



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES
MEDIANAS IRREGULARES DE SISTEMA DUAL, APLICANDO
LA NORMA E.030 DEL 2006 Y EL PROYECTO DE NORMA 2014
EN LIMA METROPOLITANA**

PRESENTADA POR

**JESSICA STEPHANY RAMIREZ VILLALVA
JORGE SÁNCHEZ OBREGÓN**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2015



**Reconocimiento
CC BY**

El autor permite a otros distribuir y transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra, incluso con fines comerciales, siempre que sea reconocida la autoría de la creación original.

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES
MEDIANAS IRREGULARES DE SISTEMA DUAL, APLICANDO
LA NORMA E.030 DEL 2006 Y EL PROYECTO DE NORMA
2014 EN LIMA METROPOLITANA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR

**RAMIREZ VILLALVA, JESSICA STEPHANY
SÁNCHEZ OBREGÓN, JORGE**

LIMA – PERÚ

2015

Dedicatoria

A nuestro divino, por su apoyarnos incondicionalmente.

A nuestra familia por sus grandes dosis de amor y apoyo porque hemos podido alcanzar nuestra primera meta profesional.

Agradecimiento

Expresamos nuestro agradecimiento a la “Universidad de San Martín de Porres” porque siguen apostando por la educación de nuestro país; a los asesores y maestros por sus conocimientos.

A nuestros familiares ya que nos acompañaron y motivaron a seguir adelante en el transcurso de la carrera.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	24
1.1. Antecedentes de investigación	24
1.2. Bases teóricas	24
1.3. Marco conceptual	38
1.4. Hipótesis	40
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	42
2.1. Tipo de la investigación	42
2.2. Nivel de la investigación	42
2.3. Diseño de investigación	43
2.4. Variables	43
2.5. Caso de la investigación	46
2.6. Técnicas de investigación	46
2.7. Instrumentos de obtención de los datos	47
2.8. Procesamiento y análisis de datos	47
CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	49
3.1. Contrastación de hipótesis	49
3.2. Caso de la investigación	51
3.3. Análisis e interpretación de la investigación	97
3.4. Resumen de análisis e interpretación de investigación	110
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN	112
4.1. Discusión	112
CONCLUSIONES	114
RECOMENDACIONES	116
FUENTES DE INFORMACIÓN	117
ANEXOS	118

Lista de Tablas

		Página
Tabla 1	Factores de zona sísmica	28
Tabla 2	Factores de zona sísmica	28
Tabla 3	Perfiles de suelo	29
Tabla 4	Perfiles de suelo	29
Tabla 5	Factor “S” por tipo de perfil de suelo	29
Tabla 6	Periodo “TP” y “TL” por tipo de perfil de suelo	29
Tabla 7	Parámetros de suelo	29
Tabla 8	Sistemas estructurales y valores de “R0”	32
Tabla 9	Sistemas estructurales y valores de “R0”	32
Tabla 10	Irregularidades estructurales	33
Tabla 11	Irregularidades estructurales	34
Tabla 12	Coeficiente de reducción de fuerzas sísmica (R)	34
Tabla 13	Coeficiente de reducción de fuerzas sísmica (R)	34
Tabla 14	Operacionalización de variable independiente	44
Tabla 15	Operacionalización de variable dependiente	45
Tabla 16	Cuadro de altura de pisos del edificio Meridian	53
Tabla 17	Cuadro de alturas de sótanos del edificio Meridian	54
Tabla 18	Cuadro de área techada del edificio Meridian	54
Tabla 19	Distribución de fuerza sísmica en edificio Meridian (2006)	62
Tabla 20	Datos para diseño espectral en edificio Meridian (2006)	63
Tabla 21	Periodo y frecuencia en edificio Meridian (2006)	63
Tabla 22	Distribución de fuerza sísmica en edificio Meridian (2014)	65
Tabla 23	Datos para diseño espectral en edificio Meridian (2014)	66
Tabla 24	Periodo y frecuencia en edificio Meridian (2014)	66
Tabla 25	Cuadro de altura de pisos del centro comercial	68

Tabla 26	Cuadro de área techada del centro comercial	68
Tabla 27	Distribución de fuerza sísmica en centro comercial (2006)	72
Tabla 28	Datos para diseño espectral en centro comercial (2006)	73
Tabla 29	Periodo y frecuencia en centro comercial (2006)	74
Tabla 30	Distribución de fuerza sísmica en centro comercial (2014)	75
Tabla 31	Datos para diseño espectral en centro comercial (2014)	76
Tabla 32	Periodos y frecuencias de centro comercial (2014)	76
Tabla 33	Cuadro de altura de pisos de la Comisaría PNP Sagitario	78
Tabla 34	Cuadro de área techada de la Comisaría PNP Sagitario	79
Tabla 35	Distribución de fuerza sísmica en Comisaria PNP Sagitario – Sector I (2006)	87
Tabla 36	Datos para diseño espectral en Comisaria PNP Sagitario – Sector I (2006)	88
Tabla 37	Periodo y frecuencia de la Comisaria PNP Sagitario - Sector I (2006)	88
Tabla 38	Distribución de fuerza sísmica en Comisaria PNP Sagitario – Sector II (2006)	89
Tabla 39	Datos para diseño espectral en Comisaria PNP Sagitario – Sector II (2006)	90
Tabla 40	Periodos y frecuencias en Comisaria PNP Sagitario – Sector II (2006)	91
Tabla 41	Distribución de fuerza sísmica en Comisaría PNP Sagitario – Sector I (2014)	92
Tabla 42	Datos para diseño espectral en Comisaría PNP Sagitario (2014)	93
Tabla 43	Periodo y frecuencia de la Comisaría PNP	93

	Sagitario – Sector I (2014)	
Tabla 44	Distribución de fuerza sísmica en Comisaría PNP Sagitario – Sector II (2014)	95
Tabla 45	Datos para diseño espectral en Comisaría PNP Sagitario – Sector II (2014)	96
Tabla 46	Periodo y frecuencia de la Comisaría PNP Sagitario – Sector II (2014)	96
Tabla 47	Resumen de Resultados de la Investigación	110
Tabla 48	Resumen de contrastación de hipótesis de la investigación	111

Lista de Figuras

		Página
Figura 1	Mapa de zonas sísmicas	27
Figura 2	Mapa de zonas sísmicas	28
Figura 3	Ubicación de Lima Metropolitana	46
Figura 4	Imagen del proyecto: “Edificio Meridian”	52
Figura 5	Ubicación del proyecto: “Edificio Meridian”	52
Figura 6	Malla del proyecto: “Edificio Meridian”.	57
Figura 7	Modelación vista 1 del proyecto: “Edificio Meridian”	58
Figura 8	Modelación vista 2 del proyecto: “Edificio Meridian”.	59
Figura 9	Modelación vista 3 del proyecto: “Edificio Meridian”.	60
Figura 10	Proyecto: “Centro Comercial”	67
Figura 11	Ubicación del Proyecto: “Centro Comercial”	67
Figura 12	Malla del esquema centro comercial	71
Figura 13	Proyecto: “Comisaría PNP Sagitario”	77
Figura 14	Ubicación del proyecto: “Comisaría PNP Sagitario”	78
Figura 15	Malla del proyecto: “Comisaría PNP Sagitario” – Sector I	84
Figura 16	Malla del proyecto: “Comisaría PNP Sagitario” – Sector II	85
Figura 17	Modelación vista 1 del proyecto: “Comisaría PNP Sagitario”	86
Figura 18	Modelación vista 2 del proyecto: “Comisaría PNP Sagitario”	86
Figura 19	Parámetros de zonificación de edificio Meridian	97
Figura 20	Categoría de edificación y uso de edificio Meridian	97
Figura 21	Coeficiente de amplificación sísmica de edificio	98

	Meridian	
Figura 22	Parámetros de sitio de edificio Meridian	98
Figura 23	Coeficiente de reducción sísmica de edificio Meridian	99
Figura 24	Cortante basal del edificio Meridian	99
Figura 25	Distribución de fuerza sísmica de edificio Meridian	100
Figura 26	Parámetros de zonificación del centro comercial	101
Figura 27	Categoría de edificación y uso del centro comercial	101
Figura 28	Coeficiente de amplificación sísmica del centro comercial	102
Figura 29	Parámetros de sitio del centro comercial	102
Figura 30	Coeficiente de reducción sísmica del centro comercial	103
Figura 31	Cortante basal del centro comercial	103
Figura 32	Distribución de fuerza sísmica del centro comercial	104
Figura 33	Parámetros de zonificación del Comisaría PNP Sagitario	105
Figura 34	Categoría de edificaciones y uso de Comisaría PNP Sagitario	105
Figura 35	Coeficiente de amplificación sísmica de Comisaría PNP Sagitario	106
Figura 36	Parámetros de sitio de Comisaría PNP Sagitario	106
Figura 37	Coeficiente de reducción sísmica del centro comercial – Sector I	107
Figura 38	Coeficiente de reducción sísmica del centro comercial – Sector II	107
Figura 39	Cortante Basal del Comisaría PNP Sagitario – Sector I	108

Figura 40	Cortante basal de Comisaría PNP Sagitario – Sector II	108
Figura 41	Distribución de fuerza sísmica de Comisaría PNP Sagitario – Sector I	109
Figura 42	Distribución de fuerza sísmica de Comisaría PNP Sagitario – Sector II	109

Lista de Anexos

		Página
Anexo 1	Matriz de consistencia	119
Anexo 2	Formato	120
Anexo 3	Cálculos del análisis estructural lineal	121
Anexo 4	Entrevista	164

RESUMEN

La tesis denominada “Comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual, aplicando la Norma E.030 del 2006 y el Proyecto de Norma 2014 en Lima Metropolitana”, se desarrolla con el propósito de analizar el comportamiento estructural de las edificaciones medianas irregulares duales entre la Norma E.030 del 2006 y el Proyecto de Norma 2014 ubicadas en Lima Metropolitana. La mencionada investigación está basada por los siguientes indicadores: zonificación, categoría de las edificaciones y factor de uso, coeficiente de amplificación sísmica, parámetros de sitio y por último el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas.

La presente investigación utiliza la metodología de investigación cuantitativa, descriptiva y diseño de investigación no experimental. Esta investigación se aplicó a tres casos que están ubicados dentro de Lima Metropolitana las cuales son: edificio Meridian, centro comercial y la Comisaría PNP Sagitario. La selección de estos casos de investigación es por cada categoría de edificación de tipo esenciales, importantes y comunes.

Finalmente la investigación acepta la hipótesis de investigación de los indicadores: parámetros de zonificación y categoría de edificación en todos los casos de investigación, sin embargo para el indicador coeficiente de amplificación sísmica se rechaza la hipótesis de investigación para los casos del edificio Meridian y Comisaría PNP Sagitario, mas no para el centro comercial, y para el indicador de coeficiente de reducción sísmica se acepta la hipótesis de investigación para todos los casos de investigación, pero no en la Comisaría PNP Sagitario.

Palabras Claves: Comportamiento estructural, desempeño sísmico, cortante basal, sistema dual.

ABSTRACT

The thesis entitled "Structural behavior of irregular medium buildings dual system, by applying the Standard E.030 2006 and ED 2014 in Punjab", is developed for the purpose of analyzing the structural behavior of dual medium irregular buildings between E.030 Standard 2006 and Project Standard 2014 located in Lima. The mentioned research is based on the following indicators: zoning category of the buildings and use factor, coefficient of seismic amplification, site parameters and finally the reduction coefficient of seismic forces.

This research uses quantitative methods, descriptive and non-experimental research design research. This research three cases are located within Metropolitan Lima was applied which are: Meridian building, shopping center and the police station PNP Sagittarius. The selection of these cases research is for each category of building essential, important and common type.

Finally research accept the research hypothesis indicators: parameters of zoning and building category in all cases of research, however for seismic amplification coefficient indicator the research hypothesis is rejected for cases Meridian building and police station PNP Sagittarius, but not to the mall, and the indicator reduction coefficient of seismic research hypothesis accepted for all cases under investigation but not at the police station PNP Sagittarius.

Keywords: Structural behavior, seismic performance, base shear, dual system.

INTRODUCCIÓN

El análisis sísmico ha ido evolucionando en el tiempo a consecuencia de estudios y nuevas herramientas lo que ha permitido llegar a respuestas más precisas y representativas del comportamiento de los edificios ante los sismos severos. Primero, mediante el análisis estático lineal y luego el análisis dinámico lineal.

Mediante esta tesis de investigación se analiza algunos métodos para la actualización de la Norma E-030 de Diseño Sismorresistente debido al cambio de los parámetros de diseño para edificaciones medianas irregulares de sistema dual ante el limitado conocimiento del comportamiento estructural, utilizando la Norma Técnica de Edificaciones (NTE-030-2006/2014).

La construcción se da en un crecimiento paulatino y ante implicaciones sísmicas se está realizando cambios y las consideraciones preventivas en el diseño, la cual contempla en el Proyecto de Norma Sismorresistente E-030 2014 para así mitigar posibles daños estructurales ante sollicitaciones sísmicas severas.

La motivación de esta tesis es dar a conocer que el nuevo proyecto de Norma E-030 beneficiará que los diseños según parámetros en estructuras duales de edificios medianos puedan soportar sismos de mayor magnitud en cuanto a costo y beneficio en el tiempo lo que permitirá aminorar las pérdidas humanas, asegurar la continuidad de los servicios básicos y minimizar los daños a la propiedad.

El objetivo de este proyecto es analizar el comportamiento estructural de las edificaciones duales entre la Norma E.030 del 2006 y el Proyecto de Norma 2014 ubicadas en Lima Metropolitana. Además de informar de este análisis de comparación de las Normas para los edificios a construir en la actualidad, enfocando el tema, se detalla los puntos en los siguientes capítulos.

En el capítulo I: Da mención de los antecedentes de tesis elaboradas con referencia al tema a investigar, se presentan las bases teóricas, el marco conceptual y la hipótesis de una posible conclusión.

En el capítulo II: Se refiere a la metodología, donde se analiza el tipo, nivel y diseño de la investigación de la tesis, con la identificación de las variables, técnicas, instrumentos de recolección de datos.

En el capítulo III: Se explica la representación de resultados, contrastación de la hipótesis y la interpretación del caso de investigación.

En el capítulo IV: Es la parte final de la investigación donde se realiza la discusión de los resultados, en donde se dará por concluido la aplicación de las normas en los casos de investigación.

1. Antecedentes generales

Las Normas Técnicas de Edificación en el Perú, son documentos legales que busca asegurar un mínimo nivel de confianza para que las estructuras diseñadas sean durables y resistentes contra los eventos sísmicos que puedan generar la naturaleza. Según el transcurso del tiempo se presentaron diversas normas de acuerdo el detalle siguiente:

American Concrete Institute (1963) introduce el Diseño a la Rotura. En la que se define excentricidades accidentales o excentricidades mínimas que debían ser consideradas en el diseño de cualquier columna.

Para Blanco (2009):

En 1970, aparecen los primeros modelos analíticos para el análisis inelástico. Aparece la primera norma peruana de nivel nacional, donde el cambio que existió en esta norma fue en el Capítulo IV, RNC, “Seguridad Contra el Efecto Destructivo de los Sismos”. Bajo la experiencia de los sismos de 1966 y el de 1970

En 1977, se aprueba la incorporación de la Segunda Norma Peruana de Diseño Sismorresistente. El cambio fue debido a los terremotos de Chimbote-Huaraz 1970 y Lima 1974. Alterándose la zonificación, y el cálculo de la cortante.

En 1997, Se reestructura la Norma Peruana por tercera vez, debido al terremoto de Nazca del noviembre de 1996, donde se observó edificios nuevos seriamente dañados; y el cambio que existió fue en la Cortante en la Base así como también la zonificación sísmica del Perú. En este sismo de Nazca se comprobó que las deformaciones laterales de los edificios eran mayores que los resultados que se obtenían con los coeficientes de la norma de 1977, por lo que se decidió cambiar la norma. (s/p)

En el 2001, ocurre el sismo de Ático (Arequipa, Moquegua y Tacna) y se decide hacer algunos ajustes menores a la norma sísmica; se amplifican las fuerzas de sismo por 1.25 (para considerar un sismo amplificado a cargas últimas), lo cual obliga a varias los factores de reducción por ductilidad. Esta nueva norma se publica en el 2003 (Piqué, 2007)

En 2003, Se actualiza la Norma de Diseño Sismo-resistente debido al terremoto de Ático ocurrido en Arequipa en junio del 2001. Los cambios significativos fueron: Las formas del espectro (se eliminó exponente), Valores de R (entre 1.25 para pasar a Vu), y se redujo el cálculo de desplazamiento (por $\frac{3}{4}$ R) (Blanco, 2009).

En 2006, La Norma de Diseño Sismorresistente, tuvo una variación en el valor del coeficiente de amplificación sísmica, el cual afecta al gráfico del espectro el cual es una relación del coeficiente de amplificación sísmica vs. periodo.

En el 2014, El diario El Peruano publicó el 20 de enero del 2014 el Proyecto de Norma E-030 de Diseño Sismorresistente que se vino conversando y reestructurando desde hace un tiempo atrás.

2. Planteamiento del problema

La actualización de la Norma E-030 de Diseño Sismorresistente, se debió a que la magnitud de un sismo que puede suceder en nuestro país fue superado a lo que se tenía como base en nuestra norma actual; por lo que si se realiza una investigación del comportamiento de estas estructuras con ambas normas, muchas tienen un comportamiento diferente debido al cambio de los parámetros de diseño que variaron para edificaciones irregulares. Se origina de este modo un problema muy importante el cual es el limitado conocimiento del comportamiento estructural de las edificaciones medianas irregulares de sistema dual en Lima Metropolitana; aplicando todos los parámetros de diseño sismo-resistente con el Proyecto de Norma E-030-2014.

En la práctica del modelamiento estructural se debe de analizar los parámetros de zonificación para así determinar la fuerza lateral que ejerce la estructura en cuanto a protección en referencia al nuevo Proyecto de Norma de Diseño Sismorresistente 2014.

El desempeño sísmico de las edificaciones depende de la categoría y uso que parten de acuerdo a las necesidades que se presenten por la sociedad, adicional a ello estas edificaciones deben ser consideradas los parámetros de sitio; es decir, las condiciones geotécnicas del suelo, estos cambios hacen que la edificación tenga cambios en el sector económico de las empresas constructoras.

La simulación sísmica es un factor estructural que proviene de un indicador fundamental el cual es, el coeficiente de amplificación sísmica que tendrán las estructuras al ser evaluados de manera individual, este problema de disminución o aumento de desplazamientos con el nuevo Proyecto de Norma 2014 se determinará mediante procesamiento de datos para así corroborar que se puede mejorar este indicador estructural.

Ante tantos desastres naturales y la pérdida de vidas humanas, se tiene que analizar a detalle la obtención del coeficiente de reducción sísmica, el cual dependerá del sistema estructural de la edificación y sus factores de irregularidad el cual hace que frente ante un sismo severo las edificaciones sean más seguras.

Por otro lado, aun cuando se haya definido y solucionado el problema especificado anteriormente, surge la siguiente interrogante, si bien es cierto existe un diferente comportamiento estructural tiene mucho que intervenir el peso sísmico del edificio, el cual hace que exista variación económica en la ejecución de futuros proyectos e incluso en las estructuras existentes por un posible reforzamiento. Por lo que el segundo problema sería el siguiente:

Variación de los costos debido a la variante de los materiales que se usaran en el casco de la estructura (concreto y acero) de edificaciones medianas irregulares de sistema dual en Lima Metropolitana, aplicando todos los parámetros de diseño sismo-resistente con el Proyecto de Norma E-030-2014.

1.1. Formulación del problema

¿Cómo se comporta estructuralmente las edificaciones medianas irregulares de sistema dual aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la NORMA E-030 del 2006 en Lima Metropolitana?

1.2. Problemas específicos

a) ¿Cómo se comporta estructuralmente las edificaciones medianas irregulares de sistema dual según los parámetros de zonificación aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la Norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana?

b) ¿Cómo se comporta estructuralmente las edificaciones medianas irregulares de sistema dual según la categoría y uso de edificaciones aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la Norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana?

c) ¿Cómo se comporta estructuralmente las edificaciones medianas irregulares de sistema dual según el coeficiente de amplificación sísmica aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la Norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana?

d) ¿Cómo se comporta estructuralmente las edificaciones medianas irregulares de sistema dual según los parámetros de sitio aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la Norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana?

e) ¿Cómo se comporta estructuralmente las edificaciones medianas irregulares de sistema dual según el coeficiente de reducción sísmica aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la Norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana?

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Analizar el comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana.

3.1. Objetivos específicos

a) Analizar el comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual según los parámetros de zonificación aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana.

b) Analizar el comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual según la categoría y uso de edificaciones aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana.

c) Analizar el comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual según el coeficiente de amplificación sísmica aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana.

d) Analizar el comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual según los parámetros de sitio aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana.

e) Analizar el comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual según el coeficiente de reducción sísmica aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana.

4. Justificación e importancia

La actividad de la construcción está en un crecimiento paulatino, especialmente la construcción de edificaciones medianas irregulares con diferentes sistemas estructurales, entre ellos el Sistema Dual, el cual consta de placas y columnas. La importancia del estudio comparativo de la Norma E-030 del 2006 y el Proyecto de Norma del 2014, son los cambios y las consideraciones nuevas que se han de tener para el diseño sismorresistente de una edificación por la que se vuelven más seguras.

El impacto del estudio planteado es la justificación de la investigación donde rige el incremento de la rigidez, variación de costos que afectarían a los gastos generales de ejecución de obra de una edificación irregular de sistema dual siendo evaluada con ambas normas para el análisis y diseño.

Como se menciona líneas arriba la actualización de la Norma E-030 de diseño sismorresistente ha traído consigo diferentes cambios y aspectos en cuanto a análisis de la estructura se refiere. Es allí donde parte la importancia y el impacto que tendría la Norma E-030 del 2014 en las futuras estructuras que se encuentran en proyecto, así como también en las estructuras ya diseñadas con la Norma del 2006.

5. Alcances y limitaciones

Esta tesis establece el comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual en Lima Metropolitana cuando se aplique la Norma E.030 del 2006 y el Proyecto de Norma 2014 ante un

eventual sismo que pueda suceder donde se espera que la edificación no sufra muchos daños más, por el contrario siga siendo funcional.

En cuanto a sus limitaciones, cabe mencionar que se tomó una muestra de cada edificación según la categoría y uso que se estipula en la norma, las cuales son, las edificaciones de tipo esenciales, importantes, comunes y temporales. En el último caso no fue necesario su análisis al ser un depósito, pero sí los demás tipos se analizaron, en el tipo de edificación importante se realizó un plano referencial de un centro comercial para así tener mayor alcance en el tipo de suelo, donde cabe resaltar que no se rediseñó los planos en base al nuevo Proyecto de Norma.

Teniendo en consideración que se aplique el Proyecto de Norma, estrictamente se debe realizar el diseño de todas las edificaciones nuevas, su evaluación y reforzamiento de las existentes y una reparación de las que resultaran dañadas por la acción de un evento sísmico severo.

El Proyecto de Norma 2014 aún no está promulgada por ende se basa en una experimentación para poder deducir que se puede confiar en los procesos que llevan para el diseño y análisis de esta nueva Norma. Así mismo existe escasa información de tesis elaboradas sobre el tema de investigación.

6. Viabilidad

La existencia de información importante publicada en libros, tesis elaboradas cuyos títulos se relacionan con el tema e internet en relación a la investigación para poder realizar los cuadros comparativos, análisis de procedimientos y antecedentes.

El apoyo de especialistas o conocedores acerca de la Norma E- 030 del 2006 y el Proyecto de Norma 2014 y su funcionabilidad en edificios irregular de sistema dual.

Por ser una investigación netamente descriptiva y no experimental, las facilidades de recursos económicos para la realización de esta tesis no son de mayor envergadura por lo que nuestras herramientas son programas y datos estadísticos.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de investigación

Los antecedentes de investigación que se pudieron recopilar en esta tesis son:

Martel (2003) presenta en su investigación en forma resumida, los alcances y metas logradas en la investigación que se encontraban realizando. Que tanto han variado las normas en diferentes aspectos. Es ineludible el hecho que en el país existen edificaciones construidas desde la época colonial a estos días; en la investigación se centra en centros educativos constituidos bajo la influencia de dos diferentes normas de Diseño Sismorresistente, en este caso las normas promulgadas en el Perú.

Adicional a esta investigación se realizaron foros, conferencias y cursos promoviendo al Nuevo Proyecto de Norma de Diseño Sismorresistente del 2014 por los ingenieros más reconocidos del país a quienes se pueden mencionar posteriormente.

Blanco (2009) desarrolla la evolución de las normas sísmicas en el Perú desde el año 1970 hasta 2003 en el que explica cómo ha variado la norma de Diseño Sismorresistente en fondo que a través del tiempo cada vez que se va actualizando donde los diseños estructurales se vuelven más seguros.

Piqué (2007) detalla los criterios de la Norma Peruana de Diseño Sísmico en el que explícitamente detalla cuales son las consideraciones más relevantes de cada norma que ha ido cambiando a mejor desde sus inicios el cual es la Norma 1977 hasta la que se encuentra vigente actualmente la Norma 2006.

En aquella exposición del año 2007 el Ingeniero Piqué espera que en el futuro la norma sea más exigente en cuanto a verificación de la resistencia última, implementación de procedimientos tipo “Diseño por capacidad” y

definir dos niveles de diseño, características que en el Proyecto de Norma 2014, se están considerando.

Piqué (2014) detalla 7 años después en una conferencia los antecedentes de las Normas Sismorresistente en el Perú, en la que se explica los cambios más relevantes de cada norma en su respectiva fecha de publicación tanto en fondo como en forma.

Villareal (2014) actualmente docente de la Universidad San Martín de Porres (USMP), Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO), realizando el curso de Diseño Sísmico de Edificaciones con el Proyecto de Norma de Diseño Sismorresistente, en el que aplica la nueva norma a un esquema de edificación básica para así llegar a la conclusión del aumento económico de construir una edificación diseñándolo con este Proyecto de Norma.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Consideraciones generales del diseño sismorresistente

Las normas establecen condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento estructural adecuado ante un evento sísmico. Sin embargo todo diseño de cualquier edificación sin importar cuál sea el uso y la importancia tiene un solo propósito basado en el Reglamento Nacional de Edificaciones. El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006) afirma:

- Evitar pérdidas de vida
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos
- Minimizar los daños a la propiedad

Se debe tener en consideración que proteger de manera completa a una estructura frente a un sismo que pueda ocurrir en cualquier parte del mundo

sin importar la ubicación no es factible tanto económica como técnicamente; sin embargo lo que se establece son los siguientes principios:

- La estructura no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas debido sólo posibles daños dentro de límites aceptables para salvaguardar las vidas humanas.
- Las edificaciones esenciales (tales como: Hospitales, Centrales de Bomberos, Reservorios; etc.) tendrán consideraciones especiales orientadas a lograr que estén en condiciones operativas luego de un sismo severo.

El comportamiento sísmico en edificaciones mejora cuando se observan las siguientes condiciones:

- Simetría, tanto en la distribución de masas como de rigideces.
- Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- Resistencia adecuada
- Continuidad en la estructura, tanto en planta como en elevación
- Ductilidad
- Deformación limitada
- Consideración de las condiciones locales
- Buena práctica e inspección estructural rigurosa (p.331)

1.2.2. Comparativo de la Norma E.030 – 2006 y el Proyecto de Norma 2014

La tesis presenta los cambios que el Comité Técnico Permanente de la Norma Técnica de Edificación N.T.E. E.030 propone para la nueva normativa. El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006 y 2014) de acuerdo a la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente afirma:

a. Filosofía y principios de diseño sismorresistente

Se introduce un nuevo principio, para las edificaciones esenciales se tendrán consideraciones especiales orientadas a lograr que estén en condiciones operativas luego de un sismo severo. (Córdova, 2014).

Además se tienen dos nuevos artículos sobre “Concepción Estructural Sismorresistente” (en la que se detalla una serie de consideraciones para un mejor comportamiento sísmico) y “Consideraciones Generales” (en la que se indica que todas las edificaciones y cada una de sus partes serán diseñadas para resistir solicitaciones sísmicas determinadas en la que se detalla en el Nuevo Proyecto de Norma) y también se modificó un poco en lo que engloba “Presentación del Proyecto” en la que no se dará mayores detalles del cambio en dicho artículo.

b. Zonificación

En el Capítulo 2 “Parámetros de Sitio” pasa a llamarse “Peligro Sísmico”. Según la figura 1 y 2, se plantean cuatro zonas sísmicas con aceleraciones máximas. En las cuales el factor Z son porcentajes de la aceleración de la gravedad.

En la tabla 1 y 2, se puede observar la comparativa entre los valores de los factores de zonificación, vigentes y los propuestos. El Mapa de Zonificación ha variado así como sus aceleraciones máximas esperadas.

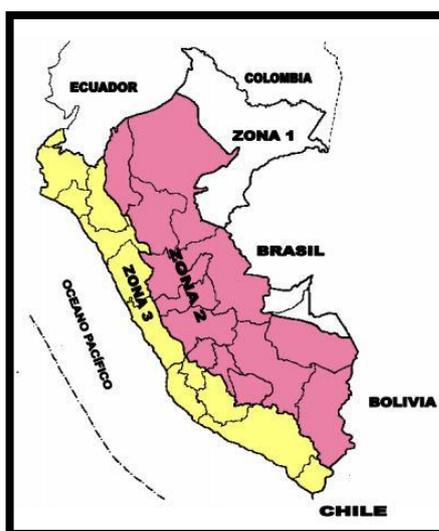


Figura 1: Mapa de zonas sísmicas

Fuente: Norma E.030 de Diseño Sismorresistente del 2006

Tabla 1: Factores de zona sísmica

Norma Vigente	
Zona	Z
3	0.40
2	0.30
1	0.15

Fuente: Norma E.030 de Diseño Sismorresistente del 2006

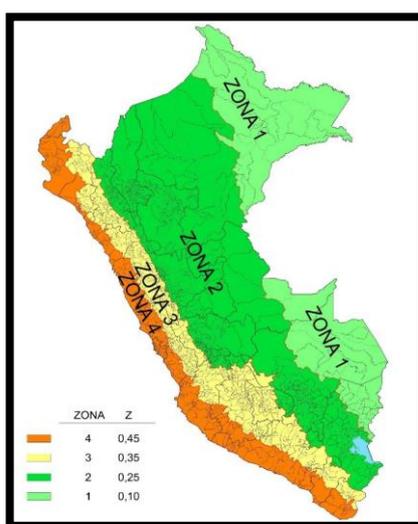


Figura 2: Mapa de zonas sísmicas

Fuente: Proyecto de Norma E.030 de Diseño Sismorresistente 2014

Tabla 2: Factores de zona sísmica

Proyecto de Norma	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Proyecto de Norma E.030 de Diseño Sismorresistente 2014

c. Condiciones geotécnicas

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 (Ver tabla 4) a diferencia de los cuatro perfiles de la norma vigente (Ver tabla 3).

Tabla 3: Perfiles de suelo

Tipo	Descripción
S ₁	Roca o Suelos Muy Rígidos
S ₂	Suelos Intermedios
S ₃	Suelos Flexibles o con estratos de gran espesor
S ₄	Condiciones Especiales

Fuente: Norma E.030 de Diseño Sismorresistente del 2006

Tabla 4: Perfiles de suelo

Tipo	Descripción
S ₀	Roca Dura
S ₁	Roca o Suelos Muy Rígidos
S ₂	Suelos Intermedios
S ₃	Suelos Blandos
S ₄	Condiciones Especiales

Fuente: Proyecto de Norma E.030 de Diseño Sismorresistente 2014

d. Parámetros de sitio

Se contará con cinco perfiles de suelo, también los sectores “S” varían por cada zona, entonces se tendrá una matriz de factores (Ver tabla 5) sin considerar el perfil S₄ ya que pertenece a las condiciones especiales.

Tabla 5: Factor “S” por tipo de perfil de suelo

SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Proyecto de Norma E.030 de Diseño Sismorresistente 2014

Además el periodo del suelo se tiene para definir la plataforma del espectro T_P y para definir el inicio de la zona del espectro con desplazamiento constante T_L (Ver tabla 6).

Tabla 6: Periodo “TP” y “TL” por tipo de perfil de suelo

SUELO PER	S₀	S₁	S₂	S₃
T_P (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
T_L (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Proyecto de Norma E.030 de Diseño Sismorresistente 2014

A comparación de la norma vigente no se clasifica de acuerdo a la zona donde se encuentre la edificación a excepción de S_4 por ser consideraciones especiales (Ver tabla 7).

Tabla 7: Parámetros de suelo

Tipo	Descripción	T_P (s)	S
S ₁	Roca o Suelos Muy Rígidos	0.40	1.00
S ₂	Suelos Intermedios	0.60	1.20
S ₃	Suelos Flexibles o con estratos de gran espesor	0.90	1.40
S ₄	Condiciones Especiales	*	*

Fuente: Norma E.030 de Diseño Sismorresistente del 2006

e. Factor de amplificación sísmica

De acuerdo al Proyecto de Norma (2014) el factor de amplificación sísmica se calculará de acuerdo a los periodos para definir la plataforma y para definir el inicio de la zona del espectro con desplazamiento constante.

$$T < T_P \quad C = 2.50$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2.50 * \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_P \quad C = 2.50 * \left(\frac{T_P * T_L}{T}\right)$$

Mientras que en la norma vigente solo se calcula el coeficiente de amplificación por la expresión detallada líneas abajo con la condición que no sea mayor a 2.50.

$$C = 2.50 * \left(\frac{T_P}{T} \right) ; C \leq 2.50$$

f. Categoría de las edificaciones y factor de uso

El factor por categoría de las edificaciones y factor de uso “U” ha variado en la categoría de “Edificaciones Esenciales”, se ha subdividido en dos subcategorías, A1 y A2. La inclusión de la subcategoría A1 es para considerar instalaciones de establecimientos de salud y hospitales que deberán llevar aislamiento de en la base dependiendo de la zona donde se encuentren. Mientras que en la norma vigente las edificaciones esenciales engloba todo.

g. Sistemas estructurales – categoría y sistemas estructurales permitidos

Se ha ampliado la descripción de los sistemas estructurales y se ha modificado la categoría y estructura de las edificaciones de las edificaciones de acuerdo a las nuevas zonificaciones.

h. Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R_0)

El coeficiente de reducción sísmica “R” se calculará multiplicando los coeficientes básicos de reducción sísmica “ R_0 ” por factores de irregularidad. Los factores de reducción sísmica de la norma vigente ahora son los R_0 y para estructuras de acero se consideran valores más bajos. En la Tabla 8 se muestran los valores para los R_0 propuestos. Y en la Tabla 9 se muestran los valores para los R_0 vigentes.

