



UNIVERSIDAD PRIVADA TELESUP
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL Y
DESARROLLO INMOBILIARIO

TESIS

DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UN EDIFICIO
MULTIFAMILAR DE CONCRETO ARMADO Y SU
INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA EN SUELOS
BLANDOS EN EL DISTRITO NAZCA-ICA, 2021

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Bach. LEYVA VICENTE, MAYCKOL JESUS

DNI 70843275

Bach. TRUJILLO ÑAUPA, YIMMI YOVANI

DNI 71043723

LIMA - PERÚ

2021

Reporte antiplagio menor a 30%



INFORME DE ANÁLISIS

Similitudes del documento :

 19%

Similitudes de las partes 1 :

 17%





ANALIZADO EN LA CUENTA

Apellido :	ASESORES
Nombre :	TALLER
E-mail :	uptgradosytitulos@gmail.com MG.
Carpeta :	CHRISTIAN OVALLE

INFORMACIÓN SOBRE EL DOCUMENTO

Autor(es) :	No disponible
Título :	Tesis Trujillo yimmi y
Descripción :	Leyva mayckol.docx
Analizado el :	No disponible
	06/01/2023 22:30
ID Documento :	zeh2pao9
Nombre del archivo :	TESIS TRUJILLO Y
Tipo de archivo :	LEYVA.docx
Número de palabras :	docx
Número de caracteres :	11 382
Tamaño original del archivo (kB) :	75 425
Tipo de carga :	1 067.5
Cargado el :	Entrega manual de los trabajos
	06/01/2023 09:01

FUENTES ENCONTRADAS

 Fuentes muy probables :	28 fuentes
 Fuentes poco probables :	44 fuentes
 Fuentes accidentales :	1 fuente
 Fuentes descartadas :	12 fuentes

SIMILITUDES ENCONTRADAS EN ESTE

DOCUMENTO/ESTA PARTE

Similitudes idénticas :	11%
Similitudes supuestas :	4%
Similitudes accidentales :	<1%

TOP DE FUENTES PROBABLES - ENTRE LAS FUENTES PROBABLES

Fuentes	Similitud
1.  Su documento: 58srdkb9 - TESIS CASTRO LOPEZ MARIA.docx (Documento detectado en el análisis,	 7%
2.  Fuente Compilatio.net amci8gfx	 4%

ASESOR DE TESIS

Mg. OVALLE PAULINO, DENIS CHRISTIAN
DNI 40234321 <https://orcid.org/0000-0002-5559-5684>

JURADO EXAMINADOR

Dr. JUAN ANTENOR CACEDA CORILLOCLA
DNI 41568334 <https://orcid.org/0000-0002-3090-7100>
Presidente

Dr. FERNANDO LUIS TAM WONG
DNI 07977890 <https://orcid.org/0000-0002-5678-0056>
Secretario

Mg. DANIEL VICTOR SURCO SALINAS
DNI 09722150 <https://orcid.org/0000-0002-8782-8470>
Vocal

DEDICATORIA

A mis padres quienes han sido la guía y el camino para poder llegar a este punto de mi carrera, que con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento nunca bajaron los brazos para que yo tampoco lo haga, aun cuando todo se complicaba.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por el apoyo a lo largo de mi carrera, por haberme dado la oportunidad de darme una excelente educación alcanzar mis sueños de estudiar esta carrera y poder llegar a esta meta.

Agradecimiento a nuestra casa de estudio por guiarnos y dado los conocimientos de esta carrera, a nuestro asesor por guiarnos en esta tesis, a nuestros amigos que con su apoyo se ha logrado llegar a este punto de la carrera.

Agradezco a todos los demás, quienes me apoyaron durante este proceso.

RESUMEN

La investigación surge debido a que en la actualidad los edificios multifamiliares se deben realizar sismorresistentes de una edificación de concreto armado con 5 niveles, considerando la influencia de la flexibilidad del suelo mediante los modelos dinámicos D.D. Barkan-O.A.Savinov y Norma Rusa SNIP 2.02.05-87, aplicados en la cimentación que consta de zapatas aisladas, tanto para un suelo blando (s3) como intermedio (s2) en la región por lo que es necesario realizar este estudio de mecánica de suelo, manejar el Reglamento Nacional de Edificaciones que apoyen el diseño sismorresistente de edificio multifamiliar.

El diseño de investigación es cuasiexperimental, se realizó el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar utilizando el programa, etabs con el objetivo de demostrar que el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado y su interacción suelo-estructura en suelos blando de la región de Ica-2021.

Para la presente investigación se ha utilizado el tipo de investigación explicativo y método de investigación cuantitativo.

La tesis permitió llegar a las conclusiones que una vivienda multifamiliar sea antisísmica y debe realizarse el estudio de suelo para conocer la capacidad actuante, asentamientos. También está basado en el Reglamento Nacional de Edificaciones y así poder realizar un edificio sismorresistente. Obteniendo los resultados de EMS se modela en etabs la edificación y la cimentación. Con el fin de realizar el análisis sísmico y dinámico para luego, proceder a diseñar los elementos estructurales, logrando así un Edificio Multifamiliar Sismorresistente.

Palabras clave: diseño sismorresistente, interacción suelo estructura.

ABSTRACT

The investigation arises because at present the multi-family buildings must be made seismic resistant of a reinforced concrete building with 5 levels, considering the influence of the flexibility of the soil through the dynamic models D.D. Barkan-O.A.Savinov and Russian Standard SNIP 2.02.05-87, applied to the foundation consisting of isolated footings for both soft (s3) and intermediate (s2) soil in the region, which is why it is necessary to carry out a soil mechanics study. , manage the National Building Regulations that support the seismic design of multi-family buildings.

The research design is quasi-experimental, the seismic-resistant design of a multi-family dwelling was carried out using the etabs program with the aim of demonstrating that the seismic-resistant design of a reinforced concrete multi-family building and its soil-structure interaction in soft soils in the region of Ica-2021.

For the present investigation, the type of explanatory investigation and the quantitative investigation method have been used.

The thesis allowed to reach the conclusions that a multi-family house is anti-seismic, the soil study must be carried out to know the acting capacity, settlements. It is also based on the National Building Regulations and thus be able to make a seismic resistant building. Obtaining the results of EMS, the building and the foundation are modeled in etabs. In order to carry out the seismic and dynamic analysis and then proceed to design the structural elements. Thus obtaining a Seismic Resistant Multifamily Building.

Keywords: Seismic resistant design, Soil-structure interaction.

INDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
ASESOR DE TESIS.....	ii
JURADO EXAMINADOR.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT.....	vii
INDICE DE CONTENIDOS	viii
INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE FIGURAS	xv
INTRODUCCIÓN	xix
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	20
1.1. Planteamiento de Problema	20
1.2. Formulación del problema	22
1.2.1. Problema general.....	22
1.2.2. Problemas específicos.....	22
1.3. Justificación del estudio.....	22
1.3.1. Justificación teórica.....	23
1.3.2. Justificación práctica.....	23
1.3.3. Justificación social.	23
1.4. Objetivos de la investigación	24
1.4.1. Objetivo general.....	24
1.4.2. Objetivos específicos	24
II. MARCO TEÓRICO	25
2.1. Antecedentes de la Investigación	25
2.1.1. Antecedentes nacionales	25
2.1.2. Antecedentes internacionales	32
2.2. Bases teóricas de las variables	37
2.2.1. Diseño Sismorresistente	37
2.2.2. Interacción suelo – estructura	63
2.3. Definición de términos básicos	73

III. MÉTODOS Y MATERIALES	76
3.1. Hipótesis de la investigación	76
3.1.1. Hipótesis general	76
3.1.2. Hipótesis específicas	76
3.2. Variables de estudio	76
3.2.1. Definición conceptual.....	76
3.2.2. Definición operacional.....	77
3.3. Diseño de la investigación	78
3.4. Tipo y nivel de la investigación	78
3.4.1. Investigación tecnológica.....	78
3.4.2. Método de Investigación.....	78
3.5. Población y muestra de estudio.....	79
3.5.1. Población	79
3.5.2. Muestra	79
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	80
3.6.1. Técnicas de recolección de datos.....	80
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos	80
3.7. Métodos de análisis de datos	81
3.8. Aspectos éticos	81
IV. RESULTADOS	82
4.1. La contrastación de la hipótesis	82
4.1.1. Método estadístico para la contrastación de la hipótesis.....	82
4.1.2. La contrastación de la hipótesis general.....	82
4.2. Aplicación de la estadística inferencial de las variables	84
4.2.1. Normalización de la Influencia de las Variables 1 y 2.....	84
4.2.2. El Planteo de la hipótesis general.....	84
4.2.3. Planteo de las hipótesis específicas	85
4.3. Aplicación de la estadística descriptiva de las variables	89
4.3.1. Variable independiente: diseño sismorresistente.....	89
4.3.2. Variable dependiente: interacción suelo estructura.	104
V. DISCUSIÓN.....	119
VI. CONCLUSIONES	122
VII. RECOMENDACIONES.....	124

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
ANEXOS	129
Anexo 1. Matriz de consistencia	130
Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables	131
Anexo 3. Instrumento	132
Anexo 4. Validación del instrumento	133
Anexo 5. Matriz de datos	136
Anexo 6. Propuesta de valor	137

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Predimensionamiento de las placas	49
Tabla 2.	Factor de Zona	54
Tabla 3.	Clasificación de los Perfiles de Suelo.	55
Tabla 4.	Factor de suelo “S”	55
Tabla 5.	Periodos “TP” y “TL”	55
Tabla 6.	Categoría de las Edificaciones y Factor U.	56
Tabla 7.	Sistemas estructurales	57
Tabla 8.	Carga muerta.....	61
Tabla 9.	Peso propio según el espesor.	61
Tabla 10.	Carga viva o sobrecarga.....	62
Tabla 11.	Valores de C_o	68
Tabla 12.	Valores de k_{30} propuestos por Terzaghi	71
Tabla 13.	Valores de k_{30} propuestos por varios autores.....	71
Tabla 14.	Operacionalización de variable.....	77
Tabla 15.	Validez del instrumento.....	80
Tabla 16.	Cuadro comparativo de las variables diseño sismorresistente y interacción suelo-estructura.....	83
Tabla 17.	Pruebas de normalización	84
Tabla 18.	Correlaciones de hipótesis general.....	85
Tabla 19.	Correlaciones de hipótesis específica 1	86
Tabla 20.	Planteo de la hipótesis específica 2.....	87
Tabla 21.	Planteo de la hipótesis específica 3.....	88
Tabla 23.	¿Está de acuerdo con las curvas esfuerzo utilizado para el concreto armado en los diversos edificios multifamiliares del distrito de Nazca-Ica,2021?.....	89
Tabla 24.	¿Está bien a estructura para la construcción de las losas macizas en los diversos edificios multifamiliares del distrito de Nazca- Ica,2021?	90
Tabla 25.	¿Está conforme con la utilización de mansur para las estructuras de las losas macizas del concreto armado en los diversos edificios multifamiliares en el distrito de Nazca-Ica,2021?.....	91

Tabla 26.	¿Está conforme con los metrados de carga para las estructuras de las losas macizas del concreto armado en los edificios multifamiliares en el distrito de Nazca-Ica,2021?.....	92
Tabla 27.	¿Está conforme con los estudios que se realiza en el proyecto del edificio multifamiliar?	93
Tabla 28.	¿Está conforme con los estudios que se realizó en el proyecto de los diversos edificios multifamiliares?	94
Tabla 29.	¿Cree usted que el sistema de vigas y ejes método de integración indeterminado se aplicará mejor en este tipo de proyectos de comportamiento sísmico en las losas macizas del concreto armado de los edificios multifamiliares?	95
Tabla 30.	¿Cree usted que el sistema de vigas y ejes método de integración se aplicará mejor en este tipo de proyectos de comportamiento sísmico en las losas macizas del concreto armado de los edificios multifamiliares?.....	96
Tabla 31.	¿Cree usted que el sistema de vigas y ejes método de integración de momento de área se aplicará mejor en este tipo de proyectos de comportamiento sísmico en las losas macizas del concreto armado de los edificios multifamiliares?	97
Tabla 32.	¿Cree usted que el sistema de vigas y ejes método de integración de superposición se aplicará mejor en este tipo de proyectos de comportamiento sísmico en las losas macizas del concreto armado de los diversos edificios multifamiliares?	98
Tabla 33.	¿Está conforme con los procesos de hormigón reforzado con fibra utilizado en las losas de macizas de los concretos armados en los diversos edificios multifamiliares?.....	99
Tabla 34.	¿Cree usted que la fibra de carbono es la mejor opción de la utilización de este sistema para la construcción del concreto armado de los diversos edificios multifamiliares?	100
Tabla 35.	¿Está de acuerdo con el hormigón endurecido utilizados en el proyecto de los diversos edificios multifamiliares?	101

Tabla 36.	¿Está de acuerdo con los métodos de dosificación utilizados para la creación de losas macizas de concreto armado en los edificios multifamiliares?.....	102
Tabla 37.	¿Está conforme con el proceso de hormigón estado endurecido utilizado en las losas de macizas del concreto armado en los edificios multifamiliares con sistema aporticado?	103
Tabla 38.	¿Está de acuerdo en los estudios de diseño sísmicos para la ejecución del proyecto?	104
Tabla 39.	¿Está de acuerdo en los estudios de diseño resistente para la ejecución del proyecto d los diversos edificios multifamiliares?.....	105
Tabla 40.	¿Está de acuerdo en los estudios de prevención de amenazas sísmicas para la ejecución del proyecto?	106
Tabla 41.	¿Está de acuerdo que se hagan más estudios sobre la interacción suelo estructura?	107
Tabla 42.	¿Está de acuerdo en los estudios de la edificación y coeficiente de capacidad de disipación de energía considera para la ejecución del proyecto de losas macizas de concreto armado?.....	108
Tabla 43.	¿Está conforme con el diseño de líneas de influencia para el desarrollo del proyecto de los diversos edificios multifamiliares?	109
Tabla 44.	¿Está conforme con el diseño al límite para el desarrollo del proyecto de los diversos edificios multifamiliares?	110
Tabla 45.	¿Está conforme con el diseño al límite, código así para el desarrollo del proyecto?	111
Tabla 46.	¿Está conforme con el diseño preliminar de miembros para el desarrollo del proyecto?	112
Tabla 47.	¿Está conforme con el diseño lateral en edificios para el desarrollo del proyecto?	113
Tabla 48.	¿Cree usted que los métodos de diseño de concreto reforzado utilizado en el desarrollo del proyecto de los edificios multifamiliares con sistema aporticado?	114
Tabla 49.	¿Está de acuerdo que la construcción de las zapatas de hormigón es necesaria para la construcción del edificio multifamiliar?.....	115

Tabla 50.	¿Está de acuerdo en los estudios de terremoto máximo considera para la ejecución del proyecto de losas macizas de concreto armado del edificio multifamiliar?.....	116
Tabla 51.	¿Cree usted que es buenas los procesos de factores de ocupación utilizada en el desarrollo del proyecto de los diversos edificios multifamiliares con sistema aporticado?	117
Tabla 52.	¿Está de acuerdo en los estudios de cargas de diseño sísmico considera para la ejecución del proyecto de losas macizas de concreto armado.....	118

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Predimensionamiento de elementos estructurales.	40
Figura 2.	Tipos de Columnas.....	41
Figura 3.	Tipos de vigas peraltada.....	42
Figura 4.	Vigas Peraltadas. Izquierda: Viga peraltada hacia arriba y abajo, derecha: viga peraltada hacia arriba.....	42
Figura 5.	Configuración y dimensionamiento de una planta estructural típica de 3 pisos	43
Figura 6.	Predimensionamiento de viga.....	44
Figura 7.	Losa Aligerada carga vertical (rígido) sismo (diagrama rígido).....	45
Figura 8.	Altura o espesor de la losa.	45
Figura 9.	Paños de Aligerados Armados en una dirección	46
Figura 10.	Losa maciza armada en dos direcciones.....	47
Figura 11.	Losas macizas con muros en sus cuatro bordes.	48
Figura 12.	Sistemas estructurales duales de pórticos y placas de concreto armado.....	48
Figura 13.	Sistema estructural de muros resistente en un edificio de viviendas...	49
Figura 14.	Brazo rígido.	50
Figura 15.	Sismo en Brazo rígido.	50
Figura 16.	Centro de masa.	51
Figura 17.	Centro de rigidez.	51
Figura 18.	Excentricidad	52
Figura 19.	Zona Sísmica.....	54
Figura 20.	Esquema Conceptual del análisis dinámico modal espectral.	58
Figura 21.	Transmisión de las Cargas Verticales.	60
Figura 22.	Zapata aislada (Yepes, 2020).....	64
Figura 23.	Zapata combinada (Yepes, 2020).....	64
Figura 24.	Zapata conectada (Yepes, 2020).....	65
Figura 25.	¿Está de acuerdo con las curvas esfuerzo utilizado para el concreto armado en los diversos edificios multifamiliares del distrito de Nazca-Ica,2021?.....	89

Figura 26.	¿Está bien a estructura para la construcción de las losas macizas en los diversos edificios multifamiliares del distrito de Nazca-Ica,2021?	90
Figura 27.	¿Está conforme con la utilización de mansur para las estructuras de las losas macizas del concreto armado en los diversos edificios multifamiliares en el distrito de Nazca-Ica,2021?.....	91
Figura 28.	¿Está conforme con los metrados de carga para las estructuras de las losas macizas del concreto armado en los edificios multifamiliares en el distrito de Nazca-Ica,2021?.....	92
Figura 29.	¿Está conforme con los estudios que se realiza en el proyecto del edificio multifamiliar?	93
Figura 30.	¿Está conforme con los estudios que se realizó en el proyecto de los diversos edificios multifamiliares?	94
Figura 31.	¿Cree usted que el sistema de vigas y ejes método de integración indeterminado se aplicará mejor en este tipo de proyectos de comportamiento sísmico en las losas macizas del concreto armado de los edificios multifamiliares?	95
Figura 32.	¿Cree usted que el sistema de vigas y ejes método de integración se aplicará mejor en este tipo de proyectos de comportamiento sísmico en las losas macizas del concreto armado de los edificios multifamiliares?.....	96
Figura 33.	¿Cree usted que el sistema de vigas y ejes método de integración de momento de área se aplicará mejor en este tipo de proyectos de comportamiento sísmico en las losas macizas del concreto armado de los edificios multifamiliares?	97
Figura 34.	¿Cree usted que el sistema de vigas y ejes método de integración de superposición se aplicará mejor en este tipo de proyectos de comportamiento sísmico en las losas macizas del concreto armado de los diversos edificios multifamiliares?	98
Figura 35.	¿Está conforme con los procesos de hormigón reforzado con fibra utilizado en las losas de macizas de los concretos armados en los diversos edificios multifamiliares?.....	99

Figura 36.	¿Cree usted que la fibra de carbono es la mejor opción de la utilización de este sistema para la construcción del concreto armado de los diversos edificios multifamiliares?	100
Figura 37.	¿Está de acuerdo con el hormigón endurecido utilizados en el proyecto de los diversos edificios multifamiliares?	101
Figura 38.	¿Está de acuerdo con los métodos de dosificación utilizados para la creación de losas macizas de concreto armado en los edificios multifamiliares?	102
Figura 39.	¿Está conforme con el proceso de hormigón estado endurecido utilizado en las losas de macizas del concreto armado en los edificios multifamiliares con sistema aporcado?	103
Figura 40.	¿Está de acuerdo en los estudios de diseño sísmicos para la ejecución del proyecto?	104
Figura 41.	¿Está de acuerdo en los estudios de diseño resistente para la ejecución del proyecto de los diversos edificios multifamiliares?.....	105
Figura 42.	¿Está de acuerdo en los estudios de prevención de amenazas sísmicas para la ejecución del proyecto?	106
Figura 43.	¿Está de acuerdo que se hagan más estudios sobre la interacción suelo estructura?	107
Figura 44.	¿Está de acuerdo en los estudios de la edificación y coeficiente de capacidad de disipación de energía considera para la ejecución del proyecto de losas macizas de concreto armado?	108
Figura 45.	¿Está conforme con el diseño de líneas de influencia para el desarrollo del proyecto de los diversos edificios multifamiliares?	109
Figura 46.	¿Está conforme con el diseño al límite para el desarrollo del proyecto de los diversos edificios multifamiliares?	110
Figura 47.	¿Está conforme con el diseño al límite, código así para el desarrollo del proyecto?	111
Figura 48.	¿Está conforme con el diseño preliminar de miembros para el desarrollo del proyecto?	112
Figura 49.	¿Está conforme con el diseño lateral en edificios para el desarrollo del proyecto?	113

Figura 50. ¿Cree usted que los métodos de diseño de concreto reforzado utilizado en el desarrollo del proyecto de los edificios multifamiliares con sistema aporticado?	114
Figura 51. ¿Está de acuerdo que la construcción de las zapatas de hormigón es necesaria para la construcción del edificio multifamiliar?.....	115
Figura 52. ¿Está de acuerdo en los estudios de terremoto máximo considera para la ejecución del proyecto de losas macizas de concreto armado del edificio multifamiliar?.....	116
Figura 53. ¿Cree usted que es buenas los procesos de factores de ocupación utilizada en el desarrollo del proyecto de los diversos edificios multifamiliares con sistema aporticado?	117
Figura 54. ¿Está de acuerdo en los estudios de cargas de diseño sísmico considera para la ejecución del proyecto de losas macizas de concreto armado?	118

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto denominado: “Diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado y su interacción suelo-estructura en suelos blandos en el distrito Nazca-Ica, 2021”, consta de capítulos que se detallan en forma organizada a continuación.

Capítulo I. “Problema de Investigación”, identifica el problema para resolver mediante un análisis previo, estableciendo en él una justificación y objetivos que llevaran a cabo la solución de una manera clara y concisa.

Capítulo II. “Marco Teórico”, consta de los fundamentos teóricos que serán base para comprender de manera adecuada y precisa del problema planteado, además será un apoyo científico que guiará durante el desarrollo del proyecto.

Capítulo III. “Métodos y Materiales”, se indica las metodologías que se utilizaran especificando además las técnicas e instrumentos para recolectar y procesar la información, también describe el camino que deberá seguir para el desarrollo del proyecto.

Capítulo IV. “Resultados”, Diseño Sismorresistente de una Vivienda Multifamiliar de Concreto Armado y su incidencia en Cimentación Superficial, en Suelos Arenosos es un diseño que permite obtener el peso de la edificación y así asignar a la carga actuante y asentamiento. Para poder verificar en la modelación que cumple con los datos obtenidos de EMS y la norma RNE.

Capítulo V. “Discusión”, se establece las coincidencias y discrepancias, de los resultados encontrados.

Capítulo VI. “Conclusiones”, se establece las ideas finales que reflejan los aspectos más importantes del trabajo de investigación.

Capítulo VII. “Recomendación”, se establece las propuestas que nacen del trabajo de investigación.

Concluye la tesis con las referencias bibliográficas y los anexos.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento de Problema

A nivel mundial una gran parte de las edificaciones se ejecutan sin haberse realizado un previo estudio de suelos, ya que estos estudios nos muestran las variantes que tienen los suelos, como por ejemplo; la capacidad portante del suelo, también sabemos en qué tipo de suelo estamos construyendo nuestra edificación, con estos resultados determinamos el tipo de cimentación que vamos a utilizar en la edificación y así para poder realizar un buen diseño estructural, según Rochel Awad (2012), manifiesta que “todo proyecto se inicia con la identificación de una necesidad que requiere algún tipo de construcción para ser satisfecha y con la realización del estudio socioeconómico que demuestre su factibilidad.

A nivel Nacional, la mayoría de la población se dedica a la autoconstrucción de sus viviendas y por tal razón las edificaciones en el futuro sufren fallas estructurales, ya que no toman en cuenta la zona sísmica y la capacidad portante del suelo según Rodríguez Serquen (2016), sostiene que “el diseño estructural y de cimentaciones debe considerar el Mapa geotécnico, porque allí se define el comportamiento del suelo, que va a estar en contacto con la estructura a construir. Por otro lado, en el cálculo normativo, para el análisis estructural según la norma de diseño sismorresistente E.0.30, se considera el suelo de fundación como un medio externo completamente rígido y sobre el cual es colocada la estructura de cimentación, generándose así empotramiento entre ellas. Sin embargo, este modelo no representa el comportamiento sísmico real de una edificación en nuestro país, y por ello, es importante considerar la flexibilidad del suelo de fundación en el Comportamiento Sismorresistente de una edificación. En este contexto, es necesario realizar estudios geotécnicos, debido a que la mayoría de estructuras fallan por efecto del suelo. Por lo tanto, la necesidad de investigaciones que profundicen en la interacción suelo estructura en el litoral peruano es importante.

Por ello, Tavera (2014) dice que “Algunos efectos sísmicos dependen directamente del factor suelo, ya que estas amplifican las ondas sísmicas de acuerdo a sus propiedades mecánicas y físicas” (p.10). Por lo que es evidente la alta actividad sísmica que presenta nuestro país, al cual estamos expuestos. Por

ello, es necesario que se contemple una exigencia estructural en las edificaciones y se realicen estudios e investigaciones sobre Interacción Suelo-Estructura. Esto, permitirá mejorar las técnicas y métodos de análisis de estructuras con la finalidad de obtener resultados más cercanos a la realidad.

También Villareal Castro (2017), menciona que “en el cálculo normativo, para el análisis estructural según la norma de diseño sismorresistente E.0.30, se considera el suelo de fundación como un medio externo completamente rígido y sobre la cual es colocada la estructura de cimentación, generándose así empotramiento entre ellas. Sin embargo, este modelo no representa el comportamiento sísmico real de una edificación en nuestro país, y por ello, es importante considerar la flexibilidad del suelo de fundación en el Comportamiento Sismorresistente de una edificación. En este contexto, es necesario realizar estudios geotécnicos, debido a que la mayoría de estructuras fallan por efecto del suelo. Por lo tanto, la necesidad de investigaciones que profundicen en la interacción suelo estructura en el litoral peruano es importante.” (p. 5).

La Empresa Inversiones Highland S.A.C, es una constructora inmobiliaria que fue creada en el 2005 de la iniciativa de un grupo de Ingenieros y Arquitectos. Highland se encuentra ubicado en Jr. Benlliure Nro. 380 (Paralela Cuadra 4 de Av. San Borja Norte). Además, Highland es un tipo de empresa de sociedad anónima cerrada que esta empadronada en el registro nacional de proveedores para hacer contrataciones con el estado peruano.

La presente investigación pretende estudiar mediante el software de ingeniería Etabs, la aplicabilidad del análisis estático no lineal para la optimización del diseño sismorresistente (NTP.E.030), con la interacción del suelo (NTP.E.050), en vista que al momento de realizar una evaluación estructural del edificio multifamiliar. Por lo cual, se busca analizar y diseñar el comportamiento de un edificio multifamiliar con la interacción de suelos blandos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

PG ¿Cómo demostrar el comportamiento del diseño sismorresistente del edificio multifamiliar de concreto armado influye la interacción suelo-estructura en suelo blando de la región Ica,2021?

1.2.2. Problemas específicos

PE 1 ¿Cómo demostrar el comportamiento mecánico en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado y su interacción suelo-estructura en suelo blando de la región Ica,2021?

PE 2 ¿Cómo determinar el metrado de carga en el diseño sismorresistente del edificio multifamiliar de concreto armado y su interacción interacción suelo-estructura en suelo blando de la región Ica,2021?

PE 3 ¿Cómo verificar el comportamiento dinámico en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado y su interacción suelo-estructura en suelo blando de la región Ica,2021?

1.3. Justificación del estudio

Esta investigación es de gran interés porque diseñamos un edificio multifamiliar de concreto armado que permita tener mayor certeza en el comportamiento dinámico de las cimentaciones superficiales con el terreno de fundación, esto debido a fuerzas externas como los sismos que ataca directamente a esta interacción suelo-estructura de la región de Ica. Nos permite diseñar el edificio multifamiliar para verificar los tipos de carga, verificar el peso de la estructura (carga viva y carga muerta) y una cimentación adecuada con el estudio de suelo correspondiente; el estudio de suelo es importante porque de ahí determinamos el tipo de cimentación correspondiente para el edificio, ya que permite comprender de una manera más aproximada de qué forma trabajan las estructuras cuando se ven sometidas a movimientos sísmicos y sobrepasan su capacidad elástica.

1.3.1. Justificación teórica.

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar el conocimiento sobre el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado con la interacción suelo estructura en suelos blandos de la región de Ica, así como también se puede emplear para edificaciones que van a soportar grandes cantidades de cargas. Esta investigación puede servir como base para ser incorporados para los futuros proyectos que se desarrollaran en lugares donde el suelo es de tipo suelos blandos. Esta investigación ayuda en la mejora del diseño de cimentación superficial aplicando la herramienta de software Etabs, de esta manera poder cumplir con los parámetros establecidos según la NTP E.030 y NTP E.050.

1.3.2. Justificación práctica.

La presente investigación se efectúa porque existe la necesidad de poder mejorar el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado, mediante la aplicación de los modelos dinámicos de interacción suelo estructura contribuye en la prevención de daños importantes en elementos estructurales no esperados, garantizando un óptimo comportamiento sismorresistente para la edificación en suelos blandos, haciendo uso de la herramienta de software Etabs. Así mismo esta investigación ayudará a la región de Ica a la mejora de sus futuros proyectos. La utilización de cimentaciones superficiales en suelos blandos, optimiza las fallas en la edificación. La cimentación superficial también se utiliza para edificaciones de mayor carga.

1.3.3. Justificación social.

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad que las empresas, municipalidades deben tener responsabilidad al momento de ejecutar un proyecto, es importancia realizar un estudio de suelo para poder realizar un adecuado diseño estructural, para que los proyectos no tengan falla por desplazamientos, falla de sismos, etc.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

OG Demostrar que el diseño sismorresistente del edificio multifamiliar de concreto armado influye en la interacción suelo-estructura en suelos blandos en el distrito Nazca-Ica,2021.

1.4.2. Objetivos específicos

OE 1 Demostrar el comportamiento mecánico en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado y su influencia suelo-estructura en suelos blandos en el distrito Nazca-Ica-2021.

OE 2 Determinar el metrado de cargas en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado y su influencia en suelo-estructura, en suelos blandos en el distrito Nazca-Ica,2021.

OE 3 Verificar el comportamiento dinámico en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado y su influencia en suelo-estructura, en suelos blandos en el distrito de Nazca-Ica-2021

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

En la búsqueda que hemos realizado con la finalidad de obtener más información acerca del tema, se han encontrado los siguientes trabajos de los cuales ninguno se refiere a la presente investigación:

2.1.1. Antecedentes nacionales

Se encontró el estudio realizado por Ríos Carranza, Deitin Adahilson (2020). En su tesis llamada: "ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN SÍSMICA SUELO - ESTRUCTURA EN UN EDIFICIO CON SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES SOPORTADOS A DIFERENTES PERFILES DE SUELO, TRUJILLO 2020.

El tesista en su trabajo de investigación tuvo como objetivo general; Usar los parámetros según las normas Técnicas de Estructuras para el análisis de la interacción sísmica suelo - estructura en un edificio con sistema de muros estructurales soportados a diferentes perfiles de suelo, Trujillo 2020.

El tipo de investigación que se aplicó fue Descriptiva y Aplicada Según Tamayo y Tamayo (1997, P.54) menciona que la investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hechos y su característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta.

Las conclusiones a las que arribó en su investigación son: La presente investigación se ha realizado con el propósito de analizar los efectos de la interacción sísmica del suelo – estructura en un edificio con sistema de muros estructurales sometidos a diferentes perfiles de suelo en la ciudad de Trujillo. El diseño de esta investigación es de tipo no experimental descriptiva - aplicada, en la que se tiene como población todos los modelos de edificios con sistema de muros estructurales de 11 pisos, que cumplen los parámetros de diseño del Reglamento Nacional de Edificaciones en la ciudad de Trujillo, de la que se extrajo una muestra no probabilística por correspondiente a un edificio de muros estructurales de 11 pisos con cimentación de tipo platea. Como técnicas de recolección de datos se sacaron el análisis de documento, planos de arquitectura y estructuras y un estudio de suelos, para el procesamiento de datos se ha utilizado herramientas como

AutoCAD2020, ETABS V.18 y Microsoft Excel 2016. En cuanto a los resultados obtenidos de los métodos con base flexible respecto a método de la norma peruana se observa un incremento significativo en los desplazamientos, un incremento medianamente significativo en los periodos de vibración y en cuanto a las fuerzas internas se observa una disminución medianamente significativa en la fuerza cortante, momento flector y momento torsor. Además, pasar de un suelo duro (S1) a uno intermedio (S2) aumenta los periodos de vibración, desplazamiento y fuerzas internas. En cuanto a los resultados obtenidos de los métodos con base flexible respecto a método de la norma peruana se observa un incremento significativo en los desplazamientos, un incremento medianamente significativo en los periodos de vibración y en cuanto a las fuerzas internas se observa una disminución medianamente significativa en la fuerza cortante, momento flector y momento torsor. Además, pasar de un suelo duro (S1) a uno intermedio (S2) aumenta los periodos de vibración, desplazamiento y fuerzas internas. En cuanto a los resultados obtenidos de los métodos con base flexible respecto a método de la norma peruana se observa un incremento significativo en los desplazamientos, un incremento medianamente significativo en los periodos de vibración y en cuanto a las fuerzas internas se observa una disminución medianamente significativa en la fuerza cortante, momento flector y momento torsor. Además, pasar de un suelo duro (S1) a uno intermedio (S2) aumenta los periodos de vibración, desplazamiento y fuerzas internas.

Se encontró el estudio realizado por JOHN HIMNER SALDAÑA NUÑEZ (2020). En su tesis llamada: "EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE DOS EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO SOBRE SUELO FLEXIBLE-CHACHAPOYAS-2020.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; realizar la evaluación del comportamiento sísmico de dos edificaciones de concreto armado sobre suelo flexible basadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, Soportadas por programa de simulación computarizado.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter aplicativo, tipo de investigación descriptivo y diseño pre-experimental.

Las conclusiones a las que arribaron en su investigación son: El comportamiento mecánico de las estructuras aporricadas analizadas, tienen tres aspectos principales que gobiernan su funcionamiento. Primero, el coeficiente $ZUCS/R$, que mide el porcentaje de energía de un sismo que la estructura absorbe y transmite a sus elementos. Segundo, la geometría de la estructura, esto determina la forma en que la estructura transmite los esfuerzos y, por lo tanto, como se deforma. Tercero, cargas propias del sistema, que son las que interactúan antes, durante y después de que la estructura es sometida a un movimiento telúrico.

En ambas edificaciones, la geometría es idéntica; la proporción de aumento de rigidez del primer al segundo nivel es de 2.37; los periodos más altos son de los primeros modos, y conforme la deformación se va haciendo compleja, el periodo se reduce y su frecuencia aumenta; la mayoría de los esfuerzos máximos se encuentran en el primer nivel; las deformaciones máximas se dan en el techo y, las mínimas, exceptuando la base (por ser una idealización de soporte fijo que no se deforma), en el piso 1; las fuerzas cortantes son más grandes, mientras menor sea el piso en que se calcule y; los esfuerzos y deformaciones máximas se dan en el análisis estático, seguido por la respuesta máxima modal espectral y por último el análisis espectral "Earthquake". Las principales diferencias cuando se pasa de la estructura de tres a seis pisos son: Las rigideces aumentan en una proporción de 7.10 en cada nivel; el peso aumenta en una proporción de 2.37 veces el peso de la estructura de tres pisos; las fuerzas axiales máximas para el mismo tipo de análisis sísmico, se cuadruplican, las fuerzas cortantes se duplican, los momentos flectores se triplican y los momentos torsionantes aumentan en $2/3$ sus valores; la altura aumenta en un 90%; su deformación en un 88.82% y; la deriva máxima se encuentra en el piso 1 para la vivienda de tres pisos, mientras que para la de seis, se encuentra en el piso 2.

En vista de que la capacidad portante de un suelo flexible, es muy baja. Se diseñó las cimentaciones considerando la capacidad portante promedio de las arcillas (1.5 kgf/cm^2), que es el tipo de suelo con más presencia en la ciudad de Chachapoyas; para así dejar un modelo que sirva para quien desee replicar esta investigación o construir viviendas con las características arquitectónicas de los modelos aquí presentados. El diseño en concreto armado se hizo siguiendo las

pautas de la norma E.060. Esto se logró haciendo uso de los resultados de los análisis sísmicos. Se presentaron planos de arquitectura y estructuras.

Un suelo flexible o blando tiene una densidad baja; es decir, sus partículas están más separadas. La respuesta predominante de este suelo es de periodos largos, mayores de 0.5s. Si a esto, le añadimos que el periodo de estas estructuras en el modo principal N° 1 son de 0.535 s y 0.679 s, para tres y seis pisos respectivamente. Podemos concluir que los periodos se van acoplar con los del suelo, generando fuerzas inerciales más grandes que si cimentara sobre suelos rígidos; estos esfuerzos mecánicos están considerados en el análisis estático. El resto de modos, sus periodos son más bajos; en ellos si se da un desacoplamiento entre los periodos del suelo y la estructura. Esto trae consigo fuerzas inerciales más bajas, es decir que entre más complejo sea el modo de deformación, menores esfuerzos; estos esfuerzos están considerados en el análisis dinámico modal y espectral. Dicho esto, se puede ver que el desacoplamiento de periodos fue más notorio para la vivienda de tres pisos; en consecuencia, tiene menores fuerzas inerciales; además, tiene casi la mitad de carga total, menor número de personas y por último menores esfuerzos. Por lo que la degradación de rigidez y resistencia será más lenta, dando tiempo así para una evacuación segura. En resumen, se comprueba que el comportamiento sísmico de la estructura de tres pisos es mejor que la de seis pisos.

Se encontró el estudio realizado por Iván Antony y Valia Sthefany (2015). En su tesis llamada: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR APLICANDO LA NUEVA NORMA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE EN LA URBANIZACION SOLILUZ-TRUJILLO", UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO-TRUJILLO.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; realizar el análisis y diseño estructural en concreto armado para una vivienda multifamiliar aplicando la nueva norma de diseño sismorresistente en la urbanización Soliluz-Trujillo.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter Aplicativo.

Las conclusiones a las que arribaron en su investigación son: (1) Etabs es un programa utilizado por ingenieros estructurales, para el análisis y diseño estructural de edificios, ayudando al cálculo de estructuras con formas regulares, irregulares y complejas permitiendo trazar no solo rectas si no también curvas, tiene buena precisión y exactitud en sus cálculos al trabajar con elementos finitos. (2) El estudio de suelos arrojó una capacidad importante o resistencia del terreno, lo suficientemente buena como para cimentar una estructura, por lo tanto, se recomendó utilizar una cimentación superficial, además de acuerdo al cálculo del peso que recibe cada columna se obtuvieron zapatas aisladas o combinadas en caso las columnas estuvieran muy cerca. (3) De acuerdo a los resultados del análisis sísmico y del análisis vertical se ha podido verificar que los esfuerzos sísmicos gobiernan el diseño, por eso la importancia de emplear correctamente la norma de diseño sismorresistente. (4) Un criterio muy usado actualmente en el diseño sismorresistente es incluir muros de corte en ambas direcciones, los cuales proporcionan una gran rigidez lateral al edificio, este criterio se ha aplicado en el presente proyecto. Evaluando los resultados podemos concluir que efectivamente es un buen criterio pues las placas han tomado el 80% de porcentaje del cortante sísmico y se han limitado los desplazamientos horizontales. (5) El diseño en si es un arte, esta afirmación nos da la certeza que las computadoras, si bien son valiosísimas como elementos de análisis, no reemplazaran al diseñador.

