



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE
INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

**Método alternativo de diseño sismo-resistente con espectros de
periodo de retorno bajo, para edificios de 20 pisos**

AUTOR:

González Mera, David Eduardo

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO CIVIL**

TUTOR:

Ing. José Andrés Barros Cabezas, M.Sc.

Guayaquil, Ecuador 12 de marzo del 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **González Mera, David Eduardo** como requerimiento para la obtención del título de Ingeniero civil.

TUTOR

f. _____
Ing. José Andrés Barros Cabezas M.Sc.

DIRECTORA DE LA CARRERA

f. _____
Ing. Stefany Esther Alcívar Bastidas, Mgs.

Guayaquil, a los 12 del mes de marzo del año 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **González Mera, David Eduardo**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Método alternativo de diseño sismo-resistente con espectros de periodo de retorno bajo, para edificios de 20 pisos**, previo a la obtención del título de **ingeniero civil** ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 12 del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR

f. _____
González mera, David Eduardo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, **González Mera, David Eduardo**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Método alternativo de diseño sismo-resistente con espectros de periodo de retorno bajo, para edificios de 20 pisos**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

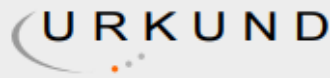
Guayaquil, a los 12 del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR:

f. _____

González Mera, David Eduardo

REPORTE URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document: David González final.docx (D98250748)
Submitted: 3/14/2021 8:49:00 AM
Submitted By: claglas@hotmail.com
Significance: 7 %

Sources included in the report:

Tesis Jonathan Andrade.docx (D54614819)
capitulo 1 y 2.docx (D93287210)
roberto wilson acebo urkun.pdf (D36798802)
20190806 Pedro Gallegos.pdf (D54723697)
INFORME DE TRABAJO DE TITULACION.docx (D30341318)
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-DS.pdf>
<http://ri.ues.edu.sv/11153/1/Evaluaci%C3%B3n%20del%20efecto%20de%20sismos%20sucesivos%20sobre%20la%20respuesta%20s%C3%ADsmica%20de%20edificios%20de%20concreto%20reforzado.pdf>
http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/UPT/499/1/Calcina_Pena_Ramon.pdf
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11188/TESIS-PUCE-Fern%C3%A1ndez%20Salvador%20P%C3%A9rez%20Jos%C3%A9-%20Subia%20Carrillo%20Mauricio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
<https://1library.co/document/ynlwg70q-analisis-comparativo-vulnerabilidad-edificio-hormigon-comercial-desempeno-estructural.html>
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/8388/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-203.pdf>

AGRADECIMIENTO

Quiero aprovechar estas líneas para agradecer a todas las personas que me han ayudado a lo largo de estos valiosos años por la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Guayaquil.

En primer lugar, quiero agradecer a Dios y a mi familia que son: mis padres, Nieves Mera y Richard González y la Señora Isabel merejildo; mis hermanos Genesis y Daniel, por brindarme su apoyo, darme fuerzas y ánimos en cada semestre que tuve que atravesar durante mi trayectoria en esta increíble carrera. Al darme la fuerza de carácter en momentos difíciles, más aún atravesando esta pandemia.

En segundo lugar, agradecer al Ing. José Barros Cabezas, M.Sc., quien me ha venido apoyando e instruyendo desde a principios de la carrera, quien ahora es mi tutor y lo considero un excelente profesional, un gran asesor y profesor con el que pude pasar muchas experiencias que me han enriquecido tanto en conocimiento y como persona para ser un gran ingeniero civil. Así también a la Ing. Lida Torres y el Ing. Gilberto Martínez con los que pude compartir mi tiempo más allá de las horas de clases.

Por último y no menos importante a mis amigos de la Universidad, que son: Cynthia Quinteros, Ariana Garzón, Bryan Coello, Naomi Yagual, Maria Daniela, Cindy Bohorquez, Isaac Paredes, Whitman Pin, Anderson Acaro, Domenica Adum y Kiara Espinosa con los que se compartió todas estas experiencias, haciendo más divertida la estadia en la Universidad



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE
SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

f. _____
Ing. José Andrés Barros Cabezas M.Sc.
TUTOR

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____
Ing. Stefany Esther Alcívar Bastidas, M.Sc.
DIRECTOR DE CARRERA

f. _____
Ing. Guillermo Ponce Vasquez , M.Sc.
DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____
Ing. Jaime Francisco Hernández Barredo M.Sc.
OPONENTE

Contenido	
CAPÍTULO I	2
1.1 Introducción	2
1.2 Antecedentes	4
1.3 Objetivos	6
1.3.1 Objetivo general	6
1.3.2 Objetivos específicos	6
CAPÍTULO II	7
2.1 Metodología	7
2.2 Descripción y configuración de la estructura	7
2.2.1 Cargas en la estructura	11
2.2.1.1 Cargas muertas	11
2.2.1.2 Cargas vivas	11
2.2.1.3 Cargas Sísmicas	12
2.2.1.3.1 Espectros de respuestas	13
2.3.1 Diseño convencional	17
2.3.1.1 Objetivos generales y requisitos	17
2.3.1.2 Requisitos de diseño de la norma ACI 318-19	18
2.3.1.3 Revisiones de desempeño sísmico	21
2.3.1.3.1 Efectos de segundo orden $P-\Delta$ e índice de estabilidad Q_i	21
2.3.1.3.2 Control de la deriva de piso (derivadas inelásticas máximas)	22
2.3.1.3.3 Momentos torsionales	22
2.3.1.4 Análisis no lineal estático	23

2.3.2 Diseño propuesto	26
2.4 Procedimiento para el análisis estructural usado en ambos diseños .	27
2.4.1 Secciones agrietadas.....	27
2.4.2 Efectos P- Δ	28
2.4.3 Número de modos	28
2.4.4 Efectos direccionales	28
2.4.5 Cortante basal mínimo	28
2.4.6 Torsión accidental.....	29
2.5 Resultados del análisis de superposición modal	29
2.5.1 Dimensiones de elementos	29
2.5.1.1 Edificio DC	29
2.5.1.2 Edificio DS.....	30
2.5.2 Periodos estructurales	30
2.5.3 Modo de vibración y participación de masas	31
2.5.4 Derivas de piso	31
2.5.5 Resumen de detallamiento estructural.....	33
2.5.5.1 Detallamiento de elementos estructurales para diseño sismo de servicio	35
2.5.5.2 Detallamiento de elementos estructurales para diseño sismo de diseño	36
2.5.6 Resumen de Materiales	37
CAPÍTULO III	38
3.1 Análisis no lineal estático (Pushover)	38

3.1.1 Revisión estructural y criterios de aceptación de desempeño sísmico	39
3.1.1.1 Desplazamientos objetivos para los distintos modelos	39
3.1.1.2 Criterios de aceptación de desempeño Estructural	41
3.1.1.2.1 Límites de desempeño estructural	44
3.1.2 Sobrerresistencia en diseños	45
CAPÍTULO IV	46
4.1 Comportamientos de las estructuras obtenidos ante diferentes tipos de sismos (T=43años, T=475años)	46
4.1.2 Desempeño obtenido del edificio DC para sismo de diseño (T=475años).....	46
4.1.3 Desempeño obtenido del edificio DC para sismo de servicio (T=43años).....	48
4.1.4 Desempeño obtenido del edificio DS para sismo de diseño (T=475años).....	49
4.1.6 Comparación de cantidades	50
CAPÍTULO V	52
5.1 Conclusiones y Recomendaciones	52
REFERENCIAS	54
ANEXOS	55

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Colapso de edificio en Guayaquil. Fuente: Revista Vistazo	5
Ilustración 2. Fisuras en paredes del hospital SOLCA. Fuente: Canal oficial de Teleamazonas	5
Ilustración 3. Elevación de pórtico en sentido "X". Autor: David González	8
Ilustración 4. Elevación de pórtico en sentido "Y". Autor: David González	9
Ilustración 5. Vista en planta de la estructura (igual para cada piso). Autor: David González	10
Ilustración 6. Sección transversal del sistema de piso (igual en todos los pisos). Autor: David González)	10
Ilustración 7. Cargas muertas considerados para el modelo	11
Ilustración 8. Cargas vivas a usar en el modelo (mismo en todos los pisos). Fuente: NEC-SE-CG	12
Ilustración 9. Espectro sísmico elástico de aceleración para representación del sismo de diseño. Fuente: NEC-15	13
Ilustración 10. Factor "Z" para ciudad de Guayaquil. Fuente: NEC-15	13
Ilustración 11. Factor η para las diferentes regiones del Ecuador. Fuente: NEC-15	14
Ilustración 12. Curva de peligro sísmico para la ciudad de Guayaquil. Fuente: Diego Calva	14
Ilustración 13. Factores de sitio F_a para los tipos de suelo, indicando en rojo valores para sismo de servicio y en negro valores de sismo de diseño. Fuente: Diego Calva	15
Ilustración 14. Factores de sitio F_d para los tipos de suelo, indicando en rojo valores para sismo de servicio y en negro valores de sismo de diseño. Fuente: Diego Calva	15
Ilustración 15. Factores de sitio F_s para los tipos de suelo, indicando en rojo valores para sismo de servicio y en negro valores de sismo de diseño. Fuente: Diego Calva	16
Ilustración 16. Espectros de respuestas para ambos modelos estructurales. Fuente: David González	16
Ilustración 17. Curva idealizada de cortante basal vs desplazamiento de techo. Fuente: ASCE 41-13	26
Ilustración 18. Secciones agrietadas a considerar en el análisis	28
Ilustración 19. Derivas de entrepiso Eje X-X, en azul Edificio DC y en naranja Edificio DS. Fuente: David González	32
Ilustración 20. Derivas de entrepiso Eje Y-Y, en azul diseño Edificio DC y en naranja diseño Edificio DS. Fuente: David González	33
Ilustración 21. Vista en planta de la estructura especificando la ubicación de vigas cargadoras más críticas. Fuente: David González	34
Ilustración 22. Comparación de cantidades de acero de ambos diseños. Fuente: David González	37

Ilustración 23. Comparación de cantidades de hormigón de ambos diseños. Fuente: David González.....	37
Ilustración 24. Resultado del análisis Pushover de ambos diseños. Fuente: David González.....	38
Ilustración 25. Representación bilineal modelo DC según procedimiento ASCE 41-13. Fuente: David González.....	40
Ilustración 26. Representación bilineal modelo DS según procedimiento ASCE 41-13. Fuente: David González.....	41
Ilustración 27. Parámetros del modelo de Ibarra y Krawinkler (2005).....	42
Ilustración 28. Comportamiento cíclico del modelo de Ibarra Krawinkler.....	42
Ilustración 29. Ilustración de criterios de aceptación para diferentes desempeños esperados, Fuente: ASCE 41-13	43
Ilustración 30. Definición de límites de desempeño para el modelo de Ibarra y Krawinkler. (Ejemplo de una viga de piso) . Fuente: David González.....	43
Ilustración 31. Comparación entre niveles de desempeño de columnas para edificio DC y edificio DS. Fuente: David González.....	44
Ilustración 32 Comparación entre niveles de desempeño de vigas para edificio R=8 y edificio sismo de servicio. Fuente: David González	45
Ilustración 33. Evaluación de desempeño de columnas del edificio DC para sismo de diseño. Fuente: David González.....	46
Ilustración 34. Evaluación de desempeño de vigas del edificio DC para sismo de diseño. Fuente: David González	47
Ilustración 35. Evaluación de desempeño de columnas del edificio DC para sismo de servicio. Fuente: David González	48
Ilustración 36. Evaluación de desempeño de vigas del edificio DC para sismo de servicio. Fuente: David González	48
Ilustración 37. Evaluación de desempeño de columnas del edificio DS para sismo de servicio. Fuente: David González	49
Ilustración 38. Evaluación de desempeño de vigas del edificio DS para sismo de servicio. Fuente: David González	50

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Fórmula del índice de estabilidad. Fuente: NEC-15	21
Ecuación 2. Fórmula de deriva máxima inelástica. Fuente: NEC-15	22
Ecuación 3. Fórmula de factor de amplificación torsional. Fuente: NEC-15	23
Ecuación 4. Ecuación para valores de modificación C1.....	24

Índice de tablas

Tabla 1. Resumen de los distintos niveles de desempeño esperados por la NEC-15.....	17
Tabla 2. Requerimientos de ACI 318-19, capítulo 18 para vigas de pórticos.....	18
Tabla 3. Requerimientos de ACI 318-19, capítulo 18 para columnas de pórticos.....	19
Tabla 4. Requerimientos de ACI 319, capítulo 18 para Conexiones de pórticos especiales resistentes a momento.....	20
Tabla 5. Deriva máxima permitida para diferentes tipos de estructuras. Fuente: NEC-15.....	22
Tabla 6. Valores para factor de modificación C_o	24
Tabla 7. Sección de elementos a usar en el diseño Edificio DC. Autor: David González.....	29
Tabla 8. Sección de elementos a usar en el diseño Edificio DS. Autor: David González.....	30
Tabla 9. Resumen de periodos de ambos modelos. Autor: David González.....	30
Tabla 10. Resumen de periodos para los modos que lleguen al 90% de participación de masa. Fuente: David González.....	31
Tabla 11. Resumen de periodos para los modos que lleguen al 90% de participación de masa. Fuente: David González.....	31
Tabla 12. Resumen del diseño de vigas. Sismo de servicio. Fuente: David González.....	35
Tabla 13. Resumen del diseño de Columnas. Sismo de servicio. Fuente: David González.....	35
Tabla 14. Resumen del diseño de vigas. Sismo de diseño. Fuente: David González.....	36
Tabla 15. Resumen del diseño de Columnas. Sismo de diseño. Fuente: David González.....	36
Tabla 16. Parámetros obtenidos para cálculo de desplazamiento objetivo de ambos diseños para distintos sismos. Fuente: David González.....	40
Tabla 17. Comparación de sobrerresistencia en ambos diseños. Fuente: David González.....	45

RESUMEN

Se realiza una comparación entre dos tipos de diseño, el cual se realiza en base a un sismo con un periodo de retorno asignado. Para el primero, se modela y analiza un edificio de 20 pisos en base a los lineamientos de la NEC (2015) para un sismo ($T_r=475$ años), siguiendo los detalles de diseño para pórticos especiales proporcionados por el ACI (2019). Para el segundo se propone el diseñar y analizar el edificio en base al nivel de fuerzas correspondientes al sismo de servicio ($T_r=43$ años), sin factor de modificación de respuesta “R”.

Ambos diseños siguen los detalles para pórticos especiales dados por el ACI (2019) y siguiendo los lineamientos de la NEC (2015) para un desempeño sísmico adecuado, estableciendo para el método propuesto el limitar las derivas a 0.5%.

Realizado el análisis y diseño de ambas metodologías, se evalúa el desempeño de las estructuras mediante el software opensees siguiendo las disposiciones del ASCE 41-13 para diferentes niveles de amenazas esperadas, comparando entre ambos diseños el comportamiento estructural.

Como paso final se calcula cantidades de aceros y hormigón usados en ambos diseños para ver la factibilidad del método propuesto con relación al convencional usado comunmente.

Para terminar, se encontró que el diseño propuesto no resulta factible por el costo excesivo de la estructura. Sin embargo, en términos de comparativa con los sistemas de protección sísmica, resulta en una comparación más justa, pues se trata de una estructura que tuviera un desempeño esperado muy similar a una estructura protegida, estructuralmente hablando.

Keywords: *Sismo de servicio, sismo de diseño, evaluación sísmica, niveles de amenazas, pórticos especiales resistentes a momentos.*

ABSTRACT

A comparison is made between two types of design, which is made based on an earthquake with an assigned return period. For the first, a 20-story building is modeled and analyzed based on the guidelines of the NEC (2015) for an earthquake ($T_r = 475$ years), following the design details for special frames provided by the ACI (2019). For the second, it is proposed to design and analyze the building based on the level of forces corresponding to the service earthquake ($T_r = 43$ years), without a response modification factor "R".

Both designs follow the details for special frames given by the ACI (2019) and following the guidelines of the NEC (2015) for adequate seismic performance, establishing for the proposed method to limit drifts to 0.5%.

Once the analysis and design of both methodologies has been carried out, the performance of the structures is evaluated using the opensees software following the provisions of ASCE 41-13 for different levels of expected threats, comparing the structural behavior between both designs.

As a final step, quantities of steel and concrete used in both designs are calculated to see the feasibility of the proposed method in relation to the conventional one commonly used.

Finally, it was found that the proposed design is not feasible due to the excessive cost of the structure. However, in terms of comparison with seismic protection systems, it results in a fairer comparison, since it is a structure that would have an expected performance very similar to a protected structure, structurally speaking.

Keywords: Service earthquake, design earthquake, seismic evaluation, threat levels, special moment resistant frames.

CAPÍTULO I

1.1 Introducción

Actualmente, en nuestro país se vive una gran incertidumbre y temor en cuanto al desempeño esperado de un gran número de estructuras que se encuentran en nuestro medio. En particular, en la ciudad de Guayaquil, esto se debe principalmente a ciertos factores que afectan la vulnerabilidad sísmica de la ciudad, como lo son: los suelos blandos, construcciones sin diseño sísmico, la alta concentración de edificios en una misma zona con mínima distancia entre ellos. A esto se suma que, incluso siguiendo las normas de diseño estructural de nuestro país, el resultado no siempre garantiza un nivel adecuado de seguridad.

Hoy en día para poder diseñar una estructura se deben seguir procesos de diseño encontrados en la Norma Ecuatoriana de Construcción (Diego et al., 2015), la cual nos indica que debemos realizar un diseño para una aceleración con un periodo de retorno de 475 años y que debemos reducir las fuerzas obtenidas por un factor de modificación de respuesta “R”. Ese factor busca considerar la cantidad de energía que puede disipar una estructura o, en otras palabras, la ductilidad que se espera de ella. Sin embargo, aunque se siga de manera correcta estos procesos y se cumplan los requerimientos mínimos de esta norma, no es una condición suficiente para cumplir los niveles de desempeño que propone la misma norma.(Barros & Santa-María, 2019).

Durante la vida útil de la estructura, es muy poco probable que tenga que soportar un sismo de gran magnitud; sin embargo, es muy probable que deba resistir un gran número de eventos de magnitud menor, para los cuales la norma espera que el nivel de daño sea mínimo y que se logre el nivel de desempeño de ocupación inmediata. El problema es que no existen parámetros claros dentro de la norma para comprobar el cumplimiento del nivel de desempeño mencionado.

En el presente trabajo de investigación se pone a prueba un método alternativo para el diseño sismorresistente de estructuras, propuesto por Barros & Santa-María (2019), en que la demanda se estima a partir de un espectro de aceleraciones correspondiente a un periodo de retorno de 43 años, en que se debiera esperar un nivel de desempeño de ocupación inmediata. Dicho método se realizó a estructuras de periodo bajo, siendo estructuras de uno o dos pisos, de la misma manera ha realizado la prueba para edificios de 4 pisos (Calva, 2018).

En el presente trabajo de titulación, para poder comparar y evaluar el método propuesto, y obtener las ventajas y desventajas frente al método convencional, se ha realizado el diseño de 2 edificios altos. El primero se ha diseñado siguiendo los procesos definidos por la NEC-15 y, el segundo se ha diseñado con el procedimiento propuesto. Ambas estructuras serán sometidas a un análisis estático no lineal (pushover), siguiendo las recomendaciones de la norma ASCE/SEI 41-13, para evaluar el comportamiento de ambas estructuras y los niveles de desempeño esperados.

1.2 Antecedentes

Desde el año 1906, se conoce el país ha estado expuesto a sismos de alta magnitud, debido a la subducción de la placa de Nazca bajo la placa sudamericana. Estudios realizados por (Beauval Céline, 2018) determinaron que existe una alta probabilidad de que ocurran y sigan ocurriendo sismos de magnitud mayor a 7.0 frente a la costa de Ecuador. Esto se ha visto con el paso del tiempo, observando sismos muy importantes como el sismo de 1942 con Mw 8.0 en Chone, el sismo de 1980 con Mw 6.1 en Napo, sismo de Esmeraldas (Séptimo más grande en el mundo). Y, el más reciente, el sismo de Pedernales del 16 de abril del 2016 con Mw 7.8.

En la historia del Ecuador, las fuerzas de los temblores causados por las grandes aceleraciones ocasionaron grandes desastres en diferentes ciudades. Durante los sucesos hubieron cientos de muertos y casas destruidas producto de la mala calidad de las construcciones de la época. Aunque la destrucción era notable, en las décadas pasadas el Ecuador no contaba con los mismos factores de vulnerabilidad sísmica, normas de diseño y construcción con las que cuenta hoy en día.

Aunque el desarrollo de normas de diseño se ha ido actualizando con el tiempo, hoy en día se siguen notando falencias y daños no permitidos en las estructuras. El último sismo importante soportado en el Ecuador dejó grandes pérdidas no solo en el sitio epicentral, sino también en varias ciudades del país que no tuvieron que soportar la misma aceleración registrada en la zona epicentral.

A través del Instituto Geofísico se registraron los movimientos de la tierra durante el sismo de Pedernales en varias ciudades, obteniendo el movimiento más fuerte en Pedernales con una máxima aceleración de 1.4g y aceleraciones menores de 0.02 y 0.098g en ciudades más grandes como Quito y Guayaquil. Siendo estas últimas aceleraciones correspondientes a las de un sismo leve para las cuales se esperaba que no haya un gran daño en los sistemas no estructurales y que no haya

colapso en las estructuras. Sin embargo, en el caso de ciudades importantes como Guayaquil se encontraron muchos edificios con grandes daños en sistemas no estructurales además de varias estructuras colapsadas, como se observa en las ilustraciones 1 y 2



Ilustración 1. Colapso de edificio en Guayaquil. Fuente: Revista Vistazo



Ilustración 2. Fisuras en paredes del hospital SOLCA. Fuente: Canal oficial de Telem Amazonas

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Evaluar el diseño de estructuras de pórticos especiales resistentes a momento de hormigón armado, aplicando un enfoque de diseño basado en condiciones de sismicidad frecuente.

1.3.2 Objetivos específicos

- Comparar el diseño estructural de dos edificios de pórticos de hormigón armado, utilizando el enfoque tradicional y el nuevo enfoque propuesto en Barros y Santa-María (2019).
- Estimar la factibilidad de este método a través de una comparación de volúmenes de obra entre el nuevo enfoque y lo propuesto por los métodos convencionales.

CAPÍTULO II

2.1 Metodología

En este capítulo se procede a explicar las consideraciones de diseño de los dos edificios que van a ser comparados, siendo el primer edificio basado en un diseño de forma convencional siguiendo las recomendaciones de la NEC-15 y ACI 318-19 (Pórticos especiales a momento), el cual lo denominaremos como “Edificio DC”. De la misma forma el segundo diseño correspondiente al diseño de un edificio bajo un sismo de servicio, el cual denominaremos como “Edificio DS”. En la sección 2.3.1 se darán las generalidades del diseño convencional y en la sección 2.3.2 se darán las generalidades del diseño propuesto.

2.2 Descripción y configuración de la estructura

La estructura que se expone consta de 20 pisos que funcionará con uso residencial, ubicada en la ciudad de Guayaquil, el cual se asentará sobre un suelo tipo D. La estructura cuenta de 2 vanos de 6m en el eje “X” (lado débil de la estructura), y 3 vanos de cinco y seis metros en el eje “Y”. La altura total edificio es de 66 metros, siendo la planta baja de 4,25 metros y los pisos superiores con una altura de 3,25 metros.

Tal como se muestra en la ilustración 5, el sistema de losa en la estructura consiste en losas nervadas en una dirección, la rigidez de las paredes no está considerada en el análisis, pero sí su peso sobre las vigas. Las normas para el detallamiento estructural y el diseño de los elementos estructurales son la norma NEC-15 y ACI 318-19. A continuación se muestra la distribución estructural de los sentidos de la estructura.

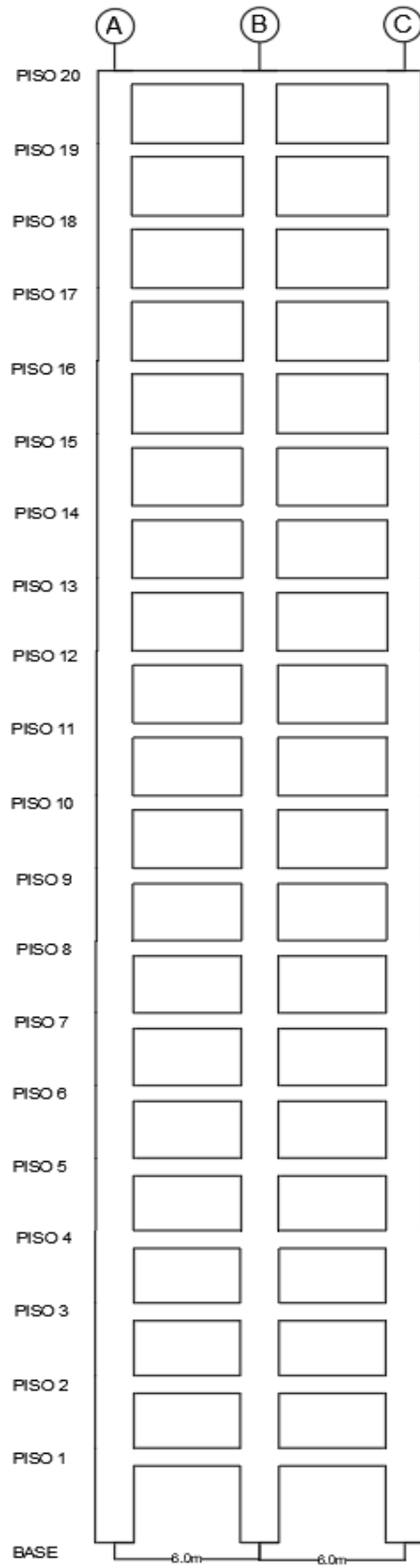


Ilustración 3. Elevación de pórtico en sentido "X". Autor: David González

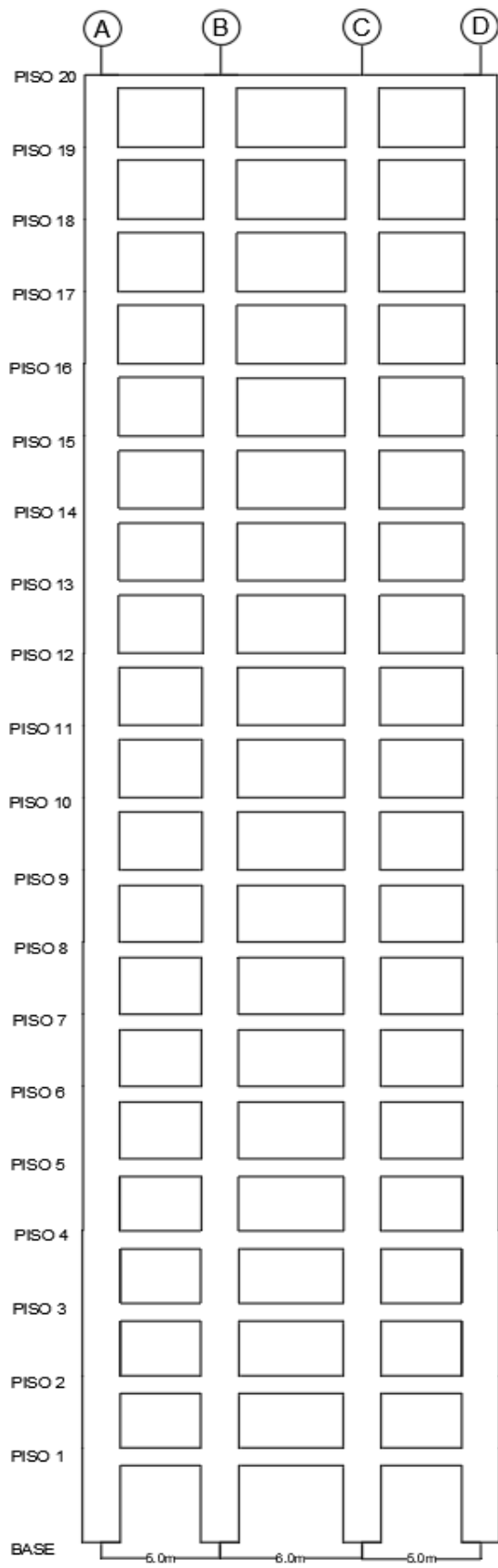


Ilustración 4. Elevación de pórtico en sentido "Y". Autor: David González

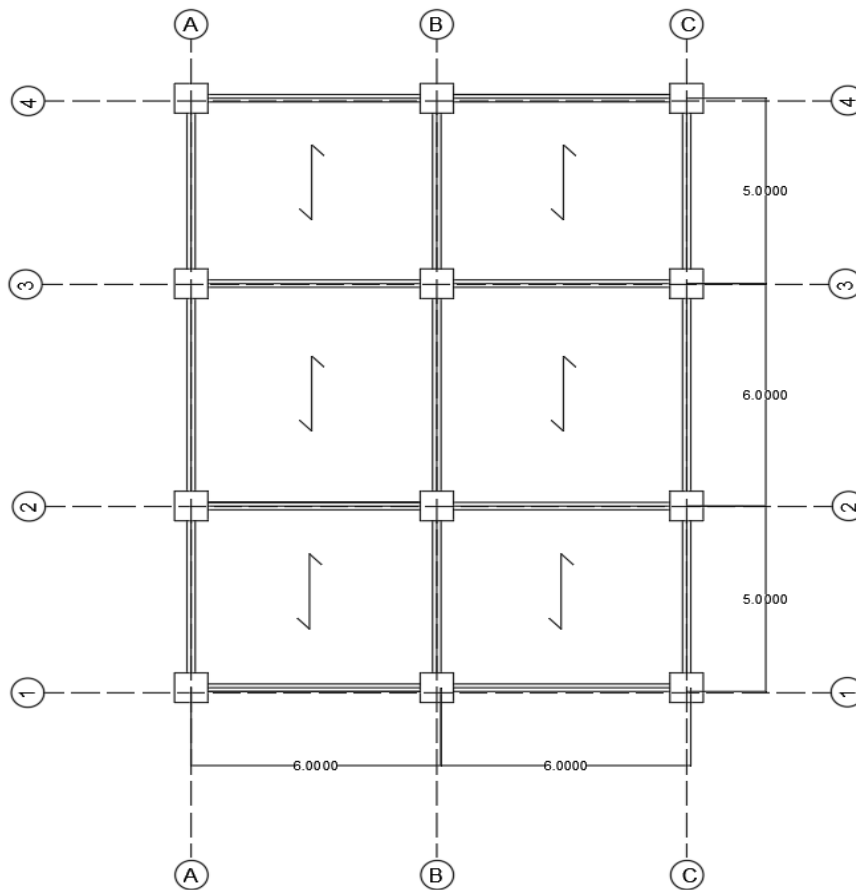


Ilustración 5. Vista en planta de la estructura (igual para cada piso). Autor: David González

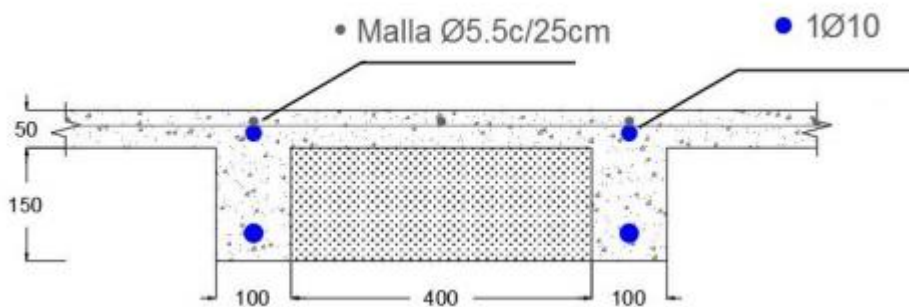


Ilustración 6. Sección transversal del sistema de piso (igual en todos los pisos). Autor: David González

Para todo el proyecto, se considerará que todos los elementos contarán con las siguientes propiedades:

- Hormigón $f'c=280\text{kg/cm}^2$
- Acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$

2.2.1 Cargas en la estructura

2.2.1.1 Cargas muertas

Las cargas muertas son aquellas cargas que aportan un peso a la estructura sin variar su posición a lo largo de la vida de la estructura. A continuación, se detallarán las cargas muertas a considerar en el modelo.

RESULTADOS PESO MUERTO ADICIONAL

Eléctricas, sanitarias, ductos y varios	25 kg/m ²
Cerámica	100 kg/m ²
Paredes	200 kg/m ²
Tumbado	25 kg/m ²
<hr/>	
Total adicional	350 kg/m ²

Ilustración 7. Cargas muertas considerados para el modelo

Nota: El peso propio de las estructuras de pórtico como el sistema de piso a usar es calculado por el programa de análisis.

2.2.1.2 Cargas vivas

Las cargas vivas son todas las cargas gravitacionales ocasionales que se producen por el uso de la estructura. Estos son temporales y su intensidad y ubicación cambian en el paso del tiempo.

Para el modelo a realizar, se usará la carga viva obtenida a partir de la NEC-SE-CG. (2015), asumiendo que la estructura en este proyecto es para residencia.

Residencias	
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2.00
Hoteles y residencias multifamiliares	2.00
Habitaciones	4.80
Salones de uso público y sus corredores	

*Ilustración 8. Cargas vivas a usar en el modelo (mismo en todos los pisos).
Fuente: NEC-SE-CG*

2.2.1.3 Cargas Sísmicas

Las cargas sísmicas son aquellas fuerzas generadas como una respuesta en la estructura producto de un movimiento del terreno (sismo). La respuesta de la estructura causada por el movimiento del terreno depende de las características dinámicas del edificio (amortiguamiento, rigidez, masa).

Para el análisis de una edificación, se estiman las cargas sísmicas a través de un espectro de respuesta, el cual representa el peligro sísmico y la respuesta de la estructura a un sismo específico. El espectro de diseño se representa en base a las condiciones geológicas, tectónicas, sismológicas y del tipo de suelo asociadas con el sitio en donde se encuentra la estructura, para una fracción de amortiguamiento respecto al crítico del 5%.

2.2.1.3.1 Espectros de respuestas

Para ambos espectros de respuesta se siguen los pasos de la NEC-15. El primer modelo consiste en crear un espectro de respuesta para un sismo de $T=475$ años el cual se reduce por un factor de modificación “R”, mientras que para el segundo modelo se crea un espectro de respuesta para un sismo $T=43$ años. En el presente trabajo se considerará que la estructura será diseñada para un suelo tipo “D” en la ciudad de Guayaquil y para el método convencional se asume que la estructura es altamente dúctil siendo $R=8$.

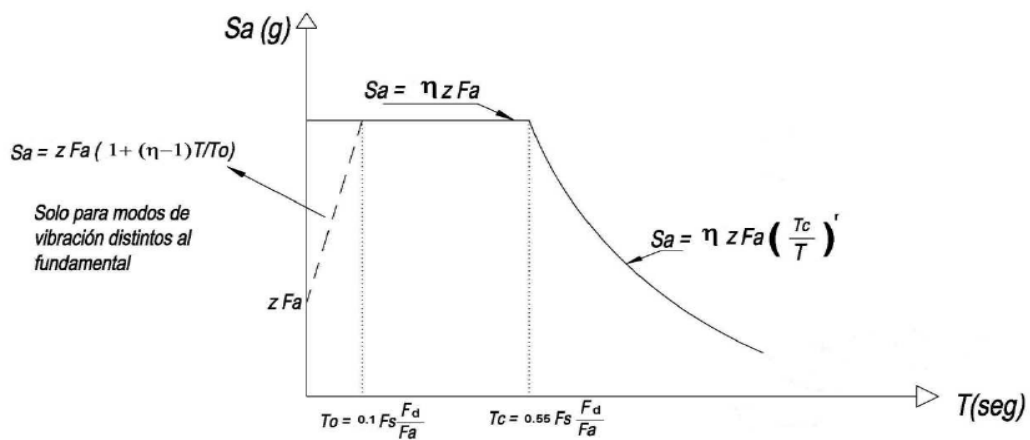


Ilustración 9. Espectro sísmico elástico de aceleración para representación del sismo de diseño. Fuente: NEC-15

Para realizar el espectro de respuesta elástica se conoce la aceleración máxima esperada en roca “Z”, y el factor η siendo la razón entre S_a para $T=0.1$ seg y el PGA seleccionado.

POBLACION	PARROQUIA	CANTON	PROVINCIA	Z
GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	GUAYAS	0.40

Ilustración 10. Factor "Z" para ciudad de Guayaquil. Fuente: NEC-15

- $\eta = 1.80$: Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas),
- $\eta = 2.48$: Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos
- $\eta = 2.60$: Provincias del Oriente

Ilustración 11. Factor η para las diferentes regiones del Ecuador. Fuente: NEC-15

Para el segundo diseño, se obtiene un espectro de respuesta de diseño para un $T=43$ años, equivalente al “sismo de servicio”. Para esto usamos la curva de Peligro Sísmico de la ciudad de Guayaquil y se obtiene el nuevo valor η para una PGA para el periodo de retorno mencionado.