Tabla 8: Sistemas estructurales y valores de “R₀”

Sistema estructural	Coficiente básico de reducción R ₀
Acero: Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos	8
Otras estructuras de acero: Arriostres Excéntricos	7
Arriostres Concéntricos	6
Concreto Armado: Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Proyecto de Norma E.030 de Diseño Sismorresistente 2014

Tabla 9: Sistemas estructurales y valores de “R₀”

Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R ₀
Acero: Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos	9.5
Otras estructuras de acero: Arriostres Excéntricos	6.5
Arriostres Concéntricos	6.0
Concreto Armado: Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Norma E.030 de Diseño Sismorresistente del 2006

i. Irregularidades y su afectación

Se está dando importancia a las irregularidades que pudieran estar presentes en un edificio, no solo de manera descriptiva sino también con factores que afectan al coeficiente de reducción de la fuerza sísmica. Se tienen los factores de irregularidad en altura “I_a” y los factores de irregularidad en planta “I_p” (Ver tabla 10). Si anteriormente se calculaba a un 75 por ciento de R para estructuras irregulares (Ver tabla 11), ahora se tendrán varios factores a tener en cuenta, desde irregulares normales a extremas. Además, se tiene que verificar las restricciones a la irregularidad de acuerdo a la categoría del edificio y la zonificación. Se hace mención a los sistemas de transferencia (losas de transferencias) como una restricción de irregularidad.

Tabla 10: Irregularidades estructurales

Irregularidades Estructurales en Altura	Factor de Irregularidad “I_a”
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Irregularidad de Resistencia – Piso Débil	0.75
Irregularidad de Extrema Rigidez Irregularidad Extrema de Resistencia	0.50
Irregularidad de Masa o Peso	0.90
Irregularidad Geométrica Vertical	0.90
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.80
Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes	0.60
Irregularidades Estructurales en Planta	Factor de Irregularidad “I_p”
Irregularidad Torsional	0.75
Irregularidad Torsional Extrema	$0.75 * \left(3.00 * \frac{\Delta_{mín}}{\Delta_{máx}} \right)$
Esquinas Entrantes	0.90
Discontinuidad de Diafragma	0.85
Sistema no Paralelos	0.90

Fuente: Proyecto de Norma E.030 de Diseño Sismorresistente 2014

Tabla 11: Irregularidades estructurales

Irregularidades Estructurales en Altura
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando
Irregularidad de Masa
Irregularidad Geométrica Vertical
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes
Irregularidades Estructurales en Planta
Irregularidad Torsional
Esquinas Entrantes
Discontinuidad de Diafragma

Fuente: Norma E.030 de Diseño Sismorresistente del 2006

j. Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R)

Con lo mencionado anteriormente, el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas “R”, se calculará multiplicando el coeficiente básico de reducción “R₀” con los factores de irregularidad que estén presentes (según la tabla 12 y tabla 13).

Tabla 12: Coeficiente de reducción de fuerzas sísmica (R)

$$R = 0.75 * R_0$$

Fuente: Norma E.030 de Diseño Sismorresistente del 2006

Tabla 13: Coeficiente de reducción de fuerzas sísmica (R)

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

Dónde: Los valores de I_a e I_p deben ser los menores en cada situación.

Fuente: Proyecto de Norma E.030 de Diseño Sismorresistente 2014

k. Sistemas de aislamiento sísmico y sistemas de disipación de energía

Es una novedad que presenta el proyecto norma, pero sin ahondar en el tema nos remite al (ASCE/SEI, 2010).

I. Modelos para análisis

Se menciona que para propósitos de la norma se consideren en edificios de concreto armado y de albañilería secciones iniciales o brutas.

m. Estimación del peso (P)

No hay cambio alguno.

n. Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes

El tema del análisis sísmico no hubo mayores variaciones, a excepción de la distribución de la fuerza sísmica en altura. Ya no se tendrá la fuerza F_a , como fuerza concentrada en la parte superior de la estructura (cuando el periodo fundamental era mayor a $7s$). La misma que era descontada a la fuerza cortante en la base antes de distribuirla en altura. Además se está incluyendo el factor k que va a variar entre 1 y 2, este coeficiente hará variar la distribución de las fuerzas aplicadas en cada nivel.

En otro punto se trata sobre el periodo fundamental de vibración, se propone calcular el periodo con la fórmula alternativa, de Rayleigh, pero al 85%.

La fuerza sísmica vertical se calculará como el peso efectivo sísmico por $2/3 ZU$.

o. Análisis dinámico modal espectral

En esta sección no se presentan mayores cambios, solo mencionar que se da preferencia a la combinación cuadrática completa y se menciona la alternativa de evaluar la respuesta máxima como el 25% de los valores absolutos más el 75% de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados; en la norma vigente era al revés.

p. Determinación de los desplazamientos laterales

Para la determinación de los desplazamientos laterales se tendrá que para edificios regulares se deberán multiplicar los resultados obtenidos por $0.75R$, y para edificios irregulares por $0.85R$. Además se hace mención que no se hará uso de los valores escalados por la cortante mínima en la base.

q. Desplazamientos laterales relativos permisibles

Los límites máximos para las derivas sobre las alturas de los entrepisos se mantiene de manera similar a la normativa vigente, sólo se añade el límite de 0.005 (0.5%) para edificios de concreto armado de ductilidad limitada.

r. Redundancia

Se plantea que en elementos (muro o pórtico) donde actúa una fuerza igual o mayor al 30% de la fuerza cortante en la base, estos elementos se diseñen para un 125% de dicha fuerza.

s. Verificación de resistencia última

Se plantea que si se realiza un análisis de la resistencia última se puede usar las especificaciones del Fema 356 Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings.

1.2.3. Sistemas constructivos

a. Estructuras de concreto armado

Para el Proyecto de Norma E.030 de Diseño Sismorresistente (2014):

Pórticos, Por lo menos el 80 por ciento del cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos.

Muros estructurales, Sobre los muros estructurales actúa por lo menos el 70 por ciento del cortante en la base.

Dual, Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros varía entre el 20 por ciento y el 70 por ciento del cortante del edificio. Los pórticos deberán ser diseñados para resistir por lo menos 30 por ciento del cortante en la base. (p. 14).

b. Edificaciones de muros de ductilidad limitada (EMDL)

Para el Proyecto de Norma E.030 de Diseño Sismorresistente (2014):

Muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa. Máximo 7 pisos. (p. 14).

c. Estructuras de acero:

Para el Proyecto de Norma E.030 de Diseño Sismorresistente (2014):

Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF)

Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la fluencia por flexión de las vigas y limitada fluencia en las zonas de panel de las columnas. Las columnas deberán ser diseñadas para tener una resistencia mayor que las vigas cuando estas incursionan en la zona de endurecimiento por deformación.

Pórticos intermedios resistentes a momentos (IMF)

Estos pórticos deberán proveer una limitada capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.

Pórticos ordinarios resistentes a momentos (OMF)

Estos pórticos deberán proveer una mínima capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.

Pórticos especiales concéntricamente arriostrados (SCBF)

Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la resistencia post-pandeo en los arriostres en compresión y fluencia en los arriostres en tracción.

Pórticos ordinarios concéntricamente arriostrados (OCBF)

Estos pórticos deberán proveer una limitada capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.

Pórticos excéntricamente arriostrados (EBF)

Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica principalmente por fluencia en flexión o corte en la zona entre arriostres. (p. 15).

d. Estructuras de albañilería

Para el Proyecto de Norma E.030 de Diseño Sismorresistente (2014):

Edificaciones cuyos elementos Sismorresistente son muros a base de unidades de albañilería de arcilla o concreto. Para efectos de esta Norma no se hace diferencia entre estructuras de albañilería confinada o armada. (p. 15).

e. Estructuras de madera

Para el Proyecto de Norma E.030 de Diseño Sismorresistente (2014):

Se consideran en este grupo las edificaciones cuyos elementos resistentes son principalmente a base de madera. Se incluyen sistemas entramados y estructuras arriostradas tipo poste y viga. (p. 15).

f. Estructuras de tierra

Son edificaciones cuyos muros son hechos con unidades de albañilería de tierra o tierra apisonada in situ.

1.3. Marco conceptual

Para el Reglamento Nacional de Edificaciones (2006):

- a) Análisis dinámico**, comprende el análisis de las fuerzas, desplazamientos, velocidades y aceleraciones que aparecen en una estructura o mecanismo como resultado de los desplazamientos y deformaciones.
- b) Análisis estático**, representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel.
- c) Análisis lineal**, este análisis está ubicado en el rango elástico, donde el comportamiento de las estructuras se realiza de manera global en la que no importa la capacidad de la sección. Adicional a ello se realiza tanto el análisis estático como dinámico, ambas evaluaciones están relacionadas para poder realizar el análisis de la estructura.
- d) Coeficiente de amplificación sísmica**, este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la respuesta estructural respecto de la aceleración en el suelo.
- e) Columnas**, es un elemento arquitectónico vertical y de forma alargada que normalmente tiene funciones estructurales, aunque también pueden erigirse con fines decorativos.

- f) **Comportamiento estructural**, es el análisis de la edificación para evaluar la vulnerabilidad ante daños funcionales.
- g) **Cortante basal**, es una fuerza de reacción que se presenta en todos los marcos que compongan una estructura y se localiza en su base.
- h) **Deformación cortante basal**, son los cambios o desplazamientos que se generan en la base de la estructura.
- i) **Derivas**, son los desplazamientos que se genera por pisos mediante una fuerza horizontal.
- j) **Desplazamiento**, es el movimiento que genera una estructura por diferentes fuerzas que actúan sobre la misma.
- k) **Ductilidad**, es la propiedad de aquellos materiales que, bajo la acción de una fuerza, pueden deformarse sin llegar a romperse.
- l) **Excentricidades**, parámetro que determina el grado de desviación de una sección en cuanto a sus ejes.
- m) **Fallas estructurales**, se refiere a un colapso en el cual la estructura se rompe parcial o totalmente.
- n) **Irregular**, es un cambio sensible en rigidez, masa, altura en la estructura de una edificación.
- o) **Noma E-030 de diseño sismorresistente**, conjunto de medidas para el análisis y diseño de una construcción empleando conceptos básicos de diseño sísmico.
- p) **Parámetros de diseño**, los parámetros consisten en variables que permiten reconocer, dentro de un conjunto de elementos, a cada unidad por medio de su correspondiente valor numérico.
- q) **Periodo**, es el tiempo que este se demora en completar un ciclo de vibración (ir y volver) de una edificación.
- r) **Placas**, estructurales que geométricamente se pueden aproximar por una superficie bidimensional y que trabajan predominantemente a flexión.
- s) **Reforzamiento**, es una técnica y utilización de diversos materiales con el fin de fortalecer un elemento para prevenir los posibles daños estructurales.

- t) Resistencia**, es la capacidad de un sólido para soportar presiones y fuerzas aplicadas sin quebrarse, deformarse o sufrir deterioros.
- u) Rotura**, es la máxima tensión que un material puede soportar al ser traccionado, que es cuando la sección transversal del elemento se comienza a contraer de manera significativa.
- v) Sistema dual**, edificaciones la cual están construidas en base a placas y columnas también en referencia de pórticos y muros.
- w) Zonificación**, es la clasificación de usos que se realiza dentro de las unidades territoriales en un distrito de manejo integrado de los mismos, conforme a un análisis previo de sus aptitudes, características y cualidades.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Al analizar el comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es más resistente aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la Norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana.

1.4.2. Hipótesis específicas

a) Al analizar el comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es más resistente aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la Norma E-030 del 2006 según los parámetros de zonificación en Lima Metropolitana.

b) Al analizar el comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es más resistente aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 según la categoría y uso de edificaciones en Lima Metropolitana.

c) Al analizar el comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es más resistente aplicando el

Proyecto de Norma 2014 con respecto a la Norma E-030 del 2006 según el coeficiente de amplificación en Lima Metropolitana.

d) Al analizar el comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es más resistente aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la Norma E-030 del 2006 según los parámetros de sitio en Lima Metropolitana.

e) Al analizar el comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es más resistente aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la Norma E-030 del 2006 según el coeficiente de reducción sísmica en Lima Metropolitana.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. Tipo de la investigación

Según el énfasis en la naturaleza de los datos manejados, es cuantitativa, ya que se obtendrá datos estadísticos, gráficos y porcentajes de variación de costos. Y todos estos datos serán comparados entre sí de acuerdo a la evaluación correspondiente con cada norma.

Según el análisis de los resultados la investigación es, descriptiva comparativa, ya que se analizarán mediante cuadros comparativos los resultados y se dará una breve descripción de cada uno de ellos.

La investigación metodológica es básica, ya que generará conocimientos sobre el comportamiento estructural de las edificaciones aplicando la Norma E.030 del 2006 y el Proyecto de Norma 2014. En la que se investiga la relación entre variables.

Según su finalidad se distingue como, pura, ya que los resultados a obtener despejarán dudas sobre el comportamiento de las estructuras en la zona 04, aportando conocimientos para el beneficio teórico como lo es la determinación de este Proyecto de Norma.

2.2. Nivel de la investigación

El nivel de investigación, se refiere al grado de profundidad con el que se aborda un fenómeno o un evento de estudio. En esta investigación el nivel de investigación cae en ser, descriptiva, ya que analizará y calculará los datos para diagnosticar y obtener los resultados, para consecutivamente ser comparados entre sí según la evaluación realizada con la Norma E.030 del 2006 y el Proyecto de Norma 2014.

2.3. Diseño de investigación

Diseño de investigación es, no experimental, ya que las variables son fijas por ser normas ya estipuladas y no sufrirán cambio alguno. Además porque se utilizará más de una variable. Como los son: Parámetros sísmicos de zonificación, coeficientes de irregularidades estructurales, tipo de uso e importancia, coeficiente de amplificación sísmica, factor de suelo; entre otros. Caen a ser también una investigación longitudinal, por la evaluación y el análisis a través del tiempo.

Según la ocurrencia de los hechos y registro de la información, es retrospectivo, ya que se tomarán datos antiguos con referencia a la fecha actual.

Según el periodo y secuencia de la investigación, es longitudinal o diacrónica, porque se tomaran más de 2 datos para la comparación de datos observados y analizados durante varios años.

2.4. Variables

2.4.1. Operacionalización de variables

La variable independiente Norma E.030 (Diseño Sismorresistente), considera dos sub variables las cuales son la Norma 2006 y el Proyecto de Norma 2014; cada una indica independientemente sus indicadores, índices e instrumento de medición (Ver tabla 14).

Tabla 14: Operacionalización de variable independiente

Variable Independiente	Sub Variable	Indicadores	Índice	Instrumento	Ítems
Norma E.030 (Diseño Sismorresistente)	Norma 2006	Perfiles de Suelo	* S1 = Rocas o suelo muy rígidos * S2 = Suelos intermedios * S3 = Suelos flexibles * S4 = Condiciones especiales	Recopilación y Guía Observacional	Del 1 al 4
		Coficiente de Reducción Sísmica	El valor R es variable según la configuración estructural (irregular o regular) * $R = 0.75 * R_o$	Recopilación y Guía Observacional	5
		Zonificación Local	Ubicación de 03 zonas de peligro sísmico: * Zona 03 = 0.40 * Zona 02 = 0.30 * Zona 01 = 0.15	Recopilación y Guía Observacional	Del 6 al 8
		Coficiente de Amplificación Sísmica	Según los periodos para la definición de la zona de espectro: * $T < T_p$ $C = 2.50$ * $T_p < T < T_L$ $C = 2.50 * (T_p / T)$ * $T > T_p$ $C = 2.50 * (T_p * T_L) / T$	Recopilación y Guía Observacional	Del 9 al 11
	Proyecto de Norma 2014	Perfiles de Suelo	* S0 = Rocas dura * S1 = Roca o suelos muy rígidos * S2 = Suelos intermedios * S3 = Suelos blandos * S4 = Condiciones especiales	Recopilación y Guía Observacional	Del 12 al 16
		Coficiente de Reducción Sísmica	El valor R es variable según la configuración estructural (irregular o regular) * $R = I_p * I_a * R_o$ Donde: I_p : Coef. de irregularidad en planta I_a : Coef. de irregularidad en altura	Recopilación y Guía Observacional	17
		Zonificación Local	Ubicación de 03 zonas de peligro sísmico: * Zona 04 = 0.45 * Zona 03 = 0.35 * Zona 02 = 0.25 * Zona 01 = 0.10	Recopilación y Guía Observacional	Del 18 al 21
		Coficiente de Amplificación Sísmica	Según los periodos para la definición de la zona de espectro: * $C = 2.50 * (T_p / T)$ $C \leq 2.50$	Recopilación y Guía Observacional	22

Fuente: Elaboración propia

La variable dependiente comportamiento estructural de edificaciones considera sus indicadores, índices e instrumento de medición (Ver tabla 15).

Tabla 15: Operacionalización de variable dependiente

Variable Dependiente	Indicadores	Índice	Instrumento	Ítems
Comportamiento Estructural de Edificaciones	Zonificación	* Ubicación de Edificación según el peligro sísmico	Guía Observacional	11
	Categoría y Uso de Edificación	* Edificaciones esenciales * Edificaciones importantes * Edificaciones comunes * Edificaciones Temporales	Guía Observacional	Del 1 al 4
	Sistema Estructural	* Porticado * MDL * Dual * Albañilería armada o confinada * Muros estructurales * Madera	Guía Observacional	Del 5 al 10
	Consideraciones Geotécnicas	* Estudio de Suelos * Capacidad Portante del Suelo * Tipo de Perfil de Suelo	Guía Observacional	Del 12 al 14
	Tipo de Análisis	* Análisis Lineal * Análisis No Lineal	Formatos de Calculo	Del 15 al 16

Fuente: Elaboración propia

2.4.2. Definición operacional de variables

Las variables del proyecto de investigación son dos el cual se detallan a continuación.

Comportamiento estructural de edificaciones, es una variable dependiente cuantitativa, porque los valores a obtener en el procesamiento de datos serán netamente numéricos que serán expresados en cuadros (estadísticos, gráficos; etc.) de carácter continuos ya que, son resultados que se pueden medir en rangos y/o intervalos de acuerdo al análisis estructural que se realizará con el apoyo del programa Etabs y Microsoft Excel.

Norma E.030 (Diseño Sismorresistente), Cuenta con dos sub variables, cuales son: Norma 2006 y el Proyecto de Norma 2014, ambas independientes cualitativas ya que estas son normativas existentes y no están sujetos a ningún cambio, es decir, son autónomas.

2.5. Caso de la investigación

Para este proyecto de tesis, se tomará las edificaciones de Lima Metropolitana. En consideración que se tomará una edificación por cada categoría y uso correspondiente, es decir, un caso de estudio de edificación común, un caso de estudio de edificación importante y por último un caso de edificación esencial.

Teniendo en consideración lo siguiente que Lima Metropolitana se encuentra ubicado dentro del Departamento de Lima – Perú. (Ver figura 3)



Figura 3: Ubicación de Lima Metropolitana

Fuente: Google Maps

2.6. Técnicas de investigación

En la presente investigación se implementará la estadística descriptiva debido a que usaremos datos serán netamente numéricos las cuales serán obtenidos, expresados y procesados mediante cuadros (estadísticos, gráficos, etc.) con el apoyo de un programa el cual es el ETABS (el cual es utilizado para evaluar el desempeño sísmico de edificaciones); para esta

investigación se ha elegido los casos de acuerdo a los usos de edificaciones (esenciales, importantes y comunes) adicional a ello se tomó muestras representativas según la sistema estructural y la configuración estructural según planos adquiridos ubicados dentro de Lima Metropolitana.

2.7. Instrumentos de obtención de los datos

El método investigación está basado en diversos instrumentos que permiten la recopilación de información en diferentes áreas involucradas en el problema.

Observacional, consiste en una técnica de visualización de hechos (en nuestro caso las Norma E.030 de Diseño Sismorresistente) esta evaluación observacional permite conocer la información de forma cerrada y concreta.

Recopilación, consiste en un proceso de investigación en donde se realiza la búsqueda de los casos y/o muestra que se evaluará en este proyecto según sus características, como son: los planos, expedientes técnicos (en caso lo amerite) y datos estadísticos en el lugar de evaluación (en este caso edificaciones ubicadas dentro de Lima Metropolitana).

Entrevistas, consiste en una conversación preparada como una dinámica de preguntas y respuestas abiertas, en las cuales se socializa sobre el proyecto que va relacionado con la problemática a estudiar, el cual permitirá conocer el punto de vista de diferentes partes involucradas en la discusión.

Formatos, consiste en definir de manera codificada la obtención de datos para procesarlos ante un programa el cual definirá la salida de los resultados para luego ser analizados e interpretados.

2.8. Procesamiento y análisis de datos

La información obtenida se presentará en cuadros y gráficos, a partir de los porcentajes de incidencia en la variación de los costos de las edificaciones en análisis aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la Norma E 0.30 del 2006. Para la sección analítica se empleará un análisis comparativo

para cada caso de investigación, utilizándose el método de Análisis Estructural Lineal, es decir, en el rango elástico.

Los recursos para el análisis serán con la ayuda del programa Etabs y para el procesamiento de datos Microsoft Excel con el que se llegará a los resultados que serán mostrados tal cual se detalla anteriormente, en la que se aplicará ambas normas y la verificación de ambas para su validez.

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Contrastación de hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

Hipótesis Alterna (Ha):

El comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es más resistente aplicando el Proyecto de Norma E.030 del 2014 con respecto a la Norma E 030 del 2006 en Lima Metropolitana.

Hipótesis Nula 1 (Ho):

El comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es menos resistente aplicando el Proyecto de Norma E.030 del 2014 con respecto a la Norma E.030 del 2006 en Lima Metropolitana.

3.1.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1:

Hipótesis Alterna 1 (Ha):

El comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es más resistente aplicando el Proyecto de Norma E.030 del 2014 con respecto a la Norma E.030 del 2006 según los parámetros de zonificación en Lima Metropolitana.

Hipótesis Nula 1 (Ho):

El comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es menos resistente aplicando el Proyecto de Norma E.030 del 2014 con respecto a la Norma E.030 del 2006 según los parámetros de zonificación en lima metropolitana.

Hipótesis específica 2:

Hipótesis Alterna 2 (Ha):

El comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es más resistente aplicando el Proyecto de Norma E.030 del 2014 con respecto a la Norma E 030 del 2006 según la categoría y uso de edificación en Lima Metropolitana.

Hipótesis Nula 2 (Ho):

El comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es menos resistente aplicando el Proyecto de Norma E.030 del 2014 con respecto a la Norma E 030 del 2006 según la categoría y uso de edificación en Lima Metropolitana.

Hipótesis específica 3:

Hipótesis Alterna 3 (Ha):

El comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es más resistente aplicando el Proyecto de Norma E.030 del 2014 con respecto a la Norma E 030 del 2006 según el coeficiente de amplificación sísmica en Lima Metropolitana.

Hipótesis Nula 3 (Ho):

El comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es menos resistente aplicando el Proyecto de Norma E.030 del 2014 con respecto a la Norma E.030 del 2006 según el coeficiente de amplificación sísmica en Lima Metropolitana.

Hipótesis específica 4:

Hipótesis Alterna 4 (Ha):

El comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es más resistente aplicando el Proyecto de Norma E.030 del 2014 con respecto a la Norma E.030 del 2006 según los parámetros de sitio en Lima Metropolitana.

Hipótesis Nula 4 (H₀):

El comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es menos resistente aplicando el Proyecto de Norma E.030 del 2014 con respecto a la Norma E 030 del 2006 según los parámetros de sitio en Lima Metropolitana.

Hipótesis específica 5:

Hipótesis Alternativa 5 (H_a):

El comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es más resistente aplicando el Proyecto de Norma E.030 del 2014 con respecto a la Norma E.030 del 2006 según el coeficiente de reducción sísmica en Lima Metropolitana.

Hipótesis Nula 5 (H₀):

El comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual es menos resistente aplicando el Proyecto de Norma E.030 del 2014 con respecto a la Norma E.030 del 2006 según el coeficiente de reducción sísmica en Lima Metropolitana.

3.2. Caso de la investigación

3.2.1. Edificio Meridian

El proyecto tiene como nombre edificio Meridian de uso de viviendas multifamiliares (Ver figura 4), a continuación mencionaremos sus características en los subtítulos siguientes.



Figura 4: Imagen del proyecto: “Edificio Meridian”

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

a. Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en la Calle Malecón de la Marina s/n cuadra 1 - Distrito de Miraflores, provincia y departamento de Lima (Ver figura 5).

El proyecto se ha trabajado bajo las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, los parámetros urbanísticos y edificatorios de la Municipalidad Distrital de Miraflores.

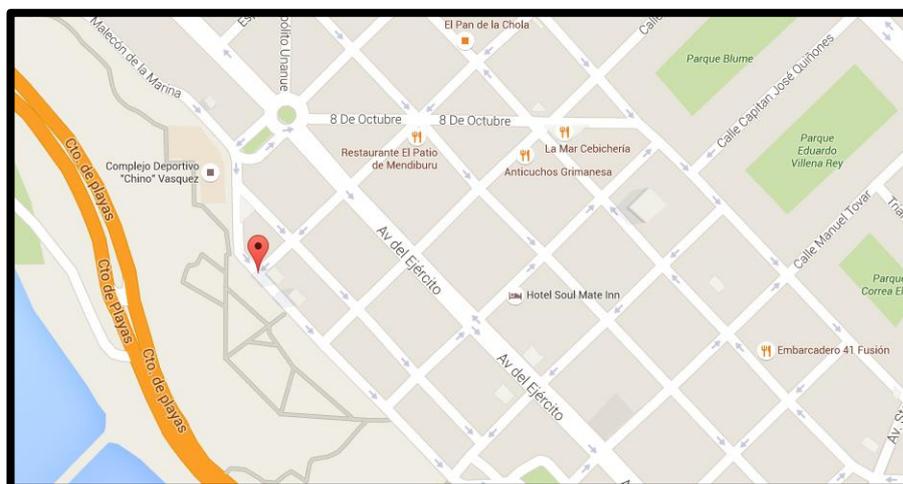


Figura 5: Ubicación del proyecto: “Edificio Meridian”

Fuente: Google Maps

b. Terreno

El terreno tiene como presión admisible un valor de 4.20 kg/cm^2 (dato obtenido según los planos de cimentación). Cabe mencionar que la presión admisible es la presión máxima de un terreno de cimentación, el cual proporciona la seguridad necesaria para evitar la ruptura de la masa del terreno o el movimiento de los cimientos, esta presión se obtiene aplicando un coeficiente de seguridad, impuesto por las normas de edificación, a la carga de rotura del terreno.

c. Altura de edificación

El proyecto contempla la ejecución de 16 pisos más 3 sótanos, siendo la altura entre piso 2.80 metros (ver tabla 16 y tabla 17).

Tabla 16: Cuadro de altura de pisos del edificio Meridian

Piso	Altura (m)	Altura acumulado (m)
Piso 1	2.80	2.80
Piso 2	2.80	5.60
Piso 3	2.80	8.40
Piso 4	2.80	11.20
Piso 5	2.80	14.00
Piso 6	2.80	16.80
Piso 7	2.80	19.60
Piso 8	2.80	22.40
Piso 9	2.80	25.20
Piso 10	2.80	28.00
Piso 11	2.80	30.80
Piso 12	2.80	33.60
Piso 13	2.80	36.40
Piso 14	2.80	39.20
Piso 15	2.80	42.00
Piso 16	2.80	44.80
Total de altura de pisos (m)		44.80

Fuente: Planos del Proyecto

Tabla 17: Cuadro de alturas de sótanos del edificio Meridian

Piso	Altura (m)	Altura acumulado (m)
Sótano 3	2.80	2.80
Sótano 2	2.80	5.60
Sótano 1	2.80	8.40
Total de altura sótanos (m)		8.40

Fuente: Planos del Proyecto

d. Áreas

El Edificio Meridian se desarrolla sobre un área de 1580 m². El área total techada es de 18,673.60 m², del cual 14,174.56 m² son del área de los pisos 1 al 16 considerando que el primer piso tiene un área de 916.13 m² y de los pisos 2 al 16 un área de 883.90 m² cada piso siendo un total de 13,258.43 m², y 4,499.04 m² de los 3 sótanos siendo cada sótano 1499.68 m² (Ver tabla 18).

Tabla 18: Cuadro de área techada del edificio Meridian

Descripción	Área por piso (m2)	Parcial (m2)
Sótano 1 al 3	1,499.68	4,499.04
Piso 1	916.13	916.13
Piso 2 al 16	883.90	13,258.43
Total área techada (m2)		18,673.60

Fuente: Planos del Proyecto estructural del Edificio Meridian

e. Características sísmicas del proyecto

Para la obtención de las características sísmicas del proyecto se completó en un formato de nombre Características del Proyecto (Ver anexo II), en la que se hace un breve resumen de las descripciones más importantes que sirven para la modelación y el análisis estático y dinámico de la edificación para la obtención de los resultados que serán procesados por el programa ETABS; características según la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente del 2006 y el Proyecto de Norma 2014.

- Según Norma E.030 de Diseño Sismorresistente del 2006

1 Zonificación, Según E.030-2006

Zona : 3

$Z = 0.40 \text{ g}$

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2006

Perfil Tipo : S1

$S = 1.00$
 $T_p = 0.40$

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2006

Categoría : Comun C

$U = 1.00$

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2006

Categoría : Concreto Armado: dual

$R_0 = 7.00$

5 Factores de Irregularidad, Según E.030-2006

Irregularidad en Altura, I_a : Irregular por Rigidez – Piso Blando

Irregularidad en Altura, I_a : Irregular por Masa

Irregularidad en Altura, I_a : Irregular por Geométrica Vertical

Irregularidad en Altura, I_a : Irregular por Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

Irregularidad en Planta, I_p : Irregular por Esquinas Entrantes

Irregularidad en Planta, I_p : Irregular por Discontinuidad de Diafragma

6 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2006

Considerar

- * Si existe irregularidad $R = 0.75 \times R_0$
- * Si no existe irregularidad $R = R_0$

$R = 5.25$

**- Según el Proyecto de Norma de Diseño
Sismorresistente del 2014**

1 Zonificación, Según E.030-2014

Zona : 4

Z = 0.45 g

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2014

Perfil Tipo : S1

S = 1.00

T_P = 0.40

T_L = 2.50

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2014

Categoría : Comun C

U = 1.00

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014

Categoría : Concreto Armado: dual

R₀ = 7.00

5 Restricciones de Irregularidad, Según E.030-2014

No se permiten irregularidades extremas

6 Factores de Irregularidad, Según E.030-2014

Tomar en consideración el punto 5 sobre restricciones.

Considerar

* Para cada irregularidad existe un valor, por lo que se tomara el menos en cada caso

Irregularidad en Altura, I_a :	02 Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	0.75
---	--	-------------

Irregularidad en Altura, I_a :	06 Irregularidad de Masa o Peso	0.90
---	--	-------------

Irregularidad en Altura, I_a :	07 Irregularidad Geométrica Vertical	0.90
---	---	-------------

Irregularidad en Altura, I_a :	08 Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.80
---	--	-------------

I_a = 0.75

Irregularidad en Planta, I_p :	04 Esquinas Entrantes	0.90
---	------------------------------	-------------

Irregularidad en Planta, I_p :	05 Discontinuidad del Diafragma	0.85
---	--	-------------

Irregularidad en Planta, I_p :	06 Sistemas no Paralelos	0.90
---	---------------------------------	-------------

I_p = 0.85

7 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014

Considerar

* Si existe irregularidad R = I_aI_pR₀

* Si no existe irregularidad R = R₀

R = 4.4625

f. Modelación estructural del edificio Meridian

El proyecto ha sido modelado con el apoyo de los programas AutoCAD 2015 y ETABS 2013 trabajando de la siguiente manera:

Se realizó la malla en el programa AutoCAD 2015, solo colocando líneas continuas que atraviesan los ejes de los principales elementos estructurales las cuales son las columnas, vigas y placas (Ver figura 6).

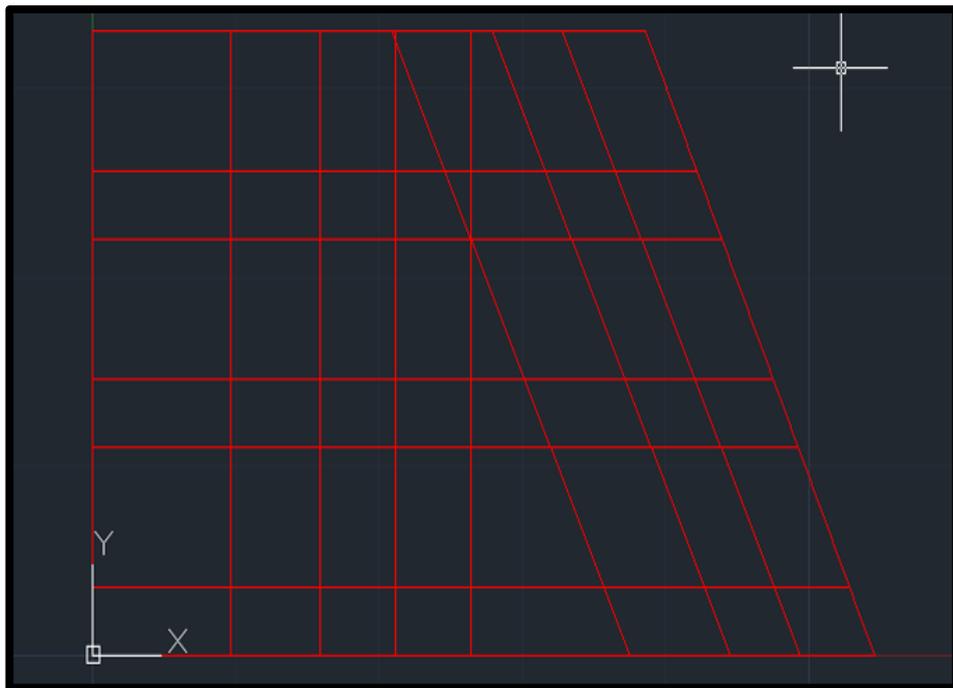


Figura 6: Malla del proyecto: "Edificio Meridian".