Se encontró el estudio realizado por Chorres Severino, Miguel Ángel (2017). En su tesis llamada: "USO DE GEOTEXTILES PARA LA MEJORA DEL SUELO DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN SUELOS ARENOSOS ASENTAMIENTO HUMANO PACHACÚTEC DISTRITO DE VENTANILLA - 2017", UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO-LIMA.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; mejorar con el Uso de Geotextiles el suelo de las Cimentaciones superficiales en suelos arenosos en el Asentamiento Humano Pachacutec, distrito de Ventanilla.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter aplicativo, nivel de investigación cuasi- experimental y diseño experimental.

Las conclusiones a las que arribaron en su investigación son: (1) Se logró determinar que a partir del CBR y del espesor del Geotextil el resultado fue positivo. Del ensayo realizado con el geotextil en punto intermedio obtuvimos un CBR de 34.0% y el CBR sin geotextil fue de 30.2% teniendo una mejora de 4%. (2) Realizamos dos ensayos más con dos capas y tres capas de geotextil los valores no se incrementaron por el efecto espesor de capa y espesor de geotextil. (3) Se ha determinado que el geotextil su función principal es tomar el esfuerzo por tracción por flexión, su presencia elevó el CBR en un 4% mejorando entonces así, la calidad del suelo. (4) Se determinó que Cuando la capa de los suelos soporta cargas fallan por tracción por flexión, y al haber incrementado el CBR asegura que ese suelo puede soportar más cargas sin fallar dentro del rango.

Se encontró el estudio realizado por Alfaro Quispe Giuseppe leoncio y Copello Muñante Renatto Mauricio (2017). En su tesis llamada: "COMPARATIVO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO - ESTRUCTURA (ISE) VS. EMPOTRADO, PARA UN EDIFICIO DE OFICINAS DE 5 PISOS, EN LA CIUDAD DE LIMA, CON SISTEMA DUAL, SEGÚN LA PROPUESTA DE NORMA E030-2014

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; es presentar aspectos y conceptos relacionados comparativo de análisis estructural considerando interacción suelo - estructura (ise) vs. empotrado, para un edificio de oficinas de 5 pisos, en la ciudad de lima, con sistema dual, según la propuesta de norma e030-2014

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter aplicativo.

Las conclusiones a las que arribó en su investigación son: mediante la aplicación de los modelos dinámicos de interacción suelo - estructura, se logró la reducción de las fuerzas internas en los elementos estructurales con respecto al modelo convencional de empotramiento en la base; por el contrario, los desplazamientos laterales y los periodos del modo de vibración se incrementaron, concluyéndose que ante un evento sísmico la rigidez del suelo de fundación absorbe parte de la energía liberada. Se pudo observar que las derivas aumentaron

proporcionalmente en aproximadamente de 8% en el primer piso a un 50% en el último piso al considerar las secciones agrietadas bajo un mismo modelo, es decir tanto para el modelo con base rígida que con base flexible. Se evidenció que el aumento de las derivas se debe a la incorporación de la hipótesis de Interacción Suelo Estructura, la cual confiere ciertas características de rigidez, masa y grados de libertad a la cimentación. Se pudo observar que al igual que el modelamiento considerando base rígida como medio de hipótesis para el análisis, la modelación con interacción suelo - estructura mediante el modelo de Barkan no escapa de hipótesis, también dentro de las cuales es suponer un módulo de elasticidad único para todo el suelo sin importar la profundidad de estratos, nivel freático, profundidad de estos, humedad, etc. Esto como es de suponerse no es correcto, ya que para encontrar valores que se ajusten a lo real se necesita trabajar con medios mayormente cercanos a la realidad. Del mismo modo con el Coeficiente de Poisson que en circunstancias reales debería ser variable dependiendo de las circunstancias en el suelo que se encuentre. El modelo Barkan establece coeficientes de compresión y desplazamiento que se basa básicamente en la geometría plana entre contacto de cimentación y suelo, de manera que al depender del área de contacto puede ser de gran practicidad como modelo para diferentes formas de cimentaciones. Se pudo constatar que el orden de las fuerzas internas mantenía su posición en todos modelos, siendo que las mayores fuerzas se encontraron en el modelo con base rígida, seguido del modelo con base flexible, seguido del modelo con base rígida con secciones agrietadas y por último el de base flexible con secciones agrietadas. Del análisis sísmico dan como resultado el cumplimiento de la última hipótesis en donde se plantea que las fuerzas máximas que soporta la edificación disminuyen conforme se va aumentando los grados de libertad de la cimentación. Se verificó que la reducción de las fuerzas actuantes en el modelo con interacción suelo - estructura con respecto generan más ahorro respecto al refuerzo de los elementos estructurales obteniéndose hasta un ahorro del 5,88% con secciones brutas y hasta un 14,59% para secciones agrietadas, lo que amerita la posibilidad de utilizarlo como medio de análisis. Esto cuando se plantee que el diseño este a disposición de utilizar análisis alternativos, tal como lo establece la norma E.030.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Se encontró el estudio realizado por Mejía. (2018), En su tesis llamada: “ANÁLISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN CONJUNTO CON UN ANÁLISIS PUSH OVER EN UNA EDIFICACIÓN DE 10 PISOS EN PÓRTICOS DE CONCRETO, EN ZONAS LACUSTRES DE LA MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE BOGOTÁ”.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; es analizar interacción suelo estructura en conjunto con un análisis push over en una edificación de 10 pisos en pórticos de concreto, en zonas lacustres de la microzonificación sísmica de bogotá.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter aplicativo, tipo de investigación descriptivo y diseño experimental.

Las conclusiones a las que arribaron en su investigación son: estableció como objetivo analizar los efectos del comportamiento elástico de una edificación utilizando un modelo de análisis no lineal y lineal (Análisis Push Over) y la influencia del ISE. Cuya conclusión fue que los resultados de los modelos de análisis lineal que no consideran la acción recíproca del suelo-estructura, tienen una cortante de diseño más bajo que el obtenido en el análisis no lineal considerando la interacción suelo estructura, y recomienda utilizar las mismas en el estudio y diseño de los elementos estructurales de las edificaciones de concreto, porque permite conocer y controlar mejor el comportamiento estructural.

Asimismo, al disminuir la aceleración espectral a 4g en zonas específicas de Bogotá, influyó de tal manera que se requiere menos cantidad de acero de refuerzo en los elementos estructurales de la edificación en mención.

Se encontró el estudio realizado por Olmedo Cueva, José Paul (2013). En su tesis llamada: “IMPLEMENTACION DE PROGRAMAS COMPUTACIONALES PARA EL CÁLCULO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES APLICACIÓN AL CÁLCULO DE EDIFICIOS”, UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR-QUITO.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; implementar programas informáticos en la materia de proyectos y paquetes computacionales de la carrera de Ingeniería Civil, destinados al análisis y diseño de cimentaciones superficiales, aplicación para el cálculo de edificios.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter tecnológico, tipo de investigación descriptivo y diseño experimental.

Las conclusiones a las que arribaron en su investigación son: (1) De manera especial se logró la Implementación del Programa SAFE destinado al análisis y diseño de Cimentaciones Superficiales Aplicados al Cálculo de Edificios, mediante la utilización de instrumentos conceptuales y metodológicos, adiestramiento previo y ejecución del programa a fin de mejorar la capacidad técnica del futuro Ingeniero Civil.

(2) Al comparar los resultados entre el cálculo manual que se realiza cotidianamente y la aplicación del programa SAFE, es notoria la existencia de un error mínimo, la ventaja del programa radica en poder afinar el cálculo de una manera más rápida, sin tener que repetir todo el proceso, por lo que se puede hacer las correcciones con facilidad modificando los datos ingresados y comprobando que la cimentación diseñada sea óptima tanto económica como técnicamente. (3) Muy notorio el interés de los estudiantes de Noveno Semestre de la Escuela de Ingeniería Civil involucrados en la implementación del Programa, donde ellos observaron la eficiencia de la aplicación del mismo. (4) Es importante indicar también que todo profesional de la Ingeniería Civil dentro del ejercicio de la profesión, de una u otra manera está involucrado con el análisis, diseño y construcción de Cimentaciones Superficiales, por ello el uso de este manual aplicado desde los años estudiantiles, brindará una herramienta para el buen desempeño de su trabajo. (5) El manejo de estos programas permitirá a los futuros profesionales estar a la vanguardia de los avances tecnológicos en el campo de acción de la Ingeniería Civil, siendo más fácil su desafío a los retos de la globalización del nuevo milenio. (6) Estos programas al ser de fácil obtención, a bajo costo y realizar el trabajo en menor tiempo definitivamente brindarán beneficios a todo aquel profesional inmerso en la rama de la ingeniería que se proponga

utilizarlo como su herramienta de trabajo, estos programas deberían ser estandarizados.

Se encontró el estudio realizado por Barnert Tapia, German Alberto (2009). En su tesis llamada: "PROGRAMA COMPUTACIONAL, DISEÑO ESTRUCTURAL FUNDACIONES SUPERFICIALES F&D1.0, BAJO PLATAFORMA MATHCAD", UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE-VALDIVIA.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; Diseño Estructural de Fundaciones Superficiales, sin entrar en elementos finitos, que verifique dimensionamiento, diseño por resistencia y tensiones admisibles, diversos sistemas de fundaciones superficiales, mediante una interfaz amigable que entregue la información necesaria respecto a las etapas del dimensionamiento o diseño ejecutadas, de tal manera, que no se despegue del concepto físico o los parámetros de cálculo manuales que maneja cada ingeniero civil.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter cuantitativo, tipo de investigación descriptivo y diseño experimental.

Las conclusiones a las que arribaron en su investigación son: (1) Se cumple a cabalidad el objetivo general, de crear un programa computacional en lenguaje Mathcad, de diseño estructural de fundaciones superficiales (F&D1.0), de tipo modular, los cuales, verifican dimensionamiento, diseñan por resistencia y tensiones admisibles diversos sistemas de fundaciones superficiales, mediante una interfaz amigable, eficiente y con un nivel de error despreciable. Paralelamente, se crearon módulos de ayudas de diseño incorporados al programa. (2) Con respecto a zapatas aisladas se logra con creces el objetivo, desde su dimensionamiento, diseño por resistencia y tensiones admisibles. Cabe destacar, que después de un proceso de análisis, se concluyó separar las etapas de diseño en diversos módulos, debido a que se puede controlar de mejor manera el diseño global. Esta forma le dio más versatilidad e independencia a las etapas dentro del proceso de diseño; Para la búsqueda de las tensiones debido a solicitaciones de tipo biaxial se programa el método propuesto por Kenneth E. Wilson (1997) solucionando un problema muy delicado como es el control del área actuando en compresión; Al considerar un módulo especial donde se asigna la carga uniformemente distribuida

bajo la zapata, resulta muy útil para el diseño, debido a que el proyectista puede saltarse la entrada de solicitaciones y probar, por el lado de la seguridad, alguna carga distribuida; Para suplir, la elección de la combinación de diseño, se creó el filtro de solicitaciones de tipo biaxial, de tal manera que indica que combinación genera mayor tensión; Sobre el diseño según el ACI318-05 se logra interpretar perfectamente el código, siguiendo la secuencia propuesta por el capítulo 15 de éste, de la misma forma como se presenta en el anexo B. (3) Sobre la fundación corrida se obtuvo el objetivo, por el lado de la seguridad, según el modelo propuesto. Se logra el dimensionamiento y diseño. El problema real es tan complejo y tiene tantas variables que el método de análisis que mejor aproxima la realidad, es por la técnica de elementos finitos quedando fuera del alcance de éste. (4) Para el sistema de fundación con viga de amarre se cumple el objetivo cabalmente, según el modelo. Es importante destacar que éste es una variante de los muchos existentes, Calavera (2000). Las Virtudes del módulo son dos, el primer modelo recibe dos columnas y el segundo utiliza el dado del eje 2, sólo funciona como contrapeso (muerto). Claramente el modelo propuesto tiene sus limitaciones, permite solicitaciones en el eje del sistema. (5) La fundación combinada rectangular, cumplió con el objetivo según modelo, respecto a dimensionamiento y diseño estructural. La limitante del problema es que permite solicitaciones en el eje del sistema. Para la fundación T el dimensionamiento se logró perfectamente.

Se encontró el estudio realizado por Brizuela Agüero, Silvia María (2016). En su tesis llamada: "DISEÑO DE UN PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA EL ANÁLISIS PROBABILISTICO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y MUROS DE RETENCION", UNIVERSIDAD DE COSTA RICA -COSTA RICA.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; diseñar un programa computacional para el diseño de cimentaciones superficiales y muros de retención mediante una metodología de análisis probabilísticos.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter cuantitativo, tipo de investigación descriptivo y diseño experimental.

Las conclusiones a las que arribaron en su investigación son: (1) Un suelo puede variar su grado de saturación dependiendo de las condiciones que se

presenta a su alrededor, y esto genera afectaciones en los parámetros de resistencia del suelo, por lo que es muy importante tomar en cuenta estas posibles variaciones en los cálculos de diseño de las estructuras. Esto se demuestra en los ejemplos realizados, tanto para la cimentación superficial como para el muro de retención, al observar los cambios que sufren los factores de reducción al variar los parámetros para la realización del análisis probabilístico. (2) A partir de la relación de la base de datos estadísticos correspondientes a los parámetros de cohesión no drenada, peso específico total y ángulo de fricción efectivo, se logró establecer una zonificación, la cual se muestra en la figura 22. Esto permite conocer las zonas que no poseen información para una eventual ampliación de la base de datos. (3) Los resultados que ofrece el programa permite que el diseñador pueda conocer los posibles cambios que podrían presentar las condiciones del suelo, y de esta manera tomar decisiones más informadas con respecto al diseño de las estructuras, ya que se cuantifican las incertidumbres con las que se están trabajando, conociendo preliminarmente la probabilidad de falla de la estructura. Además, permite conocer la variabilidad de las características de los suelos típicos de zona. (4) El dimensionamiento de las estructuras que ofrece el programa cumple con los requerimientos del método determinístico que establece el código de cimentaciones de Costa Rica (2012) para el diseño geotécnico, para la resistencia por capacidad de carga en el caso de las cimentaciones superficiales, y la resistencia a deslizamiento, volteo y capacidad de carga para los muros de retención. (5) A pesar de que los resultados obtenidos en el software tienen algunas diferencias con respecto a los obtenidos con el ejemplo desarrollado paso a paso, se comprueba que el análisis es muy sensible a pequeños cambios en los datos de entrada, por lo que se concluye que la utilización del programa permite obtener resultados más exactos, debido al uso de una mayor cantidad de decimales.

Se encontró el estudio realizado por Moya Andino, Gabriela Alexandra (2015). En su tesis llamada: "ESTUDIO Y ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES POR EFECTO DE CONSOLIDACIÓN DEL SUELO DE FUNDACIÓN, SEGÚN LA METODOLOGÍA PROPUESTA POR LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION", UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR-AMBATO.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; estudiar y analizar el comportamiento estructural de cimentaciones superficiales por efectos de consolidación del suelo de fundación según la metodología propuesta por la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter cuantitativo, tipo de investigación descriptivo y diseño experimental.

Las conclusiones a las que arribaron en su investigación son: (1) Mediante el estudio y análisis de cimentaciones superficiales por efectos de consolidación del suelo de fundación se garantizará el adecuado comportamiento estructural del edificio de cinco pisos de hormigón armado. (2) Al tomar en cuenta que los efectos de consolidación del suelo de fundación producen asentamientos que introducen esfuerzos adicionales en los elementos del sistema estructural, podremos evitar el agrietamiento y no comprometer la estabilidad y funcionalidad de todo el sistema, confinamiento-mampostería. (3) La alternativa para garantizar el correcto comportamiento y la estabilidad de la estructura para cualquiera de los estados de cargas que pueden actuar sobre la misma y ante solicitaciones externas como son las fuerzas sísmicas es mantener la rigidez inicial de sus elementos. (4) Los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, desconocen la razón por la que originan los efectos de consolidación del suelo, así como los asentamientos en la cimentación.

2.2. Bases teóricas de las variables

2.2.1. Diseño Sismorresistente

Según Cutimbo Choque (2016), manifiesta que “los criterios de diseño sismorresistente que usualmente van desarrolladas en las Normas de diseño están orientados a seguir una filosofía de diseño. Este define cual es el comportamiento deseado. La gran mayoría de normas del mundo coinciden en que los objetivos generales de la construcción sismorresistente deben seguir los siguientes principios:

- Prevenir daños no estructurales para temblores o terremotos pequeños, que puedan ocurrir frecuentemente durante la vida útil (de servicio) de una estructura.
- Prevenir daños estructurales y hacer que los no estructurales sean mínimos, para terremotos moderados que pueden ocurrir de vez en cuando. (usualmente se señala expresamente que la estructura sufriría varios de estos).
- Evitar el colapso o daños graves en terrenos intensos y larga duración que pueda ocurrir raras veces. (usualmente no durante la vida útil de la estructura)". (p.13)

Por otro lado, Villareal Castro (2013), afirma que "la Ingeniería Sismo-Resistente, es parte de la dinámica estructural, que estudia el comportamiento de las edificaciones ante la acción sísmica e investiga los métodos de cálculo estructural, que garantizan su buen comportamiento y seguridad estructural ante los sismos". (p. 3)

Por otro lado, Blanco Blasco (2011), propone que "la mayoría de códigos reconoce la complejidad del diseño sísmico de las edificaciones y define alcances u objetivos generales. En el caso de la norma peruana el criterio de diseño sismo-resistente se expresa señalando las edificaciones se comportarán ante los sismos considerando:

- Resistir sismos leves sin daños.
- Resistir sismos moderados considerando la posibilidad de daños estructurales leves.
- Resistir sismos severos con la posibilidad de daños estructurales importantes con una posibilidad remota de ocurrencia del colapso de la edificación.

Se considera que el colapso de una edificación ocurre al fallar y/o desplomarse (caerse) parcial o totalmente su estructura con la posibilidad de ocurrencia de muertes de sus habitantes. El problema del diseño sismo-resistente es único en muchos aspectos, un gran sismo produce fuerzas de inercia que son

muy superiores a la carga más severa que ha de soportar la estructura durante su vida útil, sin embargo, solo existe una pequeña probabilidad de que ocurra, y más aún en el caso de que ocurra, la duración de esta carga es pequeña”. (p. 1,2)

Por otro lado, Ministerio de Vivienda (2017), sostiene que “en la Norma E.30 de Diseño Sismorresistente nos indica que La práctica mundial les asigna a las edificaciones una vida económicamente útil de 50 años. En ese lapso se pueden producir muchos sismos leves, uno o más moderados y quizás un sismo severo. Por consiguiente, se acepta que las edificaciones tengan el siguiente comportamiento:

- La estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes, debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto.
- La estructura debería soportar movimientos sísmicos calificados como moderados para el lugar del proyecto, pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables” (p.4)

Se concluye que el diseño sismorresistente, es una ciencia que estudia el comportamiento de las edificaciones ante la presencia de las acciones sísmicas y así mismo se investiga los métodos de cálculos, ya sea su rigidez, estabilidad y seguridad; para tener una mayor garantía de su comportamiento y seguridad. Además, realizar un diseño sismorresistente ayuda a la población a tener una vivienda segura ante cualquier eventualidad ya sea de un sismo leve, moderado o intenso. El diseño sismorresistente en su concepto global lo que busca es evitar grandes daños que puedan causar a la estructura, sin embargo, estos daños van a ocurrir, pero van hacer de menor intensidad. De esta manera asegurar la vida útil de la estructura y de las personas que se encuentran en ella.

2.2.1.1. Predimensionamiento de elementos estructurales

Según Cutimbo Choque (2016), nos indica que “las estructuras como edificios, puentes, represas y otras, sirven para poder resistir los diferentes esfuerzos que se presentan ante la acción de fuerzas verticales y horizontales. El predimensionamiento de elementos no sirve como un punto de partida sobre el cual definiremos las dimensiones de los elementos estructurales, ya sean vigas,

columnas, placas, losas, etc. Este predimensionamiento es solo una base para las dimensiones de los elementos, por lo tanto, éstas deberán ser afinadas o reajustadas de acuerdo a las solicitaciones reales de carga luego de haber realizado los cálculos correspondientes para completar el diseño final de la estructura (ver figura 01).” (p. 32)

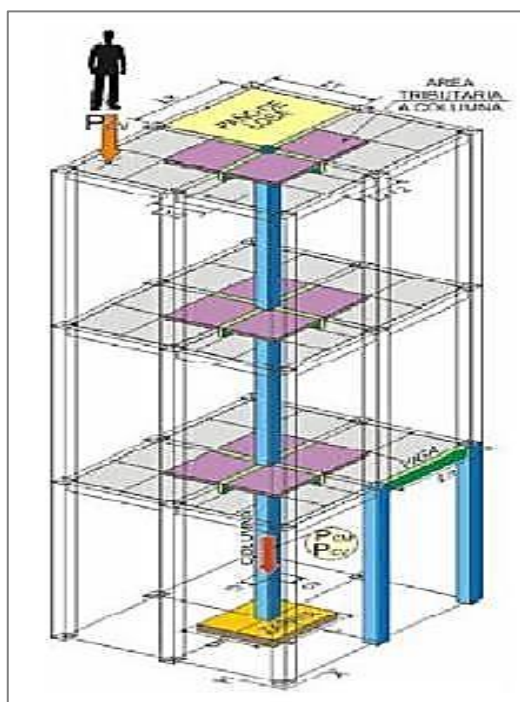


Figura 1. Predimensionamiento de elementos estructurales.
Fuente: *Ingeniería Sismorresistentes*, Cutimbo Choque, (2016)

2.2.1.1.1. Columnas

Son elementos estructurales que tienen importancia en una edificación, ya que a través de ellas las cargas serán transmitidas a la cimentación, así mismo tenemos columnas centradas, esquinadas y excéntricas, de acuerdo con Cutimbo Choque (2016), manifiesta que “las columnas son elementos estructurales que soportan tanto cargas verticales (peso propio), como fuerzas horizontales (sismos y vientos) y trabajan generalmente a flexo-compresión. La unión de vigas y columnas forman un tipo de sistema estructural denominado aporticado. Las formas y dimensiones de las columnas deben satisfacer dos condiciones estructurales importantes: 1) resistir cargas de gravedad; 2) resistir fuerzas sísmicas laterales.” (pp. 47,48)

2.2.1.1.2. Predimensionamiento de las columnas para resistir cargas de gravedad

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo menciona que “Para garantizar la resistencia ante las cargas de gravedad para las columnas de un sistema estructural dual o aporticado, las áreas de sus secciones pueden ser dimensionadas en base a la siguiente expresión (ver figura 02)”. (Cutimbo Choque, 2016, p. 48).

Columnas centradas:

$$\text{Área de columna} = \frac{P(\text{servicio})}{0.45f'c}$$

Columnas excéntricas y esquinadas:

$$\text{Área de columna} = \frac{P(\text{Servicio})}{0.35f'c}$$

Siendo: $P(\text{servicio}) = P.A.N$

Edificios Categoría A (ver E.030) $P = 1500 \text{ Kg/m}^2$

Edificios Categoría B (ver E.030) $P = 1250 \text{ Kg/m}^2$

Edificios Categoría C (ver E.030) $P = 1000 \text{ Kg/m}^2$

A= área tributaria.

N = número de pisos

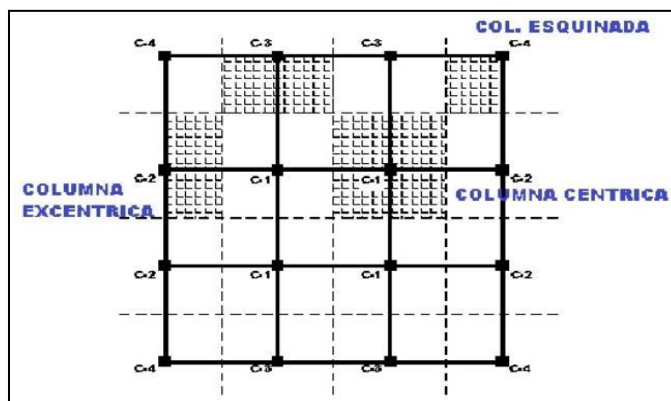


Figura 2. Tipos de Columnas.

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016)

2.2.1.1.3. Vigas

Las vigas son elementos estructurales que soportan y transmiten cargas transversales hacia las columnas y estas hacia los cimientos, desde el punto de Cutimbo Choque (2016), manifiesta que “trabaja en flexión, recibiendo las cargas de las losas transmitiéndolas a las columnas y/o muros. Sus apoyos se encuentran en los extremos. Las vigas pueden ser: peraltada colgante, peraltada invertida, peraltada colgante e invertida y chata. Las vigas peraltadas son aquellas que tienen su altura o peralte mayor que el espesor del techo. Las vigas chatas tienen su altura o peralte coincidente con el espesor de la losa. Para ambos casos, (ver figura 03), (ver figura 04). Las vigas peraltadas pueden ser peraltadas hacia abajo, o peraltadas hacia arriba, o con el peralte compartido hacia arriba y hacia abajo del techo. Una viga peraltada es más rígida y tiene mayor capacidad resistente que una viga chata.” (p. 43).

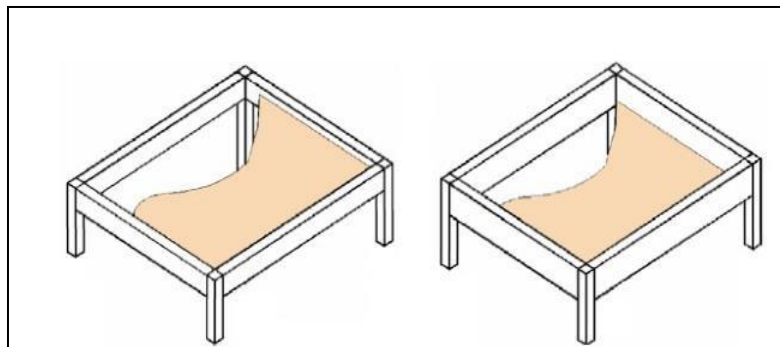


Figura 3. Tipos de vigas peraltada
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

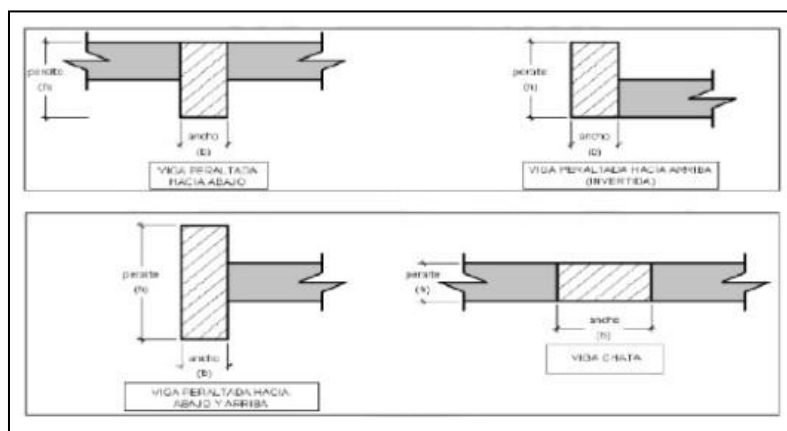


Figura 4. Vigas Peraltadas. Izquierda: Viga peraltada hacia arriba y abajo, derecha: viga peraltada hacia arriba
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016)

A) Predimensionamiento de vigas

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo manifiesta que “las reglas que se darán para el dimensionamiento de las vigas, serán en concordancia con su función estructural, para los siguientes tipos: vigas sismorresistentes, vigas apoyadas sobre vigas y vigas en voladizo (Ver figura 05).” (Cutimbo Choque, 2016; 45).

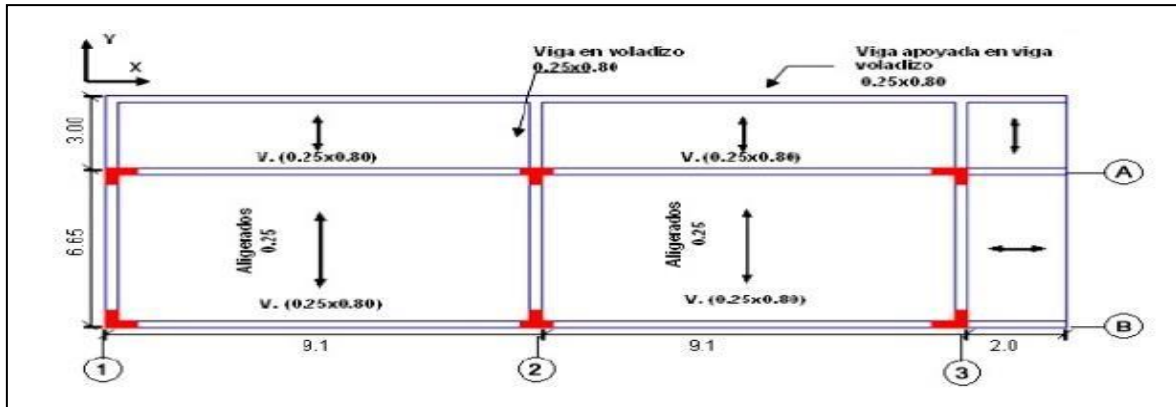


Figura 5. Configuración y dimensionamiento de una planta estructural típica de 3 pisos
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

B) Predimensionamiento de vigas sismorresistente

El predimensionamiento de las vigas deben cumplir con lo establecido en la NTP E-030, para así garantizar una mayor seguridad y rigidez para que resista cargas de gravedad, de acuerdo con Cutimbo Choque (2016), afirma que “el dimensionamiento de vigas sismorresistente debe garantizar rigidez y resistencia para soportar las cargas de gravedad y las cargas sísmicas. Las vigas se dimensionan generalmente considerando un peralte del orden 1/10 a 1/12 de la luz libre. Debe aclararse que esta altura incluye el espesor de la losa de techo o piso.

El ancho es variable de 1/2 a 2/3 veces su altura, teniendo en cuenta un ancho mínimo de 25cm, con la finalidad de evitar el congestionamiento del acero y presencia de cangrejeras. Tanto el peralte como el ancho de las vigas serán redondeados a valores inmediatamente superiores múltiplos de 5 cm. (ver figura 06).” (p. 46).

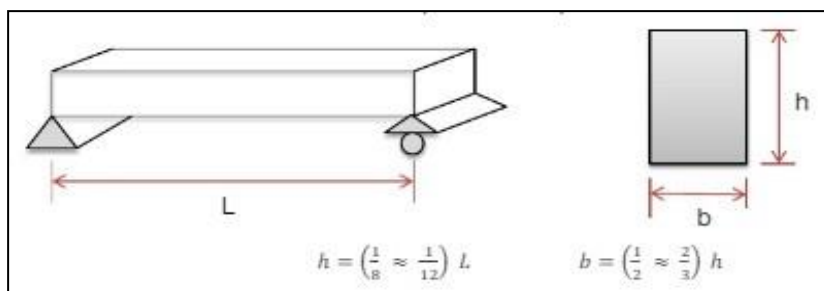


Figura 6. Predimensionamiento de viga

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

2.2.1.1.4. Losas

Las losas son elementos estructuras para de una edificación que además soportan cargas de gravedad, de acuerdo con Cutimbo Choque (2016), afirma que “son elementos estructurales planos cargados con fuerzas perpendiculares a su plano (cargas vivas y muertas). Separa horizontalmente un nivel o piso de otro, la cual sirve de techo para el primer nivel y de piso para segundo. Debe garantizar el aislamiento del ruido y del calor. Trabaja a flexión y dependiendo del material a ser utilizado pueden ser flexibles o rígidos. Las losas pueden ser aligeradas, macizas y nervadas” (p. 33).

2.2.1.1.5. Losas aligeradas

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo Choque (2016), menciona que “las losas aligeradas, son losas conformadas por un sistema de vigas menores paralelas entre sí, llamadas viguetas, separadas por bloquetas huecas de arcilla u otro elemento liviano de ancho y alto. Las bloquetas no tienen ninguna función estructural, son utilizadas con el fin de lograr superficies planas en el techo. En realidad, los aligerados son losas nervadas. Los aligerados peruanos usuales se caracterizan por estar conformados por viguetas de 0.10 m de ancho, separadas por bloquetas huecas de arcilla de 0.30 m de ancho y unidas por una losa superior de 0.05 m de espesor”. (pp. 33, 34).

A) Losas aligeradas armada en una dirección

Se le conoce también como losa de concreto o losa de entrepiso ya que sirven de separación de un piso a otro, según Cutimbo Choque (2016), afirma que “los aligerados mayormente utilizados son los armados en una dirección con luces

libres hasta 7.50 m. Según las circunstancias, se pueden utilizar aligerados armados en dos direcciones. Es la que se realiza colocando en los intermedios de los nervios estructurales, bloques o ladrillos, con la finalidad de reducir el peso de la estructura. A menos masa, mejora el comportamiento de la estructura ante un sismo (Ver figura 07, 08).” (p. 34)

LOSA ALIGERADA *Carga vertical (rígido)*
 Sismo (diafragma rígido)

El peralte de las losas aligeradas podrá ser dimensionado considerando el siguiente criterio:

$$L_n = \text{longitud del lado menor. } H = \frac{L_n}{25}$$

LUZ	ESESOR DE LOSA	LADRILLO
4 m	17 cm	12 cm
5 m	20 cm	15 cm
6 m	25 cm	20 cm
7 m	30 cm	25 cm

Figura 7. Losa Aligerada carga vertical (rígido) sismo (diagrama rígido)
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

H: altura o espesor de la losa aligerada y por tanto incluye los 5cm de losa superior y el espesor del ladrillo de techo. Los ladrillos serán de 12, 15, y 25cm respectivamente.

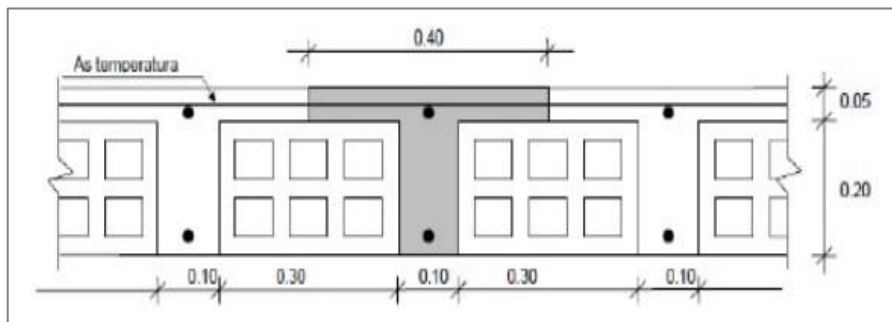


Figura 8. Altura o espesor de la losa.
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016)

Asimismo, Cutimbo Choque (2016), afirma que “el arquitecto y el ingeniero deberá tener en cuenta determinación de la altura de piso a piso, el espesor anteriormente indicado y la consideración de 5cm adicionales para el denominado piso terminado”. (p.34)

Predimensionamiento

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo manifiesta “por razones económicas y de rigidez, debe preferirse armar el aligerado en la dirección más corta, siempre y cuando los apoyos sean vigas peraltadas. El ingeniero estructural puede variar la dirección de armado de las viguetas para darle continuidad a la estructura. El espesor requerido es $l_c/25$, para no verificar deflexiones, con sobrecargas máximas de 350 kg/m². Para sobrecargas mayores, puede utilizarse espesores equivalentes a $l_c/21$ ”. (Ver figura 09), (Cutimbo Choque, 2016, p. 35).

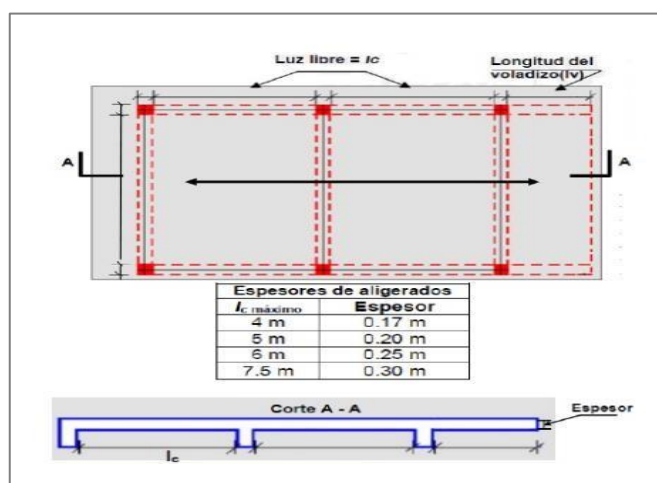


Figura 9. Paños de Aligerados Armados en una dirección
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

B) Losas macizas

Son losas que en su armado de techo llevan concreto, aceros y son rigidez, desde la posición de Cutimbo Choque (2016), expresa que “es la mezcla de concreto y varillas de acero, formando una losa monolítica. A mayor espesor, mayor rigidez pudiendo cubrir mayor distancia entre sus apoyos”. (p. 38).

LOSA MACIZA Carga vertical (rígido)

Sismo (diafragma rígido)

Las losas macizas pueden ser dimensionadas en forma aproximada, considerando.

$$H_{MACIZA} = H_{ALIGERADA} - 5 \text{ cm}$$

Losas macizas armada en dos direcciones

En su libro de Ingeniería sismorresistente, citando a Cutimbo Choque (2016), afirma que “consideran así a las losas macizas que tienen en cuatro de sus bordes, vigas peraltadas o muros, conformando paños con dimensiones que tienen la relación

$$\frac{\text{Largo } (L)}{\text{ancho } (lc)} \leq 2 \text{ (ver figura 10).}$$

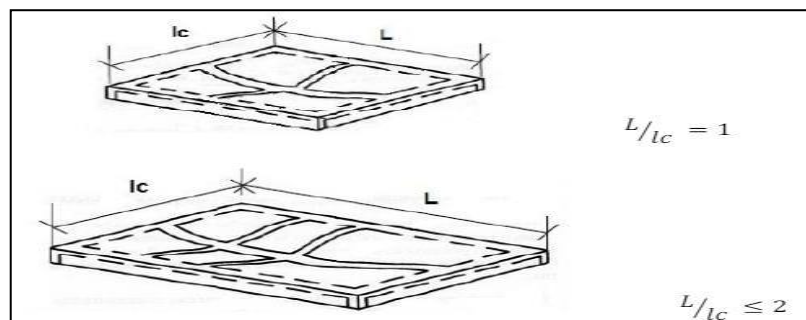


Figura 10. Losa maciza armada en dos direcciones.

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

Las losas macizas armadas en dos direcciones, son recomendadas en los pisos o techos de las estructuras cuyos sistemas estructurales están conformados por muros en las dos direcciones como es el caso de las viviendas u hoteles, (ver figura 11). En este caso, las losas suelen resultar económicas, permitiendo adecuada distribución de las cargas verticales en todos los muros y sus respectivas cimentaciones. En general, las losas macizas armadas en una o dos direcciones no son convenientes para cubrir luces grandes. Resultan muy pesadas y antieconómicas”. (Cutimbo Choque, 2016, p.40).



Figura 11. Losas macizas con muros en sus cuatro bordes.
 Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

2.2.1.1.6. Placas o muros de corte.

Son elementos estructuras partes de una edificación, se emplean para soportar cargas, además estas placas al ser de gran tamaño resisten más a las fuerzas sísmicas, citando a Cutimbo manifiesta que “placas son aquellos elementos estructurales que transmiten las cargas a los cimientos, soportan las losas y techos, además de su propio peso y resisten las fuerzas horizontales causadas por un sismo o el viento. La resistencia depende de las condiciones geométricas en cuanto a altura, longitud y espesor. Las placas son efectivas para los desplazamientos laterales. Las placas son utilizadas en las estructuras de dos formas: 1) en combinación con los pórticos conformando los sistemas estructurales duales o mixtos, (ver figura 12); 2) conformando un sistema estructural de muros resistentes, (ver figura 13). Por este motivo, es conveniente que la ubicación de las placas sea simétrica, para evitar que en las columnas y las vigas se incrementen los esfuerzos”. (Cutimbo Choque, 2016, pp. 53,54).

