

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y
CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL:

**Control pasivo de vibraciones aplicado a la
residencial "Las Dalias" mediante amortiguadores
de masa sintonizada**

PRESENTADO POR:
Richard Frank Rojas Atachao

AYACUCHO - PERÚ
2016

Un defecto que impide a los hombres actuar, es no saber
de qué son capaces ...

Agradecimientos

A los docentes de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, por su contribución durante mi desarrollo académico y profesional.

Al Ingeniero Rubén Américo Yachapa Condeña, talentoso, a quien considero un modelo de docente universitario, con muchas ganas de compartir informaciones a todos aquellos que están interesados en la investigación; sus conocimientos son dignos de admiración en el campo de la ingeniería estructural.

Al Ingeniero César Paulo Chipana, a quien considero un amigo incondicional, su humildad hizo posible la recaudación de datos para la investigación realizada.

Al ingeniero Jorge Lezama Gavancho, quien generosamente me brindó informaciones para colaborar con la presente investigación.

A mis padres, Héctor Saúl Chuchón Quispe y Yolanda Edith Atachao Vilcapoma, quienes con sacrificio han hecho posible mi formación académica, apoyándome de manera incondicional.

Richard Frank Rojas Atachao
richardfrojasa@gmail.com
UNSCH
Ayacucho, 2016

Richard F. Rojas Atachao

Resumen

Existen diversas maneras de vibración por movimientos telúricos y una opción para dar solución a las vibraciones en estructuras, es la utilización de dispositivos de control pasivo, dentro de los cuales se encuentran los Amortiguadores de Masa Sintonizados (AMS). En un edificio asimétrico se produce un acoplamiento entre las vibraciones flexionales y torsionales, este fenómeno puede conducir a un aumento de los esfuerzos presentes en las secciones y un eventual colapso de la estructura. De este modo, al implementar Amortiguadores de Masas Sintonizadas en un edificio asimétrico permite disipar la energía que entra a la estructura producto de un sismo. En el presente trabajo de investigación se analizó el control de la respuesta sísmica de un edificio asimétrico de 05 pisos irregular en planta y altura, estructurado en base a muros de albañilería confinada a columnas y muros estructurales (placas) de concreto armado en ambas direcciones, mediante la incorporación de Amortiguadores de Masa Sintonizada con el fin de controlar los efectos producto de la asimetría e irregularidad estructural. El modelo de Amortiguador de Masa Sintonizado consiste en un bloque de concreto montado sobre cuatro aisladores elastoméricos, el cual incorpora masa, rigidez y amortiguamiento a la estructura con el propósito de atenuar los efectos sísmicos y así cumplir con los requisitos de diseño de la normativa vigente. Se realizará un análisis modal espectral según la NTE E.030-2016 cuya demanda está representada por su espectro de diseño reducido y un análisis Tiempo-Historia con dos registros de aceleraciones de diferentes duraciones, haciendo comparaciones con la antigua Norma E.030-2006. La incorporación del Amortiguador de Masa Sintonizado entregó resultados satisfactorios de acuerdo al comportamiento y las reducciones obtenidas respecto de la estructura sin AMS, siendo más eficaz en el sismo de mayor duración en una dirección específica.

PALABRAS CLAVES:

AMS; Coeficiente de Amortiguamiento; Rigidez; Aceleraciones.

Summary

There are several ways to vibration earthquakes and an option to solve vibration in structures is the use of passive control devices, among which are the Tuned Mass Damper (AMS). Building an asymmetrical coupling occurs between flexural vibration and Torsional, this phenomenon can lead to increased stresses in the sections and eventual collapse of the structure. Thus, to implement Tuned Mass Dampers in an asymmetrical building permits disparate energy entering the product structure of an earthquake. In the present research the control of the seismic response of an asymmetric building 05 irregular floors plan and height, based on masonry confined to columns and structural walls (plates) of reinforced concrete in both directions was analyzed, by incorporating tuned mass dampers in order to control the product effects of structural asymmetry and irregularity. The model mass damper Tuned consists of a concrete block mounted on four elastomeric isolators, which incorporates mass, stiffness and damping to the structure in order to mitigate seismic effects and thus meet the design requirements of current legislation . modal spectral analysis will be performed according to the NTE E.030-2016 which demand is represented by its reduced design spectrum and time-history analysis with two records accelerations of different durations, making comparisons with the old standard E.030-2006 . The incorporation of Tuned Mass Damper gave satisfactory results according to the behavior and reductions achieved regarding the structure without AMS, being more effective in the quake longer in a specific direction.

KEY WORDS:

TMD; Damping coefficient; stiffness; accelerations.

Índice

Portada	I
Epígrafe	I
Agradecimientos	II
Resumen	III
Índice General	V
Índice	V
Índice de Figuras	IX
Lista de Figuras	IX
Índice de Cuadros	XII
Lista de Tablas	XII
I INTRODUCCIÓN	1
Introducción	2
II CUERPO DE LA OBRA	7
1. Generalidades.	8
1.1. Antecedentes.	9
1.2. Descripción de la realidad problemática.	10
1.3. Planteamiento del problema.	10
1.3.1. Problema principal.	10
1.3.2. Problemas secundarios.	11
1.4. Justificación e importancia de la investigación.	11
1.5. Objetivos de la investigación.	12
1.5.1. Objetivo General.	12
1.5.2. Objetivos Específicos.	12

1.6.	Hipótesis.	12
1.6.1.	Hipótesis global.	12
1.6.2.	Hipótesis secundarias.	12
1.7.	Alcances y limitaciones.	13
1.7.1.	Alcances.	13
1.7.2.	Limitaciones.	13
1.8.	Tipo y nivel de investigación.	13
1.9.	Organización del estudio.	14
1.10.	Instrumentos utilizados.	15
1.11.	Procesamiento de datos.	15
2.	ESTADO DEL ARTE.	16
2.1.	Balance de Energía en el Control de Respuesta Sísmica	16
2.2.	Sistemas de Control de Respuesta Sísmica	19
2.2.1.	Sistemas de Control Activo.	21
2.2.2.	Sistemas de Control Semiactivo.	22
2.2.3.	Sistemas de Control Híbrido.	23
2.2.4.	Sistemas de Control Pasivo.	24
2.2.4.1.	Control pasivo con aislamiento de base	24
2.2.4.2.	Control pasivo con disipadores de energía	26
2.2.4.3.	Control pasivo con sistemas inerciales acoplados	26
2.3.	Amortiguadores de Masa Sintonizados (TMD).	27
2.4.	Modelos dinámicos	30
2.4.1.	Modelo dinámico presentado por Dr. Mohan	37
2.4.1.1.	Parámetros óptimos del TMD	38
2.4.1.2.	Técnica Minimax:	38
2.4.2.	Modelo dinámico presentado por Seyed Mehdi	39
2.4.2.1.	Ecuaciones Básicas	39
2.4.2.2.	Parámetros óptimos para el TMD	41
2.4.2.3.	Filosofía y rendimiento de la utilización del modelo	42
2.5.	Acoplación Bidireccional de TMD para edificios asimétricos en planta bajo excitaciones bidireccionales de terreno	42
2.5.1.	Propiedades de la BICTMD	43
2.6.	Métodos de Estimación de los Parámetros de Diseño de un AMS.	46
2.6.1.	Método presentado por Sadek	46
2.6.1.1.	AMS para Estructuras de Un Grado de Libertad.	47
2.6.1.2.	AMS para Estructuras de Varios Grados de Libertad.	48
2.7.	Modelo de un TMD.	49
2.7.1.	Apoyo elastomérico con refuerzo de acero.	49
2.7.2.	Diseño de los Aisladores Elastoméricos.	51
2.7.3.	Rigidez y Amortiguamiento de Aisladores Elastoméricos.	52
2.7.3.1.	Rigidez.	52
2.7.3.2.	Amortiguamiento.	52

3. DESARROLLO.	55
3.1. Características generales de la edificación.	55
3.2. Bases de Cálculo.	59
3.2.1. Sistema Estructural Sismo Resistente	59
3.2.2. Normativa utilizada	59
3.2.2.1. Cargas y Sobrecargas de Uso R.N.E. E.020	60
3.2.2.2. Consideraciones sismorresistentes R.N.E. E.030-2016	62
3.2.2.3. Combinación de cargas según R.N.E. E-060	67
3.3. Modelamiento para el análisis.	69
3.3.1. Modelo Estructural.	69
3.3.2. Consideraciones para el análisis estructural.	69
3.4. Método de análisis.	70
3.5. Análisis Estático.	73
3.5.1. Irregularidades en planta y altura.	74
3.5.1.1. Irregularidad en Altura.	75
3.5.1.2. Irregularidad en Planta.	77
3.6. Análisis dinámico.	79
3.6.1. Análisis Modal Espectral	79
3.6.1.1. Espectro de Diseño.	82
3.6.1.2. Deformaciones Sísmicas.	84
3.6.2. Análisis Tiempo-Historia	85
3.7. Aplicación de los amortiguadores de masa sintonizados	87
3.7.1. Parámetros Óptimos de los AMS.	87
3.7.1.1. Masa del AMS.	88
3.7.1.2. Rigidez	88
3.7.1.3. Amortiguamiento.	89
3.7.2. Diseño del Amortiguador de Masa Sintonizado.	90
3.7.2.1. Diseño del Bloque de Concreto.	90
3.7.3. Modelamiento del AMS en Etabs.	91
3.7.3.1. Modelamiento del Bloque de concreto.	91
3.7.3.2. Modelamiento de los Aisladores.	91
3.8. Diseño de concreto armado en elementos estructurales	94
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.	96
4.1. Análisis.	96
4.2. Resultados de la Investigación.	96
4.2.1. Modos de Vibración.	96
4.2.2. Derivas de piso a causa del Análisis Estático	97
4.2.3. Derivas de piso a causa del Análisis Modal de Respuesta Espectral	98
4.2.4. Desplazamientos debido al análisis Tiempo Historia	102
4.2.5. Fuerzas cortantes basales	106
4.2.5.1. Estático	106
4.2.5.2. Dinámico	108

4.2.6. Refuerzos de los elementos estructurales	108
III CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	112
4.3. Conclusiones.	113
4.4. Recomendaciones.	114
4.5. Temas relacionados por investigar.	114
Bibliografía	116
Bibliografía	116
A. Desplazamientos de nudos críticos debido a los registros sísmicos.	119
B. Reducción de momentos y fuerzas cortantes en vigas críticas.	122
C. Resultados de los diseños de vigas sin AMS.	126
D. Resultados de los diseños de columnas sin AMS.	155
E. Resultados de los diseños de vigas con AMS.	164
F. Resultados de los diseños de columnas con AMS.	193
G. Fotos del proceso constructivo de un edificio con AMS.	203
H. Planos.	206

Lista de Figuras

1.	AMS en Taipei.	4
2.	AMS con amortiguador y resorte ensamblado-Deformada de un AMS.	5
3.	AMS en Arequipa.	6
2.1.	Sistema de un grado de libertad Fuente [3]	17
2.2.	Ciclo de histéresis en un sistema estructural, energía elástica e inelástica Fuente [3]	18
2.3.	Sistemas de control estructural ante acciones sísmicas. Fuente [29]	20
2.4.	Clasificación de los Sistemas de control de Respuesta sísmica. Fuente [3]	21
2.5.	Esquema del funcionamiento de un sistema de control activo.Fuente [25]	22
2.6.	Esquema del funcionamiento de un sistema de control semiactivo.Fuente [25]	23
2.7.	Esquema del funcionamiento de un sistema de control híbrido. Fuente [25]	23
2.8.	Aislamiento de base con control activo de desplazamiento.Fuente [25]	24
2.9.	Dispositivo de neopreno zunchado con núcleo de plomo.	25
2.10.	Aislamiento de base de fricción con placa deslizante plana.	25
2.11.	Aislador pendular con superficie deslizante cóncava.	26
2.12.	Diagrama esquematizado de un Amortiguador de Masa Sintonizada.	37
2.13.	Diseño esquemático de TMD y el modelo de interacción TMD-estructura Fuente [14]	37
2.14.	Representación esquemática de absorbedor de vibración amortiguada. Fuente [15]	39
2.15.	Modelo de interacción con la estructura Fuente [15]	40
2.16.	Modelo BiCTMD Fuente [11]	44
2.17.	Razones óptimas de frecuencia de AMS, para distintas razones de masa Fuente [18].	47
2.18.	Razones óptimas de amortiguamiento de AMS, para distintas razones de masa Fuente [18].	48
2.19.	Modelo general de un amortiguador de masa sintonizada Fuente [19].	49
2.20.	Aislador elastomérico con nucleo de plomo.	50
2.21.	Deformaciones por esfuerzos de compresión, corte y rotación.	51
3.1.	Datos esenciales del estudio de mecánica de suelos. Fuente Expediente Técnico	56
3.2.	Vista en planta de la Residencial	57
3.3.	Vista en elevación de la Residencial	58
3.4.	Vista en planta de la arquitectura del Bloque B	59

LISTA DE FIGURAS

3.5. Vista en planta y Elevación de la losa aligerada. Fuente [27]	61
3.6. Mapa sísmico del Perú. Fuente [24]	63
3.7. Perfiles de suelo. Fuente [24]	64
3.8. Estructuración del Bloque B	69
3.9. Definición de materiales para iniciar el modelo	71
3.10. Propiedades de la losa aligerada, muros de corte, columnas y vigas	72
3.11. Masa y cargas para un análisis Sísmico Estático	73
3.12. Asignación de Muros de corte y Diafragma Rígido	74
3.13. Casos del análisis modal	80
3.14. Ubicación del Centro de Masa y Centro de Rigidez en el último nivel	81
3.15. Espectro de pseudo-aceleraciones NTP E030 Dirección "X" y "Y"	82
3.16. Definición de las cargas sísmicas estáticas	83
3.17. Definición de las cargas sísmicas dinámicas	84
3.18. (a) Registro sísmico de Pisco. (b) Registro sísmico de Moyobamba	86
3.19. Caso de cargas (a) y (b) para el análisis Tiempo-Historia	87
3.20. Descripción del AMS en planta y elevación	90
3.21. Ingreso de propiedades de la sección del AMS en Etabs.	91
3.22. Definición de propiedades del aislador en Etabs.	92
3.23. Ingreso de propiedades de grados de libertad, rigidez y amortiguamiento de aisladores en Etabs.	93
3.24. Ubicación del AMS en el plano en planta	93
3.25. Modelo de la estructura con AMS.	94
3.26. Combinaciones de carga para el diseño de concreto armado.	95
4.1. Derivas de piso correspondientes al Sismo Estático en "X" con y sin AMS	99
4.2. Derivas de piso correspondientes al Sismo Estático en "Y" con y sin AMS	100
4.3. Derivas de piso correspondiente al Sismo Dinámico en "X-X" con y sin AMS	102
4.4. Derivas de piso correspondiente al Sismo Dinámico en "Y-Y" con y sin AMS	103
4.5. Derivas de piso correspondiente al análisis T-H Pisco "X-X" con y sin AMS	104
4.6. Derivas de piso correspondiente al análisis T-H Pisco "Y-Y" con y sin AMS	105
4.7. Derivas de piso correspondiente al análisis T-H Moyobamba "X-X" con y sin AMS	106
4.8. Derivas de piso correspondiente al análisis T-H Moyobamba "Y-Y" con y sin AMS	107
A.1. Desplazamiento de nudo crítico en "X" del sismo de Pisco sin y con AMS	120
A.2. Desplazamiento de nudo crítico en "Y" del sismo de Pisco sin y con AMS	120
A.3. Desplazamiento de nudo crítico en "X" del sismo de Moyobamba sin y con AMS	121
A.4. Desplazamiento de nudo crítico en "Y" del sismo de Moyobamba sin y con AMS	121
B.1. Reducción de momentos flectores y fuerzas cortantes en viga Tipo-1	122
B.2. Reducción de momentos flectores y fuerzas cortantes en viga Tipo-2	123
B.3. Reducción de momentos flectores y fuerzas cortantes en viga Tipo-3	124
B.4. Etiqueta de los elementos estructurales	125
D.1. Secciones y refuerzo de columnas. Fuente Expediente Técnico	155

LISTA DE FIGURAS

G.1. Amortiguador de masa sintonizada en Chile. Fuente ICG.	203
G.2. Proceso constructivo de edificación con AMS. Fuente ICG.	204
G.3. Proceso constructivo del AMS. Fuente ICG.	204
G.4. Instalación de un AMS. Fuente ICG.	205

