UNIVERSIDAD NACIONAL

JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

Diseño y evaluación del comportamiento estructural entre un sistema convencional y disipadores de energia fluido viscoso, en una edificacion de siete niveles y un semisótano en el distrito de Huacho, 2018

PRESENTADO POR:

Bach. SANTOS FLORES, JOHNNY JESUS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL EN INGENIERÍA CIVIL

ASESOR:

Ing. BARRENECHEA AGUILAR, NANCY MERCEDES

Reg. CIP Nº 84872

HUACHO - 2018

TESIS

“DISEÑO Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL ENTRE UN SISTEMA CONVENCIONAL Y DISIPADORES DE ENERGIA FLUIDO VISCOSO, EN UNA EDIFICACION DE SIETE NIVELES Y UN SEMISÓTANO EN EL DISTRITO DE HUACHO, 2018”

NOTA DEL AUTOR

Bachiller de la Facultad de Ingeniería Civil de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Santos Flores Johnny Jesús, realizó el proyecto de tesis con la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniero Civil; la investigación fue desarrollada y financiada económicamente por el autor; se menciona el respectivo conocimiento a los autores que forman parte de esta tesis, agradecimiento, dedicación y asesoría del Ing. Barrenechea Aguilar Nancy, para elaborar el proyecto de tesis.

Bach. SANTOS FLORES, Johnny Jesús

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

JURADOS Y ASESOR DE TESIS

"DISEÑO Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL ENTRE UN SISTEMA CONVENCIONAL Y DISIPADORES DE ENERGÍA FLUIDO VISCOSO, EN UNA EDIFICACIÓN DE SIETE NIVELES Y UN SEMISÓTANO EN EL DISTRITO DE HUACHO, 2018"

M(O) LUIS ROLANDO GONZALES TORRES.
Reg. CIP N° 26867
PRESIDENTE

ING. JHON HERBERT OBISPO GAVINO
Reg. CIP N° 68007
SECRETARIO

ING. AYALA MAURICIO ORLANDO ANGEL
Reg. CIP N° 195625
VOCAL

ING. BARRENECHEA AGUILAR NANCY MERCEDES
Reg. CIP N° 084872.
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios

Por darme paciencia y fortaleza en mi familia, para poder cumplir mis metas, por bendecirme día a día llenando mi vida de muchas felicidades y brindarme salud.

A mi abuela

Para mi abuela Zoila Carbajal quien es ejemplo de madre luchadora, con un gran corazón y aconsejándome desde muy pequeño.

A mis padres

A mi madre Pilar Flores Carbajal por ser una excelente madre y estar conmigo en los momentos más memorables de mi vida y darme la felicidad de compartir a su lado.

A mi padre Jonnhy Santos Zegarra por sus consejos y gran apoyo en el transcurso de mi vida.

A mi casa de estudios la UNJFSC

Por albergarme durante estos cinco años académicos y brindarme los alcances por medio de sus docentes, que a su vocación de enseñanza me brindaron mucha información y me incentivaron a la investigación.

Bach. SANTOS FLORES, Johnny Jesús

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por esta nueva oportunidad de seguir creciendo en vida profesional con salud y paz.

Agradecer a la Ing. Barrenechea Aguilar Nancy Mercedes, por mostrar el total interés en el desarrollo de nuevas mejoras en la edificación teniendo un gran alcance para llegar a cabo el Estudio de Suelo en el laboratorio de la Universidad Nacional Federico Villarreal y brindarme el asesoramiento en este gran paso.

Agradecer la participación del Ing. Pezo Morales Pablo por su apoyo en continuar con las nuevas tendencias en la construcción y diseño estructural, siendo él participe de la llegada a la Universidad Ricardo Palma, para continuar con los ensayos faltantes para el completo Estudio de Suelo y ayuda en los documentos de investigación para un mayor alcance .

A mi madre Ignacia del Pilar Flores Cabajal, por cada día que me regala a su lado, es mi bendición infinita, siempre inculcándome los valores y las ganas de seguir con mis sueños.

A mi hermana Santos Flores Anghely y mis hermanos menores Paul Anthony Santos Flores y Aracely Santos Flores, por motivarme a llevar mis conocimientos reflejados en un trabajo que ayude a mi formación profesional y brindando el ejemplo de persistir y cumplir con todo lo que nos trazamos.

A Kaideng Hoyos Morales por impulsarme en continuar la realización de este proyecto de tesis y aconsejarme.

Bach. SANTOS FLORES, Johnny Jesús

PRESENTACIÓN

La presente investigación titulada : “DISEÑO Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL ENTRE UN SISTEMA CONVENCIONAL Y DISIPADORES DE ENERGIA FLUIDO VISCOSO, EN UNA EDIFICACION DE SIETE NIVELES Y UN SEMISÓTANO EN EL DISTRITO DE HUACHO, 2018” , desaroola el diseño y evaluación estructural de una edificación de siete niveles y un semisótano entre un sistema convencional y disipadores de energía fluido viscoso en el distrito de Huacho y cual de ellos es más favorable desde el punto de vista estructural.

El terreno se encuentra en la primera etapa de Manzanares, se realizó el estudio de suelo que nos brinda la capacidad portante con la que se podrá diseñar adecuadamente el diseño. Desde el año 1746 no ha ocurrido un sismo de gran magnitud, tenemos un silencio sísmico de 272 años, en cualquier momento estamos en la espera de un sismo de 8.8 y 9 grados en la escala de Richter .La edificación de 7 niveles (departamentos) y un semisótano (cochera), hallando los desplazamientos y fuerzas máximas para evaluarlas de acuerdo a los valores permisibles determinados por la Norma E.0.30, Norma de Diseño Sismo-Resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. Además, FEMA 273 y 274, ASCE 7-10 .Con el uso de estos dispositivos reduciremos las derivas, las secciones de columna y viga o disminuir las cuantias de acero en cada una de estas secciones, minimizar daños a la propiedad, asegurar la continuidad de los servicios básicos y evitar pérdidas humanas.

Con la ayuda de l a Normativa E.0.30, veremos los resultados sustentado en los parámetros que esta nos impone, como también el mejor desarrollo en el sistema convencional, como el uso de disipadores fluido viscoso en una edificación.

ÍNDICE GENERAL

NOTA DEL AUTOR III

JURADOS Y ASESOR DE TESIS IV

DEDICATORIA V

AGRADECIMIENTO VI

PRESENTACIÓN VII

ÍNDICE GENERAL VIII

ÍNDICE DE FIGURAS XIV

ÍNDICE DE TABLAS XVIII

ÍNDICE DE ANEXOS XIX

RESUMEN XX

ABSTRACT XXI

INTRODUCCIÓN XXII

CAPÍTULO I 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA 1

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 1

1.2.1. PROBLEMA GENERAL 1

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS 2

1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN 2

1.3.1. OBJETIVO GENERAL 2

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 2

1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION 3

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA 3

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA 3

1.4.3. JUSTIFICACIÓN LEGAL 3

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

1.4.4. JUSTIFICACIÓN SOCIAL 3

1.5. DELIMITACION DEL ESTUDIO 4

1.5.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL 4

1.5.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL 4

1.5.3. DELIMITACIÓN TEÓRICA 4

1.6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO 4

1.6.1. VIABILIDAD TÉCNICA 4

1.6.2. VIABILIDAD AMBIENTAL 4

1.6.3. VIABILIDAD FINANCIERA 5

1.6.4. VIABILIDAD SOCIAL 5

CAPITULO II 6

MARCO TEÓRICO 6

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 6

2.1.1. INVESTIGACIONES INTERNACIONALES 6

2.1.2. INVESTIGACIONES NACIONALES 9

REFORZAMIENTO DE UNA ESTRUCTURA APORTICADA CON DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA UN MERCADO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO 12

2.2. BASES TEÓRICAS 16

2.2.1. SISMO 16

2.2.2. ZONIFICACIÒN 16

2.2.3. SISTEMA DE PROTECCIÓN SÍSMICA 16

2.2.3.1. Sistema activo 17

2.2.3.2. Sistema semi-activos 18

2.2.3.3. Sistema pasivo 19

2.2.4. DISIPADORES DE ENERGIA 20

2.2.4.1. Sistemas pasivos de disipación sismica 22

2.2.5. CONFIGURACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE DISIPACIÓN PASIVA DE ENERGÍA 30

2.2.5.1. Configuración diagonal 30

2.2.5.2. Configuración chevron 30

2.2.5.3. Configuración scissor jack 31

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO

2.2.6. KAJIMA CORPORATION 32
2.2.7. TAYLOR DEVICES INC. 33
2.2.8. ECUACIÓN GENERAL 39
2.2.8.1. Coeficiente de amortiguamiento 39
2.2.8.2. Exponente de velocidad α 42
2.2.8.3. Rigidez del dispositivo k 44
2.2.9. CRITERIOS DE UBICACIÓN 45
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES 46
2.3.1. ESTRUCTURAS APORTICADAS 46
2.3.2. SISTEMA LINEALMENTE ELÁSTICO 47
2.3.3. AMORTIGUAMIENTO 47
2.3.4. MECANISMOS DE DISIPACIÓN 48
2.3.5. FUERZA DE AMORTIGUAMIENTO 48
2.3.6. ECUACIÓN DE MOVIMIENTO 48
2.3.6.1. Amortiguamiento no proporcional 49
2.3.6.2. No-linealidades del dispositivo de disipacion 49
2.3.6.3. Componentes de masa, amortiguamiento y rigidez 50
2.3.7. VIBRACIÓN LIBRE 51
2.3.7.1. Vibración libre no amortiguada 51
2.3.7.2. Vibración libre con amortiguamiento viscoso 51
2.3.8. ESPECTRO DE RESPUESTA 53
2.3.8.1. Histograma de Respuesta 53
2.3.8.2. Espectro de respuesta 55
2.3.9. RELACIÓN FUERZA-DEFORMACIÓN 56
2.3.10. PERFILES DE SUELO 58
2.3.11. PARÁMETROS DE SITIO (S, T_P Y T_L) 58
2.3.12. FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA (C) 58
2.3.13. CATEGORÍA Y SISTEMAS ESTRUCTURALES 58
2.3.14. SISTEMAS ESTRUCTURALES Y COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN DE LAS FUERZAS SÍSMICAS (R0) 59
2.3.15. ESTIMACIÓN DEL PESO (P) 59
2.3.16. FUERZA CORTANTE EN LA BASE 59

2.3.17. PERÍODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN 60
2.3.18. MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA 60
2.3.19. EDIFICACIONES DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA (EMDL) 61
2.3.20. CAPACIDAD PORTANTE 61
2.3.21. DETERMINACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS LATERALES 61
2.3.22. FUERZAS SÍSMICAS VERTICALES 61
2.3.23. ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL 62
2.3.24. MODOS DE VIBRACIÓN 62
2.4. FORMULACIÓN DE HIPOTESIS 62
2.4.1. HIPOTESIS GENERAL 62
2.4.2. HIPOTESIS ESPECÍFICAS 62
CAPITULO III 64
METODOLOGIA 64
3.1. DISEÑO METODOLÓGICO 64
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 64
3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN 64
3.1.3. DISEÑO 64
3.1.4. ENFOQUE 65
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA 65
3.2.1. POBLACIÓN 65
3.2.2. MUESTRA 66
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES 67
3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 67
3.4.1. TECNICAS A EMPLEAR 67
3.4.2. DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS 68
3.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN 68
CAPITULO IV 69
RESULTADOS 69
4.1. ESTUDIO DE SUELO Y LOS PARÁMETROS PARA EL DISEÑO

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION · HUACHO

ESTRUCTURAL 69

4.1.1. UBICACIÒN DE LA ZONA DEL TERRENO.....69

4.1.2. DESCRIPCIÒN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....69

4.1.3. DESCRIPCIÒN DEL ESTUDIO DE SUELO 69

4.1.4. DESCRIPCIÒN DEL REGISTRO DE EXCAVACIÒN DEL ESTUDIO DE SUELO 70

4.1.5. RESUMEN DEL ESTUDIO DE MECÀNICA DE SUELOS 72

4.2. DISEÑO DEL SISTEMA CONVENCIONAL EN BASE A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO ESTRUCTURAL 74

4.2.1. PASOS DE OBTENCIÓN DEL ESPECTRO SÍSMICO CONVENCIONAL 75

4.2.2. DISEÑO Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA CONVENCIONAL 77

4.2.3. CARGAS VERTICALES O DE SERVICIO 83

4.2.4. FUENTES DE MASA.....84

4.2.5. CARGA EN LA ESTRUCTURA.....85

4.2.6. ASIGNACIÓN DE LAS FUERZAS SÍSMICAS 88

4.2.7. VERIFICACIÒN DE LAS DERIVAS (DRIFT): 91

4.2.8. VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD AL VOLTEO DE LA ESTRUCTURA.....92

4.2.9. VERIFICACIÓN DE LA RIGIDEZ DE LA ESTRUCTURA 93

4.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE DISIPADORES DE ENERGÍA FLUIDO VISCOSO EN BASE A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO ESTRUCTURAL.....95

4.3.1. ANÀLISIS ESTRUCTURAL ANTISÌSMICO DISIPADORES FLUIDO VISCOSO 95

4.3.2. ASIGNACIÒN DE LAS FUERZAS SÌSMICAS 98

4.3.3. VERIFICACIONES DE LAS DERIVAS 101

4.3.4. CÁLCULO DE FUERZA CORTANTE EN DISPOSITIVOS PARA SU PREDIMENSIONAMIENTO 101

4.3.5. COMPARACION DE ALTERNATIVAS DE ANALISIS ESTRUCTURAL 104

4.4. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL ENTRE UN SISTEMA CONVENCIONAL Y EL DE DISIPADORES DE ENERGÍA FLUIDO VISCOSO. 107

CAPITULO V 114

DISCUSION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 114

5.1. DISCUSIÓN 114

5.2. CONCLUSIONES 115

5.3. RECOMENDACIONES 116

CAPITULO VI: 118

FUENTES DE INFORMACIÓN 118

6.1. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS 118

6.2. FUENTES HEMEROGRÁFICAS 118

6.3. FUENTES DOCUMENTALES 118

6.4. FUENTES ELECTRÓNICAS 119

ANEXO 121

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema mecanismo de operación de sistemas activos.....17

Figura 2: Esquema de estructura con sistema de control active 18

Figura 3: Esquema de estructura con sistema de control semi-activo. 19

Figura 4: Comparación de edificio sin disipadores y edificio con disipadores de energía. 20

Figura 5: Clasificación de los disipadores de energía 21

Figura 6: Ciclo carga-deformación disipador activado por desplazamiento: a) Metálico, b) Friccional y c) Autocentrante.....22

Figura 7: Disipador metálico tipo ADAS.. 23

Figura 8: Conexión tipo SBC (Slotted Bolted Connection). 24

Figura 9: Esquema disipador de energía tipo Pall. 24

Figura 10: Dispositivo EDR (Fluor-Daniel). 25

Figura 11: Fricción por golillas. 25

Figura 12: Disipador fluido-viscoso. 26

Figura 13: Disipador muro viscoso. 26

Figura 14: Disipador viscosoelástico sólido. 27

Figura 15: Funcionamiento del disipador de energía de fluido viscoso. 28

Figura 16: Disposición diagonal. 30

Figura 17: Disposición Chevron.....31

Figura 18: Disposición Scissor Jack.....31

Figura 19:: Disipador viscoso HiDAX-e 32

Figura 20: Funcionamiento del HiDAX-e ante una estimulación sísmica 32

Figura 21: Disipador viscoso HiDAX-e 33

Figura 22: Ubicación de Taylor Device Inc 34

Figura 23: Ubicación de Taylor Device Inc 36

Figura 24: Ángulo de inclinación y desplazamiento relativo del disipador de energía.....42

Figura 25: Relaciones de fuerza-velocidad de los disipadores viscosos 43

Figura 26: Documento de Sistemas estructurales.....46

Figura 27: Fuerza de Amortiguamiento.....47

Figura 28: Fuerza de Amortiguamiento.....48

Figura 29: Sistema SDF, ecuación de movimiento 49

Figura 30: (a) Sistema (b) componente de rigidez (c) componente de amortiguamiento (d) componente de masa 50

Figura 31: Sistema SDF: vibración libre sin amortiguamiento 51

Figura 32: Vibración libre de un sistema críticamente amortiguado, sobreamortiguado y subamortiguado 52

Figura 33: Respuesta de deformación de un sistema SDF para el sismo del Centro 54

Figura 34: Respuesta de seudo aceleración de un sistema SDF al sismo del Centro 55

Figura 35: Curva fuerza deformación durante la carga inicial: real e idealización elastoplástica. 56

Figura 36: Sistema elastoplástico y su sistema lineal correspondiente 57

Figura 37: Definición del material Concreto 78

Figura 38: Definición del material Acero G60 Etabs 2016 79

Figura 39: Definición de los elementos tipo Frame en Columna 81

Figura 40: Definición de los elementos tipo Frame en Columna 81

Figura 41: Definición de los elementos tipo Wall Muro de Semisótano 25 cm.....82

Figura 42: Definición de los elementos tipo Wall (PLACA) 82

Figura 43: Losa Aligerada de 20 cm 83

Figura 44: Losa maciza de 20 cm.....83

Figura 45: Tipo de Carga.....84

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

Figura 46: Fuente de Masa 84

Figura 47: Super Carga Muerta del 1º al 7º 86

Figura 48: Modelo 3D de la estructura Etabs 87

Figura 49: Definición de espectro sísmico en “X”. 88

Figura 50: Definición de espectro sísmico en “Y”. 89

Figura 51: Definición Fuerzas sismicas en “X”. 90

Figura 52: Definición Fuerzas sismicas en “Y”. 90

Figura 53: Derivas eje X-X Sistema Convencional.....91

Figura 54: Derivas eje Y-Y Sistema Convencional.....91

Figura 55: Verificación estabilidad de Volteo.....92

Figura 56: Verificación Rigidez en dirección “X” 93

Figura 57: Verificación Rigidez en dirección “Y” 94

Figura 58: Modelo 3D de a estructura con disipadores Fluido Viscoso.....96

Figura 59: Modelo 3D de a estructura con disipadores Fluido Viscoso Sección de atrás...97

Figura 60: Definición de espectro sísmico en “X”. 98

Figura 61: Definición de espectro sísmico en “Y”. 99

Figura 62: Fuente de Masa 99

Figura 63: Caso sísmico dirección 100%X +30%Y 100

Figura 64: Caso sísmico dirección 30%X +100%Y 100

Figura 65: Derivas eje X-X de disipadores fluido viscoso.....101

Figura 66: Derivas eje Y-Y de disipadores fluido viscoso.....101

Figura 67: Definición el analisis modal con fuerzas FNA en TH7035 102

Figura 68: Definición el analisis modal con fuerzas FNA en TH 7036 102

Figura 69: Función Tiempo – Historia con FNA 7035 103

Figura 70: Función Tiempo – Historia con FNA 7035 103

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

Figura 71: Espectro de Respuesta en un Tiempo Historia.....104

Figura 72: Verificación de disipador sísmico, conexión no lineal K2 (dirección “X”) registró 7035. 105

Figura 73: Verificación de disipador sísmico, conexión no lineal K2 (dirección “X”) registró 7036. 105

Figura 74: Energìa disipada por los Disipadores Sìsmicos Fluido Viscoso 106

Figura 75: Desplazamiento máximo en Sistema Convencional en X-X 107

Figura 76: Desplazamiento máximo en Sistema Convencional en Y-Y 107

Figura 77: Desplazamiento máximo en Sistema de Disipadores Fluido Viscoso en X-X 108

Figura 78: Desplazamiento máximo en Sistema de Disipadores Fluido Viscoso en Y-Y 108

Figura 79: Momento Flector Maximo Sistema Convencional en X-X 109

Figura 80: Momento Flector Maximo Sistema Convencional en Y-Y 109

Figura 81: Momento Flector Maximo Sistema de Disipador Fluido Viscoso en X-X.....110

Figura 82: Momento Flector Maximo Sistema de Disipador Fluido Viscoso Y-Y 110

Figura 83: Fuerzas Cortantes Maximo Sistema Convencional en X-X.....111

Figura 84: Fuerza Cortante Maximo Sistema Convencional en Y-Y.....111

Figura 85: Fuerza Cortante Maximo Sistema de Disipador Fluido Viscoso X-X.....112

Figura 86: Fuerza Cortante Maximo Sistema de Disipador Fluido Viscoso Y-Y.....112

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores del parámetro λ. 41

Tabla 2: Opercionalizacion de variables 67

Tabla 3: Resultados C-1 del laboratorio de la Universidad Federico V. 70

Tabla 4: Resultados C-2 del laboratorio de la Universidad Federico V. 71

Tabla 5: Resultados de la Capacidad portante del Suelo. 73

Tabla 6: Parámetro de diseño obtenido: 75

Tabla 7: Coeficiente de reducción para estructuras de C°A 76

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia.....122

Anexo 2: Zonas Sísmicas del Perú 123

Anexo 3: Tablas bases del E.030-2016 123

Anexo 4: Macrolocalizacion de la zona del estudio 126

Anexo 5: Ubicaciòn de la Zona del Terreno MZ. B, LT 11 127

Anexo 6: Entrada de la Maquinaria MZ. B, LT 11, Martin Meza Prieto 128

Anexo 7: Calicatas realziadas en el estudio del suelo 129

Anexo 8: Fuerzas en KN de los disipadores.....130

Anexo 9: Modelos de Taylor Device disipadores fluido viscoso.....131

Anexo 10: Consecuencia de Volteo en Edificios 132

Anexo 11: Propuesta de reforzamiento estuctural con dispadores de energía en la universidad Cesar Vallejo 133

Anexo 12: Propuesta de reforzamiento estuctural con dispadores de energía INEN 2016 134

Anexo 13: Proyecto Banco de la Nación 2015.....1

Anexo 14: Retrocapacitacion De La Torre Del Aeropuerto Internacional Jorge Chavez .146

RESUMEN

Objetivo: Realizar el diseño y evaluación del comportamiento estructural entre un sistema convencional y disipador de energía fluido viscoso, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho para demostrar que mejoras trae el uso de disipadores. Método: Correspondiente a la Norma Tecnica Peruana E. 0.30 la evaluación del programa Etabs V2.0 -2016, el cual nos ayudará ver el comportamiento de nuestra estructura.Resultados: Se evaluo que la deriva respecto" X", como también en "Y" no sobrepasen el 0.007 establecido en la norma E.030-2016, siendo mucho más lejano el uso de disipadores fluido viscos a esta deriva .Conclusión: El uso de disipadores representa una gran alternativa frente al concepto de reducir las probabilidades de perdidas humanas ,del funcionamiento de la estructura y del ahorro económico a futuro .

Palabras claves: Diseño y evaluación, comportamiento estructural Sistema convencional, sistema de disipadores de energía fluido viscoso.

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

ABSTRACT

Objective: To carry out the design and evaluation of the structural behavior between a conventional system and viscous energy dissipater, in a building of seven levels and a basement in the District of Huacho to demonstrate that the improvements have the use of dissipaters. Method: Corresponding to the Peruvian Technical Standard E. 0.30 to the evaluation of the program Etabs V2.0 -2016, which helps us the behavior of our structure.Results: It was evaluated that the drift with respect to "X", as well as in "Y", did not exceed the 0.007 established in the E.030-2016 norm, being much farther the use of dissipaters fluid viscos to this drift Conclusion: The use of dissipaters represents a great alternative to the concept of reducing the probability of human losses, the functioning of the structure and future economic savings.

Key words: design and evaluation, structural behavior conventional system, viscous fluid energy Dissipator System

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

INTRODUCCIÓN

En el Perú la ubicación geográfica que posee lo pone el Cinturón de Fuego del Pacifico, que está en las Costas del Océano Pacifico, y se caracteriza por encontrar una de la zonas de subducción más importantes del mundo, lo que ocasiona una intensa actividad sísmica, estos eventos sísmicos se han marcado nuestra historia en referencia a los sismos de 1970,2001, 2007, etc. La alta actividad sísmica nos expone al peligro, los códigos sismorresistentes a nivel mundial muestran siempre su mejor versión frente a estos eventos enfocándose en que la estructura no abunde de fallas estructurales que causen la pérdida de vidas humanas. Encargado de hallar y representar una fuerza equivalente la cual pueda simular una solicitación sísmica. En todo caso la protección sísmica que esta nos pueda brindar mediante su diseño, la posibilidad de poner en resguardo nuestra vida, manteniendo operativo la edificación.

El daño está representado por el comportamiento inelástico de la estructura mediante la aparición de rotulas plásticas, ellas disiparán la energía, la energía liberada por deformación inelástica se denominará energía histerética.

En base a lo detallado realizo esta investigación de una edificación de 7 niveles y un semisótano, con el uso de disipadores de energía fluido viscoso, estos dispositivos muestran su gran capacidad para disminuir la demanda sísmica en las estructuras.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El Perú tiene una lenta implementación de tecnologías avanzadas de sismoresistencia, a pesar de sus ocurrencias sísmicas, ubicación geográfica el Perú es un país con una alta ocurrencia de sismos, el desarrollo de un proyecto edificación antisísmica para lograr garantizar la seguridad de las personas, tiene una configuración estructural regular, donde se emplea el amortiguamiento inherente de la estructura de 5% frente a un sismo de intensidad alta y moderada. Cerca de 18 millones de peruanos viven en zonas sísmicas y están expuestos a las constantes amenazas de ocurrencias de sismos.

Al hacer una inversión en la compra de dispositivos sísmicos, reduce los gastos tan elevados en reparación que su uso debe ser una mirada al ahorro de un proyecto, pero mucho más importante la protección a la vida.

Para elaborar esta tesis dando una alternativa con disipadores de energía fluido viscoso, pero alternando también con el buen diseño de una edificación convencional.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cómo se mejora el comportamiento estructural utilizando disipadores de energía fluido viscoso, respecto al sistema convencional, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho?.

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Que características presenta el suelo y cuáles son los parámetros para el diseño estructural de un sistema convencional y el de disipadores de energía fluido viscoso, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho?
- ¿Es conveniente de acuerdo a los parámetros de diseño estructural, el diseño de un sistema convencional para una edificación de siete niveles y un semisótano, en el Distrito de Huacho?
- ¿Es posible de acuerdo a los parámetros de diseño estructural, el diseño de un sistema de disipadores de energía fluido viscoso en una edificación de siete niveles y un semisótano, en el Distrito de Huacho?
- ¿Qué diferencias se dan en el comportamiento estructural entre un sistema convencional y el de disipadores de energía fluido viscoso, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho?

1.3. Objetivos de investigación

1.3.1. Objetivo general

- Realizar el diseño y evaluación del comportamiento estructural entre un sistema convencional y disipadores de energía fluido viscoso, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar el estudio de suelo y determinar los parámetros para el diseño estructural para el diseño de un sistema convencional y el de disipadores de energía fluido viscoso, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho.
- Realizar el diseño del sistema convencional en base a los parámetros de diseño estructural para una edificación de siete niveles y un semisótano, en el Distrito de Huacho.

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

- Realizar el diseño del sistema de disipadores de energía fluido viscoso en base a los parámetros de diseño estructural para una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho.
- Realizar la evaluación del comportamiento estructural entre un sistema convencional y el de disipadores de energía fluido viscoso, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho.

1.4. Justificacion de la investigacion

1.4.1. Justificación Teórica

El propósito principal del presente estduio fue evaluar dos tipos de diseño estructural entre el sistema convencional y el sistema de disipadores con fluifdo viscoso, que en la actualidad es ampliamente utilizada a nivel mundia y que se cuenta con material y software de soporte especializadol.

1.4.2. Justificación Práctica

De acuerdo a las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron del presente estudio de investigación, nos indica que será de mucha importancia para los porfesionales d eingeneiria Civil y/o afines, quienes podrán tomar estos resultados en la toma de sus decisiones.

1.4.3. Justificación Legal

En el estudio se estableció cuáles son las normas legales que regulan la construcción de edificaciones de cinco niveles a más. Aplicándose para cada etapa de evaluación del estudio.

1.4.4. Justificación Social

El estudio tiene relevancia social, ya que permitirá a los pobladores de Manzanares del distrito de Huacho, provincia de Huaura disponer de alterantivas prácticas de dos tecnologías con sus respectivos beneficios.

1.5. Delimitacion del estudio

1.5.1. Delimitación Espacial

- Lugar : Manzanares
- Distrito : Huacho
- Provincia : Huaura
- Departamento : Lima
- Región : Lima Provincias

1.5.2. Delimitación Temporal

- Meses : Junio – Agosto
- Año : 2018

1.5.3. Delimitación Teórica

- Diseño y evaluación
- Comprtamiento estructural
- Sistema convencioanl
- Sistema de disipadores con fluido viscoso

1.6. Viabilidad del estudio

1.6.1. Viabilidad técnica

El estudio fue viable dado que se cuenta con normatividad nacional e internacional aplicable a edificaciones.

1.6.2. Viabilidad ambiental

Debido a la naturaleza de la investigación no se geenero impacto ambiental negativo en las zonas del estudio.

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

1.6.3. Viabilidad financiera

El recurso económico necesario para el estudio estiuvo garantizado en su totalidad por el investigador.

1.6.4. Viabilidad social

La disponibilidad de recursos humanos y materiales estuvo garantizada por el investigador. Asimismo, los pobladores de la localidad de Manzanares, distrito de Huacho mostraron interes al respecto.

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones internacionales

Control de la respuesta dinámica de estructuras mediante el uso de disipadores de energía de fluido viscoso del tipo lineal

Apellidos y nombres: Juan Pablo Pardo Verdugo

Institución que respalda el estudio lugar y fecha: Universidad Austral de Chile 2007-Chile

Objetivo General: Estudiar y analizar el control de la respuesta de estructuras sometidas a temblores mediante "Dispositivos de Disipación de Energía de Fluido Viscoso

Conclusiones: La adición de los Disipadores de Energía de Fluido Viscoso es un método efectivo de control de la respuesta dinámica de estructuras, ya que las distorsiones entre piso se lograron disminuir a los valores permitidos por la normativa vigente; al lograr disminuir los desplazamientos de los Centros de Masa de cada piso, se evita la posibilidad que la estructura trabaje en el rango inelástico, reduciendo la incertidumbre del comportamiento no lineal, además de impedir la formación de rótulas plásticas y limitando posibles mecanismos de falla. En las siguientes tablas se muestran los porcentajes de reducción alcanzado de la respuesta Al utilizar los Disipadores de Energía de Fluido Viscoso, además de reducir los desplazamientos de los centros de masa, se disminuyen las aceleraciones que experimentan estas, lo que conlleva a una reducción de los esfuerzos en

las columnas y en la base de la estructura;desde el punto de vista constructivo en el caso de la rehabilitación sísmica, los Disipadores de Energía de Fluido Viscoso presentan una clara ventaja frente a otros tipos de Dispositivos de Control Pasivo, como los Aisladores Basales, ya que estos requieren sistemas especiales para su colocación.

Comportamiento de estructuras ante acciones sísmicas utilizando amortiguadores viscosos como sistemas de disipación pasiva de energía

Apellidos y nombres: Jonathan Javier Cortés Pérez

Institución que respalda el estudio lugar y fecha: Universidad Nacional Autónoma De México-Mexico

Objetivo General: Estudiar el comportamiento de estructuras con amortiguadores de fluido viscoso como elementos de protección sísmica, evaluando y comparando su respuesta ante acciones sísmicas para distintas configuraciones o distribuciones, utilizando para ello valores de referencia como lo son: periodos de vibración, desplazamientos, velocidades y aceleraciones.

Conclusiones: La cantidad de energía estructuralmente almacenada (Es) ha de ser lo más baja posible para evitar daños. Por lo tanto el valor de la energía disipada (Ed) debe ser grande. La parte de energía Eh que compone la energía disipada Ed, debido a la deformación plástica de la estructura tiene que ser mantenida baja, ya que esta forma de disipación de energía causa fatiga estructural y grietas. Los sistemas de protección sísmica aseguran completo servicio después que un terremoto y daños a la estructura han sido evitados. Por lo tanto la estructura está nuevamente lista para un nuevo servicio contra posibles nuevos movimientos, ya que no son necesarios trabajos de reacondicionamiento, lo que lo hace al sistema de protección sísmica, la opción más económica.Los amortiguadores viscosos pueden diseñarse en edificios nuevos y estructuras existentes, pues son relativamente pequeños y discretos, pueden ser incorporados en una estructura sin el compromiso de su

aspecto. Esto es especialmente útil en la restauración de edificios históricamente significativos. Pueden también ser agregados sin la modificación estructural significativa en la mayoría de los casos. Los amortiguadores pueden instalarse como miembros diagonales de varias maneras.Bajo condición de servicio los dispositivos no están pretensionados y el fluido no está bajo presión significativa.

Analisis comparativo de un portico convencional con y sin disipadores de fluido viscoso modelado en sap 2000"

Apellidos y nombres: Lenny Zulema Azuncion Vinces

Institución que respalda el estudio lugar y fecha: Universidad De Guayaquil 2016-Ecuador

Objetivo General: Analizar y comparar el comportamiento de un pórtico convencional con y sin disipador de fluido viscoso frente a la simulación de un sismo, compararando los desplazamientos, derivas del pórtico con y sin disipador y evaluar si las derivas de piso de cada pórtico cumple con el reglamento y detallar cuales serían las ventajas que aporta el disipador de fluido viscoso.

Conclusiones: Los sistemas de pasivos son más simples de modelar en software de ingeniería estructural a diferencia de los demás por la complejidad y método de cálculo.Al analizar los desplazamientos y derivas de ambos pórticos con y sin disipador viscoso sometidos a los dos registros sísmicos 7050 y 7051 cumplen con la norma NEC-15 el cual no debe exceder el 2% siendo la máxima deriva en el pórtico analizado de 1% .Por ultimo las ventajas del disipador viscoso estudiado en esta investigación es que reduce los daños, aun después de un sismo severo la estructura vuelve a su posición inicial sin necesidad de mantenimiento.

2.1.2. Investigaciones nacionales

Análisis sísmico de una edificación con disipadores de fluido viscoso

Apellidos y nombres: Fuentes Sadowski, Juan Carlos

Institución que respalda el estudio lugar y fecha: Pontificia Universidad Católica del Perú 2015

Objetivos: Ver que tipo de configuración de arreglo de disipadores y con que exponente se trabajará mejor, para un exponente α = 1 y disipadores no lineales con exponente α = 0.25 .en un en un edificio ideal aporticado de 5 pisos de concreto armado a fin de satisfacer las derivas máximas de entrepiso de la norma NTE E.030 para un mismo valor del amortiguamiento efectivo en cada dirección de análisis.

Conclusiones: Los análisis tiempo-historia realizados en este trabajo muestran que estas menores fuerzas de amortiguamiento desarrolladas por los disipadores no lineales con un valor bajo del exponente α se corresponden con fuerzas sísmicas basales mayores que las desarrolladas por los disipadores lineales. La edificación ideal de este trabajo pudo ser protegida adecuadamente con los dispositivos de disipación de energía.

Los disipadores no lineales con α = 0.25 tienen la ventaja de producir fuerzas menores que los disipadores lineales con α = 1 aportando el mismo amortiguamiento efectivo al sistema estructural.

Diseño de edificaciones con disipadores de energía sísmica de tipo fluido viscoso

Apellidos y nombres: Romero Urrunaga, Daniela Ornella

Institución que respalda el estudio lugar y fecha: Universidad Nacional de Cajamarca 2013

Objetivo General: El diseño se fijó la reducción del daño a nivel moderado frente a un sismo raro (500 años de retorno). La estrategia se orienta a mantener la deriva de 5.8 ‰,

valor propuesto por el HAZUS (Methodology for Estimating Potential Losses from Disasters).

Conclusiones: Con el uso de los dispositivos, se ve una mayor respuesta con una mejor deriva ya que se logró incrementar ·el amortiguamiento al 23% y reducir la deriva a 3.75 %o. Respecto al costo el sistema de amortiguamiento de fluido-viscoso en esta estructura y para este nivel de desempeño, está alrededor de los 30 $/m2 y la incidencia en el costo total del proyecto bordea el 8.49%.

Evaluación del diseño con disipadores de energía del edificio principal de la Universidad Nacional de Cajamarca - sede Jaén

Apellidos y nombres: Calderón Terrones, Yanire Soledad

Institución que respalda el estudio lugar y fecha: Universidad Nacional de Cajamarca 2014

Objetivo General: Fue evaluar si un diseño con disipadores de energía mejora el comportamiento estructural del Edificio Principal de la Universidad Nacional de Cajamarca-Sede Jaén, ante un evento sísmico. Para ello se empleó una metodología enfocada en el desempeño y fundamentada en las disposiciones del ASCE y el FEMA.

Conclusiones: Para obtener una mejor visión de lo que es evaluar la estructura con las dos complejidades que esta conlleva, se tuvo los resultados de los disipadores lineales y no lineales se compararon y se evaluaron, eligiéndose a los disipadores no lineales como la mejor propuesta. Concluyendo así, que con el uso de disipadores no lineales se logra reducir la deriva en la dirección X-X •a 5,00%o y en la dirección Y-Y a 4,57%o; y que el costo del proyecto está alrededor de 620,05 US$/m2 y el costo del sistema de amortiguamiento está alrededor de 61,68 US$/m2.

Desempeño sísmico de un edificio de 14 pisos con disipadores de energía en la ciudad de Tumbes - 2018

Apellidos y nombres: Casana Marino, Giancarlos Martin

Institución que respalda el estudio lugar y fecha: Universidad Privada del Norte 2018

Objetivo General: Mejorar con el uso de dispositivos la respuesta espectral del El proyecto es un Hotel de 4 Estrellas que es parte de un Terminal Terrestre, estos dos conforman un solo proyecto que se diseñaron en conjunto.