Fuente: Elaboración Propia

Con el apoyo del programa ETABS 2013 se realizó la modelación del edificio Meridian, procesamiento de datos para la obtención de los resultados del análisis estructural lineal en la que se muestran en las siguientes imágenes según cada punto de vista (Ver figura 7, 8 y 9).

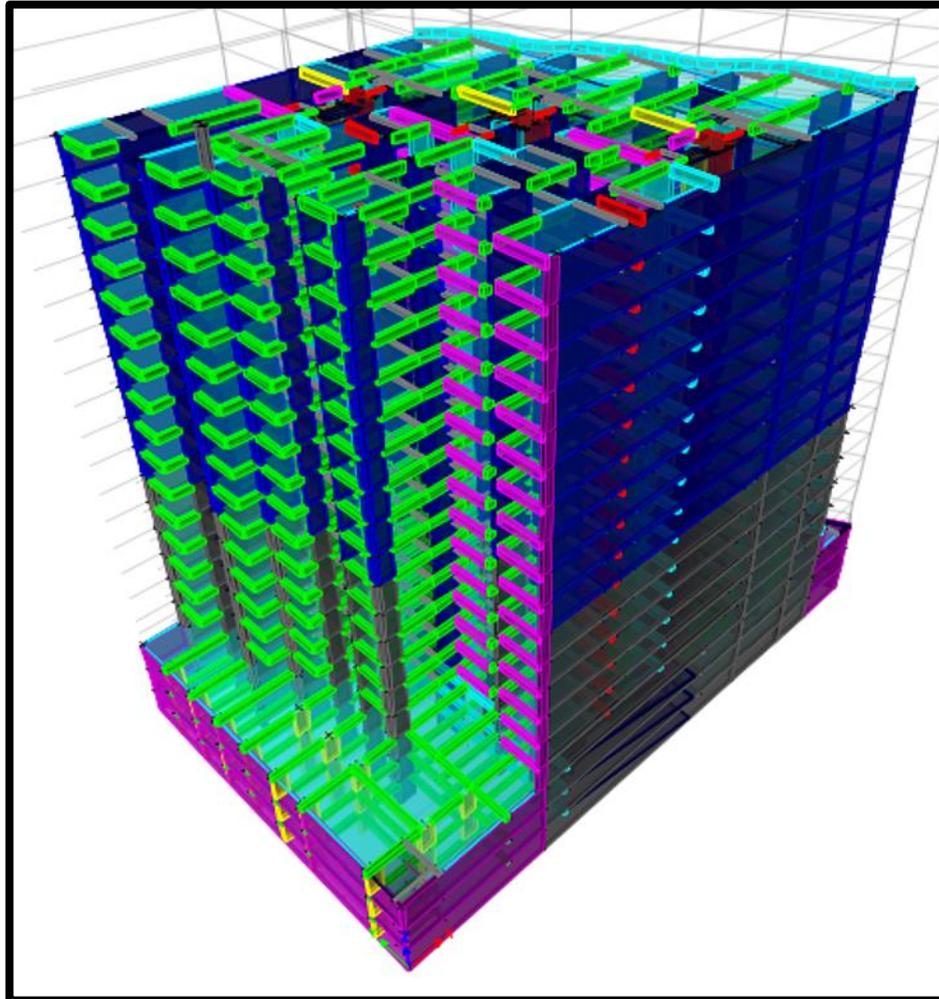


Figura 7: Modelación vista 1 del proyecto: "Edificio Meridian"

Fuente: Elaboración Propia

Para la modelación del edificio Meridian, fue de necesidad tener los planos estructurales para poder así ingresar todas las dimensiones de los elementos estructurales cuales son:

- Vigas
- Placas
- Columnas
- Losas

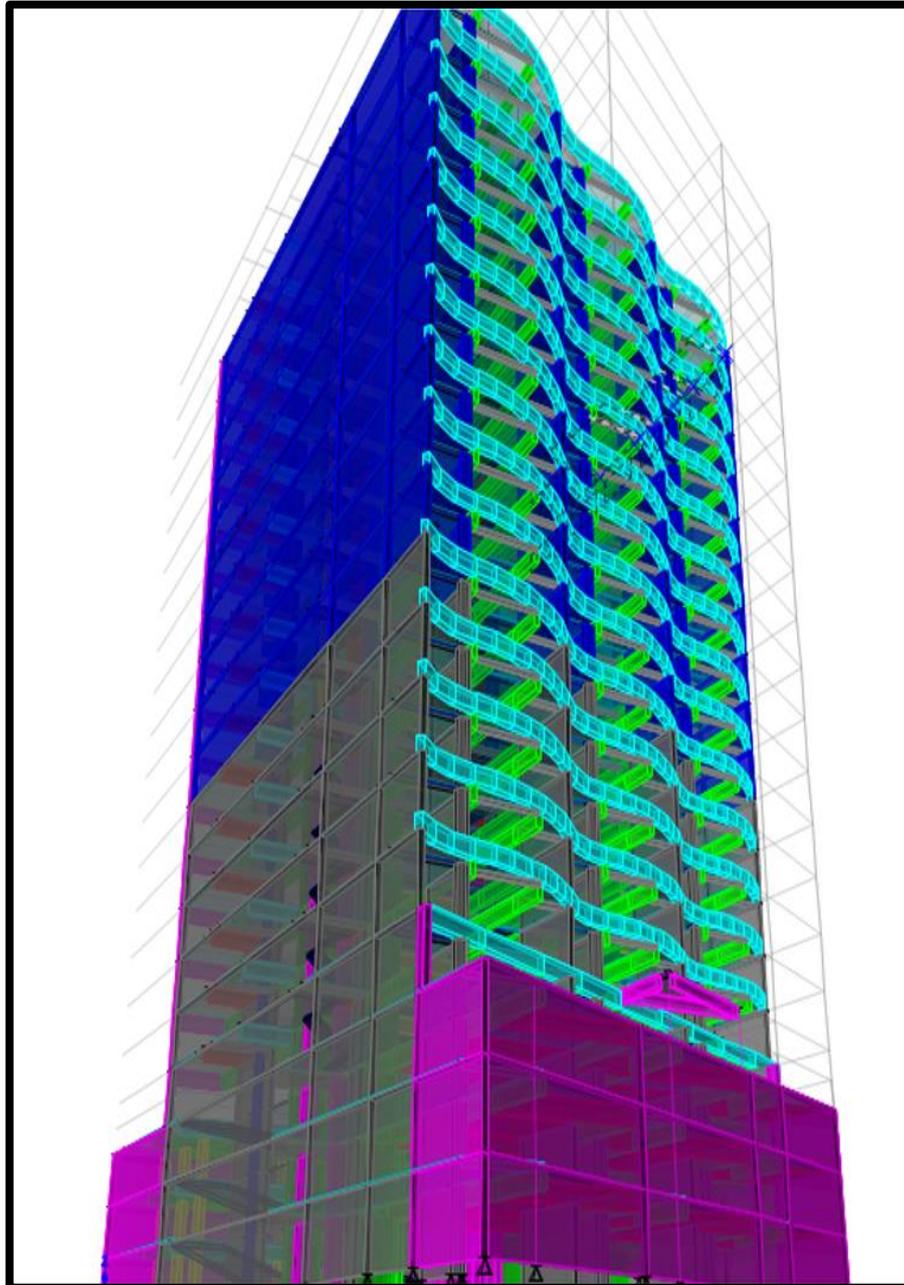


Figura 8: Modelación vista 2 del proyecto: “Edificio Meridian”.

Fuente: Elaboración Propia

En la modelación se consideró las cargas sísmicas en los sentidos X e Y tanto estáticas como dinámicas, así mismo las cargas muertas, es decir, el peso propio de la estructura; la carga super dead, es decir, mueblería y otros y por último la carga viva que para esta categoría de edificios es de 0.10 Tn/m^2 .

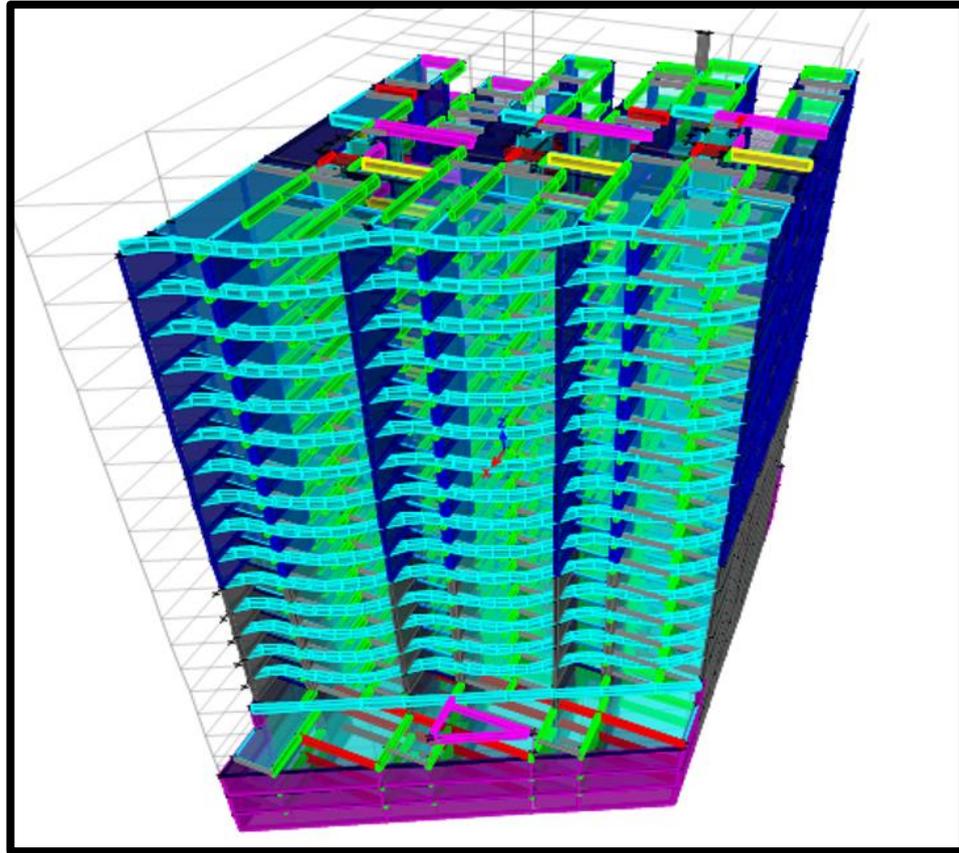


Figura 9: Modelación vista 3 del proyecto: “Edificio Meridian”.

Fuente: Elaboración Propia

Cabe mencionar que este edificio Meridian es completamente Irregular tanto en altura como en planta por lo que al realizar el análisis estructural del edificio será de suma importancia observar los resultados a obtener con el análisis Lineal.

g. Análisis estructural según norma del 2006

El análisis estructural lineal, es decir, en el rango elástico se realizó según las características del proyecto en cada caso en las que intervienen: la zonificación sísmica de la estructura, el uso y categoría del edificio, coeficiente de amplificación sísmica, el tipo de perfil del suelo, el peso sísmico de la edificación y el coeficiente de reducción sísmica (cálculos en anexo III).

- **Análisis estático**, En este análisis se calculó la fuerza cortante en la base, obteniendo un valor de $V = 1,085.27$ Tn, sin embargo esta se ve reducida por un valor $F_a = 75.67$ Tn, obteniendo como la cortante para la distribución de la fuerza sísmica por piso en relación a su altura entre piso $V - F_a = 1,009.61$ Tn.

Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Datos:

Z	0.40
U	1.00
C	1.00
S	1.00
R	5.25
PESO SISMICO	14,187.22

$$V = 1085.27 \text{ Tn}$$

COMPROBANDO:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

$$C/R = 0.191 \text{ CUMPLE}$$

Fuerza Sísmica

Como $T > 0.70$ seg

$$F_a = 0.07 * T * V \leq 0.15 * V$$

$$F_a = 75.67 \text{ Tn} \leq 162.79$$

$$F_i = \frac{P_i \cdot H_i}{\sum P_i \cdot H_i} * (V - F_a)$$

$$V - F_a = 1009.61 \text{ Tn}$$

Siendo este valor de $V - F_a = 1,009.61$ Tn el que se distribuirá por cada entrepiso según su altura como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19: Distribución de fuerza sísmica en edificio Meridian (2006)

PISO	Hi	P (ton)	P.Hi	P.Hi (Acum)	Fi (Ton)
Piso 1	2.80	954.037	2,671.30	2,671.30	8.11
Piso 2	5.60	895.915	5,017.13	7,688.43	15.24
Piso 3	8.40	895.915	7,525.69	15,214.12	22.85
Piso 4	11.20	895.915	10,034.25	25,248.37	30.47
Piso 5	14.00	895.915	12,542.81	37,791.18	38.09
Piso 6	16.80	894.756	15,031.90	52,823.08	45.65
Piso 7	19.60	893.596	17,514.48	70,337.56	53.19
Piso 8	22.40	893.596	20,016.55	90,354.11	60.79
Piso 9	25.20	893.596	22,518.62	112,872.73	68.39
Piso 10	28.00	893.596	25,020.69	137,893.42	75.98
Piso 11	30.80	893.596	27,522.76	165,416.18	83.58
Piso 12	33.60	893.596	30,024.83	195,441.00	91.18
Piso 13	36.40	893.596	32,526.90	227,967.90	98.78
Piso 14	39.20	893.596	35,028.96	262,996.86	106.38
Piso 15	42.00	891.353	37,436.81	300,433.67	113.69
Piso 16	44.80	714.647	32,016.18	332,449.85	97.23

V - Fa = $\sum F_i$ 1009.61 Tn

Fuente: Proceso de resultados en ETABS 2013

- **Análisis dinámico**, En este análisis se calculó la cortante en la base, en el que se ve afectado por un factor de escala de F.E. = 0.74743 el cual se calculará de acuerdo al coeficiente de amplificación sísmica que va variando por un análisis espectral de diseño (Ver tabla 20). Y del programa ETABS 2013 se obtienen los periodos y frecuencias del análisis dinámico del edificio (Ver tabla 21).

FACTOR DE ESCALA

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R}$$

Datos:

Z	0.40
U	1.00
S	1.00
g	9.81
R	5.25

F.E. = 0.74743

Tabla 20: Datos para diseño espectral en edificio Meridian (2006)

T	C	T	Sa=ZUCS.g/R
0.00	2.50	0.00	1.869
0.40	2.50	0.40	1.869
0.50	2.00	0.50	1.495
0.60	1.67	0.60	1.248
0.70	1.43	0.70	1.069
0.80	1.25	0.80	0.934
0.90	1.11	0.90	0.830
1.00	1.00	1.00	0.747
2.00	0.50	2.00	0.374
3.00	0.33	3.00	0.249
4.00	0.25	4.00	0.187
5.00	0.20	5.00	0.149
6.00	0.17	6.00	0.125
7.00	0.14	7.00	0.107
8.00	0.13	8.00	0.093

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21: Periodo y frecuencia en edificio Meridian (2006)

MODO	PERIODO (s)	FRECUENCIA
1	964.80	0.00
2	964.80	0.00
3	401.42	0.00
4	72.65	0.01
5	72.65	0.01
6	0.07	15.08
7	0.05	20.73
8	0.05	20.77
9	0.05	20.78
10	0.05	20.91
11	0.05	21.87
12	0.05	21.89

Fuente: Proceso de resultados en ETABS 2013

h. Análisis estructural según Proyecto de Norma 2014

El análisis estructural lineal, es decir, en el rango elástico se realizó según las características del proyecto en cada caso en las que intervienen: la zonificación sísmica de la estructura, el uso y categoría del edificio, coeficiente de amplificación sísmica, el tipo de perfil del suelo, el peso sísmico de la edificación y el coeficiente de reducción sísmica de acuerdo a las nuevas consideraciones del Proyecto de Norma 2014 (cálculos anexo III).

- **Análisis estático** En este análisis se calculó la fuerza cortante en la base, obteniendo un valor de $V = 1,430.64 \text{ Tn.}$, que será distribuida por piso en relación a su altura entre piso el cual se verá afectado por una serie de coeficientes que tienen relación con el periodo fundamental (T) (Ver tabla 22).

Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Datos:

Z	0.45
U	1.00
C	1.00
S	1.00
R	4.46
PESO SISMICO	14,187.22

V = 1,430.64 Tn

COMPROBANDO:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

C/R = 0.224 CUMPLE

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \cdot (H_i)^K}{\sum P_i \cdot (H_i)^K}$$

T = 0.996

T <= 0.50 SEG	K = 1	K =	1.00
T >= 0.50 SEG	K = (0.75+0.5T) <= 2.00	K =	1.25

K = 1.25

Tabla 22: Distribución de fuerza sísmica en edificio Meridian (2014)

PISO	Hi	P (ton)	P.Hi^k	P.Hi^k (Acum)	ai	Fi (Ton)
Piso 1	2.80	954.037	3,455.51	3,455.51	0.004	6.435
Piso 2	5.60	895.915	7,717.95	11,173.46	0.010	14.372
Piso 3	8.40	895.915	12,811.97	23,985.44	0.017	23.859
Piso 4	11.20	895.915	18,356.48	42,341.92	0.024	34.184
Piso 5	14.00	895.915	24,262.02	66,603.94	0.032	45.181
Piso 6	16.80	894.756	30,432.74	97,036.68	0.040	56.672
Piso 7	19.60	893.596	36,852.02	133,888.70	0.048	68.626
Piso 8	22.40	893.596	43,546.30	177,435.00	0.057	81.093
Piso 9	25.20	893.596	50,453.57	227,888.57	0.066	93.955
Piso 10	28.00	893.596	57,555.76	285,444.33	0.075	107.181
Piso 11	30.80	893.596	64,838.00	350,282.33	0.084	120.742
Piso 12	33.60	893.596	72,287.85	422,570.19	0.094	134.616
Piso 13	36.40	893.596	79,894.70	502,464.89	0.104	148.781
Piso 14	39.20	893.596	87,649.37	590,114.26	0.114	163.222
Piso 15	42.00	891.353	95,304.00	685,418.26	0.124	177.477
Piso 16	44.80	714.647	82,830.25	768,248.52	0.108	154.248

$$V = \sum Fi \quad 1,430.64 \text{ Tn}$$

Fuente: Proceso de resultados en ETABS 2013

- **Análisis dinámico,** En este análisis se calculó la cortante en la base, en el que se ve afectado por un factor de escala de F.E. = 0.98924 el cual se calculará de acuerdo al coeficiente de amplificación sísmica que va variando por un análisis espectral de diseño (Tabla 22). Y del programa ETABS 2013 se obtienen los periodos y frecuencias del análisis dinámico del edificio (Tabla 23).

FACTOR DE ESCALA

Datos:

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R}$$

Z	0.45
U	1.00
S	1.00
g	9.81
T	1.00
R	4.46

$$F.E. = 0.98924$$

Tp	0.40
Tl	2.50

Tabla 23: Datos para diseño espectral en edificio Meridian (2014)

T	Sa=ZUCS.g/R	T	Sa=ZUCS.g/R	T	Sa=ZUCS.g/R
0.0	2.473	3.0	0.275	5.7	0.076
0.4	2.473	3.1	0.257	5.8	0.074
0.5	1.978	3.2	0.242	5.9	0.071
0.6	1.649	3.3	0.227	6.0	0.069
0.7	1.413	3.4	0.214	6.1	0.066
0.8	1.237	3.5	0.202	6.2	0.064
0.9	1.099	3.6	0.191	6.3	0.062
1.0	0.989	3.7	0.181	6.4	0.060
1.1	0.899	3.8	0.171	6.5	0.059
1.2	0.824	3.9	0.163	6.6	0.057
1.3	0.761	4.0	0.155	6.7	0.055
1.4	0.707	4.1	0.147	6.8	0.053
1.5	0.659	4.2	0.140	6.9	0.052
1.6	0.618	4.3	0.134	7.0	0.050
1.7	0.582	4.4	0.128	7.1	0.049
1.8	0.550	4.5	0.122	7.2	0.048
1.9	0.521	4.6	0.117	7.3	0.046
2.0	0.495	4.7	0.112	7.4	0.045
2.1	0.471	4.8	0.107	7.5	0.044
2.2	0.450	4.9	0.103	7.6	0.043
2.3	0.430	5.0	0.099	7.7	0.042
2.4	0.412	5.1	0.095	7.8	0.041
2.5	0.396	5.2	0.091	7.9	0.040
2.6	0.366	5.3	0.088	8.0	0.039
2.7	0.339	5.4	0.085		
2.8	0.315	5.5	0.082		
2.9	0.294	5.6	0.079		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24: Periodo y frecuencia en edificio Meridian (2014)

MODO	PERIODO (s)	FRECUENCIA
1	964.797	0.001
2	964.795	0.001
3	401.419	0.002
4	72.653	0.014
5	72.652	0.014
6	0.066	15.076
7	0.048	20.728
8	0.048	20.768
9	0.048	20.783
10	0.048	20.91
11	0.046	21.867
12	0.046	21.893

Fuente: Proceso de resultados en ETABS 2013

3.2.2. Centro comercial

El proyecto a evaluar es un esquema referencial el cual es destinado a uso de centro comercial (Ver figura 10).

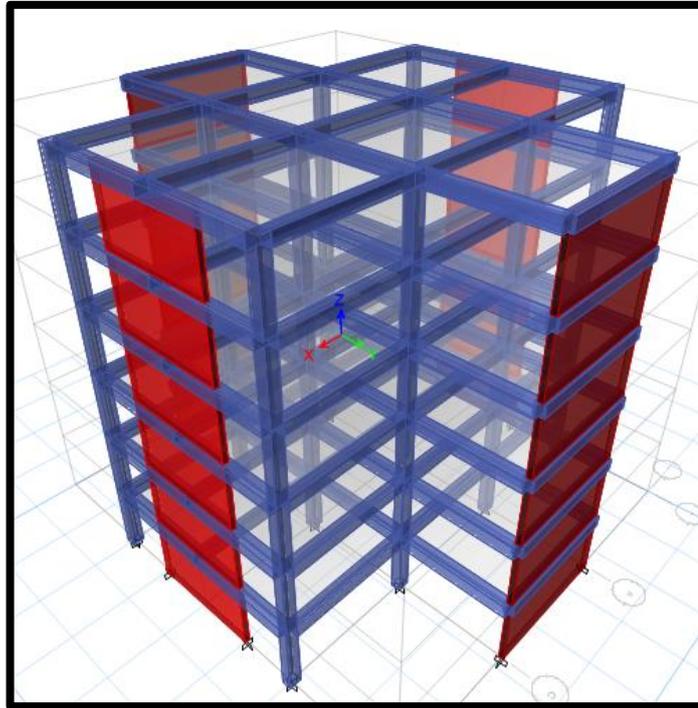


Figura 10: Proyecto: "Centro Comercial"

Fuente: Elaboración Propia

a. Ubicación

El proyecto se encuentra proyectado en la ciudad de Lima (Ver figura 11).



Figura 11: Ubicación del Proyecto: "Centro Comercial"

Fuente: Google Maps

b. Terreno

Para fines académicos se decidió que el terreno tendrá características que se asemejen a un suelo muy rígido.

c. Altura de edificación

El proyecto contempla la ejecución de 6 pisos el cual la altura entre piso es de 3.00 m cada uno (Ver tabla 25).

Tabla 25: Cuadro de altura de pisos del centro comercial

Piso	Altura (m)	Altura acumulado (m)
Piso 1	3.00	3.00
Piso 2	3.00	6.00
Piso 3	3.00	9.00
Piso 4	3.00	12.00
Piso 5	3.00	15.00
Piso 6	3.00	18.00
Total de altura de pisos		18.00

Fuente: Plano del proyecto

d. Áreas

La comisaria PNP Sagitario se desarrolla sobre un área de terreno de 360 m². El área total techada es de 1,440 m² (Ver tabla 26).

Tabla 26: Cuadro de área techada del centro comercial

Descripción	Área por piso (m2)	Parcial (m2)
Piso 1	240.00	240.00
Piso 2	240.00	480.00
Piso 3	240.00	720.00
Piso 4	240.00	960.00
Piso 5	240.00	1,200.00
Piso 6	240.00	1,440.00
Total área techada (m2)		1,440.00

Fuente: Plano del Proyecto Centro Comercial

e. Características sísmicas del proyecto

Se realizó un breve resumen de las descripciones más importantes que sirven para la modelación y el análisis estático y dinámico de la edificación que serán procesados por el programa ETABS (Ver anexo II).

- Según Norma E.030 de Diseño Sismorresistente del 2006

1 Zonificación, Según E.030-2006

Zona : 3	Z = 0.40 g
----------	------------

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2006

Perfil Tipo : S1	S = 1.00
	T _p = 0.40

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2006

Categoría : Importante B	U = 1.30
--------------------------	----------

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2006

Categoría : Concreto Armado: dual	R ₀ = 7.00
-----------------------------------	-----------------------

5 Factores de Irregularidad, Según E.030-2006

Irregularidad en Altura, I _a :	Regular en Altura
Irregularidad en Planta, I _p :	Irregular por Esquinas Entrantes

6 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2006

Considerar

- * Si existe irregularidad R = 0.75xR₀
- * Si no existe irregularidad R = R₀

R = 5.25

**- Según el Proyecto de Norma de Diseño
Sismorresistente del 2014**

1 Zonificación, Según E.030-2014

Zona : 4

$Z = 0.45$ g

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2014

Perfil Tipo : S0

$S = 0.80$
 $T_P = 0.30$
 $T_L = 3.00$

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2014

Categoría : Importante B

$U = 1.30$

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014

Categoría : Concreto Armado: dual

$R_0 = 7.00$

5 Restricciones de Irregularidad, Según E.030-2014

No se permiten irregularidades extremas

6 Factores de Irregularidad, Según E.030-2014

Tomar en consideración el punto 5 sobre restricciones.

Considerar

* Para cada irregularidad existe un valor, por lo que se tomara el menos en cada caso

Irregularidad en Altura, I_a :	01 Regular	1.00
----------------------------------	------------	------

$I_a = 1.00$

Irregularidad en Planta, I_p :	04 Esquinas Entrantes	0.90
----------------------------------	-----------------------	------

$I_p = 0.90$

7 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014

Considerar

* Si existe irregularidad $R = I_a I_p R_0$

* Si no existe irregularidad $R = R_0$

$R = 6.3000$

f. Modelación estructural del centro comercial

El proyecto ha sido modelado con el apoyo de los programas AutoCAD 2015 y ETABS 2013 trabajando de la siguiente manera:

Se realizó la malla en el programa AutoCAD 2015, solo colocando líneas continuas que atraviesan los ejes de los principales elementos estructurales las cuales son las columnas, vigas y placas (Ver figura 12).

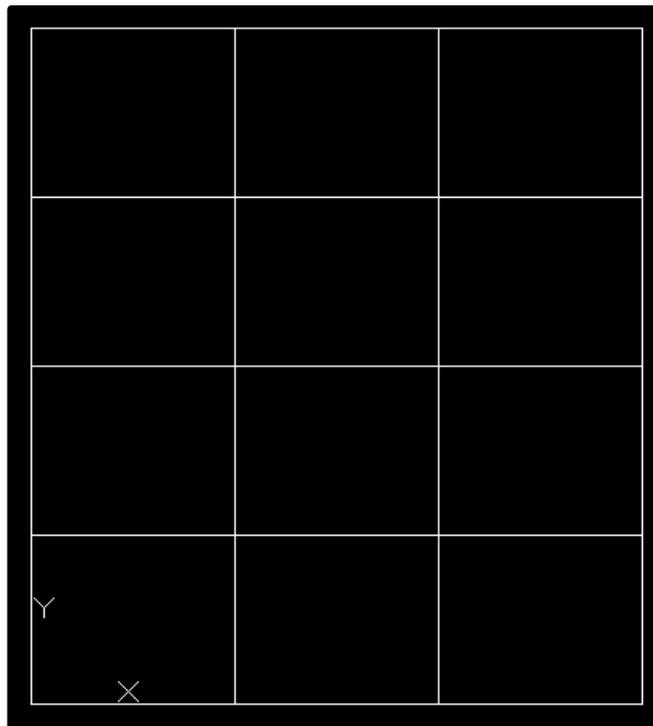


Figura 12: Malla del esquema centro comercial

Fuente: Elaboración Propia

i. Análisis estructural según norma del 2006

El análisis estructural lineal, es decir, en el rango elástico se realizó según las características del proyecto en cada caso en las que intervienen: la zonificación sísmica de la estructura, el uso y categoría del edificio, coeficiente de amplificación sísmica, el tipo de perfil del suelo, el peso sísmico de la edificación y el coeficiente de reducción sísmica (Ver anexo III).

- **Análisis estático,** En este análisis se calculó la fuerza cortante en la base, obteniendo un valor de $V = 731.86 \text{ Tn}$, sin embargo no

se ve reducida por la fuerza Fa, porque el periodo fundamental (T) es menos a 0.7 s, fuerza que será distribuida en relación con su altura según la tabla 27.

Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Datos:

Z	0.40
U	1.30
C	2.50
S	1.00
R	5.25
PESO SISMICO	2,955.59

$$V = 731.86 \text{ Tn}$$

COMPROBANDO:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

$$C/R = 0.476 \text{ CUMPLE}$$

Fuerza Sísmica

Como T > 0.70 seg

$$F_a = 0.07 * T * V \leq 0.15 * V$$

$$F_a = 0.00 \text{ Tn} \leq 109.78$$

$$F_i = \frac{P_i \cdot H_i}{\sum P_i \cdot H_i} * (V - F_a)$$

$$V - F_a = 731.86 \text{ Tn}$$

Tabla 27: Distribución de fuerza sísmica en centro comercial (2006)

PISO	Hi	P (ton)	P.Hi	P.Hi (Acum)	Fi (Ton)
Piso 1	3.00	515.546	1,546.64	1,546.64	37.68
Piso 2	6.00	515.546	3,093.28	4,639.91	75.36
Piso 3	9.00	513.295	4,619.66	9,259.57	112.54
Piso 4	12.00	513.295	6,159.54	15,419.12	150.06
Piso 5	15.00	513.295	7,699.43	23,118.54	187.57
Piso 6	18.00	384.611	6,923.00	30,041.55	168.66

$$V - F_a = \sum F_i \quad 731.86 \text{ Tn}$$

Fuente: Proceso de resultados en ETABS 2013

- **Análisis dinámico**, La cortante en la base se ve afectado por un factor de escala de F.E. = 0.97166 el cual se calculará de acuerdo al coeficiente de amplificación sísmica que va variando por un análisis espectral de diseño (Ver tabla 28). Y del programa ETABS 2013 se obtienen los periodos y frecuencias del análisis dinámico del edificio (Ver tabla 29).

FACTOR DE ESCALA

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R}$$

Datos:

Z	0.40
U	1.30
S	1.00
g	9.81
R	5.25

F.E. = 0.97166

Tabla 28: Datos para diseño espectral en centro comercial (2006)

T	C
0.00	2.50
0.40	2.50
0.50	2.00
0.60	1.67
0.70	1.43
0.80	1.25
0.90	1.11
1.00	1.00
2.00	0.50
3.00	0.33
4.00	0.25
5.00	0.20
6.00	0.17
7.00	0.14
8.00	0.13

T	Sa=ZUCS.g/R
0.00	1.869
0.40	1.869
0.50	1.495
0.60	1.248
0.70	1.069
0.80	0.934
0.90	0.830
1.00	0.747
2.00	0.374
3.00	0.249
4.00	0.187
5.00	0.149
6.00	0.125
7.00	0.107
8.00	0.093

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29: Periodo y frecuencia en centro comercial (2006)

MODO	PERIODO (s)	FRECUENCIA
1	0.42	2.40
2	0.40	2.49
3	0.27	3.64
4	0.09	10.66
5	0.09	11.81
6	0.05	20.88
7	0.04	24.17
8	0.04	27.53
9	0.03	37.67
10	0.02	42.20
11	0.02	46.46
12	0.02	48.92

Fuente: Proceso de resultados en ETABS 2013

j. Análisis estructural según Proyecto de Norma 2014

En el análisis estructural lineal, aplicando las nuevas consideraciones del Proyecto de Norma 2014, se podrá apreciar cómo cambia los parámetros de zonificación, (Ver anexo III).

- **Análisis estático**, La fuerza cortante en la base, $V = 412.77 \text{ Tn.}$, es distribuida por piso en relación a su altura entrepiso el cual se verá afectado por el coeficiente K que tienen relación con el periodo fundamental (T) (Ver tabla 30).

Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Datos:

Z	0.45
U	1.30
C	1.88
S	0.80
R	6.30
PESO SISMICO	2,955.59

$$V = 412.77 \text{ Tn}$$

COMPROBANDO:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

$$C/R = 0.298 \quad \text{CUMPLE}$$

$$F_i = \alpha_i * V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \cdot (H_i)^K}{\sum P_i \cdot (H_i)^K}$$

$$T = 0.400$$

T <= 0.50 SEG	K = 1	K =	1.00
T >= 0.50 SEG	K = (0.75+0.5T) <= 2.00	K =	0.95

$$K = 1.00$$

Tabla 30: Distribución de fuerza sísmica en centro comercial (2014)

PISO	Hi	P (ton)	P.Hi^k	P.Hi^k (Acum)	ai	Fi (Ton)
Piso 1	3.00	515.546	1,546.64	1,546.64	0.051	21.251
Piso 2	6.00	515.546	3,093.28	4,639.91	0.103	42.501
Piso 3	9.00	513.295	4,619.66	9,259.57	0.154	63.474
Piso 4	12.00	513.295	6,159.54	15,419.12	0.205	84.632
Piso 5	15.00	513.295	7,699.43	23,118.54	0.256	105.790
Piso 6	18.00	384.611	6,923.00	30,041.55	0.230	95.122

$$V = \sum F_i \quad 412.77 \text{ Tn}$$

Fuente: Proceso de resultados en ETABS 2013

- **Análisis dinámico,** El factor de escala de F.E. = 0.72874 el cual se calculó de acuerdo al coeficiente de amplificación sísmica que va variando por un análisis espectral de diseño (Ver tabla 31). Y del programa ETABS 2013 se obtienen los periodos y frecuencias del análisis dinámico del edificio (Ver tabla 32).

