



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA
EDIFICACIÓN CON SISTEMA MDL APLICANDO LA NTP E030-
2016 Y LA NORMA CHILENA 433-2012**

PRESENTADA POR

**CESAR ANTONIO GONZALES TOYCO
ALFREDO LORENZO VELI SEGOVIA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2016



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada
CC BY-NC-ND**

Los autores permiten que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTIN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA
EDIFICACIÓN CON SISTEMA MDL APLICANDO LA NTP
E030-2016 Y LA NORMA CHILENA 433-2012**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES

GONZALES TOYCO CESAR ANTONIO

VELI SEGOVIA ALFREDO LORENZO

LIMA-PERÚ

2016

DEDICATORIA

A Dios por cuidarnos todos los días de nuestras vidas.

A nuestros familiares por su dedicación y apoyo que tuvieron con nosotros para lograr nuestras metas profesionales.

AGRADECIMIENTO

A nuestra “Universidad San Martín de Porres” por su enseñanza en el transcurso de los cinco años de estudio y a los profesores que estuvieron realmente capacitados para una buena enseñanza.

A nuestro asesor el Ing. Omar Tello Malpartida, profesor Ing. Alexis Samohod Romero y maestros, porque estuvieron prestos a ayudarnos con sus conocimientos.

A nuestros padres por ayudarnos a seguir adelante en el transcurso de la carrera.

RESUMEN

El proyecto de tesis “Evaluación del Comportamiento Sísmico de una edificación con sistema MDL (Muros de Ductilidad Limitada), aplicando la NTP E030-2016 y la norma Chilena 433-2012, se desarrolla con el propósito de evaluar el comportamiento sísmico, para dar confianza y para que así la población se sienta más segura en sus viviendas, ya que un evento sísmico minimizaría daños en la edificación. El presente proyecto está basado en los siguientes indicadores: zonificación, parámetros de sitio, coeficiente de amplificación sísmica y coeficiente de reducción sísmica. Se utiliza la metodología de investigación descriptiva y el diseño de investigación no experimental. Este proyecto de tesis se aplicó a dos casos que están ubicados en diferentes países, como son Chile y Perú, las cuáles son : edificio ubicado en Santiago de Chile y el edificio “Ciudad del Sol de Collique” ubicado en Comas-Lima-Perú. La selección del caso de investigación utiliza la categoría de edificación común para ambas normas; se escoge Chile porque es un país que emplea el sistema MDL (Muros de Ductilidad Limitada) y además porque geográficamente es altamente sísmico. Finalmente el proyecto de investigación acepta la hipótesis de los siguientes indicadores: el parámetro de zonificación, el coeficiente de amplificación sísmica, el parámetro de sitio a emplear y el coeficiente de reducción sísmica.

Palabras Claves: Comportamiento sísmico, fuerza cortante en la Base, desempeño sísmico, sistema MDL.

ABSTRACT

The thesis project "Evaluation of the Seismic Behavior of a building with MDL system (Walls of Limited Ductility), applying the NTP E030-2016 and the Chilean standard 433-2012, is developed with the purpose of evaluating the seismic behavior, to give confidence And so that the population feels more secure in their homes, since a seismic event would minimize damage to the building. The present project is based on the following indicators: zoning, soil types, coefficient of seismic amplification and coefficient of seismic reduction. We use the methodology of descriptive research and the design of non-experimental research. This thesis project was applied to two cases that are located in different countries, such as Chile and Peru, which are: building located in Santiago de Chile and the building "Ciudad del Sol de Collique" located in Comas-Lima-Peru. The selection of the research case uses the common building category for both standards; Chile is chosen because it is a country that uses the MDL system (Walls of Limited Ductility) and also because it is geographically highly seismic. Finally the research project accepts the hypothesis of the following indicators: the zoning parameter, the seismic amplification coefficient, the type of soil to be used and the coefficient of seismic reduction.

Keywords: Seismic behavior, forcé base shear, seismic performance, MDL system.

INTRODUCCIÓN

El análisis sísmico ha ido evolucionando en el tiempo a consecuencia de evaluaciones y nuevas herramientas lo que ha permitido llegar a respuestas más precisas y representativas del comportamiento sísmico de los edificios ante los sismos severos.

En lo que se refiere al Sistema de Muros de Ductilidad Limitada sólo existen algunos artículos en revistas como la del Ingeniero Civil, “El Constructivo”. Recién, en Diciembre del 2004, el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO) incorpora pautas específicas para las Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL) en las Normas de Diseño Sismorresistente y de Concreto Armado.

Frente a esta realidad, surgen algunos problemas con las disposiciones de las normas vigentes, sea en el área del diseño sismorresistente (Norma E030-2016) y en el área del diseño especificado en concreto armado (Norma de Diseño de Concreto Armado E060).

A partir del año 2001, empezaron a construirse en nuestro medio numerosos edificios estructurados por muros delgados de concreto armado, con espesores de 10 cm, dicho sistema consiste en muros portantes delgados de concreto armado de 10 y 12 cm de espesor.

Debido al ahorro en costo y en tiempo de construcción, los Sistemas de Muros de Ductilidad Limitada han logrado una gran aceptación como alternativa de solución al problema de vivienda en el país.

La Norma Chilena 433-2012 en edificios con Sistemas de Muros de Ductilidad Limitada busca minimizar las pérdidas humanas ante eventos sísmicos de gran magnitud, así como también asegurar la continuidad de los servicios básicos y minimizar los daños de la edificación.

Mediante esta tesis de investigación se analizará algunos métodos para la evaluación del comportamiento sísmico de los sistemas de muros de

ductilidad limitada aplicando la Norma E030-2016 de Diseño Sismorresistente y también los parámetros de diseño de la Norma Chilena 433-2012.

El objetivo de la tesis es realizar la evaluación del comportamiento sísmico de una edificación con Sistema de Muros de Ductilidad Limitada aplicando la norma E030-2016 con respecto a la norma Chilena 433-2012, cumpliendo como mínimo con las disposiciones de las normas.

Si cumplimos las normas de diseño sismorresistente de los dos países en evaluación, y se consiguen las mejoras en los materiales y procesos, estaremos dando un paso positivo para lograr una vivienda económica y a la vez muy segura, en bien de la sociedad y la ingeniería nacional.

En el capítulo I: Se desarrolla el planteamiento del problema, es decir, los antecedentes, la formulación nominal del problema, los objetivos, la justificación e importancia, alcances, limitaciones y viabilidad del proyecto de investigación empleado.

En el capítulo II: Se desarrolla el Marco Teórico, es decir, los antecedentes de investigación, bases teóricas, el marco conceptual y la hipótesis.

En el capítulo III: Se realiza la metodología, es decir, el tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de la investigación y caso de la investigación.

En el capítulo IV: Se presenta los resultados de la investigación, interpretación de los resultados y el análisis sísmico.

En el capítulo V: Se desarrolla la parte final del proyecto de investigación, es decir, la discusión de los resultados.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN.....	vi
CAPÍTULO I:PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Antecedentes Generales	1
1.2 Formulación Nominal del Problema.....	3
1.3 Formulación Operacional.....	4
1.4 Objetivos	5
1.5 Justificación e Importancia.....	6
1.6 Alcances y Limitaciones	6
1.7 Viabilidad	7
CAPÍTULO II:MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Antecedentes de Investigación.	8
2.2 Bases Teóricas	9
2.3 Marco Conceptual	31
2.4 Hipótesis	34
2.5 Variables e indicadores de la investigación	35
2.6 Definición de las Variables	35
CAPÍTULO III:METODOLOGÍA	36
3.1 Tipo de Investigación	36
3.2 Nivel de Investigación	37
3.3 Diseño de la Investigación.....	37
3.4 Caso de Investigación.....	37
CAPÍTULO IV:RESULTADOS	39
4.1 Descripción del Proyecto.....	39
4.2 Análisis Sísmico Estático	42
4.3 Análisis Sísmico Dinámico	56
4.4 Interpretación de Resultados	62
CAPÍTULO V:DISCUSIÓN	65
5.1 DISCUSIÓN	65
CONCLUSIONES.....	66
RECOMENDACIONES.....	68
ANEXOS	69
FUENTES DE CONSULTA	87

ÍNDICE DE TABLAS

página

Tabla 1	Sismos importantes en el Perú.....	1
Tabla 2	Sismos ocurridos en Chile.....	2
Tabla 3	Factores de zona sísmica (NTP E030-2016)	13
Tabla 4	Perfiles de Suelo (NTP E030-2016)	14
Tabla 5	Factor “S” por tipo de Perfil de Suelo (NTP E030-2016)	
Tabla 6	Periodo “Tp” y “TL” (NTP E030-2016)	15
Tabla 7	Categoría de la Edificación (NTP E030-2016)	16
Tabla 8	Coficiente Básico Reducción Sísmica (NTP E030-2016)	18
Tabla 9	Irregularidades Estructurales (NTP E030-2016)	19
Tabla 10	Coficiente de Reducción Sísmica (NTP E030-2016)	20
Tabla 11	Distorsión de entrepiso (NTP E030-2016)	21
Tabla 12	Factor de zona sísmica (NCH 433-2012)	22
Tabla 13	Clasificación sísmica del terreno (NCH 433-2012)	
Tabla 14	Parámetros que dependen del tipo de suelo	
Tabla 15	Amplificación sísmica (NCH 433-2012)	25
Tabla 16	Categoría de la ocupación (NCH 433-2012)	
Tabla 17	Valor del coeficiente “I” (NCH 433-2012)	26
Tabla 18	Coficiente de Reducción Sísmica (NCH 433-2012)	27
Tabla 19	Descripción de altura de Pisos	41
Tabla 20	Área por pisos del Proyecto	
Tabla 21	Irregularidades en Altura (NTP E030-2016)	44
Tabla 22	Irregularidades en Planta (NTP E030-2016)	
Tabla 23	Distribucion Fuerza Sísmica (NTP E030-2016)	47
Tabla 24	Control de derivas Sismo “X” (NTP E030-2016)	50
Tabla 25	Control de derivas Sismo “Y” (NTP E030-2016)	51
Tabla 26	Fuerza Sísmica (NCH 433-2012)	53
Tabla 27	Distribución Fuerza Sísmica (NCH 433-2012)	
Tabla 28	Control de derivas Sismo “X” (NCH 433-2012)	55
Tabla 29	Control de derivas Sismo “Y” (NCH 433-2012)	
Tabla 30	Periodo de vibración y frecuencia (NTP E030-2016)	58
Tabla 31	Control de derivas Dinámico Sismo “X” (NTP E030-2016)	59
Tabla 32	Control de derivas Dinámico Sismo “Y” (NTP E030-2016)	
Tabla 33	Control de derivas Dinámico Sismo “X” (NCH 433-2012)	61
Tabla 34	Control de derivas Dinámico Sismo “Y” (NCH 433-2012)	

ÍNDICE DE FIGURAS

página

Figura 1	Mapa de Zona Sísmica (NTP E030-2016)	13
Figura 2	Mapa de Zona Sísmica (NCH 433-2012)	23
Figura 3	Mapa Geográfico de Santiago de Chile	38
Figura 4	Mapa Geográfico de Lima	
Figura 5	Descripción del Proyecto	39
Figura 6	Ubicación del Proyecto	40
Figura 7	Malla del Proyecto “Ciudad del sol de Collique”	48
Figura 8	Modelación del Edificio 1	
Figura 9	Modelación del Edificio en Planta	49
Figura 10	Modelación del Edificio 2	50
Figura 11	Malla del Proyecto “Edificio Santiago de Chile	54
Figura 12	Edificio modelado Santiago de Chile	
Figura 13	Espectro de Diseño (NTP E030-2016)	58
Figura 14	Espectro de Diseño (NCH 433-2012)	61
Figura 15	Parámetros de Zonificación	62
Figura 16	Parámetros de Sitio	63
Figura 17	Coeficiente de Amplificación Sísmica	
Figura 18	Coeficiente de Reducción Sísmica	64

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes Generales

El Perú es un país sísmico, y dentro de su larga historia sísmica los terremotos de 1746 y 1868 sacudieron nuestro territorio con intensidades de hasta XI MM, sin embargo, en los últimos 140 años solo hemos tenido intensidades máximas de IX (tabla N°1).

Tabla N°1: Sismos importantes en el Perú

	Lima 1746	Arica 1868	Lima 1974	Arequipa 2001	Pisco 2007
Magnitud Ms	8,1	8,2	7,9	8,2	7,9
Intensidad Máxima (MM)	X-XI	XI	VIII - IX	VIII	VII
Altura de la ola Tsunami (m)	15-20	20	1,6	-	-

Fuente: Instituto Geofísico del Perú

Por estas razones nuestras edificaciones de concreto y albañilería en los últimos 100 años no han sido sometidas a sismos severos, respecto a nuestras recientes Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada no es posible aún conocer el desempeño que tendrán estos edificios en condiciones sísmicas medias y severas.

Chile geográficamente es un país altamente sísmico al igual que Perú, es por eso que se hace un comparativo sobre el comportamiento sísmico que va a tener una Edificación con Sistema de Muros de Ductilidad Limitada. En la tabla N°2 se muestra los eventos sísmicos ocurridos en Chile.

Tabla N°2: Sismos ocurridos en Chile

Lugar	Año	Magnitud
Valdivia	1960	9,5
Cobquecura	2010	8,8
Canela Baja	2014	8,2
Arica e Iquique	2015	8,4

Fuente: Centro Sísmológico de Chile

Las Normas de Diseño Sismorresistente, son documentos legales que buscan dar un nivel de confianza mayor a la población, asegurar que las estructuras diseñadas sean durables y resistentes ante los eventos sísmicos que puedan ocurrir, ya sean sismos severos o moderados.

El 24 de Enero del 2016, se actualizó la Norma E030-2016 de Diseño Sismorresistente mejorando algunos parámetros de diseño para un mejor comportamiento sísmico ante un eventual sismo.

La Norma Chilena 433-2012, es la modificación de la Norma Chilena del 2009 , esta modificación se da porque la ingeniería antisísmica ha experimentado muchos avances en esta ultima década,lo que hace necesario poner al día esta norma.

1.2 Formulación Nominal del Problema

Las normas a desarrollar tanto la NTP E030-2016 como la Norma Chilena 433-2012, van a tener un comportamiento sísmico diferente cuando ocurra un evento sísmico de gran magnitud debido a los diferentes parámetros de diseño que se puedan emplear en una edificación con sistema MDL (Muros de Ductilidad Limitada). El problema sería el poco conocimiento que se tiene sobre lo que es el comportamiento sísmico en una edificación con sistema MDL (Muros de Ductilidad Limitada) ya sea en Lima o en cualquier parte del Perú. En el modelamiento sísmico se debe evaluar los parámetros de zonificación ya que esto nos permite determinar la fuerza sísmica horizontal que ejerce la estructura aplicando la norma E030-2016 y la norma Chilena 433-2012.

El problema que se puede generar en los parámetros de sitio que se va emplear ya sea en la norma chilena y la norma E030-2016 es en el sector económico.

La simulación sísmica es un factor que proviene del coeficiente de amplificación sísmica ya que determinara si el desplazamiento ha aumentado o disminuido con respecto a las dos normas.

Ante los frecuentes desastres ocurridos por la naturaleza y las pérdidas de vidas humanas, se tiene que evaluar el coeficiente de reducción sísmica (R) ya que este dependerá del sistema estructural de la edificación y ante un sismo severo las edificaciones sean seguras.

1.3 Formulación Operacional

1.3.1 Problema General

¿De qué manera las normas de diseño Sismorresistente en estudio influye en el comportamiento sísmico de una edificación con sistema MDL?

1.3.2 Problema Específico

¿De qué manera el parámetro de zonificación de las dos normas de diseño sismorresistente influye en el peligro sísmico ?

¿De qué manera los parámetros de sitio de las dos normas de diseño sismorresistente influye en el desempeño sísmico ?

¿De qué manera el coeficiente de amplificación sísmica de las dos normas de diseño sismorresistente influye en el desempeño sísmico de las edificaciones con sistema MDL?

¿ De qué manera el factor de reducción sísmica de las dos normas de diseño sismorresistente influye en el desempeño sísmico de las edificaciones con sistema MDL?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar las normas de diseño sismorresistente en estudio para determinar el que ofrece mejor comportamiento sísmico en las edificaciones con sistema MDL mediante el control de distorsiones.

