallada los planteamientos prácticos relativos al contenido del eje temático de acuerdo a los textos propuestos para la asignatura Fundaciones y Muros en el diseño estructural de fundaciones aisladas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.

ÍNDICE

PRÓLOGO1

Objetivos Específicos:.....	2
1.1.Concreto	7
1.2.-	7
1.3.-Cargas gravitacionales	8
1.4.- Resistencia requerida y resistencia de diseño	8
1.4.1.- Factores de mayoración de las cargas aplicadas	9
1.4.2.- Factores de minoración de resistencia.....	9
1.5.- Resistencia del concreto al corte (V_c).....	10
1.6.- Resistencia del concreto al Punzonado (V_c').....	10
1.7.- Resistencia del concreto al aplastamiento.....	11
1.8.- Acero.....	11
1.9.- Especificaciones sobre el refuerzo.....	11
1.10.- Utilidades del acero de refuerzo en el concreto.....	11
1.11.- Comportamiento del acero de refuerzo en el concreto	12
1.12.- Detallado de barra de acero.....	13
1.13.- Consideraciones generales sobre fundaciones	13
1.14.- Fundaciones	13
1.15.- Fundaciones Directas:.....	14
1.16.1.- Las zapatas aisladas se usan cuando	15
1.16.2.- Según su planta pueden ser	15
1.17.- Componentes estructurales de un sistema de fundación superficiales de tipo zapata.....	17
1.17.1.- Pedestales	17
1.17.2.- Vigas Riostras	17
1.18.- Características que debe cumplir una zapata	18
1.19.- Nomenclatura utilizada en el diseño de una fundación aisladas....	18

1.20.- El diseño de zapatas aisladas	19
1.21.- Procedimiento para el cálculo de fundaciones aisladas Cuadrada.	20
1.22.- Ejemplo #1: Diseño de una zapata aislada cuadrada.	26
1.23.- Ejercicio propuesto de zapata aislada cuadrada.....	35
1.24.- Procedimiento para el cálculo de fundaciones aisladas rectangular.....	37
1.25.- Ejemplo #1: Diseño de una zapata aislada rectangular.....	45
1.25.- Ejemplo #2:.....	58
1.26.- Ejercicios propuestos de zapata aislada rectangular	70
ANEXO DE TABLAS.....	71
REFERENCIAS.....	75

ÍNDICE DE ANEXOS

Tablas		Pág.
Tabla 1	Factores de combinación de solicitaciones	71
Tabla 2	Factores de minoración de resistencia	71
Tabla 3	Profundidad de apoyo de fundación	72
Tabla 4	Valor de Ju	73
Tabla 5	Distribución de barras de acero	73
Tabla 6	Tabla de cabillas	74
Figuras		
Figura 1	Curvas esfuerzo deformacion	7
Figura 2	Curva de efecto de la edad del concreto	8
Figura 3	Comportamiento del acero de refuerzo en el concreto	12
Figura 4	Detallado de barra de acero	13
Figura 5	Detalle de una zapata aislada	14
Figura 6-a	Zapata centrada	15
Figura 6-b	Zapata excéntrica	15
Figura 7-a	Zapata com espesor uniforme	16
Figura 7-b	Zapata com espesor escalonado	16
Figura 7-c	Zapata com espesor trapezoidal	16
Figura 8	Detallado de malla de acero en zapata	16
Figura 9	Detallado de pedestal en zapata	17
Figura 10	Detalle de viga riostra	17

1.1. Concreto

El concreto es un material pétreo artificial, semejante a la piedra que se obtiene mediante la mezcla cuidadosa proporcionada de cemento, arena y grava u otro agregado y agua; formando así un material de gran durabilidad que fragua y consolida; después esta mezcla se endurece en formaletas con la forma y dimensiones deseadas

Fratelli (1993) Explica: El concreto simple es resistente a la compresión, pero débil a la tracción, de este modo se arma con barras de acero que absorben los esfuerzos de tracción y evitan la formación de grietas en la masa del concreto.

1.2.- Resistencia del concreto F_c

Se conoce como la característica mecánica principal del concreto; se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzos, generalmente en MPa . La resistencia a la compresión el concreto estructural se basa en el conocimiento de las resistencias promedio de los resultados válidos, sobre un conjunto de probetas (cilindros) normalizadas, en una fecha determinada y siguiendo un procedimiento establecido (COVENIN 338)

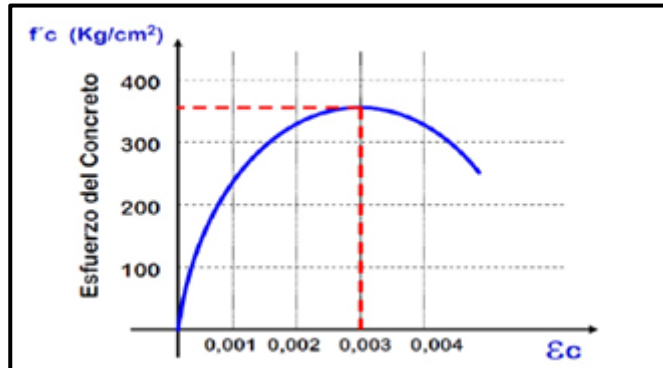


Figura 1. Curva esfuerzo deformación.

Efecto de la edad en el concreto

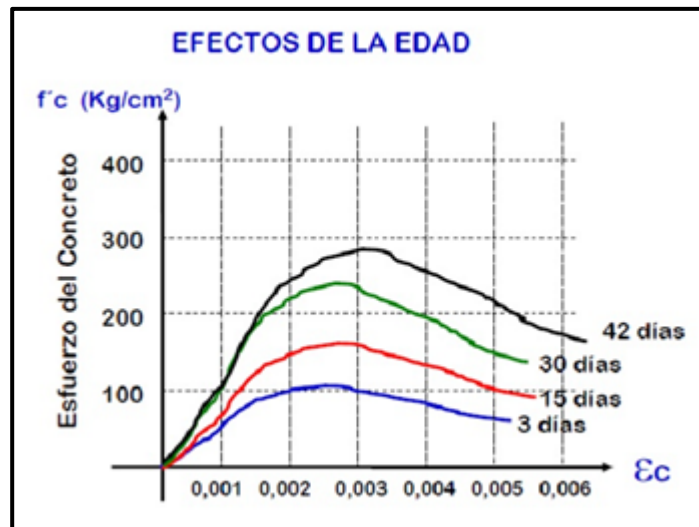


Figura 2. Efecto de la edad en el concreto.

1.3.-Cargas gravitacionales

Se definen como el procedimiento que permite conocer las cargas que se ejercen sobre los distintos elementos estructurales que integran la construcción debido a su funcionamiento.

- Cargas permanentes (CP) tenemos: peso propio, sobrecargas fijas, para el método de diseño esta cantidad se multiplica por el factor 1.2 antes de acumularse a la carga total.
- Cargas Variables (CV) tenemos: sobrecargas de usos o móviles, es el peso de la carga viva sobre la zapata. para el método de diseño esta cantidad se multiplica por el factor 1.6 antes de acumularse a la carga total.

1.4.- Resistencia requerida y resistencia de diseño

Fratelli (1993), indica: la resistencia requerida debe ser en todos los casos igual o menor a la de diseño, la expresión U representa la resistencia requerida a momento flector M_u , a carga axial P_u a fuerza cortante V_u o a cualquier otra carga, en teoría de rotura los factores de seguridad son de dos tipos, factor de mayoración de cargas y factor de minoración de resistencia.

1.4.1.- Factores de mayoración de las cargas aplicadas

La resistencia requerida se obtiene de multiplicar las cargas de servicio por los factores de mayoración, así mismo; Las solicitaciones sobre la estructura, sus miembros y nodos para el estado límite de agotamiento resistente, U , se determinarán con base en las hipótesis de solicitaciones que produzcan el efecto más desfavorable, el cual puede ocurrir cuando una o más solicitaciones están actuando simultáneamente.

Fratelli (1993), señala “*todas las cargas involucradas en el diseño deben afectarse por los factores de mayoración correspondiente, y de las posibles combinaciones de las misma se elegirá la más desfavorable para regir el análisis*”

Sin embargo, desde el 2006 se comenzó a diseñar elementos estructurales mayorando con la nueva norma fondonorma 1753-2006 la cual contempla los siguientes factores.

(Ver tabla 1)

$U = 1.4 (CP + CF)$	(9-1)
$U = 1.2 (CP + CF + CT) + 1.6 (CV + CE) + 0.5 CV_i$	(9-2)
$U = 1.2 CP + 1.6 CV_i + (\gamma CV \text{ ó } \pm 0.8 W)$	(9-3)
$U = 1.2 CP \pm 1.6 W + \gamma CV + 0.5 CV_i$	(9-4)
$U = 1.2 CP + \gamma CV \pm S$	(9-5)
$U = 0.9 CP \pm 1.6 W$	(9-6)
$U = 0.9 CP \pm S$	(9-7)
$U = 0.9 CP \pm 1.6 CE$	(9-8)

El factor de combinación de solicitaciones γ debidas a las acciones variables en las combinaciones (9-3) a (9-5) será 1.00, excepto en pisos y terrazas de edificaciones destinadas a vivienda en que se tomará como 0.50.

Tabla 1 Factores de mayoración de solicitaciones

Fuente fondonorma 1753-2006

1.4.2.- Factores de minoración de resistencia

Teniendo en cuenta la resistencia de diseño de un elemento estructural se calcula multiplicando la resistencia nominal por el factor de minoración correspondiente , según la norma, así mismo Fratelli (1993), indica lo siguiente (ver tabla 2).

1. Corte 0.85
2. Punzonado 0.85
3. Aplastamiento 0.70
4. Acero 0.90

Factores de minoración de resistencia	
En flexion sin carga axial -----	$\phi=0,90$
Traccion axial y flexitraction-----	$\phi=0,90$
Compresion axial y flexocompresion:	
Miembros zunchados-----	$\phi=0,75$
Miembros con estribos o ligaduras-----	$\phi=0,70$
Corte y torsion -----	$\phi=0,85$
Aplastamiento del concreto-----	$\phi=0,70$

Tabla 2. Factores de minoración de resistencia
Fuente: Suelos Fundaciones y Muros María G Fratelli

1.5.- Resistencia del concreto al corte (V_c)

La resistencia al corte o la resistencia al cizallamiento es muy importante en términos de estructura, pero debido a que generalmente no funciona sola, en los cálculos se utilizan varias fórmulas para estimarlas indirectamente en función de los esfuerzos en los componentes.

$$V_c := 0.53 \left(\sqrt{F'_c} \right)$$

1.6.- Resistencia del concreto al Punzonado (V_c')

En el caso del punzonado no es fácil de observar a medida que se incrementa la carga se comprime el suelo inmediatamente debajo de la zapata, produciendo un desplazamiento vertical.

Fratelli (1993), señala “*el punzonado es el efecto resultante de los esfuerzos tangenciales localizados debidos a la aplicación de una carga concentrada en un área reducida, sobre una placa, zapata o cabezal de poco espesor, trabajando en flexión bidireccional. la fractura del punzonado se materializa en forma de cono o pirámide trunca en planos inclinados a* ”.

$$V_c' := 1.06 \left(\sqrt{F'_c} \right)$$

1.7.- Resistencia del concreto al aplastamiento

La falla por aplastamiento cuando las deformaciones unitarias son tan grandes que destruyen su integridad; si se emplean grandes cantidades de refuerzo o cantidades normales de acero de muy alta resistencia, la resistencia a la compresión del concreto puede agotarse antes de que el acero comience a fluir.

Fratelli (1993), indica “*la resistencia del concreto al aplastamiento no excederá de $0.85 F'c$ ” según los factores de minoración utilizaremos 0.70 .*

$$P_{max_{col}} := \phi' \cdot (0.85 \cdot F'c \cdot A_{col})$$

1.8.- Acero

Lo definiremos como el producto siderúrgico en que el hierro este combinado con pequeñas cantidades de carbono, se incluyen además pequeñas cantidades de otros minerales como magnesio, sílice y azufre. A mayor cantidad de carbono aumenta su resistencia, pero disminuirá su ductilidad, es decir la barra pierde capacidad de deformación plástica.

1.9.- Especificaciones sobre el refuerzo

La norma venezolana de acero para edificaciones “Método de los estados límites” Covenin 1618:1998. El objetivo del diseño por el método de los estados límites es mantener una baja probabilidad de alcanzar un estado límite preestablecido para una dada tipología estructural. Fratelli (1993), dice: “*El refuerzo estará constituido por armaduras de barras corrugadas, permitiéndole el uso a barras lisas en el refuerzo helicoidal de columna o pilotes, y en ligaduras. El acero de refuerzo es usualmente laminado en caliente o trabajado en frío. A los efectos de diseño, en flexión no se utilizarán una resistencia de la armadura mayor a $F_y=5.600 \text{ kg/cm}^2$. En columnas, la resistencia cedente F_y de la armadura helicoidal no será mayor a $F_y=4.200 \text{ kg/cm}^2$.*

1.10.- Utilidades del acero de refuerzo en el concreto

- Aumenta la ductilidad
- Aumenta la resistencia

- Resistir esfuerzos de tensión y compresión
- Resistir al cortante
- Resistir a la torsión
- Restringir agrietamiento
- Reducir deformaciones a largo plazo
- Confinar el concreto

1.11.- Comportamiento del acero de refuerzo en el concreto

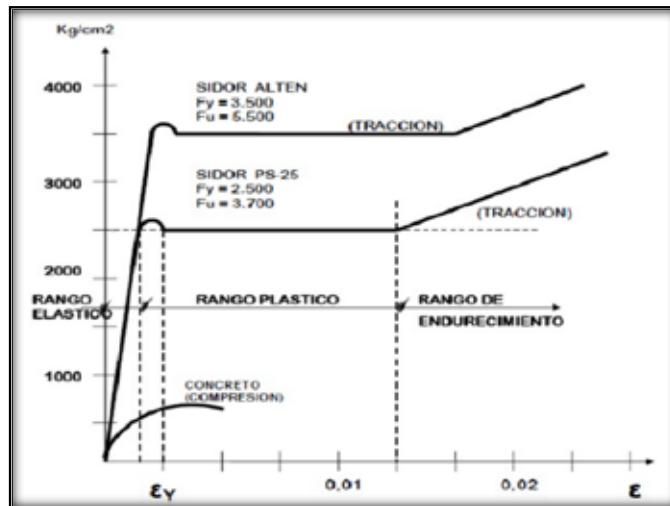


Figura 3. Comportamiento de acero de refuerzo en el concreto

1.12.- Detallado de barra de acero



Figura 4. Detallado de barra de acero

1.13.- Consideraciones generales sobre fundaciones

El ingeniero estructural escoge un "informe del suelo", y luego ajusta el tamaño y la altura de la cimentación de acuerdo con los requisitos obtenidos del análisis de la estructura del proyecto. El diseño estructural de la cimentación debe garantizar que cada componente tenga la resistencia para soportar las solicitaciones transferida por la superestructura, que el suelo pueda soportar la transferencia de la cimentación y que la rigidez del grupo de cimentación sea suficiente para no afectar la función de la cimentación o superestructura por desplazamiento o asentamiento. Finalmente, prepare el plano, incluyendo los detalles del refuerzo, la calidad del material y el cálculo de cómputos métricos.

1.14.- Fundaciones

Las fundaciones son las responsables de transmitir las cargas actuantes de las diferentes estructuras al terreno, de modo que no rebasen la capacidad portante del suelo, y que las deformaciones producidas en éste sean admisibles para la estructura. Dado que la resistencia y rigidez del terreno son muy inferiores a las de las estructuras.

Habitualmente las fundaciones se construyen de concreto armado y en general, se emplea en ellos concreto de baja calidad.

1.15.- Fundaciones Directas:

Según (Fratelli, 1993), las fundaciones directas Son aquellas que se apoyan en toda el área de la base sobre el terreno, en un estrato no mayor a 5 m de profundidad, medido desde la cota superior del predio a construir, y donde el suelo ofrezca la suficiente capacidad portante para soportar las cargas impuestas por la superestructura, con moderados asentamientos. Existe una variedad muy amplia de fundaciones directas, las cuales se definen de la siguiente manera:

Tipos de fundaciones directas

- Fundaciones aisladas
- Fundaciones continuas
- Fundaciones combinadas
- Fundaciones conectadas
- Placas de fundaciones

1.16.-Fundaciones aisladas o zapatas aisladas

Se conocen como un tipo de cimentaciones superficiales que funciona con elementos estructurales puntuales como son los pilares; de este modo esta zapata amplía la superficie de apoyo hasta lograr que el suelo soporte sin problemas las cargas que se están transmitiendo. Pueden diseñarse con espesor uniforme o variarse por medio de pedestales o



Figura 5. Zapata aislada

transiciones, para controlar esfuerzos en el material del elemento cuando se soportan columnas fuertemente cargadas. Las zapatas aisladas se usan sobre suelos de baja compresibilidad y en estructuras en las que los asentamientos diferenciales pueden ser

asimilados por la flexibilidad de la superestructura. Son el tipo de fundaciones directas más utilizadas. Según la posición de la columna con relación a la base, pueden ser:

- Centradas: cuando el baricentro de la base coincide con el eje vertical de simetría de la columna. Ver figura 6-a
- Excéntricas: cuando el baricentro de la base está desplazado con relación al eje vertical de simetría de la columna. Ver figura 6-b

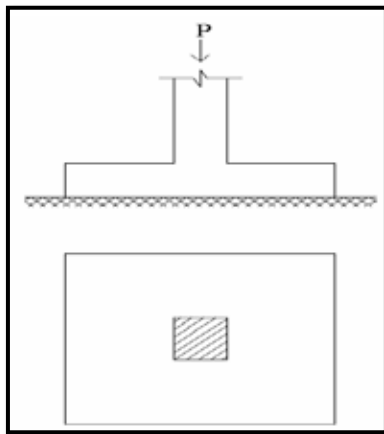


Figura 6-a. Zapata centrada

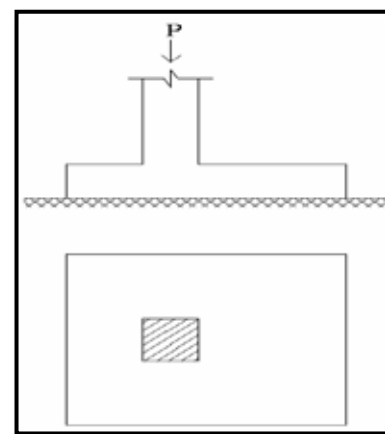


Figura 6-b. Zapata excéntrica

1.16.1.- Las zapatas aisladas se usan cuando

- Las columnas no están muy separadas.
- Las cargas en las zapatas son menores
- Cuando la capacidad de carga segura del suelo es generalmente alta.