Lista de Tablas

2.1. Razones óptimas de frecuencia f y amortiguamiento (ξ) de AMS, para tres amortiguamientos Fuente [18]	53
2.2. Límites de capacidad para los apoyos Fuente [20]	54
3.1. Propiedades del acero	56
3.2. Tabla de pesos equivalentes. Fuente [26]	62
3.3. Factor de importancia. Fuente [24]	65
3.4. Sistema estructural impuesto por la Norma. Fuente [24]	66
3.5. Coeficiente básico de reducción sísmica. Fuente [24]	66
3.6. Categoría y regularidad de edificaciones	67
3.7. Modos de vibración de la estructura sin AMS	80
4.1. Modos de vibración de la estructura con AMS	97
4.2. Tabla de comparación de modos de vibración de la estructura con y sin AMS	98
4.3. Derivas de piso con respecto al Sismo Estático "X"	98
4.4. Derivas de piso con respecto al Sismo Estático "Y"	99
4.5. Derivas de piso con respecto al Sismo Dinámico "X"	101
4.6. Derivas de piso con respecto al Sismo Dinámico "Y"	101
4.7. Derivas de piso con respecto al análisis T-H Pisco "X"	102
4.8. Derivas de piso con respecto al análisis T-H Pisco "Y"	103
4.9. Derivas de piso con respecto al análisis T-H Moyobamba "X"	104
4.10. Derivas de piso con respecto al análisis T-H Moyobamba "Y"	105
4.11. Variación de disminuciones con respecto al Eje "X" con dos registros.	106
4.12. Variación de disminuciones con respecto al Eje "Y" con dos registros.	107
4.13. Fuerzas cortantes para ambas direcciones de análisis en un sismo estático .	108
4.14. Fuerzas cortantes para ambas direcciones de análisis en un sismo dinámico .	108
4.15. Fuerzas cortantes Estático y Dinámico	108
4.16. Vigas más críticas en un modelamiento sin AMS	110
4.17. Vigas más críticas en un modelamiento con AMS	110
4.18. Reducción de momentos en vigas críticas	111
D.1. Carga axial, Momentos mayores, menores (Kgf-cm) y Porcentaje de acero requerido en columnas sin AMS	156

F.1. Carga axial, Momentos mayores, menores (Kgf-cm) y Porcentaje de acero requerido en columnas con AMS 194

Parte I

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años el diseño sismorresistente de estructuras ha estado basado en una combinación de resistencia y ductilidad. Para pequeñas demandas sísmicas, se espera que la estructura permanezca en el rango elástico, con todos los esfuerzos bajo los niveles de fluencia. Así mismo, no es razonable esperar que una estructura tradicional responda elásticamente a un sismo muy raro. Es sabido que el diseño utilizado por los ingenieros estructurales está basado en la ductilidad inherente de los edificios para prevenir fallas catastróficas, mientras que se acepta un determinado nivel de daño estructural y no estructural. Esta filosofía ha sido implementada en los códigos de diseño, ya sea en los métodos de diseño por fuerza lateral o diseño por espectro de respuesta. Con estas características la estructura es diseñada para resistir una carga estática equivalente, brindando resultados razonablemente satisfactorios. Un número importante de avances para mejorar el desempeño en la respuesta sísmica y el control de daño en los edificios, puentes y otras estructuras han sido desarrolladas, y otras están por venir en el futuro cercano. Estos avances pueden estar divididos en tres grupos: sistemas pasivos, tales como aislamiento en la base y dispositivos suplementarios de disipación de energía; sistemas activos, los cuales requieren la participación activa de dispositivos mecánicos cuyas características están hechas para cambiar durante la respuesta sísmica basándose en medidas de respuesta; y sistemas híbridos, los cuales combinan los sistemas pasivos y activos en una manera tal que la seguridad del edificio no esté comprometida incluso si el sistema activo fallase. En la actualidad, la técnica de aislamiento sísmico, es ampliamente usada en muchas partes del mundo. Un sistema de aislamiento sísmico es típicamente ubicado en la cimentación de la estructura. Debido a su flexibilidad y capacidad de absorción de energía, el sistema de aislamiento parcialmente refleja y absorbe parte de la energía sísmica de entrada antes que esta energía sea transmitida a la estructura. El efecto es una reducción de la demanda de la disipación de energía en el sistema estructural, resultando un incremento de su desempeño. Por otra parte, los sistemas de control activo y semi-activo son un área de protección estructural en la cual el movimiento de una estructura es controlado o modificado por la acción de un sistema de control con suministro de energía externa. Los sistemas semi-activos requieren solamente cantidades nominales de energía para ajustar sus propiedades mecánicas y a diferencia de los sistemas activos estos no pueden adicionar energía a la estructura. Una atención importante ha recibido el desarrollo de estos sistemas, especialmente en la disminución de la respuesta sísmica y de viento en los edificios. Esta tecnología actualmente, ha sido diseñada, construida e instalada en varios edificios del mundo. Mientras que todas estas tecnologías presentan un incremento en el rol importante que juegan en el diseño estructural, la presente tesis está limitada solamente a un sistema pasivo de disipación de energía. También, está

enfocado a la aplicación de una edificación, a pesar que los principios básicos de trabajo son los mismos para puentes y otras estructuras. Las investigaciones y desarrollos de los dispositivos pasivos de disipación de energía para aplicaciones estructurales tienen aproximadamente 25 años de historia. La función básica de los dispositivos pasivos de disipación de energía cuando son incorporados a la superestructura de un edificio es la de absorber una parte de la energía de entrada, para de esta manera reducir la demanda de disipación de energía en los miembros primarios estructurales y reducir el posible daño estructural. Estos dispositivos pueden ser muy efectivos contra los movimientos inducidos por los vientos así como también aquellos inducidos por los sismos. Contrariamente a los sistemas activos, los sistemas pasivos no requieren de suministro externo de energía eléctrica.

En los años recientes, serios esfuerzos se han realizado para desarrollar el concepto de disipación de energía o amortiguamiento suplementario dentro de una tecnología trabajable, y un número de estos dispositivos han sido instalados en estructuras en varias partes del mundo. Esta tesis tratará sobre los principios básicos de la disipación de energía pasiva, así como su modelamiento matemático y diseño. Al mismo tiempo, se debe enfatizar que esta tecnología se encuentra actualmente evolucionando. Mejoras significativas en los procedimientos de análisis y diseño continuarán en los años futuros.

Dentro del ámbito estructural las residenciales son edificaciones comunes, así es como la categoriza el Reglamento Nacional de Edificaciones en la norma E 030 ante daños sufridos por un hcatombe. En el distrito de Carmen Alto actualmente está en ejecución la construcción de la residencial "Las Dalias" que cuenta con tres Bloques A, B y C de 4 y 5 niveles; sin embargo, la super-estructura presenta irregularidades en planta tal y como se muestra en los planos que se anexan en la presente investigación; debido a ello, la infraestructura mencionada deberá responder a las solicitaciones que requiere el RNE ante movimientos telúricos. Esto conduce a un problema que excede el marco de la ingeniería, ya que tiene implicancias sociales y económicas muy graves y es prácticamente imposible, desde el punto de vista económico, reemplazar las estructuras inseguras por otras nuevas en un plazo menor que los períodos de retorno de los sismos más severos. Por otra parte, el refuerzo efectivo de dichas estructuras inseguras, además de muy difícil de realizar y evaluar, resulta también de un elevado costo. Nuestro propósito es añadir a esta edificación un amoriguador de masa con la verificación analítica y experimental de la transferencia de energía de un sistema principal excitado externamente a otro sistema secundario no excitado acoplado al primero, ésto da origen a los amortiguadores de masa sintonizados (AMS). El AMS consiste en una masa, un resorte y un amortiguador viscoso, que colocado en el sistema vibrante principal atenúa las vibraciones no deseadas, cuando está sintonizado con la frecuencia de la estructura principal. En relación con los amortiguadores de masa sintonizados, ya está definitivamente probada en la literatura su eficiencia en la reducción de vibraciones provenientes de acciones de viento y su aplicación comienza a ser corriente en este tipo de problemas. Sin embargo, todavía se encuentra en discusión la eficiencia de los AMS en relación con acciones sísmicas y su duración.

Edificios equipados con Amortiguadores de Masa Sintonizada:

La mayoría de las aplicaciones de este tipo se han hecho para sistemas mecánicos, pero a pesar de ello los amortiguadores de masa sintonizada han sido utilizados para mejorar la respuesta estructural de edificios excitados bajo cargas de viento y sismo.

Algunos ejemplos de estructuras implementadas con amortiguadores de masa sintonizada se detalla a continuación:

- **Taipei 101:**

Los elementos tradicionales de China han sido integrados a este moderno edificio. La torre con una altura total de 508m, supera los 412.400m² de espacio para centros comerciales, oficinas y habitaciones. El edificio está estructurado en base a supercolumnas que contienen concreto de refuerzo hasta el nivel 62, lo cual involucra un total de 95.000 toneladas de acero y 23.900m³ de hormigón de alta resistencia, proporcionándole rigidez a la superestructura con un periodo de vibración fundamental de 6.8 segundos. La figura 1 muestra el sistema de amortiguamiento pasivo utilizado para controlar la respuesta de esta estructura.

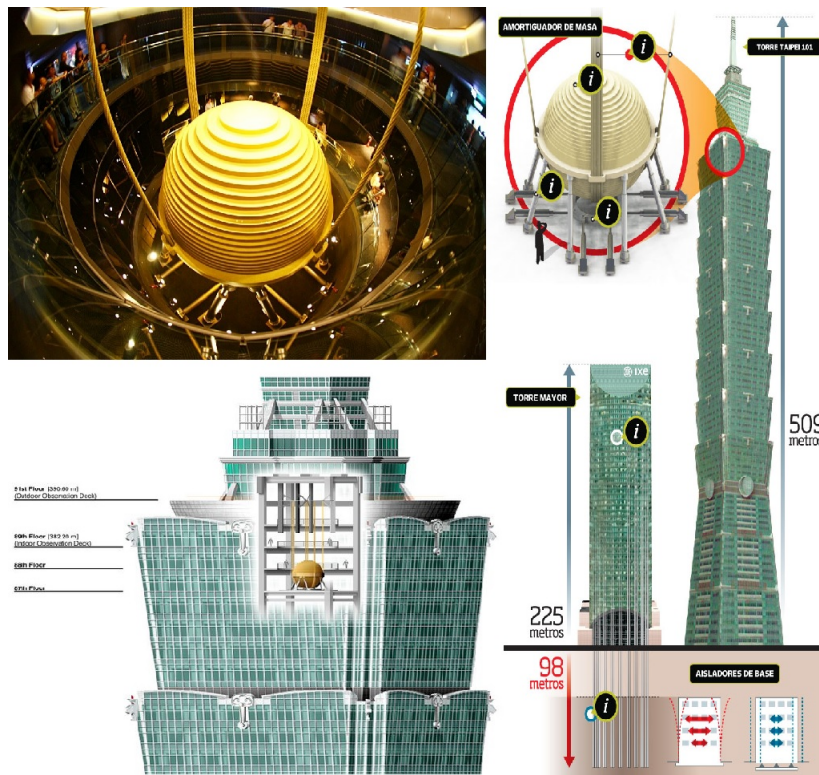


Figura 1: AMS en Taipei.

- **Canadian National Tower (Engineering News Record, 1976):**

Los 102m que tiene la antena de acero ubicada en la parte superior del Canadian National Tower en Toronto (553m de alto incluyendo la antena), requirió la instalación de dos amortiguadores de masa sintonizada para prevenir las deflexiones excesivas de la antena cuando la estructura del edificio se encuentre sometida bajo cargas de viento.

Los AMS se ubicaron a una altura de 488m y 503m. El sistema de disipación de energía fue diseñado por Nicolet, Carrier, Dressel y Associates, Ltda., con la colaboración de Vibron Acoustics. Los AMS fueron sintonizados con el segundo y cuarto modo de vibrar.

■ **Chiba Port Tower (Kitamura et al. 1988):**

Terminada de construir en 1986, fue la primera torre en Japón equipada con AMS. El Chiba Port Tower es una estructura de acero de 125m de altura con un peso de 1950 toneladas, con forma de rombo en planta de 15m de lado. Los periodos del primer y segundo modo de vibrar son 2.25s y 0.51s respectivamente para la dirección X, 2.7s y 0.57s para la dirección Y. El amortiguamiento para el modo fundamental es de 0.5 por ciento. Al equipar la torre con AMS se incrementó el amortiguamiento del primer modo en las direcciones X e Y. Fue construido por Mitsubishi Steel Manufacturing Co., Ltda. Las primeras versiones de AMS eran bastante costosas, ocupaban considerable espacio y eran demasiado pesados. Recientes versiones, como las mostradas en la figura 2, han sido diseñadas para minimizar estas limitaciones. Estos mecanismos emplean gomas elastoméricas, las cuales funcionan como resortes de corte, y elementos de gomas especiales, las que proveen de amortiguamiento viscoelástico. El desarrollo de AMS más compactos, multidireccionales y de fácil ensamblaje, requiere de controles poco sofisticados. La figura también muestra un amortiguador de masa sintonizada sujeto a una excitación dinámica en un banco de pruebas.

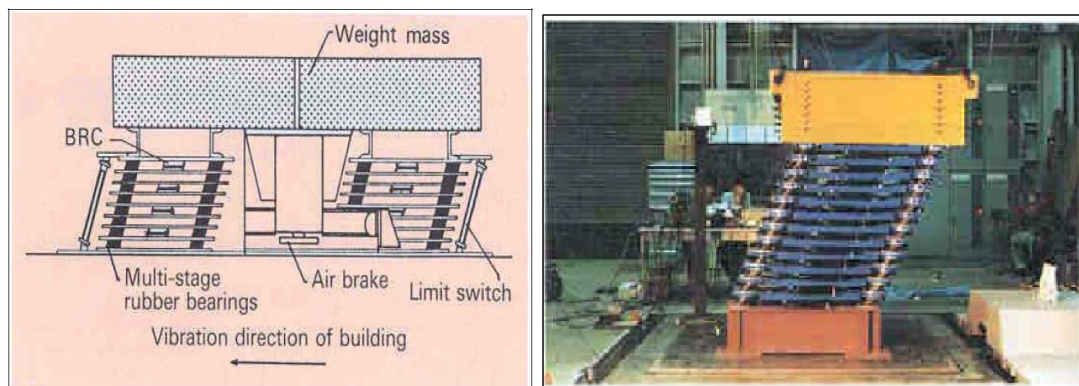


Figura 2: AMS con amortiguador y resorte ensamblado-Deformada de un AMS.

■ **Edificio Policlínico Espiritu Santo en Arequipa:**

Primer edificio con amortiguamiento de Sintonía de Masas en el Perú, se usaron AMS debido a las irregularidades que existía tanto en planta como en elevación, a causa la geometría del terreno y de presentar altos componentes de vibración torsional; Se utilizaron dos amortiguadores de sintonía de masas de 100 Tn c/u colocándolos en los extremos del edificio para reducir la torsión.

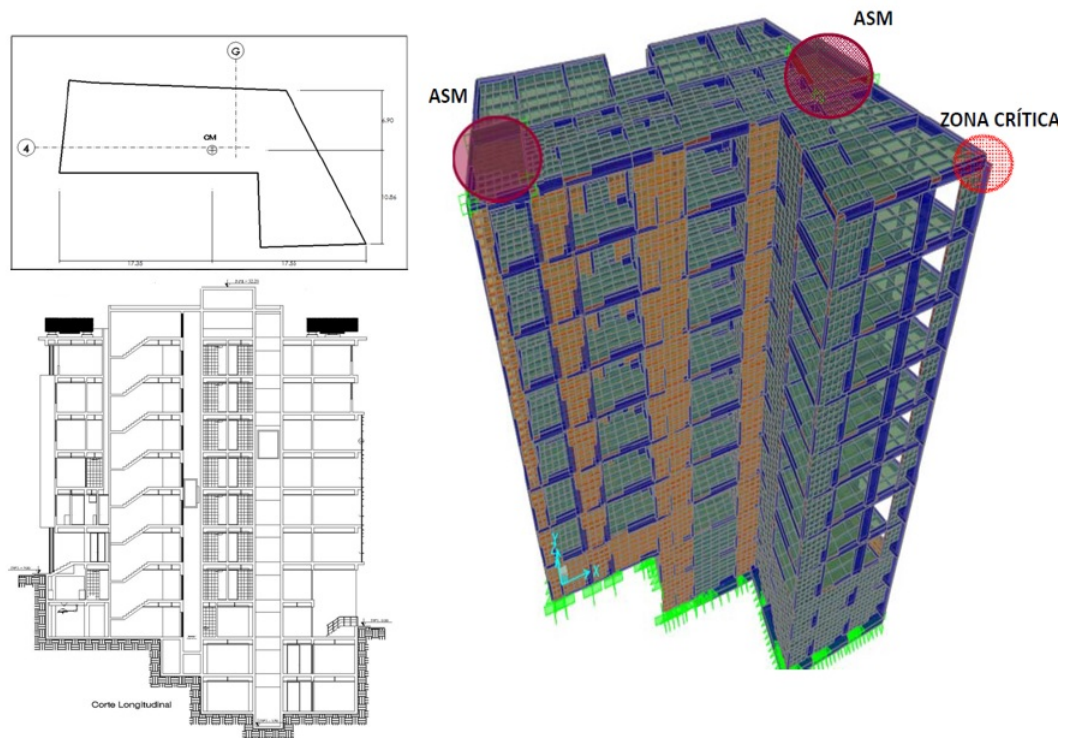


Figura 3: AMS en Arequipa.