Conociendo el periodo de retorno de 43 años, obtenemos la tasa anual de excedencia:

$$TAE = \frac{1}{Tr} = \frac{1}{43} = 0.023$$

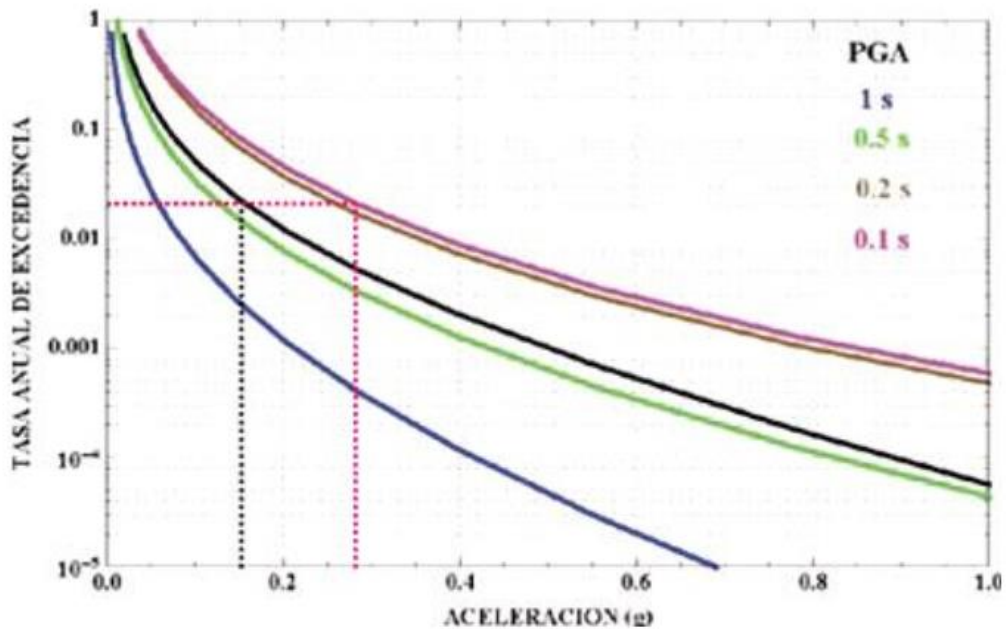


Ilustración 12. Curva de peligro sísmico para la ciudad de Guayaquil. Fuente: Diego Calva

Conocido la tasua anual de excedencia se obtiene el PGA para un sismo de diseño y un sismo de servicio, siguiendo la linea roja y negra de ilustracion 12. Conocido ambas aceleraciones, obtenemos el factor η :

$$\eta = \frac{Sa(0.1s)}{Sa_{PGA}} = \frac{0.28}{0.15}$$

$$\eta = 1.86$$

Despues se pasa a construir la curva obteniendo los factores F_d, F_s y F_a para un $Sa_{Tr=43años} = 0.15g$

A partir de esta, se obtienen lo factores de sitio F_a, F_d y F_s para ambos modelos ya conocido el tipo de suelo.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sismica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12

Ilustración 13. Factores de sitio F_a para los tipos de suelo, indicando en rojo valores para sismo de servicio y en negro valores de sismo de diseño. Fuente: Diego Calva

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sismica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11

Ilustración 14. Factores de sitio F_d para los tipos de suelo, indicando en rojo valores para sismo de servicio y en negro valores de sismo de diseño. Fuente: Diego Calva

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40

Ilustración 15. Factores de sitio F_s para los tipos de suelo, indicando en rojo valores para sismo de servicio y en negro valores de sismo de diseño. Fuente: Diego Calva

A continuación, se muestra un gráfico resumen con el espectro de diseño y el espectro de sismo de servicio. También se muestra el espectro de respuesta de diseño modificado por el factor “R”, el cual se usará para el análisis sísmico.

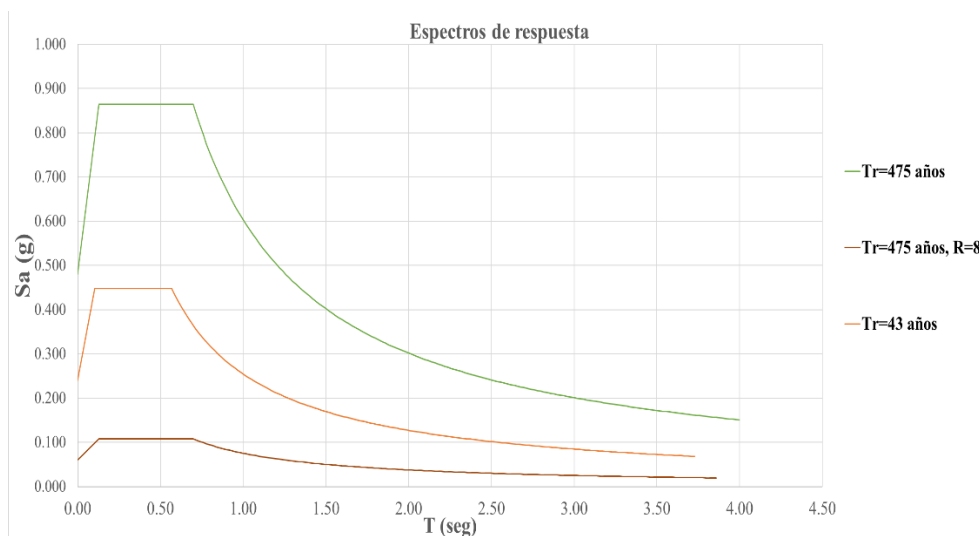


Ilustración 16. Espectros de respuestas para ambos modelos estructurales. Fuente: David González

De la ilustración 16 se observa que el espectro de servicio está por encima del espectro reducido de diseño, por lo que se esperaría que para un periodo de retorno de 43 años, se esperó un nivel de daño que pudiera no estar acorde a lo que exige la norma NEC en términos de desempeño esperado

2.3.1 Diseño convencional

Para el diseño con enfoque tradicional se comienza siguiendo los requerimientos y objetivos generales proporcionado por la *NEC* (2015) para realizar el análisis sísmico, así también como las revisiones correspondientes de la norma para un sismo de periodo de retorno de 475 años.

Una vez realizado el análisis, se diseña la estructura como un sistema de pórticos especiales resistentes a momento cumpliendo los requisitos de la norma ACI 318 (2019). Después pasa a ser revisado a través de un procedimiento no lineal estático (NSP), siguiendo los lineamientos del capítulo 7 de la norma ASCE/SEI 41. (2013) los cuales se detallan 2.3.1.4 .

2.3.1.1 Objetivos generales y requisitos

La *NEC-15* tiene objetivos que varían en función de la magnitud del sismo que pudiera experimentar en la estructura. Para las estructuras de ocupación normal los objetivos de desempeño según la *NEC*. (2015) son:

- *Prevenir daños en elementos no estructurales y estructurales, ante sismos frecuentes de baja aceleración.*
- *Prevenir daños estructurales graves y controlar daños no estructurales, ante terremotos moderados.*
- *Evitar el colapso ante terremotos severos que pueden ocurrir pocas veces, procurando salvaguardar la vida de sus ocupantes.*

Tabla 1. Resumen de los distintos niveles de desempeño esperados por la *NEC-15*

Nivel de desempeño estructural (prevención)	Elementos estructurales	Elementos no estructurales	Tasa anual de excedencia
Servicio	Ningún daño	Ningún daño	0.023
Daño	Ningún daño	Daños	0.01389
Colapso	Cierto grado de daño	Daños considerables	0.00211

Según la NEC-15, estos objetivos se logran diseñando la estructura de tal manera que cumplan los siguientes criterios:

- Que conste con la capacidad para resistir las fuerzas especificadas por esta norma.
- Conseguir derivas inelásticas menores a las máximas permisibles por la norma.
- Que la estructura pueda disipar energía de deformación inelástica, haciendo uso de las técnicas de diseño por capacidad.

2.3.1.2 Requisitos de diseño de la norma ACI 318-19

El ACI 318-19 contiene diferentes requerimientos de acuerdo al tipo de sistema estructural sismo-resistente escogido. Para el “Edificio DC” se usó un sistema de pórticos especiales resistentes a momentos del cual se detalla, en la tabla 2, con todos los requerimientos que se deben cumplir durante el proceso de diseño.

Tabla 2. Requerimientos de ACI 318-19, capítulo 18 para vigas de pórticos

<p>Límites dimensionales</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Luz libre < 4 veces el peralte de la viga 18.6.2(a) ▪ Ancho de viga < 30% de la altura de la viga 18.6.2(b)
<p>Refuerzo longitudinal</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Al menos dos barras continuas superior e inferior 18.6.3.1 ▪ $A_{s,max} < 0.025bd$ ▪ $A_{s,min} > 14bd/f_y$ 9.6.1.2 ▪ En el nudo $M_{n+} > 0.5M_{n-}$ 18.6.3.2 ▪ A lo largo del elemento $M_n > 0.25M_n$ en nudo 18.6.3.2

Refuerzo transversal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Espaciamiento máximo de estribos en zona 2H el mínimo entre $(d/4; 6\Phi_{l_{min}}; 15\text{cm})$ 18.6.4.4 ▪ Zona fuera de 2H espaciamento máximo = $d/2$ 18.6.4.6
Resistencia a corte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cortante de diseño V_e se determina basado a partir de los momentos probables M_{pr}. 18.6.5.1

Tabla 3. Requerimientos de ACI 318-19, capítulo 18 para columnas de pórticos

Límites dimensionales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dimensión mínima de sección = 30 cm 18.7.2.1(a) ▪ Relación dimensión mayor/dimensión menor > 0.4 18.7.2.1(b)
Resistencia a flexión	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Debe cumplir con los momentos obtenidos con las combinaciones de momento último y cumplir con el criterio columna fuerte-viga débil $\Sigma M_{nc} > 1.2 \Sigma M_{nb}$. 18.7.3.2
Refuerzo longitudinal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El acero en columna de cumplir con $1\% A_g < A_s < 6\% A_g$ 18.7.4.1

<p>Refuerzo transversal</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zona L_o es al menos el mayor entre $(B_{col}; L_n/6; 45\text{cm})$ 18.7.5.1 ▪ Refuerzo dispuesto de manera que el espaciamiento entre barras longitudinales contraventeadas no exceda los 35cm ▪ Separación de refuerzo en zona L_o no debe exceder el mínimo entre $(B_{min}/4; 6\Phi_{lmin})$ 18.7.5.3 ▪ Cuantía de refuerzo transversal deben cumplir con el mayor de: <ul style="list-style-type: none"> ➢ $0.3(A_g/A_{ch} - 1)f_c/f_y$ 18.7.5.4(a) ➢ $0.09f_c/f_y$ 18.7.5.4(b) ▪ Mas allá de la zona L_o, el espaciamiento máximo no debe exceder del menor entre $(6\Phi_{lmin}; 15\text{cm})$ 18.7.5.6
------------------------------------	--

Tabla 4. Requerimientos de ACI 319, capítulo 18 para Conexiones de pórticos especiales resistentes a momento

<p>Generalidades</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Las fuerzas se determinan a partir del acero usado en las vigas tomando en cuenta la sobre resistencia del material $(1.25f_y)$ 18.8.2.1
<p>Resistencia a corte</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resistencia del nudo se determina según la tabla 18.8.4.3 ▪ Se considera un nudo confinado siempre que cumpla que $B_{viga} \geq 3/4 B_{col}$ 18.8.4.2

2.3.1.3 Revisiones de desempeño sísmico

Antes de realizar el análisis no lineal estático, se debe hacer las revisiones más importantes exigidas en la NEC-15, las cuales son:

- Índice de estabilidad y efectos de segundo orden
- Control de derivas de piso
- Momentos Torsionales

2.3.1.3.1 Efectos de segundo orden P-Δ e índice de estabilidad Q_i

Los efectos P-Δ producen un incremento en las fuerzas internas, momentos y derivas de la estructura al existir un desplazamiento lateral, y que por ello deben considerarse (NEC, 2015):

- Para el cálculo de dichos incrementos
- Para la evaluación de la estabilidad estructural global.

A partir de los efectos de primer y segundo orden, el índice de estabilidad puede calcularse por medio de:

Ecuación 1. Fórmula del índice de estabilidad. Fuente: NEC-15

$Q_i = \frac{P_i \Delta_i}{V_i h_i}$
Dónde:
Q_i Índice de estabilidad del piso i, es la relación entre el momento de segundo orden y el momento de primer orden.
P_i Suma de la carga vertical total sin mayorar, incluyendo el peso muerto y la sobrecarga por carga viva, del piso i y de todos los pisos localizados sobre el piso i
Δ_i Deriva del piso i calculada en el centro de masas del piso.
V_i Cortante sísmico del piso i
h_i Altura del piso i considerado

Este índice estima la posible condición de inestabilidad en la estructura y define la consideración o no de los efectos de segundo orden en la estructura. En todo caso Q_i no debe ser mayor a 0.3.

2.1.1.3.2 Control de la deriva de piso (derivadas inelásticas máximas)

Para la revisión de las derivas de piso se utilizará el valor de respuesta máxima inelástica obtenida de la deriva elástica, que genere el sismo de diseño. Las derivas obtenidas como resultados del análisis sísmico para cada dirección de aplicación de las fuerzas laterales, se calcularán para cada piso, verificando que ninguna de ellas supere los valores establecidos en la tabla 7 de la sección 4.2.2 de la *NEC* (2015).

Ecuación 2. Fórmula de deriva máxima inelástica. Fuente: NEC-15

$$\Delta_M = 0.75R\Delta_E$$

Dónde:

Δ_M Deriva máxima inelástica

Δ_E Desplazamiento obtenido en aplicación de las fuerzas laterales de diseño reducidas

R Factor de reducción de resistencia (véase la sección [6.3.4](#))

Tabla 5. Deriva máxima permitida para diferentes tipos de estructuras. Fuente: NEC-15

Estructuras de:	Δ_M máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

2.3.1.3.3 Momentos torsionales

El momento torsor de diseño del piso determinado debe calcularse como el momento resultante que se obtiene a partir de las excentricidades que hay entre el centro de masa y centro de rigidez del piso analizado (asumiendo desde el inicio

un centro de masas desplazados en un 5% de la dimensión del edificio (Diego et al.,2015).

Cuando existe irregularidad torsional en el piso, esta debe ser considerada aumentando la torsión accidental asumida en el inicio a través de un factor de aumento, el cual no debe ser mayor a 3 y que se calcula con la expresión:

Ecuación 3. Fórmula de factor de amplificación torsional. Fuente: NEC-15

$$A_x = \left(\frac{\delta_{\max}}{1.2\delta_{\text{prom}}} \right)^2$$

Dónde:

A_x Factor de amplificación torsional

δ_{prom} Promedio de desplazamientos de los puntos extremos de la estructura en el nivel x.

δ_{\max} Valor del desplazamiento máximo en el nivel x.

2.3.1.4 Análisis no lineal estático

El análisis no lineal de una edificación trata de generar un modelo matemático en el que se incorpora directamente las características no lineales de carga-deformación de los componentes individuales del edificio, los cuales están sujetos a un aumento de cargas monotónicas laterales, que representan las fuerzas inerciales en un terremoto, hasta que se alcanza un desplazamiento objetivo.

Este tipo de análisis debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- 1.) La relación entre la fuerza cortante de la base y el desplazamiento lateral del nodo de control se establecerá para los desplazamientos del nodo de control que oscilen entre un rango del 0 y 150% del desplazamiento objetivo, δ_t .

$$\delta t = C_0 C_1 C_2 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g$$

Donde:

- C_0 = Factor de modificación que relaciona desplazamiento espectral del sistema de 1° de libertad, al desplazamiento de un sistema de múltiples grados de libertad.

Tabla 6. Valores para factor de modificación C_0

Number of Stories	Shear Buildings*		Other Buildings
	Triangular Load Pattern (1.1, 1.2, 1.3)	Uniform Load Pattern (2.1)	Any Load Pattern
1	1.0	1.0	1.0
2	1.2	1.15	1.2
3	1.2	1.2	1.3
5	1.3	1.2	1.4
10+	1.3	1.2	1.5

NOTE: Linear interpolation shall be used to calculate intermediate values.
*Buildings in which, for all stories, story drift decreases with increasing height.

- C_1 = Factor de modificación que relaciona el desplazamiento inelástico máximo esperado al desplazamiento elástico calculado. Para periodos mayores a 1.0seg, $C_1=1$. Caso contrario, se calcula de la siguiente forma:

Ecuación 4. Ecuación para valores de modificación C_1

$$C_1 = 1 + \frac{\mu_{strength} - 1}{aT_e^2} \quad (7-29)$$

where a = Site class factor:

= 130 Site Class A or B;

= 90 Site Class C;

= 60 Site Class D, E, or F;

T_e = Effective fundamental period of the building in the direction under consideration, in seconds;

- C_2 = Factor de modificación que representa degradación cíclica de rigidez y pérdida de resistencia. Para periodos mayores a 0.7 seg, $C_2=1$
- g = Aceleración de la gravedad

“ T_e ” se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$T_e = T_i \sqrt{\frac{K_i}{K_e}}$$

Donde:

- T_i = Periodo elástico
- K_i = Rigidez elástica
- K_e = Rigidez efectiva

2.-) Las cargas gravitacionales de los componentes se incluirán en el modelo matemático para su combinación con fuerzas sísmicas como se detalla a continuación:

$$Q_G = Q_D + Q_L + Q_S$$

Donde:

- Q_D = Acción causada por cargas muertas.
- Q_L = Acción causada por cargas vivas reducidas un 25%.
- Q_S = Acción causada por carga efectiva de nieve.

3.-) El modelo de análisis deberá ser discretizado para representar la respuesta de fuerza-deformación de cada componente a lo largo de su longitud para identificar lugares de acción inelástica.

Para este requerimiento se seguirá un modelo definido por Haselton et al.(2008) en el cual se construye un modelo en el software “OpenSees”. Este modelo consta de rótulas de flexión que simulan la posibilidad de rótulas plásticas en los extremos de vigas y columnas.

4.-) El comportamiento fuerza-desplazamiento de todos los componentes debe ser incluido explícitamente en el modelo utilizando curvas de histéresis que incluyan la degradación de resistencia y rigidez.

Para este análisis la relación fuerza-desplazamiento no lineal entre cortante basal y el desplazamiento del nudo de control se reemplazará con una relación idealizada para calcular la rigidez lateral efectiva, K_e , y el límite elástico efectivo, V_y , del edificio, como se muestra en la siguiente figura:

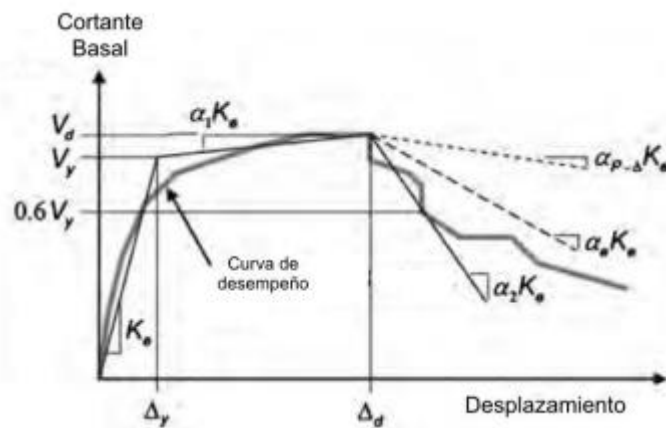


Ilustración 17. Curva idealizada de cortante basal vs desplazamiento de techo.
Fuente: ASCE 41-13

2.3.2 Diseño propuesto

Para el diseño “Edificio DS” se realizan los mismos procedimientos usados en el diseño convencional. Se seguirán los mismos requerimientos y objetivos generales

proporcionado por la NEC-15 para realizar el análisis sísmico, con la excepción que el análisis y las revisiones serán las correspondientes a un espectro de periodo de retorno de 43 años.

Para este diseño, la fuerza sísmica usada en el análisis sísmico es igual a la del sismo de servicio sin considerar el factor de reducción “R”, el fin de este proyecto es demostrar que, al usar el sismo de servicio para el diseño de la estructura, esta demostrará un desempeño esperado adecuado para todos los niveles que la norma exige. Para este modelo se realiza un control de deriva usando un límite de derivas elásticas de 0.5%.

Una vez realizado el análisis, se diseña la estructura como un sistema de pórticos especiales resistentes a momento cumpliendo los requisitos de la norma ACI 318-19. Después pasa a ser revisado a través de un procedimiento no lineal estático (NSP) detallado en el “Edificio DC”.

2.4 Procedimiento para el análisis estructural usado en ambos diseños

El método usado para realizar el análisis estructural fue el dinámico de superposición modal espectral. Este análisis se realizó a través de un programa computacional. Para el análisis de los dos modelos se realizaron y verificaron los requerimientos de la NEC-15 tal como se detalla en las siguientes secciones:

2.4.1 Secciones agrietadas

Para estructuras de hormigón armado, para el cálculo de rigidez y derivas máximas en la estructura se deberán usar las inercias agrietadas en los elementos estructurales, siendo estas:

- $0.5 I_g$ para vigas (considerando la contribución de las losas, cuando fuera aplicable)
- $0.8 I_g$ para columnas
- $0.6 I_g$ para muros estructurales:

Ilustración 18. Secciones agrietadas a considerar en el análisis

2.4.2 Efectos P-Δ

Explicados en la sección **2.1.1.3.1**

2.4.3 Número de modos

Se deberá tomar un número de modos tal que la participación de masa modal total sea por lo menos el 90% de la masa total de la estructura, en cada dirección considerada.

2.4.4 Efectos direccionales

Se deberán aplicar las fuerzas sísmicas considerando el 100% de la fuerza en una dirección junto con el 30% de la dirección perpendicular, siguiendo las indicaciones de la ASCE 7-16, siendo esta la norma en la que se basa la NEC-15.

2.4.5 Cortante basal mínimo

El cortante basal que resulta de un análisis dinámico espectral no puede ser menor que un porcentaje del cortante basal obtenido del análisis estático equivalente.

- Para estructuras regulares, $v_{\min} = 0.8 V_{EE}$
- Para estructuras irregulares, $v_{\min} = 0.85 V_{EE}$

Donde: V_{EE} es el cortante basal obtenido del análisis estático equivalente

2.4.6 Torsión accidental

Se deberá tomar una excentricidad entre el centro de masa de cada piso a una distancia de $\pm 5\%$ en el sentido perpendicular de la fuerza.

2.5 Resultados del análisis de superposición modal

Después de un proceso de tanteo se obtuvieron las dimensiones de los elementos, necesarias para cumplir la resistencia y así también los requerimientos por la NEC-15.

2.5.1 Dimensiones de elementos

A continuación, se detalla una tabla con las dimensiones respectivas de los elementos en cada piso de la estructura.

2.5.1.1 Edificio DC

Tabla 7. Sección de elementos a usar en el diseño Edificio DC. Autor: David González

Elementos estructurales (Medidas en cm)			
Pisos	Vigas cargadoras	Vigas de amarre	Columnas
1	40X70	40X55	80X80
2	40X70	40X55	80X80
3	40X70	40X55	80X80
4	40X70	40X55	80X80
5	40X70	40X55	75X75
6	40X65	40X50	75X75
7	40X65	40X50	75X75
8	40X65	40X50	75X75
9	40X65	40X50	70X70
10	40X65	40X50	70X70
11	40X60	30X45	70X70
12	40X60	30X45	70X70
13	40X60	30X45	65X65
14	40X60	30X45	65X65
15	40X60	30X45	65X65
16	40X55	30X40	65X65
17	40X55	30X40	60X60
18	40X55	30X40	60X60
19	40X55	30X40	60X60
20	40X55	30X40	60X60

2.5.1.2 Edificio DS

Tabla 8. Sección de elementos a usar en el diseño Edificio DS. Autor: David González

Elementos estructurales (Medidas en cm)				
Pisos	Vigas cargadoras	Vigas de amarre	Columnas	
1	55X80	55X80	160X160	
2	55X80	55X80	160X160	
3	55X80	55X80	160X160	
4	55X80	55X80	160X160	
5	55X80	55X80	155X155	
6	45X70	45X70	155X155	
7	45X70	45X70	155X155	
8	45X70	45X70	155X155	
9	45X70	45X70	150X150	
10	45X70	45X70	150X150	
11	45X65	45X65	150X150	
12	45X65	45X65	150X150	
13	45X65	45X65	145X145	
14	45X65	45X65	145X145	
15	45X65	45X65	145X145	
16	40X60	40X60	145X145	
17	40X60	40X60	140X140	
18	40X60	40X60	140X140	
19	40X60	40X60	140X140	
20	40X60	40X60	140X140	

2.5.2 Periodos estructurales

Tabla 9. Resumen de periodos de ambos modelos. Autor: David González

Periodo de la estructura T		
	Modelo convencional	Modelo sismo de servicio
T(seg)	3.26	2.6

2.5.3 Modo de vibración y participación de masas

Tabla 10. Resumen de periodos para los modos que lleguen al 90% de participación de masa.
Fuente: David González

EDIFICIO DC		
Modo de vibración	Periodo (seg)	Participacion de masas(%)
1	2.60	67.03
2	2.25	67.03
3	1.44	67.03
4	0.81	81.84
5	0.72	81.84
6	0.49	81.84
7	0.39	88.79
8	0.36	88.79
9	0.27	88.79
10	0.23	92.47

Tabla 11. Resumen de periodos para los modos que lleguen al 90% de participación de masa.
Fuente: David González

EDIFICIO DS		
Modo de vibración	Periodo (seg)	Participacion de masas(%)
1	3.27	72.30
2	2.96	72.30
3	2.35	72.30
4	1.18	86.15
5	1.05	86.15
6	0.87	86.15
7	0.67	86.83
8	0.60	91.54

2.5.4 Derivas de piso

Se presenta en las ilustraciones 20 y 21, las derivas inelásticas obtenidas a partir de las derivas máximas elásticas resultado del análisis estructural realizado. Se limitaron las derivas a las máximas permisibles cumpliendo con los requerimientos de la NEC-15 para el “Edificio DC”; y una deriva máxima del 0.5% para el “Edificio DS”

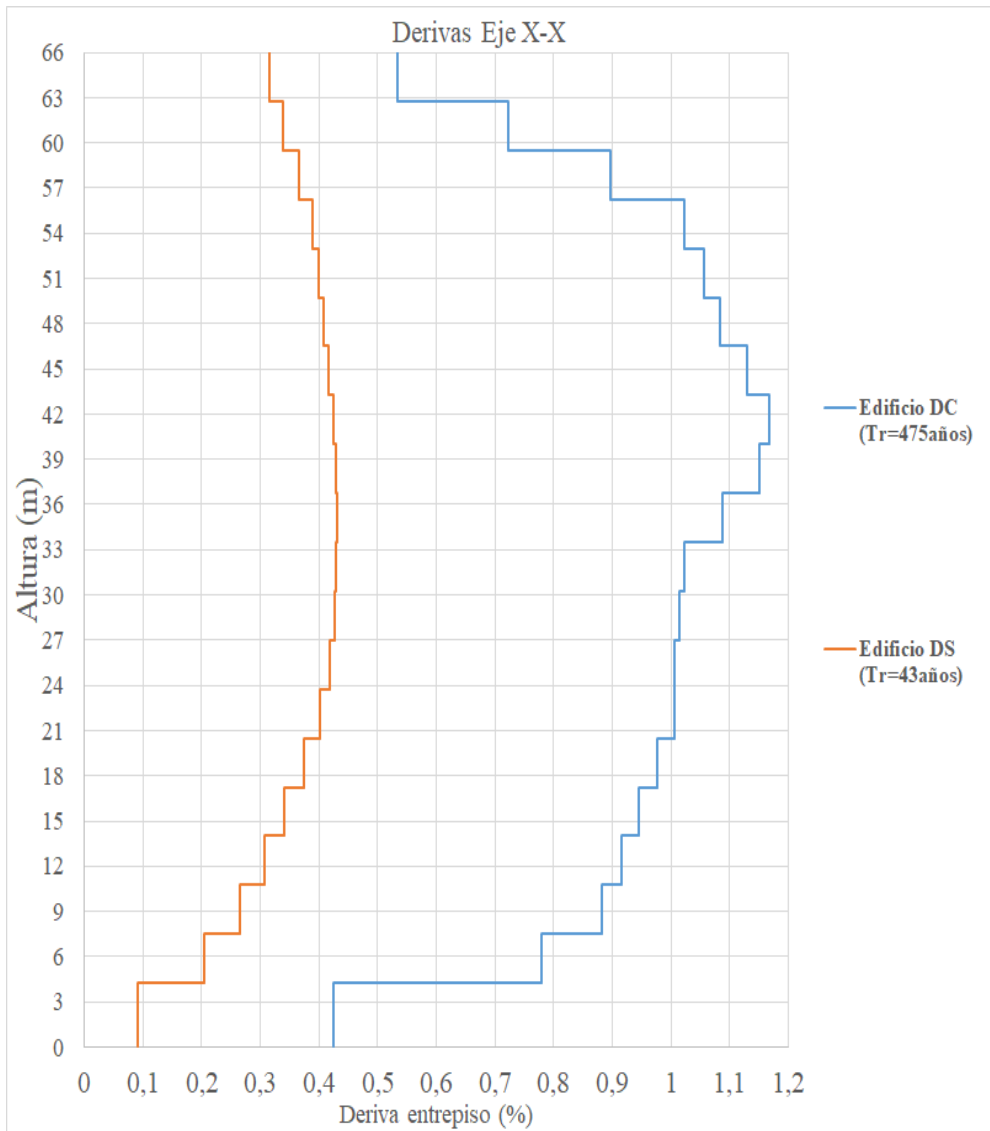


Ilustración 19. Derivas de entrepiso Eje X-X, en azul Edificio DC y en naranja Edificio DS. Fuente: David González

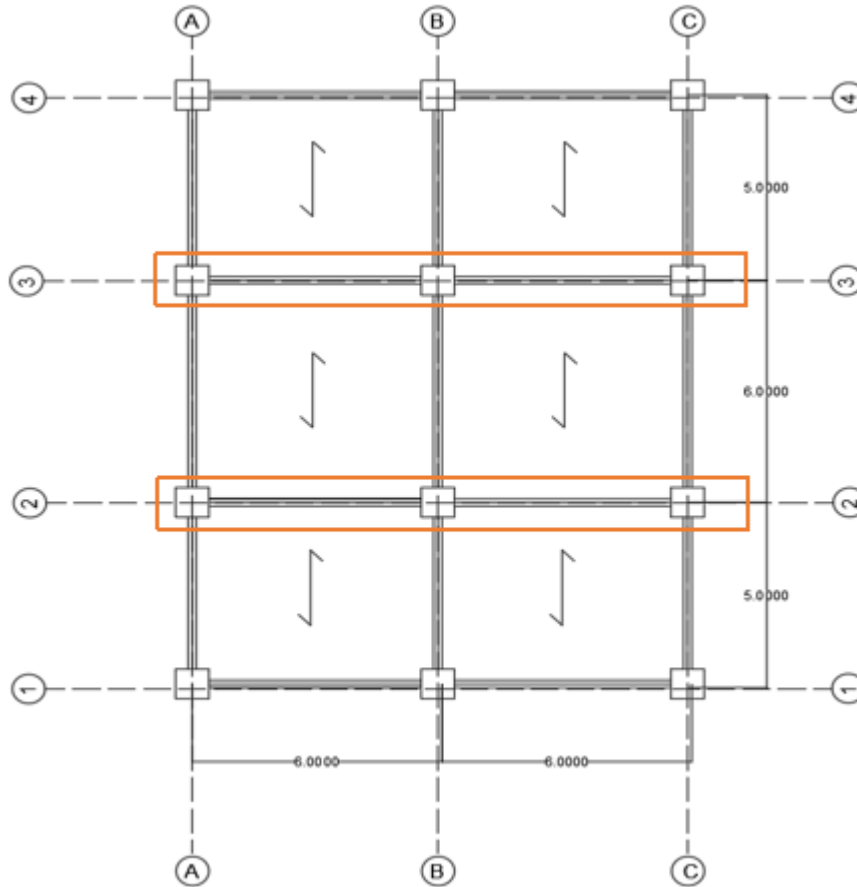


Ilustración 21. Vista en planta de la estructura especificando la ubicación de vigas cargadoras más críticas. Fuente: David González

Ahora se muestra un resumen del detallamiento estructural de las vigas cargadoras del eje más crítico (ver ilustración 22) y de las columnas por piso, como los son cuantías de acero, dimensiones y separación de estribos en zonas definidas por ACI 318-19.

