UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

Diseño del edificio multifamiliar Cellerini de diez niveles por el sistema convencional y con disipadores de energía en la ciudad de Chiclayo.

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autor:

Bach. Steven Gabriel López Brito

Asesor:

Dra. Sotomayor Nunura Gioconda del Socorro

Línea de Investigación:

Ingeniería de Procesos

Pimentel – Perú 2019

Diseño del edificio multifamiliar Cellerini de diez niveles por el sistema convencional y con disipadores de energía en la ciudad de Chiclayo.

M.Sc. Muñoz Perez Socrates Pedro

Presidente

M.Sc Marin Bardales Noe Humberto

Secretario

M.Sc. Idrogo Perez Cesar Antonio

Vocal

DEDICATORIA

Se lo dedico a mis padres, a mi hermana y a parte de mi familia que me apoyo.

A mi abuelo Carlos al que se sintió muy orgulloso cuando supo que estudiaba ingeniería civil.

Se lo dedico a los pocos amigos que creyeron en mí como José, Nayla, Claudia, Leonardo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la voluntad, la salud, el enfoque y lo necesario para poder llegar a mis objetivos y cumplir una meta más en vida

Un agradecimiento especial para la persona que me brindó su apoyo y creyó en mí sin ningún tipo de compromiso de por medio. Gracias Ingeniero Ovidio Serrano Zelada, por su apoyo incondicional.

Agradezco a mis amigos Alfredo Delfín, Karin que me apoyo en la realización de mi tesis.

Contenido

I. INTRODUCCIÓN 1

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA 10

A Nivel Internacional 10

A Nivel Nacional 11

A Nivel Local 11

1.2. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS 12

Concreto armado 12

Disipadores de energía 13

1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA 13

a) ARQUITECTURA 13

b) SISTEMA CONVENCIONAL 13

c) DISIPADORES DE ENERGIA 26

d) NORMAS TÉCNICAS 28

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 30

1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN 30

1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 31

1.6.1. Objetivo General 31

II. MATERIAL Y MÉTODO 32

2.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 32

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA 32

2.3. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN 32

2.3.1. Variable Independiente: 32

2.3.2. Variable Dependiente: 32

2.3.3. Operacionalización de la variable Independiente: 33

2.3.4. Operacionalización de la variable Dependiente: 34

2.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD 34

2.4.1. Métodos de investigación 34

2.4.2. Técnicas de recolección de datos 34

2.4.3. Instrumento de recolección de datos 34

2.4.4. Validación: 35

2.4.5. Confiabilidad: 35

2.5. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS 35

2.5.1. Etapa de reconocimiento: 35

2.6. CRITERIOS ÉTICOS 36
2.6.1. Respeto y responsabilidad 36
2.6.2. Confidencialidad 36
2.7. CRITERIOS DE RIGOR CIENTÍFICO 36
III. RESULTADOS 37
3.1. RESULTADOS 37
3.1.1. DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO: 37
3.1.1.1. Estructuración: 37
3.1.1.2. Pre- dimensionamiento: 37
3.1.1.3. Factores para diseño sismorresistente: 38
3.1.1.4. Verificaciones de diseño: 38
3.1.1.5. Diseño de elementos Estructurales: 41
3.1.2. DISEÑO DE LOS DISIPADORES DE ENERGÍA DE FLUIDO VISCOSO: 47
3.1.3. **COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE LOS SISTEMAS A EVALUAR:** 48
3.1.4. PLANOS ESTRUCTURALES: 50
3.1.4.1. Planos de estructuración y diseño de losas: 50
3.1.4.2. Planos de sección de vigas: 50
3.1.4.3. Planos de detalle de columnas y Muros de corte: 50
3.1.4.4. Planos de detalle de disipadores de energía de fluido viscoso: 50
3.1.5. PRESUPUESTO: 51
3.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 51
3.2.1. El diseño del edificio con sistema convencional e incorporando disipadores de energía: 51
3.2.1.1. Estructuración: 51
3.2.1.2. Factores para diseño sismorresistente: 51
3.2.1.3. Verificaciones del diseño: 51
3.2.1.4. Diseño de elementos estructurales: 52
3.2.2. Evaluación del sistema convencional y con disipadores de energía: 52
3.2.3. Los planos estructurales: 52
3.2.4. El Presupuesto: 52
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 53
4.1. CONCLUSIONES 53
4.2. RECOMENDACIONES 54
V. REFERENCIAS 55

Tabla 1. Factores de zona 14
Tabla 2. Factor suelo 14
Tabla 3. Periodos según el tipo de suelo 15
Tabla 4. Categoría de las edificaciones y factor "u" 15
Tabla 5. Sistemas estructurales 16
Tabla 6. Cargas vivas mínimas repartidas 19
Tabla 7. Límites para la distorsión del entrepiso 25
Tabla 8. Coeficiente de amortiguamiento 28
Tabla 9. Términos básicos de investigación 29
Tabla 10. Variables independientes 33
Tabla 11. Variables independientes 33
Tabla 12. Variable dependiente 34
Tabla 13. Instrumentos de recolección 35
Tabla 14. Instrumentos para el diagnóstico 36
Tabla 15. Dimensiones de los elementos estructurales 37
Tabla 16. Factores sismorresistentes 38
Tabla 17. Resultados irregularidad de Rigidez-Piso blando 39
Tabla 18. Resultados irregularidad de masa 39
Tabla 19. Resultados irregularidad torsional 40
Tabla 20. Participación modal-masa efectiva 40
Tabla 21. Resultados de fuerzas cortantes 41
Tabla 22. Diseño a flexión de Vigas 41
Tabla 23. Tipo de disipador por Nivel 47

Figura 1. Línea de tiempo de la evolución de Japón 12
Figura 2. Mapa del Perú y sus zonas 14
Figura 3. Nomogramas de Jakson y Moreland. k= factor de longitud efectiva 24
Figura 4. Diseño por cortante de vigas 42
Figura 5. Gráfico de momentos en la losa del primer nivel 43
Figura 6. Análisis a cuatro caras de columna 44
Figura 7. Diseño por cortante de columnas 44
Figura 8. Verificación de Ratios 45
Figura 9. Refuerzo mínimo para los muros de corte 46
Figura 10. Verificación de cargas en muros de corte 46
Figura 11. Diagrama de Iteración muro de corte 47
Figura 12. Gráfico de Fuerza axial vs deformación de un disipador 48
Figura 13. Fuerza Cortante: Sistema convencional vs con disipadores de energía 48
Figura 14. Distorsiones: Sistema convencional vs Disipadores de energía 49
Figura 15. Desplazamientos: Sistema convencional vs Disipadores de energía 49

RESUMEN

Una edificación que cuenta con diez niveles, como es el caso del edificio multifamiliar Cellerini; en este se tuvo como finalidad elaborar el diseño estructural del edificio multifamiliar Cellerini con el sistema convencional y con disipadores de energía. Se tuvo como justificación técnica que La energía que recibe una estructura durante un terremoto puede ser soportada de maneras diferentes: a) por ductilidad consiste dimensionar los elementos de tal manera que parte de la energía del sismo sea disipada por deformaciones plásticas de los propios elementos estructurales. Esto implica que la estructura recibirá daños en caso de sismo; b) por disipación consiste en introducir en la estructura elementos cuyo fin es disipar la energía recibida durante un terremoto. Y como justificación social los costos de la incorporación de los disipadores elevan el costo de la edificación, pero dándole una mayor seguridad a la edificación y cual reduce los costos de rehabilitación de la estructura.

Tanto el sistema convencional como con la incorporación de disipadores de energía se tuvo como límites de distorsiones el Reglamento Nacional de Edificaciones, pero para el diseño de los disipadores la norma ASCE 7-10. La diferencia en el presupuesto se encuentra en la instalación de los disipadores de energía.

Palabras claves: diseño, concreto, disipadores de energía, distorsiones, sismo.

ABSTRACT

A building that has ten levels, as is the case of the multi-family building Cellerini; The purpose of this was to develop the structural design of the Cellerini multifamily building with the conventional system and with energy dissipaters. The technical justification was that The energy received by a structure during an earthquake can be supported in different ways: a) by ductility it consists of sizing the elements in such a way that part of the energy of the earthquake is dissipated by plastic deformations of the structural elements themselves. This implies that the structure will be damaged in the event of an earthquake; b) Dissipation consists of introducing into the structure elements whose purpose is to dissipate the energy received during an earthquake. And as a social justification the costs of the incorporation of the dissipaters raise the cost of the building but giving greater security to the building and which reduces the costs of rehabilitation of the structure.

Both the conventional system and the incorporation of energy dissipators were taken as limits of distortions in the National Building Regulations, but for the design of the dissipators, the ASCE 7-10 standard. The difference in the budget is found in the installation of the energy dissipators.

Keywords: design, concrete, energy dissipaters, distortions, earthquake.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

A Nivel Internacional

En Macas, Ecuador según el diario el País (22 de febrero del 2019), Ocurrió un fuerte sismo el cual dejo varias edificaciones con regular daño estructural, pero sin vidas humanas que lamentar.

En Célebes, Indonesia según el diario el País (1 de octubre del 2018), Se generó un potente terremoto el cual dejó más de 832 muertos y miles de personas bajo los escombros de los edificios. En este terremoto un edificio de 8 pisos se derrumbó con decenas de huéspedes en su interior y su mayor centro comercial de la ciudad se desmoronó debido al potente temblor.

En Sucre, Venezuela según el diario el País (22 de agosto del 2018), Se sintió un sismo, el cual se generó a 0.1 kilómetros de profundidad el cual se puede decir que dejo algunos daños en las estructuras de los edificios, no se tiene mucha mayor información del estado de Venezuela.

En Cariaco, Venezuela según el diario Noticia al día (2016), ocurrió un terremoto de magnitud 7.0. Los efectos del sismo generaron el derrumbe parcial o total y daños graves a las estructuras.

Por otro lado, en Sudamérica, en Chile, el suplemento de Ingenieros Civiles, referido por Pujol, S. y Jiménez, J. (2013) sostuvieron situaciones parecidas; tal fue así que el terremoto de Maule de febrero del 2010 causó graves daños en 20 de los 102 edificios de mediana altura en Concepción. Entre estos edificios se desplomó uno de 15 pisos (Alto Rio) de concreto reforzado con muros de corte. Este edificio fue construido en 2009 siguiendo correctamente el código chileno; su sistema estructural era tipo muros, su resistencia a la compresión fue de f'c=48 Mpa; y el movimiento sísmico tuvo una magnitud de 8.8 con aceleraciones más altas del terreno fueron 0.4g y 0.65g.

Según Ruiz D., Jaramillo R., Riveros E. y Gallego-Silva M. (2012), en Quetame-Colombia se generó un evento sísmico en donde los edificios de cinco pisos sufrieron

pocos daños, los edificios de doce pisos sufrieron daños de fluencia y edificios de veinte pisos los cuales fueron diseñados con pórticos sufrieron graves daños.

A Nivel Nacional

En Tarapoto, Loreto según el diario Perú21 (26 de mayo del 2019), sucedió un sismo que sacudió parte de Sudamérica, la cual dejó un muerto, 11 heridos, 162 viviendas inhabitables, 2 centros de salud colapsados.

En Puerto Maldonado, Ucayali cerca de la frontera con Brasil según el diario el Clarín (24 agosto del 2018), se originó un terremoto, este sismo se inició a 250 kilómetros al noroeste Puerto Maldonado y a 600 km de profundidad bajo la superficie, no se reportaron pérdidas de vidas humanas, no se reportaron daños en los centros poblados que se ubican cerca a esa zona.