1.16.2.- Según su planta pueden ser

- Cuadradas: con lados iguales.
- Rectangulares: lados desiguales.
- Circulares

Las zapatas aisladas consisten esencialmente en una losa inferior, y hay tres tipos básicos de losa:

- Zapata con espesor uniforme. Figura 7-a
- Zapata escalonada. Figura 7-b

· Zapata inclinada (Sección trapezoidal). Figura 7-c

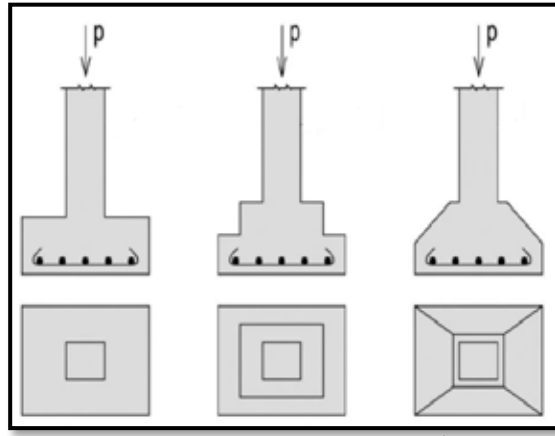


Figura 7-a

Figura 7-b

Figura 7-c

Las zapatas se enfrentan a los efectos de la presión del suelo. En este caso, la zapata se dobla en forma de plato. Por lo tanto, se proporciona una malla de acero para resistir las dos fuerzas internas principales, como, fuerza cortante y momento flector.

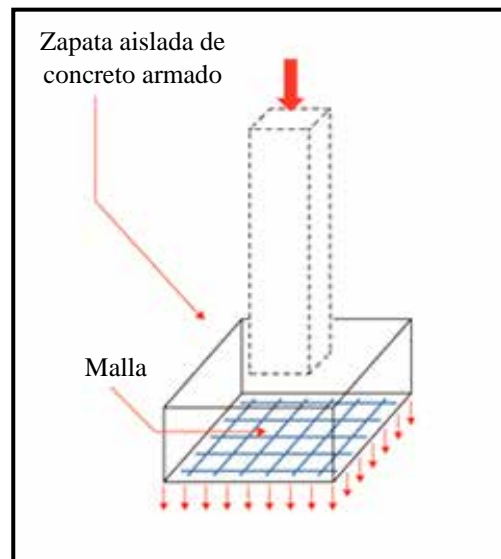


Figura 8. Detallado de malla de acero en zapata

1.17.- Componentes estructurales de un sistema de fundación superficiales de tipo zapata

En un sistema de fundación tipo zapatas está compuesto por pedestales, la zapata en sí, y el elemento de amarre conocido como vigas de riostra, estos serán explicados a continuación:

1.17.1.- Pedestales

Son ensanchamiento de la parte inferior de las columnas, que permiten aumentar el área de contacto de éstas con la base, transmitiendo las cargas axiales y los momentos flectores a la fundación o a las vigas de riostra. La altura de los pedestales puede ser variable según las necesidades de cada proyecto, pero generalmente se encuentra entre 1 y 1.5 metros. Entre las funciones que cumplen los pedestales se tiene:

- Disminuir las magnitudes de los momentos flectores y fuerzas cortantes en las bases, producidas por la reacción del suelo
- Dar mayor estabilidad al conjunto de las funciones.
- Transmitir más uniformemente las cargas a las columnas a las zapatas

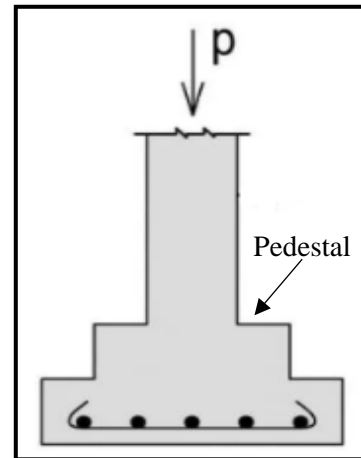


Figura 9. Detalle de pedestal en zapata

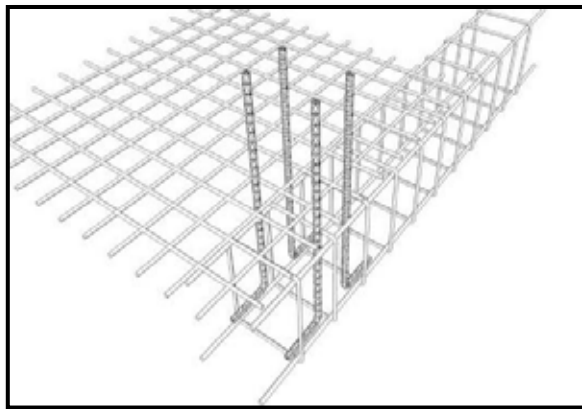


Figura 10. Detalle de viga riostra

1.17.2.- Vigas Riostras

Son elementos de una cimentación que une a las zapatas aisladas entre sí, para que la cimentación sea más estable. Las fundaciones aisladas se conectarán entre sí en dos direcciones preferiblemente ortogonales, con el resto de las fundaciones de la

estructura mediante vigas de riostras capaces de soportar los momentos flectores y las fuerzas axiales, tanto en tracción como en compresión, que actúan al pie de las columnas o pedestales. Las vigas de riostra se conectan generalmente en el tope del pedestal, centradas con los ejes de la estructura, no con los ejes de las columnas para formar un retículo en planta que impida el desplazamiento lateral de la fundación (ver figura 10).

1.18.- Características que debe cumplir una zapata

- La zapata tiene que ser segura contra una falla por corte del suelo que la soporta.
- La zapata no debe presentar desplazamientos excesivos, es decir asentamientos excesivos. (El término “excesivo” es relativo, porque el grado de asentamiento disponible para una estructura depende de varias consideraciones.
- Las columnas de forma circular, podrán considerarse como columnas cuadradas con la misma área para efectos de localización de las secciones críticas para el diseño por flexión, cortante o longitud de anclaje del refuerzo de la zapata
- Las zapatas deberán dimensionarse para transmitir al suelo una presión máxima que no exceda a la especificada en el estudio de mecánica de los suelos.
- Deberá tener la geometría de concreto y refuerzo de acero apropiado para transmitir los esfuerzos provenientes de las columnas hacia el suelo, sin involucrar falla estructural de la zapata.

1.19.- Nomenclatura utilizada en el diseño de una fundación aisladas

- V_u : Corte último que resiste la sección crítica.
- P_u : Carga mayorada que actúa en la columna.
- M_u : Momento Último Resistente.
- u : Esfuerzo último.
- q_s : Cargas de servicio.
- CP: Carga muerta
- CV: Cargas vivas
- AP: Área en punzonado de la zapata.

- A: Área de la base de la zapata.
- ϕ : Factor de minoración de resistencia. $\phi = 0.85$ Corte. $\phi = 0.90$ Flexión.
- V_c : Resistencia al corte del concreto.
- V_s : Resistencia al corte que proporciona el acero de refuerzo.
- F'_c : Resistencia nominal del concreto a compresión.
- b_o : Perímetro de la sección crítica de la zapata.
- d : Altura útil de la zapata.
- H : Espesor de la zapata.
- r : Recubrimiento de cálculo, por lo general $r = 5$ Cm.
- b_y : Menor dimensión del pedestal.
- b_x : Mayor dimensión del pedestal.
- B_y : Longitud de base del lado de la zapata.
- n : Longitud de volado, medida desde la cara del pedestal hasta el borde de la base.
- ρ_{min} : Porcentaje de acero mínimo para garantizar ductilidad en la sección.
- F_y : Resistencia nominal del acero a tracción.
- A_s : Área de acero necesaria por flexión.
- A'_s : Área de acero en compresión.

1.20.- El diseño de zapatas aisladas

Su diseño tiene como objetivo principal evitar las fallas más comunes como lo son, las fallas por flexión, adherencia y anclaje, así como cortante por punzonado, y la verificación de corte por aplastamiento, además calcularemos la forma y diseño del concreto, la cantidad de acero y los tipos de acero en la zapata. Se necesitan como datos fundamentales conocer la carga axial de la superestructura, la sección y aceros de la columna que soportara y el esfuerzo admisible del suelo (f_{adm}) sobre el que se diseña la fundación.

1.21.- Procedimiento para el cálculo de fundaciones aisladas Cuadrada.

El proceso de diseño a la zapata puede resultar de tanteos, si bien la convergencia a los resultados correctos es rápida.

Paso 1: Se debe determinar el área requerida de la zapata en planta que se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$A_{req} := \frac{\nu \cdot (CP + CV)}{\sigma_{adm}}$$

Siendo:

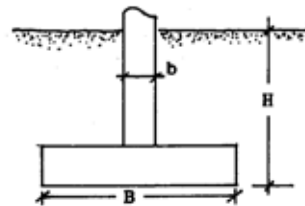
= Factor para el cálculo de la profundidad (H) de la fundación del plano de apoyo de la base, en relación a la cota superior del terreno. Ver Tabla N° 4

CP= Carga permanente

CV= Carga variable

= Esfuerzo admisible del terreno

Profundidad H de apoyo	
	1.15
	1.2
	1.3



Paso 2: Luego de obtener el área requerida se hace el cálculo de la base con la siguiente ecuación

$$B := \sqrt{A_{req}}$$

$$A := B^2$$

Siendo:

B = Longitud de base del lado de la zapata.

A_{req} = Área requerida.

A = Área nueva calculada.

Paso 3: Cálculo de cargas mayoradas P_u que actúan en las columnas, las cargas deben de multiplicarse por los factores de mayoración de cargas correspondientes por la norma fononorma 1753-2006. Tabla N° 1

$$P_u := 1.2 CP + 1.6 CV$$

Siendo:

P_u = cargas mayoradas

CP = Cargas permanentes

CV = Cargas variables

Paso 4: Luego del cálculo de las cargas mayoradas se obtiene el valor del esfuerzo último del suelo

$$\sigma_u := \frac{P_u}{A}$$

Siendo:

σ_u = Esfuerzo ultimo

P_u = cargas mayoradas

A = Área nueva calculada

Paso 5: Cálculo de altura útil “ d ” mínima, lo cual se obtiene por tanteos, pero una de las formas de comenzar el diseño es definir la altura útil por flexión con la siguiente ecuación

$$d := \sqrt{\frac{M_u}{\mu \cdot F'c \cdot B}} \quad M_u := \sigma_u \cdot B \cdot \frac{n^2}{2} \quad n := \frac{B-b}{2}$$

Siendo:

d = Altura útil de zapata

M_u = Momento ultimo resistente, (normalmente se da como dato del ejercicio, en caso de no ser dado, se debe calcular mediante la fórmula mencionada anteriormente).

μ = Factor de ductilidad. (En el diseño para asegurar la ductilidad de los elementos fletados se adopta un valor de $\mu = 0.18$, al que corresponde un $\mu = 0.1448$). Tabla N° 3

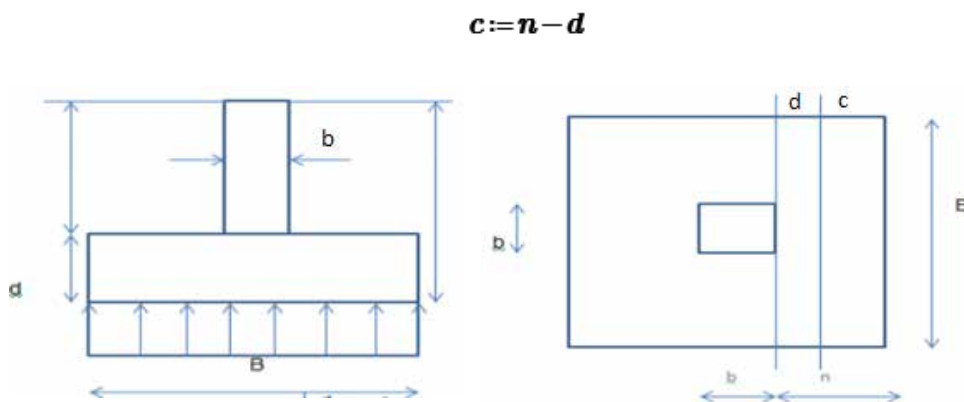
$F'c$ = Resistencia nominal del concreto a compresión

B = Longitud de base del lado de la zapata.

n = distancia desde la cara de la columna de la zapata mediante la fórmula dada anteriormente

b = Dimensión del pedestal

Paso 6: Cálculo de distancia C a un corte 1-1 para verificar corte de la zapata



Siendo:

c = Distancia donde se verificará el corte de la zapata.

d = Altura útil de zapata.

n = distancia desde la cara de la columna de la zapata.

Paso7: Verificación del corte V_u

$$V_u := \sigma_x \cdot B \cdot c \quad v_u := \frac{V_{u_f}}{\phi \cdot B \cdot d} \quad V_c := 0.53 (\sqrt{F'c})$$

Siendo:

V_u = Corte último que resiste la sección crítica mayorado

u = Corte ultimo

V_c = Resistencia al corte del concreto

c = Distancia donde se verificará el corte de la zapata

B = Longitud de base del lado de la zapata.

d = Altura útil de zapata.

= Factor de minoración a la resistencia 0.85 a corte.

$F'c$ = Resistencia nominal del concreto a compresión

Luego de haber calculado el corte último, debe cumplirse la siguiente condición:

$$V_c$$

Si la condición mencionada no cumple, debe aumentarse la altura útil “**d**” y calcular una nueva distancia donde se verificará el corte de la zapata “**c**”, para volver a calcular el corte último con los nuevos datos. Debe aumentarse la altura útil, hasta lograr que se cumpla la condición $V_u < V_c$

Paso 8: Verificamos punzonado en la columna o pedestal sobre la zapata en el área del perímetro b_o . (Tanto el valor de b_o como el corte por punzonado V_u dependerán de la altura útil d calculada anteriormente).

$$V_{u'} := P_u - \sigma_u \cdot (b + d)^2 \quad b_o := 4 \cdot (b + d) \quad v_{u'} := \frac{V_{u'}}{\phi \cdot b_o \cdot d} \quad V_{c'} := 1.06 \left(\sqrt{F'_c} \right)$$

Siendo:

V_u = Punzonado

P_U = cargas mayoradas

σ_u = Esfuerzo último

d = Altura útil de zapata.

b = Dimensión del pedestal

b_o = Sección crítica o perímetro del punzonado

= Factor de minoración a la resistencia 0.85 al punzonado

F'_c = Resistencia nominal del concreto a compresión

Para que los esfuerzos de punzonado sean resistidos por el concreto debe cumplir la siguiente condición:

$$V_c$$

Paso 9: Verificación por aplastamiento. Se debe verificar los esfuerzos de aplastamiento en el plano de contacto entre la columna y la zapata, se debe calcular las cargas máximas tanto en la columna como la base.

$$A_{col} := b \cdot b$$

$$P_{max_{col}} := \phi' \cdot (0.85 \cdot F'c \cdot A_{col}) \quad P_{max_{Base}} := \phi' \cdot (0.85 \cdot F'c \cdot A_{col}) \cdot \sqrt{\frac{A_{base}}{A_{col}}}$$

Siendo:

Pmax_{col} = Carga máxima a la columna.

Pmax_{base} = Carga máxima a la base

= Factor de minoración a la resistencia 0.70 al aplastamiento

F'c = Resistencia nominal del concreto a compresión

A_{col} = Área de la columna

$$\sqrt{\frac{A_{base}}{A_{col}}} \quad \begin{array}{l} \text{Si el valor da mayor a 2, se} \\ \text{tomará 2, si da menor a 2 se} \\ \text{tomará el valor calculado} \end{array}$$

Se debe cumplir las siguientes condiciones

$$P_{max_{col}} \leq P_U$$

$$P_{max_{base}} \leq P_U$$

Paso 10: Diseño del acero por flexion

$$A_s := \frac{M_u}{\phi \cdot F_y \cdot J_u \cdot d} \quad A_{s_m} := \frac{A_s}{B} \quad A_{s_{min}} := 0.002 \cdot 100 \cdot h \quad h := d + r$$

Siendo:

A_s = Area de acero a flexion

M_u = Momento ultimo resistente

= Factor de minoración 0.90

F_y = Resistencia nominal del acero a tracción.