2.5.5.1 Detallamiento de elementos estructurales para diseño sismo de servicio

Tabla 12. Resumen del diseño de vigas. Sismo de servicio. Fuente: David González

Diseño edificio sismo de servicio							
Vigas cargador a piso	Base (cm)	Altura(cm)	As(-) cm2	As(+) cm2	$\rho(-)$ %	$\rho(+)$ %	Estribos
1	55	80	15.21	15.21	0.346	0.346	4Φ10 c/132mm
2	55	80	21.49	17.75	0.488	0.403	4Φ10 c/108mm
3	55	80	26.61	20.29	0.605	0.461	4Φ10 c/108mm
4	55	80	31.04	23.44	0.705	0.533	4Φ10 c/108mm
5	55	80	34.84	27.24	0.792	0.619	4Φ10 c/105mm
6	45	70	24.63	18.35	0.782	0.582	4Φ10 c/120mm
7	45	70	27.24	22.77	0.865	0.723	4Φ10 c/108mm
8	45	70	27.24	22.77	0.865	0.723	4Φ10 c/120mm
9	45	70	27.24	23.50	0.865	0.746	4Φ10 c/120mm
10	45	70	29.45	22.77	0.935	0.723	4Φ10 c/120mm
11	45	65	27.24	22.17	0.931	0.758	4Φ10 c/108mm
12	45	65	27.24	22.17	0.931	0.758	4Φ10 c/108mm
13	45	65	29.06	22.17	0.994	0.758	4Φ10 c/108mm
14	45	65	27.24	22.17	0.931	0.758	4Φ10 c/108mm
15	45	65	27.24	19.64	0.931	0.671	4Φ10 c/108mm
16	40	60	21.49	15.21	0.895	0.634	2Φ12c/105mm
17	40	60	20.29	15.21	0.846	0.634	2Φ12c/105mm
18	40	60	20.29	15.21	0.846	0.634	2Φ12c/108mm
19	40	60	18.85	12.57	0.785	0.524	2Φ12c/96mm
20	40	60	18.85	12.57	0.785	0.524	2Φ12c/110mm

Tabla 13. Resumen del diseño de Columnas. Sismo de servicio. Fuente: David González

Diseño edificio sismo de servicio					
Columnas piso	Base (cm)	Altura(cm)	As(cm2)	$\rho(\%)$	Estribos
1	160	160	257.35	1.0	9φ14c/50mm
2	160	160	257.35	1.0	9φ14c/40mm
3	160	160	257.35	1.0	9φ14c/40mm
4	160	160	257.35	1.0	9φ14c/40mm
5	155	155	257.35	1.1	9φ14c/40mm
6	155	155	257.35	1.1	9φ14c/40mm
7	155	155	257.35	1.1	9φ14c/40mm
8	155	155	257.35	1.1	9φ14c/40mm
9	150	150	225.19	1.0	8φ14c/40mm
10	150	150	225.19	1.0	8φ14c/40mm
11	150	150	225.19	1.0	8φ14c/40mm
12	150	150	225.19	1.0	8φ14c/40mm
13	145	145	225.19	1.1	8φ14c/45mm
14	145	145	225.19	1.1	8φ14c/45mm
15	145	145	225.19	1.1	8φ14c/45mm
16	145	145	225.19	1.1	8φ14c/45mm
17	140	140	197.05	1.0	9p14c/50mm
18	140	140	197.05	1.0	9p14c/50mm
19	140	140	197.05	1.0	9p14c/50mm
20	140	140	197.05	1.0	9p14c/50mm

2.5.5.2 Detallamiento de elementos estructurales para diseño sismo de diseño

Tabla 14. Resumen del diseño de vigas. Sismo de diseño. Fuente: David González

Diseño edificio sismo de diseño							
Vigas cargadora piso	Base (cm)	Altura(cm)	As(-) cm2	As(+) cm2	$\rho(-)$ %	$\rho(+)$ %	Estribos
1	40	70	10.56	9.42	0.377	0.337	2pi10c/60mm
3	40	70	12.57	9.42	0.449	0.337	2pi10c/84mm
4	40	70	13.23	9.42	0.472	0.337	2pi10c/100mm
5	40	70	13.23	9.42	0.472	0.337	2pi10c/100mm
6	40	65	13.41	9.42	0.516	0.362	2pi10c/96mm
7	40	65	14.33	9.42	0.551	0.362	2pi10c/95mm
8	40	65	14.33	9.42	0.551	0.362	2pi10c/95mm
9	40	65	14.33	9.42	0.551	0.362	2pi10c/95mm
10	40	65	14.33	9.42	0.551	0.362	2pi10c/95mm
11	40	60	15.21	7.60	0.634	0.317	2pi10c/84mm
12	40	60	15.21	7.60	0.634	0.317	2pi10c/84mm
13	40	60	15.21	7.60	0.634	0.317	2pi10c/84mm
14	40	60	15.21	7.60	0.634	0.317	2pi10c/84mm
15	40	60	15.21	7.60	0.634	0.317	2pi10c/84mm
16	40	55	13.89	7.60	0.631	0.346	2pi10c/90mm
17	40	55	13.89	7.60	0.631	0.346	2pi10c/90mm
18	40	55	13.89	7.60	0.631	0.346	2pi10c/90mm
19	40	55	13.89	7.60	0.631	0.346	2pi10c/90mm
20	40	55	13.89	7.60	0.631	0.346	2pi10c/90mm

Tabla 15. Resumen del diseño de Columnas. Sismo de diseño. Fuente: David González

Diseño edificio sismo de diseño					
Columnas piso	Base (cm)	Altura(cm)	As(cm2)	$\rho(\%)$	Estribos
1	80	80	78.54	1.2	6 ϕ 14c/130mm
2	80	80	78.54	1.2	6 ϕ 14c/95mm
3	80	80	78.54	1.2	6 ϕ 14c/95mm
4	80	80	78.54	1.2	6 ϕ 14c/95mm
5	75	75	58.90	1.0	6 ϕ 14c/115mm
6	75	75	58.90	1.0	6 ϕ 14c/115mm
7	75	75	58.90	1.0	6 ϕ 14c/115mm
8	75	75	58.90	1.0	6 ϕ 14c/115mm
9	70	70	58.90	1.2	6 ϕ 14c/125mm
10	70	70	58.90	1.2	6 ϕ 14c/125mm
11	70	70	58.90	1.2	6 ϕ 14c/125mm
12	70	70	58.90	1.2	6 ϕ 14c/125mm
13	65	65	45.62	1.1	6 ϕ 14c/132mm
14	65	65	45.62	1.1	6 ϕ 14c/132mm
15	65	65	45.62	1.1	6 ϕ 14c/132mm
16	65	65	45.62	1.1	6 ϕ 14c/132mm
17	60	60	37.70	1.0	6 ϕ 14c/120mm
18	60	60	37.70	1.0	6 ϕ 14c/120mm
19	60	60	37.70	1.0	6 ϕ 14c/120mm
20	60	60	37.70	1.0	6 ϕ 14c/120mm

2.5.6 Resumen de Materiales

Realizado el diseño estructural de ambos edificios, a través de los datos como: número de estribos, espaciamiento, longitudes de vigas y de columnas, etc. Se calcularon las cantidades de acero y hormigón de ambos diseños los cuales se muestran a continuación:

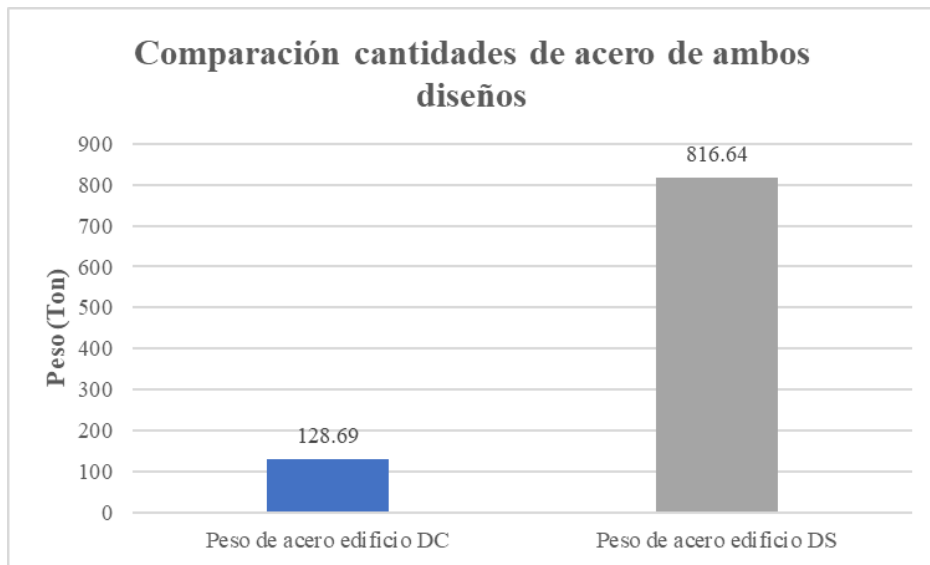


Ilustración 22. Comparación de cantidades de acero de ambos diseños. Fuente: David González

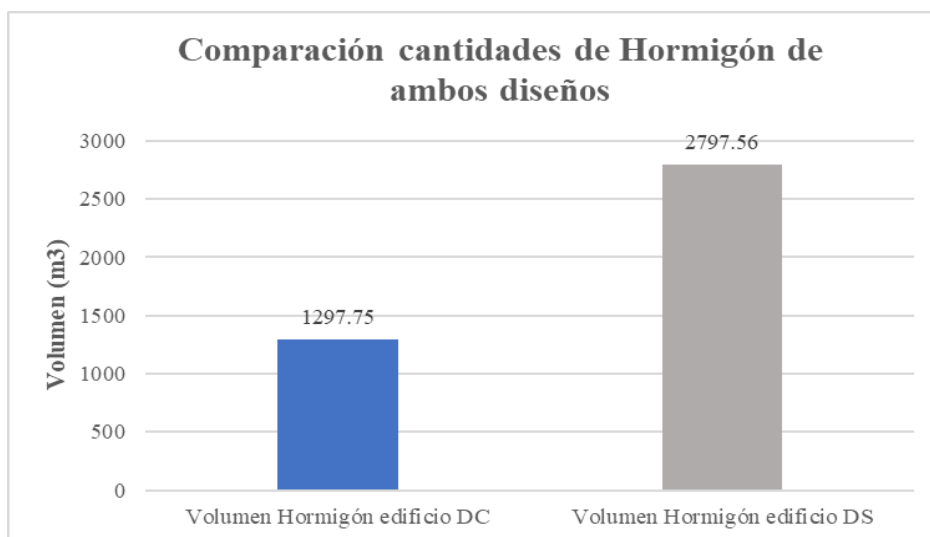


Ilustración 23. Comparación de cantidades de hormigón de ambos diseños. Fuente: David González

CAPÍTULO III

3.1 Análisis no lineal estático (Pushover)

Para el Pushover se construyó un modelo en el programa “OpenSees”. El modelo consta de elementos elásticos como vigas y columnas, y de elementos flexurales que simulan la formación de rótulas plásticas en las zonas de los extremos de columnas y vigas. Para la definición de los elementos flexurales se utilizan los parámetros según las recomendaciones de Haselton et al.(2008), donde se incluyen los resultados del detallamiento de acero en las zonas de rótulas plásticas. En los elementos inelásticos se utiliza el modelo propuesto por Ibarra-Medina-Krawinkler (2005), donde se incluye el deterioro estimado por la respuesta histerética.

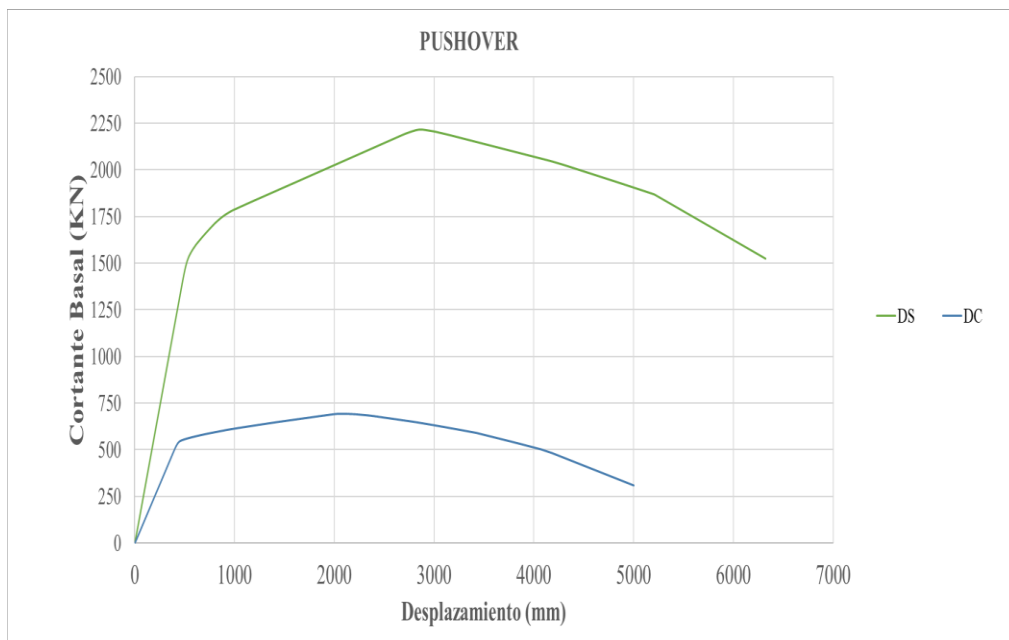


Ilustración 24. Resultado del análisis Pushover de ambos diseños. Fuente: David Gonzàlez

3.1.1 Revisión estructural y criterios de aceptación de desempeño sísmico

Para la revisión estructural, se monitorean las rotaciones de los elementos flexurales cuando se alcanza el desplazamiento objetivo de la curva de capacidad de la estructura (Pushover). Estas rotaciones pasan a ser comparadas con criterios de aceptación, que definen los límites de los niveles de ocupación inmediata, seguridad de vida y prevención de colapso

3.1.1.1 Desplazamientos objetivos para los distintos modelos

Para determinar los desplazamientos objetivos en los distintos modelos, se hace uso de una curva idealizada del Pushover, obtenida del software “Opensees” para el nodo de control. La curva idealizada consta de dos funciones lineales, cuya área total bajo dichas funciones resulta igual al área de la curva original. Para la representación bilineal el, ASCE 41-13 dispone lo siguiente:

- La primera función debe comenzar en el origen y debe ser secante a la curva original en el punto del 60% de cortante de fluencia.
- La segunda línea debe ser secante a la curva original finalizando en el punto donde se encuentra el cortante basal máximo.
- El cortante basal de fluencia no puede ser mayor, en ningún punto, al cortante basal máximo obtenido.
- Las áreas interiores entre la curva original y la idealizada deben ser igual a las áreas exteriores entre las curvas mencionadas.

Una vez consideradas estas disposiciones, se obtienen las representaciones bilineales para cada modelo, junto con los desplazamientos objetivos.

Tabla 16. Parámetros obtenidos para cálculo de desplazamiento objetivo de ambos diseños para distintos sismos. Fuente: David González

	Edificio DC	Edificio DS
T_i	4.92 seg	4.15 seg
K_i	128.4 T/m	302.07 T/m
T_e	9.03 seg	5.63 seg
K_e	38.1 T/m	163.67 T/m
C_0	1.3	1.3
C_1	1	1
C_2	1	1
$S_a(T=43\text{años})$	0.052g	-
$S_a(T=475\text{años})$	0.067g	0.107g
$\delta t(T=43\text{años})$	40cm	-
$\delta t(T=475\text{años})$	180cm	112.5

Nota: El modelo DS no se evalúa para el sismo T=43años debido a que las rotaciones están por debajo del límite de desempeño de ocupación inmediata en la revisión para el sismo de diseño T=475años, esto quiere decir que para el servicio cumpliría.

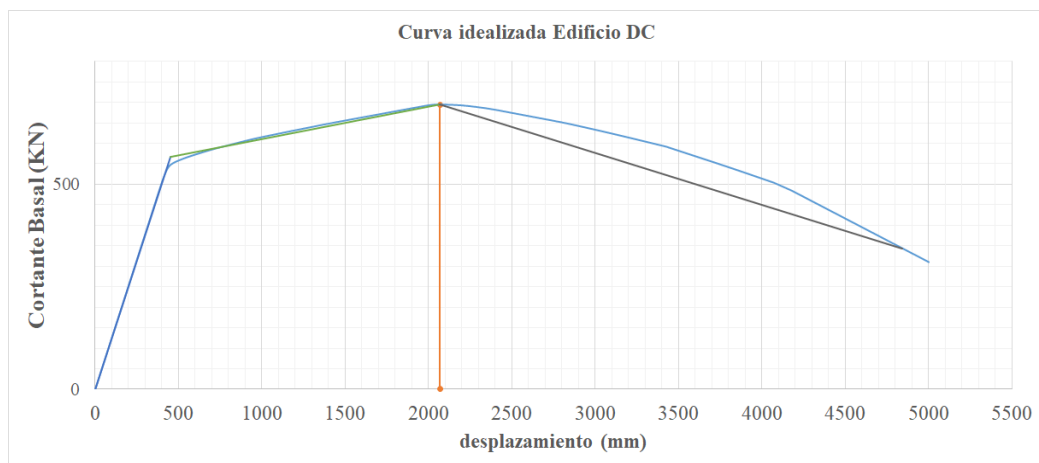


Ilustración 25. Representación bilineal modelo DC según procedimiento ASCE 41-13. Fuente: David González

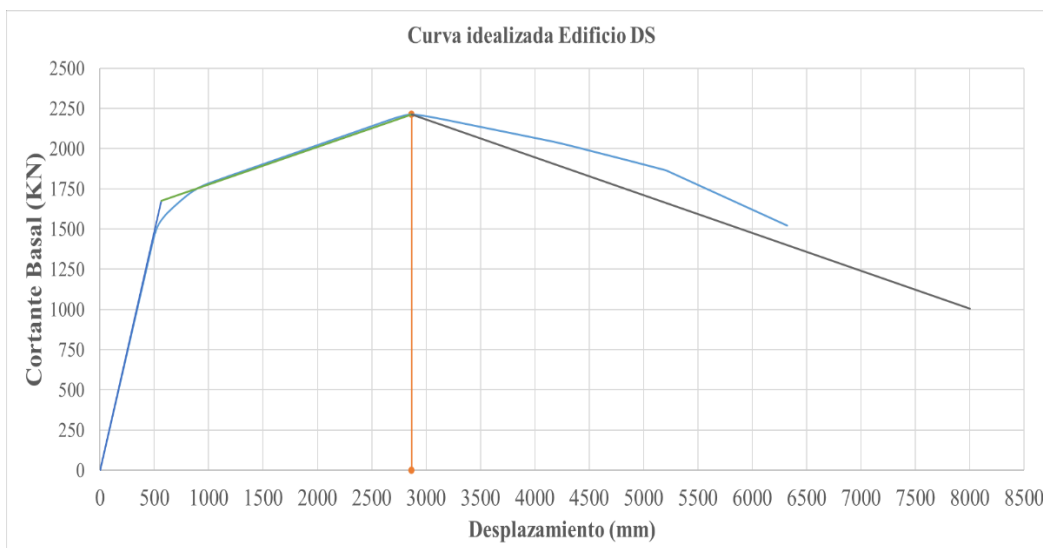


Ilustración 26. Representación bilineal modelo DS según procedimiento ASCE 41-13. Fuente: David González

3.1.1.2 Criterios de aceptación de desempeño Estructural

El principio básico del diseño de estructuras sismorresistentes es proveer al edificio la capacidad de soportar el movimiento sin colapso, pero siendo sujeto a un nivel de daño.

Para definir los límites de los distintos niveles de desempeño estructural, encontrados en la sección 2.3.1.1, el ASCE dispone que se realice una curva idealizada de fuerza-deformación para los elementos estructurales a revisar, sean estos primarios o secundarios. En la curva fuerza-deformación deben incluirse la degradación de rigidez y las fuerzas residuales.

Para este trabajo se usó el modelo desarrollado por Ibarra, Medina y Krawinkler (2005), el cual incluye un modelo de comportamiento cíclico permitiendo capturar la degradación de la rigidez y resistencia del elemento tal como se muestran en la ilustración 29 y 30.

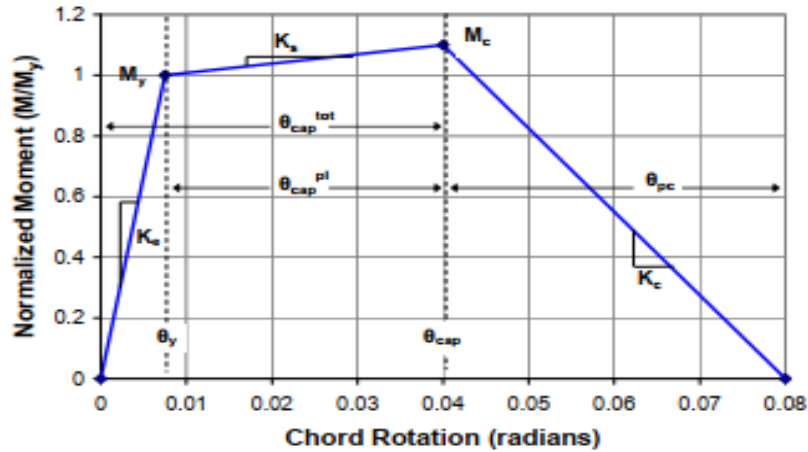


Ilustración 27. Parámetros del modelo de Ibarra y Krawinkler (2005)

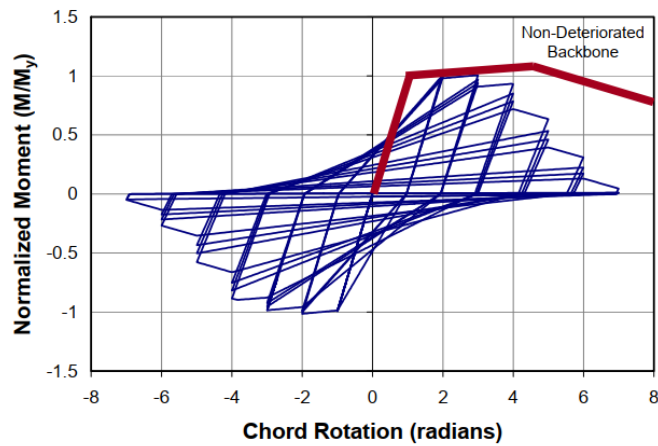


Ilustración 28. Comportamiento cíclico del modelo de Ibarra Krawinkler

Una vez se definidos los parámetros para realizar el modelo, se definen los puntos de la curva que indican los límites de distintos niveles de desempeño. Según el ASCE 41-13 los criterios de aceptación para acciones de deformación controlada en elementos primarios, para procedimientos no lineales, son los siguientes (ver ilustración 31 y 32):

- **Ocupación inmediata (OI):** La deformación límite no debe ser mayor a 0.67 de la deformación límite para el nivel de seguridad de vida
- **Seguridad de vida (SV):** Deformación límite igual a 0.75 veces la deformación en el punto C, correspondiente a prevención de colapso.

- **Prevención de colapso (PC):** Deformación en el punto C de la curva, pero no más grande que 0.75 veces la deformación en el punto E

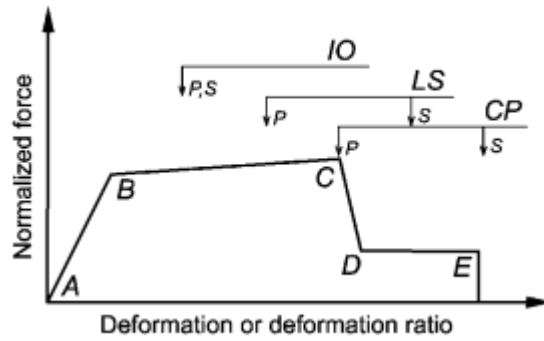


Ilustración 29. Ilustración de criterios de aceptación para diferentes desempeños esperados, Fuente: ASCE 41-13

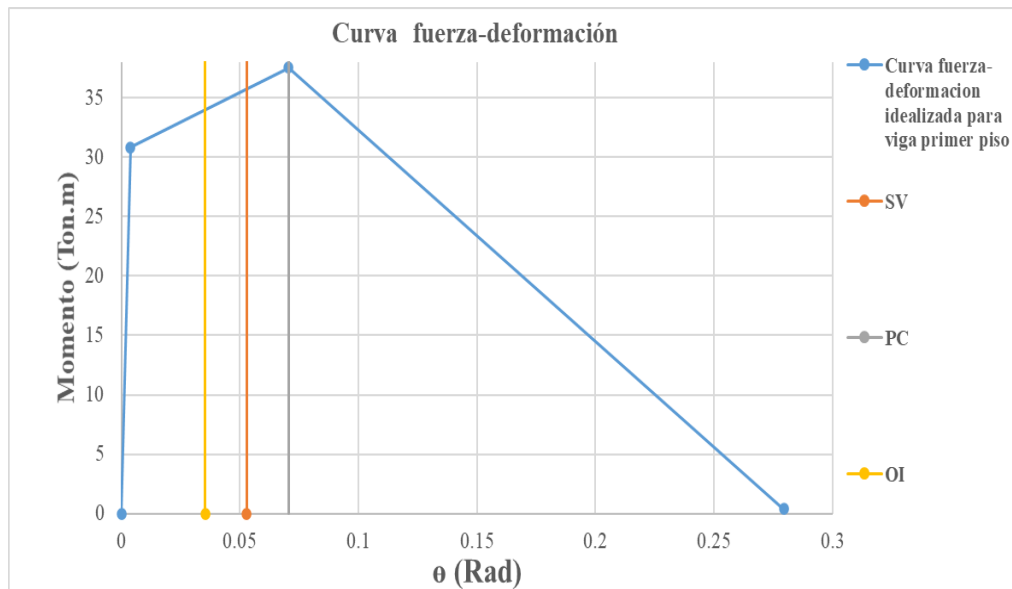


Ilustración 30. Definición de límites de desempeño para el modelo de Ibarra y Krawinkler. (Ejemplo de una viga de piso). Fuente: David González

3.1.1.2.1 Límites de desempeño estructural

En la ilustración 33 y 34 se graficaron los límites de desempeño para los elementos de cada piso (columnas y vigas). En general, se observa que las columnas de DS tiene mayor capacidad que las DC, porque el nivel de carga axial es menor, por el gran tamaño de las columnas DS. En vigas se observan limites similares, producto de la similitud geométrica y de diseño en las mismas, tal como se observan en la ilustración 34

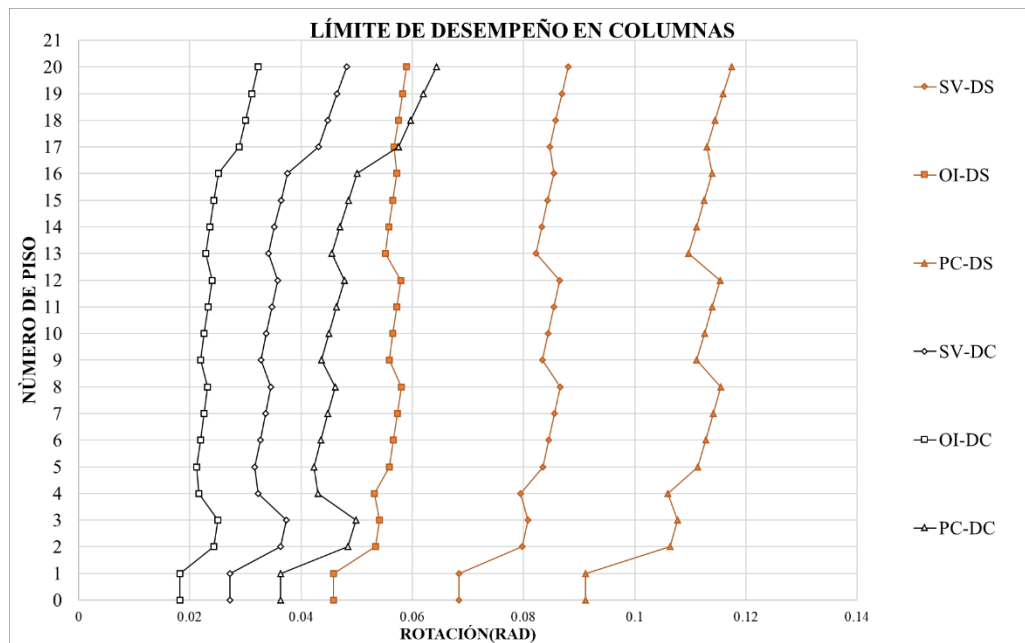


Ilustración 31. Comparación entre niveles de desempeño de columnas para edificio DC y edificio DS. Fuente: David González

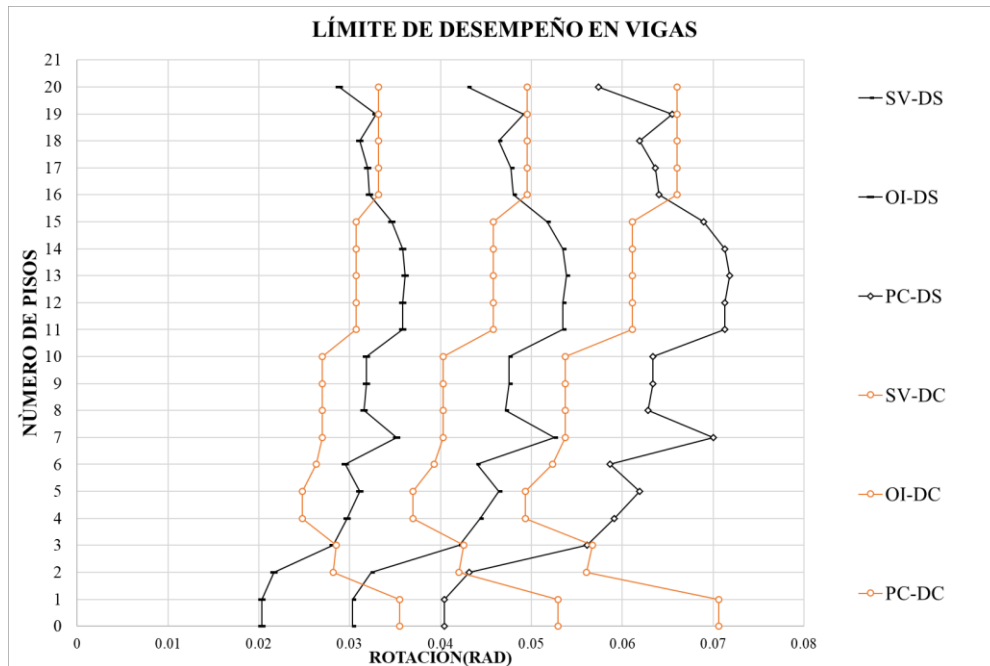


Ilustración 32 Comparación entre niveles de desempeño de vigas para edificio R=8 y edificio sísmico de servicio. Fuente: David González

3.1.2 Sobrerresistencia en diseños

La Sobrerresistencia (Ω_0) es uno de los factores que definen un buen desempeño sísmico”. A través de la historia, se ha podido experimentar que el factor de sobrerresistencia juega un rol muy importante en la prevención de colapso de las estructuras (Elnashai & Mwafy, 2002; Mitchell & Paultre, 1994). Este factor busca la inclusión de la resistencia adicional que tiene la estructura causada por la redistribución de esfuerzos (redundancia), endurecimiento del acero producto de la deformación, sobredimensionamiento de elementos, entre otros (Carrillo, Blandón-Valencia, & Ruabiano, 2013).

Tabla 17. Comparación de sobrerresistencia en ambos diseños. Fuente: David González

SOBRERRESISTENCIA		
Datos	Edificio DC	Edificio DS
Vmax(KN)	693.9	2214.5
Vdis(KN)	230.4	1697.4
Ω	3.0	1.3

CAPÍTULO IV

En este capítulo se exponen los resultados de la evaluación de la estructura para distintos niveles de amenaza. Se define también las cantidades de obras a usar para los distintos diseños, para establecer la factibilidad del método propuesto.

4.1 Comportamientos de las estructuras obtenidos ante diferentes tipos de sismos (T=43años, T=475años)

4.1.2 Desempeño obtenido del edificio DC para sismo de diseño (T=475años)

Para evaluar el desempeño del edificio DC se muestra las gráficas de rotaciones obtenidas en vigas y columnas para el desplazamiento objetivo mostrado en la ilustración 24, estas se comparan con las rotaciones límites obtenidas para distintos niveles de desempeño.

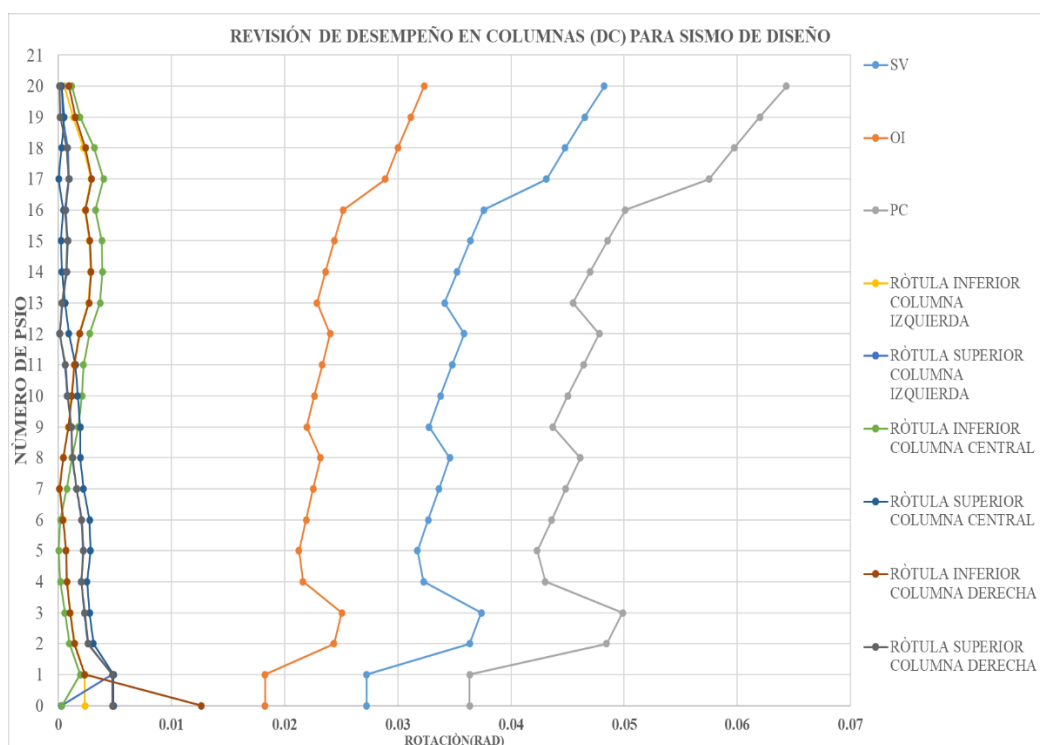


Ilustración 33. Evaluación de desempeño de columnas del edificio DC para sismo de diseño. Fuente: David González

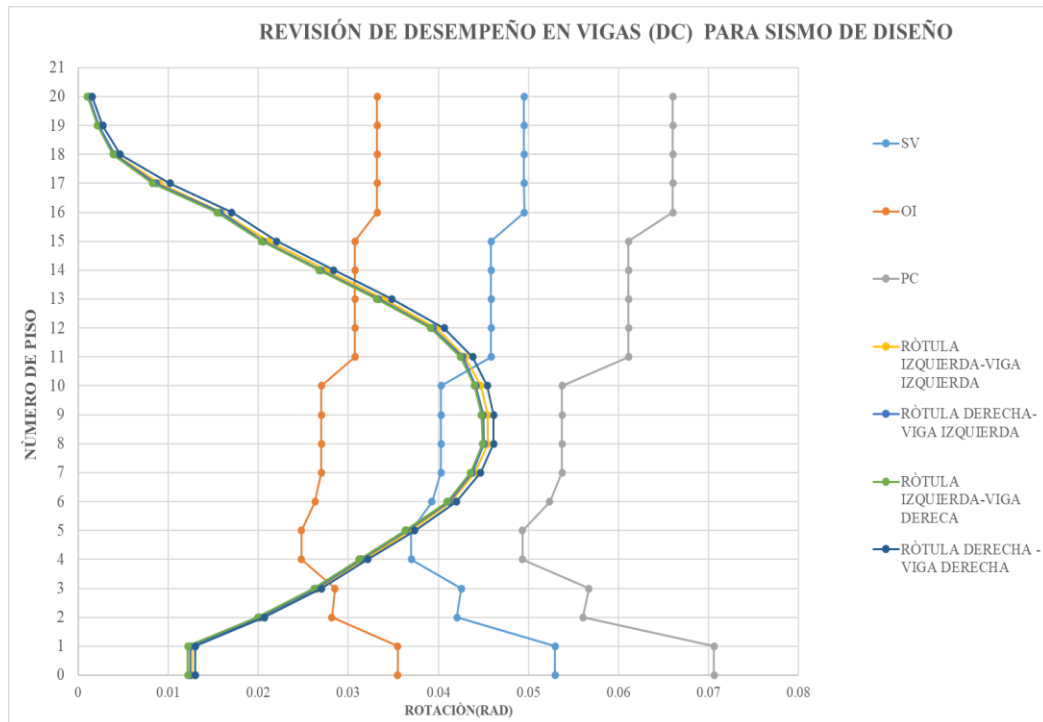


Ilustración 34. Evaluación de desempeño de vigas del edificio DC para sismo de diseño. Fuente: David González

En la evaluación del edificio DC, para el sismo correspondiente a un $T_r=475$ años, notamos que las rotaciones en las columnas mostradas en la ilustración 35 no superan el límite de ocupación inmediata, por lo cual se podría deducir que las columnas tienen demasiada resistencia. Sin embargo, de la ilustración 36, obtenemos que en las vigas del piso 5 al piso 10 se presentan daños significativos. Se concluye que el edificio DC cumple el criterio de prevención de colapso y, parcialmente, el de seguridad de vida

4.1.3 Desempeño obtenido del edificio DC para sismo de servicio (T=43años)

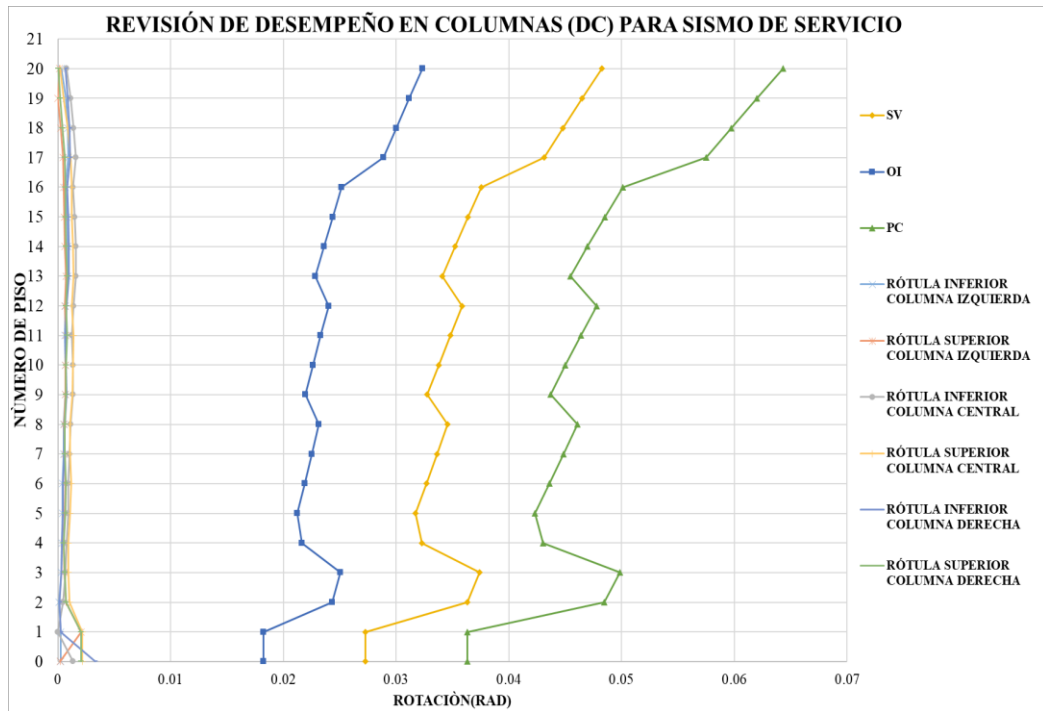


Ilustración 35. Evaluación de desempeño de columnas del edificio DC para sismo de servicio. Fuente: David González

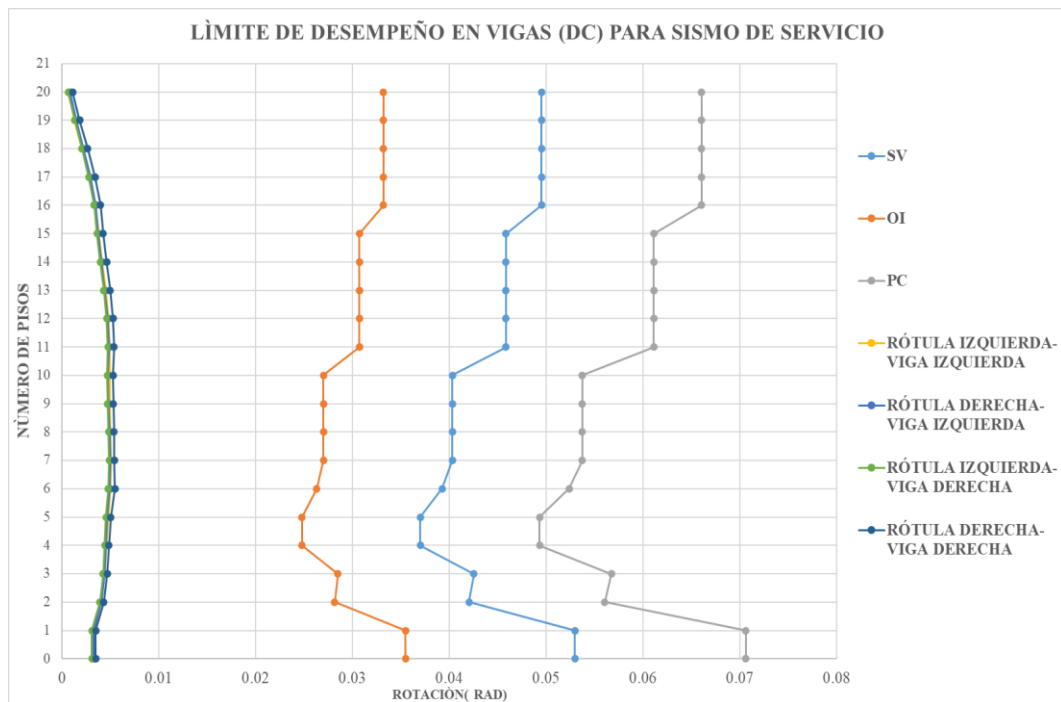


Ilustración 36. Evaluación de desempeño de vigas del edificio DC para sismo de servicio. Fuente: David González

Respecto a la evaluación del edificio DC para el sismo de servicio, ambos elementos estructurales como vigas y columnas demuestran tener un desempeño adecuado al no presentar daños en estos elementos.