Parte II

CUERPO DE LA OBRA

Capítulo 1

Generalidades.

En la ciudad de Ayacucho, en múltiples ocasiones, se ha podido percibir los sismos de gran magnitud en toda la secuencia histórica ocurridos en el Perú, debido a la zonificación en la que se encuentra ubicada esta ciudad, catalogado en el Reglamento Nacional de Edificaciones 2016 (Zona 2, 3 y 4). En dichas ocasiones que se percibió los sismos no se ha tenido fallas en estructuras importantes ya que la propagación de las ondas energéticas de los sismos provocan mayor movimiento telúrico en zonas aledañas al epicentro que a los alrededores. Uno de los factores que involucra la vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Ayacucho, es el diseño de edificaciones urbanas que mayormente son de mampostería de piedra, barro o la albañilería confinada que no son suficientemente resistentes a las fallas por cortante y por falta de asistencia técnica en el proceso de construcción.

Los sismos son impredecibles en tiempo y espacio, así que las normas orientadas a este aspecto en todos los países sísmicos se centralizan en abordar temas de ingeniería sísmorresistente por seguridad de las personas. La mayoría de las normas no demandan un tipo de construcción, sino solicitudes en los elementos estructurales como: en sismos leves resistir y no tener fallas estructurales, en sismos moderados resistir y tener fallas estructurales leves, en sismos severos tener fallas estructurales importantes pero no colapsar, sin embargo, en nuestro país no todas las estructuras están aptas para sobrellevar de los requerimientos del RNE, ya que se requieren de elementos estructurales reforzadas y por tanto muy costosas.

1.1. Antecedentes.

El proceso de análisis convencional del esqueleto resistente de una edificación empieza por el estudio de la estructura, normalmente en edificaciones urbanas no se realiza este estudio por un profesional apropiado y permiten que se haga una construcción ordinaria y tradicional, salvo sean edificaciones con cierto grado de importancia como puede ser un centro de salud, un estadio, una biblioteca y en general, una construcción que almacene gran cantidad de personas. Posteriormente, una vez obtenidas las acciones que el edificio transmite a la cimentación, se realiza el dimensionado de ésta, comprobando, en primer lugar, que las tensiones transmitidas sean admisibles para el terreno y realizando, seguidamente, las comprobaciones pertinentes a la estructura de cimentación. En infraestructuras ya construidas, es muy costoso aislar la base del edificio del suelo ya que se tendría que levantar la superestructura mediante mecanismos de alta resistencia; sin embargo, el disipador pasivo, que en este caso específico se usará el denominado AMS, es de gran utilidad debido a la facilidad con la que se incorpora a la estructura existente, sin necesidad de demoler o aislar la edificación.

El análisis convencional, tiene su origen en épocas pasadas, con recursos de cálculo fundamentalmente manuales, en los que el análisis por partes, de la estructura, era la única forma factible de abordar su tratamiento. Sin embargo, los recursos de cálculo disponibles hoy en día, hacen viable el estudio conjunto de toda la estructura. Hoy es factible abordar el tratamiento analítico global del conjunto estructura-amortiguador, recogiendo las interacciones entre las distintas partes del esqueleto resistente.

En los estudios de elementos estructurales fundamentales en una edificación, es cada vez más frecuente utilizar programas de cálculo en ordenador, que utilizan un modelo matemático para definir el comportamiento de los elementos estructurales debidamente configurados bajo cierta norma.

Las construcciones en zonas sísmicas se incrementaron a diario en nuestro país. En consecuencia, la seguridad estructural tiene un valor importante en el desarrollo nacional. La reducción de los costos, con la consecuente seguridad de las obras en zonas sísmicas es el problema central de la construcción en nuestro país. Fuertes terremotos causan daños a las estructuras e infraestructuras. Las pérdidas podrían ser mitigadas por el aumento de un nivel sísmico de diseño o mediante la instalación de dispositivos de disipación de energía adicionales, tales como amortiguadores de masa sintonizados (AMS).

1.2. Descripción de la realidad problemática.

Revisando la estructuración en los planos y características dinámicas de la residencial "Las Dalias", modelado en un software de ingeniería, se determinó que la edificación cumple los requerimientos de deriva de piso que solicita el R.N.E. pero tiene periodos de vibración con torsiones elevadas en los primeros modos, lo que nos indican que es muy flexible para edificaciones de este tipo, esto nos conduce a deducir que pueda haber fallas estructurales importantes debido a la torsión al ocurrir un sismo de gran magnitud. La bibliografía da cuenta de cómo la aplicación de una masa adicional a una estructura conectada mediante un enlace que tenga rigidez y amortiguador permite cambiar las características dinámicas de la misma ante diferentes vibraciones.

En los últimos años, los recursos de cálculo disponibles, hacen viable el estudio conjunto de toda la estructura. Hoy es factible abordar el tratamiento analítico global del conjunto estructura-amortiguador, recogiendo las interacciones entre las distintas partes del modelo estructural resistente.

1.3. Planteamiento del problema.

Si bien se acaba de señalar que posiblemente las mayores discrepancias en el análisis conjunto estructura-amortiguador se produzcan en los sismos de duraciones variables, es posible que la masa incorporada entre en resonancia con la edificación ante tales sismos, provocando la inestabilidad de la estructura.

En los últimos años en otros países se está dando bastante importancia al problema de la interacción estructura-amortiguador. En un sentido más generalizado, este problema puede ser formulado como un contacto dinámico entre un cuerpo de gran masa que sirve de amortiguador y la estructura.

Algunos investigadores han estudiado a fondo en las últimas décadas y han abordado el contacto dinámico entre el amortiguador y la estructura, como puede verse en los trabajos realizados por autores mencionados en las referencias bibliográficas. Así, para amortiguamientos de estructuras se utilizaron métodos dinámicos, para representar el comportamiento del amortiguador de masa. Sin embargo, para estructuras de concreto armado se hará un estudio para comparar los esfuerzos producidos cuando hay una incorporación de una masa en la edificación.

1.3.1. Problema principal.

- Existencia de flexibilidad torsional en la edificación en estudio, a causa de la excentricidad generada por el Centro de Masas y Centro de Rigidez.

1.3.2. Problemas secundarios.

- ¿De qué manera la aplicación de un AMS a una edificación influye cuando éste sufre de movimientos sísmicos variables en duración?
- ¿De qué manera la aplicación de una masa sintonizada a una edificación, será un factor determinante para mejorar las limitaciones que tenía el RNE con respecto al vigente, al no considerar disipadores sísmicos?
- ¿Cómo afecta el peso de la masa adicional en la estructura con respecto al diseño de los elementos estructurales?
- ¿Qué resultados se obtiene al comparar las características dinámicas de la edificación usando un AMS?

1.4. Justificación e importancia de la investigación.

El diseño sismorresistente convencional de estructuras ha estado basado en la ductilidad de los elementos en los edificios. Pero, actualmente existen nuevas tecnologías basadas en el amortiguamiento suplementario con dispositivos disipadores de energía. Estas tecnologías han sido implementadas en los códigos de diseño de la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente E.030-2016 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016). Por esta razón, esta tesis tratará sobre los disipadores de energía, específicamente sobre los dispositivos pasivos de disipación de energía y solamente de un método conocido como el AMS.

En los últimos años, serios esfuerzos se han realizado para desarrollar el concepto de disipación de energía o amortiguamiento suplementario dentro de una tecnología adecuada, y un número de estos dispositivos han sido instalados en estructuras en varias partes del mundo. Así mismo, existe actualmente un avance importante en la precisión, confiabilidad y computacionalmente eficacia numérica en los algoritmos utilizados para simular el comportamiento dinámico de edificios con disipadores de energía pero existe poca información en las bibliotecas del país sobre el tema; así como también de investigaciones nacionales al respecto. Esta falta de información deja varias preguntas sin resolver sobre el comportamiento, análisis y diseño de estos disipadores de energía. Es por eso, que esta situación es la principal fuente de motivación de la presente tesis. Enfocándonos al tema de investigación podemos mencionar lo siguiente:

- La utilización de un AMS en los modelos estructurales, es muy importante debido a que la rigidez y amortiguador, juntamente con la edificación, funcionen como una sola estructura, capaz de disipar la energía propuesta por un movimiento telúrico.
- Al incorporar un disipador sísmico a la Residencial se estará previniendo los desastres ocasionados por un movimiento telúrico, por ser ésta una edificación que aglomera muchas personas.

1.5. *Objetivos de la investigación.*

- Al aplicar un disipador, tendremos que saber para qué tipos de sismos se diseña el AMS, comparando con su duración.
- Su solución permitirá optimizar el modelo estructural.

1.5. **Objetivos de la investigación.**

La presente tesis tiene como objetivo fundamental contribuir al análisis de estructuras con la incorporación de masas acopladas (dispositivos pasivos de disipación de energía) para reducir la vulnerabilidad sísmica de la edificación en estudio. Para lograr este objetivo, se ha considerado lo siguiente:

1.5.1. **Objetivo General.**

- Incorporar un AMS a la edificación para reducir torsiones y desplazamientos generados por movimientos telúricos.

1.5.2. **Objetivos Específicos.**

- Utilizar el método pasivo de vibraciones (AMS) para mejorar las características dinámicas de una edificación en un análisis modal espectral y en simulaciones de sismos con duraciones variables en un caso de análisis Tiempo-Historia.
- Modelar la estructura y verificar las deficiencias que tiene la Norma E030 con respecto a la norma vigente.
- Analizar las variaciones que sufren los elementos estructurales más críticos, cuando se incorpora un AMS.
- Analizar y comparar las características dinámicas de la edificación incorporando un AMS ayudado de un software.

1.6. **Hipótesis.**

1.6.1. **Hipótesis global.**

- Es posible que la influencia de la excentricidad generada disminuya con respecto a los niveles de piso de la edificación.

1.6.2. **Hipótesis secundarias.**

- Es posible que la eficiencia de un amortiguador de masa sintonizada (AMS) varíe según la variabilidad de duración de un sismo.

- El hecho de no considerar disipadores de energía en el R.N.E. explica la alta vulnerabilidad sísmica que existe en nuestro país y se puede proponer mejoras con respecto a la norma E-030.
- El peso de la masa adicional es un porcentaje mínimo del peso total de la edificación y la sección de los elementos estructurales no varía.
- Es posible mejorar las características dinámicas con respecto a las vibraciones del edificio, en un análisis modal espectral y tiempo historia.

1.7. Alcances y limitaciones.

1.7.1. Alcances.

- La metodología usada para obtener las características dinámicas del amortiguador de masa sintonizada servirá de principio estructural y fundamental para realizar investigaciones de diversas estructuras ya construídas en la ciudad, sin necesidad de hacer demoliciones o reestructuraciones.
- Los disipadores de energía son herramientas muy útiles en la construcción, debido a la gran funcionalidad que logran alcanzar cuando éstas interactúan con la estructura, sobre todo en oscilaciones desfavorables para los elementos estructurales.

1.7.2. Limitaciones.

- Los bloques de concreto que sirven de masa inercial acoplada a la edificación están soportados en la base mediante apoyos elastoméricos, cuyo diseño se realiza de acuerdo a los requerimientos de la "Steel Bridge Bearing Selection and Design" por ello, la presente investigación no abarcará temas relacionados con los diseños de éstos, debido al enfoque que existe con relación a la eficacia de las masas acopladas.
- Debido a que en la ciudad de Ayacucho no se cuenta con un acelerógrafo en funcionalidad que nos proporcione datos reales de registros sísmicos, se utilizarán registros sísmicos proporcionados por el CISMID y el IGP normalizados según a los requerimientos de la zonificación mencionados en el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E030-2016.

1.8. Tipo y nivel de investigación.

Esta investigación es aplicada o fáctica y explicativa.

Es aplicada.- También llamada fáctica, porque el objeto de la investigación es

una parte de la realidad concreta, que se da en el tiempo y ocupa un espacio: La modelación de edificaciones de concreto armado y zapatas; a la que se aplican como referentes y que forman parte del Marco Referencial: los planteamientos teóricos atingentes.

Es explicativa.- Porque trasciende o supera los niveles exploratorios que usa para llegar al nivel explicativo, ya que además de responder a la pregunta ¿Cómo es la realidad? Descripción; trata de responder a la pregunta: ¿Porqué es así la modelación estructural que se investiga?

1.9. Organización del estudio.

La presente tesis está estructurada en tres partes, las cuales se subdividen en capítulos, donde se pretende utilizar el método de control pasivo de vibraciones (AMS), para el análisis dinámico de una edificación en particular.

LA PARTE I de esta tesis está compuesta por la introducción.

LA PARTE II está compuesta netamente por el cuerpo de la obra, el cual se encuentra organizado en 4 capítulos mencionados de la siguiente manera:

El Capítulo 1, corresponde a las generalidades, los antecedentes, la descripción de la realidad problemática, la justificación de la investigación, la descripción de los objetivos generales y específicos de la tesis y la metodología empleada en la misma, así como la organización del estudio.

En el Capítulo 2, se define el estado de arte de los modelos dinámicos de interacción estructura-amortiguador en edificaciones, se comenta detalladamente el método de amortiguador de masa sintonizada, luego se presentan esquemas de cálculo para edificaciones y las normas con las cuales se van a realizar los diseños.

El Capítulo 3, corresponde a desarrollar los materiales y métodos de diseño para la modelación de la estructura, frente a la acción sísmica.

El Capítulo 4, corresponde a los resultados y discusiones obtenidos en la modelación del edificio incorporando un AMS.

LA PARTE III de esta tesis está compuesta por las conclusiones y recomendaciones, así como las referencias bibliográficas consultadas para la presente investigación.

El **Anexo** presenta los planos originales, fotografías del proceso constructivo del AMS y demás informaciones necesarias para la investigación.

1.10. Instrumentos utilizados.

Para nuestra investigación netamente se hizo la utilización de softwares para el modelamiento estructural, una edificación de albañilería confinada y concreto armado específico más un bloque de concreto de masa inercial acoplada al edificio mencionado, teniendo las consideraciones de uso y ubicación geográfica.

1.11. Procesamiento de datos.

Para el procesamiento de datos propuestos en la sección anterior haremos uso de un software (Etabs 2015), debido a la complejidad que existe en cálculos matriciales de la edificación para un análisis modal espectral y un análisis tiempo historia, por lo tanto, éste será un material indispensable para los cálculos propuestos en la presente investigación.

Capítulo 2

ESTADO DEL ARTE.

Las vibraciones estructurales son causados debido a excitaciones dinámicas. Los métodos tradicionales de diseño de la fuerza, por sí sola, no necesariamente garantizan que la estructura va a responder de forma dinámica, de tal manera que se mantiene la comodidad y la seguridad de los ocupantes, perdiendo así su relevancia y convirtiéndose en económicamente inviable. Muchos investigadores se han esforzado por encontrar algún método alternativo para el control de la respuesta estructural a niveles manejables para el diseño económico de terremoto. Uno de estos métodos de control, que está siendo investigado en la actualidad, es el uso del amortiguador de masa sintonizada (TMD). [1]

2.1. Balance de Energía en el Control de Respuesta Sísmica

Toda estructura responde dinámicamente ante la acción de cargas o deformaciones, generando fuerzas inerciales iguales a su masa por la aceleración (segunda ley de Newton, ecuación dinámica de equilibrio). Para cargas o deformaciones aplicadas de una manera lenta, que es el caso de cargas muertas y vivas no dinámicas, las fuerzas inerciales pueden despreciarse, lo que hace posible un análisis estático de la estructura. Esta simplificación no es válida cuando la estructura se somete a cargas dinámicas o deformaciones rápidas como las causadas por viento, sismo y cargas vivas dinámicas o con impacto, casos en los cuales las fuerzas inerciales no son despreciables y se hace necesario un análisis dinámico [2].