En Caravelí, Arequipa según el diario El País (15 de enero del 2018) nos indicó que hubo un muerto y 65 heridos, luego del sismo. Los heridos en su mayoría son por derrumbes de viviendas de material precario.

En Pisco, Ica se produjo un sismo en el cual murieron 550 personas. El cual acabo con viviendas, iglesias y hospitales de la zona según el diario Perú21 este evento ocurrió el 15 de agosto 2007.

Blanco A. (2001), mencionó que el sismo del 23 de junio del 2001 en Arequipa-Tacna-Moquegua generó graves daños a los edificios construidos de concreto armado, albañilería.

A Nivel Local

En Chiclayo aún no se ha producido un sismo de altas aceleraciones hace más de 100 años según Julio Kuroiwa, sismólogo del Instituto Geofísico del Perú (IGP); lo cual hace indicar que hay un silencio sísmico, por lo tanto, las edificaciones deberían estar preparados para este tipo de evento natural.

En Ferreñafe, Según Perú21 (06 de marzo del 2019) basado en la información del IGP, reportó que fue un sismo de magnitud de 5.4 grados con una profundidad de solo 18 km.

El objeto de estudio es el comportamiento estructural del edificio multifamiliar que cuenta con 10 niveles con una superficie de 1008.4 m2, está construido con material de concreto armado, este edificio cuenta en su primer nivel con un estacionamiento, con cuatro departamentos del segundo al noveno nivel y el ultimo nivel con piscina, con los servicios de agua, luz, internet; en el cual después de culminar la lectura de los planos se puede verificar que es posible mejorar la estructura.

Delimitación del problema:

Por Geografía: El proyecto, se localiza en la Av. Grau cerca a la intercepción con la av. Bolognesi en el departamento de Lambayeque, provincia Chiclayo, distrito de Pimentel.

Por tiempo: El intervalo de tiempo necesario para la construcción de la edificación aproximadamente es de un año con cinco meses.

1.2. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS

Concreto armado

En Japón, como se mencionó en el capítulo anterior se muestra una línea de tiempo respecto a la evolución de este país por causa de los sismos:

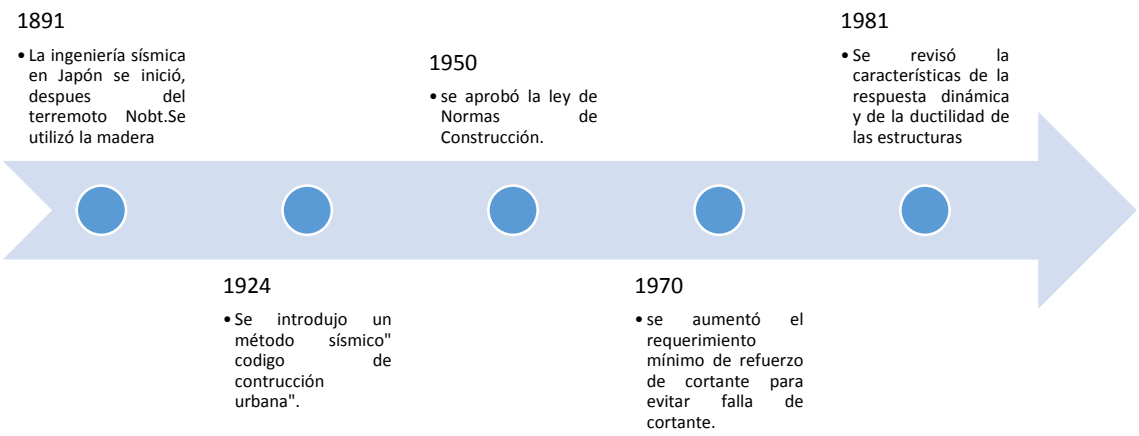


Figura 1. Línea de tiempo de la evolución de Japón
Fuente: Creación de tesista

Una alternativa de reforzar las estructuras en concreto armado corresponde a la utilización de materiales compuestos conformados por polímeros con fibras largas (fibras de polímeros reforzados, FRP), la cual se ha incrementado en la última

década. Los FRP más usados como refuerzo son los de material con fibra de vidrio (GFRP," glass fibre reinforced polymer") y con fibra de carbono (CFRP," carbon fibre reinforced polymer"). Dado que el uso de los materiales compuestos en obras civiles es bastante nuevo, aún hay aspectos de los FRP que, por su complejidad, no han sido completamente estudiados. Por ello es importante mejorar las herramientas existentes y buscar nuevas alternativas que permitan estudiar el comportamiento de los FRP de una forma más detallada. (Molina, Cruz, Oller, Barbat y Gil, 2011 p.26)

Disipadores de energía

Entendiendo de que el concreto no satisfacía a las solicitaciones sísmicas, se buscó la manera de desarrollar métodos o alternativas de rehabilitación estructural para edificaciones ya construidas, la cual ha venido tomando gran relevancia en las últimas décadas.

En este país se innovó colocándose disipadores de energía, concretamente se trata de disipadores compuestos en placas con ranuras, que, ubicados de forma adecuada en las edificaciones, reúnen el daño y disipan la energía en los mismos dispositivos reduciendo los daños en los elementos estructurales. (Pimiento, Salas y Ruiz, 2014, p. 283)

1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

a) ARQUITECTURA

El dibujo arquitectónico se define por mostrar la arquitectura, sea esta como detalle arquitectónico o como espacio arquitectónico. Puede ser mostrado en planta, elevación, perfil, perspectiva. (Wikipedia)

b) SISTEMA CONVENCIONAL

Diseño estructural:

Estructuración

Inicia como un conjunto de partes que combinados de forma ordenada cumplen la función dada.

Parámetros sísmicos

Zonificación (z)

Perú está fragmentado en cuatro regiones. (R.N.E-E.0.30, 2016)

Figura 2. Mapa del Perú y sus zonas
Fuente: RNE-E-0.30

Tabla 1. Factores de zona

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45

Fuente: Reglamento Nacional deEdificaciones-E-0.30

Perfiles de suelo (s)

Perfil tipo S_3:

Es una clase de suelos flexibles. Dentro de estos esta los casos en los que se realice la cimentación sobre: arena media a fina, o grava arenosa. (R.N.E-E.0.30, 2016)

Parámetros de Sitio (S, T_P y T_L)

Tabla 2. Factor suelo

FACTOR DE SUELO "S"	
ZONA - SUELO	S_3
Z_4	1.10

Fuente: Reglamento Nacional deEdificaciones-E-0.30

Tabla 3. Periodos según el tipo de suelo

PERIODOS "T_P y T_L"	
	Perfil del suelo
	S_3
T_P(s)	1.0
T_L(s)	1.6

Fuente: Reglamento Nacional deEdificaciones-E-0.30

Factor de uso (u)

Tabla 4. Categoría de las edificaciones y factor "u"

CATEGORIA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
C	casas	1.0

Fuente: Reglamento Nacional deEdificaciones-E-0.30

Factor de amplificación sísmica (c)

Se determina el factor de amplificación sísmica teniendo en cuenta lo siguiente: (R.N.E-E.0.30, 2016):

$$T < T_p \quad C = 2.5 \tag{1}$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right) \tag{2}$$

Donde:

T= Periodo fundamental de vibración

$$T = \frac{hn}{C_T} \tag{3}$$

C_T= 60 para edificaciones de concreto armado duales, de muros estructurales. (R.N.E-E.0.30, 2016)

Sistemas estructurales

Muros Estructurales: Los muros de corte retienen por los menos el 70% de la cortante en la base. (R.N.E-E.0.30, 2016)

Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R_0)

Cuando en la dirección que se va a analizar, la edificación tenga más de un sistema estructural, se escogerá el menor coeficiente R_0 que corresponda. (R.N.E-E.0.30, 2016)

Tabla 5. Sistemas estructurales

Sistema estructural	Ro
Dual	7
Muros estructurales	6

Fuente: RNE-E-0.30

Factor de reducción de fuerzas sísmicas (R)

$$R = R_0 * I_a * I_p \tag{4}$$

Fuerza cortante en la base

se calculará con la expresión que se muestra: (R.N.E-E.0.30, 2016):

$$V = \frac{Z*U*C*S}{R} * P \quad (5)$$

Elementos estructurales

Columna

por su localización en la estructura, trabajará también con cargas de compresión, flexión, corte y torsión. (Morales, 2006, p.109)

Escalera

Elemento estructural que aporta rigidez, que está diseñado para juntar espacios en una construcción ubicados en diversos niveles en vertical.

Losa

Parte de la estructura de altura reducida. (RNE-E.0.60, 2015, p.335)

Muro de corte o placa

Parte de la estructura que soporta gran parte de la cortante. (R.N.E-E.0.60, 2015, p.335)

Viga

Trabaja principalmente a flexión. (R.N.E-E.0.60, 2015, p.335)

Pre-dimensionamiento

De Viga:

Se tienen las siguientes fórmulas para adoptar unas dimensiones iniciales (Morales, 2006, p.143):

$$b = \frac{B}{20};\ b \geq 25cm;\ b = 0.30h \text{ ó } 0.50h \quad (6)$$

$$h = \frac{L}{\propto(10 \text{ ó } 12)} \quad (7)$$

Donde:

b= base.

B= base tributaria.

h= altura.

L= longitud de la viga.

α= coeficiente dependiente de la sobrecarga (vivienda)

De Columna:

Para el caso de las columnas se recomienda utilizar la siguiente fórmula (Morales, 2006, p.143):

$$Ac = \frac{P}{0.35 * F'c} \quad (8)$$

De Muro de corte:

Los muros de corte no pueden ser de un ancho menor a: (R.N.E-E.60, 2015, p.401):

$$e = \frac{1}{25} * h; donde\ e \geq 10cm \quad (9)$$

Donde:

h= altura del muro.

De Escalera:

El espesor de la escalera se puede calcular con la siguiente expresión (Morales, 2006, p.58):

$$t = \frac{Ln}{20} \text{ ó } \frac{Ln}{25} \quad (10)$$

Donde:

Ln= Longitud libre de la escalera.

De Losa maciza:

El espesor inicial de la losa maciza se puede calcular con las expresiones que se muestran a continuación: (Morales, 2006, p.226):

$$h = \frac{Perimetro}{180} \; ; \; \frac{Ln}{40} \qquad (11)$$

Donde el perímetro es del paño a analizar y Ln luz libre mayor del paño.

Combinaciones de cargas

Se utiliza la siguiente nomenclatura:

CM= fuerzas muertas

CV= fuerzas vivas

CS= fuerzas de sismos

$$U = 1.4CM + 1.7CV \ldots\ldots (1)$$

$$U = 1.25(CM + CV) \ldots\ldots (2)$$

$$U = 1.25(CM + CV) \pm CS \ldots\ldots (3)$$

$$U = 0.9CM \pm CS \ldots\ldots (4)$$

Carga viva mínima repartida

Se utilizará como mínimo los valores que se muestra en la tabla para los diferentes tipos de ocupación o uso. (RNE-E.0.20, 2015, p.293)

Tabla 6. Cargas vivas mínimas repartidas

USO	Fuerza distribuida (Kg/m2)
Viviendas	200

Fuente: Reglamento Nacional deEdificaciones-E-0.20

Análisis y diseño de losas

Losas en una dirección

Las losas en una dirección son paños de concreto en donde la luz menor entre la luz mayor es igual o mayor que 2.0. Cuando esta relación es menor que 2 el paño vendría a ser una losa en dos direcciones. (Morales, 2006, p.226)

Puede utilizarse la tabla como referencia losas en una dirección (aligerados, losas macizas). (RNE-E.0.60, 2015, p.351)

Losa maciza

Es una losa que todo su espesor está compuesto de concreto armado, que se utilizan cuando se tiene sobrecargas muy grandes. (Ortega, 1988, p.133)

Por el método ACI

La altura mínima h para losas con vigas que se desarrollan entre los apoyos en todos los lados debe ser: (RNE-E.0.60, 2015, p.352)

Para αm >2.0, h no debe ser menor que:

$$h = \frac{Ln\left(0.8+\frac{fy}{4200}\right)}{36+9\beta} \qquad (13)$$

Pero no menor que 90mm. Sabiendo que α es igual a la inercia de viga entre la de la losa.