1.4.2 Objetivo Especifico

Estudiar el parámetro de zonificación de las dos normas de diseño sismorresistente para determinar el que genera mayor peligro sísmico en las edificaciones con sistema MDL.

Evaluar los parámetros de sitio de las dos normas de diseño sismorresistente para determinar el que genera mejor desempeño sísmico en las edificaciones con sistema MDL mediante la cortante basal.

Analizar el coeficiente de amplificación sísmica de las dos normas de diseño sismorresistente para determinar el que genera mejor desempeño sísmico en las edificaciones con sistema MDL.

Analizar el factor de reducción sísmica de las dos normas de diseño sismorresistente para determinar el que genera mayor seguridad estructural en las edificaciones con sistema MDL.

1.5 Justificación e Importancia

El proceso constructivo ha tenido un crecimiento durante los últimos años en especial el sistema de Muros de Ductilidad Limitada que se caracteriza por ser muros de concreto armado con espesores reducidos.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal el interés de dar a conocer como el fenómeno sísmico tendría efecto en las construcciones de sistemas de muros de ductilidad limitada en las viviendas de Lima y que medida se viene aplicando a fin de minimizar los daños, en beneficio de la comunidad.

El proyecto de investigación presenta una justificación social ya que va dar mas confianza a la población ante un evento sísmico que pueda ocurrir por la naturaleza, así como implementar algunos parámetros de diseño de la Norma Chilena 433-2012 que puedan mejorar el comportamiento sísmico.

Así mismo la importancia de esta investigación, radica en que contribuirá a orientar a las familias y a la sociedad en la prevención e implementación de medidas adecuadas; así como llegar a conclusiones valiosas y aportes que podrán ser tomadas en consideración por investigaciones futuras.

1.6 Alcances y Limitaciones

El alcance de esta tesis es evaluar el comportamiento sísmico ante un eventual sismo que pueda suceder, donde se espera que la edificación no sufra muchos daños, no colapse y siga siendo funcional.

El alcance de esta tesis es llegar a incluir algunos parámetros de diseño de la norma Chilena 433-2012 a la NTP E030-2016 y así mejorar el comportamiento sísmico ante eventos sísmicos producidos por la naturaleza.

En cuanto a sus limitaciones, cabe mencionar que se tomara una muestra de la edificación según la categoría y uso que se estipula en la norma, las cuales son, las edificaciones de tipo esenciales, importantes, comunes y temporales.

Las limitaciones que se tiene es el poco conocimiento sobre la Norma Chilena 433-2012 y la poca información de tesis elaboradas sobre el proyecto de investigación.

1.7 Viabilidad

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

El apoyo de especialistas o conocedores de la norma NTP E030-2016 y su funcionalidad en edificios de muros de ductilidad limitada.

Este tema es oportuno debido a los diferentes sismos ocurridos en nuestro país y los últimos sismos ocurridos en Chile que son de gran magnitud.

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 II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de Investigación.

En el año 2003 se hacen ajustes en la Norma de Diseño Sismorresistente E030, introduciendo el término de muros de ductilidad limitada. En esta modificación se indica que para obtener el valor de la fuerza cortante en este tipo de edificios no debe usarse un valor de $R=6$ sino de $R=4$, reconociendo que los muros delgados no pueden confinarse con estribos en los núcleos reforzados y que se están usando mallas de acero electrosoldadas que no tienen las características de ductilidad del acero de punto de fluencia 4,200 kg/cm², que es el usado en el Perú.

El Perú mediante el CISMID (Centro de Investigación y Mitigación de Desastres de la UNI) se ha investigado el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada donde el Dr. Zavala indica que este sistema es “perfecto para edificios de hasta 6 pisos” (en la Norma se permite hasta 7 pisos) y que no debería usarse para edificios de más altura. Esto es correcto y así está indicado en la Norma E.060 – Concreto Armado, es decir en Perú es prohibido desarrollar estructuras con muros de ductilidad limitada para edificios de más de 7 pisos y es reconocido por la mayoría de los expertos que el sistema es adecuado para edificios de menos de esa altura.

También hubo estudios experimentales por los Ingenieros Angel San Bartolomé, Luis Angel Rojas Ishikawa y Jose Ivan Koo con la ayuda de la Universidad Católica del Perú con respecto a las edificaciones construidas con muros de ductilidad limitada en base a los criterios del ACI sobre si confinar los bordes de los muros de concreto armado.

De acuerdo a la NTP E030-2016 y la Norma Chilena 433-2012 han ido cambiando con el tiempo para un mejor comportamiento sísmico ante los eventos sísmicos que se puedan efectuar.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Muros de Ductilidad Limitada

Es un sistema estructural donde las resistencias a cargas sísmicas y cargas de gravedad, en las dos direcciones, está dada por muros de concreto armado que no pueden desarrollar desplazamientos inelásticos importantes.

Los muros son de espesores reducidos, se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola hilera. Los sistemas de piso son losas macizas o aligeradas que cumplen la función de diafragma rígido.

La importancia del sistema de muros de ductilidad limitada en la actualidad está siendo muy utilizado en el Perú, debido a la facilidad que la industrialización ha traído para este sistema, mediante el uso de encofrados metálicos estructurales y el uso de concreto premezclado, haciendo más ágil y económico el proceso constructivo de las obras.

La importancia estructural de este sistema radica en el uso de muros de concreto, la cual nos asegura que no se produzcan cambios bruscos de las propiedades resistentes y principalmente de las rigideces.

2.2.1.1 Función de los Muros de Ductilidad Limitada

- a) Soportar cargas verticales, es decir que son portantes, siendo las cargas el peso propio de la estructura, denominada carga muerta y las cargas temporales, denominadas vivas, que son producto del uso de la edificación, siendo el sistema de distribución de cargas de la losa hacia los muros y estos hacia la cimentación, la cual debe transmitir la carga total hacia el terreno, de ahí la importancia del estudio de mecánica de suelos.

- b) Soportar cargas laterales de sismo y viento. Las cargas de sismo, dependen de la ubicación geográfica de la edificación, su uso, el tipo de terreno y sistema estructural utilizado. En cambio la carga de viento, depende fundamentalmente de la ubicación geográfica del proyecto y de la altura de la edificación.

- c) Es un sistema estructural donde la resistencia ante cargas sísmicas y cargas de gravedad, en las dos direcciones, está dada por muros de concreto armado que no pueden desarrollar desplazamientos inelásticos importantes. Los muros son de espesores reducidos, se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola hilera. Los sistemas de piso son losas bidireccionales macizas que cumplen la función de diafragma rígido.

2.2.1.2 Ductilidad

Ductilidad es la habilidad de una estructura, de sus componentes o de sus materiales de sostener, sin fallar, deformaciones que excedan el límite elástico, o que excedan el punto a partir del cual las relaciones esfuerzo vs deformación ya no son lineales. Es importante que cuando excedan el límite elástico tengan un recorrido importante en el rango inelástico sin reducir su capacidad resistente. El concepto de ductilidad es sumamente importante en zonas sísmicas como es el caso de Perú, debido que minimiza daños y asegura la conservación de los edificios (dentro de las sollicitaciones en las que incurriría el edificio durante su vida útil); brindando así la seguridad y el tiempo necesario para minimizar pérdidas humanas.

2.2.2 Condiciones Generales de Diseño Sismorresistente

La NTP E030-2016 establece las condiciones mínimas para que la edificaciones diseñadas tengan un adecuado comportamiento sísmico ante un sismo que pueda ocurrir por efectos de la naturaleza.

La NTP E030-2016 se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, al reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resultaran dañadas por la acción de los sismos.

Las edificaciones sin importar el sistema estructural y el uso, su importancia tiene un propósito basado en el reglamento nacional de Edificaciones. El ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2016) afirma:

- Evitar pérdidas humanas.
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- Minimizar los daños de la propiedad.

El empleo de los diferentes sistemas estructurales deberá ser aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y demostrar que la alternativa propuesta produce adecuados resultados de rigidez, resistencia sísmica y ductilidad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras, es por eso que se establecen los siguientes principios:

- La estructura no debería de colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría generar daños importantes, debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto.

- Para las edificaciones esenciales (tales como: Hospitales, Estaciones de Bomberos, locales municipales, Puertos, Aeropuertos, etc.), tendrán consideraciones especiales orientadas a lograr que permanezcan operativas luego de un evento sísmico severo.

El comportamiento sísmico de una edificación tiende a mejorar cuando se observan los siguientes aspectos:

- Simetría, tanto en la distribución de masas como rigideces.
- Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- Resistencia adecuada frente a las cargas laterales.
- Continuidad estructural, tanto en planta como elevación.
- Ductilidad, es la capacidad de deformación de la estructura mas allá del rango elástico.
- Deformación lateral definida.
- Consideración de las condiciones locales.
- Buena práctica constructiva y supervisión estructural rigurosa.

2.2.3 Norma Técnica Peruana (NTP E030-2016)

Perú se encuentra en una zona altamente sísmica, donde los desplazamientos laterales y las fuerzas sísmicas son parámetros que condicionan en gran medida los proyectos de edificaciones.

El argumento principal de este capítulo es constituirse en un documento de permanente actualización, necesario para la evaluación y análisis del comportamiento sísmico de nuestras estructuras, que refleje el conocimiento actual del potencial sísmico del Perú, y que permita, por un lado, poner al alcance de los calculistas y diseñadores herramientas sencillas de calculo utilizando conceptos actuales de Ingeniería Sísmica, y por otro, permitiendo que el diseñador conozca claramente las hipótesis de calculo que esta adoptando y tome conciencia de la responsabilidad que implica tomar ciertas decisiones a la hora de aceptar tales hipótesis.

a. Zonificación

El territorio nacional se encuentra dividido en cuatro zonas, así como lo muestra la figura N°1, y un factor de zona “Z” que se interpreta como la aceleración máxima horizontal del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.



Figura N°1: Mapa de Zona Sísmica

Fuente: NTP E030-20

Tabla N°3 : Factores de zona sísmica

FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: NTP E030-2016

b. Tipos de Suelo

Se tiene una clasificación de los perfiles de suelo tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte, valor característico para la obtención del módulo de corte. En la NTP E030-2016 se tienen cinco tipos de perfiles de suelo (Ver tabla N°4).

Tabla N°4: Perfiles de Suelo

TIPO	DESCRIPCIÓN
S0	Roca Dura
S1	Roca o Suelos muy rígidos
S2	Suelos Intermedios
S3	Suelos Blandos
S4	Condiciones Excepcionales

Fuente: NTP E030-2016

c. Parámetros de Sitio

La NTP E030-2016 contará con cinco perfiles de suelo, también los factores de ampliación de suelo varían por cada zona.

Tabla N°5: Factor "S" por tipo de suelo

SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: NTP E030-2016

Además el periodo del suelo se tiene para definir la plataforma del espectro "T_p" y para definir el inicio de la zona con desplazamiento constante "T_L".

(Ver tabla N°6).

Tabla N°6: Periodo “Tp” y “TL”

Periodo Tp y TL				
Perfil de Suelo				
	S0	S1	S2	S3
Tp	0.3	0.4	0.6	1.0
TL	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente:NTP E030-2016

d. Factor de Amplificación Sísmica

De acuerdo a la NTP E030-2016 el coeficiente de amplificación sísmica se interpreta como el factor de amplificación de la respuesta de la estructura con respecto a la aceleración del suelo, depende de las características de sitio de acuerdo al periodo de plataforma y al inicio de la zona con desplazamiento constante.

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

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.50 * (T_p / T)$$

$$T > T_p \quad C = 2.50 * (T_p * T_L) / T$$

e. Categoría de la Edificación y Factor de Uso

La categoría de la edificación varía de acuerdo a lo que se quiere construir en dicha edificación, ya sea para una vivienda, un centro comercial, aeropuertos, etc. En la norma vigente las edificaciones esenciales engloba todo.

Tabla N°7: Categoría de la Edificación

Categoría	Descripción	Factor
A: Esencial	Hospitales	1.5
B: Importante	Estadio y Coliseos	1.3
C: Comunes	Viviendas u Oficinas	1.0

Fuente: NTP E030-2016

f. **Sistemas Estructurales**

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados, la NTP E030-2016 se divide en :

Estructuras de Concreto Armado

El sistema de concreto armado según la NTP E030-2016 esta dividido por los siguientes sistemas.

Pórticos, por los menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos.

Muros Estructurales, sistema en el que la resistencia sísmica esta dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base.

Dual, las acciones sísmicas son resistentes por una combinación de pórticos y muros estructurales, la fuerza cortante que toman los muros esta entre 20% y 70% del cortante en la base del edificio.

Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada, edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad esta dada por muros de concreto armado de espesores reducidos en los que se prescinde de extremos confinados.

Estructuras de Acero

Las estructuras de acero según la NTP E030-2016 esta dividido en los siguientes sistemas.

Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)

Estos pórticos deberán proveer una edificación una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la fluencia por flexion 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 Resistente a Momentos (OMF)

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

Pórticos Especiales Concentricamente 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 Concentricamente Arriostrados (OCBF)

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

Pórticos Excentricamente Arriostrados (EBF)

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

Estructuras de Albañilería

Edificaciones cuyos elementos sismorresistentes son muros a base de unidades de albañilería de arcilla o concreto.

Estructura de Tierra

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

g. Sistemas Estructurales y Coeficiente de Reducción Sísmica

El coeficiente de reducción sísmica “R” se calcula multiplicando los coeficientes básicos de reducción sísmica “R₀” por factores de irregularidad ya se en planta y elevación.

La tabla N°8 se muestran los valores “R₀” Vigentes para cada sistema estructural de acuerdo a la NTP E030-2016.

Tabla N°8: Coeficiente Básico de Reducción Sísmica

Sistema Estructural	Coeficiente R
Acero	
Pórticos especiales resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos intermedios resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos ordinario resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos especiales concéntricamente arriostrados (SCBF)	8
Pórticos ordinario concéntricamente arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado	
Pórticos	8
Dual	7
De Muros Estructurales	6
Muros de Ductilidad Limitada	4
Albañilería Confinada	3

Fuente: NTP E030-2016

h. Regularidad Estructural

De acuerdo a la NTP E030-2016, las estructuras deben ser calificadas como regulares o irregulares ya que estos factores afectan al coeficiente de reducción sísmica.

Estructuras Regulares

Son las que en su configuración resistente a cargas laterales. La irregularidad en planta y altura tienen el valor de la unidad.

Estructuras Irregularidades

Son aquellas que presentan una o mas irregularidades indicadas en la tabla N°9.

Tabla N°9: Irregularidades Estructurales

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	FACTOR DE IRREGULARIDAD "Ia"
Irregularidad de Rigidez-Piso Blando Irregularidad de Resistencia-Piso Débil	0.75
Irregularidad de Extrema Rigidez Irregularidad Extrema de Resistencia	0.5
Irregularidad de Masa o Peso	0.9
Irregularidad Geométrica Vertical	0.9
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.8
Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes	0.6
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	FACTOR DE IRREGULARIDAD "Ip"
Irregularidad Torsional	0.75
Irregularidad Torsional Extrema	0.6
Esquinas Entrantes	0.9
Discontinuidad de Diafragma	0.85
Sistema no paralelos	0.9

Fuente:NTP E030-2016

i. Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas

El coeficiente de reducción sísmica "R", se calcula multiplicando el coeficiente básico de reducción "R₀" con los factores de irregularidad indicados en la tabla N°10.

Tabla N°10: Coeficiente de Reducción Sísmica

$$R = R_o * I_a * I_p$$

Fuente : NTP E030-2016

j. Sistema de Aislamiento Sísmico y Sistemas de Disipación de Energía

Se permite la actualización de sistemas de aislamiento sísmico o de sistemas de disipación de energía en la edificación, siempre y cuando se cumplan las disposiciones de la NTP E030-2016 (mínima fuerza cortante y distorsión de entrepiso máxima permisible).

k. Modelos de Análisis

El modelo para el análisis deberá considerar una distribución espacial de masas y rigideces que sean adecuadas para calcular los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura.