FACTOR DE ESCALA

Datos:

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R}$$

Z	0.45
U	1.30
S	0.80
g	9.81
T	0.40
R	6.30

$$F.E. = 0.72874$$

Tp	0.30
Tl	3.00

Tabla 31: Datos para diseño espectral en centro comercial (2014)

T	Sa=ZUCS.g/R	T	Sa=ZUCS.g/R	T	Sa=ZUCS.g/R
0.0	1.822	2.9	0.188	5.6	0.052
0.3	1.822	3.0	0.182	5.7	0.050
0.4	1.366	3.1	0.171	5.8	0.049
0.5	1.093	3.2	0.160	5.9	0.047
0.6	0.911	3.3	0.151	6.0	0.046
0.7	0.781	3.4	0.142	6.1	0.044
0.8	0.683	3.5	0.134	6.2	0.043
0.9	0.607	3.6	0.127	6.3	0.041
1.0	0.547	3.7	0.120	6.4	0.040
1.1	0.497	3.8	0.114	6.5	0.039
1.2	0.455	3.9	0.108	6.6	0.038
1.3	0.420	4.0	0.102	6.7	0.037
1.4	0.390	4.1	0.098	6.8	0.035
1.5	0.364	4.2	0.093	6.9	0.034
1.6	0.342	4.3	0.089	7.0	0.033
1.7	0.322	4.4	0.085	7.1	0.033
1.8	0.304	4.5	0.081	7.2	0.032
1.9	0.288	4.6	0.077	7.3	0.031
2.0	0.273	4.7	0.074	7.4	0.030
2.1	0.260	4.8	0.071	7.5	0.029
2.2	0.248	4.9	0.068	7.6	0.028
2.3	0.238	5.0	0.066	7.7	0.028
2.4	0.228	5.1	0.063	7.8	0.027
2.5	0.219	5.2	0.061	7.9	0.026
2.6	0.210	5.3	0.058	8.0	0.026
2.7	0.202	5.4	0.056		
2.8	0.195	5.5	0.054		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32: Periodos y frecuencias de centro comercial (2014)

MODO	PERIODO (s)	FRECUENCIA
1	0.418	2.395
2	0.401	2.493
3	0.274	3.644
4	0.094	10.659
5	0.085	11.805
6	0.048	20.879
7	0.041	24.171
8	0.036	27.533
9	0.027	37.672
10	0.024	42.201
11	0.022	46.457
12	0.02	48.915

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3. Comisaría PNP Sagitario

El proyecto tiene como nombre Comisaria PNP Sagitario de uso de cuartel de policías que pertenece a la categoría de edificaciones esenciales a continuación mencionaremos sus características en los siguientes subcapítulos (Ver figura 13).



Figura 13: Proyecto: “Comisaría PNP Sagitario”

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

a. Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado Intersección de las Calles Las Gaviotas, Poseidón y Ganimedes - Urb. Sagitario Distrito de Santiago de Surco, provincia y departamento de Lima (Ver figura 14).

El proyecto se ha trabajado bajo las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones y los Parámetros Urbanísticos y Edificatorios de la Municipalidad Distrital de Santiago de Surco.

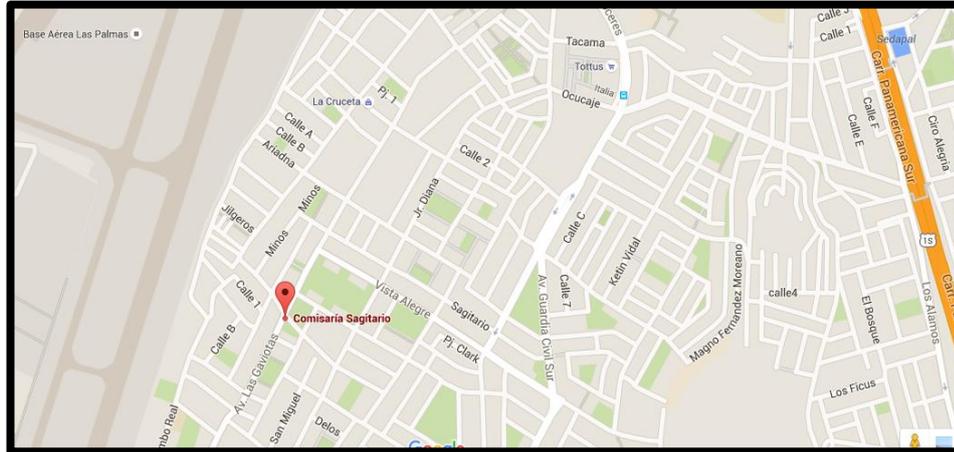


Figura 14: Ubicación del proyecto: “Comisaría PNP Sagitario”

Fuente: Google Maps

b. Terreno

El terreno tiene como capacidad portante un valor de 4.75 kg/cm^2 (dato obtenido según los planos de cimentación). Cabe mencionar que la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo.

c. Altura de edificación

El proyecto contempla la ejecución de 3 pisos, sin embargo se divide en dos sectores: el salón de usos múltiples con una altura de 3.00 m y el sector administrativo siendo la altura entre piso 2.70 m el primer nivel, 2.90 m el segundo y tercer nivel (Ver tabla 33).

Tabla 33: Cuadro de altura de pisos de la Comisaría PNP Sagitario

Piso	Altura (m)	Altura acumulado (m)
Piso 1 – S1	3.00	3.00
Piso 1 – S2	2.70	2.70
Piso 2 – S2	2.90	5.60
Piso 3 – S2	2.90	8.50
Total de altura de pisos – S1 (m)		3.00
Total de altura de pisos – S2 (m)		8.50

Fuente: Planos del proyecto

d. Áreas

La comisaría PNP Sagitario se desarrolla sobre un área de terreno de 1196.70 m². El área total techada es de 836.65 m², el primer sector ocupa 172 m² que corresponde al salón de usos múltiples y el sector administrativo siendo el área techada 269 m² el primer nivel, 250.12 m² el segundo y 145.53 m² en el tercer nivel (Ver tabla 34).

Tabla 34: Cuadro de área techada de la Comisaría PNP Sagitario

Descripción	Área por piso (m²)	Parcial (m²)
Piso 1 – S1	172.00	172.00
Piso 1 – S2	269.00	269.00
Piso 2 – S2	250.12	250.12
Piso 3 – S2	145.53	145.53
Total área techada (m²)		836.65

Fuente: Planos del Proyecto estructural de la Comisaría PNP Sagitario

e. Características sísmicas del proyecto

Para la obtención de las características sísmicas del proyecto se completó en un formato de nombre: Características del Proyecto (Ver anexo II), en la que se hace un breve resumen de las descripciones más importantes que sirven para la modelación y el análisis estático y dinámico de la edificación para la obtención de los resultados que serán procesados por el programa ETABS; características según la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente del 2006 y el Proyecto de Norma 2014. Cabe mencionar que la edificación se ha dividido en dos partes para la realización de análisis, cuales son: El SUM y Oficinas Administrativas.

Análisis del Salón de Usos Múltiples (SUM)

- Según Norma E.030 de Diseño Sismorresistente del 2006

1 Zonificación, Según E.030-2006

Zona : 3

$Z = 0.40 \text{ g}$

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2006

Perfil Tipo : S1

$S = 1.00$

$T_p = 0.40$

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2006

Categoría : Esencial A

$U = 1.50$

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2006

Categoría : Concreto Armado: dual

$R_0 = 7.00$

5 Factores de Irregularidad, Según E.030-2006

Irregularidad en Altura, I_a : Regular en Altura

Irregularidad en Planta, I_p : Regular en Planta

6 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2006

Considerar

- * Si existe irregularidad $R = 0.75 \times R_0$
- * Si no existe irregularidad $R = R_0$

$R = 7$

**- Según el Proyecto de Norma de Diseño
Sismorresistente del 2014**

1 Zonificación, Según E.030-2014

Zona : 4	$Z = 0.45 \text{ g}$
----------	----------------------

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2014

Perfil Tipo : S1	$S = 1.00$ $T_p = 0.40$ $T_L = 2.50$
------------------	--

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2014

Categoría : Esencial A - A1	$U = 1.50$
-----------------------------	------------

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014

Categoría : Concreto Armado: dual	$R_0 = 7.00$
-----------------------------------	--------------

5 Restricciones de Irregularidad, Según E.030-2014

No se permiten irregularidades extremas

6 Factores de Irregularidad, Según E.030-2014

Tomar en consideración el punto 5 sobre restricciones.

Considerar

* Para cada irregularidad existe un valor, por lo que se tomara el menos en cada caso

Irregularidad en Altura, I_a : 01 Regular	1.00
$I_a = 1.00$	

Irregularidad en Planta, I_p : 01 Regular	1.00
$I_p = 1.00$	

7 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014

Considerar

* Si existe irregularidad $R = I_a I_p R_0$

* Si no existe irregularidad $R = R_0$

$R = 7.0000$

Análisis de oficinas administrativas

- Según Norma E.030 de Diseño Sismorresistente del 2006

1 Zonificación, Según E.030-2006

Zona : 3	$Z = 0.40 \text{ g}$
----------	----------------------

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2006

Perfil Tipo : S1	$S = 1.00$ $T_p = 0.40$
------------------	----------------------------

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2006

Categoría : Esencial A	$U = 1.50$
------------------------	------------

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2006

Categoría : Concreto Armado: dual	$R_0 = 7.00$
-----------------------------------	--------------

5 Factores de Irregularidad, Según E.030-2006

Irregularidad en Altura, I_a :	Irregular por Masa
Irregularidad en Altura, I_a :	Irregular por Geométrica Vertical
Irregularidad en Altura, I_a :	Irregular por Discontinuidad en los Sistemas Resistentes
Irregularidad en Planta, I_p :	Irregular por Esquinas Entrantes
Irregularidad en Planta, I_p :	Irregular por Discontinuidad de Diafragma

6 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2006

Considerar

- * Si existe irregularidad $R = 0.75 \times R_0$
- * Si no existe irregularidad $R = R_0$

$R = 5.25$

**- Según el Proyecto de Norma de Diseño
Sismorresistente del 2014**

1 Zonificación, Según E.030-2014

Zona : 4	Z = 0.45 g
----------	------------

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2014

Perfil Tipo : S1	S = 1.00 T _p = 0.40 T _L = 2.50
------------------	--

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2014

Categoría : Esencial A - A1	U = 1.50
-----------------------------	----------

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014

Categoría : Concreto Armado: dual	R ₀ = 7.00
-----------------------------------	-----------------------

5 Restricciones de Irregularidad, Según E.030-2014

No se permiten irregularidades extremas

6 Factores de Irregularidad, Según E.030-2014

Tomar en consideración el punto 5 sobre restricciones.

Considerar

* Para cada irregularidad existe un valor, por lo que se tomara el menos en cada caso

Irregularidad en Altura, I _a :	06 Irregularidad de Masa o Peso	0.90
Irregularidad en Altura, I _a :	07 Irregularidad Geométrica Vertical	0.90
Irregularidad en Altura, I _a :	08 Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.80
		I _a = 0.80
Irregularidad en Planta, I _p :	04 Esquinas Entrantes	0.90
Irregularidad en Planta, I _p :	05 Discontinuidad del Diafragma	0.85
		I _p = 0.85

7 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014

Considerar

* Si existe irregularidad R = I_aI_pR₀

* Si no existe irregularidad R = R₀

R = 4.7600

k. Modelación estructural de Comisaría PNP Sagitario.

El proyecto ha sido modelado con el apoyo de los programas AutoCAD 2015 y ETABS 2013 trabajando de la siguiente manera:

Se realizó la malla en el programa AutoCAD 2015, solo colocando líneas continuas que atraviesan los ejes de los principales elementos estructurales las cuales son las columnas, vigas y placas (Ver figura 15 y 16).

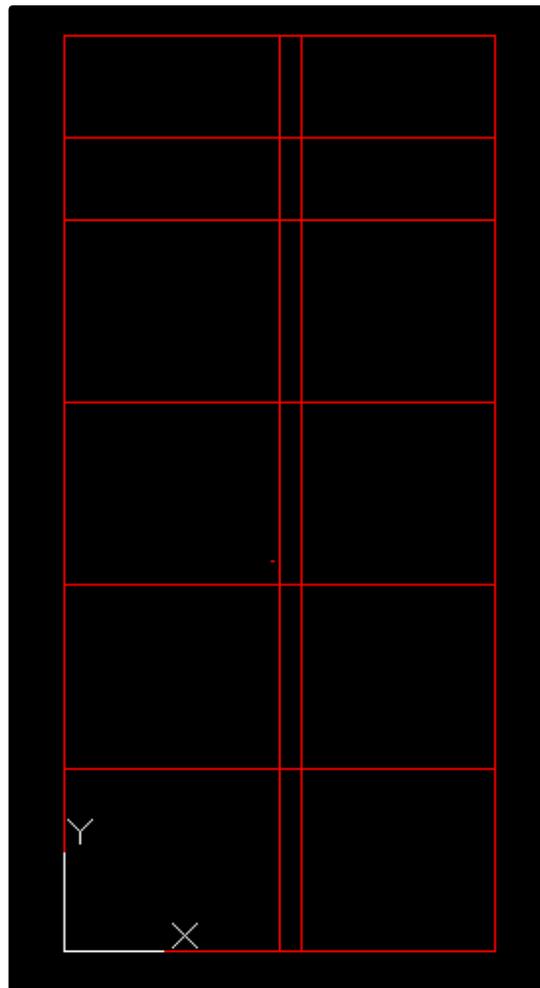


Figura 15: Malla del proyecto: “Comisaría PNP Sagitario” – Sector I

Fuente: Elaboración Propia

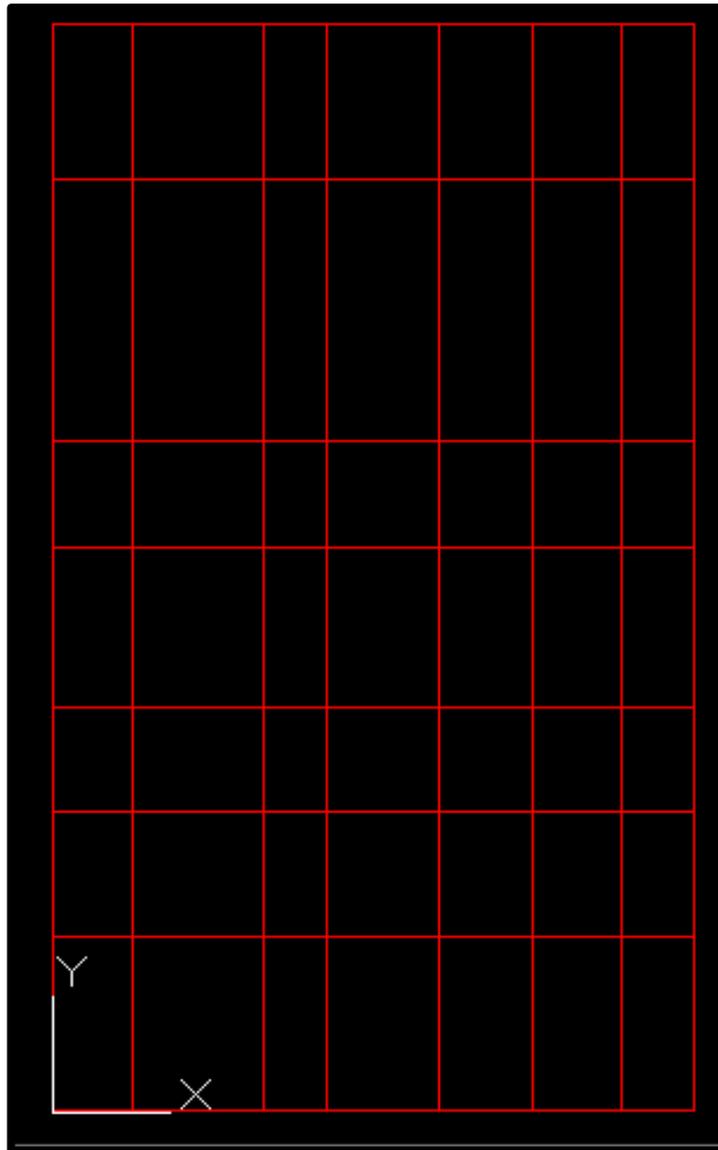


Figura 16: Malla del proyecto: “Comisaría PNP Sagitario” – Sector II

Fuente: Elaboración Propia

Con el apoyo del programa ETABS 2013 se realizó la modelación del Edificio Meridian, procesamiento de datos para la obtención de los resultados del análisis estructural lineal en la que se muestran en las siguientes imágenes según cada punto de vista (Ver gráfico 17 y 18).

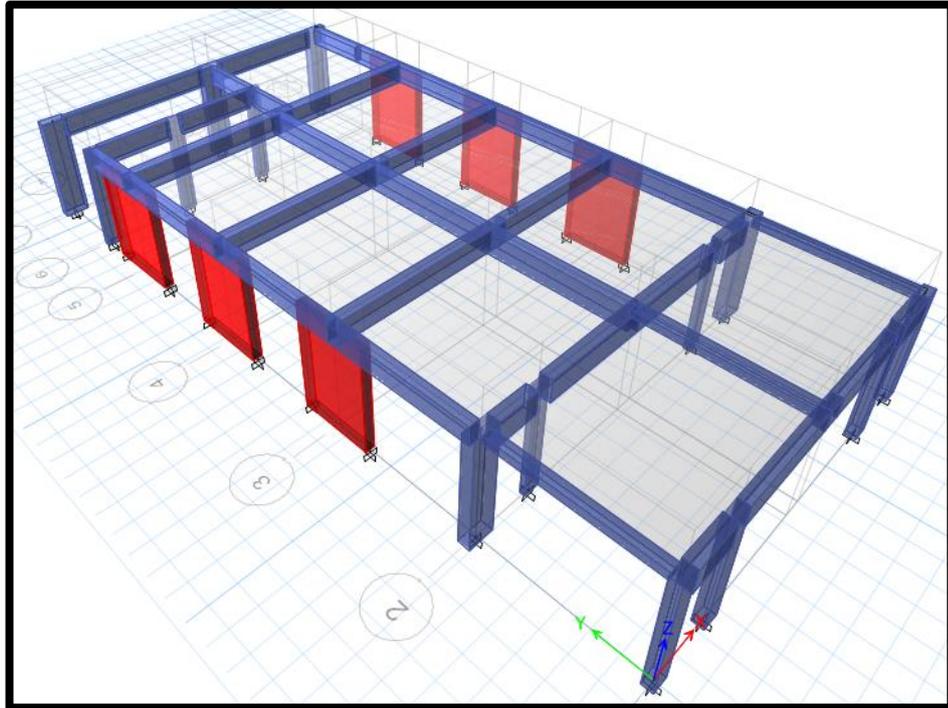


Figura 17: Modelación vista 1 del proyecto: “Comisaría PNP Sagitario”

Fuente: Elaboración Propia

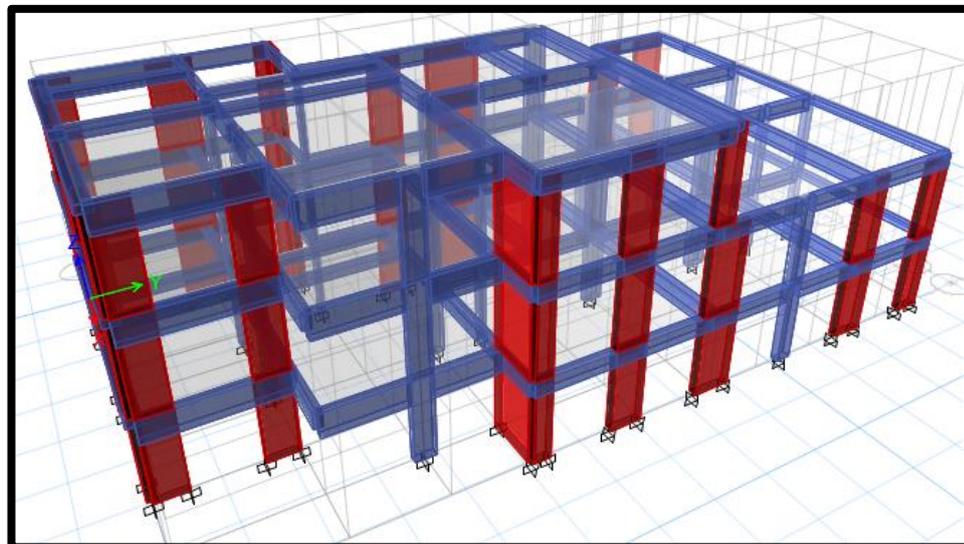


Figura 18: Modelación vista 2 del proyecto: “Comisaría PNP Sagitario”

Fuente: Elaboración Propia

I. Análisis estructural según Norma del 2006

El análisis estructural lineal, es decir, en el rango elástico se realizó según las características del proyecto en cada caso en las que intervienen: la zonificación sísmica de la estructura, el uso y categoría del edificio, coeficiente de amplificación sísmica, el tipo de perfil del suelo, el peso sísmico de la edificación y el coeficiente de reducción sísmica (cálculos en anexo III).

Análisis del Salón de Usos Múltiples (SUM)

- **Análisis estático**, En este análisis se calculó la fuerza cortante en la base, obteniendo un valor de $V = 49.97$ Tn el cual se distribuirá en su totalidad en el primer piso (Ver tabla 35).

Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Datos:

Z	0.40
U	1.50
C	2.50
S	1.00
R	7.00
PESO SISMICO	233.17

$$V = 49.97 \text{ Tn}$$

COMPROBANDO:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

$$C/R = 0.357 \text{ CUMPLE}$$

Tabla 35: Distribución de fuerza sísmica en Comisaria PNP Sagitario – Sector I (2006)

PISO	Hi	P (ton)	P.Hi	P.Hi (Acum)	Fi (Ton)
Piso 1	3.00	233.170	699.51	699.51	49.97

$$V - Fa = \sum Fi \quad 49.97 \text{ Tn}$$

Fuente: Proceso de resultados en ETABS 2013

- **Análisis dinámico**, En este análisis se calculó la cortante en la base, en el que se ve afectado por un factor de escala de F.E. = 0.84086 el cual se calculará de acuerdo al coeficiente de amplificación sísmica que va variando por un análisis espectral de diseño (Ver tabla 36). Y

del programa ETABS 2013 se obtienen los periodos y frecuencias del análisis dinámico del edificio (Ver tabla 37).

FACTOR DE ESCALA

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R}$$

Datos:

Z	0.40
U	1.50
S	1.00
g	9.81
R	7.00

F.E. = 0.84086

Tabla 36: Datos para diseño espectral en Comisaria PNP Sagitario – Sector I (2006)

T	C	T	Sa=ZUCS.g/R
0.00	2.50	0.00	2.102
0.40	2.50	0.40	2.102
0.50	2.00	0.50	1.682
0.60	1.67	0.60	1.404
0.70	1.43	0.70	1.202
0.80	1.25	0.80	1.051
0.90	1.11	0.90	0.933
1.00	1.00	1.00	0.841
2.00	0.50	2.00	0.420
3.00	0.33	3.00	0.280
4.00	0.25	4.00	0.210
5.00	0.20	5.00	0.168
6.00	0.17	6.00	0.140
7.00	0.14	7.00	0.120
8.00	0.13	8.00	0.105

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37: Periodo y frecuencia en Comisaria PNP Sagitario - Sector I (2006)

MODO	PERIODO (s)	FRECUENCIA
1	0.162	6.185
2	-0.147	-6.784
3	0.103	-8.721
4	0.103	9.753
5	0.102	12.007
6	0.094	13.290
7	0.071	15.639
8	-0.070	-15.630
9	0.054	22.678
10	-0.040	23.804
11	0.036	27.708
12	0.036	-30.616

Fuente: Proceso de resultados en ETABS 2013

Análisis de oficinas administrativas

- **Análisis estático**, La fuerza cortante en la base V es igual a 292.86 Tn, el cual se distribuye en todo el edificio en análisis con el apoyo del programa ETABS 2013 (Ver tabla 38).

Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Datos:

Z	0.40
U	1.50
C	2.50
S	1.00
R	5.25
PESO SISMICO	1,025.02

$$V = 292.86 \text{ Tn}$$

COMPROBANDO:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

$$C/R = 0.476 \text{ CUMPLE}$$

Fuerza Sismica

Como $T > 0.70$ seg

$$F_a = 0.07 * T * V \leq 0.15 * V$$

$$F_a = 0.00 \text{ Tn} \leq 43.93$$

$$F_i = \frac{P_i \cdot H_i}{\sum P_i \cdot H_i} * (V - F_a)$$

$$V - F_a = 292.86 \text{ Tn}$$

Tabla 38: Distribución de fuerza sísmica en Comisaria PNP Sagitario – Sector II (2006)

PISO	Hi	P (ton)	P.Hi	P.Hi (Acum)	Fi (Ton)
Piso 1	2.70	418.036	1,128.70	1,128.70	64.52
Piso 2	5.60	401.522	2,248.52	3,377.22	128.52
Piso 3	8.50	205.466	1,746.46	5,123.68	99.83

$$V - F_a = \sum F_i = 292.86 \text{ Tn}$$

Fuente: Proceso de resultados en ETABS 2013

- **Análisis dinámico**, En este análisis se calculó la cortante en la base, en el que se ve afectado por un factor de escala de F.E. = 1.12114 el cual se calculará de acuerdo al coeficiente de amplificación sísmica que va variando por un análisis espectral de diseño (Ver tabla 39). Y del programa ETABS 2013 se obtienen los periodos y frecuencias del análisis dinámico del edificio (Ver tabla 40).

FACTOR DE ESCALA

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R}$$

Datos:

Z	0.40
U	1.50
S	1.00
g	9.81
R	5.25

F.E. = 1.12114

Tabla 39: Datos para diseño espectral en Comisaria PNP Sagitario – Sector II (2006)

T	C
0.00	2.50
0.40	2.50
0.50	2.00
0.60	1.67
0.70	1.43
0.80	1.25
0.90	1.11
1.00	1.00
2.00	0.50
3.00	0.33
4.00	0.25
5.00	0.20
6.00	0.17
7.00	0.14
8.00	0.13

T	Sa=ZUCS.g/R
0.00	2.803
0.40	2.803
0.50	2.242
0.60	1.872
0.70	1.603
0.80	1.401
0.90	1.244
1.00	1.121
2.00	0.561
3.00	0.374
4.00	0.280
5.00	0.224
6.00	0.187
7.00	0.160
8.00	0.140

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40: Periodos y frecuencias en Comisaria PNP Sagitario – Sector II
(2006)

MODO	PERIODO (s)	FRECUENCIA
1	0.47	2.14
2	0.31	3.26
3	0.24	4.12
4	0.14	7.26
5	0.13	7.99
6	0.07	13.98
7	0.07	14.50
8	0.06	15.57
9	0.06	16.30
10	0.04	26.05
11	0.04	28.66
12	0.03	33.57

Fuente: Proceso de resultados en ETABS 2013

m. Análisis estructural según Proyecto de Norma 2014

El análisis estructural lineal, es decir, en el rango elástico se realizó según las características del proyecto en cada caso de acuerdo a las nuevas consideraciones del Proyecto de Norma 2014 (cálculos anexo II).

Análisis de salón de usos múltiples (SUM)

- **Análisis estático** En este análisis se calculó la fuerza cortante en la base, obteniendo un valor de $V = 56.21$ Tn., que será distribuida por piso en relación a su altura entrepiso (Ver tabla 41).

Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Datos:

Z	0.45
U	1.50
C	2.50
S	1.00
R	7.00
PESO SISMICO	233.17

$$V = 56.21 \text{ Tn}$$

COMPROBANDO:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

$$C/R = 0.357 \quad \text{CUMPLE}$$

$$F_i = \alpha_i * V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \cdot (H_i)^K}{\sum P_i \cdot (H_i)^K}$$

$$T = 0.067$$

T <= 0.50 SEG	K = 1	K =	1.00
T >= 0.50 SEG	K = (0.75+0.5T) <= 2.00	K =	0.78

$$K = 1.00$$

Tabla 41: Distribución de fuerza sísmica en Comisaría PNP Sagitario – Sector I (2014)

PISO	Hi	P (ton)	P.Hi^k	P.Hi^k (Acum)	αi	Fi (Ton)
Piso 1	3.00	233.170	699.51	699.51	1.000	56.21

$$V = \sum F_i = 56.21 \text{ Tn}$$

Fuente: Proceso de resultados en ETABS 2013

- **Análisis dinámico,** Se calculó el factor de escala F.E. = 0.94596 el cual se calculará de acuerdo al coeficiente de amplificación sísmica que varía por un análisis espectral de diseño (Tabla 42). Y del programa ETABS 2013 se obtienen los periodos y frecuencias del análisis dinámico del edificio (Tabla 43).

FACTOR DE ESCALA

Datos:

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R}$$

Z	0.45
U	1.50
S	1.00
g	9.81
T	0.07
R	7.00

$$F.E. = 0.94596$$

Tabla 42: Datos para diseño espectral en Comisaría PNP Sagitario (2014)

T	Sa=ZUCS.g/R	T	Sa=ZUCS.g/R	T	Sa=ZUCS.g/R
0.0	2.365	2.9	0.281	5.5	0.078
0.4	2.365	3.0	0.263	5.6	0.075
0.5	1.892	3.1	0.246	5.7	0.073
0.6	1.577	3.2	0.231	5.8	0.070
0.7	1.351	3.3	0.217	5.9	0.068
0.8	1.182	3.4	0.205	6.0	0.066
0.9	1.051	3.5	0.193	6.1	0.064
1.0	0.946	3.6	0.182	6.2	0.062
1.1	0.860	3.7	0.173	6.3	0.060
1.2	0.788	3.8	0.164	6.4	0.058
1.3	0.728	3.9	0.155	6.5	0.056
1.4	0.676	4.0	0.148	6.6	0.054
1.5	0.631	4.1	0.141	6.7	0.053
1.6	0.591	4.2	0.134	6.8	0.051
1.7	0.556	4.3	0.128	6.9	0.050
1.8	0.526	4.4	0.122	7.0	0.048
1.9	0.498	4.5	0.117	7.1	0.047
2.0	0.473	4.6	0.112	7.2	0.046
2.1	0.450	4.7	0.107	7.3	0.044
2.2	0.430	4.8	0.103	7.4	0.043
2.3	0.411	4.9	0.098	7.5	0.042
2.4	0.394	5.0	0.095	7.6	0.041
2.5	0.378	5.1	0.091	7.7	0.040
2.6	0.350	5.2	0.087	7.8	0.039
2.7	0.324	5.3	0.084	7.9	0.038
2.8	0.302	5.4	0.081	8.0	0.037

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43: Periodo y frecuencia en Comisaría PNP Sagitario – Sector I (2014)

MODO	PERIODO (s)	FRECUENCIA
1	0.162	6.185
2	-0.147	-6.784
3	0.103	9.682
4	0.103	9.748
5	0.102	9.814
6	0.094	10.691
7	0.071	14.109
8	-0.070	-14.280
9	0.054	18.360
10	-0.040	-25.271
11	0.036	27.706
12	0.036	27.935

Fuente: Proceso de resultados en ETABS 2013

Análisis de oficinas administrativas

- **Análisis estático** En este análisis se calculó la fuerza cortante en la base, obteniendo un valor de $V = 363.39 \text{ Tn.}$, que será distribuida por piso en relación a su altura entre piso el cual se verá afectado por una serie de coeficientes que tienen relación con el periodo fundamental (T) (Ver tabla 43).

Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Datos:

Z	0.45
U	1.50
C	2.50
S	1.00
R	4.76
PESO SISMICO	1,025.02

$$V = 363.39 \text{ Tn}$$

COMPROBANDO:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

$$C/R = 0.525 \quad \text{CUMPLE}$$

$$F_i = a_i \cdot V$$

$$a_i = \frac{P_i \cdot (H_i)^K}{\sum P_i \cdot (H_i)^K}$$

$$T = 0.189$$

$T \leq 0.50 \text{ SEG}$	$K = 1$	$K =$	1.00
$T > 0.50 \text{ SEG}$	$K = (0.75 + 0.5T) \leq 2.00$	$K =$	0.84

$$K = 1.00 \quad (\text{Ingresar dato según peso edificación})$$

Tabla 44: Distribución de fuerza sísmica en Comisaría PNP Sagitario – Sector II (2014)

PISO	Hi	P (ton)	P.Hi ^k	P.Hi ^k (Acum)	αi	Fi (Ton)
Piso 1	2.80	418.036	1,170.50	1,170.50	0.228	82.673
Piso 2	5.60	401.522	2,248.52	3,419.02	0.437	158.814
Piso 3	8.40	205.466	1,725.91	5,144.94	0.335	121.902

$$V = \sum Fi \quad \mathbf{363.39 \text{ Tn}}$$

Fuente: Proceso de resultados en ETABS 2013

- **Análisis dinámico,** En este análisis se calculó la cortante en la base, en el que se ve afectado por un factor de escala de F.E. = 1.39112 el cual se calculará de acuerdo al coeficiente de amplificación sísmica que va variando por un análisis espectral de diseño (Tabla 45). Y del programa ETABS 2013 se obtienen los periodos y frecuencias del análisis dinámico del edificio (Tabla 46).