4.1.4 Desempeño obtenido del edificio DS para sismo de diseño (T=475años)

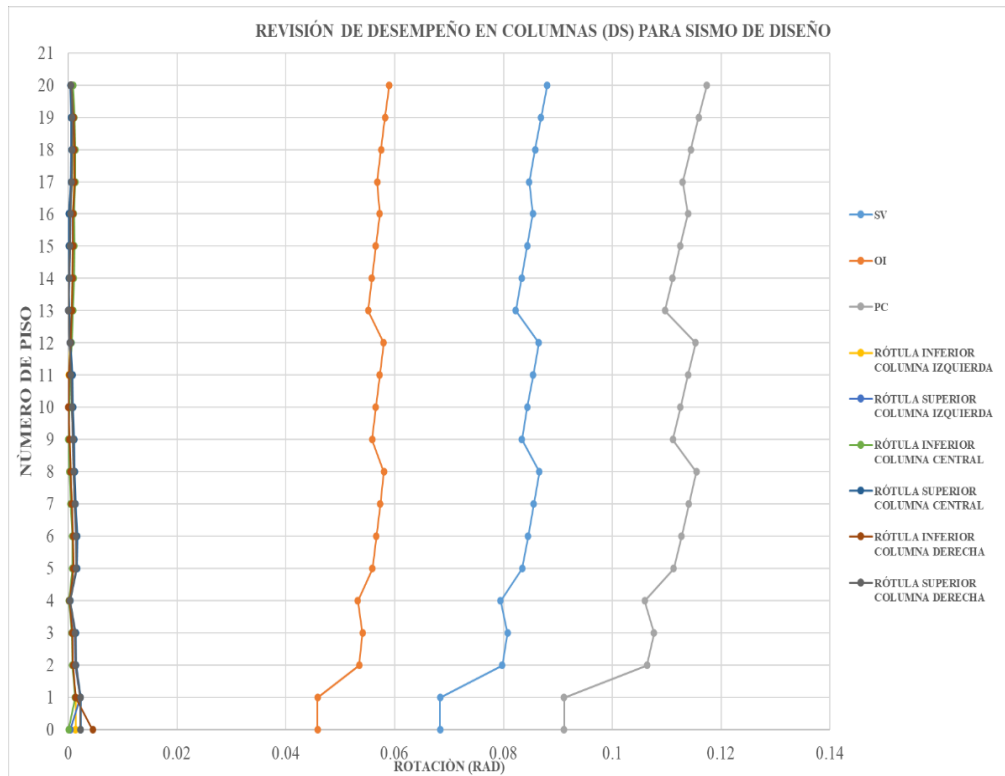


Ilustración 37. Evaluación de desempeño de columnas del edificio DS para sismo de servicio. Fuente: David González

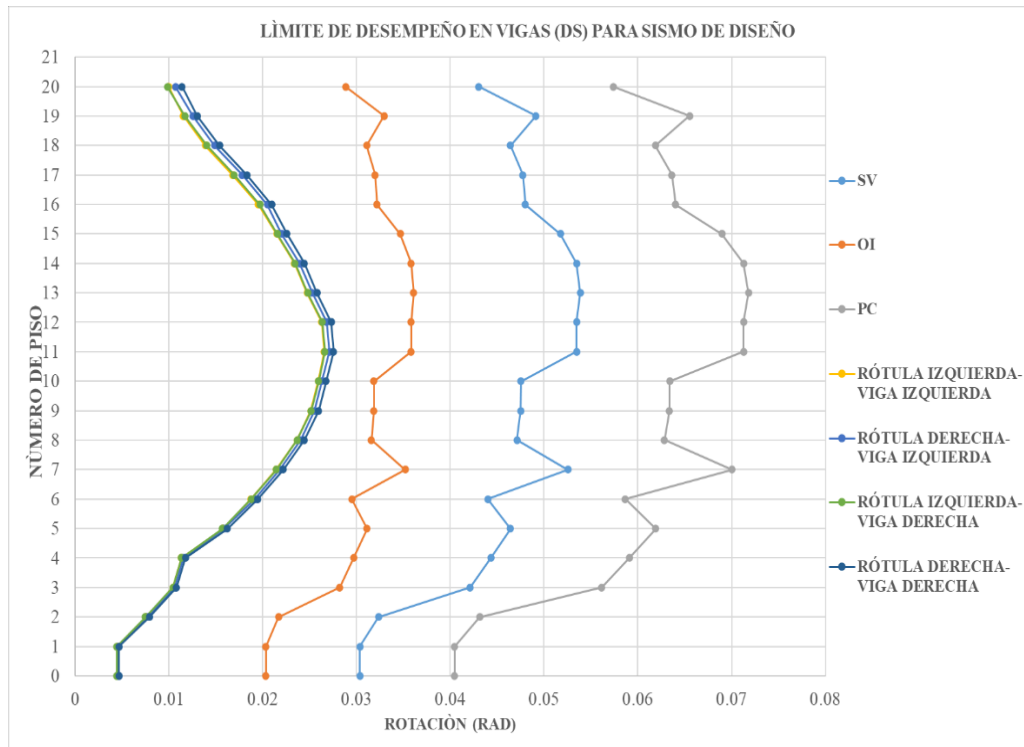


Ilustración 38. Evaluación de desempeño de vigas del edificio DS para sismo de servicio. Fuente: David González

Para el diseño propuesto en base al sismo de servicio, tenemos como resultado que el edificio cumple con toda la seguridad al estar expuesto al sismo de diseño ($T_r=475$ años) producto de que los elementos tienen la suficiente resistencia, para no presentar ni siquiera daños mínimos en los elementos principales y en la rigidez del edificio

4.1.6 Comparación de cantidades

De los cuadros comparativos que se muestran a continuación, deducimos que el edificio DS resulta ser 6.34 veces más caro, con respecto a la cantidad de acero a usar en el diseño DC. Mientras que la cantidad de hormigón se duplicaría, por las grandes dimensiones de columnas que exige el límite de derivas del diseño propuesto (DS).

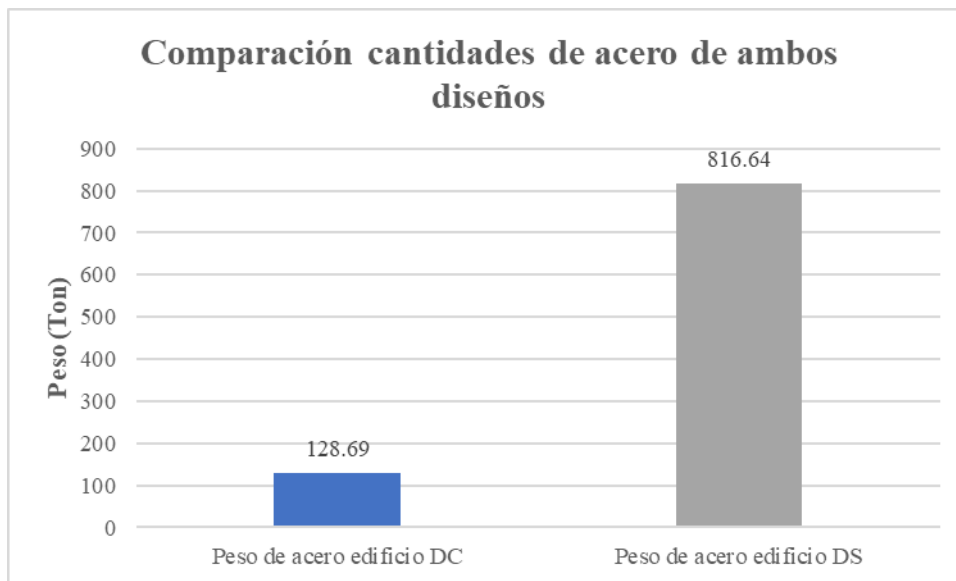


Ilustración 39. Comparación de cantidades de acero de ambos diseños. Fuente: David González

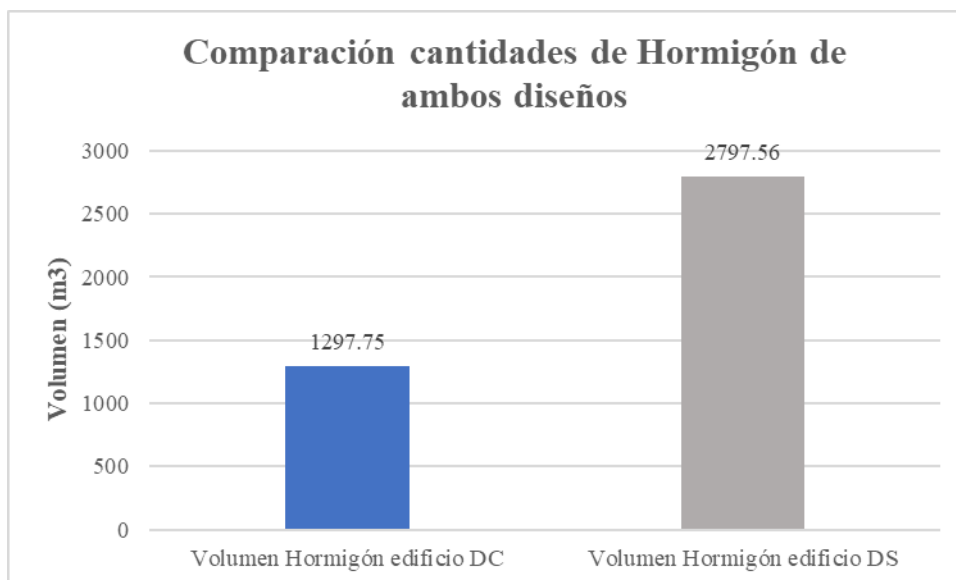


Ilustración 40. Comparación de cantidades de hormigón de ambos diseños. Fuente: David González

CAPÍTULO V

5.1 Conclusiones y Recomendaciones

- Aunque el método de análisis fue el de superposición modal, se pudo notar una diferencia con respecto al método estático equivalente, el cual resulta ser mucho más seguro que el obtenido con el de superposición modal. Las fuerzas internas y derivas obtenidas con el método estático equivalente resultan ser superiores a las obtenidas por el método superposición modal. Éste último debe usarse con cuidado.
- El edificio con el método propuesto (DS) resulto necesitar 6.34 veces más la cantidad de acero, y 2.15 veces la cantidad de hormigón usado en el diseño convencional (DC), por lo que se concluye que el diseño tradicional resulta ser mucho más económico. Sin embargo, el diseño propuesto consta de una gran seguridad para eventos de alta magnitud al resultar una estructura lo suficientemente rígida, a diferencia del diseño tradicional que en eventos de grandes magnitudes se obtendrían grandes daños significativos en los pisos 5-10.
- En la metodología de diseño DS, el reducir las derivas admisibles al 0.5% tienen un impacto gigante en el costo final de la estructura debido a las grandes secciones que se obtienen para cumplir con las derivas propuesta por las normas. Aclarando que, en términos de resistencias no se necesitarían secciones tan grandes y los tamaños se podrían reducir bastante, teniendo como resultado una estructura menos cara.
- Con respecto a los dos puntos anteriores, denota que la cantidad de acero de acero usado en el diseño del método propuesto es extremadamente mayor al diseño tradicional debido a que se cumplió las normas para diseño y detalles de refuerzo proporcionado por el ACI 318-19. La mayor cantidad de acero se debe principalmente a la cantidad de acero en

columnas, teniendo que cumplir con un % mínimo en función al área transversal de la misma, el cual resulta ser exagerada ya que nunca se presentaron rotaciones grandes en las columnas.

- Se concluye que el diseño propuesto no resulta factible por el costo excesivo de la estructura. Sin embargo, en términos de comparativa con los sistemas de protección sísmica, resulta en una comparación más justa, pues se trata de una estructura que tuviera un desempeño esperado muy similar a una estructura protegida, estructuralmente hablando.
- Se recomienda (1) estudiar el impacto del límite de la deriva de entrepiso tanto en el comportamiento como en el costo final de las estructuras diseñadas con la normativa ACI 318, para pórticos especiales a momento. (2) incluir la influencia de los muros diafragma (paredes de mampostería) en el comportamiento de los pórticos especiales a momento en el análisis realizado.

REFERENCIAS

ACI 318. (2019). *An ACI Standard*.

ASCE/SEI 41. (2013). In *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*.
<https://doi.org/10.1061/9780784412855.err>

Barros, J., & Santa-María, H. (2019). Seismic design of low-rise buildings based on frequent earthquake response spectrum. *Journal of Building Engineering*, 21(June 2018), 366–372.
<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.11.005>

Calva, D. (2018). *Carrera de ingeniería civil tema : método alternativo de diseño sismo resistente en base al sismo frecuente autor : calva mantuano , diego alejandro ingeniero civil tutor : Ing . José Andrés Barros Cabezas , M . Sc . Guayaquil , Ecuador*.

Carrillo, J., Blandón-Valencia, J., & Ruabiano, A. (2013). “A review of conceptual transparency in US and Colombian seismic design building codes”, Vol. 33. *Ingeniería e Investigación*, Bogotá, Colombia.

Diego, E., Valencia, A., Luis, E., & Guevara, F. (n.d.). *Peligro sísmico*.

Elnashai, A., & Mwafy, A. (2002). “Overstrength and force reduction factors of multistorey reinforced-concrete buildings” Vol. 11. *The Structural Design of Tall Buildings*, New Jersey, NJ.

Haselton, C. B., Liel, A. B., & Lange, S. T. (2008). Beam-Column Element Model Calibrated for Predicting Flexural Response Leading to Global Collapse of RC Frame Buildings. *Peer 2007*, 03(May).

NEC-SE-CG. (n.d.). *Cargas (no sísmicas)*.

ANEXOS

Memoria de cálculo de elementos estructurales

Diseño de columnas edificio diseño sismo de servicio

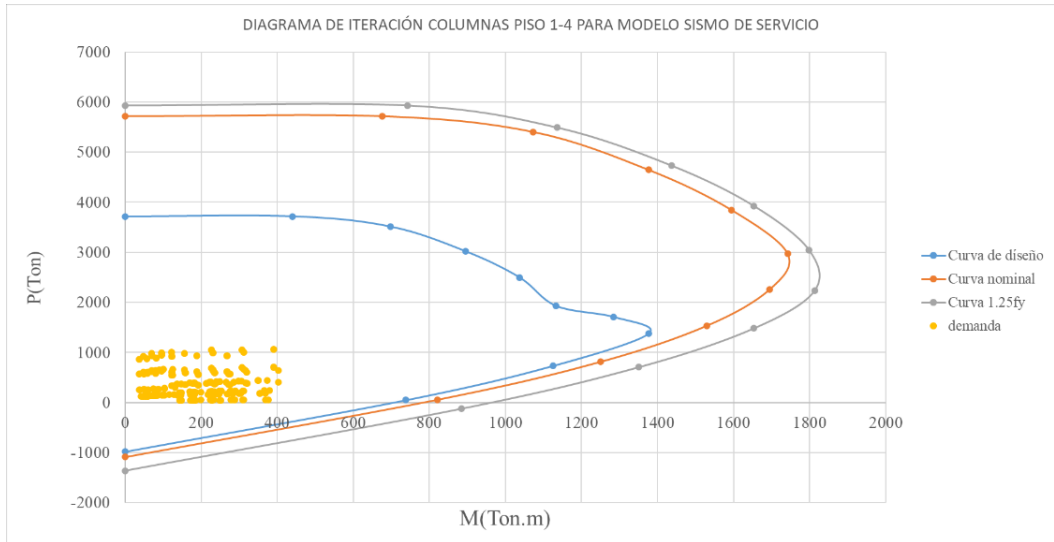
seccion columna	
rectangulares	
b(cm)	160
h(cm)	160

% propuesto	1	
As	256	
diametro a usar	32	
Area 1 varilla	8.04	
numero de	32	
area real(cm ²)	257.36	OK
resistencia de diseño (Ton)	4662.910808	

COLUMNA			
Mpr1 (Ton.m)	1471.75	Mpr2 (Ton.m)	1471.75
Ln(m)	3.25		
Ve _q (Ton)	1110.75		
peralte viga (cm)	60.00		

REFUERZO ZONA Lo		
Lo (cm)	160	
S _{min} (cm)	15.00	
varilla de estribos	14	
#ramas	9	
Av(cm ²)	13.85	CUMPLE CON AREA DE REFUERZO REQUERIDO
S _{real} (cm)	5	
φV _n (kg)	1352.88	CUMPLE RESISTENCIA

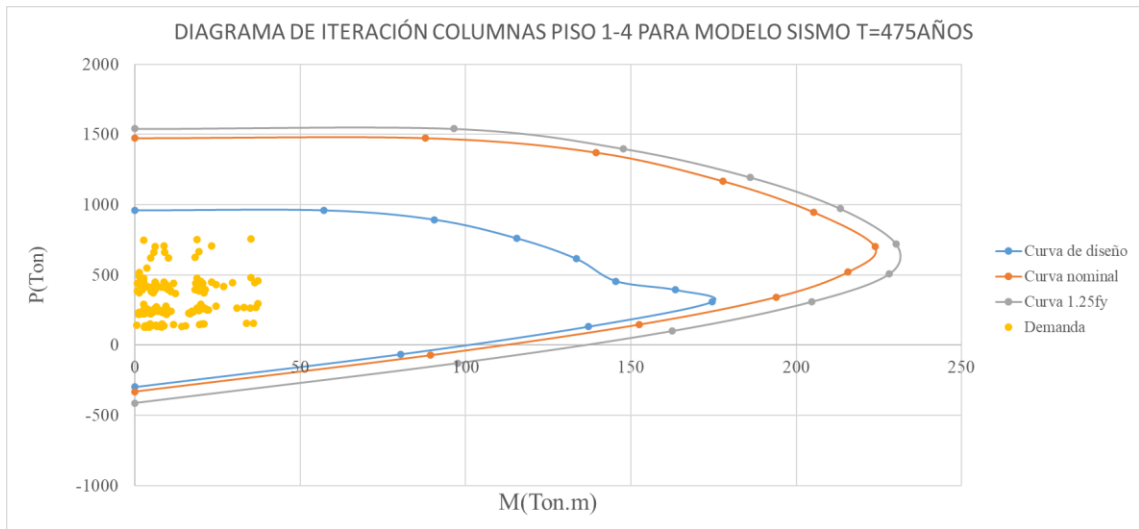
REFUERZO ZONA FUERA DE Lo		
Ve _q (Ton)	1110.75	
S _{max} (cm)	15.00	
varilla de estribos	14	
#ramas	9	
Av(cm ²)	13.85	
S _{real} (cm)	5	
φV _n (kg)	1352.88	CUMPLE RESISTENCIA



Diseño de columnas edificio diseño R=8

% propuesto	1
As	64
díametro a usar	25
Area 1 varilla	4.91
numero de varillas	14
area real(cm2)	68.72 OK

COLUMNA			
As (cm2)	10	As- (cm)	10
w	0.031	w	0.031
Mpr1 (Ton.m)	288.43	Mpr2 (Ton.m)	288.43
Ln(m)	4.25		
Veq(Ton)	162.50		
espesor losa (cm)	70.00		
REFUERZO ZONA Lo			
Lo (cm)	80		
Smin (cm)	15.00		
varilla de estribos	14		
#ramas	6		
Av(cm2)	9.24	CUMPLE CON AREA DE RI	
Sreal(cm)	13		
φVn(kg)	167.85	CUMPLE RESISTENCIA	
REFUERZO ZONA FUERA DE Lo			
Veq (Ton)	162.50		
Smax (cm)	15.00		
varilla de estribos	14		
#ramas	6		
Av(cm2)	9.24		
Sreal(cm)	13		
φVn(kg)	167.85	CUMPLE RESISTENCIA	



Diseño de vigas cargadoras edificio diseño sísmo de servicio

DATOS GEOMÉTRICOS VIGA	
Longitud viga der(m)	6
Longitud viga izq(m)	6
h(cm)	80.0
b(cm)	55
recubrimiento(cm)	5
d(cm)	75.0

DISEÑO DE REFUERZO LONGITUDINAL						
Ubicación	Punto 1 (-)	Punto 2 (+)	Punto 3 (-)	Punto 4 (+)	Punto 5 (-)	
ingresar	Mu (Ton.m)	40	32	38	32	40
	As req (cm2)	14.56	13.75	13.81	13.75	14.56
Acero superior	As continuo (cm2)	4Ø22	4Ø22	4Ø22	4Ø22	4Ø22
	Varillas continua	15.21	15.21	15.21	15.21	15.21
	As faltante (cm2)	-0.65	X	-1.40	X	-0.65
	Varillas faltantes	0Ø25	X	0Ø25	X	0Ø25
	As total (cm2)	15.21	15.21	15.21	15.21	15.21
	cuantia	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037
	Límite refuerzo ACI		CUMPLE		CUMPLE	

DISEÑO DE REFUERZO LONGITUDINAL INFERIOR						
Ubicación	Punto 1 (-)	Punto 2 (+)	Punto 3 (-)	Punto 4 (+)	Punto 5 (-)	
ingresar	Mu (Ton.m)	40	32	38	32	40
	As req (cm2)	14.56	13.75	13.81	13.75	14.56
Acero inferior	As continuo (cm2)	4Ø22	4Ø22	4Ø22	4Ø22	4Ø22
	Varillas continua	15.21	15.21	15.21	15.21	15.21
	As faltante (cm2)	0.00	-1.46	0.00	-1.46	0.00
	Varillas faltantes	0Ø25	X	0Ø25	X	0Ø25
	As total (cm2)	15.21	15.21	15.21	15.21	15.21
	cuantia	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037
	Límite refuerzo ACI	CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE

DISEÑO A CORTE PARA SRM							
VIGA IZQUIERDA				VIGA DERECHA			
As- (cm ²)	15.21	As+(cm)	15.21	As+ (cm ²)	15.21	As- (cm)	15.21
w	0.069	w	0.069	w	0.069	w	0.069
Mpr1 (Ton.m)	57.45	Mpr2 (Ton.m)	57.45	Mpr1 (Ton.m)	57.45	Mpr2 (Ton.m)	57.45
Vu (Ton)	7.8			Vu (Ton)	7.8		
Lu(m)	6			Lu(m)	6		
Yeq(Ton)	33.31			Yeq(Kg)	33.31		
REFUERZO ZONA 2H				REFUERZO ZONA 2H			
SMax (cm)	13.2			Smax (cm)	13.2		
varilla de estribos	10			varilla de est	10		
ramas	4			ramas	4		
Av(cm ²)	3.14			Av(cm ²)	3.14		
Sreal(cm)	13.2			Sreal(cm)	13.2		
φVa(kg)	56.23	CUMPLE RESISTENCIA		φVa(kg)	56.23	CUMPLE RESISTENCIA	
REFUERZO ZONA FUERA 2H				REFUERZO ZONA FUERA 2H			
Yeq (Ton)	29.75			Yeq	29.75		
Smax (cm)	37.5			Smax (cm)	37.5		
varilla de estribos	10			varilla de est	10		
ramas	4			ramas	4		
Av(cm ²)	3.14			Av(cm ²)	3.14		
Sreal(cm)	24			Sreal(cm)	24		
φVa(kg)	30.33	CUMPLE RESISTENCIA		φVa(kg)	30.33	CUMPLE RESISTENCIA	

Diseño de vigas cargadoras edificio diseño R=8

DATOS GEOMÉTRICOS VIGA	
Longitud viga der(m)	6
Longitud viga izq(m)	6
h(cm)	70.0
b(cm)	40
recubrimiento(cm)	5
d(cm)	65.0

DISEÑO DE REFUERZO LONGITUDINAL						
	Ubicación	Punto 1 (-)	Punto 2 (+)	Punto 3 (-)	Punto 4 (+)	Punto 5 (-)
ingresar	Mu (Ton.m)	24.28	11.54	22.71	11.54	24.28
	As req (cm ²)	10.24	8.67	9.55	8.67	10.24
Acero superior	As continuo (cm ²)	3φ20	3φ20	3φ20	3φ20	3φ20
	Varillas continua	9.42	9.42	9.42	9.42	9.42
	As faltante (cm ²)	0.82	X	0.13	X	0.82
	Varillas faltantes	1φ12	X	1φ10	X	1φ12
	As total (cm ²)	10.55	9.42	10.21	9.42	9.42
	cuantia	0.0041	0.0036	0.0039	0.0036	0.0036
	Límite refuerzo ACI		CUMPLE		CUMPLE	

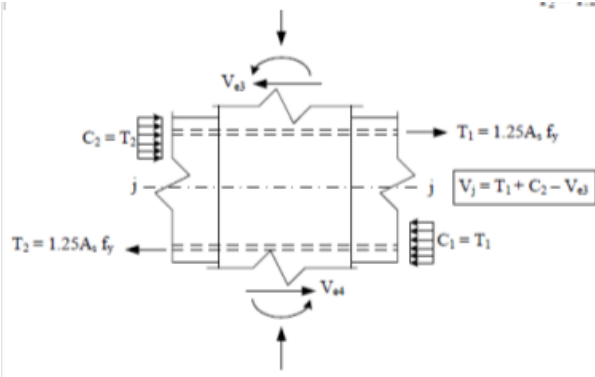
DISEÑO DE REFUERZO LONGITUDINAL INFERIOR						
	Ubicación	Punto 1 (-)	Punto 2 (+)	Punto 3 (-)	Punto 4 (+)	Punto 5 (-)
ingresar	Mu (Ton.m)	24.28	11.54	22.71	11.54	24.28
	As req (cm2)	10.24	8.67	9.55	8.67	10.24
Acero inferior	As continuo (cm2)	3φ20	3φ20	3φ20	3φ20	3φ20
	Varillas continua	9.42	9.42	9.42	9.42	9.42
	As faltante (cm2)	0.00	-0.75	0.00	-0.75	0.00
	Varillas faltantes	X	0φ0	X	0φ0	X
	As total (cm2)	9.42	9.42	9.42	9.42	9.42
	cuantia	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036
	Límite refuerzo ACI	CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE

DISEÑO A CORTE PARA SRM							
VIGA IZQUIERDA				VIGA DERECHA			
As- (cm2)	10.55	As+(cm)	9.42	As+ (cm2)	10.21	As- (cm)	9.42
w	0.076	w	0.068	w	0.074	w	0.068
Mpr1 (Ton.m)	34.39	Mpr2 (Ton.m)	30.86	Mpr1 (Ton.m)	33.33	Mpr2 (Ton.m)	30.86
Wu (Ton)	15.68			Wu (Ton)	15.68		
Ln(m)	6			Ln(m)	6		
VeQ(Ton)	26.55			VeQ(Kg)	26.38		
REFUERZO ZONA 2H				REFUERZO ZONA 2H			
SMax (cm)	6			Smax (cm)	6		
varilla de estribos	10			varilla de estri	10		
#ramas	2			#ramas	2		
Av(cm2)	1.57			Av(cm2)	1.57		
Sreal(cm)	6			Sreal(cm)	6		
φVn(kg)	53.60	CUMPLE RESISTENCIA		φVn(kg)	53.60	CUMPLE RESISTENCIA	
REFUERZO ZONA FUERA 2H				REFUERZO ZONA FUERA 2H			
VeQ (Ton)	19.76			VeQ	19.76		
Smax (cm)	32.5			Smax (cm)	32.5		
varilla de estribos	10			varilla de estri	10		
#ramas	2			#ramas	2		
Av(cm2)	1.57			Av(cm2)	1.57		
Sreal(cm)	16			Sreal(cm)	16		
φVn(kg)	20.10	CUMPLE RESISTENCIA		φVn(kg)	20.10	CUMPLE RESISTENCIA	

Comprobación de resistencia del nudo en edificio diseño sismo de servicio

CALCULO DE CORTANTE EQUIVALENTE EN UNA CONEXION INTERIOR				
DATOS				
viga	As- (cm2)	11.18	Vnc	0
	As+ (cm2)	10.05	Mpr1(Ton.cm)	
	Fy(Kg/cm2)	4200	Mpr2(Ton.cm)	
	Vj(Ton)	111.4575	L columna(cm)	400
	Vej(Ton)	111.4575		

solo por simplicidad de calculo



CONEXION INTERIOR		
	f'c(kg/cm2)	280
columna	B(cm)	80
viga	H(cm)	70
viga	b(cm)	40
columna	h(cm)	80
	x(cm)	20
ancho efectivo	menor entre	b+h
		b+2x
	ancho efectivo (cm)	80
	Aj(bj*h) (cm2)	6400
	Φvnj (Ton)	257.02196

CONDICION
 $bH \geq 0.75(BH)$
 NO CONFINADA

$\Phi_{vnj} > V_{ej}$

CUMPLE CON LA RESISTENCIA EN EL NODO

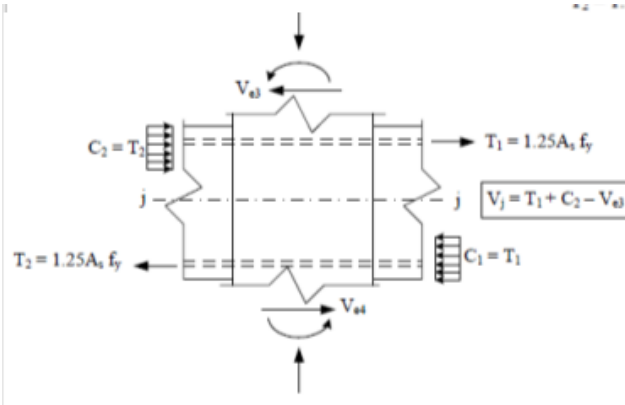
Comprobación de resistencia del nudo en edificio diseño R=8

CALCULO DE CORTANTE EQUIVALENTE EN UNA CONEXION INTERIOR

DATOS

viga	As- (cm2)	11.18	Vnc	0
	As+ (cm2)	10.05	Mpr1(Ton.cm)	
	Fy(Kg/cm2)	4200	Mpr2(Ton.cm)	
	Vj(Ton)	111.4575	L columna(cm)	400
	Vej(Ton)	111.4575		

solo por simplicidad de calculo



CONEXION INTERIOR		
	f'c(kg/cm2)	280
columna	B(cm)	80
viga	H(cm)	70
viga	b(cm)	40
columna	h(cm)	80
	x(cm)	20
ancho efectivo	menor entre	b+h
		b+2x
	ancho efectivo (cm)	80
	Aj(bj*h) (cm2)	6400
	Φvnj (Ton)	257.02196

CONDICION
 $bH \geq 0.75(BH)$
 NO CONFINADA

$\Phi_{vnj} > V_{ej}$

CUMPLE CON LA RESISTENCIA EN EL NODO

Resumen de cantidades de acero en edificio diseño R=8

Modelo R=8			Modelo R=8		
Peso estribos vigas (Kg)			Peso acero longitudinal vigas (Kg)		
PISO 1	Eje 1-4	231.07	PISO 1	Eje 1-4	363.13
	Eje 2-3	367.66		Eje 2-3	360.27
	vigas amarres	289.06		vigas amarres	586.46
PISO 2	Eje 1-4	252.73	PISO 2	Eje 1-4	363.13
	Eje 2-3	322.93		Eje 2-3	375.55
	vigas amarres	289.06		vigas amarres	586.46
PISO 3	Eje 1-4	285.23	PISO 3	Eje 1-4	363.44
	Eje 2-3	322.93		Eje 2-3	381.13
	vigas amarres	289.06		vigas amarres	586.46
PISO 4	Eje 1-4	285.23	PISO 4	Eje 1-4	363.44
	Eje 2-3	290.44		Eje 2-3	384.35
	vigas amarres	289.06		vigas amarres	586.46
PISO 5	Eje 1-4	261.22	PISO 5	Eje 1-4	363.44
	Eje 2-3	304.65		Eje 2-3	384.35
	vigas amarres	291.50		vigas amarres	586.46
PISO 6	Eje 1-4	273.44	PISO 6	Eje 1-4	364.92
	Eje 2-3	304.00		Eje 2-3	406.61
	vigas amarres	269.26		vigas amarres	586.46
PISO 7	Eje 1-4	273.44	PISO 7	Eje 1-4	364.92
	Eje 2-3	312.02		Eje 2-3	397.38
	vigas amarres	269.26		vigas amarres	586.46
PISO 8	Eje 1-4	273.44	PISO 8	Eje 1-4	364.92
	Eje 2-3	312.02		Eje 2-3	397.38
	vigas amarres	297.59		vigas amarres	586.46
PISO 9	Eje 1-4	275.91	PISO 9	Eje 1-4	364.92
	Eje 2-3	315.53		Eje 2-3	397.38
	vigas amarres	300.14		vigas amarres	586.46
PISO 10	Eje 1-4	275.91	PISO 10	Eje 1-4	364.92
	Eje 2-3	315.53		Eje 2-3	397.38
	vigas amarres	300.14		vigas amarres	586.46
PISO 11	Eje 1-4	224.58	PISO 11	Eje 1-4	383.89
	Eje 2-3	302.86		Eje 2-3	383.89
	vigas amarres	266.31		vigas amarres	484.47
PISO 12	Eje 1-4	224.58	PISO 12	Eje 1-4	383.89
	Eje 2-3	302.86		Eje 2-3	383.89
	vigas amarres	266.31		vigas amarres	484.47
PISO 13	Eje 1-4	226.91	PISO 13	Eje 1-4	383.89
	Eje 2-3	305.95		Eje 2-3	383.89
	vigas amarres	268.62		vigas amarres	484.47
PISO 14	Eje 1-4	226.91	PISO 14	Eje 1-4	383.89
	Eje 2-3	305.95		Eje 2-3	383.89
	vigas amarres	268.62		vigas amarres	484.47
PISO 15	Eje 1-4	226.91	PISO 15	Eje 1-4	383.89
	Eje 2-3	305.95		Eje 2-3	383.89
	vigas amarres	268.62		vigas amarres	484.47
PISO 16	Eje 1-4	242.29	PISO 16	Eje 1-4	302.78
	Eje 2-3	313.70		Eje 2-3	327.28
	vigas amarres	211.07		vigas amarres	391.05
PISO 17	Eje 1-4	244.68	PISO 17	Eje 1-4	302.78
	Eje 2-3	317.10		Eje 2-3	327.28
	vigas amarres	212.77		vigas amarres	391.05
PISO 18	Eje 1-4	244.68	PISO 18	Eje 1-4	302.78
	Eje 2-3	317.10		Eje 2-3	327.28
	vigas amarres	212.77		vigas amarres	391.05
PISO 19	Eje 1-4	244.68	PISO 19	Eje 1-4	302.78
	Eje 2-3	317.10		Eje 2-3	327.28
	vigas amarres	212.77		vigas amarres	391.05
PISO 20	Eje 1-4	244.68	PISO 20	Eje 1-4	302.78
	Eje 2-3	317.10		Eje 2-3	327.28
	vigas amarres	212.77		vigas amarres	391.05