Considerando un sistema estructural idealizado en un modelo de un grado de libertad como el mostrado en la Figura 2.1, se realiza el análisis dinámico para obtener la respuesta del sistema. El modelo consta de una masa concentrada m soportada por un elemento de rigidez k , con un coeficiente de amortiguamiento viscoso c , propio del sistema. El sistema se somete a una carga sísmica caracterizada por un desplazamiento del suelo $x_g(t)$ y una carga $P(t)$ que puede ser o no dependiente del tiempo. La respuesta del sistema consiste en determinar el desplazamiento de la masa en cualquier

2.1. Balance de Energía en el Control de Respuesta Sísmica

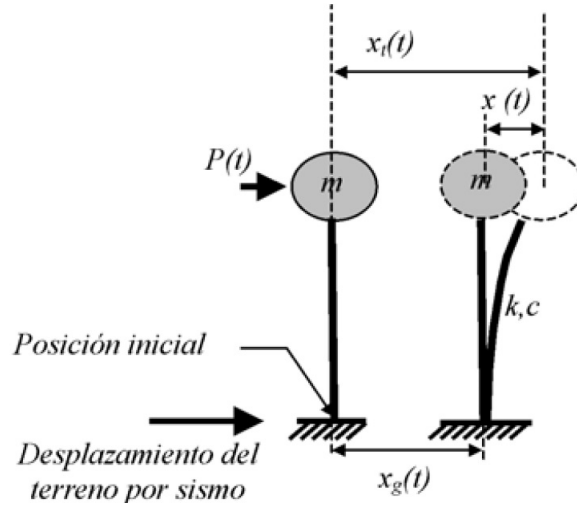


Figura 2.1: Sistema de un grado de libertad Fuente [3]

instante con respecto a su posición inicial general, $x_t(t)$. Este parámetro se calcula en función del desplazamiento del terreno y del desplazamiento de la masa con respecto a su base [3]:

$$x_t(t) = x_g(t) + x(t) \quad (2.1.1)$$

Para estas condiciones, la ecuación de equilibrio dinámico se escribe como:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = -m\ddot{x}_g + P \quad (2.1.2)$$

Donde:

$m\ddot{x}$: representa la fuerza inercial de la masa de la edificación.

$c\dot{x}$: es el amortiguamiento inherente del sistema.

kx : es la fuerza elástica del sistema.

(Housner,1956)[4] propone utilizar el concepto de energía como herramienta para determinar el comportamiento y la respuesta de una estructura ante cargas dinámicas. Debido a que la ecuación de equilibrio dinámico está planteada en términos de fuerzas, éstas se multiplican por el desplazamiento dx , expresado como xdt , que es una función de la velocidad, para encontrar el trabajo realizado. Al integrar la ecuación resultante respecto al tiempo de aplicación de la carga (sismo, viento u otras) se obtiene la ecuación de balance de energía desarrollado en el sistema estructural:

$$E_K + E_D + E_S = E_I \quad (2.1.3)$$

Donde:

$$E_K = \int m\ddot{x} dx = \frac{m\dot{x}^2}{2} \quad (2.1.4)$$

2.1. Balance de Energía en el Control de Respuesta Sísmica

es la energía cinética de la masa m ;

$$E_D = \int c\dot{x}dx = \int c\dot{x}^2 dt \quad (2.1.5)$$

es la energía disipada por el amortiguamiento inherente de la estructura;

$$E_S = \int kxdx = \frac{kx^2}{2} \quad (2.1.6)$$

es la energía de deformación elástica del sistema;

E_I es la energía impuesta por las cargas dinámicas;

$$E_I = E_{I_s} + E_{I_w} \quad (2.1.7)$$

Donde:

$$E_{I_s} = - \int m\ddot{x}_g dx \quad (2.1.8)$$

es la energía impuesta por el sismo.

$$E_{I_w} = \int P_{(t)} dx \quad (2.1.9)$$

es la energía impuesta por el viento.

En el caso de que el sistema alcance a responder en el rango inelástico de los materiales, en el término E_S se debe incluir y distinguir la participación de la estructura dentro del rango elástico y el inelástico. Esto se logra introduciendo la función $f_s(x)$ que incluye la respuesta elástica y la inelástica histerética en el cálculo de la energía total proporcionada por la estructura, y quedan como:

$$E_S = \int f_s(x) dx = E_{S_s} + E_{S_p} \quad (2.1.10)$$

Donde E_{S_p} es la energía disipada por efectos histeréticos de deformación plástica y daño de los elementos estructurales, y el término E_{S_s} es la energía de deformación elástica no disipada (Figura 2.2).

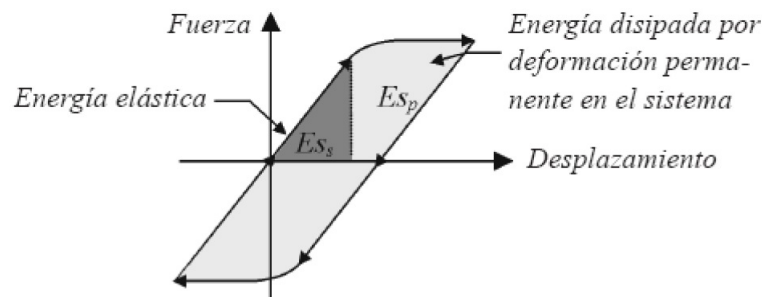


Figura 2.2: Ciclo de histéresis en un sistema estructural, energía elástica e inelástica
Fuente [3]

2.2. Sistemas de Control de Respuesta Sísmica

Cuando se utilizan dispositivos especiales, disipadores o amortiguadores de energía (dependientes de la velocidad, la deformación o la aceleración), se debe introducir un término en la Ecuación 2.1.3 que permita distinguir la participación de estos dispositivos en el balance de energía. Este término se identifica como E_p y se calcula por medio del operador de integro-diferenciación representativo de la disipación de energía proporcionada por dispositivos adicionales (Ecuación 2.1.11).

$$E_P = \int \Gamma \bar{x} dx \quad (2.1.11)$$

La contribución de la energía obtenida por los disipadores o amortiguadores se suma al lado izquierdo de la ecuación de balance de energía, para quedar:

$$E_k + E_D + E_{Ss} + E_{Sp} + E_P = E_I \quad (2.1.12)$$

Las técnicas de control de respuesta sísmica, tanto las convencionales como las novedosas, tienen como objetivo aumentar la participación de los términos E_{Sp} , energía disipada por histéresis propia de la estructura, y E_p , energía disipada por dispositivos adicionales, al lado izquierdo de la Ecuación 2.1.12. Debido al balance de energía, en la medida que se aumente el término E_p la disipación de energía por histéresis de la estructura disminuye y la participación de los componentes estructurales es menor, el nivel de daño en la estructura se reduce y se concentra en los dispositivos adicionales, que son elementos totalmente identificados y fáciles de reemplazar.

2.2. Sistemas de Control de Respuesta Sísmica

En el diseño de la mayoría de los edificios y otras estructuras de ingeniería civil, las acciones principales a considerar son aquellas debidas a los efectos gravitacionales. Estas cargas están siempre presentes y deben ser resistidas a través de toda la vida de la estructura. La magnitud de estas cargas puede ser rápidamente determinada basada en el peso propio y los requerimientos de ocupación. Despreciando la variación de estas cargas a través del tiempo, una idealización estática es considerada para el diseño de las estructuras. Esta idealización grandemente simplifica el diseño estructural, y de alguna manera permitió antiguamente diseñar y construir estructuras antes de poseer un desarrollo racional de los principios científicos. Por otra parte, cuando se trabaja con fuerzas laterales, existe una tendencia natural a manejar estas fuerzas con los mismos métodos utilizados para las cargas gravitacionales. Por ejemplo, los vientos y los sismos son frecuentemente idealizados como cargas estáticas equivalentes de determinada magnitud que deben ser resistidas por la estructura. Esto ha sentado las bases de varios códigos de diseño desde los inicios del siglo XX, y los resultados han sido bastantes satisfactorios en varios casos. Asimismo, considerando las características de las cargas horizontales, importantes mejoras pueden ser hechas. Como resultado de este punto de vista dinámico, varias innovaciones para la protección estructural han sido

2.2. Sistemas de Control de Respuesta Sísmica

propuestas. Una amplia gama de estrategias consideradas consisten en la incorporación de elementos externos a la estructura para mitigar su respuesta dinámica. La parte de la ingeniería estructural que maneja estos conceptos es llamada control estructural.

El control estructural ante acciones sísmicas está planteado como una alternativa al diseño sismorresistente convencional, basado en la ductilidad y el hiperestatismo estructural. Los sistemas sismorresistentes avanzados tienen por objetivo el control de los desplazamientos de una estructura haciendo uso de alguno o varios de los siguientes factores [5]:

- La modificación de las propiedades dinámicas del edificio, de forma que este reduzca su "input" energético o evite actitudes resonantes.
- La disipación de energía introducida al sistema a partir de dispositivos mecánicos.
- El control con dispositivos que ejerzan fuerzas que contrarresten la acción sísmica.

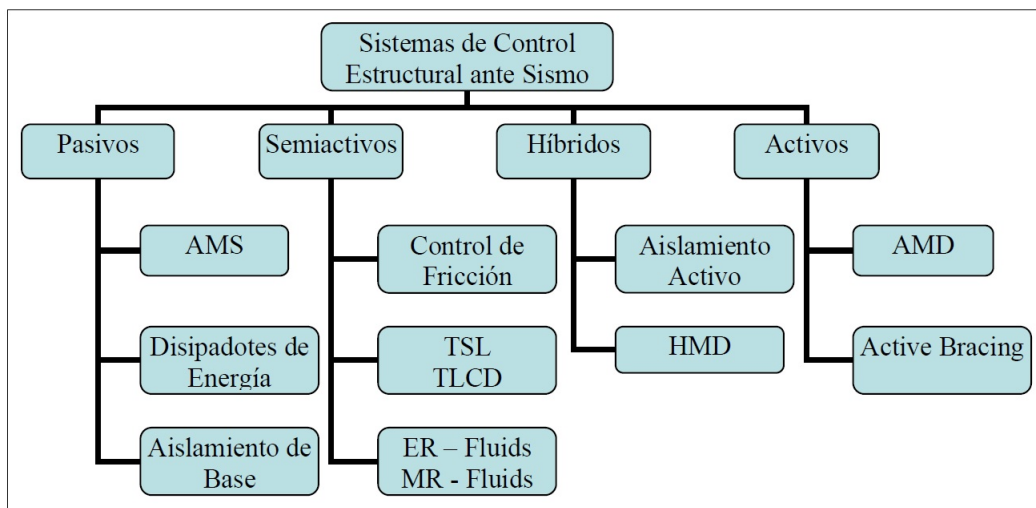


Figura 2.3: Sistemas de control estructural ante acciones sísmicas. Fuente [29]

Los Sistemas de Control de Respuesta Sísmica se clasifican dependiendo de los factores que utilicen. Los japoneses y estadounidenses utilizan dos nomenclaturas diferentes de clasificación de acuerdo con el mecanismo de funcionamiento. Los japoneses los clasifican en cuatro categorías: sistemas aislados en la base, sistemas de absorción de energía, sistemas de efecto de masa y sistemas de control activo. Los estadounidenses plantean tres categorías: sistemas aislados, sistemas de disipación pasiva de energía y sistema de control activo. La diferencia entre las clasificaciones radica en que los estadounidenses incluyen los sistemas de efecto de masa dentro de los sistemas de control pasivo o activo de energía. Ante estas diferencias, en la ISO 310 International Standard "Basis for design of structures - Seismic action on structures" plantea una clasificación que pretende ser internacional, que consiste en tres sistemas de control de respuesta sísmica: control pasivo, control activo e híbrido y control semiactivo, tal como se muestra en la Figura 2.4.

2.2. Sistemas de Control de Respuesta Sísmica

Sistema de Control	Tipo	Tipo	Dispositivo	
Control pasivo	Aislamiento sísmico	Mecanismos deslizantes o de rodillos	Apoyo de rodillos	
			Apoyo de placa deslizante, tipo péndulo, basculante	
			Capa deslizante	
			Otros	
		Elemento flexible	Elastómero de multicapas	
			Dispositivo flexible	
	Otros			
	Disipación de energía	De tipo histerético	Acero	
			Plomo	
			Otros	
		De tipo friccionante		
		De tipo fluido	Hidráulico	
			Viscoso	
			Otros	
		De tipo viscoelástico		
Efecto de masa adicional	De masa y resorte			
	De tipo pendular			
	Vibración de líquido			
	Otros			
	Otro			
Control semiacivo	Control de amortiguamiento	Sistema de amortiguamiento variable	De tipo hidráulico	
			Otro	
	Control de rigidez	Sistemas de rigidez variable	Riostra	
			Otro	
Otro				
Control activo e híbrido	Efecto de masa	Amortiguamiento activo de masa		
		Amortiguamiento híbrido de masa		
	Control de fuerza	Tendón activo		
		Otro		
	Otro			

Figura 2.4: Clasificación de los Sistemas de control de Respuesta sísmica. Fuente [3]

2.2.1. Sistemas de Control Activo.

Un sistema de control estructural activo puede consistir en:

- Sensores situados en la propia estructura empleados para medir variables correspondientes a la excitación externa, o variables de la respuesta estructural, o de ambos tipos.
- Sistemas controladores que, basándose en las medidas de los sensores y a través de un algoritmo de control, calculan la fuerza a aplicar por los actuadores para contrarrestar los efectos sísmicos.
- Actuadores, habitualmente alimentados por fuentes de energía externas, para ejercer las fuerzas.

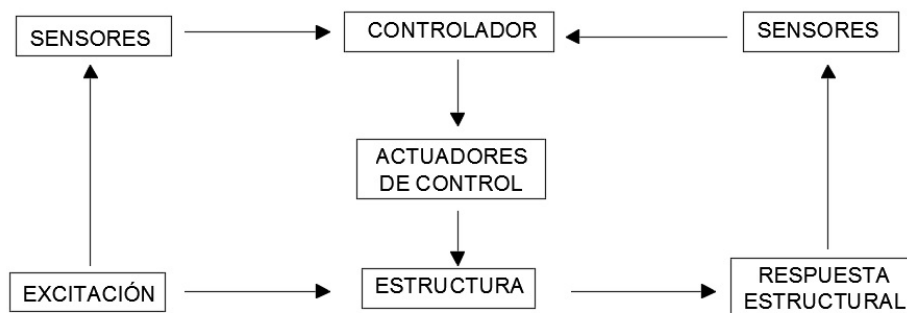


Figura 2.5: Esquema del funcionamiento de un sistema de control activo. Fuente [25]

En comparación con los sistemas pasivos, los sistemas activos presentan numerosas ventajas:

- Mayor efectividad en el control de la respuesta estructural.
- Efectividad menos sensible a las condiciones del suelo y a las características del terremoto.
- Aplicaciones ante solicitaciones diversas: un sistema activo puede ser usado tanto para control estructural ante vientos fuertes como terremotos.
- Selección de los objetivos de control; lo cual permite enfatizar, por ejemplo, el confort humano sobre otros aspectos del movimiento estructural en momentos no críticos, e incrementar la seguridad estructural ante una acción dinámica severa.

Pero también presentan serios inconvenientes:

- Elevado costo en mantenimiento.
- Dependencias respecto a fuentes de alimentación externas.
- La respuesta dinámica de edificios con muchos grados de libertad y un posible comportamiento no lineal resulta imprevisible, y su control a partir de un número limitado de sensores y actuadores plantea un problema dinámico complejo.

2.2.2. Sistemas de Control Semiactivo.

Los sistemas semiactivos tienen un esquema de funcionamiento muy similar a los sistemas activos, diferenciándose de éstos en que el control estructural se obtiene a partir de dispositivos de carácter reactivo, cuyas características mecánicas (rigidez o amortiguamiento) son controlables, lo cual permite modificar las propiedades dinámicas de la estructura con costos energéticos muy reducidos. Algunas de las técnicas de control empleadas por los sistemas semiactivos son:

- La fricción variable.
- El movimiento de masa de líquido en el interior de tanques ("Tuned Sloshing Dampers") o columnas dentro del edificio ("Tuned Liquid Column Dampers").

- La incorporación de dispositivos hidráulicos o oleodinámicos de rigidez o amortiguamiento variable.
- Amortiguadores con fluidos de viscosidad controlable a partir de campos eléctricos o magnéticos.

Los líquidos controlables tienen la propiedad de variar sus características reológicas ante campos eléctricos o ante campos magnéticos. La característica esencial de estos líquidos es su reversibilidad de fluido con viscosidad lineal a estado semisólido en milisegundos cuando son expuestos a un campo eléctrico o magnético.

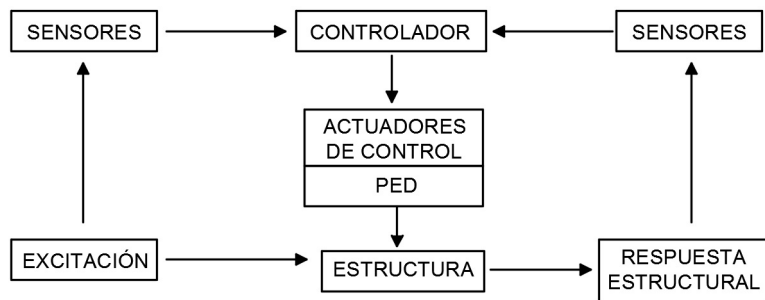


Figura 2.6: Esquema del funcionamiento de un sistema de control semiactivo. Fuente [25]

2.2.3. Sistemas de Control Híbrido.

Los sistemas híbridos son la combinación de sistemas activos y pasivos. Debido a que el control se consigue a partir de la actuación de un dispositivo pasivo, los sistemas híbridos suponen mejoras con relación a los activos:

- En caso de fallo del componente activo, y aunque de forma menos efectiva, el sistema pasivo sigue ejerciendo funciones de control.
- Los requerimientos energéticos son inferiores. Dos de los sistemas híbridos que han despertado mayor interés son el HMD ("Híbrido Mass Damper") y el aislamiento de base con control activo del desplazamiento de base.