FACTOR DE ESCALA

Datos:

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R}$$

Z	0.45
U	1.50
S	1.00
g	9.81
T	0.19
R	4.76

$$F.E. = \mathbf{1.39112}$$

Tabla 45: Datos para diseño espectral en Comisaría PNP Sagitario – Sector II
(2014)

T	Sa=ZUCS.g/R	T	Sa=ZUCS.g/R	T	Sa=ZUCS.g/R
0.0	3.478	2.9	0.414	5.5	0.115
0.4	3.478	3.0	0.386	5.6	0.111
0.5	2.782	3.1	0.362	5.7	0.107
0.6	2.319	3.2	0.340	5.8	0.103
0.7	1.987	3.3	0.319	5.9	0.100
0.8	1.739	3.4	0.301	6.0	0.097
0.9	1.546	3.5	0.284	6.1	0.093
1.0	1.391	3.6	0.268	6.2	0.090
1.1	1.265	3.7	0.254	6.3	0.088
1.2	1.159	3.8	0.241	6.4	0.085
1.3	1.070	3.9	0.229	6.5	0.082
1.4	0.994	4.0	0.217	6.6	0.080
1.5	0.927	4.1	0.207	6.7	0.077
1.6	0.869	4.2	0.197	6.8	0.075
1.7	0.818	4.3	0.188	6.9	0.073
1.8	0.773	4.4	0.180	7.0	0.071
1.9	0.732	4.5	0.172	7.1	0.069
2.0	0.696	4.6	0.164	7.2	0.067
2.1	0.662	4.7	0.157	7.3	0.065
2.2	0.632	4.8	0.151	7.4	0.064
2.3	0.605	4.9	0.145	7.5	0.062
2.4	0.580	5.0	0.139	7.6	0.060
2.5	0.556	5.1	0.134	7.7	0.059
2.6	0.514	5.2	0.129	7.8	0.057
2.7	0.477	5.3	0.124	7.9	0.056
2.8	0.444	5.4	0.119	8.0	0.054

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46: Periodo y frecuencia en Comisaría PNP Sagitario – Sector II
(2014)

MODO	PERIODO (s)	FRECUENCIA
1	0.468	2.135
2	0.306	3.264
3	0.243	4.117
4	0.138	7.257
5	0.125	7.986
6	0.072	13.979
7	0.069	14.496
8	0.064	15.572
9	0.061	16.295
10	0.038	26.045
11	0.035	28.658
12	0.030	33.571

Fuente: Proceso de resultados en ETABS 2013

3.3. Análisis e interpretación de la investigación

3.3.1. Edificio Meridian



Figura 19: Parámetros de zonificación de edificio Meridian

Fuente: Elaboración propia

Conforme al indicador parámetros de zonificación y según el caso de investigación se encuentra ubicado en la zona 03 el cual tiene un valor de 0.40 de acuerdo a la norma del 2006 y para el proyecto de norma 2014 en la zona 04 el factor Z tiene un valor de 0.45, por lo que este cambio en los parámetros de zonificación sísmica y/o peligro sísmico hace que la estructura tenga un mejor desempeño sísmico por tanto, se acepta la hipótesis alterna. Adicionalmente este factor Z tendrá una gran incidencia en un valor de 12.5 por ciento de diferencia en la obtención de la cortante basal que proviene de la formular ZUCSP/R (Ver figura 19).

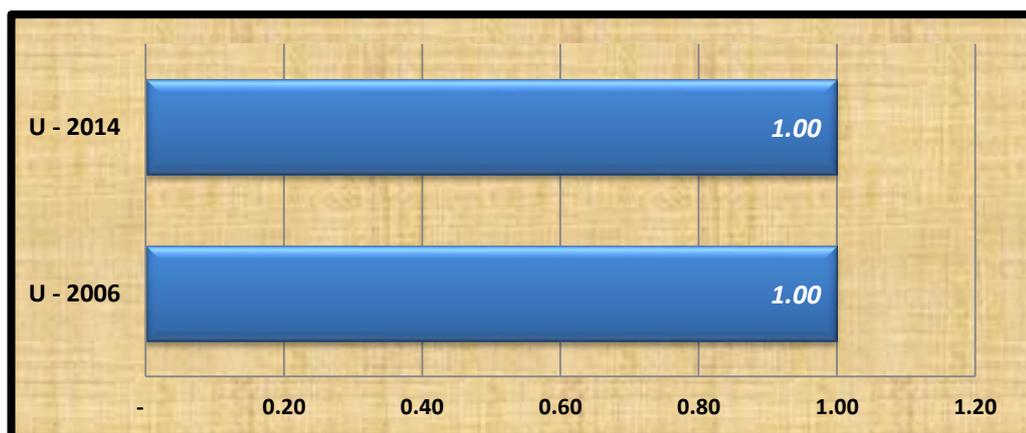


Figura 20: Categoría de edificación y uso de edificio Meridian

Fuente: Elaboración Propia

En este caso de aplicación el indicador categoría y uso de edificación es de uso común por ser un edificio para viviendas multifamiliares, se puede entender que a pesar de que entre la norma 2006 y el proyecto de norma 2014 existe una variación en la clasificación de las categorías y usos de edificación, este cambio no tiene mayor incidencia en el desempeño sísmico, ya que el factor U sigue teniendo un valor de 1.00 en ambas la aplicación de ambas normativas por lo que, se rechaza la hipótesis alterna (Ver figura 20).

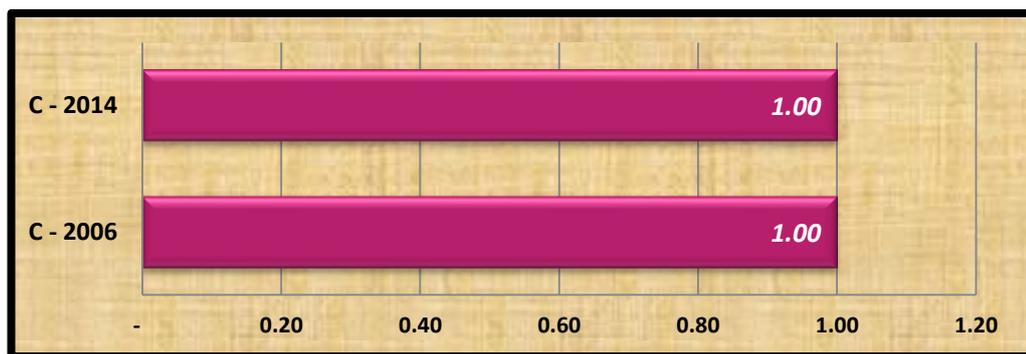


Figura 21: Coeficiente de amplificación sísmica de edificio Meridian

Fuente: Elaboración Propia

La actualización de la normativa, proporciona una forma distinta de calcular el coeficiente de amplificación sísmica (C) el cual depende del tipo de perfil de suelo se decir del factor S, periodo fundamental (T), periodo de plataforma del espectro (Tp) y el periodo de zona (TL); el cual afecta el análisis para este caso de investigación el coeficiente C para ambas normativas tiene un valor de 1.00, por tanto no tiene mayor incidencia en el desempeño sísmico de la estructura por lo que, se rechaza la hipótesis alterna (Ver figura 21).

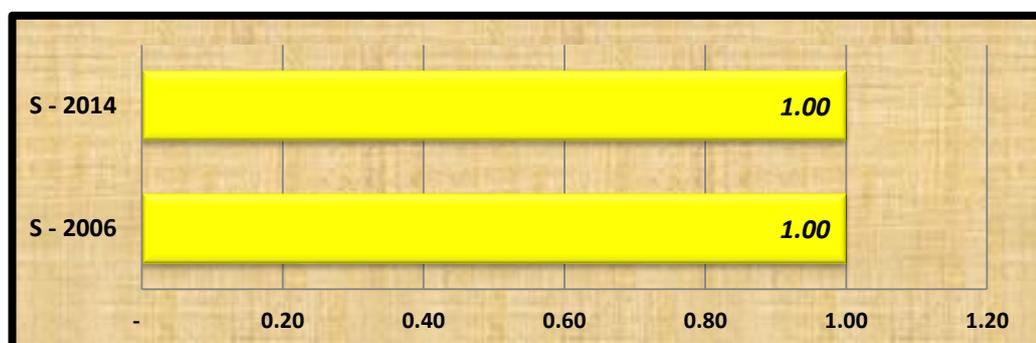


Figura 22: Parámetros de sitio de edificio Meridian

Fuente: Elaboración Propia

A pesar de que la norma varía los parámetros de sitio de acuerdo a la zona sísmica, para este caso de investigación no existe cambio o variación del factor “S” por lo que no existe mayor incidencia en el comportamiento estructural del edificio en análisis considerando que el factor S será de 1.00 en la aplicación de ambas normativas, por tanto se rechaza la hipótesis alterna (Ver figura 22).

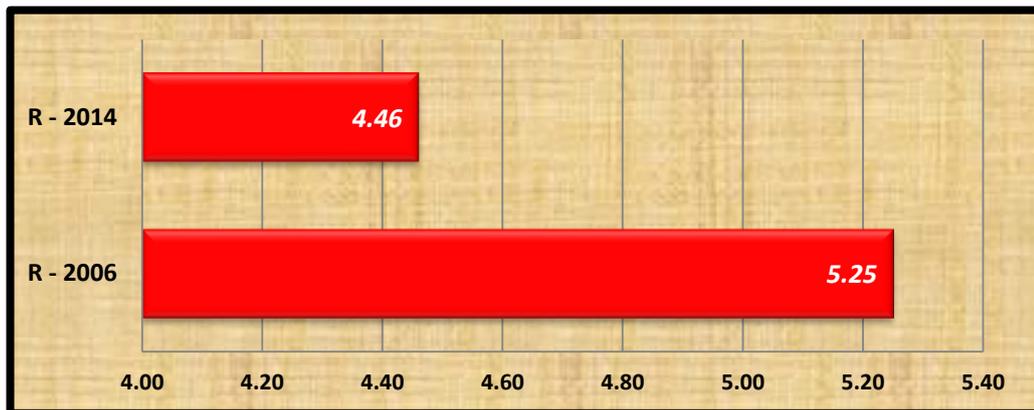


Figura 23: Coeficiente de reducción sísmica de edificio Meridian

Fuente: Elaboración propia

El coeficiente de reducción sísmica varía de acuerdo a los factores de irregularidad debido a la actualización de la normativa, obteniendo como resultado en R para la norma 2006 un valor de 5.25 y para el proyecto de norma 2014 R es 4.46, por lo que es este cambio hace que la estructura tenga una mayor incidencia en la obtención de la cortante basal por tanto, se acepta la hipótesis alterna (Ver figura 23).

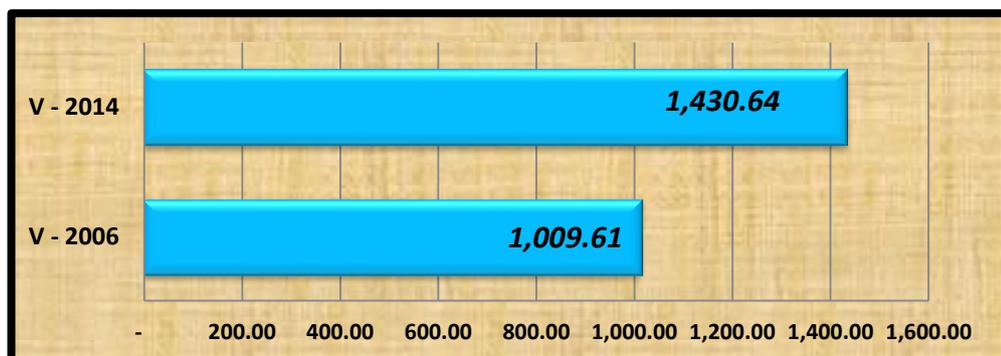


Figura 24: Cortante basal del edificio Meridian

Fuente: Elaboración propia

La cortante basal (V) se obtiene bajo la expresión: $V = ZUCSP/R$, en la que Z es la zonificación sísmica, U es el uso y categoría de la edificación, C es el coeficiente de amplificación sísmica, S es el parámetro de sitio, P es el peso sísmico de la estructura el cual se considera desde el nivel 0.00 y R es el coeficiente de reducción sísmica, bajo estos términos que los indicadores del proyecto se obtiene bajo la aplicación de la Norma de Diseño Sismorresistente del 2006 una cortante basal de 1,009.61 tn, y bajo la aplicación del Proyecto de Norma 2014 se obtiene una cortante de 1,430.64 tn, en la que se cuenta con una diferencia de 421.03 tn, fuerza que cambia debido a la variación de los indicadores en este caso de investigación, cuales son; el parámetro de zonificación y el coeficiente de reducción sísmica (Ver figura 24).

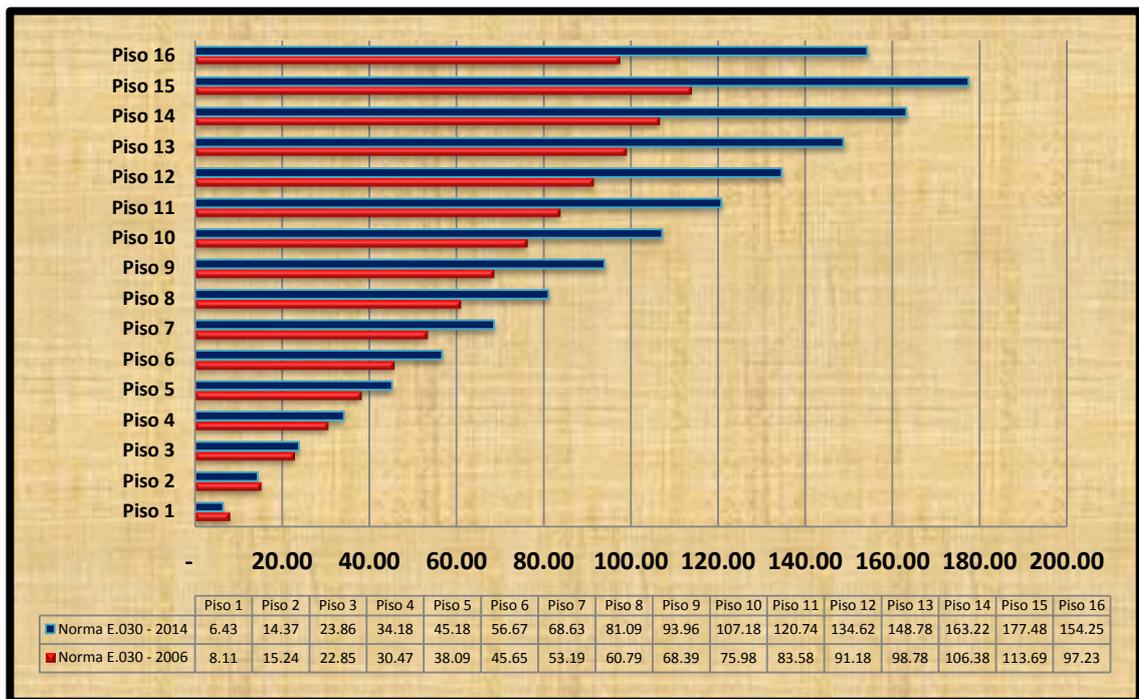


Figura 25: Distribución de fuerza sísmica de edificio Meridian

Fuente: Elaboración Propia

Según la figura 25 la fuerza sísmica se distribuye de acuerdo a la relación de altura y peso sísmico y por ende esta distribución la suma total debe ser igual a la cortante basal (V). Se puede deducir que al existir 421.03 tn de diferencia de cortante basal esta hace que las fuerzas aumenten en cada piso, teniendo así mayor variación entre ambas normas entre los pisos 6 y 16.

3.3.2. Centro Comercial.



Figura 26: Parámetros de zonificación del centro comercial

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros de zonificación de este proyecto por estar ubicado en Lima Metropolitana y según lo estipulado la Norma E.030 vigente del 2006 le corresponde la zona 03 el cual tiene un valor de 0.40 y para la aplicación del Proyecto de Norma 2014 en la zona 04 el factor Z es igual a 0.45, por lo que este cambio en el peligro sísmico hace que la estructura tenga un mejor desempeño sísmico por tanto, se acepta la Hipótesis Alternativa. (Ver gráfico 26).

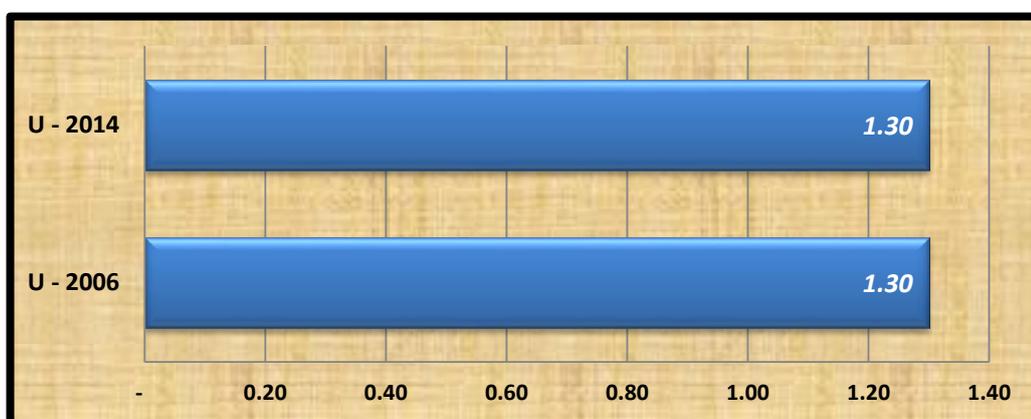


Figura 27: Categoría de edificación y uso del centro comercial

Fuente: Elaboración propia

La categoría y uso de edificación de este caso de investigación es Importante por ser una edificación destinada centro comercial, el factor U es igual a 1.30 para la aplicación de ambas normativas por lo que, se rechaza la hipótesis alternativa (Ver figura 27).

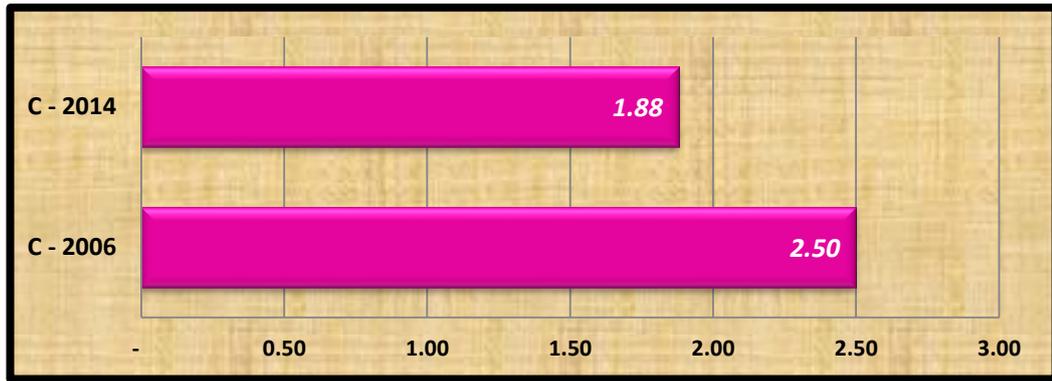


Figura 28: Coeficiente de amplificación sísmica del centro comercial

Fuente: Elaboración propia

El cálculo del coeficiente de amplificación sísmica, el factor C es igual a 2.50 aplicando la norma vigente del 2006 y para la aplicación del proyecto de norma 2014 es igual a 1.88 la diferencia numérica de estos factores es 0.62 por lo que se puede deducir disminución de la cortante basal, se acepta la hipótesis alterna (Ver figura 28).

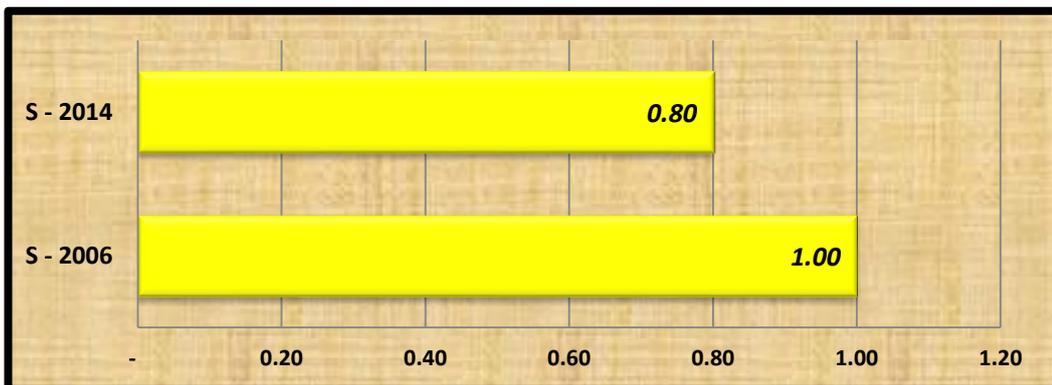


Figura 29: Parámetros de sitio del centro comercial

Fuente: Elaboración propia

El parámetros de sitio de acuerdo a la zona sísmica, en la aplicación de la norma vigente del 2006 el tipo de perfil de suelo es muy rígido por lo que el factor S es igual a 1.00 y para el Proyecto de Norma 2014 el tipo de suelo es roca dura le corresponde el factor S es igual a 0.80 se; por tanto, se acepta la hipótesis alterna (Ver figura 29).

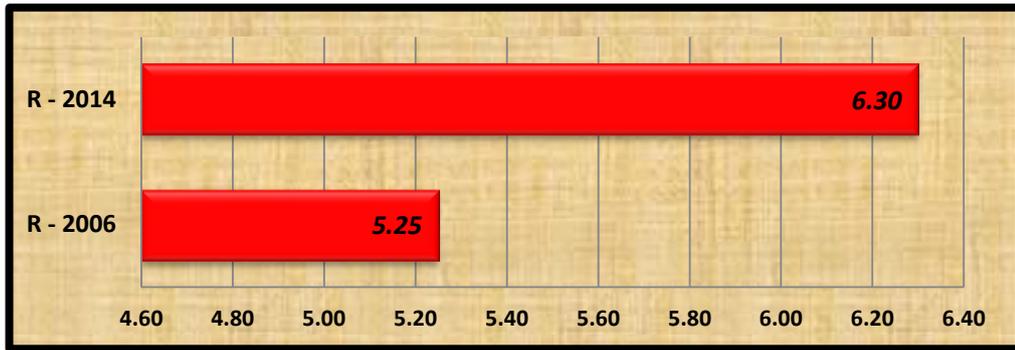


Figura 30: Coeficiente de reducción sísmica del centro comercial

Fuente: Elaboración propia

El coeficiente de reducción sísmica”, se obtiene como resultado en R para la norma 2006 un valor de 5.25 y para el proyecto de norma 2014 R es 6.30, por lo que es este cambio hace que la estructura tenga una mayor incidencia en la obtención de la cortante basal por tanto, se acepta la hipótesis alterna (Ver figura 30).

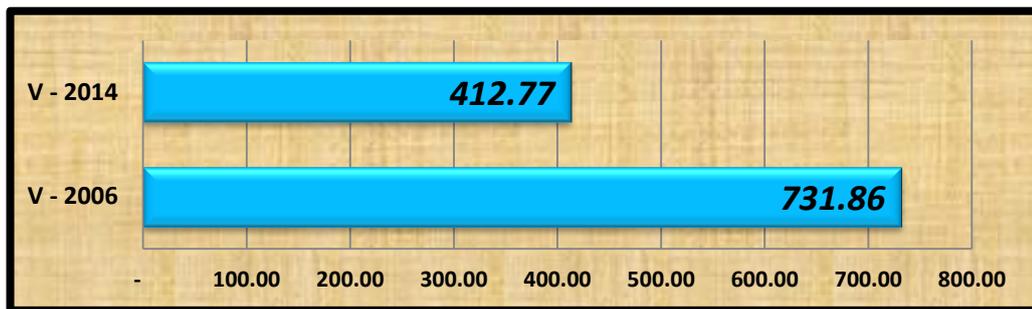


Figura 31: Cortante basal del centro comercial

Fuente: Elaboración propia

La cortante basal (V) se obtiene bajo el cálculo de los indicadores del proyecto se obtiene bajo la aplicación de la Norma de Diseño Sismorresistente del 2006 una cortante basal de 731.86 Tn, y bajo la aplicación del Proyecto de Norma 2014 se obtiene una cortante de 412.77 Tn, en la que se cuenta con una diferencia de 319.09 Tn, fuerza que cambia debido a la variación de los indicadores en este caso de investigación, cuales son: el parámetro de zonificación, coeficiente de amplificación sísmica, parámetros de sitio y el coeficiente de reducción sísmica (Ver figura 31).

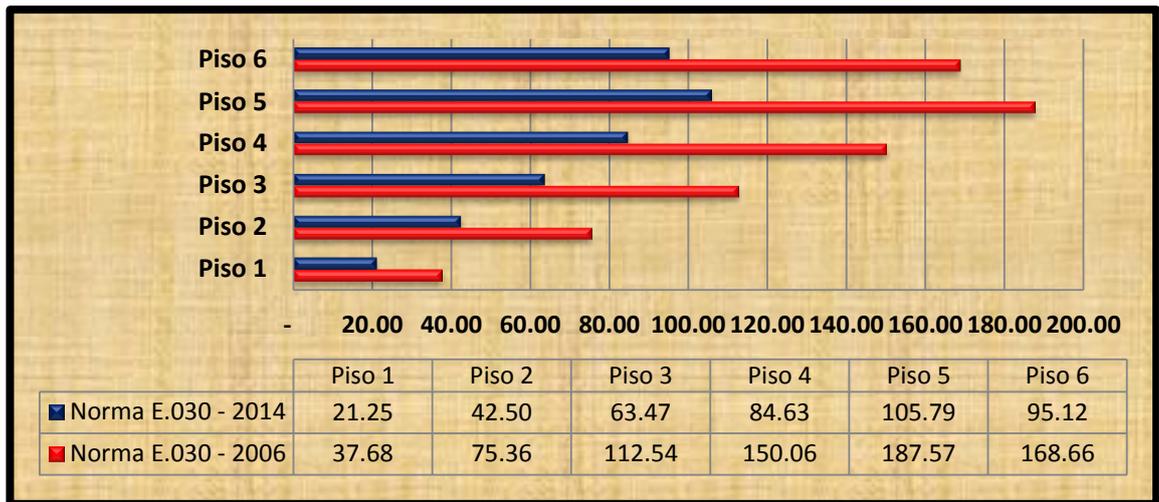


Figura 32: Distribución de fuerza sísmica del centro comercial

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la figura 32, se puede deducir la diferencia de fuerza sísmica de 319.09 Tn que se distribuye en mayor proporción en los 3 últimos pisos de la siguiente manera: en el piso 5 el cual es 81.78 Tn, el piso 6 es de 73.54 Tn lo cual disminuye en, en el piso 4 la diferencia de fuerza sísmica es 64.43 Tn; por lo tanto la disminución porcentual en los tres últimos pisos es aproximadamente 43 por ciento.

3.3.3. Comisaría PNP Sagitario.

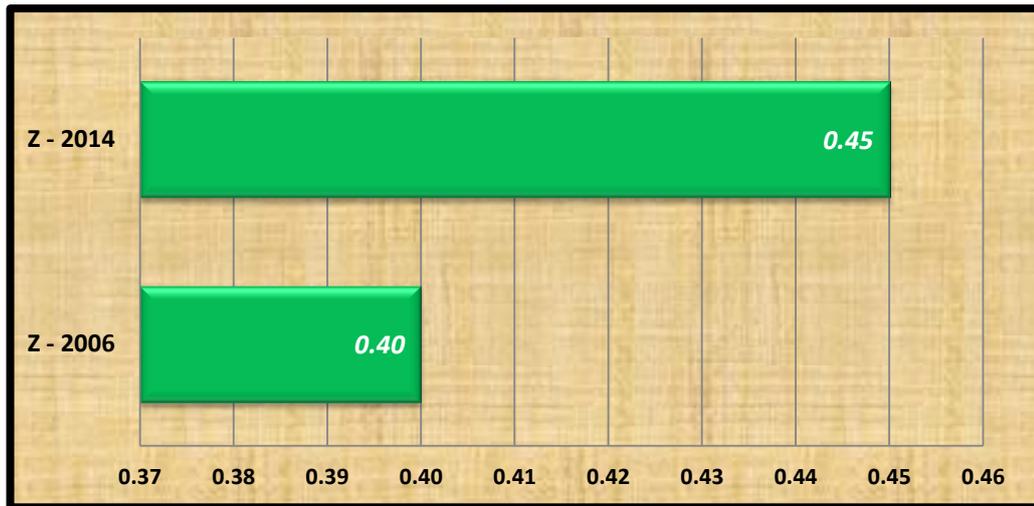


Figura 33: Parámetros de zonificación del Comisaría PNP Sagitario

Fuente: Elaboración propia

Conforme a este indicador parámetros de zonificación y según el caso de investigación se encuentra ubicado en la zona 03 el cual tiene un valor de 0.40 de acuerdo a la norma 2006 y para el Proyecto de Norma 2014 en la zona 04 el factor Z tiene un valor de 0.45, por lo que este cambio en los parámetros de zonificación sísmica y/o peligro sísmico hace que la estructura tenga un mejor desempeño sísmico por tanto, se acepta la hipótesis alterna. (Ver gráfico 33).

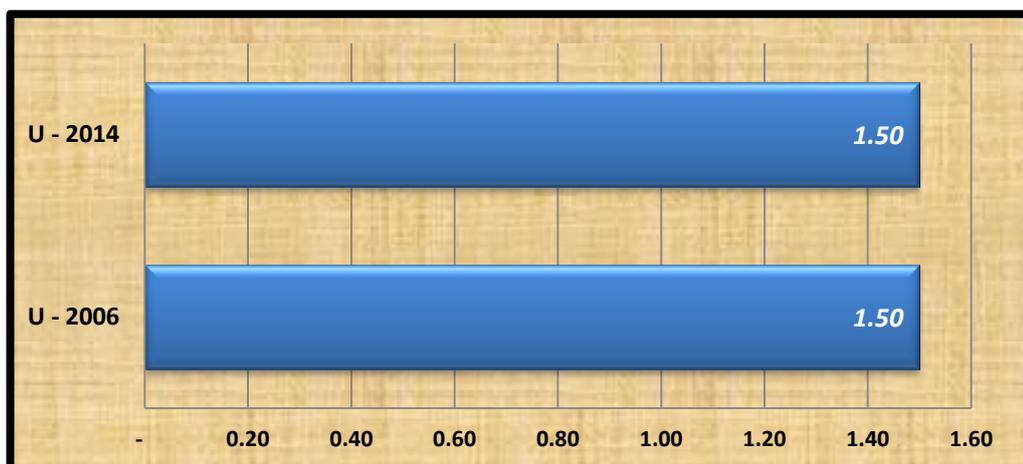


Figura 34: Categoría de edificaciones y uso de Comisaría PNP Sagitario

Fuente: Elaboración propia

En este caso de aplicación el indicador categoría y uso de edificación es de Uso Importante por ser una edificación destinada centro comercial, se puede entender que a pesar de que entre la norma 2006 y el Proyecto de Norma 2014 existe una variación en la clasificación de las categorías y usos de edificación, este cambio no tiene mayor incidencia en el desempeño sísmico, ya que, el factor U sigue teniendo un valor de 1.50 en la aplicación de ambas normativas por lo que, se rechaza la hipótesis alterna (Ver figura 34).

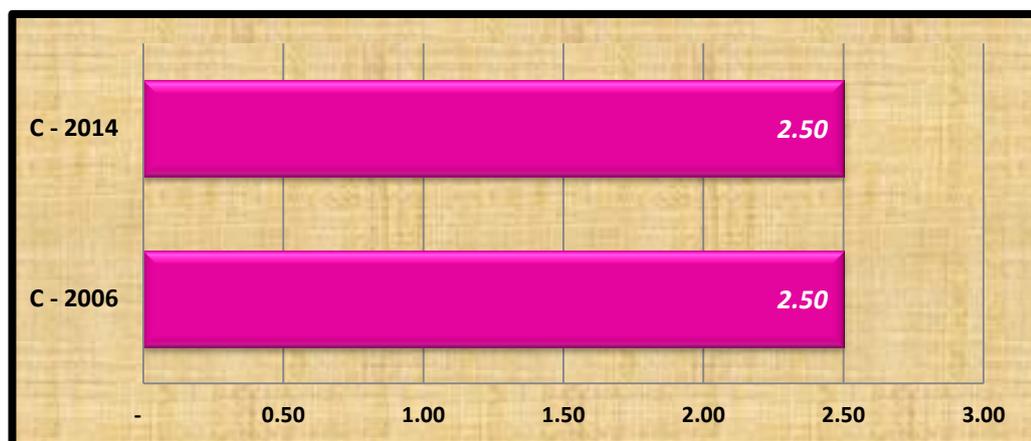


Figura 35: Coeficiente de amplificación sísmica de Comisaría PNP Sagitario

Fuente: Elaboración propia

Para este caso de investigación se obtuvo como resultado un cambio resaltante en el cálculo del coeficiente de amplificación sísmica, el factor C para la aplicación de la norma 2006 es igual a 2.50 y para la aplicación del proyecto de norma 2014 es igual a 2.50; por lo tanto, se rechaza la hipótesis alterna (Ver gráfico 35).

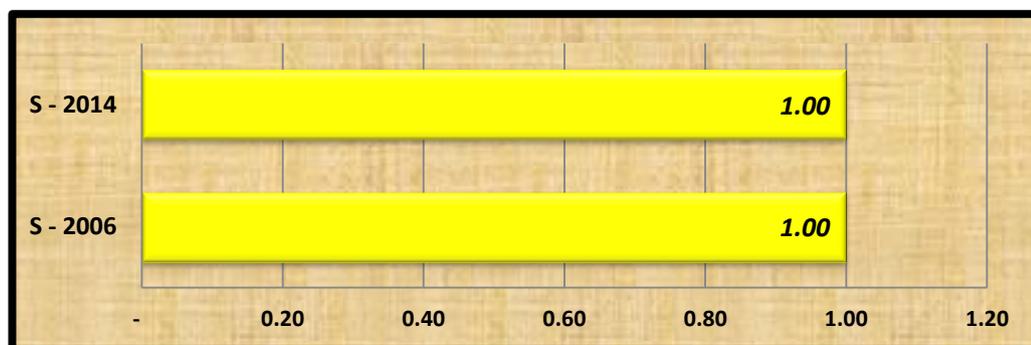


Figura 36: Parámetros de sitio de Comisaría PNP Sagitario

Fuente: Elaboración Propia

A pesar de que la norma varía los parámetros de sitio de acuerdo a la zona sísmica, para este caso de investigación no existe cambio o variación del factor “S” por lo que no existe mayor incidencia en el comportamiento estructural del edificio en análisis considerando que el factor S será de 1.00 en la aplicación de ambas normativas, por tanto se rechaza la hipótesis alterna (Ver figura 36).