J_u = Factor para simplificar el diseño 0.90

A_{s_m} = Area de acero por metro con la cual se debe entrar en la Tabla N° 5 para obtener el **A_{s_{real}}**

A_{s_{real}} = Area de acero real obtenido de la tabla de distribucion de arras de acero.

A_{s_{min}} = Area de acero minimo

B = Longitud de base del lado de la zapata

d = Altura útil de zapata.

b = Dimensión del pedestal

r = Recubrimiento

Se debe cumplir la condición que:

$$A_{S_{real}} \geq A_{S_{min}}$$

Paso 11: Verificación de adherencia y anclaje, luego de haber obtenido el $A_{S_{real}}$ se procede a la verificación en dirección X por ser una zapata cuadrada, se debe de buscar en la Tabla de sección total de acero el área de la barra y el diámetro de la barra, según el área de acero obtenido anteriormente.

$$X := \frac{(B-b)}{2} - r \quad Ld_1 := \frac{1.4 \cdot (0.06 \cdot Ab \cdot Fy)}{\sqrt{F'c}} \quad Ld_2 := 1.4 \cdot 0.006 \cdot db \cdot Fy$$

Siendo:

B = Longitud de base del lado de la zapata

d = Altura útil de zapata.

r = Recubrimiento

Ld₁ = Longitud de desarrollo 1

Ld₂ = Longitud de desarrollo 2

Ab = área de barra de acero. Tabla N° 6

db = Diámetro de barra de acero. Tabla N° 6

F_y = Resistencia nominal del acero a tracción

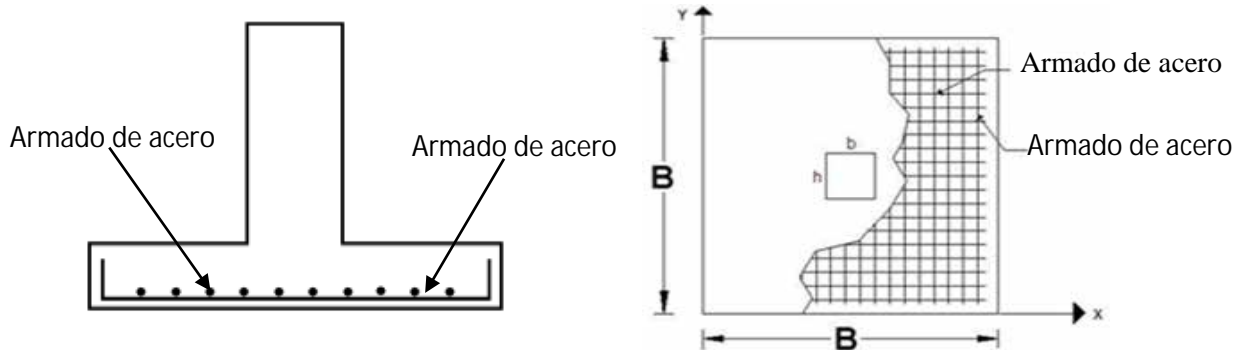
F'c = Resistencia nominal del concreto a compresión

Se debe cumplir las siguientes condiciones:

$$Ld_1 < X$$

$$Ld_2 < X$$

Paso12: Luego de haber obtenido la verificación por adherencia y anclaje, se procede a realizar el croquis de cómo va la distribución del acero en la zapata.



1.22.- Ejemplo #1: Diseño de una zapata aislada cuadrada.

Diseñe la fundación para una columna de 30x30 cm, que soporta una carga axial de 300kN*m y un momento de 60 KN-M en un estrato de fundación cuya presión de trabajo es de 0,1MPa, empleando concreto $F'c=21,1$ MPa y refuerzo $Fy= 240$ MPa.

Datos: En este caso se deben hacer las transformaciones de los datos a unidades conocidas para poder trabajar.

$$\begin{aligned}
 q_{adm} &= 1.02 \text{ Kg/cm}^2 & F_y &= 2447 \text{ Kg/cm}^2 \\
 F_c &= 215.2 \text{ Kg/cm}^2 & B &= 30\text{cm} \\
 M_u &= 611400 \text{ kgf-cm} & A_{col} &= 900 \text{ cm}^2 \\
 q_s &= 3091.98 \text{ kgf}
 \end{aligned}$$

Solución

Paso 1: Se debe hacer el cálculo del área requerida de la zapata, para ello debemos de conocer la profundidad de desplante de la fundación para así obtener el valor del factor “ ν ”, en este caso no nos las dan como dato, pero podemos obtenerlo asumiendo dicho valor a criterio de diseño. Tabla N° 1
 asumimos el valor $\nu := 1.3$

$$A_{req} := \frac{v \cdot (q_s)}{\sigma_{adm}}$$

sustituyendo los valores en la siguiente formula tenemos:

$$A_{req} := \frac{1.3 \cdot (30591.98 \text{ kgf})}{1.02 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \quad A_{req} = 38989.78 \text{ cm}^2$$

Paso 2: Cálculo de la base de la zapata

$$B := \sqrt{A_{req}}$$

sustituyendo valores

$$B := \sqrt{38989.78 \cdot \text{cm}^2} \quad B = 197.458 \text{ cm}$$

Redondeamos

$$B := 200 \text{ cm}$$

Luego calculamos una nueva área

$$A := B^2 \quad A = 40000 \text{ cm}^2$$

Paso 3: Cálculo de las cargas mayoradas multiplicadas por el factor de mayoración.

Como solo tenemos una sola carga de servicio “ q_s ” el factor de mayoración será 1.5

$$P_u := 1.5 \cdot q_s$$

Sustituyendo:

$$P_u := 1.5 \cdot 30591.98 \text{ kgf} \quad P_u = 45887.97 \text{ kgf}$$

Paso 4: Calcular el esfuerzo ultimo σ_u mayorado, una vez obtenido el P_u

$$\sigma_u := \frac{P_u}{A}$$

Sustituyendo valores:

$$\sigma_u := \frac{45887.97 \text{ kgf}}{40000 \text{ cm}^2} \quad \sigma_u = 1.147 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Paso 5: Calculo de altura útil “d”

$$d := \sqrt{\frac{Mu}{\mu \cdot F'c \cdot B}}$$

Factor de ductilidad

$$\mu := 0.1448$$

Sustituyendo:

$$d := \sqrt{\frac{611400 \text{ kgf} \cdot \text{cm}}{0.1448 \cdot 215.2 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 200 \text{ cm}}} \quad d = 9.905 \text{ cm}$$

Se adopta un

$$d_1 := 10 \text{ cm}$$

Calculamos

$$n_1 := \frac{B_1 - b}{2}$$

Siendo **b** la base de la columna tenemos:

$$n_1 = 85 \text{ cm}$$

Paso 6: Luego calculamos “c”

$$c := n_1 - d_1$$

$$c_1 := 85 \text{ cm} - 10 \text{ cm}$$

$$c_1 = 75 \text{ cm}$$

Paso 7: Verificación del corte “Vu”

$$Vu_1 := \sigma_u \cdot B_1 \cdot c_1$$

Sustituyendo

$$Vu_1 := 1.147 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 200 \text{ cm} \cdot 75 \text{ cm}$$

$$Vu_1 := 17220 \text{ kgf}$$

Luego

$$vu_1 := \frac{Vu_1}{\phi \cdot B \cdot d_1}$$

Siendo

$$\phi := 0.85$$

Sustituyendo tenemos

$$vu_1 := \frac{17220 \text{ kgf}}{0.85 \cdot 200 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm}}$$

$$vu_1 := 10.13 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Calculamos V_c

$$V_c := 0.53 (\sqrt{F'_c})$$

$$V_c := 7.75 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Verificamos si la condición V_c , si no cumple debemos adoptar un valor de “ d ” mayor al tomado anteriormente

V_c

$$10.13 \text{ kgf/cm}^2 \quad 7.75 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{NO CUMPLE}$$

Se adopta un nuevo d

$$d_2 := 20 \text{ cm}$$

Calculamos nuevamente

$$n_2 := \frac{B - b}{2}$$

$$n_2 = 85 \text{ cm}$$

$$c := n_2 - d_2$$

$$c_2 := 85 \text{ cm} - 20 \text{ cm}$$

$$c_2 = 65 \text{ cm}$$

Verificamos nuevamente el corte para ver si la condición cumple

$$Vu_2 := \sigma_u \cdot B \cdot c_2$$

$$Vu_2 := 1.147 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 200 \text{ cm} \cdot 65 \text{ cm}$$

$$Vu_2 = 14924 \text{ kgf}$$

$$vu_2 := \frac{Vu_2}{\phi \cdot B \cdot d_2}$$

$$vu_2 := \frac{14924 \text{ kgf}}{0.85 \cdot 200 \text{ cm} \cdot 20 \text{ cm}}$$

$$vu_2 = 4.39 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Vc

$$4.39 \text{ kgf/cm}^2 \quad 7.75 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (CUMPLE)}$$

Paso 8: Verificación por punzonado, debemos calcular el perímetro del punzonado

“b_o” mediante:

$$b_o := 4 \cdot (b + d_2)$$

Sustituyendo tenemos:

$$b_o := 4 \cdot (30 \text{ cm} + 20 \text{ cm}) \quad b_o = 200 \text{ cm}$$

Luego calculamos un

$$Vu' := Pu - \sigma_u \cdot (b + d_2)^2$$

$$Vu' := 45887.97 \text{ kgf} - 1.147 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot (30 \text{ cm} + 20 \text{ cm})^2 \quad Vu' := 43045 \text{ kgf}$$

Ahora

$$vu' := \frac{Vu'}{\phi \cdot b_o \cdot d}$$

$$vu' := \frac{43045 \text{ kgf}}{0.85 \cdot 200 \text{ cm} \cdot 20 \text{ cm}} \quad vu' = 12.66 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Verificamos si la condición Vc Cumple

Siendo Vc

$$Vc' := 1.06 \left(\sqrt{F'c} \right) \quad Vc' := 15.55 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

12.66 kgf/cm² 15.55 kgf/cm² (CUMPLE)

Paso 9: Verificación por aplastamiento.

Debemos conocer tanto el área de la columna y de la base de la fundación

$$\phi' := 0.70$$

$$A_{col} := b \cdot b \quad A_{col} = 900 \text{ cm}^2$$

Luego calculamos el “ $P_{max_{col}}$ ”

$$P_{max_{col}} := \phi' \cdot (0.85 \cdot F'c \cdot A_{col})$$

$$P_{max_{col}} := 0.70 \cdot \left(0.85 \cdot 215.2 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 900 \text{ cm}^2 \right) \quad P_{max_{col}} := 115132.5 \text{ kgf}$$

Ahora para la Base

$$A_{base} := B \cdot B \quad A_{base} = 40000 \text{ cm}^2$$

$$P_{max_{Base}} := \phi' \cdot (0.85 \cdot F'c \cdot A_{col}) \cdot \sqrt{\frac{A_{base}}{A_{col}}}$$

Siendo:

$$\sqrt{\frac{A_{base}}{A_{col}}} = 6.667 \quad \text{Nota: Si da mayor a 2 se toma 2 como valor sino el valor calculado}$$

$$P_{max_{Base}} := 0.70 \left(0.85 \cdot 215.2 \frac{kgf}{cm^2} \cdot 900 \text{ cm}^2 \right) \cdot 2 \quad P_{max_{Base}} = 230479.2 \text{ kgf}$$

$$P_u := 45887.97 \text{ kgf}$$

Se debe cumplir las siguientes condiciones

$$P_{max_{col}} \leq P_u$$

$$P_{max_{base}} \leq P_u$$

$$115132.5 \text{ k} \leq 45915 \text{ kgf} \quad \text{CUMPLE}$$

$$230479.2 \text{ kgf} \leq 45915 \text{ kgf} \quad \text{CUMPLE}$$

Paso 10: Diseño del acero, como dato para el cálculo del acero tenemos como datos los valores de ϕ_1 y J_u , los cuales siempre serán constantes para el diseño de zapata aislada

$$\phi_1 := 0.90 \quad J_u := 0.90$$

Se calcula el área del acero mediante la formula

$$A_s := \frac{M_u}{\phi_1 \cdot F_y \cdot J_u \cdot d}$$

$$A_s := \frac{611400 \text{ kgf} \cdot \text{cm}}{0.90 \cdot 2447 \frac{kgf}{cm^2} \cdot 0.90 \cdot 20 \text{ cm}} \quad A_{s_{real}} := 15.9 \frac{cm^2}{m}$$

Se hace el cálculo del $A_{s_{min}}$ para ver si la condicion de $A_{s_{real}} \geq A_{s_{min}}$ "CUMPLE"

$$A_{s_{min}} := 0.002 \cdot 100 \cdot h$$

Siendo:

$$h := d + r$$

Siendo r el recubrimiento que es un valor comprendido entre 5 cm y 10cm. En este caso se tomó el valor de 5 cm

$$h := 20 \text{ cm} + 5 \text{ cm}$$

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

$$As_{min} := 0.002 \cdot 100 \cdot 25 \text{ cm} \quad As_{min} := 6 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$As_{real} \quad \min$

$15.9 \text{ cm}^2 \quad \text{cm}^2/\text{m}$ (CUMPLE) Tomamos como valor el valor del As_{real}

Luego de haber obtenido el área del acero, y que haya cumplido con la condición anteriormente mencionada, en este caso se entrará a la tabla de distribución de las barras de acero (Tabla N° 5), para obtener los diámetros de la barra y el espaciamiento.

DISTRIBUCION DE LAS BARRAS DE ACERO							
Entrar en la tabla con los valores de As (cm/m)							
Espaciado en cm	diámetro de las barras en pulg						
	ø 1/4"	ø 3/8"	ø 1/2"	ø 5/8"	ø 3/4"	ø 7/8"	ø 1"
8	4	8,9	15,9	24,8	35,5	48,4	63,4
9	3,6	7,9	14,1	22,0	31,6	43,0	56,3
10	3,2	7,1	12,7	19,8	28,4	38,7	50,7
11	2,9	6,5	11,5	18,0	25,8	35,2	46,1
12	2,7	5,9	10,6	16,5	23,7	32,2	42,2
13	2,5	5,5	9,8	15,2	21,8	29,8	39
14	2,3	5,1	9,1	14,1	20,3	27,6	36,2
15	2,1	4,7	8,5	13,2	18,9	25,8	33,8
16	2,0	4,4	7,9	12,4	17,8	24,2	31,7
17	1,9	4,2	7,5	11,6	16,7	22,8	29,8
18	1,8	3,9	7,1	11,0	15,8	21,5	28,2
19	1,7	3,7	6,7	10,4	14,9	20,4	26,7
20	1,6	3,6	6,4	9,9	14,2	19,4	25,4
25	1,3	2,8	5,1	7,9	11,4	15,5	20,3
30	1,1	2,4	4,2	6,6	9,5	12,9	16,9
35	0,9	2,0	3,6	5,7	8,1	11,1	14,5
40	0,8	1,8	3,2	5,0	7,1	9,7	12,7
45	0,7	1,6	2,8	4,4	6,3	8,6	11,3
50	0,6	1,4	2,5	4,0	5,7	7,7	10,1

Se tiene entonces: $1/2'' @ 8 \text{ cm}$ en ambos sentidos. Luego de obtener el diámetro de la barra en pulgadas, nos vamos a la tabla de cabillas (Tabla N° 6) para obtener el área de la barra en cm^2 y el diámetro de la barra en cm

TABLA DE CABILLAS

Nº	GANCHOS (cm)	DIAMETRO (pul g)	DIAM Ó LADO (mm)	AREA (cm2)	PESO kg/m	PERIMETRO (cm)	SECCION TOTAL cm2											
							NÚMERO DE CABILLAS											
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nº 2	7	ø 1/4"	6,4	0,32	0,25	2,01	0,32	0,64	0,96	1,28	1,60	1,92	2,24	2,56	2,88	3,20	3,52	3,84
Nº 3	10	ø 3/8"	9,5	0,71	0,56	2,98	0,71	1,42	2,13	2,84	3,55	4,26	4,97	5,68	6,39	7,10	7,81	8,52
Nº 4	10	ø 1/2"	12,7	1,27	0,99	3,99	1,27	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62	8,89	10,16	11,43	12,70	13,97	15,24
Nº 5	15	ø 5/8"	15,9	1,98	1,55	4,99	1,98	3,96	5,94	7,92	9,90	11,88	13,86	15,84	17,82	19,80	21,78	23,76
Nº 6	15	ø 3/4"	19,0	2,84	2,23	5,97	2,84	5,68	8,52	11,36	14,20	17,04	19,88	22,72	25,56	28,40	31,24	34,08
Nº 7	20	ø 7/8"	22,2	3,87	3,04	8,97	3,87	7,74	11,61	15,48	19,35	23,22	27,09	30,95	34,81	38,67	42,53	46,44
Nº 8	20	ø 1"	25,4	5,07	3,97	7,98	5,07	10,14	15,21	20,28	25,35	30,42	35,49	40,56	45,63	50,70	55,77	60,84
Nº 9	25	ø 1 1/8"	28,6	6,46	5,00	8,98	6,40	12,80	19,20	25,60	32,00	38,40	44,80	51,20	57,60	64,00	70,40	76,80
Nº 10	25	ø 1 1/4"	31,75	7,92	6,21	9,96	7,92	15,84	23,76	31,68	39,60	47,52	55,44	63,36	71,28	79,20	87,12	95,04
Nº 11	30	ø 1 3/8"	34,9	9,58	7,47	10,97	9,58	19,16	28,74	38,40	48,00	57,60	67,20	76,80	86,40	96,00	105,60	115,20
Nº 12	30	ø 1 1/2"	38,1	11,40	8,94	12,29	11,40	22,80	34,20	45,60	57,00	68,40	79,80	91,20	102,60	114,00	125,40	136,80
Nº 13	40	ø 2"	50,8	26,27	15,81	15,96	26,27	40,52	60,78	81,04	101,30	121,56	141,81	162,06	182,31	202,56	222,81	243,06
	20	□ 2"	25,4	6,45	5,06	10,16	6,45	12,90	19,35	25,80	32,25	38,70	45,15	51,60	58,05	64,50	70,95	77,40
	25	□ 1 3/8"	28,6	8,18	6,42	11,44	8,18	16,36	24,54	32,72	40,90	49,08	57,26	65,44	73,62	81,80	89,98	98,16
	25	□ 1 1/4"	31,75	10,08	7,91	12,70	10,08	20,16	30,24	40,32	50,40	60,48	70,56	80,64	90,72	100,80	110,88	120,96
	30	□ 1 1/2"	38,1	14,52	11,19	15,24	14,52	29,04	43,56	58,08	72,60	87,12	101,64	116,16	130,68	145,20	159,72	174,24

$$Ab := 1.27 \text{ cm}^2 \quad db := 1.27 \text{ cm}$$

entonces según la tabla: **12 1/2" @ 8 cm**, en ambos sentidos.