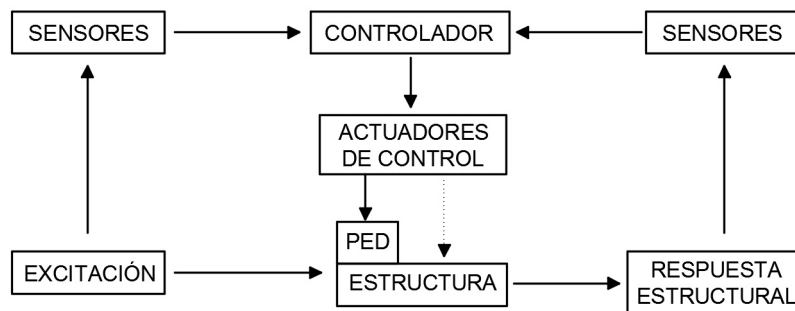


Figura 2.7: Esquema del funcionamiento de un sistema de control híbrido. Fuente [25]

El Amortiguador de Masa Híbrida dispone de una masa oscilante pasiva que por sí misma reduce la respuesta dinámica del edificio, y de un actuador activo, el cual mejora la eficiencia del sistema y además le da una mayor robustez frente a cambios dinámicos que afectan a la estructura (Figura 2.8). El comportamiento pasivo desacopla

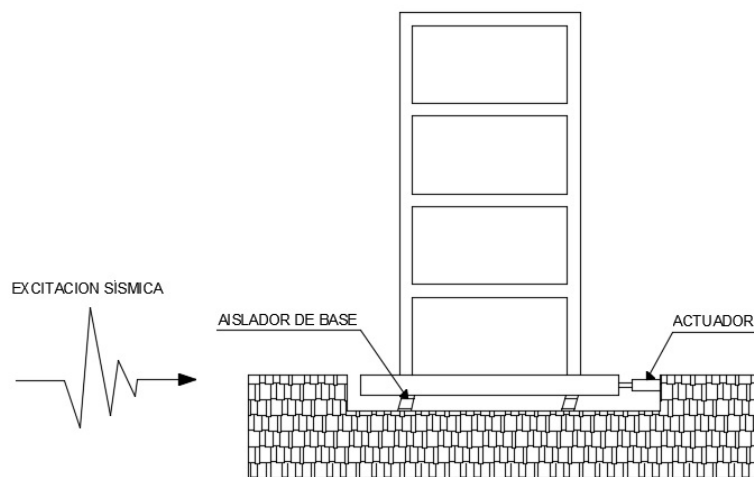


Figura 2.8: Aislamiento de base con control activo de desplazamiento. Fuente [25]

parcialmente la estructura del terreno, a costa de un desplazamiento significativo entre subestructura y superestructura. El objetivo del componente activo es el de controlar este movimiento mediante un actuador. Desde un punto de vista práctico, es importante que el control se consiga con una única fuerza, y que la demanda energética de ésta se encuentre dentro de unos límites aceptables. Sin embargo, la evaluación de dicha fuerza de control entraña una cierta dificultad relacionada tanto con el comportamiento no lineal del aislamiento con las incertidumbres asociadas a la modelización del sistema global estructura-aislamiento y de la excitación.

2.2.4. Sistemas de Control Pasivo.

Los sistemas pasivos se clasifican en sistemas de aislamiento de base, de disipación de energía y en osciladores resonantes.

2.2.4.1. Control pasivo con aislamiento de base

Los aisladores de base, situados sobre la cimentación y soportando al edificio, disminuyen la energía de entrada y por consiguiente su respuesta estructural.

El aislamiento de base es una estrategia de diseño que se fundamenta en el desacoplamiento de la estructura del movimiento del suelo para proteger a esta del efecto de los sismos. Se consigue a partir de dispositivos flexibles al movimiento horizontal y rígido al desplazamiento vertical, ubicados entre los cimientos y la superestructura. Su presencia incrementa el período fundamental, con lo cual desacopla de forma parcial la estructura del movimiento del terreno y limita la entrada de energía. Es reciente

2.2. Sistemas de Control de Respuesta Sísmica

la introducción de amortiguamiento estructural para limitar los desplazamientos de la superestructura a valores aceptables.

El aislamiento de base es más recomendable en estructuras rígidas sobre terrenos rígidos. El principal inconveniente que se presenta en estructuras con una elevada relación altura-ancho (>4), son los elevados momentos de volteo que pueden suponer la pérdida de equilibrio. Además, al incrementarse la altura las ventajas obtenida al variar el período de vibración disminuyen.

Los aisladores de neopreno zunchado intercalan placas delgadas de acero en un bloque cúbico o cilindro de neopreno. Su rigidez vertical aumenta considerablemente, manteniendo su flexibilidad lateral. Estos dispositivos otorgan flexibilidad al edificio pero su capacidad disipativa es baja. Se han realizado pruebas con disipador de neopreno zunchado con núcleo de plomo (Figura 2.9), logrando un aumento de la capacidad disipativa de su precursor que permite un mejor control en el desplazamiento de base.

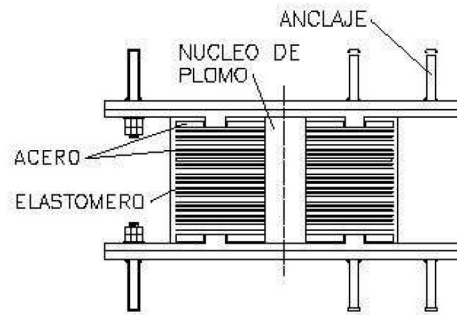


Figura 2.9: Dispositivo de neopreno zunchado con núcleo de plomo.

Un segundo grupo de aisladores de base corresponde a los de fricción. Estos trabajan de forma distinta a los aisladores de neopreno, al limitar la fuerza máxima transmitida a la estructura mediante el coeficiente de fricción (Figura 2.10).

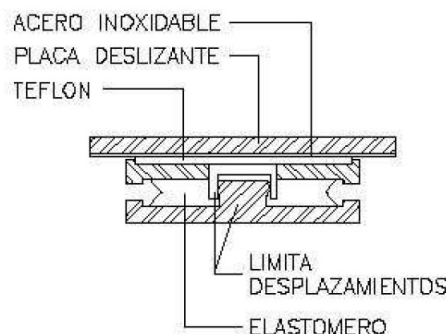


Figura 2.10: Aislamiento de base de fricción con placa deslizante plana.

Su principal ventaja es el costo y no tener prácticamente limitación en la carga vertical que puede transmitir. Un inconveniente es la modelización de la fricción a lo largo del tiempo y en función de la velocidad de deslizamiento y de la presión actuante.

Un sistema de aislamiento basado en el movimiento pendular del edificio sobre las superficies cóncavas de los aisladores de base (Figura 2.11). El período del péndulo es

2.2. Sistemas de Control de Respuesta Sísmica

convertido en modo de vibración fundamental de la estructura y depende solamente del radio de curvatura de la superficie deslizante del aislador. El aislador proporciona una rigidez relativa al desplazamiento lateral directamente proporcional al peso de la estructura e inversamente proporcional al radio de curvatura. Uno de los elementos de interés de este dispositivo es su capacidad de proporcionar períodos y desplazamientos largos manteniendo su capacidad portante de utilidad ante la presencia de sismos cercanos a la falla, caracterizados por pulsos largos.

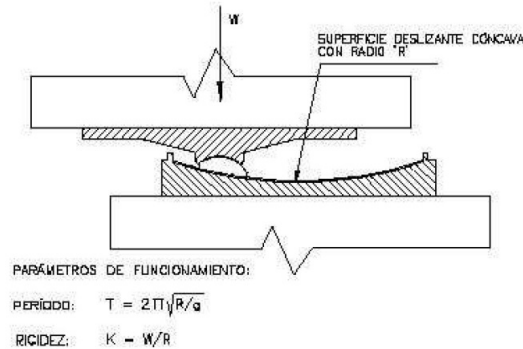


Figura 2.11: Aislador pendular con superficie deslizante cóncava.

2.2.4.2. Control pasivo con disipadores de energía

Los disipadores de energía no alteran la energía de entrada, que depende básicamente del período fundamental y de la masa del edificio, manifestando su eficiencia maximizando la energía disipada y disminuyendo la respuesta estructural. Los disipadores de energía se pueden clasificar en disipadores histeréticos y viscoelásticos.

Los dispositivos histeréticos se basan en:

- La plastificación de metales por flexión, cortante o extrusión.
- Fricción entre superficies.

Son dispositivos que dependen básicamente del desplazamiento.

Los disipadores viscoelásticos pueden basarse en:

- Sólidos viscoelásticos.
- Fluídos conducidos a través de orificios.
- Fluídos viscoelásticos.

Su comportamiento depende fundamentalmente de la velocidad.

2.2.4.3. Control pasivo con sistemas inerciales acoplados

Los sistemas inerciales acoplados tales como el Tuned Mass Dampers (TMD) introducen masas adicionales, normalmente situadas en la parte alta de los edificios, cuya

2.3. Amortiguadores de Masa Sintonizados (TMD).

excitación absorbe parte de la energía cinética introducida por el sismo. Las propiedades más valiosas de los sistemas pasivos son su robustez, y no dependen de fuentes de energía, son mecánicamente simples y su costo es competitivo. Existen actualmente cientos de edificios construidos en el mundo con estos sistemas.

Los dispositivos pasivos son elementos de carácter reactivo cuya respuesta no es controlable y depende únicamente de las condiciones de trabajo en que se encuentren. Son sistemas que intervienen alterando las propiedades dinámicas del edificio, provocando una reducción de su respuesta estructural. Entre sus ventajas se encuentra su competitividad económica y la robustez de su comportamiento [6].

El sistema de control que se utilizará para desarrollar el presente trabajo de investigación corresponde a un sistema de control pasivo (Amortiguadores de Masa Sintonizados) basado en elementos que responden de forma inercial a la acción sísmica y no precisan de aporte energético para su funcionamiento manifestando su eficiencia maximizando la energía disipada y disminuyendo la respuesta estructural. Los sistemas inerciales acoplados (AMS) introducen masas adicionales, normalmente situada en la parte alta de los edificios, cuya excitación absorbe parte de la energía cinética introducida por un sismo o viento. Las propiedades más valiosas de los sistemas pasivos son su robustez y el costo competitivo de los edificios que los utilizan en comparación con los construidos en forma convencional. El disipador de masa sintonizada (Tuned Mass Damper) consta de los siguientes componentes:

- Un oscilador de un grado de libertad.
- Un mecanismo de muelle.
- Un mecanismo de amortiguamiento.

2.3. Amortiguadores de Masa Sintonizados (TMD).

Vibraciones estructurales son causados debido a excitaciones dinámicas. Los métodos tradicionales de diseño de la fuerza por sí sola no necesariamente garantizan que la estructura va a responder de forma dinámica, de tal manera que se mantiene la comodidad y la seguridad de los ocupantes, perdiendo así su relevancia y se están convirtiendo en económicamente inviable. Muchos investigadores se han esforzado por encontrar algún método alternativo para el control de la respuesta estructural a niveles manejables para el diseño económico. Uno de estos métodos de control, que está siendo investigado en la actualidad, es el uso del amortiguador de masa sintonizada (TMD) [7].

La inclusión de dispositivos mecánicos en las estructuras pueden corregir adecuadamente sus propiedades, de manera que la respuesta dinámica sea compatible con las necesidades estructurales. La modificación de la rigidez, la masa o el amortiguamiento es un camino para solucionar esos problemas. En el primer y segundo caso, se logra un corrimiento de las frecuencias propias que desintonizan la estructura del rango de

2.3. Amortiguadores de Masa Sintonizados (TMD).

frecuencias donde la energía espectral es preponderante. El incremento de amortiguamiento es en ingeniería sísmica un hecho asociado al propósito de aumentar artificialmente la ductilidad, con la finalidad de disipar energía en forma controlada y estable, reduciendo la respuesta estructural dinámica [8].

Una alternativa muy interesante y eficaz, es la disipación de la energía que ingresa a la estructura a través de amortiguadores sísmicos que pueden ser incorporados sin mayores inconvenientes a la estructura. La verificación analítica y experimental de la transferencia de energía de un sistema principal excitado externamente a otro sistema secundario no excitado, acoplado al primero, dio origen a los AMS [9]. Después de su invención por Frahm en 1909, el concepto de amortiguadores de masa sintonizada ha atraído la atención de investigadores de diferentes campos para su aplicación en el control de vibraciones causadas por diferentes tipos de fuerzas. Según (Ambrosini, 2004)[10], ya está definitivamente probada en la literatura su eficiencia en la reducción de vibraciones provenientes de acciones de viento, encontrándose todavía en discusión la eficiencia de los AMS en relación con acciones sísmicas.

El TMD es una unidad de muelle-masa viscosa, cuando está unido a una estructura principal de vibración, proporciona una histéresis dependiente de la frecuencia que aumenta la amortiguación en la estructura. La eficiencia de TMD para el control de la respuesta estructural es sensible a sus parámetros, es decir, la masa, la frecuencia y factor de amortiguamiento. TMD actúa como un sistema de vibración secundaria cuando se conecta al sistema de vibración primaria. Cuando el TMD se sintoniza a la frecuencia cerca de la frecuencia natural de la estructura, la vibración de la estructura hace que TMD vibre en resonancia, disipa la energía de vibración máxima a través de la amortiguación en su amortiguador y también debido al movimiento relativo del amortiguador con respecto a la estructura. Las principales ventajas de los TMD son: Son inherentemente estables y garantizados para trabajar incluso durante grandes terremotos. Además el TMD es atractivo, ya que disipa una cantidad sustancial de energía de vibración de la estructura principal sin necesidad de conexión a tierra. Muchos TMD se han aplicado con éxito en todo el mundo para el control de la respuesta de viento en edificios, chimeneas y torres.

El TMD se modela como una masa con muelle y amortiguador, que se adjunta a la estructura y se idealiza como un solo grado de libertad (SDOF), y por lo tanto el sistema combinado, juntos actúan como dos grados de libertad del sistema.

A pesar de que todas las aplicaciones de TMD se han hecho hacia la mitigación de viento o inducir movimiento, pero la eficacia sísmica de TMD se mantuvo una cuestión importante. Si bien los estudios realizados hasta la fecha no han producido resultados especiales, el objetivo de este trabajo es presentar la efectividad de los TMD en la mitigación de la vibración sísmica de edificios.

El TMD es un dispositivo dependiente de la frecuencia. Recientemente, mucha investigación se han llevado a cabo, tal como: soluciones analíticas, numéricas, experimentales y óptimos de estructuras para estudiar la eficacia de TMD en la reducción de respuesta sísmica de las estructuras. El amortiguador de masa sintonizado pasivo (PTMD) fue desarrollado e implementado por (Lin, 2011)[11] para la reducción de sísmica de edifi-

2.3. Amortiguadores de Masa Sintonizados (TMD).

cios irregulares.

Los parámetros de diseño del AMS que se deben hallar para lograr la máxima eficiencia del mismo, son la relación de frecuencia (frecuencia del amortiguador/frecuencia de la estructura), la relación de amortiguamiento y la relación de masa (masa AMS/masa de la estructura) [12].

Una de las principales ventajas de los AMS es que pueden ser colocados en estructuras existentes con problemas de vibraciones excesivas que son perceptibles por las personas o para el mejoramiento de la seguridad sísmica en estructuras levemente dañadas o sanas. Por otro lado la asimetría estructural y por ende los efectos torsionales son la causa principal de colapso en varias estructuras sometidas a acciones sísmicas. En este sentido la colocación de amortiguadores pasivos en ubicaciones adecuadas permite reducir los efectos torsionales. Para el caso de amortiguadores del tipo viscoso ha sido demostrado que la ubicación óptima es tal que la excentricidad de las fuerzas de amortiguamiento es igual, pero de signo contrario, a la excentricidad estructural. Sin embargo de acuerdo a (Bassotti,2004)[13], para el caso de AMS todavía se encuentra en discusión la ubicación óptima y la cantidad de AMS a utilizar, además en su investigación y posterior publicación el año 2004 obtuvo las siguientes conclusiones:

- Resulta de fundamental importancia sintonizar el AMS con la primera frecuencia predominantemente torsional para reducir los esfuerzos relacionados. Como esta frecuencia normalmente no coincide con el primer flexo torsional, resulta evidente que, cuando se quiere controlar ambas respuestas se requiere al menos de tres AMS, dos para controlar la respuesta flexional en dos direcciones ortogonales y uno para controlar en forma específica la respuesta torsional.
- El amortiguamiento óptimo para el control de la respuesta torsional es significativamente diferente del obtenido para controlar la respuesta flexional, por lo que no puede utilizarse el mismo valor y deben realizarse estudios independientes en cada caso.
- La ubicación en planta del AMS resulta de fundamental importancia para controlar la respuesta torsional. Deben realizarse estudios de optimización en cada caso ya que existen ubicaciones que resultan perjudiciales aumentando significativamente los esfuerzos relacionados.