Conclusiones: Ante un evento sísmico severo, en una estructura convencional sin disipadores, la absorción de las fuerzas sísmicas lo realizan los muros estructurales y columnas, en un edificio con disipadores, son ellos los primeros en realizar la absorción sísmica dejando la diferencia a la estructura y al suelo de fundación si se considerase el efecto de interacción sísmica suelo estructura. Los disipadores de fluido viscoso no alteran los periodos naturales de vibración ni las frecuencias, manteniendo dichos valores estables en los diferentes modelos matemáticos. El acoplamiento de disipadores viscosos logró satisfacer las necesidades estructurales y cumplir los requerimiento arquitectónicos, dejando los 3 primeros nivel lo más libre posible, factor fundamental tratándose de uno Hotel. La utilización de un sistema de protección sísmica como en esta oportunidad disipadores de fluido viscoso, son una inversión de costo- beneficio tratándose de estructuras esenciales e importantes, donde el colapso total o parcial de estas estructuras, significarían una gran pérdida de vidas humanas y gran pérdida económica, es por ello que los disipadores de fluido viscoso son los más usados a nivel mundial tanto en edificaciones nuevas como existentes.

Reforzamiento de una estructura aporticada con disipadores de fluido viscoso para un mercado en la ciudad de Trujillo

Apellidos y nombres: Carranza Ruiz, Johan Y Calderon Correa, Edgardo

Institución que respalda el estudio lugar y fecha: Universidad Privada Antenor Orrego 2015

Objetivo General: Se fijó la reducción del daño frente a un sismo severo. La estrategia es mantener la deriva por debajo de 5.8‰, valor propuesto por el HAZUS (Methodology for Estimating Potential Losses from Disasters). Fue elaborada para mostrar las características de los sistemas de protección sísmica, centrándose en los disipadores de fluido viscoso.

Conclusiones: Con el sistema de amortiguamiento de fluido – viscoso se logró disminuir la deriva de entre piso a menos de 5.8‰ (4.55‰). Los resultados del trabajo muestran que la edificación reforzada tiene un mejor comportamiento ante un sismo severo que una edificación sin reforzar.

Análisis sísmico comparativo entre un sistema dual y el sistema de reforzamiento con disipadores de fluido viscoso para un edificio en el distrito de víctor larco herrera aplicando etabs 2013.

Apellidos y nombres: Jorge Corpus Villalba Y Alexis Morales Quispe

Institución que respalda el estudio lugar y fecha: Universidad Privada Antenor Orrego 201

Objetivo General: Determinar su comportamiento ante solicitaciones sísmicas. Se pretende hallar los desplazamientos y fuerzas máximas para evaluarlas de acuerdo a los valores permisibles determinados por la Norma E030

Conclusiones: En la estructura a la cual se le implemento los disipadores se mantienen iguales los periodos y las frecuencias, no sufrieron variación alguna, con esto se comprueba que la adición de estos dispositivos no altera la rigidez de la estructura. En la estructura con placas disminuye el periodo de vibración considerablemente, esto se debe a que la incorporación de placas incrementa la rigidez de la estructura y los disipadores viscosos mantienen flexible la estructura. Los desplazamientos en el centro de masa máximos en la dirección Y-Y del sistema estructural dual con disipadores de fluido viscoso es de 77.3 mm comparado con el del sistema de muros estructurales que es de 53.5 mm, este último es menor ya que las placas proporcionan mayor rigidez a la estructura. Con ambos sistemas estructurales se lograron disminuir considerablemente las derivas de entrepiso siendo para el sistema de muros estructurales en la dirección Y-Y una deriva máxima de 2.80‰ y para el sistema estructural dual con disipadores de fluido viscoso en la dirección Y-Y una deriva máxima de 3.99‰, cumpliendo así con la norma Peruana de diseño sismo resistente. El costo por metro cuadrado tiene una incidencia de 7.01% sobre el valor del proyecto, porcentaje mucho menor al de los costos de reconstrucción el cual varía entre un 25% y 30% del valor inicial.

Análisis de una edificación de 4 pisos con disipadores de fluido viscoso". se estudian dispositivos de protección pasiva, en especial los disipadores de fluido viscoso

Apellidos y nombres: Roberto Chacón Alvarez y José Eduardo Ramírez Caparó

Institución que respalda el estudio lugar y fecha: Pontificia Universidad Católica del Perú

Objetivo General: Realizar el análisis estructural de una edificación con un sistema de disipación de energía; específicamente con disipadores de fluido viscoso. El trabajo actual está basado en el estudio realizado por Shing y Whittaker , también se consideraron

las recomendaciones de desempeño existentes en el FEMA-HAZUS (Federal Emergency Managment Agency) y sugerencias del ACI (American Concrete Institute). La metodología a emplearse está basada en los reportes del FEMA 273 y 274.

Conclusiones: La comprobación del amortiguamiento efectivo de la estructura se puede realizar empleando el concepto de decremento logarítmico, el cual se logra sometiendo a la estructura a un pulso;los disipadores no lineales son más eficientes que los disipadores lineales.Los disipadores no lineales pueden cumplir los mismos objetivos de diseño con valores menores del coeficiente de amortiguamiento,los disipadores lineales tienen una curva histerética casi elíptica, mientras que los disipadores no lineales tiene una tendencia rectangular, disminuyendo la fuerza desarrollada pero aumentando su capacidad de deformación; se pudo reducir los desplazamientos de la estructura hasta en 52.67% haciendo uso de disipadores lineales y 59.73% haciendo uso de disipadores no lineales; se pudo reducir las derivas de entrepiso en 70.23% haciendo uso de disipadores Lineales y 73% haciendo uso de disipadores no lineales;se obtuvo una deriva máxima de 4 0/00 usando disipadores no lineales, con lo cual se cumplió la deriva objetivo y así se aseguró un desempeño óptimo de la estructura.

Evaluacion del proyecto estructural y optimizacion del diseño con disipadores de energia viscosos taylor para una edificacion esencial de 6 pisos.

Apellidos y nombres: Diaz La Rosa Sanchez, Marco Antonio

Institución que respalda el estudio lugar y fecha: Universidad Privada Antenor Orrego

Objetivo General: Evaluar el diseño estructural inicialmente planteado para una clínica, analizando los principales parámetros, optimizar el diseño reestructurando el modelo y a través de la incorporación de disipadores de energía viscosos Taylor en Chiclayo.

Conclusiones: La implementación de estos disipadores a la estructura, ha producido una disminución de los desplazamientos máximos presentados en el sexto nivel en un 41.81%.Asi como la reducción de las derivas de entrepiso desde un 38.57% hasta un 51.10%. Se pudo observar una reducción significativa en las fuerzas cortantes de los muros de corte en el eje Y (donde están presentes los dispositivos) desde un 32.04 % hasta un 48.58%, así mismo en las columnas esta reducción es de hasta 35.31%;también se pudo observar una reducción de los momentos de hasta 47.93% para placas y 35.30% para columnas; la disipación de energía con los disipadores viscosos es del 55 % empleándose en el diseño un total 27 disipadores y considerando como sismo de diseño el de Moquegua 2001, demostrándose así que con el uso de estos dispositivos se incrementa la capacidad de disipación de energía ante la acción de un sismo.

Diseño estructural de una edificación con disipadores de energía y análisis comparativo sísmico entre el edificio convencional y el edificio con disipadores de energía para un sismo severo

Apellidos y nombres: Cano Lagos, Himler y Zumaeta Escobedo, Ener Iván **Institución que respalda el estudio lugar y fecha:** Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) 2012

Objetivo General: Se fijó la reducción del daño a nivel moderado frente a un sismo raro (500 años de retorno). La estrategia se orienta a mantener la deriva por debajo de 5.8 ‰, valor propuesto por el HAZUS (Methodology for Estimating Potential Losses from Disasters).

Conclusiones: Con el sistema de amortiguamiento fluido-viscoso se logró incrementar el amortiguamiento al 30% y reducir la deriva a menos de 5.8 y con sistema de amortiguamiento viscoelástico se logró incrementar el amortiguamiento al 25% y reducir la

deriva a menos de 5.8 ‰. Como parte del trabajo se diseñan las columnas adyacentes a los dispositivos y el brazo metálico. Los resultados de la evaluación económica basada en ratios y precios propuestos por el fabricante indican que el costo del sistema de amortiguamiento de fluido-viscoso en esta estructura y para este nivel de desempeño, está alrededor de los 49 $/m2 y la incidencia en el costo total del proyecto bordea el 10.82%.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sismo

Los sismos, terremotos o temblores, son movimientos del terreno debidos al paso de ondas de esfuerzo que se originan por la ruptura de rocas sujetas a esfuerzos y al deslizamiento de una falla sísmica. Pueden ocurrir en cualquier parte del mundo, pero con mucha mayor frecuencia, en ciertas regiones tales como el anillo circumpacífico y el cinturón que se extiende desde el Himalaya, pasando por Irán y Turquía hasta el Mar Mediterráneo. (Vezga, 2002, p.1)

2.2.2. Zonificaciòn

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en el anexo 2. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad (Anexo 3: tabla 1)

2.2.3. Sistema de protección sísmica

Los sistemas de protección sísmica de estructuras utilizados en la actualidad incluyen diseños relativamente simples hasta avanzados sistemas totalmente automatizados. Los

sistemas de protección sísmica se pueden clasificar en tres categorías: Sistemas activos, sistemas semi-activos y sistemas pasivos.

2.2.3.1. Sistema activo

Los sistemas activos de protección sísmica son sistemas complejos que incluyen sensores de movimiento, sistemas de control y procesamiento de datos, y actuadores dinámicos. La Figura muestra el diagrama de flujo del mecanismo de operación de los sistemas de protección sísmica activos. Estos sistemas monitorean la respuesta sísmica de la estructura en tiempo real, detectando movimientos y aplicando las fuerzas necesarias para contrarrestar los efectos sísmicos. El actuar de los sistemas activos se resume de la siguiente forma: las excitaciones externas y la respuesta de la estructura son medidas mediante sensores, principalmente acelerómetros, instalados en puntos estratégicos de la estructura. Un algoritmo de control procesa, también en tiempo real, la información obtenida por los instrumentos, y determina las fuerzas necesarias que deben aplicar los actuadores para estabilizar la estructura. . (Documentos Técnicos corporación de desarrollo tecnológico)

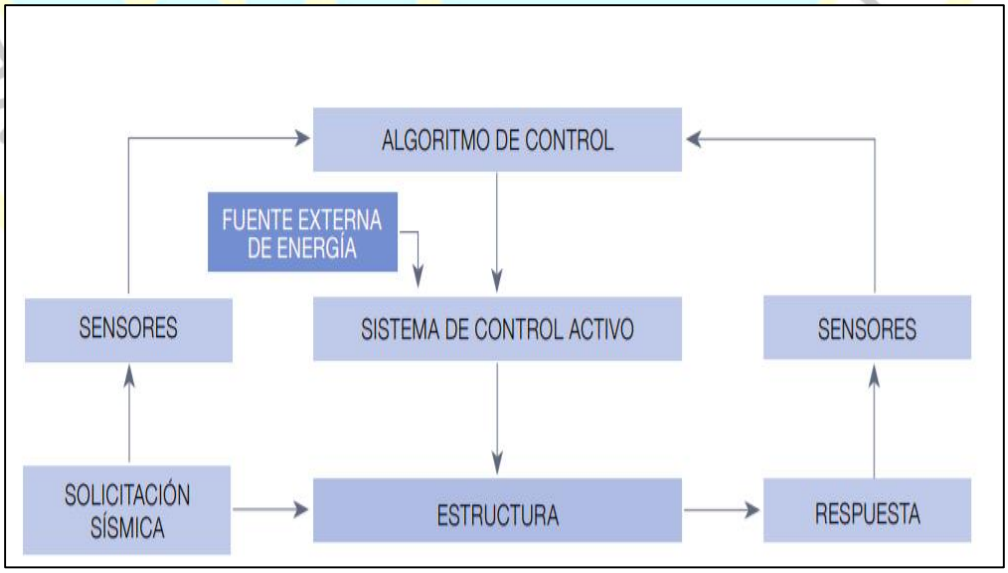


Figura 1: Esquema mecanismo de operación de sistemas activos

Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico

2.2.3.2. Sistema semi-activos

Los sistemas semi-activos de protección sísmica, al igual que los activos, cuentan con un mecanismo de monitoreo en tiempo real de la respuesta estructural. Sin embargo, a diferencia de los sistemas activos no aplican fuerzas de control directamente sobre la estructura. Los sistemas semi-activos actúan modificando, en tiempo real, las propiedades mecá- nicas de los dispositivos de disipación de energía. Ejemplos de estos sistemas son los amortiguadores de masa semiactivos, los dispositivos de fricción con fricción controlable, y los disipadores con fluidos electro- o magneto-reológicos. La Figura muestra esquemáticamente una estructura protegida con sistema semi-activo. (Documentos Técnicos corporación de desarrollo tecnológico)

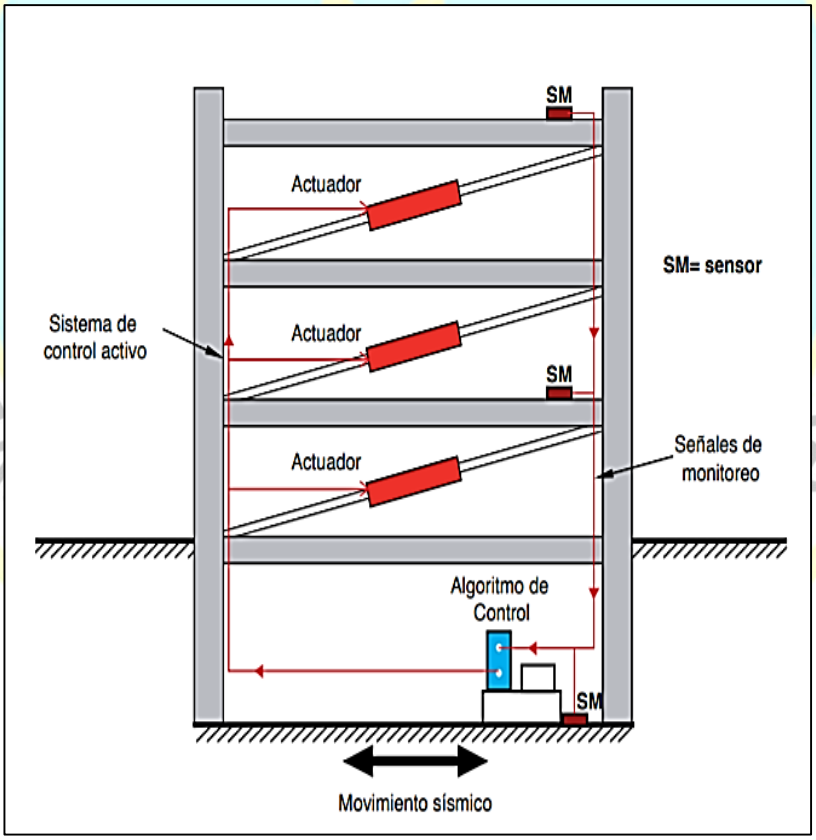


Figura 2: Esquema de estructura con sistema de control active

Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico

2.2.3.3. Sistema pasivo

Sistemas pasivos Los sistemas pasivos son los dispositivos de protección sísmica más comúnmente utilizados en la actualidad. A esta categoría corresponden los sistemas de aislación sísmica de base y los disipadores de energía. Los sistemas pasivos permiten reducir la respuesta dinámica de las estructuras a través de sistemas mecánicos especialmente diseñados para disipar energía por medio de calor. Dado que estos sistemas son más comúnmente utilizados, en comparación a los sistemas activos y semi-activos, es que serán tratados con mayor detalle en los próximos capítulos. La Figura 7 muestra el diagrama de flujo del mecanismo de operación de los sistemas de protección sísmica pasivos.

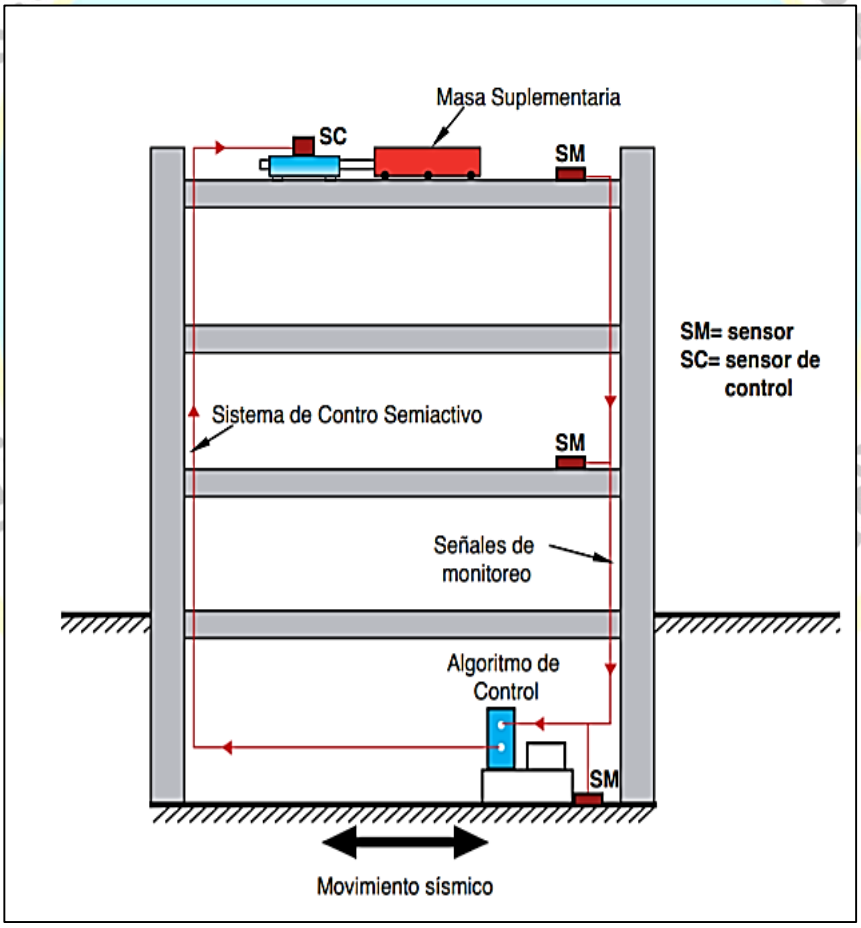


Figura 3: Esquema de estructura con sistema de control semi-activo.

Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico

2.2.4. Disipadores de energia

La disipación de energía se logra mediante la introducción de dispositivos especiales en una estructura, con el fin de reducir las deformaciones y esfuerzos sobre ella. Estos dispositivos reducen la demanda de deformación y esfuerzos producidos por el sismo mediante el aumento del amortiguamiento estructural. Como resultado los esfuerzos inducidos por el sismo en la estructura pueden ser hasta un 50% menores que los correspondientes a la estructura sin disipadores, reduciendo sustancialmente las incursiones inelásticas (daño) de la estructura. (SIGWEB , el portal de los expertos en prevención de riesgos de Chile)

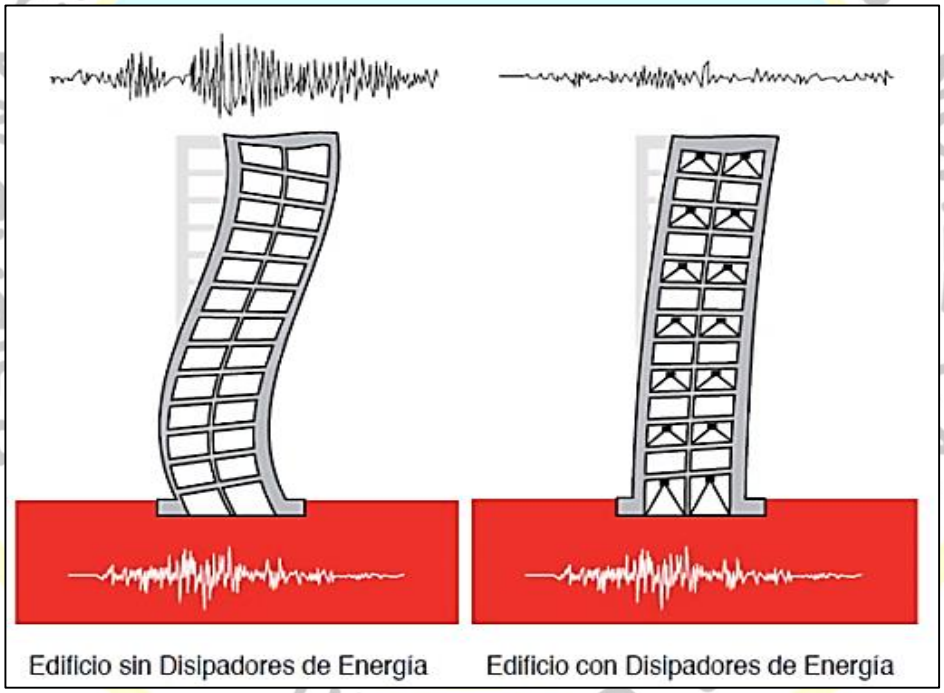


Figura 4: Comparación de edificio sin disipadores y edificio con disipadores de energía.

Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico

El ASCE 7-10 en su capítulo 18 señala que estos dispositivos se clasifican según su comportamiento en 3 categorías diferentes: Dependientes del desplazamiento, dependientes de la velocidad y dependientes del desplazamiento y de la velocidad

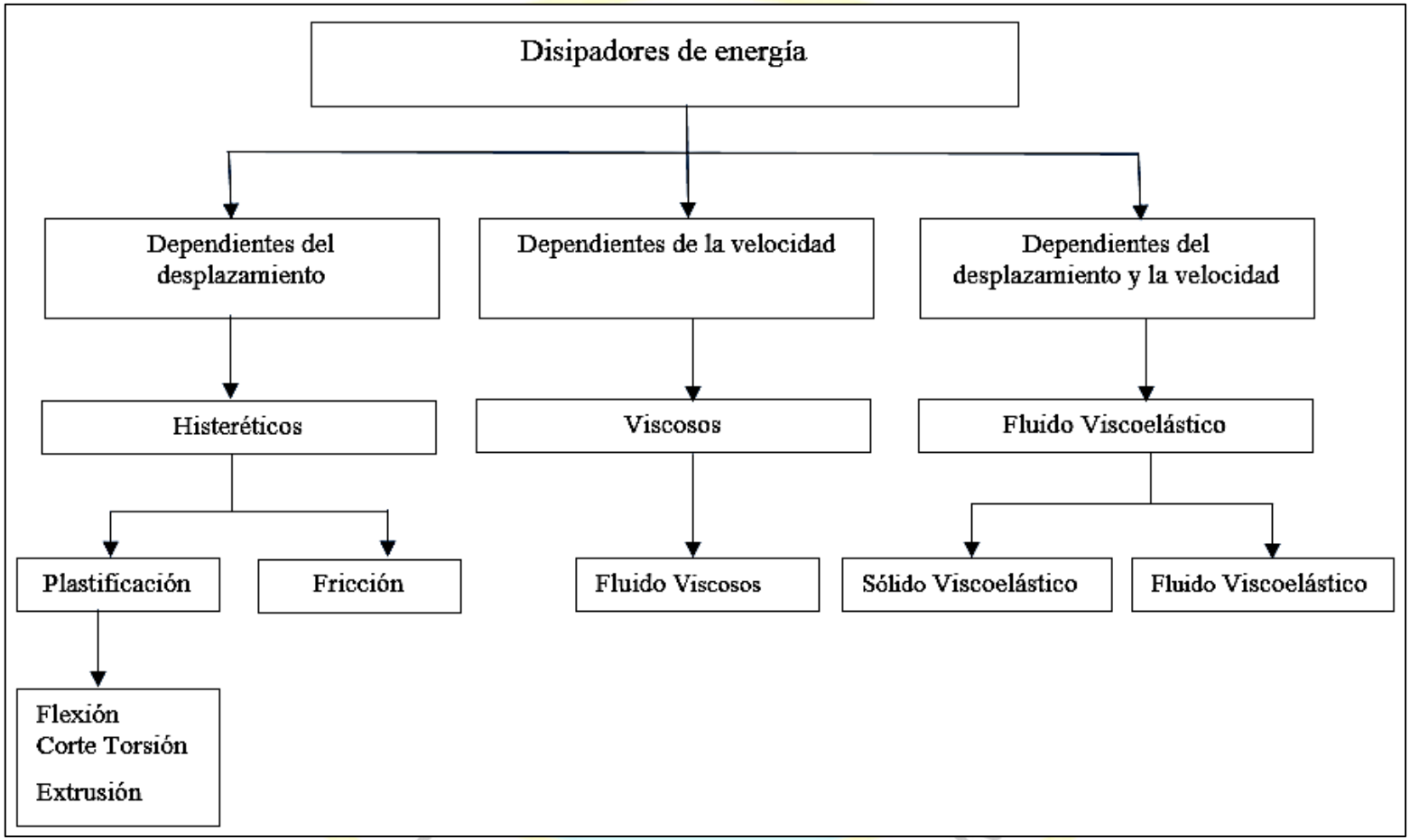


Figura 5: Clasificación de los disipadores de energía

Fuente: ASCE 7-10 en su capítulo

2.2.4.1. Sistemas pasivos de disipación sismica

Está basada en la idea de colocar en la estructura dispositivos destinados a aumentar la capacidad de perder energía de una estructura durante un terremoto. Toda estructura disipa o elimina la energía de un sismo mediante deformaciones. Al colocar un dispositivo de disipación de energía en una estructura, estos van a experimentar fuertes deformaciones con los movimientos de la estructura durante un sismo. Mediante estas fuertes deformaciones se incrementa notablemente la capacidad de disipar energía de la estructura con una reducción de las deformaciones de la estructura. (CEC.UChile)

A. Disipadores act ivados por desplazamientos

Los disipadores de esta categoría se activan por medio de los desplazamientos relativos de los extremos del dispositivo, inducidos por los movimientos de la estructura durante un terremoto. Estos dispositivos disipan energía a través de la deformación plástica de sus componentes o mediante la fricción entre superficies especialmente diseñadas para estos fines. Bajo esta clasificación se encuentran los dispositivosmetálicos, friccionales, de extrusión de materiales y los sistemas autocentrantes. La Figura muestra ciclos fuerzadeformación típicos de disipadores activados por desplazamientos.El área encerrada por la curva corresponde a la energía disipada por el dispositivo. (Documentos Técnicos corporación de desarrollo tecnológico)

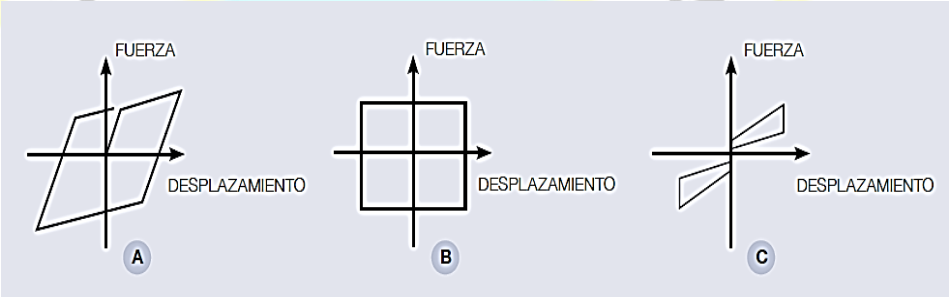


Figura 6: Ciclo carga-deformación disipador activado por desplazamiento: a) Metálico, b) Friccional y c) Autocentrante.

Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico

B. Disipadores metálicos

Estos dispositivos disipan energía por medio de la fluencia de metales sometidos a esfuerzos de flexión, corte, torsión, o una combinación de ellos. Los disipadores metálicos presentan, en general, un comportamiento predecible, estable, y confiable a largo plazo. En general,estos dispositivos poseen buena resistencia ante factores ambientales y temperatura. La Figura 9 muestra, a modo de ejemplo, un disipador metálico tipo ADAS, acrónimo del concepto Added Damping/Added Stiffness. Este tipo de dispositivo permite añadir, simultáneamente, rigidez y amortiguamiento a la estructura.

Figura 7: Disipador metálico tipo ADAS..

Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico

C. Disipadores friccionales

Estos dispositivos disipan energía por medio de la fricción que se produce durante el desplazamiento relativo entre dos o más superficies en contacto. Estos disipadores son diseñados para activarse una vez que se alcanza un determinado nivel de carga en el dispositivo. Mientras la solicitación no alcance dicha carga, el mecanismo de disipación se mantiene inactivo. La Figura 10 muestra un esquema de un disipador friccional. Estos disipadores pueden ser materializados de varias maneras, incluyendo conexiones deslizantes con orificios ovalados o SBC (Slotted Bolted Connection), como el que se muestra en la figura, dispositivos con superficies en contacto sometidas a cargas de precompresión, etc. La Figura muestra un esquema del disipador friccional tipo Pall.

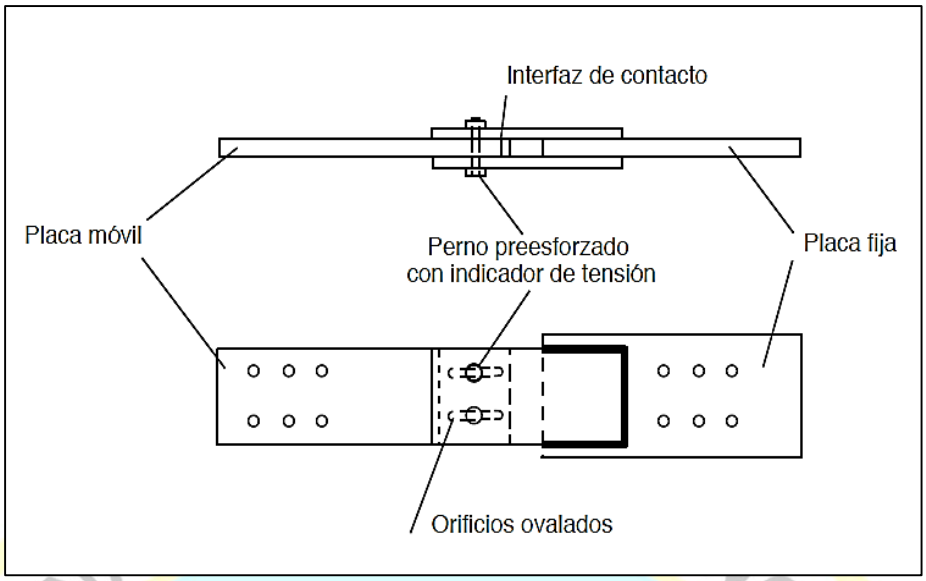


Figura 8: Conexión tipo SBC (Slotted Bolted Connection).

Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico

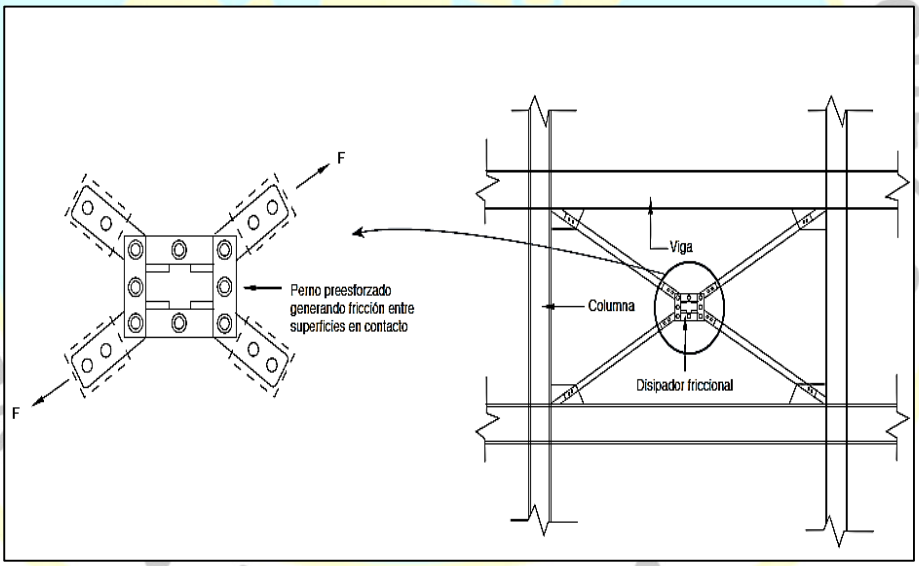


Figura 9: Esquema disipador de energía tipo Pall.

Fuente: **Corporación de desarrollo tecnológico**

c.1 Sistema edr (energy dissipating restraint).

Este disipador pertenece a una gran familia de dispositivos friccionales similares. El sistema utiliza resortes pretensados y topes para obtener un comportamiento de gran capacidad de disipación. (SIGWEB, el portal de los expertos en prevención de riesgos de Chile)

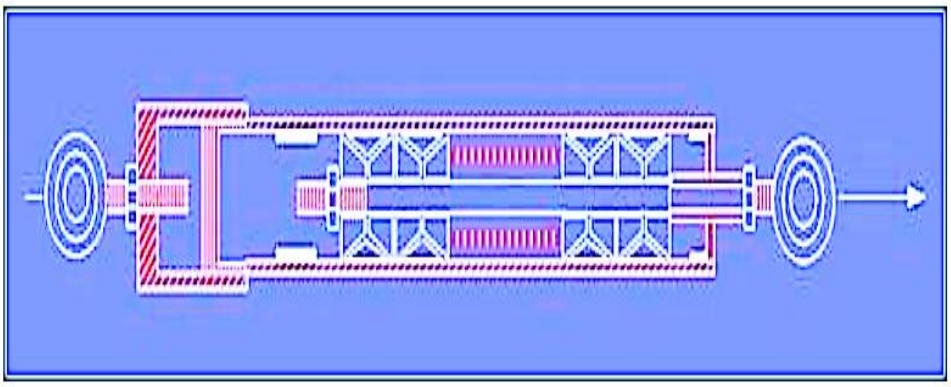


Figura 10: Dispositivo EDR (Fluor-Daniel).

Fuente: SIGWEB

c.2 Dispositivo de fricción por golillas.

En este caso la disipación se logra por la fricción producto del giro relativo entre placas metálicas. (SIGWEB , el portal de los expertos en prevención de riesgos de Chile)

Figura 11: Fricción por golillas.

Fuente: SIGWEB

D. Disipadores activados por velocidad

Los disipadores de esta categoría se activan a partir de las velocidades relativas de los extremos del dispositivo, inducidos por los movimientos de la estructura durante un sismo.Estos sistemas, típicamente añaden amortiguamiento a las estructuras, sin afectar su rigidez lateral.Estos disipadores, en general, permiten brindar protección a las estructuras durante sismos de baja, mediana y gran intensidad.

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN • HUACHO •

d.1 Dispositivos fluido-viscosos

Este tipo de dispositivo disipa energía forzando un fluido altamente viscoso a pasar a través de orificios con diámetros, longitudes e inclinación especialmente determinados para controlar el paso del fluido. Estos dispositivos son similares a los amortiguadores de un automóvil, pero con capacidades para resistir las fuerzas inducidas por terremotos.

Figura 12: Disipador fluido-viscoso.

Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico

d.2 Muros viscosos

Los muros viscosos están compuestos por una placa que se mueve en un fluido altamente viscoso depositado al interior de un molde de acero (muro). El comportamiento de estos dispositivos depende principalmente de la frecuencia y amplitud de la carga, número de ciclos, y temperatura de trabajo.

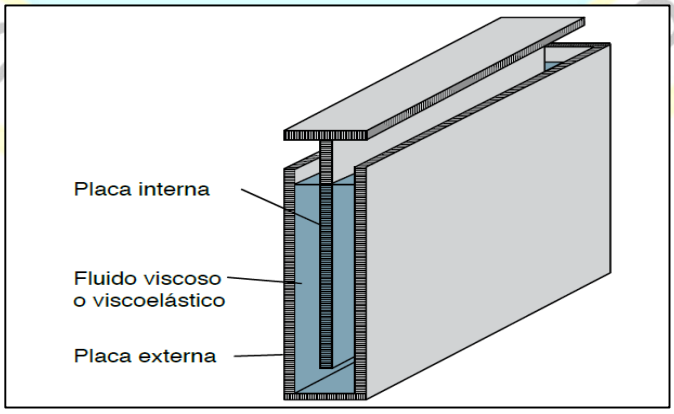


Figura 13: Disipador muro viscoso.

Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico

E. Disipadores activados por desplazamiento y velocidad

Los disipadores de esta categoría se activan a partir de la acción combinada de los desplazamientos y velocidades relativas de los extremos del dispositivo, inducidos por los movimientos de la estructura producidos durante un terremoto.Estos sistemas, típicamente añaden, simultáneamente, amortiguamiento y rigidez a las estructuras.

e.1 Disipadores viscoelasticos sólidos.

Los materiales viscoelásticos sólidos empleados en estructuras, son usualmente copolímeros o sustancias vidriosas que disipan energía cuando están sujetas a deformación por corte. Un disipador viscoelástico típico (VE), el cual consiste en capas viscoelásticas entre platos de acero, es mostrado en la figura. Cuando son montadas en una estructura, la deformación por corte y por consiguiente la disipación de energía ocurre cuando la vibración estructural induce el movimiento relativo entre las láminas de acero exteriores y el plato central.(Edificaciones con Disipadores de Energia-G.Villarreal)

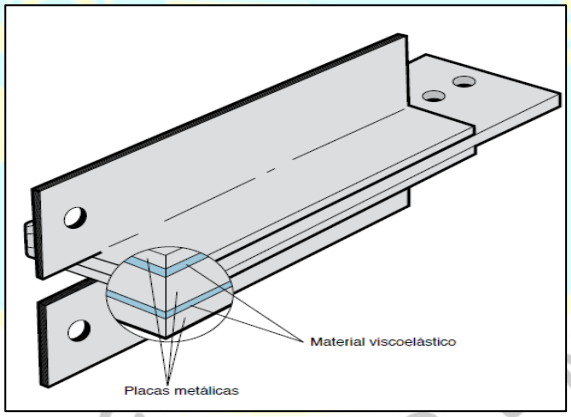


Figura 14: Disipador viscosoelástico sólido.

Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico

e.2 Disipadores viscoelasticos de fluidos.