Paso 11: Verificamos la adherencia y el anclaje

Se verifica en dirección **X**

$$r := 5 \text{ cm}$$

$$X := \frac{(B - b)}{2} - r$$

$$X := \frac{(200 \text{ cm} - 30 \text{ cm})}{2} - 5 \text{ cm} \quad \mathbf{X = 80 \text{ cm}}$$

Luego:

$$Ld_1 := \frac{1.4 \cdot (0.06 \cdot Ab \cdot Fy)}{\sqrt{Fc}}$$

$$Ld_1 := \frac{1.4 \cdot \left(0.06 \cdot 1.27 \text{ cm}^2 \cdot 2447 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)}{\sqrt{215.2 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}}$$

$$\mathbf{Ld_1 := 17.79 \text{ cm}}$$

$$Ld_2 := 1.4 \cdot 0.006 \cdot 1.27 \text{ cm} \cdot 2447 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Ld_2 := 26.10 \text{ cm}$$

Se debe cumplir las siguientes condiciones:

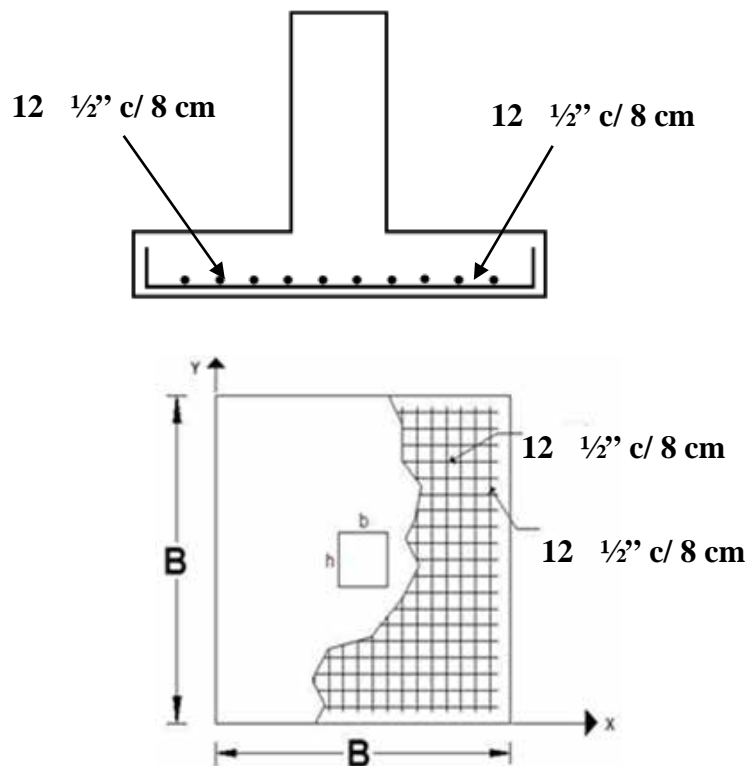
$$Ld_1 < X$$

$$Ld_2 < X$$

$$17.79 \text{ cm} < 80 \text{ cm} \text{ (CUMPLE)}$$

$$26.10 \text{ cm} < 80 \text{ cm} \text{ (CUMPLE)}$$

Paso 12: Croquis del diseño del acero



1.23.- Ejercicio propuesto de zapata aislada cuadrada

Ejercicio 1: Diseñe la base cuadrada, para soportar una carga de servicio de: CP=156T; CV=84T, la columna es cuadrada de 60cm de lado, la calidad de los materiales a usar es: $F'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, $F_y = 3500 \text{ kg/cm}^2$, la capacidad portante del suelo de fundación

2,5 kg/ cm², la base apoya a una profundidad de H = 2,10 m. El peso específico del suelo es: $\gamma_s = 1.800 \text{ kg/m}^3$ y el del concreto $\gamma_c = 2.500 \text{ kg/m}^3$.

Ejercicio 2: Diseñar la zapata aislada cuadrada, la columna tiene por dimensiones 40x40, que debe soportar unas cargas de servicios CP=140T; CV=35T, con un: $F'_c = 210 \text{ kg/ cm}^2$, $F_y = 4200 \text{ kg/ cm}^2$, capacidad portante del suelo $q_u = 1.5 \text{ kg/ cm}^2$, la base está apoyada a una profundidad de 1.5 m.

Ejercicio 3: Diseñe la fundación para una columna de 35 cm x 35 cm que soporta una carga axial de 250kN*m y un momento de 55 KN-M en un estrato de fundación cuya presión de trabajo es de 0,14MPa, empleando concreto $F'_c=24,02 \text{ MPa}$ y refuerzo $F_y=300\text{MPa}$.

Ejercicio 4: Encontrar la altura mínima de la zapata aislada cuadrada considerando los siguientes datos:

$$F'_c = 210 \text{ kg/ cm}^2$$

$$CP = 27 \text{ Ton}$$

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

$$CV = 8 \text{ Ton}$$

2

$$\text{Columna } 25 \times 25$$

$$r = 6 \text{ cm}$$

Ejercicio 5: Dimensionar y diseñar la zapata que se requiere para cimentar una columna de 40x40 cm, con los siguientes datos:

$$F'_c = 24.5 \text{ Mpa (3500 psi)}$$

$$F_y = 420 \text{ Mpa}$$

$$145 \text{ KN/ m}^2$$

$$CP = 1700 \text{ KN}$$

$$CV = 350 \text{ KN}$$

1.24.- Procedimiento para el cálculo de fundaciones aisladas rectangular

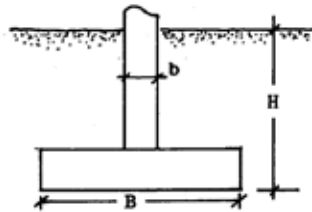
Este tipo de cimentación aislada rectangular, se diseñan de forma muy similar a las bases cuadradas analizadas anteriormente. La elección de este tipo de fundaciones se debe a no poder diseñarlas cuadradas por razones de espacio, y se pondrán diseñar de esta manera siempre y cuando se cumpla la siguiente relación:

$$0.5 \leq \frac{B_x}{B_y} \leq 2$$

Si la relación anteriormente mencionada no cumple, las bases deben combinarse con otro tipo de fundaciones.

Paso 1: En forma similar a las bases cuadradas, se debe determinar el área requerida de la zapata en planta que se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$A_{req} := \frac{\nu \cdot (CP + CV)}{\sigma_{adm}}$$



Siendo:

Factor para el cálculo de la profundidad (H) de la fundación del plano de apoyo de la base, en relación a la cota superior del terreno. Tabla 3

CP= Carga permanente

CV= Carga variable

= Esfuerzo admisible del terreno

Paso 2: Luego de obtener el área requerida se hace el cálculo de la base con la siguiente ecuación:

$$B_x := \frac{A_{req}}{B_y} \quad A := B_x \cdot B_y$$

Siendo:

B_x = Longitud de base del lado X de la zapata.

B_y = Longitud de base del lado Y de la zapata.

A_{req} = Área requerida.

A = Área nueva calculada.

Paso 3: Cálculo de cargas mayoradas P_u que actúan en la columna, las cargas deben de multiplicarse por los factores de mayoración de cargas correspondientes por la norma fononorma 1753-2006. Tabla N° 1.

$$P_u := 1.2 CP + 1.6 CV$$

Siendo:

P_U = Cargas mayoradas

CP = Cargas permanentes

CV = Cargas variables

Paso 4: Luego del cálculo de las cargas mayoradas se obtiene el valor del esfuerzo último del suelo.

$$\sigma_u := \frac{P_u}{A}$$

Siendo:

σ_u = Esfuerzo ultimo

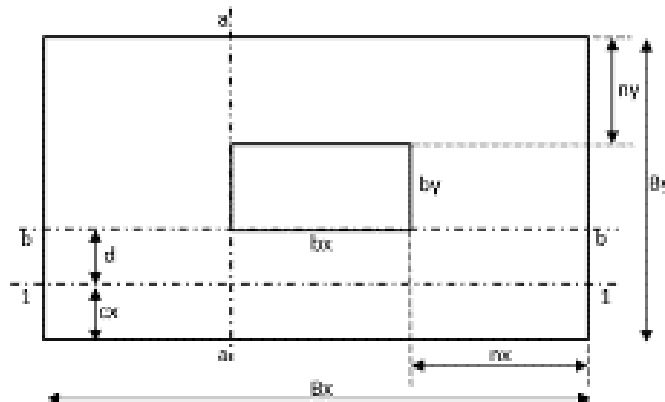
P_U = Cargas mayoradas

A = Área nueva calculada

Paso 5: Cálculo de los momentos flectores “ M_{u1} ” “ M_{u2} ” en los ejes a-a y b-b.

$$n_x := \frac{Bx - bx}{2} \qquad M_{u1} := \frac{\sigma_u \cdot By \cdot (n_x)^2}{2}$$

$$n_y := \frac{By - by}{2} \qquad M_{u2} := \frac{\sigma_u \cdot Bx \cdot (n_y)^2}{2}$$



Siendo:

B_x = Longitud de base del lado más largo de la zapata.

B_y = Longitud de base del lado más corto de la zapata.

b_x = Longitud de columna o pedestal del lado más largo.

b_y = longitud de columna o pedestal del lado más corto.

n_x = distancia en **X** desde la cara de la columna de la zapata.

n_y = distancia en **Y** desde la cara de la columna de la zapata.

M_{u1} = Momento flector en el eje **X**.

M_{u2} = Momento flector en el eje **Y**.

u = Esfuerzo último

Paso 6: Cálculo de altura útil “**d**” mínima, para cada eje crítico.

$$d_1 := \sqrt{\frac{Mu_1}{\mu \cdot F'c \cdot Bx}} \quad d_2 := \sqrt{\frac{Mu_2}{\mu \cdot F'c \cdot By}}$$

Siendo:

μ = Factor de ductilidad. (En el diseño para asegurar la ductilidad de los elementos fletados se adopta un valor de **μ=0.18**, al que corresponde un **μ=0.1448**). Tabla N° 4

F'c = Resistencia nominal del concreto a compresión.

B_x = Longitud de base del lado más largo de la zapata.

B_y = Longitud de base del lado más corto de la zapata.

M_{u1} = Momento flector en el eje **X**.

M_{u2} = Momento flector en el eje **Y**.

La mayor de estas dos alturas útiles requeridas calculadas se escoge por “**d**”, y este corresponderá al valor mínimo de altura para el diseño de la base. Comúnmente, esta altura obtenida debe ser elevada para verificar los esfuerzos admisibles por corte y punzonado de la zapata.

Paso 7: Cálculo de distancia “**C**” a los dos cortes de cada eje para verificar corte de la zapata

$$c_x := n_x - d \quad c_y := n_y - d$$

Siendo:

c_x = Distancia donde se verificará el corte de la zapata en el eje **X**.

c_y = Distancia donde se verificará el corte de la zapata en el eje **Y**.

Paso 8: En los planos 1-1 y 2-2, los cortes mayorados se obtienen:

$$\begin{aligned} Vu_1 &:= \sigma_u \cdot Bx \cdot c_x & vu_1 &:= \frac{Vu_1}{\phi \cdot Bx \cdot d} & Vc &:= 0.53 (\sqrt{F'c}) \\ Vu_2 &:= \sigma_u \cdot By \cdot c_y & vu_2 &:= \frac{Vu_2}{\phi \cdot By \cdot d} \end{aligned}$$

Siendo:

Vu_1 = Corte último que resiste la sección crítica mayorado en el plano 1-1.

Vu_2 = Corte último que resiste la sección crítica mayorado en el plano 2-2.

σ_u = Esfuerzo ultimo

Bx = Longitud de base del lado más largo de la zapata.

By = Longitud de base del lado más corto de la zapata.

c_x = Distancia donde se verificará el corte de la zapata en el eje **X**.

c_y = Distancia donde se verificará el corte de la zapata en el eje **Y**.

Vu_1 = Corte último en el plano 1-1.

Vu_2 = Corte último en el plano 2-2

d = Altura útil de zapata.

ϕ = Factor de minoración a la resistencia 0.85 a corte.

$F'c$ = Resistencia nominal del concreto a compresión

Luego de haber calculado los cortes últimos, debe cumplirse las siguientes condiciones:

Vc

Vc

Si la condición mencionada no cumple, debe aumentarse la altura útil “**d**” y calcular una nueva distancia donde se verificará el corte de la zapata “**c**”, para volver a calcular el corte ultimo con los nuevos datos. Debe aumentarse la altura útil.

Paso 8: Cálculo del perímetro del punzonado.

$$b_o := 2 \cdot (bx + by + 2 d) \quad Vu' := Pu - \sigma_u \cdot (bx + d) (by + d)$$

$$vu' := \frac{Vu'}{\phi \cdot b_o \cdot d} \quad Vc' := 1.06 (\sqrt{F'c})$$

Siendo:

b_o = Sección crítica o perímetro del punzonado.

d = Altura útil de zapata.

bx = Longitud de columna o pedestal del lado más largo.

by = Longitud de columna o pedestal del lado más corto.

v_u = Corte por punzonado.

P_U = Cargas mayoradas.

v_u = Esfuerzo último

b = Dimensión del pedestal

Factor de minoración a la resistencia 0.85 al punzonado

F'c = Resistencia nominal del concreto a compresión

Para que los esfuerzos de punzonado sean resistidos por el concreto de debe cumplir la siguiente condición:

Vc

Paso 9: Verificación por aplastamiento. Se debe verificar los esfuerzos de aplastamiento en el plano de contacto entre la columna y la zapata, se debe calcular las cargas máximas tanto en la columna como la base.

$$A_{col} := bx \cdot by \quad A_{base} := Bx \cdot By$$

$$Pmax_{col} := \phi' \cdot (0.85 \cdot F'c \cdot A_{col}) \quad Pmax_{Base} := \phi' \cdot (0.85 \cdot F'c \cdot A_{col}) \cdot \sqrt{\frac{A_{base}}{A_{col}}}$$

Siendo:

$P_{max_{col}}$ = Carga máxima a la columna.

$P_{max_{base}}$ = Carga máxima a la base.

= Factor de minoración a la resistencia 0.70 al aplastamiento.

$F'c$ = Resistencia nominal del concreto a compresión.

A_{col} = Área de la columna.

$$\sqrt{\frac{A_{base}}{A_{col}}} \quad \begin{array}{l} \text{Si el valor da mayor a 2, se} \\ \text{tomará 2, si da menor a 2 se} \\ \text{tomará el valor calculado} \end{array}$$

Se debe cumplir las siguientes condiciones

$$P_{max_{col}} \leq P_U$$

$$P_{max_{base}} \leq P_U$$

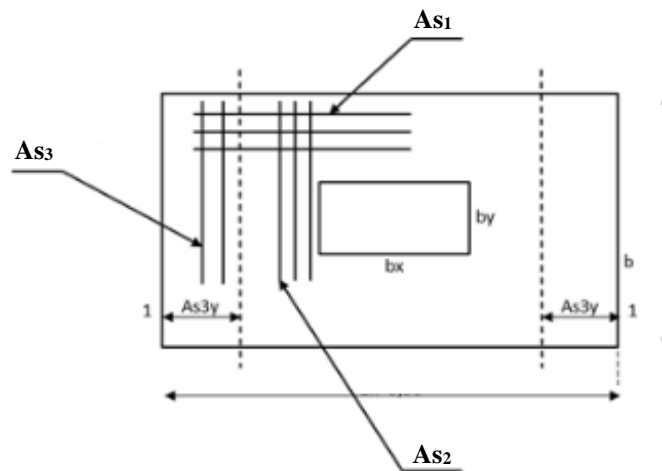
Paso 10: Diseño del acero por flexion. Según el reglamento de zapata aisladas rectangulares que se arman en dos direcciones, el area de acero se distribuirá de manera uniforme en la direccion mas larga **X** (As_1), mientras que en la seccion mas corta “**Y**” (As_2), se cocentrara una porcion de acero en una franfa centrada de ancho igual al lado corto “**Y**”, el resto del refuerzo se distribuirá uniformemente en las zonas restantes (As_3).

$$As := \frac{Mu}{\phi \cdot Fy \cdot Ju \cdot d} \quad As_{x'} := \frac{As_x}{By} \quad As_1 := As_{x'}$$

$$As_y := \frac{Mu_y}{\phi_1 \cdot Fy \cdot Ju \cdot (d - db_1)} \quad \beta := \frac{Bx}{By} \quad As_2 := \frac{2 \cdot As_y}{\beta + 1} \quad As_{y'} := \frac{As_2}{By}$$

$$As_3 := As_y - As_{y'} \quad N := \frac{Bx - By}{2} \quad As_{3'} := \frac{As_3}{2 \cdot N}$$

$$As_{min} := 0.002 \cdot 100 \cdot h \quad h := d + r$$



Siendo:

AS_1 = Área de acero en la dirección **X**.