Se menciona que para propósitos de esta norma se consideran en edificios de concreto armado y de albañilería secciones iniciales o brutas, ignorando la fisuración y el refuerzo.

l. Estimación del Peso

De acuerdo a la norma E030-2016 el peso se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera.

En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50% de la carga viva.

En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25% de la carga viva.

En depósitos el 80% del peso total que es posible almacenar.

En azoteas y techos en general se tomará el 25% de la carga viva.

En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considera el 100% de la carga que se puede contener.

m. Análisis Estático o de fuerzas estáticas Equivalentes

Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación.

n. Análisis Dinámico Modal Espectral

Este método puede aplicarse a cualquier estructura que pueda ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral tales como el modo de vibración, la aceleración espectral, fuerza cortante mínima y la excentricidad accidental.

o. Determinación de los Desplazamientos laterales

De acuerdo a la NTP E030-2016 para estructuras regulares los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0,75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas.

p. Desplazamientos laterales relativos permisibles

Los límites máximos para las derivas sobre las alturas de entrepisos se especifica en la tabla N°11.

Tabla N°11: Distorsión de entrepiso

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: NTP E030-2016

q. Redundancia

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

r. Verificación de resistencia última

En caso de realice un análisis de resistencia última se podrá utilizar las especificaciones de ASCE/SEI 41 SEISMIC REHABILITATION OF EXISTING BUILDINGS. Esta disposición no constituye una exigencia de la presente norma.(Norma E030-2016 Diseño Sismorresistente).

2.2.4 Norma Chilena (CHI 433-2012)

Esta norma establece requisitos exigibles para el diseño sísmico de edificios, también incluyen recomendaciones sobre la evaluación del daño sísmico y su reparación.

a. Zonificación

El territorio Chileno se encuentra dividido en tres zonas, así como lo muestra la figura N°2, y un factor de zona que se interpreta como la aceleración de la gravedad.

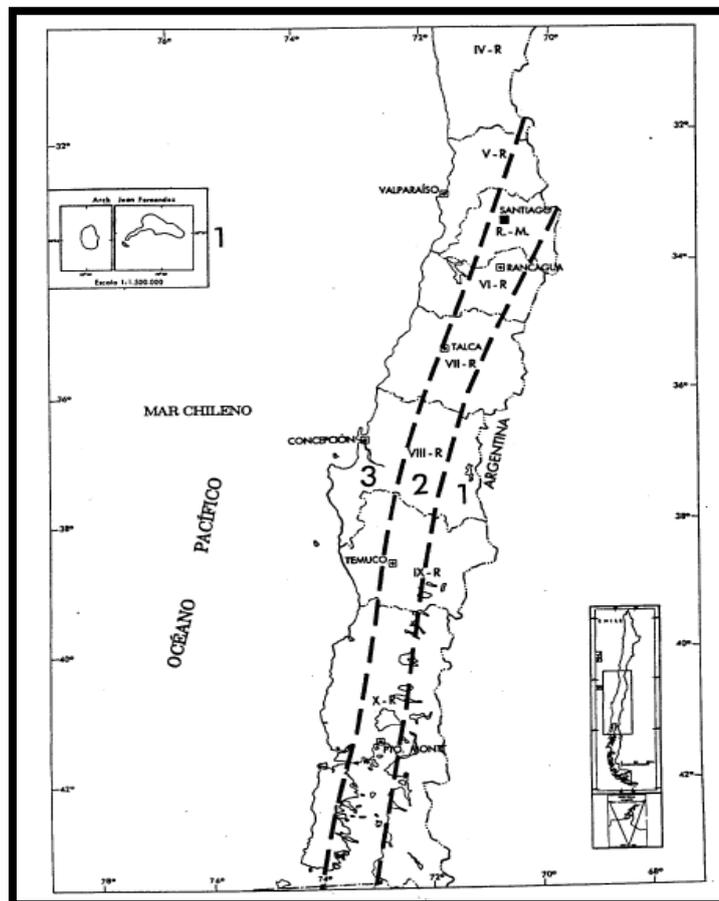


Figura N°2: Mapa zona sísmica

Fuente: Norma Chilena 433-2012

Tabla N°12:Factor de zona sísmica

FACTORES DE ZONA	
ZONA	A ₀
1	0.20g
2	0.30g
3	0.40g

Fuente:Norma Chile 433-2012

b. Tipo de Suelo

Los parámetros que representan las características del suelo que influyen en el valor del esfuerzo de corte basal, se determina de acuerdo a lo establecido en la tabla N°13.

Tabla N°13:Clasificación sísmica del terreno

TIPO	DESCRIPCIÓN
A	Roca Suelo Cementado
B	Roca Blanda
C	Suelo Denso o Firme
D	Suelo Medianamente Denso
E	Suelo de consistencia mediana
F	Suelos Especiales

Fuente:Norma Chile 433-2012

c. Parámetros de Suelo

La norma Chilena 433-2012 tiene una tabla para el factor de Suelo y los periodos “T₀” y “T’” (Ver tabla N°14).

Tabla N°14:Parámetros que dependen del tipo de suelo

TIPO DE SUELO	S	T ₀	T'	n	P
I	0,9	0,15	0,20	1,00	2,00
II	1,00	0,30	0,35	1,33	1,15
III	1,20	0,75	0,85	1,80	1,00
IV	1,30	1,20	1,35	1,80	1,00

Fuente:Norma Chile 433-2012

d. Factor de Amplificación Sísmica

La norma Chilena 433-2012 presenta un coeficiente de amplificación sísmica dado por la siguiente fórmula:

Tabla N°15: Coeficiente de Amplificación Sísmica

$$C = \frac{2,75 A_0}{gR} \left(\frac{T'}{T^*} \right)^n$$

Fuente: Norma Chile 433-2012

e. Categoría de la Edificación y Coeficiente Relativo

La categoría de la edificación varía de acuerdo a lo que se quiere construir en dicha edificación, ya sea para una vivienda , un centro comercial, una central eléctrica, etc.

Tabla N°16: Categoría de la ocupación

Naturaleza de la ocupación	Categoría de Ocupación
Edificios y otras estructuras no destinadas a habitación	I
Todos los edificios y otras estructuras destinados a la habitación	II
Estadios, bibliotecas, museos y locales comerciales	III
Hospitales, Centrales eléctricas y telefónicas	IV

Fuente: Norma Chile 433-2012

La tabla N°17 muestra el coeficiente relativo al edificio de acuerdo a la Tabla N°13, con la clasificación indicada.

Tabla N°17: Valor del coeficiente I

Categoría del edificio	I
I	0,6
II	1,0
III	1,2
IV	1,2

Fuente: Norma Chilena 433-2012

f. **Sistemas Estructurales**

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados, la Norma Chilena 433-2012 se divide en :

Sistemas de muros y otros sistemas arriostrados

Las acciones gravitacionales y sísmicas son resistidas por muros, o bien, por pórticos arriostrados que resisten las acciones sísmicas mediante elementos que trabajan principalmente por esfuerzo axial.

Sistemas de pórticos

Las acciones gravitacionales, y las sísmicas en ambas direcciones de análisis, son resistidas por pórticos.

Sistemas mixtos

Las cargas gravitacionales y sísmicas son resistidas por una combinación de los sistemas anteriores.

g. **Sistemas Estructurales y Coeficiente de Reducción Sísmica**

La tabla N°16 muestra el coeficiente de reducción sísmica de acuerdo a la Norma Chilena 433-2012, de los diferentes sistemas estructurales.

Tabla N°18: Coeficiente de reducción sísmica

Sistema Estructural	Material Estructural	R	R _o
Porticos	Acero:		
	Marcos Corrientes (OMF)	4	5
	Marcos Intermedios (IMF)	5	6
	Marcos Especiales (SMF)	7	11
	Marcos de vigas enrejadas (STMF)	6	10
	Hormigon Armado	7	11
Muros	Acero:		
	Marcos Concentricos corrientes (OCBF)	3	5
	Marcos concentricos especiales (SCBF)	5.5	8
	Marcos Excentricos (EBF)	6	10
	Hormigon armado	7	11
	Hormigon Armado y Albañileria Confinada		
	Si se cumple criterio A	6	9
	Si no se cumple criterio A	4	4
	Madera	5.5	7
	Albañileria Confinada	4	4
	Albañileria Armada	4	4

Fuente: Norma Chilena 433-2012

h. Regularidad Estructural

Con respecto a la Norma Chilena 433-2016 no nos presenta el tema de irregularidades.

i. Estimación del Peso

De acuerdo a la Norma Chilena 433-2012, se debe considerar las cargas permanentes mas un porcentaje de la sobrecarga de uso, que no podrá ser inferior al 25% en construcciones destinadas a la habitación privada o al uso público donde no es usual la aglomeración de personas o cosas, ni a un 50% en construcciones en que es usual esa aglomeración. (Norma Chilena 433-2012).

2.2.5 Sismo

El sismo es definido como el movimiento de la corteza terrestre o como la vibración del suelo, causado por la energía mecánica emitida de los mantos superiores de la corteza terrestre.

Los observatorios registran centenas de millares de sismos, cada año en todo el mundo. Afortunadamente de todos ellos, muy pocos alcanzan la categoría de terremotos y gran parte de ellos ocurren en los fondos oceánicos (generando tsunamis) o en regiones despobladas.

El origen de los sismos se encuentra distribuido dentro de las profundidades que varían entre 0 a 700 km.

HIPOCENTRO: Un sismo originado en un pequeño volumen, debajo de la tierra, el cual puede ser representado como un punto es denominado hipocentro.

EPICENTRO: La proyección vertical, sobre la superficie de la tierra del punto que representa el hipocentro, se denomina epicentro.

Hay zonas de mayor sismicidad en el mundo.

Zona Circum- Pácífico (están ubicados el Perú y Japón)

Zona Alpina Mediterránea.

Causa de los Sismos

De acuerdo a los estudios realizados se puede decir que las causas de los sismos son:

La actividad Volcánica y El Diastrofismo.

Si observamos un mapa del mundo, se puede ver que las áreas volcánicas y las zonas sísmicas coinciden, esto dio por origen a que se pensara por mucho tiempo que la causa principal de los terremotos eran la erupciones volcánicas.

Cierto que los volcanes al entrar en actividad pueden producir fuertes sismos, pero estos son de tipo local y menos intensos que los sismos de tipos distrófico. Las numerosas investigaciones que se realizan en el mundo, indican que los sismos mas fuertes que sacuden la litósfera, se deben al diastrofismo.

Cuando se origina una falla o cuando se deslizan los bloques a lo largo del plano de falla, estos producen sacudidas de la corteza terrestre. Los sismos de esta clase son los llamados tectónicos.

2.2.6 Evaluación de las edificaciones de acuerdo a los sistemas sismorresistentes

En nuestro país y en Chile a través de los años se han venido promulgando normas técnicas con el objetivo de establecer requisitos mínimos para el diseño y construcción de las estructuras.

En este contexto se ha creído necesario precisar conceptos básicos de la norma sismorresistente a fin de poder tener una visión completa al efectuar una inspección técnica de seguridad estructural.

Vulnerabilidad Estructural

Es la susceptibilidad de las edificaciones a sufrir daños por la magnitud del sismo, susceptibilidad del agente interno, es decir los componentes físicos, estructurales y no estructurales de una edificación que están sometidos a una amenaza sísmica. Depende de dos factores :

La exposición por el tipo de suelo y la caracterización del movimiento correspondiente.

La resistencia según la capacidad de la estructura para soportar diferentes esfuerzos, de acuerdo a la forma, dimensiones y calidad de los materiales de la estructura.

Características principales de las estructuras para disminuir la vulnerabilidad sísmica

Resistencia

Es la capacidad de soportar esfuerzos unitarios a tracción y compresión, que dependen de las dimensiones y calidad de materiales empleados. Para estructuras de concreto la resistencia debe mantenerse constante a través del tiempo, esto se puede mejorar con el reforzamiento de los miembros y adicionando nuevos en la estructura.

Rigidez

Es la capacidad de no deformarse, depende de la geometría de los elementos estructurales e involucra a todos los elementos que participan en la transferencia de carga.

Es importante por el control de la deformaciones, por que reduce daños en elementos estructurales y no estructurales, así como la incomodidad de los ocupantes.

Ductilidad

Capacidad que tiene la estructura para deformarse plásticamente ante una sollicitación. Es propiedad intrínseca de los materiales de la estructura, pues se libera energía inelásticamente bajo cargas severas.

Amortiguamiento

Es la habilidad del sistema estructural para disipar la energía interna de vibración de una amplificación o resonancia, la misma que se produce cuando el periodo de vibración dominante de la estructura coincide con el periodo del sismo.

Integridad

Capacidad de los elementos estructurales y no estructurales de la edificación para soportar un sismo.

Estabilidad

Característica de toda la edificación y cada una de una de sus partes para soportar las fuerzas laterales.

2.3 Marco Conceptual

a. Comportamiento Estructural

Es el análisis de la edificación para evaluar la vulnerabilidad ante daños funcionales.

b. Norma de diseño sismorresistente

Conjunto de medidas para el análisis y diseño de una construcción empleando conceptos básicos de diseño sísmico.

c. Análisis Sísmico Estático

Representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel.

d. Análisis Sísmico Dinámico

Comprende el análisis de la fuerzas, desplazamientos, velocidades y aceleraciones que aparecen en una estructura o mecanismo como resultado de los desplazamientos y deformaciones.

e. 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.

f. Coeficiente de Amplificación Sísmica

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo.

g. Cortante Basal

Es una fuerza de reacción que se presenta en todos los marcos que contengan una estructura y se localiza en su base.

h. Deformacion Cortante Basal

Son los cambios o desplazamientos que se generan en la base de la estructura.

i. Ductilidad

Es la propiedad de aquellos materiales que bajo la acción de una fuerza pueden deformarse sin llegar a romperse.

j. Derivas

Son los desplazamientos que se genera por pisos mediante una fuerza horizontal.

k. Desplazamiento

Es el movimiento que genera una estructura por diferentes fuerzas que actúan sobre la misma.

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. 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.

o. Irregular

Es un cambio sensible en rigidez, masa, altura en la estructura de una edificación.

p. Período

Es el tiempo que este se demora en completar un ciclo de vibración de una edificación.

q. Diafragma

Elemento estructural al nivel de un piso, que distribuye fuerzas horizontales a los elementos verticales resistente.

r. Estructura Resistente

La estructura resistente de un edificio comprende el conjunto de elementos que se han considerado en el cálculo como colaboradores para mantener la estabilidad de la obra frente a todas la sollicitaciones a que pueda quedar expuesta durante su vida útil.

s. Grado de Daño Sísmico

Es el que se determina en los elementos estructurales de un edificio después que éste ha sufrido los efectos de un evento sísmico.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

Evaluando las normas de diseño Sismorresistente en estudio se determinará el que ofrece mejor comportamiento sísmico en las edificaciones con sistema MDL.

2.4.2 Hipotesis Específicos

Evaluando el parámetro de zonificación de las dos normas de diseño sismorresistente se determinará el que genera mayor peligro sísmico en las edificaciones con sistema MDL.

Evaluando los parámetros de sitio de las dos normas de diseño sismorresistente se determinará el que genera mayor desempeño sísmico en las edificaciones con sistema MDL.

Analizando el coeficiente de amplificación sísmica de las dos normas de diseño sismorresistente se determinará el que genera mejor desempeño sísmico en las edificaciones con sistema MDL.

Analizando el factor de reducción sísmica de las dos normas de diseño sismorresistente se determinará el que genera mayor seguridad estructural en las edificaciones con sistema MDL.

2.5 Variables e indicadores de la investigación

2.5.1 Variable Independiente (VI)

- Normas de diseño Sismorresistente.
- Parámetros de Zonificación.
- Parámetros de situ.
- Coeficiente de Amplificación Sísmica.
- Coeficiente de Reducción Sísmica.

2.5.2 Variable Dependiente (VD)

- Comportamiento sísmico.
- Peligro sísmico.
- Desempeño sísmico.
- Seguridad estructural.

2.6 Definición de las Variables

Las variables del proyecto de investigación son dos el cual está detallado a continuación.