Donde:

Ln= luz libre de paño en la dirección larga medida de cara a cara de vigas.

β= relación de luz libre mayor a luz libre menor.

m= A/B

Cuando la relación A/B<0.5, se tiene que examinar la losa como armada en un solo sentido.

Cuando la relación A/B>1, Se debe realizar lo siguiente: invertir las condiciones de borde para poder usar las tablas.

Para bordes discontinuos, el momento que se utiliza es 1/3 del momento en la franja, igualmente para la franja columna se utiliza 1/3 del momento en la franja central.

-Cálculo de los momentos de Flexión:

Para la Franja Central:

Momentos Negativos:

$$M_A = C_a * Wu * A^2$$
$$M_B = C_b * Wu * B^2$$

Momentos Positivos:

$$M_A = C_{a,cm} * Wucm * A^2 + C_{a,cv} * Wucv * A^2$$
$$M_B = C_{b,cm} * Wucm * B^2 + C_{b,cv} * Wucv * B^2$$

Diseño por flexión

Se considera que el acero toma toda la fuerza total en tracción.

El tipo de falla que se busca es la dúctil. (RNE-E.0.60, 2015, p.377):

Principalmente para vigas.

$$As = \frac{Mu}{\varphi fy(d-\frac{a}{2})} \quad (14)$$

$$a = \frac{As*fy}{0.85*F'c*b} \quad (15)$$

-Cuantías del Acero en Tracción

Es la cantidad del acero en tracción (ρ). (RNE-E.0.60, 2015, p.354)

$$\rho = \frac{As}{bd} \quad (16)$$

-Cuantía Balanceada

$$\rho_b = \beta_1 0.85 * \frac{F'c}{fy}\left(\frac{6300}{6300+fy}\right) \quad (17)$$

Donde:

B_1= 0.85 si la resistencia del concreto es menor que 280 kg/cm^2.

-Cuantía Máxima

$$\rho_{max} = 0.75\rho_b \quad (18)$$

-Cuantía Mínima

$$\rho_{min} = 0.70\frac{\sqrt{F'c}}{fy} \quad (19)$$

Diseño de fuerza cortante

Con la fuerza cortante se deben diseñar las secciones transversales usando la ecuación (RNE-E.0.60, 2015, p.358):

$$\varphi Vn \geq Vu \quad (20)$$

Donde:

Vu= fuerza cortante amplificada en la sección considerada.

Vn= resistencia nominal al cortante calculada mediante.

$$Vn = Vc + Vs \quad (21)$$

Vc= resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto.

Vs= resistencia nominal al cortante proporcionada por el acero.

Fuerza cortante que resiste el concreto (Vc)

$$Vc = 0.53\sqrt{F'c}b_w d \quad (22)$$

Donde:

F'c en kg/cm^2

b_w, d en cm

Cálculo del refuerzo transversal

El acero que se utilizará tendrá que soportar:

$$Vs = Vn - Vc \tag{23}$$

Si se usan estribos verticales es decir a 90°. Se calculará el espaciamiento como:

$$s = \frac{Av*F'y*d}{Vs} \tag{24}$$

Requisitos Mínimos para el Diseño por Corte

1. Si Vn ≤ Vc/2, no se requiere refuerzo por cortante.
2. Si Vc/2<Vn≤Vc, utilizar estribos mínimos.

$$Asmin = \frac{3.5b_w s}{F'y}; donde\ s \leq \frac{d}{2} y\ s \leq 60cm$$

3. Si Vn ≥ Vc, se tiene:

$Vs \leq 1.06\sqrt{F'c}b_w d$, entonces s≤d/2 y s≤60cm.

$1.06\sqrt{F'c}b_w d < Vs \leq 2.12\sqrt{F'c}b_w d$, entonces s≤d/4 y s≤30cm.

$Vs > 2.12\sqrt{F'c}b_w d$, entonces cambiar sección, Incrementar el F'c.

Diseño de flexión y carga axial

Principalmente para columnas que trabajan a flexocompresión. (RNE-E.0.60, 2015, p.354):

Determinación de columna corta o esbelta

-Columna corta

Se entiende que columna corta es: (RNE-E.0.60, 2015, p.354):

$$\frac{\mathrm{KLu}}{\mathrm{r}} < 22 \tag{25}$$

-Columna esbelta

Se entiende como columna esbelta si la relación de esbeltez es. (RNE-E.0.60, 2015, p.354):

$$\frac{\mathrm{KLu}}{\mathrm{r}} < 34 - 12\frac{M_1}{M_2} \qquad (26)$$

Donde:

K= coeficiente de longitud efectiva.

Lu= luz libre.

r= R=0.30h o 0.30b

Donde el factor "k" se calcula con los nomogramas de Jakson y Moreland a continuación se observan.

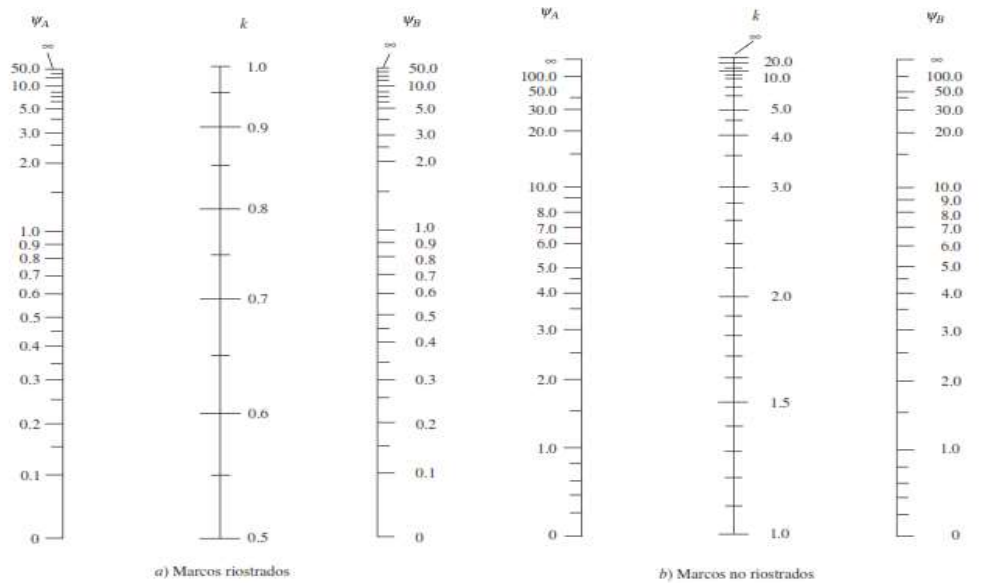


Figura 3. Nomogramas de Jakson y Moreland. k= factor de longitud efectiva
Fuente: Mc-Cormac, 2011, Diseño de concreto reforzado

Donde:

$$\psi = \frac{\sum Ec*Ic/Lc}{\sum Ec*Iv/Lv} \qquad (27)$$

Ic= se reduce al 0.7 de la inercia total de la columna.

Iv= se reduce al 0.35 de la inercia total de la viga.

Si:$Pu \geq 0.1\varphi Pno$

Flexión biaxial

Cuando las columnas están sujetas simultáneamente a momentos flectores en sus dos ejes principales. (RNE-E.0.60, 2015, p.358):

$$\frac{1}{Pn} = \frac{1}{Pnx} + \frac{1}{Pny} - \frac{1}{Pon} \quad (28)$$

$$Pon = 0.85F'c(Ag - Ast) + fy * Ast \quad (29)$$

Donde:

Ag= área bruta de la sección de concreto.

Ast= área de acero total longitudinal.

Si:$Pu < 0.1\varphi Pno$

Método de amplificación de momentos

Para estructuras sin desplazamiento lateral

$$Mamp = \delta_{ns} * M$$

Donde:

$\delta_{ns} = \frac{Cm}{1-\frac{Pu}{0.75Pc}} \geq 1.0$ $\quad Cm = 0.6 + 0.4\left(\frac{M_1}{M_2}\right) \geq 0.40$ $\quad P_c = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2}$

$EI = \frac{0.40EcIg}{1+\beta d}$ $\quad \beta d = 0.60$

Distorsiones admisibles

El desplazamiento máximo permitido en una edificación no puede exceder lo siguiente:

Tabla 7. Límites para la distorsión del entrepiso

Material predominante	(Δ/h)
Concreto armado	0.007

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones-E-0.30

c) DISIPADORES DE ENERGIA

Se logra la disipar la energía por medio de la colocación de dispositivos externos en una estructura, con la finalidad de reducir las deformaciones y esfuerzos de esta. (Villarreal, 2009):

Sistemas de control de la respuesta dinámica

-Sistemas de control pasivo

Son elementos reactivos, cuya respuesta no es controlable. Estos intervienen al afectar las propiedades dinámicas del edificio y así obtener la reducción de su respuesta estructural, y esto conlleva a ventajas económicas. Estos se pueden clasificar en disipadores histeréticos los cuales dependen del desplazamiento y viscoelásticos que dependen fundamentalmente de la velocidad. (Villarreal, 2009)

Disipadores con comportamiento viscoelástico

-Disipadores de fluido viscoso

Tienen como función disminuir los esfuerzos y deflexiones de la estructura. Esto por motivo a que los disipadores de fluido modifican su fuerza únicamente con la velocidad.

Diseño de Disipadores de energías Viscoso no lineal

La fuerza del disipador se calcula con la siguiente ecuación: (ACSCE 7-10)

$$F = C * V^{\propto} \qquad (31)$$

Donde:

C= coeficiente de amortiguamiento.

V= Velocidad relativa a lo largo del disipador.

α= exponente constante predeterminado de la velocidad.

Se calcula el factor de reducción de respuesta (B): (ACSCE 7-10)

$$B = \frac{D_{max}}{D_{obj}} \tag{32}$$

B= Factor de reducción de respuesta.

D_{max}= Distorsión máxima.

D_{obj}= Distorsión objetivo.

El amortiguamiento inherente de la estructura es del 5%, luego de tener el factor de reducción de respuesta se calcula el amortiguamiento eficiente, con la siguiente expresión (ACSCE 7-10):

$$B = \frac{2.31 - 0.41 * \ln(\beta_{inh})}{2.31 - 0.41 * \ln(\beta_{eff})} \tag{33}$$

B= Factor de reducción de respuesta.

βeff= Amortiguamiento efectivo.

βinh= Amortiguamiento inherente.

Obteniendo los datos anteriores se calcula el amortiguamiento viscoso del disipador (βh), con la siguiente expresión: (ACSCE 7-10)

$$\beta_h = \beta_{eff} - \beta_{inh} \tag{34}$$

Se calcula la amplitud (A), de la siguiente manera:

$A = Amplitud\ del\ desplazamiento\ del\ modo\ fundamental(\ del\ último\ nivel)$

También se calcula la frecuencia angular (W) con la siguiente formula:

$$W = \frac{2\pi}{T} \tag{35}$$

T= Periodo.