Modelo R=8		Modelo R=8	
Peso estribos columnas (Kg)		Peso longitu columnas (Kg)	
Piso 1	3642.78	Piso 1	3144.34
Piso 2	3806.93	Piso 2	2404.50
Piso 3	3806.93	Piso 3	2404.50
Piso 4	3806.93	Piso 4	2404.50
Piso 5	2767.78	Piso 5	1803.37
Piso 6	2767.78	Piso 6	1803.37
Piso 7	2767.78	Piso 7	1803.37
Piso 8	2767.78	Piso 8	1803.37
Piso 9	2371.08	Piso 9	1803.37
Piso 10	2371.08	Piso 10	1803.37
Piso 11	2371.08	Piso 11	1803.37
Piso 12	2371.08	Piso 12	1803.37
Piso 13	2076.49	Piso 13	1396.53
Piso 14	2076.49	Piso 14	1396.53
Piso 15	2076.49	Piso 15	1396.53
Piso 16	2076.49	Piso 16	1396.53
Piso 17	2106.63	Piso 17	1154.16
Piso 18	2106.63	Piso 18	1154.16
Piso 19	2106.63	Piso 19	1154.16
Piso 20	2106.63	Piso 20	1154.16

Resumen de cantidades de acero en edificio diseño sismo de servicio

Modelo sismo servicio			Modelo sismo servicio		
Peso acero longitudinal vigas (Kg)			Peso estribos vigas (Kg)		
PISO 1	Eje 1-4	552.8	PISO 1	Eje 1-4	372.22
	Eje 2-3	552.8		Eje 2-3	372.22
	vigas amarres	1115.6		vigas amarres	682.47
PISO 2	Eje 1-4	675.9	PISO 2	Eje 1-4	478.48
	Eje 2-3	612.5		Eje 2-3	478.48
	vigas amarres	1247.0		vigas amarres	827.43
PISO 3	Eje 1-4	712.9	PISO 3	Eje 1-4	478.48
	Eje 2-3	687.5		Eje 2-3	483.40
	vigas amarres	1388.0		vigas amarres	781.52
PISO 4	Eje 1-4	861.1	PISO 4	Eje 1-4	469.81
	Eje 2-3	843.7		Eje 2-3	500.28
	vigas amarres	1713.4		vigas amarres	797.20
PISO 5	Eje 1-4	954.6	PISO 5	Eje 1-4	519.64
	Eje 2-3	912.1		Eje 2-3	546.89
	vigas amarres	1831.7		vigas amarres	869.17
PISO 6	Eje 1-4	652.9	PISO 6	Eje 1-4	403.94
	Eje 2-3	912.1		Eje 2-3	396.46
	vigas amarres	1291.6		vigas amarres	694.78
PISO 7	Eje 1-4	787.4	PISO 7	Eje 1-4	418.88
	Eje 2-3	786.4		Eje 2-3	427.58
	vigas amarres	1347.7		vigas amarres	659.44
PISO 8	Eje 1-4	810.0	PISO 8	Eje 1-4	399.17
	Eje 2-3	793.3		Eje 2-3	417.97
	vigas amarres	1354.5		vigas amarres	653.15
PISO 9	Eje 1-4	810.0	PISO 9	Eje 1-4	404.78
	Eje 2-3	798.3		Eje 2-3	424.16
	vigas amarres	1357.3		vigas amarres	700.55
PISO 10	Eje 1-4	817.6	PISO 10	Eje 1-4	433.37
	Eje 2-3	817.9		Eje 2-3	424.16
	vigas amarres	1357.3		vigas amarres	669.40
PISO 11	Eje 1-4	790.4	PISO 11	Eje 1-4	403.44
	Eje 2-3	794.6		Eje 2-3	433.35
	vigas amarres	1295.2		vigas amarres	656.42
PISO 12	Eje 1-4	790.4	PISO 12	Eje 1-4	400.47
	Eje 2-3	794.6		Eje 2-3	425.88
	vigas amarres	1287.0		vigas amarres	654.49
PISO 13	Eje 1-4	790.4	PISO 13	Eje 1-4	405.54
	Eje 2-3	799.6		Eje 2-3	432.14
	vigas amarres	1284.2		vigas amarres	617.26
PISO 14	Eje 1-4	790.4	PISO 14	Eje 1-4	405.54
	Eje 2-3	789.5		Eje 2-3	428.17
	vigas amarres	1266.1		vigas amarres	659.49
PISO 15	Eje 1-4	782.8	PISO 15	Eje 1-4	397.40
	Eje 2-3	786.0		Eje 2-3	421.22
	vigas amarres	1257.1		vigas amarres	653.01
PISO 16	Eje 1-4	586.5	PISO 16	Eje 1-4	325.16
	Eje 2-3	598.9		Eje 2-3	346.02
	vigas amarres	950.4		vigas amarres	513.75
PISO 17	Eje 1-4	510.8	PISO 17	Eje 1-4	312.16
	Eje 2-3	593.3		Eje 2-3	350.74
	vigas amarres	814.3		vigas amarres	558.68
PISO 18	Eje 1-4	580.0	PISO 18	Eje 1-4	312.16
	Eje 2-3	590.7		Eje 2-3	350.74
	vigas amarres	819.9		vigas amarres	468.33
PISO 19	Eje 1-4	485.1	PISO 19	Eje 1-4	310.14
	Eje 2-3	499.7		Eje 2-3	352.61
	vigas amarres	664.7		vigas amarres	488.99
PISO 20	Eje 1-4	482.2	PISO 20	Eje 1-4	293.58
	Eje 2-3	499.5		Eje 2-3	321.84
	vigas amarres	654.7		vigas amarres	482.56

Modelo sismo servicio		Modelo sismo servicio	
Peso estribos columnas (Kg)		Peso longitu columnas (Kg)	
Piso 1	36813.89	Piso 1	10303.38
Piso 2	28252.52	Piso 2	7879.05
Piso 3	28252.52	Piso 3	7879.05
Piso 4	28252.52	Piso 4	7879.05
Piso 5	34135.20	Piso 5	7879.05
Piso 6	34135.20	Piso 6	7879.05
Piso 7	34135.20	Piso 7	7879.05
Piso 8	34135.20	Piso 8	7879.05
Piso 9	26063.50	Piso 9	6894.17
Piso 10	26063.50	Piso 10	6894.17
Piso 11	26063.50	Piso 11	6894.17
Piso 12	26063.50	Piso 12	6894.17
Piso 13	31988.33	Piso 13	6894.17
Piso 14	31988.33	Piso 14	6894.17
Piso 15	31988.33	Piso 15	6894.17
Piso 16	31988.33	Piso 16	6894.17
Piso 17	24807.09	Piso 17	6032.40
Piso 18	24807.09	Piso 18	6032.40
Piso 19	24807.09	Piso 19	6032.40
Piso 20	24807.09	Piso 20	6032.40

Anexos 2

Código de programación realizado para el análisis en phyton del edificio diseño sismo de servicio

```
#modelo sismo de servicio David gonzález

import openseespy.opensees as ops

import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt

import pickle as pk

ops.wipe()

ops.model('basic','-ndm',2,'-ndf',3)

x=[0,6000,12000]

y=[0,4250,7500,10750,14000,17250,20500,23750,27000,30250,33500,36750,40000,43250,46500,49750,53000,56250,59500,62750,66000]

c=1

for i in range (len(y)):

    for j in range (len(x)):

        ops.node(c,x[j],y[i])

        # print(str(c)+ ' '+ str(x[j])+ ' '+str(y[i]))

        c+=1

f=64

w=[0,6000,12000]

z=[0,3850,4650,7100,7900,10350,11150,13600,14400,16850,17650,20150,20850,23400,24100,26650,27350,29900,30600,33150,33850,36425,37075,39675,40325,42925,43575,46175,46825,49425,50075,52700,53300,55950,56550,59200,59800,62450,63050,65700]

for i in range (len(z)):

    for j in range (len(w)):
```

```
ops.node(f,w[j],z[i])
# print(str(f)+ ' '+ str(w[j])+ ' '+str(z[i]))
f+=1
```

e=184

m=[0,6000,12000]

n=[3850,4650,7100,7900,10350,11150,13600,14400,16850,17650,20150,20850,
,23400,24100,26650,27350,29900,30600,33150,33850,36425,37075,39675,403
25,42925,43575,46175,46825,49425,50075,52700,53300,55950,56550,59200,5
9800,62450,63050,65700]

```
for i in range (len(n)):
```

```
    for j in range (len(m)):
```

```
        ops.node(e,m[j],n[i])
```

```
        # print(str(e)+ ' '+ str(m[j])+ ' '+str(n[i]))
```

```
    e+=1
```

ops.node(301,800,4250)

ops.node(302,5200,4250)

ops.node(303,6800,4250)

ops.node(304,11200,4250)

ops.node(305,800,7500)

ops.node(306,5200,7500)

ops.node(307,6800,7500)

ops.node(308,11200,7500)

ops.node(309,800,10750)

ops.node(310,5200,10750)

ops.node(311,6800,10750)

ops.node(312,11200,10750)

ops.node(313,800,14000)

ops.node(314,5200,14000)

ops.node(315,6800,14000)
ops.node(316,11200,14000)
ops.node(317,775,17250)
ops.node(318,5225,17250)
ops.node(319,6775,17250)
ops.node(320,11225,17250)
ops.node(321,775,20500)
ops.node(322,5225,20500)
ops.node(323,6775,20500)
ops.node(324,11225,20500)
ops.node(325,775,23750)
ops.node(326,5225,23750)
ops.node(327,6775,23750)
ops.node(328,11225,23750)
ops.node(329,775,27000)
ops.node(330,5225,27000)
ops.node(331,6775,27000)
ops.node(332,11225,27000)
ops.node(333,750,30250)
ops.node(334,5250,30250)
ops.node(335,6750,30250)
ops.node(336,11250,30250)
ops.node(337,750,33500)
ops.node(338,5250,33500)
ops.node(339,6750,33500)
ops.node(340,11250,33500)
ops.node(341,750,36750)
ops.node(342,5250,36750)
ops.node(343,6750,36750)
ops.node(344,11250,36750)

ops.node(345,750,40000)
ops.node(346,5250,40000)
ops.node(347,6750,40000)
ops.node(348,11250,40000)
ops.node(349,725,43250)
ops.node(350,5275,43250)
ops.node(351,6725,43250)
ops.node(352,11275,43250)
ops.node(353,725,46500)
ops.node(354,5275,46500)
ops.node(355,6725,46500)
ops.node(356,11275,46500)
ops.node(357,725,49750)
ops.node(358,5275,49750)
ops.node(359,6725,49750)
ops.node(360,11275,49750)
ops.node(361,725,53000)
ops.node(362,5275,53000)
ops.node(363,6725,53000)
ops.node(364,11275,53000)
ops.node(365,700,56250)
ops.node(366,5300,56250)
ops.node(367,6700,56250)
ops.node(368,11300,56250)
ops.node(369,700,59500)
ops.node(370,5300,59500)
ops.node(371,6700,59500)
ops.node(372,11300,59500)
ops.node(373,700,62750)
ops.node(374,5300,62750)

ops.node(375,6700,62750)
ops.node(376,11300,62750)
ops.node(377,700,66000)
ops.node(378,5300,66000)
ops.node(379,6700,66000)
ops.node(380,11300,66000)
ops.node(381,800,4250)
ops.node(382,5200,4250)
ops.node(383,6800,4250)
ops.node(384,11200,4250)
ops.node(385,800,7500)
ops.node(386,5200,7500)
ops.node(387,6800,7500)
ops.node(388,11200,7500)
ops.node(389,800,10750)
ops.node(390,5200,10750)
ops.node(391,6800,10750)
ops.node(392,11200,10750)
ops.node(393,800,14000)
ops.node(394,5200,14000)
ops.node(395,6800,14000)
ops.node(396,11200,14000)
ops.node(397,775,17250)
ops.node(398,5225,17250)
ops.node(399,6775,17250)
ops.node(400,11225,17250)
ops.node(401,775,20500)
ops.node(402,5225,20500)
ops.node(403,6775,20500)
ops.node(404,11225,20500)

ops.node(405,775,23750)
ops.node(406,5225,23750)
ops.node(407,6775,23750)
ops.node(408,11225,23750)
ops.node(409,775,27000)
ops.node(410,5225,27000)
ops.node(411,6775,27000)
ops.node(412,11225,27000)
ops.node(413,750,30250)
ops.node(414,5250,30250)
ops.node(415,6750,30250)
ops.node(416,11250,30250)
ops.node(417,750,33500)
ops.node(418,5250,33500)
ops.node(419,6750,33500)
ops.node(420,11250,33500)
ops.node(421,750,36750)
ops.node(422,5250,36750)
ops.node(423,6750,36750)
ops.node(424,11250,36750)
ops.node(425,750,40000)
ops.node(426,5250,40000)
ops.node(427,6750,40000)
ops.node(428,11250,40000)
ops.node(429,725,43250)
ops.node(430,5275,43250)
ops.node(431,6725,43250)
ops.node(432,11275,43250)
ops.node(433,725,46500)
ops.node(434,5275,46500)

ops.node(435,6725,46500)
ops.node(436,11275,46500)
ops.node(437,725,49750)
ops.node(438,5275,49750)
ops.node(439,6725,49750)
ops.node(440,11275,49750)
ops.node(441,725,53000)
ops.node(442,5275,53000)
ops.node(443,6725,53000)
ops.node(444,11275,53000)
ops.node(445,700,56250)
ops.node(446,5300,56250)
ops.node(447,6700,56250)
ops.node(448,11300,56250)
ops.node(449,700,59500)
ops.node(450,5300,59500)
ops.node(451,6700,59500)
ops.node(452,11300,59500)
ops.node(453,700,62750)
ops.node(454,5300,62750)
ops.node(455,6700,62750)
ops.node(456,11300,62750)
ops.node(457,700,66000)
ops.node(458,5300,66000)
ops.node(459,6700,66000)
ops.node(460,11300,66000)

ops.fix(1,1,1,0)
ops.fix(2,1,1,0)
ops.fix(3,1,1,0)

ops.fix(64,1,1,1)
ops.fix(65,1,1,1)
ops.fix(66,1,1,1)

ops.equalDOF(181 ,298 ,1,2)
ops.equalDOF(178 ,295 ,1,2)
ops.equalDOF(175 ,292 ,1,2)
ops.equalDOF(172 ,289 ,1,2)
ops.equalDOF(169 ,286 ,1,2)
ops.equalDOF(166 ,283 ,1,2)
ops.equalDOF(163 ,280 ,1,2)
ops.equalDOF(160 ,277 ,1,2)
ops.equalDOF(157 ,274 ,1,2)
ops.equalDOF(154 ,271 ,1,2)
ops.equalDOF(151 ,268 ,1,2)
ops.equalDOF(148 ,265 ,1,2)
ops.equalDOF(145 ,262 ,1,2)
ops.equalDOF(142 ,259 ,1,2)
ops.equalDOF(139 ,256 ,1,2)
ops.equalDOF(136 ,253 ,1,2)
ops.equalDOF(133 ,250 ,1,2)
ops.equalDOF(130 ,247 ,1,2)
ops.equalDOF(127 ,244 ,1,2)
ops.equalDOF(124 ,241 ,1,2)
ops.equalDOF(121 ,238 ,1,2)
ops.equalDOF(118 ,235 ,1,2)
ops.equalDOF(115 ,232 ,1,2)
ops.equalDOF(112 ,229 ,1,2)
ops.equalDOF(109 ,226 ,1,2)
ops.equalDOF(106 ,223 ,1,2)

ops.equalDOF(103	,220	,1,2)
ops.equalDOF(100	,217	,1,2)
ops.equalDOF(97	,214	,1,2)
ops.equalDOF(94	,211	,1,2)
ops.equalDOF(91	,208	,1,2)
ops.equalDOF(88	,205	,1,2)
ops.equalDOF(85	,202	,1,2)
ops.equalDOF(82	,199	,1,2)
ops.equalDOF(79	,196	,1,2)
ops.equalDOF(76	,193	,1,2)
ops.equalDOF(73	,190	,1,2)
ops.equalDOF(70	,187	,1,2)
ops.equalDOF(67	,184	,1,2)
ops.equalDOF(182	,299	,1,2)
ops.equalDOF(179	,296	,1,2)
ops.equalDOF(176	,293	,1,2)
ops.equalDOF(173	,290	,1,2)
ops.equalDOF(170	,287	,1,2)
ops.equalDOF(167	,284	,1,2)
ops.equalDOF(164	,281	,1,2)
ops.equalDOF(161	,278	,1,2)
ops.equalDOF(158	,275	,1,2)
ops.equalDOF(155	,272	,1,2)
ops.equalDOF(152	,269	,1,2)
ops.equalDOF(149	,266	,1,2)
ops.equalDOF(146	,263	,1,2)
ops.equalDOF(143	,260	,1,2)
ops.equalDOF(140	,257	,1,2)
ops.equalDOF(137	,254	,1,2)
ops.equalDOF(134	,251	,1,2)

ops.equalDOF(131 ,248 ,1,2)
ops.equalDOF(128 ,245 ,1,2)
ops.equalDOF(125 ,242 ,1,2)
ops.equalDOF(122 ,239 ,1,2)
ops.equalDOF(119 ,236 ,1,2)
ops.equalDOF(116 ,233 ,1,2)
ops.equalDOF(113 ,230 ,1,2)
ops.equalDOF(110 ,227 ,1,2)
ops.equalDOF(107 ,224 ,1,2)
ops.equalDOF(104 ,221 ,1,2)
ops.equalDOF(101 ,218 ,1,2)
ops.equalDOF(98 ,215 ,1,2)
ops.equalDOF(95 ,212 ,1,2)
ops.equalDOF(92 ,209 ,1,2)
ops.equalDOF(89 ,206 ,1,2)
ops.equalDOF(86 ,203 ,1,2)
ops.equalDOF(83 ,200 ,1,2)
ops.equalDOF(80 ,197 ,1,2)
ops.equalDOF(77 ,194 ,1,2)
ops.equalDOF(74 ,191 ,1,2)
ops.equalDOF(71 ,188 ,1,2)
ops.equalDOF(68 ,185 ,1,2)
ops.equalDOF(183 ,300 ,1,2)
ops.equalDOF(180 ,297 ,1,2)
ops.equalDOF(177 ,294 ,1,2)
ops.equalDOF(174 ,291 ,1,2)
ops.equalDOF(171 ,288 ,1,2)
ops.equalDOF(168 ,285 ,1,2)
ops.equalDOF(165 ,282 ,1,2)
ops.equalDOF(162 ,279 ,1,2)

ops.equalDOF(159 ,276 ,1,2)
ops.equalDOF(156 ,273 ,1,2)
ops.equalDOF(153 ,270 ,1,2)
ops.equalDOF(150 ,267 ,1,2)
ops.equalDOF(147 ,264 ,1,2)
ops.equalDOF(144 ,261 ,1,2)
ops.equalDOF(141 ,258 ,1,2)
ops.equalDOF(138 ,255 ,1,2)
ops.equalDOF(135 ,252 ,1,2)
ops.equalDOF(132 ,249 ,1,2)
ops.equalDOF(129 ,246 ,1,2)
ops.equalDOF(126 ,243 ,1,2)
ops.equalDOF(123 ,240 ,1,2)
ops.equalDOF(120 ,237 ,1,2)
ops.equalDOF(117 ,234 ,1,2)
ops.equalDOF(114 ,231 ,1,2)
ops.equalDOF(111 ,228 ,1,2)
ops.equalDOF(108 ,225 ,1,2)
ops.equalDOF(105 ,222 ,1,2)
ops.equalDOF(102 ,219 ,1,2)
ops.equalDOF(99 ,216 ,1,2)
ops.equalDOF(96 ,213 ,1,2)
ops.equalDOF(93 ,210 ,1,2)
ops.equalDOF(90 ,207 ,1,2)
ops.equalDOF(87 ,204 ,1,2)
ops.equalDOF(84 ,201 ,1,2)
ops.equalDOF(81 ,198 ,1,2)
ops.equalDOF(78 ,195 ,1,2)
ops.equalDOF(75 ,192 ,1,2)
ops.equalDOF(72 ,189 ,1,2)

ops.equalDOF(69 ,186 ,1,2)
ops.equalDOF(377 ,457 ,1,2)
ops.equalDOF(373 ,453 ,1,2)
ops.equalDOF(369 ,449 ,1,2)
ops.equalDOF(365 ,445 ,1,2)
ops.equalDOF(361 ,441 ,1,2)
ops.equalDOF(357 ,437 ,1,2)
ops.equalDOF(353 ,433 ,1,2)
ops.equalDOF(349 ,429 ,1,2)
ops.equalDOF(345 ,425 ,1,2)
ops.equalDOF(341 ,421 ,1,2)
ops.equalDOF(337 ,417 ,1,2)
ops.equalDOF(333 ,413 ,1,2)
ops.equalDOF(329 ,409 ,1,2)
ops.equalDOF(325 ,405 ,1,2)
ops.equalDOF(321 ,401 ,1,2)
ops.equalDOF(317 ,397 ,1,2)
ops.equalDOF(313 ,393 ,1,2)
ops.equalDOF(309 ,389 ,1,2)
ops.equalDOF(305 ,385 ,1,2)
ops.equalDOF(301 ,381 ,1,2)
ops.equalDOF(378 ,458 ,1,2)
ops.equalDOF(374 ,454 ,1,2)
ops.equalDOF(370 ,450 ,1,2)
ops.equalDOF(366 ,446 ,1,2)
ops.equalDOF(362 ,442 ,1,2)
ops.equalDOF(358 ,438 ,1,2)
ops.equalDOF(354 ,434 ,1,2)
ops.equalDOF(350 ,430 ,1,2)
ops.equalDOF(346 ,426 ,1,2)

ops.equalDOF(342 ,422 ,1,2)
ops.equalDOF(338 ,418 ,1,2)
ops.equalDOF(334 ,414 ,1,2)
ops.equalDOF(330 ,410 ,1,2)
ops.equalDOF(326 ,406 ,1,2)
ops.equalDOF(322 ,402 ,1,2)
ops.equalDOF(318 ,398 ,1,2)
ops.equalDOF(314 ,394 ,1,2)
ops.equalDOF(310 ,390 ,1,2)
ops.equalDOF(306 ,386 ,1,2)
ops.equalDOF(302 ,382 ,1,2)
ops.equalDOF(379 ,459 ,1,2)
ops.equalDOF(375 ,455 ,1,2)
ops.equalDOF(371 ,451 ,1,2)
ops.equalDOF(367 ,447 ,1,2)
ops.equalDOF(363 ,443 ,1,2)
ops.equalDOF(359 ,439 ,1,2)
ops.equalDOF(355 ,435 ,1,2)
ops.equalDOF(351 ,431 ,1,2)
ops.equalDOF(347 ,427 ,1,2)
ops.equalDOF(343 ,423 ,1,2)
ops.equalDOF(339 ,419 ,1,2)
ops.equalDOF(335 ,415 ,1,2)
ops.equalDOF(331 ,411 ,1,2)
ops.equalDOF(327 ,407 ,1,2)
ops.equalDOF(323 ,403 ,1,2)
ops.equalDOF(319 ,399 ,1,2)
ops.equalDOF(315 ,395 ,1,2)
ops.equalDOF(311 ,391 ,1,2)
ops.equalDOF(307 ,387 ,1,2)

```
ops.equalDOF(303 ,383 ,1,2)
ops.equalDOF(380 ,460 ,1,2)
ops.equalDOF(376 ,456 ,1,2)
ops.equalDOF(372 ,452 ,1,2)
ops.equalDOF(368 ,448 ,1,2)
ops.equalDOF(364 ,444 ,1,2)
ops.equalDOF(360 ,440 ,1,2)
ops.equalDOF(356 ,436 ,1,2)
ops.equalDOF(352 ,432 ,1,2)
ops.equalDOF(348 ,428 ,1,2)
ops.equalDOF(344 ,424 ,1,2)
ops.equalDOF(340 ,420 ,1,2)
ops.equalDOF(336 ,416 ,1,2)
ops.equalDOF(332 ,412 ,1,2)
ops.equalDOF(328 ,408 ,1,2)
ops.equalDOF(324 ,404 ,1,2)
ops.equalDOF(320 ,400 ,1,2)
ops.equalDOF(316 ,396 ,1,2)
ops.equalDOF(312 ,392 ,1,2)
ops.equalDOF(308 ,388 ,1,2)
ops.equalDOF(304 ,384 ,1,2)
```

```
ops.geomTransf('PDelta',1)
```

```
#columnas
```

```
A1 = 1600*1600
```

```
A2 = 1550*1550
```

```
A3 = 1500*1500
```

```
A4 = 1450*1450
```

```
A5 = 1400*1400
```

```
E = 1.1*4700*np.sqrt(28)
```

$$I1 = 1600 \times 4 / 12$$

$$I2 = 1550 \times 4 / 12$$

$$I3 = 1500 \times 4 / 12$$

$$I4 = 1450 \times 4 / 12$$

$$I5 = 1400 \times 4 / 12$$

ops.element('elasticBeamColumn',	1	,	1	,	184	,
A1, E, I1,	1)					
ops.element('elasticBeamColumn',	2	,	67	,	4	,
A1, E, I1,	1)					
ops.element('elasticBeamColumn',	3	,	2	,	185	,
A1, E, I1,	1)					
ops.element('elasticBeamColumn',	4	,	68	,	5	,
A1, E, I1,	1)					
ops.element('elasticBeamColumn',	5	,	3	,	186	,
A1, E, I1,	1)					
ops.element('elasticBeamColumn',	6	,	69	,	6	,
A1, E, I1,	1)					
ops.element('elasticBeamColumn',	7	,	4	,	70	,
A1, E, I1,	1)					
ops.element('elasticBeamColumn',	8	,	187	,	190	,
A1, E, I1,	1)					
ops.element('elasticBeamColumn',	9	,	73	,	7	,
A1, E, I1,	1)					
ops.element('elasticBeamColumn',	10	,	5	,	71	,
A1, E, I1,	1)					
ops.element('elasticBeamColumn',	11	,	188	,	191	,
A1, E, I1,	1)					
ops.element('elasticBeamColumn',	12	,	74	,	8	,
A1, E, I1,	1)					
ops.element('elasticBeamColumn',	13	,	6	,	72	,
A1, E, I1,	1)					
ops.element('elasticBeamColumn',	14	,	189	,	192	,
A1, E, I1,	1)					

ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	15	,	75	,	9	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	16	,	7	,	76	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	17	,	193	,	196	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	18	,	79	,	10	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	19	,	8	,	77	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	20	,	194	,	197	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	21	,	80	,	11	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	22	,	9	,	78	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	23	,	195	,	198	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	24	,	81	,	12	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	25	,	10	,	82	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	26	,	199	,	202	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	27	,	85	,	13	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	28	,	11	,	83	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	29	,	200	,	203	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	30	,	86	,	14	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	31	,	12	,	84	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	32	,	201	,	204	,

ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	33	,	87	,	15	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	34	,	13	,	88	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	35	,	205	,	208	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	36	,	91	,	16	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	37	,	14	,	89	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	38	,	206	,	209	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	39	,	92	,	17	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	40	,	15	,	90	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	41	,	207	,	210	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	42	,	93	,	18	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	43	,	16	,	94	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	44	,	211	,	214	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	45	,	97	,	19	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	46	,	17	,	95	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	47	,	212	,	215	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	48	,	98	,	20	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	49	,	18	,	96	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	50	,	213	,	216	,

ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	51	,	99	,	21	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	52	,	19	,	100	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	53	,	217	,	220	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	54	,	103	,	22	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	55	,	20	,	101	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	56	,	218	,	221	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	57	,	104	,	23	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	58	,	21	,	102	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	59	,	219	,	222	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	60	,	105	,	24	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	61	,	22	,	106	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	62	,	223	,	226	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	63	,	109	,	25	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	64	,	23	,	107	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	65	,	224	,	227	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	66	,	110	,	26	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	67	,	24	,	108	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	68	,	225	,	228	,

ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	69	,	111	,	27	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	70	,	25	,	112	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	71	,	229	,	232	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	72	,	115	,	28	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	73	,	26	,	113	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	74	,	230	,	233	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	75	,	116	,	29	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	76	,	27	,	114	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	77	,	231	,	234	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	78	,	117	,	30	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	79	,	28	,	118	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	80	,	235	,	238	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	81	,	121	,	31	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	82	,	29	,	119	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	83	,	236	,	239	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	84	,	122	,	32	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	85	,	30	,	120	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	86	,	237	,	240	,

ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	87	,	123	,	33	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	88	,	31	,	124	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	89	,	241	,	244	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	90	,	127	,	34	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	91	,	32	,	125	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	92	,	242	,	245	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	93	,	128	,	35	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	94	,	33	,	126	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	95	,	243	,	246	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	96	,	129	,	36	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	97	,	34	,	130	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	98	,	247	,	250	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	99	,	133	,	37	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	100	,	35	,	131	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	101	,	248	,	251	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	102	,	134	,	38	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	103	,	36	,	132	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	104	,	249	,	252	,

ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	105	,	135	,	39	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	106	,	37	,	136	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	107	,	253	,	256	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	108	,	139	,	40	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	109	,	38	,	137	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	110	,	254	,	257	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	111	,	140	,	41	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	112	,	39	,	138	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	113	,	255	,	258	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	114	,	141	,	42	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	115	,	40	,	142	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	116	,	259	,	262	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	117	,	145	,	43	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	118	,	41	,	143	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	119	,	260	,	263	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	120	,	146	,	44	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	121	,	42	,	144	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	122	,	261	,	264	,

ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	123	,	147	,	45	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	124	,	43	,	148	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	125	,	265	,	268	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	126	,	151	,	46	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	127	,	44	,	149	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	128	,	266	,	269	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	129	,	152	,	47	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	130	,	45	,	150	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	131	,	267	,	270	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	132	,	153	,	48	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	133	,	46	,	154	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	134	,	271	,	274	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	135	,	157	,	49	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	136	,	47	,	155	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	137	,	272	,	275	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	138	,	158	,	50	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	139	,	48	,	156	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	140	,	273	,	276	,

ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	141	,	159	,	51	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	142	,	49	,	160	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	143	,	277	,	280	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	144	,	163	,	52	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	145	,	50	,	161	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	146	,	278	,	281	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	147	,	164	,	53	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	148	,	51	,	162	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	149	,	279	,	282	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	150	,	165	,	54	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	151	,	52	,	166	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	152	,	283	,	286	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	153	,	169	,	55	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	154	,	53	,	167	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	155	,	284	,	287	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	156	,	170	,	56	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	157	,	54	,	168	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	158	,	285	,	288	,

ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	159	,	171	,	57	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	160	,	55	,	172	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	161	,	289	,	292	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	162	,	175	,	58	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	163	,	56	,	173	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	164	,	290	,	293	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	165	,	176	,	59	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	166	,	57	,	174	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	167	,	291	,	294	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	168	,	177	,	60	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	169	,	58	,	178	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	170	,	295	,	298	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	171	,	181	,	61	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	172	,	59	,	179	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	173	,	296	,	299	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	174	,	182	,	62	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	175	,	60	,	180	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	176	,	297	,	300	,

ops.element('elasticBeamColumn', 177 , 183 , 63 ,
A5, E, I5, 1)

#vigas

v1 = 550*800

v2 = 450*700

v3 = 450*650

v4 = 400*600

Iv1= 550*800**3/12

Iv2= 450*700**3/12

Iv3= 450*650**3/12

Iv4 = 400*600**3/12

ops.element('elasticBeamColumn', 178 , 4 , 381 ,
v1 , E, Iv1, 1)

ops.element('elasticBeamColumn', 179 , 301 , 302 ,
v1 , E, Iv1, 1)

ops.element('elasticBeamColumn', 180 , 382 , 5 ,
v1 , E, Iv1, 1)

ops.element('elasticBeamColumn', 181 , 5 , 383 ,
v1 , E, Iv1, 1)

ops.element('elasticBeamColumn', 182 , 303 , 304 ,
v1 , E, Iv1, 1)

ops.element('elasticBeamColumn', 183 , 384 , 6 ,
v1 , E, Iv1, 1)

ops.element('elasticBeamColumn', 184 , 7 , 385 ,
v1 , E, Iv1, 1)

ops.element('elasticBeamColumn', 185 , 305 , 306 ,
v1 , E, Iv1, 1)

ops.element('elasticBeamColumn', 186 , 386 , 8 ,
v1 , E, Iv1, 1)

ops.element('elasticBeamColumn', 187 , 8 , 387 ,
v1 , E, Iv1, 1)

ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	188	,	307	,	308	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	189	,	388	,	9	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	190	,	10	,	389	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	191	,	309	,	310	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	192	,	390	,	11	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	193	,	11	,	391	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	194	,	311	,	312	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	195	,	392	,	12	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	196	,	13	,	393	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	197	,	313	,	314	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	198	,	394	,	14	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	199	,	14	,	395	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	200	,	315	,	316	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	201	,	396	,	15	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	202	,	16	,	397	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	203	,	317	,	318	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	204	,	398	,	17	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	205	,	17	,	399	,

ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	206	,	319	,	320	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	207	,	400	,	18	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	208	,	19	,	401	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	209	,	321	,	322	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	210	,	402	,	20	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	211	,	20	,	403	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	212	,	323	,	324	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	213	,	404	,	21	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	214	,	22	,	405	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	215	,	325	,	326	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	216	,	406	,	23	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	217	,	23	,	407	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	218	,	327	,	328	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	219	,	408	,	24	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	220	,	25	,	409	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	221	,	329	,	330	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	222	,	410	,	26	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	223	,	26	,	411	,

ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	224	,	331	,	332	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	225	,	412	,	27	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	226	,	28	,	413	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	227	,	333	,	334	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	228	,	414	,	29	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	229	,	29	,	415	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	230	,	335	,	336	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	231	,	416	,	30	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	232	,	31	,	417	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	233	,	337	,	338	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	234	,	418	,	32	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	235	,	32	,	419	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	236	,	339	,	340	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	237	,	420	,	33	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	238	,	34	,	421	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	239	,	341	,	342	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	240	,	422	,	35	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	241	,	35	,	423	,

ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	242	,	343	,	344	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	243	,	424	,	36	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	244	,	37	,	425	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	245	,	345	,	346	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	246	,	426	,	38	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	247	,	38	,	427	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	248	,	347	,	348	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	249	,	428	,	39	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	250	,	40	,	429	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	251	,	349	,	350	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	252	,	430	,	41	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	253	,	41	,	431	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	254	,	351	,	352	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	255	,	432	,	42	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	256	,	43	,	433	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	257	,	353	,	354	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	258	,	434	,	44	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	259	,	44	,	435	,

ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	260	,	355	,	356	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	261	,	436	,	45	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	262	,	46	,	437	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	263	,	357	,	358	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	264	,	438	,	47	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	265	,	47	,	439	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	266	,	359	,	360	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	267	,	440	,	48	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	268	,	49	,	441	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	269	,	361	,	362	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	270	,	442	,	50	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	271	,	50	,	443	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	272	,	363	,	364	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	273	,	444	,	51	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	274	,	52	,	445	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	275	,	365	,	366	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	276	,	446	,	53	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	277	,	53	,	447	,

ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	278	,	367	,	368	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	279	,	448	,	54	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	280	,	55	,	449	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	281	,	369	,	370	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	282	,	450	,	56	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	283	,	56	,	451	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	284	,	371	,	372	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	285	,	452	,	57	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	286	,	58	,	453	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	287	,	373	,	374	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	288	,	454	,	59	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	289	,	59	,	455	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	290	,	375	,	376	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	291	,	456	,	60	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	292	,	61	,	457	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	293	,	377	,	378	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	294	,	458	,	62	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	295	,	62	,	459	,

```
ops.element('elasticBeamColumn', 296 , 379 , 380 ,
           v4 , E, Iv4, 1)
ops.element('elasticBeamColumn', 297 , 460 , 63 ,
           v4 , E, Iv4, 1)
```

```
#columnas
```

```
#uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented', matTag, K0, as_Plus, as_Neg,
My_Plus, My_Neg, Lamda_S, Lamda_C, Lamda_A, Lamda_K, c_S, c_C, c_A,
c_K, theta_p_Plus, theta_p_Neg, theta_pc_Plus, theta_pc_Neg, Res_Pos,
Res_Neg, theta_u_Plus, theta_u_Neg, D_Plus, D_Neg)
```

```
ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,1 , 2.46294E+12
, 0.01079872 , 0.01079872 , 11498042903 ,
-11498042903, 134.8648135 , 134.8648135 ,
134.8648135 , 134.8648135 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.086490243 , 0.086490243 ,
0.350648661 , 0.350648661 , 0.012000645 ,
0.012000645 , 0.441807317 , 0.441807317 , 1
, 1 )
```

```
ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,2 , 2.81629E+12
, 0.007805711 , 0.007805711 , 11188795504 ,
-11188795504, 138.2937095 , 138.2937095 ,
138.2937095 , 138.2937095 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.102384645 , 0.102384645 ,
0.449820449 , 0.449820449 , 0.0120116 ,
0.0120116 , 0.556177976 , 0.556177976 , 1
, 1 )
```

```
ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,3 , 2.73389E+12
, 0.00778286 , 0.00778286 , 10914942596 ,
-10914942596, 139.5476443 , 139.5476443 ,
139.5476443 , 139.5476443 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.103686328 , 0.103686328 ,
0.460722578 , 0.460722578 , 0.012021253 ,
0.012021253 , 0.56840136 , 0.56840136 , 1
, 1 )
```

```
ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,4 , 1.12033E+13
, 0.00183756 , 0.00183756 , 10642953356 ,
-10642953356, 140.7974396 , 140.7974396 ,
140.7974396 , 140.7974396 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.104988373 , 0.104988373 ,
0.47175106 , 0.47175106 , 0.012030797 ,
```

```

0.012030797 ,      0.577689417 ,      0.577689417 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,5 ,      2.3786E+12
,      0.00797432 ,      0.00797432 ,      9997305457 ,
-9997305457 ,      140.6117904 ,      140.6117904 ,
140.6117904 ,      140.6117904 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.107074643 ,      0.107074643 ,
0.487782548 ,      0.487782548 ,      0.012031505 ,
0.012031505 ,      0.599060221 ,      0.599060221 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,6 ,      2.2752E+12
,      0.008062227 ,      0.008062227 ,      9745050007 ,
-9745050007 ,      141.892482 ,      141.892482 ,
141.892482 ,      141.892482 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.108442091 ,      0.108442091 ,
0.499658359 ,      0.499658359 ,      0.012041218 ,
0.012041218 ,      0.612383603 ,      0.612383603 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,7 ,      2.20712E+12
,      0.00803836 ,      0.00803836 ,      9498469034 ,
-9498469034 ,      143.1486461 ,      143.1486461 ,
143.1486461 ,      143.1486461 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.10978815 ,      0.10978815 ,
0.511480146 ,      0.511480146 ,      0.012050667 ,
0.012050667 ,      0.625571855 ,      0.625571855 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,8 ,      2.13946E+12
,      0.008015596 ,      0.008015596 ,      9252055112 ,
-9252055112 ,      144.4080269 ,      144.4080269 ,
144.4080269 ,      144.4080269 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.111142403 ,      0.111142403 ,
0.52350561 ,      0.52350561 ,      0.012060066 ,
0.012060066 ,      0.6389725 ,      0.6389725 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,9 ,      1.90676E+12
,      0.00810554 ,      0.00810554 ,      8014427438 ,
-8014427438 ,      144.4090075 ,      144.4090075 ,
144.4090075 ,      144.4090075 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.106944133 ,      0.106944133 ,
0.483701751 ,      0.483701751 ,      0.012062346 ,
0.012062346 ,      0.594849059 ,      0.594849059 ,      1
,      1      )

```

```

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,10 , 1.84565E+12
, 0.008066569 , 0.008066569 , 7781807221 ,
-7781807221 , 145.717393 , 145.717393 ,
145.717393 , 145.717393 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.108302745 , 0.108302745 ,
0.495416048 , 0.495416048 , 0.012072033 ,
0.012072033 , 0.607935095 , 0.607935095 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,11 , 1.77718E+12
, 0.008062686 , 0.008062686 , 7549019630 ,
-7549019630 , 147.0304271 , 147.0304271 ,
147.0304271 , 147.0304271 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.109671095 , 0.109671095 ,
0.507348073 , 0.507348073 , 0.012081675 ,
0.012081675 , 0.621266918 , 0.621266918 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,12 , 1.71788E+12
, 0.008019979 , 0.008019979 , 7315950707 ,
-7315950707 , 148.3485467 , 148.3485467 ,
148.3485467 , 148.3485467 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.111049665 , 0.111049665 ,
0.5195048 , 0.5195048 , 0.012091276 ,
0.012091276 , 0.634813185 , 0.634813185 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,13 , 1.51779E+12
, 0.008940743 , 0.008940743 , 6812285196 ,
-6812285196 , 147.407073 , 147.407073 ,
147.407073 , 147.407073 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.105205949 , 0.105205949 ,
0.483176713 , 0.483176713 , 0.012095716 ,
0.012095716 , 0.592870958 , 0.592870958 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,14 , 1.46415E+12
, 0.008896781 , 0.008896781 , 6593060729 ,
-6593060729 , 148.7761307 , 148.7761307 ,
148.7761307 , 148.7761307 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.106576076 , 0.106576076 ,
0.495174134 , 0.495174134 , 0.012105673 ,
0.012105673 , 0.606253207 , 0.606253207 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,15 , 1.41069E+12
, 0.008853075 , 0.008853075 , 6373121916 ,
-6373121916 , 150.1531647 , 150.1531647 ,

```



```

150.1531647 , 150.1531647 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.107959276 , 0.107959276 ,
0.507426964 , 0.507426964 , 0.012115603 ,
0.012115603 , 0.619903966 , 0.619903966 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,16 , 1.35538E+12
, 0.008822593 , 0.008822593 , 6152314527 ,
-6152314527 , 151.5389132 , 151.5389132 ,
151.5389132 , 151.5389132 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.109356357 , 0.109356357 ,
0.519946289 , 0.519946289 , 0.012125513 ,
0.012125513 , 0.633841816 , 0.633841816 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,17 , 1.18403E+12
, 0.008463839 , 0.008463839 , 5104750268 ,
-5104750268 , 150.8337558 , 150.8337558 ,
150.8337558 , 150.8337558 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.108632822 , 0.108632822 ,
0.554735395 , 0.554735395 , 0.012132644 ,
0.012132644 , 0.667679536 , 0.667679536 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,18 , 1.13644E+12
, 0.008380662 , 0.008380662 , 4893321943 ,
-4893321943 , 152.2918833 , 152.2918833 ,
152.2918833 , 152.2918833 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.1101055 , 0.1101055 ,
0.569076975 , 0.569076975 , 0.012143037 ,
0.012143037 , 0.683488313 , 0.683488313 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,19 , 1.08889E+12
, 0.008294297 , 0.008294297 , 4680429064 ,
-4680429064 , 153.7625256 , 153.7625256 ,
153.7625256 , 153.7625256 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.111596535 , 0.111596535 ,
0.583773403 , 0.583773403 , 0.012153428 ,
0.012153428 , 0.69966827 , 0.69966827 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,20 , 1.04141E+12
, 0.008204207 , 0.008204207 , 4466031227 ,
-4466031227 , 155.2456139 , 155.2456139 ,
155.2456139 , 155.2456139 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.113105972 , 0.113105972 ,
0.598831399 , 0.598831399 , 0.012163816 ,

```

0.012163816 , 0.716225836 , 0.716225836 , 1
, 1)

#VIGAS

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,21 , 1.38609E+11
, 0.028492427 , 0.028492427 , 649278649.3 ,
-649278649.3 , 113.8239155 , 113.8239155 ,
113.8239155 , 113.8239155 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.035745043 , 0.035745043 ,
0.142000452 , 0.142000452 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.182429736 , 0.182429736 , 1
, 1)

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,22 , 1.38609E+11
, 0.036412801 , 0.029880389 , 873416551.3 ,
-748218101.7 , 113.8239155 , 113.8239155 ,
113.8239155 , 113.8239155 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.037625432 , 0.037625432 ,
0.142000452 , 0.142000452 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.185927175 , 0.185927175 , 1
, 1)

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,23 , 1.38609E+11
, 0.033346663 , 0.025329601 , 1046279057 ,
-844660148.1 , 122.5274855 , 122.5274855 ,
122.5274855 , 122.5274855 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.049216339 , 0.049216339 ,
0.170907435 , 0.170907435 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.227672186 , 0.227672186 , 1
, 1)

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,24 , 1.38609E+11
, 0.036264138 , 0.027404326 , 1191927478 ,
-959501800.7 , 122.5274855 , 122.5274855 ,
122.5274855 , 122.5274855 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.05155688 , 0.05155688 ,
0.170907435 , 0.170907435 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.231063513 , 0.231063513 , 1
, 1)

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,25 , 1.38675E+11
, 0.028704439 , 0.029113313 , 1000953392 ,
-1093205763 , 123.6612184 , 123.6612184 ,
123.6612184 , 123.6612184 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.054673079 , 0.054673079 ,

```

0.175459145 ,      0.175459145 ,      0.012174233 ,
0.012174233 ,      0.237350219 ,      0.237350219 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,26 ,      87390051114
,      0.033597109 ,      0.025109817 ,      694282917 ,
-554443381.6 ,      111.5881651 ,      111.5881651 ,
111.5881651 ,      111.5881651 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.051413673 ,      0.051413673 ,
0.186848434 ,      0.186848434 ,      0.012174233 ,
0.012174233 ,      0.246206752 ,      0.246206752 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,27 ,      87320535313
,      0.03068706 ,      0.02580538 ,      759952660.1 ,
-665346416.7 ,      116.4339618 ,      116.4339618 ,
116.4339618 ,      116.4339618 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.06166247 ,      0.06166247 ,
0.206367985 ,      0.206367985 ,      0.012174233 ,
0.012174233 ,      0.276733479 ,      0.276733479 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,28 ,      87320535313
,      0.034420469 ,      0.028947518 ,      759895609.1 ,
-665342799.7 ,      111.5881651 ,      111.5881651 ,
111.5881651 ,      111.5881651 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.054970136 ,      0.054970136 ,
0.186848434 ,      0.186848434 ,      0.012174233 ,
0.012174233 ,      0.25052094 ,      0.25052094 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,29 ,      87355679412
,      0.034158757 ,      0.029628781 ,      761241807.2 ,
-682533790.8 ,      111.5881651 ,      111.5881651 ,
111.5881651 ,      111.5881651 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.055467102 ,      0.055467102 ,
0.186848434 ,      0.186848434 ,      0.012174233 ,
0.012174233 ,      0.251029816 ,      0.251029816 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,30 ,      87355679412
,      0.036368197 ,      0.028396174 ,      807867225.9 ,
-668380628.9 ,      111.5881651 ,      111.5881651 ,
111.5881651 ,      111.5881651 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.055288285 ,      0.055288285 ,
0.186848434 ,      0.186848434 ,      0.012174233 ,
0.012174233 ,      0.251384741 ,      0.251384741 ,      1
,      1      )

```

```
ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,31 , 75514628239
, 0.029103687 , 0.02387947 , 636097189.4 ,
-546658183.8 , 112.7803716 , 112.7803716 ,
112.7803716 , 112.7803716 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.062928941 , 0.062928941 ,
0.206367985 , 0.206367985 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.277720423 , 0.277720423 , 1
, 1 )
```

```
ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,32 , 75514628239
, 0.029103687 , 0.02387947 , 636097189.4 ,
-546658183.8 , 112.7803716 , 112.7803716 ,
112.7803716 , 112.7803716 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.062928941 , 0.062928941 ,
0.206367985 , 0.206367985 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.277720423 , 0.277720423 , 1
, 1 )
```

```
ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,33 , 75542148147
, 0.03043592 , 0.023495228 , 668864781.6 ,
-548751607.6 , 112.7803716 , 112.7803716 ,
112.7803716 , 112.7803716 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.063251178 , 0.063251178 ,
0.206367985 , 0.206367985 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.278473357 , 0.278473357 , 1
, 1 )
```

```
ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,34 , 75542148147
, 0.029093085 , 0.023870771 , 636097189.4 ,
-546658183.8 , 112.7803716 , 112.7803716 ,
112.7803716 , 112.7803716 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.062928941 , 0.062928941 ,
0.206367985 , 0.206367985 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.277717354 , 0.277717354 , 1
, 1 )
```

```
ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,35 , 75542148147
, 0.029911422 , 0.021778766 , 631853980.6 ,
-495204555.4 , 112.7803716 , 112.7803716 ,
112.7803716 , 112.7803716 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.060798991 , 0.060798991 ,
0.206367985 , 0.206367985 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.275531234 , 0.275531234 , 1
, 1 )
```

```
ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,36 , 57359655830
, 0.028084162 , 0.020014673 , 419344429 ,
-323038990.5 , 109.9827134 , 109.9827134 ,
```

```

109.9827134 ,      109.9827134 ,      1      ,      1      ,
1      ,      1      ,      0.056599021 ,      0.056599021 ,
0.173820259 ,      0.173820259 ,      0.012174233 ,
0.012174233 ,      0.237730071 ,      0.237730071 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,37 ,      57378477703
,      0.026956422 ,      0.020294686 ,      400999062.7 ,
-322163003.4 ,      109.9827134 ,      109.9827134 ,
109.9827134 ,      109.9827134 ,      1      ,      1      ,
1      ,      1      ,      0.056368715 ,      0.056368715 ,
0.173820259 ,      0.173820259 ,      0.012174233 ,
0.012174233 ,      0.237177641 ,      0.237177641 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,38 ,      57378477703
,      0.027759713 ,      0.020895326 ,      400995449.5 ,
-322110676.2 ,      108.6100178 ,      108.6100178 ,
108.6100178 ,      108.6100178 ,      1      ,      1      ,
1      ,      1      ,      0.054737064 ,      0.054737064 ,
0.169314894 ,      0.169314894 ,      0.012174233 ,
0.012174233 ,      0.231040562 ,      0.231040562 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,39 ,      57378477703
,      0.024403094 ,      0.016266966 ,      375302263 ,
-274071515.6 ,      114.2057753 ,      114.2057753 ,
114.2057753 ,      114.2057753 ,      1      ,      1      ,
1      ,      1      ,      0.058276479 ,      0.058276479 ,
0.189042462 ,      0.189042462 ,      0.012174233 ,
0.012174233 ,      0.253859761 ,      0.253859761 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,40 ,      57378477703
,      0.028036956 ,      0.018689278 ,      375302263 ,
-274071515.6 ,      107.7044187 ,      107.7044187 ,
107.7044187 ,      107.7044187 ,      1      ,      1      ,
1      ,      1      ,      0.050723282 ,      0.050723282 ,
0.166449063 ,      0.166449063 ,      0.012174233 ,
0.012174233 ,      0.223713164 ,      0.223713164 ,      1
,      1      )

```

```
# element('zeroLength', eleTag, *eleNodes, '-mat', *matTags, '-dir', *dirs)
```

```
#COLUMNAS
```

ops.element('zeroLength', 20, '-dir', 3)	298	,	181	,	298	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 20, '-dir', 3)	299	,	178	,	295	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 19, '-dir', 3)	300	,	175	,	292	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 19, '-dir', 3)	301	,	172	,	289	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 18, '-dir', 3)	302	,	169	,	286	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 18, '-dir', 3)	303	,	166	,	283	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 17, '-dir', 3)	304	,	163	,	280	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 17, '-dir', 3)	305	,	160	,	277	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 16, '-dir', 3)	306	,	157	,	274	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 16, '-dir', 3)	307	,	154	,	271	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 15, '-dir', 3)	308	,	151	,	268	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 15, '-dir', 3)	309	,	148	,	265	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 14, '-dir', 3)	310	,	145	,	262	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 14, '-dir', 3)	311	,	142	,	259	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 13, '-dir', 3)	312	,	139	,	256	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 13, '-dir', 3)	313	,	136	,	253	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 12, '-dir', 3)	314	,	133	,	250	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 12, '-dir', 3)	315	,	130	,	247	,	'-mat',

ops.element('zeroLength', 11, '-dir', 3)	316	,	127	,	244	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 11, '-dir', 3)	317	,	124	,	241	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 10, '-dir', 3)	318	,	121	,	238	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 10, '-dir', 3)	319	,	118	,	235	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 9, '-dir', 3)	320	,	115	,	232	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 9, '-dir', 3)	321	,	112	,	229	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 8, '-dir', 3)	322	,	109	,	226	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 8, '-dir', 3)	323	,	106	,	223	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 7, '-dir', 3)	324	,	103	,	220	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 7, '-dir', 3)	325	,	100	,	217	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 6, '-dir', 3)	326	,	97	,	214	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 6, '-dir', 3)	327	,	94	,	211	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 5, '-dir', 3)	328	,	91	,	208	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 5, '-dir', 3)	329	,	88	,	205	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 4, '-dir', 3)	330	,	85	,	202	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 4, '-dir', 3)	331	,	82	,	199	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 3, '-dir', 3)	332	,	79	,	196	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 3, '-dir', 3)	333	,	76	,	193	,	'-mat',

ops.element('zeroLength', 2, '-dir', 3)	334	,	73	,	190	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 2, '-dir', 3)	335	,	70	,	187	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 1, '-dir', 3)	336	,	67	,	184	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 1, '-dir', 3)	337	,	64	,	1	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 20, '-dir', 3)	338	,	182	,	299	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 20, '-dir', 3)	339	,	179	,	296	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 19, '-dir', 3)	340	,	176	,	293	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 19, '-dir', 3)	341	,	173	,	290	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 18, '-dir', 3)	342	,	170	,	287	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 18, '-dir', 3)	343	,	167	,	284	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 17, '-dir', 3)	344	,	164	,	281	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 17, '-dir', 3)	345	,	161	,	278	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 16, '-dir', 3)	346	,	158	,	275	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 16, '-dir', 3)	347	,	155	,	272	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 15, '-dir', 3)	348	,	152	,	269	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 15, '-dir', 3)	349	,	149	,	266	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 14, '-dir', 3)	350	,	146	,	263	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 14, '-dir', 3)	351	,	143	,	260	,	'-mat',

ops.element('zeroLength', 13, '-dir', 3)	352	,	140	,	257	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 13, '-dir', 3)	353	,	137	,	254	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 12, '-dir', 3)	354	,	134	,	251	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 12, '-dir', 3)	355	,	131	,	248	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 11, '-dir', 3)	356	,	128	,	245	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 11, '-dir', 3)	357	,	125	,	242	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 10, '-dir', 3)	358	,	122	,	239	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 10, '-dir', 3)	359	,	119	,	236	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 9, '-dir', 3)	360	,	116	,	233	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 9, '-dir', 3)	361	,	113	,	230	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 8, '-dir', 3)	362	,	110	,	227	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 8, '-dir', 3)	363	,	107	,	224	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 7, '-dir', 3)	364	,	104	,	221	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 7, '-dir', 3)	365	,	101	,	218	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 6, '-dir', 3)	366	,	98	,	215	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 6, '-dir', 3)	367	,	95	,	212	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 5, '-dir', 3)	368	,	92	,	209	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 5, '-dir', 3)	369	,	89	,	206	,	'-mat',

ops.element('zeroLength', 4, '-dir', 3)	370	,	86	,	203	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 4, '-dir', 3)	371	,	83	,	200	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 3, '-dir', 3)	372	,	80	,	197	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 3, '-dir', 3)	373	,	77	,	194	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 2, '-dir', 3)	374	,	74	,	191	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 2, '-dir', 3)	375	,	71	,	188	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 1, '-dir', 3)	376	,	68	,	185	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 1, '-dir', 3)	377	,	65	,	2	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 20, '-dir', 3)	378	,	183	,	300	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 20, '-dir', 3)	379	,	180	,	297	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 19, '-dir', 3)	380	,	177	,	294	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 19, '-dir', 3)	381	,	174	,	291	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 18, '-dir', 3)	382	,	171	,	288	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 18, '-dir', 3)	383	,	168	,	285	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 17, '-dir', 3)	384	,	165	,	282	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 17, '-dir', 3)	385	,	162	,	279	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 16, '-dir', 3)	386	,	159	,	276	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 16, '-dir', 3)	387	,	156	,	273	,	'-mat',

ops.element('zeroLength', 15, '-dir', 3)	388	,	153	,	270	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 15, '-dir', 3)	389	,	150	,	267	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 14, '-dir', 3)	390	,	147	,	264	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 14, '-dir', 3)	391	,	144	,	261	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 13, '-dir', 3)	392	,	141	,	258	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 13, '-dir', 3)	393	,	138	,	255	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 12, '-dir', 3)	394	,	135	,	252	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 12, '-dir', 3)	395	,	132	,	249	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 11, '-dir', 3)	396	,	129	,	246	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 11, '-dir', 3)	397	,	126	,	243	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 10, '-dir', 3)	398	,	123	,	240	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 10, '-dir', 3)	399	,	120	,	237	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 9, '-dir', 3)	400	,	117	,	234	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 9, '-dir', 3)	401	,	114	,	231	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 8, '-dir', 3)	402	,	111	,	228	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 8, '-dir', 3)	403	,	108	,	225	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 7, '-dir', 3)	404	,	105	,	222	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 7, '-dir', 3)	405	,	102	,	219	,	'-mat',

ops.element('zeroLength', 6, '-dir', 3)	406	,	99	,	216	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 6, '-dir', 3)	407	,	96	,	213	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 5, '-dir', 3)	408	,	93	,	210	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 5, '-dir', 3)	409	,	90	,	207	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 4, '-dir', 3)	410	,	87	,	204	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 4, '-dir', 3)	411	,	84	,	201	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 3, '-dir', 3)	412	,	81	,	198	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 3, '-dir', 3)	413	,	78	,	195	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 2, '-dir', 3)	414	,	75	,	192	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 2, '-dir', 3)	415	,	72	,	189	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 1, '-dir', 3)	416	,	69	,	186	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 1, '-dir', 3)	417	,	66	,	3	,	'-mat',

#VIGAS

ops.element('zeroLength', 21, '-dir', 3)	418	,	381	,	301	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 22, '-dir', 3)	419	,	385	,	305	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 23, '-dir', 3)	420	,	389	,	309	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 24, '-dir', 3)	421	,	393	,	313	,	'-mat',

ops.element('zeroLength', 422 , 397 , 317 , '-mat',
25 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 423 , 401 , 321 , '-mat',
26 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 424 , 405 , 325 , '-mat',
27 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 425 , 409 , 329 , '-mat',
28 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 426 , 413 , 333 , '-mat',
29 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 427 , 417 , 337 , '-mat',
30 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 428 , 421 , 341 , '-mat',
31 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 429 , 425 , 345 , '-mat',
32 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 430 , 429 , 349 , '-mat',
33 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 431 , 433 , 353 , '-mat',
34 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 432 , 437 , 357 , '-mat',
35 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 433 , 441 , 361 , '-mat',
36 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 434 , 445 , 365 , '-mat',
37 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 435 , 449 , 369 , '-mat',
38 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 436 , 453 , 373 , '-mat',
39 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 437 , 457 , 377 , '-mat',
40 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 438 , 382 , 302 , '-mat',
21 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 439 , 386 , 306 , '-mat',
22 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 440 , 390 , 310 , '-mat',
23 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 441 , 394 , 314 , '-mat',
24 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 442 , 398 , 318 , '-mat',
25 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 443 , 402 , 322 , '-mat',
26 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 444 , 406 , 326 , '-mat',
27 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 445 , 410 , 330 , '-mat',
28 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 446 , 414 , 334 , '-mat',
29 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 447 , 418 , 338 , '-mat',
30 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 448 , 422 , 342 , '-mat',
31 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 449 , 426 , 346 , '-mat',
32 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 450 , 430 , 350 , '-mat',
33 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 451 , 434 , 354 , '-mat',
34 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 452 , 438 , 358 , '-mat',
35 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 453 , 442 , 362 , '-mat',
36 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 454 , 446 , 366 , '-mat',
37 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 455 , 450 , 370 , '-mat',
38 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 456 , 454 , 374 , '-mat',
39 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 457 , 458 , 378 , '-mat',
40 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 458 , 383 , 303 , '-mat',
21 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 459 , 387 , 307 , '-mat',
22 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 460 , 391 , 311 , '-mat',
23 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 461 , 395 , 315 , '-mat',
24 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 462 , 399 , 319 , '-mat',
25 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 463 , 403 , 323 , '-mat',
26 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 464 , 407 , 327 , '-mat',
27 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 465 , 411 , 331 , '-mat',
28 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 466 , 415 , 335 , '-mat',
29 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 467 , 419 , 339 , '-mat',
30 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 468 , 423 , 343 , '-mat',
31 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 469 , 427 , 347 , '-mat',
32 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 470 , 431 , 351 , '-mat',
33 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 471 , 435 , 355 , '-mat',
34 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 472 , 439 , 359 , '-mat',
35 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 473 , 443 , 363 , '-mat',
36 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 474 , 447 , 367 , '-mat',
37 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 475 , 451 , 371 , '-mat',
38 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 476 , 455 , 375 , '-mat',
39 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 477 , 459 , 379 , '-mat',
40 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 478 , 384 , 304 , '-mat',
21 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 479 , 388 , 308 , '-mat',
22 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 480 , 392 , 312 , '-mat',
23 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 481 , 396 , 316 , '-mat',
24 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 482 , 400 , 320 , '-mat',
25 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 483 , 404 , 324 , '-mat',
26 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 484 , 408 , 328 , '-mat',
27 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 485 , 412 , 332 , '-mat',
28 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 486 , 416 , 336 , '-mat',
29 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 487 , 420 , 340 , '-mat',
30 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 488 , 424 , 344 , '-mat',
31 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 489 , 428 , 348 , '-mat',
32 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 490 , 432 , 352 , '-mat',
33 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 491 , 436 , 356 , '-mat',
34 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 492 , 440 , 360 , '-mat',
35 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 493 , 444 , 364 , '-mat',
36 , '-dir', 3)


```

ops.element('zeroLength', 494 , 448 , 368 , '-mat',
            37 , '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 495 , 452 , 372 , '-mat',
            38 , '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 496 , 456 , 376 , '-mat',
            39 , '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 497 , 460 , 380 , '-mat',
            40 , '-dir', 3)

```

#CARGA VERTICAL

```
ops.timeSeries('Linear',1)
```

```
ops.pattern('Plain',1,1)
```

```
#en columnas
```

```

ops.eleLoad('-ele',1,'-type','-beamUniform',0,0, -60.27264 )
ops.eleLoad('-ele',3,'-type','-beamUniform',0,0, -60.27264 )
ops.eleLoad('-ele',5,'-type','-beamUniform',0,0, -60.27264 )
ops.eleLoad('-ele',8,'-type','-beamUniform',0,0, -60.27264 )
ops.eleLoad('-ele',11,'-type','-beamUniform',0,0, -60.27264 )
ops.eleLoad('-ele',14,'-type','-beamUniform',0,0, -60.27264 )
ops.eleLoad('-ele',17,'-type','-beamUniform',0,0, -60.27264 )
ops.eleLoad('-ele',20,'-type','-beamUniform',0,0, -60.27264 )
ops.eleLoad('-ele',23,'-type','-beamUniform',0,0, -60.27264 )
ops.eleLoad('-ele',26,'-type','-beamUniform',0,0, -60.27264 )
ops.eleLoad('-ele',29,'-type','-beamUniform',0,0, -60.27264 )
ops.eleLoad('-ele',32,'-type','-beamUniform',0,0, -60.27264 )
ops.eleLoad('-ele',35,'-type','-beamUniform',0,0, -56.56446 )
ops.eleLoad('-ele',38,'-type','-beamUniform',0,0, -56.56446 )
ops.eleLoad('-ele',41,'-type','-beamUniform',0,0, -56.56446 )
ops.eleLoad('-ele',44,'-type','-beamUniform',0,0, -56.56446 )
ops.eleLoad('-ele',47,'-type','-beamUniform',0,0, -56.56446 )
ops.eleLoad('-ele',50,'-type','-beamUniform',0,0, -56.56446 )

```

ops.eleLoad('-ele',53,'-type','-beamUniform',0,0, -56.56446)
ops.eleLoad('-ele',56,'-type','-beamUniform',0,0, -56.56446)
ops.eleLoad('-ele',59,'-type','-beamUniform',0,0, -56.56446)
ops.eleLoad('-ele',62,'-type','-beamUniform',0,0, -56.56446)
ops.eleLoad('-ele',65,'-type','-beamUniform',0,0, -56.56446)
ops.eleLoad('-ele',68,'-type','-beamUniform',0,0, -56.56446)
ops.eleLoad('-ele',71,'-type','-beamUniform',0,0, -52.974)
ops.eleLoad('-ele',74,'-type','-beamUniform',0,0, -52.974)
ops.eleLoad('-ele',77,'-type','-beamUniform',0,0, -52.974)
ops.eleLoad('-ele',80,'-type','-beamUniform',0,0, -52.974)
ops.eleLoad('-ele',83,'-type','-beamUniform',0,0, -52.974)
ops.eleLoad('-ele',86,'-type','-beamUniform',0,0, -52.974)
ops.eleLoad('-ele',89,'-type','-beamUniform',0,0, -52.974)
ops.eleLoad('-ele',92,'-type','-beamUniform',0,0, -52.974)
ops.eleLoad('-ele',95,'-type','-beamUniform',0,0, -52.974)
ops.eleLoad('-ele',98,'-type','-beamUniform',0,0, -52.974)
ops.eleLoad('-ele',101,'-type','-beamUniform',0,0, -52.974)
ops.eleLoad('-ele',104,'-type','-beamUniform',0,0, -52.974)
ops.eleLoad('-ele',107,'-type','-beamUniform',0,0, -49.50126)
ops.eleLoad('-ele',110,'-type','-beamUniform',0,0, -49.50126)
ops.eleLoad('-ele',113,'-type','-beamUniform',0,0, -49.50126)
ops.eleLoad('-ele',116,'-type','-beamUniform',0,0, -49.50126)
ops.eleLoad('-ele',119,'-type','-beamUniform',0,0, -49.50126)
ops.eleLoad('-ele',122,'-type','-beamUniform',0,0, -49.50126)
ops.eleLoad('-ele',125,'-type','-beamUniform',0,0, -49.50126)
ops.eleLoad('-ele',128,'-type','-beamUniform',0,0, -49.50126)
ops.eleLoad('-ele',131,'-type','-beamUniform',0,0, -49.50126)
ops.eleLoad('-ele',134,'-type','-beamUniform',0,0, -49.50126)
ops.eleLoad('-ele',137,'-type','-beamUniform',0,0, -49.50126)
ops.eleLoad('-ele',140,'-type','-beamUniform',0,0, -49.50126)

```
ops.eleLoad('-ele',143,'-type','-beamUniform',0,0, -46.14624 )
ops.eleLoad('-ele',146,'-type','-beamUniform',0,0, -46.14624 )
ops.eleLoad('-ele',149,'-type','-beamUniform',0,0, -46.14624 )
ops.eleLoad('-ele',152,'-type','-beamUniform',0,0, -46.14624 )
ops.eleLoad('-ele',155,'-type','-beamUniform',0,0, -46.14624 )
ops.eleLoad('-ele',158,'-type','-beamUniform',0,0, -46.14624 )
ops.eleLoad('-ele',161,'-type','-beamUniform',0,0, -46.14624 )
ops.eleLoad('-ele',164,'-type','-beamUniform',0,0, -46.14624 )
ops.eleLoad('-ele',167,'-type','-beamUniform',0,0, -46.14624 )
ops.eleLoad('-ele',170,'-type','-beamUniform',0,0, -46.14624 )
ops.eleLoad('-ele',173,'-type','-beamUniform',0,0, -46.14624 )
ops.eleLoad('-ele',176,'-type','-beamUniform',0,0, -46.14624 )
```

#en vigas

```
ops.eleLoad('-ele', 179 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 182 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 185 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 188 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 191 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 194 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 197 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 200 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 203 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 206 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 209 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 212 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 215 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 218 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 221 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
```

ops.eleLoad('-ele', 224 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 227 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 230 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 233 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 236 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 239 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 242 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 245 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 248 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 251 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 254 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 257 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 260 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 263 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 266 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 269 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 272 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 275 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 278 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 281 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 284 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 287 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 290 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 293 ,'-type','-beamUniform',-34.36)
ops.eleLoad('-ele', 296 ,'-type','-beamUniform',-34.36)

```

ops.constraints('Plain')
ops.numberer('RCM')
ops.system('UmfPack')
ops.integrator('LoadControl',0.05)
ops.test('NormUnbalance',1.0e-5,300)
ops.algorithm('Newton')
ops.analysis('Static')
ops.analyze(20)
ops.loadConst()
ops.wipeAnalysis()

print('Carga vertical OK')

#CARGA LATERAL
ops.timeSeries('Linear', 2)
ops.pattern('Plain',2,2)

ops.load( 4 , 1 , 0 ,0)
ops.load( 5 , 1 , 0 ,0)
ops.load( 6 , 1 , 0 ,0)
ops.load( 7 , 2.871331172 , 0 ,0)
ops.load( 8 , 2.871331172 , 0 ,0)
ops.load( 9 , 2.871331172 , 0 ,0)
ops.load( 10 , 5.898990375 , 0 ,0)
ops.load( 11 , 5.898990375 , 0 ,0)
ops.load( 12 , 5.898990375 , 0 ,0)
ops.load( 13 , 9.894878195 , 0 ,0)
ops.load( 14 , 9.894878195 , 0 ,0)
ops.load( 15 , 9.894878195 , 0 ,0)
ops.load( 16 , 14.78920932 , 0 ,0)

```

ops.load(	17	,	14.78920932	,	0	,0)
ops.load(	18	,	14.78920932	,	0	,0)
ops.load(	19	,	19.74220264	,	0	,0)
ops.load(	20	,	19.74220264	,	0	,0)
ops.load(	21	,	19.74220264	,	0	,0)
ops.load(	22	,	26.49812296	,	0	,0)
ops.load(	23	,	26.49812296	,	0	,0)
ops.load(	24	,	26.49812296	,	0	,0)
ops.load(	25	,	33.63708845	,	0	,0)
ops.load(	26	,	33.63708845	,	0	,0)
ops.load(	27	,	33.63708845	,	0	,0)
ops.load(	28	,	41.52626902	,	0	,0)
ops.load(	29	,	41.52626902	,	0	,0)
ops.load(	30	,	41.52626902	,	0	,0)
ops.load(	31	,	50.92860368	,	0	,0)
ops.load(	32	,	50.92860368	,	0	,0)
ops.load(	33	,	50.92860368	,	0	,0)
ops.load(	34	,	60.68743428	,	0	,0)
ops.load(	35	,	60.68743428	,	0	,0)
ops.load(	36	,	60.68743428	,	0	,0)
ops.load(	37	,	70.60234873	,	0	,0)
ops.load(	38	,	70.60234873	,	0	,0)
ops.load(	39	,	70.60234873	,	0	,0)
ops.load(	40	,	81.15975441	,	0	,0)
ops.load(	41	,	81.15975441	,	0	,0)
ops.load(	42	,	81.15975441	,	0	,0)
ops.load(	43	,	93.81545871	,	0	,0)
ops.load(	44	,	93.81545871	,	0	,0)
ops.load(	45	,	93.81545871	,	0	,0)
ops.load(	46	,	107.3877321	,	0	,0)

```
ops.load( 47 , 107.3877321 , 0 ,0)
ops.load( 48 , 107.3877321 , 0 ,0)
ops.load( 49 , 116.7249785 , 0 ,0)
ops.load( 50 , 116.7249785 , 0 ,0)
ops.load( 51 , 116.7249785 , 0 ,0)
ops.load( 52 , 129.1893296 , 0 ,0)
ops.load( 53 , 129.1893296 , 0 ,0)
ops.load( 54 , 129.1893296 , 0 ,0)
ops.load( 55 , 144.5491434 , 0 ,0)
ops.load( 56 , 144.5491434 , 0 ,0)
ops.load( 57 , 144.5491434 , 0 ,0)
ops.load( 58 , 160.7714953 , 0 ,0)
ops.load( 59 , 160.7714953 , 0 ,0)
ops.load( 60 , 160.7714953 , 0 ,0)
ops.load( 61 , 131.0599132 , 0 ,0)
ops.load( 62 , 131.0599132 , 0 ,0)
ops.load( 63 , 131.0599132 , 0 ,0)
```

```
ops.constraints('Transformation')
ops.numberer('RCM')
ops.system('UmfPack')
ops.integrator('DisplacementControl',63,1,0.1)
ops.test('NormUnbalance',1.0e-6,200)
ops.algorithm('Newton')
ops.analysis('Static')
```

```

R, d = [],[]
for i in range(110):
    ops.test('NormDispIncr',1.0e-6,200)
    ops.integrator('DisplacementControl', 63 , 1, 5)
    ops.algorithm('Newton')
    ok= ops.analyze(1)

    if ok !=0:
        ops.test('NormDispIncr',1.0e-5,200)
        ops.integrator('DisplacementControl',63,1, 5)
        ops.algorithm('Newton')
        ok = ops.analyze(1)
        if ok !=0:
            ops.test('NormDispIncr',1.0e-4,200)
            ops.integrator('DisplacementControl',63,1, 5)
            ops.algorithm('Newton')
            ok = ops.analyze(1)
            if ok !=0:
                break
    d.append(ops.nodeDisp(63,1))
    ops.reactions()
    Ri=[]
    for i in [1,2,3,64,65,66]:
        Ri.append(-ops.nodeReaction(i,1))
    R.append(np.sum(Ri))

for i in range(110):
    ops.test('NormDispIncr',1.0e-4,200)
    ops.integrator('DisplacementControl', 63 , 1, 5)
    ops.algorithm('Newton')