AS_2 = Área de acero en la banda centrada con la columna en dirección **Y**.

AS_3 = Área de acero restante en dirección **Y**.

M_{u1} = Momento flector en el eje **X**.

M_{u2} = Momento flector en el eje **Y**.

= Factor de minoración 0.90

F_y = Resistencia nominal del acero a tracción.

J_u = Factor para simplificar el diseño 0.90

As = Área de acero por metro con la cual se debe entrar en la Tabla N° 5 para obtener el AS_{real}

As = Área de acero por metro con la cual se debe entrar en la Tabla N° 5 para obtener el AS_{real}

As = Área de acero por metro con la cual se debe entrar en la Tabla N° 5 para obtener el AS_{real}

AS_{real} = Área de acero real obtenido de la tabla de distribución de barras de acero.

AS_{min} = Área de acero mínimo

B_x = Longitud de base del lado más largo de la zapata.

B_y = Longitud de base del lado más corto de la zapata.

d = Altura útil de zapata.

db = Diámetro de la barra de acero. Tabla N° 6

r = Recubrimiento

Se debe verificar que cumplan las siguientes condiciones:

$$A_{S1real} \geq A_{Smin}$$

$$A_{S2real} \geq A_{Smin}$$

$$A_{S3} < A_{Smin}$$

Paso 11: Verificación de adherencia y anclaje, luego de haber obtenido los aceros se procede a la verificación en dirección “X” y en dirección “Y”, se debe de buscar en la Tabla de sección total de acero el área de la barra y el diámetro de la barra, según el área de acero obtenido anteriormente.

Dirección X

$$X := \frac{(B_x - b_x)}{2} - r \quad L_{d_x} := \frac{1.4 \cdot (0.06 \cdot A_{b_1} \cdot F_y)}{\sqrt{F'_c}} \quad L_{d_x} := 1.4 \cdot 0.006 \cdot d_{b_1} \cdot F_y$$

Dirección Y

$$Y := \frac{(B_y - b_y)}{2} - r \quad L_{d_y} := \frac{1.4 \cdot (0.06 \cdot A_{b_2} \cdot F_y)}{\sqrt{F'_c}} \quad L_{d_y} := 1.4 \cdot 0.006 \cdot d_{b_2} \cdot F_y$$

Siendo:

B_x = Longitud de base del lado más largo de la zapata.

B_y = Longitud de base del lado más corto de la zapata.

b_x = Longitud de columna o pedestal del lado más largo.

b_y = Longitud de columna o pedestal del lado más corto.

r = Recubrimiento

L_{d_x} = Longitud de desarrollo en X

L_{d_y} = Longitud de desarrollo en Y

A_{b₁} = Área de barra de acero. Tabla N° 6

d_{b₁} = Diámetro de barra de acero. Tabla N° 6

F_y = Resistencia nominal del acero a tracción

F'_c = Resistencia nominal del concreto a compresión

Se debe cumplir las siguientes condiciones:

$$Ld_x < X$$

$$Ldx < X$$

$$Ld_y < X$$

$$Ldy < X$$

1.25.- Ejemplo #1: Diseño de una zapata aislada rectangular.

Diseñe la base aislada centrada que debe soportar las siguientes cargas de servicio:

CP = 180 ton CV= 100 ton; La columna tiene: $b_x = 75 \text{ cm}$ $b_y = 60 \text{ cm}$, Por razones constructivas se fija $B_y = 3,20 \text{ mts}$, La profundidad de la fundación es $H = 3,50 \text{ mts}$. El esfuerzo admisible del suelo es de $2,2 \text{ kg/cm}^2$; $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

Datos: Se debe tener cuidado con las unidades y hacer las transformaciones que sean necesarias, para trabajar con unidades que sean compatibles.

$$B_y = 3.20 \text{ m}$$

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

$$H = 3.50 \text{ m}$$

$$s_{adm} = 2.2 \text{ kg/cm}^2$$

2

Cargas de servicios

columna

$$CP = 180 \text{ ton}$$

$$b_x = 75 \text{ cm}$$

$$CV = 100 \text{ ton}$$

$$b_y = 60 \text{ cm}$$

Haciendo la conversión de las unidades tenemos

$$B_y = 320 \text{ cm}$$

$$CP = 180000 \text{ kg}$$

$$CV = 100000 \text{ kg}$$

Solución

Paso 1: Se debe hacer el cálculo del área requerida de la zapata, para ello debemos de conocer la profundidad de desplante de la fundación para así obtener el valor del factor “ ”. Tabla N° 1.

Profundidad H de apoyo	
	1.15
	1.2
3	1.3

Teniendo una profundidad de la fundación de **3.5 m**, el valor obtenido de la tabla será

$$\nu := 1.3$$

Área requerida se obtendrá mediante la siguiente ecuación:

$$A_{req} := \frac{\nu \cdot (CP + CV)}{\sigma_{adm}}$$

Sustituyendo valores

$$A_{req} := \frac{1.3 \cdot (180000 \text{ kg} + 100000 \text{ kg})}{2.2 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \quad A_{req} = 165454.545 \text{ cm}^2$$

Paso 2: Luego de obtener el área requerida se hace el cálculo de la base con la siguiente ecuación:

$$B_x := \frac{A_{req}}{B_y}$$

Sustituyendo

$$B_x := \frac{165454.545 \text{ cm}^2}{320 \text{ cm}} \quad B_x = 517.045 \text{ cm}$$

Redondeamos y obtenemos

$$B_x' := 550 \text{ cm}$$

Se calcula nuevamente el área que será la que utilizaremos

$$A := B_x' \cdot B_y$$

$$A = 176000 \text{ cm}^2$$

Paso 3: Cálculo de cargas mayoradas P_u que actúan en la columna

$$P_u := 1.2 \text{ CP} + 1.6 \text{ CV}$$

Sustituyendo

$$P_u := 1.2 \cdot (180000 \text{ kg}) + 1.6 \cdot (100000 \text{ kg}) \quad P_u = 376000 \text{ kg}$$

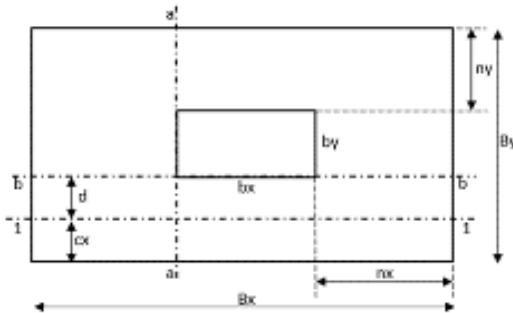
Paso 4: Cálculo del esfuerzo último.

$$\sigma_u := \frac{P_u}{A}$$

Sustituyendo tenemos

$$\sigma_u := \frac{376000 \text{ kg}}{176000 \text{ cm}^2} \quad \sigma_u = 2.136 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Paso 5: Cálculo de momento en ambas direcciones. Para el cálculo del momento en ambas direcciones, tenemos que calcular tanto las distancias n_x y n_y , tanto el b_x y el b_y deben de llevarse de cm a m.



$$n_x := \frac{B_x - b_x}{2} \quad n_x := \frac{550 \text{ cm} - 75 \text{ cm}}{2} \quad n_x = 237.5 \text{ cm}$$

Por lo tanto

$$M_{u1} := \frac{\sigma_u \cdot B_y \cdot (n_x)^2}{2}$$

Sustituyendo se tiene

$$M_{u1} := \frac{2.136 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 320 \text{ cm} \cdot (237.5 \text{ cm})^2}{2} \quad M_{u1} = 19277400 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Ahora n_y

$$n_y := \frac{By - by}{2} \quad n_y := \frac{320 \text{ cm} - 60 \text{ cm}}{2} \quad n_y = 130 \text{ cm}$$

Por lo tanto

$$Mu_2 := \frac{\sigma_u \cdot Bx \cdot (n_y)^2}{2}$$

Sustituyendo

$$Mu_2 := \frac{2.136 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 550 \text{ cm} \cdot (130 \text{ cm})^2}{2} \quad Mu_2 = 9927060 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Paso 6: cálculo de las alturas útiles para cada eje crítico.

$$d_1 := \sqrt{\frac{Mu_1}{\mu \cdot F'c \cdot Bx}}$$

Sustituyendo

$$d_1 := \sqrt{\frac{(19277400 \text{ (kg} \cdot \text{cm)})}{0.1448 \cdot 250 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 550 \text{ cm}}} \quad d_1 = 31.116 \text{ cm}$$

$$d_2 := \sqrt{\frac{Mu_2}{\mu \cdot F'c \cdot By}}$$

Sustituyendo se tiene

$$d_2 := \sqrt{\frac{(9927060 \text{ (kg} \cdot \text{cm)})}{0.1448 \cdot 250 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 320 \text{ cm}}} \quad d_2 = 29.274 \text{ cm}$$

Luego de tener las dos alturas útiles calculadas, debemos escoger la altura mayor y redondeamos al múltiplo de 5 superior.

Paso 7: Cálculo de distancia “C” a los dos cortes de cada eje para verificar corte de la zapata.

$$c_x := n_x - d \quad c_x := 237.5 \text{ cm} - 35 \text{ cm} \quad c_x = 202.5 \text{ cm}$$

$$c_y := n_y - d \quad c_y := 130 \text{ cm} - 35 \text{ cm} \quad c_y = 95 \text{ cm}$$

Paso 8: En los planos 1-1 y 2-2, los cortes mayorados se obtienen.

$$Vu_1 := \sigma_u \cdot Bx \cdot c_x \quad \phi := 0.85$$

$$Vu_2 := \sigma_u \cdot By \cdot c_y$$

Sustituyendo

$$Vu_1 := 2.136 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 550 \text{ cm} \cdot 186 \text{ cm} \quad Vu_1 = 218512.8 \text{ kg}$$

$$Vu_2 := 2.136 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 320 \text{ cm} \cdot 75 \text{ cm} \quad Vu_2 = 51264 \text{ kg}$$

Ahora se calcula

$$vu_1 := \frac{Vu_1}{\phi \cdot Bx \cdot d} \quad vu_1 := \frac{218512.8 \text{ kg}}{0.85 \cdot 550 \text{ cm} \cdot 35 \text{ cm}} \quad vu_1 = 13.354 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$vu_2 := \frac{Vu_2}{\phi \cdot By \cdot d} \quad vu_2 := \frac{51264 \text{ kg}}{0.85 \cdot 320 \text{ cm} \cdot 35 \text{ cm}} \quad vu_2 = 5.385 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$Vc := 0.53 \left(\sqrt{F'c} \right) \quad Vc = 8.38 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Luego de haber calculado los cortes últimos, debe cumplirse las siguientes condiciones:

Vc

Vc

$$13.354 \text{ kg/cm}^2 \quad 8.38 \text{ kg/cm}^2 \text{ (NO CUMPLE)}$$

$$5.385 \text{ kg/cm}^2 \quad 8.38 \text{ kg/cm}^2 \text{ (CUMPLE)}$$

Al verificar las dos condiciones, una de ellas no cumple, por ello se debe de aumentar La altura útil “d”, y volver chequear las condiciones de corte hasta que cumplan. Se recomienda un valor de 55cm.

$$d := 55 \text{ cm} \quad \phi := 0.85$$

Cálculo de C

$$c_x := n_x - d \quad c_x := 237.5 \text{ cm} - 55 \text{ cm} \quad c_x = 182.5 \text{ cm}$$

$$c_y := n_y - d \quad c_y := 130 \text{ cm} - 55 \text{ cm} \quad c_y = 75 \text{ cm}$$

Calculando el corte

$$Vu_1 := \sigma_u \cdot Bx \cdot c_x$$

$$Vu_2 := \sigma_u \cdot By \cdot c_y$$

Sustituyendo

$$Vu_1 := 2.136 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 550 \text{ cm} \cdot 182.5 \text{ cm} \quad Vu_1 = 214401 \text{ kg}$$

$$Vu_2 := 2.136 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 320 \text{ cm} \cdot 75 \text{ cm} \quad Vu_2 = 51264 \text{ kg}$$

Ahora se calcula

$$vu_1 := \frac{Vu_1}{\phi \cdot Bx \cdot d} \quad vu_1 := \frac{214401 \text{ kg}}{0.85 \cdot 550 \text{ cm} \cdot 55 \text{ cm}} \quad vu_1 = 8.338 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$vu_2 := \frac{Vu_2}{\phi \cdot By \cdot d} \quad vu_2 := \frac{51264 \text{ kg}}{0.85 \cdot 320 \text{ cm} \cdot 55 \text{ cm}} \quad vu_2 = 3.427 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$Vc := 0.53 \left(\sqrt{F'c} \right) \quad Vc = 8.38 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Debe cumplirse las siguientes condiciones:

Vc

Vc

$$8.33 \text{ kg/cm}^2 \quad 8.38 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{(CUMPLE)}$$

$$5385 \text{ kg/cm}^2 \quad 8.38 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{(CUMPLE)}$$

Nota: Para este caso verificamos el corte mayor, si este cumple el menor cumple por defecto

Paso 9: Verificación del punzonado.

$$\phi = 0.85$$

$$b_o := 2 \cdot (bx + by + 2 d)$$

Sustituyendo

$$b_o := 2 (75 \text{ cm} + 60 \text{ cm} + 110 \text{ cm}) \quad b_o = 490 \text{ cm}$$

Se calcula

$$Vu' := 376000 \text{ kg} - 2.136 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot (75 \text{ cm} + 55 \text{ cm}) (60 \text{ cm} + 55 \text{ cm}) \quad Vu' = 344066.8 \text{ kg}$$

$$vu' := \frac{Vu'}{\phi \cdot b_o \cdot d} \quad vu' := \frac{344066.8 \text{ kg}}{0.85 \cdot 490 \text{ cm} \cdot 55 \text{ cm}} \quad vu' = 15.02 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$Vc' := 1.06 (\sqrt{F'c}) \quad Vc' = 16.76 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Para que los esfuerzos de punzonado sean resistidos por el concreto se debe cumplir la siguiente condición:

$$Vc \quad 15.02 \text{ kg/cm}^2 \quad 16.76 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{(CUMPLE)}$$

Paso 10: Verificación por aplastamiento, debemos verificar el aplastamiento tanto en la columna como en la base de la zapata.

$$\phi' := 0.70$$

Para la columna.

$$A_{col} := b_x \cdot b_y \quad A_{col} := 75 \text{ cm} \cdot 60 \text{ cm} \quad A_{col} = 4500 \text{ cm}^2$$

$$Pmax_{col} := \phi' \cdot (0.85 \cdot F'c \cdot A_{col}) \quad Pmax_{col} := 0.70 \left(0.85 \cdot 250 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 4500 \text{ cm}^2 \right)$$

$$Pmax_{col} = 669375 \text{ kg}$$

Para la base

$$A_{base} := B_x \cdot B_y \quad A_{base} := 550 \text{ cm} \cdot 320 \text{ cm} \quad A_{base} = 176000 \text{ cm}^2$$

$$Pmax_{Base} := \phi' \cdot (0.85 \cdot F'c \cdot A_{col}) \cdot \sqrt{\frac{A_{base}}{A_{col}}}$$

Siendo

$$\sqrt{\frac{A_{base}}{A_{col}}} = 6.254$$

Nota: Si da mayor a 2 se toma 2 como valor sino el valor dado

Sustituyendo

$$P_{max_{Base}} := 0.70 \left(0.85 \cdot 250 \frac{kg}{cm^2} \cdot 4500 cm^2 \right) \cdot 2$$

$$P_{max_{Base}} = 1338750 kg$$

Se debe cumplir las siguientes condiciones

$$P_{max_{col}} \leq P_U$$

$$P_{max_{base}} \leq P_U$$

(CUMPLE)

(CUMPLE)

Paso 11: Diseño del acero

$$\phi_I := 0.90 \quad J_u := 0.90$$

Acero en dirección X

$$A_{s_x} := \frac{M_{u_I}}{\phi_I \cdot F_y \cdot J_u \cdot d}$$

Sustituyendo

$$A_{s_x} := \frac{(19277400 (kg \cdot cm))}{0.90 \cdot 4200 \frac{kg}{cm^2} \cdot 0.90 \cdot 55 cm} \quad A_{s_x} = 103.027 cm^2$$

$$A_{s_{x'}} := \frac{A_{s_x}}{B_y} \quad A_{s_{x'}} := \frac{103.027 cm^2}{3.20 m} \quad A_{s_{x'}} = 32.196 \frac{cm^2}{m}$$

$$A_{s_I} := A_{s_{x'}} \quad A_{s_I} = 32.196 \frac{cm^2}{m}$$

Con este valor se entra a la tabla N° 5 de distribución de las barras de acero para obtener el As_{real} .