Luego se calcula el coeficiente de amortiguamiento viscoso equivalente: (ACSCE 7-10)

$$\sum C = \frac{\beta_h * 2\pi A^{1-\alpha} W^{2-\alpha} * (\sum m * \phi i^2)}{\lambda(\sum \phi r^{1+\alpha} * cos^{1+\alpha}\theta)} \tag{36}$$

Tabla 8. Coeficiente de amortiguamiento

Exponente α	Parámetro λ
0.25	3.7
0.50	3.5
0.75	3.3
1.00	3.1

Fuente: 2013, ASCE 7-10

De esta manera, la rigidez del disipador se obtendrá por relación:

$$K = \frac{EA}{L} \tag{37}$$

d) NORMAS TÉCNICAS

Reglamento Nacional de Edificaciones

El Reglamento Nacional de Edificaciones tiene como meta dar los principios mínimos para el diseño de las edificaciones. (RNE, 2015)

Norma técnica de metrados

En esta norma técnica contiene el orden técnico, claro y actualizados, en el cual se establecen los criterios mínimos actualizados para mostrar la cantidad en las partidas que intervienen en un presupuesto para obras de edificación.

ASCE 7-10

En este documento provee las cargas mínimas requeridas para el diseño de construcciones con aislamiento sísmico.

Tabla 9. Términos básicos de investigación

Términos	Definición	Fuente (año)
Concreto	Es una mezcla heterogénea conformado por cemento, agregados, agua.	Reglamento nacional de edificaciones (2015)
Concreto armado	Es una mezcla de concreto con acero corrugado estructural la cual obtiene las propiedades de ambos materiales.	Mc-Cormac, Jack (2011)
Disipador de energía	Son elementos externos a la estructura los cuales tienen como finalidad mitigar los daños en los elementos estructurales.	Carranza Sandoval, Azucena (2013)
Disipador pasivo	Es un dispositivo reactivo que funciona cuando hay movimientos sísmicos y se diseña con un desplazamiento objetivo.	Carranza Sandoval, Azucena (2013)

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones, Mc- Cormac, Carranza A., Villarreal G.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo repercute la incorporación de disipadores de energía en el diseño estructural convencional del edificio multifamiliar Cellerini?

1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Técnica:

La energía de un sismo puede ser disipada de tres maneras distintas:

(a)Por resistencia: Aquí se sobredimensionan los elementos estructurales de modo que tengan la resistencia necesaria para soportar los efectos del sismo sin quebrarse.

(b)Por ductilidad: La idea aquí es, en elegir las secciones los elementos estructurales y de esta forma parte de la energía del sismo sea disipada por deformaciones plásticas de los propios elementos estructurales.

(c)Por disipación: Se basa en agregar en la estructura dispositivos externos con la función de disipar la energía recibida durante evento sísmico.

Social:

La estructura sin ningún elemento de disipación puede soportar un sismo severo desvaneciendo la energía en sus elementos estructurales, pero estos sufren daño.

En una estructura con disipadores, la energía es retenida por estos dispositivos reducen significativamente las deformaciones y el daño estructural.

Por lo que esto significaría una mayor seguridad para los habitantes de las edificaciones.

Los costos para la instalación de los disipadores de energía son bastantes costosos, pero si se compara con los gastos que se deben realizar para reparar los daños estructurales de los elementos principales y teniendo en cuenta la dificultad de la reparación se puede considerar como una inversión a largo plazo.

1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Objetivo General

Diseñar el edificio multifamiliar Cellerini de diez niveles por el sistema convencional y con disipadores de energía.

Objetivos Específicos

1. Ejecutar el sistema estructural de concreto armado, incorporando disipadores de energía (Taylor) del edificio Cellerini.
2. Evaluar el comportamiento sismorresistente del sistema estructural de concreto armado y con disipadores de energía.
3. Elaborar los planos de detalle del sistema estructural de concreto armado y con disipadores de energía.
4. Elaborar el presupuesto de los sistemas a diseñar.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación descriptiva:

Este estudio se apoyó en una investigación de diseño pre-experimental ya que se estudió el sistema convencional y con disipadores de energía en el edificio Cellerini.

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población y Muestra:

Es el edificio multifamiliar Cellerini, se localiza en Lambayeque – Chiclayo - Pimentel.

2.3. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

2.3.1. Variable Independiente:

Diseño estructural con el Sistema convencional y disipadores de energía.

2.3.2. Variable Dependiente:

Comportamiento estructural de la edificación

2.3.3. Operacionalización de la variable Independiente:

Tabla 10. Variables independientes

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Sub-Indicadores	Indices	Tecnicas de recolección de datos	Instrumento de recolección de datos	Instrumento de medición
Sistema convencional	Uso	Categoria	Importancia	N° personas	Observación	Guia de observación	---
	Zona	Zonificación	Zona 4 Zona 3 Zona 2 Zona 1	Coordenadas	Observación	Guia de observación	---
	sistema estructural	Dual	Cortante basal	Toneladas	Observación	Guia de observación	software
		Muros estructurales	Cortante basal	Toneladas	Observación	Guia de observación	software
	Diseño estructural	Elementos estructurales	Columnas	ton-m	Análisis documental	Guia de análisis documental	software
			Vigas	ton-m	Análisis documental	Guia de análisis documental	software
			Muros de corte	ton-m	Análisis documental	Guia de análisis documental	software
			Losas	ton-m	Análisis documental	Guia de análisis documental	software
	Costos y presupuestos	Costo unitario	partidas	S/.	Análisis documental	Guia de análisis documental	---
		Metrados	unidades de partida	Varios	Análisis documental	Guia de análisis documental	---

Fuente: Creación de tesista

Tabla 11. Variables independientes

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Sub-Indicadores	Indices	Tecnicas de recolección de datos	Instrumento de recolección de datos	Instrumento de medición
Disipadores de Energia	Uso	Categoria	Importancia	personas	Observación	Guia de observación	---
	Zona	Zonificación	---	Ubicación	Observación	Guia de observación	---
	sistema estructural	Dual	Cortante basal	Toneladas	Observación	Guia de observación	software
		Muros estructurales	Cortante basal	Toneladas	Observación	Guia de observación	software
	Diseño estructural	Elementros estructurales	Columnas	ton-m	Análisis documental	Guia de análisis documental	software
			Vigas	ton-m	Análisis documental	Guia de análisis documental	software
			Losas	ton-m	Análisis documental	Guia de análisis documental	software
	Diseño de disipador de energia	Viscoelastico	Fluido viscoso	amortiguamiento	Análisis documental	Guia de análisis documental	---
	Costos y presupuestos	Costo unitario	partidas	S/.	Análisis documental	Guia de análisis documental	---
		Metrados	unidades de partida	Varios	Análisis documental	Guia de análisis documental	---

Fuente: Creación de tesista

2.3.4. Operacionalización de la variable Dependiente:

Tabla 12. Variable dependiente

Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Sub-Indicadores	Indices	Tecnicas de recolección de datos	Instrumento de recolección de datos	Instrumento de medición
Comportamiento estructural de la edificación	Distorsiones	Desplazamientos	---	adimensional	Observación	Guia de observación	software
	Sistema estructural	Muros estructurales	Cortante basal	Kg/m2	Analisis documental	Guia de observación	software

Fuente: Creación de tesista

2.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

2.4.1. Métodos de investigación

Esta investigación se realizó con los métodos mostrados:

Método analítico:

Permitió analizar el comportamiento estructural del edificio.

Método inductivo:

Este método se empleó para efectos de observación del proyecto y también permitió formular las conclusiones generales.

2.4.2. Técnicas de recolección de datos

Observación.

Análisis documental.

2.4.3. Instrumento de recolección de datos

Guía de Análisis Documental:

Tabla 13. Instrumentos de recolección

NORMA	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
R.N.E	El reglamento nos da los parámetros mínimos que se deben cumplir para el diseño de edificaciones.	-E- 0.20: Carga muerta y carga viva. -E- 0.30 -E- 0.60: Detalles del refuerzo Longitudes de desarrollo Losa en dos direcciones
ASCE 7-10	Este estándar nos da requisitos mínimos de carga para el diseño de edificios.	Viscous Damping

Fuente: Creación de tesista

2.4.4. Validación:

Debe ser firmado por un especialista los formatos.

2.4.5. Confiabilidad:

Al recolectar la información se escogió la de mayor veracidad y con mayor seriedad, la cual fue utilizada con fines para este proyecto.

2.5. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS

2.5.1. Etapa de reconocimiento:

Se analizó el tipo de estructura y el uso para el cual está destinado el edificio con la finalidad de poder realizar un diseño específico con el que desempeñe.

Ficha de resumen:

Se empleó las siguientes fuentes bibliográficas: libros de concreto armado, de concreto reforzado, de hormigón reforzado, edificaciones con disipadores de energía, fuentes virtuales y otras (tesis, artículos).

Tabla 14. Instrumentos para el diagnóstico

Ítem	Descripción
Equipos	Celular
	Impresora
	Plotter
	Calculadora grafica
	Laptop
Instrumentos	ETABS
	SAFE
	S10

Fuente: Creación de tesista

2.6. CRITERIOS ÉTICOS

En la presente investigación "diseño del edificio multifamiliar Cellerini de diez niveles por el sistema convencional y con disipadores de energía en la ciudad de Chiclayo", se consideró criterios éticos en el proceso de recolección de datos.

2.6.1. Respeto y responsabilidad

El respeto y la responsabilidad ha sido base fundamental durante el desarrollo de esta investigación manteniendo así uno de los principios básicos de la vida humana.

2.6.2. Confidencialidad

El investigador no revelará los datos personales del propietario del edificio Cellerini. Solo se manejarán los datos recibidos por el mismo, para fines académicos.

2.7. CRITERIOS DE RIGOR CIENTÍFICO

En este proyecto "diseño del edificio multifamiliar Cellerini de diez niveles por el sistema convencional y con disipadores de energía en la ciudad de Chiclayo", se tuvo en cuenta los criterios y teorías de los autores para obtener resultados con un sustento lógico y basado en estudios comprobados anteriormente.

III. RESULTADOS

3.1. RESULTADOS

3.1.1. DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO:

3.1.1.1. Estructuración:

Con esto se inicia para el diseño estructural el cual va a depender del plano de arquitectura.

La estructuración es la ubicación más favorable para que la estructura en su totalidad se comporte de la mejor manera ante cualquier efecto.

La estructuración de esta edificación se muestra en el anexo 4.

3.1.1.2. Pre- dimensionamiento:

Son las dimensiones iniciales que se emplean para el primer diseño de la estructura, estos no necesariamente son los definitivos o finales; dependerán si los esfuerzos resistentes son los suficientes para soportar los esfuerzos actuantes. Se muestra en el anexo 1.

Tabla 15. Dimensiones de los elementos estructurales

Elemento Estructural	Sección(m)
Vigas principales	0.45x0.80
Vigas secundarias	0.30x0.60
Columnas	0.80x0.45

Elemento Estructural	Espesor(m)
Muros de corte	0.30
Muros de corte	0.25
Losa aligerada	0.25
Losa maciza	0.18

Fuente: Creación de tesista

Se muestra las secciones utilizadas.

3.1.1.3. Factores para diseño sismorresistente:

Los factores para un diseño sismorresistente están en función a la zonificación, el uso, el tipo de suelo, los periodos del suelo, el sistema estructural.