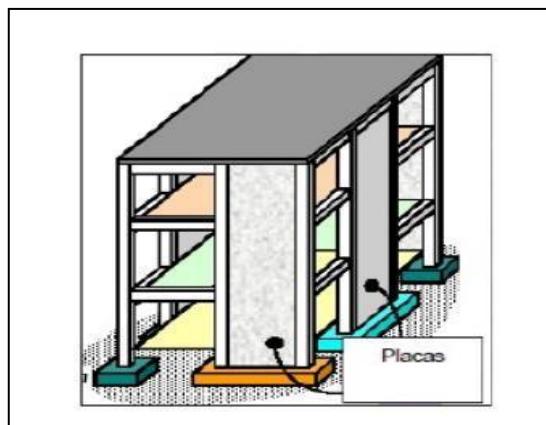


Figura 12. Sistemas estructurales duales de pórticos y placas de concreto armado.
 Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).



Figura 13. Sistema estructural de muros resistente en un edificio de viviendas.

Fuente: *Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).*

A) Predimensionamiento de las placas

En su libro de Ingeniería sismorresistente, **Cutimbo menciona que** “las placas pueden conformar estructuras de muros o sistemas duales. Los sistemas son adecuados para lograr rigidez, resistencia y ductilidad en las estructuras. Bien configuradas y bien diseñadas, son más económicas que las estructurales aporticadas. Los dimensionamientos que veremos a continuación serán para sistemas duales y para los sistemas de muros resistentes”. (Cutimbo Choque, 2016, pp. 54, 55).

Tabla 1.
Predimensionamiento de las placas

Nro de pisos	BPLACA
≤ 5	20cm
6 – 10	25cm
11 – 15	30cm

$b_{\min} = 20\text{cm}$ (espesor mínimo de alta sismicidad)

$b_{\min} = 10\text{cm}$ (Muros de ductilidad limitada)

2.2.1.2. Análisis sísmico estático

2.2.1.2.1. Criterios de modelación estructural

A) Brazo rígido

Se entiende por brazo rígido a la unión de dos elementos estructurales (viga-columna), de acuerdo con Cutimbo Choque (2016), manifiesta que la “unión rígida entre 2 elementos. Los brazos rígidos son segmentos de viga y columnas que están embebidas dentro del nudo de unión de dichos elementos. Esta longitud normalmente no se tiene en cuenta en el modelamiento, puesto que los elementos se idealizan por medio de los ejes neutros de los mismos. La longitud del brazo rígido es la longitud en la que se produce el traslape de las secciones con otros objetos en el extremo del objeto unidimensional”. (ver figura 14,15), (p.84).

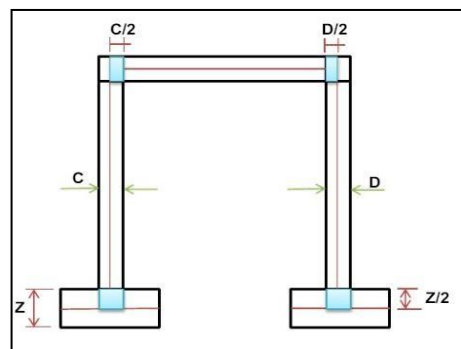


Figura 14. Brazo rígido.
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

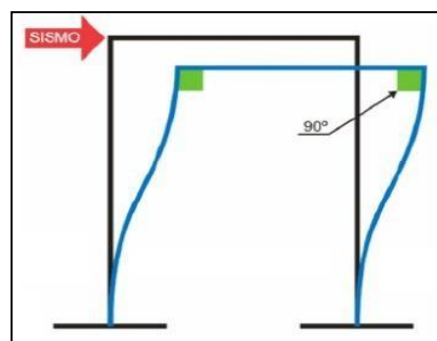


Figura 15. Sismo en Brazo rígido.
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

B) Determinación del centro de masa

Es donde se encuentra el punto exacto de la masa en cada elemento estructural, según Cutimbo Choque (2016), manifiesta que “se define el centro de masa CM, como el lugar geométrico en el cual se supone que está concentrada la masa en cada uno de los pisos”. Ver (figura 16), (p.91).

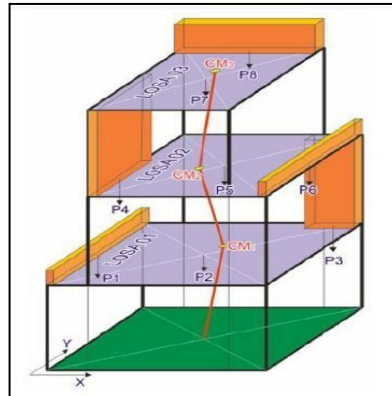


Figura 16. Centro de masa.
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

C) Centro de rigidez

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo argumenta que “es el lugar geométrico donde la estructura se va a deformar menos. Es un punto teórico en la planta del edificio donde aplicada una fuerza cortante solo se produce traslación. El centro de rigidez “C.R”. y el centro de masa “C.M.”, lo ideal es que coincidan, pero nunca coinciden porque las cargas distribuidas nunca son iguales”. (Ver figura 17), (Cutimbo Choque, 2016: 92).

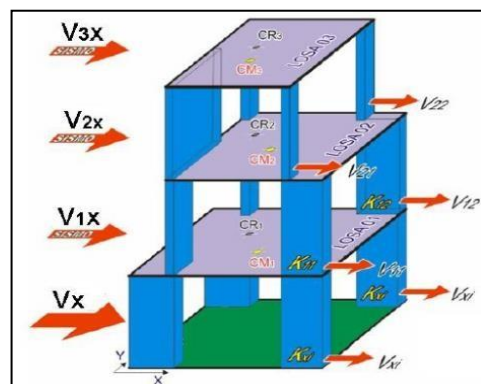


Figura 17. Centro de rigidez.
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

D) Excentricidad

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo manifiesta que “la fuerza en cada nivel (F) actúa en el centro de masas “C.M del nivel respectivo y debe considerarse”. (Ver figura 18), (Cutimbo Choque, 2016: 94).

$$e_x = 0.05 L_x$$

$$e_y = 0.05 L_y$$

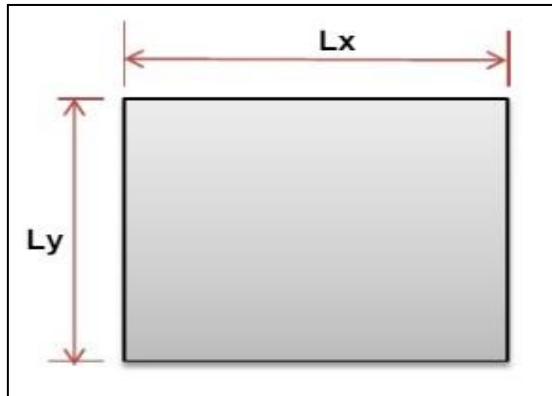


Figura 18. Excentricidad
Fuente: *Ingeniería Sismorresistentes*, Cutimbo Choque, (2016).

2.2.1.2.2. Configuración estructural

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo afirma que “las estructuras deben ser clasificadas como regulares e irregulares con el fin de determinar el procedimiento adecuado de análisis y los valores apropiados del factor de reducción de fuerza sísmica”. (Cutimbo Choque, 2016: 100).

2.2.1.2.3. Análisis sísmico estático con e-030. (2014).

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo manifiesta que “en el tema del análisis estático sísmico no se tienen mayores variaciones, a excepción del artículo 4.5.3 que habla sobre la distribución de la fuerza sísmica en altura”. (Cutimbo Choque, 2016:123).

A) Periodo fundamental.

Según en la Norma de diseño sismorresistente, **Ministerio de Vivienda, (2017)** manifiesta “el periodo fundamental de vibración para cada dirección se estima con la siguiente expresión”. (p.26)

$$T = \frac{hn}{C_t}$$

Donde:

C_t = “35 para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento”.

C_t = “45 para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- b) Pórticos de acero arriostrados”.

C_t = “60 para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada”. Alternativamente puede usarse la siguiente expresión.

B) Parámetros de zonificación

Según en la Norma de diseño sismorresistente en el capítulo II tiene como título “peligro sísmico”, además los parámetros de zonificación esta estandarizados a nivel nacional, citando al Ministerio de Vivienda (2017), manifiesta que “el territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, (ver figura 19). La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.” (ver tabla 2), (Ministerio de Vivienda, 2017:10,11).



Figura 19. Zona Sísmica
Fuente: Norma E-030
Diseño
Sismorresistente,
Ministerio de Vivienda,
(2017).

Tabla 2.

Factor de Zona

FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma E-030 Diseño
Sismorresistente, Ministerio de
Vivienda, (2017).

C) Condiciones geotécnicas

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo señala que “se tiene una clasificación de perfiles de suelo con la introducción de valores explícitos de la velocidad de onda de corte del suelo, valor característico para la obtención del módulo de corte. Ahora se tendrán cinco tipos de perfiles de suelo a diferencia de los cuatro perfiles de la norma vigente”. (Cutimbo Choque, 2016:127).

Por otro lado, en la norma E-030 de diseño sismorresistente en el artículo 9 “perfiles de suelo”, Ministerio de Vivienda (2017), afirma que para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte (\bar{V}_s), alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los \bar{N}_{60} obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada (\bar{S}_u) para suelos cohesivos”, como se muestra en la tabla 3) (Ministerio de Vivienda, 2017).

Tabla 3.
Clasificación de los perfiles de suelo.

Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S0	> 1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50kPa a 100kPa
S3	< 180 m/s	< 15	25kPa a 50kPa
S4	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Norma E-030 Diseño Sismorresistente, Ministerio de Vivienda, (2017).

D) Parámetros de sitio (S, TP y TL)

En la norma E-030 de diseño sismorresistente, Ministerio de vivienda (2017), menciona que “se considera el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos TP y TL dados”. (ver tabla 4 y 5), (Ministerio de Vivienda, 2017:14,15).

Tabla 4.
Factor de suelo “S”

ZONA/SUELO	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma E-030 Diseño Sismorresistente, Ministerio de Vivienda, (2017).

Tabla 5.
Periodos “TP” y “TL”

	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
$T_p(S)$	0.3	0.4	0.6	1.0
$T_L(S)$	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Norma E-030 Diseño Sismorresistente, Ministerio de Vivienda, (2017).

E) Factor de ampliación sísmica (C).

En la norma E-030 de diseño sismorresistente, Ministerio de Vivienda (2017), menciona que “de acuerdo a las características de sitio, se define el factor de ampliación sísmica (C) por las siguientes expresiones”. (Ministerio de Vivienda, 2017:15)

F) Categoría de las edificaciones y factor de uso

Es para determinar que categoría será cada edificación que se desea construir como, por ejemplo: colegio, hospitales; citando al Ministerio de Vivienda (2017), menciona que “cada estructura está clasificada de acuerdo con las categorías (ver tabla 6). El factor de uso o importancia (U), se usa según la clasificación que se haga”.

Tabla 6.
Categoría de las Edificaciones y Factor U.

	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
A Edificaciones Esenciales	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares	Ver nota 2

Fuente: Norma E-030 Diseño Sismorresistente, Ministerio de Vivienda, (2017).

G) Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (Ro)

Los sistemas estructurales están clasificados de acuerdo a cada material que se va a utilizar en una edificación, citando al Ministerio de Vivienda (2017), sostiene que “Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis (ver tabla 7). Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se toma el menor coeficiente Ro que corresponda”. (p.19).

Tabla 7.
Sistemas estructurales

Sistemas Estructurales	Coeficiente Básico de Reducción Ro (*)
ACERO:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	7
Dual	6
De muros estructurales Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Norma E-030 Diseño Sismorresistente, Ministerio de Vivienda, (2017)

H) Junta sísmica

En toda edificación debe considerarse la junta sísmica ya que sirve de separación con la construcción que se encuentra continua, de esta manera se evita el choque de las edificaciones en un movimiento sísmico, citando al Ministerio de Vivienda (2017), menciona que “Toda estructura está separada de las estructuras vecinas, desde el nivel del terreno natural, una distancia mínima s para evitar el contacto durante un movimiento sísmico. Esta distancia no es menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes ni menor que:

$$s = 0,006 h \geq 0,03 \text{ m}$$

Dónde: h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar s ”. (p. 31).

2.2.1.3. Análisis sísmico dinámico

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo manifiesta que “el análisis dinámico antisísmico considera que la respuesta sísmica de una estructura se determina por medio de un análisis modal considerando comportamiento lineal o no lineal (ver figura 20). (...) los análisis dinámicos se dividen en usualmente en tres grandes grupos:

- Análisis Modal Espectral, de uso común
- Análisis Tiempo – Historia
- Análisis en el dominio de las frecuencias”. (Cutimbo Choque, 2016:149).

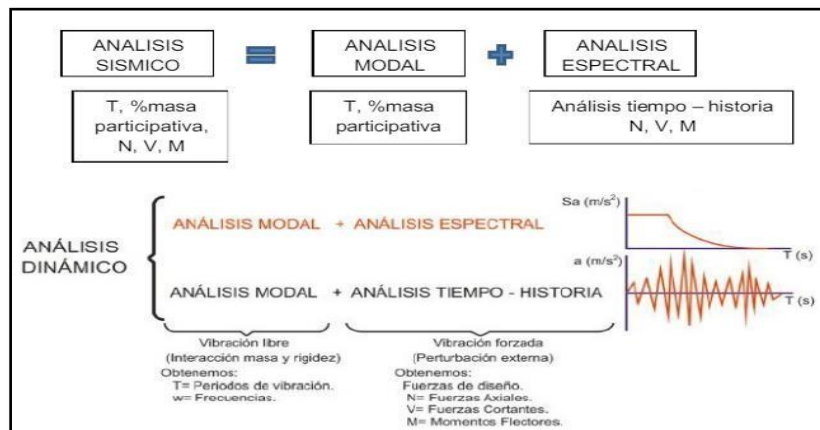


Figura 20. Esquema Conceptual del análisis dinámico modal espectral. Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

2.2.1.3.1. Análisis modal

Es determinar el número de vibraciones que sufre la estructura, citando a Cutimbo Choque (2016), manifiesta que “el análisis modal es determinar las frecuencias naturales o frecuencias propias de una estructura, dichas frecuencias son determinadas cuando no hay cargas actuando (ni el peso propio, pero si, su propia masa, es decir no depende de la gravedad). (...) antes de realizar el análisis sísmico de un edificio es necesario conocer sus modos de vibración y periodos fundamentales, ya que de estas características dependerá su respuesta durante un evento sísmico. Podemos decir que el análisis modal:

- Que es la interacción entre la rigidez y la masa.
- Se estudia las formas o modos de vibración libre.

- Mínimo tres modos de vibración”.

A) Cálculo de masa

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo manifiesta que “la masa de la estructura se utiliza en un análisis modal para calcular los periodos y formas modales de vibración y en un análisis de respuesta en el tiempo o espectral para calcular las fuerzas de inercia y posteriormente las solicitaciones internas que estas producen. (..) las masas, se calculan para tener las masas de acuerdo a los tres grados de libertad, dos de traslación y una de rotación, estas masas se colocarán en el centro de masa C.M”. (P. 151).

B) Análisis espectral E-030-2017

C) Análisis dinámico modal espectral

En la norma E-030 de diseño sismorresistente, Ministerio de Vivienda (2017), manifiesta que “cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación espectral”. (p. 27).

D) Modos de vibración

En la norma E-030 de diseño sismorresistente, Ministerio de Vivienda (2017), sostiene que:

Los modos de vibración pueden determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas. En cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero se toma en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis. (p. 27)

E) Aceleración espectral

En la norma E-030 de diseño sismorresistente, Ministerio de Vivienda (2017), manifiesta que “Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones.” (p. 27)

$$S_a = \frac{z.u.c.s}{R} g$$

2.2.1.4. **Metrado de carga**

El metrado de cargas se utiliza para saber que tanto puede resistir una edificación ante sismo teniendo en cuenta a Cutimbo Choque (2016), nos dice que “el metrado de cargas es encontrar todos los pesos o fuerzas que actúan sobre los diferentes elementos estructurales de una edificación (...) como regla general, al metrar cargas debe pensarse en la manera como se apoya un elemento sobre otro” (ver figura 21),(p. 75).

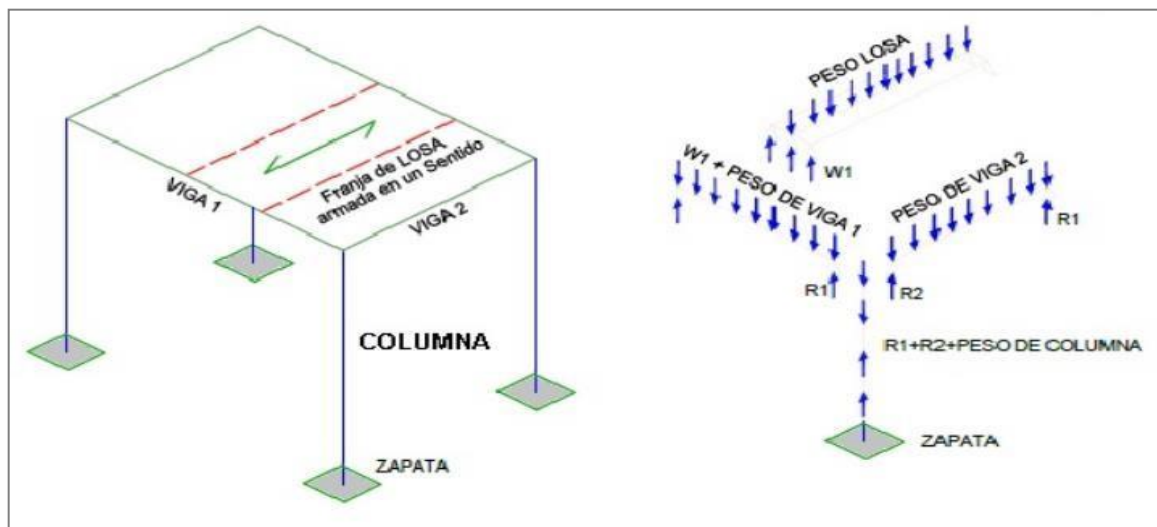


Figura 21. Transmisión de las Cargas Verticales.

2.2.1.4.1. *Tipos de carga*

En su libro Ingeniería Sismorresistente, Cutimbo señala “en general, las cargas (o solicitaciones) pueden actuar en un edificio clasifican en los siguientes tipos: cargas estáticas, cargas dinámicas y otras solicitaciones”. (Cutimbo Choque, 2016: 76)

A) Cargas permanentes o estáticas.

Son cargas que se encuentran en toda la edificación y además estas cargas son el peso de la estructura y toda aquello que se encuentre dentro de ello, citando a Cutimbo Choque (2016), sostiene que “son aquellas que se aplican lentamente sobre la estructura, lo cual hace que se originen esfuerzos y deformaciones. Son el peso propio de los materiales, el peso de los ocupantes, u otros elementos soportados por el edificio. Como cargas permanentes o estáticas que tiene”. (p.76).

- 1) Cargas muertas: son cargas gravitacionales que actúan durante la vida útil de la estructura". (Ver tabla 8), (Cutimbo Choque, 2016)

Tabla 8.
Carga muerta.

Acero de construcción	7850 Kg/m ²
Tierra	1600 @ 1800 Kg/m ²
Albañilería de adobe	1600 Kg/m ²
Albañilería con unidades de arcilla solida (no incluye tarrajeo)	1800 Kg/m ²
Albañilería con unidades de arcilla huecas (no incluye tarrajeo)	1350 Kg/m ²
Albañilería con unidades de arcilla solida (incluye tarrajeo)	19 Kg/m ² /cm de espesor
Albañilería con unidades de arcilla hueco (incluye tarrajeo)	14 Kg/m ² /cm de espesor
Concreto armado	2400 Kg/m ²
Concreto simple	2200 Kg/m ²
Concreto ciclópeo	2200 Kg/m ²
Piso terminado	100 Kg/m ²

Asimismo en su libro de Ingeniería sismorresistente, cutimbo nos dice “que normalmente los techos que se emplean son del tipo de losas aligeradas con viguetas de 10 cm de ancho a 40 cm entre ejes, es necesario conocer su peso propio”, como indica la tabla 9, (Cutimbo Choque, 2016).

Tabla 9.
Peso propio según el espesor.

Espesor en (m)	Espesor de losa superior en (m)	Peso propio (kg/m²)
0.17	0.05	280
0.20	0.05	300
0.25	0.05	350
0.25	0.05	420
0.30	0.05	475

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

Tabla 10.
Carga viva o sobrecarga

Aulas	300 kg/m ²
Talleres de centros de Educación	350 kg/m ²
Auditorios	300 kg/m ²
Corredores en centros de Educación	400 kg/m ²
Oficinas	250 kg/m ²
Viviendas	200 kg/m ²
Escaleras (de acuerdo al uso de la edificación)	200 500 kg/m ²
Azoteas	
• Para los techos con una inclinación hasta 3°	100 kg/m ²
• Para techos con inclinación mayor a 3°	100 kg/m ²
• Por cada grado de pendiente por encima de 3° se reduce en 5 kg/m ² hasta un mínimo de	50 kg/m ²
- Para techos curvos	
- Para techos con coberturas livianas de asbesto-cemento, calamina, fibrocemento o tela y para toldos y doseles.	50 kg/m ² 30 kg/m ²

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

B) Carga viva o sobrecarga

En su libro Ingeniería sismorresistente, Cutimbo argumenta que “son cargas gravitacionales de carácter movable, que podrían actuar en forma esporádica sobre los ambientes del edificio. Entre estas solicitaciones se tiene: al peso de los ocupantes, muebles, nieve, agua, equipos removibles, puente grúa, etc. Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, construcciones y otros elementos soportados por el edificio que probablemente pueden cambiar de ubicación o ser reubicados durante la vida útil del edificio”. (ver tabla 10), (Cutimbo Choque, 2016: 78)

2.2.1.4.2. Normas de cargas E-020.

En su libro de Ingeniería sismorresistente, cutimbo nos dice que “en la Norma Peruana de Cargas E-020 se especifica las cargas estáticas mínimas que se deben adoptar para el diseño estructural; asimismo, se proporcionan las cargas estáticas equivalentes producidas por el viento, mientras que más bien las cargas sísmicas se especifican en las normas de diseño sismo-resistente (E-030). Esas cargas se denominan “cargas de servicio” porque son las que realmente actúan en el edificio,

sin producirle fallas o fisuras visibles, a diferencia de las “cargas ultimas” que son cargas ficticias obtenidas al implicar por ciertos factores a las cargas de servicio”. (Cutimbo Choque, 2016).

2.2.2. Interacción suelo – estructura

Según, la interacción suelo-estructura consiste en hacer participar al suelo como parte del análisis estructural, para lograr esto existen varios modelos; desde la forma más sencilla asignando una rigidez al suelo en sentido vertical (Balasto vertical), hasta los modelos más complejos que asignan cinco rigideces al suelo como son los modelos dinámicos de D.D. Barkan – O.A. Savinov, V.A. Ilichev y A.E. Sargsian, y el modelo dinámico de la Norma Rusa SNIP 2.02.05-87 que asigna al suelo seis rigideces, tres traslacionales y tres rotacionales. (Villareal G. 2006).

Lo que plantea la Interacción suelo-estructura es tomar en cuenta las propiedades elásticas del suelo, es decir, el suelo no es infinitamente rígido, como suele plantearse en la mayoría de análisis, sino que tiene cierto grado de amortiguación y absorbe parte de la energía entregada por el sismo. Esto va a ocasionar que una menor cantidad de energía llegue a la superestructura, generando variaciones apreciables en el control de desplazamientos laterales y en la distribución de esfuerzos de los elementos estructurales.

Por ello es necesario la utilización de modelos dinámicos que consideren en el análisis el trabajo conjunto de suelo-cimentación-superestructura.

2.2.2.1. Zapatas aisladas.

Esta es una cimentación puntual que recibe solo un sistema de carga, ya sea de columnas o de placas. Las zapatas aisladas se emplean en terreno firme y competente, transmitiendo esfuerzos moderados que provocan asentamientos en el terreno (Yepes, 2020). Esta es una de las cimentaciones más simples y de menor costo; por lo que, su uso está altamente extendido en Perú.

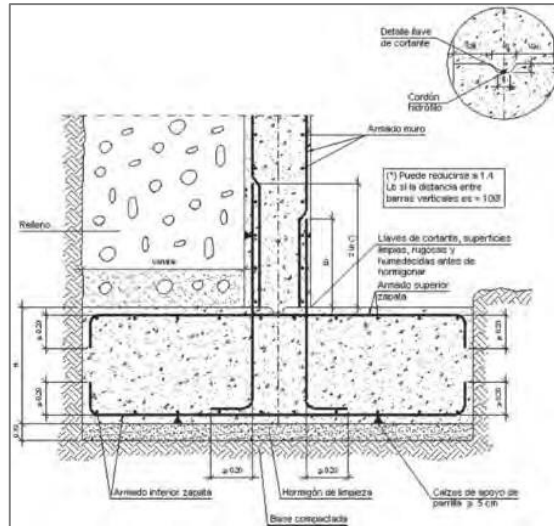


Figura 22. Zapata aislada (Yepes, 2020)

2.2.2.2. Zapatas combinadas.

Este tipo de cimentación se caracteriza porque sobre ella se apoyan de dos a más elementos verticales, entre columnas y placas. Este tipo de zapatas, generalmente, se conciben cuando las dimensiones de dos o más cimentaciones aisladas se sobrepone o están muy próximas, dificultando los procesos de excavación; o, cuando se busca uniformizar los asentamientos (Yepes, 2020). Estructuralmente, el diseño de este tipo de cimentaciones puede requerir de refuerzos en la parte superior de la zapata; debido a que las cargas que le transmiten los elementos verticales pueden generar esfuerzos de tracción en la zona central de la zapata.

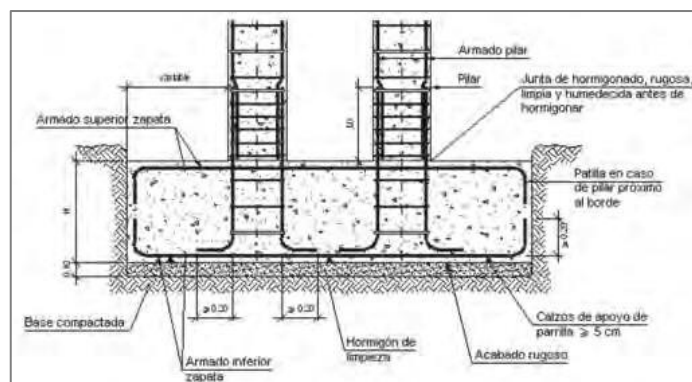


Figura 23. Zapata combinada (Yepes, 2020)

2.2.2.3. Zapatas conectadas

Las zapatas conectadas se caracterizan por estar unidas mediante una viga de cimentación a otra zapata contigua o, a un peso muerto. Este tipo de cimentaciones generalmente se implementan en proyectos rodeados por edificaciones vecinas; en las cuales, se puede producir falla por volteo de las zapatas ubicadas en los límites de propiedad.

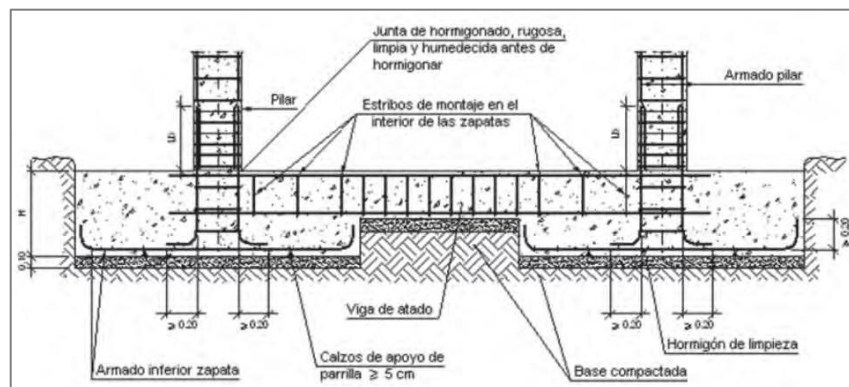


Figura 24. Zapata conectada (Yepes, 2020)

2.2.2.4. Cimientos corridos.

Este tipo de cimentaciones se emplean para apoyar elementos lineales continuos sobre el terreno, tales como, muros de albañilería, muros de contención, entre otros. Se caracterizan por poseer una gran longitud comparada a sus otras dimensiones; asimismo, gracias a su forma, produce asentamientos y esfuerzos uniformes en el terreno.

2.2.2.5. Cimientos corridos.

Este tipo de cimentación es el menos usado en el Perú debido a su alto costo. Las losas de cimentación se caracterizan por poseer grandes dimensiones en planta, sobre la cual se apoyan todos o la mayoría de elementos verticales de un proyecto. Estas se emplean generalmente cuando se tiene una gran área de cimentaciones en comparación al área del terreno. Asimismo, se emplean cuando la capacidad portante del terreno es insuficiente o cuando existen problemas de asentamientos diferenciales.

2.2.2.6. Modelo de interacción de suelo -estructura.

Se presentan los modelos propuestos para interacción suelo - estructura.

2.2.2.6.1. Modelo dinámico D.D. Barkan - O.A. Savinov

Este modelo es del tipo teórico - experimental y se encuentra fundamentado en el modo en que se relacionan o interactúan las cimentaciones con la base de la fundación (suelo).

De acuerdo a lo planteado por el científico D.D Barkan, se plantea el uso de coeficientes de rigidez que relacionan la compresión y desplazamiento elástico actuantes sobre una inercia y área (Meza, 2014). Se calculan estos coeficientes con las siguientes expresiones relacionada a 5 grados de libertad obviando el giro alrededor del eje Z:

$$K_z = C_z * A \quad (2.1)$$

$$K_x = C_x * A \quad (2.2)$$

$$K_\theta = C_\theta * I \quad (2.3)$$

Donde:

C_z, C_θ : Coeficientes de compresión uniforme y no uniforme

C_x : Coeficiente de desplazamiento elástico uniforme

A : Área de base de cimentación

I : Momento de Inercia de la base de la cimentación

Asimismo, para el cálculo de los coeficientes C_z, C_θ, C_x , se propusieron distintas formulaciones que tomaban en cuenta las características elásticas del suelo, las propiedades inerciales del suelo y las relaciones de la base de la cimentación (Meza, 2014). A continuación, se muestran las expresiones finales:

$$C_z = C_o * (1 + \frac{2 * (a + b)}{\Delta \Delta}) * \sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}} \quad (2.4)$$

$$C_x = D_o * (1 + \frac{2 * (a + b)}{\Delta \Delta}) * \sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}} \quad (2.5)$$

$$C_{\emptyset} = C_o * (1 + \frac{2 * (a + 3b)}{\Delta \Delta}) * \sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}} \quad (2.6)$$

Donde:

C_o, D_o : Coeficientes experimentales

a, b : Dimensiones de cimentación

Δ : Coeficiente asumido (1m-1)

p : Presión estática que transmite a la cimentación y la base (kg/cm²)

ρ_o : Presión estática inicial (0.2 kg/cm²)

Se recomienda usar las siguientes expresiones de C_o y D_o para los cálculos prácticos y rápidos.

$$C_o = 1.7 * \frac{E_o}{1 - u^2} * 10^{-3} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) \quad (2.7)$$

$$D_o = 1.7 * \frac{E_o}{(1 + u) * (1 - 0,5u)} * 10^{-3} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) \quad (2.8)$$

Donde:

E_o : Módulo de elasticidad

u : Módulo de Poisson

De manera alternativa, el valor de C_o se puede calcular a través de la Tabla 11 que funciona para valores de $\rho_o = 0.2$ kg/cm².

Tabla 11.
Valores de C_o

Densidad	Tipo de la base de fundación	Tipo de Suelo	C_o (kg/cm ³)
S1	Suelos muy rígidos	Arcilla o arena arcillosa dura L ($I < 0$)	3.0
		Arenas compactas L ($I < 0$)	2.2
		Cascajo, arena densa, canto rodado, grava	2.6
S2	Suelos intermedios	Arcilla y arena arcillosa plástica ($0,25 < I \leq 0,5$)	2.0
		Arena plástica ($0 < I \leq 0,5$)	1.6
		Arena polvorosa medio densa ($e \leq 0,80$)	1.4
		Arenas de grano grueso, mediano y fino,	1.8
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	Arcilla y arena arcillosa de baja plasticidad ($0,5 < I \leq 0,75$)	0.8
		Arena plástica ($0,5 < I \leq 1$)	1.0
		Arenas polvorosa, saturada y porosa ($e > 0,80$)	1.2
S4	Condiciones extrañas (suelos orgánicos o rellenos no controlados)	Arcilla y arena arcillosa muy blanda L ($I > 0,75$)	0.6
		Arena movediza L ($I > 1$)	0.6

Fuente: Villarreal Castro, 2017

La Tabla 11 es el resultado de ensayos experimentales propuesto por el ingeniero Villarreal Castro (2017) para suelos peruanos. Asimismo, la clasificación de suelos brindada en dicha tabla es similar a la clasificación de suelos de la NTE E.030 Diseño Sismorresistente (2018) (artículo 2.3.1), por lo que los datos brindados serían aplicables para suelos peruanos. Sin embargo, se recomienda que se realicen ensayos de clasificación de suelo, como el ensayo SPT.

2.2.2.6.2. Modelo dinámico Winkler.

Según Luis Mejía (2017), el modelo dinámico Winkler es un modelo de idealización del suelo que comprende las siguientes consideraciones:

- Suelo compuesto por resortes repartidos en toda su superficie
- Los resortes tienen poco espaciamiento entre ellos y son linealmente elásticos.
- La deformación está relacionada con el lugar de aplicación de carga, esto debido a la asunción de resortes independientes, por lo que la cohesión entre las partículas sería despreciada y esto no representa la realidad.

La relación para el último punto viene dada por:

$$P = d * K \quad (2.9)$$

Donde:

P : Presión aplicada

d : Deformación

k : Coeficiente de reacción del suelo

El modelo de Winkler ha ganado importancia debido a la simplicidad que posee para representar un problema de alta complejidad. La relación deformación - presión es tan compleja que un gran número de investigadores ha intentado representarla mediante gráficos (Mejía, 2017). Esto origina variedad de resultados y modelos diferentes entre sí, pues dependen de las condiciones usadas tales como:

- Condiciones de carga
- Tipo de material de cimentación
- Forma de la cimentación
- Dimensiones de la cimentación
- Rigidez de la cimentación
- Dirección de las cargas
- Tipo de suelo

El coeficiente de reacción del suelo o coeficiente de balasto se puede hallar tanto experimentalmente, mediante un ensayo de carga sobre placas metálicas o teóricamente, mediante fórmulas planteadas por investigadores como Vesic o Terzaghi. Esto en base a los estudios que realizaron y los ensayos que aplicaron, con el objetivo de reducir la incertidumbre al momento de hallar este parámetro tan importante en el análisis de la respuesta suelo - estructura.

- **Objeciones y mejoras de este método**

Se menciona que este método puede ser usado para el cálculo de cimentaciones rígidas y flexibles. Si bien se decide optar por métodos simplificados para cimentaciones rígidas, se sugiere considerar el método de balasto para el

cálculo de elementos flexibles, en los cuales se tiene una distribución de tensiones irregular (Jines, 2017).

Existen varios comentarios resaltantes sobre este método, los cuales son:

- El módulo de balasto no es una función exclusiva del terreno, ya que depende de las características geométricas de la cimentación y la estructura que sostiene.
- La precisión depende de la rigidez relativa del conjunto estructura-fundación respecto a la del suelo.
- Se supone comportamiento independiente de las cargas existentes en sus alrededores. A continuación, se muestran las formas de determinar el coeficiente de balasto.

Placa de carga y Terzaghi

Consiste en un ensayo donde se coloca una placa que puede ser cuadrada o circular, a la cual se le aplica cargas, obteniendo así un coeficiente de balasto acompañado de un subíndice que dependerá de las dimensiones de la placa.

El módulo de balasto se obtiene con la siguiente fórmula:

$$k_s \text{ rectangular} = \frac{2}{3} * k_s \text{ cuadrado} * \left(1 + \frac{b}{2L}\right) \quad (2.10)$$

Donde:

b : Menor dimensión del rectángulo

L : Mayor dimensión del rectángulo

$k_s \text{ cuadrado}$: k_s obtenido de un ensayo de placa de carga con una placa cuadrada También se tiene ecuaciones según el tipo de suelo que se tenga:

$$k_s \text{ cuadrado cohesivo} = k_{s30} * \frac{0.5}{b} \quad (2.11)$$

$$k_s \text{ cuadrado granular} = k_{s30} * \left(\frac{b + 0.30}{2b}\right) * 2 \quad (2.12)$$

Donde:

b : Lado del cuadrado

k_{30} : k_s obtenido de un ensayo de placa de carga con una placa cuadrada de 30 cm de lado

Como referencia Terzaghi planteó, en base a diversos ensayos experimentales, los siguientes valores de k_{30} . Estos dependen del tipo de suelo, su compacidad y la resistencia a compresión simple de estos:

Tabla 12.
Valores de k_{30} propuestos por Terzaghi

Suelo	k_{30} (kg/cm ³)
Arena seca o húmeda	
Suelta	1.30
Media	4.00
Compacta	16.00
Arena sumergida	
Suelta	0.80
Media	2.50
Compacta	10.00
Arcilla	
$q_u = 1 - 2 \text{ kg/cm}^2$	2.50
$q_u = 2 - 4 \text{ kg/cm}^2$	5.00
$q_u > 4 \text{ kg/cm}^2$	10.00

Cabe decir que, los valores en la Tabla 12 son valores medios para el rango considerado y se podría ser más preciso si se interpolara los valores dentro de los rangos específicos. Además de Terzaghi, otros autores han planteado rangos según el tipo de suelo analizado y estos se muestran a continuación:

Tabla 13.
Valores de k_{30} propuestos por varios autores

Suelo	k_{30} (kg/cm ³)
Arena fina de playa	1-1.5
Arena floja, seca o húmeda	1-3
Arena media, seca o húmeda	3-9
Arena compacta, seca o húmeda	9-20
Gravilla arenosa floja	4-8
Gravilla arenosa compacta	9-25
Grava arenosa floja	7-12
Grava arenosa compacta	12-30
Margas arcillosas	20-40
Rocas blandas o algo alteradas	30-500
Rocas sanas	800-30 000

Fuente: Gesto de Dios (2006)

En la Tabla 13, solo se indican valores propuestos por algunos autores (Jines, 2017) y se sugiere usarlos como referencia únicamente, ya que no se puede conectar directamente con los tipos de suelo que tiene el Perú. Además del ensayo de placa de carga, se ha demostrado que el coeficiente de balasto se puede determinar mediante el uso de parámetros elásticos propios del suelo estudiado como se muestra a continuación.

SVesic

$$k_s = \frac{E_s}{(B * (1 - \nu_s^2))} \quad (2.13)$$

Donde:

B: Ancho de la cimentación

E_s: Módulo de elasticidad del suelo

ν_s: Módulo de Poisson del suelo

Klepikov

$$k_s = \frac{E_s}{(w * A^{0.5} * (1 - \nu_s^2))} \quad (2.14)$$

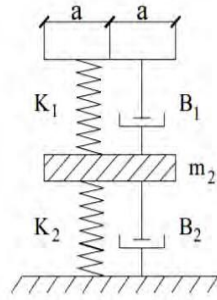
Donde:

A: Área de la base de la cimentación

w: Coeficiente de forma de la cimentación que depende de *B* y *L* (dimensiones de la cimentación)

Modelo dinámico V.A. Illichev

Este modelo dinámico fue propuesto teniendo en cuenta un espacio elástico donde existan problemas ondulatorios de interacción suelo - estructura. El esquema propuesto para este modelo es el siguiente:



$$\kappa_s = \frac{E_s}{(w * A^{0.5} * (1 - \nu_s^2))} \quad (2.15)$$

$$E_z = E_o * (tg\varphi * \frac{z}{\alpha} + 1) \quad (2.16)$$

Donde:

E_o : Módulo de elasticidad (ton/m²) del suelo a nivel 0

φ : Ángulo de fricción interna del suelo

E_z : Módulo de deformación den la coordenada z

A : Área de la cimentación

α : 1 m

ν_s : Velocidad de ondas longitudinales (m/s)

Asimismo, se debe calcular el valor del coeficiente a , ya que con este se define el rango donde las propiedades de deformación varían ($3a$; $5a$). Por tal motivo, se definen las siguientes ecuaciones.