DISTRIBUCION DE LAS BARRAS DE ACERO							
Entrar en la tabla con los valores de As (cm/m)							
Espaciado en cm	diametro de las barras en pulg						
	ø 1/4"	ø 3/8"	ø 1/2"	ø 5/8"	ø 3/4"	ø 7/8"	ø 1"
8	4	8,9	15,9	24,8	35,5	48,4	63,4
9	3,6	7,9	14,1	22,0	31,6	43,0	56,3
10	3,2	7,1	12,7	19,8	28,4	38,7	50,7
11	2,9	6,5	11,5	18,0	25,8	35,2	46,1
12	2,7	5,9	10,6	16,5	23,7	32,2	42,2
13	2,5	5,5	9,8	15,2	21,8	29,8	39
14	2,3	5,1	9,1	14,1	20,3	27,6	36,2
15	2,1	4,7	8,5	13,2	18,9	25,8	33,8
16	2,0	4,4	7,9	12,4	17,8	24,2	31,7
17	1,9	4,2	7,5	11,6	16,7	22,8	29,8
18	1,8	3,9	7,1	11,0	15,8	21,5	28,2
19	1,7	3,7	6,7	10,4	14,9	20,4	26,7
20	1,6	3,6	6,4	9,9	14,2	19,4	25,4
25	1,3	2,8	5,1	7,9	11,4	15,5	20,3
30	1,1	2,4	4,2	6,6	9,5	12,9	16,9
35	0,9	2,0	3,6	5,7	8,1	11,1	14,5
40	0,8	1,8	3,2	5,0	7,1	9,7	12,7
45	0,7	1,6	2,8	4,4	6,3	8,6	11,3
50	0,6	1,4	2,5	4,0	5,7	7,7	10,1

7/8" c/ 12 cm, luego se busca el área de la barra y el diámetro de la barra de 7/8".

Tabla N° 6

TABLA DE CABILLAS																		
GANCHOS (cm)	DIAMETRO (pul ø)	DIAM O LADO (mm)	AREA (cm ²)	PESO kg/m	PERIMETRO (cm)	SECCION TOTAL cm ²												
						NÚMERO DE CABILLAS												
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Nº 2	7	ø 1/4"	6,4	0,32	0,25	2,01	0,32	0,64	0,96	1,28	1,60	1,92	2,24	2,56	2,88	3,20	3,52	3,84
Nº 3	10	ø 3/8"	5,5	0,71	0,56	2,98	0,71	1,42	2,13	2,84	3,55	4,26	4,97	5,68	6,39	7,10	7,81	8,52
Nº 4	10	ø 1/2"	12,7	1,27	0,99	3,99	1,27	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62	8,89	10,16	11,43	12,70	13,97	15,24
Nº 5	15	ø 5/8"	15,9	1,98	1,55	4,99	1,98	3,96	5,94	7,92	9,90	11,88	13,86	15,84	17,82	19,80	21,78	23,76
Nº 6	20	ø 3/4"	19,6	2,46	1,91	6,97	2,46	4,92	7,38	9,84	12,30	14,76	17,22	19,68	22,14	24,60	27,06	29,52
Nº 7	20	ø 7/8"	22,2	3,87	3,04	6,97	3,87	7,74	11,61	15,48	19,35	23,22	27,09	30,96	34,83	38,70	42,57	46,44
Nº 8	20	ø 1"	25,4	5,07	3,97	7,98	5,07	10,14	15,21	20,28	25,35	30,42	35,49	40,56	45,63	50,70	55,77	60,84
Nº 9	25	ø 1 1/8"	28,6	6,40	5,00	8,98	6,40	12,80	19,20	25,60	32,00	38,40	44,80	51,20	57,60	64,00	70,40	76,80
Nº 10	25	ø 1 1/4"	31,75	7,92	6,20	9,96	7,92	15,84	23,76	31,68	39,60	47,52	55,44	63,36	71,28	79,20	87,12	95,04
Nº 11	30	ø 1 3/8"	34,9	9,58	7,47	11,97	9,58	19,16	28,74	38,32	47,90	57,48	67,06	76,64	86,22	95,80	105,38	114,96
Nº 12	30	ø 1 1/2"	38,1	11,40	8,94	12,29	11,40	22,80	34,20	45,60	57,00	68,40	79,80	91,20	102,60	114,00	125,40	136,80
Nº 13	40	ø 2"	50,8	20,27	15,81	15,96	20,27	40,52	60,78	81,04	101,30	121,56	141,82	162,08	182,34	202,60	222,86	243,12
	20	□ 2"	25,4	6,45	5,08	11,16	6,45	12,90	19,35	25,80	32,25	38,70	45,15	51,60	58,05	64,50	70,95	77,40
	25	□ 1 1/8"	28,6	8,18	6,42	11,44	8,18	16,36	24,54	32,72	40,90	49,08	57,26	65,44	73,62	81,80	89,98	98,16
	25	□ 1 1/4"	31,75	10,08	7,90	12,70	10,08	20,16	30,24	40,32	50,40	60,48	70,56	80,64	90,72	100,80	110,88	120,96
	30	□ 1 1/2"	38,1	14,52	11,30	15,24	14,52	29,04	43,56	58,08	72,60	87,12	101,64	116,16	130,68	145,20	159,72	174,24

$$Ab_1 := 3.87 \text{ cm}^2 \quad db_1 := 2.2 \text{ cm} \quad As_{1real} := 32.2 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Calculando el acero mínimo se tiene

$$As_{min} := 0.002 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 60 \text{ cm} \quad As_{min} := 12 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Acero en dirección Y

$$As_y := \frac{Mu_2}{\phi_1 \cdot Fy \cdot Ju \cdot (d - db_1)}$$

Sustituyendo

$$As_y := \frac{(9927060 \text{ (kg} \cdot \text{cm)})}{0.90 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 0.90 \cdot (55 \text{ cm} - 2.2 \text{ cm})} \quad As_y = 55.265 \text{ cm}^2$$

Se calcula

$$\beta := \frac{Bx}{By} \quad \beta = 1.616$$

Se obtiene

$$As_2 := \frac{2 \cdot As_y}{\beta + 1} \quad As_2 := \frac{2 \cdot 55.265 \text{ cm}^2}{1.616 + 1} \quad As_2 = 42.252 \text{ cm}^2$$

Entonces

$$As_2' := \frac{As_2}{By} \quad As_2' := \frac{42.252 \text{ cm}^2}{320 \text{ cm}} \quad As_2' = 13.204 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Con este valor de As_2' se entra en la tabla N° 5 de distribución de las barras de acero para obtener el As_{2real} .

ϕ 1/2" c/ 9cm

$$As_{2real} := 14.1 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$As_{min} := 0.002 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 60 \text{ cm} \quad As_{min} := 12 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Cálculo del As_3 , para esta área de acero se tiene que calcular un As con la siguiente ecuación.

$$As_{2real'} := As_{2real} \cdot By$$

$$As_{2real'} := 14.1 \frac{cm^2}{m} \cdot 3.20 \text{ m} \quad As_{2real'} = 45.12 \text{ cm}^2$$

Luego de haber calculado As , calculamos el As_3

$$As_3 := As_y - As_{2real'}$$

$$As_3 := 55.265 \text{ cm}^2 - 45.12 \text{ cm}^2 \quad As_3 = 10.145 \text{ cm}^2$$

Se calcula un As

$$As_{3'} := \frac{As_3}{2 \cdot N}$$

Donde N

$$N := \frac{Bx - By}{2} \quad N := \frac{5.5 \text{ m} - 3.20 \text{ m}}{2} \quad N = 1.15 \text{ m}$$

$$As_{3'} := \frac{As_3}{2 \cdot N} \quad As_{3'} := \frac{10.145 \text{ cm}^2}{2 \cdot 1.15 \text{ m}} \quad As_{3'} = 4.411 \frac{cm^2}{m}$$

entonces

3/8" c/ 16 cm

$$As_{min} := 0.002 \cdot 100 \text{ cm} \cdot d \quad As_{min} := 0.002 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 60 \text{ cm} \quad As_{min} := 12 \frac{cm^2}{m}$$

Se debe verificar que cumplan las siguientes condiciones:

$$As_{1real} \quad \min \quad 32.196 \text{ cm}^2/m \quad 12 \text{ cm}^2/m \quad \text{(CUMPLE)}$$

$$As_{2real} \quad \min \quad 14.1 \text{ cm}^2 \quad 2/m \quad \text{(CUMPLE)}$$

$$As_{3'} < As_{min} \quad 4.41 \text{ cm}^2/m < 12 \text{ cm}^2/m \quad \text{(CUMPLE)}$$

Paso 12: verificación de adherencia y anclaje tanto en dirección X y en dirección Y.

En dirección X

$$X := \frac{(Bx - bx)}{2} - r$$

Siendo

$$r := 5 \text{ cm}$$

Sustituyendo

$$X := \frac{(550 \text{ cm} - 75 \text{ cm})}{2} - 5 \text{ cm} \quad X = 232.5 \text{ cm}$$

Calculamos la longitud en X

$$Ld_x := \frac{1.4 \cdot (0.06 \cdot Ab_1 \cdot Fy)}{\sqrt{F'c}}$$

$$Ld_x := \frac{1.4 \cdot \left(0.06 \cdot 3.87 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)}{\sqrt{250 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} \quad Ld_x := 86.35 \text{ cm}$$

$$Ldx := 1.4 \cdot 0.006 \cdot db_1 \cdot Fy \quad Ldx := 77.616 \text{ cm}$$

En dirección Y

$$Y := \frac{(By - by)}{2} - r$$

Siendo

$$r := 5 \text{ cm}$$

Sustituyendo

$$Y := \frac{(320 \text{ cm} - 60 \text{ cm})}{2} - 5 \text{ cm} \quad Y = 125 \text{ cm}$$

Calcular la longitud en Y

$$Ld_y := \frac{1.4 \cdot (0.06 \cdot Ab_2 \cdot Fy)}{\sqrt{F'c}}$$

$$Ld_x := \frac{1.4 \cdot \left(0.06 \cdot 1.27 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)}{\sqrt{250 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} \quad Ld_y := 28.33 \text{ cm}$$

$$Ld_y := 1.4 \cdot 0.006 \cdot db_2 \cdot Fy \quad Ld_y := 44.81 \text{ cm}$$

Se debe cumplir las siguientes condiciones:

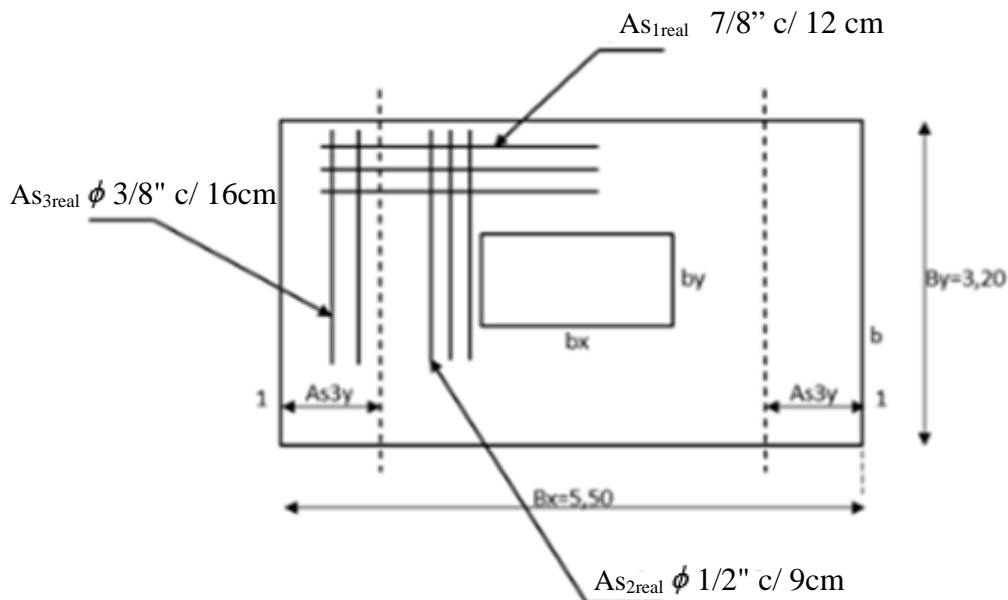
$$Ld_x < X \quad 86.35 \text{ cm} < 232.5 \text{ cm} \quad \text{(CUMPLE)}$$

$$Ld_x < X \quad 77.616 \text{ cm} < 232.5 \text{ cm} \quad \text{(CUMPLE)}$$

$$Ld_y < Y \quad 28.33 \text{ cm} < 125 \text{ cm} \quad \text{(CUMPLE)}$$

$$Ld_y < Y \quad 44.81 \text{ cm} < 125 \text{ cm} \quad \text{(CUMPLE)}$$

Luego de hacer la verificación de la adherencia y anclaje, se hace el croquis del armado del acero en la zapata.



1.25.- Ejemplo #2:

Diseñar la fundación para una columna circular de diámetro 50 cm que soporta unas cargas de servicio de CP = 50 Ton y CV = 85 Ton, en un estrato de fundación cuya presión de trabajo es de 2 Kg/cm², empleando concreto de F'c=240 kg/cm²; Fy=4200 kg/cm².

Por razones constructivas se fija que el ancho de la fundación By no puede ser mayor de 3,40 metros. La profundidad de desplante de la fundación es de 2,50 metros.

Datos: Se debe hacer las transformaciones que sean necesarias, para trabajar con unidades que sean compatibles.

$$B_y = 340 \text{ cm}$$

$$H = 2.50 \text{ m}$$

$$p_{adm} = 2 \text{ kg/cm}^2$$

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

Cargas de servicio

$$CP = 150000 \text{ kg}$$

$$CV = 85000 \text{ kg}$$

Columna

$$b_x = 50 \text{ cm}$$

$$b_y = 50 \text{ cm}$$

Nota: En este caso de una columna circular, la podemos trabajar como columna cuadrada.

Solución

Paso 1: Se debe hacer el cálculo del área requerida de la zapata, para ello debemos de conocer la profundidad de desplante de la fundación para así obtener el valor del factor “ ”. Tabla N° 1.

Profundidad H de apoyo	
	1.15
	1.2
3 m	1.3

Teniendo una profundidad de la fundación de **2.5 m**, el valor obtenido de la tabla será

$$v := 1.2$$

Área requerida se obtendrá mediante la siguiente ecuación:

$$A_{req} := \frac{v \cdot (CP + CV)}{\sigma_{adm}}$$

Sustituyendo valores

$$A_{req} := \frac{1.2 (150000 \text{ kg} + 85000 \text{ kg})}{2 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \quad A_{req} = 141000 \text{ cm}^2$$

Paso 2: Luego de obtener el área requerida se hace el cálculo de la base con la siguiente ecuación:

$$B_x := \frac{A_{req}}{B_y}$$

Sustituyendo

$$B_x := \frac{141000 \text{ cm}^2}{340 \text{ cm}} \quad B_x = 414.706 \text{ cm}$$

Redondeando se obtiene

$$B_x' := 500 \text{ cm}$$

Se calcula nuevamente el área que será la que se va a utilizar

$$A := B_x' \cdot B_y$$

$$A = 170000 \text{ cm}^2$$

Paso 3: Cálculo de cargas mayoradas P_u que actúan en la columna

$$P_u := 1.2 CP + 1.6 CV$$

Sustituyendo

$$P_u := 1.2 \cdot (150000 \text{ kg}) + 1.6 (85000 \text{ kg}) \quad P_u = 316000 \text{ kg}$$

Paso 4: Cálculo del esfuerzo último.

$$\sigma_u := \frac{P_u}{A}$$

Sustituyendo

$$\sigma_u := \frac{316000 \text{ kg}}{170000 \text{ cm}^2} \quad \sigma_u = 1.859 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Paso 5: Cálculo de momento en ambas direcciones tenemos que calcular tanto las distancias n_x y n_y , tanto el b_x y el b_y deben de llevarse de cm a m.

$$n_x := \frac{Bx - bx}{2} \quad n_x := \frac{500 \text{ cm} - 50 \text{ cm}}{2} \quad n_x = 225 \text{ cm}$$

Por lo tanto

$$Mu_1 := \frac{\sigma_u \cdot By \cdot (n_x)^2}{2}$$

Sustituyendo tenemos

$$Mu_1 := \frac{1.859 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 340 \text{ cm} \cdot (225 \text{ cm})^2}{2} \quad Mu_1 = 15999018.75 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Ahora n_y

$$n_y := \frac{By - by}{2} \quad n_y := \frac{340 \text{ cm} - 50 \text{ cm}}{2} \quad n_y = 145 \text{ cm}$$

Por lo tanto

$$Mu_2 := \frac{\sigma_u \cdot Bx \cdot (n_y)^2}{2}$$

Sustituyendo

$$Mu_2 := \frac{1.859 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 500 \text{ cm} \cdot (145 \text{ cm})^2}{2} \quad Mu_2 = 9771368.75 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Paso 6: cálculo de las alturas útiles para cada eje crítico.