Tabla 16. Factores sismorresistentes

Factores	Coeficiente
Zona(Z)	0.45
Uso(U)	1.00
Suelo(S)	1.10
Amplificación sísmica(C)	2.50
T_p	1.00
T_l	1.60
Reducción X	6.00
Reducción Y	6.00

Fuente: Creación de tesista

Se muestra a mayor detalle en el anexo 1 lo anteriormente mencionado.

3.1.1.4. Verificaciones de diseño:

3.1.1.4.1. Irregularidades:

En ambas direcciones se verificó las irregularidades en planta como en altura y se tuvo los siguientes resultados:

Tabla 17. Resultados irregularidad de Rigidez-Piso blando

Piso	Distorsión	Distorsión entrepiso superior<1.4	configuración	promedio de distorsiones de 3 niveles superiores<1.25	configuración
piso 10	0.0051	-	-	-	-
piso 9	0.0056	1.10	regular	-	-
piso 8	0.0064	1.14	regular	-	-
piso 7	0.0070	1.09	regular	1.20	regular
piso 6	0.0070	1.00	regular	1.11	regular
piso 5	0.0070	1.00	regular	1.03	regular
piso 4	0.0070	1.00	regular	1.00	regular
piso 3	0.0070	1.00	regular	1.00	regular
piso 2	0.0070	1.00	regular	1.00	regular
piso 1	0.0046	0.66	regular	0.66	regular

Fuente: Creación de tesista

Es menor a 1.4 veces las derivas del piso de arriba como se ve en la tabla 17.

Irregularidad de resistencia- piso débil: no se obtuvo piso débil ya que las columnas al tener las mismas dimensiones tienen la misma rigidez por lo tanto la fuerza cortante resistente será del 100% en todos los pisos.

Tabla 18. Resultados irregularidad de masa

Piso	Masa(tonf-s²/m)	Masa < 1.5	configuración
piso 10	45.08	-	-
piso 9	110.83	-	-
piso 8	110.06	1.0	regular
piso 7	110.02	1.0	regular
piso 6	110.02	1.0	regular
piso 5	110.02	1.0	regular
piso 4	109.98	1.0	regular
piso 3	109.98	1.0	regular
piso 2	109.98	1.0	regular
piso 1	122.78	1.1	regular

Fuente: Creación de tesista

Irregularidad de masa: la masa de cada piso no supera los 1.5 veces del siguiente.

Tabla 19. Resultados irregularidad torsional

X-X

Piso	Diafragma	Ux(m) de centro de masa	Ux(m) relativo	Ux(m) de piso	Ux(m) relativo Piso	Despl. piso./ despl. Masa	Configuración
piso 10	D10	0.0439	0.0045	0.046351	0.0032	-	-
piso 9	D9	0.0394	0.0032	0.043148	0.0036	1.1	regular
piso 8	D8	0.0362	0.0036	0.039589	0.0041	1.1	regular
piso 7	D7	0.0326	0.0041	0.035517	0.0046	1.1	regular
piso 6	D6	0.0285	0.0045	0.030962	0.0050	1.1	regular
piso 5	D5	0.0240	0.0048	0.026003	0.0052	1.1	regular
piso 4	D4	0.0192	0.0049	0.020769	0.0053	1.1	regular
piso 3	D3	0.0143	0.0048	0.015426	0.0052	1.1	regular
piso 2	D2	0.0095	0.0045	0.0102	0.0048	1.1	regular
piso 1	D1	0.0050	0.0050	0.005351	0.005351	1.1	regular

Irregularidad torsional: los desplazamientos relativos en el extremo del edificio no son mayores al 1.2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas.

Esquinas entrantes: no cuenta con esquinas entrantes.

Se muestra a mayor detalle en el anexo 1 lo anteriormente mencionado.

3.1.1.4.2. Modos de Vibración:

Tabla 20. Participación modal-masa efectiva

Dirección	Estático (%)	Dinámico (%)
x	100	99.97
y	100	99.92

Fuente: Creación de tesista

El RNE dice que debe tener como mínimo el 90% de la masa total y como se observó en la tabla cuentan con aproximadamente el 100% de la masa total. Se muestra a mayor detalle en el anexo 1 lo anteriormente mencionado.

3.1.1.4.3. Fuerza cortante mínima:

Tabla 21. Resultados de fuerzas cortantes

Combinación	Fuerza(Tn)
Sismo X estático (80%)	1696.98
Sismo X dinámico	1729.05
Sismo Y estático (80%)	1696.98
Sismo Y dinámico	1697.32

Fuente: Creación de tesista

Se muestra a mayor detalle en el anexo 1 lo anteriormente mencionado.

3.1.1.5. Diseño de elementos Estructurales:

3.1.1.5.1. Diseño de elementos a flexión:

Se diseñan principalmente a flexión son las vigas y las losas.

En la tabla 22 se observa cómo se diseñó una de las vigas, de esta manera se diseñaron todas:

Tabla 22. Diseño a flexión de Vigas

TRAMO	NUDO/CLARO	ITEM	Mu (Tn.m)	Mu (Kgf.cm)	ρb	d (cm)	ρ real	ρ min	Mmin (tonf-m)	ρ max	Mmax (tonf-m)	As	As usar	N de Barras 3/8	1/2	5/8	3/4	1	As (cm2)		Ancho minimo	
1-2	1	M(-)	9.81	980910.00	0.0289	53.78	3.15	2.68	10.03	20.57	63.883	4.971	4.97			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK
		M(+)	0.21	20890.00			0.07					0.103	4.56			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK
	CLARO	M(-)	0.00	0.00			0.00					0.000	4.56			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK
		M(+)	2.71	270510.00			0.87					1.342	4.56			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK
	2	M(-)	2.40	240040.00			0.77					1.188	4.56			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK
		M(+)	5.52	552310.00			1.78					2.762	4.56			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK
2-3	2	M(-)	11.64	1163640.00	0.0289	53.78	3.74	2.68	10.03	20.57	63.883	5.910	5.93			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK
		M(+)	5.97	597280.00			1.92					2.962	4.56			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK
	CLARO	M(-)	0.00	0.00			0.00					0.000	4.56			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK
		M(+)	3.99	398960.00			1.28					1.986	4.56			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK
	3	M(-)	12.10	1210200.00			4.02					6.389	6.39			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK
		M(+)	5.13	513060.00			1.66					2.573	4.56			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK
3-4	3	M(-)	2.97	297300.00	0.0289	53.78	0.96	2.68	10.03	20.57	63.883	1.478	4.56			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK
		M(+)	0.97	97270.00			0.31					0.480	4.56			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK
	CLARO	M(-)	0.00	0.00			0.00					0.000	4.56			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK
		M(+)	1.82	181320.00			0.58					0.898	4.56			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK
	4	M(-)	5.48	548280.00			1.78					2.742	4.56			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK
		M(+)	0.00	0.00			0.00					0.000	4.56			4			7.92	CORRECTO	15.84	OK

Fuente: Creación de tesista

Zona de Confinamiento		
Vud=	23.34 Tn	
Vn=	27.45 Tn	
Vc=	**0.00 Tn**	$Vc = 0.53 * \sqrt{F'c} * b * d$
Vs=	**27.45 Tn**	$Vn = Vs + Vc$
Vn>Vc:	correcto	
Vs<28.62 Tn	correcto	$Vs < 1.06 * \sqrt{F'c} * b * d$
Usando Ø 3/8'	Db=0.95cm	Ab=0.71cm2
s=	12 cm	$s = \frac{Ab * Fy * d}{Vs}$
s=	29 cm	
s=	**12 cm**	
Restricciones:		
s ≤ d/4:	13 cm	
s ≤ 10db:	25 cm	
s ≤ 24de:	23 cm	
s ≤ 30cm:	30 cm	
S=	**10 cm**	

Fuera Zona de Confinamiento		
Vud=	19.43 Tn	
Vn=	22.86 Tn	
Vc=	14.31 Tn	$Vc = 0.53 * \sqrt{F'c} * b * d$
Vs=	8.55 Tn	$Vn = Vs + Vc$
Vc/2 ≤ Vn< Vc:	ok, Est. min	
Vn>Vc:	ok	
Usando Ø 3/8'	Db=0.95cm	Ab=0.71cm2
s=	36 cm	$s = \frac{Ab * Fy}{3.5 * bw}$
s=	47 cm	$s = \frac{Ab * Fy * d}{Vs}$
s=	**47 cm**	
Restricciones:		
s ≤ d/2:	27 cm	
S=	**25 cm**	

Estribos(A/E):	1 @0.05m	12 @0.10m	Rto @0.25m

Figura 4. Diseño por cortante de vigas

Fuente: Creación de tesista

En la tabla 22 y figura 4 se muestra el refuerzo que necesita la viga en cada tramo para poder resistir a las solicitaciones de carga.

Se muestra a mayor detalle en el anexo 2.

En la figura 5 se muestra cómo se diseñó una de las losas utilizando el software SAFE, de esta manera se diseñaron todas:

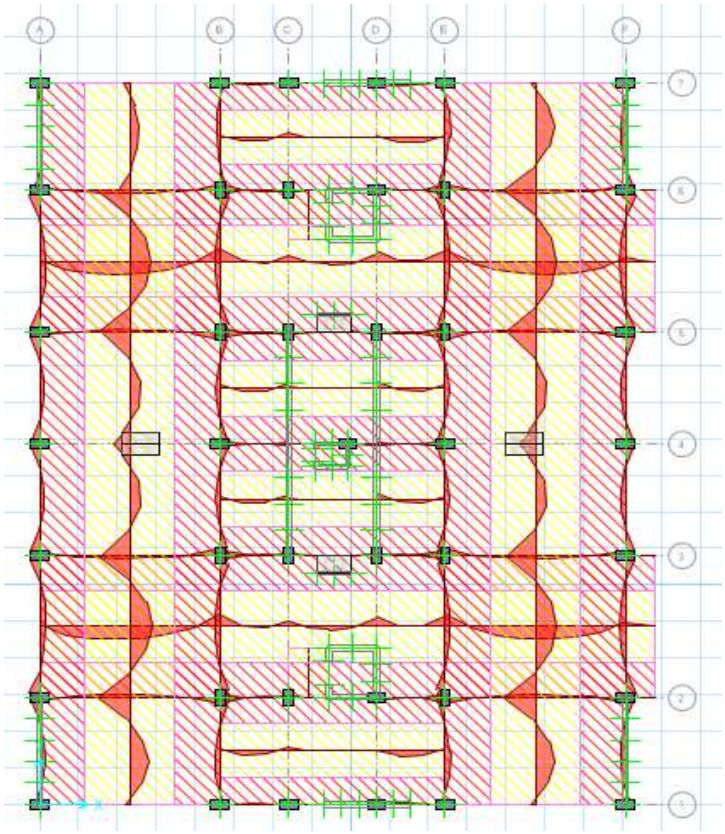


Figura 5. Gráfico de momentos en la losa del primer nivel
Fuente: Creación de tesista

En la figura 5, se puede apreciar los momentos formados por las cargas actuantes, y con ayuda del software se diseñó para que puedan soportar dichas cargas.

En el anexo 2 se muestra a mayor detalle el diseño de las losas.

3.1.1.6. Diseño de elementos a compresión:

Los elementos estructurales que se diseñó son las columnas y muros de corte.