```



```

ok= ops.analyze(1)

if ok !=0:
    ops.test('NormDispIncr',1.0e-3,200)
    ops.integrator('DisplacementControl',63,1, 5)
    ops.algorithm('Newton')
    ok = ops.analyze(1)
    if ok !=0:
        ops.test('NormDispIncr',1.0e-2,200)
        ops.integrator('DisplacementControl',63,1, 5)
        ops.algorithm('Newton')
        ok = ops.analyze(1)
        if ok !=0:
            break
    d.append(ops.nodeDisp(63,1))
ops.reactions()
Ri=[]
for i in [1,2,3,64,65,66]:
    Ri.append(-ops.nodeReaction(i,1))
R.append(np.sum(Ri))

plt.plot(d,R)
#resortes columnas
V= R[0:581]
D= d[0:581]
P= np.trapz(V,D)
print(str(P))

```

```

L = [ ]
for i in range (298, 498):
    L.append(ops.eleResponse(i,'deformation'))

```

```

F = [ ]
for i in range (298, 498):
    F.append(ops.eleResponse(i,'force'))

```

Código de programación realizado para el análisis en phyton del diseño Edificio R=8

```

#modelo sismo de diseño David gonzález
import openseespy.opensees as ops
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import pickle as pk

ops.wipe()
ops.model('basic','-ndm',2,'-ndf',3)

x=[0,6000,12000]
y=[0,4250,7500,10750,14000,17250,20500,23750,27000,30250,33500,36750,40000,43250,46500,49750,53000,56250,59500,62750,66000]

c=1
for i in range (len(y)):
    for j in range (len(x)):
        ops.node(c,x[j],y[i])
        # print(str(c)+ ' '+ str(x[j])+ ' '+str(y[i]))
    c+=1

f=64

```

```
w=[0,6000,12000]
```

```
z=[0,3900,4600,7150,7850,10400,11100,13650,14350,16900,17600,20175,20825,23425,24075,26675,27325,29925,30575,33175,33825,36450,37050,39700,40300,42950,43550,46200,46800,49450,50050,52725,53275,55975,56525,59225,59775,62475,63025,65725]
```

```
for i in range (len(z)):
```

```
    for j in range (len(w)):
```

```
        ops.node(f,w[j],z[i])
```

```
        # print(str(f)+ ' '+ str(w[j])+ ' '+str(z[i]))
```

```
        f+=1
```

```
e=184
```

```
m=[0,6000,12000]
```

```
n=[3900,4600,7150,7850,10400,11100,13650,14350,16900,17600,20175,20825,23425,24075,26675,27325,29925,30575,33175,33825,36450,37050,39700,40300,42950,43550,46200,46800,49450,50050,52725,53275,55975,56525,59225,59775,62475,63025,65725]
```

```
for i in range (len(n)):
```

```
    for j in range (len(m)):
```

```
        ops.node(e,m[j],n[i])
```

```
        # print(str(e)+ ' '+ str(m[j])+ ' '+str(n[i]))
```

```
        e+=1
```

```
ops.node(    301,    400    ,4250 )
```

```
ops.node(    302,    5600, 4250 )
```

```
ops.node(    303,    6400, 4250 )
```

```
ops.node(    304,   11600 ,4250 )
```

```
ops.node(    305,    400    ,7500 )
```

```
ops.node(    306,    5600, 7500 )
```

```
ops.node(    307,    6400, 7500 )
```

ops.node(308, 11600, 7500)
ops.node(309, 400 ,10750)
ops.node(310, 5600, 10750)
ops.node(311, 6400, 10750)
ops.node(312, 11600, 10750)
ops.node(313, 400 ,14000)
ops.node(314, 5600, 14000)
ops.node(315, 6400, 14000)
ops.node(316, 11600, 14000)
ops.node(317, 375 ,17250)
ops.node(318, 5625, 17250)
ops.node(319, 6375, 17250)
ops.node(320, 11625 ,17250)
ops.node(321, 375 ,20500)
ops.node(322, 5625, 20500)
ops.node(323, 6375, 20500)
ops.node(324, 11625, 20500)
ops.node(325, 375 ,23750)
ops.node(326, 5625, 23750)
ops.node(327, 6375, 23750)
ops.node(328, 11625, 23750)
ops.node(329, 375 ,27000)
ops.node(330, 5625, 27000)
ops.node(331, 6375, 27000)
ops.node(332, 11625, 27000)
ops.node(333, 350, 30250)
ops.node(334, 5650, 30250)
ops.node(335, 6350, 30250)
ops.node(336, 11650, 30250)
ops.node(337, 350 ,33500)

ops.node(338, 5650, 33500)
ops.node(339, 6350, 33500)
ops.node(340, 11650, 33500)
ops.node(341, 350 ,36750)
ops.node(342, 5650, 36750)
ops.node(343, 6350, 36750)
ops.node(344, 11650, 36750)
ops.node(345, 350, 40000)
ops.node(346, 5650, 40000)
ops.node(347, 6350, 40000)
ops.node(348, 11650, 40000)
ops.node(349, 325 ,43250)
ops.node(350, 5675, 43250)
ops.node(351, 6325, 43250)
ops.node(352, 11675, 43250)
ops.node(353, 325 ,46500)
ops.node(354, 5675, 46500)
ops.node(355, 6325, 46500)
ops.node(356, 11675, 46500)
ops.node(357, 325 ,49750)
ops.node(358, 5675, 49750)
ops.node(359, 6325, 49750)
ops.node(360, 11675, 49750)
ops.node(361, 325 ,53000)
ops.node(362, 5675, 53000)
ops.node(363, 6325, 53000)
ops.node(364, 11675, 53000)
ops.node(365, 300 ,56250)
ops.node(366, 5700, 56250)
ops.node(367, 6300, 56250)

ops.node(368, 11700, 56250)
ops.node(369, 300 ,59500)
ops.node(370, 5700, 59500)
ops.node(371, 6300, 59500)
ops.node(372, 11700, 59500)
ops.node(373, 300 ,62750)
ops.node(374, 5700, 62750)
ops.node(375, 6300, 62750)
ops.node(376, 11700, 62750)
ops.node(377, 300 ,66000)
ops.node(378, 5700, 66000)
ops.node(379, 6300, 66000)
ops.node(380, 11700, 66000)
ops.node(381, 400 ,4250)
ops.node(382, 5600, 4250)
ops.node(383, 6400, 4250)
ops.node(384, 11600, 4250)
ops.node(385, 400 ,7500)
ops.node(386, 5600, 7500)
ops.node(387, 6400, 7500)
ops.node(388, 11600, 7500)
ops.node(389, 400 ,10750)
ops.node(390, 5600, 10750)
ops.node(391, 6400, 10750)
ops.node(392, 11600, 10750)
ops.node(393, 400 ,14000)
ops.node(394, 5600, 14000)
ops.node(395, 6400, 14000)
ops.node(396, 11600, 14000)
ops.node(397, 375 ,17250)

ops.node(398, 5625, 17250)
ops.node(399, 6375, 17250)
ops.node(400, 11625, 17250)
ops.node(401, 375 ,20500)
ops.node(402, 5625, 20500)
ops.node(403, 6375, 20500)
ops.node(404, 11625, 20500)
ops.node(405, 375 ,23750)
ops.node(406, 5625, 23750)
ops.node(407, 6375, 23750)
ops.node(408, 11625, 23750)
ops.node(409, 375 ,27000)
ops.node(410, 5625, 27000)
ops.node(411, 6375, 27000)
ops.node(412, 11625, 27000)
ops.node(413, 350 ,30250)
ops.node(414, 5650, 30250)
ops.node(415, 6350, 30250)
ops.node(416, 11650, 30250)
ops.node(417, 350 ,33500)
ops.node(418, 5650, 33500)
ops.node(419, 6350, 33500)
ops.node(420, 11650, 33500)
ops.node(421, 350 ,36750)
ops.node(422, 5650, 36750)
ops.node(423, 6350, 36750)
ops.node(424, 11650, 36750)
ops.node(425, 350 ,40000)
ops.node(426, 5650, 40000)
ops.node(427, 6350, 40000)

ops.node(428, 11650, 40000)
ops.node(429, 325 ,43250)
ops.node(430, 5675, 43250)
ops.node(431, 6325, 43250)
ops.node(432, 11675, 43250)
ops.node(433, 325 ,46500)
ops.node(434, 5675 ,46500)
ops.node(435, 6325 ,46500)
ops.node(436, 11675, 46500)
ops.node(437, 325 ,49750)
ops.node(438, 5675, 49750)
ops.node(439, 6325, 49750)
ops.node(440, 11675, 49750)
ops.node(441, 325 ,53000)
ops.node(442, 5675, 53000)
ops.node(443, 6325, 53000)
ops.node(444, 11675, 53000)
ops.node(445, 300 ,56250)
ops.node(446, 5700, 56250)
ops.node(447, 6300, 56250)
ops.node(448, 11700, 56250)
ops.node(449, 300 ,59500)
ops.node(450, 5700, 59500)
ops.node(451, 6300, 59500)
ops.node(452, 11700, 59500)
ops.node(453, 300 ,62750)
ops.node(454, 5700, 62750)
ops.node(455, 6300, 62750)
ops.node(456, 11700, 62750)
ops.node(457, 300 ,66000)

ops.node(458, 5700, 66000)
ops.node(459, 6300, 66000)
ops.node(460, 11700, 66000)

ops.fix(1,1,1,0)
ops.fix(2,1,1,0)
ops.fix(3,1,1,0)
ops.fix(64,1,1,1)
ops.fix(65,1,1,1)
ops.fix(66,1,1,1)

ops.equalDOF(181 ,298 ,1,2)
ops.equalDOF(178 ,295 ,1,2)
ops.equalDOF(175 ,292 ,1,2)
ops.equalDOF(172 ,289 ,1,2)
ops.equalDOF(169 ,286 ,1,2)
ops.equalDOF(166 ,283 ,1,2)
ops.equalDOF(163 ,280 ,1,2)
ops.equalDOF(160 ,277 ,1,2)
ops.equalDOF(157 ,274 ,1,2)
ops.equalDOF(154 ,271 ,1,2)
ops.equalDOF(151 ,268 ,1,2)
ops.equalDOF(148 ,265 ,1,2)
ops.equalDOF(145 ,262 ,1,2)
ops.equalDOF(142 ,259 ,1,2)
ops.equalDOF(139 ,256 ,1,2)
ops.equalDOF(136 ,253 ,1,2)
ops.equalDOF(133 ,250 ,1,2)
ops.equalDOF(130 ,247 ,1,2)

ops.equalDOF(127	,244	,1,2)
ops.equalDOF(124	,241	,1,2)
ops.equalDOF(121	,238	,1,2)
ops.equalDOF(118	,235	,1,2)
ops.equalDOF(115	,232	,1,2)
ops.equalDOF(112	,229	,1,2)
ops.equalDOF(109	,226	,1,2)
ops.equalDOF(106	,223	,1,2)
ops.equalDOF(103	,220	,1,2)
ops.equalDOF(100	,217	,1,2)
ops.equalDOF(97	,214	,1,2)
ops.equalDOF(94	,211	,1,2)
ops.equalDOF(91	,208	,1,2)
ops.equalDOF(88	,205	,1,2)
ops.equalDOF(85	,202	,1,2)
ops.equalDOF(82	,199	,1,2)
ops.equalDOF(79	,196	,1,2)
ops.equalDOF(76	,193	,1,2)
ops.equalDOF(73	,190	,1,2)
ops.equalDOF(70	,187	,1,2)
ops.equalDOF(67	,184	,1,2)
ops.equalDOF(182	,299	,1,2)
ops.equalDOF(179	,296	,1,2)
ops.equalDOF(176	,293	,1,2)
ops.equalDOF(173	,290	,1,2)
ops.equalDOF(170	,287	,1,2)
ops.equalDOF(167	,284	,1,2)
ops.equalDOF(164	,281	,1,2)
ops.equalDOF(161	,278	,1,2)
ops.equalDOF(158	,275	,1,2)

ops.equalDOF(155 ,272 ,1,2)
ops.equalDOF(152 ,269 ,1,2)
ops.equalDOF(149 ,266 ,1,2)
ops.equalDOF(146 ,263 ,1,2)
ops.equalDOF(143 ,260 ,1,2)
ops.equalDOF(140 ,257 ,1,2)
ops.equalDOF(137 ,254 ,1,2)
ops.equalDOF(134 ,251 ,1,2)
ops.equalDOF(131 ,248 ,1,2)
ops.equalDOF(128 ,245 ,1,2)
ops.equalDOF(125 ,242 ,1,2)
ops.equalDOF(122 ,239 ,1,2)
ops.equalDOF(119 ,236 ,1,2)
ops.equalDOF(116 ,233 ,1,2)
ops.equalDOF(113 ,230 ,1,2)
ops.equalDOF(110 ,227 ,1,2)
ops.equalDOF(107 ,224 ,1,2)
ops.equalDOF(104 ,221 ,1,2)
ops.equalDOF(101 ,218 ,1,2)
ops.equalDOF(98 ,215 ,1,2)
ops.equalDOF(95 ,212 ,1,2)
ops.equalDOF(92 ,209 ,1,2)
ops.equalDOF(89 ,206 ,1,2)
ops.equalDOF(86 ,203 ,1,2)
ops.equalDOF(83 ,200 ,1,2)
ops.equalDOF(80 ,197 ,1,2)
ops.equalDOF(77 ,194 ,1,2)
ops.equalDOF(74 ,191 ,1,2)
ops.equalDOF(71 ,188 ,1,2)
ops.equalDOF(68 ,185 ,1,2)

ops.equalDOF(183	,300	,1,2)
ops.equalDOF(180	,297	,1,2)
ops.equalDOF(177	,294	,1,2)
ops.equalDOF(174	,291	,1,2)
ops.equalDOF(171	,288	,1,2)
ops.equalDOF(168	,285	,1,2)
ops.equalDOF(165	,282	,1,2)
ops.equalDOF(162	,279	,1,2)
ops.equalDOF(159	,276	,1,2)
ops.equalDOF(156	,273	,1,2)
ops.equalDOF(153	,270	,1,2)
ops.equalDOF(150	,267	,1,2)
ops.equalDOF(147	,264	,1,2)
ops.equalDOF(144	,261	,1,2)
ops.equalDOF(141	,258	,1,2)
ops.equalDOF(138	,255	,1,2)
ops.equalDOF(135	,252	,1,2)
ops.equalDOF(132	,249	,1,2)
ops.equalDOF(129	,246	,1,2)
ops.equalDOF(126	,243	,1,2)
ops.equalDOF(123	,240	,1,2)
ops.equalDOF(120	,237	,1,2)
ops.equalDOF(117	,234	,1,2)
ops.equalDOF(114	,231	,1,2)
ops.equalDOF(111	,228	,1,2)
ops.equalDOF(108	,225	,1,2)
ops.equalDOF(105	,222	,1,2)
ops.equalDOF(102	,219	,1,2)
ops.equalDOF(99	,216	,1,2)
ops.equalDOF(96	,213	,1,2)

ops.equalDOF(93	,210	,1,2)
ops.equalDOF(90	,207	,1,2)
ops.equalDOF(87	,204	,1,2)
ops.equalDOF(84	,201	,1,2)
ops.equalDOF(81	,198	,1,2)
ops.equalDOF(78	,195	,1,2)
ops.equalDOF(75	,192	,1,2)
ops.equalDOF(72	,189	,1,2)
ops.equalDOF(69	,186	,1,2)
ops.equalDOF(377	,457	,1,2)
ops.equalDOF(373	,453	,1,2)
ops.equalDOF(369	,449	,1,2)
ops.equalDOF(365	,445	,1,2)
ops.equalDOF(361	,441	,1,2)
ops.equalDOF(357	,437	,1,2)
ops.equalDOF(353	,433	,1,2)
ops.equalDOF(349	,429	,1,2)
ops.equalDOF(345	,425	,1,2)
ops.equalDOF(341	,421	,1,2)
ops.equalDOF(337	,417	,1,2)
ops.equalDOF(333	,413	,1,2)
ops.equalDOF(329	,409	,1,2)
ops.equalDOF(325	,405	,1,2)
ops.equalDOF(321	,401	,1,2)
ops.equalDOF(317	,397	,1,2)
ops.equalDOF(313	,393	,1,2)
ops.equalDOF(309	,389	,1,2)
ops.equalDOF(305	,385	,1,2)
ops.equalDOF(301	,381	,1,2)
ops.equalDOF(378	,458	,1,2)

ops.equalDOF(374 ,454 ,1,2)
ops.equalDOF(370 ,450 ,1,2)
ops.equalDOF(366 ,446 ,1,2)
ops.equalDOF(362 ,442 ,1,2)
ops.equalDOF(358 ,438 ,1,2)
ops.equalDOF(354 ,434 ,1,2)
ops.equalDOF(350 ,430 ,1,2)
ops.equalDOF(346 ,426 ,1,2)
ops.equalDOF(342 ,422 ,1,2)
ops.equalDOF(338 ,418 ,1,2)
ops.equalDOF(334 ,414 ,1,2)
ops.equalDOF(330 ,410 ,1,2)
ops.equalDOF(326 ,406 ,1,2)
ops.equalDOF(322 ,402 ,1,2)
ops.equalDOF(318 ,398 ,1,2)
ops.equalDOF(314 ,394 ,1,2)
ops.equalDOF(310 ,390 ,1,2)
ops.equalDOF(306 ,386 ,1,2)
ops.equalDOF(302 ,382 ,1,2)
ops.equalDOF(379 ,459 ,1,2)
ops.equalDOF(375 ,455 ,1,2)
ops.equalDOF(371 ,451 ,1,2)
ops.equalDOF(367 ,447 ,1,2)
ops.equalDOF(363 ,443 ,1,2)
ops.equalDOF(359 ,439 ,1,2)
ops.equalDOF(355 ,435 ,1,2)
ops.equalDOF(351 ,431 ,1,2)
ops.equalDOF(347 ,427 ,1,2)
ops.equalDOF(343 ,423 ,1,2)
ops.equalDOF(339 ,419 ,1,2)

ops.equalDOF(335 ,415 ,1,2)
ops.equalDOF(331 ,411 ,1,2)
ops.equalDOF(327 ,407 ,1,2)
ops.equalDOF(323 ,403 ,1,2)
ops.equalDOF(319 ,399 ,1,2)
ops.equalDOF(315 ,395 ,1,2)
ops.equalDOF(311 ,391 ,1,2)
ops.equalDOF(307 ,387 ,1,2)
ops.equalDOF(303 ,383 ,1,2)
ops.equalDOF(380 ,460 ,1,2)
ops.equalDOF(376 ,456 ,1,2)
ops.equalDOF(372 ,452 ,1,2)
ops.equalDOF(368 ,448 ,1,2)
ops.equalDOF(364 ,444 ,1,2)
ops.equalDOF(360 ,440 ,1,2)
ops.equalDOF(356 ,436 ,1,2)
ops.equalDOF(352 ,432 ,1,2)
ops.equalDOF(348 ,428 ,1,2)
ops.equalDOF(344 ,424 ,1,2)
ops.equalDOF(340 ,420 ,1,2)
ops.equalDOF(336 ,416 ,1,2)
ops.equalDOF(332 ,412 ,1,2)
ops.equalDOF(328 ,408 ,1,2)
ops.equalDOF(324 ,404 ,1,2)
ops.equalDOF(320 ,400 ,1,2)
ops.equalDOF(316 ,396 ,1,2)
ops.equalDOF(312 ,392 ,1,2)
ops.equalDOF(308 ,388 ,1,2)
ops.equalDOF(304 ,384 ,1,2)

```
ops.geomTransf('PDelta',1)
```

```
#columnas
```

```
A1 = 800*800
```

```
A2 = 750*750
```

```
A3 = 700*700
```

```
A4 = 650*650
```

```
A5 = 600*600
```

```
E = 1.1*4700*np.sqrt(28)
```

```
I1= 800**4/12
```

```
I2= 750**4/12
```

```
I3= 700**4/12
```

```
I4 = 650**4/12
```

```
I5 = 600**4/12
```

```
ops.element('elasticBeamColumn', 1, 1, 184, A1, E, I1, 1)
```

```
ops.element('elasticBeamColumn', 2, 67, 4, A1, E, I1, 1)
```

```
ops.element('elasticBeamColumn', 3, 2, 185, A1, E, I1, 1)
```

```
ops.element('elasticBeamColumn', 4, 68, 5, A1, E, I1, 1)
```

```
ops.element('elasticBeamColumn', 5, 3, 186, A1, E, I1, 1)
```

```
ops.element('elasticBeamColumn', 6, 69, 6, A1, E, I1, 1)
```

```
ops.element('elasticBeamColumn', 7, 4, 70, A1, E, I1, 1)
```

```
ops.element('elasticBeamColumn', 8, 187, 190, A1, E, I1, 1)
```

```
ops.element('elasticBeamColumn', 9, 73, 7, A1, E, I1, 1)
```


ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	10	,	5	,	71	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	11	,	188	,	191	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	12	,	74	,	8	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	13	,	6	,	72	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	14	,	189	,	192	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	15	,	75	,	9	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	16	,	7	,	76	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	17	,	193	,	196	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	18	,	79	,	10	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	19	,	8	,	77	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	20	,	194	,	197	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	21	,	80	,	11	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	22	,	9	,	78	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	23	,	195	,	198	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	24	,	81	,	12	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	25	,	10	,	82	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	26	,	199	,	202	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	27	,	85	,	13	,

ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	28	,	11	,	83	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	29	,	200	,	203	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	30	,	86	,	14	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	31	,	12	,	84	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	32	,	201	,	204	,
ops.element('elasticBeamColumn', A1, E, I1, 1)	33	,	87	,	15	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	34	,	13	,	88	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	35	,	205	,	208	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	36	,	91	,	16	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	37	,	14	,	89	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	38	,	206	,	209	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	39	,	92	,	17	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	40	,	15	,	90	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	41	,	207	,	210	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	42	,	93	,	18	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	43	,	16	,	94	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	44	,	211	,	214	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	45	,	97	,	19	,

ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	46	,	17	,	95	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	47	,	212	,	215	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	48	,	98	,	20	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	49	,	18	,	96	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	50	,	213	,	216	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	51	,	99	,	21	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	52	,	19	,	100	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	53	,	217	,	220	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	54	,	103	,	22	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	55	,	20	,	101	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	56	,	218	,	221	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	57	,	104	,	23	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	58	,	21	,	102	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	59	,	219	,	222	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	60	,	105	,	24	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	61	,	22	,	106	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	62	,	223	,	226	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	63	,	109	,	25	,

ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	64	,	23	,	107	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	65	,	224	,	227	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	66	,	110	,	26	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	67	,	24	,	108	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	68	,	225	,	228	,
ops.element('elasticBeamColumn', A2, E, I2, 1)	69	,	111	,	27	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	70	,	25	,	112	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	71	,	229	,	232	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	72	,	115	,	28	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	73	,	26	,	113	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	74	,	230	,	233	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	75	,	116	,	29	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	76	,	27	,	114	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	77	,	231	,	234	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	78	,	117	,	30	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	79	,	28	,	118	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	80	,	235	,	238	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	81	,	121	,	31	,

ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	82	,	29	,	119	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	83	,	236	,	239	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	84	,	122	,	32	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	85	,	30	,	120	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	86	,	237	,	240	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	87	,	123	,	33	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	88	,	31	,	124	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	89	,	241	,	244	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	90	,	127	,	34	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	91	,	32	,	125	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	92	,	242	,	245	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	93	,	128	,	35	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	94	,	33	,	126	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	95	,	243	,	246	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	96	,	129	,	36	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	97	,	34	,	130	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	98	,	247	,	250	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	99	,	133	,	37	,

ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	100	,	35	,	131	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	101	,	248	,	251	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	102	,	134	,	38	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	103	,	36	,	132	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	104	,	249	,	252	,
ops.element('elasticBeamColumn', A3, E, I3, 1)	105	,	135	,	39	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	106	,	37	,	136	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	107	,	253	,	256	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	108	,	139	,	40	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	109	,	38	,	137	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	110	,	254	,	257	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	111	,	140	,	41	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	112	,	39	,	138	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	113	,	255	,	258	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	114	,	141	,	42	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	115	,	40	,	142	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	116	,	259	,	262	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	117	,	145	,	43	,

ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	118	,	41	,	143	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	119	,	260	,	263	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	120	,	146	,	44	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	121	,	42	,	144	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	122	,	261	,	264	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	123	,	147	,	45	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	124	,	43	,	148	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	125	,	265	,	268	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	126	,	151	,	46	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	127	,	44	,	149	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	128	,	266	,	269	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	129	,	152	,	47	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	130	,	45	,	150	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	131	,	267	,	270	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	132	,	153	,	48	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	133	,	46	,	154	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	134	,	271	,	274	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	135	,	157	,	49	,

ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	136	,	47	,	155	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	137	,	272	,	275	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	138	,	158	,	50	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	139	,	48	,	156	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	140	,	273	,	276	,
ops.element('elasticBeamColumn', A4, E, I4, 1)	141	,	159	,	51	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	142	,	49	,	160	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	143	,	277	,	280	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	144	,	163	,	52	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	145	,	50	,	161	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	146	,	278	,	281	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	147	,	164	,	53	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	148	,	51	,	162	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	149	,	279	,	282	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	150	,	165	,	54	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	151	,	52	,	166	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	152	,	283	,	286	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	153	,	169	,	55	,

ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	154	,	53	,	167	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	155	,	284	,	287	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	156	,	170	,	56	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	157	,	54	,	168	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	158	,	285	,	288	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	159	,	171	,	57	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	160	,	55	,	172	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	161	,	289	,	292	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	162	,	175	,	58	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	163	,	56	,	173	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	164	,	290	,	293	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	165	,	176	,	59	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	166	,	57	,	174	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	167	,	291	,	294	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	168	,	177	,	60	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	169	,	58	,	178	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	170	,	295	,	298	,
ops.element('elasticBeamColumn', A5, E, I5, 1)	171	,	181	,	61	,

```

ops.element('elasticBeamColumn', 172 , 59 , 179 ,
           A5, E, I5, 1)
ops.element('elasticBeamColumn', 173 , 296 , 299 ,
           A5, E, I5, 1)
ops.element('elasticBeamColumn', 174 , 182 , 62 ,
           A5, E, I5, 1)
ops.element('elasticBeamColumn', 175 , 60 , 180 ,
           A5, E, I5, 1)
ops.element('elasticBeamColumn', 176 , 297 , 300 ,
           A5, E, I5, 1)
ops.element('elasticBeamColumn', 177 , 183 , 63 ,
           A5, E, I5, 1)

```

#vigas

v1 = 400*700

v2 = 400*650

v3 = 400*600

v4 = 400*550

Iv1= 400*700**3/12

Iv2= 400*650**3/12

Iv3= 400*600**3/12

Iv4 = 400*550**3/12

```

ops.element('elasticBeamColumn', 178 , 4 , 381 ,
           v1 , E, Iv1, 1)
ops.element('elasticBeamColumn', 179 , 301 , 302 ,
           v1 , E, Iv1, 1)
ops.element('elasticBeamColumn', 180 , 382 , 5 ,
           v1 , E, Iv1, 1)
ops.element('elasticBeamColumn', 181 , 5 , 383 ,
           v1 , E, Iv1, 1)
ops.element('elasticBeamColumn', 182 , 303 , 304 ,
           v1 , E, Iv1, 1)

```

ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	183	,	384	,	6	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	184	,	7	,	385	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	185	,	305	,	306	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	186	,	386	,	8	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	187	,	8	,	387	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	188	,	307	,	308	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	189	,	388	,	9	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	190	,	10	,	389	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	191	,	309	,	310	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	192	,	390	,	11	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	193	,	11	,	391	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	194	,	311	,	312	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	195	,	392	,	12	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	196	,	13	,	393	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	197	,	313	,	314	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	198	,	394	,	14	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	199	,	14	,	395	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	200	,	315	,	316	,

ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	201	,	396	,	15	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	202	,	16	,	397	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	203	,	317	,	318	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	204	,	398	,	17	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	205	,	17	,	399	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	206	,	319	,	320	,
ops.element('elasticBeamColumn', v1 , E, Iv1, 1)	207	,	400	,	18	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	208	,	19	,	401	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	209	,	321	,	322	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	210	,	402	,	20	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	211	,	20	,	403	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	212	,	323	,	324	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	213	,	404	,	21	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	214	,	22	,	405	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	215	,	325	,	326	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	216	,	406	,	23	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	217	,	23	,	407	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	218	,	327	,	328	,

ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	219	,	408	,	24	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	220	,	25	,	409	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	221	,	329	,	330	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	222	,	410	,	26	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	223	,	26	,	411	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	224	,	331	,	332	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	225	,	412	,	27	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	226	,	28	,	413	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	227	,	333	,	334	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	228	,	414	,	29	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	229	,	29	,	415	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	230	,	335	,	336	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	231	,	416	,	30	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	232	,	31	,	417	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	233	,	337	,	338	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	234	,	418	,	32	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	235	,	32	,	419	,
ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	236	,	339	,	340	,

ops.element('elasticBeamColumn', v2 , E, Iv2, 1)	237	,	420	,	33	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	238	,	34	,	421	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	239	,	341	,	342	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	240	,	422	,	35	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	241	,	35	,	423	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	242	,	343	,	344	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	243	,	424	,	36	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	244	,	37	,	425	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	245	,	345	,	346	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	246	,	426	,	38	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	247	,	38	,	427	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	248	,	347	,	348	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	249	,	428	,	39	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	250	,	40	,	429	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	251	,	349	,	350	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	252	,	430	,	41	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	253	,	41	,	431	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	254	,	351	,	352	,

ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	255	,	432	,	42	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	256	,	43	,	433	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	257	,	353	,	354	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	258	,	434	,	44	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	259	,	44	,	435	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	260	,	355	,	356	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	261	,	436	,	45	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	262	,	46	,	437	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	263	,	357	,	358	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	264	,	438	,	47	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	265	,	47	,	439	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	266	,	359	,	360	,
ops.element('elasticBeamColumn', v3 , E, Iv3, 1)	267	,	440	,	48	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	268	,	49	,	441	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	269	,	361	,	362	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	270	,	442	,	50	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	271	,	50	,	443	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	272	,	363	,	364	,

ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	273	,	444	,	51	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	274	,	52	,	445	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	275	,	365	,	366	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	276	,	446	,	53	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	277	,	53	,	447	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	278	,	367	,	368	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	279	,	448	,	54	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	280	,	55	,	449	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	281	,	369	,	370	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	282	,	450	,	56	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	283	,	56	,	451	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	284	,	371	,	372	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	285	,	452	,	57	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	286	,	58	,	453	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	287	,	373	,	374	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	288	,	454	,	59	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	289	,	59	,	455	,
ops.element('elasticBeamColumn', v4 , E, Iv4, 1)	290	,	375	,	376	,


```

ops.element('elasticBeamColumn', 291 , 456 , 60 ,
v4 , E, Iv4, 1)
ops.element('elasticBeamColumn', 292 , 61 , 457 ,
v4 , E, Iv4, 1)
ops.element('elasticBeamColumn', 293 , 377 , 378 ,
v4 , E, Iv4, 1)
ops.element('elasticBeamColumn', 294 , 458 , 62 ,
v4 , E, Iv4, 1)
ops.element('elasticBeamColumn', 295 , 62 , 459 ,
v4 , E, Iv4, 1)
ops.element('elasticBeamColumn', 296 , 379 , 380 ,
v4 , E, Iv4, 1)
ops.element('elasticBeamColumn', 297 , 460 , 63 ,
v4 , E, Iv4, 1)

```

#columnas

```

#uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented', matTag, K0, as_Plus, as_Neg,
My_Plus, My_Neg, Lamda_S, Lamda_C, Lamda_A, Lamda_K, c_S, c_C, c_A,
c_K, theta_p_Plus, theta_p_Neg, theta_pc_Plus, theta_pc_Neg, Res_Pos,
Res_Neg, theta_u_Plus, theta_u_Neg, D_Plus, D_Neg)

```

```

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,1 , 3.45E+11
, 0.042594762 , 0.042594762 , 2462663419 ,
-2462663419 , 76.35289345 , 76.35289345 ,
76.35289345 , 76.35289345 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.029199424 , 0.029199424 ,
0.1 , 0.1 , 0.011742769 , 0.011742769 ,
0.136336011 , 0.136336011 , 1 , 1 )

```

```

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,2 , 4.0387E+11
, 0.024461193 , 0.024461193 , 2376784153 ,
-2376784153 , 87.1860522 , 87.1860522 ,
87.1860522 , 87.1860522 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.042563619 , 0.042563619 ,
0.13838081 , 0.13838081 , 0.011769162 ,
0.011769162 , 0.186829457 , 0.186829457 , 1
, 1 )

```

```

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,3 , 3.91051E+11
, 0.023951069 , 0.023951069 , 2296494542 ,
-2296494542 , 89.24892806 , 89.24892806 ,

```

```

89.24892806 ,      89.24892806 ,      1      ,      1      ,
1      ,      1      ,      0.043979792 ,      0.043979792 ,
0.147238218 ,      0.147238218 ,      0.011793683 ,
0.011793683 ,      0.197090637 ,      0.197090637 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,4      ,      3.78533E+11
,      0.028648042 ,      0.028648042 ,      2217440631 ,
-2217440631 ,      85.87235321 ,      85.87235321 ,
85.87235321 ,      85.87235321 ,      1      ,      1      ,
1      ,      1      ,      0.037168022 ,      0.037168022 ,
0.129827744 ,      0.129827744 ,      0.011817676 ,
0.011817676 ,      0.172853745 ,      0.172853745 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,5      ,      3.11945E+11
,      0.028313901 ,      0.028313901 ,      1796812212 ,
-1796812212 ,      82.02780268 ,      82.02780268 ,
82.02780268 ,      82.02780268 ,      1      ,      1      ,
1      ,      1      ,      0.03653783 ,      0.03653783 ,
0.130895012 ,      0.130895012 ,      0.011796045 ,
0.011796045 ,      0.17319288 ,      0.17319288 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,6      ,      2.99124E+11
,      0.027811334 ,      0.027811334 ,      1726584205 ,
-1726584205 ,      84.05749656 ,      84.05749656 ,
84.05749656 ,      84.05749656 ,      1      ,      1      ,
1      ,      1      ,      0.037809448 ,      0.037809448 ,
0.139664667 ,      0.139664667 ,      0.011821735 ,
0.011821735 ,      0.183246257 ,      0.183246257 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,7      ,      2.89106E+11
,      0.027064701 ,      0.027064701 ,      1656619316 ,
-1656619316 ,      86.10969814 ,      86.10969814 ,
86.10969814 ,      86.10969814 ,      1      ,      1      ,
1      ,      1      ,      0.039107704 ,      0.039107704 ,
0.14889469 ,      0.14889469 ,      0.011847141 ,
0.011847141 ,      0.193732538 ,      0.193732538 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,8      ,      2.79274E+11
,      0.026321159 ,      0.026321159 ,      1587274547 ,
-1587274547 ,      88.17269784 ,      88.17269784 ,
88.17269784 ,      88.17269784 ,      1      ,      1      ,
1      ,      1      ,      0.040425314 ,      0.040425314 ,
0.158547121 ,      0.158547121 ,      0.011872131 ,

```

```

0.011872131 ,      0.204656017 ,      0.204656017 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,9 ,      2.26027E+11
,      0.030586452 ,      0.030586452 ,      1396748723 ,
-1396748723 ,      81.43410355 ,      81.43410355 ,
81.43410355 ,      81.43410355 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.037504224 ,      0.037504224 ,
0.150248527 ,      0.150248527 ,      0.011856313 ,
0.011856313 ,      0.193932319 ,      0.193932319 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,10 ,      2.17855E+11
,      0.02967886 ,      0.02967886 ,      1334884757 ,
-1334884757 ,      83.57322904 ,      83.57322904 ,
83.57322904 ,      83.57322904 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.038890294 ,      0.038890294 ,
0.160948232 ,      0.160948232 ,      0.011883706 ,
0.011883706 ,      0.205965912 ,      0.205965912 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,11 ,      2.08519E+11
,      0.028952221 ,      0.028952221 ,      1273418096 ,
-1273418096 ,      85.73101678 ,      85.73101678 ,
85.73101678 ,      85.73101678 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.040302894 ,      0.040302894 ,
0.172209824 ,      0.172209824 ,      0.011910698 ,
0.011910698 ,      0.218619691 ,      0.218619691 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,12 ,      2.00654E+11
,      0.028011097 ,      0.028011097 ,      1211407115 ,
-1211407115 ,      87.93967423 ,      87.93967423 ,
87.93967423 ,      87.93967423 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.041763584 ,      0.041763584 ,
0.184232477 ,      0.184232477 ,      0.011937694 ,
0.011937694 ,      0.232033362 ,      0.232033362 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,13 ,      1.5859E+11
,      0.02862624 ,      0.02862624 ,      931131305.3 ,
-931131305.3 ,      82.02031996 ,      82.02031996 ,
82.02031996 ,      82.02031996 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.039613639 ,      0.039613639 ,
0.184861584 ,      0.184861584 ,      0.011931405 ,
0.011931405 ,      0.230346542 ,      0.230346542 ,      1
,      1      )