$$d_1 := \sqrt{\frac{Mu_1}{\mu \cdot F'c \cdot Bx}}$$

Sustituyendo

$$d_1 := \sqrt{\frac{15999018.75 \text{ (kg} \cdot \text{cm)}}{0.1448 \cdot 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 500 \text{ cm}}} \quad d_1 = 30.344 \text{ cm}$$

$$d_2 := \sqrt{\frac{Mu_2}{\mu \cdot F'c \cdot By}}$$

Sustituyendo tenemos

$$d_2 := \sqrt{\frac{9771368.75 \text{ (kg} \cdot \text{cm)}}{0.1448 \cdot 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 340 \text{ cm}}} \quad d_2 = 28.757 \text{ cm}$$

Paso 7: Cálculo de distancia “C” a los dos cortes de cada eje para verificar corte de la zapata.

$$c_x := n_x - d \quad c_x := 225 \text{ cm} - 35 \text{ cm} \quad c_x = 190 \text{ cm}$$

$$c_y := n_y - d \quad c_y := 145 \text{ cm} - 35 \text{ cm} \quad c_y = 110 \text{ cm}$$

Paso 8: En los planos 1-1 y 2-2, los cortes mayorados se obtienen.

$$Vu_1 := \sigma_u \cdot Bx \cdot c_x \quad \phi = 0.85$$

$$Vu_2 := \sigma_u \cdot By \cdot c_y$$

Sustituyendo

$$Vu_1 := 1.859 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 500 \text{ cm} \cdot 190 \text{ cm} \quad Vu_1 = 176605 \text{ kg}$$

$$Vu_2 := 1.859 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 340 \text{ cm} \cdot 110 \text{ cm} \quad Vu_2 = 69526.6 \text{ kg}$$

Ahora se calcula

$$vu_1 := \frac{Vu_1}{\phi \cdot Bx \cdot d} \quad vu_1 := \frac{176605 \text{ kg}}{0.85 \cdot 500 \text{ cm} \cdot 35 \text{ cm}} \quad vu_1 = 11.873 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$vu_2 := \frac{Vu_2}{\phi \cdot By \cdot d} \quad vu_2 := \frac{69526.6 \text{ kg}}{0.85 \cdot 340 \text{ cm} \cdot 55 \text{ cm}} \quad vu_2 = 4.374 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$Vc := 0.53 \left(\sqrt{F'c} \right) \quad Vc = 8.38 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Luego de haber calculado los cortes últimos, debe cumplirse las siguientes condiciones:

Vc

Vc

$$11.873 \text{ kg/cm}^2 \quad 8.38 \text{ kg/cm}^2 \text{ (NO CUMPLE)}$$

$$4.374 \text{ kg/cm}^2 \quad 8.38 \text{ kg/cm}^2 \text{ (CUMPLE)}$$

Se adopta un nuevo $d = 55$

Cálculo de distancia "C" a los dos cortes de cada eje para verificar corte de la zapata.

$$c_x := n_x - d \quad c_x := 225 \text{ cm} - 55 \text{ cm} \quad c_x = 170 \text{ cm}$$

$$c_y := n_y - d \quad c_y := 145 \text{ cm} - 55 \text{ cm} \quad c_y = 90 \text{ cm}$$

En los planos 1-1 y 2-2, los cortes mayorados se obtienen.

$$Vu_1 := \sigma_u \cdot Bx \cdot c_x \quad \phi := 0.85$$

$$Vu_2 := \sigma_u \cdot By \cdot c_y$$

Sustituyendo

$$Vu_1 := 1.859 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 500 \text{ cm} \cdot 170 \text{ cm} \quad Vu_1 = 158015 \text{ kg}$$

$$Vu_2 := 1.859 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 340 \text{ cm} \cdot 90 \text{ cm} \quad Vu_2 = 56885.4 \text{ kg}$$

Ahora se calcula

$$vu_1 := \frac{Vu_1}{\phi \cdot Bx \cdot d} \quad vu_1 := \frac{162662.5 \text{ kg}}{0.85 \cdot 500 \text{ cm} \cdot 55 \text{ cm}} \quad vu_1 = 6.959 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$vu_2 := \frac{Vu_2}{\phi \cdot By \cdot d} \quad vu_2 := \frac{60045.7 \text{ kg}}{0.85 \cdot 340 \text{ cm} \cdot 55 \text{ cm}} \quad vu_2 = 3.778 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$Vc := 0.53 \left(\sqrt{F'c} \right) \quad Vc := 8.38 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Luego de haber calculado los cortes últimos, debe cumplirse las siguientes condiciones:

Vc

Vc

$$6.959 \text{ kg/cm}^2 \quad 8.38 \text{ kg/cm}^2 \text{ (CUMPLE)}$$

$$3.778 \text{ kg/cm}^2 \quad 8.38 \text{ kg/cm}^2 \text{ (CUMPLE)}$$

Paso 9: Verificación del punzonado.

$$\phi = 0.85$$

$$b_o := 2 \cdot (b_x + b_y + 2 d)$$

Sustituyendo

$$b_o := 2 (50 \text{ cm} + 50 \text{ cm} + 110 \text{ cm}) \quad b_o = 420 \text{ cm}$$

Calculando

$$Vu' := Pu - \sigma_u \cdot (bx + d) (by + d)$$

$$Vu' := 316000 \text{ kg} - 1.859 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot (50 \text{ cm} + 55 \text{ cm}) (50 \text{ cm} + 55 \text{ cm}) \quad Vu' = 295504.525 \text{ kg}$$

$$vu' := \frac{Vu'}{\phi \cdot b_o \cdot d} \quad vu' := \frac{295504.525 \text{ kg}}{0.85 \cdot 400 \text{ cm} \cdot 55 \text{ cm}} \quad vu' = 15.802 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$Vc' := 1.06 (\sqrt{F'c}) \quad Vc' = 16.76 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Para que los esfuerzos de punzonado sean resistidos por el concreto de debe cumplir la siguiente condición:

V_c

$$15.802 \text{ kg/cm}^2 \quad 16.76 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{(CUMPLE)}$$

Paso 10: Verificación por aplastamiento, debemos verificar el aplastamiento tanto en la columna como en la base de la zapata.

$$\phi' = 0.70$$

Para la columna.

$$A_{col} := b_x \cdot b_y \quad A_{col} := 50 \text{ cm} \cdot 50 \text{ cm} \quad A_{col} = 2500 \text{ cm}^2$$

$$P_{max_{col}} := \phi' \cdot (0.85 \cdot F'c \cdot A_{col})$$

$$P_{max_{col}} := 0.70 \left(0.85 \cdot 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 2500 \text{ cm}^2 \right) \quad P_{max_{col}} = 357000 \text{ kg}$$

Para la base

$$A_{base} := Bx \cdot By \quad A_{base} := 500 \text{ cm} \cdot 340 \text{ cm} \quad A_{base} = 170000 \text{ cm}^2$$

$$P_{max_{Base}} := \phi' \cdot (0.85 \cdot F'c \cdot A_{col}) \cdot \sqrt{\frac{A_{base}}{A_{col}}}$$

Siendo

$$\sqrt{\frac{A_{base}}{A_{col}}} = 8.246$$

Nota: Si da mayor a 2 se toma 2 como valor sino el valor dado

Sustituyendo

$$P_{max_{Base}} := 0.70 \left(0.85 \cdot 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 2500 \text{ cm}^2 \right) \cdot 2 \quad P_{max_{Base}} = 714000 \text{ kg}$$

Se debe cumplir las siguientes condiciones

	P_{max_{col}}	P_U
	P_{max_{base}}	P_U
	357000	16000 kg (CUMPLE)
	714000	(CUMPLE)

Paso 11: Diseño del acero

$$\phi_I := 0.90 \quad J_u := 0.90$$

Acero en dirección X

$$As_x := \frac{Mu_I}{\phi_I \cdot F_y \cdot J_u \cdot d}$$

Sustituyendo

$$As_x := \frac{15999018.75 \text{ (kg} \cdot \text{cm)}}{0.90 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 0.90 \cdot 50 \text{ cm}} \quad As_x = 94.057 \text{ cm}^2$$

$$As_{x'} := \frac{As_x}{By} \quad As_{x'} := \frac{94.057 \text{ cm}^2}{3.40 \text{ m}} \quad As_{x'} = 27.664 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$As_I := As_{x'} \quad As_I = 27.664 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Con este valor entramos a la tabla N° 5 de distribución de las barras de acero para obtener el As_{real} .

DISTRIBUCION DE LAS BARRAS DE ACERO							
Entrar en la tabla con los valores de As (cm/m)							
Espaciado en cm	diametro de las barras en pulg						
	ø 1/4"	ø 3/8"	ø 1/2"	ø 5/8"	ø 3/4"	ø 7/8"	ø 1"
8	4	8,9	15,9	24,8	35,5	48,4	63,4
9	3,6	7,9	14,1	22,0	31,6	43,0	56,3
10	3,2	7,1	12,7	19,8	28,4	38,7	50,7
11	2,9	6,5	11,5	18,0	25,8	35,2	46,1
12	2,7	5,9	10,6	16,5	23,7	32,2	42,2
13	2,5	5,5	9,8	15,2	21,8	29,8	39
14	2,3	5,1	9,1	14,1	20,3	27,6	36,2
15	2,1	4,7	8,5	13,2	18,9	25,8	33,8
16	2,0	4,4	7,9	12,4	17,8	24,2	31,7
17	1,9	4,2	7,5	11,6	16,7	22,8	29,8
18	1,8	3,9	7,1	11,0	15,8	21,5	28,2
19	1,7	3,7	6,7	10,4	14,9	20,4	26,7
20	1,6	3,6	6,4	9,9	14,2	19,4	25,4
25	1,3	2,8	5,1	7,9	11,4	15,5	20,3
30	1,1	2,4	4,2	6,6	9,5	12,9	16,9
35	0,9	2,0	3,6	5,7	8,1	11,1	14,5
40	0,8	1,8	3,2	5,0	7,1	9,7	12,7
45	0,7	1,6	2,8	4,4	6,3	8,6	11,3
50	0,6	1,4	2,5	4,0	5,7	7,7	10,1

7/8" c/ 13 cm, luego buscamos el área de la barra y el diámetro de la barra de 7/8".
Tabla N° 6.

TABLA DE CABILLAS																		
GANCHOS (cm)	DIAMETRO(ø) (ø)	DIAM Ó LADO (mm)	AREA (cm ²)	PESO kg/m	PERIMETRO (cm)	SECCION TOTAL cm ²												
						NÚMERO DE CABILLAS												
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
No 2	7	ø 1/4"	6,4	0,32	0,25	2,01	0,32	0,64	0,96	1,28	1,60	1,92	2,24	2,56	2,88	3,20	3,52	3,84
No 3	10	ø 3/8"	5,5	0,71	0,56	2,98	0,71	1,42	2,13	2,84	3,55	4,26	4,97	5,68	6,39	7,10	7,81	8,52
No 4	10	ø 1/2"	12,7	1,27	0,99	3,99	1,27	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62	8,89	10,16	11,43	12,70	13,97	15,24
No 5	15	ø 5/8"	15,9	1,99	1,55	4,99	1,99	3,96	5,94	7,92	9,90	11,88	13,86	15,84	17,82	19,80	21,78	23,76
No 6	15	ø 3/4"	19,0	2,84	2,21	5,97	2,84	5,68	8,52	11,36	14,20	17,04	19,88	22,72	25,56	28,40	31,24	34,08
No 7	20	ø 7/8"	22,2	3,87	3,04	6,97	3,87	7,74	11,61	15,48	19,35	23,22	27,09	30,96	34,83	38,70	42,57	46,44
No 8	20	ø 1"	25,4	5,07	3,97	7,98	5,07	10,14	15,21	20,28	25,35	30,42	35,49	40,56	45,63	50,70	55,77	60,84
No 9	25	ø 1 1/8"	28,6	6,40	5,00	8,98	6,40	12,80	19,20	25,60	32,00	38,40	44,80	51,20	57,60	64,00	70,40	76,80
No 10	25	ø 1 1/4"	31,75	7,92	6,21	9,96	7,92	15,83	23,75	31,66	39,58	47,50	55,42	63,33	71,24	79,16	87,08	95,00
No 11	30	ø 1 3/8"	34,9	9,58	7,47	10,97	9,58	19,13	28,70	38,26	47,83	57,40	66,96	76,53	86,09	95,65	105,25	114,79
No 12	30	ø 1 1/2"	38,1	11,40	8,94	12,29	11,40	22,80	34,20	45,60	57,00	68,40	79,80	91,20	102,60	114,00	125,40	136,80
No 13	40	ø 2"	50,8	20,27	15,81	15,96	20,27	40,52	60,78	81,04	101,30	121,56	141,81	162,06	182,34	202,60	222,86	243,12
	20	□ 2"	25,4	6,45	5,06	10,16	6,45	12,90	19,35	25,80	32,25	38,70	45,15	51,60	58,05	64,50	70,95	77,40
	25	□ 1 1/8"	28,6	8,18	6,42	11,44	8,18	16,36	24,54	32,72	40,90	49,08	57,26	65,44	73,62	81,80	89,98	98,16
	25	□ 1 1/4"	31,75	10,08	7,90	12,70	10,08	20,16	30,24	40,32	50,40	60,48	70,56	80,64	90,72	100,80	110,88	120,96
	30	□ 1 1/2"	38,1	14,52	11,39	15,24	14,52	29,04	43,56	58,08	72,60	87,12	101,64	116,16	130,68	145,20	159,72	174,24

$$Ab_1 := 3.87 \text{ cm}^2 \quad db_1 := 2.2 \text{ cm} \quad As_{\text{Ireal}} := 29.8 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Calculando el acero mínimo tenemos

$$As_{\text{min}} := 0.002 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 60 \text{ cm} \quad As_{\text{min}} := 12 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Acero en dirección Y

$$As_y := \frac{Mu_2}{\phi_1 \cdot F_y \cdot Ju \cdot (d - db_1)}$$

Sustituyendo

$$As_y := \frac{9771368.75 \text{ (kg} \cdot \text{cm)}}{0.90 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 0.90 \cdot (55 \text{ cm} - 2.2 \text{ cm})} \quad As_y = 54.399 \text{ cm}^2$$

Calculamos

$$\beta := \frac{B_x}{B_y} \quad \beta = 1.471$$

Y obtenemos

$$As_2 := \frac{2 \cdot As_y}{\beta + 1} \quad As_2 := \frac{2 \cdot 54.399 \text{ cm}^2}{1.471 + 1} \quad As_2 = 44.03 \text{ cm}^2$$

Entonces decimos que

$$As_2 := \frac{As_2}{B_y} \quad As_2 := \frac{44.03 \text{ cm}^2}{3.4 \text{ m}} \quad As_2 = 12.95 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Con este valor de As entramos a la tabla 5 de distribución de las barras de acero para obtener el As_{2real} .

ϕ 1/2" c/ 9cm



$$As_{\text{min}} := 0.002 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 60 \text{ cm} \quad As_{\text{min}} := 12 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Cálculo del As_3 , para esta área de acero tenemos q calcular un As con la siguiente ecuación.

$$As_{2real'} := As_{2real} \cdot By$$

$$As_{2real'} := 14.1 \frac{cm^2}{m} \cdot 3.40 m \quad As_{2real'} = 47.94 cm^2$$

Luego de haber calculado As , calculamos el As_3

$$As_3 := As_y - As_{2real'}$$

$$As_3 := 54.399 cm^2 - 47.94 cm^2 \quad As_3 = 6.459 cm^2$$

Calculamos un As

$$As_{3'} := \frac{As_3}{2 \cdot N}$$

Donde N

$$N := \frac{Bx - By}{2} \quad N := \frac{5 m - 3.40 m}{2} \quad N = 0.8 m$$

$$As_{3'} := \frac{As_3}{2 \cdot N} \quad As_{3'} := \frac{6.459 cm^2}{2 \cdot 0.8 m} \quad As_{3'} = 4.037 \frac{cm^2}{m}$$

entonces tenemos

3/8" c/ 16 cm

$$As_{min} := 0.002 \cdot 100 cm \cdot d \quad As_{min} := 0.002 \cdot 100 cm \cdot 60 cm \quad As_{min} := 12 \frac{cm^2}{m}$$

Se debe verificar que cumplan las siguientes condiciones:

$$As_{1real} \quad \min \quad 29.8 cm^2 \quad 2/m \quad \text{(CUMPLE)}$$

$$As_{2real} \quad \min \quad 12.95 cm^2 \quad 2/m \quad \text{(CUMPLE)}$$

$$As_{3'} < As_{min} \quad 4.037 cm^2/m < 12 cm^2/m \quad \text{(CUMPLE)}$$

Paso 12: verificación de adherencia y anclaje tanto en dirección X y en dirección Y.