4.2.- Análisis a cuatro caras:

Combinación con mayor refuerzo:

Combinación	Ast	ρ	DIRECCIÓN X				DIRECCIÓN Y			
			γ	Rn	Kn	Pnx	γ	Rn	Kn	Pny
0.9CM+SX	34.20	0.01	0.70	0.08	0.8	806.4	0.9	0.00	0.98	987.84

4.3.- Nuevo Pno con As real:

Pno= 992.31 tn **(Utilizar 14 Ø 3/4")**

4.4.- Ecuación de Bresler:

$$\frac{1}{P_{ni}} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_{no}}$$

(Pu resistente) (Pu actuante)

Pn= 803.44 tn Pu=ØPn= 562.41 tn >210.63 tn? **CORRECTO**

Figura 6. Análisis a cuatro caras de columna
Fuente: Creación de tesista

Zona de Confinamiento		**Fuera de Confinamiento**	
Usando Ø 3/8' Db=0.95cm Ab=0.71cm2			
Restricciones:		Restricciones:	
s ≤ (b ó h)/2 :	43 cm	s ≤ 30cm:	30 cm
s ≤ 8db:	20 cm		
s ≤ 24de:	23 cm		
s ≤ 10cm:	10 cm		
S=	**10 cm**	**S=**	**30 cm**

Estribos(A/E):	1 @0.05m	8 @0.10m	Rto @0.30m

Figura 7. Diseño por cortante de columnas
Fuente: Creación de tesista

La figura 8 muestra el ratio en las columnas este no debe superar del valor 1, ya que significaría que se encuentra sobreesforzada.

En el anexo 2 se muestra a mayor detalle el diseño de las columnas.

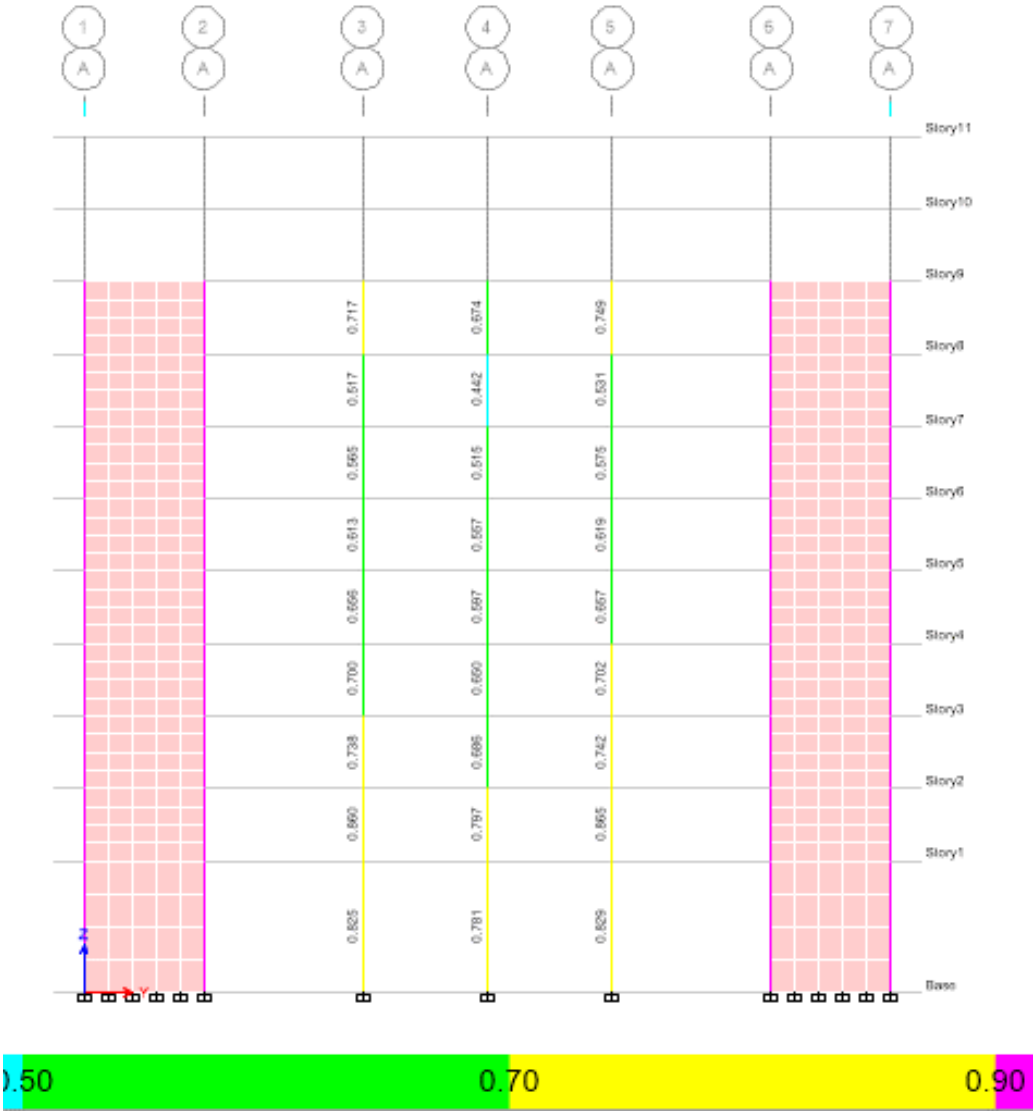


Figura 8. Verificación de Ratios
Fuente: Creación de tesista

En la figura 6 y 7 se puede ver la colocación de acero tanto por compresión como por corte, necesario para soportar las cargas que actúan en las columnas.

El diseño de muros de corte se realizó como se puede ver en la figura 9 y en la figura 10 se verificó si la carga actuante es menor a la carga resistente.

1) Refuerzo Horizontal (Ash): $A_{sh} = \rho_{h \times t_m \times b}$

ph= 0.0025
b= 100 cm

Ash= 6.3 cm²

Usamos: ϕ 3/8" As= 0.71 cm² $S = \frac{142\ cm^2}{6.3\ cm^2} = 22.7\ cm$ Ok, menor que 3e Ok, menor que 40cm

Entonces usaremos:

1 ϕ 3/8" @ 20.0 cm

Ash= 7.1 cm² y ph= 0.00284

2) Refuerzo vertical (Asv): $A_{sv} = \rho_{v \times t_m \times b}$

donde: $\rho_v = 0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{hn}{ln}\right)(\rho_h - 0.0025) \geq 0.0025$

$\rho v = 0.0025 + 0.5\ (\ 2.5 + \frac{30.4m}{5.56m}\ )\ (\ 0.00284 - 0.0025\ )$

ρv= 0.00385 Ok, es mayor que 0.0025

Asv= 9.64 cm²

Usamos: ϕ 1/2" As= 1.27 cm² $S = \frac{254\ cm^2}{10\ cm^2} = 26.4\ cm$ Ok, menor que 3e Ok, menor que 40cm

Entonces usaremos:

1 ϕ 1/2" @ 20.0 cm

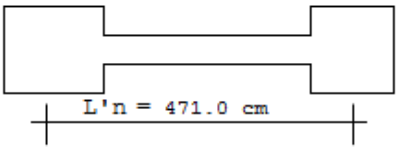
Figura 9. Refuerzo mínimo para los muros de corte
Fuente: Creación de tesista

Se debe verificar que: $Pu,col \leq Pumáx$
donde:

$$Pu,col = \frac{Pu}{2} + \frac{Mu}{L'n}$$

$$Pu,máx = \emptyset \times 0.8 \times (0.85f'c(Ag - As) + As \times fy)$$

$$As = \rho c \times Ag \qquad \phi = 0.7$$



Luego:

ρc= 0.01 (valor asumido)

As = 0.01 x 45 x 85 = 38.3 cm²

Pumax = 0.7 x 0.8 (0.85 x 280 x 45 x 85 - 38) + 38 x 4200)

Pumax = 594.66tn

$Pucol = \frac{750.74}{2} + \frac{52.91}{471.00} = 375.48tn$ Ok, Pucol<Pumax

adoptamos:

b = 45.0 cm h = 80.0 cm ρc= 0.01 (valor asumido)

As = 0.01 x 45 x 80 = 36.0 cm²

Pumax = 0.7 x 0.8 (0.85 x 280 x 45 x 80 - 36) + 36 x 4200)

Pumax = 559.68tn

$Pucol = \frac{750.74}{2} + \frac{52.91}{471.00} = 375.48tn$ Ok, Pucol<Pumax

Usamos:

4 ϕ 1" + 14 ϕ 3/4" d= 1.91

Figura 10. Verificación de cargas en muros de corte
Fuente: Creación de tesista

Piso 1

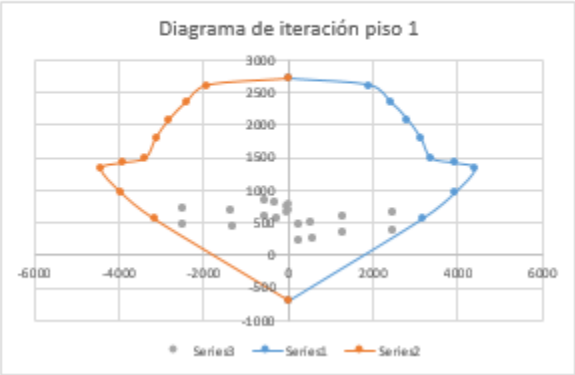


Figura 11. Diagrama de Iteración muro de corte
Fuente: Creación de tesista

En el anexo 2 se muestra a mayor detalle el diseño de muros de corte.

3.1.2. DISEÑO DE LOS DISIPADORES DE ENERGÍA DE FLUIDO VISCOSO:

Tabla 23. Tipo de disipador por Nivel

Nivel	Tipo de Disipador
10	-
9	250 KN
8	250 KN
7	250 KN
6	250 KN
5	250 KN
4	250 KN
3	250 KN
2	250 KN
1	250 KN

Fuente: Creación de tesista

Luego que se realizó el diseño tiempo- historia y llegando a las distorsiones objetivo se determinó el tipo de disipador según la fuerza solicitada.

En el anexo 3 se muestra a mayor detalle el diseño de disipador de energía.

En la siguiente figura se puede apreciar la fuerza axial vs la deformación generada por el sismo en uno de los disipadores.

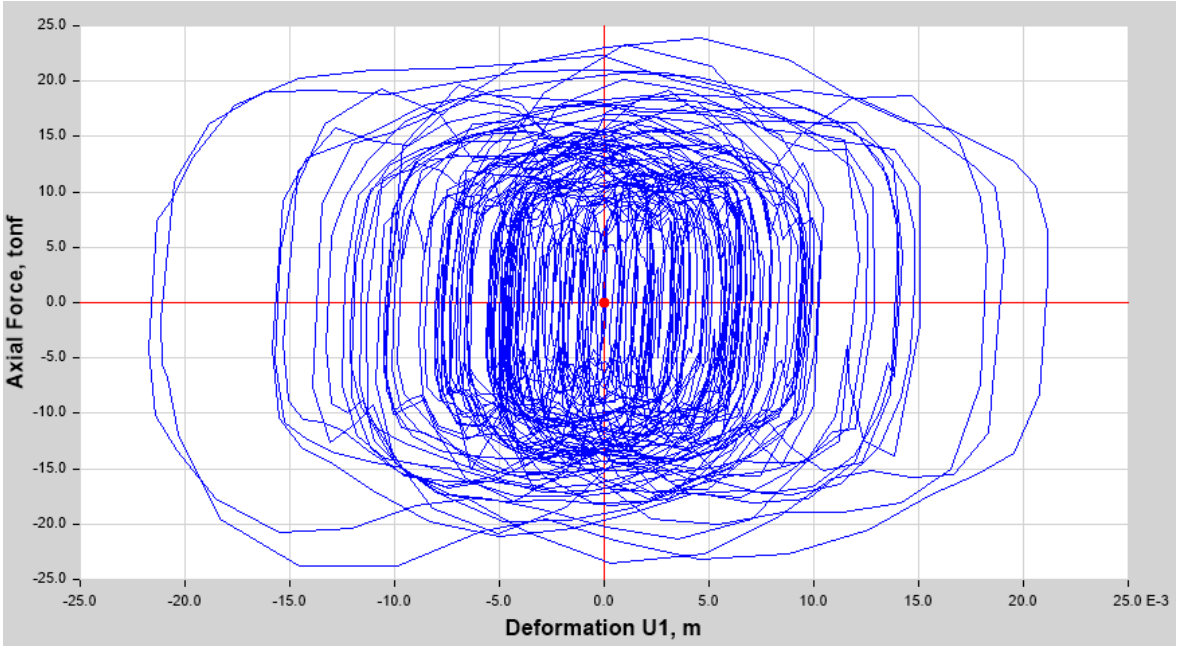


Figura 12. Gráfico de Fuerza axial vs deformación de un disipador
Fuente: Creación de tesista

3.1.3. COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE LOS SISTEMAS A EVALUAR:

Se evaluó el sistema convencional vs el sistema con disipadores de energía en función a la cortante entre pisos, distorsiones y desplazamientos.