Comportamiento sísmico, es una variable dependiente, porque los valores a obtener son netamente numéricos que serán expresados en cuadros ya sea estadísticos o gráficos, estos resultados se pueden medir en rangos de acuerdo al análisis sísmico que se va a realizar con el apoyo del programa Etabs.

Norma de Diseño Sismorresistente, cuenta con dos sub variables que son la Norma E030-2016 y la Norma Chilena 433-2012, ambas independientes ya que son normas existentes y no están sujetas a cambios.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación permite darle la dimensión, al nivel de acuerdo a los objetivos establecidos, el tipo de investigación determina la manera de como el investigador abordara el evento de estudio de acuerdo a los métodos, técnicas e instrumentos.

Se emplea una metodología descriptiva cuantitativa, debido a que se va obtener datos estadísticos, gráficos y cuadros comparativos, estos datos van hacer comparados entre sí de acuerdo a las dos normas en evaluación.

El proyecto de investigación va a generar conocimientos sobre el comportamiento sísmico de las edificaciones con sistemas de Muros de Ductilidad Limitada aplicando la norma E030-2016 y la Norma Chilena 433-2012.

De acuerdo a esté proyecto de investigación, se van a despejar las dudas sobre el comportamiento sísmico de una edificación con Sistema de Muros de Ductilidad Limitada aplicando las dos normas, lo que generaría sí la norma Chilena es mas resistente, la NTP E030-2016 pueda adoptar algunos parámetros de diseño para la mejora del comportamiento sísmico en construcciones futuras.

3.2 Nivel de Investigación

El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con el que se aborda un fenómeno o un evento en estudio.

El nivel de investigación es descriptivo ya que se va evaluar y calcular el comportamiento sísmico de acuerdo a las dos normas y obtener resultados para consecutivamente ser comparados.

3.3 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es no experimental porque se trata de variables fijas por ser normas de diseño sismorresistente que no sufrirán cambio alguno.

El diseño de investigación utiliza más de una variable como son los parámetros sísmicos de zonificación, parámetro de sitio, coeficiente de amplificación sísmica y el coeficiente de reducción sísmica.

3.4 Caso de Investigación

Para el proyecto de tesis, se tomará edificaciones con sistema de Muros de Ductilidad Limitada en la ciudades de Lima y Santiago de Chile. Las edificaciones son de categoría de tipo común porque se trata de viviendas en los dos casos.

Lima es la capital del Perú y Santiago la capital de Chile, a continuación en la figura 3 y 4 se muestra el mapa geográfico detallando la ubicación de cada ciudad.



Figura N°3: Mapa geográfico de Lima

Fuente: Google Maps



Figura N°4 : Mapa geografico de Santiago de Chile

Fuente : Google Maps

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Descripción del Proyecto

El proyecto tiene como nombre “ Ciudad del sol Collique” , es un proyecto de interés social (Programa Nuevo Crédito mi Vivienda) , es de uso para viviendas multifamiliares (Ver figura N°5).



Figura N°5: Descripción del Proyecto

Fuente : Elaboración Propia

a. Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en la calle Collique – Comas , provincia y departamento de Lima (Ver figura N°6).

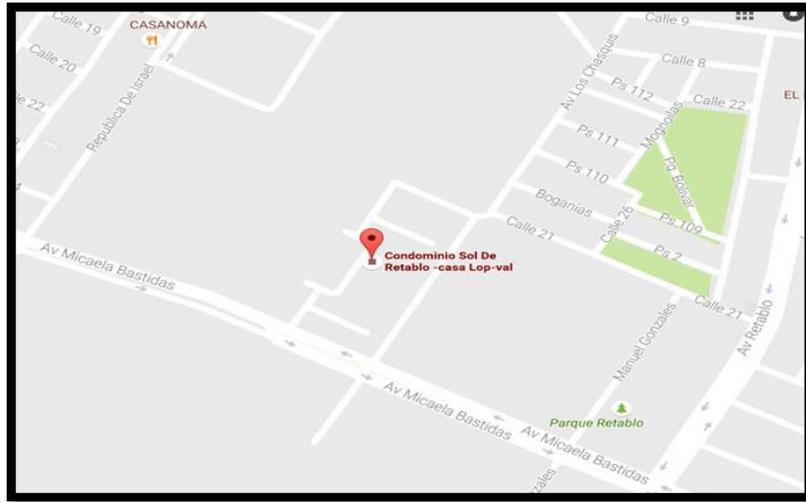


Figura N°6: Ubicación del Proyecto

Fuente : Google Maps

El proyecto se ha trabajado bajo las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, los parámetros urbanísticos y edificatorios de la municipalidad distrital de Comas.

b. Terreno

El terreno tiene como presión admisible o capacidad portante un valor de 4200 kg/ cm² dato obtenido en 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, esta presión se obtiene aplicando un coeficiente de seguridad, impuesto por las normas técnicas de edificación, a la carga de rotura del terreno.

c. Altura de la Edificación

El proyecto contempla una edificación con Muros de Ductilidad Limitada de 8 pisos, siendo la altura de entrepiso 2.40 metros (Ver tabla N°19).

Tabla N°19: Descripción de alturas por pisos

Piso	Altura (m)	Altura acumulada (m)
Piso 1	2.40	2.40
Piso 2	2.40	4.80
Piso 3	2.40	7.20
Piso 4	2.40	9.60
Piso 5	2.40	12.00
Piso 6	2.40	14.40
Piso 7	2.40	16.80
Piso 8	2.40	19.20
Total de altura de pisos (m)		19.20

Fuente : Elaboración Propia

d. Área del Proyecto

El Edificio “Ciudad del Sol de Collique” se desarrolla sobre un área de terreno de 583.20 m². El área total techada es de distribuida de 1 al 8 piso 497.80 m².

Tabla N°20: Área por pisos del proyecto

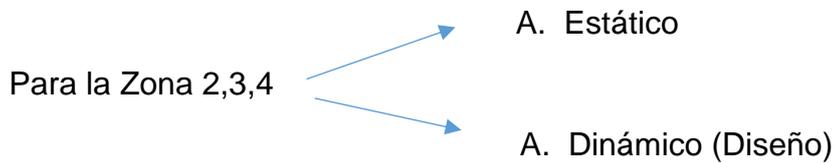
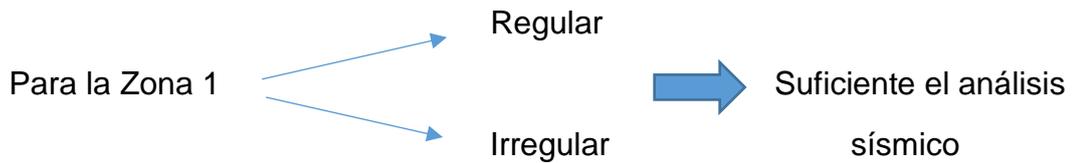
Piso	Area
Piso 1	497.8
Piso 2	497.8
Piso 3	497.8
Piso 4	497.8
Piso 5	497.8
Piso 6	497.8
Piso 7	497.8
Piso 8	497.8

Fuente : Elaboración Propia

4.2 Análisis Sísmico Estático

El análisis sísmico representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel.

La fuerza sísmica se aplica en el centro de masa.



4.2.1 Análisis Sísmico Estático NTP E030-2016

Características Sísmicas del Proyecto

a. Zonificación

FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

$$Z=0.45$$

b. Parámetros de Sitio

Perfil tipo : S1

$T_p =$	0.4
$T =$	0.32
$T_L =$	2.5

c. Categoría del Edificio

Categoría : Común "C" U= 1.00

d. Coeficiente Básico de Reducción Sísmica

Categoría : Concreto Armado $R_0= 4.00$

e. Restricciones de Irregularidades

No se permiten irregularidades extremas por estar ubicado en la Zona 4 y ser de categoría común.

f. Factores de Irregularidad

Para cada irregularidad existe un valor, por lo que se toma el menor en el caso de irregularidad en planta e irregularidad en altura.

Tabla N°21 : Irregularidades en altura

IRREGULARIDAD EN ALTURA	la	CONCLUSIÓN
RIGIDEZ - PISO BLANDO	0.75	la=0.75
RESISTENCIA - PISO DÉBIL	1	
EXTREMA DE RIGIDEZ	0.5	
EXTREMA DE RESISTENCIA	1	
MASA O PESO	1	
GEOMETRÍA VERTICAL	1	
DISCONTINUIDAD EN LOS SISTEMAS RESISTENTES	1	
DISCONTINUIDAD EXTREMA DE LOS SISTEMAS RESISTENTES	1	

Fuente : Elaboración Propia

Tabla N°22: Irregularidades en Planta

IRREGULARIDAD EN PLANTA	lp	CONCLUSIÓN
TORSIONAL	1	lp=1.0
TORSIONAL EXTREMA	1	
ESQUINAS ENTRANTES	1	
DISCONTINUIDAD DE DIAFRAGMA	1	
SISTEMAS NO PARALELOS	1	

Fuente: Elaboración Propia

g. Coeficiente de Reducción Sísmica

Si es Regular $R = R_0$

Si es Irregular $R = R_0 * I_a * I_p$

$$R = 4 * 0.75 * 1$$

$$R = 3$$

Análisis Estático del Proyecto

h. Periodo Fundamental

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

$$T = \frac{19.2}{60} = 0.32$$

Datos:

$$h_n = \text{Altura de entrepiso} = 19.20$$

Ct	35	Pórtico
Ct	45	Dual
Ct	60	Muros Estructurales y MDL

$$T = 0.32 \text{ segundos}$$

i. Coeficiente de Amplificación Sísmica

Periodo "Tp" y "TL"				
	Perfil de Suelo			
	S0	S1	S2	S3
	Roca dura	Suelo muy rígidos	Suelos intermedios	Suelos Blandos
Tp	0.3	0.4	0.6	1.0
TL	3.0	2.5	2.0	1.6

$$\begin{aligned} T_p &= 0.4 \\ T &= 0.32 \\ T_L &= 2.5 \end{aligned}$$

$T < T_p$	$C = 2.50$	C	2.5
$T_p < T < T_L$	$C = 2.50 * (T_p/T)$	C	3.125
$T > T_L$	$C = 2.50 * (T_p * T_L)/T^2$	C	24.41

$$C = 2.5$$

j. Fuerza Cortante en la Base

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

Datos:

Z	0.45
U	1
C	2.5
S	1
R	3
PESO SÍSMICO	2842.83

$$V = 1066.06 \text{ Toneladas}$$

Comprobando :

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

$$C/R = 0.83 \quad \text{Cumple}$$

k. Fuerza Sísmica

Piso	Peso de la Edificación	
Piso 1	398.24	Tn
Piso 2	398.24	Tn
Piso 3	359.49	Tn
Piso 4	359.49	Tn
Piso 5	359.49	Tn
Piso 6	359.49	Tn
Piso 7	359.49	Tn
Piso 8	248.90	Tn

$$\text{Peso total de la Edificación} \quad 2842.83 \text{ Tn}$$

$$\alpha_i = \frac{P_i * h_i^k}{\sum_{i=1}^n P_i * h_i^k}$$

$$F_i = \alpha_i * V$$

$$T = 0.32$$

T <= 0.50 SEG	K = 1	K = 1
T >= 0.50 SEG	K = (0.75+0.5T) <= 2.00	K = 0.91

$$k = 1$$

Cálculo de la Fuerza Sísmica

Tabla N°23: Distribución de fuerza sísmica en el proyecto NTP E030

Piso	P(ton)	P*hi	P*hi acumulado	α_i	Fi (Ton)
Piso 1	398.24	955.78	955.78	0.033	34.88
Piso 2	398.24	1911.55	2867.33	0.065	69.75
Piso 3	359.49	2588.33	5455.66	0.089	94.45
Piso 4	359.49	3451.1	8906.76	0.118	125.93
Piso 5	359.49	4313.88	13220.64	0.148	157.41
Piso 6	359.49	5176.66	18397.3	0.177	188.89
Piso 7	359.49	6039.43	24436.73	0.207	220.38
Piso 8	248.9	4778.88	29215.61	0.164	174.38

Fuente:Elaboración Propia.

Modelamiento Estructural del Edificio

“Ciudad del Sol Collique”

El proyecto ha sido modelado con el apoyo de los programas AutoCAD 2016 y Etabs 2015 de la siguiente manera.

Se realizó la malla en el programa AutoCAD 2016 solo colocando líneas continuas que atraviesan los ejes de los Muros de Ductilidad Limitada (Ver figura N°7).

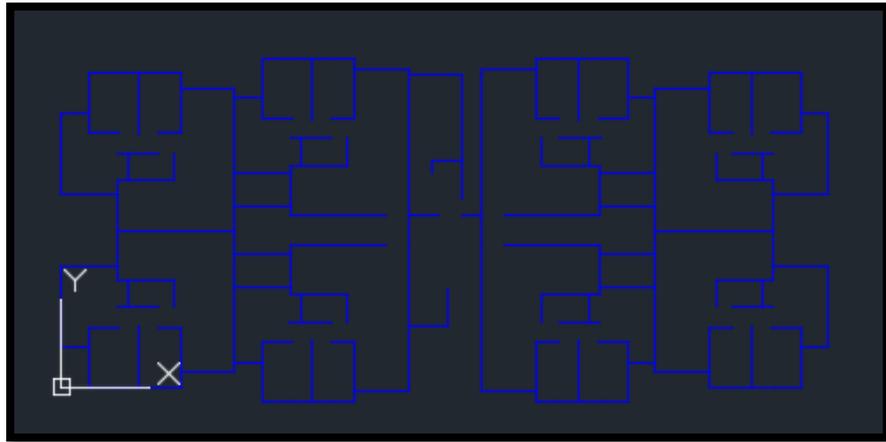


Figura N°7: Malla del Proyecto: “Edificio Sol de Collique”

Fuente : Elaboración Propia

Con el apoyo del programa ETABS 2015 se realizó la modelación del edificio “Ciudad del Sol de Collique” , colocando las fuerzas sísmicas en el centro de masa por cada piso, y así obtener los desplazamientos en cada nivel, en la figura N°8,9 y 10 se muestra el edificio modelado.

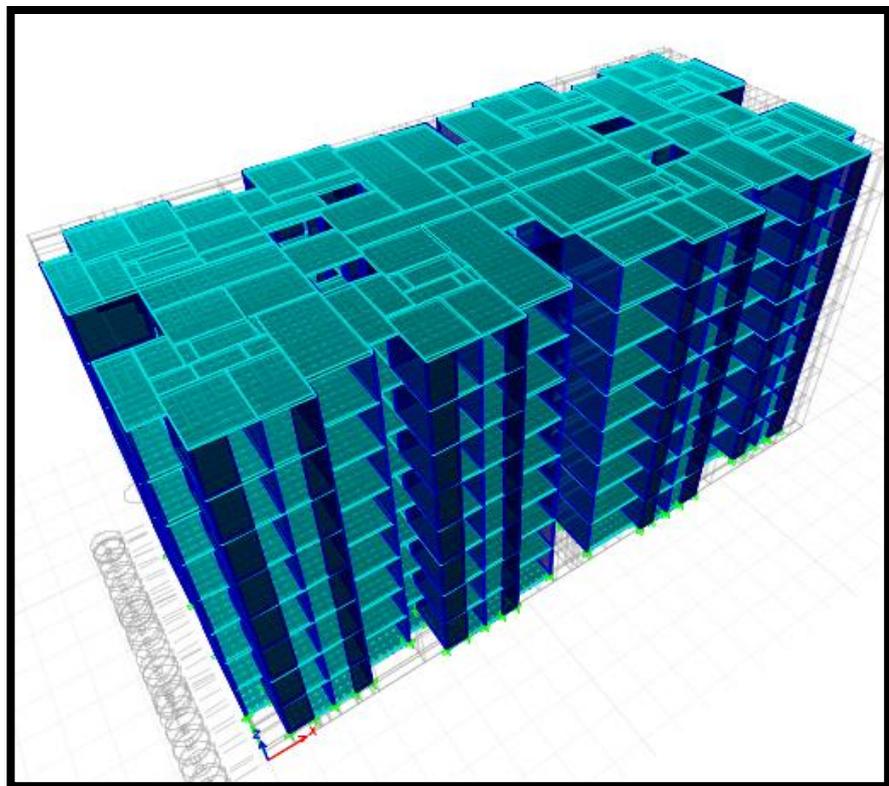


Figura N°8: Modelacion del Edificio 1

Fuente: Elaboración propia

Para hacer posible esta modelación del edificio “Ciudad del Sol de Collique”, fue necesario tener los planos de estructuras para poder así ingresar todas las dimensiones de los elementos estructurales.