En dirección X

$$X := \frac{(Bx - bx)}{2} - r$$

Siendo

$$r := 5 \text{ cm}$$

Sustituimos

$$X := \frac{(500 \text{ cm} - 50 \text{ cm})}{2} - 5 \text{ cm} \quad X = 220 \text{ cm}$$

Calculamos la longitud en X

$$Ld_x := \frac{1.4 \cdot (0.06 \cdot Ab_1 \cdot Fy)}{\sqrt{F'c}}$$

$$Ld_x := \frac{1.4 \cdot \left(0.06 \cdot 3.87 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)}{\sqrt{240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} \quad Ld_x := 88.13 \text{ cm}$$

$$Ldx := 1.4 \cdot 0.006 \cdot db_1 \cdot Fy \quad Ldx := 77.616 \text{ cm}$$

En dirección Y

$$Y := \frac{(By - by)}{2} - r$$

Siendo

$$r := 5 \text{ cm}$$

Sustituyendo

$$X := \frac{(340 \text{ cm} - 50 \text{ cm})}{2} - 5 \text{ cm} \quad Y = 140 \text{ cm}$$

Calculamos la longitud en Y

$$Ld_y := \frac{1.4 \cdot (0.06 \cdot Ab_2 \cdot Fy)}{\sqrt{F'c}}$$

$$Ld_y := \frac{1.4 \cdot \left(0.06 \cdot 1.27 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)}{\sqrt{240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} \quad Ld_y := 28.92 \text{ cm}$$

$$Ldy := 1.4 \cdot 0.006 \cdot db_2 \cdot Fy \quad Ldy := 44.81 \text{ cm}$$

Se debe cumplir las siguientes condiciones:

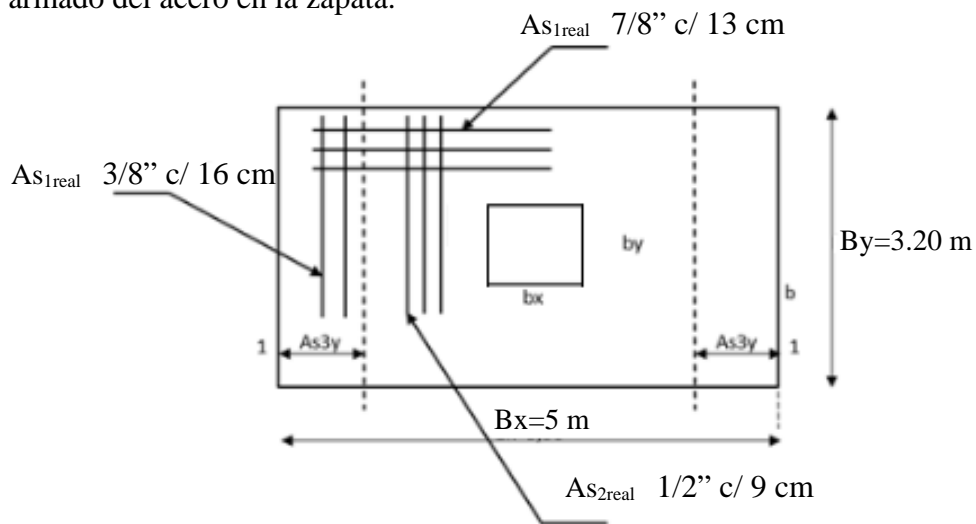
$$Ld_x < X \quad 86.35 \text{ cm} < 220 \text{ cm} \quad (\text{CUMPLE})$$

$$Ld_x < X \quad 77.616 \text{ cm} < 220 \text{ cm} \quad (\text{CUMPLE})$$

$$Ld_y < Y \quad 28.33 \text{ cm} < 140 \text{ cm} \quad (\text{CUMPLE})$$

$$Ld_y < Y \quad 44.81 \text{ cm} < 140 \text{ cm} \quad (\text{CUMPLE})$$

Luego de hacer la verificación de la adherencia y anclaje, se hace el croquis del armado del acero en la zapata.



1.26.- Ejercicios propuestos de zapata aislada rectangular

Ejercicio 1: Diseñar una zapata rectangular sujeta a flexo-compresion con los siguientes datos.

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

$$B_x = 3.50 \text{ m}$$

$$q_s = 90 \text{ ton}$$

Ejercicio 2: Diseñe la zapata aislada para los siguientes requerimientos:

$$CP = 50 \text{ ton}$$

$$CV = 20 \text{ ton}$$

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

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

$$q_{adm} = 21 \text{ ton/m}^2$$

$$H = 2.5 \text{ m}$$

Columna

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

$$b_x = 60 \text{ cm}$$

$$H = 2 \text{ m}$$

Columna

$$40\text{cm} \times 50\text{cm}$$

Ejercicio 3:

Diseñar la fundación para una columna circular de diámetro 30 cm que soporta unas cargas de servicio de CP = 180 Ton y CV = 65 Ton, en un estrato de fundación cuya presión de trabajo es de 2.8 Kg/cm², empleando concreto de

$$F'_c = 250 \text{ kg/cm}^2;$$

$$F_y = 4100 \text{ kg/cm}^2.$$

Por razones constructivas se fija que el ancho de la fundación B_y no puede ser mayor de 3,30 metros. La profundidad de desplante de la fundación es de 2 metros.

ANEXO DE TABLAS

Tabla N° 1: Factor de mayoración de solicitaciones

$U = 1.4 (CP + CF)$	(9-1)
$U = 1.2 (CP + CF + CT) + 1.6 (CV + CE) + 0.5 CV_t$	(9-2)
$U = 1.2 CP + 1.6 CV_t + (\gamma CV \text{ ó } \pm 0.8 W)$	(9-3)
$U = 1.2 CP \pm 1.6 W + \gamma CV + 0.5 CV_t$	(9-4)
$U = 1.2 CP + \gamma CV \pm S$	(9-5)
$U = 0.9 CP \pm 1.6 W$	(9-6)
$U = 0.9 CP \pm S$	(9-7)
$U = 0.9 CP \pm 1.6 CE$	(9-8)
<p style="font-size: small;">El factor de combinación de solicitaciones y debidas a las acciones variables en las combinaciones (9-3) a (9-5) será 1.00, excepto en pisos y terrazas de edificaciones destinadas a vivienda en que se tomará como 0.50.</p>	

Tabla N° 2: Factores de minoración de resistencia

Factores de minoracion de resistencia	
En flexion sin carga axial -----	$\phi=0,90$
Traccion axial y flexitraction-----	$\phi=0,90$
Compresion axial y flexocompresion:	
Miembros zunchados-----	$\phi=0,75$
Miembros con estribos o ligaduras-----	$\phi=0,70$
Corte y torsion -----	$\phi=0,85$
Aplastamiento del concreto-----	$\phi=0,70$

Tabla N° 3: Tabla de Ju

Momento específico $\mu = \frac{M_u}{f'_c b d^2} = 0,9 \omega (1 - 0,59 \omega)$											
ω		0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009
0,05	μ	0.0437	0.0445	0.0454	0.0462	0.0471	0.0479	0.0487	0.0496	0.0504	0.0513
	J_u	0.971	0.970	0.969	0.969	0.968	0.968	0.967	0.966	0.966	0.965
0,06	μ	0.0521	0.0529	0.0538	0.0546	0.0554	0.0563	0.0571	0.0579	0.0587	0.0596
	J_u	0.965	0.964	0.963	0.963	0.962	0.962	0.961	0.960	0.960	0.959
0,07	μ	0.0604	0.0612	0.0620	0.0629	0.0637	0.0645	0.0653	0.0662	0.0670	0.0678
	J_u	0.959	0.958	0.958	0.957	0.956	0.956	0.955	0.955	0.954	0.953
0,08	μ	0.0686	0.0694	0.0702	0.0710	0.0719	0.0727	0.0735	0.0743	0.0751	0.0759
	J_u	0.953	0.952	0.952	0.951	0.950	0.950	0.949	0.948	0.948	0.947
0,09	μ	0.0767	0.0775	0.0783	0.0791	0.0799	0.0807	0.0815	0.0823	0.0831	0.0834
	J_u	0.947	0.946	0.946	0.945	0.945	0.944	0.944	0.943	0.942	0.942
0,10	μ	0.0847	0.0855	0.0863	0.0871	0.0879	0.0886	0.0894	0.0902	0.0910	0.0918
	J_u	0.941	0.940	0.940	0.939	0.939	0.938	0.937	0.937	0.936	0.936
0,11	μ	0.0926	0.0934	0.0941	0.0949	0.0957	0.0965	0.0973	0.0980	0.0988	0.0996
	J_u	0.935	0.935	0.934	0.933	0.933	0.932	0.932	0.931	0.930	0.930
0,12	μ	0.1004	0.1011	0.1019	0.1027	0.1034	0.1042	0.1050	0.1057	0.1065	0.1073
	J_u	0.929	0.929	0.928	0.927	0.927	0.926	0.926	0.925	0.924	0.924
0,13	μ	0.1080	0.1088	0.1095	0.1103	0.1111	0.1118	0.1126	0.1133	0.1141	0.1148
	J_u	0.923	0.923	0.922	0.922	0.921	0.920	0.920	0.919	0.919	0.918
0,14	μ	0.1156	0.1163	0.1171	0.1178	0.1186	0.1193	0.1201	0.1208	0.1216	0.1223
	J_u	0.917	0.917	0.916	0.916	0.915	0.914	0.914	0.913	0.913	0.912
0,15	μ	0.1231	0.1238	0.1245	0.1253	0.1260	0.1267	0.1275	0.1282	0.1289	0.1297
	J_u	0.912	0.911	0.910	0.910	0.909	0.909	0.908	0.907	0.907	0.906
0,16	μ	0.1304	0.1311	0.1319	0.1326	0.1333	0.1340	0.1348	0.1355	0.1362	0.1369
	J_u	0.906	0.905	0.904	0.904	0.903	0.903	0.903	0.902	0.901	0.900
0,17	μ	0.1377	0.1384	0.1391	0.1398	0.1405	0.1412	0.1420	0.1427	0.1434	0.1441
	J_u	0.900	0.899	0.899	0.898	0.897	0.897	0.896	0.896	0.895	0.894
0,18	μ	0.1448	0.1455	0.1462	0.1469	0.1476	0.1483	0.1490	0.1497	0.1504	0.1511
	J_u	0.894	0.893	0.893	0.892	0.891	0.891	0.890	0.890	0.889	0.888
0,19	μ	0.1518	0.1525	0.1532	0.1539	0.1546	0.1553	0.1560	0.1567	0.1574	0.1581
	J_u	0.888	0.887	0.887	0.886	0.886	0.886	0.885	0.884	0.883	0.883
0,20	μ	0.1588	0.1594	0.1601	0.1608	0.1615	0.1622	0.1629	0.1635	0.1642	0.1649
	J_u	0.882	0.881	0.881	0.880	0.880	0.879	0.878	0.878	0.877	0.877
0,21	μ	0.1656	0.1663	0.1669	0.1676	0.1683	0.1690	0.1696	0.1703	0.1710	0.1716
	J_u	0.876	0.876	0.875	0.874	0.874	0.873	0.873	0.871	0.871	0.871
0,22	μ	0.1723	0.1730	0.1736	0.1743	0.1750	0.1756	0.1763	0.1769	0.1776	0.1783
	J_u	0.870	0.870	0.869	0.868	0.868	0.867	0.867	0.866	0.865	0.865
0,23	μ	0.1789	0.1796	0.1802	0.1809	0.1815	0.1822	0.1828	0.1835	0.1841	0.1848
	J_u	0.864	0.864	0.863	0.863	0.862	0.861	0.860	0.860	0.860	0.859
0,24	μ	0.1854	0.1861	0.1867	0.1873	0.1880	0.1886	0.1893	0.1899	0.1905	0.1912
	J_u	0.858	0.858	0.857	0.857	0.856	0.855	0.855	0.854	0.854	0.853
0,25	μ	0.1918	0.1924	0.1931	0.1937	0.1943	0.1950	0.1956	0.1962	0.1960	0.1975
	J_u	0.852	0.852	0.851	0.851	0.850	0.850	0.849	0.848	0.848	0.847
0,26	μ	0.1981	0.1987	0.1994	0.2000	0.2006	0.2012	0.2018	0.2024	0.2031	0.2037
	J_u	0.847	0.846	0.845	0.845	0.844	0.844	0.843	0.842	0.842	0.841
0,27	μ	0.2043	0.2049	0.2055	0.2061	0.2067	0.2073	0.2080	0.2086	0.2092	0.2098
	J_u	0.841	0.840	0.840	0.839	0.838	0.838	0.837	0.837	0.836	0.835

Tabla N° 4: Profundidad de apoyo de fundación.

Profundidad H de apoyo	
	1.15
	1.2
	1.3

Tabla N° 5: Distribución de barras de acero

DISTRIBUCION DE LAS BARRAS DE ACERO							
Entrar en la tabla con los valores de As (cm/m)							
Espaciado en cm	diametro de las barras en pulg						
	ø 1/4"	ø 3/8"	ø 1/2"	ø 5/8"	ø 3/4"	ø 7/8"	ø 1"
8	4	8,9	15,9	24,8	35,5	48,4	63,4
9	3,6	7,9	14,1	22,0	31,6	43,0	56,3
10	3,2	7,1	12,7	19,8	28,4	38,7	50,7
11	2,9	6,5	11,5	18,0	25,8	35,2	46,1
12	2,7	5,9	10,6	16,5	23,7	32,2	42,2
13	2,5	5,5	9,8	15,2	21,8	29,8	39
14	2,3	5,1	9,1	14,1	20,3	27,6	36,2
15	2,1	4,7	8,5	13,2	18,9	25,8	33,8
16	2,0	4,4	7,9	12,4	17,8	24,2	31,7
17	1,9	4,2	7,5	11,6	16,7	22,8	29,8
18	1,8	3,9	7,1	11,0	15,8	21,5	28,2
19	1,7	3,7	6,7	10,4	14,9	20,4	26,7
20	1,6	3,6	6,4	9,9	14,2	19,4	25,4
25	1,3	2,8	5,1	7,9	11,4	15,5	20,3
30	1,1	2,4	4,2	6,6	9,5	12,9	16,9
35	0,9	2,0	3,6	5,7	8,1	11,1	14,5
40	0,8	1,8	3,2	5,0	7,1	9,7	12,7
45	0,7	1,6	2,8	4,4	6,3	8,6	11,3
50	0,6	1,4	2,5	4,0	5,7	7,7	10,1

Tabla N° 6: Tabla de cabillas.

TABLA DE CABILLAS																	
GANCHOS (cm)	DIAMETRO (pulg)	DIAMMO LADO (mm)	AREA (cm ²),	PESO kg/m	PERIMETRO (cm)	SECCION TOTAL cm ²											
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	ø1/4"	6,4	0,32	0,25	2,01	0,32	0,64	0,96	1,28	1,60	1,92	2,24	2,56	2,88	3,20	3,52	3,84
10	ø3/8"	9,5	0,71	0,56	2,98	0,71	1,42	2,13	2,84	3,55	4,26	4,97	5,68	6,39	7,10	7,81	8,52
10	ø1/2"	12,7	1,27	0,99	3,99	1,27	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62	8,89	10,16	11,43	12,70	13,93	15,97
15	ø5/8"	15,9	1,98	1,55	4,99	1,98	3,96	5,94	7,92	9,90	11,88	13,86	15,84	17,82	19,80	21,78	23,76
15	ø3/4"	19,0	2,84	2,23	5,97	2,84	5,68	8,52	11,36	14,20	17,04	19,86	22,72	25,56	28,40	31,24	34,08
20	ø7/8"	22,2	3,87	3,04	6,97	3,87	7,74	11,61	15,48	19,35	23,22	27,09	30,95	34,83	38,70	42,57	46,44
20	ø1"	25,4	5,07	3,97	7,98	5,07	10,14	15,21	20,28	25,35	30,42	35,49	40,56	45,63	50,70	55,77	60,84
25	ø1 1/8"	28,6	6,40	5,00	8,98	6,40	12,85	19,27	25,70	32,12	39,54	44,97	51,39	57,82	64,24	70,66	77,09
25	ø1 1/4"	31,75	7,92	6,21	9,96	7,92	15,83	23,75	31,66	39,58	47,50	55,42	63,33	71,24	79,16	87,08	93,00
30	ø1 3/8"	34,9	9,58	7,47	10,97	9,58	19,13	28,76	38,26	47,83	57,40	66,96	76,53	86,09	95,65	105,25	114,79
30	ø1 1/2"	38,1	11,40	8,94	12,29	11,40	22,80	34,20	45,60	57,00	68,40	79,80	91,20	102,60	114,00	125,40	136,80
40	ø2"	50,8	20,27	15,81	15,96	20,27	40,52	60,78	81,04	101,30	121,56	141,89	162,08	182,34	202,60	222,86	243,12
20		25,4	6,45	5,06	10,16	6,45	12,90	19,35	25,80	32,25	38,70	45,15	51,60	58,05	64,50	70,95	77,40
25		28,6	8,18	6,42	11,44	8,18	16,36	24,54	32,72	40,90	49,08	57,26	65,44	73,62	81,80	89,98	98,16
25		31,75	10,08	7,91	12,70	10,08	20,16	30,24	40,32	50,40	60,48	70,56	80,64	90,72	100,80	110,88	120,96
30		38,1	14,52	11,39	15,24	14,52	29,04	43,56	58,08	72,60	87,12	101,64	116,16	130,68	145,2	159,72	174,24

REFERENCIAS

- Das, B. (2012), **“Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones”**, México. Editorial International Thomson Learning.
- Fratelli, M. (1993), **“Suelos, Fundaciones y Muros”**. Caracas, Venezuela. Editorial Bonald Editores.
- Jiménez Montoya, P., García Meseguer, Á., & Morán Cabré, F. (2000). **“Hormigón Armado”**. Barcelona: Gustavo Gili.
- Torres H., M. A. (1983). **“Concreto teoría elástica Diseño al Límite”**. México: Patria S.A
- Yepes Piqueras, V. (2016). **“Procedimiento de construcción de cimentaciones y estructuras de contención”**. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.