La mayor desventaja es que requiere de una gran masa e importante disponibilidad de espacio para su instalación. Para compensar este problema recientemente se ha propuesto el uso de cubiertas con aislamiento respecto a la estructura inferior o tanques de agua para ser usados como masas pendulares. Otro inconveniente del sistema es que su efectividad se reduce a una banda estrecha de frecuencias cercanas al período fundamental del edificio, y pueden presentarse situaciones en las que el edificio se sitúe fuera de su período fundamental:

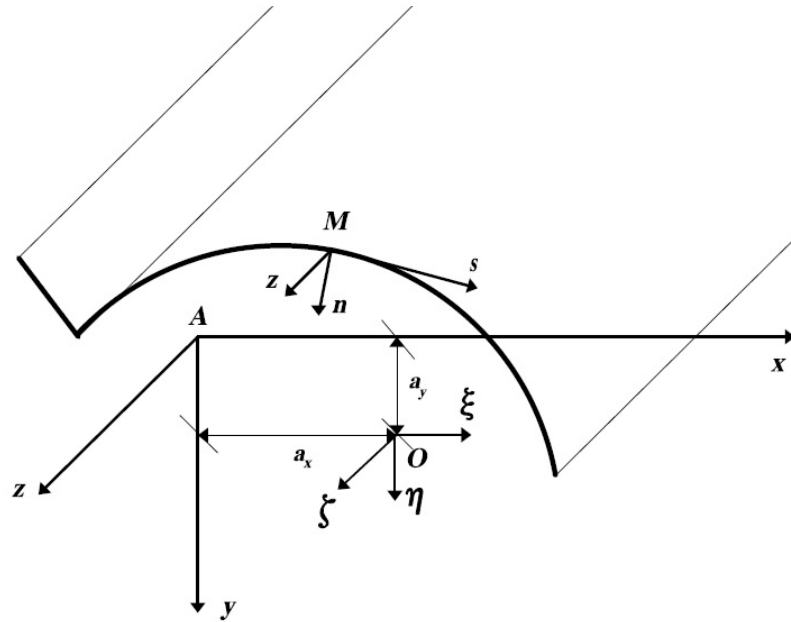
- En un edificio esbelto se pueden manifestar con distinta intensidad modos de vibración diferentes al fundamental, en función a las características de la excitación.

- Durante sismos severos la estructura puede llegar a comportarse plásticamente, incrementando el período de la estructura y aportando una pérdida de sintonía con el TMD.

2.4. Modelos dinámicos

De la edificación

Para realizar el modelamiento de la estructura se plantea una formulación de sistema continuo partiendo de un esquema de análisis de estructuras de pared delgada y sección abierta en el dominio de la frecuencia [10] sistema mostrado en la figura siguiente:



El modelo físico de la estructura está constituido por las ecuaciones de la teoría de Vlasov modificadas con la incorporación de las deformaciones angulares inducidas por el esfuerzo de corte, sección variable en la dirección longitudinal e inercias rotacionales en los esfuerzos internos [10].

Se adopta una ley constitutiva visco elástica lineal general, la cual permite introducir amortiguamiento a la estructura. Con estos elementos se llega a un conjunto de cuatro ecuaciones diferenciales parciales de cuarto orden con cuatro incógnitas que constituyen un modelo general de viga con propiedades seccionales variables.

$$E \left[F_T(z) \frac{\partial^2 \zeta}{\partial z^2} + \frac{dF_T(z)}{dz} \frac{\partial \zeta}{\partial z} \right] - \rho F_T(z) \frac{\partial^2 \zeta}{\partial t^2} = -q_z \quad (2.4.1)$$

$$E \left[J_y(z) \left(\frac{\partial^4 \xi}{\partial z^4} - \frac{\partial^3 \gamma_{mx}}{\partial z^3} \right) + 2 \left(\frac{\partial^3 \xi}{\partial z^3} - \frac{\partial^2 \gamma_{mx}}{\partial z^2} \right) \frac{dJ_y(z)}{dz} \right] - \rho J_y(z) \left(\frac{\partial^4 \xi}{\partial z^2 \partial t^2} - \frac{\partial^3 \gamma_{mx}}{\partial z \partial t^2} \right) - \rho \frac{dJ_y(z)}{dz} \left(\frac{\partial^3 \xi}{\partial z \partial t^2} - \frac{\partial^2 \gamma_{mx}}{\partial t^2} \right) + \rho F_T(z) \left(\frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} + a_y \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} \right) = q_x \quad (2.4.2)$$

$$\begin{aligned}
 E \left[J_x(z) \left(\frac{\partial^4 \eta}{\partial z^4} - \frac{\partial^3 \gamma_{my}}{\partial z^3} \right) + 2 \left(\frac{\partial^3 \eta}{\partial z^3} - \frac{\partial^2 \gamma_{my}}{\partial z^2} \right) \frac{dJ_x(z)}{dz} \right] - \rho J_x(z) \left(\frac{\partial^4 \eta}{\partial z^2 \partial t^2} - \frac{\partial^3 \gamma_{my}}{\partial z \partial t^2} \right) \\
 - \rho \frac{dJ_x(z)}{dz} \left(\frac{\partial^3 \eta}{\partial z \partial t^2} - \frac{\partial^2 \gamma_{my}}{\partial t^2} \right) + \rho F_T(z) \left(\frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} + a_x \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} \right) = q_y \quad (2.4.3)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E \left[J_\varphi(z) \frac{\partial^4 \theta}{\partial z^4} + 2 \frac{\partial^3 \theta}{\partial z^3} \frac{dJ_\varphi(z)}{dz} \right] - \rho J_\varphi(z) \frac{\partial^4 \theta}{\partial z^2 \partial t^2} - \rho \frac{dJ_\varphi(z)}{dz} \frac{\partial^3 \theta}{\partial z \partial t^2} \\
 + \rho F_T(z) \left(a_y \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} - a_x \frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} + r^2 \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} \right) - G J_d(z) \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} - G \frac{dJ_d(z)}{dz} \frac{\partial \theta}{\partial z} = m_A \quad (2.4.4)
 \end{aligned}$$

Siendo:

$$r^2 = a_x^2 + a_y^2 + \frac{J_x + J_y}{F_t} \quad (2.4.5)$$

Donde ξ , η , y ζ son los desplazamientos asociados a los ejes x , y y z , θ es la rotación de la sección transversal con respecto al centro de corte (Punto O en la Figura mostrada anteriormente), F_t el área total de la sección transversal, E es el módulo de elasticidad longitudinal, G el módulo de elasticidad transversal, γ_{mx} y γ_{my} los valores medios de las deformadas por corte sobre la sección transversal, J_x y J_y los momentos de inercia de la sección transversal con respecto a los ejes baricéntricos, J_d el módulo de torsión, J_φ el momento sectorial de inercia, a_x y a_y las coordenadas del centro de corte, ρ la masa específica y q_x , q_y , q_z son las cargas externas por unidad de longitud y m_A el momento torsor externo por unidad de longitud. En las ecuaciones anteriores se observa que la ecuación de vibración longitudinal (Ecuación 2.4.1) está desacoplada del resto del sistema y puede ser tratada independiente, por lo que el sistema a resolver será de 3 ecuaciones diferenciales (2.4.2), (2.4.3) y (2.4.4) en derivadas parciales, de cuarto orden, con 3 incógnitas. La formulación del problema en términos de ecuaciones diferenciales de cuarto orden requiere la manipulación de expresiones complicadas de costosa solución numérica, lo que hace poco atractivo dicho camino. Por ello, el esquema de variables de estado, en el cual las ecuaciones diferenciales de cuarto orden son reemplazadas por un sistema equivalente de ecuaciones de primer orden, constituye una opción muy interesante. Como se va a trabajar con un problema dinámicamente lineal es conveniente trabajar en el dominio de la frecuencia ya que, en ese caso, las ecuaciones diferenciales parciales en dos variables independientes z , t se reducen a ecuaciones diferenciales totales en z , debido a una propiedad matemática de la transformada de Fourier. Entonces, en primer lugar se aplica la transformada compleja de Fourier con respecto al tiempo a ambos lados de las ecuaciones (2.4.2), (2.4.3) y (2.4.4), trasladando todas las variables independientes al dominio de la frecuencia. En general:

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-i\omega t} f(t) dt \quad (2.4.6)$$

$$G(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-i\omega t} \dot{f}(t) dt = i\omega \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-i\omega t} f(t) dt \quad (2.4.7)$$

$$H(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-i\omega t} \ddot{f}(t) dt = i^2 \omega^2 \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-i\omega t} f(t) dt \quad (2.4.8)$$

Usando la transformada de Fourier se obtiene un sistema equivalente con doce ecuaciones diferenciales parciales de primer orden con doce incógnitas, en el dominio de la frecuencia. Este esquema detallado anteriormente se conoce en la literatura como "Aproximación de Variables de Estado". Son seleccionadas como variables de estado seis incógnitas geométricas y seis estáticas, los desplazamientos según los ejes x e y , ξ y η ; los giros de flexión respecto de esos ejes, ϕ_x y ϕ_y ; los esfuerzos de corte Q_x y Q_y ; los momentos flectores M_x y M_y ; el giro de torsión y su derivada espacial θ y θ' ; el momento torsor total M_t y el bimomento B . Se tiene el vector de variables de estado:

$$\{\nu(z, \omega)\} = \{\eta, \phi_y, Q_y, M_x, \xi, \phi_x, Q_x, M_y, \theta, \theta', M_t, B\}^T \quad (2.4.9)$$

Las ecuaciones de movimiento pueden ser expresadas en la forma:

$$\frac{\partial \nu}{\partial z} = [A] \{\nu\} + \{q\} \quad (2.4.10)$$

Donde $[A]$ es la matriz del sistema y $\{q\}$ es el vector de carga externa:

$$\{q(z, \omega)\} = \{0, 0, -q_y, 0, 0, 0, -q_x, 0, 0, 0, m_A, 0\}^T \quad (2.4.11)$$

Del amortiguador de masa inercial acoplada

Para el caso del amortiguador de masa sintonizada, se considera que en una de las direcciones principales "X" del edificio y en el piso superior se ubica un AMS. Se tiene un sistema de un grado de libertad masa-resorte-amortiguador y se plantean las ecuaciones de movimiento para carga sísmica, en el dominio del tiempo, obteniendo:

$$m_{ax} \ddot{\nu}_x(t) + c_{ax} \dot{\nu}_x(t) + k_{ax} \nu_x(t) = 0 \quad (2.4.12)$$

Donde ν_x es el desplazamiento relativo del AMS respecto de la estructura, m_{ax} , c_{ax} , k_{ax} masa, amortiguamiento y rigidez de amortiguador en la dirección x . Por otra parte el valor del desplazamiento total del AMS en el extremo superior de la estructura deformada, ν_x^t es:

$$\nu_x^t(t) = \nu_x(t) + \xi_s(t) + \xi_g(t) \quad (2.4.13)$$

Donde ξ_g es el desplazamiento del terreno en la dirección x respecto a un eje de referencia fijo, ξ_s es el desplazamiento relativo del último piso de la estructura respecto del terreno, en la dirección "x".

Por lo tanto la derivada segunda será:

$$\ddot{\nu}_x^t(t) = \ddot{\nu}_x(t) + \ddot{\xi}_s(t) + \ddot{\xi}_g(t) \quad (2.4.14)$$

Por tanto reemplazando en la ecuación anterior tendríamos:

$$m_{ax}\ddot{\nu}_x(t) + c_{ax}\dot{\nu}_x(t) + k_{ax}\nu_x(t) = -m_{ax}\ddot{\xi}_s(t) - m_{ax}\ddot{\xi}_g(t) \quad (2.4.15)$$

Se trabaja en el dominio de la frecuencia, por lo que se realiza la transformada de Fourier de ésta ecuación obteniendo:

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{+\infty} m_{ax}\ddot{\nu}_x(t) e^{-i\omega t} dt + \int_{-\infty}^{+\infty} c_{ax}\dot{\nu}_x(t) e^{-i\omega t} dt + \int_{-\infty}^{+\infty} k_{ax}\nu_x(t) e^{-i\omega t} dt \\ = - \int_{-\infty}^{+\infty} m_{ax}\ddot{\xi}_s(t) e^{-i\omega t} dt - \int_{-\infty}^{+\infty} m_{ax}\ddot{\xi}_g(t) e^{-i\omega t} dt \end{aligned} \quad (2.4.16)$$

Luego:

$$\begin{aligned} i^2\omega^2 m_{ax} \int_{-\infty}^{+\infty} \nu_x e^{-i\omega t} dt + i\omega c_{ax} \int_{-\infty}^{+\infty} \dot{\nu}_x e^{-i\omega t} dt + k_{ax} \int_{-\infty}^{+\infty} \nu_x e^{-i\omega t} dt \\ - i^2\omega^2 m_{ax} \int_{-\infty}^{+\infty} \xi_s e^{-i\omega t} dt - m_{ax} \int_{-\infty}^{+\infty} \ddot{\xi}_g e^{-i\omega t} dt \end{aligned} \quad (2.4.17)$$

Se tiene:

$$\begin{aligned} -\omega^2 m_{ax} [\nu_{xR}(\omega) + i\nu_{xI}(\omega)] + i\omega c_{ax} [\nu_{xR}(\omega) + i\nu_{xI}(\omega)] + k_{ax} [\nu_{xR}(\omega) + i\nu_{xI}(\omega)] \\ = \omega^2 m_{ax} [\xi_{sR}(\omega) + i\xi_{sI}(\omega)] - m_{ax} [g_{1R}(\omega) + ig_{1I}(\omega)] \end{aligned} \quad (2.4.18)$$

Donde:

$$g_1(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} \ddot{\xi}_g e^{-i\omega t} dt \quad (2.4.19)$$

Separando y ordenando las partes reales e imaginarias se tiene:

$$(k_{ax} - \omega^2 m_{ax}) \nu_{xR}(\omega) - \omega c_{ax} \nu_{xI}(\omega) = \omega^2 m_{ax} \xi_{sR}(\omega) - m_{ax} g_{1R}(\omega) \quad (2.4.20)$$

$$\omega c_{ax} \nu_{xR}(\omega) + (k_{ax} - \omega^2 m_{ax}) \nu_{xI}(\omega) = \omega^2 m_{ax} \xi_{sI}(\omega) - m_{ax} g_{1I}(\omega) \quad (2.4.21)$$

Por facilidad de cálculo se hace la siguiente denominación:

$$r_{1x} = k_{ax} - \omega^2 m_{ax} \quad (2.4.22)$$

Haciendo dicha denominación se tendría despejando:

$$\begin{aligned} \nu_{xI}(\omega) = \frac{r_{1x}\omega^2 m_{ax}}{r_{1x}^2 + \omega^2 c_{ax}^2} \xi_{sI}(\omega) - \frac{\omega^3 c_{ax} m_{ax}}{r_{1x}^2 + \omega^2 c_{ax}^2} \xi_{sR}(\omega) + \frac{\omega c_{ax} m_{ax}}{r_{1x}^2 + \omega^2 c_{ax}^2} g_{1R}(\omega) \\ - \frac{r_{1x} m_{ax}}{r_{1x}^2 + \omega^2 c_{ax}^2} g_{1I}(\omega) \end{aligned} \quad (2.4.23)$$

Si llamamos:

$$r_{2x} = \frac{\omega c_{ax} m_{ax}}{r_{1x}^2 + \omega^2 c_{ax}^2} \quad (2.4.24)$$

$$r_{3x} = \frac{r_{1x} m_{ax}}{r_{1x}^2 + \omega^2 c_{ax}^2} \quad (2.4.25)$$

Reemplazando y ordenando en la ecuación:

$$\nu_{xR}(\omega) = \frac{\omega^2 m_{ax} \xi_{sI}(\omega) - r_{1x} [\omega^2 r_{3x} \xi_{sI}(\omega) - \omega^2 r_{2x} \xi_{sR}(\omega) + r_{2x} g_{1R}(\omega) - r_{3x} g_{1I}(\omega)] - m_{ax} g_{1I}(\omega)}{\omega c_{ax}}$$

Ordenando:

$$\nu_{xR}(\omega) = \frac{(\omega^2 m_{ax} - r_{1x} \omega^2 r_{3x}) \xi_{sI}(\omega) + r_{1x} \omega^2 r_{2x} \xi_{sR}(\omega) - r_{1x} r_{2x} g_{1R}(\omega) + (r_{1x} r_{3x} - m_{ax}) g_{1I}(\omega)}{\omega c_{ax}} \quad (2.4.26)$$