- Muros de Ductilidad Limitada
- Losas

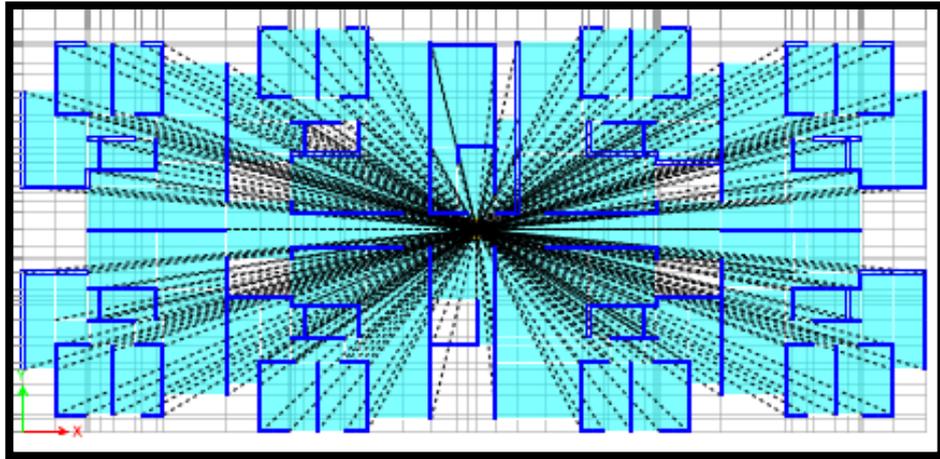


Figura N°9: Modelación del Edificio en Planta

Fuente: Elaboración Propia

En la modelación se considero las cargas sísmicas en los dos sentidos X e Y tanto estáticas como dinámicas, las cargas super Dead y la sobrecarga, en nuestro caso fue una sobrecarga de 0.2 Tn/m² en los primeros siete pisos y una sobrecarga de 0.1 ton/m² en el octavo piso.

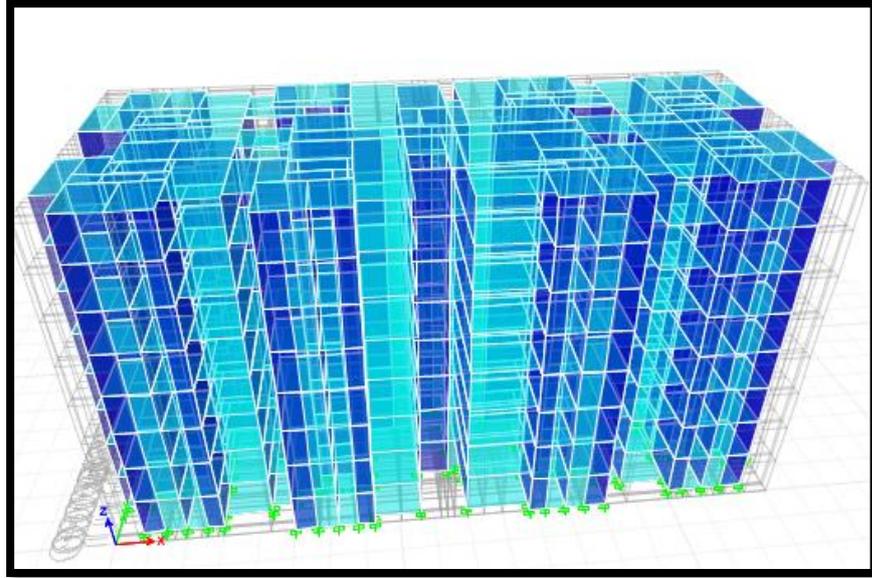


Figura N°10: Modelacion del Edificio 2

Fuente: Elaboracion Propia

I. Control de Derivas

Tabla N°24: Control de derivas Sismo "X"

PISO	ALTURA	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
	(m)	"X" [m]		
Piso 1	2.4	0.005081	0.002117	SI
Piso 2	2.4	0.00174	-0.001392	SI
Piso 3	2.4	0.003271	0.000637	SI
Piso 4	2.4	0.005029	0.0000733	SI
Piso 5	2.4	0.006883	0.0000773	SI
Piso 6	2.4	0.008738	0.0000723	SI
Piso 7	2.4	0.010525	0.0000745	SI
Piso 8	2.4	0.012219	0.0007058	SI

Fuente : Elaboración Propia

Tabla N°25: Control de derivas Sismo "Y"

PISO	ALTURA	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
	(m)	"Y" [m]		
Piso 1	2.4	0.000061	0.00002541	SI
Piso 2	2.4	0.0002	0.0000579	SI
Piso 3	2.4	0.000358	0.0000658	SI
Piso 4	2.4	0.000529	0.0000713	SI
Piso 5	2.4	0.000713	0.0000767	SI
Piso 6	2.4	0.000904	0.0000796	SI
Piso 7	2.4	0.001097	0.0000804	SI
Piso 8	2.4	0.001288	0.0000796	SI

Fuente : Elaboración Propia

4.2.2 Análisis Sísmico Estático NCH 433-2012

Características sísmicas del Proyecto

a. Zonificación

Zona Sísmica	A ₀
1	0.2
2	0.3
3	0.4

$$A_0 = 0.3$$

b. Parámetros de Sitio

Tipo de Suelo	S	T ₀	T'	n	p
I	0.9	0.15	0.2	1	2
II	1	0.3	0.35	1.33	1.5
III	1.2	0.75	0.85	1.8	1
IV	1.3	1.2	1.35	1.8	1

$$\begin{aligned}
 S &= 1 \\
 T_0 &= 0.3 \\
 T' &= 0.35 \\
 n &= 1.33 \\
 p &= 1.5
 \end{aligned}$$

c. Categoría de la Edificación

Categoría del Edificio	I
A	1.2
B	1.2
C	1
D	0.6

$$I = 1$$

d. Coeficiente de Reducción Sísmica

Sistema Estructural	R	R _o
Muros de Ductilidad Limitada	4	4

Análisis Sísmico Estático del Proyecto

e. Coeficiente de Amplificación Sísmica

$$C = \frac{2.75 A_0}{gR} \left(\frac{T'}{T_0} \right)^n$$

A ₀	0.3
T'	0.35
T ₀	0.3
g	9.81
n	1.33
R	4

$$C = 0.253$$

f. Esfuerzo de corte Basal

$$Q_0 = C^* I^* P$$

$$Q_0 = 719.24 \text{ Ton}$$

g. Fuerza Sísmica

Tabla N°26: Fuerza Sísmica NCH 433

$$F_k = \frac{A_k P_k}{\sum_{j=1}^N A_j P_j} Q_o$$

Fuente:NCH 433-2012

Tabla N°27: Distribución de Fuerza Sísmica NCH 433-2012

Piso	P _k (ton)	P _k *A _k	P*hi acumulado	Q ₀	F _k (Ton)
Piso 1	398.24	955.78	955.78	719.24	23.53
Piso 2	398.24	1911.55	2867.33	719.24	47.06
Piso 3	359.49	2588.33	5455.66	719.24	63.72
Piso 4	359.49	3451.1	8906.76	719.24	84.96
Piso 5	359.49	4313.88	13220.64	719.24	106.2
Piso 6	359.49	5176.66	18397.3	719.24	127.44
Piso 7	359.49	6039.43	24436.73	719.24	177.76
Piso 8	248.9	4778.88	29215.61	719.24	117.65

Fuente :Elaboración Propia

Modelación Estructural NCH 433-2012

Al igual que NTP E030-2016 el proyecto ha sido modelado con el apoyo de los programas AutoCAD 2016 y Etabs 2015 de la siguiente manera.

Se realizó la malla en el programa AutoCAD 2016 solo colocando líneas continuas que atraviesan los ejes de los Muros de Ductilidad Limitada (Ver figura N°11).

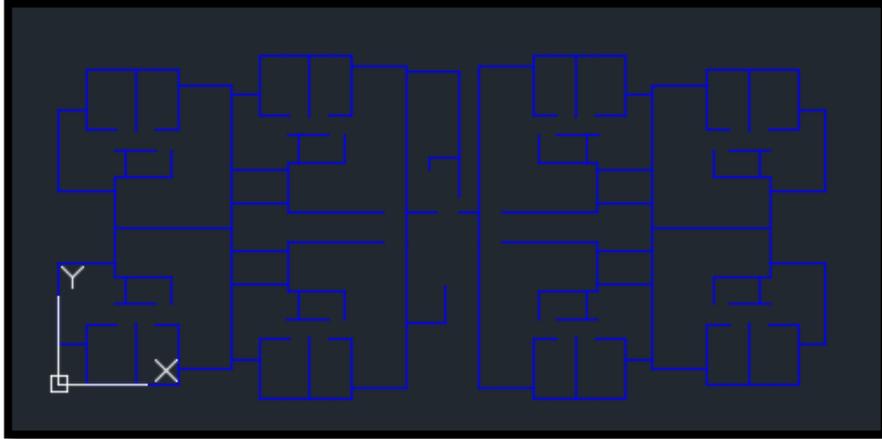


Figura N°11: Malla del Proyecto: “Edificio Santiago de Chile”

Fuente : Elaboración Propia

Con el apoyo del programa ETABS 2015 se realizó la modelación del edificio en Santiago de Chile , colocando las fuerzas sísmicas en el centro de masa por cada piso, y así obtener los desplazamientos en cada nivel. En la figura N°12 se muestra el edificio modelado

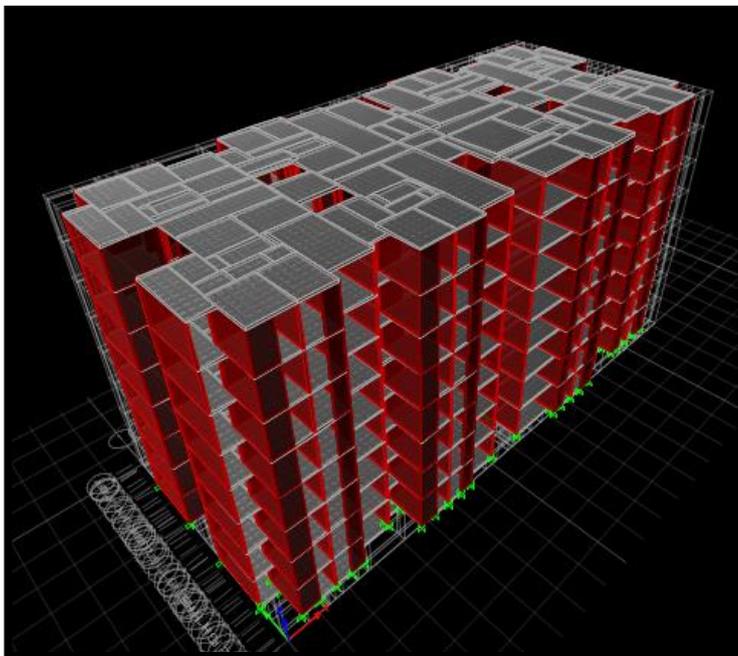


Figura N°12: Edificio modelado Santiago de Chile

Fuente: Elaboración Propia

h. Control de derivas

Tabla N°28: Derivas Sismo "X" NCH433-2012

PISO	ALTURA	Drift	Restriccion 0.002*h	CUMPLE
	(m)	"X" [m]		
Piso 1	2.4	0.000178	0.0048	SI
Piso 2	4.8	0.000363	0.0096	SI
Piso 3	7.2	0.000485	0.0144	SI
Piso 4	9.6	0.000547	0.0192	SI
Piso 5	12	0.000579	0.024	SI
Piso 6	14.4	0.000581	0.0288	SI
Piso 7	16.8	0.000563	0.0336	SI
Piso 8	19.2	0.000532	0.0384	SI

Fuente : Programa ETABS 2015

Tabla N°29: Derivas Sismo "Y" NCH 433-2012

PISO	ALTURA	Drift	Restriccion 0.002*h	CUMPLE
	(m)	"Y" [m]		
Piso 1	2.4	0.000104	0.0048	SI
Piso 2	4.8	0.000214	0.0096	SI
Piso 3	7.2	0.000291	0.0144	SI
Piso 4	9.6	0.000342	0.0192	SI
Piso 5	12	0.00037	0.024	SI
Piso 6	14.4	0.000382	0.0288	SI
Piso 7	16.8	0.000376	0.0336	SI
Piso 8	19.2	0.000363	0.0384	SI

Fuente: Programa ETABS 2015

4.3 Análisis Sísmico Dinámico

El análisis dinámico es la suma del Análisis Modal y el Análisis Espectral, este análisis nos va a determinar el periodo de vibración, porcentaje de masa participativa, desplazamiento lateral y fuerzas de diseño por sismo.

4.3.1 Análisis Dinámico NTP E030-2016

El análisis dinámico con la NTP E030-2016, nos dice que cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral.

Análisis Modal

Es el modo de vibración libre de la estructura que se determina por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

Análisis Espectral

Es la aceleración espectral con respecto a un tiempo,

En este análisis dinámico se calculó la fuerza cortante en la base, de acuerdo al coeficiente de amplificación sísmica que va variando por un análisis de diseño y del programa ETABS 2016 se obtienen los periodos y frecuencias del análisis dinámico del edificio "Ciudad del sol de Collique"

$$S_a = \frac{ZUSg}{R}$$

Z	0.45
U	1
S	1
g	9.81
T	0.32
R	3

$$S_a = 1.4715$$

Factor de Amplificación Sísmica

C	T	Sa
2.5	0	3.679
2.5	0.02	3.679
2.5	0.04	3.679
2.5	0.06	3.679
2.5	0.08	3.679
2.5	0.1	3.679
2.5	0.12	3.679
2.5	0.14	3.679
2.5	0.16	3.679
2.5	0.18	3.679
2.5	0.2	3.679
2.5	0.25	3.679
2.5	0.3	3.679
2.5	0.35	3.679

C	T	Sa
0.63	1.6	0.92
0.59	1.7	0.866
0.56	1.8	0.818
0.53	1.9	0.774
0.5	2	0.736
0.44	2.25	0.654
0.4	2.5	0.589
0.33	2.75	0.486
0.28	3	0.409
0.16	4	0.23
0.1	5	0.147
0.07	6	0.102
0.05	7	0.075
0.04	8	0.057

C	T	Sa
2.22	0.45	3.27
2	0.5	2.943
1.82	0.55	2.675
1.67	0.6	2.453
1.54	0.65	2.264
1.43	0.7	2.102
1.33	0.75	1.962
1.25	0.8	1.839
1.18	0.85	1.731
1.11	0.9	1.635
1.05	0.95	1.549
1	1	1.472
0.91	1.1	1.338
0.83	1.2	1.226
0.77	1.3	1.132
0.71	1.4	1.051
0.67	1.5	0.981

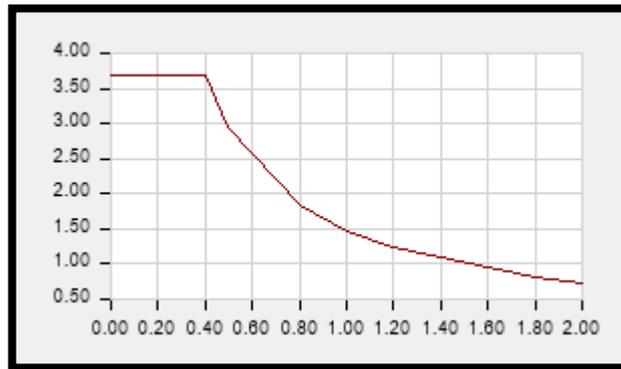


Figura N°13 : Espectro de diseño NTP E030-2016
 Fuente : Elaboración programa ETABS 2015

Periodo y Frecuencia

Tabla N°30: Período y frecuencia NTP E030-2016

PISO	PERIODO	FRECUENCIA
	(s)	hertz
Piso 1	0.237	4.219
Piso 2	0.223	4.49
Piso 3	0.214	4.669
Piso 4	0.055	18.321
Piso 5	0.052	19.405
Piso 6	0.047	21.132
Piso 7	0.026	39.071
Piso 8	0.023	44.139