Utilizan la acción de sólidos para mejorar el desempeño de la estructura a diversas acciones externas. Por otra parte los fluidos también pueden ser efectivamente empleados para obtener el nivel deseado de control pasivo. Un esfuerzo significante ha sido orientado recientemente al desarrollo de los disipadores de fluido viscoso para aplicaciones

estructurales, primeramente hacia la conversión de la tecnología para la milicia y la industria pesada.La disipación de energía ocurre vía conversión de la energía mecánica al calor relacionada a la deformación del pistón y a la sustancia altamente viscosa similar a un gel de silicona. (Edificaciones con Disipadores de Energia-G.Villarreal)

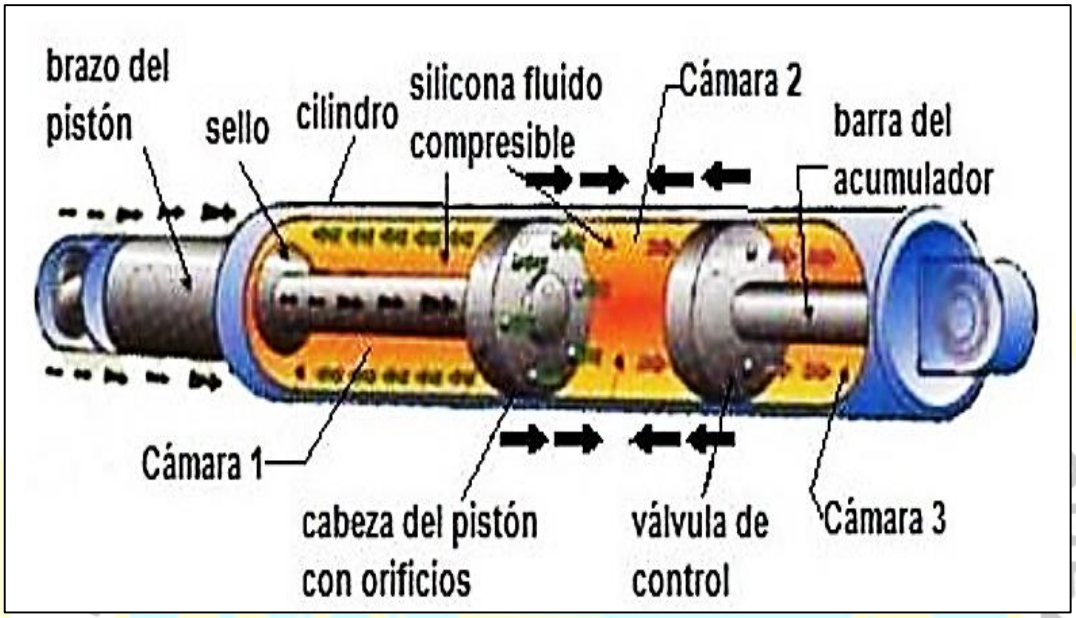
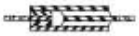
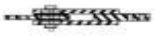
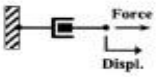
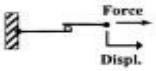


Figura 15: Funcionamiento del disipador de energía de fluido viscoso.

Fuente: Edificaciones con Disipadores de Energia-G.Villarreal

Tabla 2: Constrcción, comportamiento histéretico, modelos fisicos

Resumen de construcción, comportamiento histerético, modelos físicos, ventajas, y desventajas de los dispositivos de disipación pasiva de energía para aplicación de protección sísmica (Adaptado de: Energy Dissipation Systems for Seismic Applications: Current Practice and Recent Developments)

Tipo de amortiguadores	**Amortiguador de Fluido Viscoso**	**Amortiguador Sólido Viscoelástico**	**Amortiguador Metálico**	**Amortiguador de Fricción**
Construcción Básica				
Comportamiento Histerético Idealizado				
Modelo Físico Idealizado			No se cuenta con un modelo idealizado	
Ventajas	-Activado a bajos desplazamientos -Mínima fuerza de restauración -Para amortiguadores lineales, el modelo es simple -Las propiedades son independientes de la frecuencia y temperatura -Desempeño probado en aplicaciones militares	-Activado a bajos desplazamientos -Provee fuerzas restitutivas -Comportamiento lineal, por lo que su modelo es simple	-Comportamiento histerético estable. -Confiabilidad en tiempo prolongado. -Insensibilidad a la temperatura ambiental. -Materiales y comportamiento familiar a la práctica ingenieril	-Gran energía disipada por ciclo -Insensibilidad a la temperatura ambiental
Desventajas	-Posibles fugas del líquido sellado	-Capacidad de deformación limitada -Las propiedades dependen de la frecuencia y temperatura -Posible desunión y desprendimiento del material viscoelástico	-Dispositivo dañado después de un terremoto, posiblemente se requiera reemplazar.	-Las condiciones de la interfaz de deslizamiento pueden cambiar con el tiempo -Comportamiento no lineal muy grande; puede excitar modos más altos y requiere un análisis no lineal. -Desplazamientos permanentes si no se provee de un mecanismo de restauración de fuerza

2.2.5. Configuración de los dispositivos de disipación pasiva de energía

Se mostraran algunas configuraciones de las colocciones de estos dispositivos, de acuerdo a los usos de carga y a la distribución de las cargas que serán las indicadas para controlar su disposición.

2.2.5.1. Configuración diagonal

En esta disposición el disipador viscoso se orienta en el ángulo diagonal del pórtico en el cual será ubicado en la figura. El arreglo diagonal tiene menor eficiencia que el Chevron, ya que en este caso solo la componente horizontal participa en la absorción de fuerzas horizontales

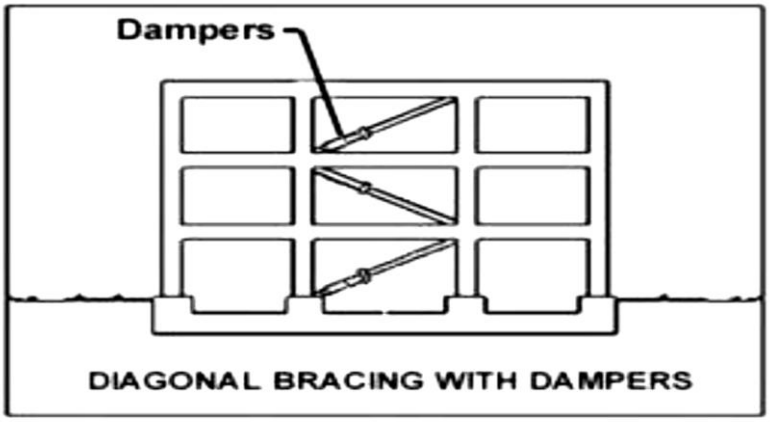


Figura 16: Disposición diagonal.
Fuente: TAYLOR DEVICES INC

2.2.5.2. Configuración chevron

La configuración Chevron se distingue por colocar el dispositivo de disipación de energía de forma horizontal, es decir paralelo al entrepiso. A través de esta se puede lograr una eficiencia de 100%, a lo que es necesario toda la capacidad del disipador para restringir los desplazamientos de entrepiso.

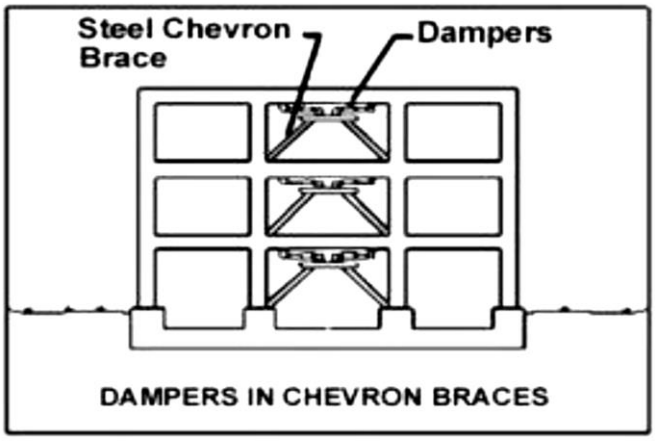


Figura 17: Disposición Chevron

Fuente: TAYLOR DEVICES INC

2.2.5.3. Configuración scissor jack

El Scissor Jack tiene una eficiencia mayor al 100%; se debe a que su configuración incrementa el desplazamiento del pistón para una deriva de entrepiso dada.

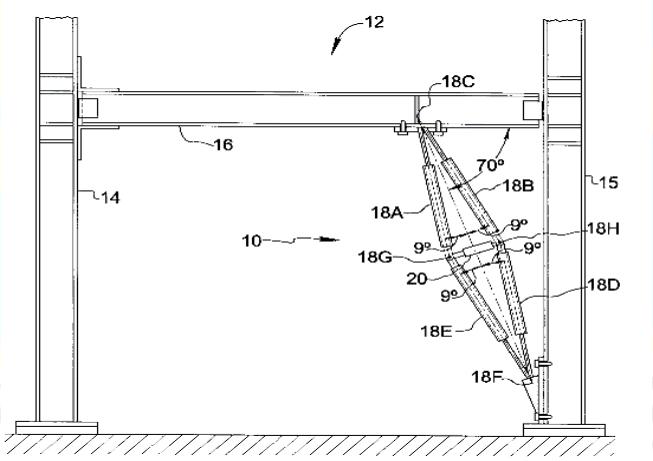


Figura 18: Disposición Scissor Jack

Fuente: Seismic Design of Structures with Viscous Dampers Fabricantes

Las emprsas que se dedican actualmente a la comercilizacion de estos dispositivos son esencialmente dos: Kajima Corporation (Japón) y Taylor devices incorporation (Estados Unidos), los dispositivos trabajados en las doas empresas mencionadas se basan en el mismo concepto, disipar energía mediante el flujo forzado de un fluido (silicona o aceite).Como alcance al disipador más común usado en el Perú y como principal comercializante la

empresa de disipadores fluido viscosos Taylor. Mencionando el trabajo y evolución de la corporación Kajima para luego se ampliar con mayores detalles el disipador Taylor.

2.2.6. Kajima corporation

Esta corporación japonesa fabrica dos tipos de disipadores viscosos los HiDAM y los HiDAX-e ambos son amortiguadores de aceite de alto rendimiento, estos dispositivos encierran aceite en ambos lados de un pistón (ver fig.23); la eficiencia del amortiguamiento es lograda por el movimiento relativo del pistón y la resistencia del fluido (aceite) que pasa por las válvulas de control de presión que conectan ambas cámaras, de esta manera se genera una gran fuerza de amortiguamiento. En las figuras 24 y 25 se muestran estos dos dispositivos.

Figura 19:: Disipador viscoso HiDAX-e

Fuente: KAIJIMA CORPORATION

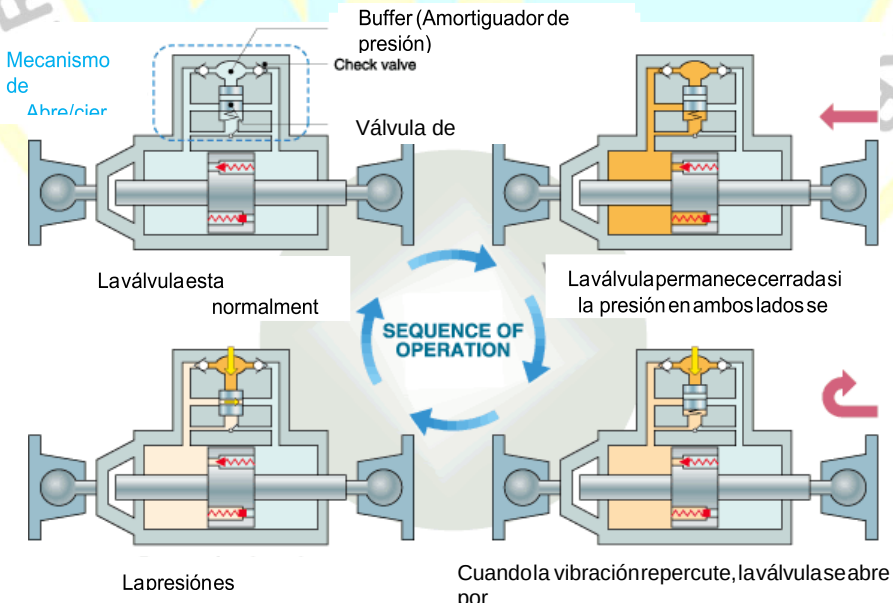


Figura 20: Funcionamiento del HiDAX-e ante una estimulación sísmica

Fuente: KAIJIMA CORPORATION

Los disipadores son unidos a la estructura con la ayuda de arrostramientos metálicos y siempre en arreglo Chevron; es decir, los disipadores se disponen en forma horizontal paralelos al plano del techo tal como se muestra en la figura

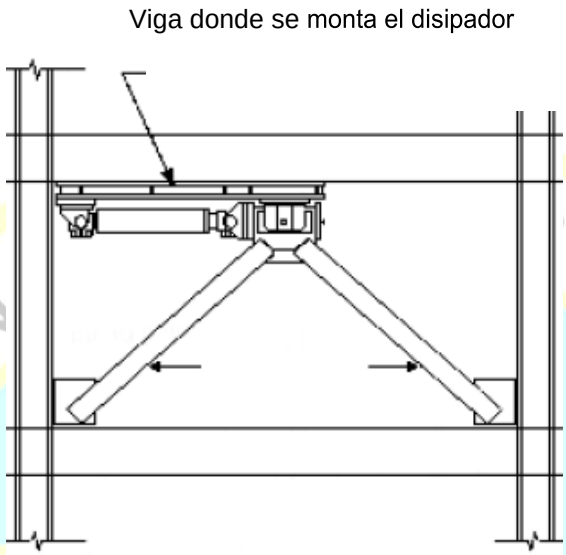


Figura 21: Disipador viscoso HiDAX-e

Fuente: KAIJIMA CORPORATION

2.2.7. Taylor devices inc.

Los disipadores fluido viscosos se vienen manufacturando desde hace aproximadamente cincuenta años, donde su uso era limitado solo para aplicaciones militares.

Con el fin de la guerra fría en 1990 se permitió la comercialización (para el público en general) de tecnología previamente restringida como esta. Dado que esta tecnología era confiable y había demostrado un buen comportamiento a través de las décadas, la implementación a estructuras comerciales se llevó a cabo rápidamente.

Fueron pocas las empresas capaces de hacer la transición de su tecnología para el mercado comercial. Taylor Devices Inc., un fabricante con sede en Nueva York de productos de disipación de energía para uso militar y de defensa, comenzó a buscar salidas comerciales para sus productos de defensa en 1987.

Hasta la fecha más de 240 estructuras están empleando estos amortiguadores viscosos para obtener un mejor comportamiento estructural ante excitaciones sísmicas o de viento. ("EVALUACION DEL PROYECTO ESTRUCTURAL…"DIAZ LA ROSA SANCHEZ, MARCO).

Dirección Taylor Device Inc.,90 Taylor Drive- N Tonawanda,NY 14120

Es un edificio gubernamental destinado para oficinas, fue construido en 1926 y posee 32 plantas llegando a los 140 metros de altura. Para la construcción se empleó el método más moderno de protección sísmica de los años 20, el cual consistía en pórticos de acero con enormes muros de corte de concreto armado.

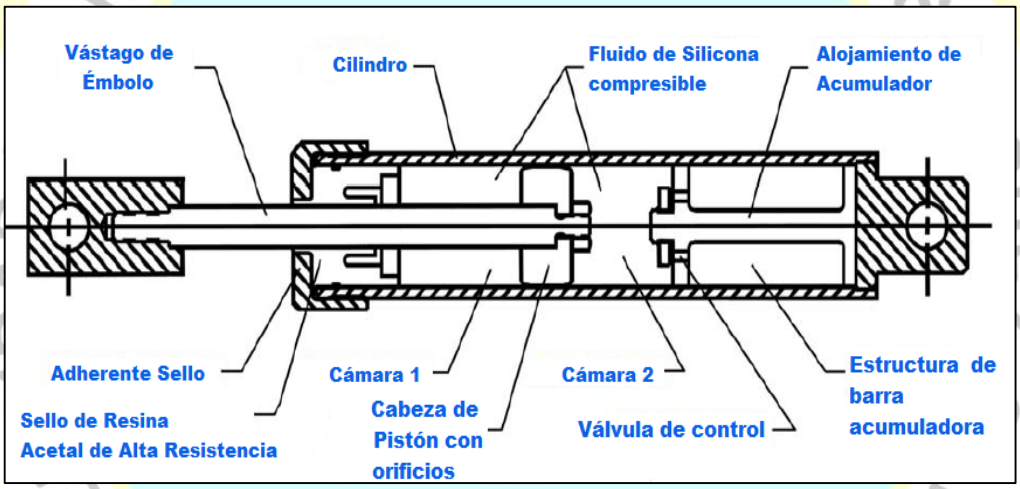


Figura 22: Ubicación de Taylor Device Inc

Fuente: MAPS-TDI

Principales descripciones de piezas son como sigue, usando la Figura:

Vástago de émbolo

Altamente pulido en su diámetro exterior, los portaobjetos del vástago del pistón a través del sello y el sello de retención. El extremo externo del vástago de pistón está fijado a una de las dos horquillas de montaje. El extremo interno del vástago de pistón se conecta a la cabeza del pistón. En general, la varilla del pistón debe reaccionar todas las fuerzas de amortiguación, además de proporcionar una interfaz de sellado con el sello. Dado que el vástago del pistón es relativamente delgada y debe ser compatible con las condiciones de

carga de columna, que se fabrica normalmente a partir de material de acero de alta resistencia. El acero inoxidable se prefiere como material de vástago de pistón, ya que cualquier tipo de oxidación o corrosión sobre la superficie de la varilla puede causar insuficiencia sello catastrófico. Además, el diseño de la varilla del pistón debe basarse cepa, en lugar de basarse estrés, ya que la flexión elástica del vástago de pistón durante la compresión del amortiguador puede causar fugas de unión o sello.

a. Cilindro

El cilindro amortiguador contiene el medio fluido y debe aceptar la presión del recipiente de carga cuando el amortiguador está en funcionamiento. Los cilindros se fabrican normalmente a partir de tubos de acero sin costura. construcción soldada o fundida no es permisible para cilindros de amortiguación, debido a las preocupaciones acerca de la vida de fatiga y agrietamiento por tensión. Cilindros normalmente están diseñados para un mínimo de carga resistente a la presión igual a 1,25 veces la presión interna se espera bajo un evento máximo creíble sísmica. Por definición, la carga de presión de prueba debe ser acomodado por el cilindro sin ceder, daños o fugas de cualquier tipo.

b. Fluido

Los amortiguadores utilizados en aplicaciones de ingeniería estructurales requieren un fluido que es resistente al fuego, no tóxico, térmicamente estable, y no se degradan con la edad. Este líquido debe clasificarse como tanto no inflamable y no inflamable, con un punto deinflamación fluido por encima de 90 ° C. En la actualidad, los únicos fluidos que poseen todos estos atributos son de la familia de silicona.

Fluidos de silicona típicos tienen un punto de inflamación por encima de 340 ° C, son cosméticamente inerte, completamente no tóxico, y son térmicamente estables. El fluido de silicona típico usado en un amortiguador es prácticamente idéntica a la de silicona utilizada en la mano común y cosméticos crema facial.

BUFFALO / NIAGARA FALLS AREA

Figura 23: Ubicación de Taylor Device Inc

Fuente: MAPS-TDI

c. Sello

Los sellos usados en un amortiguador de fluido deben ser capaz de una larga vida de servicio; al menos 25 años sin necesidad de reemplazo periódico. Los materiales de la junta deben ser elegidos cuidadosamente para este requisito vida útil y para la compatibilidad con los amortiguadores = s fluido. Desde amortiguadores en estructuras son a menudo objeto de largos períodos de uso poco frecuente, sellos no deben exhibir adherencia a largo plazo ni permiten la fuga lenta de fluido. La mayoría de los amortiguadores usan sellos dinámicos en la interfaz de vástago de pistón y juntas estáticas donde las tapas de extremo o retenedores de sellado están unidos al cilindro. Para juntas estáticas, de elastómero convencional o-juntas anulares han demostrado ser aceptable. Sellos dinámicos para el vástago de pistón deben ser fabricados a partir de polímeros estructurales de alta resistencia, para eliminar la adherencia o conjunto de compresión durante largos períodos de inactividad.

Nylon estabilizado, y miembros de la familia de resina de acetilo. Juntas dinámicas fabricados a partir de polímeros estructurales no envejecen, se degradan o distorsionan el tiempo. En comparación, los elastómeros convencionales requieren sustitución periódica si se utiliza como juntas dinámicas en un amortiguador.

d. Cabeza de pistón

La cabeza de pistón se conecta a la barra del pistón, y efectivamente divide el cilindro en dos cámaras de presión. Como tal, la cabeza de pistón sirve para barrer fluido a través de orificios situados dentro de ella, generando así la presión de amortiguación. La cabeza de pistón es generalmente un ajuste muy cerca del diámetro interior del cilindro; en algunos casos la cabeza del pistón puede incluso incorporar un sello para el orificio del cilindro. Cabezas de los pistones son relativamente simples en apariencia.

e. Fiador del sello

Se utiliza para cerrar los extremos abiertos del cilindro, éstos se refieren a menudo como tapas de los extremos, placas de extremo, o cajas de relleno. Es preferible utilizar hilos de gran diámetro convertido ya sea en la superficie exterior o interior del cilindro para acoplar el retén del sello. Medios de fijación alternativos, tales como múltiples tornillos, tachuelas, o tirantes de los cilindros deben ser evitados ya que estos pueden ser excitado a la resonancia por porciones de alta frecuencia de ya sea el transitorio terremoto o los espectros de respuesta edificio.

f. Acumulador

El simple amortiguador representado en la Figura utiliza una, barra de maquillaje acumulador interno en línea. El acumulador se compone de o bien un bloque de espuma de plástico de celdas cerradas, un pistón acumulador móvil (y gas a presión), o una vejiga degoma. El propósito del acumulador es para permitir el desplazamiento volumétrico del vástago de pistón a medida que entra o sale del amortiguador durante la excitación. Un segundo propósito es para compensar la expansión y contracción térmica del fluido. El amortiguador en la Figura utiliza una válvula de control para medir la cantidad de fluido desplazado en el acumulador cuando se comprime el amortiguador.Cuando el amortiguador se extiende, la válvula de control se abre para permitir que el fluido desde el acumulador a entrar libremente las cámaras de presión del amortiguador. Algunos tipos de amortiguadores utilizan una denominada “varilla a través”, en donde el vástago del émbolo va totalmente a través del cilindro amortiguador. Estos amortiguadores no requieren acumuladores en absoluto, pero sí requieren dos juegos de juntas.

g. Orificios

El flujo a presión del fluido a través de la cabeza del pistón está controlado por orificios. Estos pueden consistir en conductos mecanizados modulares complejos, o alternativamente, pueden utilizar los agujeros perforados, por resorte bolas cargados,

válvulas de retención, o carretes. orificios relativamente complejos son necesarios si el amortiguador es para producir una salida con un exponente de amortiguación de menos de dos. De hecho, un simple orificio de agujero taladrado seguirá la ecuación de Bernoulli, y la salida de amortiguador estará limitada a variar la fuerza con el cuadrado de la velocidad del amortiguador. Desde "velocidad al cuadrado" de amortiguación es de uso limitado en la disipación de energía sísmica, suelen ser necesarios métodos de orificio más robustos y sofisticados. Dependiendo de la

Ecuación de salida de amortiguación deseada, pasajes de orificio pueden utilizar convergente o flujos divergentes, vórtices pueden ser inducidas a formar en áreas específicas.

2.2.8. Ecuación general

Sabemos que un movimiento sísmico en la estructura tendrá dezplazamientos entre los niveles, al tener la estructura los dispositivos de fluido viscoso, estos tambien se deplazaran y se generan a su vez aceleraciones, lo cual activará el flujo del fluido a través de pequeños orificios, la energia sismica se disipa tan rápido como circula el fluido de una camara a otra.

La relación fuerza/velocidad para este tipo de disipador se puede expresar de la siguiente forma:

$$F = C\,V^{\alpha}$$

Donde:

F: Fuerza de salida

C: Coeficiente de amortiguamiento

V: Velocidad relativa a través del disipador

α: Exponente constante que es generalmente un valor entre 0.3 y 0.1

2.2.8.1. Coeficiente de amortiguamiento

Ecuación de amortiguamiento efectivo para un amortiguador viscoso lineal (α

= 1)

$$\beta_{eff} = \beta_0 + \frac{T.\sum_j C_j.\cos^2\theta_j.\emptyset_{rj}^2}{4\pi.\sum_i(\frac{W_i}{g}).\emptyset_i^2}$$

Donde:

βeff : Amortiguamiento efectivo del sistema estructural.

β0 : Amortiguamiento inherente del sistema estructural.

T : Periodo de la estructura.

Cj : Coeficiente de amortiguamiento del disipador j.

Wi : Peso del nivel i.

θj : Angulo de inclinación del disipador j.

ϕi : Desplazamiento del nivel i.

ϕrj : Desplazamiento relativo del disipador j.

Ecuación de amortiguamiento efectivo para un amortiguador viscoso no lineal (α < 1)

$$\beta_{eff} = \beta_0 + \frac{\sum_j \lambda C_j.\emptyset_{rj}^{1+\alpha}.\cos^{1+\alpha}\theta_j}{\Gamma^2(1+\frac{\alpha}{2})m_i.\emptyset_i^2}$$

$$\lambda = 2^{2+\alpha} + \frac{\Gamma(2+\alpha)}{}$$

Donde:

βeff : Amortiguamiento efectivo del sistema estructural.

β0 : Amortiguamiento inherente del sistema estructural

. Cj : Coeficiente de amortiguamiento del disipador j.

mi : Masa del nivel i.

θj : Angulo de inclinación del disipador j.

ϕi : Desplazamiento del nivel i.

ϕrj : Desplazamiento relativo del disipador j.

A : Desplazamiento del prime modo.

ω: Frecuencia angular (ω = 2πf).

λ : Parámetro lambda.

Γ : Función gamma.

α : Exponente de velocidad.

Para el caso general de un dispositivo no lineal con la fuerza viscosa dada por la ecuación anterior, λ es una función de la velocidad del exponente α, como se da en la tabla 5.

Tabla 1: Valores del parámetro λ.

Exponente α	Parámetro λ
0.25	3.7
0.50	3.5
0.75	3.3
1.00	3.1
1.25	3.0
1.50	2.9
1.75	2.8
2.00	2.7

Fuente: FEMA 274

El ángulo de inclinación (θj) y el desplazamiento relativo del disipador de energía (Ørj) se muestra en la siguiente figura.

Disipador de energía

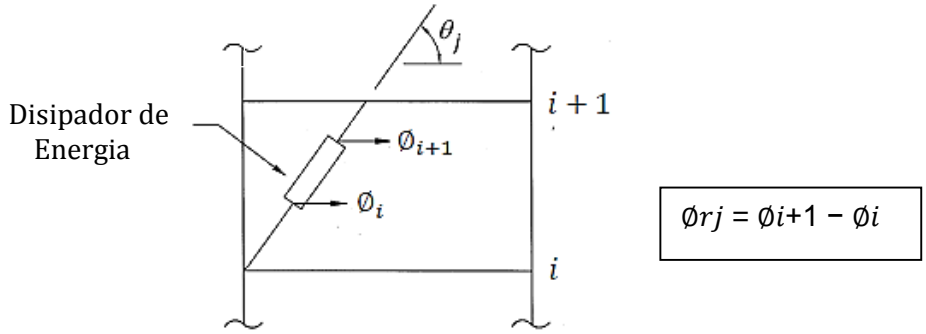


Figura 24: Ángulo de inclinación y desplazamiento relativo del disipador de energía

Fuente: Fema 274

Es importante señalar que la ecuación considera un coeficiente de amortiguamiento constante para todos los dispositivos.

2.2.8.2. Exponente de velocidad α

El exponente de velocidad "α" es la reacción del dispositivo ante los impactos de velocidad y determina el comportamiento histerético de los disipadores empleados.

El disipador con α = 1 se llama disipador viscoso lineal, en el que la fuerza de amortiguamiento es proporcional a la velocidad relativa.

Los disipadores con α < 1 se llaman disipadores viscosos no lineales, que son eficaces en la reducción de choques de alta velocidad.

En la Figura muestra las relaciones de fuerza-velocidad de los tres diferentes tipos de disipadores viscosos. Esta cifra demuestra la eficacia de los disipadores no lineales en la minimización de choques de alta velocidad. Para una pequeña velocidad relativa, el disipador con un valor de α menor que 1 puede dar una fuerza de amortiguamiento más grande que los otros dos tipos de amortiguadores.

Para los disipadores viscosos no lineales el valor de α está en un rango de 0.3 a 1.0, sin embargo, CDV Representaciones recomienda utilizar un rango entre 0.4 y 0.5 para edificaciones con registros sísmicos.

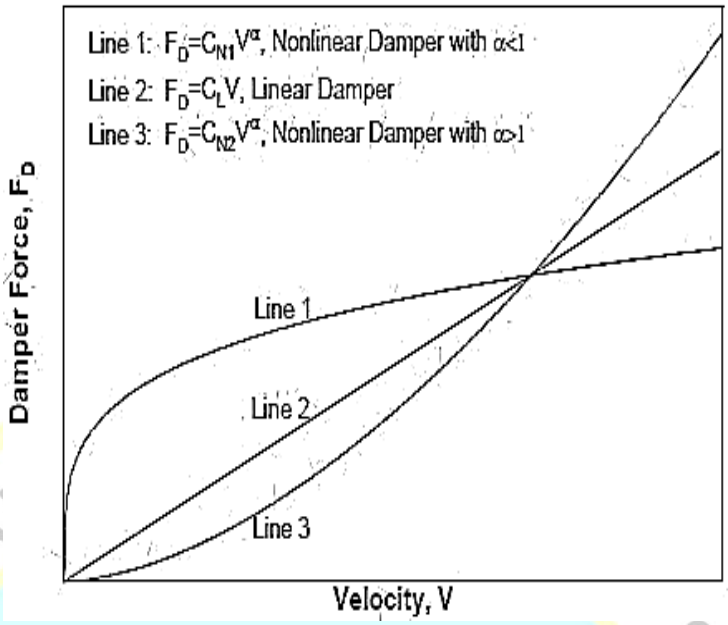


Figura 25: Relaciones de fuerza-velocidad de los disipadores viscosos

Fuente: Fema 274

La ecuación 3.5 nos muestra el coeficiente de amortiguamiento constante para todos los dispositivos, la cual se obtiene despejando la ecuación 3.3

$$\Sigma C_j = \frac{\beta_H \, .2\,\pi\, A^{1-\alpha}\, \omega^{2-\alpha}\, (\sum_i m_i \emptyset_i^2)}{\lambda\, (\Sigma \emptyset_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j)}$$

Donde:

βH : Amortiguamiento viscoso de la estructura

El valor de βH depende del amortiguamiento objetivo que se desee alcanzar mediante los siguientes pasos:

Determinar el factor de reducción de respuesta (B)

$$B = \frac{D_{max}}{D_{objetivo}}$$

Donde:

Dmax : Deriva máxima Dobjetivo

Dobjetivo: Deriva objetivo

La deriva máxima es obtenida mediante el análisis tiempo historia

Determinar el amortiguamiento efectivo

$$B = \frac{2.31 - 0.41\ln(\beta_0)}{2.31 - 0.41\ln(\beta_{eff})}$$

Donde:

β_0 : Amortiguamiento inherente de la estructura (5%) β_{eff} : Amortiguamiento efectivo.

Determinar el amortiguamiento viscoso de la estructura

$$\beta_h = \beta_{eff} - 5\%$$

El amortiguamiento viscoso de la estructura es el amortiguamiento efectivo (β_{eff}) más el amortiguamiento inherente (β_0) de la estructura asumido en no más del 5%.

2.2.8.3. Rigidez del dispositivo k

La rigidez del dispositivo es la rigidez del brazo metálico que se conecta a la estructura principal; ya que los amortiguadores están adosados a la estructura mediante estos brazos; por lo que la rigidez axial del dispositivo es mucho menor a la del brazo.

La rigidez del brazo metálico se determina mediante la siguiente formula:

$$K = \frac{E\,A}{L}$$

Donde:

E: Coeficiente de elasticidad del material (acero).

A: Área de la sección del brazo metálico.

L: Longitud del brazo metálico.

Es muy común utilizar perfiles HSS o tipo PIPE por razones de estética y por las facilidades al momento de la instalación.

El perfil metálico debe tener un área significativa, ya que de esta forma se minimiza las deflexiones elásticas del disipador y maximizar las del disipador. Así mismo, es

importante que el perfil metálico tenga suficiente momento de inercia y área para que no se exceda en su resistencia contra el pandeo en la dirección de compresión.

En el proceso del diseño del brazo metálico se deben validar las siguientes ecuaciones:

$$ØT_n = Ø * F_y * A_g < T_u; \text{ para verificar tension}$$

Donde:

T_n : Tensión nominal.

Ø : Factor de reducción (0.9).

Ag : Área bruta de la sección del brazo metálico.

Tu : Tensión última obtenida a partir de las fuerzas en el disipador

$$ØP_n = Ø * F_{cr} * A_g < P_u; \text{ para verificar compresión}$$

Donde:

P_n : Compresión nominal.

P_u : Compresión última, obtenida de las fuerzas del disipador.

2.2.9. Criterios de ubicación

Para determinar la ubicación y el número de amortiguadores, se debe tener en cuenta lo siguiente:

Localizar las zonas de velocidades maximas y en los entrepisos cuales desarrorrallan un mayor desplazamiento, para saber el control de la torsion estos dispositivos se colocarán de manera simetrica y regular. Lo más reomendable es que la major ubicación de estos dispositivos se logra mediante un proceso iterativo

Como sabemos los espacios de los dispositivos no deberan afectar la arquitectura, por lo que los profesionales deben evaluar tanto la respuesta estructural, la funcionalidad del edificio, como su utilidad, si esto responde a la arquitectura no harán cambios.

Pero si la arquitectura no ayuda a la simetría y al mejor uso, se tendrán que hacer modificaciones.

Así mismo, la norma ASCE 7-10 recomienda:

- Ubicar como mínimo dos dispositivos en la dirección a reforzar.
- Ubicar los dispositivos en todos los niveles.

2.3. Definiciones conceptuales

2.3.1. Estructuras aporticadas

Según De Mattos, (2006), señala que existen distintos sistemas estructurales de construcción. La más común en nuestro país son las estructuras aporticadas de concreto armado. La estructura es la parte o el conjunto de partes de una construcción destinada a resistir cargas. Cada parte portante de laconstrucción, también denominada elemento estructural, debe resistir los esfuerzos incidentes y transmitirlos a otros elementos a través de conexiones con la finalidad de conducirlos al terreno. Así mismo, son estructuras formadas por losas macizas o aligeradas apoyadas en vigas y columnas. En estas estructuras también pueden haber muros de concreto ("placas"), los cuales son muy necesarios para dotar a la construcción de resistencia y rigidez lateral. Cuanto más resistente y rígida sea la construcción soportará mejor los sismos.

Figura 26: Documento de Sistemas estructurales

Fuente: Sistemas estructurales

2.3.2. Sistema linealmente elástico

Para comprender el concepto de estructura linealmente elástica es necesario entender la relación existente entre la fuerza y el desplazamiento, para lo cual considerar el sistema mostrado en la Figura; el sistema está sujeto a una fuerza estática f_S, la cual es equilibrada por una fuerza inercial resistente al desplazamiento u que es igual y opuesta a f_S. Existe una relación entre la fuerza y el desplazamiento relativo u asociado con la deformación de la estructura que es de carácter lineal para pequeñas deformaciones y no lineal para grandes deformaciones.

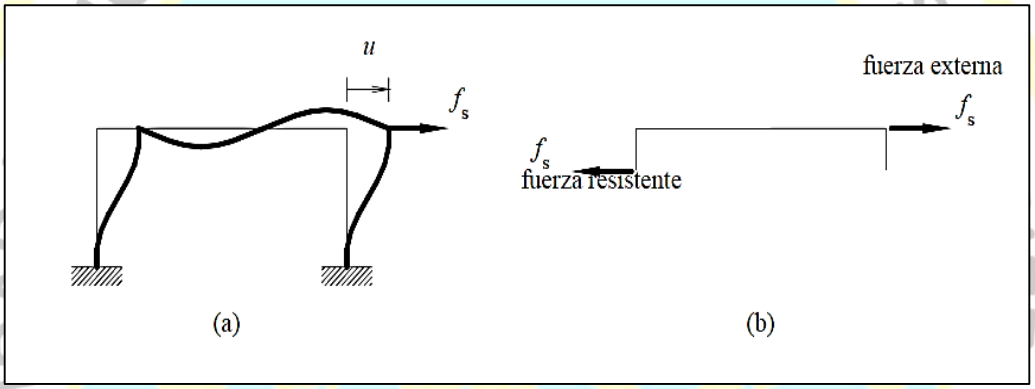


Figura 27: Fuerza de Amortiguamiento

Fuente: Sistema linealmente elástico

Para un sistema linealmente elástico la relación entre la fuerza lateral f_S y la deformación resultante u es:

$$f_S = u \cdot k$$

Donde k es la rigidez lateral del sistema y su unidad es [fuerza/longitud].

2.3.3. Amortiguamiento

El amortiguamiento es el proceso por el cual la vibración libre disminuye en amplitud; en este proceso la energía del sistema en vibración es disipada por varios mecanismos los cuales pueden estar presentes simultáneamente.

2.3.4. Mecanismos de disipación

En sistemas simples como el de la Figura, la mayor parte de la disipación de la energía proviene de efectos térmicos causados por repetidos esfuerzos elásticos del material y de la fricción interna cuando el sólido es deformado.

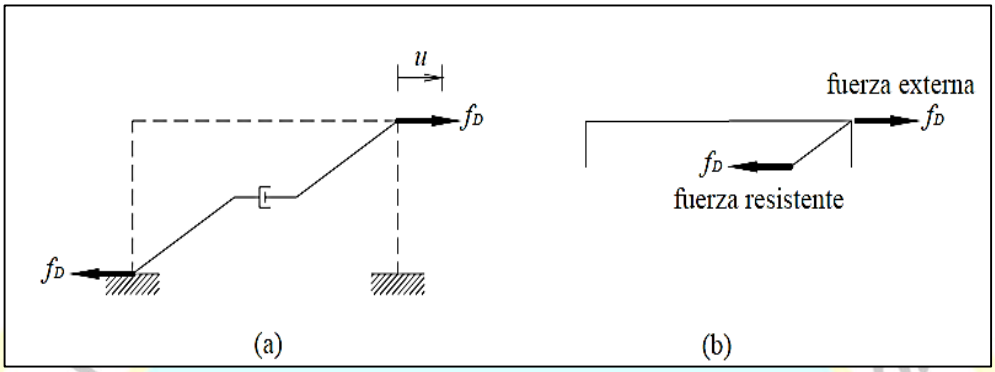


Figura 28: Fuerza de Amortiguamiento

Fuente: CHOPRA, Anil K. (1995) "Dynamics of Structures"

2.3.5. Fuerza de amortiguamiento

En las estructuras actuales el amortiguamiento es representado de forma idealizada; para efectos prácticos el amortiguamiento actual en estructuras SDF puede ser idealizado satisfactoriamente por un amortiguamiento lineal viscoso.