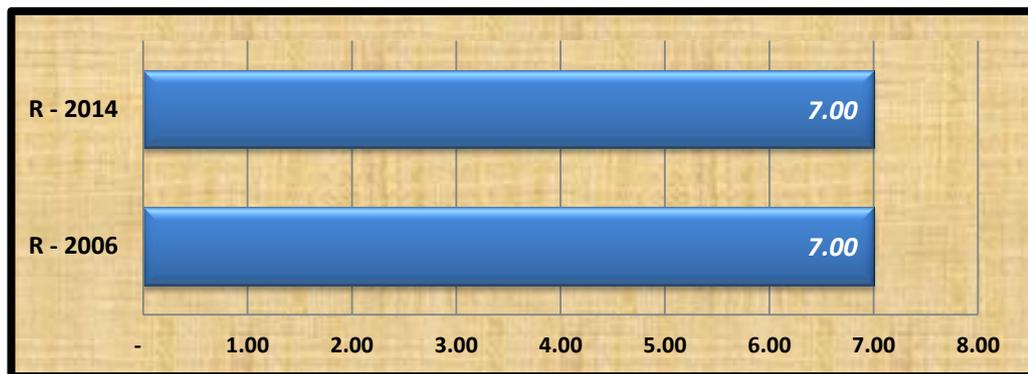


Figura 37: Coeficiente de reducción sísmica del centro comercial – Sector I

Fuente: Elaboración propia

El coeficiente de reducción sísmica para el Sector I de la Comisaría PNP Sagitario no se ve afectado con un factor de irregularidad por ser de sistema dual regular, obteniendo como resultado en R para la norma 2006 y para el proyecto de norma 2014 como R igual a 7.00, por lo que es este cambio hace que la estructura no tenga una mayor incidencia en la obtención de la cortante basal por tanto, se rechaza la hipótesis alterna (Ver figura 37).



Figura 38: Coeficiente de reducción sísmica del centro comercial – Sector II

Fuente: Elaboración propia

El coeficiente de reducción sísmica para el Sector I de la Comisaría PNP Sagitario si se ve afectado por los factores de irregularidad debido a la actualización de la normativa, obteniendo como resultado en R para la norma 2006 un valor de 5.25 y para el proyecto de norma 2014 R es 4.76, por lo que es este cambio hace que la estructura tenga una mayor incidencia en la obtención de la cortante basal por tanto, se acepta la hipótesis alterna (Ver figura 38).

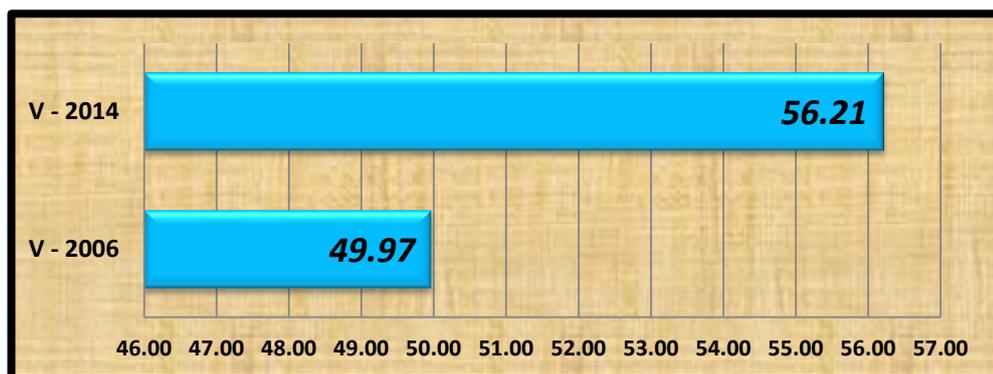


Figura 39: Cortante Basal del Comisaría PNP Sagitario – Sector I

Fuente: Elaboración propia

En el figura 39, la cortante basal aplicando la norma vigente del 2006 es 49.97 Tn mientras que, aplicando el proyecto de norma es igual a 56.21 Tn. Y este incremento se debe a la variación de los parámetros en la actualización que se propone.

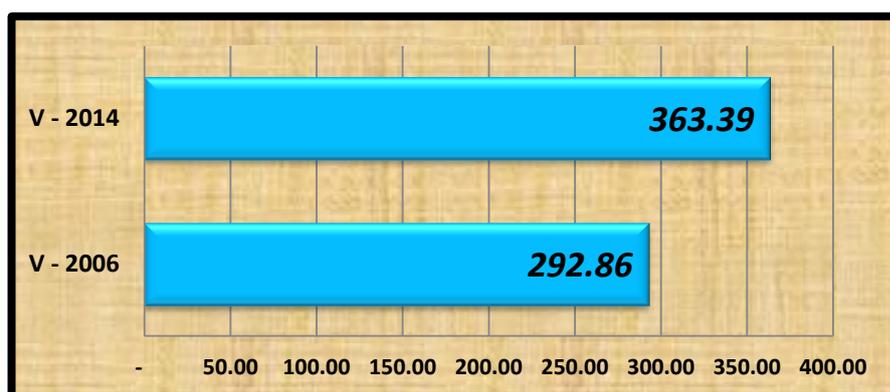


Figura 40: Cortante basal de Comisaría PNP Sagitario – Sector II

Fuente: Elaboración propia

La cortante basal se calculó por los parámetros necesarios que demanda la formula ZUCSP/R, el cual hace que exista una diferencia 70.53 Tn, esta diferencia se distribuye en relación a la altura y peso sísmico de cada piso para el Sector II de la Comisaría PNP Sagitario (Ver figura 40).

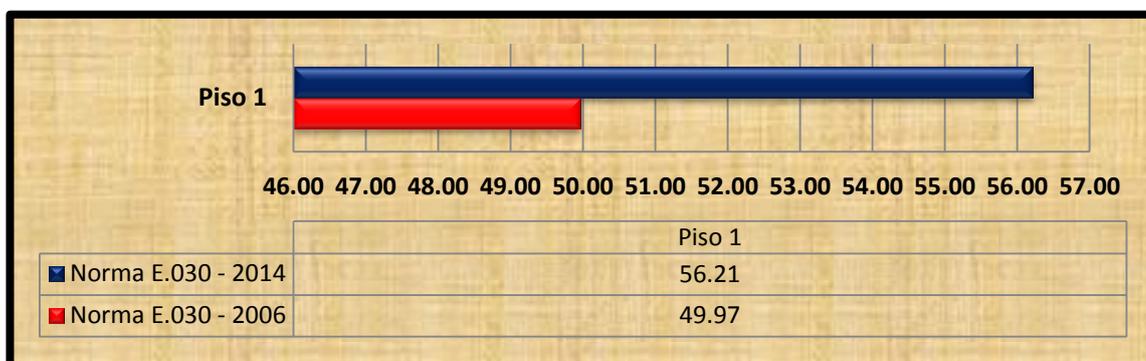


Figura 41: Distribución de fuerza sísmica de Comisaría PNP Sagitario – Sector I

Fuente: Elaboración propia

En la figura 41, se puede apreciar la distribución de la fuerza sísmica el cual será completo en el único piso del Sector I de la Comisaría PNP Sagitario, se puede apreciar una diferencia de 6.24 Tn en la aplicación de la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente vigente del año 2006 y el Proyecto de Norma 2014.

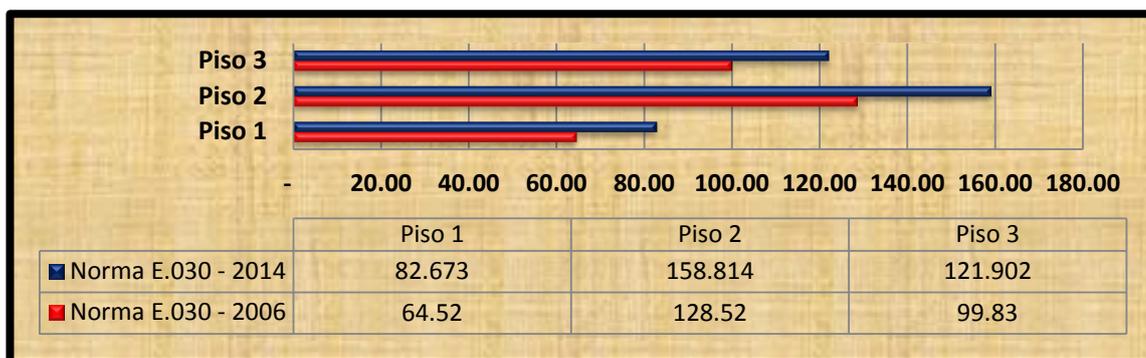


Figura 42: Distribución de fuerza sísmica de Comisaría PNP Sagitario – Sector II

(Fuente: Elaboración propia)

A continuación del figura 42, se puede apreciar la distribución de la fuerza sísmica en los tres pisos del Sector II de la Comisaría PNP Sagitario; se aprecia que en el segundo piso existe la mayor diferencia de fuera sísmica entre la norma vigente del 2006 y el proyecto de norma 2014 que es 30.29 Tn.

3.4. Resumen de análisis e interpretación de investigación

Tabla 47: Resumen de Resultados de la Investigación

Casos de Investigación Indicadores	Edificio Común: Edificio Meridian		Edificio Importante: Centro Comercial		Edificio Esencial: Comisaría PNP Sagitario			
	E.030 - 2006	E.030 - 2014	E.030 - 2006	E.030 - 2014	E.030 - 2006	E.030 - 2014	E.030 - 2006	E.030 - 2014
Coeficiente Básica de Reducción Sísmica	Ro = 7.0	Ro = 7.0	Ro = 7.0	Ro = 7.0	Ro = 7.0	Ro = 7.0	Ro = 7.0	Ro = 7.0
Factor de Irregularidad en Planta	I = 0.75	Ip = 0.85	I = 0.75	Ip = 0.90	I = 1.00	Ip = 1.00	I = 0.75	Ip = 0.85
Factor de Irregularidad en Altura		la = 0.75		la = 1.00		la = 1.00		la = 0.80
Peso Sísmico	P = 14,187.22 Tn		P = 2,955.59 Tn		P = 233.17 Tn		P = 1,025.02 Tn	
Cortante Basal	V = 1,085.27 Tn	V = 1,430.64 Tn	V = 731.86 Tn	V = 412.77 Tn	V = 49.97 Tn	V = 56.21 Tn	V = 292.86 Tn	V = 363.39 Tn
N° de Pisos	16		6		1		3	
Desplazamiento Max - X	$\Delta = 0.1285$ m	$\Delta = 0.1852$ m	$\Delta = 0.0217$ m	$\Delta = 0.0180$ m	$\Delta = 0.00596$ m	$\Delta = 0.0067$ m	$\Delta = 0.040$ m	$\Delta = 0.0550$ m
Desplazamiento Max - Y	$\Delta = 0.2040$ m	$\Delta = 0.2658$ m	$\Delta = 0.0449$ m	$\Delta = 0.0380$ m	$\Delta = 0.00272$ m	$\Delta = 0.00306$ m	$\Delta = 0.039$ m	$\Delta = 0.0510$ m

Fuente: Elaboración propia

Según cada caso investigado en Lima Metropolitana, por ser el sistema estructural dual el coeficiente básico de reducción sísmica (R_o) es igual a 7 en todos los casos, este no sufre ninguna alteración con respecto a ambas normas; los factores de irregularidad del Proyecto de Norma 2014 existe variación con respecto a edificaciones irregulares, tomando en cuenta un factor para el caso de irregularidad en planta (I_p) y en altura (I_a); el peso sísmico se calcula conforme al metrado de cargas (carga viva más carga muerta); en cada caso de investigación se calcula la cortante basal y así poder apreciar el desempeño de la edificación en su base, el cuadro tanto en el Edificio Meridian y comisaría PNP Sagitario hay un incremento en la cortante basal en el Proyecto de Norma 2014 porque se castiga más para hallar el coeficiente de reducción sísmica, pero en el caso del centro comercial sucede lo contrario en la cortante basal, ya que hay una variación en el tipo de suelo (roca) la cual tiene diferente variación con respecto a las dos normas; se puede apreciar mediante la modelación con los datos ingresados que los desplazamientos tanto en el eje "X" como en el eje "Y" disminuyen.

Tabla 48: Resumen de contrastación de hipótesis de la investigación

Casos de Investigación Indicadores	Edificación Común: Edificio Meridian		Edificación Importante: Centro Comercial		Edificación Esencial: Comisaría PNP Sagitario			
					Sector I		Sector II	
	E.030 - 2006	E.030 - 2014	E.030 - 2006	E.030 - 2014	E.030 - 2006	E.030 - 2014	E.030 - 2006	E.030 - 2014
Parámetros de Zonificación	Z = 0.40	Z = 0.45	Z = 0.40	Z = 0.45	Z = 0.40	Z = 0.45	Z = 0.40	Z = 0.45
	Hipótesis Alterna		Hipótesis Alterna		Hipótesis Alterna		Hipótesis Alterna	
Categoría de Edificación	U = 1.00	U = 1.00	U = 1.30	U = 1.30	U = 1.50	U = 1.50	U = 1.50	U = 1.50
	Hipótesis Nula		Hipótesis Nula		Hipótesis Nula		Hipótesis Nula	
Coeficiente de Amplificación Sísmica	C = 1.00	C = 1.00	C = 2.5	C = 1.88	C = 2.50	C = 2.50	C = 2.50	C = 2.50
	Hipótesis Nula		Hipótesis Alterna		Hipótesis Nula		Hipótesis Nula	
Parámetros de Sitio	S = 1.00	S = 1.00	S = 1.00	S = 0.80	S = 1.00	S = 1.00	S = 1.00	S = 1.00
	Hipótesis Nula		Hipótesis Alterna		Hipótesis Nula		Hipótesis Nula	
Coeficiente de Reducción Sísmica	R = 4.46	R = 5.25	R = 5.25	R = 6.30	R = 7.00	R = 7.00	R = 5.25	R = 4.76
	Hipótesis Alterna		Hipótesis Alterna		Hipótesis Nula		Hipótesis Alterna	

Fuente: Elaboración propia

El parámetro de zonificación en el Proyecto de Norma de Diseño Simorresistente del 2014 sus valores se incrementan en 12.50 por ciento a diferencia de la Norma de Diseño Sismorresistente del 2006, es decir; en el caso de la categoría de la edificación al no haber variación alguna entre las dos normas se acepta la hipótesis nula; de igual manera sucede al hallar el coeficiente de amplificación sísmica en el caso del Edificio Meridian y en la Comisaría PNP Sagitario no hay alguna variación, pero en el Centro Comercial al cambiar el tipo de suelo “S” (roca), hay una disminución del coeficiente de amplificación sísmica de 24.8 por ciento en la nueva norma por ende se acepta la hipótesis alterna para dicho caso; para los parámetros de sitio en el caso del Edificio Meridian y en la Comisaría PNP Sagitario no hay alguna variación y se acepta la hipótesis nula, pero en el Centro Comercial al cambiar el tipo de suelo “S” (roca), la cual en la Norma 2006 ($S_1 = 1.0$) y en el Proyecto de Norma ($S_0 = 0.8$) hay una disminución de los parámetros de sitio del 20 por ciento en la nueva norma por ende se acepta la hipótesis alterna para dicho caso; por último para el cálculo del coeficiente de reducción sísmica en todos los casos se acepta la hipótesis alterna al apreciar variación por la irregularidad propias de los casos de investigación, pero en la Comisaría PNP Sagitario en el sector 1 no existe variación por ser de tipo regular en ese caso se acepta una hipótesis nula.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

4.1. Discusión

Se observa que el parámetro de zonificación en el Proyecto de Norma de Diseño Sismorresistente del 2014 sus valores son más elevados a diferencia de la Norma de Diseño Sismorresistente del 2006, es decir, el factor Z varía de acuerdo a la zona y peligro sísmico en la que se encuentre la edificación, para estos casos de investigación todos ubicados en Lima Metropolitana le corresponde Zona 4 ($Z=0.45$) para la norma 2014 y en la Zona 3 ($Z=0.40$) en la norma del 2006, en la que existe una diferencia de 12.5 por ciento que intervendrán en el cálculo de la cortante basal.

Las categorías de edificación mantienen el mismo factor de uso (U) para edificaciones: esenciales ($U=1.5$), importantes ($U=1.3$), comunes ($U= 1.0$) y menores, variando en la actualización la sub división en la categoría A en edificaciones esenciales en dos: A1 y A2, en este proyecto de tesis se evaluó una vivienda multifamiliar; cual es, el Edificio Meridian, un centro comercial; una comisaría; cual es, Comisaría PNP Sagitario. Cabe mencionar que la edificación de categoría esencial para la aplicación del Proyecto Norma 2014 se encuentra en la sub división de A1.

La Norma E.030 de Diseño Sismorresistente proporciona un método de cálculo del coeficiente de amplificación sísmica siendo en la norma vigente del 2006: el factor C es una relación entre el periodo de plataforma (T_p) y el periodo fundamental (T) por 2.50 teniendo como máximo valor 2.50; sin embargo en el Proyecto de Norma 2014 el factor C depende de las características de sitio y del valor del periodo fundamental (T); en los casos de investigación: para el Edificio Meridian el factor C es igual a 1.00 en la aplicación de ambas normas por lo que no tiene mayor incidencia en la obtención de la cortante basal de la misma manera ocurre en el caso de la Comisaría PNP Sagitario obteniendo un valor para el factor C es igual a 2.50; sin embargo en la aplicación del centro comercial el factor C es igual a 2.50 para la norma vigente del 2006 y C es igual a 1.875 para el Proyecto de Norma 2014.

La ubicación de los proyectos se encuentran en Lima Metropolitana sin embargo el parámetro de sitio que corresponde a cada uno de ellos es igual para el Edificio Meridian y Comisaría PNP Sagitario el cual les corresponde S igual a 1.0, sin embargo para el caso del centro comercial el factor S es igual a 0.80; por lo que este cambio tendrá una disminución del 20 por ciento en el cálculo de la cortante basal.

El coeficiente de reducción sísmica dependerá de cada proyecto independientemente de su diseño, teniendo en cuenta que al ser todas de sistema dual el coeficiente básico de reducción sísmica (R_0) es de 7.0; el cual es afectado por los factores de irregularidad en planta (I_p) y en altura (I_a). El Edificio Meridian al ser su configuración estructural irregular se ve afectado por la norma 2006 por un factor de 0.75 obteniendo R igual a 5.25, en comparación del Proyecto de Norma 2014 se ve afectado por los factores I_a igual a 0.75 y I_p es igual a 0.85 obteniendo R igual a 4.4625; este cambio repercutirá en gran distorsión en la obtención de la fuerza cortante en la base. En el Centro Comercial en la aplicación de la norma 2006 por un factor de 0.75 obteniendo R igual a 5.25, en comparación del Proyecto de Norma 2014 se ve afectado por los factores I_a igual a 1.00 por ser regular en altura y I_p es igual a 0.90 obteniendo R igual a 6.30. La Comisaría PNP Sagitario en el primer sector que corresponde el SUM al ser su configuración estructural regular se ve afectado por la norma 2006 por un factor de 1.0 obteniendo R igual a 7.0, en comparación del Proyecto de Norma 2014 se ve afectado por los factores I_a igual a 1.0 y I_p es igual a 1.0 obteniendo R igual a 7.0 y el sector 2 de oficinas de una configuración estructural irregular se ve afectado por la norma 2006 por un factor de 0.75 obteniendo R igual a 5.25, en comparación del Proyecto de Norma 2014 se ve afectado por los factores I_a igual a 0.80 y I_p es igual a 0.85 obteniendo R igual a 4.76 la cual se verá una incidencia en el cálculo de la cortante basal.

CONCLUSIONES

- Primera:** La propuesta para cambio de los parámetros de zonificación, hace que el porcentaje de participación de peligro sísmico incremente en 12.5 por ciento para la obtención de la cortante basal para la zona 4 (2014) vs. Zona 3 (2006) en referencia al edificio Meridian, centro comercial y Comisaria PNP Sagitario; por lo tanto se acepta la hipótesis de investigación.
- Segunda:** La categorización de las edificaciones se mantiene con su valor nominal, por lo tanto no habrá mayor incremento en el cálculo de la cortante basal para cada caso en estudio; en consecuencia se rechaza la hipótesis de la investigación.
- Tercera:** En la evaluación del edificio Meridian y la Comisaria PNP Sagitario, el coeficiente de amplificación sísmica no sufre incremento en el cálculo entre las dos normas; es decir, no existirá incremento en la cortante basal; por consiguiente se rechaza la hipótesis de investigación; sin embargo, para el caso del centro comercial existe disminución en 24.80 por ciento en la obtención de la cortante basal en la norma 2006 con referencia al Proyecto de Norma 2014; por ende se acepta la hipótesis de investigación.
- Cuarta:** En el edificio Meridian y la Comisaría PNP Sagitario los parámetros de sitio no sufre incremento entre las dos normas, por tanto no habrá un incremento en la cortante basal; por consiguiente se rechaza la hipótesis de investigación; no obstante, en el centro comercial existe decremento de la cortante basal en la Norma 2006 con referencia al Proyecto de Norma 2014; por esa razón se acepta la hipótesis de la investigación.
- Quinta:** El cálculo del Coeficiente de Reducción Sísmica para el edificio Meridian se incrementa 17.71 por ciento con respecto al Proyecto de Norma 2014, como consecuencia existe

incremento de la cortante basal. En el centro comercial ocurre el mismo incremento de 20 por ciento y de igual manera en la cortante basal. Finalmente en la Comisaría PNP Sagitario en el sector 1 no existe variación alguna, pero en el sector 2 existe disminución del 9.33 por ciento también en la cortante basal. En consecuencia podemos decir que se acepta la hipótesis de investigación para los casos de investigación; sin embargo para el sector 2 de la Comisaría PNP Sagitario se rechaza la hipótesis de investigación.

Sexta: Finalmente se acepta la hipótesis de investigación según los indicadores, parámetros de zonificación y categoría de edificación en todos los casos investigados; sin embargo, para el indicador coeficiente de amplificación sísmica se rechaza la hipótesis de investigación para los casos del edificio Meridian y Comisaría PNP Sagitario, y se rechaza la hipótesis para el caso del centro comercial; no obstante el factor de parámetro de sitio se acepta la hipótesis de investigación en la aplicación del caso del Centro Comercial y se rechaza para los demás casos , y para el indicador de coeficiente de reducción sísmica se acepta la hipótesis de investigación para todos los casos de investigación pero no en la Comisaría PNP Sagitario.

RECOMENDACIONES

- Primera:** Aprobar en la brevedad El Proyecto de Norma de Diseño Sismorresistente 2014, ya que da resultados dan mejor desempeño sísmico ante sismos severos de gran magnitud, por tanto protegerá las vidas humanas y existirán menos daños materiales.
- Segunda:** Realizar el diseño de una edificación con lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones y sus actualizaciones, para asegurar el adecuado comportamiento de todas las edificaciones en general.
- Tercera:** Elaborar y realizar la correcta ejecución y el cumplimiento de las normativas y expedientes técnicos de las edificaciones a los profesionales quienes están involucrados directamente en la obra.
- Cuarta:** Reevaluar y rediseñar las edificaciones existentes conforme la futura aprobación del Nuevo Proyecto de Norma de Diseño Sismorresistente 2014 bajo los parámetros de zonificación, categoría y uso de edificación, coeficiente de amplificación sísmica y el coeficiente de reducción sísmica, las cuales hará a las estructuras más seguras y estables ante un sismo de gran magnitud para atenuar la vulnerabilidad del comportamiento sísmico mediante el método retrofit .

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Blanco, A. (2009). *Evolución de las Normas de Diseño Sismorresistente*. Lima: PUCP.
- ACI. (1963). *Building Code Requirements for Reinforced Concrete*. Farmington Hills, MI.
- Córdova, C. (2014). *Seminario de Promoción de la Nueva Normativa para el Diseño y Construcción de Edificaciones Seguras*. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- SENCICO. (2014). *Proyecto de Norma E.030 Diseño Sismorresistente*. Lima
- Martel, P. (2003). *Comparación de la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente 1997 vs. la Norma Básica de Diseño Sismorresistente 1977, Aplicadas en el Perú Centros Educativos INFES (Región Sur -Arequipa-Afectados por el Sismo del 23 de Junio del 2001)*. Lima, Perú: UNI Tesis para optar el título profesional.
- MVCS. (2006). *Normas Técnicas de Edificación - Norma E.030 de Diseño Sismorresistente*.
- Piqué, J. (2007). *Criterios de Evaluación del Diseño Sismorresistente*. Lima: UNI
- Piqué, J. (2014). *Antecedentes de las Normas Sismorresistentes en el Perú*. Lima: CIP
- Villareal, G. (2014). *Curso de Diseño de Edificios Sismorresistentes con el Proyecto de Norma E.030*. Lima

ANEXOS

Anexo I
Matriz de consistencia

TITULO: COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE SISTEMA DUAL APLICANDO LA NORMA E 030 DEL 2006 Y EL PROYECTO DE NORMA 2014 EN LIMA METROPOLITANA								
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES			DISEÑO METODOLOGICO		
			VARIABLES	INDICADORES	INDICES			
GENERAL			INDEPENDIENTE			<p>1 TIPO DE INVESTIGACIÓN, Cuantitativa - Descriptiva - Básica - Retrospectiva - Longitudinal o Diacrónica - Pura</p> <p>2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN, No Experimental</p> <p>3 CASO DE INVESTIGACIÓN, Categoría Común: Edificio Meridian Categoría Importante: Centro Comercial Categoría Esencial: Comisaría PNP Sagitario</p>		
¿Cómo se comporta estructuralmente las edificaciones de sistema dual aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la NORMA E-030 del 2006 en Lima Metropolitana?	Analizar el comportamiento estructural de edificaciones de sistema dual aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana.	Al analizar el comportamiento estructural de edificaciones de sistema dual es más resistente aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana.	Norma E.030 (Diseño Sismorresistente)	Norma 2006	Perfiles de Suelo		* S1 = Rocas o suelo muy rígidos * S2 = Suelos intermedios * S3 = Suelos flexibles * S4 = Condiciones especiales	
					Coefficiente de Reducción Sísmica		El valor R es variable según la configuración estructural (irregular o regular) * R = 0.75 * Ro	
					Zonificación Local		Ubicación de 03 zonas de peligro sísmico: * Zona 03 = 0.40 * Zona 02 = 0.30 * Zona 01 = 0.15	
					Coefficiente de Amplificación Sísmica		Según los periodos para la definición de la zona de espectro: * T < Tp C = 2.50 * Tp < T < TL C = 2.50*(Tp / T) * T > Tp C = 2.50*(Tp*TL) / T	
					Proyecto de Norma 2014		Perfiles de Suelo	* S0 = Rocas dura * S1 = Roca o suelos muy rígidos * S2 = Suelos intermedios * S3 = Suelos blandos * S4 = Condiciones especiales
							Coefficiente de Reducción Sísmica	El valor R es variable según la configuración estructural (irregular o regular) * R = Ip * la * Ro Donde: Ip: Coef. de irregularidad en planta la: Coef. de irregularidad en altura
							Zonificación Local	Ubicación de 03 zonas de peligro sísmico: * Zona 04 = 0.45 * Zona 03 = 0.35 * Zona 02 = 0.25 * Zona 01 = 0.10
							Coefficiente de Amplificación Sísmica	Según los periodos para la definición de la zona de espectro: * C = 2.50*(Tp/T) C ≤ 2.50
ESPECÍFICO			DEPENDIENTES					
¿Cómo se comporta estructuralmente las edificaciones de sistema dual según los parámetros de zonificación aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la Norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana?	Analizar el comportamiento estructural de edificaciones de sistema dual según los parámetros de zonificación aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana.	Al analizar el comportamiento estructural de edificaciones de sistema dual es más resistente aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 según los parámetros de zonificación en Lima Metropolitana.	Comportamiento Estructural de Edificaciones	Categoría y Uso de Edificación	* Edificaciones esenciales * Edificaciones importantes * Edificaciones comunes * Edificaciones Temporales	<p>4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, Observación y/o Visualización - Encuesta y/o Cuestionario - Recopilación - Entrevistas</p> <p>5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS, Formatos - Tablas - Gráficos (Ms Excel)</p>		
¿Cómo se comporta estructuralmente las edificaciones de sistema dual según la categoría y uso de edificaciones aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la Norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana?	Analizar el comportamiento estructural de edificaciones de sistema dual según la categoría y uso de edificaciones aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana.	Al analizar el comportamiento estructural de edificaciones de sistema dual es más resistente aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 según la categoría y uso de edificaciones en Lima Metropolitana.		Sistema Estructural	* Porticado * MDL * Dual * Albañilería armada o confinada * Muros estructurales * Madera			
¿Cómo se comporta estructuralmente las edificaciones de sistema dual según el coeficiente de amplificación sísmica aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la Norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana?	Analizar el comportamiento estructural de edificaciones de sistema dual según el coeficiente de amplificación sísmica aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana.	Al analizar el comportamiento estructural de edificaciones de sistema dual es más resistente aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 según el coeficiente de amplificación en Lima Metropolitana.		Zonificación	* Ubicación de Edificación según el peligro sísmico			
¿Cómo se comporta estructuralmente las edificaciones de sistema dual según los parámetros de sitio aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la Norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana?	Analizar el comportamiento estructural de edificaciones de sistema dual según los parámetros de sitio aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana.	Al analizar el comportamiento estructural de edificaciones de sistema dual es más resistente aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 según los parámetros de sitio en Lima Metropolitana.		Consideraciones Geotécnicas	* Estudio de Suelos * Capacidad Portante del Suelo * Tipo de Perfil de Suelo			
¿Cómo se comporta estructuralmente las edificaciones de sistema dual según el coeficiente de reducción sísmica aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la Norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana?	Analizar el comportamiento estructural de edificaciones de sistema dual según el coeficiente de reducción sísmica aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 en Lima Metropolitana.	Al analizar el comportamiento estructural de edificaciones de sistema dual es más resistente aplicando el Proyecto de Norma 2014 con respecto a la norma E-030 del 2006 según el coeficiente de reducción sísmica en Lima Metropolitana.		Tipo de Análisis	* Análisis Lineal * Análisis No Lineal			

Anexo II

Formato

	PROYECTO DE TESIS: COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES APLICANDO LA NORMA E.030 DEL 2006 Y EL PROYECTO DE NORMA 2014 EN LIMA METROPOLITANA	Código : RS-PROY-CP-01 Versión: 01 Página : 01 de 01
	Características del Proyecto	

Edificación :
Ubicación :
Año del Proyecto :

I. Según Norma E.030 de Diseño Sismorresistente del año 2006

1.- Zonificación

2.- Parámetros de Sitio

3.- Categoría del Edificio

4.- Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas

5.- Restricciones de Irregularidad

6.- Factores de Irregularidad

7.- Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas

II. Según Proyecto de Norma E.030 de Diseño Sismorresistente del 2014

1.- Zonificación

2.- Parámetros de Sitio

3.- Categoría del Edificio

4.- Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas

5.- Restricciones de Irregularidad

6.- Factores de Irregularidad

7.- Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas

Anexo III

Cálculos del análisis estructural lineal

1. Cálculos de Edificio Meridian

NORMA - 2006

ANÁLISIS ESTRUCTURAL SEGÚN LA NORMA E.030 - 2006

1 Zonificación, Según E.030-2006

Zona : 3

$Z = 0.40$ g

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2006

Perfil Tipo : S1

$S = 1.00$

$T_p = 0.40$

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2006

Categoría : Común C

$U = 1.00$

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2006

Categoría : Concreto Armado: dual

$R_0 = 7.00$

5 Factores de Irregularidad, Según E.030-2006

Irregularidad en Altura, I_a : Irregular por Rigidez – Piso Blando

Irregularidad en Altura, I_a : Irregular por Masa

Irregularidad en Altura, I_a : Irregular por Geométrica Vertical

Irregularidad en Altura, I_a : Irregular por Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

Irregularidad en Planta, I_p : Irregular por Esquinas Entrantes

Irregularidad en Planta, I_p : Irregular por Discontinuidad de Diafragma

6 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2006

Considerar

* Si existe irregularidad $R = 0.75 \times R_0$

* Si no existe irregularidad $R = R_0$

$R = 5.25$

I. ANÁLISIS ESTÁTICO, SEGÚN LA NORMA E.030 - 2006

1 Período Fundamental

Ct	35	Porticado
Ct	45	Dual
Ct	60	Muros Estructurales o Albañilería

hn = 44.80 (altura considerada desde el 00+000)
Ct = 45.00

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

T = 0.996 segundos

2 Coeficiente de Amplificación

Tp	0.4 s	Suelo Rígido
Tp	0.6 s	Suelo Intermedio
Tp	0.9 s	Suelo Flexible

T ≠ Tp Tp = 0.40

$$C = 2.50 \left(\frac{T_p}{T} \right) \leq 2.50$$

C = 1.00 > 2.50 ... ASUMIR C=2.50
C = 1.00

3 Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Datos:

Z	0.40
U	1.00
C	1.00
S	1.00
R	5.25
PESO SÍSMICO	14,187.22

V = 1085.27 Tn

COMPROBANDO:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

C/R = 0.191 CUMPLE

4 Fuerza Sísmica

Como $T > 0.70$ seg

$$F_a = 0.07 * T * V \leq 0.15 * V$$

$$F_a = 75.67 \text{ Tn} \leq 162.79$$

PISO	PESO DE LA EDIFICACIÓN	
Piso 16	714.647	Tn
Piso 15	891.353	Tn
Piso 14	893.596	Tn
Piso 13	893.596	Tn
Piso 12	893.596	Tn
Piso 11	893.596	Tn
Piso 10	893.596	Tn
Piso 9	893.596	Tn
Piso 8	893.596	Tn
Piso 7	893.596	Tn
Piso 6	894.756	Tn
Piso 5	895.915	Tn
Piso 4	895.915	Tn
Piso 3	895.915	Tn
Piso 2	895.915	Tn
Piso 1	954.037	Tn

PESO TOTAL DE LA EDIFICACIÓN 14187.22 Tn

$$F_i = \frac{P_i H_i}{\sum P_i H_i} * (V - F_a)$$

$$V - F_a = 1009.61 \text{ Tn}$$

Luego en nuestro caso:

PISO	Hi	P (ton)	P.Hi	P.Hi (Acum)	Fi (Ton)
Piso 1	2.80	954.037	2,671.30	2,671.30	8.11
Piso 2	5.60	895.915	5,017.13	7,688.43	15.24
Piso 3	8.40	895.915	7,525.69	15,214.12	22.85
Piso 4	11.20	895.915	10,034.25	25,248.37	30.47
Piso 5	14.00	895.915	12,542.81	37,791.18	38.09
Piso 6	16.80	894.756	15,031.90	52,823.08	45.65
Piso 7	19.60	893.596	17,514.48	70,337.56	53.19
Piso 8	22.40	893.596	20,016.55	90,354.11	60.79
Piso 9	25.20	893.596	22,518.62	112,872.73	68.39
Piso 10	28.00	893.596	25,020.69	137,893.42	75.98
Piso 11	30.80	893.596	27,522.76	165,416.18	83.58
Piso 12	33.60	893.596	30,024.83	195,441.00	91.18
Piso 13	36.40	893.596	32,526.90	227,967.90	98.78
Piso 14	39.20	893.596	35,028.96	262,996.86	106.38
Piso 15	42.00	891.353	37,436.81	300,433.67	113.69
Piso 16	44.80	714.647	32,016.18	332,449.85	97.23

$$V - F_a = \sum F_i \quad 1009.61 \text{ Tn}$$

5 CONTROL DE DERIVAS

"SISMO X"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.0100	0.0035714	SI
2	0.0020	-0.0028571	SI
3	0.0020	0.0000000	SI
4	0.0020	0.0000000	SI
5	0.0030	0.0003571	SI
6	0.0030	0.0000000	SI
7	0.0040	0.0003571	SI
8	0.0060	0.0007143	SI
9	0.0060	0.0000000	SI
10	0.0050	-0.0003571	SI
11	0.0060	0.0003571	SI
12	0.0070	0.0003571	SI
13	0.0090	0.0007143	SI
14	0.0090	0.0000000	SI
15	0.0080	-0.0003571	SI
16	0.0070	-0.0003571	SI

"SISMO Y"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.000900	0.0003214	SI
2	0.001700	0.0002857	SI
3	0.001800	0.0000357	SI
4	0.001300	-0.0001786	SI
5	0.003100	0.0006429	SI
6	0.002800	-0.0001071	SI
7	0.002900	0.0000357	SI
8	0.001800	-0.0003929	SI
9	0.002100	0.0001071	SI
10	0.002800	0.0002500	SI
11	0.002200	-0.0002143	SI
12	0.002200	0.0000000	SI
13	0.003000	0.0002857	SI
14	0.001300	-0.0006071	SI
15	0.003800	0.0008929	SI
16	0.005100	0.0004643	SI

II. ANÁLISIS DINÁMICO, SEGÚN LA NORMA E.030 - 2006

1 FACTOR DE ESCALA

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R}$$

Datos:

Z	0.40
U	1.00
S	1.00
g	9.81
R	5.25

F.E. = 0.74743

2 FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

T	C
0.00	2.50
0.40	2.50
0.50	2.00
0.60	1.67
0.70	1.43
0.80	1.25
0.90	1.11
1.00	1.00
2.00	0.50
3.00	0.33
4.00	0.25
5.00	0.20
6.00	0.17
7.00	0.14
8.00	0.13

T	Sa=ZUCS.g/R
0.00	1.869
0.40	1.869
0.50	1.495
0.60	1.248
0.70	1.069
0.80	0.934
0.90	0.830
1.00	0.747
2.00	0.374
3.00	0.249
4.00	0.187
5.00	0.149
6.00	0.125
7.00	0.107
8.00	0.093

3 PERIODOS DE VIBRACIÓN

RESULTADOS OBTENIDOS CON EL ETABS

MODO	PERIODO (s)	FRECUENCIA
1	964.80	0.00
2	964.80	0.00
3	401.42	0.00
4	72.65	0.01
5	72.65	0.01
6	0.07	15.08
7	0.05	20.73
8	0.05	20.77
9	0.05	20.78
10	0.05	20.91
11	0.05	21.87
12	0.05	21.89

4 CONTROL DE DERIVAS

"SISMO X"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.0196	0.0070000	SI
2	0.0346	0.0053571	SI
3	0.0496	0.0053571	SI
4	0.0438	-0.0020714	SI
5	0.0488	0.0017857	SI
6	0.0507	0.0006786	SI
7	0.0526	0.0006786	SI
8	0.0545	0.0006786	SI
9	0.0595	0.0017857	SI
10	0.0645	0.0017857	SI
11	0.0695	0.0017857	SI
12	0.0745	0.0017857	SI
13	0.0795	0.0017857	SI
14	0.0880	0.0030357	SI
15	0.0965	0.0030357	SI
16	0.1050	0.0030357	SI

"SISMO Y"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.003000	0.0010714	SI
2	0.013000	0.0035714	SI
3	0.028000	0.0053571	SI
4	0.043000	0.0053571	SI
5	0.058000	0.0053571	SI
6	0.053300	-0.0016786	SI
7	0.071300	0.0064286	SI
8	0.078300	0.0025000	SI
9	0.089300	0.0039286	SI
10	0.100300	0.0039286	SI
11	0.111300	0.0039286	SI
12	0.122300	0.0039286	SI
13	0.137300	0.0053571	SI
14	0.152300	0.0053571	SI
15	0.167300	0.0053571	SI
16	0.182300	0.0053571	SI

NORMA – 2014

ANÁLISIS ESTRUCTURAL SEGÚN LA NORMA E.030 - 2014

1 Zonificación, Según E.030-2014

Zona : **4**

Z = 0.45 g

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2014

Perfil Tipo : **S1**

S = 1.00
T_p = 0.40
T_L = 2.50

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2014

Categoría : **Común**

U = 1.00

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014

Categoría : **Concreto Armado: dual**

R₀ = 7.00

5 Restricciones de Irregularidad, Según E.030-2014

No se permiten irregularidades extremas

6 Factores de Irregularidad, Según E.030-2014

Tomar en consideración el punto 5 sobre restricciones.