2.3. Definición de términos básicos

Cangrejeras. Espacios vacíos o de aire que se producen en los elementos de concreto por deficiencia o por exceso de vibrado. (Peña P, 2011, p. 7).

Carga Muerta. Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación de su magnitud, pequeña en el tiempo. (Ministerio de vivienda c. y., 2006, p. 201).

Carga Viva. Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la edificación. (Ministerio de vivienda c. y., 2006, p. 201).

Carga. Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efecto del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos. (Ministerio de vivienda c. y., 2006, p. 201).

Ductilidad. Capacidad de deformación una vez rebosado el límite el límite de proporcionalidad. En ingeniería sísmica capacidad que posee los componentes de un sistema estructural de hacer incursiones alternadas en el dominio inelástico sin pérdida apreciable de su capacidad resistente. (Peña P, 2011, p. 12).

Esbeltez de una Edificación. Cociente de dividir su altura entre su menor dimensión en planta. (Peña P, 2011, p 13).

Grieta. Aparecen en el hormigón debido a las contracciones irregulares. (Peña P, 2011, p. 16).

Junta de Construcción. Junta rígida, inamovible, que establece entre dos partes. (Peña P, 2011, p. 17).

Junta de Dilatación. Se utiliza para evitar el agrietamiento debido a cambios dimensionales térmicos en el concreto. (Peña P, 2011, p. 17).

Muros estructurales. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominante por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base (Ministerio de Vivienda, 2017, p. 17).

Nivel Freático. Altura donde se encuentra una capa de agua subterránea. (Peña P, 2011, p. 20).

Pórticos. Por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengas muros estructurales, éstos se diseñan para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez (Ministerio de Vivienda, 2017, p 17).

Suelos arenosos. O en algunos otros donde los primeros 15 cm de agua se filtran en menos de 30 minutos después del periodo nocturno de expansión, el intervalo de tiempo entre mediciones debe ser de 10 minutos y la duración de la prueba una hora. (Ministerio de vivienda c. y., 2006, p. 388).

Suelos blandos. En general el término de suelo blando se aplica a las arcillas (suelos cohesivos) con una resistencia de 2 a 4 golpes en la prueba de penetración estándar (resistencia a la compresión simple de 0.25 a 0.50 kg/cm²).

Suelos cohesivos. A diferencia de los anteriores, esta categoría de suelos se caracteriza por un tamaño más fino de sus partículas constituyentes (inferior a 0.08 mm.), lo que les confiere unas propiedades de superficie ciertamente importantes. La cohesión es la principal propiedad desde el punto de vista mecánico de este tipo de suelos; se define como la fuerza interparticular producida por el agua de constitución del suelo, siempre y cuando este no esté saturado.

Suelos granulares. Es un tipo de suelo, está formado por partículas agregadas y sin cohesión entre ellas dado el gran tamaño de las mismas. Su origen obedece fundamentalmente a procesos de meteorización física: lajamiento, termoclastia, o fenómenos de hidratación física.

Superestructura. Parte de una construcción que está por encima del nivel del suelo. (Peña P, 2011, p. 27).

Vida Útil. Duración económica probable de una edificación. (Peña P, 2011, p. 30).

III. MÉTODOS Y MATERIALES

3.1. Hipótesis de la investigación

3.1.1. Hipótesis general

HG El diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado influye en la interacción suelo-estructura, en suelos blandos en el distrito de Nazca-Ica-2021.

3.1.2. Hipótesis específicas

- H1. Los asentamientos inciden en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado considerando la interacción suelo-estructura en suelos blandos en el distrito Nazca-Ica-2021.
- H2. El metrado de carga incide en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado considerando la interacción suelo-estructura en suelos blandos en el distrito Nazca-Ica-2021.
- H3. La capacidad de carga incide en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado considerando la interacción suelo-estructura en suelos blandos en el distrito Nazca-Ica-2021.

3.2. Variables de estudio

3.2.1. Definición conceptual

Variable independiente: diseño sismorresistente.

Según Cutimbo Choque (2016), “Los criterios de diseño sismorresistente que usualmente van desarrolladas en las normas de diseño están orientados a seguir una filosofía de diseño. Este define cual es el comportamiento deseado. La gran mayoría de normas del mundo coinciden en que los objetivos generales de la construcción sismorresistente deben seguir los siguientes principios:

- Prevenir daños no estructurales para temblores o terremotos pequeños, que puedan ocurrir frecuentemente durante la vida útil (de servicio) de una estructura.

- Prevenir daños estructurales y hacer que los no estructurales sean mínimos, para terremotos moderados que pueden ocurrir de vez en cuando. (usualmente se señala expresamente que la estructura sufriría varios de estos).
- Evitar el colapso o daños graves en terrenos intensos y larga duración que pueda ocurrir raras veces. (usualmente no durante la vida útil de la estructura).” (p.13)

Variable dependiente: interacción suelo estructura.

Definición conceptual: según Villanueva (2018) lo define como “Fenómeno que se genera mediante la unión dinámica entre a base de fundación y la estructura, causado por las fuerzas dinámicas externas repetidas, el cual influye en la condición esfuerzo-deformación de la edificación” (p.30).

Definición operacional: la variable Interacción suelo-estructura se trató mediante el análisis del comportamiento mecánico y dinámico del suelo de fundación, en cual se determinó por medio de sus indicadores.

3.2.2. Definición operacional

Tabla 14.
Operacionalización de variable.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS	ESCALA DE MEDICIÓN
I: DISEÑO SISMORRESISTENTE	I.1 METRADO DE CARGAS	I.1.1 Columnas	ton	Razón
		I.1.2 Vigas	ton	Razón
		I.1.3 Placas	ton	Razón
		I.1.4 Losas	ton	Razón
D: INTERACCION SUELO - ESTRUCTURA	D.1 COMPORTAMIENTO MECANICO DEL SUELO DE FUNDACION	D.1.1 CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO	tonf/cm2	Razón
		D.1.2 MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO	tonf/cm2	Razón
	D.2 COMPORTAMIENTO DINAMICO DEL SUELO DE FUNDACION.	D.2.1 MODELO DINAMICO SNIP	tonf/cm2	Razón
		D.2.2 MODELO DINAMICO DE D.D. BARKAN O.A. SAVINOV	tonf/cm2	Razón

3.3. Diseño de la investigación

Tal como lo afirma Borja Suarez (2012), sostiene que “Los diseños no experimentales se basan en la obtención de información sin manipular los valores de la variable, es decir tal y como se manifiestan las variables en la realidad.” (p. 29).

3.4. Tipo y nivel de la investigación

La presente investigación tiene por objetivo demostrar que el Diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado y su interacción suelo-estructura en suelos blandos en el distrito Nazca-Ica, 2021, determine la causa y el efecto de dicha relación, para ello se está utilizando el tipo de investigación **aplicativo** y el nivel de investigación es **explicativo**. Tal como lo afirma Borja Suarez (2012), “los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre variables. Buscan las causas que originan ciertos fenómenos físicos o sociales. Su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o porqué se relaciona entre dos o más variables.” (p. 14).

3.4.1. Investigación tecnológica

Según Borja Suarez (2012), nos dice “que tiene como objetivo la solución de problemas prácticos, lo cual implica la intervención o transformación de la propia realidad, que se manifiesta en el diseño de nuevos productos, nuevos procedimientos, nuevos métodos, etc.” (p. 11).

3.4.2. Método de Investigación.

Cuantitativo Según Borja Suarez (2012), sostiene que:

Una forma confiable para conocer la realidad es a través de la recolección y análisis de datos, con lo que se podría contestar las preguntas de la investigación y probar las hipótesis. Este tipo de investigación confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud padrones de comportamiento en una población. (p. 11-12).

3.5. Población y muestra de estudio

3.5.1. Población

Según Borja Suarez (2012), nos define “desde un punto de vista estadístico, se denomina población o universo al conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudio. Si queremos estudiar, por ejemplo, el coeficiente de inteligencia de estudiante universitario en el Perú, el universo serán todos los estudiantes universitarios a nivel Nacional. Si quisiéramos estudiar los problemas estructurales será todas las viviendas ubicadas en esta ciudad.” (p.30)

Para la presente investigación la población, está conformado por 20 trabajadores (residentes de obra, asistente de obra, ingenieros de producción, maestro de obra y capataces) de una empresa constructora de edificación situado en el distrito de Nazca de la región Ica.

3.5.2. Muestra

Según Hernández, Fernández, & Baptista (2006), definen que:

La muestra es en esencia, un sub grupo de la población en el que todos los elementos de ésta, tienen la misma posibilidad de ser elegidos.

En las muestras no probabilístico, el procedimiento no es mecánico, ni con base en formas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de una persona o de un grupo de personas y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación. En las muestras no probabilístico, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. (p. 241).

En la presente investigación se ha considerado el muestreo de tipo no probabilístico, intencional o dirigido, por lo tanto, la muestra es la misma población conformado por dos grupos intactos los cuales ya están definidos, conformado por 20 trabajadores.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

Según Borja Suarez (2012), “El instrumento de recolección de datos, el mismo que no son excluyentes y muy por el contrario son complementarias. Las principales técnicas son las siguientes: observación, la entrevista, le encuesta y las pruebas estandarizadas.” (p.33)

En esta investigación la técnica que se utilizo fue la observación. Orientada a la obtención de información para la capacidad actuante, asentamiento y metrados de cargas reportadas en las hojas de cálculo.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Para la presente investigación se utilizará el instrumento de ficha de observación Borja Suarez (2012), manifiesta que “para los proyectos de investigación en ingeniería, todos los datos observados se deben plasmar en formatos adecuados de recolección de información.” Para este caso se utilizará el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado con el objetivo de obtener un diseño en presencia de la interacción suelo estructura en suelos blandos.

Los instrumentos para la recolección de datos durante la investigación fueron los siguientes:

Planos de estructuras: donde se encuentran todos los elementos estructurales del edificio multifamiliar de concreto armado, lo cual permitió el desarrollo del metrado de cargas.

Hoja de cálculo de capacidad actuante, donde se utiliza los datos obtenidos por el programa etabs de la capacidad de la vivienda multifamiliar de 5 pisos más azotea en sus 4 esquinas y así obtener el asentamiento.

Validación y confiabilidad del instrumento

Tabla 15.

Validez del instrumento.

Mgtr. Ing. Chang Heredia Miguel Angel	Experto Temático
Mgtr. Ing. Christian Ovalle Paulino	Experto Metodólogo

- Mgtr. Ing. Chang Heredia Miguel Ángel: nos orientó en dar forma al título de la tesis, también en la matriz de consistencia entrelazar los problemas específicos, objetivos específicos e hipótesis.
- Mgtr. Ing. Christian Ovalle Paulino: nos orientó en el capítulo I en la justificación y capítulo III en el diseño la investigación.

3.7. Métodos de análisis de datos

Para el proceso analítico de los datos por las fichas de registro sobre los factores que limitan el oportuno diseño de una edificación en cimentaciones superficiales, las cuales se realizaron de acuerdo a la muestra, los resultados fueron tabulados en el programa Microsoft Office Excel 2013.

Se realizó un análisis estadístico con el apoyo del software SPSS con el cual se desarrolló el procesamiento y análisis de datos para la evaluación de comportamientos de las medidas como son: la media y la desviación estándar por lo que permitió la contrastación de las hipótesis.

Se utilizaron los siguientes estadígrafos.

- La estadística descriptiva: media, mediana, moda y media aritmética.
- Los análisis se realizaron con un nivel de significancia estadística del 95%.

3.8. Aspectos éticos

Como profesional en servicio a la sociedad y a mi país los trabajos de diseño sismorresistente deberán servir primordialmente a la sociedad. La investigación en ingeniería civil, tiene que mejorar el nivel de vida de la sociedad, evitara lesionar el buen nombre y el prestigio profesional de sus colegas, clientes y trabajadores.

Es por esta razón que se siguieron las normas éticas bajo las directrices para la elaboración de esta investigación cuasiexperimental.

IV. RESULTADOS

4.1. La contrastación de la hipótesis

4.1.1. Método estadístico para la contrastación de la hipótesis

Para la validez del presente trabajo de investigación se realizó mediante la técnica estadística NO paramétricas de escala ordinal. En este caso se utilizó la Rho de Spearman para observar el grado de correlación entre la variable independiente diseño sismorresistente y la variable dependiente interacción suelo-estructura y así contrastar la hipótesis general y las hipótesis específicas.

4.1.2. La contrastación de la hipótesis general

La hipótesis general se contrastó mediante la prueba estadística no paramétrica de escala Ordinal, por la prueba de Rho de Spearman se determinó que el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado incide en suelo-estructura, en suelos blandos en el distrito Nazca-Ica-2021.

Tabla 16.

Cuadro comparativo de las variables diseño sismorresistente y interacción suelo-estructura.

N° de total	VARIABLE INDEPENDIENTE: DISEÑO										VARIABLE DEPENDIENTE: INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA																				
	SISMORRESISTENTE										DIMENSION 1: COMPORTAMIENTO									DIMENSION 2: COMPORTAMIENTO											
	DIMENSIÓN 1: METRADO DE CARGAS										MECANICO DEL SUELO									DINAMICO DEL SUELO											
	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16	p17	p18	p19	p20	p21	p22	p23	p24	p25	p26	p27	p28	p29	p30	
Totalmente en																															
desacuerdo	2	1	1	2	1	4	0	4	2	4	0	2	2	4	3	3	0	3	2	3	3	0	1	2	2	3	7	1	0	3	
desacuerdo	1	1	2	0	3	1	2	2	1	3	1	2	1	2	1	0	0	2	1	0	1	3	4	2	1	2	0	5	2	2	
indiferente	0	4	2	6	2	4	7	4	2	1	4	4	2	5	1	2	0	1	0	4	3	5	3	0	5	4	2	1	2	5	
de acuerdo	8	7	13	3	7	5	5	7	4	3	4	6	5	4	5	2	9	11	7	7	9	7	5	9	8	9	10	9	11	10	
totalmente de																															
acuerdo	9	7	2	9	7	6	6	3	11	9	11	6	10	5	10	13	11	3	10	6	4	5	7	7	4	2	1	4	5	0	
total	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Fuente: Elaboración propia con Excel

4.2. Aplicación de la estadística inferencial de las variables

4.2.1. Normalización de la Influencia de las Variables 1 y 2.

Ho: “La variable independiente diseño sismorresistente y la variable dependiente interacción suelo-estructura se distribuyen en forma normal”

H1: “La variable independiente diseño sismorresistente y la variable dependiente interacción suelo-estructura no se distribuyen en forma normal”

N.S = 0.05

Tabla 17.

Pruebas de normalización

	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
V1: DISEÑO SISMORRESISTENTE	0,220	40	0,005
V2: INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA	0,185	40	0,004

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Se observa en la columna sig. Kolmogórov-Smirnov de todos son menores que 0.05, lo cual se rechaza la hipótesis Nula.

Conclusión:

La variable independiente diseño sismorresistente y la variable interacción suelo-estructura no se distribuyen en forma normal; por lo tanto, se aplicó la prueba estadística no paramétrica de escala ordinal de Rho de Spearman.

4.2.2. El Planteo de la hipótesis general

Ho: “El diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar concreto armado no influye en la interacción suelo-estructura en suelos blandos en el distrito Nazca-Ica, 2021”

H1: “El diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado si influye en la interacción suelo-estructura, en suelos blandos en el distrito de Nazca-Ica-2021.”

N.S: 0.05

La contrastación de la hipótesis: pruebas estadísticas no paramétricas de escala Ordinal. Se utilizó la prueba de Rho de Spearman.

Tabla 18.
Correlaciones de hipótesis general

		V1: DISEÑO SISMORRESISTENTE	V2: INTERACCION SUELO- ESTRUCTURA
Rho de Spearman	V1: DISEÑO	Coeficiente de correlación	1,000
	SISMORRESISTENTE	Sig. (bilateral)	.
		N	20
	V2: INTERACCION	Coeficiente de correlación	0,895
	SUELO- ESTRUCTURA	Sig. (bilateral)	0,017
		N	20

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Finalmente se observa que hay una marcada relación entre las variables diseño sismorresistente e interacción suelo-estructura del 89.5%

Conclusión: se puede concluir que, el diseño sismorresistente si mejorara significativamente en la interacción suelo-estructura en el edificio multifamiliar en el distrito de Nazca-Ica, 2021, a un nivel de significancia del 5% bilateral.

4.2.3. Planteo de las hipótesis específicas

Planteo de las hipótesis específica 1

Ho: “El comportamiento mecánico de los suelos no influyen en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado considerando su interacción suelo-estructura, en suelos blandos en el distrito de Nazca-Ica-2021.”

H1: “El comportamiento mecánico de los suelos si influyen en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado considerando su interacción suelo-estructura, en suelos blandos en el distrito de Nazca-Ica-2021.”

N.S: 0.05

La contrastación de la hipótesis: pruebas estadísticas no paramétricas de escala ordinal. Se utilizó la prueba de Rho de Spearman.

Tabla 19.
Correlaciones de hipótesis específica 1

		V1: DISEÑO SISMORRESISTENTE		V2: ASENTAMIENTO
Rho de Spearman	V1: DISEÑO	Coeficiente de correlación	1,000	0,895
	SISMORRESISTENTE	Sig. (bilateral) N	. 20	0,017 20
	V2: D1	Coeficiente de correlación	0,896	1,000
	ASENTAMIENTO	Sig. (bilateral) N	0,017 20	. 20

Fuente: *Elaboración propia en SPSS*

Finalmente se observa que hay una marcada relación entre las variables diseño sismorresistente y comportamiento mecánico del 89.6%

Conclusión: se puede concluir que, el diseño sismorresistente si mejorara significativamente en la interacción suelo-estructura en el edificio multifamiliar en el distrito de Nazca-Ica,2021. a un nivel de significancia del 5% bilateral.

Planteo de las hipótesis específica 2

Ho: “El metrado de carga no influye en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado considerando su interacción suelo-estructura, en suelos blandos en el distrito de Nazca-Ica-2021

H1: “El metrado de carga si influye en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado considerando su interacción suelo-estructura, en suelos blandos en el distrito de Nazca-Ica-2021.”

N.S: 0.05

La contrastación de la hipótesis: pruebas estadísticas no paramétricas de escala Ordinal. Se utilizó la prueba de Rho de Spearman.

Tabla 20.
Planteo de la hipótesis específica 2

			V1: DISEÑO SISMORRESI STENTE	V2: METRADO DE CARGA
Rho de Spearman	V1: DISEÑO SISMORRESI STENTE	Coeficiente de correlación	1,000	0,875
		Sig. (bilateral)	.	0,017
		N	20	20
	V2: D2: METRADO DE CARGA	Coeficiente de correlación	0,875	1,000
		Sig. (bilateral)	0,017	.
		N	20	20

Fuente: *Elaboración propia en SPSS*

Finalmente se observa que hay una marcada relación entre las variables diseño sismorresistente y cimentación superficial del 87.5%

Conclusión: se puede concluir que, el diseño sismorresistente si mejorara significativamente en la interacción suelo-estructura en el edificio multifamiliar en el distrito de Nazca-Ica,2021. a un nivel de significancia del 5% bilateral.

Planteo de las hipótesis específica 3

Ho: “El comportamiento dinámico de los suelos no influye en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado considerando su interacción suelo-estructura, en suelos blandos en el distrito de Nazca-Ica-202.”

H1: “El comportamiento dinámico de los suelos si influye en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado considerando su interacción suelo-estructura, en suelos blandos en el distrito de Nazca-Ica-202.”

N.S: 0.05

La contrastación de la hipótesis: pruebas estadísticas no paramétricas de escala ordinal. Se utilizó la prueba de Rho de Spearman.

Tabla 21.
Planteo de la hipótesis específica 3

		V1: DISEÑO SISMORRESISTENTE	V2: CAPACIDAD DE CARGA
Rho de Spearman	V1: DISEÑO	Coeficiente de correlación	1,000
	SISMORRE- SISTENTE	Sig. (bilateral)	.
		N	20
	V2: D3:	Coeficiente de correlación	0,887
	CAPACIDAD DE CARGA	Sig. (bilateral)	0,017
		N	20

Fuente: *Elaboración propia en SPSS*

Finalmente se observa que hay una marcada relación entre las variables diseño sismorresistente y cimentación superficial del 88.7%

Conclusión: se puede concluir que, el diseño sismorresistente si mejorará significativamente en la interacción suelo-estructura en el edificio multifamiliar en el distrito de Nazca-Ica,2021. a un nivel de significancia del 5% bilateral.

4.3. Aplicación de la estadística descriptiva de las variables

4.3.1. Variable independiente: diseño sismorresistente

Tabla 22.

¿Está de acuerdo con las curvas esfuerzo utilizado para el concreto armado en los diversos edificios multifamiliares del distrito de Nazca-Ica,2021?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	2	10,0	10,0	10,0
	desacuerdo	1	5,0	5,0	15,0
	de acuerdo	8	40,0	40,0	55,0
	totalmente de acuerdo	9	45,0	45,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

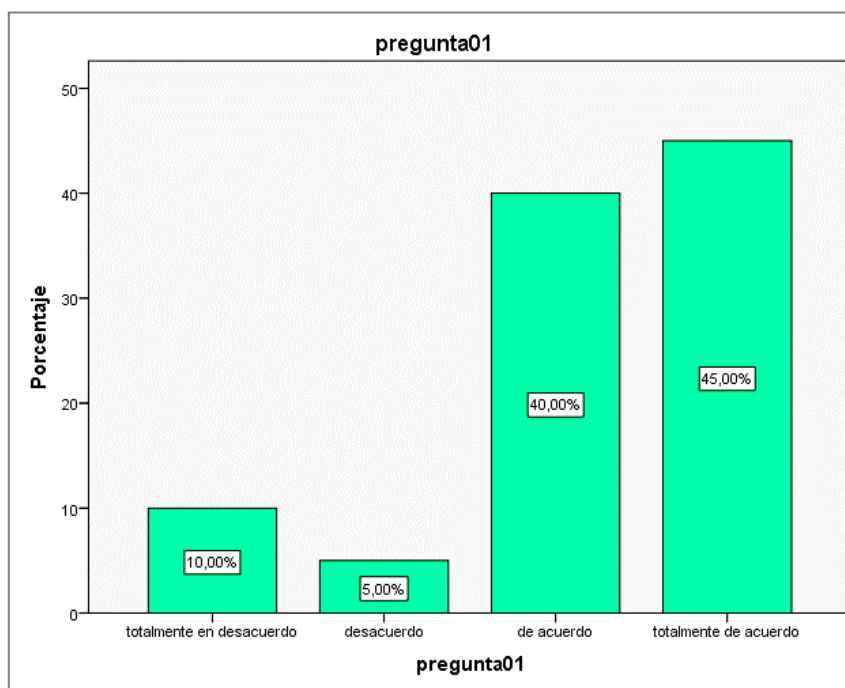


Figura 25. *¿Está de acuerdo con las curvas esfuerzo utilizado para el concreto armado en los diversos edificios multifamiliares del distrito de Nazca-Ica,2021?*

Interpretación: de los 20 encuestados el 45% dijeron totalmente de acuerdo sobre la pregunta 1, y el 5% dijeron desacuerdo.

Tabla 23.

¿Está bien a estructura para la construcción de las losas macizas en los diversos edificios multifamiliares del distrito de Nazca-Ica,2021?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	1	5,0	5,0	5,0
	desacuerdo	1	5,0	5,0	10,0
	indiferente	4	20,0	20,0	30,0
	de acuerdo	7	35,0	35,0	65,0
	totalmente de acuerdo	7	35,0	35,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

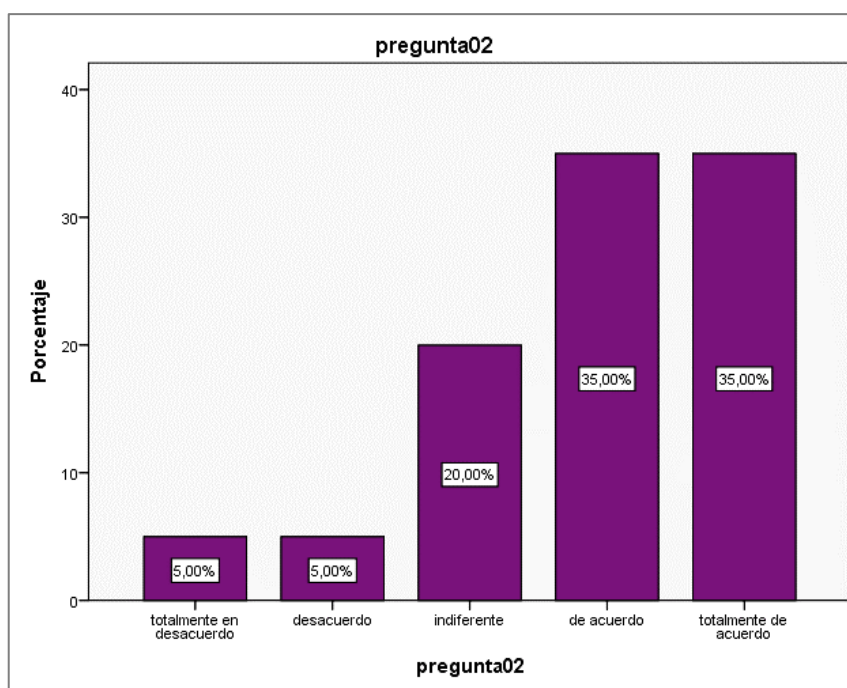


Figura 26. ¿Está bien a estructura para la construcción de las losas macizas en los diversos edificios multifamiliares del distrito de Nazca-Ica,2021?

Interpretación: de los 20 encuestados el 35% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta 2, y el 5% dijeron totalmente en desacuerdo.

Tabla 24.

¿Está conforme con la utilización de mansur para las estructuras de las losas macizas del concreto armado en los diversos edificios multifamiliares en el distrito de Nazca-Ica,2021?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	1	5,0	5,0	5,0
	desacuerdo	2	10,0	10,0	15,0
	indiferente	2	10,0	10,0	25,0
	de acuerdo	13	65,0	65,0	90,0
	totalmente de acuerdo	2	10,0	10,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

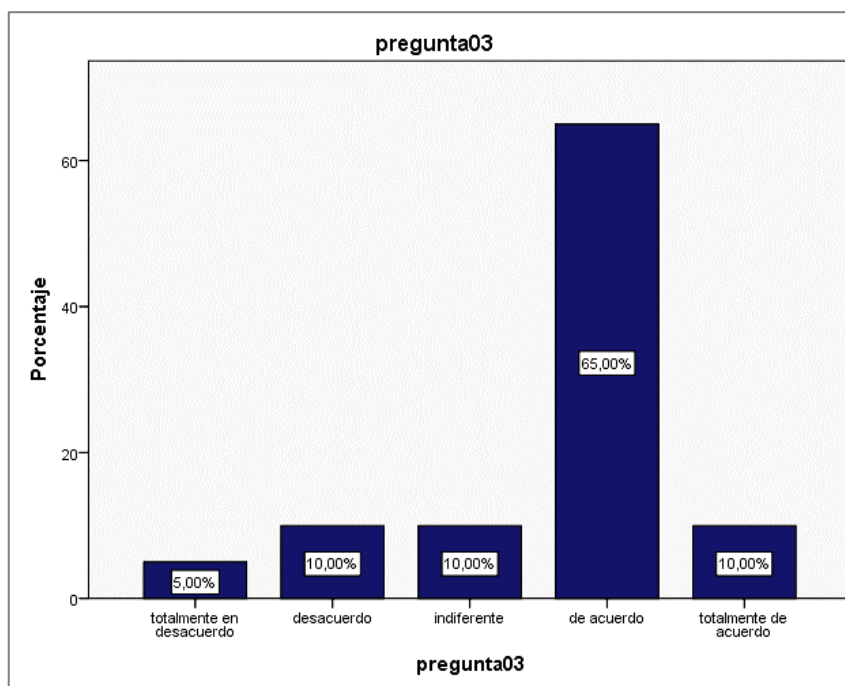


Figura 27. *¿Está conforme con la utilización de mansur para las estructuras de las losas macizas del concreto armado en los diversos edificios multifamiliares en el distrito de Nazca-Ica,2021?*

Interpretación: de los 20 encuestados se observa que el 65% afirmaron de acuerdo a la pregunta 3, y el 5% dijeron totalmente en desacuerdo.

Tabla 25.

¿Está conforme con los metrados de carga para las estructuras de las losas macizas del concreto armado en los edificios multifamiliares en el distrito de Nazca-Ica,2021?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	2	10,0	10,0	10,0
	Indiferente	6	30,0	30,0	40,0
	de acuerdo	3	15,0	15,0	55,0
	totalmente de acuerdo	9	45,0	45,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

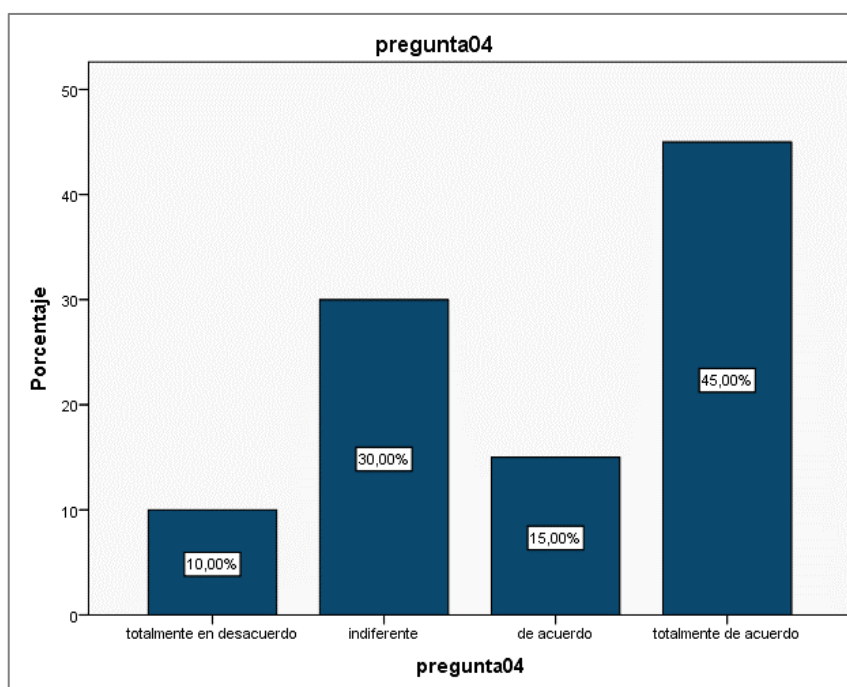


Figura 28. *¿Está conforme con los metrados de carga para las estructuras de las losas macizas del concreto armado en los edificios multifamiliares en el distrito de Nazca-Ica,2021?*

Interpretación: de los 20 encuestados se observa que el 45% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta 4, y el 10% dijeron totalmente en desacuerdo.

Tabla 26.

¿Está conforme con los estudios que se realiza en el proyecto del edificio multifamiliar?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	1	5,0	5,0	5,0
	desacuerdo	3	15,0	15,0	20,0
	indiferente	2	10,0	10,0	30,0
	de acuerdo	7	35,0	35,0	65,0
	totalmente de acuerdo	7	35,0	35,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

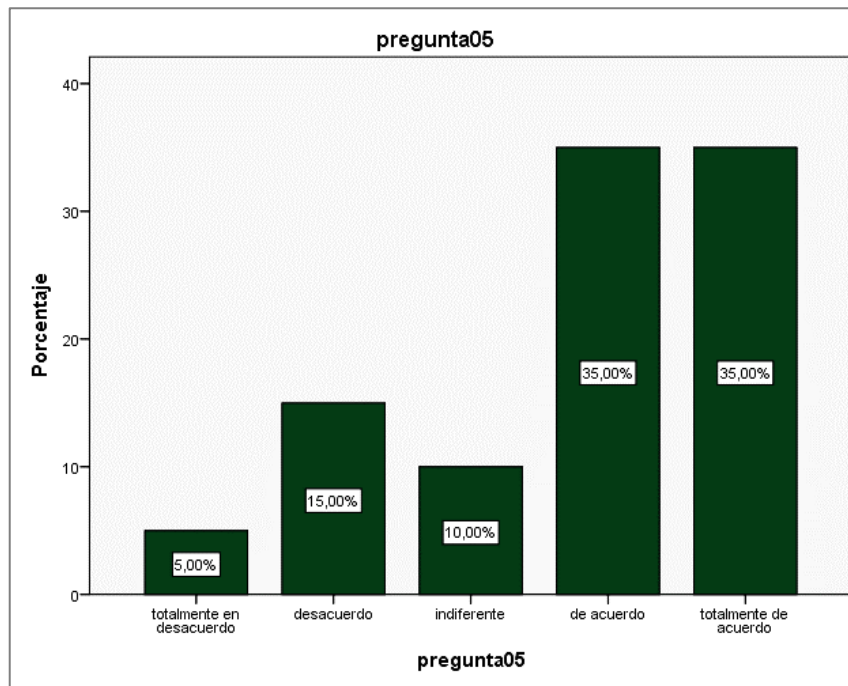


Figura 29. ¿Está conforme con los estudios que se realiza en el proyecto del edificio multifamiliar?

Interpretación: de los 20 encuestados el 35% dijeron de acuerdo a la pregunta 5, y el 5% dijeron totalmente en desacuerdo.

Tabla 27.

¿Está conforme con los estudios que se realizó en el proyecto de los diversos edificios multifamiliares?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	4	20,0	20,0	20,0
	desacuerdo	1	5,0	5,0	25,0
	indiferente	4	20,0	20,0	45,0
	de acuerdo	5	25,0	25,0	70,0
	totalmente de acuerdo	6	30,0	30,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

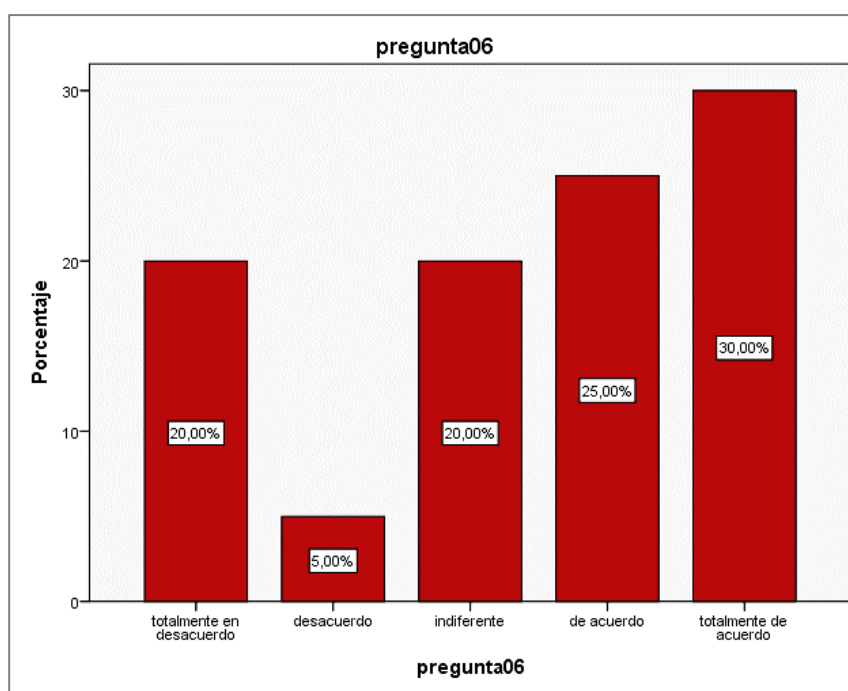


Figura 30. ¿Está conforme con los estudios que se realizó en el proyecto de los diversos edificios multifamiliares?

Interpretación: de los 20 encuestados el 30% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: muy conforme sobre la pregunta 6, y el 5% dijeron desacuerdo.

Tabla 28.

¿Cree usted que el sistema de vigas y ejes método de integración indeterminado se aplicará mejor en este tipo de proyectos de comportamiento sísmico en las losas macizas del concreto armado de los edificios multifamiliares?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	desacuerdo	2	10,0	10,0	10,0
	indiferente	7	35,0	35,0	45,0
	de acuerdo	5	25,0	25,0	70,0
	totalmente de acuerdo	6	30,0	30,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

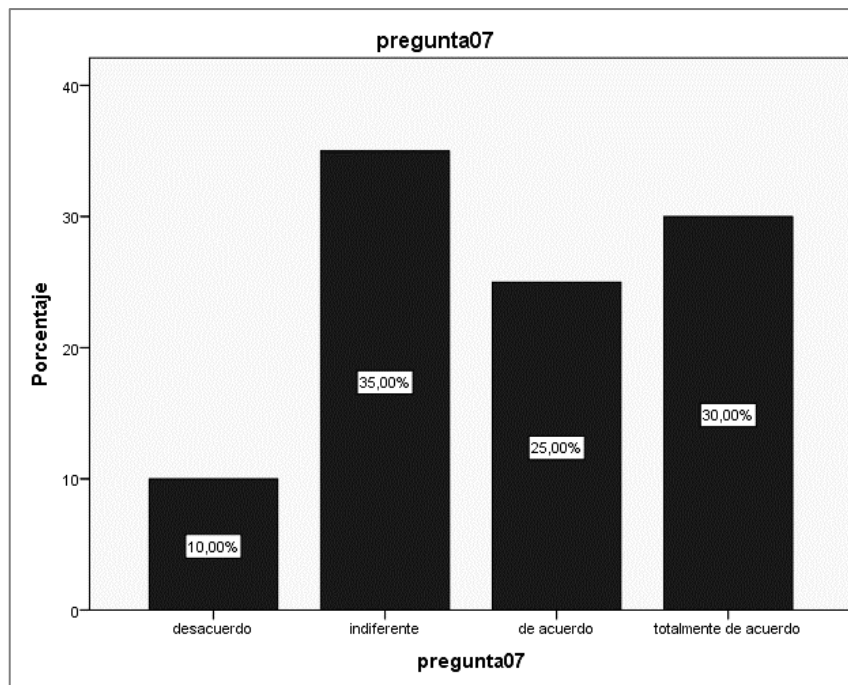


Figura 31. ¿Cree usted que el sistema de vigas y ejes método de integración indeterminado se aplicará mejor en este tipo de proyectos de comportamiento sísmico en las losas macizas del concreto armado de los edificios multifamiliares?

Interpretación: de los 20 encuestados el 35% dijeron indiferente a la pregunta 7, y el 10% dijeron desacuerdo.

Tabla 29.