La Figura 28 muestra un sistema amortiguado sujeto a una fuerza fD aplicada en la dirección del desplazamiento, la cual es equilibrada por la fuerza interna en el amortiguamiento que es igual y opuesta a la fuerza externa f_D. La fuerza de amortiguamiento f_D está relacionada con la velocidad ***ú*** a través del coeficiente de amortiguamiento ***c*** mediante:

$$f_D = c$$

2.3.6. Ecuación de movimiento

La Figura 29 ilustra el modelo matemático de un sistema SDF sujeto a la acción de una fuerza dinámica $p_{(t)}$ aplicada en la dirección del desplazamiento $u_{(t)}$ las cuales

varían con el tiempo. La ecuación diferencial que gobierna el desplazamiento $u_{(t)}$ puede ser derivada utilizando dos métodos: la 2ª ley de Newton y el principio de equilibrio dinámico.

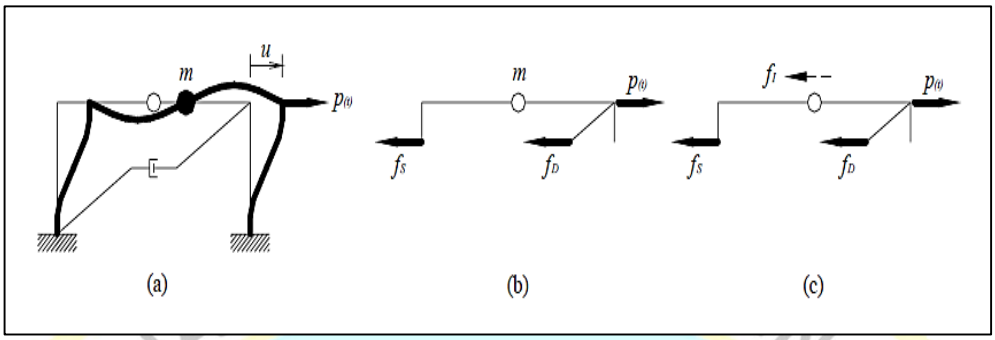


Figura 29: Sistema SDF, ecuación de movimiento

Fuente: CHOPRA, Anil K. (1995) "Dynamics of Structures"

2.3.6.1. Amortiguamiento no proporcional

Por conveniencia analítica, el amortiguamiento proporcional es usualmente asumido en el análisis de una estructura tradicional. Esto simplifica el análisis estructural utilizando superposición modal. La consecuencia de adicionar disipadores a una estructura tradicional depende de las ubicaciones y características de los dispositivos seleccionados. Si el amortiguamiento adicionado es proporcional, esto quiere decir que si las formas de modo no amortiguadas de la estructura con rigidez adicional debida a los disipadores diagonalizan la matriz de amortiguamiento de la estructura, entonces la estructura tiene amortiguamientoproporcional.

2.3.6.2. No-linealidades del dispositivo de disipacion

Una estructura tradicional se comporta linealmente o no linealmente (debido a la fluencia) bajo una condición de carga dada, una estructura con disipadores generalmente exhibe comportamiento no-lineal porque la dinámica del disipador generalmente es no-lineal en velocidades y desplazamientos locales. Esto complica los procedimientos del análisis estructural. A pesar de que un riguroso análisis tiempo-historia no-lineal sea realizado, es necesario verificar el diseño final, con suficiente aproximación, siendo

necesarios para el diseño preliminar los métodos simples aproximados del análisis estructural.

2.3.6.3. Componentes de masa, amortiguamiento y rigidez

La ecuación que gobierna el movimiento para el sistema SDF puede ser formulada desde un punto de vista alternativo.

Bajo la acción de la fuerza externa $p_{(t)}$ el estado del sistema está descrito por $u_{(t)}$, $\dot{u}_{(t)}$ y la $\ddot{u}_{(t)}$ como se muestra en la Figura $_{(a)}$. Visualizar el sistema como la combinación de los tres componentes: (1) *rigidez*, (2) *amortiguamiento* y (3) *masa*. La fuerza externa f_S en el componente de rigidez está relacionada con el desplazamiento si el sistema es linealmente elástico. La fuerza f_D está relacionada con la velocidad por la ecuación; y la fuerza externa f_I en el componente de masa está relacionada con la aceleración por $f_I = m\,\ddot{u}$. La fuerza externa $p_{(t)}$ aplicada al sistema completo puede por tanto ser visualizada como una cantidad distribuida en los tres componentes de la estructura, y entonces:

$$f_S + f_D + f_I = p_{(t)}$$

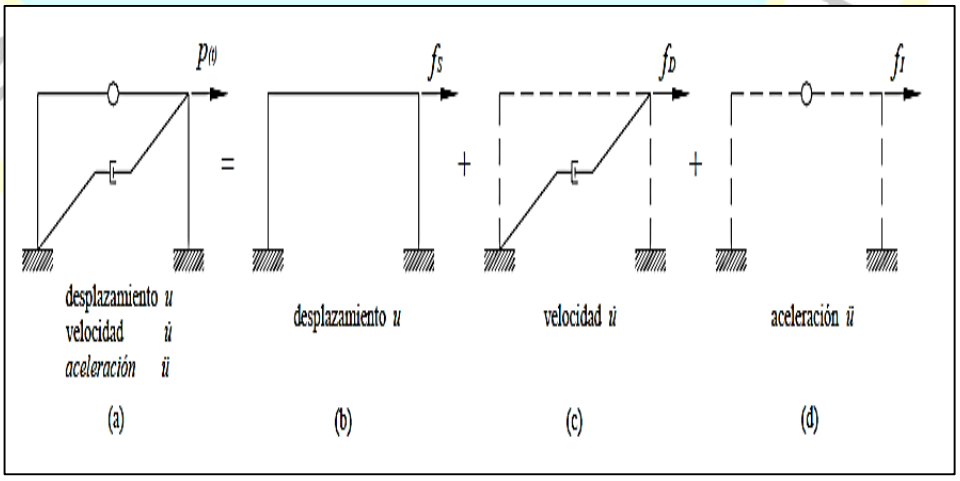


Figura 30: (a) Sistema (b) componente de rigidez (c) componente de amortiguamiento (d) componente de masa

Fuente: CHOPRA, Anil K. (1995) "Dynamics of Structures"

2.3.7. Vibración libre

Una estructura está en vibración libre cuando es perturbada de su posición estática de equilibrio y comienza a vibrar sin la excitación de fuerza externa alguna ($p_{(t)} = 0$).

2.3.7.1. Vibración libre no amortiguada

Ilustran el movimiento de la masa durante un ciclo de vibración libre del sistema. A partir de estas figuras se observa que el tiempo requerido de un sistema no amortiguado para completar un ciclo de vibración libre es denominado periodo natural de vibración, T_n

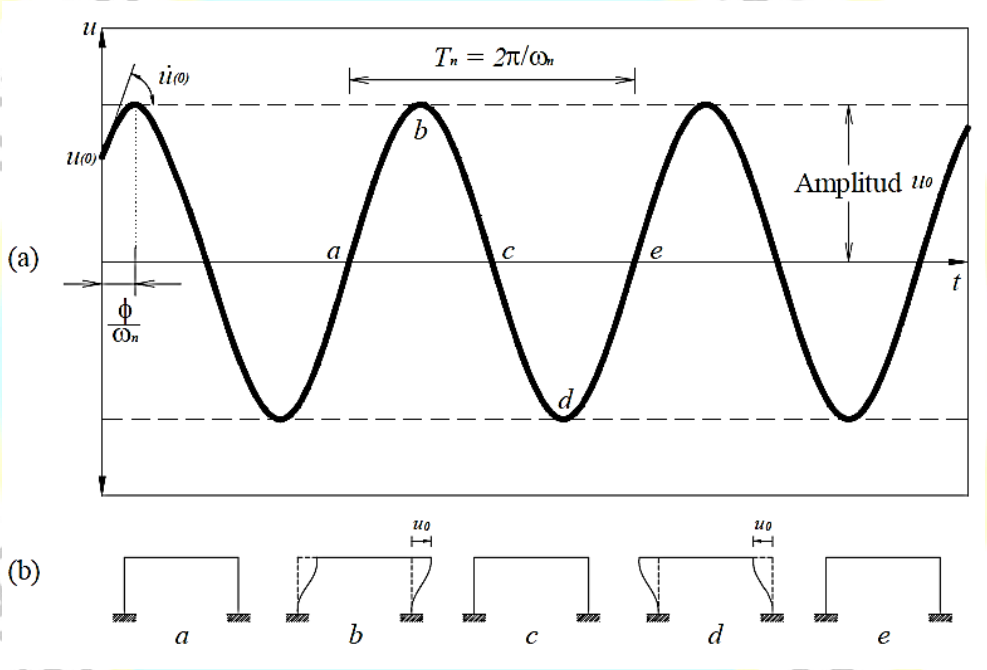


Figura 31: Sistema SDF: vibración libre sin amortiguamiento
Fuente: CHOPRA, Anil K. (1995) "Dynamics of Structures"

2.3.7.2. Vibración libre con amortiguamiento viscoso

La ecuación de movimiento para un sistema lineal amortiguado en vibración libre es:

$$m \,.\, \ddot{u} + c \,.\, \dot{u} + k \,.\, u = 0$$

La Figura ilustra el desarrollo de este punto; ésta es una gráfica del movimiento $u_{(t)}$ debido a un desplazamiento inicial $u_{(0)}$ para tres valores distintos de ξ :

- Si $c = c_{cr}$ ó $\xi = 1$ El sistema retorna a su posición inicial de equilibrio sin oscilar, por

tal razón es llamado *sistema críticamente amortiguado* o sistema con amortiguamiento crítico.

- Si $c>c_{cr}$ ó $\xi>1$ El sistema no oscila pero retorna a su posición de equilibrio lentamente, por tal motivo es denominado *sistema sobreamortiguado.*
- Si $c<c_{cr}$ ó $\xi<1$ El sistema oscila alrededor de la posición de equilibrio con una amplitud que decrece progresivamente, y es llamado *sistema subamortiguado.*

El coeficiente de amortiguamiento crítico, c_{cr}, llamado así debido a que es un valor pequeño de c que inhibe completamente la oscilación y representa la línea de división entre el movimiento oscilatorio y mono oscilatorio.

Las estructuras civiles (puentes, edificios, embalses, etc.) poseen una relación de amortiguamiento $\xi<1$ la cual las cataloga como sistemas subamortiguados, es por esta razón que dichos sistemas se estudian con mayor preferencia.

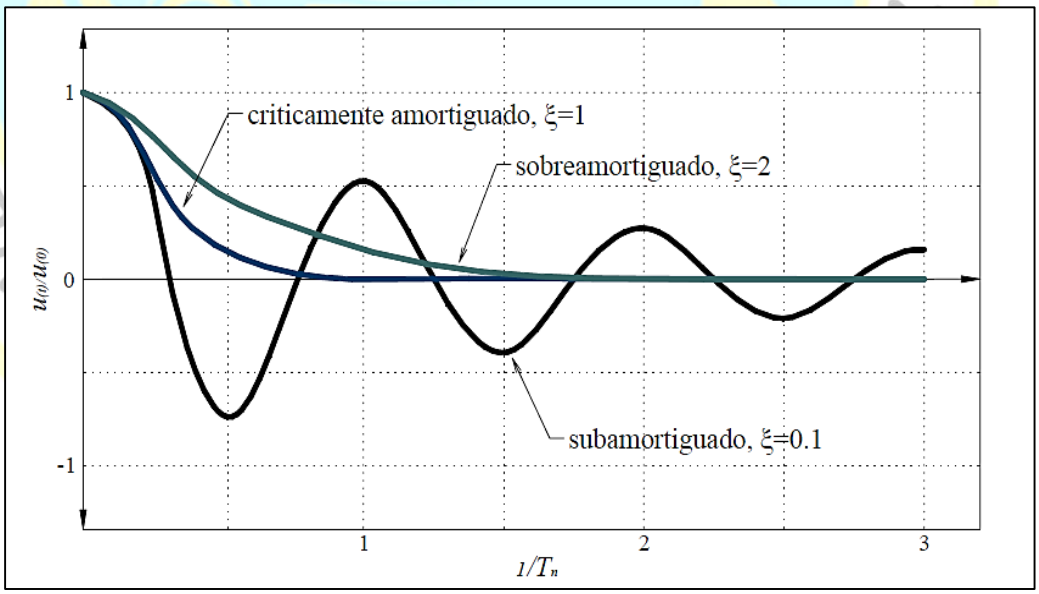


Figura 32: Vibración libre de un sistema críticamente amortiguado, sobreamortiguado y subamortiguado

Fuente: CHOPRA, Anil K. (1995) "Dynamics of Structures"

2.3.8. Espectro de respuesta

Cantidades de Respuesta

La deformación del sistema o el desplazamiento relativo $u_{(t)}$ de la masa es la respuesta de mayor interés por estar relacionada linealmente a las fuerzas internas (momentos flexionantes, cortantes en vigas y columnas).

2.3.8.1. Histograma de Respuesta

Para una $\ddot{u}_{g(t)}$ del suelo, la respuesta de deformación $u_{(t)}$ de un SDF depende sólo de T_n y del amortiguamiento del sistema. La Figura muestra la respuesta de deformación de tres diferentes sistemas debido a la aceleración del suelo de El Centro1, notándose la deformación pico en cada caso; se observa que de estos tres sistemas, aquel que tiene el T_n mayor también tiene la deformación pico más grande.

La Figura muestra la respuesta de deformación de tres sistemas sujetos al mismo movimiento; en ésta se hace variar el amortiguamiento y el T_n se mantiene constante, se observa que la respuesta del sistema con mayor amortiguamiento es menor que la del sistema con amortiguamiento leve.

Una vez que se ha evaluado la respuesta de deformación $u_{(t)}$ por análisis dinámico de la estructura, las fuerzas internas pueden determinarse mediante un análisis estático de la estructura en cada instante de tiempo. Basado en el concepto de la Fuerza Estática Equivalente:

$$f_{s\,(t)} = k \cdot u_{(t)}$$

Donde k es la rigidez lateral del sistema, y expresada la ecuación anterior en términos de la masa se tiene:

$$f_{s\,(t)} = m \cdot \omega\, n^2 \cdot u_{(t)} = m \cdot A_{(t)}$$

Donde:

$$A_{(t)} = \omega\, n^2 \cdot u_{(t)}$$

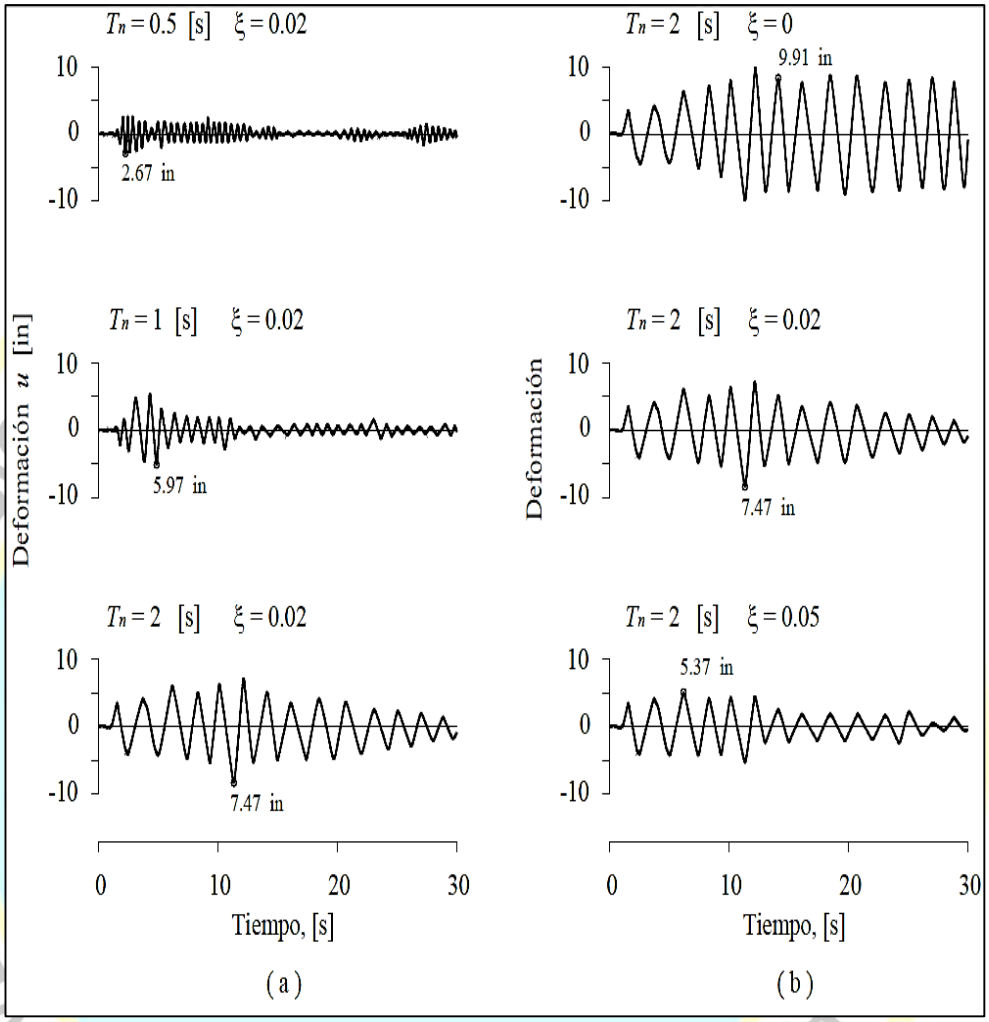


Figura 33: Respuesta de deformación de un sistema SDF para el sismo del Centro

Fuente: Texto Guia de Ingenieria Sismica- Ivan Richard Goytia Torrez -Rolando Villanueva Inca

$A_{(t)}$ es llamada seudo aceleración o aceleración espectral del sistema, cuya respuesta puede ser calculada a partir de la respuesta de desplazamiento, $u_{(t)}$; dicho concepto es ilustrado en la Figura 33.

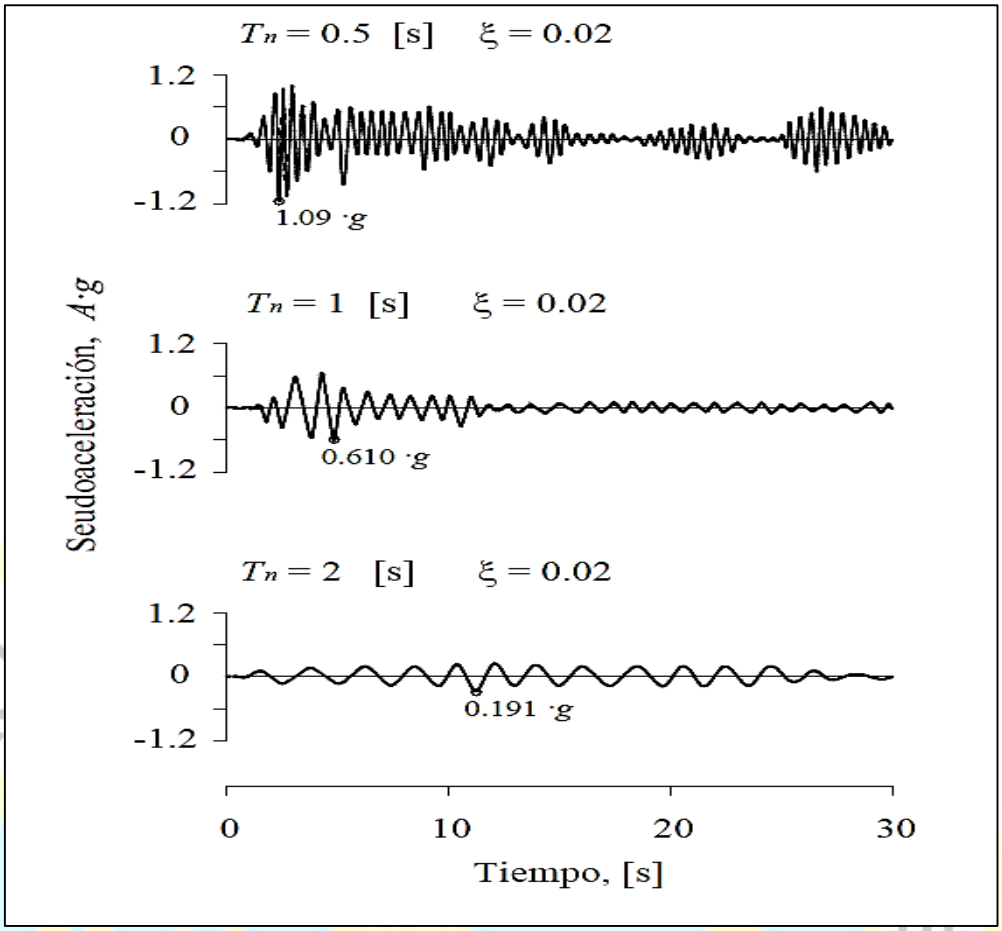


Figura 34: Respuesta de seudo aceleración de un sistema SDF al sismo del Centro

Fuente: Texto Guia de Ingenieria Sismica- Ivan Richard Goytia Torrez -Rolando Villanueva Inca

2.3.8.2. Espectro de respuesta

En ingeniería sísmica, el espectro de respuesta da un significado conveniente al sumario de respuestas pico de todos los posibles sistemas simples (SDF) sujeto a un componente particular de movimiento del suelo, también provee aproximaciones prácticas para aplicar los conocimientos de dinámica estructural.

Una gráfica de valores pico de respuesta de una cantidad como función del periodo natural de vibración del sistema o cualquier parámetro relacionado como ω_n o f_n es llamado *espectro de respuesta* para esa cantidad.

2.3.9. Relación fuerza-deformación

Los resultados experimentales indican que el comportamiento cíclico de la relación fuerza-deformación de una estructura depende principalmente del material y del sistema estructural.

Idealización elastoplástica

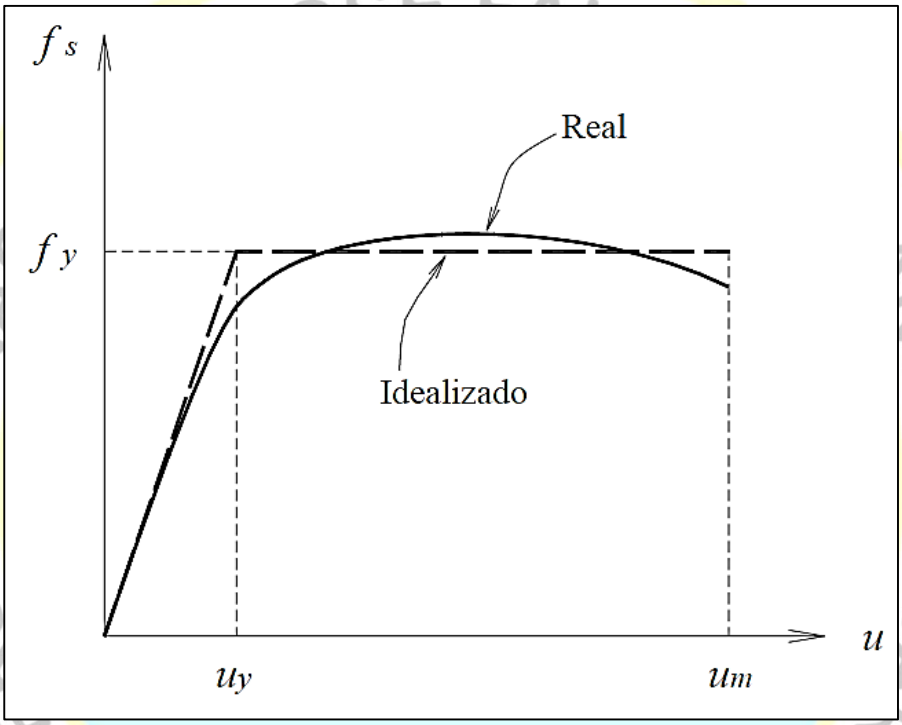


Figura 35: Curva fuerza deformación durante la carga inicial: real e idealización elastoplástica.

Fuente: Texto Guia de Ingenieria Sismica- Ivan Richard Goytia Torrez -Rolando Villanueva Inca

Considerar la relación fuerza-deformación para una estructura durante su carga inicial mostrada en la Figura 33. Resulta conveniente idealizar esta curva por una relación fuerza-deformación elastoplástica debido a que esta aproximación permite desarrollar el espectro de respuesta en forma similar a un sistema linealmente elástico. La aproximación elastoplástica a la curva real de fuerza-deformación esta representada en la Figura 33, de tal

forma que las áreas bajo las dos curvas son las mismas para un valor de desplazamiento máximo, u_m. En el proceso inicial de carga este sistema idealizado es linealmente elástico con una rigidez k mientras la fuerza no exceda f_y. La fluencia comienza cuando la fuerza alcanza el valor de f_y, esfuerzo de fluencia. La deformación en la cual la fluencia comienza es u_y, deformación de fluencia. En la fluencia la fuerza es constante (la rigidez es cero).

Sistema lineal correspondiente

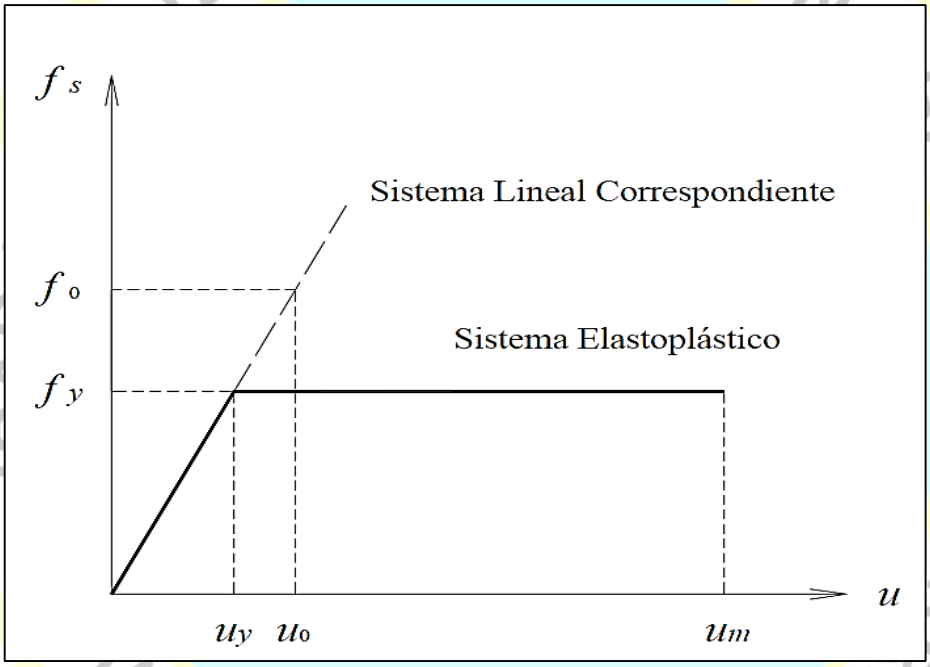


Figura 36: Sistema elastoplástico y su sistema lineal correspondiente

Fuente: Texto Guia de Ingenieria Sismica- Ivan Richard Goytia Torrez -Rolando Villanueva Inca

Se desea evaluar la deformación pico de un *sistema elastoplástico* debido a un movimiento sísmico del suelo y comparar esta deformación con la deformación pico causado por la misma excitación en el *sistema lineal correspondiente*. Este sistema elástico esta definido de tal forma que tiene la misma rigidez del sistema elastoplástico durante su fase de carga inicial; ver Figura 34. Ambos sistemas tienen la misma masa y amortiguamiento.

De este modo el periodo natural de vibración del sistema lineal correspondiente y del sistema elastoplástico bajo oscilaciones pequeñas ($u \leq u_y$) es el mismo.

2.3.10. Perfiles de suelo

Para los efectos de esta Norma, los perfi les de suelo se clasifi can tomando en cuenta la velocidad promedio depropagación de las ondas de corte $\bar{v}_s$, o alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los $\bar{N}_{60}$ obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar(SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada $\bar{s}_u$ para suelos cohesivos. Estas propiedades deben determinarse para los 30 m superiores del perfi l de suelo medidos desde el nivel del fondo de cimentación. (anexo 3: tabla N° 2)

2.3.11. Parámetros de sitio (*S*, T_P Y T_L)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo *S* y de los períodos *TP* y *TL* (anexo 3: tablas N° 3 y 4)

2.3.12. Factor de amplificación sísmica (C)

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

$T < T_P \qquad C = 2{,}5$

$T > T_L \qquad C = 2{,}5 \cdot \left(\frac{T_P}{T_L}\right)$

$T_P < T < T_L \qquad C = 2{,}5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T_2}\right)$

2.3.13. Categoría y sistemas estructurales

De acuerdo a la categoría de una edifi cación y la zona donde se ubique, ésta deberá proyectarse empleando el sistema estructural (anexo 2: tabla N° 6)

2.3.14. Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R0)

Los sistemas estructurales se clasifi carán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, (anexo 3: tabla N° 8)

Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se tomará el menor coefi ciente R_o que corresponda. (anexo 3: tabla N° 7, 9)

2.3.15. Estimación del peso (P)

El peso (*P*), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edifi cación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

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

i. En edifi caciones de la categoría C, se tomará el 25% de la carga viva.

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

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

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

2.3.16. Fuerza cortante en la base

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \,.\, U \,.\, C \,.\, S \,.\, P}{R}$$

El valor de *C*/*R* no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0{,}125$$

2.3.17. Período fundamental de vibración

El período fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

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

Donde:

C_T = 35 Para edifi cios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

a. Pórticos de concreto armado sin muros de corte.

b. Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

C_T = 45 Para edifi cios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

a. Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.

b. Pórticos de acero arriostrados.

C_T = 60 Para edifi cios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

2.3.18. Microzonificación sísmica

Son estudios multidisciplinarios que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuación de suelos, deslizamientos, tsunamis y otros, sobre el área de interés. Los estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y otros fenómenos naturales, así como las limitaciones y exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño, construcción de edificaciones y otras obras.

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

2.3.19. Edificaciones de muros de ductilidad limitada (EMDL)

Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa.

Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos

2.3.20. Capacidad portante

En todo estudio de mecánica de suelos deberán considerarse los efectos de los sismos para la determinación de la capacidad portante del suelo de cimentación. En los sitios en que pueda producirse licuación del suelo, debe efectuarse una investigación geotécnica que evalúe esta posibilidad y determine la solución más adecuada.

2.3.21. Determinación de desplazamientos laterales

En 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.

Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerará los valores mínimos de C/R indicados en el numeral, ni el cortante mínimo en la base especificado en el numeral.

2.3.22. Fuerzas sísmicas verticales

La fuerza sísmica vertical se considerará como una fracción del peso igual a 2/3 Z · U · S.El elementos horizontales de grandes luces, incluyendo volados, se requerirá un análisis dinámico con los espectros definidos en el numeral.

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION HUACHO

2.3.23. Análisis dinámico modal espectral

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral.

2.3.24. Modos de vibración

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

2.4. Formulación de hipotesis

2.4.1. Hipotesis general

El comportamiento estructural utilizando disipadores de energía fluido viscoso se mejora significativamente respecto al sistema convencional, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho.

2.4.2. Hipotesis específicas

- El estudio de suelo presenta una buena capacidad portante y los Parámetros de diseño estructural reflejan que el terreno es adecuado para una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho.
- El diseño del sistema convencional en base a los parámetros de diseño estructural es conveniente para una edificación de siete niveles y un semisótano, en el Distrito de Huacho.
- El diseño del sistema de disipadores de energía fluido viscoso en base a los parámetros de diseño estructural es conveniente para una edificación de siete niveles y un semisótano, en el Distrito de Huacho.
- Las diferencias del comportamiento estructural son significativas, favoreciendo al

sistema de disipadores de energía fluido viscoso respecto al sistema convencional, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho.

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.1. Tipo de investigación

Dependiendo del objetivo de la investigación que se va a realziar podemos determinar el tipo de investigación al q corresponde. Esta labor debe realziarse antes de formular el plan de investigación, con el fin de tener iend efinido lo que se piensa hacer y qué tipo de de información se desea obtener, ya que este documento constituye una secuencia estructurada de fases y operaciones que se articulan en idea. (Carrasco Díaz, 2008).

Investigación aplicada

3.1.2. Nivel de investigación

Siendo la producción de los nuevos conocimientos y la resolución de problemas críticos, acciones estratégicas que en esecnia representan el proposoto fundamental de la investigación ceintifica, deben realziarse guardando un ciertommoredn progresivo y escalonado. (Carrasco Díaz, 2008).

Investigacion explicativa

3.1.3. Diseño

La diversidad y complejidad de los hechos y fenómenos de la realidad (social y natural) han conducido a diseñar y elaborar numerosas y variadas estrategias, para analizar y responder a los problemas de investigación según su propia naturaleza y características.

Así, por ejemplo, tenemos: los diseños experimentales y los diseños no experimentales, ambos con igual importancia y trascendencia en el plano científico. (Carrasco Díaz, 2008)

Dependiendo del objetivo de la investigación que se va a realizar, podemos determinar el tipo de investigación al que corresponde. Esta labor debe realizarse antes de formular el plan de investigación, con el fin de tener bien definido lo que se piensa hacer y qué tipo de información se debe obtener, ya que este documento constituye una secuencia estructurada de fases y operaciones que se articulan en cadena. (Carrasco Díaz, 2008).

En resumen, de acuerdo a lo enunciado por Carrasco Díaz, se empleó el tipo No Experimental pues los datos se recogieron de la realidad; se observó los fenómenos tal y como se dan en su contexto, para después analizarlos:

Investigación no experimental explicativa transversal

Es explicativo longitudinal, porque el propósito del estudio da respuestas al diseño y evaluación del comportamiento estructural entre un sistema convencional y disipadores de energia fluido viscoso en n mmoemnto dado.

3.1.4. Enfoque

El enfoque cuantitativo en el manejo de datos en el diseño y evaluación del comportamiento estructural entre un sistema convencional y disipadores de energia fluido viscoso, en una edificacion de siete niveles y un semisótano en el distrito de Huacho.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

En tal sentido, la población de la presente investigación estuvo compuesta por las edificaciones con disipadores de energía fluido viscoso en en Perú, en zonas altamente sísmicas que fueron analizadas mediante la idealización de los edificios en el programa ETABS 2016 v16.2., el cual fue el instrumento principal para la obtención del

comportamiento de la estructura específicamente los desplazamientos con y sin los disipadores de energía.

Así mismo, la población del presente estudio fue clasificada como finita quien determina que son aquellas poblaciones constituidas por menos de cien mil unidades de estudio.

3.2.2. Muestra

La muestra de la investigación se refiere una edificación de 7 niveles con semisótano, se buscó dar a conocer los comportamientos de los dispositivos tomando en cuenta la zonificación y estudio de suelo, mayor es el efecto del movimiento sísmico y fue por esto que se buscó expresar en todos los niveles la actuación de los disipadores de energía y así expresar sus ventajas con distintas especificaciones para el estudio.

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

Tabla 2: Opercionalizacion de variables

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR
VARIABLE INDEPENDIENTE 1 Diseño de sistemas	1.1 Requisitos para el diseño	• Estudio de suelo • Parámetros para el diseño estructural
	1.2 Sistema convencional	• Plano • Secciones de las vigas • Secciones de columnas
	1.3 Sistema con disipadores de energía fluido viscoso	• Plano • Secciones de las vigas • Secciones de columnas
VARIABLE DEPENDIENTE 2 Evaluación de sistemas	2.1 Comportamiento estructural	• Derivas • Nivel de desempeño • Tipo de falla • Determinación de Desplazamientos Laterales • Respuesta sísmica

Fuente: Elaboracion propia

3.4. Tecnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Tecnicas a emplear

La técnica que se utilizó en esta investigación fue la observación documental, que según Bavaresco (2006) p.230, “consiste en observar detenidamente un fenómeno que despierta interés científico o bien que ha sido escogido deliberadamente con fines de estudio”

En nuetra investigación la técnica de recolección de datos se basó en la consulta de libros y apuntes que complementaron los conocimientos básicos. El uso del internet fue muy importante ya que es una fuente para obtener datos y reseñas sobre edificaciones con disipadores y zonas sísmicas, a su vez se usaron de manera constante los trabajos de investigación realizados anteriormente.

3.4.2. Descripción de los instrumentos

El programa ETABS 2016 v16.2. se utilizó como herramienta para estudiar el comportamiento de las edificaciones, en el cual se analizaron las diferentes configuraciones propuestas y el cual estuvo en posibilidad de informar cada paso que necesitábamos ,como los respectivos resultados, de esta manera fue posible identificar la precisión de diseño en base al carácter sismo resistente.

3.5. Técnicas para el procesamiento de la información

Se realizo el estudio de suelo respectivo, y se tuvo los datos para el inicio del diseño, se diseño la edificación de sistema convencional con el Capítulo 21 “Disposiciones especiales para el diseño sísmico” de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE, luego se continuo con el diseño sismorresistentes con disipadores de energía fluido viscoso mediante el programa ETABS 2016 v16.2, los requerimientos de la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente E030-2016.