Considerar

* Para cada irregularidad existe un valor, por lo que se tomara el menos en cada caso

Irregularidad en Altura, I_a : 02 Irregularidad de Rigidez – Piso Blando 0.75

Irregularidad en Altura, I_a : 06 Irregularidad de Masa o Peso 0.90

Irregularidad en Altura, I_a : 07 Irregularidad Geométrica Vertical 0.90

Irregularidad en Altura, I_a : 08 Discontinuidad en los Sistemas Resistentes 0.80

I_a = 0.75

Irregularidad en Planta, I_p : 04 Esquinas Entrantes 0.90

Irregularidad en Planta, I_p : 05 Discontinuidad del Diafragma 0.85

Irregularidad en Planta, I_p : 06 Sistemas no Paralelos 0.90

I_p = 0.85

7 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014

Considerar

* Si existe irregularidad R = I_aI_pR₀

* Si no existe irregularidad R = R₀

R = 4.4625

1 Período Fundamental

Ct	35	Porticado
Ct	45	Dual
Ct	60	Muros Estructurales o Albañilería

Hn = 44.80 (Ingresar dato según altura de edificación)
 Ct = 45.00 (Escoger valor según sistema estructural)

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

T = 0.996 segundos

2 Coeficiente de Amplificación

Período "Tp" y "Tl"				
	Perfil de suelo			
	So	S1	S2	S3
	(Roca Dura)	(Suelos Muy Rígidos)	(Suelos Intermedios)	(Suelos Blandos)
Tp	0.3 s	0.4 s	0.6 s	1.0 s
Tl	3.0 s	2.5 s	2.0 s	1.6 s

Tp =	0.40	TP	T	TL
T =	0.996	0.40	0.996	2.50
Tl =	2.50			

T < Tp	c = 2.50	C	2.50
Tp < T < Tl	c = 2.50 $\left(\frac{Tp}{T}\right)$	C	1.00
T > Tl	c = 2.50 $\left(\frac{Tp + Tl}{T^2}\right)$	C	2.52

C = 1.00

3 Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Datos:

Z	0.45
U	1.00
C	1.00
S	1.00
R	4.46
PESO SISMICO	14,187.22

3.793125

V = 1,430.64 Tn

COMPROBANDO:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

C/R = 0.224 CUMPLE

4 Fuerza Sísmica

PISO	PESO DE LA EDIFICACIÓN	
Piso 16	714.647	Tn
Piso 15	891.353	Tn
Piso 14	893.596	Tn
Piso 13	893.596	Tn
Piso 12	893.596	Tn
Piso 11	893.596	Tn
Piso 10	893.596	Tn
Piso 9	893.596	Tn
Piso 8	893.596	Tn
Piso 7	893.596	Tn
Piso 6	894.756	Tn
Piso 5	895.915	Tn
Piso 4	895.915	Tn
Piso 3	895.915	Tn
Piso 2	895.915	Tn
Piso 1	954.037	Tn

PESO TOTAL DE LA EDIFICACIÓN	14187.22 Tn
------------------------------	-------------

$$F_i = \alpha_i * V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \cdot (H_i)^K}{\sum P_i \cdot (H_i)^K}$$

T =	0.996
-----	-------

T <= 0.50 SEG	K = 1	K =	1.00
T >= 0.50 SEG	= (0.75+0.5T) <= 2.	K =	1.25

K =	1.25
-----	------

Luego en nuestro caso:

PISO	Hi	P (ton)	P.Hi^k	P.Hi^k (Acum)	αi	Fi (Ton)
Piso 1	2.80	954.037	3,455.51	3,455.51	0.004	6.435
Piso 2	5.60	895.915	7,717.95	11,173.46	0.010	14.372
Piso 3	8.40	895.915	12,811.97	23,985.44	0.017	23.859
Piso 4	11.20	895.915	18,356.48	42,341.92	0.024	34.184
Piso 5	14.00	895.915	24,262.02	66,603.94	0.032	45.181
Piso 6	16.80	894.756	30,432.74	97,036.68	0.040	56.672
Piso 7	19.60	893.596	36,852.02	133,888.70	0.048	68.626
Piso 8	22.40	893.596	43,546.30	177,435.00	0.057	81.093
Piso 9	25.20	893.596	50,453.57	227,888.57	0.066	93.955
Piso 10	28.00	893.596	57,555.76	285,444.33	0.075	107.181
Piso 11	30.80	893.596	64,838.00	350,282.33	0.084	120.742
Piso 12	33.60	893.596	72,287.85	422,570.19	0.094	134.616
Piso 13	36.40	893.596	79,894.70	502,464.89	0.104	148.781
Piso 14	39.20	893.596	87,649.37	590,114.26	0.114	163.222
Piso 15	42.00	891.353	95,304.00	685,418.26	0.124	177.477
Piso 16	44.80	714.647	82,830.25	768,248.52	0.108	154.248

V = ∑Fi	1,430.64 Tn
---------	-------------

5 CONTROL DE DERIVAS

"SISMO X"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.0200	0.0071429	NO
2	0.0300	0.0035714	SI
3	0.0200	-0.0035714	SI
4	0.0200	0.0000000	SI
5	0.0400	0.0071429	NO
6	0.0400	0.0000000	SI
7	0.0600	0.0071429	NO
8	0.0800	0.0071429	NO
9	0.0800	0.0000000	SI
10	0.0800	0.0000000	SI
11	0.0800	0.0000000	SI
12	0.1100	0.0107143	NO
13	0.1300	0.0071429	NO
14	0.1300	0.0000000	SI
15	0.1200	-0.0035714	SI
16	0.1200	0.0000000	SI

"SISMO Y"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.0100	0.0035714	SI
2	0.0250	0.0053571	SI
3	0.0120	-0.0046429	SI
4	0.0170	0.0017857	SI
5	0.0460	0.0103571	NO
6	0.0400	-0.0021429	SI
7	0.0040	-0.0128571	SI
8	0.0260	0.0078571	NO
9	0.0310	0.0017857	SI
10	0.0420	0.0039286	SI
11	0.0330	-0.0032143	SI
12	0.0330	0.0000000	SI
13	0.0450	0.0042857	SI
14	0.0200	-0.0089286	SI
15	0.0590	0.0139286	NO
16	0.0800	0.0075000	NO

1 FACTOR DE ESCALA

Datos:

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R}$$

Z	0.45
U	1.00
S	1.00
g	9.81
T	1.00
R	4.46

F.E. = 0.98924

Tp	0.40
Tl	2.50

T < Tp	$c = 2.50$	C	2.50
Tp < T < Tl	$c = 2.50 \left(\frac{Tp}{T}\right)$	C	1.00
T > Tl	$c = 2.50 \left(\frac{Tp * Tl}{T^2}\right)$	C	2.52

2 FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SISMICA

T	C	C<2.5	Sa=ZUCS.g/R
0.000	2.500	2.500	2.473
0.400	2.500	2.500	2.473
0.500	2.000	2.000	1.978
0.600	1.667	1.667	1.649
0.700	1.429	1.429	1.413
0.800	1.250	1.250	1.237
0.900	1.111	1.111	1.099
1.000	1.000	1.000	0.989
1.100	0.909	0.909	0.899
1.200	0.833	0.833	0.824
1.300	0.769	0.769	0.761
1.400	0.714	0.714	0.707
1.500	0.667	0.667	0.659
1.600	0.625	0.625	0.618
1.700	0.588	0.588	0.582
1.800	0.556	0.556	0.550
1.900	0.526	0.526	0.521
2.000	0.500	0.500	0.495
2.100	0.476	0.476	0.471
2.200	0.455	0.455	0.450
2.300	0.435	0.435	0.430
2.400	0.417	0.417	0.412
2.500	0.400	0.400	0.396
2.600	0.370	0.370	0.366
2.700	0.343	0.343	0.339
2.800	0.319	0.319	0.315
2.900	0.297	0.297	0.294
3.000	0.278	0.278	0.275
3.100	0.260	0.260	0.257
3.200	0.244	0.244	0.242
3.300	0.230	0.230	0.227
3.400	0.216	0.216	0.214
3.500	0.204	0.204	0.202
3.600	0.193	0.193	0.191
3.700	0.183	0.183	0.181
3.800	0.173	0.173	0.171
3.900	0.164	0.164	0.163
4.000	0.156	0.156	0.155
4.100	0.149	0.149	0.147
4.200	0.142	0.142	0.140
4.300	0.135	0.135	0.134
4.400	0.129	0.129	0.128
4.500	0.123	0.123	0.122
4.600	0.118	0.118	0.117
4.700	0.113	0.113	0.112
4.800	0.109	0.109	0.107
4.900	0.104	0.104	0.103
5.000	0.100	0.100	0.099
5.100	0.096	0.096	0.095
5.200	0.092	0.092	0.091
5.300	0.089	0.089	0.088
5.400	0.086	0.086	0.085
5.500	0.083	0.083	0.082
5.600	0.080	0.080	0.079
5.700	0.077	0.077	0.076
5.800	0.074	0.074	0.074
5.900	0.072	0.072	0.071
6.000	0.069	0.069	0.069
6.100	0.067	0.067	0.066
6.200	0.065	0.065	0.064
6.300	0.063	0.063	0.062
6.400	0.061	0.061	0.060
6.500	0.059	0.059	0.059
6.600	0.057	0.057	0.057
6.700	0.056	0.056	0.055
6.800	0.054	0.054	0.053
6.900	0.053	0.053	0.052
7.000	0.051	0.051	0.050
7.100	0.050	0.050	0.049
7.200	0.048	0.048	0.048
7.300	0.047	0.047	0.046
7.400	0.046	0.046	0.045
7.500	0.044	0.044	0.044
7.600	0.043	0.043	0.043
7.700	0.042	0.042	0.042
7.800	0.041	0.041	0.041
7.900	0.040	0.040	0.040
8.000	0.039	0.039	0.039



T	Sa=ZUCS.g/R
0.0	2.473
0.4	2.473
0.5	1.978
0.6	1.649
0.7	1.413
0.8	1.237
0.9	1.099
1.0	0.989
1.1	0.899
1.2	0.824
1.3	0.761
1.4	0.707
1.5	0.659
1.6	0.618
1.7	0.582
1.8	0.550
1.9	0.521
2.0	0.495
2.1	0.471
2.2	0.450
2.3	0.430
2.4	0.412
2.5	0.396
2.6	0.366
2.7	0.339
2.8	0.315
2.9	0.294
3.0	0.275
3.1	0.257
3.2	0.242
3.3	0.227
3.4	0.214
3.5	0.202
3.6	0.191
3.7	0.181
3.8	0.171
3.9	0.163
4.0	0.155
4.1	0.147
4.2	0.140
4.3	0.134
4.4	0.128
4.5	0.122
4.6	0.117
4.7	0.112
4.8	0.107
4.9	0.103
5.0	0.099
5.1	0.095
5.2	0.091
5.3	0.088
5.4	0.085
5.5	0.082
5.6	0.079
5.7	0.076
5.8	0.074
5.9	0.071
6.0	0.069
6.1	0.066
6.2	0.064
6.3	0.062
6.4	0.060
6.5	0.059
6.6	0.057
6.7	0.055
6.8	0.053
6.9	0.052
7.0	0.050
7.1	0.049
7.2	0.048
7.3	0.046
7.4	0.045
7.5	0.044
7.6	0.043
7.7	0.042
7.8	0.041
7.9	0.040
8.0	0.039

3 PERIODOS DE VIBRACIÓN

RESULTADOS OBTENIDOS CON EL ETABS

MODO	PERIODO (s)	FRECUENCIA
1	964.797	0.001
2	964.795	0.001
3	401.419	0.002
4	72.653	0.014
5	72.652	0.014
6	0.066	15.076
7	0.048	20.728
8	0.048	20.768
9	0.048	20.783
10	0.048	20.91
11	0.046	21.867
12	0.046	21.893

4 CONTROL DE DERIVAS

"SISMO X"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.0179	0.0064000	SI
2	0.0233	0.0019286	SI
3	0.0203	-0.0010821	SI
4	0.0168	-0.0012429	SI
5	0.0194	0.0009214	SI
6	0.0164	-0.0010857	SI
7	0.0357	0.0069036	SI
8	0.0129	-0.0081393	SI
9	0.0374	0.0087679	NO
10	0.0217	-0.0056179	SI
11	0.0606	0.0138786	NO
12	0.0417	-0.0067393	SI
13	0.0324	-0.0033071	SI
14	0.0409	0.0030143	SI
14	0.0479	0.0025214	SI
15	0.0645	0.0059143	SI

"SISMO Y"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.0180	0.0064286	SI
2	0.0150	-0.0010714	SI
3	0.0200	0.0017857	SI
4	0.0080	-0.0042857	SI
5	0.0240	0.0057143	SI
6	0.0050	-0.0067857	SI
7	0.0250	0.0071429	NO
8	0.0130	-0.0042857	SI
9	0.0150	0.0007143	SI
10	0.0200	0.0017857	SI
11	0.0040	-0.0057143	SI
12	0.0190	0.0053571	SI
13	0.0150	-0.0014286	SI
14	0.0090	-0.0021429	SI
14	0.0200	0.0039286	SI
15	0.0170	-0.0010714	SI

2. Cálculos del Centro Comercial

NORMA – 2006

ANÁLISIS ESTRUCTURAL SEGÚN LA NORMA E.030 - 2006

1 Zonificación, Según E.030-2006

Zona : **3**

Z = 0.40 g

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2006

Perfil Tipo : **S1**

S = 1.00
T_p = 0.40

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2006

Categoría : **Importante B**

U = 1.30

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2006

Categoría : **Concreto Armado: dual**

R₀ = 7.00

5 Factores de Irregularidad, Según E.030-2006

Irregularidad en Altura, I_a : Regular en Altura

Irregularidad en Planta, I_p : Irregular por Esquinas Entrantes

6 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2006

Considerar

- * Si existe irregularidad R = 0.75xR₀
- * Si no existe irregularidad R = R₀

R = 5.25

4 Fuerza Sísmica

Como $T > 0.70$ seg

$$F_a = 0.07 * T * V \leq 0.15 * V$$

$$F_a = 0.00 \quad T_n \leq 109.78$$

PISO	PESO DE LA EDIFICACIÓN	
Piso 6	384.611	Tn
Piso 5	513.295	Tn
Piso 4	513.295	Tn
Piso 3	513.295	Tn
Piso 2	515.546	Tn
Piso 1	515.546	Tn

PESO TOTAL DE LA EDIFICACIÓN	2955.59 Tn
-------------------------------------	-------------------

$$F_i = \frac{P_i H_i}{\sum P_i H_i} * (V - F_a)$$

$$V - F_a = 731.86 \quad T_n$$

Luego en nuestro caso:

PISO	Hi	P (ton)	P.Hi	P.Hi (Acum)	Fi (Ton)
Piso 1	3.00	515.546	1,546.64	1,546.64	37.68
Piso 2	6.00	515.546	3,093.28	4,639.91	75.36
Piso 3	9.00	513.295	4,619.66	9,259.57	112.54
Piso 4	12.00	513.295	6,159.54	15,419.12	150.06
Piso 5	15.00	513.295	7,699.43	23,118.54	187.57
Piso 6	18.00	384.611	6,923.00	30,041.55	168.66

$$V - F_a = \sum F_i \quad 731.86 \quad T_n$$

5 CONTROL DE DERIVAS

"SISMO X"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.0018	0.0005853	SI
2	0.0052	0.0011557	SI
3	0.0096	0.0014457	SI
4	0.0140	0.0014950	SI
5	0.0182	0.0013693	SI
6	0.0217	0.0011767	SI

"SISMO Y"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.004152	0.0013840	SI
2	0.012078	0.0026420	SI
3	0.021522	0.0031480	SI
4	0.030737	0.0030717	SI
5	0.038619	0.0026273	SI
6	0.044925	0.0021020	SI

II. ANÁLISIS DINÁMICO, SEGÚN LA NORMA E.030 - 2006

1 FACTOR DE ESCALA

$$F. E. = \frac{ZUSg}{R}$$

Datos:

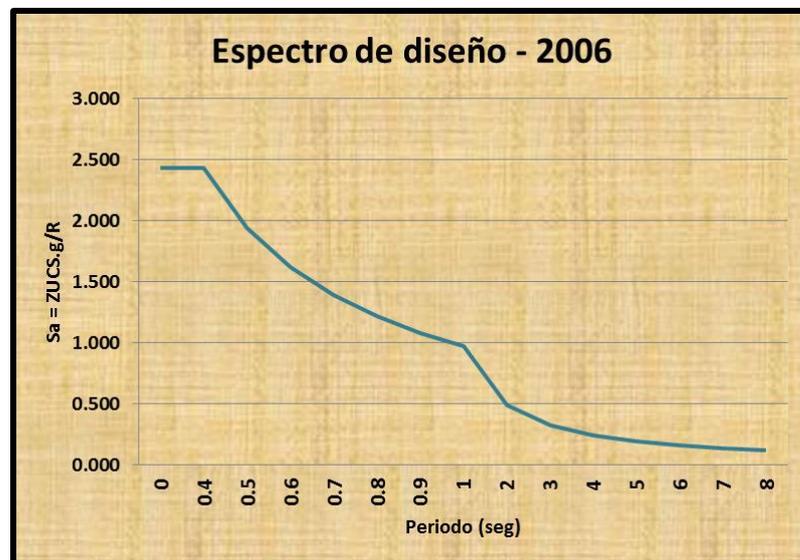
Z	0.40
U	1.30
S	1.00
g	9.81
R	5.25

F.E. = 0.97166

2 FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

T	C
0.00	2.50
0.40	2.50
0.50	2.00
0.60	1.67
0.70	1.43
0.80	1.25
0.90	1.11
1.00	1.00
2.00	0.50
3.00	0.33
4.00	0.25
5.00	0.20
6.00	0.17
7.00	0.14
8.00	0.13

T	Sa=ZUCS.g/R
0.00	2.429
0.40	2.429
0.50	1.943
0.60	1.623
0.70	1.389
0.80	1.215
0.90	1.079
1.00	0.972
2.00	0.486
3.00	0.324
4.00	0.243
5.00	0.194
6.00	0.162
7.00	0.139
8.00	0.121



3 PERIODOS DE VIBRACIÓN

RESULTADOS OBTENIDOS CON EL ETABS

MODO	PERIODO (s)	FRECUENCIA
1	0.42	2.40
2	0.40	2.49
3	0.27	3.64
4	0.09	10.66
5	0.09	11.81
6	0.05	20.88
7	0.04	24.17
8	0.04	27.53
9	0.03	37.67
10	0.02	42.20
11	0.02	46.46
12	0.02	48.92

4 CONTROL DE DERIVAS

"SISMO X"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.0005620	0.0001873	SI
2	0.0016240	0.0003540	SI
3	0.0029210	0.0004323	SI
4	0.0042430	0.0004407	SI
5	0.0054450	0.0004007	SI
6	0.0064770	0.0003440	SI

"SISMO Y"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.001288	0.0004293	SI
2	0.003712	0.0008080	SI
3	0.006573	0.0009537	SI
4	0.009349	0.0009253	SI
5	0.011717	0.0007893	SI
6	0.013609	0.0006307	SI

NORMA - 2014

ANÁLISIS ESTRUCTURAL SEGÚN LA NORMA E.030 - 2014

1 Zonificación, Según E.030-2014

Zona : 4

Z = 0.45 g

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2014

Perfil Tipo : S0

S = 0.80

T_p = 0.30

T_L = 3.00

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2014

Categoría : Importante B

U = 1.30

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014

Categoría : Concreto Armado: dual

R₀ = 7.00

5 Restricciones de Irregularidad, Según E.030-2014

No se permiten irregularidades extremas

6 Factores de Irregularidad, Según E.030-2014

Tomar en consideración el punto 5 sobre restricciones.

Considerar

- * Para cada irregularidad existe un valor, por lo que se tomara el menos en cada caso

Irregularidad en Altura, I_a : 01 Regular 1.00

I_a = 1.00

Irregularidad en Planta, I_p : 04 Esquinas Entrantes 0.90

I_p = 0.90

7 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014

Considerar

- * Si existe irregularidad R = I_aI_pR₀
- * Si no existe irregularidad R = R₀

R = 6.3000

1 Período Fundamental

Ct	35	Porticado
Ct	45	Dual
Ct	60	Muros Estructurales o Albañilería

Hn = 18.00 (Ingresar dato según altura de edificación)
 Ct = 45.00 (Escoger valor según sistema estructural)

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

T = 0.400 segundos

2 Coeficiente de Amplificación

Período "Tp" y "TI"				
	Perfil de suelo			
	So (Roca Dura)	S1 (Suelos Muy Rígidos)	S2 (Suelos Intermedios)	S3 (Suelos Blandos)
TP	0.3 s	0.4 s	0.6 s	1.0 s
TI	3.0 s	2.5 s	2.0 s	1.6 s

TP	0.30
T	0.400
TI	3.00

TP 0.30 T 0.400 TL 3.00

T < TP	c = 2.50	C	2.50
TP < T < TI	c = 2.50 $\left(\frac{TP}{T}\right)$	C	1.88
T > TI	c = 2.50 $\left(\frac{TP \cdot TI}{T^2}\right)$	C	14.06

C = 1.88

3 Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Datos:

Z	0.45
U	1.30
C	1.88
S	0.80
R	6.30
PESO SISMICO	2,955.59

5.355000

V = 412.77 Tn

COMPROBANDO:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

C/R = 0.298 CUMPLE

4 Fuerza Sísmica

PISO	PESO DE LA EDIFICACION	
Piso 6	384.611	Tn
Piso 5	513.295	Tn
Piso 4	513.295	Tn
Piso 3	513.295	Tn
Piso 2	515.546	Tn
Piso 1	515.546	Tn

PESO TOTAL DE LA EDIFICACION	2955.59 Tn
-------------------------------------	-------------------

$$F_i = a_i * V$$

$$a_i = \frac{P_i \cdot (H_i)^K}{\sum P_i \cdot (H_i)^K}$$

T =	0.400
-----	-------

T <= 0.50 SEG	K = 1	K =	1.00
T >= 0.50 SEG	K = (0.75+0.5T) <= 2.00	K =	0.95

K =	1.00
-----	------

Luego en nuestro caso:

PISO	Hi	P (ton)	P.Hi ^k	P.Hi ^k (Acum)	ai	Fi (Ton)
Piso 1	3.00	515.546	1,546.64	1,546.64	0.051	21.251
Piso 2	6.00	515.546	3,093.28	4,639.91	0.103	42.501
Piso 3	9.00	513.295	4,619.66	9,259.57	0.154	63.474
Piso 4	12.00	513.295	6,159.54	15,419.12	0.205	84.632
Piso 5	15.00	513.295	7,699.43	23,118.54	0.256	105.790
Piso 6	18.00	384.611	6,923.00	30,041.55	0.230	95.122

V = ΣFi	412.77 Tn
---------	-----------

5 CONTROL DE DERIVAS

"SISMO X"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.00149	0.0004975	SI
2	0.00444	0.0009823	SI
3	0.00813	0.0012288	SI
4	0.01194	0.0012708	SI
5	0.01543	0.0011639	SI
6	0.01843	0.0010002	SI

"SISMO Y"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.00353	0.0011764	SI
2	0.01027	0.0022457	SI
3	0.01829	0.0026758	SI
4	0.02613	0.0026109	SI
5	0.03283	0.0022332	SI
6	0.03819	0.0017867	SI

II. ANÁLISIS DINÁMICO, SEGÚN LA NORMA E.030-2014

1 FACTOR DE ESCALA

Datos:

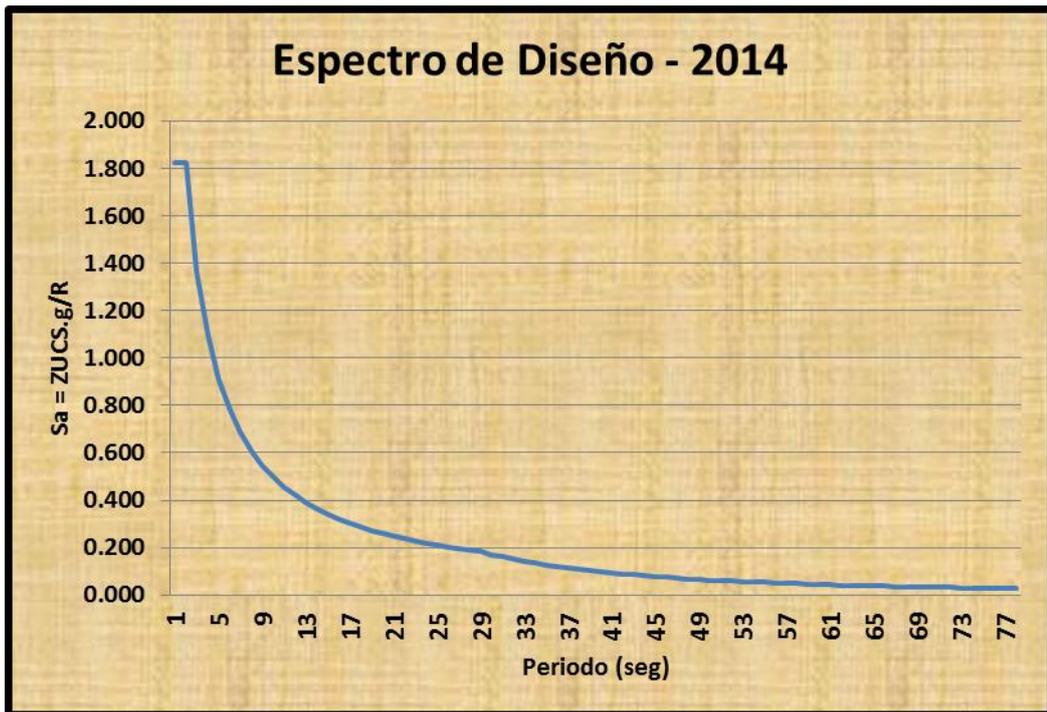
$$F.E. = \frac{ZUSg}{R}$$

Z	0.45
U	1.30
S	0.80
g	9.81
T	0.40
R	6.30

F.E. = 0.72874

Tp	0.30
Tl	3.00

T < Tp	$c = 2.50$	C	2.50
Tp < T < Tl	$c = 2.50 \left(\frac{T_p}{T}\right)$	C	1.88
T > Tl	$c = 2.50 \left(\frac{T_p \cdot T_l}{T^2}\right)$	C	14.06



2 FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

T	C	C<2.5	Sa=ZUCS.g/R
0.00	2.500	2.500	1.822
0.300	2.500	2.500	1.822
0.400	1.875	1.875	1.366
0.500	1.500	1.500	1.093
0.600	1.250	1.250	0.911
0.700	1.071	1.071	0.781
0.800	0.938	0.938	0.683
0.900	0.833	0.833	0.607
1.000	0.750	0.750	0.547
1.100	0.682	0.682	0.497
1.200	0.625	0.625	0.455
1.300	0.577	0.577	0.420
1.400	0.536	0.536	0.390
1.500	0.500	0.500	0.364
1.600	0.469	0.469	0.342
1.700	0.441	0.441	0.322
1.800	0.417	0.417	0.304
1.900	0.395	0.395	0.288
2.000	0.375	0.375	0.273
2.100	0.357	0.357	0.260
2.200	0.341	0.341	0.248
2.300	0.326	0.326	0.238
2.400	0.313	0.313	0.228
2.500	0.300	0.300	0.219
2.600	0.288	0.288	0.210
2.700	0.278	0.278	0.202
2.800	0.268	0.268	0.195
2.900	0.259	0.259	0.188
3.000	0.250	0.250	0.182
3.100	0.234	0.234	0.171
3.200	0.220	0.220	0.160
3.300	0.207	0.207	0.151
3.400	0.195	0.195	0.142
3.500	0.184	0.184	0.134
3.600	0.174	0.174	0.127
3.700	0.164	0.164	0.120
3.800	0.156	0.156	0.114
3.900	0.148	0.148	0.108
4.000	0.141	0.141	0.102
4.100	0.134	0.134	0.098
4.200	0.128	0.128	0.093
4.300	0.122	0.122	0.089
4.400	0.116	0.116	0.085
4.500	0.111	0.111	0.081
4.600	0.106	0.106	0.077
4.700	0.102	0.102	0.074
4.800	0.098	0.098	0.071
4.900	0.094	0.094	0.068
5.000	0.090	0.090	0.066
5.100	0.087	0.087	0.063
5.200	0.083	0.083	0.061
5.300	0.080	0.080	0.058
5.400	0.077	0.077	0.056
5.500	0.074	0.074	0.054
5.600	0.072	0.072	0.052
5.700	0.069	0.069	0.050
5.800	0.067	0.067	0.049
5.900	0.065	0.065	0.047
6.000	0.063	0.063	0.046
6.100	0.060	0.060	0.044
6.200	0.059	0.059	0.043
6.300	0.057	0.057	0.041
6.400	0.055	0.055	0.040
6.500	0.053	0.053	0.039
6.600	0.052	0.052	0.038
6.700	0.050	0.050	0.037
6.800	0.049	0.049	0.035
6.900	0.047	0.047	0.034
7.000	0.046	0.046	0.033
7.100	0.045	0.045	0.033
7.200	0.043	0.043	0.032
7.300	0.042	0.042	0.031
7.400	0.041	0.041	0.030
7.500	0.040	0.040	0.029
7.600	0.039	0.039	0.028
7.700	0.038	0.038	0.028
7.800	0.037	0.037	0.027
7.900	0.036	0.036	0.026
8.000	0.035	0.035	0.026