¿Cree usted que el sistema de vigas y ejes método de integración se aplicará mejor en este tipo de proyectos de comportamiento sísmico en las losas macizas del concreto armado de los edificios multifamiliares?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	4	20,0	20,0	20,0
	desacuerdo	2	10,0	10,0	30,0
	indiferente	4	20,0	20,0	50,0
	de acuerdo	7	35,0	35,0	85,0
	totalmente de acuerdo	3	15,0	15,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

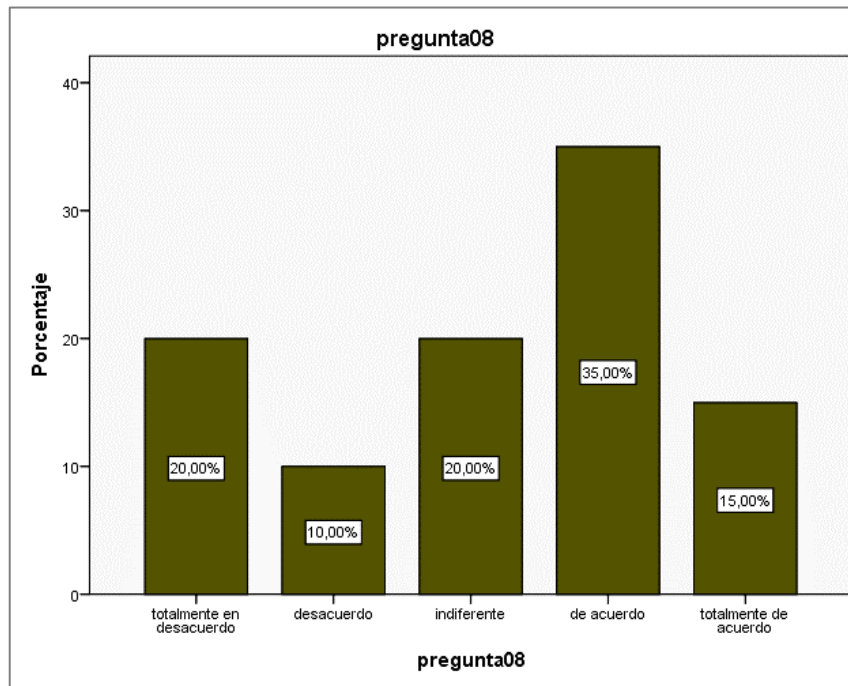


Figura 32. ¿Cree usted que el sistema de vigas y ejes método de integración se aplicará mejor en este tipo de proyectos de comportamiento sísmico en las losas macizas del concreto armado de los edificios multifamiliares?

Interpretación: de los 20 encuestados el 35% dijeron de acuerdo a la pregunta 8, y el 10% dijeron desacuerdo.

Tabla 30.

¿Cree usted que el sistema de vigas y ejes método de integración de momento de área se aplicará mejor en este tipo de proyectos de comportamiento sísmico en las losas macizas del concreto armado de los edificios multifamiliares?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	2	10,0	10,0	10,0
	desacuerdo	1	5,0	5,0	15,0
	indiferente	2	10,0	10,0	25,0
	de acuerdo	4	20,0	20,0	45,0
	totalmente de acuerdo	11	55,0	55,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

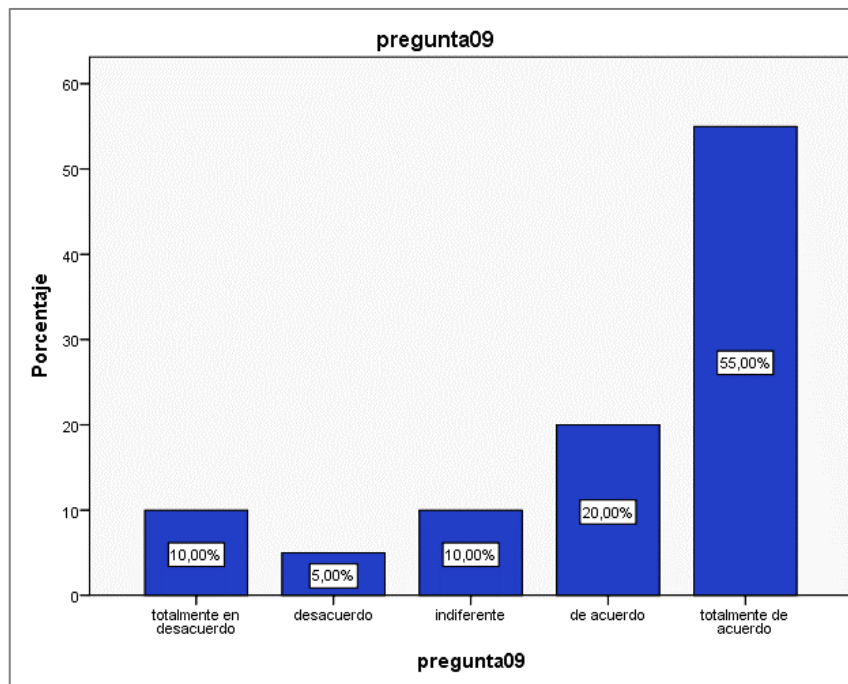


Figura 33. ¿Cree usted que el sistema de vigas y ejes método de integración de momento de área se aplicará mejor en este tipo de proyectos de comportamiento sísmico en las losas macizas del concreto armado de los edificios multifamiliares?

Interpretación: de los 20 encuestados el 55% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta 9, y el 5% dijeron desacuerdo.

Tabla 31.

¿Cree usted que el sistema de vigas y ejes método de integración de superposición se aplicará mejor en este tipo de proyectos de comportamiento sísmico en las losas macizas del concreto armado de los diversos edificios multifamiliares?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	4	20,0	20,0	20,0
	desacuerdo	3	15,0	15,0	35,0
	indiferente	1	5,0	5,0	40,0
	de acuerdo	3	15,0	15,0	55,0
	totalmente de acuerdo	9	45,0	45,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

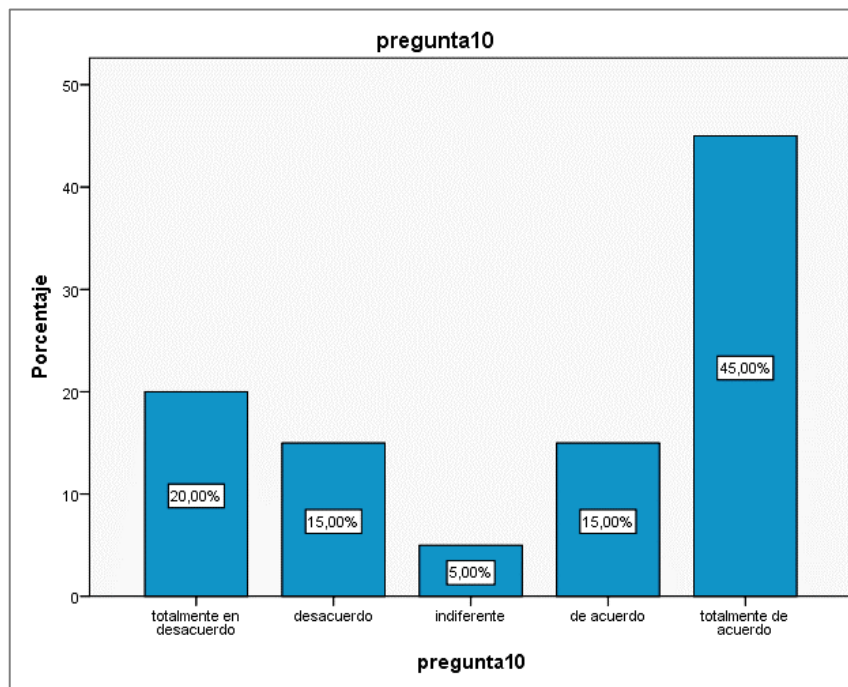


Figura 34. ¿Cree usted que el sistema de vigas y ejes método de integración de superposición se aplicará mejor en este tipo de proyectos de comportamiento sísmico en las losas macizas del concreto armado de los diversos edificios multifamiliares?

Interpretación: de los 20 encuestados el 45% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta 10, y el 5% dijeron indiferente.

Tabla 32.

¿Está conforme con los procesos de hormigón reforzado con fibra utilizado en las losas de macizas de los concretos armados en los diversos edificios multifamiliares?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	desacuerdo	1	5,0	5,0	5,0
	indiferente	4	20,0	20,0	25,0
	de acuerdo	4	20,0	20,0	45,0
	totalmente de acuerdo	11	55,0	55,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

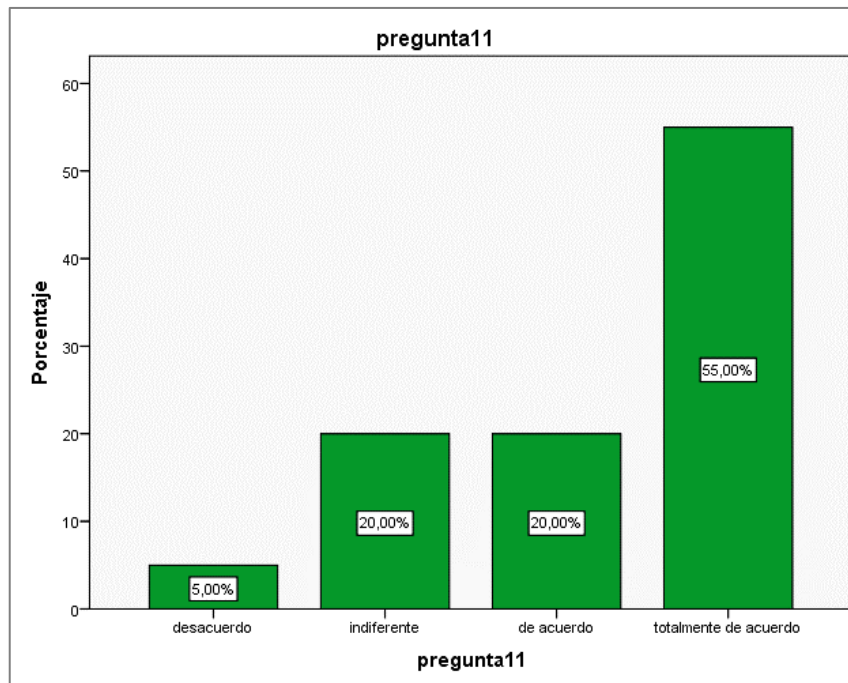


Figura 35. ¿Está conforme con los procesos de hormigón reforzado con fibra utilizado en las losas de macizas de los concretos armados en los diversos edificios multifamiliares?

Interpretación: de los 20 encuestados el 55% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta 11, y el 5% dijeron desacuerdo.

Tabla 33.

¿Cree usted que la fibra de carbono es la mejor opción de la utilización de este sistema para la construcción del concreto armado de los diversos edificios multifamiliares?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	2	10,0	10,0	10,0
	desacuerdo	2	10,0	10,0	20,0
	indiferente	4	20,0	20,0	40,0
	de acuerdo	6	30,0	30,0	70,0
	totalmente de acuerdo	6	30,0	30,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

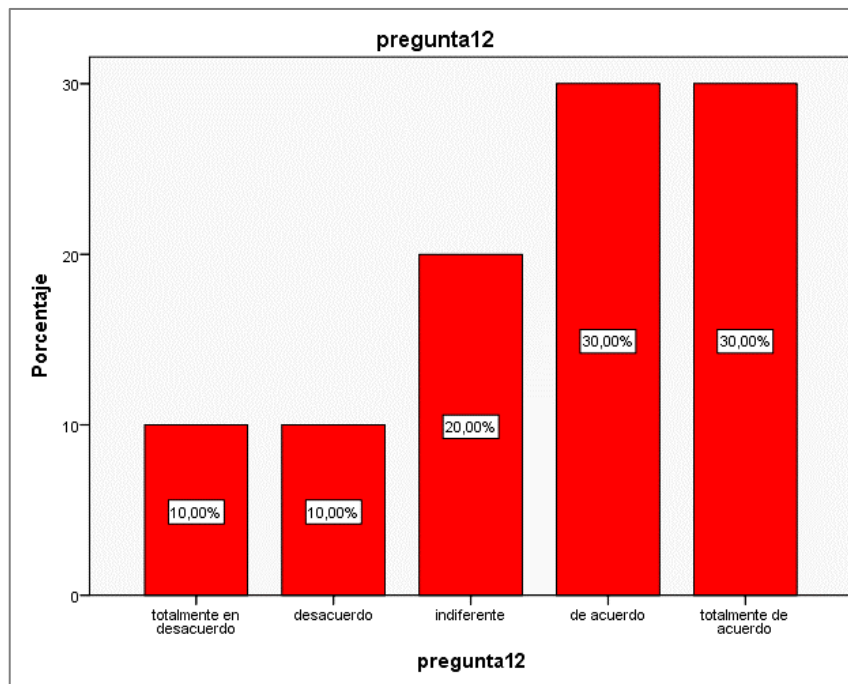


Figura 36. ¿Cree usted que la fibra de carbono es la mejor opción de la utilización de este sistema para la construcción del concreto armado de los diversos edificios multifamiliares?

Interpretación: de los 20 encuestados el 30% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta 12, y el 10% dijeron desacuerdo.

Tabla 34.

¿Está de acuerdo con el hormigón endurecido utilizados en el proyecto de los diversos edificios multifamiliares?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	2	10,0	10,0	10,0
	desacuerdo	1	5,0	5,0	15,0
	indiferente	2	10,0	10,0	25,0
	de acuerdo	5	25,0	25,0	50,0
	totalmente de acuerdo	10	50,0	50,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

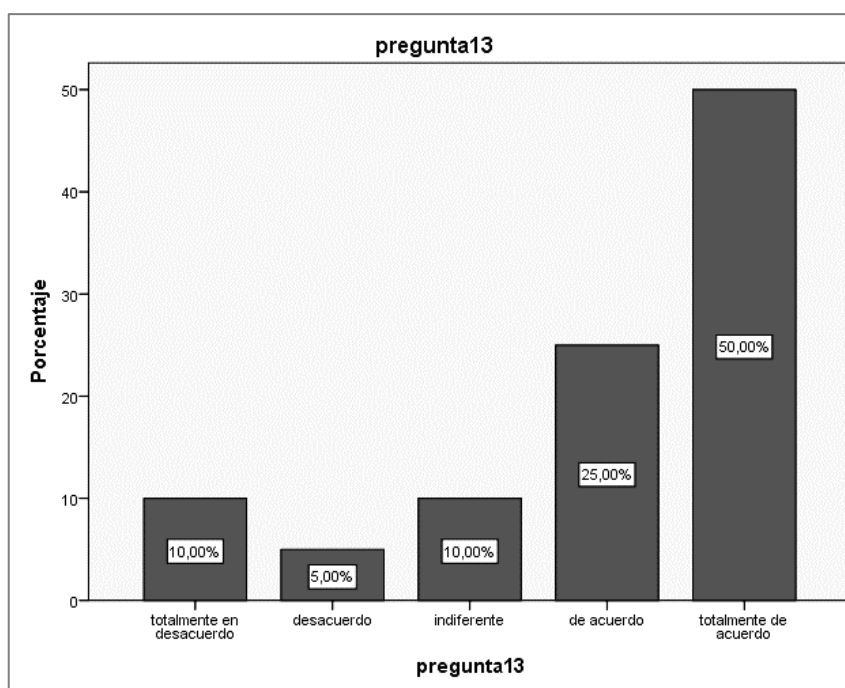


Figura 37. ¿Está de acuerdo con el hormigón endurecido utilizados en el proyecto de los diversos edificios multifamiliares?

Interpretación: de los 20 encuestados el 50% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta 13, y el 5% dijeron desacuerdo.

Tabla 35.

¿Está de acuerdo con los métodos de dosificación utilizados para la creación de losas macizas de concreto armado en los edificios multifamiliares?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	4	20,0	20,0	20,0
	desacuerdo	2	10,0	10,0	30,0
	indiferente	5	25,0	25,0	55,0
	de acuerdo	4	20,0	20,0	75,0
	totalmente de acuerdo	5	25,0	25,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

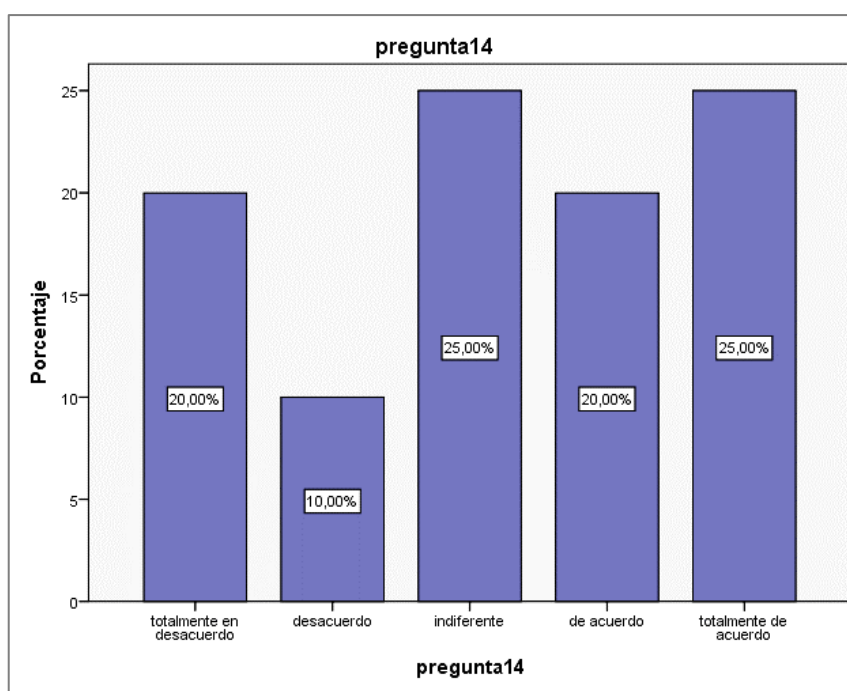


Figura 38. *¿Está de acuerdo con los métodos de dosificación utilizados para la creación de losas macizas de concreto armado en los edificios multifamiliares?*

Interpretación: de los 20 encuestados el 25% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta 14, y el 10% dijeron desacuerdo.

Tabla 36.

¿Está conforme con el proceso de hormigón estado endurecido utilizado en las losas de macizas del concreto armado en los edificios multifamiliares con sistema aporticado?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	3	15,0	15,0	15,0
	desacuerdo	1	5,0	5,0	20,0
	indiferente	1	5,0	5,0	25,0
	de acuerdo	5	25,0	25,0	50,0
	totalmente de acuerdo	10	50,0	50,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

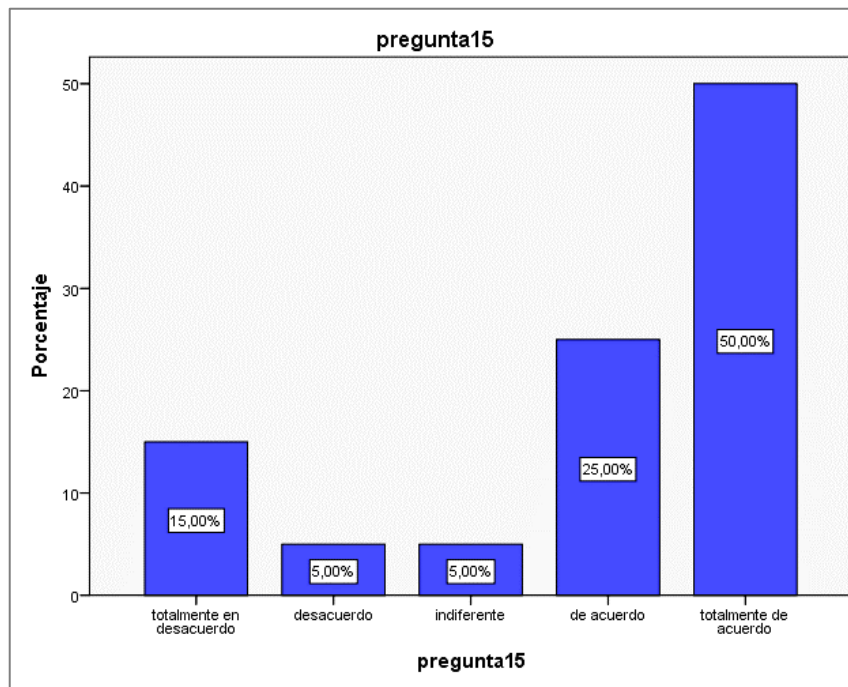


Figura 39. *¿Está conforme con el proceso de hormigón estado endurecido utilizado en las losas de macizas del concreto armado en los edificios multifamiliares con sistema aporticado?*

Interpretación: de los 20 encuestados el 50% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta 15, y el 5% dijeron desacuerdo.

4.3.2. Variable dependiente: interacción suelo estructura.

Tabla 37.

¿Está de acuerdo en los estudios de diseño sísmicos para la ejecución del proyecto?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	3	15,0	15,0	15,0
	indiferente	2	10,0	10,0	25,0
	de acuerdo	2	10,0	10,0	35,0
	totalmente de acuerdo	13	65,0	65,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

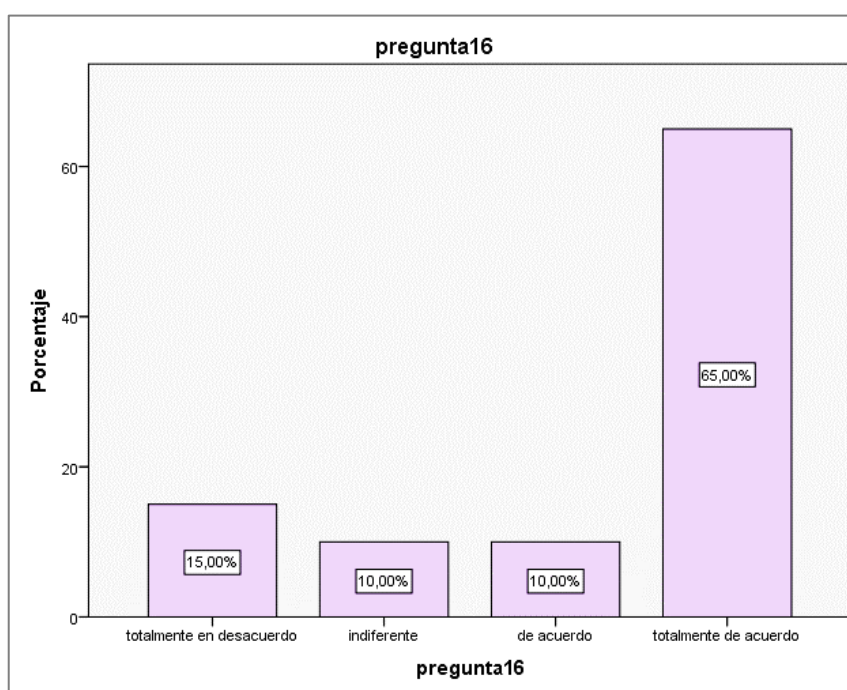


Figura 40. ¿Está de acuerdo en los estudios de diseño sísmicos para la ejecución del proyecto?

Interpretación: de los 20 encuestados el 65% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta 40, y el 10% dijeron indiferente.

Tabla 38.

¿Está de acuerdo en los estudios de diseño resistente para la ejecución del proyecto d los diversos edificios multifamiliares?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	de acuerdo	9	45,0	45,0	45,0
	totalmente de acuerdo	11	55,0	55,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

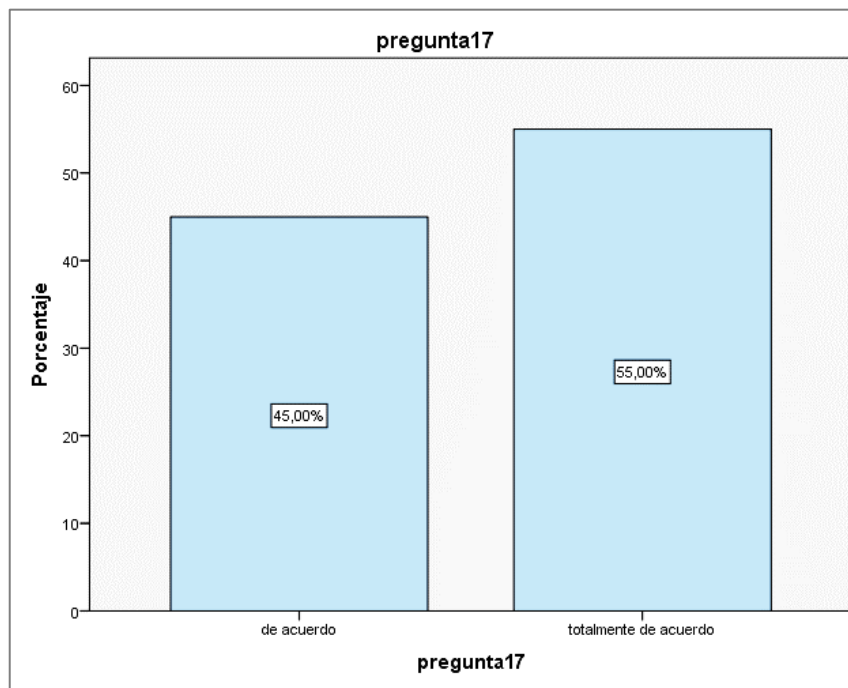


Figura 41. ¿Está de acuerdo en los estudios de diseño resistente para la ejecución del proyecto de los diversos edificios multifamiliares?

Interpretación: de los 20 encuestados el 55% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta 17, y el 45% dijeron de acuerdo.

Tabla 39.

¿Está de acuerdo en los estudios de prevención de amenazas sísmicas para la ejecución del proyecto?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	3	15,0	15,0	15,0
	desacuerdo	2	10,0	10,0	25,0
	indiferente	1	5,0	5,0	30,0
	de acuerdo	11	55,0	55,0	85,0
	totalmente de acuerdo	3	15,0	15,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

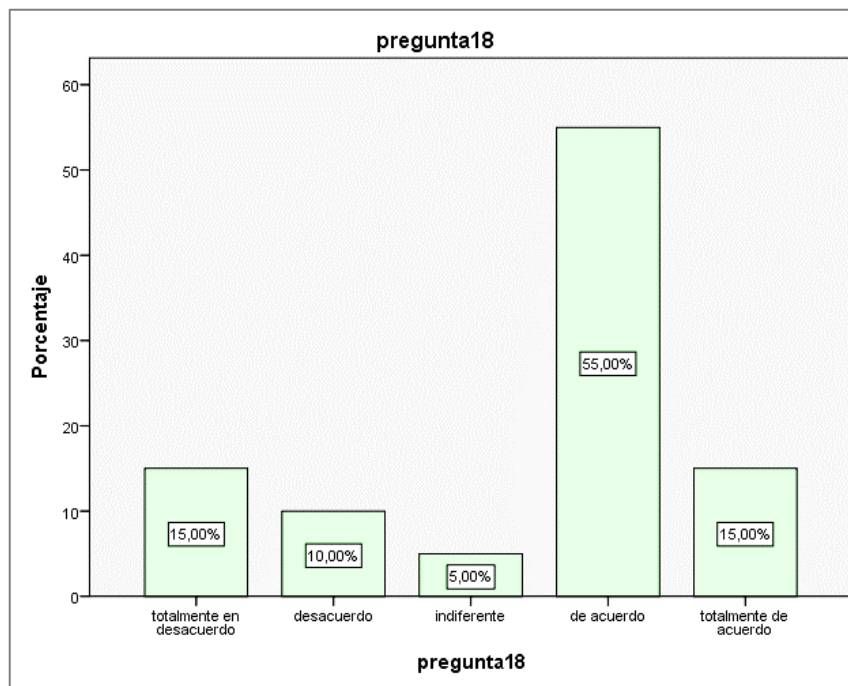


Figura 42. ¿Está de acuerdo en los estudios de prevención de amenazas sísmicas para la ejecución del proyecto?

Interpretación: de los 20 encuestados el 55% dijeron de acuerdo a la pregunta 18, y el 5% dijeron indiferente.

Tabla 40.

¿Está de acuerdo que se hagan más estudios sobre la interacción suelo estructura?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	2	10,0	10,0	10,0
	desacuerdo	1	5,0	5,0	15,0
	de acuerdo	7	35,0	35,0	50,0
	totalmente de acuerdo	10	50,0	50,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

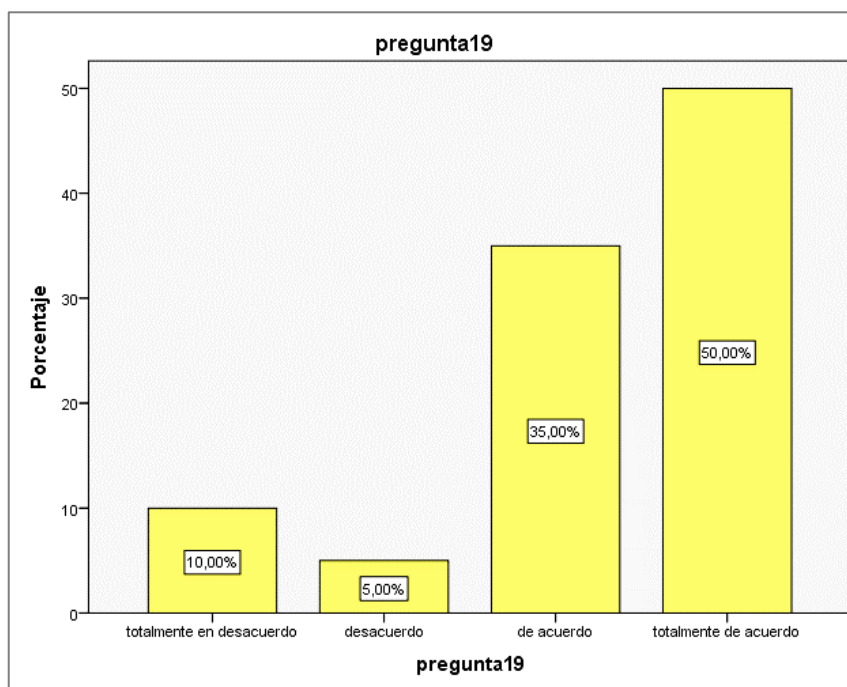


Figura 43. ¿Está de acuerdo que se hagan más estudios sobre la interacción suelo estructura?

Interpretación: de los 20 encuestados el 50% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta 19, y el 5% dijeron en desacuerdo.

Tabla 41.

¿Está de acuerdo en los estudios de la edificación y coeficiente de capacidad de disipación de energía considera para la ejecución del proyecto de losas macizas de concreto armado?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	3	15,0	15,0	15,0
	Indiferente	4	20,0	20,0	35,0
	de acuerdo	7	35,0	35,0	70,0
	totalmente de acuerdo	6	30,0	30,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

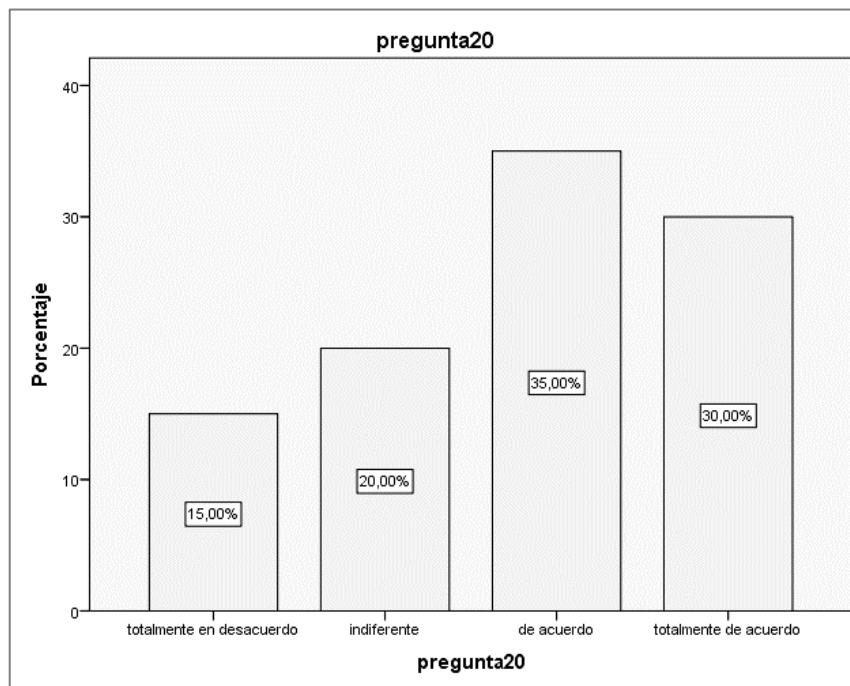


Figura 44. *¿Está de acuerdo en los estudios de la edificación y coeficiente de capacidad de disipación de energía considera para la ejecución del proyecto de losas macizas de concreto armado?*

Interpretación: de los 20 encuestados el 35% dijeron de acuerdo a la pregunta 20, y el 15% dijeron totalmente en desacuerdo.

Tabla 42.

¿Está conforme con el diseño de líneas de influencia para el desarrollo del proyecto de los diversos edificios multifamiliares?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	3	15,0	15,0	15,0
	Desacuerdo	1	5,0	5,0	20,0
	Indiferente	3	15,0	15,0	35,0
	de acuerdo	9	45,0	45,0	80,0
	totalmente de acuerdo	4	20,0	20,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

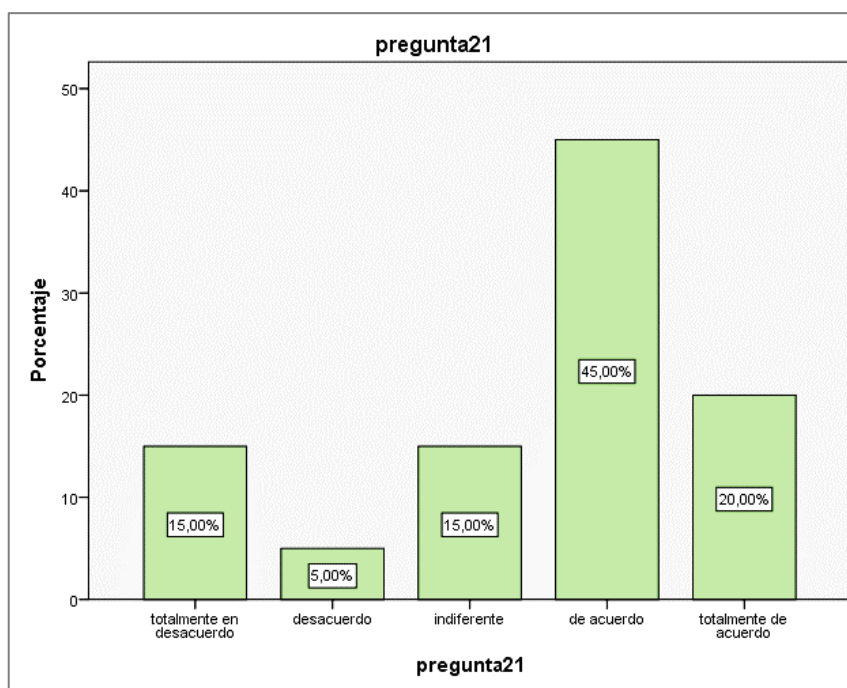


Figura 45. ¿Está conforme con el diseño de líneas de influencia para el desarrollo del proyecto de los diversos edificios multifamiliares?

Interpretación: de los 20 encuestados el 45% dijeron de acuerdo a la pregunta 21, y el 5% dijeron en desacuerdo.

Tabla 43.

¿Está conforme con el diseño al límite para el desarrollo del proyecto de los diversos edificios multifamiliares?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	desacuerdo	3	15,0	15,0	15,0
	indiferente	5	25,0	25,0	40,0
	de acuerdo	7	35,0	35,0	75,0
	totalmente de acuerdo	5	25,0	25,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

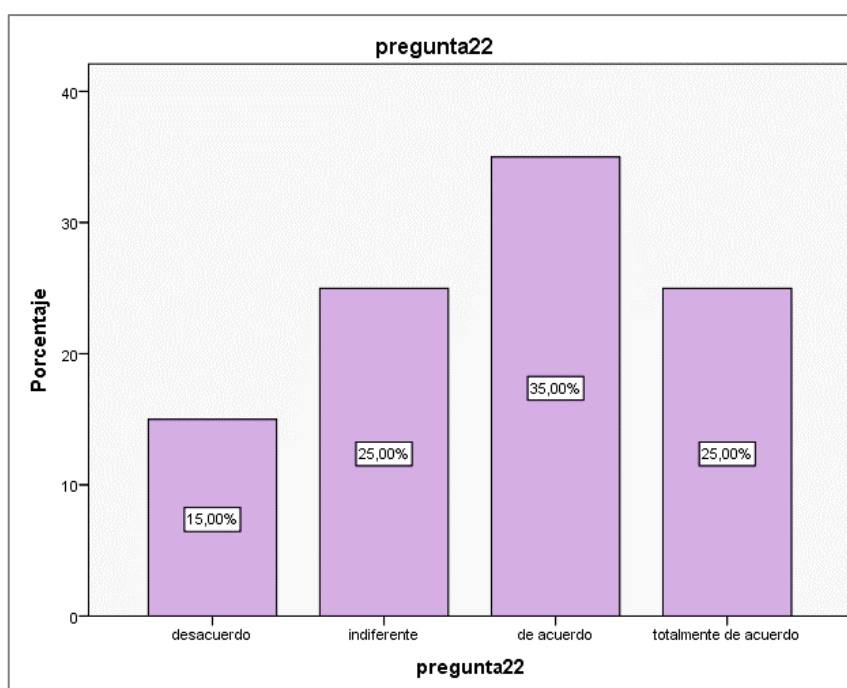


Figura 46. *¿Está conforme con el diseño al límite para el desarrollo del proyecto de los diversos edificios multifamiliares?*

Interpretación: de los 20 encuestados el 35% dijeron de acuerdo a la pregunta 22, y el 15% dijeron en desacuerdo.

Tabla 44.

¿Está conforme con el diseño al límite, código así para el desarrollo del proyecto?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	1	5,0	5,0	5,0
	desacuerdo	4	20,0	20,0	25,0
	indiferente	3	15,0	15,0	40,0
	de acuerdo	5	25,0	25,0	65,0
	totalmente de acuerdo	7	35,0	35,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

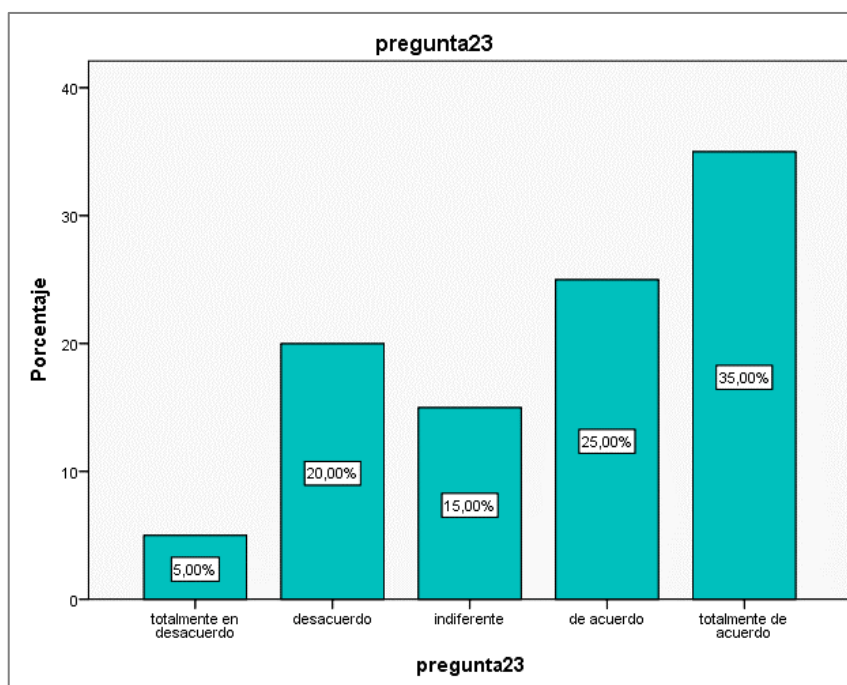


Figura 47. ¿Está conforme con el diseño al límite, código así para el desarrollo del proyecto?

Interpretación: de los 20 encuestados el 35% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta 23, y el 5% dijeron totalmente en desacuerdo.

Tabla 45.