Fuente :Programa ETABS 2015

Control de Distorsiones

Tabla N°31: Control de derivas Sismo "X" Dinámico

PISO	ALTURA	DRIFT	CUMPLE
	(m)	"X" [m]	
Piso 1	2.4	0.000054	SI
Piso 2	2.4	0.000108	SI
Piso 3	2.4	0.000143	SI
Piso 4	2.4	0.000164	SI
Piso 5	2.4	0.000176	SI
Piso 6	2.4	0.000176	SI
Piso 7	2.4	0.000173	SI
Piso 8	2.4	0.000163	SI

Fuente: NTP E030-2016

Tabla N°32: Control de derivas Sismo "Y" Dinámico

PISO	ALTURA	DRIFT	CUMPLE
	(m)	"X" [m]	
Piso 1	2.4	0.000159	SI
Piso 2	2.4	0.000345	SI
Piso 3	2.4	0.000476	SI
Piso 4	2.4	0.000565	SI
Piso 5	2.4	0.000615	SI
Piso 6	2.4	0.000635	SI
Piso 7	2.4	0.00063	SI
Piso 8	2.4	0.000612	SI

Fuente: NTP E030-2016

4.3.2 Análisis Dinámico NCH 433-2012

Espectro de Diseño

El espectro de diseño que determina la resistencia sísmica de la estructura está definida por:

$$S_a = \frac{IA_o\alpha}{R^*}$$

$$\alpha = \frac{1 + 4,5 \left(\frac{T_n}{T_o}\right)^p}{1 + \left(\frac{T_n}{T_o}\right)^3}$$

Espectro de Diseño NCH 433-2012

Tn	Sa
0	0.18
0.1	0.3239
0.2	0.479
0.3	0.495
0.4	0.4234
0.5	0.3416
0.6	0.2746
0.7	0.2238
0.8	0.1857
0.9	0.1567
1	0.1343
1.2	0.1025
1.5	0.0733
1.7	0.0607
2	0.0475
2.5	0.0339
3	0.0258
3.5	0.0204
4	0.0167
5	0.0119

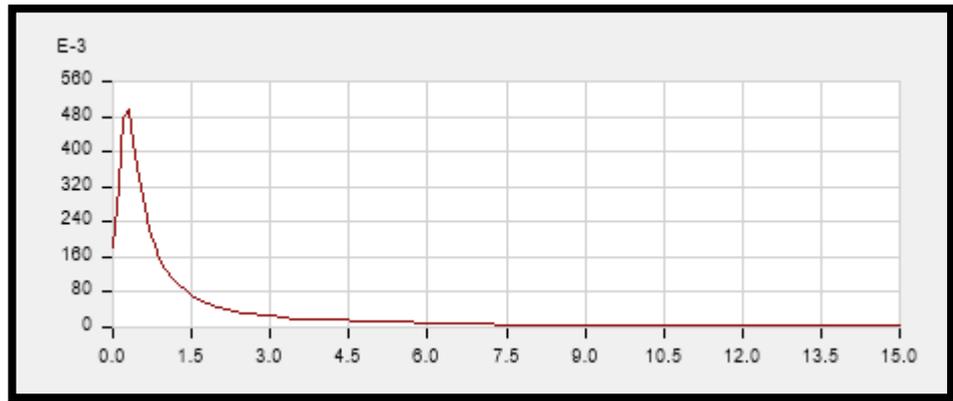


Figura N° 14: Espectro de diseño NCH 433-2012
Fuente: Programa ETABS 2015

Tabla N°33: Control de derivas Sismo "X" NCH 433-2012

PISO	ALTURA	Drift	Restriccion 0.002*h	CUMPLE
	(m)	"X" [m]		
Piso 1	2.4	0.00006	0.0048	SI
Piso 2	4.8	0.00005	0.0096	SI
Piso 3	7.2	0.000071	0.0144	SI
Piso 4	9.6	0.000079	0.0192	SI
Piso 5	12	0.000085	0.024	SI
Piso 6	14.4	0.000088	0.0288	SI
Piso 7	16.8	0.000083	0.0336	SI
Piso 8	19.2	0.000078	0.0384	SI

Fuente : Programa ETABS 2015

Tabla N°34: Contro de derivas Sismo "Y" NCH 433-2012

PISO	ALTURA	Drift	Restriccion 0.002*h	CUMPLE
	(m)	"y" [m]		
Piso 1	2.4	0.000021	0.0048	SI
Piso 2	4.8	0.000045	0.0096	SI
Piso 3	7.2	0.000068	0.0144	SI
Piso 4	9.6	0.000074	0.0192	SI
Piso 5	12	0.00008	0.024	SI
Piso 6	14.4	0.000083	0.0288	SI
Piso 7	16.8	0.000082	0.0336	SI
Piso 8	19.2	0.00008	0.0384	SI

Fuente : Programa ETABS 2016

4.4 Interpretación de Resultados

De acuerdo a las normas técnicas de diseño sismorresistente, se tiene diferentes indicadores, entre ellos el parámetro de zonificación. Este parámetro de zonificación con respecto a nuestro proyecto de tesis va a tener dos valores porque se trata de normas diferentes, de acuerdo a la NTP E030-2016 nuestro factor de zona "Z" tiene un valor de 0.45 g y para la NCH 433-2012 una aceleración efectiva "A₀" que tiene como valor 0.3 g, por lo que esta variación en los parámetros de zonificación sísmica y peligro sísmico hace que la estructura tenga un mejor desempeño sísmico, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada.

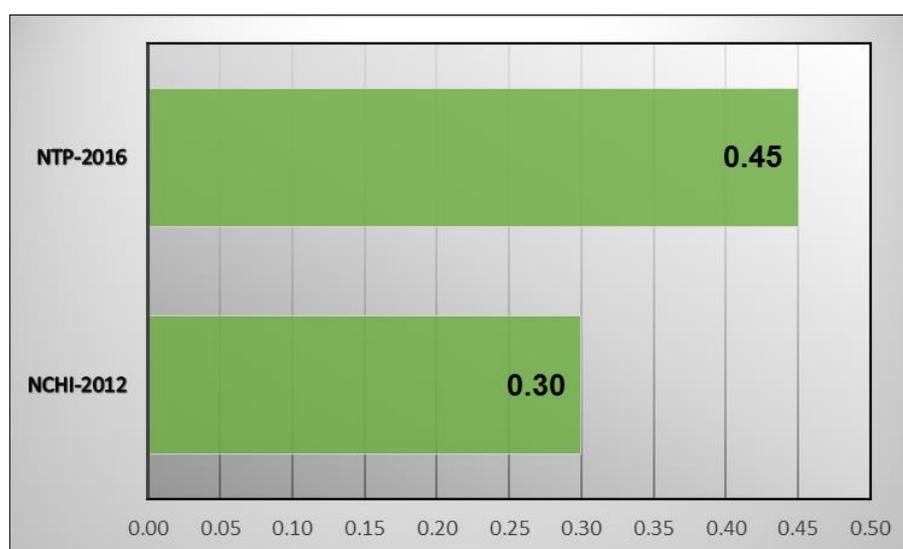


Figura N° 15: Parámetros de Zonificación
Fuente : Elaboración propia

Con respecto a los parámetros de sitio de las dos normas de diseño sismorresistente, no se acepta la hipótesis, porque el factor de suelo "S" no varía a pesar que se encuentra en dos países distintos, el factor de suelo con respecto a la NCH 433-2012 es igual a la NTP E030-2016, con un valor de $S=1$, no tiene mayor incidencia en el desempeño sísmico.

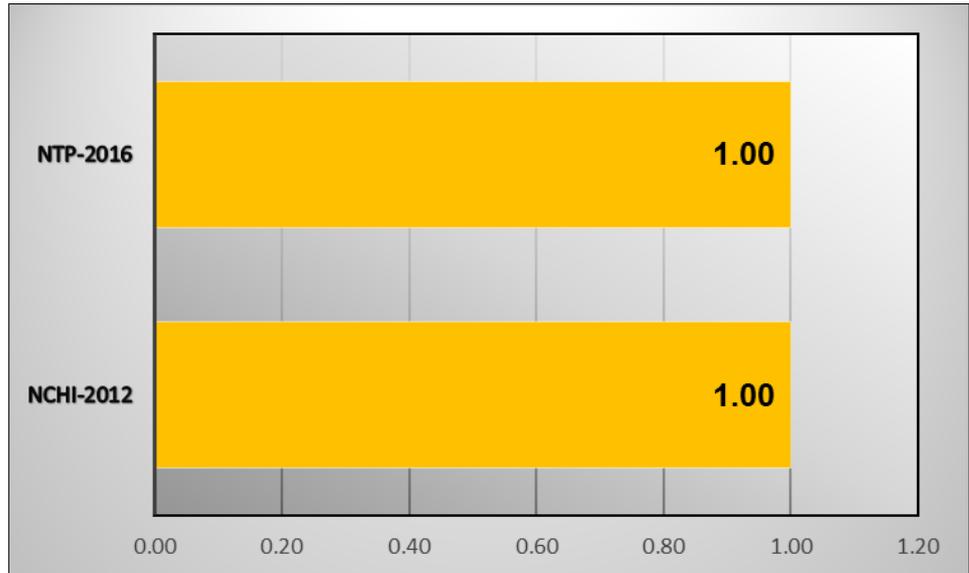


Figura N°16: Parámetros de sitio
Fuente: Elaboracion Propia

El coeficiente de amplificación sísmica tiene un factor C igual 2.5 para la NTP E030-2016 y para la NCH 433-2012 un valor de 0.253 la diferencia entre estos valores es 2.247 por lo que se puede deducir disminución de la cortante basal, se acepta la hipótesis.

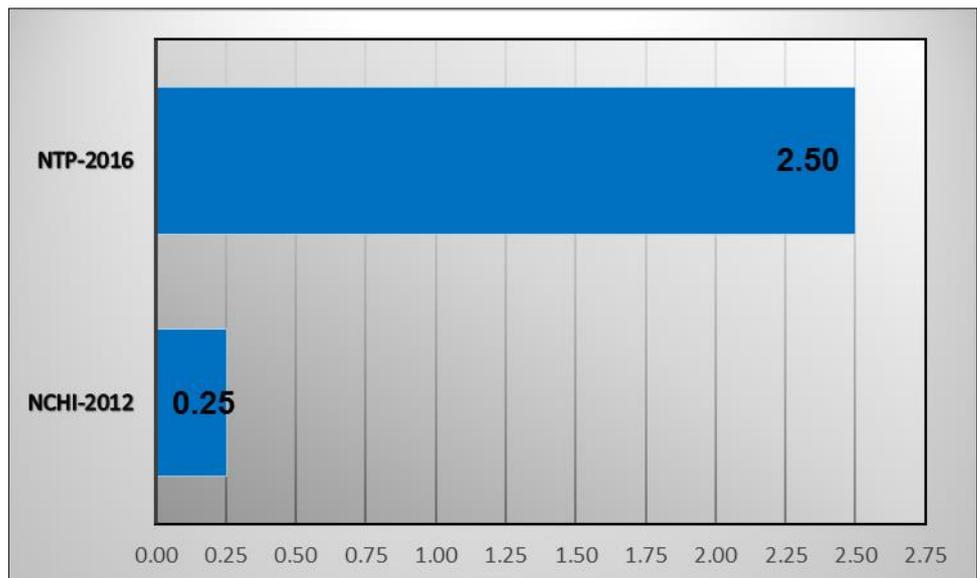


Figura N°17::Coeficiente de Amplificación Sísmica
Fuente: Elaboración Propia

El coeficiente de reducción sísmica varía de acuerdo a los factores de irregularidad, obteniendo como resultado un “R” para NTP E030-2016 que es igual a 3 y para NCH 433-2012 un valor de 4 por lo que este cambio hace que la estructura tenga mayor incidencia en la obtención de la cortante basal.

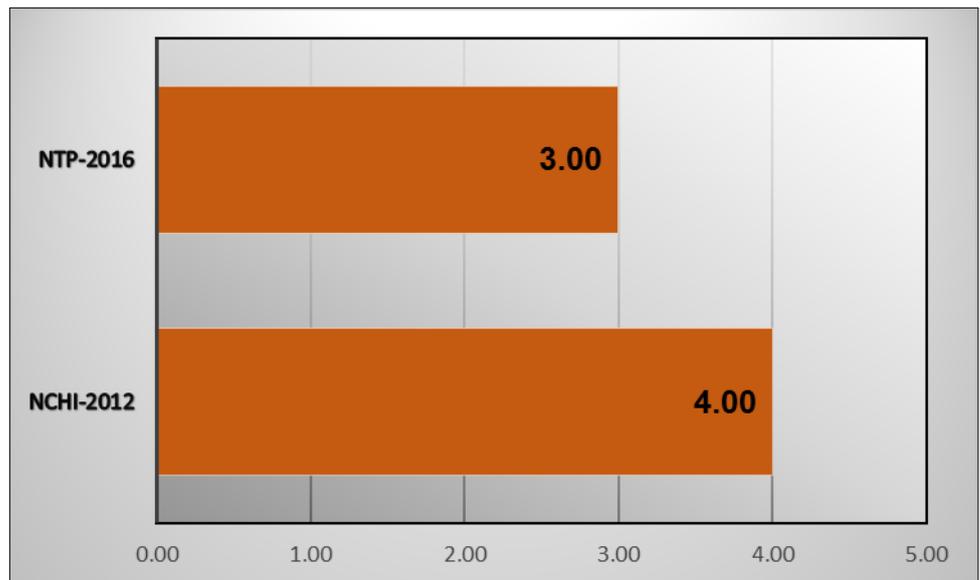


Figura N°18: Coeficiente de reducción Sísmica

La cortante basal (V) para la NTP E030-2016 se obtiene bajo el cálculo de los indicadores del proyecto como son el factor de zona, el tipo de suelo, el coeficiente de amplificación sísmica y el factor de reducción sísmica, se obtuvo como resultado una cortante de 1066.06 toneladas, para NCH 433-2012 de acuerdo a los mismos indicadores se obtuvo un valor en la cortante basas “Q” de 719.24 toneladas, en lo que se encuentra una diferencia de 286.82 toneladas.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 DISCUSIÓN

Con respecto a los parámetros de zonificación se observa que la norma chilena 433-2012 tiene un valor mas reducido en el factor de zona con respecto a la NTP E030-2016, esté factor de zona “Z” varia de acuerdo a la zona y peligro sísmico en la que se encuentra la edificación. En el proyecto de investigación se tiene dos edificaciones ubicados en dos países diferentes es por eso que existe una diferencia en el factor de zona que intervendrá en el cálculo de la cortante basal.

La ubicación del proyecto se encuentra ubicado en dos países diferentes como es Chile y Perú, sin embargo el parámetro de sitio que corresponde a cada uno de ellos es igual, tienen un valor de factor de suelo $S=1$, este factor no afectará en la cortante basal.

Las normas de diseño sismorresistente proporcionan un método de cálculo del coeficiente de amplificación sísmica para cada norma , en el caso de la NTP E030-2016 el coeficiente amplificación sísmica nos salio 2.5 y en la NCH 433-2012 nos salió un valor de 0.253, esto significa que la cortante basal será menor en la NCH 433-2012.