Desarrollando los distintos términos y reemplazando por (2.4.24) y (2.4.25) se llega a:

$$\nu_{xI}(\omega) = \omega^2 r_{3x} \xi_{sI}(\omega) - \omega^2 r_{2x} \xi_{sR}(\omega) + r_{2x} g_{1R}(\omega) - r_{3x} g_{1I}(\omega) \quad (2.4.27)$$

$$\nu_{xR}(\omega) = \omega^2 r_{2x} \xi_{sI}(\omega) + \omega^2 r_{3x} \xi_{sR}(\omega) - r_{3x} g_{1R}(\omega) - r_{2x} g_{1I}(\omega) \quad (2.4.28)$$

Con las mismas consideraciones se tienen las ecuaciones del AMS orientado en la dirección "Y".

$$\nu_{yR}(\omega) = \omega^2 r_{2y} \eta_{sI}(\omega) + \omega^2 r_{3y} \eta_{sR}(\omega) - r_{3y} g_{2R}(\omega) - r_{2y} g_{2I}(\omega) \quad (2.4.29)$$

$$\nu_{yI}(\omega) = \omega^2 r_{3y} \eta_{sI}(\omega) - \omega^2 r_{2y} \eta_{sR}(\omega) + r_{2y} g_{2R}(\omega) - r_{3y} g_{2I}(\omega) \quad (2.4.30)$$

Donde:

$$g_2(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} \ddot{\eta}_g e^{-i\omega t} dt \quad (2.4.31)$$

$$r_{1y} = k_{ay} - \omega^2 m_{ay} \quad (2.4.32)$$

$$r_{2y} = \frac{\omega c_{ay} m_{ay}}{r_{1y}^2 + \omega^2 c_{ay}^2} \quad (2.4.33)$$

$$r_{3y} = \frac{r_{1y} m_{ay}}{r_{1y}^2 + \omega^2 c_{ay}^2} \quad (2.4.34)$$

Interacción entre ambas estructuras [28]

La fuerza en la dirección "X" provocada por el amortiguador de masa sintonizado en el extremo superior de la estructura es:

$$Q_{xs} = c_{ax} \dot{\nu}_x + k_{ax} \nu_x \quad (2.4.35)$$

Aplicando la transformada de Fourier a esta expresión se tiene:

$$Q_{xsR} + iQ_{xsI} = i\omega c_{ax} [\nu_{xR}(\omega) + i\nu_{xI}(\omega)] + k_{ax} [\nu_{xR}(\omega) + i\nu_{xI}(\omega)] \quad (2.4.36)$$

Separando los términos real e imaginario se obtiene:

$$Q_{xsR} = k_{ax}\nu_{xR}(\omega) - \omega c_{ax}\nu_{xI}(\omega) \quad (2.4.37)$$

$$Q_{xsI} = \omega c_{ax}\nu_{xR}(\omega) - k_{ax}\nu_{xI}(\omega) \quad (2.4.38)$$

Reemplazando por sus iguales obtenidos en (2.4.27) y (2.4.28) se tiene:

$$Q_{xsR} = k_{ax} [\omega^2 r_{2x} \xi_{sI}(\omega) + \omega^2 r_{3x} \xi_{sR}(\omega) - r_{3x} g_{1R}(\omega) - r_{2x} g_{1I}(\omega)] \\ - \omega c_{ax} [\omega^2 r_{3x} \xi_{sI}(\omega) - \omega^2 r_{2x} \xi_{sR}(\omega) + r_{2x} g_{1R}(\omega) - r_{3x} g_{1I}(\omega)]$$

$$Q_{xsI} = \omega c_{ax} [\omega^2 r_{2x} \xi_{sI}(\omega) + \omega^2 r_{3x} \xi_{sR}(\omega) - r_{3x} g_{1R}(\omega) - r_{2x} g_{1I}(\omega)] \\ + k_{ax} [\omega^2 r_{3x} \xi_{sI}(\omega) - \omega^2 r_{2x} \xi_{sR}(\omega) + r_{2x} g_{1R}(\omega) - r_{3x} g_{1I}(\omega)]$$

Luego:

$$Q_{xsR} = (\omega^2 r_{2x} k_{ax} - \omega^3 r_{3x} c_{ax}) \xi_{sI}(\omega) + (\omega^2 r_{3x} k_{ax} + \omega^3 r_{2x} c_{ax}) \xi_{sR}(\omega) - (r_{3x} k_{ax} + \omega c_{ax} r_{2x}) g_{1R}(\omega) \\ - (r_{2x} k_{ax} - \omega c_{ax} r_{3x}) g_{1I}(\omega) \quad (2.4.39)$$

$$Q_{xsI} = (\omega^3 r_{2x} c_{ax} + \omega^2 r_{3x} k_{ax}) \xi_{sI}(\omega) + (\omega^3 r_{3x} c_{ax} - \omega^2 r_{2x} k_{ax}) \xi_{sR}(\omega) - (\omega c_{ax} r_{3x} - r_{2x} k_{ax}) g_{1R}(\omega) \\ - (\omega c_{ax} r_{2x} + r_{3x} k_{ax}) g_{1I}(\omega) \quad (2.4.40)$$

En forma análoga se obtiene para la dirección Y.

$$Q_{ysR} = (\omega^2 r_{2y} k_{ay} - \omega^3 r_{3y} c_{ay}) \eta_{sI}(\omega) + (\omega^2 r_{3y} k_{ay} + \omega^3 r_{2y} c_{ay}) \eta_{sR}(\omega) - (r_{3y} k_{ay} + \omega c_{ay} r_{2y}) g_{2R}(\omega) \\ - (r_{2y} k_{ay} - \omega c_{ay} r_{3y}) g_{2I}(\omega) \quad (2.4.41)$$

$$Q_{ysI} = (\omega^3 r_{2y} c_{ay} + \omega^2 r_{3y} k_{ay}) \eta_{sI}(\omega) + (\omega^3 r_{3y} c_{ay} - \omega^2 r_{2y} k_{ay}) \eta_{sR}(\omega) - (\omega c_{ay} r_{3y} - r_{2y} k_{ay}) g_{2R}(\omega) \\ - (\omega c_{ay} r_{2y} + r_{3y} k_{ay}) g_{2I}(\omega) \quad (2.4.42)$$

El momento torsor en el nivel superior provocado por los amortiguadores sería:

$$M_{ts} = Q_{ys} (d_x - a_x) - Q_{xs} (d_y - a_y) \quad (2.4.43)$$

Siendo d las coordenadas de ubicación del AMS en la planta de la estructura y a las coordenadas del centro de corte.

También puede expresarse como:

$$M_{ts} = Q_{ys}d_{tx} - Q_{xs}d_{ty} \quad (2.4.44)$$

Siendo:

$$d_{tx} = d_x - a_x \quad (2.4.45)$$

$$d_{ty} = d_y - a_y \quad (2.4.46)$$

Aplicando la transformada de Fourier a (2.4.44) se obtiene:

$$M_{tsR} + iM_{tsI} = (Q_{ysR} + iQ_{ysI})d_{tx} - (Q_{xsR} + iQ_{xsI})d_{ty} \quad (2.4.47)$$

Reemplazando y ordenando en real e imaginaria por las expresiones (2.4.39), (2.4.40), (2.4.41) y (2.4.42) se obtiene:

$$\begin{aligned} M_{tsR} = & [(\omega^2 r_{2y} k_{ay} - \omega^3 r_{3y} c_{ay}) \eta_{sI}(\omega) + (\omega^2 r_{3y} k_{ay} + \omega^3 r_{2y} c_{ay}) \eta_{sR}(\omega) \\ & - (r_{3y} k_{ay} + \omega c_{ay} r_{2y}) g_{2R}(\omega) - (r_{2y} k_{ay} - \omega c_{ay} r_{3y}) g_{2I}(\omega)] d_{tx} \\ & - [(\omega^2 r_{2x} k_{ax} - \omega^3 r_{3x} c_{ax}) \xi_{sI}(\omega) + (\omega^2 r_{3x} k_{ax} + \omega^3 r_{2x} c_{ax}) \xi_{sR}(\omega) \\ & - (r_{3x} k_{ax} + \omega c_{ax} r_{2x}) g_{1R}(\omega) - (r_{2x} k_{ax} - \omega c_{ax} r_{3x}) g_{1I}(\omega)] d_{ty} \end{aligned} \quad (2.4.48)$$

$$\begin{aligned} M_{tsI} = & [(\omega^3 r_{2y} c_{ay} + \omega^2 r_{3y} k_{ay}) \eta_{sI}(\omega) + (\omega^3 r_{3y} c_{ay} - \omega^2 r_{2y} k_{ay}) \eta_{sR}(\omega) \\ & - (\omega c_{ay} r_{3y} - r_{2y} k_{ay}) g_{2R}(\omega) - (\omega c_{ay} r_{2y} + r_{3y} k_{ay}) g_{2I}(\omega)] d_{tx} \\ & - [(\omega^3 r_{2x} c_{ax} + \omega^2 r_{3x} k_{ax}) \xi_{sI}(\omega) + (\omega^3 r_{3x} c_{ax} - \omega^2 r_{2x} k_{ax}) \xi_{sR}(\omega) \\ & - (\omega c_{ax} r_{3x} - r_{2x} k_{ax}) g_{1R}(\omega) - (\omega c_{ax} r_{2x} + r_{3x} k_{ax}) g_{1I}(\omega)] d_{ty} \end{aligned} \quad (2.4.49)$$

Combinando las ecuaciones (2.4.39), (2.4.40), (2.4.41), (2.4.42), (2.4.48) y (2.4.49) se obtienen los valores, en el dominio de la frecuencia, de las fuerzas y momento torsor adicionados a la estructura como consecuencia de la incorporación de los AMS en cualquiera de las dos direcciones.

Como se desprende de la idea principal de los modelos dinámicos de interacción amortiguador-estructura, es la correspondiente asignación de los coeficientes de rigidez, masa y amortiguador, que determinan la condición real de interacción estructura-amortiguador.

A continuación se muestra una configuración típica de un amortiguador de masa sintonizada unidireccional (Ver Figura 2.12).

La masa desliza lateralmente sobre una superficie produciéndose un desplazamiento relativo entre esta y el piso. Los resortes y los amortiguadores son colocados entre la

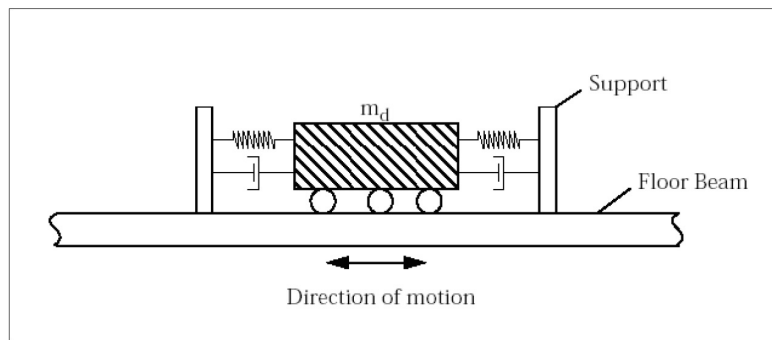


Figura 2.12: Diagrama esquematizado de un Amortiguador de Masa Sintonizada.

masa y los soportes adyacentes. Estos miembros laterales son los encargados de transmitir la fuerza fuera de fase a la estructura principal del edificio (pórticos).

Veremos algunas de las formas de como diferentes autores caracterizan las ecuaciones de los movimientos cuando actúa una masa sintonizada.

2.4.1. Modelo dinámico presentado por Dr. Mohan

Ecuación que gobierna el movimiento:

TMD-Estructura.- El modelo de interacción es de un solo grado de libertad (SDOF), la estructura con TMD unida a ella, como se muestra en la Figura 2.13a. Así, el sistema de interacción combinado es de dos grados de libertad del sistema, como se muestra en la Figura 2.13b.

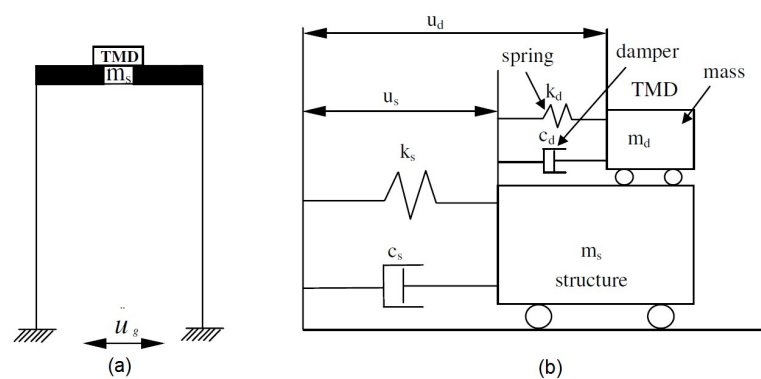


Figura 2.13: Diseño esquemático de TMD y el modelo de interacción TMD-estructura Fuente [14]

Por tanto, la ecuación de movimiento para el sistema combinado se escribe como:

$$m\ddot{u} + c\dot{u} + ku = -mI\ddot{u}_g \quad (2.4.50)$$

Donde: m , es la masa. c , la amortiguación y k , la matriz de rigidez de toda la estructura. I es el vector de influencia y se toma como unidad de vector para el presente caso.

El coeficiente de amortiguación estructural está dada por:

$$C_s = 2\varnothing_s\omega_s m_s \quad (2.4.51)$$

En el que \varnothing_s es el coeficiente de amortiguamiento estructural y ω_s es la frecuencia estructural. Para la excitación de base armónica:

$$\ddot{u}_g = \ddot{u}_{g0} \sin\omega_e t \quad (2.4.52)$$

Donde ω_e es la frecuencia de excitación y \ddot{u}_{g0} es la amplitud de movimiento de tierra y por el terremoto o movimiento del suelo.

$$\ddot{u}_g = a_g(t) \quad (2.4.53)$$

Donde $a_g(t)$ es la aceleración del suelo.

La ecuación anterior se resuelve usando el método centro de la diferencia. Se eligen los pasos de tiempo a fin de asegurar la estabilidad numérica.

2.4.1.1. Parámetros óptimos del TMD

Los parámetros de los TMD son:

- Relación de frecuencia:

$$f = \frac{\omega_d}{\omega_s} \quad (2.4.54)$$

Se define como la relación de la frecuencia natural de TMD a la frecuencia natural de la estructura.

- Coeficiente de amortiguamiento del amortiguador:

$$\varepsilon_d = \frac{C_d}{2 * \omega_d * m_d} \quad (2.4.55)$$

Donde:

m_d = masa del amortiguador.

C_d = coeficiente de amortiguación del amortiguador.

ω_d = Frecuencia natural del amortiguador.

ω_s = frecuencia natural de la estructura.

Los parámetros TMD se encuentran utilizando la técnica de optimización minimax propuesto por Tsai y Lin.

2.4.1.2. Técnica Minimax:

Esta técnica determina los valores óptimos de f y ε_d para los ε_s y μ especificadas, es una búsqueda numérica iterativa. Para un valor fijo de f , se encuentran las amplitudes

máximas para diferentes valores de ε_d . Entonces se seleccionan los valores mínimos de las amplitudes máximas de respuesta, la cual es la amplitud minimax para ese valor de f . A continuación, el procedimiento anterior se repite para diferentes valores de f para encontrar el valor minimax de cada f . Finalmente, se seleccionan los más pequeños y mínimos correspondiente, f y ε_d son los parámetros óptimos del sistema, tienen una relación de masa especificada y amortiguación estructural.

2.4.2. Modelo dinámico presentado por Seyed Mehdi

Desde un TMD (Figura 2.14) un mecanismo fundamental, la comprensión del comportamiento de los TMD y su diseño se han convertido en problemas importantes. El dispositivo de control de vibraciones inventado por Frahm no tenía ninguna amortiguación inherente. Fue efectiva sólo cuando la frecuencia natural del amortiguador estaba muy cerca de la frecuencia de excitación y sufrió un fuerte deterioro en su rendimiento si la frecuencia de excitación se desvió lejos de la frecuencia natural del absorbedor (Ghannadi) [15]. En adición, si la frecuencia de excitación se acerca a cualquiera de las dos frecuencias naturales de la estructura de sistema de absorbedor, una respuesta muy grande podría ocurrir en resonancia. Por lo tanto, era eficaz sólo para el caso en que la frecuencia de la excitación era de conocimientos de modo que el absorbedor podría ser diseñado con una frecuencia natural igual a la frecuencia de excitación. Esta deficiencia fue posteriormente eliminado cuando Ormondroyd y Den Hartog mostraron que, si se introduce una cierta cantidad de amortiguación en el absorbedor de Frahm, el deterioro del rendimiento en virtud de cambiar la frecuencia de excitación podría no ser muy sensible y la respuesta a la resonancia también se puede reducir de manera significativa.