T	Sa=ZUCS.g/R
0.0	1.822
0.3	1.822
0.4	1.366
0.5	1.093
0.6	0.911
0.7	0.781
0.8	0.683
0.9	0.607
1.0	0.547
1.1	0.497
1.2	0.455
1.3	0.420
1.4	0.390
1.5	0.364
1.6	0.342
1.7	0.322
1.8	0.304
1.9	0.288
2.0	0.273
2.1	0.260
2.2	0.248
2.3	0.238
2.4	0.228
2.5	0.219
2.6	0.210
2.7	0.202
2.8	0.195
2.9	0.188
3.0	0.182
3.1	0.171
3.2	0.160
3.3	0.151
3.4	0.142
3.5	0.134
3.6	0.127
3.7	0.120
3.8	0.114
3.9	0.108
4.0	0.102
4.1	0.098
4.2	0.093
4.3	0.089
4.4	0.085
4.5	0.081
4.6	0.077
4.7	0.074
4.8	0.071
4.9	0.068
5.0	0.066
5.1	0.063
5.2	0.061
5.3	0.058
5.4	0.056
5.5	0.054
5.6	0.052
5.7	0.050
5.8	0.049
5.9	0.047
6.0	0.046
6.1	0.044
6.2	0.043
6.3	0.041
6.4	0.040
6.5	0.039
6.6	0.038
6.7	0.037
6.8	0.035
6.9	0.034
7.0	0.033
7.1	0.033
7.2	0.032
7.3	0.031
7.4	0.030
7.5	0.029
7.6	0.028
7.7	0.028
7.8	0.027
7.9	0.026
8.0	0.026

3 PERIODOS DE VIBRACIÓN

RESULTADOS OBTENIDOS CON EL ETABS

MODO	PERIODO (s)	FRECUENCIA
1	964.797	0.001
2	964.795	0.001
3	401.419	0.002
4	72.653	0.014
5	72.652	0.014
6	0.066	15.076
7	0.048	20.728
8	0.048	20.768
9	0.048	20.783
10	0.048	20.91
11	0.046	21.867
12	0.046	21.893

4 CONTROL DE DERIVAS

"SISMO X"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.0005	0.0001706	SI
2	0.0014	0.0003224	SI
3	0.0025	0.0003937	SI
4	0.0036	0.0004013	SI
5	0.0046	0.0003649	SI
6	0.0055	0.0003133	SI

"SISMO Y"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.0011	0.0003910	SI
2	0.0032	0.0007359	SI
3	0.0056	0.0008685	SI
4	0.0079	0.0008427	SI
5	0.0100	0.0007189	SI
6	0.0116	0.0005744	SI

3. Cálculos de la Comisaria PNP Sagitario

a. MODELACION 01

NORMA – 2006

ANÁLISIS ESTRUCTURAL SEGÚN LA NORMA E.030 - 2006

1 Zonificación, Según E.030-2006

Zona : **3**

Z = 0.40 g

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2006

Perfil Tipo : **S1**

S = 1.00

T_p = 0.40

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2006

Categoría : **Esencial A**

U = 1.50

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2006

Categoría : **Concreto Armado: dual**

R₀ = 7.00

5 Factores de Irregularidad, Según E.030-2006

Irregularidad en Altura, I_a : Regular en Altura

Irregularidad en Planta, I_p : Regular en Planta

6 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2006

Considerar

* Si existe irregularidad R = 0.75xR0

* Si no existe irregularidad R = R0

R = 7

I. ANÁLISIS ESTÁTICO, SEGÚN LA NORMA E.030 - 2006

1 Período Fundamental

Ct	35	Porticado
Ct	45	Dual
Ct	60	Muros Estructurales o Albañilería

$$h_n = 3.00$$

$$C_t = 45.00$$

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

T = 0.067 segundos

2 Coeficiente de Amplificación

Tp	0.4 s	Suelo Rígido
Tp	0.6 s	Suelo Intermedio
Tp	0.9 s	Suelo Flexible

T ≠ Tp

Tp = 0.40

$$C = 2.50 \left(\frac{T_p}{T} \right) \leq 2.50$$

C = 14.93 > 2.50 ... ASUMIR C=2.50
C = 2.50

3 Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Datos:

Z	0.40
U	1.50
C	2.50
S	1.00
R	7.00
PESO SÍSMICO	233.17

V = 49.97 Tn

COMPROBANDO:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

C/R = 0.357 CUMPLE

4 Fuerza Sísmica

Como $T > 0.70$ seg

$$F_a = 0.07 * T * V \leq 0.15 * V$$

$$F_a = 0.00 \quad T_n \leq 7.49$$

PISO	PESO DE LA EDIFICACIÓN
Piso 1	233.170 Tn

PESO TOTAL DE LA EDIFICACION	233.17 Tn
------------------------------	-----------

$$F_i = \frac{P_i.H_i}{\sum P_i.H_i} * (V - F_a)$$

$$V - F_a = 49.97 \quad T_n$$

Luego en nuestro caso:

PISO	Hi	P (ton)	P.Hi	P.Hi (Acum)	Fi (Ton)
Piso 1	3.00	233.170	699.51	699.51	49.97

$$V - F_a = \sum F_i \quad 49.97 \quad T_n$$

5 CONTROL DE DERIVAS

"SISMO X"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.00059600	0.000198670	SI

"SISMO Y"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.000272000	0.000090670	SI

II. ANÁLISIS DINÁMICO, SEGÚN LA NORMA E.030 - 2006

1 FACTOR DE ESCALA

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R}$$

Datos:

Z	0.40
U	1.50
S	1.00
g	9.81
R	7.00

F.E. = 0.84086

2 FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

T	C
0.00	2.50
0.40	2.50
0.50	2.00
0.60	1.67
0.70	1.43
0.80	1.25
0.90	1.11
1.00	1.00
2.00	0.50
3.00	0.33
4.00	0.25
5.00	0.20
6.00	0.17
7.00	0.14
8.00	0.13

T	Sa=ZUCS.g/R
0.00	2.102
0.40	2.102
0.50	1.682
0.60	1.404
0.70	1.202
0.80	1.051
0.90	0.933
1.00	0.841
2.00	0.420
3.00	0.280
4.00	0.210
5.00	0.168
6.00	0.140
7.00	0.120
8.00	0.105

3 PERIODOS DE VIBRACION

RESULTADOS OBTENIDOS CON EL ETABS

MODO	PERIODO (s)	FRECUENCIA
1	0.16	6.19
2	-0.15	-6.78
3	0.10	9.68
4	0.10	9.75
5	0.10	9.81
6	0.09	10.69
7	0.07	14.11
8	-0.07	-14.28
9	0.05	18.36
10	-0.04	-25.27
11	0.04	27.71
12	0.04	27.94

4 CONTROL DE DERIVAS

"SISMO X"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.0005	0.000173	SI

"SISMO Y"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.0004	0.0001500	SI

NORMA - 2014

ANÁLISIS ESTRUCTURAL SEGÚN LA NORMA E.030 - 2014

1 Zonificación, Según E.030-2014

Zona : 4

Z = 0.45 g

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2014

Perfil Tipo : S1

S = 1.00
T_P = 0.40
T_L = 2.50

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2014

Categoría : Esencial A - A1

U = 1.50

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014

Categoría : Concreto Armado: dual

R₀ = 7.00

5 Restricciones de Irregularidad, Según E.030-2014

No se permiten irregularidades extremas

6 Factores de Irregularidad, Según E.030-2014

Tomar en consideración el punto 5 sobre restricciones.

Considerar

* Para cada irregularidad existe un valor, por lo que se tomara el menos en cada caso

Irregularidad en Altura, I_a : 01 Regular 1.00

I_a = 1.00

Irregularidad en Planta, I_p : 01 Regular 1.00

I_p = 1.00

7 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014

Considerar

* Si existe irregularidad R = I_aI_pR₀

* Si no existe irregularidad R = R₀

R = 7.0000

1 Período Fundamental

Ct	35	Porticado
Ct	45	Dual
Ct	60	Muros Estructurales o Albañilería

$$H_n = 3.00$$

$$C_t = 45.00$$

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

$$T = 0.067 \text{ segundos}$$

2 Coeficiente de Amplificación

Período "Tp" y "Tl"				
	Perfil de suelo			
	So (Roca Dura)	S1 (Suelos Muy Rígidos)	S2 (Suelos Intermedios)	S3 (Suelos Blandos)
Tp	0.3 s	0.4 s	0.6 s	1.0 s
Tl	3.0 s	2.5 s	2.0 s	1.6 s

Tp =	0.40
T =	0.067
Tl =	2.50

$$T_P = 0.40 \quad T = 0.07 \quad T_L = 2.50$$

T < Tp	C = 2.50	C	2.50
Tp < T < Tl	$C = 2.50 \left(\frac{T_p}{T}\right)$	C	14.93
T > Tl	$C = 2.50 \left(\frac{T_p \cdot T_l}{T^2}\right)$	C	556.92

$$C = 2.50$$

3 Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Datos:

Z	0.45
U	1.50
C	2.50
S	1.00
R	7.00
PESO SÍSMICO	233.17

$$V = 56.21 \text{ Tn}$$

COMPROBANDO:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

$$C/R = 0.357 \quad \text{CUMPLE}$$

4 Fuerza Sismica

PISO	PESO DE LA EDIFICACIÓN
Piso 1	233.170 Tn

PESO TOTAL DE LA EDIFICACIÓN	233.17 Tn
------------------------------	-----------

$$F_i = \alpha_i * V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \cdot (H_i)^K}{\sum P_i \cdot (H_i)^K}$$

T =	0.067
-----	-------

T <= 0.50 SEG	K = 1	K =	1.00
T >= 0.50 SEG	K = (0.75+0.5T) <= 2.00	K =	0.78

K =	1.00
-----	------

Luego en nuestro caso:

PISO	Hi	P (ton)	P.Hi ^k	P.Hi ^k (Acum)	αi	Fi (Ton)
Piso 1	3.00	233.170	699.51	699.51	1.000	56.21

$$V = \sum F_i \quad 56.21 \text{ Tn}$$

5 CONTROL DE DERIVAS

"SISMO X"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.000670	0.0002	SI

"SISMO Y"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.000306	0.0001	SI

II. ANÁLISIS DINÁMICO, SEGÚN LA NORMA E.030 - 2014

1 FACTOR DE ESCALA

Datos:

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R}$$

Z	0.45
U	1.50
S	1.00
g	9.81
T	0.07
R	7.00

$$F.E. = 0.94596$$

Tp	0.40
Tl	2.50

T < Tp	c = 2.50	C	2.50
Tp < T < Tl	c = 2.50 $\left(\frac{T_p}{T}\right)$	C	14.93
T > Tl	c = 2.50 $\left(\frac{T_p * T_l}{T^2}\right)$	C	556.92

2 FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

T	C	C<2.5	Sa=ZUCS.g/R
0.00	2.500	2.500	2.365
0.40	2.500	2.500	2.365
0.50	2.000	2.000	1.892
0.60	1.667	1.667	1.577
0.70	1.429	1.429	1.351
0.80	1.250	1.250	1.182
0.90	1.111	1.111	1.051
1.00	1.000	1.000	0.946
1.10	0.909	0.909	0.860
1.20	0.833	0.833	0.788
1.30	0.769	0.769	0.728
1.40	0.714	0.714	0.676
1.50	0.667	0.667	0.631
1.60	0.625	0.625	0.591
1.70	0.588	0.588	0.556
1.80	0.556	0.556	0.526
1.90	0.526	0.526	0.498
2.00	0.500	0.500	0.473
2.10	0.476	0.476	0.450
2.20	0.455	0.455	0.430
2.30	0.435	0.435	0.411
2.40	0.417	0.417	0.394
2.50	0.400	0.400	0.378
2.60	0.370	0.370	0.350
2.70	0.343	0.343	0.324
2.80	0.319	0.319	0.302
2.90	0.297	0.297	0.281
3.00	0.278	0.278	0.263
3.10	0.260	0.260	0.246
3.20	0.244	0.244	0.231
3.30	0.230	0.230	0.217
3.40	0.216	0.216	0.205
3.50	0.204	0.204	0.193
3.60	0.193	0.193	0.182
3.70	0.183	0.183	0.173
3.80	0.173	0.173	0.164
3.90	0.164	0.164	0.155
4.00	0.156	0.156	0.148
4.10	0.149	0.149	0.141
4.20	0.142	0.142	0.134
4.30	0.135	0.135	0.128
4.40	0.129	0.129	0.122
4.50	0.123	0.123	0.117
4.60	0.118	0.118	0.112
4.70	0.113	0.113	0.107
4.80	0.109	0.109	0.103
4.90	0.104	0.104	0.098
5.00	0.100	0.100	0.095
5.10	0.096	0.096	0.091
5.20	0.092	0.092	0.087
5.30	0.089	0.089	0.084
5.40	0.086	0.086	0.081
5.50	0.083	0.083	0.078
5.60	0.080	0.080	0.075
5.70	0.077	0.077	0.073
5.80	0.074	0.074	0.070
5.90	0.072	0.072	0.068
6.00	0.069	0.069	0.066
6.10	0.067	0.067	0.064
6.20	0.065	0.065	0.062
6.30	0.063	0.063	0.060
6.40	0.061	0.061	0.058
6.50	0.059	0.059	0.056
6.60	0.057	0.057	0.054
6.70	0.056	0.056	0.053
6.80	0.054	0.054	0.051
6.90	0.053	0.053	0.050
7.00	0.051	0.051	0.048
7.10	0.050	0.050	0.047
7.20	0.048	0.048	0.046
7.30	0.047	0.047	0.044
7.40	0.046	0.046	0.043
7.50	0.044	0.044	0.042
7.60	0.043	0.043	0.041
7.70	0.042	0.042	0.040
7.80	0.041	0.041	0.039
7.90	0.040	0.040	0.038
8.00	0.039	0.039	0.037



T	Sa=ZUCS.g/R
0.0	2.365
0.4	2.365
0.5	1.892
0.6	1.577
0.7	1.351
0.8	1.182
0.9	1.051
1.0	0.946
1.1	0.860
1.2	0.788
1.3	0.728
1.4	0.676
1.5	0.631
1.6	0.591
1.7	0.556
1.8	0.526
1.9	0.498
2.0	0.473
2.1	0.450
2.2	0.430
2.3	0.411
2.4	0.394
2.5	0.378
2.6	0.350
2.7	0.324
2.8	0.302
2.9	0.281
3.0	0.263
3.1	0.246
3.2	0.231
3.3	0.217
3.4	0.205
3.5	0.193
3.6	0.182
3.7	0.173
3.8	0.164
3.9	0.155
4.0	0.148
4.1	0.141
4.2	0.134
4.3	0.128
4.4	0.122
4.5	0.117
4.6	0.112
4.7	0.107
4.8	0.103
4.9	0.098
5.0	0.095
5.1	0.091
5.2	0.087
5.3	0.084
5.4	0.081
5.5	0.078
5.6	0.075
5.7	0.073
5.8	0.070
5.9	0.068
6.0	0.066
6.1	0.064
6.2	0.062
6.3	0.060
6.4	0.058
6.5	0.056
6.6	0.054
6.7	0.053
6.8	0.051
6.9	0.050
7.0	0.048
7.1	0.047
7.2	0.046
7.3	0.044
7.4	0.043
7.5	0.042
7.6	0.041
7.7	0.040
7.8	0.039
7.9	0.038
8.0	0.037

3 PERIODOS DE VIBRACIÓN

RESULTADOS OBTENIDOS CON EL ETABS

MODO	PERIODO (s)	FRECUENCIA
1	0.162	6.185
2	-0.147	-6.784
3	0.103	9.682
4	0.103	9.748
5	0.102	9.814
6	0.094	10.691
7	0.071	14.109
8	-0.070	-14.280
9	0.054	18.360
10	-0.040	-25.271
11	0.036	27.706
12	0.036	27.935

4 CONTROL DE DERIVAS

"SISMO X"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.000585	0.0002	SI

"SISMO Y"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.000500	0.0002	SI

b. MODELACION 02

NORMA – 2006

ANÁLISIS ESTRUCTURAL SEGÚN LA NORMA E.030 - 2007

1 Zonificación, Según E.030-2006

Zona : **3**

Z = 0.40 g

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2006

Perfil Tipo : **S1**

S = 1.00

T_p = 0.40

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2006

Categoría : **Esencial A**

U = 1.50

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2006

Categoría : **Concreto Armado: dual**

R₀ = 7.00

5 Factores de Irregularidad, Según E.030-2006

Irregularidad en Altura, I_a : Irregular por Masa

Irregularidad en Altura, I_a : Irregular por Geométrica Vertical

Irregularidad en Altura, I_a : Irregular por Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

Irregularidad en Planta, I_p : Irregular por Esquinas Entrantes

Irregularidad en Planta, I_p : Irregular por Discontinuidad de Diafragma

6 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2006

Considerar

* Si existe irregularidad R = 0.75xR₀

* Si no existe irregularidad R = R₀

R = 5.25

I. ANÁLISIS ESTÁTICO, SEGÚN LA NORMA E.030 - 2006

1 Período Fundamental

Ct	35	Porticado
Ct	45	Dual
Ct	60	Muros Estructurales o Albañilería

$$h_n = 8.50$$
$$C_t = 45.00$$

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

$$T = 0.189 \text{ segundos}$$

2 Coeficiente de Amplificación

Tp	0.4 s	Suelo Rígido
Tp	0.6 s	Suelo Intermedio
Tp	0.9 s	Suelo Flexible

$$T \neq T_p$$

$$T_p = 0.40$$

$$C = 2.50 \left(\frac{T_p}{T} \right) \leq 2.50$$

$$C = 5.29 > 2.50 \dots \text{ASUMIR } C=2.50$$
$$C = 2.50$$

3 Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Datos:

Z	0.40
U	1.50
C	2.50
S	1.00
R	5.25
PESO SÍSMICO	1,025.02

$$V = 292.86 \text{ Tn}$$

COMPROBANDO:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

$$C/R = 0.476 \text{ CUMPLE}$$

4 Fuerza Sísmica

Como $T > 0.70$ seg

$$F_a = 0.07 * T * V \leq 0.15 * V$$

$$F_a = 0.00 \quad T_n \leq 43.93$$

PISO	PESO DE LA EDIFICACIÓN	
Piso 3	205.466	Tn
Piso 2	401.522	Tn
Piso 1	418.036	Tn

PESO TOTAL DE LA EDIFICACIÓN	1,025.02 Tn
-------------------------------------	--------------------

$$F_i = \frac{P_i.H_i}{\sum P_i.H_i} * (V - F_a)$$

$$V - F_a = 292.86 \quad Tn$$

Luego en nuestro caso:

PISO	Hi	P (ton)	P.Hi	P.Hi (Acum)	Fi (Ton)
Piso 1	2.70	418.036	1,128.70	1,128.70	64.52
Piso 2	5.60	401.522	2,248.52	3,377.22	128.52
Piso 3	8.50	205.466	1,746.46	5,123.68	99.83

$$V - F_a = \sum F_i \quad 292.86 \quad Tn$$

5 CONTROL DE DERIVAS

"SISMO X"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.01530000	0.005666670	SI
2	0.03000000	0.005068970	SI
3	0.04420000	0.004896550	SI

"SISMO Y"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.01280000	0.004740740	SI
2	0.02115000	0.002879310	SI
3	0.03910000	0.006189660	SI

II. ANÁLISIS DINÁMICO, SEGÚN LA NORMA E.030 - 2006

1 FACTOR DE ESCALA

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R}$$

Datos:

Z	0.40
U	1.50
S	1.00
g	9.81
R	5.25

F.E. = 1.12114

2 FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

T	C
0.00	2.50
0.40	2.50
0.50	2.00
0.60	1.67
0.70	1.43
0.80	1.25
0.90	1.11
1.00	1.00
2.00	0.50
3.00	0.33
4.00	0.25
5.00	0.20
6.00	0.17
7.00	0.14
8.00	0.13

T	Sa=ZUCS.g/R
0.00	2.803
0.40	2.803
0.50	2.242
0.60	1.872
0.70	1.603
0.80	1.401
0.90	1.244
1.00	1.121
2.00	0.561
3.00	0.374
4.00	0.280
5.00	0.224
6.00	0.187
7.00	0.160
8.00	0.140

4 CONTROL DE DERIVAS

"SISMO X"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.01045000	0.0038703700	SI
2	0.02279000	0.0047000000	SI
3	0.03244000	0.0037000000	SI

"SISMO Y"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.018000000	0.0067	SI
2	0.035000000	0.0065	SI
3	0.040700000	0.0022	SI

3 PERIODOS DE VIBRACIÓN

RESULTADOS OBTENIDOS CON EL ETABS

MODO	PERIODO (s)	FRECUENCIA
1	0.47	2.14
2	0.31	3.26
3	0.24	4.12
4	0.14	7.26
5	0.13	7.99
6	0.07	13.98
7	0.07	14.50
8	0.06	15.57
9	0.06	16.30
10	0.04	26.05
11	0.04	28.66
12	0.03	33.57

4 CONTROL DE DERIVAS

"SISMO X"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.01045000	0.0038703700	SI
2	0.02279000	0.0047000000	SI
3	0.03244000	0.0037000000	SI

"SISMO Y"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.01800000	0.0067	SI
2	0.03500000	0.0065	SI
3	0.04070000	0.0022	SI

NORMA - 2014

ANÁLISIS ESTRUCTURAL SEGÚN LA NORMA E.030 - 2014

1 Zonificación, Según E.030-2014

Zona : 4

Z = 0.45 g

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2014

Perfil Tipo : S1

S = 1.00
T_P = 0.40
T_L = 2.50

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2014

Categoría : Esencial A - A1

U = 1.50

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014

Categoría : Concreto Armado: dual

R₀ = 7.00

5 Restricciones de Irregularidad, Según E.030-2014

No se permiten irregularidades extremas

6 Factores de Irregularidad, Según E.030-2014

Tomar en consideración el punto 5 sobre restricciones.

Considerar

* Para cada irregularidad existe un valor, por lo que se tomara el menos en cada caso

Irregularidad en Altura, I_a : 06 Irregularidad de Masa o Peso 0.90

Irregularidad en Altura, I_a : 07 Irregularidad Geométrica Vertical 0.90

Irregularidad en Altura, I_a : 08 Discontinuidad en los Sistemas Resistentes 0.80

I_a = 0.80

Irregularidad en Planta, I_p : 04 Esquinas Entrantes 0.90

Irregularidad en Planta, I_p : 05 Discontinuidad del Diafragma 0.85

I_p = 0.85

7 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014

Considerar

* Si existe irregularidad R = I_aI_pR₀

* Si no existe irregularidad R = R₀

R = 4.7600

I. ANÁLISIS ESTÁTICO, SEGÚN LA NORMA E.030-2014

1 Período Fundamental

Ct	35	Porticado
Ct	45	Dual
Ct	60	Muros Estructurales o Albañilería

Hn = 8.50
Ct = 45.00

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

T = 0.189 segundos

2 Coeficiente de Amplificación

Período "Tp" y "TI"				
	Perfil de suelo			
	So (Roca Dura)	S1 (Suelos Muy Rígidos)	S2 (Suelos Intermedios)	S3 (Suelos Blandos)
TP	0.3 s	0.4 s	0.6 s	1.0 s
TI	3.0 s	2.5 s	2.0 s	1.6 s

TP =	0.40
T =	0.189
TI =	2.50

TP 0.40 T 0.19 TL 2.50

T < Tp	C = 2.50	C	2.50
Tp < T < TI	$C = 2.50 \left(\frac{Tp}{T} \right)$	C	5.29
T > TI	$C = 2.50 \left(\frac{Tp * TI}{T^2} \right)$	C	69.99

C = 2.50

3 Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Datos:

Z	0.45
U	1.50
C	2.50
S	1.00
R	4.76
PESO SÍSMICO	1,025.02

4.04600

V = 363.39 Tn

COMPROBANDO:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

C/R = 0.525 CUMPLE

4 Fuerza Sísmica

PISO	PESO DE LA EDIFICACIÓN	
Piso 3	205.466	Tn
Piso 2	401.522	Tn
Piso 1	418.036	Tn

PESO TOTAL DE LA EDIFICACIÓN	1025.02 Tn
-------------------------------------	-------------------

$$F_i = \alpha_i * V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \cdot (H_i)^K}{\sum P_i \cdot (H_i)^K}$$

T =	0.189
-----	-------

T <= 0.50 SEG	K = 1	K =	1.00
T >= 0.50 SEG	K = (0.75+0.5T) <= 2.00	K =	0.84

K =	1.00	(Ingresar dato según peso edificación)
-----	------	--

Luego en nuestro caso:

PISO	Hi	P (ton)	P.Hi^k	P.Hi^k (Acum)	αi	Fi (Ton)
Piso 1	2.80	418.036	1,170.50	1,170.50	0.228	82.673
Piso 2	5.60	401.522	2,248.52	3,419.02	0.437	158.814
Piso 3	8.40	205.466	1,725.91	5,144.94	0.335	121.902

$$V = \sum F_i \quad 363.39 \text{ Tn}$$

5 CONTROL DE DERIVAS

"SISMO X"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.0126	0.0050	SI
2	0.0392	0.0090	NO
3	0.0552	0.0060	SI

"SISMO Y"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.0109	0.0040	SI
2	0.0326	0.0075	NO
3	0.0512	0.0060	SI

II. ANÁLISIS DINÁMICO, SEGÚN LA NORMA E.030 - 2014

1 FACTOR DE ESCALA

Datos:

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R}$$

Z	0.45
U	1.50
S	1.00
g	9.81
T	0.19
R	4.76

$$F.E. = 1.39112$$

Tp	0.40
Tl	2.50

T < Tp	c = 2.50	C	2.50
Tp < T < Tl	c = 2.50 $\left(\frac{T_p}{T}\right)$	C	5.29
T > Tl	c = 2.50 $\left(\frac{T_p * T_l}{T^2}\right)$	C	69.99

2 FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

T	C	C<2.5	Sa=ZUCS.g/R
0.000	2.500	2.500	3.478
0.400	2.500	2.500	3.478
0.500	2.000	2.000	2.782
0.600	1.667	1.667	2.319
0.700	1.429	1.429	1.987
0.800	1.250	1.250	1.739
0.900	1.111	1.111	1.546
1.000	1.000	1.000	1.391
1.100	0.909	0.909	1.265
1.200	0.833	0.833	1.159
1.300	0.769	0.769	1.070
1.400	0.714	0.714	0.994
1.500	0.667	0.667	0.927
1.600	0.625	0.625	0.869
1.700	0.588	0.588	0.818
1.800	0.556	0.556	0.773
1.900	0.526	0.526	0.732
2.000	0.500	0.500	0.696
2.100	0.476	0.476	0.662
2.200	0.455	0.455	0.632
2.300	0.435	0.435	0.605
2.400	0.417	0.417	0.580
2.500	0.400	0.400	0.556
2.600	0.370	0.370	0.514
2.700	0.343	0.343	0.477
2.800	0.319	0.319	0.444
2.900	0.297	0.297	0.414
3.000	0.278	0.278	0.386
3.100	0.260	0.260	0.362
3.200	0.244	0.244	0.340
3.300	0.230	0.230	0.319
3.400	0.216	0.216	0.301
3.500	0.204	0.204	0.284
3.600	0.193	0.193	0.268
3.700	0.183	0.183	0.254
3.800	0.173	0.173	0.241
3.900	0.164	0.164	0.229
4.000	0.156	0.156	0.217
4.100	0.149	0.149	0.207
4.200	0.142	0.142	0.197
4.300	0.135	0.135	0.188
4.400	0.129	0.129	0.180
4.500	0.123	0.123	0.172
4.600	0.118	0.118	0.164
4.700	0.113	0.113	0.157
4.800	0.109	0.109	0.151
4.900	0.104	0.104	0.145
5.000	0.100	0.100	0.139
5.100	0.096	0.096	0.134
5.200	0.092	0.092	0.129
5.300	0.089	0.089	0.124
5.400	0.086	0.086	0.119
5.500	0.083	0.083	0.115
5.600	0.080	0.080	0.111
5.700	0.077	0.077	0.107
5.800	0.074	0.074	0.103
5.900	0.072	0.072	0.100
6.000	0.069	0.069	0.097
6.100	0.067	0.067	0.093
6.200	0.065	0.065	0.090
6.300	0.063	0.063	0.088
6.400	0.061	0.061	0.085
6.500	0.059	0.059	0.082
6.600	0.057	0.057	0.080
6.700	0.056	0.056	0.077
6.800	0.054	0.054	0.075
6.900	0.053	0.053	0.073
7.000	0.051	0.051	0.071
7.100	0.050	0.050	0.069
7.200	0.048	0.048	0.067
7.300	0.047	0.047	0.065
7.400	0.046	0.046	0.064
7.500	0.044	0.044	0.062
7.600	0.043	0.043	0.060
7.700	0.042	0.042	0.059
7.800	0.041	0.041	0.057
7.900	0.040	0.040	0.056
8.000	0.039	0.039	0.054



T	Sa=ZUCS.g/R
0.0	3.478
0.4	3.478
0.5	2.782
0.6	2.319
0.7	1.987
0.8	1.739
0.9	1.546
1.0	1.391
1.1	1.265
1.2	1.159
1.3	1.070
1.4	0.994
1.5	0.927
1.6	0.869
1.7	0.818
1.8	0.773
1.9	0.732
2.0	0.696
2.1	0.662
2.2	0.632
2.3	0.605
2.4	0.580
2.5	0.556
2.6	0.514
2.7	0.477
2.8	0.444
2.9	0.414
3.0	0.386
3.1	0.362
3.2	0.340
3.3	0.319
3.4	0.301
3.5	0.284
3.6	0.268
3.7	0.254
3.8	0.241
3.9	0.229
4.0	0.217
4.1	0.207
4.2	0.197
4.3	0.188
4.4	0.180
4.5	0.172
4.6	0.164
4.7	0.157
4.8	0.151
4.9	0.145
5.0	0.139
5.1	0.134
5.2	0.129
5.3	0.124
5.4	0.119
5.5	0.115
5.6	0.111
5.7	0.107
5.8	0.103
5.9	0.100
6.0	0.097
6.1	0.093
6.2	0.090
6.3	0.088
6.4	0.085
6.5	0.082
6.6	0.080
6.7	0.077
6.8	0.075
6.9	0.073
7.0	0.071
7.1	0.069
7.2	0.067
7.3	0.065
7.4	0.064
7.5	0.062
7.6	0.060
7.7	0.059
7.8	0.057
7.9	0.056
8.0	0.054

3 PERIODOS DE VIBRACIÓN

RESULTADOS OBTENIDOS CON EL ETABS

MODO	PERIODO (s)	FRECUENCIA
1	0.468	2.135
2	0.306	3.264
3	0.243	4.117
4	0.138	7.257
5	0.125	7.986
6	0.072	13.979
7	0.069	14.496
8	0.064	15.572
9	0.061	16.295
10	0.038	26.045
11	0.035	28.658
12	0.030	33.571

4 CONTROL DE DERIVAS

"SISMO X"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.0101	0.0037	SI
2	0.0316	0.0074	NO
3	0.0409	0.0032	SI

"SISMO Y"

PISO	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
1	0.0113	0.0042	SI
2	0.0349	0.0082	NO
3	0.0562	0.0073	NO

Anexo IV

Entrevista

	PROYECTO DE TESIS: COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE SISTEMA DUAL APLICANDO LA NORMA E.030 DEL 2006 Y EL PROYECTO DE NORMA 2014 EN LIMA METROPOLITANA	Código : RS-PROY-E-01 Versión : 01 Página : 01 de 01
Entrevista		
<p>Profesional : Dr. Genner Villareal Castro (Docente USMP - FIA)</p> <p>Lugar de Entrevista : Facultad de Ingeniería y Arquitectura - USMP</p> <p>Fecha de Entrevista : 28 de Septiembre de 2015</p> <p>1.- ¿Cuál ha sido la principal razón de actualizar la normativa de Diseño Sismorresistente?</p> <p style="margin-left: 40px;">Debido a los nuevos sucesos sísmicos y el uso de disipadores de energía como nuevas formas de diseño y las comparaciones con la Norma Americana.</p> <p>2.- ¿Qué perspectiva le da el cambio de diseño a las edificaciones esenciales?</p> <p style="margin-left: 40px;">Se da realce a las irregularidades para hospitales A1 y el uso en un suelos de roca dura, finalmente edificaciones A2 con uso de disipadores sísmicos.</p> <p>3.- ¿Por qué considera que cada nivel de diseño estructural debe incluir factores de reducción sísmica?</p> <p style="margin-left: 40px;">Para incidir no solamente en la cortante sino también en la fuerza y el desplazamiento, por lo tanto una edificación mientras mas blandas se incrementa el factor R, se da por estudios de redundancia.</p> <p>4.- ¿Por qué el cambio con las edificaciones irregulares?</p> <p style="margin-left: 40px;">Se castiga más las irregularidades por los efectos torcionales son altos la cual incide en la configuración estructural para un efecto torsional extrema.</p> <p>5.- ¿Por qué implementar la aislación en el diseño estructural a edificaciones esenciales?</p> <p style="margin-left: 40px;">Para tener un mejor desempeño estructural en cuanto al efecto de corte, desplazamientos cabe resaltar que al utilizar la edificación seguirá estable ante un sismo severo.</p> <p>6.- ¿Considera que a los edificios construidos y calculados con normativas antiguas se les debe realizar un proyecto de actualización, es decir, un Retrofit?</p> <p style="margin-left: 40px;">Seria necesario para ver las incidencias del nuevo proyecto de Norma 2014.</p> <p>7.- ¿Considera que este cambio tendrá una incidencia en el factor económico de las empresas constructoras?</p> <p style="margin-left: 40px;">Se puede deducir un incremento del 10 al 20 % en el costo, pero que el el tiempo se tendrá edificaciones mas seguras y estables ante un sismo severo.</p> <p>8.- ¿Considera que este cambio de normativa será más seguro para las vidas humanas frente a un sismo severo?</p> <p style="margin-left: 40px;">Definitivamente, por los nuevos parámetros hay un perfeccionamiento en cuanto al tipo de suelo y la zonificación, incluye el diseño por desempeño e interacción suelo - estructura.</p>		