El coeficiente de reducción sísmica depende del sistema de cada proyecto, en esté proyecto de tesis el sistema estructural empleado con las dos normas es de Muros de Ductilidad Limitada, en el caso de la NTP E030-2016 se tiene un factor de reducción básico “ R_0 ” igual a 4 el cual se ve afectado por factores de irregularidad tanto en planta como en altura obteniendo un factor de reducción Sísmica “R” igual a 3, en el caso de NCH 433-2012 se tiene un factor de reducción sísmica “R” igual a 4, esta diferencia tendrá efecto en el cálculo de la cortante basal.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo al control de distorsiones, la NTP E030-2016 cumple con el límite del control de distorsiones, teniendo un valor máximo 0.002717 menor que el límite de 0.005, la Nch 433-2012 también cumple con el control de distorsiones con un valor máximo de 0.0006 menor que el límite 0.002 por la altura de entrepiso. La NTP E030-2016 es el 54 % y la Nch 433-2012 es el 30 % del control de distorsión por lo cual la Nch 433-2012 tendrá un mejor comportamiento sísmico, se acepta la hipótesis de investigación.
2. El parámetro de zonificación de la NTP E030-2016 tiene un valor de $z_4 = 0.45$ g y para la Nch 433-2012 un valor de $z_2 = 0.30$ g, por lo que se tendrá mayor peligro sísmico en la NTP E030-2016 debido a que pueden ocurrir sismos de mayor intensidad, se acepta la hipótesis de investigación.
3. En el proyecto de investigación los parámetros de sitio no sufren incremento entre las dos normas, por tanto no habrá incremento en la cortante basal, por consiguiente se rechaza la hipótesis de investigación.
4. El coeficiente de amplificación sísmica para Nch 433-2012 tiene un valor de 0.253 es menor a la NTP E030-2016, por tanto se tendrá menor cortante basal en la Nch 433-2012 y un mejor comportamiento sísmico, se acepta la hipótesis de investigación.
5. El Coeficiente de Reducción Sísmica en la Norma Peruana es menor que la Norma Chilena por tanto la fuerza cortante es mayor en la Norma Peruana eso nos da una mayor seguridad en nuestras edificaciones, esto debido que en la Norma Chilena 433-2012 no presenta irregularidades.

6. Se cumplieron de manera amplia las derivas máximas en los pisos, el cual es uno de los requisitos más importantes, debido a la gran rigidez que aportan los muros en ambas direcciones.
7. El programa Etabs permitió optimizar los resultados del análisis sísmico debido a las iteraciones sucesivas que se realizaron para llegar a mejores resultados en un periodo corto de tiempo.
8. Se establece que los parámetros de diseño sismorresistente de la Norma Chilena 433-2012 son más rigurosos que la Norma Peruana E030-2016 ante la eventualidad de sismos severos mayores a 8 grados de intensidad en la escala Mercalli Modificada.
9. Finalmente llegar a incluir algunos parámetros de diseño como son, reducir el valor del factor de zona, el coeficiente de amplificación sísmica, para obtener una fuerza cortante menor y un desplazamiento menor.

RECOMENDACIONES

1. Realizar la inclusión de algunos parámetros de diseño sismorresistente de la Norma chilena 433-2012 en la Norma Peruana E030-2016, ya que en nuestro proyecto de edificación de muros de ductilidad limitada pudimos comprobar que dan mejor un desempeño sísmico ante sismos severos de gran magnitud, por tanto protegerá las vidas humanas y existirán menos daños materiales.
2. Cada vez que ocurra un sismo de gran magnitud en nuestro territorio debemos reevaluar y rediseñar las normas peruanas como lo realizó Chile después de su terremoto en el 2010 modificando su Norma Chilena 433-2009 en el año 2012 para atenuar la vulnerabilidad del comportamiento sísmico.
3. Elaborar y realizar la correcta ejecución y el cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas de las edificaciones de muros de ductilidad limitada a los profesionales quienes están involucrados en el proyecto directamente en obra.

ANEXOS

ANEXO 1: CALCULOS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL LINEAL.....	70
ANEXO 2: PLANOS DEL PROYECTO.....	84

ANEXO 1
CÁLCULOS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL LINEAL

ANEXO I

Cálculos del análisis estructural lineal

1. Cálculos del edificio Sol Collique.

NORMA E030-2016

ANÁLISIS ESTRUCTURAL SEGÚN LA NORMA E030-2016

1. Zonificación

Zona: 4 Z=0.45

2. Parámetros de Sitio

Perfil tipo : S1

$T_p =$	0.4
$T =$	0.32
$T_L =$	2.5

3. Categoría del Edificio

Categoría : Común "C" U= 1.00

4. Coeficiente Básico de Reducción Sísmica

Categoría : Concreto Armado R0= 4.00

5. Restricciones de Irregularidades

No se permiten irregularidades extremas por estar ubicado en la Zona 4 y ser de categoría común.

6. Factores de Irregularidad

IRREGULARIDAD EN ALTURA	la	CONCLUSIÓN
RIGIDEZ - PISO BLANDO	0.75	la=0.75
RESISTENCIA - PISO DÉBIL	1	
EXTREMA DE RIGIDEZ	0.5	
EXTREMA DE RESISTENCIA	1	
MASA O PESO	1	
GEOMETRÍA VERTICAL	1	
DISCONTINUIDAD EN LOS SISTEMAS RESISTENTES	1	
DISCONTINUIDAD EXTREMA DE LOS SISTEMAS RESISTENTES	1	

IRREGULARIDAD EN PLANTA	lp	CONCLUSIÓN
TORSIONAL	1	lp=1.0
TORSIONAL EXTREMA	1	
ESQUINAS ENTRANTES	1	
DISCONTINUIDAD DE DIAFRAGMA	1	
SISTEMAS NO PARALELOS	1	

7. Coeficiente de Reducción Sísmica

Si es Regular $R = R_0$

Si es Irregular $R = R_0 * I_a * I_p$

$$R = 4 * 0.75 * 1$$

$$R = 3$$

I. Análisis Estático Según NTP E030-2016

1. Periodo Fundamental

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

$$T = \frac{19.2}{60} = 0.32$$

Datos:

$$h_n = \text{Altura de entrepiso} = 19.20$$

Ct	35	Pórtico
Ct	45	Dual
Ct	60	Muros Estructurales y MDL

$$T = 0.32 \text{ segundos}$$

2. Coeficiente de Amplificación Sísmica

Periodo "Tp" y "TL"				
	Perfil de Suelo			
	S0	S1	S2	S3
	Roca dura	Suelo muy rígidos	Suelos intermedios	Suelos Blandos
Tp	0.3	0.4	0.6	1.0
TL	3.0	2.5	2.0	1.6

$$\begin{aligned} T_p &= 0.4 \\ T &= 0.32 \\ T_L &= 2.5 \end{aligned}$$

$T < T_p$	$C = 2.50$	C	2.5
$T_p < T < T_L$	$C = 2.50 * (T_p/T)$	C	3.125
$T > T_L$	$C = 2.50 * (T_p * T_L) / T^2$	C	24.41

$$C = 2.5$$

3. Fuerza Cortante en la Base

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

Datos:

Z	0.45
U	1
C	2.5
S	1
R	3
PESO SÍSMICO	2842.83

$$V = 1066.06 \text{ Toneladas}$$

Comprobando :

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

$$C/R = 0.83 \quad \text{Cumple}$$

4. Fuerza Sísmica

Piso	Peso de la Edificación	
Piso 1	398.24	Tn
Piso 2	398.24	Tn
Piso 3	359.49	Tn
Piso 4	359.49	Tn
Piso 5	359.49	Tn
Piso 6	359.49	Tn
Piso 7	359.49	Tn
Piso 8	248.90	Tn

$$\text{Peso total de la Edificación} \quad 2842.83 \text{ Tn}$$

$$\alpha_i = \frac{P_i * h_i^k}{\sum_{i=1}^n P_i * h_i^k}$$

$$F_i = \alpha_i * V$$

$$T = 0.32$$

T <= 0.50 SEG	K = 1	K = 1
T >= 0.50 SEG	K = (0.75+0.5T) <= 2.00	K = 0.91

$$k = 1$$

Cálculo de la Fuerza Sísmica

Piso	P(ton)	P*hi	P*hi acumulado	α_i	Fi (Ton)
Piso 1	398.24	955.78	955.78	0.033	34.88
Piso 2	398.24	1911.55	2867.33	0.065	69.75
Piso 3	359.49	2588.33	5455.66	0.089	94.45
Piso 4	359.49	3451.1	8906.76	0.118	125.93
Piso 5	359.49	4313.88	13220.64	0.148	157.41
Piso 6	359.49	5176.66	18397.3	0.177	188.89
Piso 7	359.49	6039.43	24436.73	0.207	220.38
Piso 8	248.9	4778.88	29215.61	0.164	174.38

5. Control de Derivas

Control de derivas Sismo "X"

PISO	ALTURA	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
	(m)	"X" [m]		
Piso 1	2.4	0.005081	0.002117	SI
Piso 2	2.4	0.001740	-0.001392	SI
Piso 3	2.4	0.003271	0.000637	SI
Piso 4	2.4	0.005029	0.0000733	SI
Piso 5	2.4	0.006883	0.0000773	SI
Piso 6	2.4	0.008738	0.0000723	SI
Piso 7	2.4	0.010525	0.0000745	SI
Piso 8	2.4	0.012219	0.0007058	SI

Control de derivas Sismo "Y"

PISO	ALTURA	DESPLAZAMIENTO	CONTROL	CUMPLE
	(m)	"γ" [m]		
Piso 1	2.4	0.000061	0.00002541	SI
Piso 2	2.4	0.000200	0.0000579	SI
Piso 3	2.4	0.000358	0.0000658	SI
Piso 4	2.4	0.000529	0.0000713	SI
Piso 5	2.4	0.000713	0.0000767	SI
Piso 6	2.4	0.000904	0.0000796	SI
Piso 7	2.4	0.001097	0.0000804	SI
Piso 8	2.4	0.001288	0.0000796	SI

II. Análisis Dinámico Según NTP E030-2016

1. Factor de Escala

$$S_a = \frac{ZUSg}{R}$$

Z	0.45
U	1
S	1
g	9.81
T	0.32
R	3

$$S_a = 1.4715$$

2. Factor de Amplificación Sísmica

C	T	Sa
2.50	0.00	3.679
2.50	0.02	3.679
2.50	0.04	3.679
2.50	0.06	3.679
2.50	0.08	3.679
2.50	0.10	3.679
2.50	0.12	3.679
2.50	0.14	3.679
2.50	0.16	3.679
2.50	0.18	3.679
2.50	0.20	3.679
2.50	0.25	3.679
2.50	0.30	3.679
2.50	0.35	3.679

C	T	Sa
0.63	1.60	0.920
0.59	1.70	0.866
0.56	1.80	0.818
0.53	1.90	0.774
0.50	2.00	0.736
0.44	2.25	0.654
0.40	2.50	0.589
0.33	2.75	0.486
0.28	3.00	0.409
0.16	4.00	0.230
0.10	5.00	0.147
0.07	6.00	0.102
0.05	7.00	0.075
0.04	8.00	0.057

C	T	Sa
2.22	0.45	3.27
2	0.5	2.943
1.82	0.55	2.675
1.67	0.6	2.453
1.54	0.65	2.264
1.43	0.7	2.102
1.33	0.75	1.962
1.25	0.8	1.839
1.18	0.85	1.731
1.11	0.9	1.635
1.05	0.95	1.549
1	1	1.472
0.91	1.1	1.338
0.83	1.2	1.226
0.77	1.3	1.132
0.71	1.4	1.051
0.67	1.5	0.981

3. Periodo y Frecuencia

PISO	PERIODO	FRECUENCIA
	(s)	hertz
Piso 1	0.237	4.219
Piso 2	0.223	4.49
Piso 3	0.214	4.669
Piso 4	0.055	18.321
Piso 5	0.052	19.405
Piso 6	0.047	21.132
Piso 7	0.026	39.071
Piso 8	0.023	44.139



4. Control de Distorsiones

PISO	ALTURA	DRIFT	CUMPLE
	(m)	"X" [m]	
Piso 1	2.4	0.000054	SI
Piso 2	2.4	0.000108	SI
Piso 3	2.4	0.000143	SI
Piso 4	2.4	0.000164	SI
Piso 5	2.4	0.000176	SI
Piso 6	2.4	0.000176	SI
Piso 7	2.4	0.000173	SI
Piso 8	2.4	0.000163	SI

PISO	ALTURA	DRIFT	CUMPLE
	(m)	"X" [m]	
Piso 1	2.4	0.000159	SI
Piso 2	2.4	0.000345	SI
Piso 3	2.4	0.000476	SI
Piso 4	2.4	0.000565	SI
Piso 5	2.4	0.000615	SI
Piso 6	2.4	0.000635	SI
Piso 7	2.4	0.00063	SI
Piso 8	2.4	0.000612	SI

NORMA CHILENA 433-2012

ANÁLISIS ESTRUCTURAL SEGÚN LA NORMA CHI433-2012

1. Zonificación

Zona Sísmica	A ₀
1	0.2g
2	0.3g
3	0.4g

$$A_0 = 0.3g$$

2. Parámetros de Sitio

Tipo de Suelo	S	T ₀	T'	n	p
I	0.9	0.15	0.2	1	2
II	1	0.3	0.35	1.33	1.5
III	1.2	0.75	0.85	1.8	1
IV	1.3	1.2	1.35	1.8	1

$$\begin{aligned}
 S &= 1 \\
 T_0 &= 0.3 \\
 T' &= 0.35 \\
 n &= 1.33 \\
 p &= 1.5
 \end{aligned}$$

3. Categoría de la Edificación

Categoría del Edificio	I
A	1.2
B	1.2
C	1
D	0.6

$$I = 1$$

4. Coeficiente de Reducción Sísmica

Sistema Estructural	R	R _o
Muros de Ductilidad Limitada	4	4

I. Análisis Estático Según Norma CHI433-2012

1. Coeficiente de Amplificación Sísmica

$$C = \frac{2.75 A_0}{gR} \left(\frac{T'}{T_0} \right)^n$$

A ₀	0.3
T'	0.35
T ₀	0.3
g	9.81
n	1.33
R	4

$$C = 0.253$$

2. Esfuerzo de corte Basal

$$Q_0 = C^* I^* P$$

$$Q_0 = 719.24 \text{ on}$$

3. Fuerza Sísmica

$$F_k = \frac{A_k P_k}{\sum_{j=1}^N A_j P_j} Q_0$$

Piso	A _k	P _k (ton)	P _k *A _k	P*hi acumulado	Q ₀	F _k (Ton)
Piso 1	2.4	398.24	955.78	955.78	719.24	23.53
Piso 2	4.8	398.24	1911.55	2867.33	719.24	47.06
Piso 3	7.2	359.49	2588.33	5455.66	719.24	63.72
Piso 4	9.6	359.49	3451.1	8906.76	719.24	84.96
Piso 5	12	359.49	4313.88	13220.64	719.24	106.20
Piso 6	14.4	359.49	5176.66	18397.3	719.24	127.44
Piso 7	16.8	359.49	6039.43	24436.73	719.24	177.76
Piso 8	19.2	248.9	4778.88	29215.61	719.24	117.65

4. Control de derivas

PISO	ALTURA	Drift	Restriccion 0.002*h	CUMPLE
	(m)	"X" [m]		
Piso 1	2.4	0.000178	0.0048	SI
Piso 2	4.8	0.000363	0.0096	SI
Piso 3	7.2	0.000485	0.0144	SI
Piso 4	9.6	0.000547	0.0192	SI
Piso 5	12	0.000579	0.024	SI
Piso 6	14.4	0.000581	0.0288	SI
Piso 7	16.8	0.000563	0.0336	SI
Piso 8	19.2	0.000532	0.0384	SI

PISO	ALTURA	Drift	Restriccion 0.002*h	CUMPLE
	(m)	"Y" [m]		
Piso 1	2.4	0.000104	0.0048	SI
Piso 2	4.8	0.000214	0.0096	SI
Piso 3	7.2	0.000291	0.0144	SI
Piso 4	9.6	0.000342	0.0192	SI
Piso 5	12	0.000370	0.024	SI
Piso 6	14.4	0.000382	0.0288	SI
Piso 7	16.8	0.000376	0.0336	SI
Piso 8	19.2	0.000363	0.0384	SI