¿Está conforme con el diseño preliminar de miembros para el desarrollo del proyecto?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	2	10,0	10,0	10,0
	desacuerdo	2	10,0	10,0	20,0
	de acuerdo	9	45,0	45,0	65,0
	totalmente de acuerdo	7	35,0	35,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

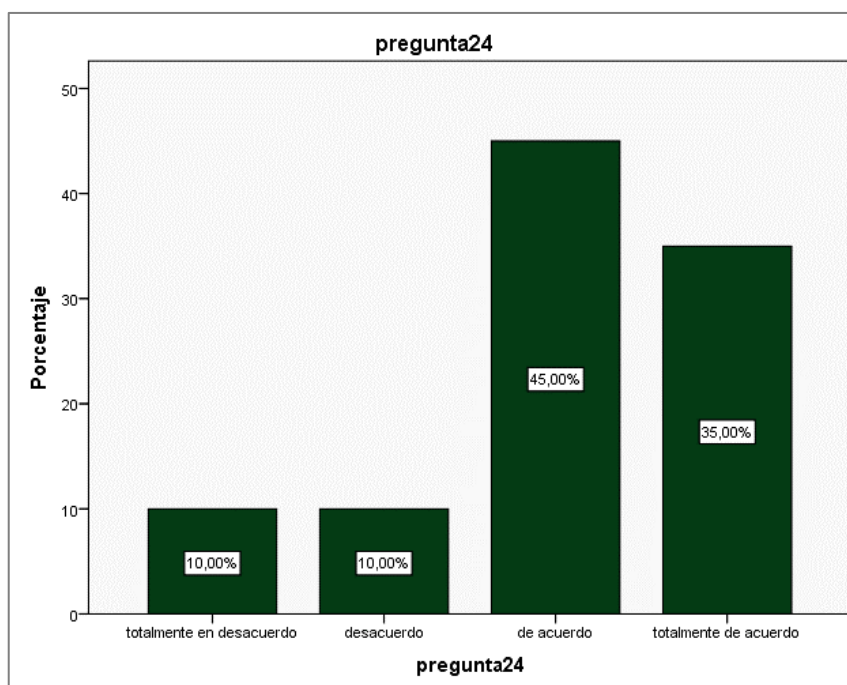


Figura 48. ¿Está conforme con el diseño preliminar de miembros para el desarrollo del proyecto?

Interpretación: de los 20 encuestados el 45% dijeron de acuerdo a la pregunta 24, y el 10% dijeron en desacuerdo.

Tabla 46.

¿Está conforme con el diseño lateral en edificios para el desarrollo del proyecto?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	2	10,0	10,0	10,0
	Desacuerdo	1	5,0	5,0	15,0
	Indiferente	5	25,0	25,0	40,0
	de acuerdo	8	40,0	40,0	80,0
	totalmente de acuerdo	4	20,0	20,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

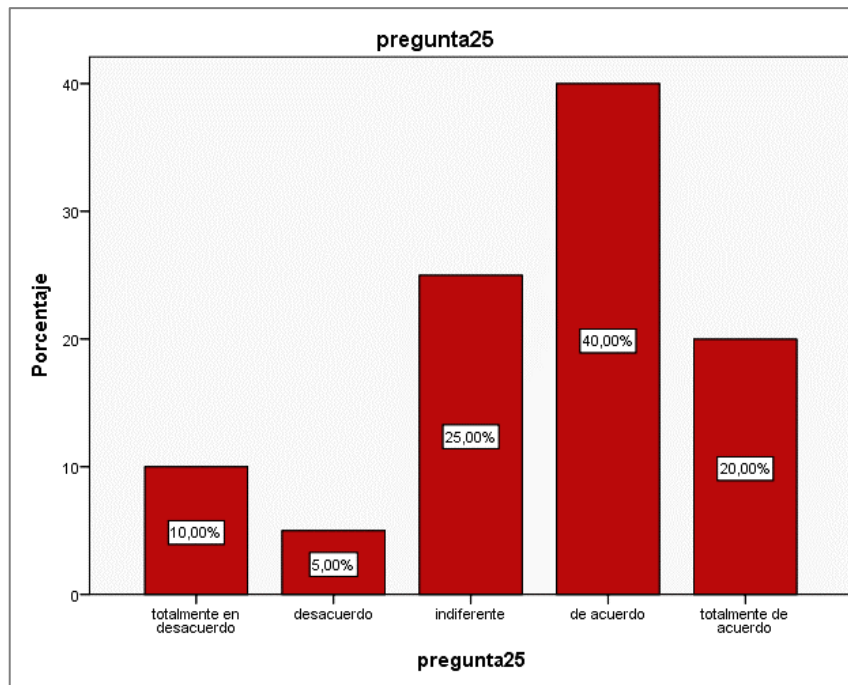


Figura 49. ¿Está conforme con el diseño lateral en edificios para el desarrollo del proyecto?

Interpretación: de los 20 encuestados el 40% dijeron de acuerdo a la pregunta 25, y el 5% dijeron en desacuerdo.

Tabla 47.

¿Cree usted que los métodos de diseño de concreto reforzado utilizado en el desarrollo del proyecto de los edificios multifamiliares con sistema aporticado?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	3	15,0	15,0	15,0
	desacuerdo	2	10,0	10,0	25,0
	indiferente	4	20,0	20,0	45,0
	de acuerdo	9	45,0	45,0	90,0
	totalmente de acuerdo	2	10,0	10,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

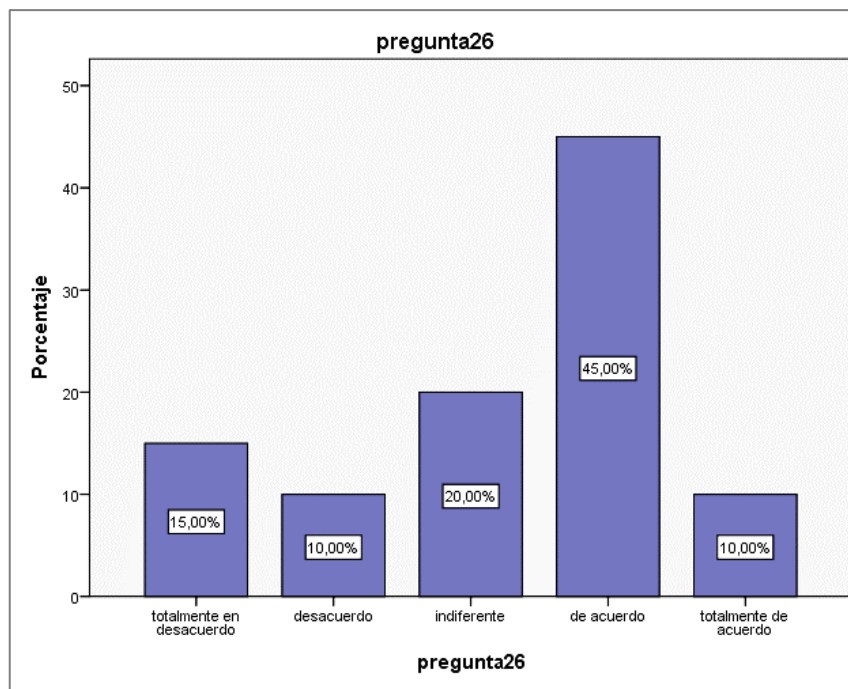


Figura 50. ¿Cree usted que los métodos de diseño de concreto reforzado utilizado en el desarrollo del proyecto de los edificios multifamiliares con sistema aporticado?

Interpretación: de los 20 encuestados el 45% dijeron de acuerdo a la pregunta 26, y el 10% dijeron en desacuerdo.

Tabla 48.

¿Está de acuerdo que la construcción de las zapatas de hormigón es necesaria para la construcción del edificio multifamiliar?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	7	35,0	35,0	35,0
	indiferente	2	10,0	10,0	45,0
	de acuerdo	10	50,0	50,0	95,0
	totalmente de acuerdo	1	5,0	5,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

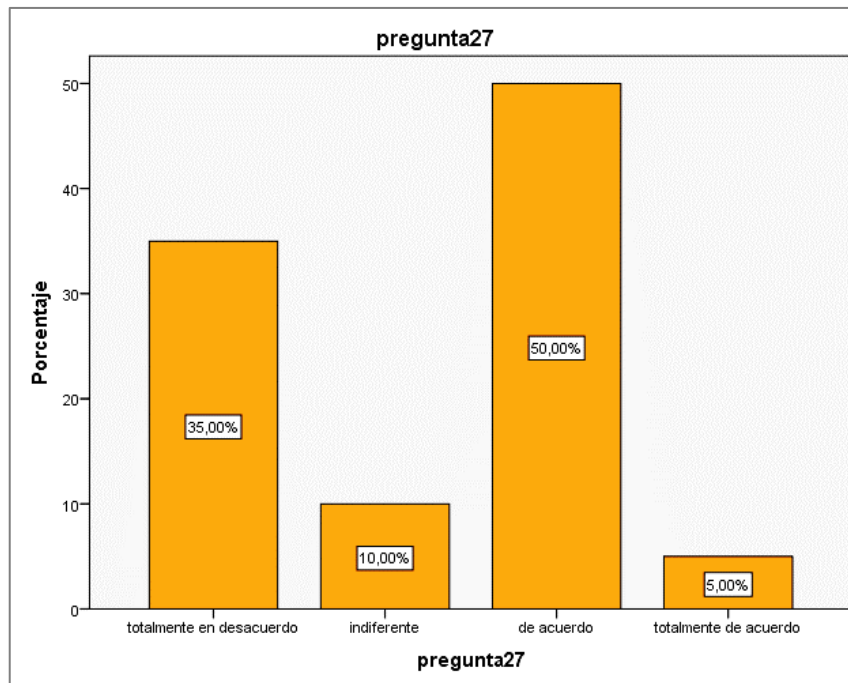


Figura 51. ¿Está de acuerdo que la construcción de las zapatas de hormigón es necesaria para la construcción del edificio multifamiliar?

Interpretación: de los 20 encuestados el 50% dijeron de acuerdo a la pregunta 51, y el 5% dijeron totalmente de acuerdo.

Tabla 49.

¿Está de acuerdo en los estudios de terremoto máximo considera para la ejecución del proyecto de losas macizas de concreto armado del edificio multifamiliar?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	1	5,0	5,0	5,0
	desacuerdo	5	25,0	25,0	30,0
	indiferente	1	5,0	5,0	35,0
	de acuerdo	9	45,0	45,0	80,0
	totalmente de acuerdo	4	20,0	20,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

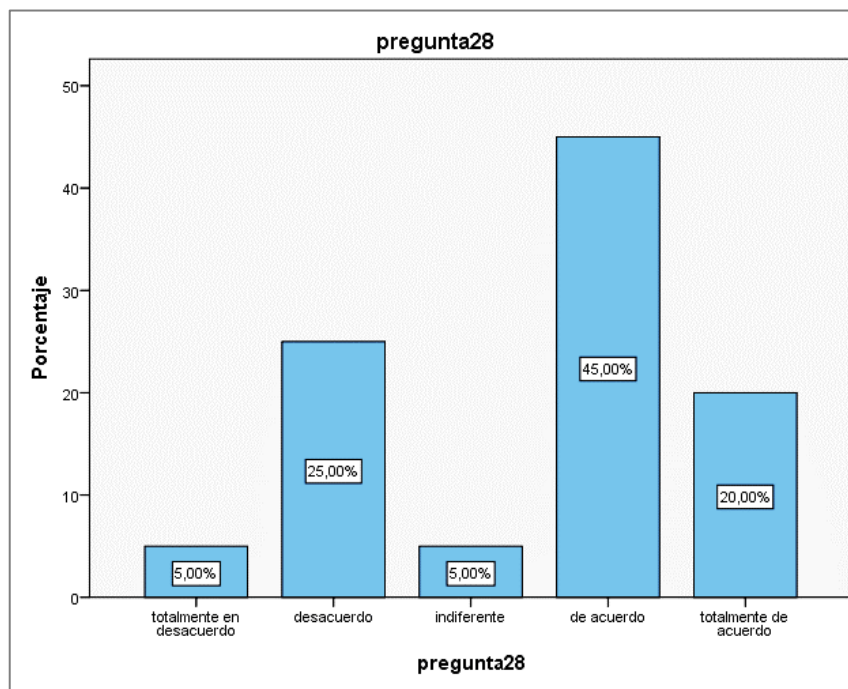


Figura 52. ¿Está de acuerdo en los estudios de terremoto máximo considera para la ejecución del proyecto de losas macizas de concreto armado del edificio multifamiliar?

Interpretación: de los 20 encuestados el 45% dijeron de acuerdo a la pregunta 52, y el 5% dijeron indiferente.

Tabla 50.

¿Cree usted que es buenas los procesos de factores de ocupación utilizada en el desarrollo del proyecto de los diversos edificios multifamiliares con sistema aporticado?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	desacuerdo	2	10,0	10,0	10,0
	indiferente	2	10,0	10,0	20,0
	de acuerdo	11	55,0	55,0	75,0
	totalmente de acuerdo	5	25,0	25,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

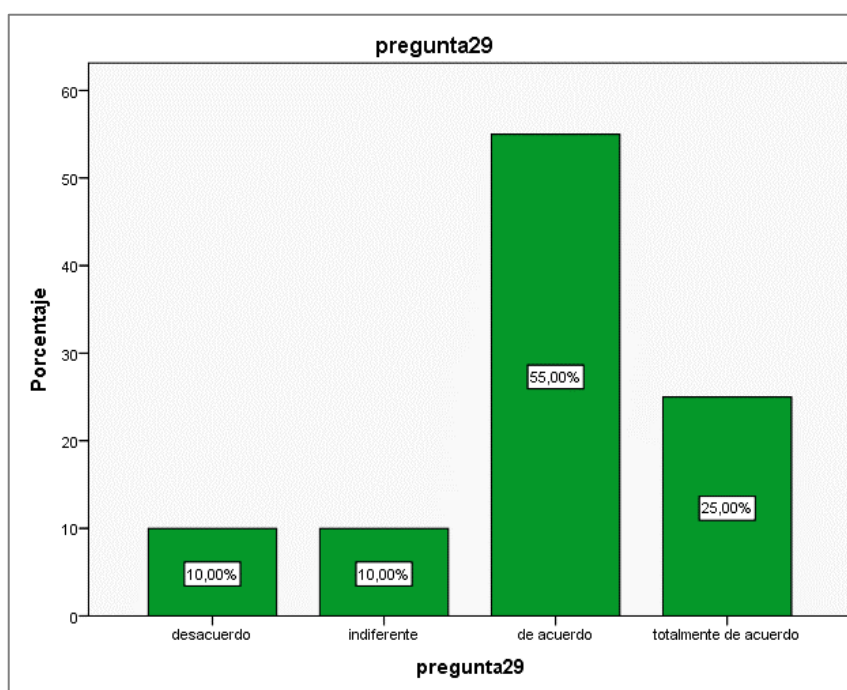


Figura 53. *¿Cree usted que es buenas los procesos de factores de ocupación utilizada en el desarrollo del proyecto de los diversos edificios multifamiliares con sistema aporticado?*

Interpretación: de los 20 encuestados el 55% dijeron de acuerdo a la pregunta 53, y el 10% dijeron en desacuerdo.

Tabla 51.

¿Está de acuerdo en los estudios de cargas de diseño sísmico considera para la ejecución del proyecto de losas macizas de concreto armado

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	totalmente en desacuerdo	3	15,0	15,0	15,0
	desacuerdo	2	10,0	10,0	25,0
	indiferente	5	25,0	25,0	50,0
	de acuerdo	10	50,0	50,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

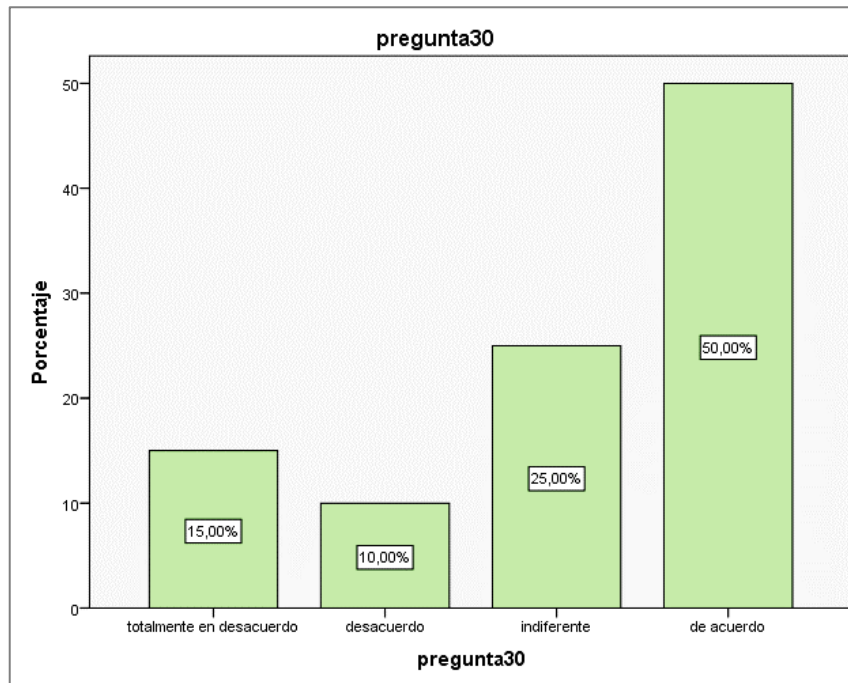


Figura 54. ¿Está de acuerdo en los estudios de cargas de diseño sísmico considera para la ejecución del proyecto de losas macizas de concreto armado?

Interpretación: de los 20 encuestados el 50% dijeron de acuerdo a la pregunta 30, y el 10% dijeron en desacuerdo.

V. DISCUSIÓN

La investigación realizada tuvo como objetivo Demostrar que el diseño sismorresistente del edificio multifamiliar de concreto armado influye en la interacción suelo-estructura en suelos blandos en el distrito Nazca-Ica,2021. Y planteamos como hipótesis principal la siguiente: “El diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado influye en la interacción suelo-estructura, en suelos blandos en el distrito de Nazca-Ica-2021”. Y concluimos que la variable independiente diseño sismorresistente y la variable dependiente interacción suelo-estructura no se distribuyen en forma normal; por tanto, se aplica la prueba estadística no paramétrica de escala ordinal de rho de Spearman.

- Del análisis de los resultados obtenidos, así como de las teorías analizadas nos llevan a colegir que dicha hipótesis se confirma, y ello es así, por los siguientes argumentos: respecto a la primera variable y segunda variable , referida como diseño sismorresistente y, interacción suelo-estructura, se observan que los resultados son: se puede concluir que, el diseño sismorresistente si mejorara significativamente en la interacción suelo-estructura en el edificio multifamiliar en el distrito de Nazca-Ica,2021.se realizará a un nivel de significancia del 5% bilateral. Finalmente, se observan que hay una marcada relación entre las variables del 89,5%
- Habiendo determinado las fuerzas internas máximas en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio de la región de Ica, con respecto a lo explicado por Valderrama & Meza (2014). El objetivo general es encontrar las fuerzas que actúan sobre los miembros estructurales de una edificación de armazón con cimentaciones independientes de 5 pisos, con piso rígido tipo (S1) y con variaciones de amortiguamiento del concreto del 2% y 5%, el amortiguamiento máximo observado, el resultado es 5% y la fuerza cortante, si aplica. La relación dinámica entre el suelo y la estructura se reduce en un 5,14 % en comparación con el modelo de cimentación empotrada, la fuerza axial máxima y el amortiguamiento es del 5 %, y al aplicar la interacción dinámica

suelo-estructura se reduce en un 62,98 % y finalmente, se transfieren sus resultados al 4,50%.

- A continuación, se utiliza la interacción dinámica suelo-estructura para reducir el momento flector máximo con un 5% de amortiguamiento. En este estudio, para un edificio de concreto reforzado de dos pisos de 5 pisos, los resultados obtenidos usando un perfil de suelo intermedio (S2) y blando (S3) mostraron que la fuerza cortante máxima aumentó en un promedio de 22.59% para suelo blando (S3) en el análisis, la fuerza externa del terremoto en la dirección "X" aumenta en un 45,87%, y la fuerza externa del terremoto en la dirección "Y" aumenta en un 45,87%. Para análisis de intersuelo tipo (S2) "X". La dirección de la fuerza externa y la fuerza de corte del terremoto " " aumenta en un promedio de 31,63%, y el análisis de la dirección "Y" del terremoto, la fuerza externa aumentó en un 43,61% Esta variación de incremento de fuerzas cortante según Guanchez, E. (2017) indica que demostraron el fenómeno de la interacción suelo-estructura, mostrando que se trata de una base flexible en lugar de rígida, que las concentraciones de tensión pueden ocurrir en elementos que no estaban previamente presentes, lo que resulta en un aumento de la tensión, y que la disipación de energía puede conducir a su destrucción.
- Para los resultados obtenidos para el edificio de hormigón armado doble, se redujo la fuerza axial máxima (S2) de la capa intermedia en un promedio de 25.56% en la dirección de análisis "X" y en cierto sentido en el análisis del sismo. "Y" se redujo en un promedio de 22.67%, para suelo blando (S3) la fuerza axial máxima se redujo en un promedio de 55.60% en el sentido analítico del sismo "X" y aumentó levemente en un promedio de 7. 33% de sismo "Y" en sentido analítico. Estos resultados son consistentes con los mismos resultados obtenidos por Valderrama & Meza (2014).
- Los resultados obtenidos para el momento flector máximo de un tipo de suelo (S2) para sismos muestran una disminución promedio de 22.41% en la dirección de análisis "X" y una disminución promedio de 16.74% en la dirección de análisis "Y". Para suelos blandos (S3), utilizando la interacción suelo-estructura, la dirección de análisis de terremotos "X" y la dirección de

análisis de terremotos "Y" disminuyen en promedio un 18,66 % y un 13,54 %. Estos resultados varían dependiendo de los resultados obtenidos que obtiene Valderrama & Meza (2014),

- Se determinaron los periodos de vibración de comportamiento sísmico de edificaciones sobre suelos blandos y moderados en la región de Ica según Villanueva (2018), con el objetivo de analizar las condiciones dinámicas de suelos arenosos para estructuras de mampostería confinada utilizando el modelo numérico de Barkan, Ilichev. y Norma Rusa Dividiendo en 5 niveles, donde una de las medidas es el periodo de vibración, se concluyó que la etapa de suelo blando (S3) aumenta en un 32,77% en el sentido de análisis "X" y en un 7,85% en el sentido de análisis "Y". En este estudio, el aumento promedio en la dirección "X" del análisis es 34.22%. Determinación de las deformaciones entre capas en el comportamiento sísmico de edificaciones sobre suelos blandos y moderados en la región Ica comparado con Garay (2017).
- Utilizando los métodos científicos utilizados para estudiar y analizar los datos anteriores (como tablas y gráficos), podemos determinar la influencia de las fluctuaciones de deformación entre capas en la relación dinámica entre el suelo y la estructura en los resultados sísmicos. La investigación actual se está llevando a cabo de acuerdo con los métodos y procedimientos prescritos.

VI. CONCLUSIONES

- La presente investigación es un aporte importante en la actualización de la investigación sísmica, ya que existe cierta escasez de información respecto a la consideración de un análisis de Interacción Suelo – Estructura.
- La máxima variación de fuerzas internas en el comportamiento sísmico de la edificación, considerando la interacción suelo-estructura, es primero para el suelo blando (S3) con un incremento promedio de 45.87%, así como para el suelo blando (S2) con un incremento medio de hasta el 43,61% Dirección de escaneo "X". En segundo lugar, se encuentra el suelo blando (S3) con una caída de fuerza axial promedio de 55.60%, y el suelo medio (S2) con una caída de fuerza axial promedio de 5.56%. Finalmente, los momentos flectores para el suelo blando (S3) disminuyeron en promedio 18,66%, mientras que para el suelo intermedio (S2) disminuyeron en promedio 22,41%. En cuanto a las fluctuaciones del periodo de oscilación, el suelo blando (S3) aumentó en promedio un 43,34%, mientras que el suelo intermedio (S2) aumentó en un 36,63% de forma brusca. Por último, el rango de deformación de la capa intermedia aumentó en un promedio de 87,65% para el suelo blando (S3) y 59,47% para el suelo de la capa intermedia (S2). por lo cual. Se concluyó que, la elasticidad de los suelos blandos y moderados, especialmente los blandos, presentan diferencias significativas en el desempeño sísmico de la respectiva superestructura.
- La fuerza máxima interna de diseño de la unidad de análisis estructural, tomando en cuenta la interacción suelo-estructura, se incrementa en promedio a 45.87% para suelo blando (S3) y a 43.61% para suelo medio (S2) con respecto a la fuerza cortante máxima, la otra; por otro lado, la fuerza axial máxima disminuyó significativamente, a 55,60% en suelo blando (S3) y a 25,56% en suelo medio (S2). De esta forma, los momentos flectores se reducen significativamente, de media un 18,66 % para suelo blando (S3) y un 22,41 % para suelo medio (S2) en comparación con los modelos convencionales con cimentación empotrada. Por lo tanto, se puede concluir que la disminución (fuerza axial y momento flector) y aumento (fuerza

cortante) de la fuerza interna máxima de los elementos estructurales está relacionada con la disipación de energía y el efecto de la fuerza. Suelo blando y medio. Por tanto, considerando la interacción suelo-estructura, la variación de la fuerza interna máxima en el comportamiento sísmico de las edificaciones sobre suelos blandos y moderados es significativa.

- Los máximos períodos de vibración de la oficina considerando el DISS se amplifican, obteniendo para el suelo blando (S3) un incremento promedio de hasta 43.34% y para el suelo intermedio (S2) un incremento promedio de hasta 36.63%, teniendo incrementos promedio predominantes mayores en suelo blando. Por tanto, se acepta que la fluctuación de los periodos de vibración en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio es notable considerando la interacción suelo-estructura.
- Las distorsiones de entrepiso máximas se desarrollaron en el primer nivel de la oficina, considerando el DISS. Obteniendo resultados para el suelo blando (S3) una amplificación promedia de hasta 87.65% y para el perfil de suelo intermedio (S2) se tiene un incremento 59.47% respectivamente, teniendo incrementos promedio predominantes en el suelo blando. Por tanto, se acepta que los valores de la distorsión de entrepiso en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio se incrementan considerando la interacción suelo-estructura.

VII. RECOMENDACIONES

- Efectuar un análisis incorporando suelos blandos, debido a que la interacción suelo – estructura tiene mayor incidencia en este tipo de suelos, así como hacer un análisis considerando los registros sísmicos de gran magnitud ocurridos.
- El uso de los modelos constitutivos que relacionan la acción dinámica del suelo y la estructura en los análisis sísmicos, con mayor importancia en estructuras que tengan cimentaciones masivas y profundas, estructuras altas y esbeltas y cimentadas en suelos muy blandos, ya que se hace de suma importancia poder saber el comportamiento más cercano del suelo con la superestructura.
- Para el análisis sismorresistente se deberían realizar análisis elásticos como el tiempo historia con registros sísmicos de la zona, así mismo tomar en consideración discretizar los elementos estructurales como muros de corte y zapatas para que se puedan distribuir mejor las cargas a la cimentación con la finalidad de obtener resultados más cercanos al comportamiento real de la edificación.
- Para líneas de futuras investigaciones se recomienda realizar la interacción suelo estructura en sótanos con la finalidad de aportar conocimientos con respecto a quien disipa la energía, si es el suelo o los muros de corte respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayuso Muñoz, j., Caballero Repullo, A., López Aguilar, M., Jiménez Romero, J. R., & Agrela Sainz, F. (2010). *Cimentaciones y Estructuras de Contención de Tierras*. Madrid, España: BELLISCO, Ediciones Técnicas y Científicas. Recuperado el 27 de Agosto de 2018
- Barnert Tapia, G. A. (2009). Tesis "Programa computacional, diseño estructural fundaciones superficiales FyD1.0, bajo plataforma mathcad", Universidad Austral de Chile. 274. Valdivia, Chile. Recuperado el 31 de Julio de 2018
- Berrocal Canchari, J. C. (2013). Tesis "Metodos analiticos y numericos aplicados al diseño de cimentaciones superficiales considerando su interaccion con el suelo", Universidad Nacional de Ingenieria. 195. Lima, Perú. Recuperado el 27 de Julio de 2018
- Blanco Blasco, A. (2011). *Estructuración y Diseño de edificaciones de Concreto Armado*. LIMA, PERU: Lima: PRINTED IN PERU. Recuperado el 13 de Agosto de 2018
- Borja Suarez, M. (2012). *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Chichayo, Lima. Recuperado el 2 de Setiembre de 2018
- Braja, M. (2012). *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones* (Septima ed.). Mexico D.F, Mexico: Cengage Editores, S.A. de C.V. Recuperado el 27 de Agosto de 2018
- Brizuela Aguero, S. M. (2016). Tesis " Diseño de un programa computacional para el analisis probabilistico de cimentaciones superficiales y muros de retencion", Universidad de Costa Rica. 141. Costa Rica. Recuperado el 31 de Julio de 2018
- Chagoyen, E., Negrin, A., Cabrera, M., Lopez, L., & Padron, N. (2009). Diseño Optimo de Cimentaciones Superficiales Rectangulares. Formulación. *Revista de la Construccion*, 8(2), 12. Recuperado el 14 de Julio de 2018
- Cruz Barreto, I. A., & Dieguez Mendoza, V. S. (2015). Tesis "Análisis y diseño estructural en concreto armado para una vivienda multifamiliar aplicando la

nueva norma de diseño sismorresistente en la urbanización Soliluz", Universidad Privada Antenor Orrego. 112. Trujillo, Perú. Recuperado el 27 de Julio de 2018

Gepp Estaire, J. (2004). Tesis "Comportamiento de cimentaciones superficiales sobre suelos granulares sometidas a solicitaciones dinámicas", Universidad Politécnica de Madrid. 385. Madrid, España. Recuperado el 30 de Julio de 2018

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Batista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (sexta ed.). México D.F, México: INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE CV. Recuperado el 31 de Agosto de 2018

Institute, A. C. (24 de Mayo de 2011). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S - 11). *American Concrete Institute*, 548. Recuperado el 14 de Agosto de 2018, de www.concrete.org

Luis, M. B., & H. Barbat, A. (2000). *Diseño Sismorresistente de Edificios*.

Barcelona, España: Reverté, S.A. Recuperado el 02 de Agosto de 2018

Medina Seminario, J. A. (2002). Tesis "Análisis comparativo de las teorías de capacidad portante por corte de cimentaciones superficiales", Universidad Nacional de Ingeniería. 531. Lima, Perú. Recuperado el 27 de Julio de 2018

Merino Caballero, L. O., & Ruiz Vergara, G. E. (2015). Tesis "Diseño de cimentaciones superficiales isostáticas soportadas por programa de simulación computarizado", Universidad Privada Antenor Orrego. 371. Trujillo, Perú. Recuperado el 27 de Julio de 2018

Ministerio de vivienda, c. y. (2006). *Norma E.020 Cargas*. Lima. Recuperado el 5 de Setiembre de 2018

Ministerio de vivienda, C. y. (2009). *Norma E.060 Concreto Armado*. Lima, Lima, Perú: DIGIGRAF CORP. SA. Recuperado el 14 de Agosto de 2018

Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). *Norma E.030 Diseño Sismorresistente*.

Lima: Sencico. Recuperado el 16 de Agosto de 2018

- Moya Andino, G. A. (2015). Tesis "Estudio y analisis del comportamiento estructural de cimentaciones superficiales por efecto de consolidacion del suelo de fundacion, segun la metodología propuesta por la norma ecuatoriana de la construccion", Universidad Central del Ecuador. 357. Ambato, Ecuador. Recuperado el 31 de Julio de 2018
- Olmedo Cueva, J. P. (2013). Tesis "Implementacion de programas computacionales para el calculo y diseño de cimentaciones superficiales aplicacion al calculo de edificios", Universidad Central de Ecuador. 218. Quito, Ecuador. Recuperado el 30 de Julio de 2018
- Peña P, A. A. (2011). Glosario de Terminos. Venezuela. Recuperado el 5 de Setiembre de 2018
- Pineda Magino, E. R. (2017). Tesis "Diseño Estructural de viviendas sismo resistente en la ribera del rio rimac y en las laderas del cerro en el agustino", Universidad Cesar Vallejo. 119. Lima, Perú. Recuperado el 27 de Julio de 2018
- Rochel Awad, R. (2012). *Analisis y Diseño Sismico de Edificios* (Segunda ed.). Medellin, Colombia: Universidad EAFIT. Recuperado el 17 de Julio de 2018, de WWW.eafit.edu.co/fondoeditorial
- Rodriguez Serquen, W. (2016). *INGENIERIA GEOTECNIA*. Trujillo, Lambayeque, Lima: Universiadad Pedro Ruiz Gallo. Recuperado el 12 de julio de 2018
- Villareal Castro, G. (2009). *Analisis Estructural*. Lima, Perú: Grafica Norte S.R.L. Recuperado el 2018
- Villareal Castro, G. (2013). *Ingenieria sismo-resistente practicas y examenes UPC*. Lima, Perú: Grafica Norte S.R.L. Recuperado el 02 de Agosto de 2018
- Villareal Castro, G. (2017). *Interaccion Sismico Suelo Estructura en Edificaciones con Platea de Cimentacion* (Primera ed., Vol. 1). Lima, Trujillo, Peru: Grafica Norte S.R.L. Recuperado el 14 de Julio de 2018
- Wakabayashi, M., & Martinez Romero, E. (1998). *Diseño de Estructuras Sismorresistentes*. (S. D. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE MEXICO,

Trad.) Mexico, Mexico: Miembro de la Camara Nacional de la Industria Editorial, Reg. num 1890. Recuperado el 02 de Agosto de 2018

Wilber, C. C. (2016). *Ingeniería Sismorresistente*. Lima, Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado el 16 de Agosto de 2018

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

“DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO Y SU INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA EN SUELOS BLANDOS EN EL DISTRITO NAZCA-ICA, 2021”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METOLOGIA
¿Cómo demostrar el comportamiento del diseño sismorresistente del edificio multifamiliar de concreto armado influye la interacción suelo-estructura en suelo blando de la región Ica,2021?	Demostrar que el diseño sismorresistente del edificio multifamiliar de concreto armado influye en la interacción suelo-estructura en suelos blandos en el distrito Nazca-Ica,2021.	El diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado influye en la interacción suelo-estructura, en suelos blandos en el distrito de Nazca-Ica-2021.	VI: DISEÑO SISMORRESISTENTE	1. METRADO DE CARGAS	•Columnas. •Vigas. •Placas. •Losas.	<p>Tipo de investigación: •Según su carácter: Explicativa (causa y efecto). •Según su naturaleza (enfoque): Cuantitativa. •Según el alcance temporal: Transversal.</p> <p>Tipos de estudio: Descriptivo</p> <p>Diseño de investigación: Tipo de diseño: no experimental</p> <p>Método de investigación: Hipotético-Deductivo</p> <p>Población: Conformado por 20 trabajadores de una empresa constructora consorcio en el departamento de Ica 2021.</p> <p>Tipo de muestreo: Muestreo no probabilístico, intencional o dirigida.</p> <p>Tamaño de muestra (Unidad de análisis): La muestra por ser pequeña, se toma a la misma población.</p> <p>Técnica de recolección de información: Encuesta, observación y análisis de documentos. Instrumento de recolección de información: Cuestionario tipo de Likert, guía de observación y análisis de documentos. Instrumentos de medición: Fichas de campo o formatos de control, cámara fotográfica, cronometro.</p>
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS				
1. ¿Cómo demostrar el comportamiento mecánico en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado y su interacción suelo-estructura en suelo blando de la región Ica,2021?	1. Demostrar el comportamiento mecánico en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado y su influencia suelo-estructura en suelos blandos en el distrito Nazca-Ica-2021.	El comportamiento mecánico influye en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado considerando la interacción suelo-estructura en suelos blandos en el distrito Nazca-Ica-2021.		1. COMPORTAMIENTO MECANICO.	•Capacidad admisible del suelo. •Modulo de elasticidad del suelo.	
2. ¿Cómo determinar el metrado de cargas en el diseño sismorresistente del edificio multifamiliar de concreto armado y su interacción interacción suelo-estructura en suelo blando de la región Ica,2021?	2. Determinar el metrado de cargas en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado y su influencia en suelo-estructura, en suelos blandos en el distrito Nazca-Ica,2021.	El metrado de carga incide en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado considerando la interacción suelo-estructura en suelos blandos en el distrito Nazca-Ica-2021.	VD: INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA	2. COMPORTAMIENTO DINAMICO.	•Modelo Dinamico Snip. •Modelo Dinamico de D.D Barkan O.A.Savinov.	
3. ¿Cómo verificar el comportamiento dinámico en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado y su interacción suelo-estructura en suelo blando de la región Ica,2021?	3. Verificar el comportamiento dinámico en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado y su influencia en suelo-estructura, en suelos blandos en el distrito de Nazca-Ica-2021.	El comportamiento dinámico incide en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de concreto armado considerando la interacción suelo-estructura en suelos blandos en el distrito Nazca-Ica-2021.				

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

“DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UN EDIFICIO MULTIFAMILAR DE CONCRETO ARMADO Y SU INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA EN SUELOS BLANDOS EN EL DISTRITO NAZCA-ICA, 2021”

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS	ESCALA DE MEDICIÓN
I: DISEÑO SISMORRESISTENTE	I.1 METRADO DE CARGAS	I.1.1 Columnas	ton	Razón
		I.1.2 Vigas	ton	Razón
		I.1.3 Placas	ton	Razón
		I.1.4 Losas	ton	Razón
D: INTERACCION SUELO - ESTRUCTURA	D.1 COMPORTAMIENTO MECANICO	D.1.1 Presiones actuantes D+L	tonf/cm ²	Razón
		D.1.2 Presiones actuantes D+L+0.7SX	tonf/cm ²	Razón
		D.1.3 Presiones actuantes D+L+0.7SY	tonf/cm ²	Razón
	D.2 COMPORTAMIENTO DINAMICO	D.2.1 Asentamiento elástico	cm	Razón

Anexo 3. Instrumento

CALCULO DE ASENTAMIENTO					
EDIFICIO	ESQUINA 1	ESQUINA 2	ESQUINA 3	ESQUINA 4	ASENTAMIENTO DEL EMS
MULTIFAMILIAR					<1"=2.54cm
	0.2224	0.2702	0.2634	0.2573	2.54 cm
En conclusión: Los Asentamiento obtenidos en el programa Etabs son menores a los resultados obtenidos en el EMS, SI CUMPLE					

CALCULO DE CARGA ACTUANTE O PRESIONES EN LA CIMENTACION

ESQUINAS	CARGA ACTUANTE (D+L+0.7SX)	CARGA ADMISIBLE DEL EMS < 10 Tnf/cm2		CARGA ACTUANTE (D+L+0.7SY)	CARGA ADMISIBLE DEL EMS < 10 Tnf/cm2	
	Tonf/cm2	Tonf/cm2		Tonf/cm2	Tonf/cm2	
1	3.278	<	10	2.912	<	10
2	4.383	<	10	3.808	<	10
3	4.963	<	10	3.407	<	10
4	4.49	<	10	3.398	<	10
En conclusión: Los datos obtenidos mediante el programa Etabs son menores a los resultados obtenido en el EMS, SI CUMPLE						

Anexo 4. Validación del instrumento

Observaciones (precisar si hay suficiencia): No existe

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

Espinoza Poves Danny Josué

DNI : 40392390

Especialidad del validador : ingeniero civil

.....de.....del 20.....

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

DANNY JOSUE
ESPINOZA POTES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152

Firma del Validador

Observaciones (precisar si hay suficiencia): NO EXISTE

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

CHANG HEREDIA MIGUEL ANGEL

DNI: 18166174

Especialidad del validador: Mg. Ing. Civil.