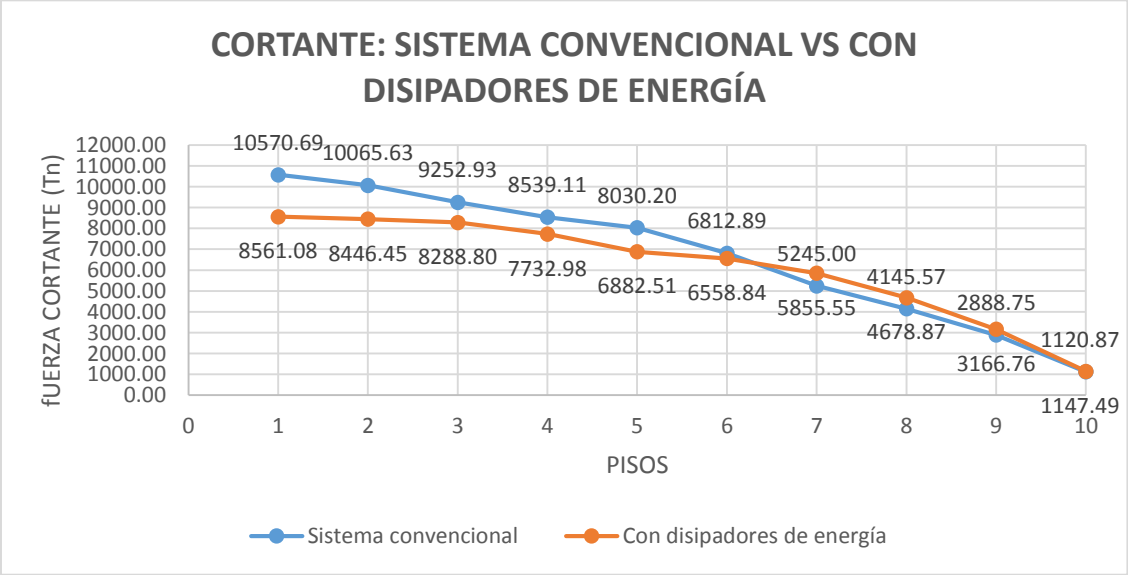


Figura 13. Fuerza Cortante: Sistema convencional vs con disipadores de energía

Fuente: Creación de tesista

Se nota una gran reducción del primer al sexto piso de la fuerza cortante y del séptimo al décimo se observa un pequeño aumento.

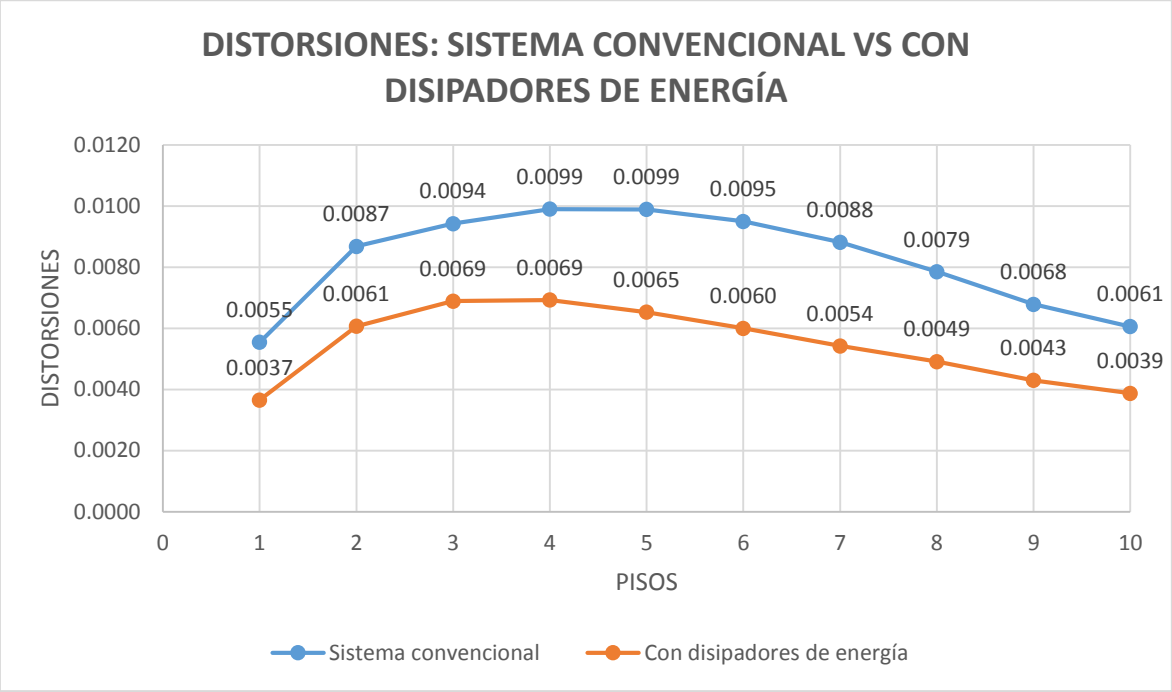


Figura 14. Distorsiones: Sistema convencional vs Disipadores de energía
Fuente: Creación de tesista

Se puede notar una gran reducción del primer al décimo piso en las distorsiones.

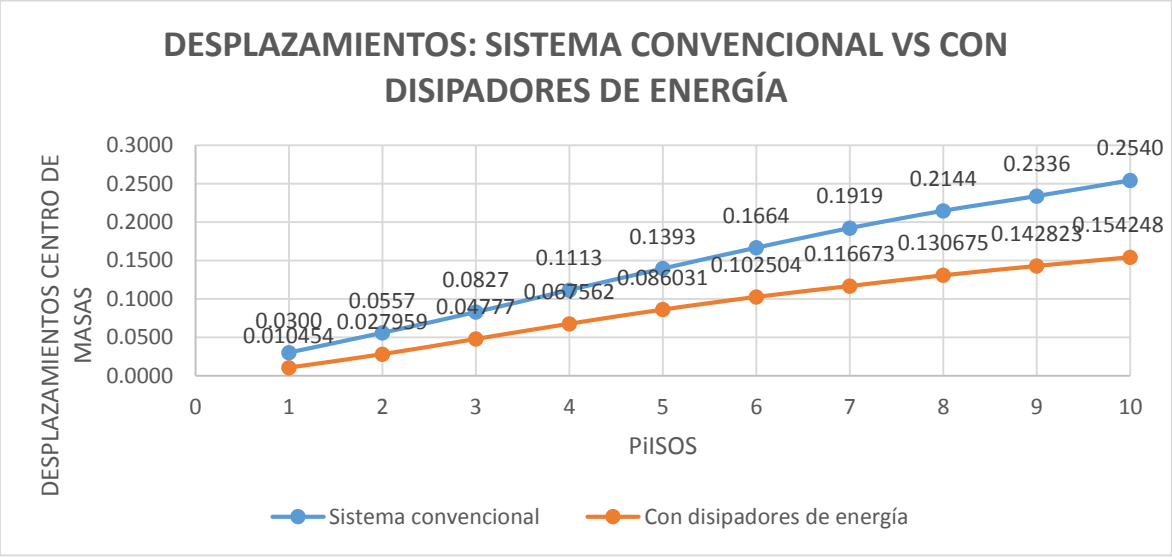


Figura 15. Desplazamientos: Sistema convencional vs Disipadores de energía
Fuente: Creación de tesista

Reducción Distorsión:	**30.01 %**
Reducción Cortante:	**19.01 %**
Reducción Desp. C.M:	**39.28 %**

Como se puede observar se nota una gran reducción del primer al décimo piso en los desplazamientos.

A continuación, se muestra la variación en porcentaje:

3.1.4. PLANOS ESTRUCTURALES:

3.1.4.1. Planos de estructuración y diseño de losas:

En estos planos se muestran las secciones de cada parte de la estructura, y el refuerzo de las losas.

En el anexo 4, E-01 al E-04 se muestra la estructuración y el diseño de losas.

3.1.4.2. Planos de sección de vigas:

En estos planos se muestran el desarrollo de las vigas con sus respectivos refuerzos tanto a flexión como por cortante.

En el anexo 4, E-05 al E-20 se muestra el desarrollo de las vigas.

3.1.4.3. Planos de detalle de columnas y Muros de corte:

En este plano se muestra el refuerzo que necesitan las columnas y muros de corte.

En el anexo 4, E-21 se muestra detalle de las columnas.

3.1.4.4. Planos de detalle de disipadores de energía de fluido viscoso:

En este plano se observa la localización de los disipadores de energía.

En el anexo 4, E-22 se muestra al detalle.

3.1.5. PRESUPUESTO:

ESTRUCTURAS	
OBRAS DE CONCRETO ARMADO	3,991,354.48
DISIPADORES DE ENERGIA	1,202,400.00

Los disipadores de energía respecto al componente de estructuras equivalen al **23.15%** del costo.
En el anexo 7 se muestra a detalle el presupuesto y en el anexo 6 las EE.TT.

3.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.2.1. El diseño del edificio con sistema convencional e incorporando disipadores de energía:

3.2.1.1. Estructuración:

En los planos estructurales se buscó la simetría tanto en la distribución de masa como de rigideces y continuidad estructural esto revisando la E.030 en el capítulo 1 donde la investigación es concordante con lo expresado en la norma.

3.2.1.2. Factores para diseño sismorresistente:

En la tabla 21 sobre factores sismorresistentes menciona los valores, los cuales estos revisando la E.030 son los valores que, según la zonificación, perfiles de suelos, factor de amplificación sísmica, sistema estructural y categoría son los correctos asignados para este edificio.

3.2.1.3. Verificaciones del diseño:

En la tabla 17, 18, 19 y 20 sobre irregularidades muestra los resultados si la estructura es regular o irregular tanto en planta como en altura, los cuales estos revisando la E.030 en el punto 3.6 es concordante el procedimiento de verificación de las irregularidades descrito en la norma.
De acuerdo a la tabla 25 de participación modal-masa efectiva se obtuvo un resultado del 99.97% en la dirección X y del 99.92% en la dirección Y, esto revisando el reglamento de la E.30 en el punto 4.6.1 de modos de vibración en las cuales dice que debe tener como mínimo el 90% de la masa total la investigación es concordante con lo expresado en la norma.