Con el propósito de dar cumplimiento al objetivo propuesto por la investigación, fue necesario el desarrollo previo de los edificios mediante el uso del software Etabs, de ahí que para calcular los edificios se necesitó conocer la forma geométrica y las dimensiones de las edificaciones, las cuales fueron tomadas con la ayuda de un profesional en el área.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Estudio de suelo y los parámetros para el diseño estructural

4.1.1. Ubicaciòn de la zona del terreno

El terreno se encuenta ubicado en la provincia d eHuaura deparatemnto de lima, Perú (anexo 4)

4.1.2. Descripciòn de la zona de estudio

El espacio geográfico que dará lugar al estudio de suelo y por ello el comienzo aun buen diseño será en el distrito de Huacho, Provincia de Huaura, Departamento de Lima, encontrándose en el domicilio MZ. B, LT 11, Martin Meza Prieto – 1era Etapa Manzanares los respectivos estudios de suelos, con los conocimientos y la proporción que nos brinda nuestra normativa E.050 **Suelos Y Cimentaciones**. Con un buen estudio de suelo se logrará saber con exactitud la profundidad de excavación donde iniciará nuestra zapata, teniendo en cuenta la edficación de 7 niveles más un sòtano. (Anexo 5)

4.1.3. Descripciòn del estudio de suelo

Se hizo dos excavaciones con los nombres de Calicata 01 y Calicata 02 ubicadas la primera a 2 metros de la fachada y la segunda a 7 metros, de acuerdo a lo establecido las muestras fueron del primer estratro arena limosa (3Kg), segundo estrato Arena pobremente graduada (3Kg), y la tercera para la densidad natural Grava arcillosa con arena (5kg) (anexo 6).

4.1.4. descripciòn del registro de excavaciòn del estudio DE SUELO

A. Primera Calicata (C-1)

El tamaño de excavación de esta calicata fue de 1.50m de ancho, 2.00 de largo y una profundidad de 4.50m.

No se ubicó el Nivel Freático.

Tabla 3: Resultados C-1 del laboratorio de la Universidad Federico V.

R	1.20 m	**De 0.00 a -1.20m** Relleno conformado por arena limosa con grava, grava con diàmetro màximo de 2 pulgada, raices, plàstico, alambre y pajilla.
SM	2.64 m	**De -1.20 a -2.64m** Arena limosa con grava de color beige, grava con tamaño màximo de 1 pulgada en 8.5%, condicion de humedad humeda, olor inusual, baja a mediana compacidad, estructura homogènea, predomina la arena en 74%, y 17.5% de finos
SP	4.00 m	**De -2.64 a -4.00m** Arena pobremente graduada, color beige, condiciòn de hùmedad hùmeda, olor inusual, compacidad baja a mediana compacidad y estructura homogènea, predomina la arena en 51.7%, finos en 2.1% y 46.2% de grava.
GC	4.50 m	**De -4.00 a -4.50m** Grava arcillosa con arena, color marròn claro, condiciòn de humedad hùmeda, olor inusual, y mediana compacidad, estructura homogènea, predomina la grava en 45%, arena en 41.7%, 13.3% finos.

Fuente: Informe ILMS-15160-2017

B. Segunda Calicata (C-2)

El tamaño de excavación de esta calicata fue de 1.50m de ancho, 2.00 de largo y una profundidad de 4.50m.

No se ubicó el Nivel Freático.

Tabla 4: Resultados C-2 del laboratorio de la Universidad Federico V.

R	0.80 m	**De 0.00 a -0.80m** Relleno conformado por arena limosa con grava, grava con diàmetro màximo de 2 pulgada, raices, plàstico, alambre y pajilla.
SP-SM	3.40 m	**De -0.80 a -3.40m** Arena pobremente graduada con limo, color beige, olor inusual, condiciòn de humedad hùmeda, arena predominantemente fina en un 92.7% y 7.3% de limos, mediana a baja compacidad, estructura homogènea.
SP	4.00 m	**De -3.40 a -4.00m** Arena pobremente graduada, color beige, condicion de humedad hùmeda, olor inusual, compacidad baja a mediana compacidad y estructura homogènea, predomina la arena en 84.9%, finos en 2.1% y 13% de grava.
GC	4.50 m	**De -4.00 a -4.50m** Grava arcillosa con arena, color marròn claro, condiciòn de humedad hùmeda, olor inusual, y mediana compacidad, estructura homogènea, predomina la grava en 45%, arena en 41.7%, 13.3% finos.

Fuente: Informe ILMS-15160-2017

4.1.5. Resumen del estudio de mecànica de suelos

El estudio de mecánica de Suelos se realiza con el fin de conocer las características y propiedades del suelo para determinar qué tipo de cimentación se acomodará mejor a las solicitaciones del edificio “7 Niveles más un sótano”.

El terreno estudiado arroja los siguientes valores para ser considerados en los planos de proyecto:

Suelos de apoyo:

GC (Grava arcillosa con arena, color marròn claro)

Desarrollo:

A partir de -5.00 m desde el nivel de vereda.

Material para ser usado como relleno compactado:

Regular

Tipo de cimentación recomendada:

Zapatas conectadas

Ancho de Cimentación:

B= 1.50m

Valores de capacidad admisible:

3.07 Kg/cm² para todo tipo de cimiento.

Deformaciones del Suelo:

Asentamiento tolerable: 10.865 cm

Distorsiòn Angular: 0.13

Parámetros Sísmicos:

Z= 0.45, U=1.00, $S2$=1.05, T_P=0.6s, T_L=2.0s

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

Tabla 5: Resultados de la Capacidad portante del Suelo.

CAPACIDAD PORTANTE					
TESIS	DISEÑO Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL ENTRE UN SISTEMA CONVENCIONAL Y DISIPADORES DE ENERGIA FLUIDO VISCOSO, EN UNA EDIFICACION DE SIETE NIVELES Y UN SEMISÓTANO EN EL DISTRITO DE HUACHO, 2018				
UBICACIÓN	MZ.B, LT. 11, MARTIN MEZA PRIETO 1ERA ETAPA MANZANARES - HUACHO - HUAURA - LIMA				
ING° TESISTA	BACH. ING. SANTOS FLORES JOHNNY JESUS				
TECNICO	TEC. FREDY AGUIÑO VILLANUEVA OSORIO		**METODO**	CORTE LOCAL	
DATOS GENERALES	**CALICATA**	**C-20**	**CARGA GENERAL**		**CARGA LOCAL**	
Angulo de Friccion	29.00	°	0.51	rad	0.35	rad
Cohesion	0.00	kg/cm2	0.00	kg/cm2	0.00	kg/cm2
Ancho de la Cimentacion (B)	1.50	m	150	cm	150	cm
Profundidad de la Cimentacion (D)	5.00	m	500	cm	500	cm
Peso especifico del Suelo	2.1850	gr/cm3	0.0022	kg/cm3	0.0022	kg/cm3
Factor de Seguridad	3		3		3	
Clasificacion de Suelo	GC					

FACTOR DE CARGA GENERAL			FACTOR DE CARGA LOCAL		
N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q	N_γ
34.24	**19.98**	**23.26**	**18.03**	**7.66**	**6.40**

FORMULA CAPACIDAD PORTANTE		CARGA GENERAL	CARGA LOCAL
$q_0 = 0.4\gamma B N_\gamma + 1.3 C N_c + \gamma D N_q$	$q_0 =$	**24.88** kg/cm2	**9.21** kg/cm2
$q_{adm} = \frac{q_0}{F}$	$q_{adm} =$	**8.29** kg/cm2	**3.07** kg/cm2

NOTAS GENERALES

La capacidad portantes **3.07** Kg/cm2

Fuente: Informe de Capacidad Portante

Los estudios realizados en la Universidad Nacional Federico Villarreal y en la Universidad Ricardo Palma son los siguientes:

UNFV

Registro de Excavaciòn: Se detalla 4 capas del nivel 0.00 hasta el nivel -4.50m.

Anàlisis Granulomètrico por Tamizado ASTM D 422: Se detalla los tamices de cada calicata desarrollada.

Lìmite Líquido, Limite Plàstico e Ìndice de Plasticidad ASTM D 4318

Densidad Natural

Densidad de Campo Natural

RICARDO PALMA

Corte Directo: Se detalla los paràmetros de Resistencia del suelo, segùn la Norma ASTM D3080 esfuerzo cortante, cohesion, àngulo de fricciòn.

Sales solubles: NTP 339.152

Contenido de Sulfatos: NTP 339.178

Contenido de Cloruros: NTP 339.177

Potencial de Hidrògeno PH: ASTM D1293

Como se ha demostrado gracias al estudio de suelo realizado por la universidad Nacional Federico Villarreal y la Universidad Ricardo Palma, hemos podido evaluar la estructura con resultados reales, la capacidad portante fue la adecuada con un valor de 3.07 Kg/cm2, nos permite cimentar a una profundidad de 4.20 metros, de tal manera se ha podido manejar estos parámetros para un tipo de suelo GC (Grava arcillosa con arena, color marròn claro),estos datos serán, considerados en el diseño de nuestra edificación .

4.2. Diseño del sistema convencional en base a los parámetros de diseño estructural

Las Tablas bases para el desarrolo del sistema están dadas en el anexo 3, así:

4.2.1. Pasos de obtención del espectro sísmico convencional

- Como tenemos clara la ubicación ya mostrada la ciudad de Huacho en Martìn Meza Prieto Manzanares primera etapa se halla en la Zona N° 04 del mapa de peligro sismo de la norma en mención. Por lo cual le corresponde un factor de Zona Z = 0.45.

- El Tècnico Fredy Aguiño Villanueva Osorio (UNFV) y el Ing. Oscar Donayre Còrdova (Universidad Ricardo Palma), fueron los encargados en brindar la información del suelo, el cual se ha hecho dicho proyecto de tesis, siendo evaluado y visto desde los laboratorios de cada universidad, donde nos señala el terreno corresponde a un suelo Intermedio.

- El siguiente paso fue ubicarno en la tabla N° 02 de la norma E.030-2016, donde hallamos la clasificación del suelo en el Perú, se clasifica el suelo como un suelo del tipo S2, para luego ir a la tabla N° 03 de la norma E.030 donde encontraremos el fator con el cual debe de trabajar con los primeros resultados obtenidos, el factor "S" para una zona 4 y un suelo S2 es de 1.05.

Tabla 6: Parámetro de diseño obtenido:

PARÁMETRO DE DISEÑO	MAGNITUD	DESCRIPCIÓN
Zona	0.4	Mapa de zonificación Sismica
Factor de Zona (Z)	0.45	Tabla N 1
Tipo de Suelo	Tipo S2	Suelos Intermedio
Factor de Suelo (S)	1.05	Tabla N 3

Parámertros de suelo	Tp=0.6	Tabla N 4
Categoria de Edificacicón	C	Edificaciones Comunes
Factor de Uso (U)	1	Tabla N 5

Fuente: Elaboración propia

- Así mismo según la tabla N° 04 del E.030-2016 para un perfil de terreno S2, corresponde unos valores de TP = 0.6 y TL =2.0.
- Cálculos de Periodos TP y TL
- Según la tabla N° 05 del E.030-2016, la edificación corresponde a una edificación del tipo Comùn teniendo un coeficiente de uso "U" 1.0.
- La estructura está compuesta por un sistema Dual de Concreto Armado por lo cual según la tabla N° 7 le corresponde un valor de "R0" de 7.

Tabla 7: Coeficiente de reducción para estructuras de C°A

Sistema Estructural	Coeficiente de Reducción R_0
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4

- Las tablas N°08 y N°09 del E.030-2016 no se ha presenciado la irregularidad por lo cual considero que los IP son iguales a 1 en cada caso.
- Hemos trabajado con los datos y las tablas según la norma E.030-2016 reducción R en dirección "X" es igual a 7 y el factor de reducción R en

dirección “Y” es igual a 6.

- La altura nominal de la estructura es obtenida de la elevación principal del proyecto de arquitectura de una vivienda multifamiliar de 7 niveles y un semisótano, de donde se obtiene que h_n= 25.1 m

- El valor de C_T que corresponde a 60 para estructuras de concreto armado del tipo dual.

- Con los valores de h_n y C_T se calcula el valor de T= $\frac{h_n}{C_T}$ el cual es igual a 0.36 seg.

- Finalmente pude calcularse el valor de “C” con la formula

$$T < T_P \quad C = 2.5$$

Con lo que tenemos que el valor de C es 2.5.

4.2.2. Diseño y evaluación del comportamiento estructural de un sistema convencional

- Para el diseño y la evalución del comportamiento estructural de una edificación de 7 niveles más un semisótano se utilizo el programa Etabs 2016 V16.2.0

- Los materiales en la definicón del software son los que se muestran en la siguiente imagen.

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION HUACHO

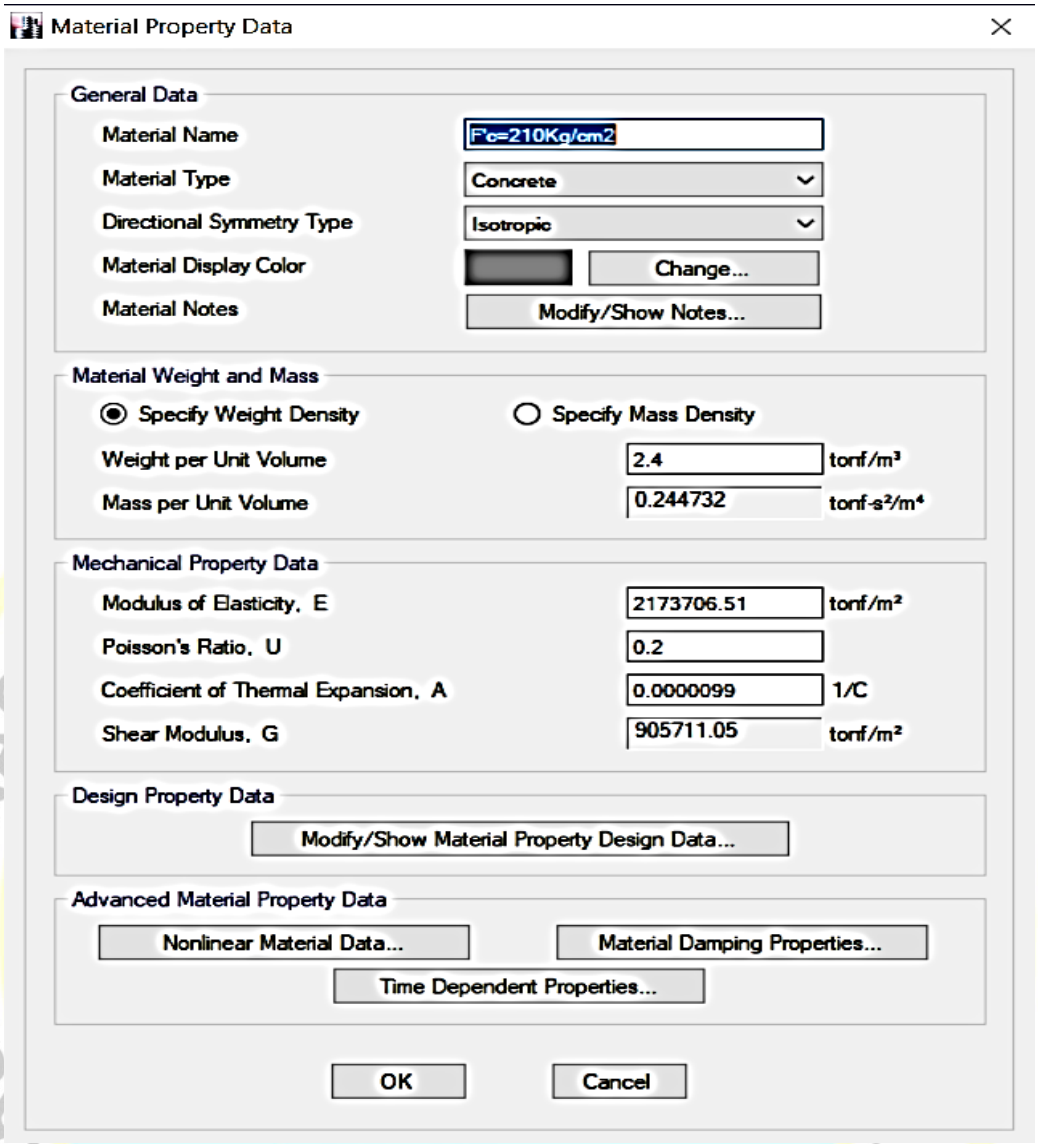


Figura 37: Definición del material Concreto

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

Se muestra en la figura, el material "Concreto F'c = 210 kg/cm², para lo cual se establece un peso específico según normativa del concreto 2.4 ton/m³; con un módulo de elasticidad se calcula con la formula $E=15000*\sqrt{f'c}$

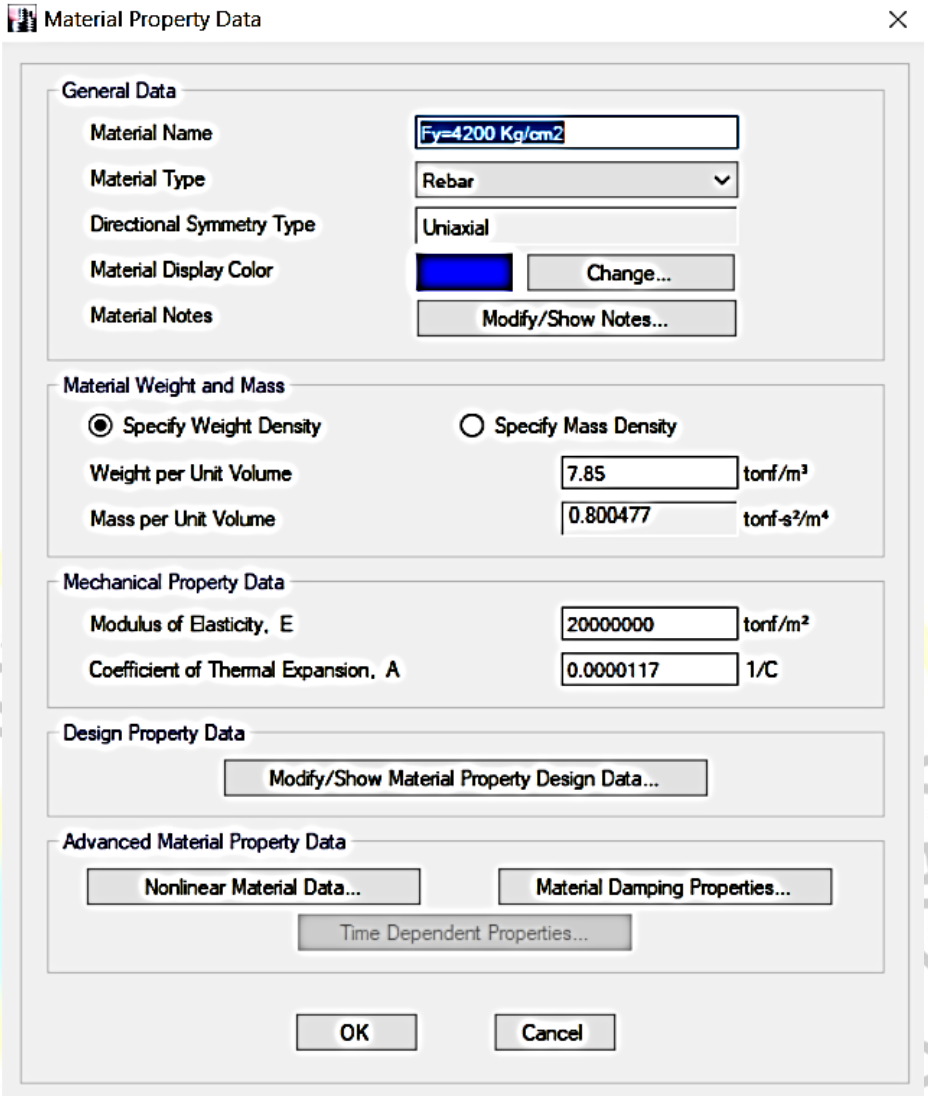


Figura 38: Definición del material Acero G60 Etabs 2016

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

Los materiales que serán parte de nuestra estructura de concreto armado tendrán un dimensionamiento de vigas y columnas de acuerdo a las normativas de la E.0.30 y la E. 0.60. , al llevar a cabo el analisis estructrural esto pasa a segundo plano ya que estás se verán representadas como líneas sin espesores.Al colocar el material correcto a cada uno de los elementos estructurales el programa calculará la carga muerta por peso propio.

Se definirá los elementos estructurales tipo frame para las columnas, vigas y demás.

SECCIONES DE COLUMNA

C1- 30X50

C2- 25X50

C3- 30X40

C4- 25X40

C1: COLUMNA INTERIOR

C2 Y C3: COLUMNA DE EXTREMAS DE PORTICOS INTERIORES

C4: COLUMNA DE ESQUINA

SECCIONES DE VIGAS:

VP- 25X40

VS- 25X30

VS1- 20X20

VP: VIGA PRINCIPAL

VS: VIGA SECUNDARIA

VS1: VIGA SECUNDARIA NUMERO 1

LOSA MACIZA

ESPESOR DE LA LOSA MACIZA ES DE 20 CM

LOSA ALIGERADA

ESPESOR DE LA LOSA ALIGERADA ES DE 25 CM

MURO DE SEMISOTANO

ANCHO DEL MURO ES DE 20 CM

SECCIONES DE PLACAS

PX.0.20 X 2.32

PY.0.20 X 2.87

PY.0.20 X 1.50

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

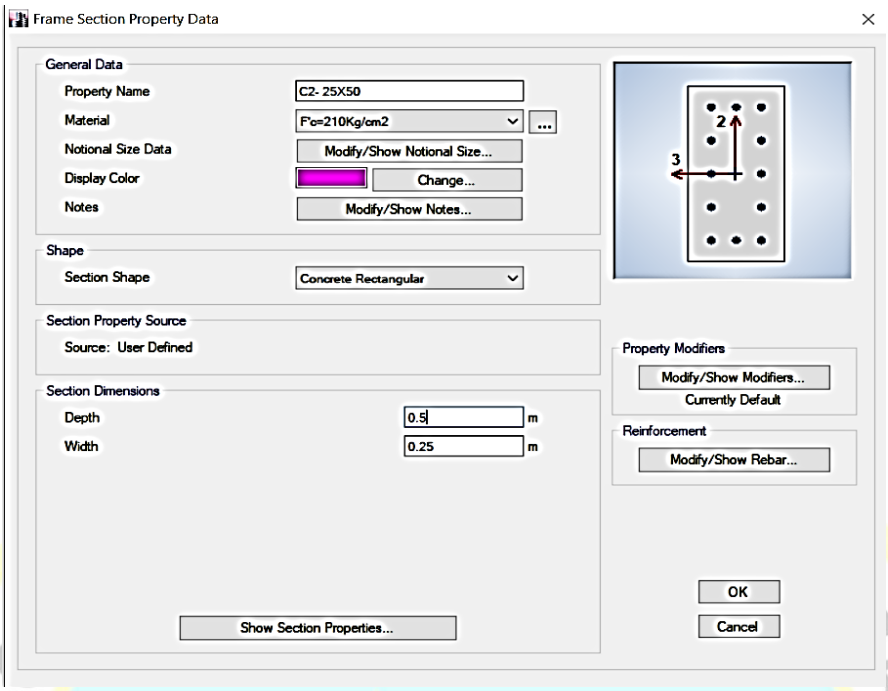


Figura 39: Definición de los elementos tipo Frame en Columna

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

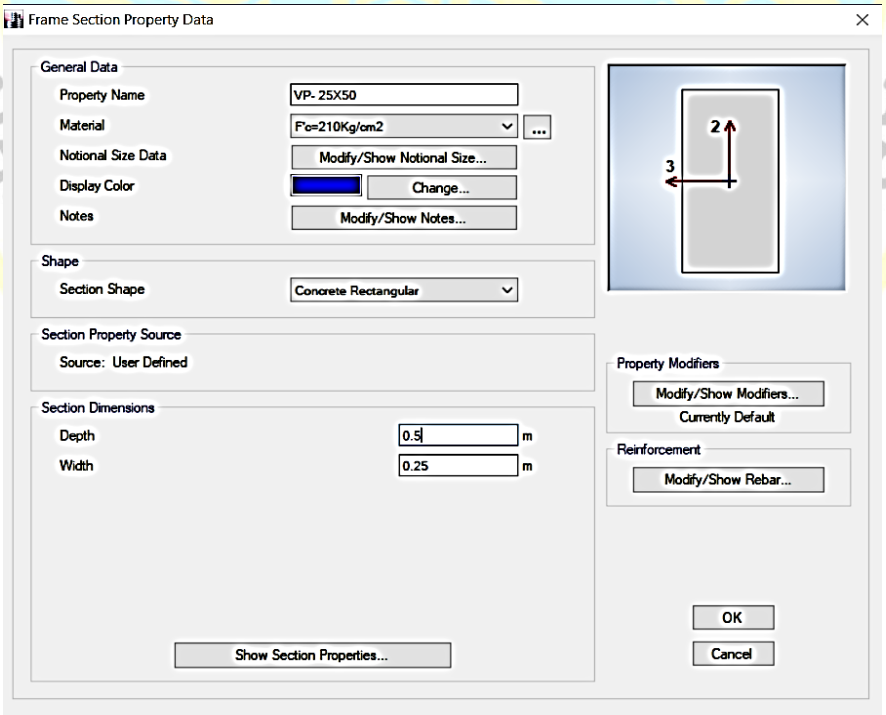


Figura 40: Definición de los elementos tipo Frame en Columna
Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

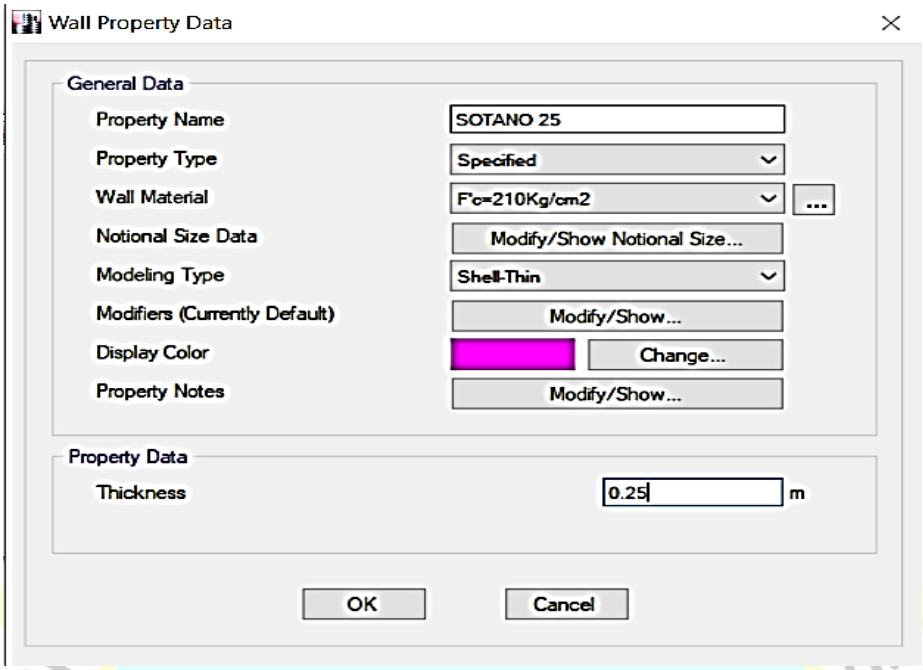


Figura 41: Definición de los elementos tipo Wall Muro de Semisótano 25 cm
Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

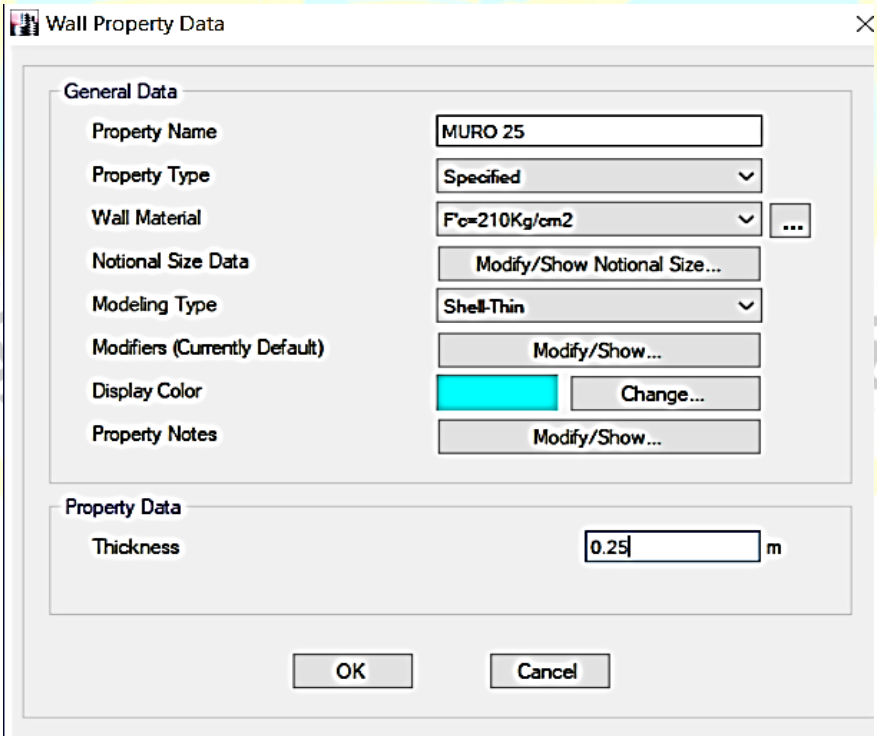


Figura 42: Definición de los elementos tipo Wall (PLACA)
Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

Las placas tienen un espesor de 20cm, comprenden el tipo Wall, con los materiales de concreto que ya se ha dfinido, tenemos placas que se han ubicado en el semisótano, y placas en lateral en los ejes XX –YY.

La losa aligerada de 20 cm, es de ladrillo pandereta 15x30x30

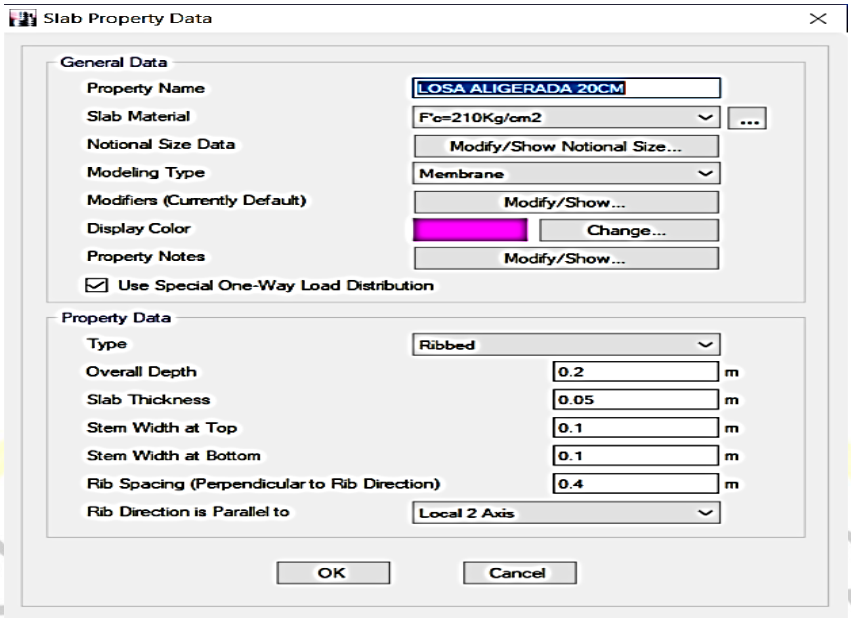


Figura 43: Losa Aligerada de 20 cm

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

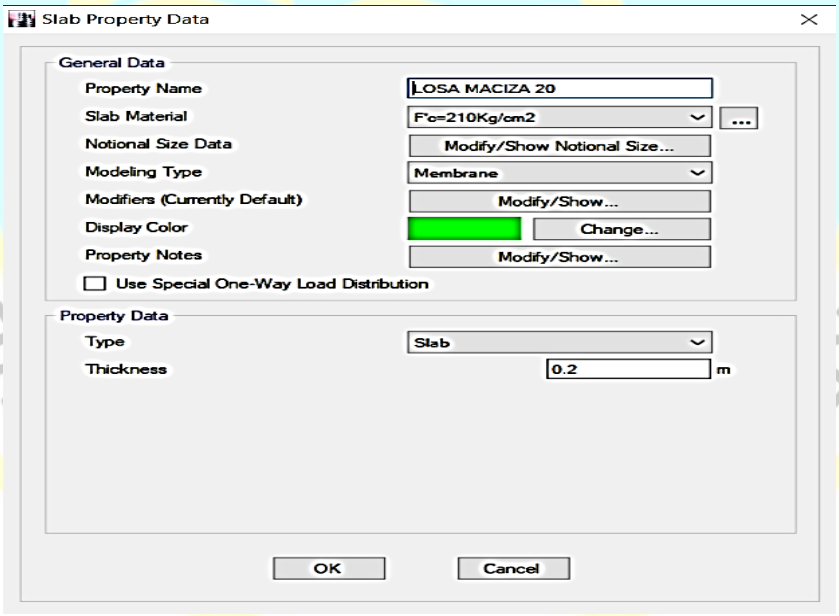


Figura 44: Losa maciza de 20 cm

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

4.2.3. Cargas verticales o de servicio

Se conoce los tipos de carga que hemos empleado en dicho proyecto de edificación de 7 niveles más un semisótano, esta estructura estará sometida a diversas cargas, para ello tendremos que definirlas, para las estructuras que tengan solo su peso especifico se tendrán

cargas muertas que se dfine en el sofware “Dead”, para los acabado se define como “Superdead” y para la cargas vivas se define “Live.

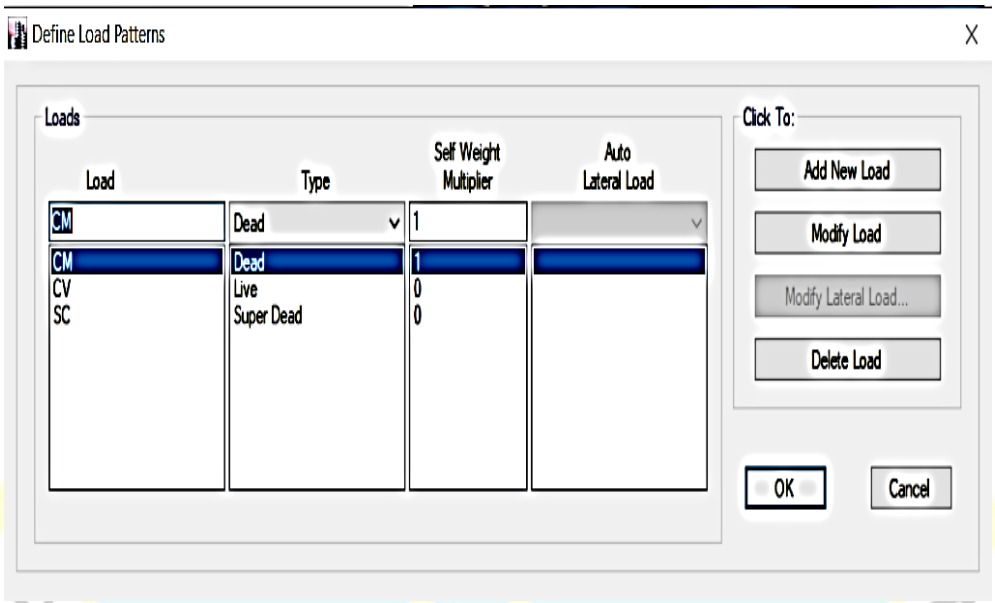


Figura 45: Tipo de Carga

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

4.2.4. Fuentes de masa

Conocemos el efecto del sismo en la estructura, pero como inviolucrarnlo en nuetra estructura, según ala normatiiva, en el artículo 4.3 de la E. 0.30 – 2016 a la carga permanente se le sumará 0.25 la carga viva, esto correspondiente a la categoría con la cual tiene nuestra edificación, para este caso se encuentra en la categoría “C”

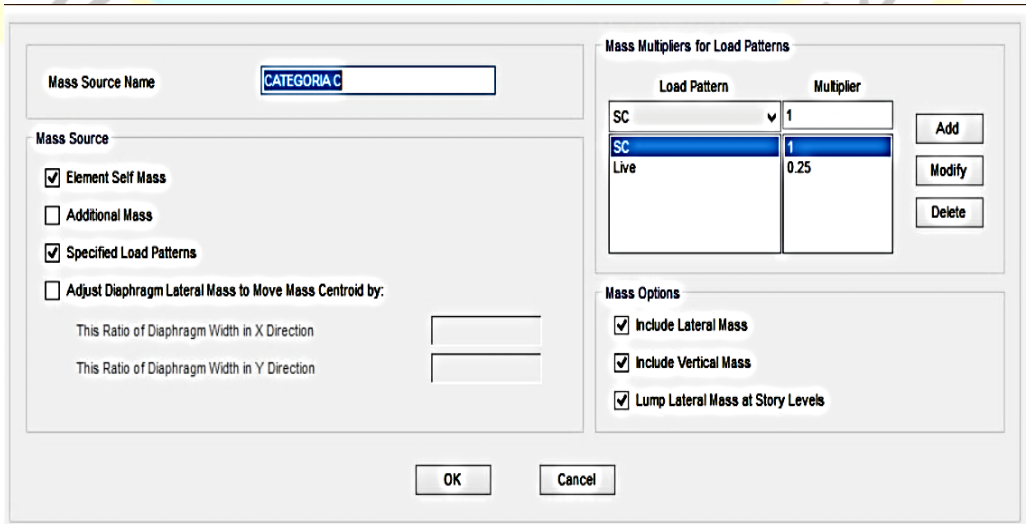


Figura 46: Fuente de Masa

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

4.2.5. Carga en la estructura

Se logran distinguir dos tipos de fuerzas actuando en un cuerpo: las externas y las internas.

Las externas son las actuantes o aplicadas hacia el exterior y las reacciones o resistentes que impiden el movimiento.

Las internas son aquellas que mantienen el cuerpo o estructura como un ensamblaje único y corresponden a las fuerzas de unión entre sus partes.