```

```

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,14 , 1.52021E+11
, 0.02737674 , 0.02737674 , 874677205.9 ,
-874677205.9 , 84.39768126 , 84.39768126 ,
84.39768126 , 84.39768126 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.041229951 , 0.041229951 ,
0.19942009 , 0.19942009 , 0.011961786 ,
0.011961786 , 0.246403684 , 0.246403684 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,15 , 1.45526E+11
, 0.026105432 , 0.026105432 , 818071164.9 ,
-818071164.9 , 86.81634972 , 86.81634972 ,
86.81634972 , 86.81634972 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.042893124 , 0.042893124 ,
0.214943783 , 0.214943783 , 0.011991905 ,
0.011991905 , 0.263458378 , 0.263458378 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,16 , 1.38601E+11
, 0.024890953 , 0.024890953 , 761150474.5 ,
-761150474.5 , 89.28158202 , 89.28158202 ,
89.28158202 , 89.28158202 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.044607478 , 0.044607478 ,
0.231519355 , 0.231519355 , 0.012021827 ,
0.012021827 , 0.281618513 , 0.281618513 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,17 , 1.05966E+11
, 0.021024564 , 0.021024564 , 571377867.8 ,
-571377867.8 , 90.46947062 , 90.46947062 ,
90.46947062 , 90.46947062 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.052100683 , 0.052100683 ,
0.281511922 , 0.281511922 , 0.012031494 ,
0.012031494 , 0.339004668 , 0.339004668 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,18 , 1.00556E+11
, 0.019488345 , 0.019488345 , 517345486.6 ,
-517345486.6 , 93.50753995 , 93.50753995 ,
93.50753995 , 93.50753995 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.054565798 , 0.054565798 ,
0.307294042 , 0.307294042 , 0.012066915 ,
0.012066915 , 0.367004692 , 0.367004692 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,19 , 95162172732
, 0.017876977 , 0.017876977 , 462373538.1 ,
-462373538.1 , 96.6377542 , 96.6377542 ,

```

```

96.6377542 , 96.6377542 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.057139375 , 0.057139375 ,
0.335346462 , 0.335346462 , 0.01210233 ,
0.01210233 , 0.397344633 , 0.397344633 , 1
, 1 )

```

```

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,20 , 89844155576
, 0.016190927 , 0.016190927 , 406963299.5 ,
-406963299.5 , 99.82657344 , 99.82657344 ,
99.82657344 , 99.82657344 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.059795615 , 0.059795615 ,
0.36551097 , 0.36551097 , 0.01213735 ,
0.01213735 , 0.429836242 , 0.429836242 , 1
, 1 )

```

#VIGAS

```

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,21 , 7.80E+10
, 0.014254642 , 0.012629868 , 332657940.4 ,
-302414988.5 , 138.0148535 , 138.0148535 ,
138.0148535 , 138.0148535 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.065031045 , 0.066724244 ,
0.208810551 , 0.208810551 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.278105142 , 0.279410729 , 1
, 1 )

```

```

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,22 , 78023762449
, 0.020854852 , 0.016203185 , 369858512.9 ,
-303276404.5 , 126.7659898 , 126.7659898 ,
126.7659898 , 126.7659898 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.04942056 , 0.052157575 ,
0.152441218 , 0.152441218 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.206602109 , 0.279410729 , 1
, 1 )

```

```

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,23 , 78023762449
, 0.02169 , 0.016016605 , 385346093.9 ,
-303634321.7 , 126.7659898 , 126.7659898 ,
126.7659898 , 126.7659898 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.049507452 , 0.052827439 ,
0.152441218 , 0.152441218 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.206887499 , 0.208485767 , 1
, 1 )

```

```
ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,24 , 78023762449
, 0.026630972 , 0.018651135 , 402158802.8 ,
-304022228.9 , 119.7808436 , 119.7808436 ,
119.7808436 , 119.7808436 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.042081356 , 0.045423358 ,
0.130000666 , 0.130000666 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.177236334 , 0.209160219 , 1
, 1 )
```

```
ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,25 , 78046676917
, 0.026623153 , 0.018645659 , 402158802.8 ,
-304022228.9 , 119.7808436 , 119.7808436 ,
119.7808436 , 119.7808436 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.042081356 , 0.045423358 ,
0.130000666 , 0.130000666 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.17723482 , 0.179320558 , 1
, 1 )
```

```
ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,26 , 67442121818
, 0.024571314 , 0.017004413 , 341799036.1 ,
-256102672.8 , 118.0955467 , 118.0955467 ,
118.0955467 , 118.0955467 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.044845335 , 0.048554255 ,
0.134903468 , 0.134903468 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.184816838 , 0.179319414 , 1
, 1 )
```

```
ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,27 , 67442121818
, 0.025614447 , 0.016565332 , 360970995.1 ,
-256555542.4 , 118.5496259 , 118.5496259 ,
118.5496259 , 118.5496259 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.04543203 , 0.04992937 ,
0.136194265 , 0.136194265 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.186978603 , 0.187255092 , 1
, 1 )
```

```
ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,28 , 67442121818
, 0.025614447 , 0.016565332 , 360970995.1 ,
-256555542.4 , 118.5496259 , 118.5496259 ,
118.5496259 , 118.5496259 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.04543203 , 0.04992937 ,
0.136194265 , 0.136194265 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.186978603 , 0.18992772 , 1
, 1 )
```

```
ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,29 , 67460122262
, 0.025607612 , 0.016560912 , 360970995.1 ,
-256555542.4 , 118.5496259 , 118.5496259 ,
```

```

118.5496259 , 118.5496259 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.04543203 , 0.04992937 ,
0.136194265 , 0.136194265 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.186977175 , 0.18992772 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,30 , 67460122262
, 0.025607612 , 0.016560912 , 360970995.1 ,
-256555542.4 , 118.5496259 , 118.5496259 ,
118.5496259 , 118.5496259 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.04543203 , 0.04992937 ,
0.136194265 , 0.136194265 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.186977175 , 0.189926705 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,31 , 57604695300
, 0.02368311 , 0.011504848 , 311518035.5 ,
-176897368.3 , 120.0898351 , 120.0898351 ,
120.0898351 , 120.0898351 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.049646956 , 0.05803482 ,
0.152441218 , 0.152441218 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.207496032 , 0.189926705 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,32 , 57604695300
, 0.02368311 , 0.011504848 , 311518035.5 ,
-176897368.3 , 120.0898351 , 120.0898351 ,
120.0898351 , 120.0898351 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.049646956 , 0.05803482 ,
0.152441218 , 0.152441218 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.207496032 , 0.213546922 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,33 , 57618588503
, 0.0236774 , 0.011502074 , 311518035.5 ,
-176897368.3 , 120.0898351 , 120.0898351 ,
120.0898351 , 120.0898351 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.049646956 , 0.05803482 ,
0.152441218 , 0.152441218 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.207494728 , 0.213546922 , 1
, 1 )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,34 , 57618588503
, 0.0236774 , 0.011502074 , 311518035.5 ,
-176897368.3 , 120.0898351 , 120.0898351 ,
120.0898351 , 120.0898351 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.049646956 , 0.05803482 ,
0.152441218 , 0.152441218 , 0.012174233 ,

```

```

0.012174233 ,      0.207494728 ,      0.213546181 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,35 ,      57618588503
,      0.0236774 ,      0.011502074 ,      311518035.5 ,
-176897368.3 ,      120.0898351 ,      120.0898351 ,
120.0898351 ,      120.0898351 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.049646956 ,      0.05803482 ,
0.152441218 ,      0.152441218 ,      0.012174233 ,
0.012174233 ,      0.207494728 ,      0.213546181 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,36 ,      48518741167
,      0.019113827 ,      0.01021755 ,      234845831.5 ,
-143782794.3 ,      112.7803716 ,      112.7803716 ,
112.7803716 ,      112.7803716 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.055059432 ,      0.063060393 ,
0.200898706 ,      0.200898706 ,      0.012174233 ,
0.012174233 ,      0.260798449 ,      0.213546181 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,37 ,      48529244299
,      0.01910969 ,      0.010215339 ,      234845831.5 ,
-143782794.3 ,      112.7803716 ,      112.7803716 ,
112.7803716 ,      112.7803716 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.055059432 ,      0.063060393 ,
0.200898706 ,      0.200898706 ,      0.012174233 ,
0.012174233 ,      0.260797402 ,      0.266922547 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,38 ,      48529244299
,      0.01910969 ,      0.010215339 ,      234845831.5 ,
-143782794.3 ,      112.7803716 ,      112.7803716 ,
112.7803716 ,      112.7803716 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.055059432 ,      0.063060393 ,
0.200898706 ,      0.200898706 ,      0.012174233 ,
0.012174233 ,      0.260797402 ,      0.266921906 ,      1
,      1      )

ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,39 ,      48529244299
,      0.01910969 ,      0.010215339 ,      234845831.5 ,
-143782794.3 ,      112.7803716 ,      112.7803716 ,
112.7803716 ,      112.7803716 ,      1 ,      1 ,
1 ,      1 ,      0.055059432 ,      0.063060393 ,
0.200898706 ,      0.200898706 ,      0.012174233 ,
0.012174233 ,      0.260797402 ,      0.266921906 ,      1
,      1      )

```



```
ops.uniaxialMaterial('ModIMKPeakOriented' ,40 , 48529244299
, 0.01910969 , 0.010215339 , 234845831.5 ,
-143782794.3 , 112.7803716 , 112.7803716 ,
112.7803716 , 112.7803716 , 1 , 1 ,
1 , 1 , 0.055059432 , 0.063060393 ,
0.200898706 , 0.200898706 , 0.012174233 ,
0.012174233 , 0.260797402 , 0.266921906 , 1
, 1 )
```

```
# element('zeroLength', eleTag, *eleNodes, '-mat', *matTags, '-dir', *dirs)
```

```
#COLUMNAS
```

```
ops.element('zeroLength', 298 , 181 , 298 , '-mat',
20, '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 299 , 178 , 295 , '-mat',
20, '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 300 , 175 , 292 , '-mat',
19, '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 301 , 172 , 289 , '-mat',
19, '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 302 , 169 , 286 , '-mat',
18, '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 303 , 166 , 283 , '-mat',
18, '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 304 , 163 , 280 , '-mat',
17, '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 305 , 160 , 277 , '-mat',
17, '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 306 , 157 , 274 , '-mat',
16, '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 307 , 154 , 271 , '-mat',
16, '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 308 , 151 , 268 , '-mat',
15, '-dir', 3)
```

ops.element('zeroLength', 15, '-dir', 3)	309	,	148	,	265	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 14, '-dir', 3)	310	,	145	,	262	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 14, '-dir', 3)	311	,	142	,	259	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 13, '-dir', 3)	312	,	139	,	256	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 13, '-dir', 3)	313	,	136	,	253	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 12, '-dir', 3)	314	,	133	,	250	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 12, '-dir', 3)	315	,	130	,	247	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 11, '-dir', 3)	316	,	127	,	244	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 11, '-dir', 3)	317	,	124	,	241	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 10, '-dir', 3)	318	,	121	,	238	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 10, '-dir', 3)	319	,	118	,	235	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 9, '-dir', 3)	320	,	115	,	232	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 9, '-dir', 3)	321	,	112	,	229	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 8, '-dir', 3)	322	,	109	,	226	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 8, '-dir', 3)	323	,	106	,	223	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 7, '-dir', 3)	324	,	103	,	220	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 7, '-dir', 3)	325	,	100	,	217	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 6, '-dir', 3)	326	,	97	,	214	,	'-mat',

ops.element('zeroLength', 6, '-dir', 3)	327	,	94	,	211	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 5, '-dir', 3)	328	,	91	,	208	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 5, '-dir', 3)	329	,	88	,	205	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 4, '-dir', 3)	330	,	85	,	202	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 4, '-dir', 3)	331	,	82	,	199	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 3, '-dir', 3)	332	,	79	,	196	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 3, '-dir', 3)	333	,	76	,	193	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 2, '-dir', 3)	334	,	73	,	190	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 2, '-dir', 3)	335	,	70	,	187	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 1, '-dir', 3)	336	,	67	,	184	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 1, '-dir', 3)	337	,	64	,	1	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 20, '-dir', 3)	338	,	182	,	299	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 20, '-dir', 3)	339	,	179	,	296	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 19, '-dir', 3)	340	,	176	,	293	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 19, '-dir', 3)	341	,	173	,	290	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 18, '-dir', 3)	342	,	170	,	287	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 18, '-dir', 3)	343	,	167	,	284	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 17, '-dir', 3)	344	,	164	,	281	,	'-mat',

ops.element('zeroLength', 17, '-dir', 3)	345	,	161	,	278	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 16, '-dir', 3)	346	,	158	,	275	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 16, '-dir', 3)	347	,	155	,	272	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 15, '-dir', 3)	348	,	152	,	269	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 15, '-dir', 3)	349	,	149	,	266	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 14, '-dir', 3)	350	,	146	,	263	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 14, '-dir', 3)	351	,	143	,	260	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 13, '-dir', 3)	352	,	140	,	257	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 13, '-dir', 3)	353	,	137	,	254	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 12, '-dir', 3)	354	,	134	,	251	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 12, '-dir', 3)	355	,	131	,	248	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 11, '-dir', 3)	356	,	128	,	245	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 11, '-dir', 3)	357	,	125	,	242	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 10, '-dir', 3)	358	,	122	,	239	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 10, '-dir', 3)	359	,	119	,	236	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 9, '-dir', 3)	360	,	116	,	233	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 9, '-dir', 3)	361	,	113	,	230	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 8, '-dir', 3)	362	,	110	,	227	,	'-mat',

ops.element('zeroLength', 8, '-dir', 3)	363	,	107	,	224	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 7, '-dir', 3)	364	,	104	,	221	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 7, '-dir', 3)	365	,	101	,	218	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 6, '-dir', 3)	366	,	98	,	215	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 6, '-dir', 3)	367	,	95	,	212	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 5, '-dir', 3)	368	,	92	,	209	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 5, '-dir', 3)	369	,	89	,	206	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 4, '-dir', 3)	370	,	86	,	203	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 4, '-dir', 3)	371	,	83	,	200	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 3, '-dir', 3)	372	,	80	,	197	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 3, '-dir', 3)	373	,	77	,	194	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 2, '-dir', 3)	374	,	74	,	191	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 2, '-dir', 3)	375	,	71	,	188	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 1, '-dir', 3)	376	,	68	,	185	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 1, '-dir', 3)	377	,	65	,	2	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 20, '-dir', 3)	378	,	183	,	300	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 20, '-dir', 3)	379	,	180	,	297	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 19, '-dir', 3)	380	,	177	,	294	,	'-mat',

ops.element('zeroLength', 19, '-dir', 3)	381	,	174	,	291	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 18, '-dir', 3)	382	,	171	,	288	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 18, '-dir', 3)	383	,	168	,	285	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 17, '-dir', 3)	384	,	165	,	282	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 17, '-dir', 3)	385	,	162	,	279	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 16, '-dir', 3)	386	,	159	,	276	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 16, '-dir', 3)	387	,	156	,	273	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 15, '-dir', 3)	388	,	153	,	270	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 15, '-dir', 3)	389	,	150	,	267	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 14, '-dir', 3)	390	,	147	,	264	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 14, '-dir', 3)	391	,	144	,	261	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 13, '-dir', 3)	392	,	141	,	258	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 13, '-dir', 3)	393	,	138	,	255	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 12, '-dir', 3)	394	,	135	,	252	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 12, '-dir', 3)	395	,	132	,	249	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 11, '-dir', 3)	396	,	129	,	246	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 11, '-dir', 3)	397	,	126	,	243	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 10, '-dir', 3)	398	,	123	,	240	,	'-mat',

ops.element('zeroLength', 10, '-dir', 3)	399	,	120	,	237	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 9, '-dir', 3)	400	,	117	,	234	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 9, '-dir', 3)	401	,	114	,	231	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 8, '-dir', 3)	402	,	111	,	228	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 8, '-dir', 3)	403	,	108	,	225	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 7, '-dir', 3)	404	,	105	,	222	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 7, '-dir', 3)	405	,	102	,	219	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 6, '-dir', 3)	406	,	99	,	216	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 6, '-dir', 3)	407	,	96	,	213	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 5, '-dir', 3)	408	,	93	,	210	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 5, '-dir', 3)	409	,	90	,	207	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 4, '-dir', 3)	410	,	87	,	204	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 4, '-dir', 3)	411	,	84	,	201	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 3, '-dir', 3)	412	,	81	,	198	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 3, '-dir', 3)	413	,	78	,	195	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 2, '-dir', 3)	414	,	75	,	192	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 2, '-dir', 3)	415	,	72	,	189	,	'-mat',
ops.element('zeroLength', 1, '-dir', 3)	416	,	69	,	186	,	'-mat',

ops.element('zeroLength', 417 , 66 , 3 , '-mat',
1, '-dir', 3)

#VIGAS

ops.element('zeroLength', 418 , 381 , 301 , '-mat',
21 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 419 , 385 , 305 , '-mat',
22 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 420 , 389 , 309 , '-mat',
23 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 421 , 393 , 313 , '-mat',
24 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 422 , 397 , 317 , '-mat',
25 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 423 , 401 , 321 , '-mat',
26 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 424 , 405 , 325 , '-mat',
27 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 425 , 409 , 329 , '-mat',
28 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 426 , 413 , 333 , '-mat',
29 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 427 , 417 , 337 , '-mat',
30 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 428 , 421 , 341 , '-mat',
31 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 429 , 425 , 345 , '-mat',
32 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 430 , 429 , 349 , '-mat',
33 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 431 , 433 , 353 , '-mat',
34 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 432 , 437 , 357 , '-mat',
35 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 433 , 441 , 361 , '-mat',
36 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 434 , 445 , 365 , '-mat',
37 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 435 , 449 , 369 , '-mat',
38 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 436 , 453 , 373 , '-mat',
39 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 437 , 457 , 377 , '-mat',
40 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 438 , 382 , 302 , '-mat',
21 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 439 , 386 , 306 , '-mat',
22 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 440 , 390 , 310 , '-mat',
23 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 441 , 394 , 314 , '-mat',
24 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 442 , 398 , 318 , '-mat',
25 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 443 , 402 , 322 , '-mat',
26 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 444 , 406 , 326 , '-mat',
27 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 445 , 410 , 330 , '-mat',
28 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 446 , 414 , 334 , '-mat',
29 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 447 , 418 , 338 , '-mat',
30 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 448 , 422 , 342 , '-mat',
31 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 449 , 426 , 346 , '-mat',
32 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 450 , 430 , 350 , '-mat',
33 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 451 , 434 , 354 , '-mat',
34 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 452 , 438 , 358 , '-mat',
35 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 453 , 442 , 362 , '-mat',
36 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 454 , 446 , 366 , '-mat',
37 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 455 , 450 , 370 , '-mat',
38 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 456 , 454 , 374 , '-mat',
39 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 457 , 458 , 378 , '-mat',
40 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 458 , 383 , 303 , '-mat',
21 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 459 , 387 , 307 , '-mat',
22 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 460 , 391 , 311 , '-mat',
23 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 461 , 395 , 315 , '-mat',
24 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 462 , 399 , 319 , '-mat',
25 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 463 , 403 , 323 , '-mat',
26 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 464 , 407 , 327 , '-mat',
27 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 465 , 411 , 331 , '-mat',
28 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 466 , 415 , 335 , '-mat',
29 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 467 , 419 , 339 , '-mat',
30 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 468 , 423 , 343 , '-mat',
31 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 469 , 427 , 347 , '-mat',
32 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 470 , 431 , 351 , '-mat',
33 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 471 , 435 , 355 , '-mat',
34 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 472 , 439 , 359 , '-mat',
35 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 473 , 443 , 363 , '-mat',
36 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 474 , 447 , 367 , '-mat',
37 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 475 , 451 , 371 , '-mat',
38 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 476 , 455 , 375 , '-mat',
39 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 477 , 459 , 379 , '-mat',
40 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 478 , 384 , 304 , '-mat',
21 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 479 , 388 , 308 , '-mat',
22 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 480 , 392 , 312 , '-mat',
23 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 481 , 396 , 316 , '-mat',
24 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 482 , 400 , 320 , '-mat',
25 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 483 , 404 , 324 , '-mat',
26 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 484 , 408 , 328 , '-mat',
27 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 485 , 412 , 332 , '-mat',
28 , '-dir', 3)

ops.element('zeroLength', 486 , 416 , 336 , '-mat',
29 , '-dir', 3)

```

ops.element('zeroLength', 487 , 420 , 340 , '-mat',
            30 , '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 488 , 424 , 344 , '-mat',
            31 , '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 489 , 428 , 348 , '-mat',
            32 , '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 490 , 432 , 352 , '-mat',
            33 , '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 491 , 436 , 356 , '-mat',
            34 , '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 492 , 440 , 360 , '-mat',
            35 , '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 493 , 444 , 364 , '-mat',
            36 , '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 494 , 448 , 368 , '-mat',
            37 , '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 495 , 452 , 372 , '-mat',
            38 , '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 496 , 456 , 376 , '-mat',
            39 , '-dir', 3)
ops.element('zeroLength', 497 , 460 , 380 , '-mat',
            40 , '-dir', 3)

```

#CARGA VERTICAL

```
ops.timeSeries('Linear',1)
```

```
ops.pattern('Plain',1,1)
```

```
#en columnas
```

```

ops.eleLoad('-ele', 1 ,'-type','-beamUniform',0,0, -15.0528 )
ops.eleLoad('-ele', 3 ,'-type','-beamUniform',0,0, -15.0528 )
ops.eleLoad('-ele', 5 ,'-type','-beamUniform',0,0, -15.0528 )
ops.eleLoad('-ele', 8 ,'-type','-beamUniform',0,0, -15.0528 )
ops.eleLoad('-ele', 11 ,'-type','-beamUniform',0,0, -15.0528 )
ops.eleLoad('-ele', 14 ,'-type','-beamUniform',0,0, -15.0528 )
ops.eleLoad('-ele', 17 ,'-type','-beamUniform',0,0, -15.0528 )

```

ops.eleLoad('-ele', 20 ,'-type','-beamUniform',0,0, -15.0528)
ops.eleLoad('-ele', 23 ,'-type','-beamUniform',0,0, -15.0528)
ops.eleLoad('-ele', 26 ,'-type','-beamUniform',0,0, -15.0528)
ops.eleLoad('-ele', 29 ,'-type','-beamUniform',0,0, -15.0528)
ops.eleLoad('-ele', 32 ,'-type','-beamUniform',0,0, -15.0528)
ops.eleLoad('-ele', 35 ,'-type','-beamUniform',0,0, -13.23)
ops.eleLoad('-ele', 38 ,'-type','-beamUniform',0,0, -13.23)
ops.eleLoad('-ele', 41 ,'-type','-beamUniform',0,0, -13.23)
ops.eleLoad('-ele', 44 ,'-type','-beamUniform',0,0, -13.23)
ops.eleLoad('-ele', 47 ,'-type','-beamUniform',0,0, -13.23)
ops.eleLoad('-ele', 50 ,'-type','-beamUniform',0,0, -13.23)
ops.eleLoad('-ele', 53 ,'-type','-beamUniform',0,0, -13.23)
ops.eleLoad('-ele', 56 ,'-type','-beamUniform',0,0, -13.23)
ops.eleLoad('-ele', 59 ,'-type','-beamUniform',0,0, -13.23)
ops.eleLoad('-ele', 62 ,'-type','-beamUniform',0,0, -13.23)
ops.eleLoad('-ele', 65 ,'-type','-beamUniform',0,0, -13.23)
ops.eleLoad('-ele', 68 ,'-type','-beamUniform',0,0, -13.23)
ops.eleLoad('-ele', 71 ,'-type','-beamUniform',0,0, -11.5248)
ops.eleLoad('-ele', 74 ,'-type','-beamUniform',0,0, -11.5248)
ops.eleLoad('-ele', 77 ,'-type','-beamUniform',0,0, -11.5248)
ops.eleLoad('-ele', 80 ,'-type','-beamUniform',0,0, -11.5248)
ops.eleLoad('-ele', 83 ,'-type','-beamUniform',0,0, -11.5248)
ops.eleLoad('-ele', 86 ,'-type','-beamUniform',0,0, -11.5248)
ops.eleLoad('-ele', 89 ,'-type','-beamUniform',0,0, -11.5248)
ops.eleLoad('-ele', 92 ,'-type','-beamUniform',0,0, -11.5248)
ops.eleLoad('-ele', 95 ,'-type','-beamUniform',0,0, -11.5248)
ops.eleLoad('-ele', 98 ,'-type','-beamUniform',0,0, -11.5248)
ops.eleLoad('-ele', 101 ,'-type','-beamUniform',0,0, -11.5248)
ops.eleLoad('-ele', 104 ,'-type','-beamUniform',0,0, -11.5248)
ops.eleLoad('-ele', 107 ,'-type','-beamUniform',0,0, -9.9372)

```

ops.eleLoad('-ele', 110 ,'-type','-beamUniform',0,0, -9.9372 )
ops.eleLoad('-ele', 113 ,'-type','-beamUniform',0,0, -9.9372 )
ops.eleLoad('-ele', 116 ,'-type','-beamUniform',0,0, -9.9372 )
ops.eleLoad('-ele', 119 ,'-type','-beamUniform',0,0, -9.9372 )
ops.eleLoad('-ele', 122 ,'-type','-beamUniform',0,0, -9.9372 )
ops.eleLoad('-ele', 125 ,'-type','-beamUniform',0,0, -9.9372 )
ops.eleLoad('-ele', 128 ,'-type','-beamUniform',0,0, -9.9372 )
ops.eleLoad('-ele', 131 ,'-type','-beamUniform',0,0, -9.9372 )
ops.eleLoad('-ele', 134 ,'-type','-beamUniform',0,0, -9.9372 )
ops.eleLoad('-ele', 137 ,'-type','-beamUniform',0,0, -9.9372 )
ops.eleLoad('-ele', 140 ,'-type','-beamUniform',0,0, -9.9372 )
ops.eleLoad('-ele', 143 ,'-type','-beamUniform',0,0, -8.4672 )
ops.eleLoad('-ele', 146 ,'-type','-beamUniform',0,0, -8.4672 )
ops.eleLoad('-ele', 149 ,'-type','-beamUniform',0,0, -8.4672 )
ops.eleLoad('-ele', 152 ,'-type','-beamUniform',0,0, -8.4672 )
ops.eleLoad('-ele', 155 ,'-type','-beamUniform',0,0, -8.4672 )
ops.eleLoad('-ele', 158 ,'-type','-beamUniform',0,0, -8.4672 )
ops.eleLoad('-ele', 161 ,'-type','-beamUniform',0,0, -8.4672 )
ops.eleLoad('-ele', 164 ,'-type','-beamUniform',0,0, -8.4672 )
ops.eleLoad('-ele', 167 ,'-type','-beamUniform',0,0, -8.4672 )
ops.eleLoad('-ele', 170 ,'-type','-beamUniform',0,0, -8.4672 )
ops.eleLoad('-ele', 173 ,'-type','-beamUniform',0,0, -8.4672 )
ops.eleLoad('-ele', 176 ,'-type','-beamUniform',0,0, -8.4672 )

#en vigas
ops.eleLoad('-ele', 179 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 182 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 185 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 188 ,'-type','-beamUniform',-38.36)

```

ops.eleLoad('-ele', 191 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 194 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 197 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 200 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 203 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 206 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 209 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 212 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 215 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 218 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 221 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 224 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 227 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 230 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 233 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 236 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 239 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 242 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 245 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 248 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 251 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 254 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 257 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 260 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 263 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 266 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 269 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 272 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 275 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 278 ,'-type','-beamUniform',-38.36)

```
ops.eleLoad('-ele', 281 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 284 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 287 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 290 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 293 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
ops.eleLoad('-ele', 296 ,'-type','-beamUniform',-38.36)
```

```
ops.constraints('Plain')
ops.numberer('RCM')
ops.system('UmfPack')
ops.integrator('LoadControl',0.05)
ops.test('NormUnbalance',1.0e-5,300)
ops.algorithm('Newton')
ops.analysis('Static')
ops.analyze(20)
ops.loadConst()
ops.wipeAnalysis()
```

```
print('Carga vertical OK')
```

```
#CARGA LATERAL
```

```
ops.timeSeries('Linear', 2)
ops.pattern('Plain',2,2)
```

```
ops.load( 4 , 1 , 0 ,0)
```

```
ops.load( 5 , 1 , 0 ,0)
```


ops.load(	6	,	1	,	0	,0)
ops.load(	7	,	2.995687866	,	0	,0)
ops.load(	8	,	2.995687866	,	0	,0)
ops.load(	9	,	2.995687866	,	0	,0)
ops.load(	10	,	6.154474294	,	0	,0)
ops.load(	11	,	6.154474294	,	0	,0)
ops.load(	12	,	6.154474294	,	0	,0)
ops.load(	13	,	10.27580831	,	0	,0)
ops.load(	14	,	10.27580831	,	0	,0)
ops.load(	15	,	10.27580831	,	0	,0)
ops.load(	16	,	15.38822705	,	0	,0)
ops.load(	17	,	15.38822705	,	0	,0)
ops.load(	18	,	15.38822705	,	0	,0)
ops.load(	19	,	21.34905288	,	0	,0)
ops.load(	20	,	21.34905288	,	0	,0)
ops.load(	21	,	21.34905288	,	0	,0)
ops.load(	22	,	28.65484864	,	0	,0)
ops.load(	23	,	28.65484864	,	0	,0)
ops.load(	24	,	28.65484864	,	0	,0)
ops.load(	25	,	36.46840489	,	0	,0)
ops.load(	26	,	36.46840489	,	0	,0)
ops.load(	27	,	36.46840489	,	0	,0)
ops.load(	28	,	45.16390164	,	0	,0)
ops.load(	29	,	45.16390164	,	0	,0)
ops.load(	30	,	45.16390164	,	0	,0)
ops.load(	31	,	55.3898653	,	0	,0)
ops.load(	32	,	55.3898653	,	0	,0)
ops.load(	33	,	55.3898653	,	0	,0)
ops.load(	34	,	64.02188971	,	0	,0)
ops.load(	35	,	64.02188971	,	0	,0)

ops.load(	36	,	64.02188971	,	0	,0)
ops.load(	37	,	74.69082648	,	0	,0)
ops.load(	38	,	74.69082648	,	0	,0)
ops.load(	39	,	74.69082648	,	0	,0)
ops.load(	40	,	86.13128123	,	0	,0)
ops.load(	41	,	86.13128123	,	0	,0)
ops.load(	42	,	86.13128123	,	0	,0)
ops.load(	43	,	99.56222412	,	0	,0)
ops.load(	44	,	99.56222412	,	0	,0)
ops.load(	45	,	99.56222412	,	0	,0)
ops.load(	46	,	113.9658815	,	0	,0)
ops.load(	47	,	113.9658815	,	0	,0)
ops.load(	48	,	113.9658815	,	0	,0)
ops.load(	49	,	125.170671	,	0	,0)
ops.load(	50	,	125.170671	,	0	,0)
ops.load(	51	,	125.170671	,	0	,0)
ops.load(	52	,	139.1234152	,	0	,0)
ops.load(	53	,	139.1234152	,	0	,0)
ops.load(	54	,	139.1234152	,	0	,0)
ops.load(	55	,	155.6643304	,	0	,0)
ops.load(	56	,	155.6643304	,	0	,0)
ops.load(	57	,	155.6643304	,	0	,0)
ops.load(	58	,	173.1341092	,	0	,0)
ops.load(	59	,	173.1341092	,	0	,0)
ops.load(	60	,	173.1341092	,	0	,0)
ops.load(	61	,	174.7568614	,	0	,0)
ops.load(	62	,	174.7568614	,	0	,0)
ops.load(	63	,	174.7568614	,	0	,0)

```

ops.constraints('Transformation')
ops.numberer('RCM')
ops.system('UmfPack')
ops.integrator('DisplacementControl',63,1,0.1)
ops.test('NormUnbalance',1.0e-6,200)
ops.algorithm('Newton')
ops.analysis('Static')

R, d = [],[]
for i in range(40):
    ops.test('NormDispIncr',1.0e-6,200)
    ops.integrator('DisplacementControl', 63 , 1, 5)
    ops.algorithm('Newton')
    ok= ops.analyze(1)

    if ok !=0:
        ops.test('NormDispIncr',1.0e-5,200)
        ops.integrator('DisplacementControl',63,1, 5)
        ops.algorithm('Newton')
        ok = ops.analyze(1)
        if ok !=0:
            ops.test('NormDispIncr',1.0e-4,200)
            ops.integrator('DisplacementControl',63,1, 5)
            ops.algorithm('Newton')
            ok = ops.analyze(1)
            if ok !=0:

```

```

        break
d.append(ops.nodeDisp(63,1))
ops.reactions()
Ri=[]
for i in [1,2,3,64,65,66]:
    Ri.append(-ops.nodeReaction(i,1))
R.append(np.sum(Ri))

for i in range(40):
    ops.test('NormDispIncr',1.0e-4,200)
    ops.integrator('DisplacementControl', 63 , 1, 5)
    ops.algorithm('Newton')
    ok= ops.analyze(1)

    if ok !=0:
        ops.test('NormDispIncr',1.0e-3,200)
        ops.integrator('DisplacementControl',63,1, 5)
        ops.algorithm('Newton')
        ok = ops.analyze(1)
        if ok !=0:
            ops.test('NormDispIncr',1.0e-2,200)
            ops.integrator('DisplacementControl',63,1, 5)
            ops.algorithm('Newton')
            ok = ops.analyze(1)
            if ok !=0:
                break
d.append(ops.nodeDisp(63,1))
ops.reactions()
Ri=[ ]
for i in [1,2,3,64,65,66]:

```

```
Ri.append(-ops.nodeReaction(i,1))
R.append(np.sum(Ri))

plt.plot(d,R)
#resortes columnas

L = [ ]
for i in range (298, 498):
    L.append(ops.eleResponse(i,'deformation'))

F = [ ]
for i in range (298, 498):
    F.append(ops.eleResponse(i,'force'))

V= R[0:414]
D= d[0:414]
P= np.trapz
print(str(P))
```



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **González Mera, David Eduardo**, con C.C: # 2450111675 autor/a del trabajo de titulación: **Método alternativo de diseño sismo-resistente con espectros de periodo de retorno bajo, para edificios de 20 pisos** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **12 de marzo de 2021**

f. _____

Nombre: **González Mera, David Eduardo**

C.C: **2450111675**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Método alternativo de diseño sismo-resistente con espectros de periodo de retorno bajo, para edificios de 20 pisos		
AUTOR(ES)	González Mera, David Eduardo		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. José Andrés Barros Cabezas, M.Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería Civil		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniería Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	12 de marzo 2021	No. DE PÁGINAS:	183
ÁREAS TEMÁTICAS:	Estructuras, sísmica e ingeniería		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Sismo de servicio, sismo de diseño, evaluación sísmica, niveles de amenazas, pórticos especiales resistentes a momentos.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>En el presente trabajo de titulación se realiza una comparación entre dos tipos de diseño, el cual se realiza en base a un sismo con un periodo de retorno asignado. En la metodología del primer diseño, se modela y analiza un edificio de 20 pisos en base a los lineamientos dados por la NEC (2015) para un sismo de diseño ($T_r=475$ años), siguiendo los detalles de diseño para pórticos especiales resistentes a momentos proporcionados por el ACI (2019). Mientras, que para el segundo se usa como propuesta el diseñar y analizar el mismo edificio en base al nivel de fuerzas correspondientes al sismo de servicio ($T_r=43$ años), y no usando el factor de modificación de respuesta "R". Ambos diseños siguen los mismos detalles de diseño para pórticos especiales resistentes a momentos por el ACI (2019) y siguiendo los lineamientos dados por la NEC (2015) para un desempeño sísmico adecuado, estableciendo para el método propuesto el limitar las derivas a un 0.5%</p> <p>Una vez culminado el análisis y diseño de ambas metodologías, se evalúa el desempeño de las estructuras mediante el uso de software opensees siguiendo las disposiciones del ASCE 41-13 para diferentes niveles de amenazas esperadas, comparando entre ambos diseños el comportamiento estructural. Como paso final se realiza el cálculo de cantidades de aceros y hormigón usados en ambos diseños para ver la factibilidad del método propuesto en relación al convencional usado hoy en día.</p> <p>Para terminar, se encontró que el diseño propuesto no resulta factible por el costo excesivo de la estructura. Sin embargo, en términos de comparativa con los sistemas de protección sísmica, resulta en una comparación más justa, pues se trata de una estructura que tuviera un desempeño esperado muy similar a una estructura protegida, estructuralmente hablando.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593939742564	E-mail: Eddy_gonzalez31@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Clara Catalina Glas Cevallos		
	Teléfono: +593-4- 2206956		
	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			