II. Análisis Dinámico Según Norma CHI433-2012

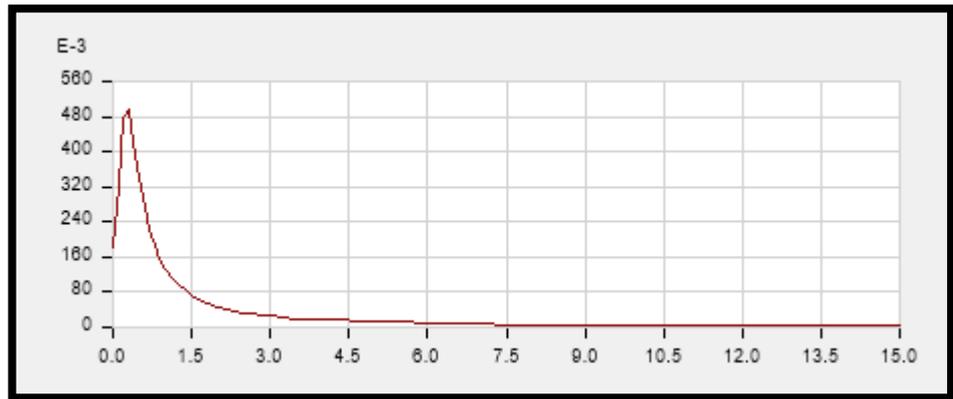
1. Espectro de Diseño

El espectro de diseño que determina la resistencia sísmica de la estructura está definida por:

$$S_a = \frac{IA_0\alpha}{R^*}$$

$$\alpha = \frac{1 + 4,5 \left(\frac{T_n}{T_o} \right)^p}{1 + \left(\frac{T_n}{T_o} \right)^3}$$

Tn	Sa
0	0.18
0.1	0.3239
0.2	0.479
0.3	0.495
0.4	0.4234
0.5	0.3416
0.6	0.2746
0.7	0.2238
0.8	0.1857
0.9	0.1567
1	0.1343
1.2	0.1025
1.5	0.0733
1.7	0.0607
2	0.0475
2.5	0.0339
3	0.0258
3.5	0.0204
4	0.0167
5	0.0119



ESPECTRO DE DISEÑO NCH 433-3012

2. Control de Derivas

SISMO "Y"

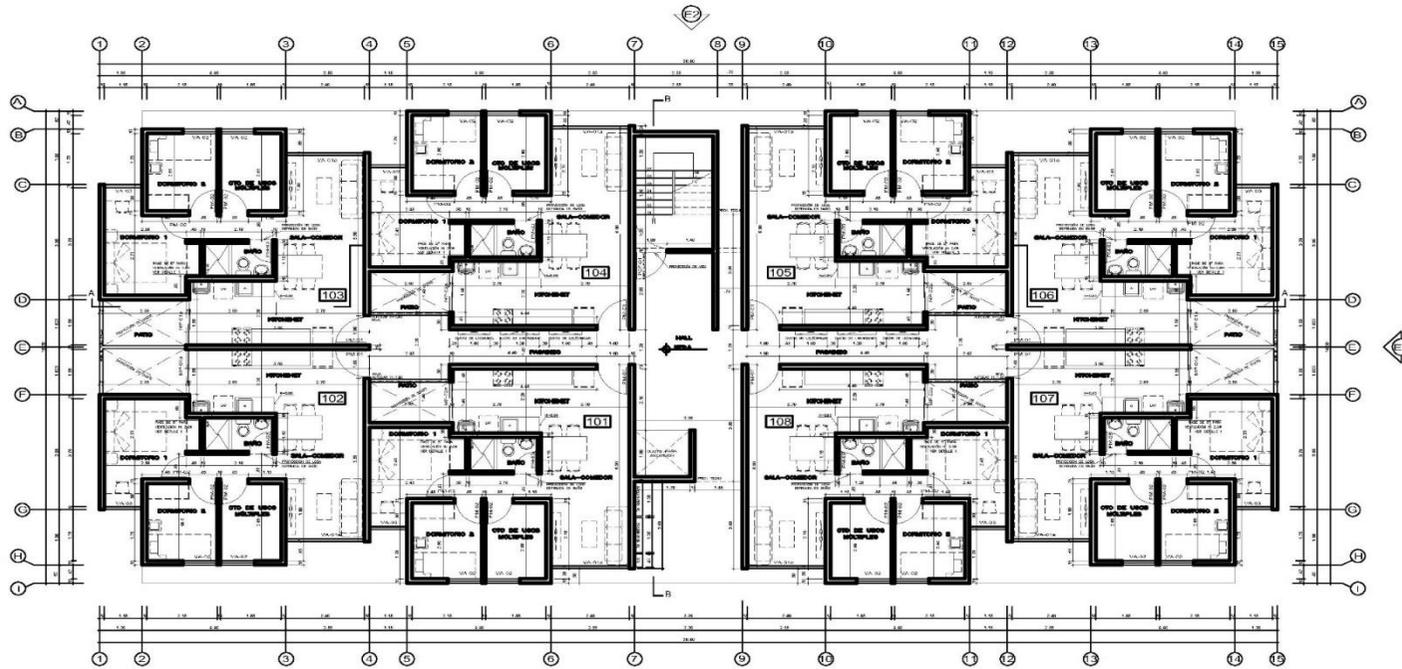
PISO	ALTURA	Drift	Restriccion 0.002*h	CUMPLE
	(m)	"X" [m]		
Piso 1	2.4	0.00006	0.0048	SI
Piso 2	4.8	0.00005	0.0096	SI
Piso 3	7.2	0.000071	0.0144	SI
Piso 4	9.6	0.000079	0.0192	SI
Piso 5	12	0.000085	0.024	SI
Piso 6	14.4	0.000088	0.0288	SI
Piso 7	16.8	0.000083	0.0336	SI
Piso 8	19.2	0.000078	0.0384	SI

SISMO "X"

PISO	ALTURA	Drift	Restriccion 0.002*h	CUMPLE
	(m)	"y" [m]		
Piso 1	2.4	0.000021	0.0048	SI
Piso 2	4.8	0.000045	0.0096	SI
Piso 3	7.2	0.000068	0.0144	SI
Piso 4	9.6	0.000074	0.0192	SI
Piso 5	12	0.00008	0.024	SI
Piso 6	14.4	0.000083	0.0288	SI
Piso 7	16.8	0.000082	0.0336	SI
Piso 8	19.2	0.00008	0.0384	SI

ANEXO 2
PLANOS DEL PROYECTO

ANEXOS II (PLANOS DEL PROYECTO)



1er PISO
EDIFICIO TIPO TECHO PROPIO - 8 DEPARTAMENTOS SIN BALCÓN



DETALLE 1
VENTILACION DE BAÑOS
ESC: 1/5

CUADRO DE VANOS - PUERTAS Y MAMPARAS				
UBICACIÓN	VANO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR
PISO 1 a B	PM-01	1.00	2.30	---
PISO 1 a B	PM-02	0.85	2.30	---
PISO 1 a B	PM-03	0.75	2.30	---
PISO 1	PM-04	1.00	2.10	---
PISO 1 a B	PM-05	1.00	2.10	---
PISO 1 a B	PM-06	1.00	2.30	---
PISO 1	PM-07	1.00	2.30	---
PISO 1	PM-08	1.30	2.30	---
PISO 1	PM-09	1.40	2.30	---
PISO 1	PM-10	1.30	1.30	---
AZOTEA	Z-01	1.30	1.30	---

CUADRO DE VANOS - VENTANAS				
UBICACIÓN	VANO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR
PISO 1 a B	VA-01	2.40	1.15	1.15
PISO 1 a B	VA-02	2.45	1.15	1.15
PISO 1 a B	VA-03	1.05	1.15	1.15
PISO 1 a B	VA-04	1.15	1.15	1.15
PISO 1 a B	VA-05	1.20	1.15	1.15
PISO 1	VA-06	1.15	1.15	1.15
PISO 1 a B	VA-07	1.40	1.15	1.15
PISO 1 a B	VA-08	1.40	1.15	1.15
PISO 1 a B	VA-09	1.40	1.15	1.15
PISO 1 a B	VA-10	1.40	1.15	1.15
PISO 1	VA-11	0.80	0.80	1.40
PISO 1	VA-12	0.80	0.80	1.40
PISO 2 a B	V-01	0.30	0.40	1.85

LEYENDA DE VANOS	
PM	= PUERTA DE MADERA
PCF	= PUERTA CON FUEGO
PCA	= PUERTA DE MADERA CON CERRIE AUTOMÁTICO
MP	= MAMPARA PISO
MB	= MAMPARA BALCÓN
VA	= VENTANA DE ALUMINIO
V	= BLOQUE DE VIDRO

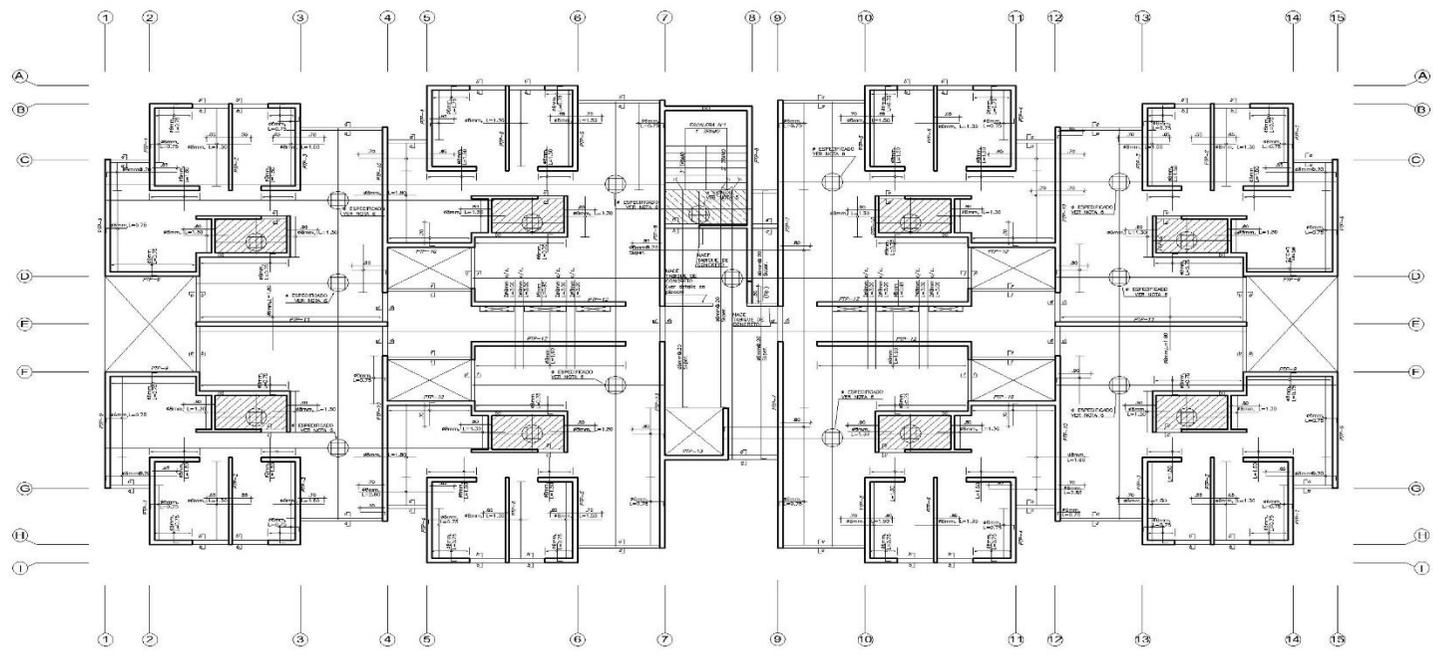
LEYENDA DE MUROS	
	MURO 0.15
	MURO 0.10

NOTAS DE CAMBIO	

NOTA: EL NIVEL 'A' ES REFERENCIAL, SE DEFINE EN PLANTA GENERAL.

CONSORCIO DHMONT & CG&M S.A.C.			
PROYECTO:	CLIENTE:	UBICACIÓN:	FECHA:
AV. DEBELLE CASTRO AV. SAN VICENTE	AV. VERONICA WILCHER AV. VICTORIO GONZALEZ	PROYECTO NUEVO CENTRO DE VENTURA	2017
PROYECTISTA:	PROYECTISTA:	PROYECTISTA:	PROYECTISTA:
CONSORCIO DHMONT & CG&M	CONSORCIO DHMONT & CG&M	CONSORCIO DHMONT & CG&M	CONSORCIO DHMONT & CG&M
2017 JUNIO	2017 JUNIO	2017 JUNIO	2017 JUNIO
PROYECTISTA	PROYECTISTA	PROYECTISTA	PROYECTISTA
PLANET 3D	PLANET 3D	PLANET 3D	PLANET 3D

A-01

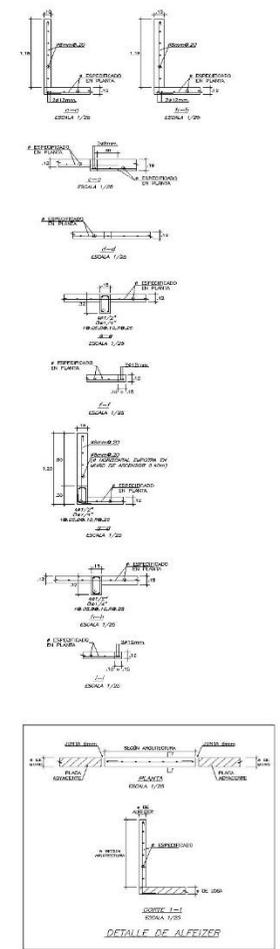


ENCORRADO DEL PRIMER AL SEGUNDO PISO — EDIFICIO "TECHO PROPIO" (TP)

LOSA MACIZA $t=0.12$
 LAMA METALICA $t=0.10$
 TUBOS METALICOS $\phi=1.50$
 SERRANQUICIA = 2000 kg/m²
 EMBASA 1/20"

NOTAS:

1. LAS MEDIDAS INDICADAS EN ESTA PLANTA SON REFERENCIALES. EL TRAZADO SE HARA CON LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.
2. TODOS LOS ALFIZERES TENDRAN RETENEDOR DE 40mm x 40mm. TANTO VERTICAL Y HORIZONTAL. TODOS LOS BALANCINES SON ϕ 8mm ϕ 0.20m. A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO.
3. TODOS LOS ALFIZERES TENDRAN RETENEDOR DE 40mm x 40mm. TANTO VERTICAL Y HORIZONTAL. TODOS LOS BALANCINES SON ϕ 8mm ϕ 0.20m. A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO.
4. TODOS LOS BARREROS SON ϕ 8mm ϕ 0.20m. A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO.
5. TODAS LAS LOSAS DE 1.50x1.50m. TENDRAN UNA MALLA REFORZADA ϕ 2/8" ϕ 0.20m.
6. TODAS LAS LOSAS DE 1.50x1.50m. TENDRAN UNA MALLA REFORZADA ϕ 8mm ϕ 0.20m.



<p>MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO</p>	<p>CONSORCIO DHMONT & C&M S.A.C.</p>	PROYECTO DE: PROYECTO DE VIVIENDA	PROGRAMA: PROGRAMA NUEVO CREDITO EN VIVIENDA
		DISEÑADO POR: ING. SANDER P. SUAREZ, ING. ALBERTO CHAVEZ, ING. ALBERTO CHAVEZ	DISEÑADO POR: DISEÑO SIG DE COLLABOR
FECHA: 1978.02.05	FECHA: 1978.02.05	TITULO: ENCORRADO DEL PRIMER AL SEGUNDO PISO	TITULO: ENCORRADO DEL PRIMER AL SEGUNDO PISO

E-13

FUENTES DE CONSULTA

- ACI 318-14** (2014). Building Code Requirements for Reinforced Concrete.
- BLANCO, A.** (2006). “Consulta realizada al Ingeniero Antonio Blasco”, Lima, Perú.
- EI PERUANO** (2016). Decreto Supremo que modifica la Norma Técnica E030 “Diseño Sismorresistente”.
- NORMA CHILENA** (2012). La Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica, ACHISINA.
- RAMIREZ-SÁNCHEZ** (2015). Comportamiento estructural de Edificaciones Medianas irregulares de sistema dual, aplicando la Norma E030 del 2006 y el proyecto de norma 2014 en Lima Metropolitana: USMP Tesis para optar el Título Profesional.
- SAN BARTOLOMÉ.** (2006). Investigaciones experimentales en placas delgadas de Concreto Armado con Ductilidad Limitada. Lima: PUCP, SENCICO, UNICON.
- SENCICO.** (2004). Normas para el diseño de edificaciones de Ductilidad Limitada en el Perú. Lima: PUCP, Prisma Ingenieros Consultores SAC.
- VILLARREAL, G.** (2015). “Consulta realizada al Ingeniero Genner Villarreal”, Lima, Perú.