Las actuantes son aquellas cargas a las que se ve sometida la estructura por su propio peso, por la función que cumple y por efectos ambientales. En primera instancia se pueden subdividir en cargas gravitacionales, cargas hidrostáticas y fuerzas ambientales (sismo, viento y temperatura).

Las gravitacionales son aquellas generadas por el peso propio y al uso de la estructura y se denominan gravitacionales porque corresponden a pesos. Entre ellas tenemos las cargas muertas y las cargas vivas.

Otra clasificación de las cargas es por su forma de aplicación: dinámicas y estáticas.

Las cargas dinámicas son aquellas aplicadas súbitamente y causan impacto sobre la estructura. Las cargas estáticas corresponden a una aplicación gradual de la carga.

Para tomar en cuenta los pesos específicos de los elementos estructurales y no estructurales, se representan las siguientes intervenciones con los pesos específicos mostrados en la E.0.20.CARGAS

Elementos de concreto armado: 2.40 Tn/m³

Pisos terminados de 0.05 m: 100 Kg/m²

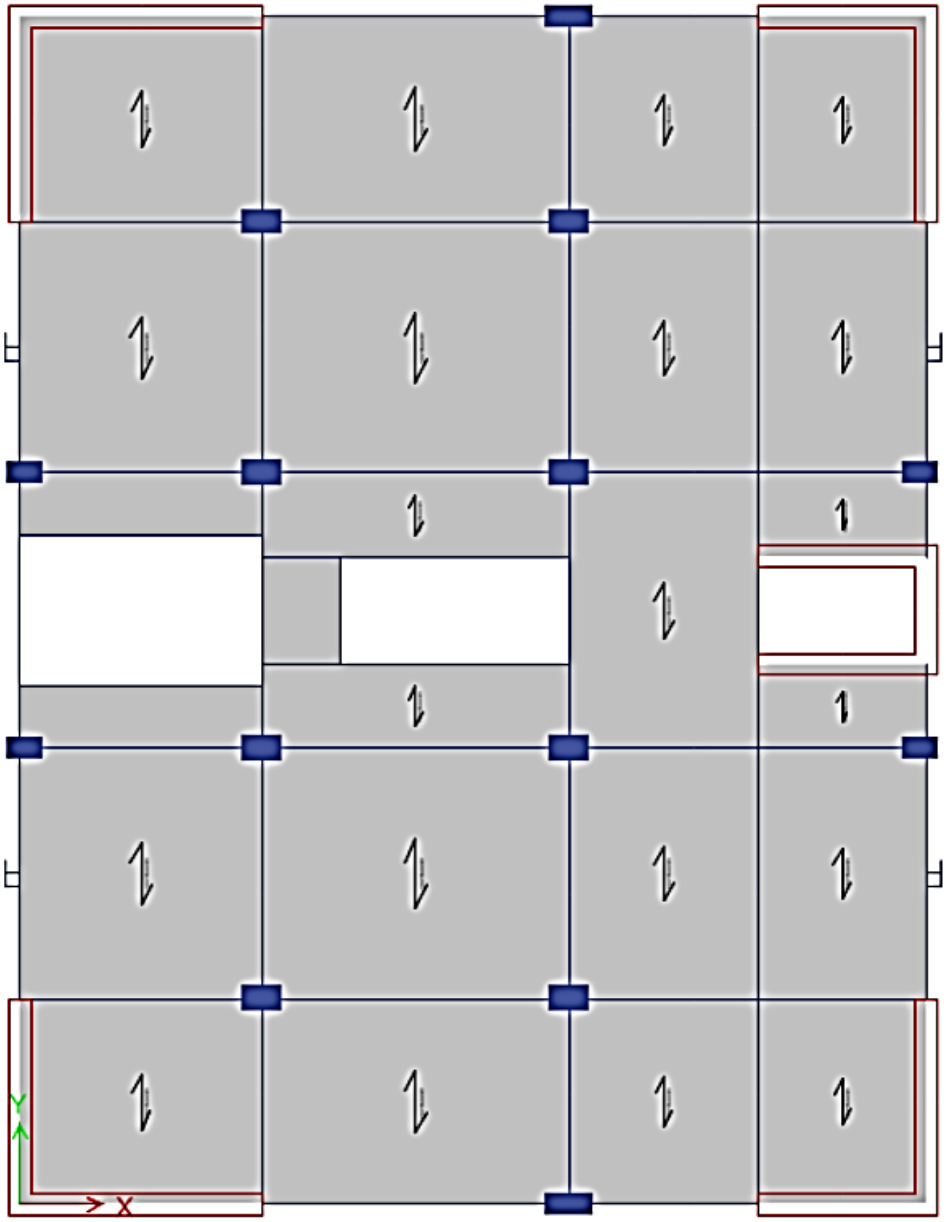


Figura 47: Super Carga Muerta del 1º al 7º

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

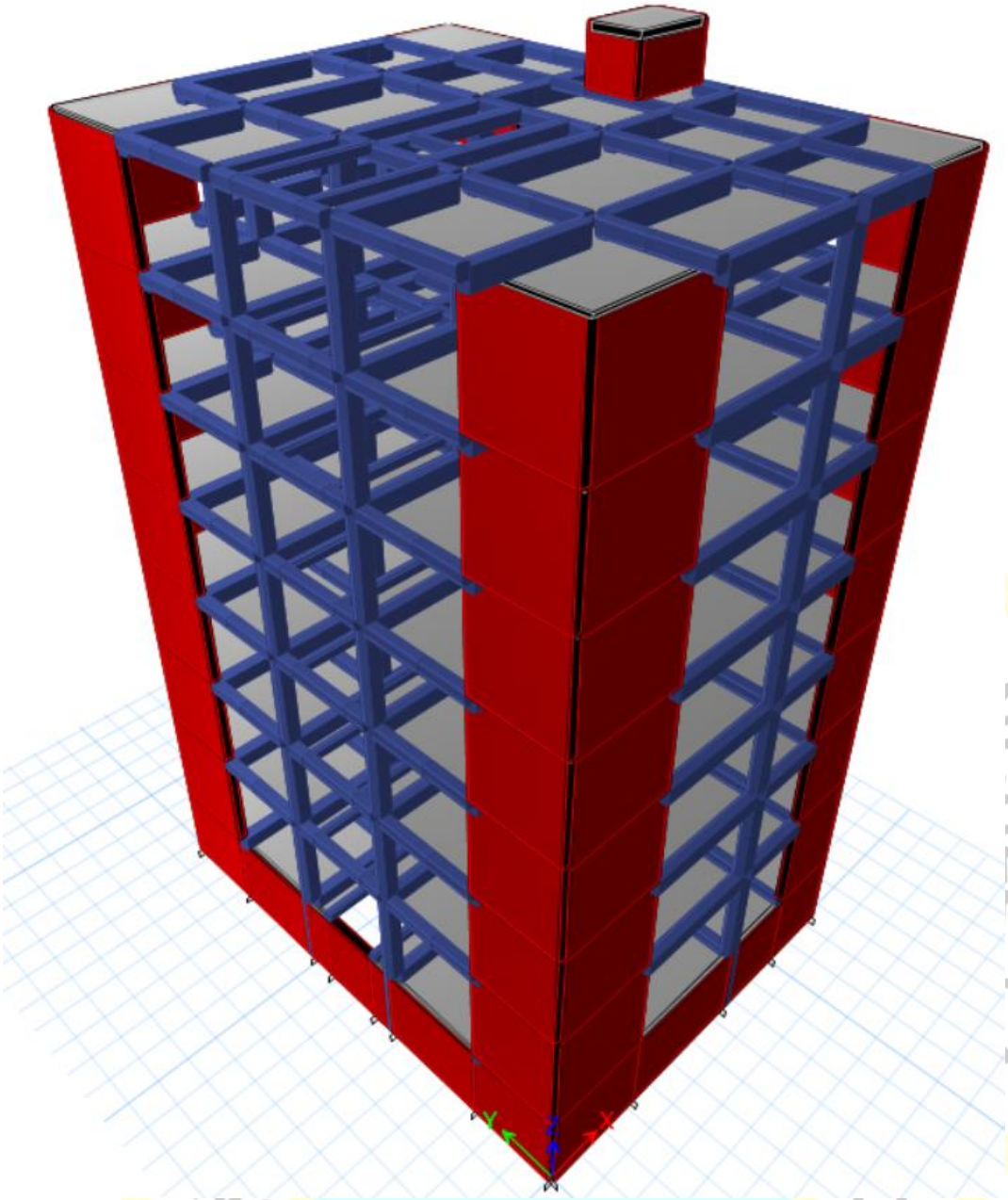


Figura 48: Modelo 3D de la estructura Etabs

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

Las siguientes sobrecargas, según la E.020 CARGAS:

Cuartos: 200 Kg/m2 Corredores y escaleras: 400 Kg/m2

Ascensonres: 350 Kg/m2

4.2.6. Asignación de las fuerzas sísmicas

Según el análisis dinamico, se ha llevado a la elaboración del espectro que ha sido importado mediante un archivo "txt" el cual contiene las lecturas de los espectros que han sido más fuertes en nuestro país y los cuales se han tomado en consideración para evaluar nuestra estructura y ver el comportamiento estructural que esta presenta frente a estos sismos.

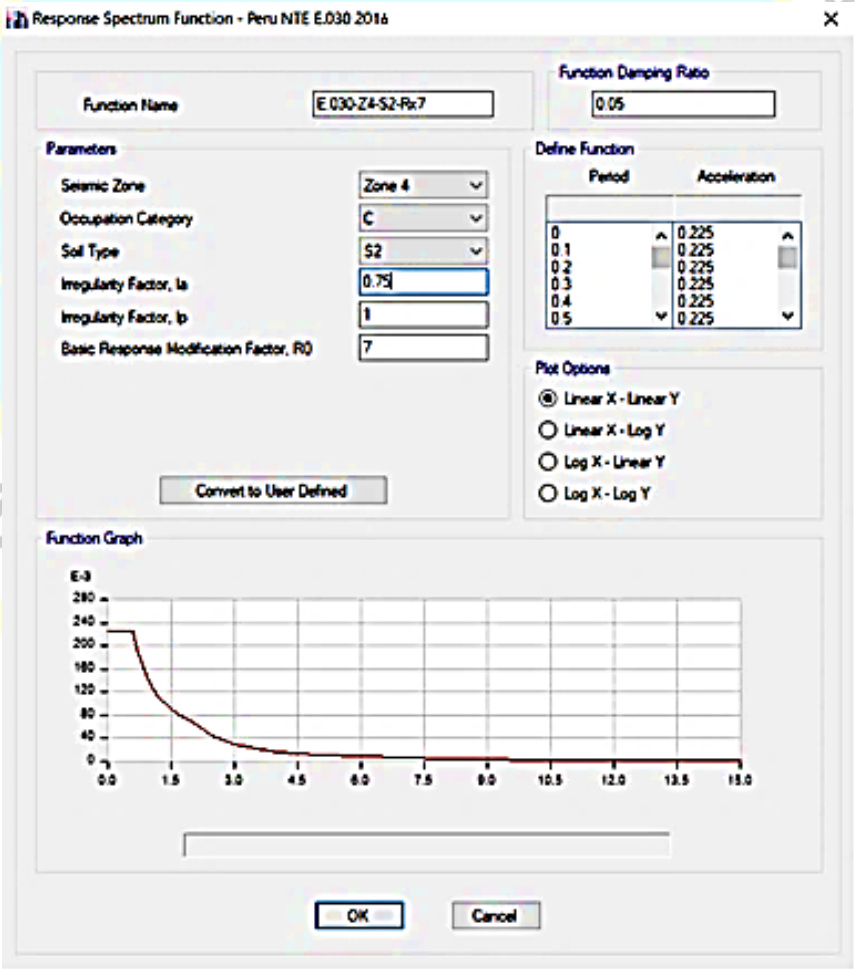


Figura 49: Definición de espectro sísmico en "X".

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

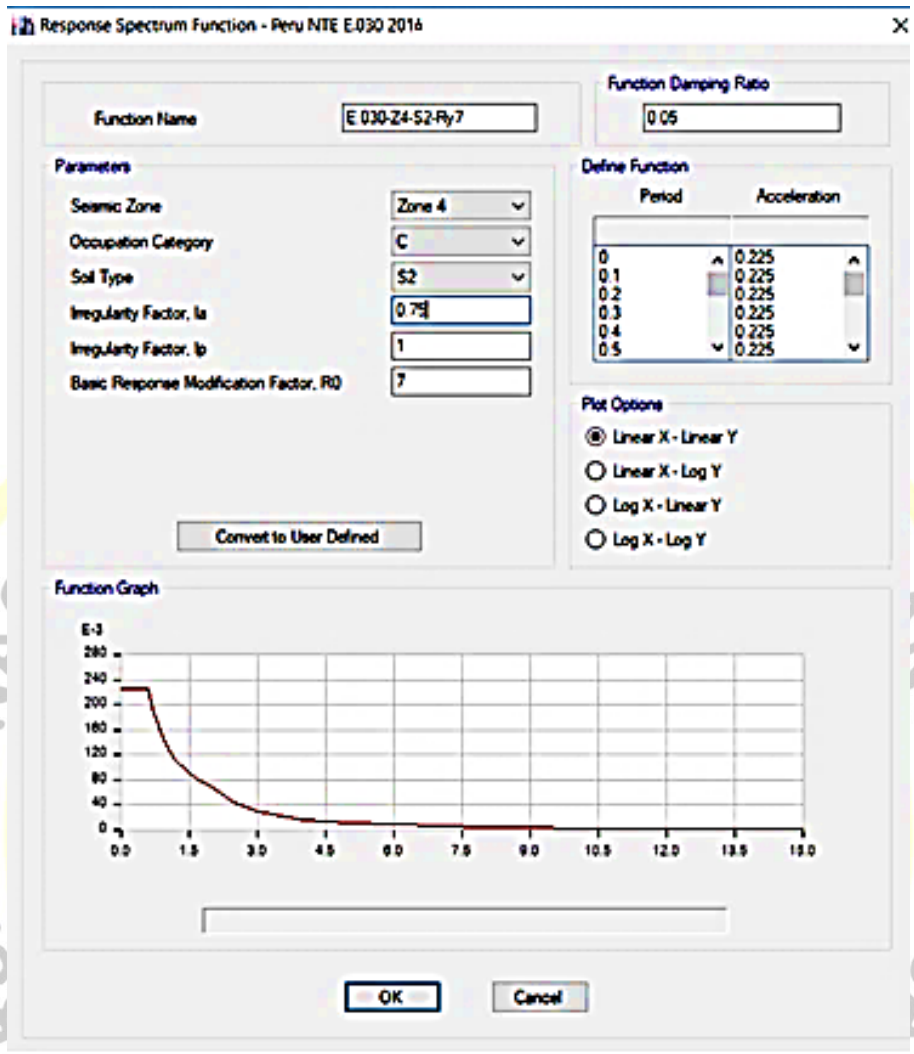


Figura 50: Definición de espectro sísmico en "Y".

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

Las fuerzas sismicas que actuarán en la estructura, después de haber cargado el espectro sismico se llevará a cabo según la norma E.0.30 – 2016,en el articulo 4.6.3, la COMBINACIÓN CUADRATICA completa al 100%del espectro,y 2/3 del espectro en la dirección ortogonal .

Se considerará el factor de escala de 9.81, siendo el espectro del tipo Sa/g.

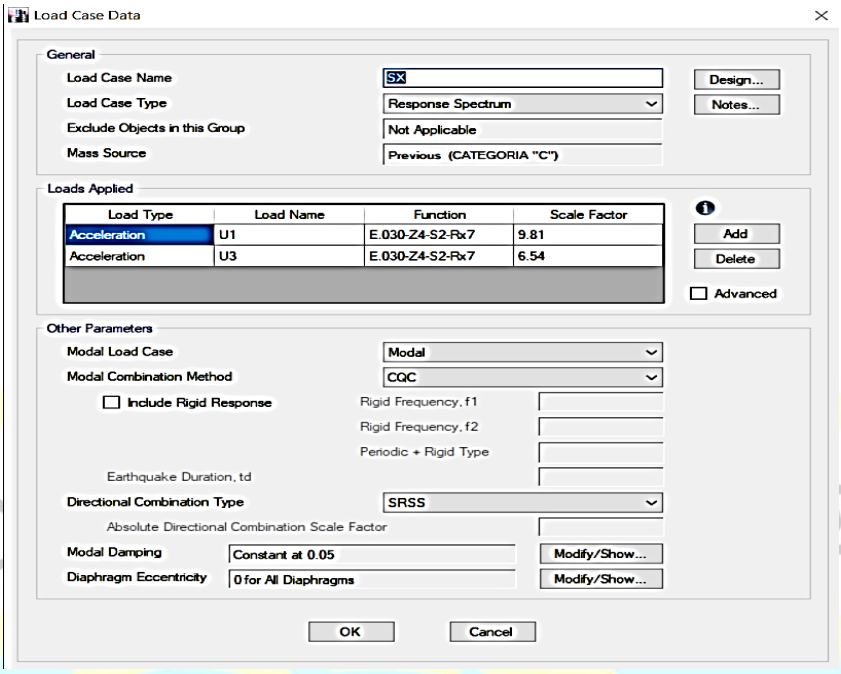


Figura 51: Definición Fuerzas sismicas en "X".

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

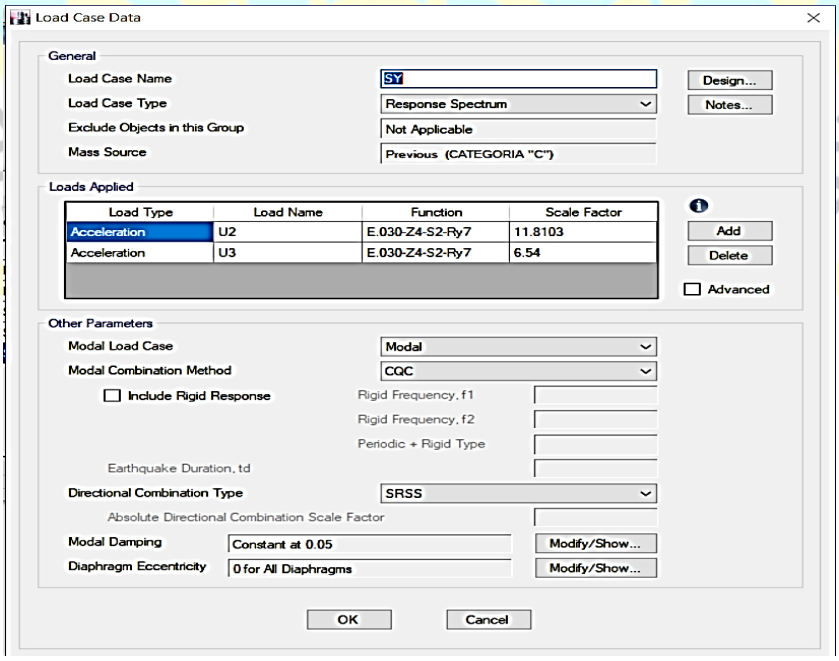


Figura 52: Definición Fuerzas sismicas en "Y".

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

4.2.7. Verificaciòn de las derivas (drift):

Los desplazamientos de entrepiso no debes de superar los 0.007 según la norma E.0.30-2016, con respecto a la edificación de concreto armado.Calculados con el 075R, sin tomar en cuenta la cortante basal mínima.

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
TANQUE ELEVA	DRIFT Max	X	0.004489
PISO 7	DRIFT Max	X	0.004512
PISO 6	DRIFT Max	X	0.004722
PISO 5	DRIFT Max	X	0.004834
PISO 4	DRIFT Max	X	0.004734
PISO 3	DRIFT Max	X	0.004318
PISO 2	DRIFT Max	X	0.003488
PISO 1	DRIFT Max	X	0.002001
SEMISOTANO	DRIFT Max	X	0.000305

Figura 53: Derivas eje X-X Sistema Convencional.

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
TANQUE ELEVA	DRIFT Max	Y	0.006673
PISO 7	DRIFT Max	Y	0.006919
PISO 6	DRIFT Max	Y	0.007023
PISO 5	DRIFT Max	Y	0.006936
PISO 4	DRIFT Max	Y	0.006539
PISO 3	DRIFT Max	Y	0.005734
PISO 2	DRIFT Max	Y	0.004442
PISO 1	DRIFT Max	Y	0.002365
SEMISOTANO	DRIFT Max	Y	0.000191

Figura 54: Derivas eje Y-Y Sistema Convencional.

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

4.2.8. Verificación De La Estabilidad Al Volteo De La Estructura

Se conoce que un sismo puede provocar inestabilidad en la estructura hasta generar un momento de volteo, el cual produciría el colapo inmediato de esta, por ello nuestra normativa E.0.30-2016 establece un factor de seguridad que debe ser mayor a 1.2 o igual a este, para asegurar la estabilidad de la estructura con respecto a aquellos momentos que pueden generar dicho volteo.

Cada una de las fueras cortantes prodcuce un momento con respencto a un brazo de palanca que viene siendo la altura, a este momento se le conoce como momento de volteo.

La manera de contrarestar este momento es provocando un momento que se oponga a dicho volteo y este es el peso de la estructura, donde el brazo de palanca vendrá dado por la distancia del estremo de la estructura al centro de masa.

E.030 SISMORRESISTENTE - 7.3 MOMENTO DE VOLTEO													
Nº PISOS	ALTURA	V(SX)	V(SY)	PESO	XCCM	YCCM	VOLTEO X	VOLTEO Y	ESTABILIZANTE X	ESTABILIZANTE Y			
PISO 7	25.1	51.6367	58.2011	229.8229	6.4615	8.3	1296.0812	1460.8476	1485.0007	1907.53007			
PISO 6	21.95	97.6719	107.9872	457.5575	6.4553	8.3	2143.8982	2370.3190	2953.6709	3797.72725			
PISO 5	18.8	132.5425	144.3382	685.2921	6.4553	8.3	2491.7990	2713.5582	4423.7661	5687.92443			
PISO 4	15.65	159.399	172.1573	913.0267	6.4553	8.3	2494.5944	2694.2617	5893.8613	7578.12161			
PISO 3	12.5	180.0249	194.0439	1140.7612	6.4553	8.3	2250.3113	2425.5488	7363.9558	9468.31796			
PISO 2	9.35	194.0903	209.2777	1368.4958	6.4553	8.3	1814.7443	1956.7465	8834.0509	11358.51514			
PISO 1	6.2	201.0144	216.5943	1603.9282	6.4626	8.3	1246.2893	1342.8847	10365.5464	13312.60406			
SEMISOTANO	2.7	201.9652	217.2697	1870.8192	6.434	8.3	545.3060	586.6282	12036.8507	15527.79936		H=	0.50 m
							14283.0236	15550.7947	53356.7028	68638.53988			
						FACTOR X	3.7357						
						FACTOR Y	4.413828452						
						CIMENTACION	1068.044	1195.2000					
						TOTAL	54424.7468	69833.7399					
						FACTOR E.030 X	3.81	>=	1.20				
						FACTOR E.030 Y	4.49	>=	1.20				

Figura 55: Verificación estabilidad de Volteo

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

Se muestra los siguientes resultados

Momento de Volteo en X = 14,283.023 Ton.m

Momento de Volteo en Y = 15,550.794 Ton.m

Momento de Resistente en X = 53,356.702 Ton.m

Momento de Resistente en Y = 68,638.539Ton.m

De donde se calcula que:

Factor de Resistencia al Volteo = Momento Resistente/Momento de volteo.

FRx = 54 ,424.7468/14,283.023 = **3.81 (cumple)**

FRy = 69833.7399/ 15,550.794 = **4.49 (cumple)**

4.2.9. Verificación de la rigidez de la estructura

La irregularidad de rigiez, se genera en la dirección "X", como en la dirección "Y". Cuando existe irregularidad de rigidez la deriva debe es mayor a 1.4 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediao superior o debe ser mayor a 1.25 veces del promedio de las derivas del entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes, según la norma E.0.30 -2016.

Comprobamos si existen dichas irregularidades en nuestra estructura

RIGIDEZ (X)															
						VERIFICAMOS IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ-PISO BLANDO E.030									
Nº PISOS	VX*	VX	MAXIMUN X	MAXIMUN X*	K (RIGIDEZ)						STORY DRIFTS X				
PISO 7	51.6367	51.6367	0.017408	0.009506	5432.01136										
PISO 6	46.0352	97.6719	0.014712	0.007902	5825.76563	0.93	<	1.4	OK		0.004512	1.25	<	1.25	NO
PISO 5	34.8706	132.5425	0.011892	0.00681	5120.49927	1.14	<	1.4	OK		0.004722	1.31	<	1.25	NO
PISO 4	26.8565	159.399	0.009003	0.005082	5284.63203	0.97	<	1.4	OK		0.004834	1.34	<	1.25	NO
PISO 3	20.6259	180.0249	0.00617	0.003921	5260.36725	1.00	<	1.4	OK		0.004734	1.31	<	1.25	NO
PISO 2	14.0654	194.0903	0.003582	0.002249	6254.06847	0.84	<	1.4	OK		0.004318	1.19	<	1.25	OK
PISO 1	6.9241	201.0144	0.00149	0.001333	5194.37359	1.20	<	1.4	OK		0.003488	0.97	<	1.25	OK
SEMISOTANO	0.9508	201.9652	0.000157	0.000157	6056.05096	0.86	<	1.4	OK		0.002001	0.55	<	1.25	OK
									NO PRESENTA IRREGULARIDAD		3.05E-04				SI PRESENTA IRREGULARIDAD
											0.00361425				

Figura 56: Verificación Rigidez en dirección "X"

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

RIGIDEZ (Y)															
						VERIFICAMOS IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ-PISO BLANDO E.030									
Nº PISOS	Vy*	VY	MAXIMUN Y	MAXIMUN Y*	K (RIGIDEZ)						STORY DRIFTS Y				
PISO 7	58.2011	58.2011	0.029108	0.016013	3634.61562										
PISO 6	49.7861	107.9872	0.024125	0.013095	3801.91676	0.96	<	1.4	OK		0.006673	1.85	<	1.25	NO
PISO 5	36.351	144.3382	0.019068	0.01103	3295.64823	1.15	<	1.4	OK		0.006919	1.91	<	1.25	NO
PISO 4	27.8191	172.1573	0.014072	0.008038	3460.948	0.95	<	1.4	OK		0.007023	1.94	<	1.25	NO
PISO 3	21.8866	194.0439	0.009359	0.006034	3627.21246	0.95	<	1.4	OK		0.006936	1.92	<	1.25	NO
PISO 2	15.2338	209.2777	0.005221	0.003325	4581.59398	0.79	<	1.4	OK		0.006539	1.81	<	1.25	NO
PISO 1	7.3166	216.5943	0.002014	0.001896	3858.96624	1.19	<	1.4	OK		0.005734	1.59	<	1.25	OK
SEMISOTANO	0.6754	217.2697	0.000118	0.000118	5723.72881	0.67	<	1.4	OK		0.004442	1.23	<	1.25	OK
									NO PRESENTA IRREGULARIDAD		0.000234				SI PRESENTA IRREGULARIDAD
											0.0055625				

Figura 57: Verificación Rigidez en dirección "Y"

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

Se tuvieron los valores para cada una de las tablas de la E.030-2016, con lo cual se pudo definir el diseño estructural.

Tabla N° 04 del E.030-2016 .Se ha definido el material de la estructura, S2, corresponde unos valores de TP = 0.6 y TL =2.0.

Tabla N° 05 del E.030-2016 coeficiente de uso "U" 1.0.

Tabla N° 7 le corresponde un valor de "R0" de 7.

Las tablas N°08 y N°09 del E.030-2016, los IP son iguales a 1 en cada caso.

Según la norma E.030-2016 reducción R en dirección "X" es igual a 7 y el factor de reducción R en dirección "Y" es igual a 6.

La altura nominal de la estructura es obtenida se obtiene que h_n= 25.1 m

El valor de C_T que corresponde a 60

El valor de C = 2.5

La estructura mostro irregulariadad en eje “Y” por lo cual en el diseño para contrarestar esa irregularidad se hará un reforzamiento de acero

4.3. Diseño del sistema de disipadores de energía fluido viscoso en base a los parámetros de diseño estructural

4.3.1. Anàlisis estructural antisìsmico disipadores fluido viscoso

Las secciones de columnas, viga, losa, placas que se usarán en el siguiente diseño.

SECCIONES DE COLUMNA

C1- 30X50

C2- 25X50

C3- 30X40

C4- 25X40

C1: COLUMNA INTERIOR

C2 Y C3: COLUMNA DE EXTREMAS DE PORTICOS INTERIORES

C4: COLUMNA DE ESQUINA

SECCIONES DE VIGAS:

VP- 25X40

VS- 25X30

VS1- 20X20

VP: VIGA PRINCIPAL

VS: VIGA SECUNDARIA

VS1: VIGA SECUNDARIA NUMERO 1

LOSA MACIZA

ESPESOR DE LA LOSA MACIZA ES DE 20 CM

LOSA ALIGERADA

ESPESOR DE LA LOSA ALIGERADA ES DE 25 CM

MURO DE SEMISOTANO

ANCHO DEL MURO ES DE 20 CM

SECCIONES DE PLACAS

PX.0.20 X 2.32

PY.0.20 X 2.87

PY.0.20 X 1.50

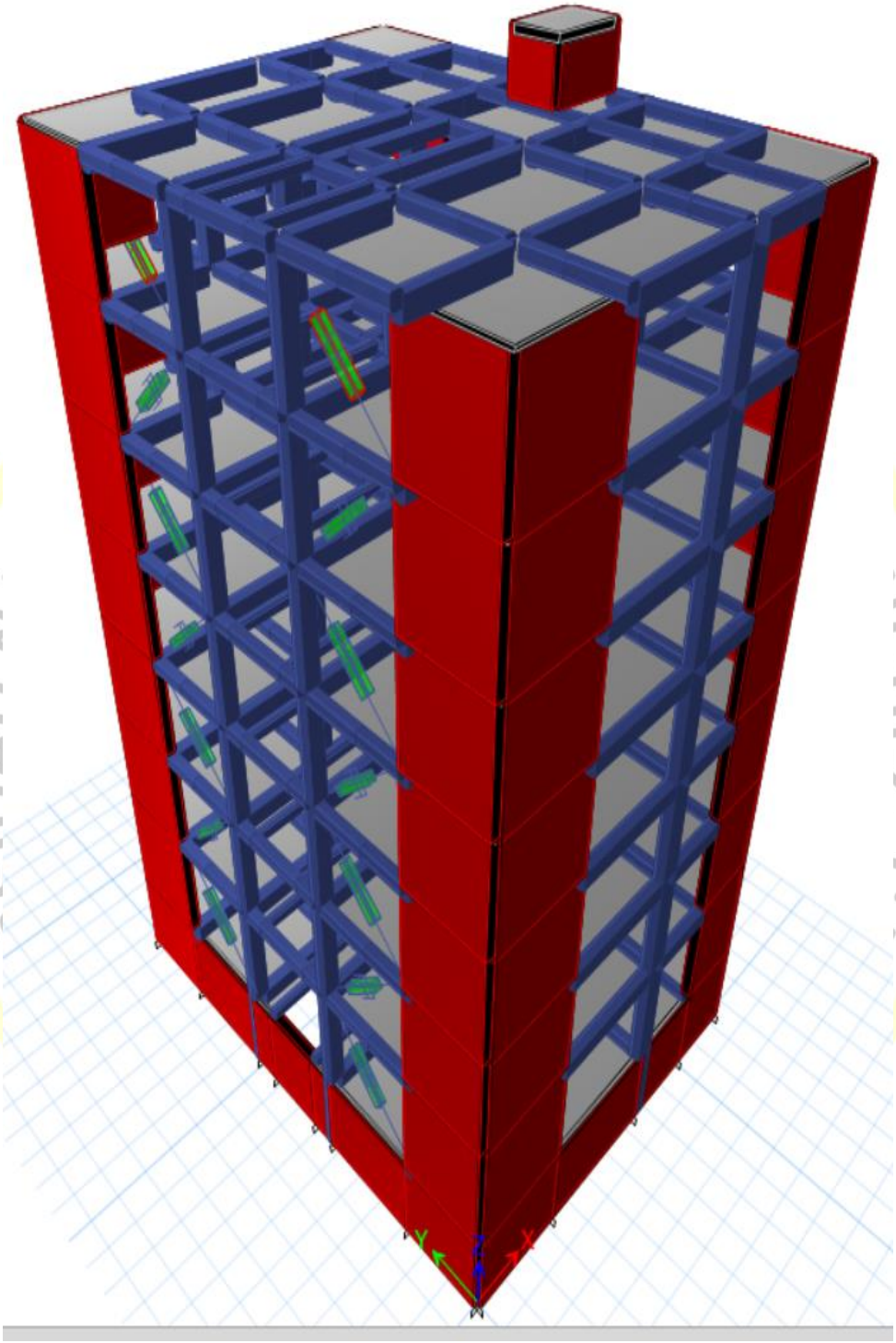


Figura 58: Modelo 3D de a estructura con disipadores Fluido Viscoso

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

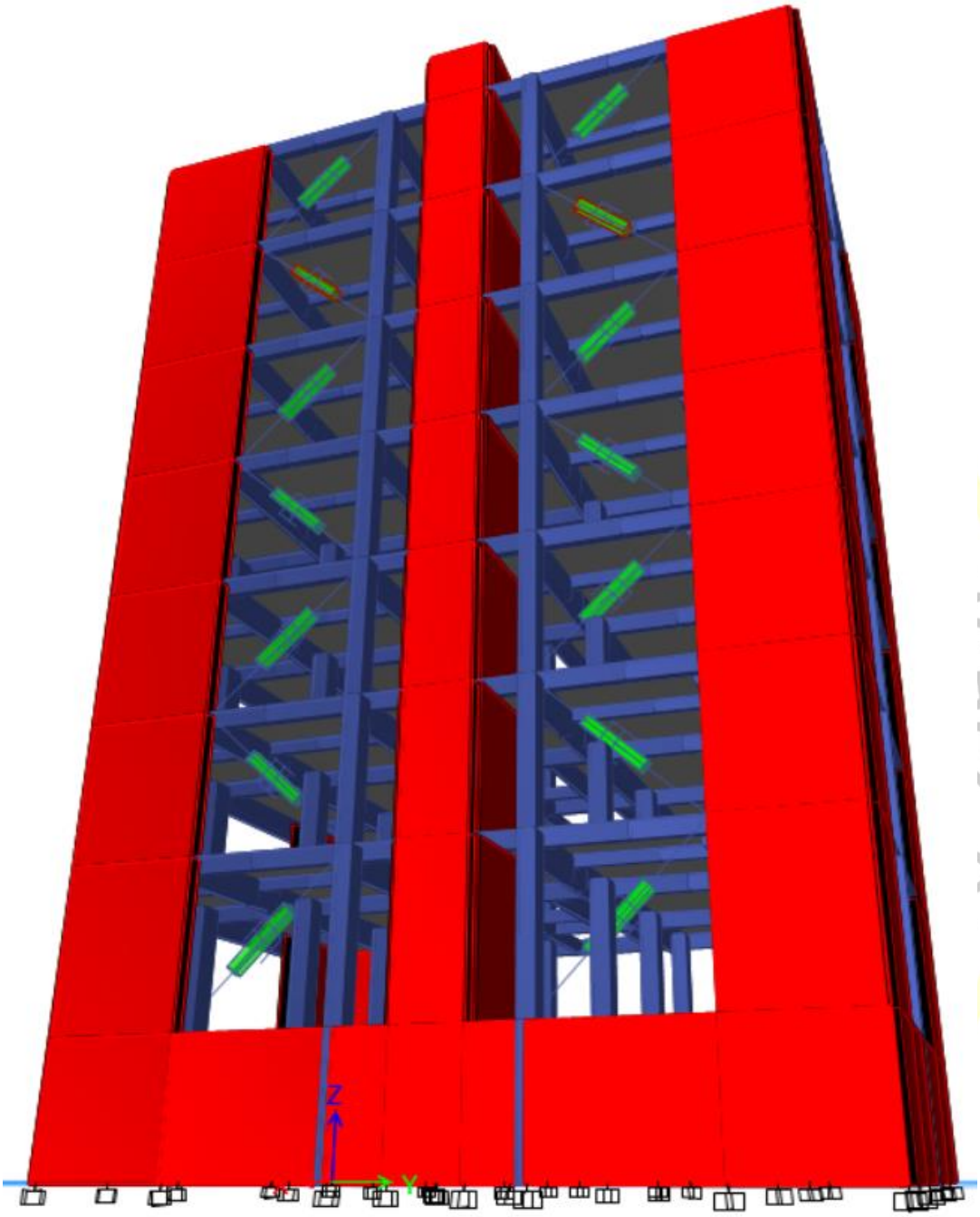


Figura 59: Modelo 3D de a estructura con disipadores Fluido Viscoso Sección de atrás

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

4.3.2. Asignaciòn de las fuerzas sìsmicas

Al igual que el sistema convencional, se pondrá el espectro sísmico para ver los resultados que estos arrojan con el uso de los disipadores de energía fluido viscoso, de esta manera el análisis sismico será evaluado por el parámetro que se elabora en el software, EtabsV2.0-2016.