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems


MIGUEL CHANG HEREDIA
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 88507

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Sí hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/Mg:

Ovalle Paulino Christian

DNI: *40234321*

Especialidad del validador: *Asesor Metodólogo*

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems



Mg. Ing. Christian Ovalle Paulino
CIP: 213553
ASESOR METODÓLOGO

Anexo 5. Matriz de datos

CALCULO DE RESULTADOS

Dirección: EDIFICIO MULTIFAMILAR – NAZCA - ICA

ESQUINAS	CARGA ACTUANTE D+L+0.7SX	CARGA ACTUANTE D+L+0.7SY	ASENTAMIENTO CRITICO	PESO TOTAL DE LA EDIFICACION
1	3.278	2.912	0.2224	1833.3686
2	4.383	3.808	0.2702	
3	4.963	3.407	0.2634	
4	4.49	3.398	0.2573	

Anexo 6. Propuesta de valor

6.1. Solución tecnológica

6.1.1. Ubicación

La presente tesis de investigación aborda el análisis de comportamiento sismorresistente de la Oficina “CORAZON DE JESUS” considerando la acción reciproca del suelo con la estructura en suelos blandos (caso A) de la región de Ica, para tal efecto se encuentran ubicado en la zona específica.



Figura 6.1. Mapa de ubicación del proyecto.

6.1.2. Descripción del proyecto

Para fines de esta investigación se realizó la estructuración y diseño de una edificación base o patrón denominado oficina “CORAZON DE JESUS”, el cual, para ambos casos de fundación, ya sea en suelos blandos (S3) e intermedios (S2) presenta la misma configuración arquitectónica y estructural. No obstante, se realizó el diseño de la cimentación para cada escena de fundación establecida.

La edificación base es para uso de oficina y cuenta con 5 niveles, cuya configuración geométrica es rectangular teniendo un ancho de 10m y un largo de 25m, además cuenta con un ancho de circulación de 2.50m de longitud ubicada a lo largo de la edificación.

Área total construida: 250.00 m²
 Área del 1er nivel: 227.40 m²
 Área del 2do nivel: 227.40 m²
 Área del 3er nivel: 227.40 m²
 Área del 4to nivel: 227.40 m²
 Área del 5to nivel: 227.40 m²

Tabla 6.1

Descripción arquitectónica por niveles de la Oficina “Corazón de Jesús”

Nivel	N. ^o Ambientes	Descripción	Área
Primer nivel	06	Oficinas con baño propio	13.83 m ² c/u
	02	Cocheras	17.10 m ² c/u
	04	jardines	3.10 m ² c/u
	01	Depósito	3.0 m ²
	01	Área de circulación en común	58.75 m ²
	01	Caja de escalera	9.36 m ²
Segundo nivel	08	Oficinas con baño propio	13.83 m ² c/u
Tercer nivel	01	Depósito	3.0 m ²
Cuarto nivel	01	Área de circulación en común	58.75 m ²
Quinto Nivel	01	Caja de escalera	9.36m ²

Fuente: Propiedad del autor.

6.1.3. Características Estructurales:

El sistema estructural es dual de concreto armado para el eje “X” e “Y” y se encuentra constituido por pórticos y muros de concreto armado, estos últimos resisten una cortante entre el 20% a 70% en la base del edificio de acuerdo a la Normativa técnica de Edificaciones “Diseño Sismorresistente” E.030. Asimismo sobre estas se apoyan losas aligeradas con un espesor de 0.20 m y cuenta con una escalera que se encuentra ubicado en el lado central izquierdo de la edificación con un piso de descanso de 0.20m de espesor. Los elementos estructurales están

conformados por columnas, muros estructurales y columnas rectangulares, así también como vigas peraltadas de forma rectangular.

- Muro estructural : P100X20
- Espesor de muros estructurales: e=20cm
- Columnas rectangulares : C25x40
- Columnas rectangulares : C20x60
- Vigas peraltadas : V30x35

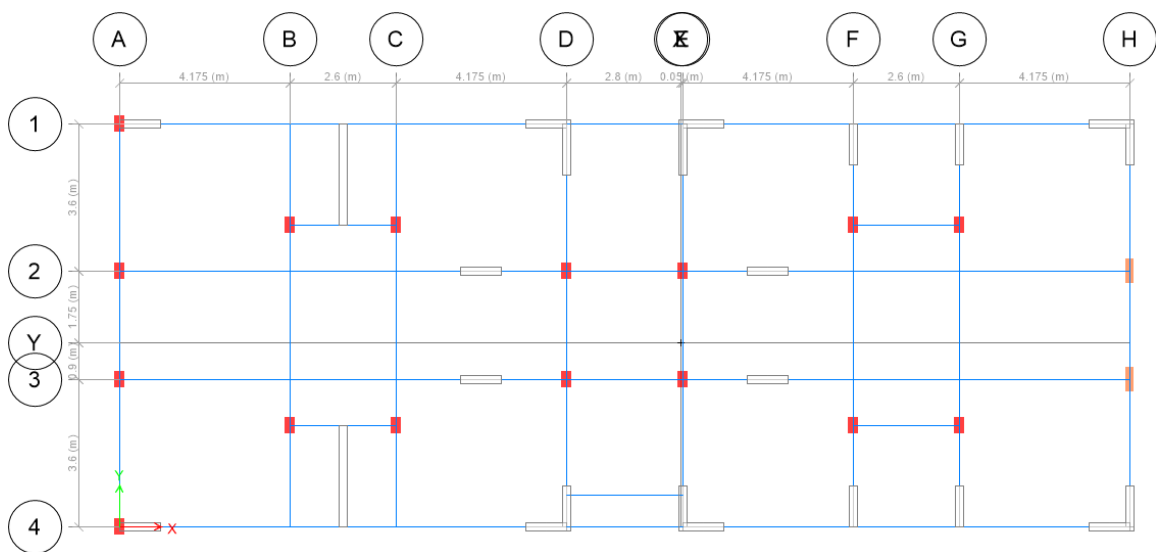


Figura 6.2. Planta de Estructuración modelado en el software ETABS V16.2.1

6.1.4. Características del material:

Resistencia nominal a compresión del concreto: $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad del concreto: $E_c = 15000 \times \sqrt{210 \text{ kgf/cm}^2}$

Peso específico del concreto: $\gamma_c = 2400 \text{ Kg/m}^3$

Coefficiente de Poisson del concreto: $\mu = 0.15$.

Resistencia nominal del acero grado 60: $f'_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

6.1.5. Aspectos Geotécnicos del suelo de fundación:

Los suelos de fundación para cada caso (A) presentan características particulares, para consiguiente, se realizó el estudio de mecánica de suelos (EMS) en las zonas mencionadas, el cual describimos, en resumen.

Suelos en Estudio	Ubicación	Tipo de Suelo	Descripción
CASO A	Ciudad de Nazca, distrito de Nazca, provincia de Nazca, departamento de Ica.	S3	Suelo Blando

Tabla 6.2
Características geotécnica para el caso A

CASO A		
Tipo de suelo	S3	
Contenido de humedad natural	2.10	%
Densidad natural promedio	4.54	Ton/m3
Angulo de fricción	31	°
Capacidad de carga	1.59	Kg/cm2
Profundidad de cimentación(df)	1.60	m
Acho de cimentación	1.60	m
Módulo de poisson	0.25	
Módulo de elasticidad	1300	Ton/m2

Fuente: (Adaptado del EMS de la empresa ROAD TECH, 2021)

6.1.6. Ensayos Geofísicos.

Ensayo MASW para suelo blando (S3)

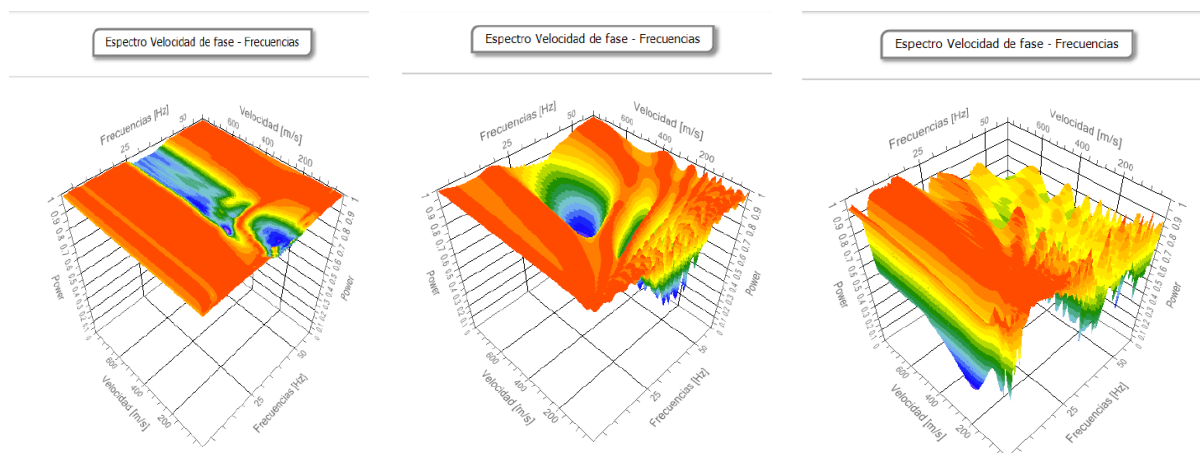


Figura 6.3. Ensayo Masw N°01 para el caso A, suelo blando S3.

Fuente: Adaptación del EMS de la empresa ROAD TECH, 2021

Tabla 6.3

Síntesis del ensayo geofísico de MASW N°01 para suelo blando S3

	Prof. promedio (m)	Espesor (m)	Densidad (Kg/mc)	Coef. Poisson	TRAZA N° 1		TRAZA N°2		TRAZA N°3	
					Vs (m/s)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Vp (m/s)
1	3.72	3.72	1370.00	0.30	172.05	321.87	170.91	319.74	171.50	320.85
2	12.88	9.16	1480.00	0.25	205.60	356.11	202.29	348.65	201.51	349.03
3	30.00	17.12	1490.00	0.20	207.01	338.04	210.08	343.06	209.66	342.38

Vs: Velocidad de las ondas "S".

Vp: Velocidad de las ondas "P"

Fuente: (Adaptación del EMS de la empresa ROAD TECH, 2021)

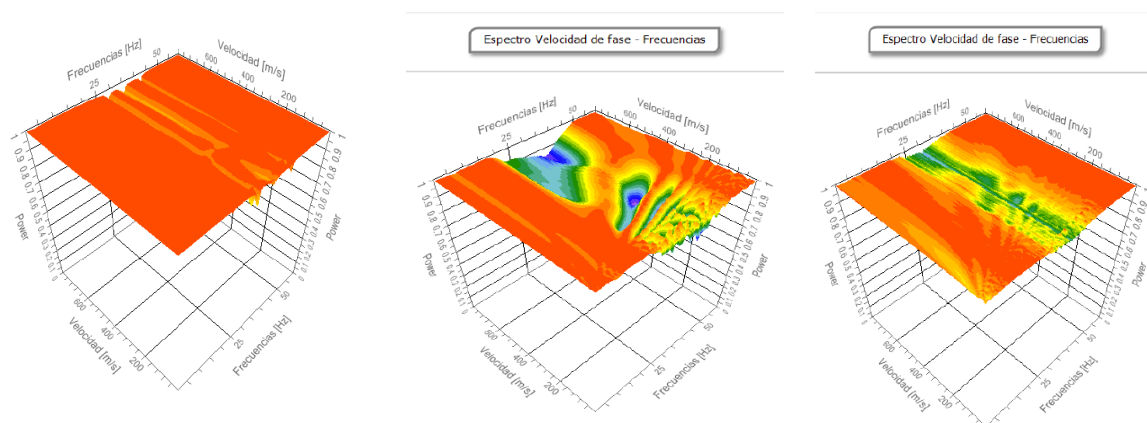


Figura 6.4. Ensayo Masw N° 02 para el caso A, suelo blando S3.

Fuente: Adaptación del EMS de la empresa ROAD TECH, 2021

Tabla 6.4

Síntesis del ensayo geofísico de MASW N°02 para suelo blando S3.

	Prof. promedio (m)	Espesor (m)	Densidad (Kg/mc)	Coef. Poisson	TRAZA N° 1		TRAZA N°2		TRAZA N°3	
					Vs (m/s)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Vp (m/s)
1	3.31	3.31	1400.00	0.30	160.07	299.46	165.82	310.22	166.75	311.95
2	10.92	7.61	1680.00	0.25	177.65	307.69	184.63	319.79	188.15	325.89
3	30.00	19.08	1720.00	0.20	203.23	331.87	214.18	349.75	208.22	340.03

Vs: Velocidad de las ondas "S".

Vp: Velocidad de las ondas "P"

Fuente: (Adaptación del EMS de la empresa ROAD TECH, 2021)

6.1.7. Modelo Espacial de la Oficina “Corazón de Jesús”

Para el modelamiento de la Oficina “Corazón de Jesús” se utilizó el software informático ETABS v.16.2.1 y se empleó el modelo matemático de masas concentradas con tres grados de libertad comúnmente conocido como “péndulo invertido”. En primer lugar, se colocaron los ejes de referencia para los espacios y ambientes de acuerdo al plano de distribución arquitectónico, luego se definió las características de los materiales, seguidamente se modeló los elementos principales como columnas, placas, losas aligeradas y vigas de acuerdo a su sección geométrica establecida.

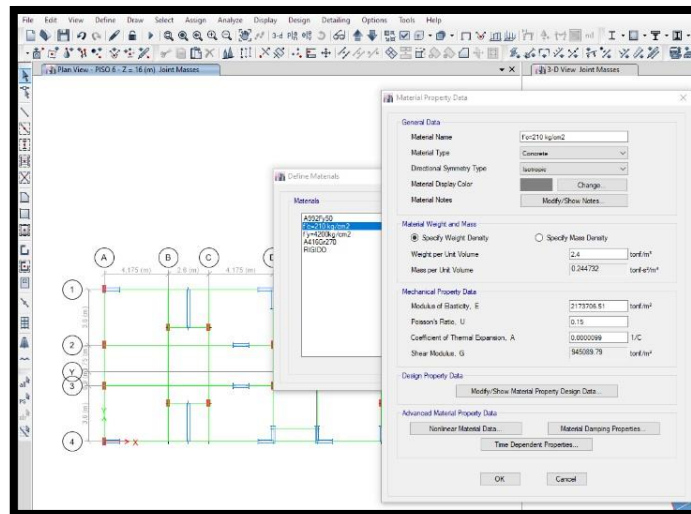


Figura 6.5. Características de los materiales, ETABS v16.2.1

Fuente: Obtenido del software ETABS.

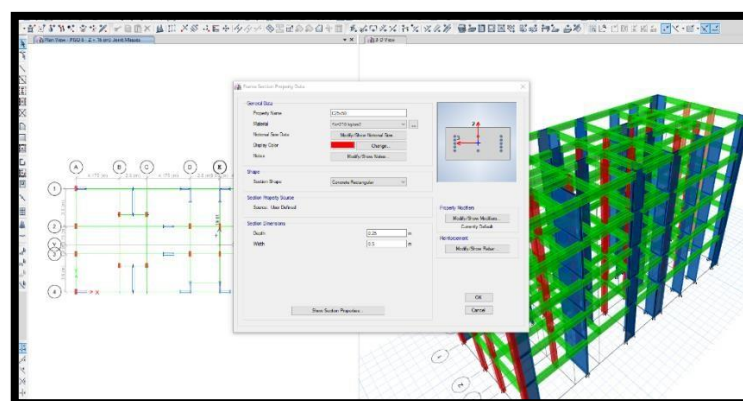


Figura 6.6 Definición de la sección geométrica, ETABS v.16.2.1

Fuente: Obtenido del software ETABS.

Finalmente se asignó las cargas vivas, en ese sentido la edificación base está proyectado para uso de oficina, donde son 500kg/cm², 400kg/cm², 250 kg/cm² para salas de archivo, corredores y escaleras y salas de computación respectivamente según la N.T.E de cargas E.020. Es relevante mencionar que los procesos de modelamiento espacial serán iguales para ambos casos de tipo de suelo.

Tabla 6.5
Síntesis de cargas de entrepiso (Kg/m²)

Cargas Muertas de entrepiso (Kg/m²)					
Referencia		Oficinas	Deposito	Corredor	Escaleras
Losa aligerada en una dirección h=20cm	Ladrillo	72	72	72	0
	Acabados	100	100	100	0
Losa maciza h=20cm	Acabados	0	0	0	580
TOTAL		172	172	172	580
Cargas Vivas de entrepiso (Kg/m²)					
Sobrecarga	uso	250	500	400	400
TOTAL		250	500	400	400

Tabla 6.6
Cargas muertas en vigas (kg/m)

Cargas de tabiquería en vigas (kg/m)			
Vigas peraltadas (30x35)	Espesor (m)	Altura (m)	Peso específico (kg/m ³)
		0.15	2.6
TOTAL			527 kg/m

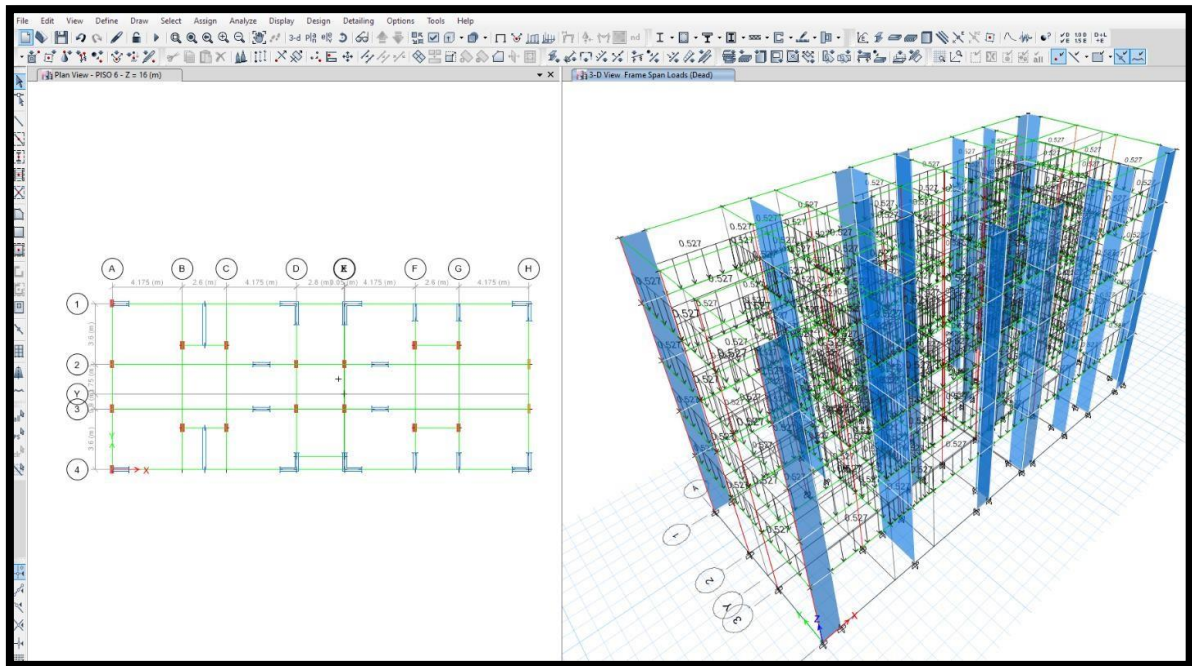


Figura 6.7. Asignación de cargas vivas, ETABS v16.

Fuente: Obtenido del software ETABS v.16.

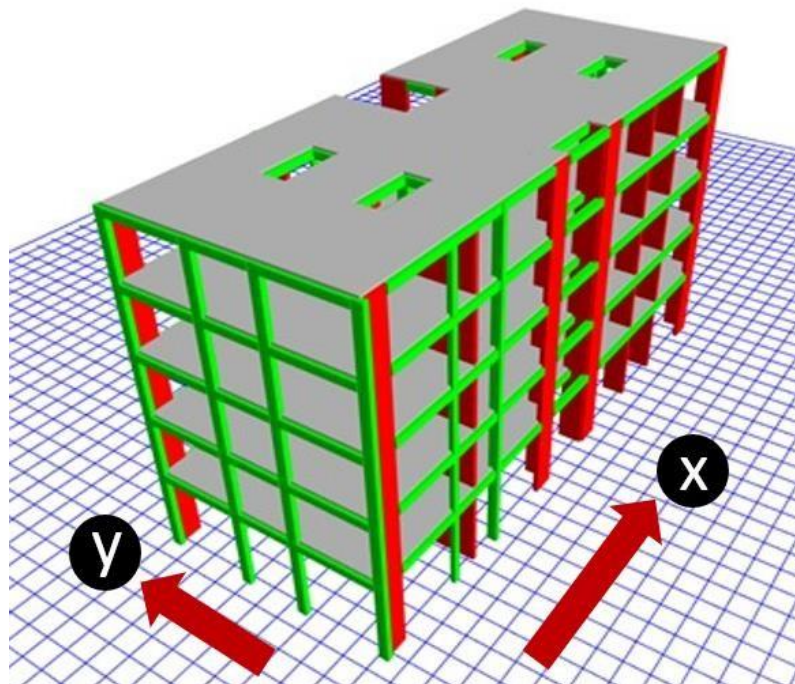


Figura 6.8. Modelamiento espacial de la Edificación “Corazón de Jesús” y direcciones de análisis, ETABS v.16.2.1.

Fuente: Obtenido del software ETABS v.16

6.1.8. Criterios sísmicos

Factor de zonificación (Z): En términos generales la edificación Oficinas “Corazón de Jesús” en estudio se encuentra ubicado en el departamento de Ica, el cual según la distribución espacial sísmica de la Norma E.030, pertenece a la zona tipo Z4.

Categoría de edificación y factor de Uso (U): Las edificaciones para uso de oficinas pertenecen a la categoría C, por tal razón $U=1.0$.

Factor de Suelo (S): Para el caso A, se tiene $S=1.10$ y para el caso B, se tiene $S=1.05$.

Parámetros de Sitio (T_p y T_l): Con respecto al caso A, tenemos para T_p y T_l el valor de 1.00 y 1.60 respectivamente y con respecto al caso B, los valores para T_p y T_l son 0.60 y 2.00 respectivamente. Este parámetro depende únicamente del perfil del suelo.

Factor de Amplificación Sísmica (C): Se entiende como la aceleración de la superestructura en referencia a la aceleración del suelo. El cual se encuentran establecidas de acuerdo al periodo T_p y T_l , parámetros que dependen de la zona de estudio.

Se calcula de la siguiente manera: Si $T < T_p$ entonces $C= 2.5$, para $T_p < T < T_l$ entonces $C= 2.5 (T_p)$ y para $T > T_l$ se tiene $C=2.5 (T_p T_l)$.

T_l

T_2

Coficiente Básico de Reducción (R_o): La edificación base está conformada por un sistema dual, además no presenta irregularidades, en consecuencia, el factor $R=7.0$, para las dos direcciones de análisis X e Y.

Tabla 6.7

Síntesis de los parámetros Sísmicos en suelos Caso A y B.

Descripción	Suelo Caso A
Factor Sísmico (z)	0.45
Factor de Amplificación del suelo (S)	1.10
Factor de Uso (U)	1.0
Parámetros de sitio TP (s) y TL (s)	TP (s)= 1.00 TL (s) = 1.60
Rx	7.0
Ry	7.0

6.1.9. Interacción Dinámica Suelo Estructura (DISS):

6.1.9.1. Modelo con base rígido indeformable con la Norma técnica Peruana E.030-2018 (M)

DMSA: Se realizaron el análisis modal para el caso y particularidad del suelo caso A, argumentadas en la norma técnica peruana de Diseño Sismorresistente con la ayuda del software ETABS v.16.2.1, además se consideró un 5% de amortiguamiento del concreto en la edificación. Para ello previamente se efectuó un análisis estático verificando de esa forma que la fuerza cortante sea la mínima, en consecuencia, la fuerza cortante dinámica en el primer entrepiso es mayor o igual al 80% de la fuerza cortante estática.

Se escala la fuerza cortante dinámica para así poder determinar las fuerzas internas máximas que se tiene uno de los objetivos en la presente investigación.

Tabla 6.8

Fuerza cortante Mínima en el Modelo (M1) sobre el Suelo S3.

Fuerzas cortantes	Coefficiente sísmico (C)	Peso estático (Ton)	Fuerza cortante estática (Ton)	Fuerza cortante dinámica escalado (Ton)
Vx (ZUCS/Rx)	0.17679	715.6072	126.509	101.21
Vy (ZUCS/Ry)	0.17679	715.6072	126.509	101.21

Tabla 6.9

Fuerza cortante Mínima en el Modelo (M1) sobre el Suelo S2.

Fuerzas cortantes	Coefficiente sísmico (C)	Peso estático (Ton)	Fuerza cortante estática (Ton)	Fuerza cortante dinámica escalado (Ton)
Vx (ZUCS/Rx)	0.16875	715.6072	120.759	96.61
Vy (ZUCS/Ry)	0.16875	715.6072	120.759	96.61

Así mismo, se obtuvieron de los entrepisos las masas traslacionales (M_t) en dirección X-X e Y-Y y también las masas rotacionales (M_r) en la dirección Z-Z, empleando así el modelo matemático de masas concentradas. Es importante mencionar que estas masas de entrepiso serán asignadas en los siguientes modelos de base flexible considerando la interacción suelo estructura, el cual serán considerados como un diafragma rígido.

Tabla 6.10

Masas rotacionales y traslacionales de la Edificación base

TECHO	Mt(6)=	19.61	Ts2/m
	Mr(6)=	1184.73	Ts2/m
PISO 5	Mt(5)=	26.94	Ts2/m
	Mr(5)=	1627.61	Ts2/m
PISO 4	Mt(4)=	26.94	Ts2/m
	Mr(4)=	1627.61	Ts2/m
PISO 3	Mt(3)=	26.94	Ts2/m
	Mr(3)=	1627.61	Ts2/m
PISO 2	Mt(2)=	29.27	Ts2/m
	Mr(2)=	1768.38	Ts2/m

A continuación, definiremos el espectro de respuesta, considerando los parámetros ya establecidos para el suelo caso A. A si mismo se asignó las restricciones de empotramiento en la base cimentación-estructura y se procedió con el análisis de resultados.

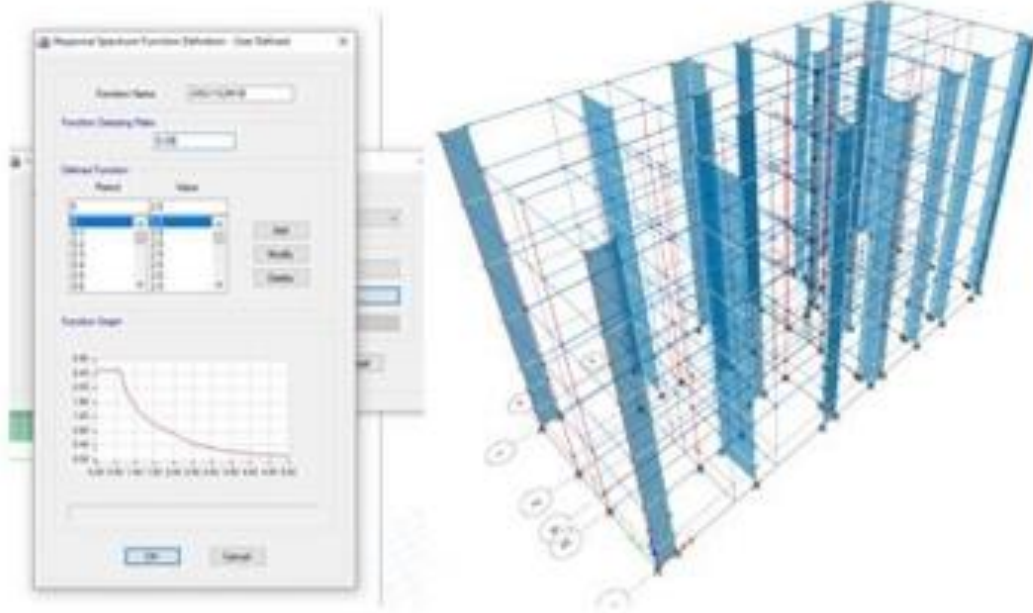


Figura 6.9. Incorporación del Espectro de respuesta para el modelo (M1) sobre el suelo S3.

Fuente: Obtenido del software ETABS.

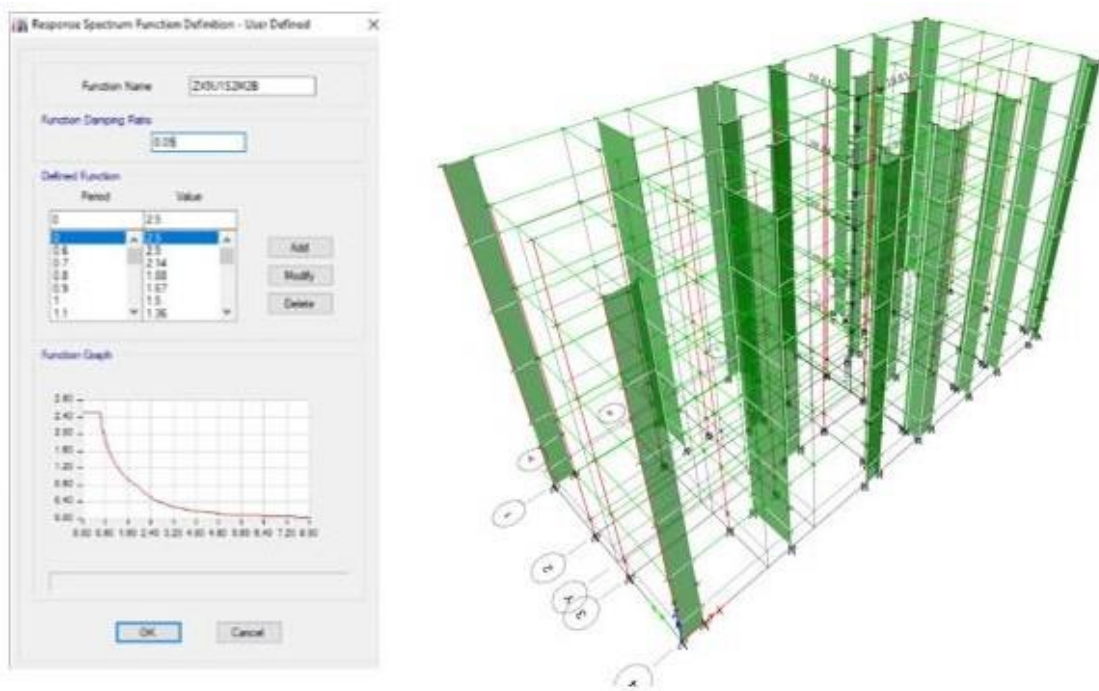


Figura 6.10. Incorporación del Espectro de respuesta para el modelo (M1) sobre el suelo S2.

Fuente: Obtenido del software ETABS.

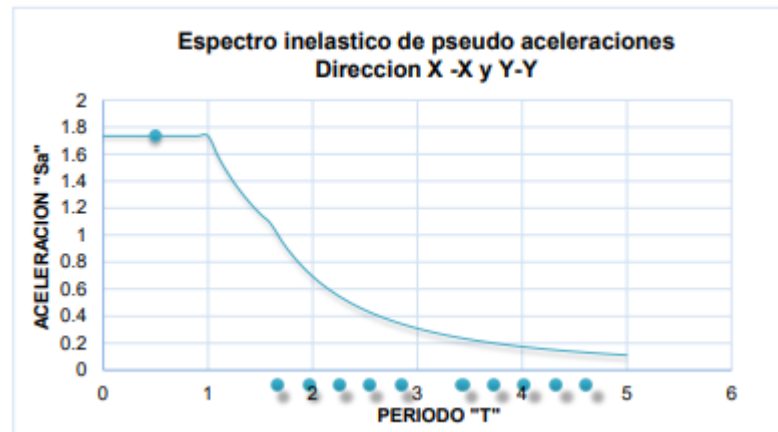


Figura 6.11. Espectro de pseudoaceleraciones del modelo (M1) sobre el suelo Blando (S3).

Fuente: Propiedad del autor.

6.1.9.2. Modelo de base flexible con la Norma Rusa SNIP 2.02.05-87 (M2)

Para determinar los coeficientes equivalentes de rigidez de la cimentación, se modeló en la base de la edificación las zapatas como un material infinitamente rígido y se le atribuyó a cada una de ellas sus respectivas masas, según su geometría y profundidad. Para tal efecto se diseñaron las zapatas de acuerdo a sus parámetros geotécnicos, respectivamente.

Tabla 6.11

Masas en el centroide de la zapata con el perfil del suelo S3.

Z	ax(m)	by(m)	Mx (Ts2/m)	My (Ts2/m)	Mz (Ts2/m)	Mφx (Ts2.m)	Mφy (Ts2.m)	Mψz (Ts2.m)
Z1	2.00	1.15	0.394	0.394	0.394	0.108	0.196	0.175
Z2	1.40	2.08	0.499	0.499	0.499	0.261	0.163	0.261
Z3	1.15	1.90	0.374	0.374	0.374	0.174	0.102	0.154
Z4	1.80	4.10	1.264	1.264	1.264	1.977	0.548	2.112
Z5	2.10	1.75	0.629	0.629	0.629	0.263	0.334	0.392
Z6	2.75	1.90	0.895	0.895	0.895	0.415	0.710	0.833
Z7	1.58	2.05	0.555	0.555	0.555	0.285	0.206	0.310

Fuente: Propiedad del autor.

M: Momento rotacional en las dirección de análisis (x, y, z).

Mφ : Momento traslacional en las dirección de análisis (x, y, z).

a(x): Ancho de la zapata aislada referente al eje x-x.

b(y): Largo de la zapata aislada referente al eje y-y.

Tabla 6.12

Consideraciones para una cimentación infinitamente rígida.

Características del concreto	
Módulo de elasticidad	E zapata=9x10 ⁸ ton/m ²
Módulo de poisson	u=0.05

Fuente: (Villarreal, 2009)

Una vez modeladas y asignadas las masas en las zapatas, procedemos a calcular los coeficientes equivalentes de rigidez. Para el suelo caso A, el factor “bo” es 1, entendiéndose este factor para suelos del tipo arenas. Así mismo los demás parámetros para el cálculo dependen directamente de la geometría de la zapata y propiedades mecánicas del suelo de fundación.

Tabla 6.13

Coeficientes de rigidez el Modelo (M2) para Suelo tipo S2.

Z	kz (ton/m)	kx (ton/m)	ky (ton/m)	KΨz (ton.m)	Kφx (ton.m)	Kφy (ton.m)
Z1	9224.58	6457.21	6457.21	4091.49	2033.25	6149.72
Z2	10800.78	7560.55	7560.55	5658.17	7788.08	3528.26
Z3	8917.22	6242.05	6242.05	3665.35	5365.19	1965.50
Z4	20761.90	14533.33	14533.33	34689.68	58167.92	11211.43
Z5	12658.33	8860.83	8860.83	7882.45	6461.02	9303.87
Z6	16189.44	11332.61	11332.61	15073.04	9740.65	20405.44
Z7	11609.29	8126.50	8126.50	6480.79	8131.34	4830.24

Fuente: Propiedad del autor.

Nota: Kx: Coeficiente de desplazamiento elástico uniforme (X), Ky: Coeficiente de desplazamiento elástico uniforme (Y), Kz: Coeficiente de rigidez de compresión elástica uniforme (Z), Kφx: Coeficiente de rigidez de compresión elástica no uniforme (X), Kφy: Coeficiente de rigidez de compresión elástica no uniforme (Y) y KΨz: Coeficiente de desplazamiento elástico no uniforme (Z).

Fuente: Propiedad del autor.

6.1.9.3. Modelo dinámico de base flexible de D.D. BARKAN -O.A SAVINOV (M3)

De igual manera, los coeficientes de rigidez de las cimentaciones fueron asignadas en el centro geométrico de las zapatas tomando en cuenta la geometría, peso y área de la cimentación de la superestructura. Por otro lado, en este modelo

se puede apreciar la dependencia de la presión estática que trasmite la cimentación al suelo de fundación. Por lo cual se determinó la presión estática para cada tipo de zapata aislada establecida mediante áreas tributarias. Para ello se tiene:

Tabla 6.14

Coefficientes de rigidez con el Modelo (M3) en el Suelo tipo S3.

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
Kz	30620.44	25515.08	26955.92	45978.28	28483.85	52281.71	53305.05
Kx	26246.09	21870.07	23105.07	39409.96	24414.72	44812.90	45690.05
Ky	26246.09	21870.07	23105.07	39409.96	24414.72	44812.90	45690.05
K_{ox}	5179.66	16951.87	15548.01	119480.37	11742.74	23957.58	33247.98
K_{oy}	19701.53	6531.50	4620.20	17074.29	18197.89	57900.67	17764.52

Fuente: Propiedad del autor.

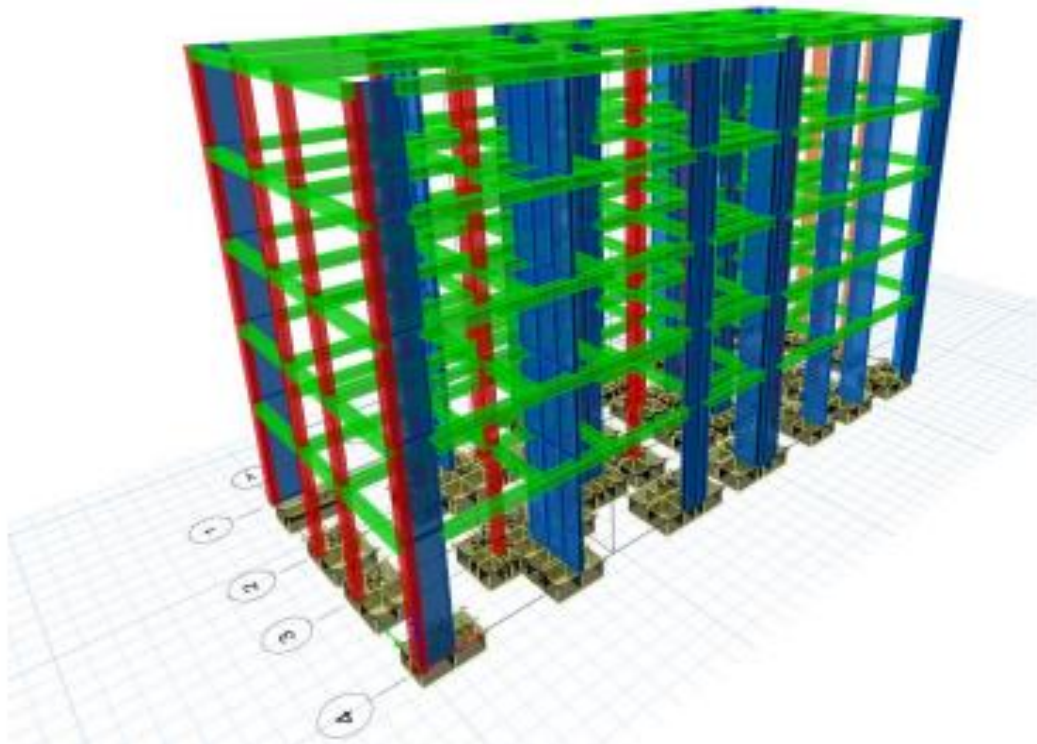


Figura 6.12. Discretización de las zapatas aisladas en el modelo (M3), en el suelo S3 con DISS

Fuente: Obtenido del software ETABS.v16.2.12.1.