3.2.1.4. Diseño de elementos estructurales:

De acuerdo a la tabla 27 sobre diseño a flexión de vigas se obtuvo diversos resultados, esto revisando el reglamento de la E.60 se diseñan con la envolvente de momentos, teniendo en consideración que la resistencia de diseño debe ser por lo menos igual a la resistencia requerida. La investigación es concordante con lo expresado en la norma.

En la figura 7 sobre análisis y diseño a cuatro caras de columnas se obtuvo diversos resultados para cada columna, esto revisando el reglamento de la E.60 se diseñan con todas las combinaciones de diseño, teniendo en consideración que la resistencia de diseño debe garantizar que no falle ante cargas aplicadas en todas las combinaciones de carga. La investigación es concordante con lo expresado en la norma.

De acuerdo a la tabla 28 sobre tipo de disipador por nivel se obtuvo que el disipador que se necesita es de 250 KN, esto se diseñaron según norma ASCE 7-10 también teniendo en consideración el análisis tiempo-historia de la E.30 en el punto 4.7. La investigación es concordante con lo expresado en la norma.

3.2.2. Evaluación del sistema convencional y con disipadores de energía:

Con los resultados que se obtuvo se logró alcanzar una reducción de la distorsión, desplazamiento y de la fuerza cortante con los disipadores de energía y se llegó a la distorsión mínima establecida al reglamento nacional de edificaciones.

3.2.3. Los planos estructurales:

Se realizó como especifican el RNE en donde dice lo mínimo que debe contener los planos. En este caso se cumplió con los mínimos requisitos del reglamento E. 060.

3.2.4. El Presupuesto:

Según la Norma Técnica de Metrados la cual indica las unidades de medida para cada partida, las cuales se utilizaron para cuantificar los Metrados de las partidas correspondientes y con su respectivo costo unitario para el cálculo del presupuesto.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

4.1.1. Para el diseño del edificio Cellerini con el sistema convencional se tuvo que colocar grandes secciones para que pueda cumplir con lo mínimo establecido por el reglamento, por otro lado, incorporando los disipadores de energía se obtuvo un mejor comportamiento con resultados que favorecen a la estructura del edificio.

4.1.2. Según los resultados se pudo observar que con los disipadores de energía se obtuvo una reducción del 30.01% de distorsiones, 19.01% de fuerza cortante y 39.28 % de desplazamiento por lo tanto una reducción de daños generados por efectos sísmicos, lo que conlleva a menos gastos en reconstrucción de elementos estructurales.

4.1.3. Los 25 planos estructurales se obtuvieron después de realizar los cálculos estructurales y con ellos escoger la mejor alternativa para que la estructura tenga un mejor comportamiento.

4.1.4. Conociendo el presupuesto del sistema convencional y con disipadores de energía, se puede observar que se eleva el costo con los disipadores de energía, pero teniendo en cuenta la rehabilitación de algunos elementos estructurales y de otros que probablemente hayan fallado el costo post-sismo sería mucho más oneroso, que la instalación de los disipadores de energía, sabiendo que los disipadores de energía al ser elementos preventivos, y que equivale aproximadamente al 23.15% del costo del componente de estructuras al dañarse uno de ellos puede ser removido y cambiado con facilidad.

4.2. RECOMENDACIONES

4.2.1. Se recomienda que para diseños estructurales de edificio de mediana altura en suelos blandos se considere algún tipo de sistema de disipación de energía.

4.2.2. Los planos estructurales se deben realizar con los detalles necesarios del refuerzo de la estructura y de disipadores.

4.2.3. Se tiene que considerar el uso de sistemas alternativos, en edificaciones de mediana altura ya que estos se pueden reemplazar con facilidad a diferencia de los elementos estructurales.

4.2.4. Se recomienda que se continúe la investigación y realizar estudios comparativos con otros sistemas de disipación de energía o con aislamientos sísmicos con la finalidad de obtener el sistema más efectivo.

V. REFERENCIAS

Acuña Vigil, P. (s.f.). *disipadores de energia tecnicas sismoresistente.* Obtenido de pavsargonauta.wordpress: https://pavsargonauta.wordpress.com/2015/09/29/disipadores-de-energia-en-la-estructura-de-edificios/

AFP. (22 de Agosto de 2018). *Un terremoto de 7,3 sacude Venezuela.* Obtenido de EL PAÍS: https://elpais.com/internacional/2018/08/22/america/1534889633_909876.html

AFP. (24 de Agosto de 2018). *Un terremoto en Perú de 7,1 sacudió la frontera con Brasil.* Obtenido de Clarín: https://www.clarin.com/mundo/terremoto-peru-71-sacudio-frontera-brasil_0_HkL-OFaLm.html

Alva Hurtado, J. (1997). *Terremoto de Nasca 12 de noviembre de 1996.* Obtenido de Blog Jorge Alva Hurtado: http://www.jorgealvahurtado.com/files/redacis21_a.pdf

Antonio, L., Marcelo, I., & Pedro, R. (20 de junio de 2005). *Informes de Construcción.* Obtenido de Departamento de ingeniería térmica y de fluidos de la Universidad Carlos III de Madrid.: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:_BYqC64q4vgJ:informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/download/477/551+&cd=2&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe

Blanco Blasco, A. (2001). *Efectos del sismo del 23 de junio del año 2001 en la zona sur del Perú.* Obtenido de Blog de la Pontificia Universidad Católica del Perú: http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2007/10/AB-3-Sismo-del-Sur-2001.pdf

Blanco Blasco, A. (2008). *El sismo de Pisco del 15 de agosto de 2007 y sus enseñanzas.* Obtenido de Blog de Pontificia Universidad Católica del Perú: http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2007/10/AB-4-SISMO-PISCO-15-08-2007.pdf

Casabonne Ricketts, J. L. (11 de Junio de 2012). *Preocupa silencio sísmico en el norte según experto Julio Kuroiwa.* Obtenido de RPP Noticias: http://rpp.pe/peru/actualidad/preocupa-silencio-sismico-en-el-norte-segun-experto-julio-kuroiwa-noticia-491014

Colegio de ingenieros civiles de Costa Rica, .. (2013). *Evaluación de edificios dañados por el sismo de Chile 2010.* Obtenido de Suplemento de ingenieros civiles: http://www.civiles.org/publicaciones/estructural/sismochile.pdf

Cruz, J., Barbat, A., Maritzabel, M., & Oller, S. (Diciembre de 2011). *Comportamiento de la interfaz concreto-epoxi-FRP utilizando la teoría de mezclas serie/paralelo.* Obtenido de scielo: http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v31n3/v31n3a04.pdf

Duque, M. d., & Oviedo, J. A. (Julio de 2006). *Sistemas de control de respuesta sísmica en edificaciones.* Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372006000200010&lang=es

Duque, M. d., & Oviedo, J. A. (Junio de 2009). *Disipadores histeréticos metálicos como técnica de control de respuesta sísmica en edificaciones colombianas.* Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372009000100005&lang=es

España, S. (22 de Febrero de 2019). *Un terremoto de magnitud 7,5 hace temblar Ecuador.* Obtenido de EL PAÍS: https://elpais.com/internacional/2019/02/22/actualidad/1550832321_144774.html

Font de Gloria, X. (1 de Octubre de 2018). *Ascienden a 832 los muertos por el terremoto y tsunami en Indonesia.* Obtenido de EL PAÍS: https://elpais.com/internacional/2018/09/30/actualidad/1538283318_293340.html

Fowks, J. (15 de Enero de 2018). *Un muerto y 65 heridos tras un terremoto de magnitud 6,8 al sur de Perú.* Obtenido de EL PAÍS: https://elpais.com/internacional/2018/01/14/actualidad/1515924536_235245.html

Gallego-Silva, M., Jaramillo, R., C.E, R., & D.M., R. (Julio de 2012). *Edificios de concreto reforzado siguiendo la NSR-10 vs sismo de Quetame registrado en Bogotá D.C.* Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-91652012000200006&lang=es

Garrido Kogan, I. B. (2016). *Amortiguadores de masa sintonizada en edificios sometidos a registros sísmicos en Chile.* Obtenido de Repositorio de la Universidad de Chile: http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/142425

Gil, A. (11 de enero de 2014). *Haití, cuatro años después del terremoto: el espejismo de la reconstrucción.* Obtenido de Eldiario.es: http://www.eldiario.es/desalambre/Haiti-despues-terremoto-espejismo-reconstruccion_0_216628702.html

Institute, S. E. (2010). *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures.* Obtenido de ASCE: http://ascelibrary.org/doi/book/10.1061/asce7

interesante, T. (14 de Noviembre de 2008). *Pendulo estabilizador de edificios.* Obtenido de Todo interesante: http://www.todointeresante.com/2008/11/el-pendulo-estabilizador-de-edificios.html

Maria, N. R. (s.f.). *Gestión de riesgos en la fase de diseño para proyectos de Construcción.* Obtenido de Repositorio de la Universidad Militar Nueva Granada: http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/11555/1/Gestion%20de%20Riesgos.pdf

McCormac, J. (2011). *Diseño de concreto reforzado.* México: Alfaomega Grupo editor.

Ministerio de vivienda, c. y. (Noviembre de 2015). *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Obtenido de Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento: http://www3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf

Ministros, P. d. (Junio de 2014). *Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.* Obtenido de indeci: https://www.indeci.gob.pe/objetos/microsite/OQ==/NjQ=/fil20140605171327.pdf

Morales Morales, R. (2006). *Diseño en concreto armado.* Obtenido de ingcivillibros.com: http://www.ingcivillibros.com/2017/07/diseno-de-concreto-armado-del-ing.html

Nakano, Y. (Febrero de 1995). *Ductilidad y diseño estructural de los edificios de concreto reforzado.* Obtenido de cridlac.org: http://www.cridlac.org/digitalizacion/pdf/spa/doc6513/doc6513-1.pdf

Negro, U. n. (2013). *Método de Leopold.* Obtenido de Universidad nacional Rio Negro: http://unrn.edu.ar/blogs/matematica1/files/2013/04/5%C2%B0-Matriz-de-Leopold-con-plantilla.pdf

Noticia al dia, .. (9 de Julio de 2016). *A 19 años del terremoto que estremeció a Cariaco.* Obtenido de Noticia al dia: http://noticiaaldia.com/2016/07/a-19-anos-del-terremoto-que-estremecio-a-cariaco-video/

Parisi, M. (12 de enero de 2014). *Tecnología made in Chile: sin miedo a los terremotos.* Obtenido de America economía: https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/tecnologia-made-chile-sin-miedo-los-terremotos

Pimiento, J., Ruiz, D., & Salas, A. (12 de Noviembre de 2014). *Desempeño sísmico de un pórtico con disipadores de energía pasivos de placas ranuradas de acero.* Obtenido de Scielo: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732014000300005

Terna Gimore, A. (Diciembre de 2010). *El futuro del diseño sismoresistente de las edificaciones de concreto reforzado: una visión basada en la sustentabilidad.* Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112010000100001

Vargas, E. (06 de Marzo de 2019). *Lambayeque: Sismo de magnitud 5.4 sacude Ferreñafe.* Obtenido de Perú21: https://peru21.pe/peru/lambayeque-sismo-5-4-magnitud-sacude-ferrenafe-464116

Villarreal Castro, G. (2009). *Edificaciones con disipadores de energía.* Obtenido de Blog Doctor Genner Villarreal castro: http://librosdoctorgennervillarrealcastro.blogspot.pe/2013/07/iv-congreso-regional-de-estudiantes-de.html

Wikipedia. (s.f.). *dibujo arquitectonico.* Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Dibujo_arquitect%C3%B3nico