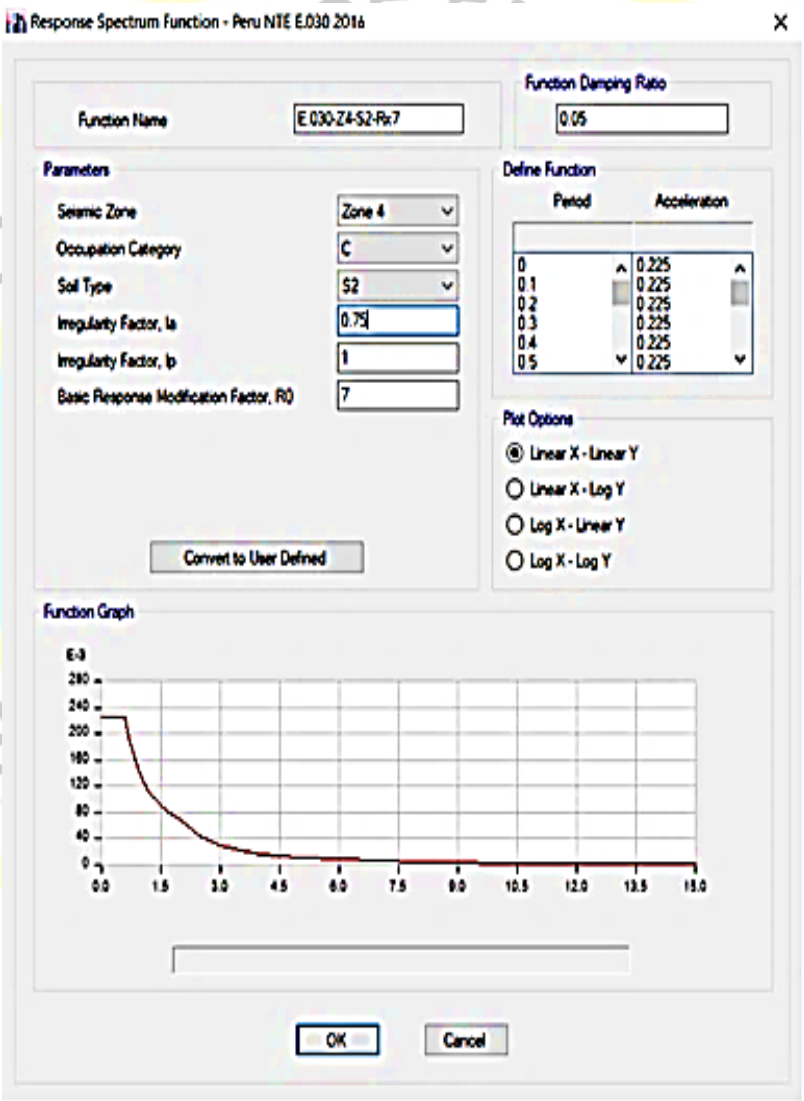


Figura 60: Definición de espectro sísmico en "X".

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

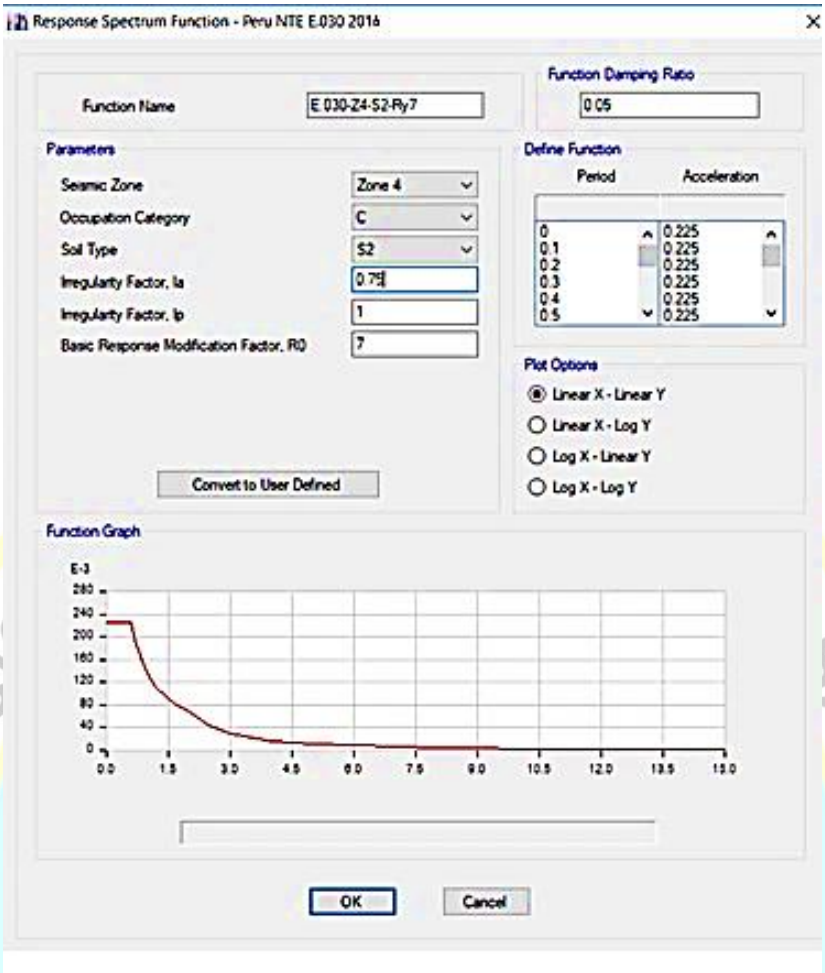


Figura 61: Definición de espectro sísmico en "Y".

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

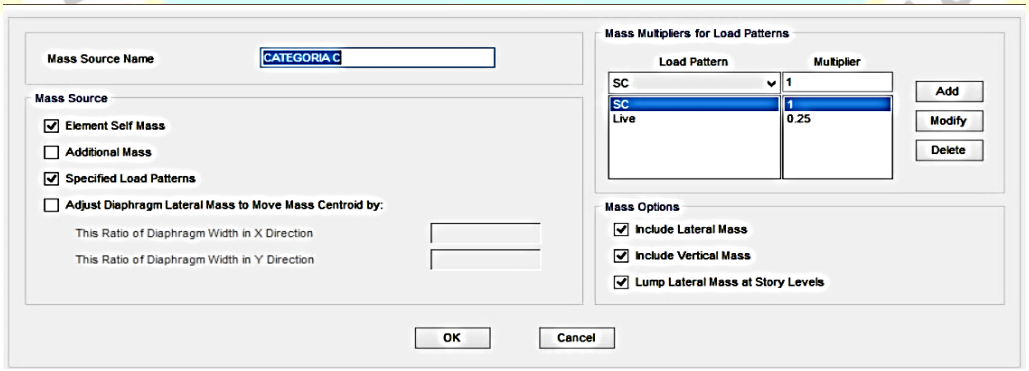


Figura 62: Fuente de Masa

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

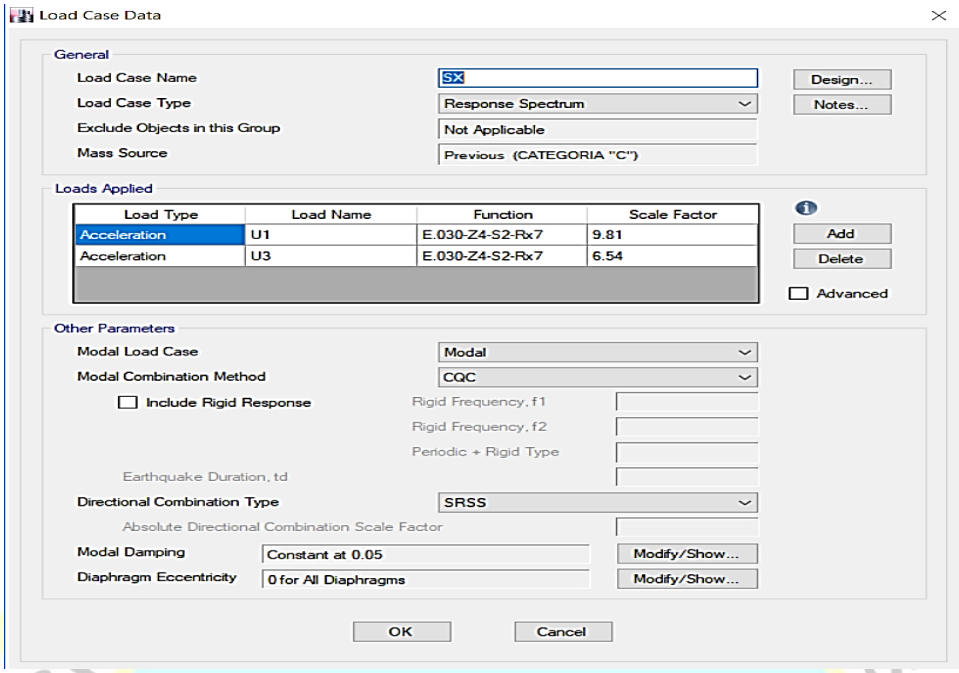


Figura 63: Caso sísmico dirección 100%X +30%Y

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

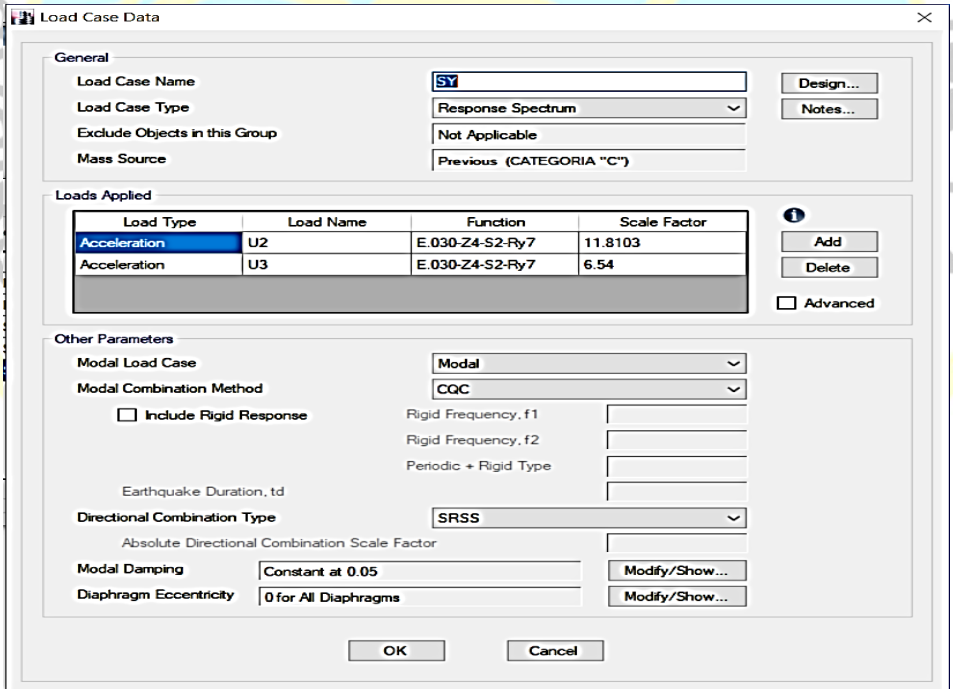


Figura 64: Caso sísmico dirección 30%X +100%Y

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

4.3.3. Verificaciones de las derivas

Estas derivas no deben de sobrepasar

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
TANQUE ELEVA	DRIFT Max	X	0.003912
PISO 7	DRIFT Max	X	0.00393
PISO 6	DRIFT Max	X	0.004126
PISO 5	DRIFT Max	X	0.004232
PISO 4	DRIFT Max	X	0.004149
PISO 3	DRIFT Max	X	0.003787
PISO 2	DRIFT Max	X	0.00306
PISO 1	DRIFT Max	X	0.001755
SEMISOTANO	DRIFT Max	X	0.00027

Figura 65: Derivas eje X-X de disipadores fluido viscoso

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
TANQUE ELEVA	DRIFT Max	Y	0.006384
PISO 7	DRIFT Max	Y	0.006593
PISO 6	DRIFT Max	Y	0.006686
PISO 5	DRIFT Max	Y	0.006593
PISO 4	DRIFT Max	Y	0.006205
PISO 3	DRIFT Max	Y	0.00543
PISO 2	DRIFT Max	Y	0.004201
PISO 1	DRIFT Max	Y	0.002228
SEMISOTANO	DRIFT Max	Y	0.00018

Figura 66: Derivas eje Y-Y de disipadores fluido viscoso

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

4.3.4. Cálculo de fuerza cortante en dispositivos para su predimensionamiento

El predimensionamiento de los disipadores fluido viscoso; donde hallaremos las fuerzas cortantes que presenta cada disipador creado como FRAMES, para luego buscar en la tabla actualizada un Fy (KN) correspondiente a la fuerza que nos proporciona el Etabs, seleccionando de esa manera y teniendo en cuenta, que la elección del disipador fluido viscoso su fuerza cortante de la tabla debe de ser mayor a la fuerza presentada

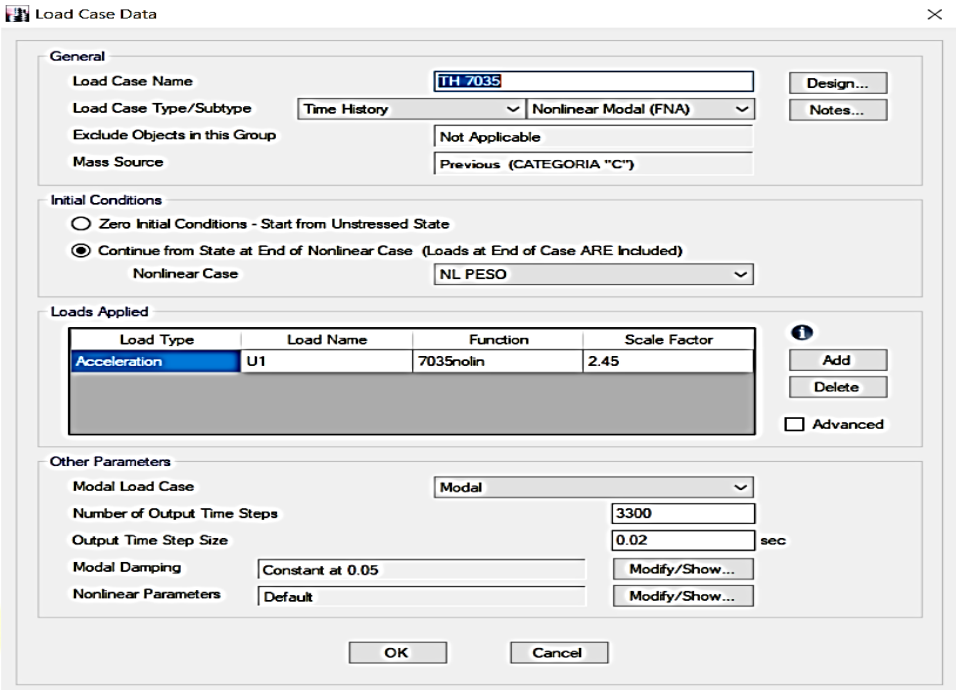


Figura 67: Definición el analisis modal con fuerzas FNA en TH7035

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

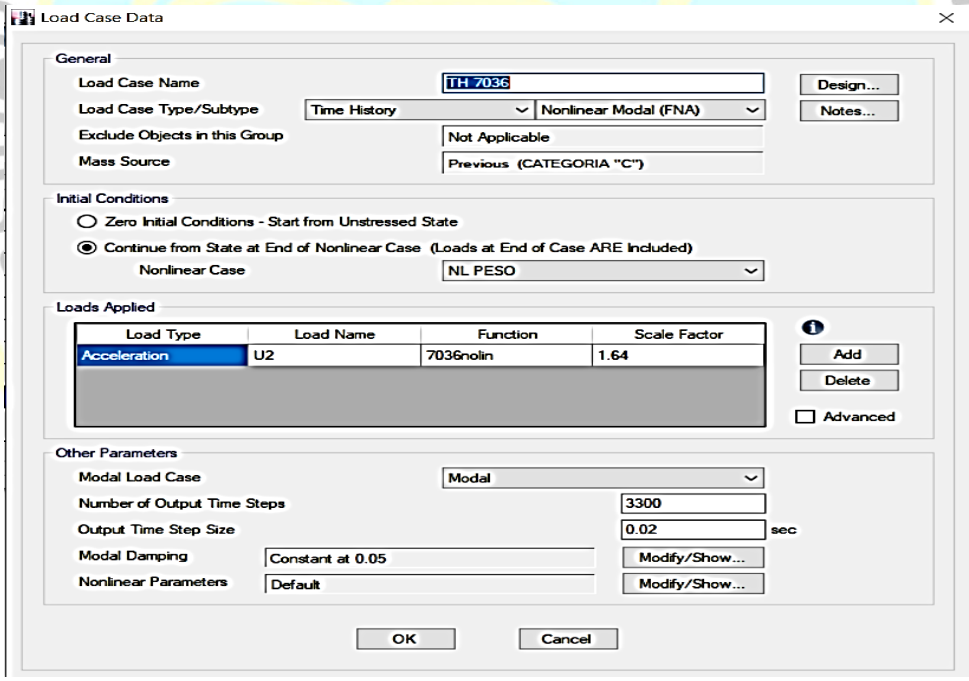


Figura 68: Definición el analisis modal con fuerzas FNA en TH 7036

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

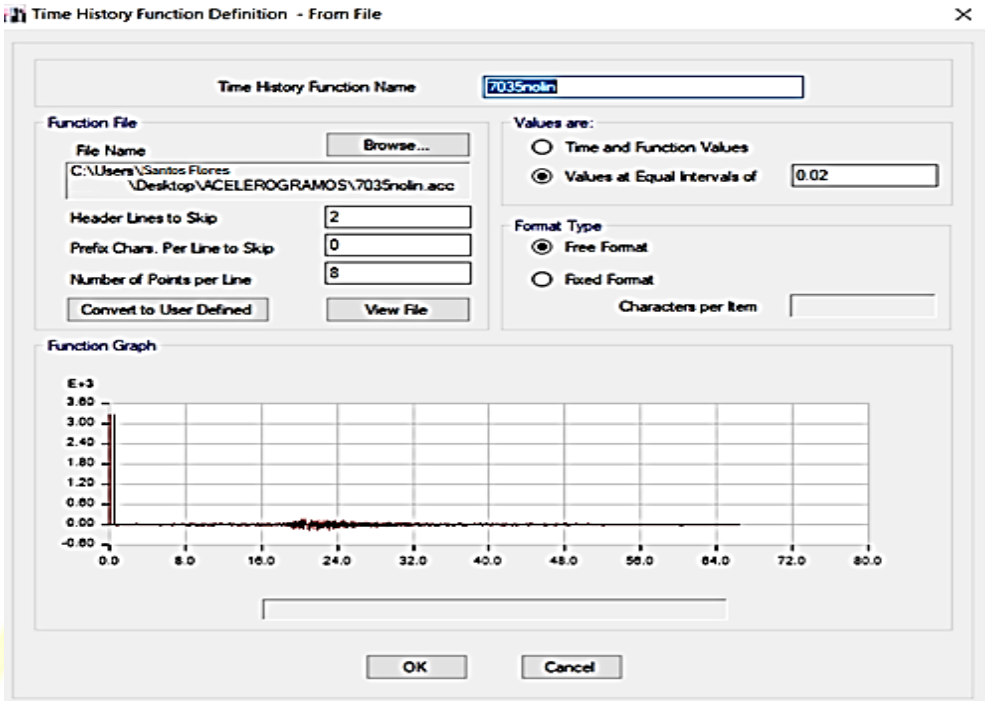


Figura 69: Función Tiempo – Historia con FNA 7035

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

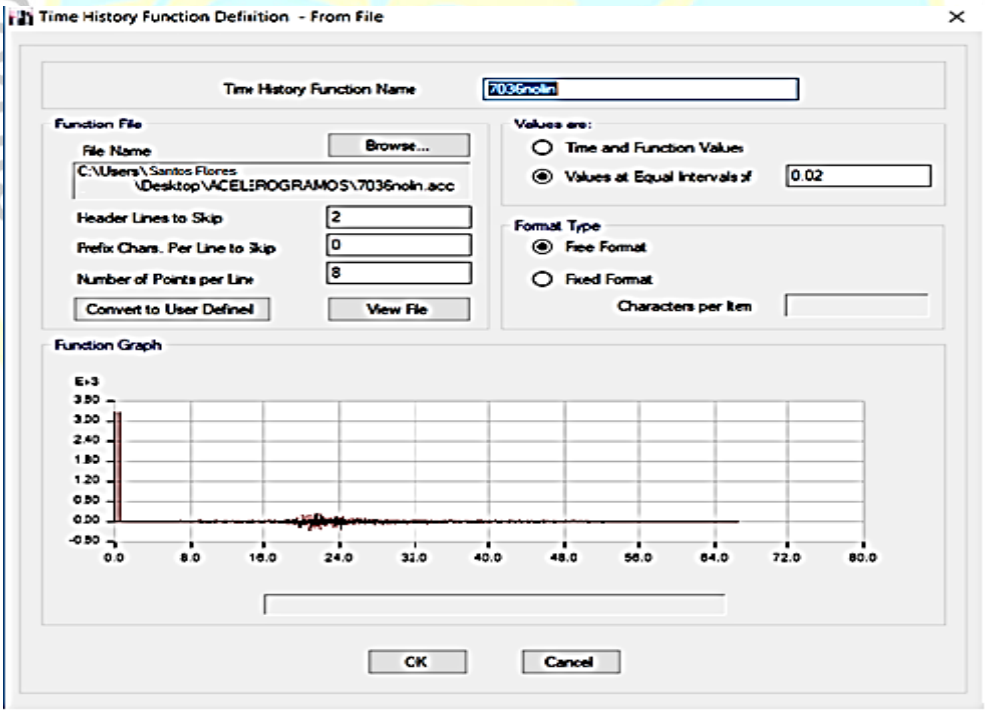


Figura 70: Función Tiempo – Historia con FNA 7035

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

4.3.5. Comparacion De Alternativas De Analisis Estructural

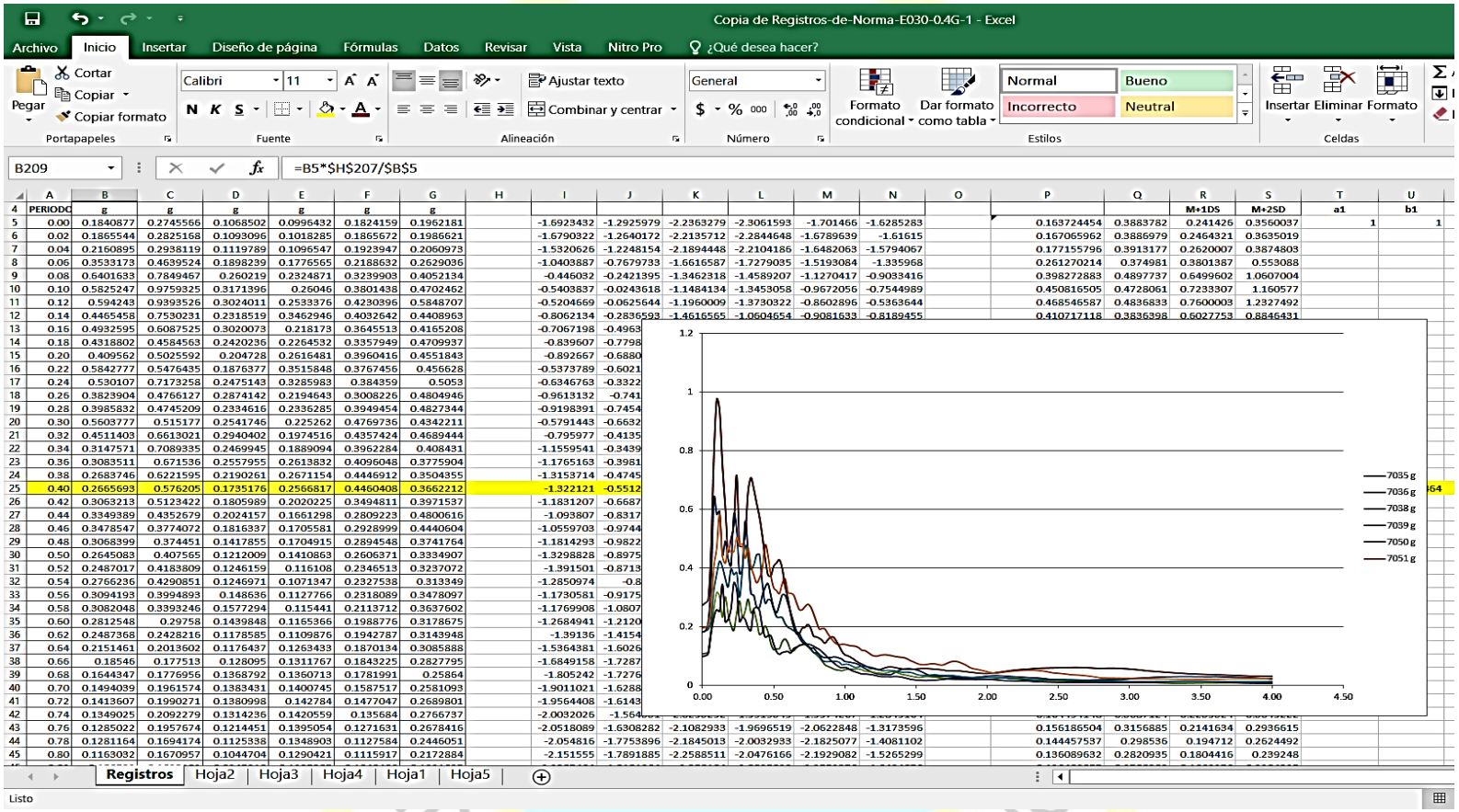


Figura 71: Espectro de Respuesta en un Tiempo Historia

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

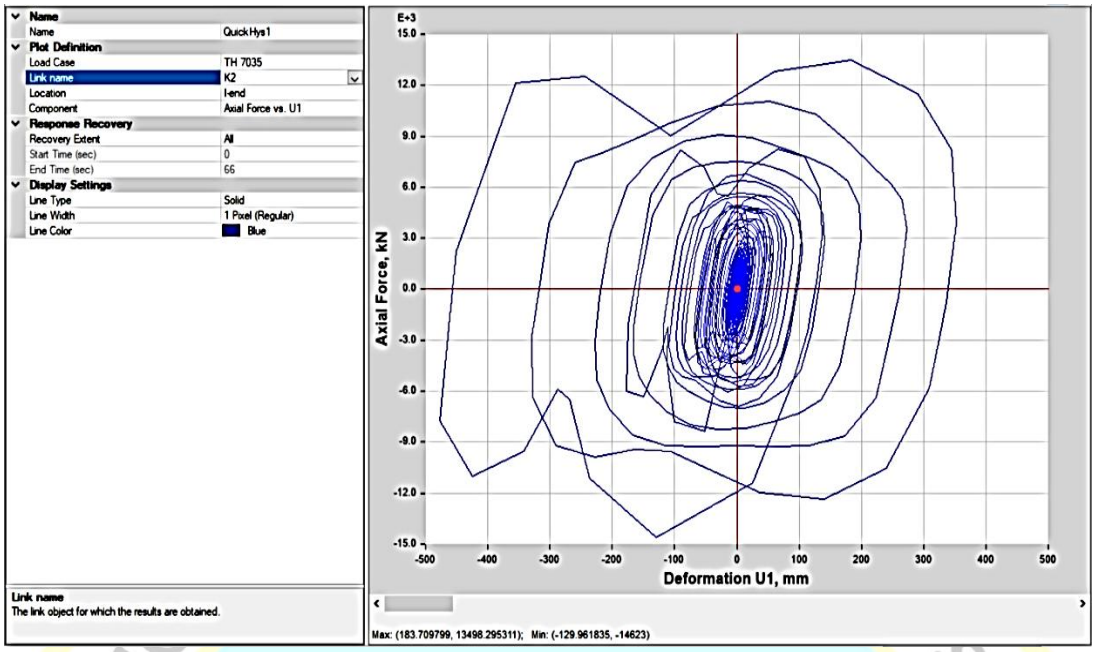


Figura 72: Verificación de disipador sísmico, conexión no lineal K2 (dirección "X") registró 7035.

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

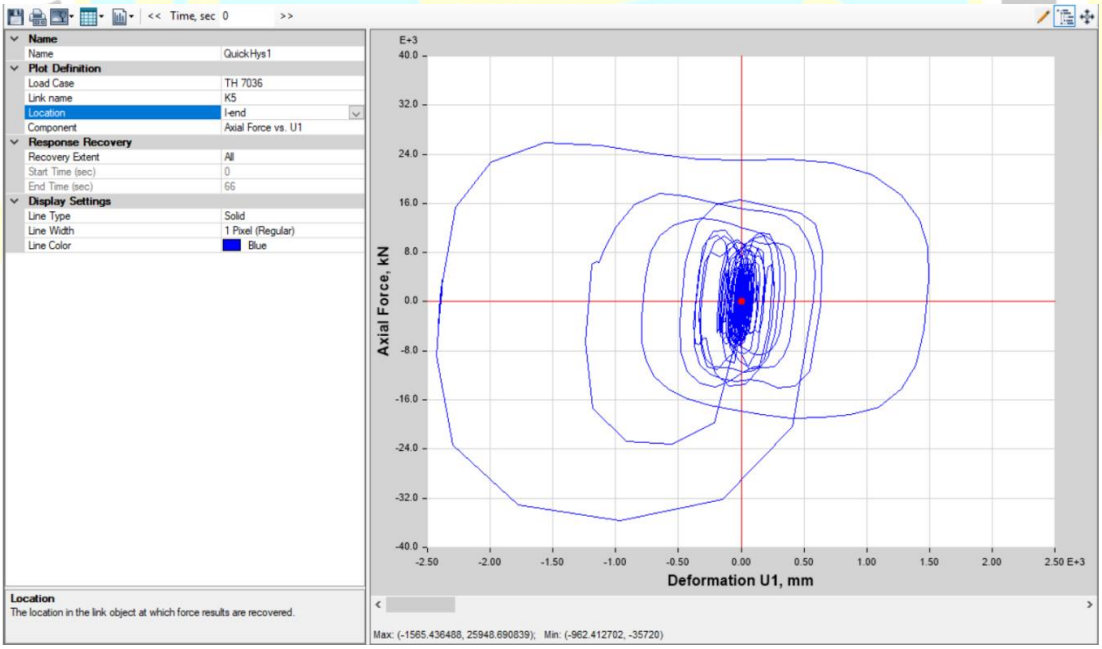


Figura 73: Verificación de disipador sísmico, conexión no lineal K2 (dirección "X") registró 7036.

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

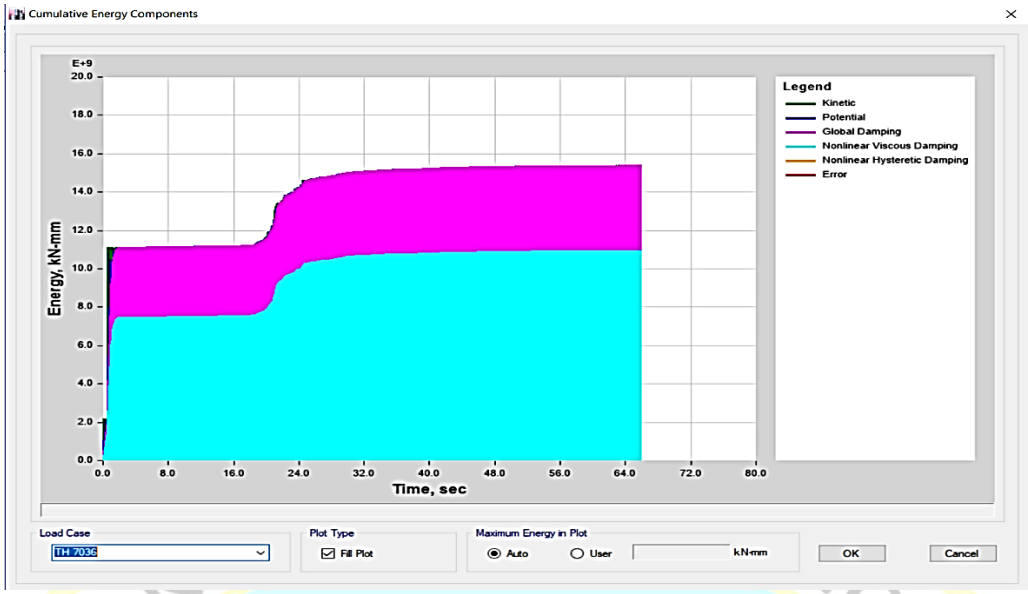


Figura 74: Energìa disipada por los Disipadores Sìsmicos Fluido Viscoso

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

Se realizo la designacion de fuerzas sísmicas, se evaluo que la deriva respecto" X", como en "Y" no sobrepasen el 0.007 establecido en la norma E.030-2016, el calculo de fuerza cortante que nos arrojo el programa Etabs, en la elección de los dispadores fluidos viscoso tenemos que elegir fuerzas mayores a estas para poder evitar los riesgos en los que la fuerza de disipación no sea inferior a la del sismo, se realizo también analisis modal con fuerzas FNA en TH 7035 y TH 7036.

En la figura 74 se muestra de color púrpura la energia disipada por el uso de los disipadores fluido viscoso, un porcentaje del 25 % de energía disipada con el uso de estos dispositivos.

4.4. Evaluación del comportamiento estructural entre un sistema convencional y el de disipadores de energía fluido viscoso.

Los resultados entre el sistema convencional y el sistema sísmico con Fluido Vicoso, se manifiestan en los máximos momento generados por estos dos sistemas, el el programa ETABS V2.0 -2016

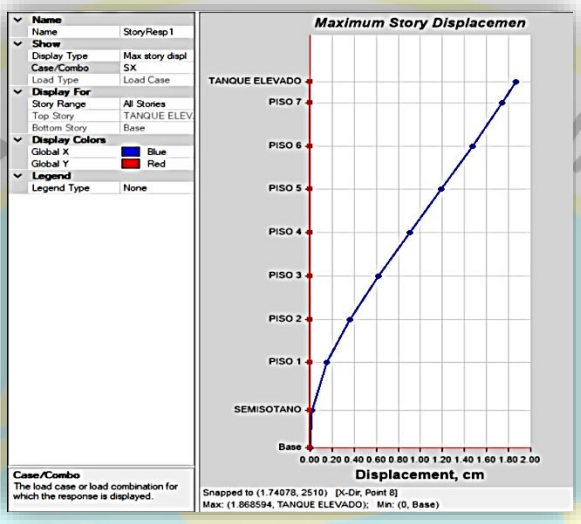


Figura 75: Desplazamiento máximo en Sistema Convencional en X-X

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

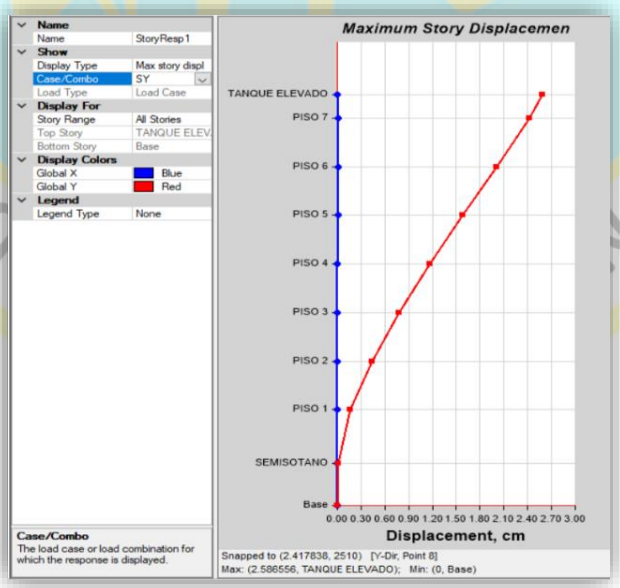


Figura 76: Desplazamiento máximo en Sistema Convencional en Y-Y

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

En el sistema conevencional se muestra que en “X” el máximo desplazamiento es 1.868, y en el eje “Y” es de 2.586

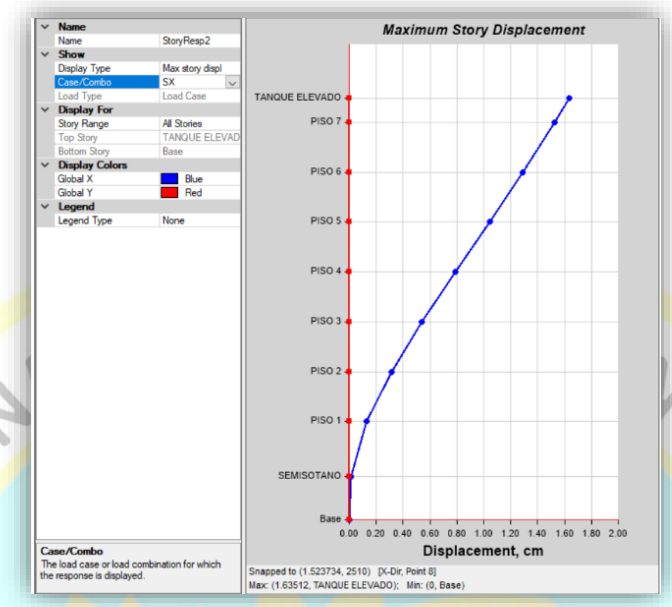


Figura 77: Desplazamiento máximo en Sistema de Disipadores Fluido Viscoso en X-X

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

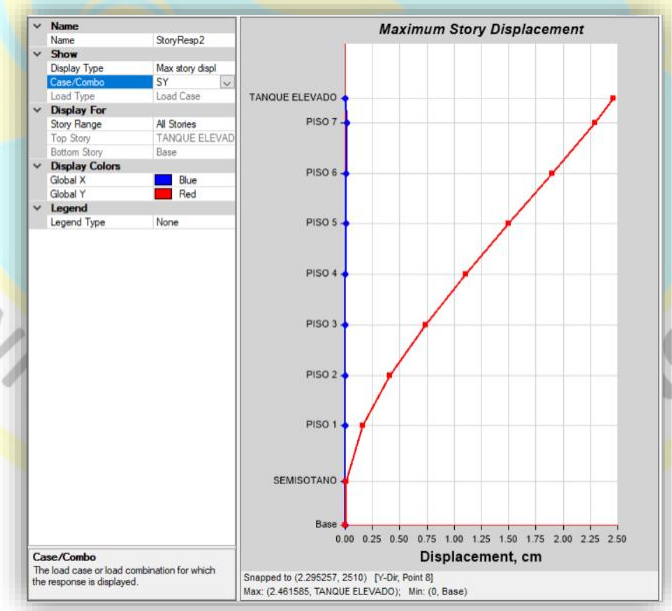


Figura 78: Desplazamiento máximo en Sistema de Disipadores Fluido Viscoso en Y-Y

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

En el sistema de disipadores fluido viscoso se muestra que en “X” el máximo desplazamiento es 1.635, y en el eje “Y” es de 2.461

Habiendo disminuido con el el uso de disipadores fluido viscoso el desplazamiento.