6.2. Memoria de calculo

**1. ESPECTRO DE ACELERACIONES DE LA NORMA PERUANA E030-2018
(PARA EL SUELO BLANDO S3).**

Tabla 6.15
Factores de zona

ZONA	Z
1	0.1
2	0.25
3	0.35
4	0.45

TABLA 6.16
FACTOR DE SUELO "S"

SUELO \ ZONA	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

TABLA 6.17
PERIODOS "Tp" Y "TL"

	PERFIL DEL SUELO			
	S0	S1	S2	S3
Tp(s)	0.3	0.4	0.6	1.0
TL(s)	3.0	2.5	2.0	1.6

2. CONSIDERANDO UNA ZONA SISMICA DE Z3, Y UNA EDIFICACION FAMILIAR.

PERFIL DE SUELO	=	S3
ZONA SISMICA	=	Z4
CATEGORIA	=	C
Z	=	0.45
Tp	=	1.0
TL	=	1.6
FACTOR DE SUELO "S"	=	1.1
FACTOR DE USO "U"	=	1
Rx	=	7 (FALTA TORSION Y PISO BLAND)
Ry	=	7 (FALTA TORSION Y PISO BLAND)

FACTOR= ZYSg/R =0.69371

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$T < T_p$	$C = 2,5$
$T_p < T < T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$
$T > T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$

T es el período según se define en el numeral 4.5.4 o en numeral 4.6.1.

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.

T	C	Sa
0	2.5	1.734267857
0.1	2.5	1.734267857
0.2	2.5	1.734267857
0.3	2.5	1.734267857
0.4	2.5	1.734267857
0.5	2.5	1.734267857
0.6	2.5	1.734267857
0.7	2.5	1.734267857
0.8	2.5	1.734267857
0.9	2.5	1.734267857
1	2.5	1.734267857
1.1	2.2727273	1.576607143
1.2	2.0833333	1.445223214
1.3	1.9230769	1.334052198
1.4	1.7857143	1.238762755
1.5	1.6666667	1.156178571
1.6	1.5625	1.083917411
1.7	1.384083	0.960148295
1.8	1.2345679	0.856428571
1.9	1.1080332	0.768650574
2	1	0.693707143
2.1	0.9070295	0.629212828
2.2	0.8264463	0.573311688
2.3	0.7561437	0.524542263
2.4	0.6944444	0.481741071
2.5	0.64	0.443972571
2.6	0.591716	0.410477599
2.7	0.5486968	0.380634921
2.8	0.5102041	0.353932216
2.9	0.4756243	0.329943944
3	0.4444444	0.308314286
3.1	0.4162331	0.288743868
3.2	0.390625	0.270979353
3.3	0.3673095	0.254805195
3.4	0.3460208	0.240037074
3.5	0.3265306	0.226516618
3.6	0.308642	0.214107143
3.7	0.2921841	0.202690181
3.8	0.2770083	0.192162643
3.9	0.2629849	0.182434489
4	0.25	0.173426786
4.1	0.2379536	0.165070111
4.2	0.2267574	0.157303207
4.3	0.2163332	0.150071854
4.4	0.2066116	0.143327922
4.5	0.1975309	0.137028571
4.6	0.1890359	0.131135566
4.7	0.1810774	0.125614693
4.8	0.1736111	0.120435268
4.9	0.1665973	0.115569703
5	0.16	0.110993143

FACTOR=ZUS/R*g

	T	C	Sa	
	0	2.5	1.6554375	
	0.1	2.5	1.6554375	
	0.2	2.5	1.6554375	
	0.3	2.5	1.6554375	
	0.4	2.5	1.6554375	
	0.5	2.5	1.6554375	
TP-	0.6	2.5	1.6554375	
	0.7	2.142857143	1.41894643	
	0.8	1.875	1.24157813	
	0.9	1.666666667	1.103625	
	1	1.5	0.9932625	
	1.1	1.363636364	0.90296591	
	1.2	1.25	0.82771875	
	1.3	1.153846154	0.76404808	
	1.4	1.071428571	0.70947321	
	1.5	1	0.662175	
	1.6	0.9375	0.62078906	
	1.7	0.882352941	0.58427206	FACTOR=Z
	18	0.833333333	0.5518125	US/R*g
	19	0.789473684	0.52276974	
TL-	2	0.75	0.49663125	
	2.1	0.680272109	0.45045918	
	2.2	0.619834711	0.41043905	
	2.3	0.56710775	0.37552457	
	2.4	0.520633333	0.34488281	
	2.5	0.48	0.317844	
	2.6	0.443786982	0.29386464	
	2.7	0.411522634	0.2725	
	2.8	0.382653061	0.25338329	
	2.9	0.356718193	0.23620987	
	3	0.333333333	0.220725	
	3.1	0.312174818	0.20671436	
	3.2	0.29296875	0.19399658	
	3.3	0.275482094	0.18241736	
	3.4	0.259515571	0.17184472	
	3.5	0.244897959	0.16216531	
	3.6	0.231481481	0.15328125	
	3.7	0.219138057	0.14510774	
	3.8	0.207756233	0.13757098	
	3.9	0.197238659	0.13060651	
	4	0.1875	0.12415781	
	4.1	0.178465199	0.11817519	
	4.2	0.17068027	0.1126148	
	4.3	0.162249865	0.1074378	
	4.4	0.154558673	0.10260976	
	4.5	0.148148148	0.0981	
	4.6	0.141776938	0.09388114	
	4.7	0.135808058	0.0899287	
	4.8	0.130208333	0.0862207	
	4.9	0.124947933	0.0827374	
	5	0.12	0.079461	

3. IRREGULARIDAD.
(MODELO DE SUELO BLANDO S3).

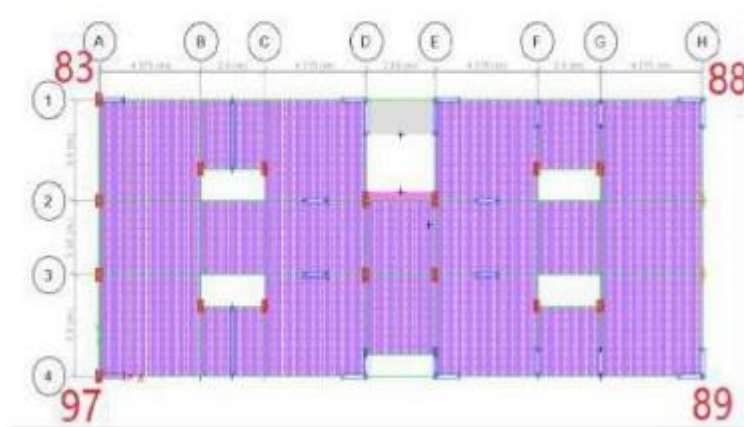
PISO BLANDO										
Story	Load Case	Shear X	Drift X	Rigidez de entrespiso X	Cortante Y	Drift Y	Stiffness Y	Rigidez de entrespiso X-Y:	70%* Rigidez por piso	80%*Promedio de rigidez superiores
		tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m	Rig por piso		
PISO 6	SDXX	42.7258	0.001784	23952.015	4.4295	0.000412	10739.313	23952.015	16766.4105	
PISO 5	SDXX	93.6876	0.002227	42072.781	9.9392	0.000521	19079.297	18120.766	12684.5362	16829.1124
PISO 4	SDXX	132.0369	0.002521	52377.924	14.1172	0.000611	23123.332	34257.158	23980.0106	20354.6504
PISO 3	SDXX	158.1207	0.00245	64537.689	16.9803	0.000602	28186.231	30280.531	21196.3717	22042.25467
PISO 2	SDXX	171.0882	0.001856	92183.319	18.3122	0.000426	42946.436	61902.788		
PISO 6	SDYY	4.4347	0.000432	10259.238	39.1715	0.001626	24088.58	24088.580	16862.006	
PISO 5	SDYY	9.8869	0.000524	18858.485	85.3553	0.001936	44085.313	19996.733	13997.7131	
PISO 4	SDYY	14.0092	0.000594	23587.054	119.2531	0.002138	55784.865	35786.132	25051.6924	21299.58533
PISO 3	SDYY	16.9025	0.000591	28604.841	141.9325	0.00196	72428.707	36640.575	25648.4025	24646.784
PISO 2	SDYY	18.3124	0.00041	44672.306	153.1417	0.001411	108550.335	71909.760		

NO PRESENTA NO PRESENTA

PISO DEBIL										
Story	Load Case	Shear X	Drift X	Rigidez de entrespiso X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Fuerza cortante:	80%* Rigidez por piso	Irregularidad Extrema de Resistencia
		tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m	Rig por piso		
PISO 6	SDXX	45.294	0.002	25030.627	4.735	0.000	11293.866	45.294	36.235	29.441
PISO 5	SDXX	93.777	0.002	41903.340	9.973	0.001	18994.122	93.777	75.022	60.955
PISO 4	SDXX	131.888	0.003	52270.031	14.130	0.001	23071.695	131.888	105.510	85.727
PISO 3	SDXX	157.826	0.002	64446.137	16.985	0.001	28165.988	157.826	126.261	102.587
PISO 2	SDXX	170.733	0.002	92087.667	18.314	0.000	42928.065	170.733		
PISO 6	SDYY	4.724	0.000	10777.926	41.482	0.002	25178.858	41.482	33.185	26.963
PISO 5	SDYY	9.921	0.001	18800.340	85.427	0.002	43852.972	85.427	68.342	55.528
PISO 4	SDYY	14.023	0.001	23558.151	119.105	0.002	55602.620	119.105	95.284	77.418
PISO 3	SDYY	16.908	0.001	28602.352	141.657	0.002	72285.498	141.657	113.326	92.077
PISO 2	SDYY	18.314	0.000	44691.026	152.812	0.001	108390.146	152.812		

NO PRESENTA NO PRESENTA

TORSION X-X



Extremo 83-88

Promedio Drifts	Max. Drift X	FactorIrregular.	Maximo Fi
0.002643	0.002643	1	1.3
0.003517	0.003517	1	1.3
0.00426	0.00426	1	1.3
0.00465	0.00465	1	1.3
0.002579	0.002579	1	1.3

Extremo 97-89

Promedio Drifts	Max. Drift X	FactorIrregular.	Maximo Fi
0.002472	0.002472	1	1.3
0.00329	0.00329	1	1.3
0.003979	0.003979	1	1.3
0.004325	0.004325	1	1.3
0.002375	0.002375	1	1.3

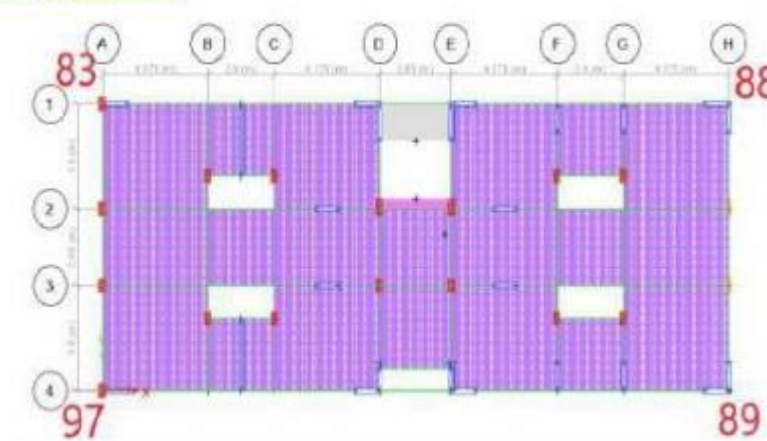
Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	83	DERIVAXX Max	0.055028	0.020374	0.002643	0.001205
PISO 5	83	DERIVAXX Max	0.047336	0.016843	0.003517	0.001428
PISO 4	83	DERIVAXX Max	0.037058	0.012649	0.00426	0.001597
PISO 3	83	DERIVAXX Max	0.024542	0.00795	0.00465	0.001557
PISO 2	83	DERIVAXX Max	0.010833	0.003361	0.002579	0.0008

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	88	DERIVAXX Max	0.055028	0.026185	0.002643	0.001443
PISO 5	88	DERIVAXX Max	0.047336	0.021966	0.003517	0.001769
PISO 4	88	DERIVAXX Max	0.037058	0.016783	0.00426	0.002034
PISO 3	88	DERIVAXX Max	0.024542	0.010804	0.00465	0.002087
PISO 2	88	DERIVAXX Max	0.010833	0.004652	0.002579	0.001108

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	97	DERIVAXX Max	0.051189	0.020374	0.002472	0.001205
PISO 5	97	DERIVAXX Max	0.044015	0.016843	0.00329	0.001428
PISO 4	97	DERIVAXX Max	0.034411	0.012649	0.003979	0.001597
PISO 3	97	DERIVAXX Max	0.022726	0.00795	0.004325	0.001557
PISO 2	97	DERIVAXX Max	0.009976	0.003361	0.002375	0.0008

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	89	DERIVAXX Max	0.051189	0.026185	0.002472	0.001443
PISO 5	89	DERIVAXX Max	0.044015	0.021966	0.00329	0.001769
PISO 4	89	DERIVAXX Max	0.034411	0.016783	0.003979	0.002034
PISO 3	89	DERIVAXX Max	0.022726	0.010804	0.004325	0.002087
PISO 2	89	DERIVAXX Max	0.009976	0.004652	0.002375	0.001108

TORSION Y-Y



Extremo 83-97

Promedio Drifts	Max. Drift Y	FactorIrregular r.	Maximo Fi
0.004432	0.004432	1	1.3
0.005019	0.005019	1	1.3
0.005382	0.005382	1	1.3
0.005064	0.005064	1	1.3
0.002582	0.002582	1	1.3

Extremo 88-89

Promedio Drifts	Max. Drift Y	FactorIrregular	Maximo Fi
0.002778	0.002778	1	1.3
0.003351	0.003351	1	1.3
0.003802	0.003802	1	1.3
0.003882	0.003882	1	1.3
0.002057	0.002057	1	1.3

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	83	DERIVAYY Max	0.014525	0.069259	0.000795	0.004432
PISO 5	83	DERIVAYY Max	0.012219	0.056301	0.000969	0.005019
PISO 4	83	DERIVAYY Max	0.00939	0.041597	0.001122	0.005382
PISO 3	83	DERIVAYY Max	0.006098	0.025771	0.001164	0.005064
PISO 2	83	DERIVAYY Max	0.002669	0.010844	0.000636	0.002582

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	97	DERIVAYY Max	0.02031	0.069259	0.001217	0.004432
PISO 5	97	DERIVAYY Max	0.01682	0.056301	0.001447	0.005019
PISO 4	97	DERIVAYY Max	0.012641	0.041597	0.001604	0.005382
PISO 3	97	DERIVAYY Max	0.007967	0.025771	0.001564	0.005064
PISO 2	97	DERIVAYY Max	0.003365	0.010844	0.000801	0.002582

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	88	DERIVAYY Max	0.014525	0.049166	0.000795	0.002778
PISO 5	88	DERIVAYY Max	0.012219	0.041058	0.000969	0.003351
PISO 4	88	DERIVAYY Max	0.00939	0.031252	0.001122	0.003802
PISO 3	88	DERIVAYY Max	0.006098	0.020082	0.001164	0.003882
PISO 2	88	DERIVAYY Max	0.002669	0.008637	0.000636	0.002057

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	89	DERIVAYY Max	0.02031	0.049166	0.001217	0.002778
PISO 5	89	DERIVAYY Max	0.01682	0.041058	0.001447	0.003351
PISO 4	89	DERIVAYY Max	0.012641	0.031252	0.001604	0.003802
PISO 3	89	DERIVAYY Max	0.007967	0.020082	0.001564	0.003882
PISO 2	89	DERIVAYY Max	0.003365	0.008637	0.000801	0.002057

4. ZAPATAS AISLADAS.

Columna

b = 60 cm
t = 20 cm
beta_c = t/b = 0.33

P_serv = 38 ton
U/S = 1.50
P_u = 57 ton

Zapata

recub + db/2 = 7.5 cm
bo = 218 cm

Suelo

prof cim = 1.5 m
q adm = 19.3 ton/m²
q adm ajust = 16.0 ton/m²
q_u previsto = 24.0 ton/m²
q_u tomado = 20.0 ton/m²

zapata de igual voladizo

Computado Tomado
Área = 2.4 2.9 m²
Voladizos = 59 65 cm
Ancho = 179 190 cm
Largo = 139 150 cm

Punzonamiento RNC E-80 16.2.1 b)
Resolviendo: P_u = q_u A_punz + V_u = q_u (b +)

f_c = 210 Kg/cm²
v_c = 15.9 Kg/cm²

Computado Tomado
d = 14.6 52.5 cm
H = 22.1 60 cm

Área punz. = 0.26 0.82 m²
Actuante V_u = 52 41 ton

bo = 218.38 370 cm
ØVn = 43.186 263 ton

Verificamos cortante recto

Long. franja hasta d de la cara = 12.5 cm
Vu por metro de ancho = 2,500 Kg
v_c = 7.7 Kg/cm²
.85 Vn = 34,274 Kg
Vu < .85 Vn OK

Refuerzo por flexión

Mu (Kg-m) por m ancho = 4225

Refuerzo requerido por metro de ancho de zapata en cada dirección
MARCAR X EN LAS CASILLAS PARA INDICAR LA COMBINACION ELEGIDA

poco para losas
p 0.0004 4/3 p = 0.0005 } temp = 0.0018
As = 2.1 As = 2.9 As = 10.8

Bar	cm ²	Cant S cm	Cant S cm	Cant S cm			
#3	0.71	3.0	33.2	4.0	24.9	15.2	6.6
#4	1.29	1.7	60.3	2.2	45.2	8.4	11.9
X #5	2.00	1.1	93.5	1.4	70.1	5.4	18.5
#6	2.84	0.8	132.8	1.0	99.6	3.8	26.3
#8	5.10	0.4	238.4	0.6	178.8	2.1	47.2

Reinforcement diagram showing bars #3, #4, X #5, #6, #8 with 'x' marks in the #5 and #8 columns.

Reinforcement in the long direction = 10 #5 cm
Reinforcement in the short direction = 8 #5 cm

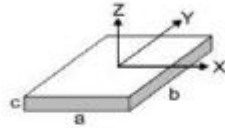
5. MODELO DINAMICO DE INTERACCION SUELO ESTRUCTURAS.
(MASAS EN EL CENTROIDE DE LA ZAPATA PARA SUELO S3)

DIMENSIONES DE LA ZAPATA:

x=	2	m
Y=	1.15	m
Z=	0.7	m
$\gamma_c =$	2.4	ton/m ³

Mt=Mx=My=Mz=	0.394	Ts2/m
M $\phi_{x'}$ =	0.108	Ts2/m
M $\phi_{y'}$ =	0.196	Ts2/m
M Ψ_z =	0.175	Ts2/m

MASAS EN EL CENTROIDE DE LA ZAPATA

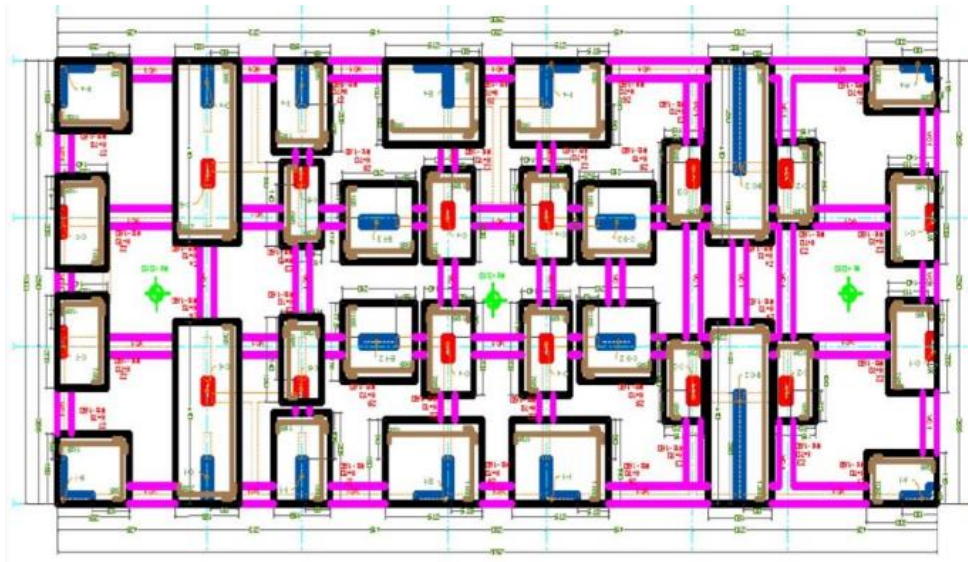


$$M_t = M_x = M_y = M_z = \frac{P_{zapata}}{g} = \frac{\gamma \cdot a \cdot b \cdot c}{g}$$

$$M_{\phi_{x'}} = M_t \cdot d^2 + I_{yy} = M_t \left(\frac{c}{2} \right)^2 + \frac{M_t (b^2 + c^2)}{12}$$

$$M_{\phi_{y'}} = M_t \cdot d^2 + I_{xx} = M_t \left(\frac{c}{2} \right)^2 + \frac{M_t (a^2 + c^2)}{12}$$

$$M_{\Psi_z} = I_{zz} = \frac{M_t (a^2 + b^2)}{12}$$



Z	ax(m)	by(m)	Mx (Ts2/m)	My (Ts2/m)	Mz (Ts2/m)	Mφx (Ts2.m)	Mφy (Ts2.m)	MΨz (Ts2.m)
Z1	2.00	1.15	0.394	0.394	0.394	0.108	0.196	0.175
Z2	1.40	2.08	0.499	0.499	0.499	0.261	0.163	0.261
Z3	1.15	1.90	0.374	0.374	0.374	0.174	0.102	0.154
Z4	1.80	4.10	1.264	1.264	1.264	1.977	0.548	2.112
Z5	2.10	1.75	0.629	0.629	0.629	0.263	0.334	0.392
Z6	2.75	1.90	0.895	0.895	0.895	0.415	0.710	0.833
Z7	1.58	2.05	0.555	0.555	0.555	0.285	0.206	0.310

6. COEFICIENTE DE RIGIDEZ NORMA RUSA – ZAPATAS AISLADAS.

$K_z = C_z A$ $K_x = C_x A$ $K_\phi = C_\phi I_\phi$ $K_\psi = C_\psi I_\psi$	$C_x = 0,7 C_z$ $C_\phi = 2 C_z$ $C_\psi = C_z$	$C_z = b_0 E \left(1 + \sqrt{\frac{A_{10}}{A}} \right)$
---	---	--

1.-Datos:

b0=	1	arena
Es=	1300	ton/m3
A10=	10	m2

TIPO DE ZAPATAS

Z	ax(m)	by(m)	lx (m4)	ly (m4)	lz (m4)	A (m2)
Z1	2.00	1.15	0.253	0.767	1.020	2.30
Z2	1.40	2.08	1.050	0.476	1.525	2.91
Z3	1.15	1.90	0.657	0.241	0.898	2.19
Z4	1.80	4.10	10.338	1.993	12.331	7.38
Z5	2.10	1.75	0.938	1.351	2.288	3.68
Z6	2.75	1.90	1.572	3.293	4.865	5.23
Z7	1.58	2.05	1.134	0.674	1.808	3.24

2.- Hallando Cz:

Z	Cz (ton/m3)	Cx (ton/m3)	Cy (ton/m3)	CΨz (ton/m3)	Cφx (ton/m3)	Cφy (ton/m3)
Z1	4010.69	2807.48	2807.48	4010.69	8021.37	8021.37
Z2	3709.06	2596.34	2596.34	3709.06	7418.12	7418.12
Z3	4081.11	2856.77	2856.77	4081.11	8162.21	8162.21
Z4	2813.27	1969.29	1969.29	2813.27	5626.53	5626.53
Z5	3444.44	2411.11	2411.11	3444.44	6888.89	6888.89
Z6	3098.46	2168.92	2168.92	3098.46	6196.92	6196.92
Z7	3584.22	2508.95	2508.95	3584.22	7168.44	7168.44

3.-Coeficiente de rigidez (K):

Z	kz (ton/m)	kx (ton/m)	ky (ton/m)	KΨz (ton.m)	Kφx (ton.m)	Kφy (ton.m)
Z1	9224.58	6457.21	6457.21	4091.49	2033.25	6149.72
Z2	10800.78	7560.55	7560.55	5658.17	7788.08	3528.26
Z3	8917.22	6242.05	6242.05	3665.35	5365.19	1965.50
Z4	20761.90	14533.33	14533.33	34689.68	58167.92	11211.43
Z5	12658.33	8860.83	8860.83	7882.45	6461.02	9303.87
Z6	16189.44	11332.61	11332.61	15073.04	9740.65	20405.44
Z7	11609.29	8126.50	8126.50	6480.79	8131.34	4830.24

7. MODELO DINAMICO D.D. BARKAN – O.A. SAVINOV
(MODELO BASE CON SUELO TIPO S3 (M2A)).

1.-Datos de zapata :

Dimensiones	TIPO DE ZAPATAS						
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
A (m)	2	1.4	1.15	1.8	2.1	2.75	1.58
B (m)	1.15	2.08	1.9	4.1	1.75	1.9	2.05
Area (m2)	2.300	2.912	2.185	7.380	3.675	5.225	3.239
Peso (Kg)	3864.0	4892.2	3670.8	12398.4	6174.0	8778.0	5441.5
Unidad	2	8	6	4	4	4	2

2.- Presion estatica por tipo de zapatas

Psismico de la edificacion 1272.3435

Dimensiones	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
P trib sismico (Ton)	36.63	22.13	28.45	46.50	25.83	85.24	110.52
Ptrib+P zap (Ton)	40.50	27.02	32.12	58.90	32.01	94.02	115.96
Presion estatica (Ton/m2)	17.61	9.28	14.70	7.98	8.71	17.99	35.80
Presion estatica (kg/cm2)	1.761	0.928	1.470	0.798	0.871	1.799	3.580

2.- Datos del suelo

u	0.25	
Eo	1300	kg/cm2
h	0.7	
p	2400	kg/m3

3.-Valor de Do :

p		kg/cm2
Po	0.2000	kg/cm2
Co	1.2000	kg/cm3
Do	1.0286	kg/cm2

$$C_s = C_0 \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}$$

$$C_s = D_0 \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}$$

$$C_\varphi = C_0 \left[1 + \frac{2(a+3b)}{\Delta A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}$$

$$K_x = C_s A$$

$$K_x = C_s A$$

$$K_\varphi = C_\varphi I$$

Tipo de perfil	Caracteristica de la base de fundación	Suelo	C _s (kg/cm ²)
S1	Roca o suelos muy rijidos	Arcilla y arena arcillosa dura (I _c < 0)	3.0
		Arena compacta (I _c < 0)	2.2
		Cascalajo, grava, canto rodado, arena densa	2.6
S2	Suelos intermedios	Arcilla y arena arcillosa plástica (0.25 < I _c ≤ 0.5)	2.0
		Arena plástica (0 < I _c ≤ 0.5)	1.6
		Arena polvorosa medio densa y densa (e ≤ 0.80)	1.4
		Arenas de grano fino, mediano y grueso, independientes de su densidad y humedad	1.6
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	Arcilla y arena arcillosa de baja plasticidad (0.5 < I _c ≤ 0.75)	0.8
		Arena plástica (0.5 < I _c ≤ 1)	1.0
		Arenas polvorosas, saturadas, porosa (e > 0.80)	1.2
S4	Condiciones excepcionales	Arcilla y arena arcillosa muy blanda (I _c > 0.75)	0.6
		Arena movediza (I _c > 1)	0.6

3.- Valore de Cz (kg/cm3)

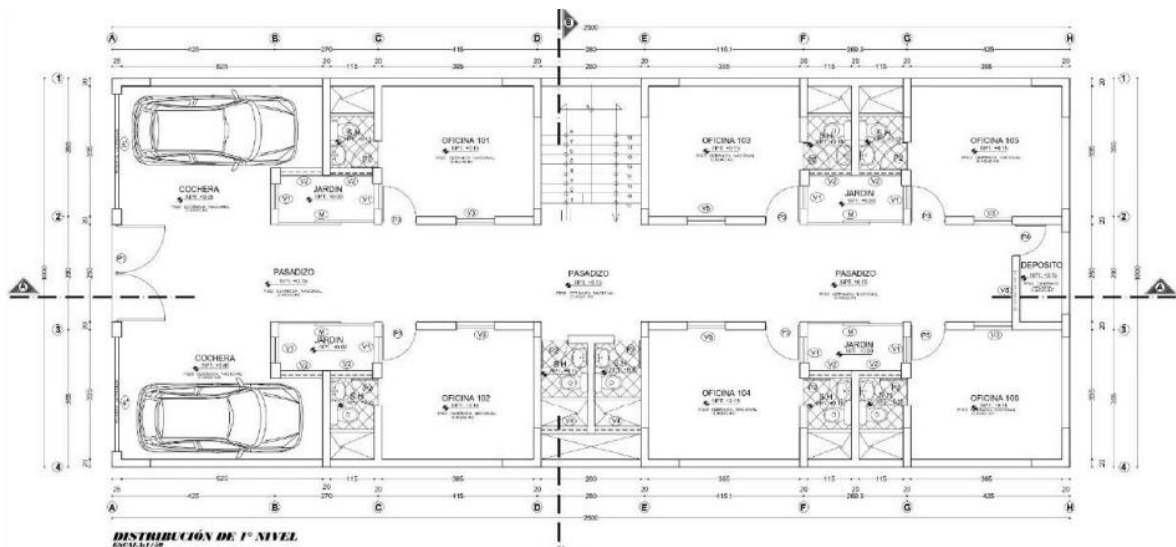
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
Cz	13.313	8.762	12.337	6.230	7.751	10.006	16.457
Cx	11.411	7.510	10.574	5.340	6.643	8.577	14.106
Cy	11.411	7.510	10.574	5.340	6.643	8.577	14.106
Cøx	20.434	16.147	23.654	11.557	12.520	15.242	29.311
Cøy	25.698	13.732	19.186	8.569	13.474	17.584	26.364

4.-Valores de K

ton/m

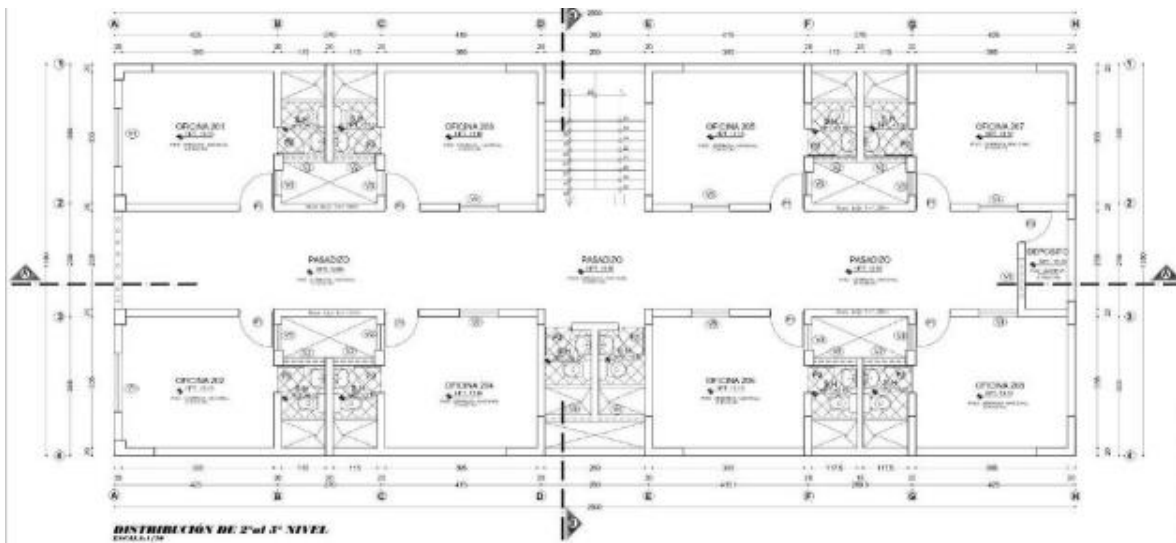
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
Kz	30620.44	25515.08	26955.92	45978.28	28483.85	52281.71	53305.05
Kx	26246.09	21870.07	23105.07	39409.96	24414.72	44812.90	45690.05
Ky	26246.09	21870.07	23105.07	39409.96	24414.72	44812.90	45690.05
Køx	5179.66	16951.87	15548.01	119480.37	11742.74	23957.58	33247.98
Køy	19701.53	6531.50	4620.20	17074.29	18197.89	57900.67	17764.52

PLANO DE ARQUITECTURA



CUADRO DE VANO DE VENTANA (SEGUNDO NIVEL)			
VENTANA	ANCHO	ALTO	ALFÉIZAR
V1	0.85	1.70	1.80
V2	1.10	0.50	2.20
V3	1.00	1.70	1.80
V4	1.13	0.50	2.20
V5	1.00	0.50	2.20

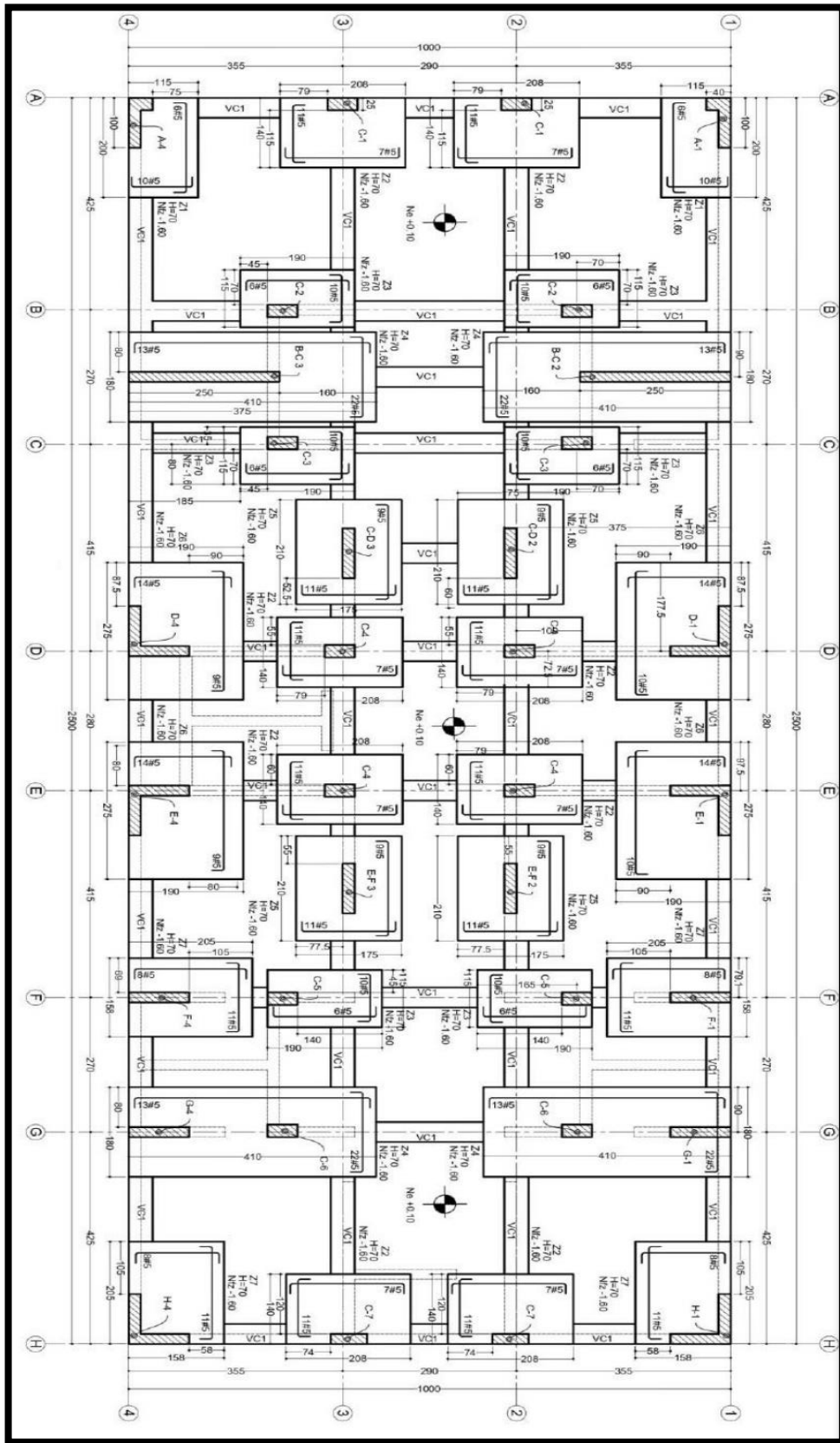
CUADRO DE VANO DE PUERTA (SEGUNDO NIVEL)			
PUERTA	ANCHO	ALTO	SOBRELUZ
P1	2.50	2.50	-
P2	6.70	2.50	-
P3	6.90	2.50	-
P4	0.80	2.50	-
M	2.35	2.50	-

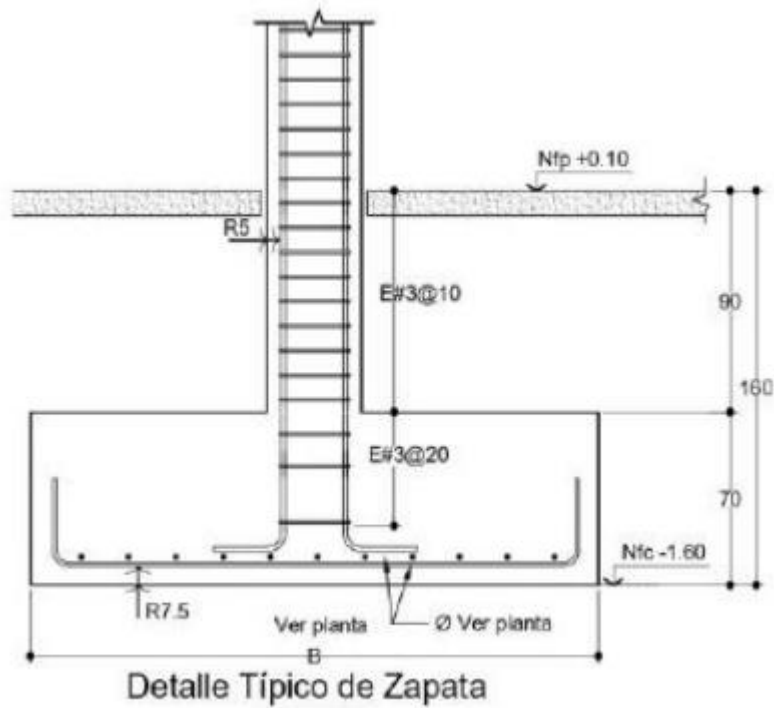
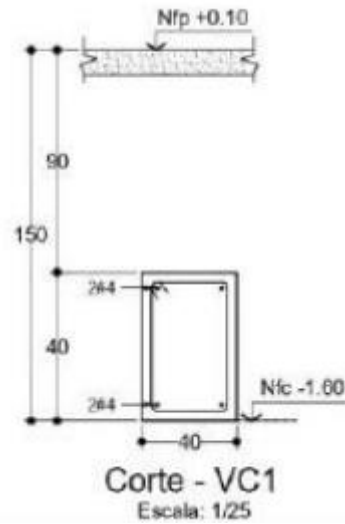





CUADRO DE VANO DE VENTANA (SEGUNDO NIVEL)			
VENTANA	ANCHO	ALTO	ALFÉIZAR
V1	1.50	1.70	1.80
V2	1.10	0.50	2.20
V3	0.85	1.70	1.80
V4	1.13	1.70	1.80
V5	1.00	0.50	2.20

CUADRO DE VANO DE PUERTA (SEGUNDO NIVEL)			
PUERTA	ANCHO	ALTO	SOBRELUZ
P1	0.90	2.50	-
P2	6.70	2.50	-
P3	0.80	2.50	-

PLANO DE CIMENTACION





CLAVE MUROS/COLUMNAS	
	Piezas y columnas
	Columnas
	Tabique de albañilería (no portante).

NOTAS:

- 1.- Dimensiones indicadas en centímetros y niveles en metros.
- 2.- Ver Especificaciones Técnicas en plano E-01
- 3.- Para medidas no indicadas ver Arquitectura e IISS

Clave de Niveles

Ne: Nivel de estructura
 Nf: Nivel fondo zapata
 Npt: Nivel piso terminado
 Nfc: Nivel fondo cimentación

La Capacidad admisible del suelo es 1.59 kg/cm²