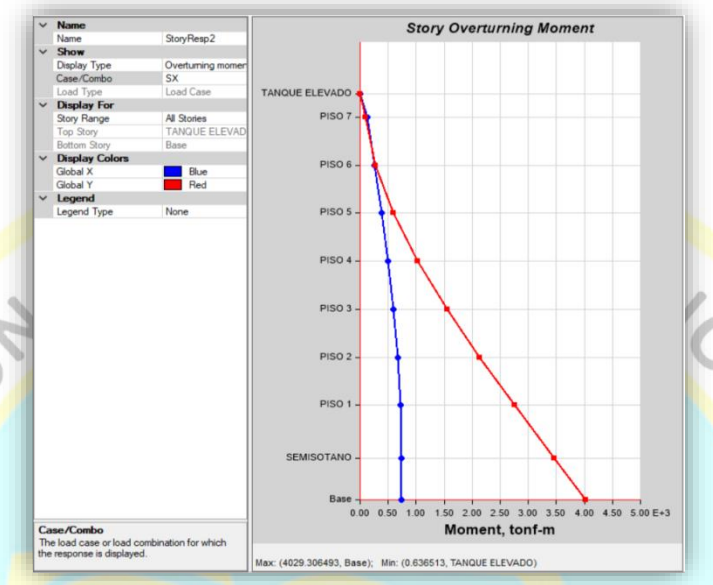


Figura 79: Momento Flector Maximo Sistema Convencional en X-X

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

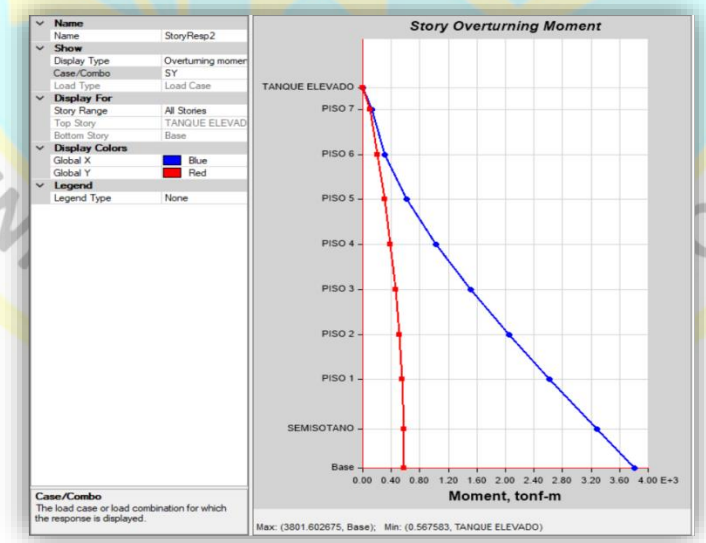


Figura 80: Momento Flector Maximo Sistema Convencional en Y-Y

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

En el sistema convencional se muestra que en “X” el momento flector maximo es 4029.306, y en el eje “Y” es de 3801.602.

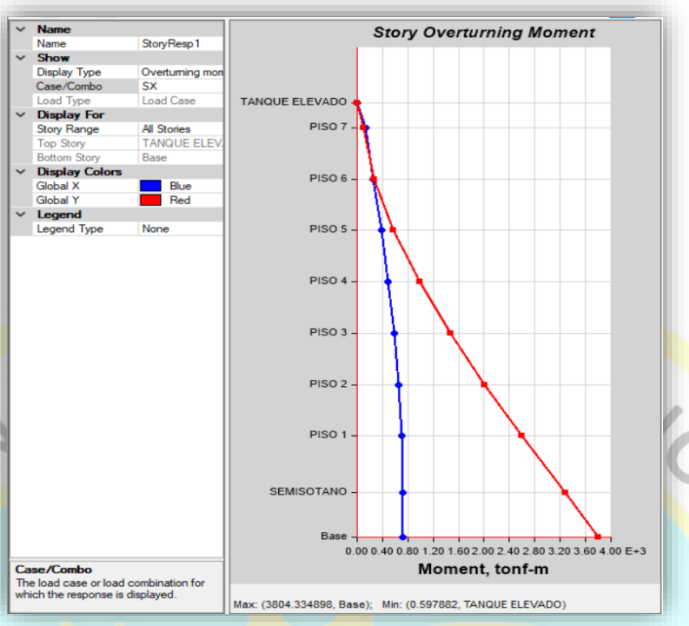


Figura 81: Momento Flector Maximo Sistema de Disipador Fluido Viscoso en X-X

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

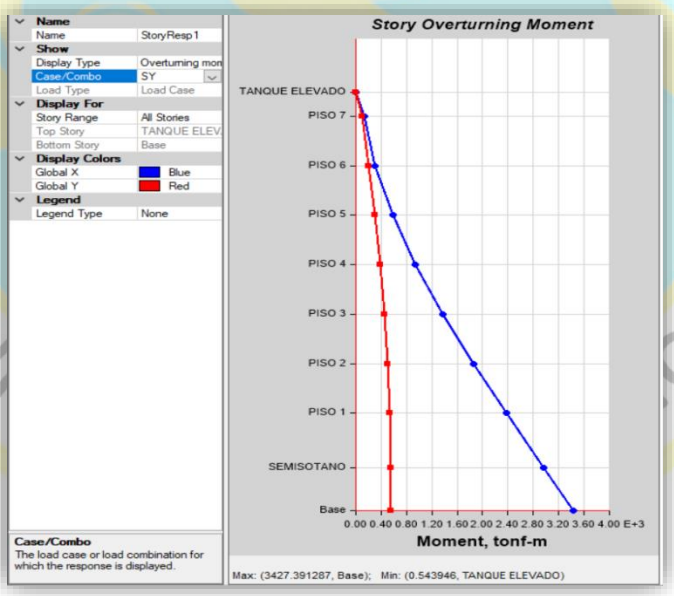


Figura 82: Momento Flector Maximo Sistema de Disipador Fluido Viscoso Y-Y

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

En el sistema con disipador fluido viscoso se muestra que en “X” el momento flector maximo es 3804.3348, y en el eje “Y” es de 3427.3912

Siendo menor los momentos flectores en el sistema con disipadores fluido viscoso.

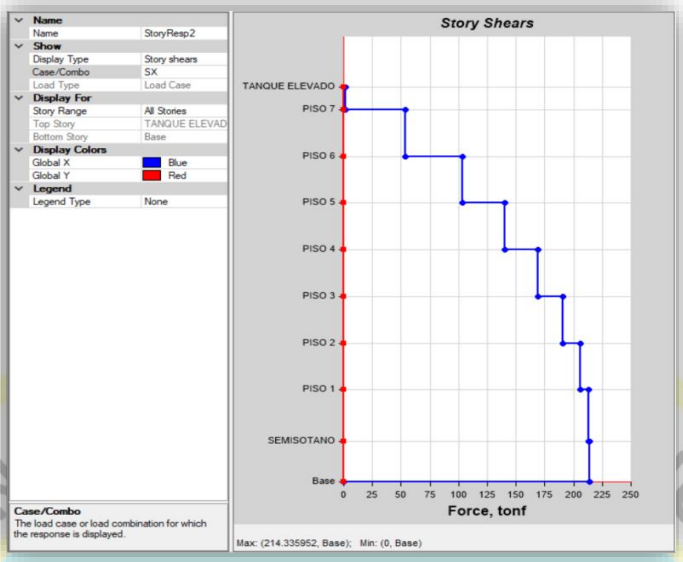


Figura 83: Fuerzas Cortantes Maximo Sistema Convencional en X-X

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

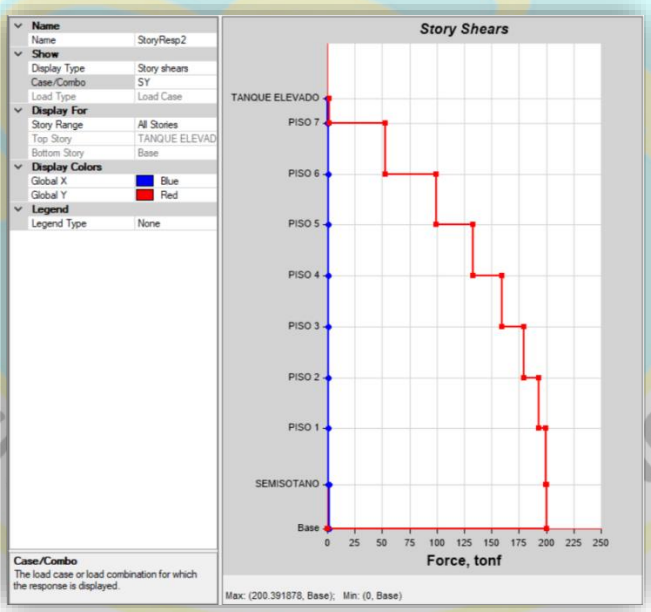


Figura 84: Fuerza Cortante Maximo Sistema Convencional en Y-Y

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

En el sistema convencional se muestra que en “X” el momento flector maximo es 214.33, y en el eje “Y” es de 200.391.

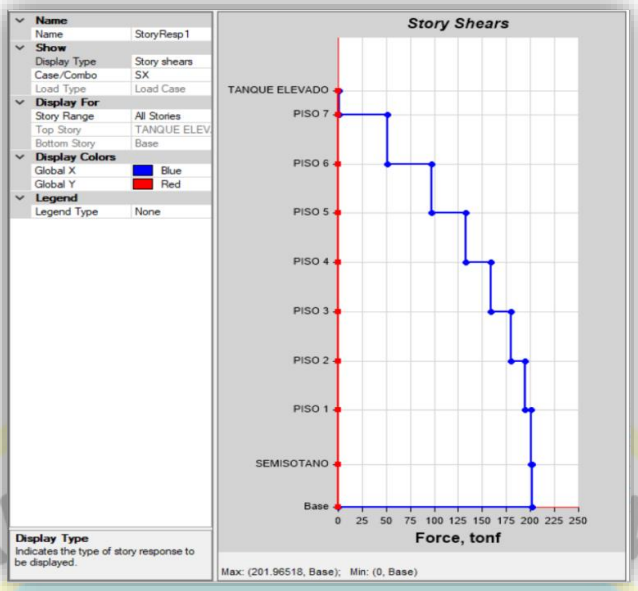


Figura 85: Fuerza Cortante Maximo Sistema de Disipador Fluido Viscoso X-X

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

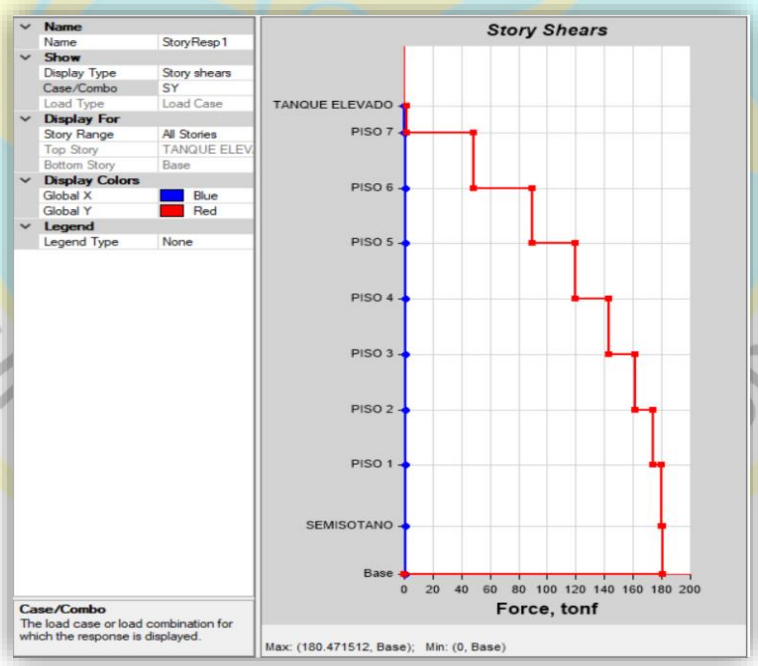


Figura 86: Fuerza Cortante Maximo Sistema de Disipador Fluido Viscoso Y-Y

Fuente: Etabs 2016 V16 2.0

En el sistema con disipador fluido viscoso se muestra que en “X” el momento flector maximo es 201.965, y en el eje “Y” es de 180.471

Siendo menor los momentos flectores en el sistema con disipadores fluido viscoso.

En las comparaciones hermos tenido resultados que demuestran el uso de disipadores tiene una gran respuesta con los siguientes puntos:

Los desplazamientos máximos en sentido de “X” con el sistema convencional vs dispadores nos muestra la diferencia de 0.233 cm, desplazamientos máximos en en sentido de “Y” es de 0.125 cm

El momento flector máximo sentido de “X” con el sistema convencional vs dispadores nos muestra la diferencia 224.9712 Tnf –m, sentido de “Y” con el sistema convencional vs dispadores nos muestra la diferencia 374.2108 tnf-m

Las fuerzas cortantes sentido de “X” con el sistema convencional vs dispadores nos muestra la diferencia 12.365 Tnf –m, sentido de “Y” con el sistema convencional vs dispadores nos muestra la diferencia 19.92 tnf

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

CAPITULO V

DISCUSION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusión

- Con los antecedentes nacionales **"ANÁLISIS SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN CON DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO"** de Sadowski, Juan .Donde se trabajo con un $\alpha = 1$ y luego un $\alpha = 0.25$, al tener como mayor ventaja con el uso de $\alpha = 0.25$, en este proyecto de tesis que presento se uso un $\alpha = 0.50$ con el cual el análisis tiempo-historia, tuvo la misma función de proteger adecuadamente con los dispositivos de disipación de energía, al manejar estos datos, la evalución no se ha analizado con los $\alpha = 1$ y $\alpha = 0.25$, pero los resultados han cumplido con la efectividad y la protección sísmica .
- Con respecto al antecedente nacional **"DISEÑO DE EDIFICACIONES CON DISIPADORES DE ENERGÍA SÍSMICA DE TIPO FLUIDO VISCOSO"** nuestras derivas han llegado hatsa un 6.6‰ con el uso de disipadores fluido viscoso, disminuyendo en un gran porcentaje el desplazamiento que conlleva a la estructura frente a un sismo, en nuestro sistema convencional, el porcentaje de derivas como máximo alcanzó el 7 ‰, el costo que fue evaluado en el edificio de la universidad de Cajamarca tuvo un costo de 30 $/m2.
- El antecedente nacional "EVALUACIÓN DEL DISEÑO CON DISIPADORES DE ENERGÍA DEL EDIFICIO PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN" se evaluo con dispadores

lineales como no lineales y la mejor efectividad fue con los no lineales, donde se llevo a cabo reducir las derivas dirección X-X •a 5,00%o y en la dirección Y-Y a 4,57%o; , se manejo los mismos porcentajes de reducción con las derivas.

5.2. Conclusiones

- Como se ha demostrado gracias al estudio de suelo realizado por la universidad Nacional Federico Villarreal y la Universidad Ricardo Palma, hemos podido evaluar la estructura con resultados reales, la capacidad portante fue la adecuada con un valor de 3.07 Kg/cm2, nos permite cimentar a una profundidad de 4.20 metros.Tenemos una respuesta del suelo para cimentar los resultados nos muestran que no se ha encontrado napa freática en en la profundidad estimada a excavar por las condiciones que se realizará un semisótano
- Se hizo el predimensionamiento de l as seccionesy los materiales que serán parte de nuestra estructura de concreto armado tendrán un dimensionamiento de vigas y columnas de acuerdo a las normativas de la E.0.30 y la E. 0.60 se tuvo el mismo criterio para el sistema convecional, como para el sistema con disipador, dado que las secciones serán las mismas, el uso de dispadores hará la diferencia en una mejor respuesta sísmica.
- Con un sistema únicamente aporticado, no llega a la rigidez necesaria para poder responder frente a las derivas que sobrepasan el 7%o, por eso el uso de placas que rodean parte del semisótano y placas que continúan hasta el piso siete de la edificación, como también placas ubicadas en la escalera y en el ascensor, corvintiendo en un sistema convencional en la edificación.
- Los disipadores están siendo usados para reducir las derivas y contrarestar las fuerzas que actúan en la edificación provocadas por los sismos, el uso de los disipadores fluido viscoso en este caso ha logrado reducir el porcentaje de derivas, brindando un

mejor comportamiento y así protegiendo a la estructura, pero más aun la seguridad de vidas humanas

- Tipo de falla: Mnc>1.2Mnv .los momentos cumplen y son aceptables.
- Determinación de Desplazamientos Laterales: Han sido evaluados con los registros por la deformación vs fuerza axial, que genera un sismo los disipadores fluido viscoso cumplen la función de disipar esta energía generada por esta fuerza. La diferencia es que hay mayor protección a la estructura con el uso de disiapdores, estos pueden ser afectados y cambiados si estos sufren daños muy fuertes, lo que hará que la edificación no sea demolida, los gastos con el uso de disipadores aumentará el presupuesto pero los beneficios con esta inversión serán mayores, que con el uso de un sistema convencional, ya que el reforzamieno de las estructuras después de un evento sísmico sera muy elevado.Se mostró el porcentaje de disipación es del 25% y las disminucuiones de momento flector, como de fuerza cortante .

5.3. Recomendaciones

- La estructura tiene un mejor comportamiento cuando es simétrica y de formar regular, es por eso debemos de manejar criterios que nos acerquen a la simplicidad de los cálculos.
- Tener en cuenta los factores de seguridad que evitarán colapso, al aplicarlos nos brindará una reducción a los fallos que pueda tener la estructura.
- El uso de placas rigidiza la estructura , con el uso de disipadores también creamos una mayor rígidez , pero esto quiere decir que eliminando todas las placas y reemplazando con solo disipadores obtendremos una mayor respuesta , no hay que hacer abuso del uso de estos disipadores sino que hay buscar un equilibrio , donde los dos puedan ser parte de nuestra estructura .
- Evitar que en la estructura haya elementos determinantes para el fallo de esta , sino

que debemos de repartir las fuerzas que actúan en contra para puedan ser disipadas o repartidas hasta la superficie del suelo .

- En un sistema sismoresistente la ductibilidad y la rígidez de una estructura son el soporte que conlleva a un buen comportamiento en una estrutura, estas nos brindarán la seguridad que nos proporiona una edificación que no colapsará.
- Siempre debemos mantener el criterio, más allá de los resultados los números pueden ser falsos, ya que el software tiene que seguir todos lo procedimientos establecido y algún mal manejo puede generar datos inorrectos.

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

CAPITULO VI:

FUENTES DE INFORMACIÓN

6.1. Fuentes bibliográficas

Oviedo Sarmiento Ricardo. (2016). *Diseño Sismorresistente de Edificaciones de Concreto Armado.*

Morales Morales Roberto. (2000), *Diseño en Concreto Armado.*

Villarreal Castro Genner / Oviedo Sarmiento Ricardo. (2016) – *Diseño Sismorresistente de Edificaciones con Disipadores de Energía*

Harmsen Teodoro (2005) *Diseño de estructuras de concreto armado.* (Cuarta Edición). Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú

Blanco Blasco, Antonio (1990 – 1991). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado,* Libro 2 de la colección del Ingeniero Civil, Lima.

Bozzo Luis M. y Barbat Alex H. (2000). *Diseño Sismorresistente de Edificios – Técnicas Convencionales y Avanzadas,* Editorial Reverté, Barcelona.

6.2. Fuentes hemerográficas

Villarreal Castro Genner (2017) *"Sistemas de protección sísmica: disipadores de fluido viscoso y aisladores con núcleo de plomo".*

Villarreal Castro Genner (2017) *¿Cuánto sabes de diseño sísmico?,* en el VI Foro Regional de Estudiantes de Ingeniería Civil (VI FOREIC),

6.3. Fuentes documentales

Ramiro Saavedra Felipe . *Texto Guia de Ingeniería Sísmica*

Reglamento Nacional de Edificaciones E. 030, *Diseño Sismorresistente*. Lima: Sencico.

E.- Reglamento Nacional de Edificaciones E. 020. *Cargas*. Lima: Sencico.

F.- Reglamento Nacional de Edificaciones E. 060, *Concreto Armado*. Lima: Sencico.

G.- Reglamento Nacional de Edificaciones E. 050, *Suelos y Cimentaciones*. Lima: Sencico.

Catalogo Taylor Device.Pdf

Seismic Protection with FVD

6.4. Fuentes electrónicas

Pontificia Universidad Católica del Perú

Chacón Álvarez Roberto; Ramírez Caparó José Eduardo, *Análisis de una edificación de 4 pisos con disipadores de fluido viscoso*, descargado el 29 de mayo de 2015 de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5971

Morales Díaz Luisa Joselinne; Contreras Bálbaro Juan José, *Protección de una edificación existente con disipadores de energía*, Pontificia Universidad Católica del Perú descargado el 30 de enero de 2013 de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1708

.Feha 2018-09-05

Cano Lagos Himler; Zumaeta Escobedo Ener Iván, *Diseño estructural de una edificación con disipadores de energía y análisis comparativo sísmico entre el edificio convencional y el edificio con disipadores de energía para un sismo severo.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Descargado el 05 de setiembre de 2018 de http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/301565/2/cano_hl-pub-delfos.pdf

.Fecha: 2015

Carranza Ruiz Johan Santiago; Calderón Correa Edgardo Jesús, *Reforzamiento de una estructura aporticada con disipadores de fluido viscoso para un mercado en la Ciudad de Trujillo*. Universidad Privada Antenor Orrego, descargado el 2015 de http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/1141

Flores Ramos, Henry; Cahuata Corrales, Fernando, *Analisis y diseno estructural de edificaciones con aisladores sismicos y analisis comparativo de respuesta sismica y costos con la edificacion convencional*. Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa descargado de http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/110

Prezi. *Rótulas plásticas*.Descargado el 18 de octubre de 2013 de https://prezi.com/7g_sudhwm3ug/rotulas-plasticas/

Aislación Sísmica y Disipación de Energía descargado el 1 de enero de 2010 de http://www.cec.uchile.cl/~dicesco/aislacion.html

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION • HUACHO •

ANEXO

Anexo 1: Matriz de Consistencia

DISEÑO Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL ENTRE UN SISTEMA CONVENCIONAL Y DISIPADORES DE ENERGÍA FLUIDO VISCOSO, EN UNA EDIFICACIÓN DE SIETE NIVELES Y UN SEMISÓTANO EN EL DISTRITO DE HUACHO, 2018

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	MÉTODOS Y TÉCNICAS
PROBLEMA GENERAL • ¿Cómo se mejora el comportamiento estructural utilizando disipadores de energía fluido viscoso, respecto al sistema convencional, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho?.	**OBJETIVO GENERAL** • Realizar el diseño y evaluación del comportamiento estructural entre un sistema convencional y disipadores de energía fluido viscoso, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho.	**HIPÓTESIS GENERAL** • El comportamiento estructural utilizando disipadores de energía fluido viscoso se mejora significativamente respecto al sistema convencional, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho.	**VARIABLE INDEPENDIENTE** Diseño de sistemas	1.1 Requisitos para el diseño 1.2 Sistema convencional 1.3 Sistema con disipadores de energía fluido viscoso	• Estudio de suelo • Parámetros para el diseño estructural • Plano • Secciones de las vigas • Secciones de columnas • Plano • Secciones de las vigas • Secciones de columnas	**TIPO DE INVESTIGACIÓN** Explicativo causales **POBLACIÓN Y MUESTRA** ***. Población*** Diseño estructural de una edificación de siete niveles y un semisótano en el distrito de Huacho ***Muestra.*** Diseño estructural de una edificación de siete niveles y un semisótano en el distrito de Huacho **.PROCEDIMIENTO** Recopilación datos la Localidad de Huacho. Identificación del problema. Recopilación de bases teóricas para la formulación. Elaboración de la matriz de consistencia Elaboración del plan de tesis Revisión y aprobación del plan de Tesis Realizar el estudio de suelo Determinar los parámetros para el diseño estructural Realizar el diseño del sistema convencional Realizar el diseño del sistema de disipadores de energía fluido viscoso Realizar la evaluación del comportamiento estructural entre un sistema convencional y el de disipadores de energía fluido viscoso Análisis de resultados del estudio Formulación de conclusiones y recomendaciones Redacción del informe final Presentación del informe final **TÉCNICAS** Documental Observación Medición **INSTRUMENTOS** Guías de trabajo Documentos/materiales escritos y audiovisuales. Análisis de contenido: libros, conferencias, normas, reglamentos.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS • ¿Qué características presenta el suelo y cuáles son los parámetros para el diseño estructural de un sistema convencional y el de disipadores de energía fluido viscoso, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho? • ¿Es conveniente de acuerdo a los parámetros de diseño estructural, el diseño de un sistema convencional para una edificación de siete niveles y un semisótano, en el Distrito de Huacho? • ¿Es posible de acuerdo a los parámetros de diseño estructural, el diseño de un sistema de disipadores de energía fluido viscoso en una edificación de siete niveles y un semisótano, en el Distrito de Huacho? • ¿Qué diferencias se dan en el comportamiento estructural entre un sistema convencional y el de disipadores de energía fluido viscoso, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho?	**OBJETIVOS ESPECÍFICOS** • Realizar el estudio de suelo y determinar los parámetros para el diseño estructural de un sistema convencional y el de disipadores de energía fluido viscoso, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho. • Realizar el diseño del sistema convencional en base a los parámetros de diseño estructural para una edificación de siete niveles y un semisótano, en el Distrito de Huacho. • Realizar el diseño del sistema de disipadores de energía fluido viscoso en base a los parámetros de diseño estructural para una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho. • Realizar la evaluación del comportamiento estructural entre un sistema convencional y el de disipadores de energía fluido viscoso, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho.	**HIPÓTESIS ESPECIFICAS** • El estudio de suelo presenta una buena capacidad portante y los Parámetros de diseño estructural reflejan que el terreno es adecuado para una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho. • El diseño del sistema convencional en base a los parámetros de diseño estructural es conveniente para una edificación de siete niveles y un semisótano, en el Distrito de Huacho. • El diseño del sistema de disipadores de energía fluido viscoso en base a los parámetros de diseño estructural es conveniente para una edificación de siete niveles y un semisótano, en el Distrito de Huacho. • Las diferencias del comportamiento estructural son significativas, favoreciendo al sistema de disipadores de energía fluido viscoso respecto al sistema convencional, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho.	**VARIABLE DEPENDIENTE** Evaluación de sistemas	2.1 Comportamiento estructural	• Derivas • Nivel de desempeño • Tipo de falla • Determinación de Desplazamientos Laterales • Respuesta sísmica	

Fuente: elaboración propia

Anexo 2: Zonas Sísmicas del Perú

Fuente: (E.030, 2016).

Anexo 3: Tablas bases del E.030-2016

Tabla N° 1
FACTORES DE ZONA "Z"

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

Tabla N° 2
CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO

Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
S_0	> 1500 m/s	-	-
S_1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S_4	Clasificación basada en el EMS		

Tabla N° 3
FACTOR DE SUELO "S"

ZONA \ SUELO	S_0	S_1	S_2	S_3
Z_4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z_3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z_2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z_1	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla N° 4
PERÍODOS "T_P" Y "T_L"

	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Tabla N° 5
CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Tabla N° 6
CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES

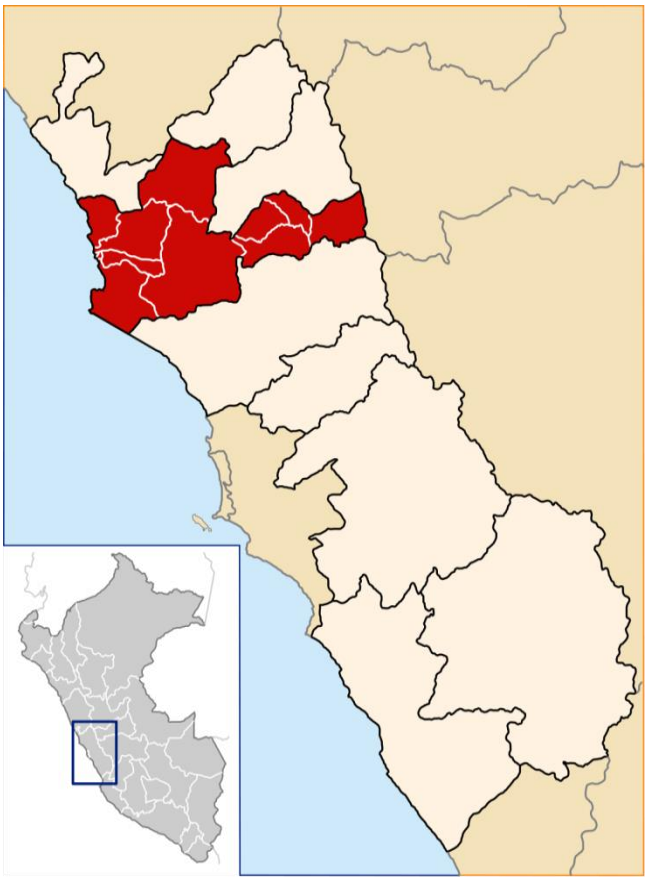
Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
A2 (*)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.
Categoría de la Edificación	**Zona**	**Sistema Estructural**
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero: Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF) Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF) Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF) Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF) Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF) Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	 8 7 6 8 6 8
Concreto Armado: Pórticos Dual De muros estructurales Muros de ductilidad limitada	 8 7 6 4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_a
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso. **Irregularidades de Resistencia – Piso Débil** Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	0,75
Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10) Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso. **Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10)** Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	0,50
Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0,90
Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0,90
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento.	0,80
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10) Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25 % de la fuerza cortante total.	0,60

Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{máx}$), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.	0,75
Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (Δ_{CM}), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.	0,60
Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.	0,90
Discontinuidad del Diafragma La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.	0,85
Sistemas no Paralelos Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.	0,90

Anexo 4: Macrolocalizacion de la zona del estudio



Deoratamento de Lima - Perú

provincia de Huaura

Anexo 5: Ubicaciòn de la Zona del Terreno MZ. B, LT 11

Fuente: Google Earth Pro

Anexo 6: Entrada de la Maquinaria MZ. B, LT 11, Martin Meza Prieto

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Calicatas realziadas en el estudio del suelo

Calicata 01

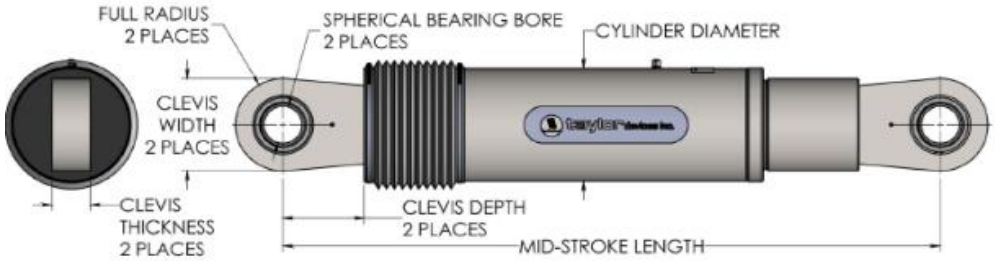
Calicata 02

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Fuerzas en KN de los disipadores

taylor devices inc.

FLUID VISCOUS DAMPERS & LOCK-UP DEVICES
CLEVIS – CLEVIS CONFIGURATION, METRIC UNITS



NOTE:
VARIOUS STROKES ARE AVAILABLE FROM ±50 TO ±900mm FORCE CAPACITY MAY BE REDUCED FOR STROKE LONGER THAN STROKE LISTED IN THE TABLE. ANY STROKE CHANGE FROM THE STANDARD STROKE VERSION DEPICTED CHANGES THE MIDSTROKE LENGTH BY 5 mm PER ±1 mm OF STROKE.

EXAMPLE:1000 kN±100mm STROKE, MID-STROKE LG IS 1048mm
1000kN±150mm STROKE, 150-100=50, 50*5=250
1048+250= 1298mm MID-STROKE LENGTH

BELLOWS MAY BE REPLACED WITH A STEEL SLEEVE AS DESIRED STROKE LENGTHS INCREASE. CONSULT TAYLOR DEVICES FOR STROKE OVER ±300mm AND/OR FOR FORCE CAPACITIES FOR STROKE LONGER THAN LISTED IN TABLE.

FORCE (kN)	TAYLOR DEVICES MODEL NUMBER	SPHERICAL BEARING BORE DIAMETER (mm)	MID-STROKE LENGTH (mm)	STROKE (mm)	CLEVIS THICKNESS (mm)	BEARING THICKNESS (mm)	MAXIMUM CLEVIS WIDTH (mm)	CLEVIS DEPTH (mm)	MAXIMUM CYLINDER DIAMETER (mm)	WEIGHT (kg)
250	17120	38.10	867	±75	43	33	100	83	114	41
500	17130	50.80	1067	±100	55	44	127	102	150	82
750	17140	57.15	1194	±100	59	50	155	129	184	136
1000	17150	69.85	1238	±100	71	61	185	150	210	193
1500	17160	76.20	1315	±100	77	67	205	162	241	250
2000	17170	88.90	1575	±125	91	78	235	191	285	408
3000	17180	101.60	1575	±125	142/117*	89	325/286*	210	350	705
4000	17190	127.00	1880	±125	142	111	325	210	425	1202
6500	17200	152.40	2134	±125	154	121	350	305	515	1860
8000	17210	177.80	2242	±125	178	135	415	317	565	2495

Fuente: Revista de Taylor Device

Anexo 9: Modelos de Taylor Device disipadores fluido viscoso

Para una fuerza de F=2101.9KN

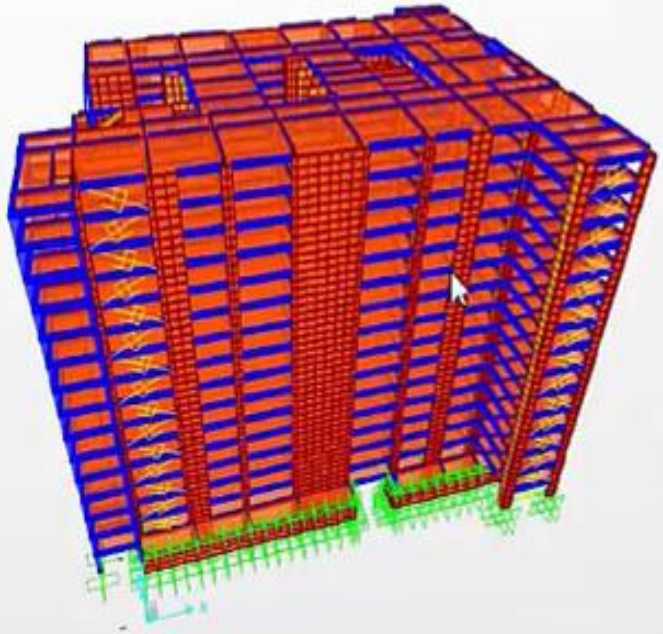
FORCE (kN)	TAYLOR DEVICES MODEL NUMBER	SPHERICAL BEARING BORE DIAMETER (mm)	MID-STROKE LENGTH (mm)	STROKE (mm)	CLEVIS THICKNESS (mm)	BEARING THICKNESS (mm)	MAXIMUM CLEVIS WIDTH (mm)	CLEVIS DEPTH (mm)	MAXIMUM CYLINDER DIAMETER (mm)	WEIGHT (kg)
250	17120	38.10	867	±75	43	33	100	83	114	41
500	17130	50.80	1067	±100	55	44	127	102	150	82
750	17140	57.15	1194	±100	59	50	155	129	184	136
1000	17150	69.85	1238	±100	71	61	185	150	210	193
1500	17160	76.20	1315	±100	77	67	205	162	241	250
2000	17170	88.90	1575	±125	91	78	235	191	285	408
3000	17180	101.60	1575	±125	142/117*	89	325/286*	210	350	705
4000	17190	127.00	1880	±125	142	111	325	210	425	1202
6500	17200	152.40	2134	±125	154	121	350	305	515	1860
8000	17210	177.80	2242	±125	178	135	415	317	565	2495

Fuente: Revista de Taylor Device

Anexo 10: Consecuencia de Volteo en Edificios

Fuente: vdocuments.mx

Anexo 11: Propuesta de reforzamiento estuctural con dispadores de energía en la universidad Cesar Vallejo



Anexo 12: Propuesta de reforzamiento estuctural con dispadores de energía INEN 2016

Anexo 13: Proyecto Banco de la Nación 2015

Para la construcción de este emblemático edificio, el que además de ser el más elevado del país, se ha requerido de la más moderna tecnología constructiva, que no solo garantice su seguridad sísmica, sino que pueda ser construido en menor tiempo y contar con un equipamiento que lo convierta en un ícono de la construcción en el país y también en un ejemplo de arte arquitectónico y de desarrollo de conceptos ecológicos, con el correspondiente ahorro de energía.

TECNOLOGÍA DE VANGUARDIA

A pesar de todo ello, Cosapi logró lo propuesto inicialmente. Fernando Valdez, Vicepresidente Ejecutivo de la empresa, indicó que este proyecto se concretó en veinte meses. Sin embargo, considerando la magnitud del mismo, debió demandar al menos 30 o 40 meses. "Hemos terminado el edificio en un tiempo record", manifestó.

La construcción de la nueva sede del Banco de la Nación ha dado paso a que por primera vez en el país se utilicen sistemas de encofrado y grúas autotrepantes para acelerar el vaciado de cemento en todo el edificio, siendo de mayor importancia en los niveles más elevados.

Pero esa no es la única muestra de la tecnología de avanzada que ha demandado esta obra, puesto que se han considerado mecanismos de aislamiento sísmico para reducir el posible impacto de un movimiento telúrico en la estructura de la edificación.

El sistema de iluminación inteligente y el equipamiento de aire acondicionado son de los más modernos que existen, con conceptos de ahorro de energía y procedimientos de automatización que lo hacen más eficientes.

La elección adecuada de proveedores de primera línea y el permitir el trabajo especializado en cada rama ha generado que pueda reducir los plazos para la construcción de esta emblemática torre. La participación de socios importantes para el encofrado de los techos, la implementación de equipos antisísmicos, el equipamiento de alta tecnología y otros, son una muestra del profesionalismo mostrado en la construcción de este nuevo hito de la ciudad.

Anexo 14: Retrocapacitacion De La Torre Del Aeropuerto Internacional Jorge Chavez