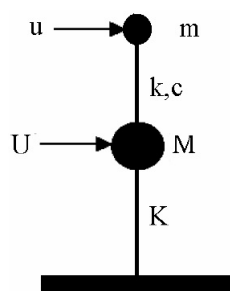


Figura 2.14: Representación esquemática de absorbedor de vibración amortiguada. Fuente [15]

2.4.2.1. Ecuaciones Básicas

En la hipótesis de que el modo estructural de vibración para ser controlada sea la primera, y que los modos más altos dan una contribución insignificante a la respuesta total, la estructura con el TMD sometido a una fuerza vibratoria puede ser modelado

como la Figura 2.15. Las ecuaciones de propuestas de este sistema SDOF-TMD pueden expresarse convenientemente en la forma:

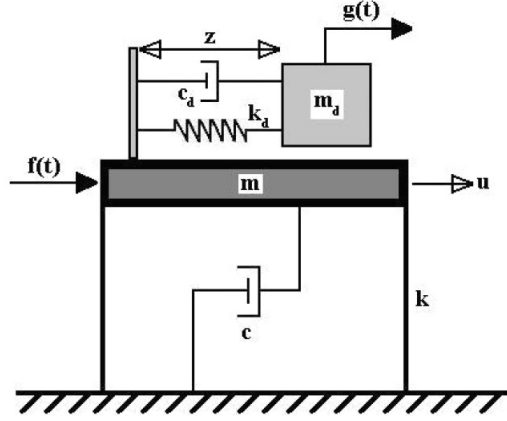


Figura 2.15: Modelo de interacción con la estructura Fuente [15]

$$m\ddot{u}(t) + c\dot{u}(t) + ku(t) = c_d\dot{z}(t) + k_dz(t) + f(t) \quad (2.4.56)$$

$$m_d\ddot{z}(t) + c_d\dot{z}(t) + k_dz(t) = -m_d\ddot{u}(t) + g(t) \quad (2.4.57)$$

Donde u es el desplazamiento de la SDOF, z es el desplazamiento relativo entre el SDOF y el amortiguador de masa, m es la masa principal, m_d es la masa del amortiguador, k es la rigidez del resorte principal, k_d es la rigidez del resorte amortiguador, c_d es el coeficiente de amortiguación, $f(t)$ es la fuerza que actúa sobre la masa principal y $g(t)$ es la fuerza que actúa sobre la masa del amortiguador. La fuerza que actúa sobre la masa del amortiguador es igual a cero para la excitación del viento y es igual a $u \cdot f(t)$ para terremoto de carga. La suma de las ecuaciones anteriores nos va a conducir a:

$$(m + m_d)\ddot{u}(t) + c\dot{u}(t) + k u(t) = f(t) + g(t) - m_d\ddot{z}(t) \quad (2.4.58)$$

Se ve que el efecto neto de fusión de la masa pequeña añadida (m_d) en la estructura, forma en un lado una ligera disminución en la frecuencia natural y ligero aumento de la fuerza externa de $f(t)$ a $f(t) + g(t)$, es la adición de un término vigor $[-m_d\ddot{z}(t)]$. Estas ecuaciones son válidas, sólo para sistemas de un solo grado de libertad, una forma más general de la ecuación de movimiento para un sistema de estructura-TMD, el TMD se instala en la parte superior de la estructura y tiene la forma matricial:

$$m\ddot{u}(t) + c\dot{u}(t) + ku(t) = c_d\dot{z}(t) + k_dz(t) + f(t) \quad (2.4.59)$$

$$m_d\ddot{z}(t) + c_d\dot{z}(t) + k_dz(t) = -m_d \frac{\varphi^T M r}{\varphi^T M \varphi} \ddot{u}(t) + g(t) \quad (2.4.60)$$

Donde φ representa el vector de forma modal. Bajo cargas de varios tipos de viento, la fuerza que actúa sobre la masa del amortiguador es igual a cero, mientras que para las excitaciones de tipo terremoto, la fuerza que actúa sobre la masa del amortiguador es

igual a:

$$g(t) = \left(\frac{\mu}{\tau}\right) f(t) \quad (2.4.61)$$

$$\tau = \frac{\varphi^T M r}{\varphi^T M \varphi} \quad (2.4.62)$$

Para facilitar aún más discusiones, notaciones adicionales se introducen aquí como sigue: μ es la masa del amortiguador a la relación masa principal, $\mu = \frac{m_d}{m}$, ω es la frecuencia de una excitación armónica, ω_s es la frecuencia natural de la masa principal, ω_a , es la frecuencia natural de la masa amortiguador, β es la relación de la frecuencia de excitación a la frecuencia principal de masa natural, $\beta = \omega/\omega_s$, α es la relación de frecuencia, $\alpha = \omega_a/\omega_s$, ε_a es la relación de amortiguación del TMD y ε_s es el coeficiente de amortiguamiento de la masa principal.

2.4.2.2. Parámetros óptimos para el TMD

Una vez que se encuentran los valores de los parámetros óptimos para el TMD, las ecuaciones 2.4.61 y 2.4.62 se pueden utilizar para análisis de la respuesta estructural. Por descuido del efecto de amortiguación de la masa principal, la masa del sistema TMD se puede determinar mediante la primera minimización de cada respuesta de pico utilizando el criterio óptimo de Den Hartog y luego mediante el establecimiento de las respuestas de los picos de interés para ser iguales en amplitud. Además, mediante el equilibrio de los dos puntos fijos en la respuesta de frecuencia y utilizando el criterio de mínimo-máximo se pueden obtener los parámetros óptimos para cada TMD. Los parámetros de amortiguación óptima α y ε fue propuesto por Den Hartog se dan como:

$$\alpha_{opt} = \frac{1}{1 + \mu} \quad (2.4.63)$$

$$\varepsilon_{opt} = \sqrt{\frac{3\mu}{8(1 + \mu)}} \quad (2.4.64)$$

$$\alpha_{opt} = \frac{1}{1 + \mu} \sqrt{\frac{2 - \mu}{2}} \quad (2.4.65)$$

$$\varepsilon_{opt} = \sqrt{\frac{3\mu}{8(1 + \mu)}} \sqrt{\frac{2}{2 - \mu}} \quad (2.4.66)$$

Para cuando el caso la estructura se somete a una excitación de la base de fuerzas armónicas, las expresiones correspondientes se pueden encontrar fácilmente a ser:

Utilizando los valores de α_{opt} y ε_{opt} , los valores óptimos de rigidez y amortiguación k_d , c_d del amortiguador se puede calcular como:

$$k_d = 4\pi^2 \mu \alpha_{opt}^2 \frac{m_s}{T_s^2} \quad (2.4.67)$$

$$c_d = 4\pi \mu \alpha_{opt} \varepsilon_{opt} \frac{m_s}{T_s} \quad (2.4.68)$$

2.5. *Acoplación Bidireccional de TMD para edificios asimétricos en planta bajo excitaciones bidireccionales de terreno*

En la derivación de Den Hartog de parámetros óptimos de amortiguación, se supone que está la masa no amortiguada principal. En presencia de amortiguación en la masa principal, no hay expresiones de forma cerrada que se pueden derivar de los parámetros óptimos de amortiguación. Sin embargo, pueden ser obtenidos por los ensayos numéricos con el objetivo de lograr un sistema con el valor más pequeño de su posible pico de respuesta más alta.

2.4.2.3. **Filosofía y rendimiento de la utilización del modelo**

Es bien conocido que un TMD puede ser diseñado para controlar un solo modo estructural solamente. Dadas las propiedades del modo que necesita ser controlado, el problema de diseño es esencialmente el mismo que el diseño de un TMD para una estructura SDOF. Estudios paramétricos se realizaron en un sistema de estructura-TMD SDOF para mejorar la comprensión del comportamiento de los TMD. La optimización numérica utilizando el enfoque Minimax se utilizó para la obtención de los parámetros óptimos de TMD.

Se considera un modelo razonable de TMD que abarca el concepto de TMD la cual puede operar en una amplia banda de frecuencias. Un elemento que no muestra ninguna deflexión y la rotación, como un soporte, está unido a un amortiguador, el resorte y una masa de tal manera que sólo las limitaciones de transición están satisfechos. La configuración del modelo está diseñado de manera que el movimiento del suelo en excitación afecta inicialmente el sistema de muelle-amortiguador y por lo tanto la masa del TMD se sale con un retardo de fase. Este rendimiento proporciona un movimiento apropiado del TMD para contrarrestar las fuerzas debido al fuerte movimiento de tierra.

2.5. **Acoplación Bidireccional de TMD para edificios asimétricos en planta bajo excitaciones bidireccionales de terreno**

Amortiguadores de masa sintonizados (TMDS) son comúnmente reconocidos como un enfoque eficaz para la reducción de las respuestas sísmicas de edificios elásticos. Por otra parte, Rana y Soong mostraron que un TMD puede ser diseñado de manera efectiva para controlar el modo de vibración seleccionada de una edificación de varios niveles elástica simétrica. Debido a la contaminación modal del problema, el múltiple TMD (MTMD) no se recomienda para el control simultáneo de varios modos de vibración de un edificio elástico de varios pisos. Al mismo tiempo, el rendimiento de los TMD elásticos para el control de desplazamiento no es tan bueno para edificios inelásticos como lo es para edificios elásticos debido al ajuste de efecto del TMD. Aunque las reducciones en las respuestas de desplazamiento de edificios inelásticas causados por el uso de TMD elásticas no son significativos, algunos investigadores han confirmado que la demanda de energía de histéresis de edificios pueden ser simétricos reducidos

2.5. Acoplación Bidireccional de TMD para edificios asimétricos en planta bajo excitaciones bidireccionales de terreno

significativamente mediante el uso de TMDS elásticas. Por lo tanto, generalmente hablando, TMDS elásticas son eficaces para el control de respuesta sísmica de ambos, elástica e inelástica simétrica en edificios. De hecho, debido a su arquitectura y requisitos funcionales, la mayoría de los edificios reales son de planta asimétrica. Teniendo en cuenta que los modos de vibración de edificios asimétricos están asociados a rotaciones acopladas, usando un solo TMD, por tanto, no es un muy eficaz el enfoque para el control modal de edificios de planta asimétrica [16]. Con el fin de controlar la vibración acoplada de planta asimétrica de edificios mediante el uso de TMDS convencionales, el enfoque típico es adoptar la MTMD. En comparación con el diseño de un único TMD, el diseño de la MTMD es potencialmente mucho más complicado para un ingeniero de la práctica. Por ejemplo, hay parámetros adicionales, tales como el número de TMDS, la separación entre los TMD, los rangos de frecuencia de la TMDS, la excentricidad entre el TMD y el edificio y otros. Todos estos parámetros deben optimizarse cuando el MTMD se selecciona para controlar un edificio de planta asimétrica. Todos estos parámetros deben optimizarse cuando el MTMD se selecciona para controlar un edificio de planta asimétrica. A fin de simplificar estas complicaciones, una sola acoplación de TMD (CTMD) fue desarrollado para que vibre simultáneamente en tanto traslación y rotación, de conformidad con el modo objetivo de vibración acoplada de un solo sentido asimétrico de planta del edificio. Sin embargo, el tipo más realista de edificio es el edificio de planta asimétrica bidireccional sometido a movimientos de tierra bidireccionales. Si el MTMD se utiliza para controlar la respuesta sísmica de un edificio de planta asimétrica de dos vías, es inevitable que un conjunto de MTMDs en cada dirección horizontal debe ser utilizada. Además, la interacción entre esos dos conjuntos de MTMDs a través de la vibración acoplada debe ser considerado, aumentando así aún más la complicaciones en el diseño y construcción de la MTMD, para tal sentido se investigó la CTMD bidireccional. El BiCTMD puede traducir simultáneamente en las dos direcciones horizontales, así como girar en el plano de planta [17].

2.5.1. Propiedades de la BICTMD

Los dos ejes horizontales del sistema de coordenadas son los ejes X y Z. La dirección del eje Y es opuesta a la dirección de la gravedad. Los subíndices x , z y θ utilizados en las siguientes ecuaciones representan las cantidades asociadas relacionadas con los ejes X y Z-traslacional y Y-componentes rotacionales, respectivamente. Cuando el BiCTMD es utilizado para controlar la libertad de tres grados del modelo (3DOF) (Figura 2.16), que representa el modo de vibración acoplada n-ésimo de un edificio de planta asimétrica,

2.5. Acoplación Bidireccional de TMD para edificios asimétricos en planta bajo excitaciones bidireccionales de terreno

entonces la ecuación propuesta de este modelo de sistema BiCTMD-3DOF es:

$$\begin{bmatrix} M_n & 0 \\ 0 & M_{an} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{D}_n \\ \ddot{D}_{an} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} C_n + C_{an} & -C_{an} \\ -C_{an} & C_{an} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{D}_n \\ \dot{D}_{an} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} K_n + K_{an} & -K_{an} \\ -K_{an} & K_{an} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_n \\ D_{an} \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} M_n & 0 \\ 0 & M_{an} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \left(\Gamma_{xn} \ddot{u}_{gx} + \Gamma_{zn} \ddot{u}_{gz} \right) \quad (2.5.1)$$

En el que el M_{an} , C_{an} y K_{an} son las matrices de masa, amortiguamiento y rigidez

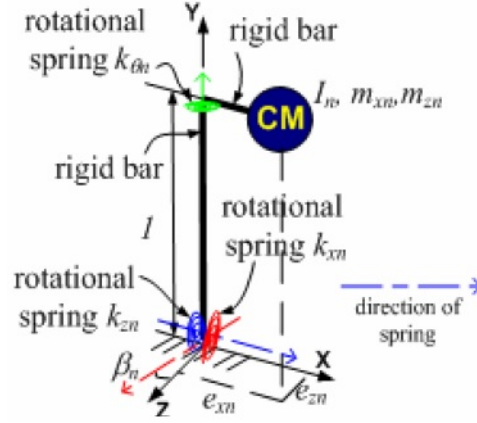


Figura 2.16: Modelo BiCTMD Fuente [11]

respectivamente, de la BiCTMD, expresado como:

$$M_{an} = \begin{bmatrix} m_{axn} & 0 & 0 \\ 0 & m_{azn} & 0 \\ 0 & 0 & I_{an} \end{bmatrix} \quad (2.5.2)$$

$$C_{an} = \begin{bmatrix} c_{axxn} & 0 & c_{ax\theta n} \\ 0 & c_{azzn} & c_{az\theta n} \\ c_{a\theta xn} & c_{a\theta zn} & c_{a\theta\theta n} \end{bmatrix} \quad (2.5.3)$$

$$K_{an} = \begin{bmatrix} k_{axxn} & 0 & k_{ax\theta n} \\ 0 & k_{azzn} & k_{az\theta n} \\ k_{a\theta xn} & k_{a\theta zn} & k_{a\theta\theta n} \end{bmatrix} \quad (2.5.4)$$

Y M_n , C_n y K_n son las matrices de masa, amortiguamiento y rigidez del modelo 3DOF:

$$M_n = \begin{bmatrix} \varphi_{xn}^T m_x \varphi_{xn} & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_{zn}^T m_z \varphi_{zn} & 0 \\ 0 & 0 & \varphi_{\theta n}^T I_0 \varphi_{\theta n} \end{bmatrix} \quad (2.5.5)$$

$$C_n = \begin{bmatrix} \varphi_{xn}^T c_{xx} \varphi_{xn} & \varphi_{xn}^T c_{xz} \varphi_{zn} & \varphi_{xn}^T c_{x\theta} \varphi_{\theta n} \\ \varphi_{zn}^T c_{zx} \varphi_{xn} & \varphi_{zn}^T c_{zz} \varphi_{zn} & \varphi_{zn}^T c_{z\theta} \varphi_{\theta n} \\ \varphi_{\theta n}^T c_{\theta x} \varphi_{xn} & \varphi_{\theta n}^T c_{\theta z} \varphi_{zn} & \varphi_{\theta n}^T c_{\theta\theta} \varphi_{\theta n} \end{bmatrix} \quad (2.5.6)$$

2.5. Acoplación Bidireccional de TMD para edificios asimétricos en planta bajo excitaciones bidireccionales de terreno

$$K_n = \begin{bmatrix} \varphi_{xn}^T k_{xx} \varphi_{xn} & \varphi_{xn}^T k_{xz} \varphi_{zn} & \varphi_{xn}^T k_{x\theta} \varphi_{\theta n} \\ \varphi_{zn}^T k_{zx} \varphi_{xn} & \varphi_{zn}^T k_{zz} \varphi_{zn} & \varphi_{zn}^T k_{z\theta} \varphi_{\theta n} \\ \varphi_{\theta n}^T k_{\theta x} \varphi_{xn} & \varphi_{\theta n}^T k_{\theta z} \varphi_{zn} & \varphi_{\theta n}^T k_{\theta\theta} \varphi_{\theta n} \end{bmatrix} \quad (2.5.7)$$

D_n es la n-ésima coordenada modal del edificio y es expresada como $D_n = [D_{xn} \ D_{zn} \ D_{\theta n}]^T$; D_{an} es de 3×1 columna vector que representa los grados de libertad en los ejes X y Z traslaciones y Y-rotación para el BiCTMD; \ddot{u}_{gx} y \ddot{u}_{gz} son las aceleraciones de tierra en las dos direcciones horizontales; Γ_{xn} y Γ_{zn} son factores de participación modal en los ejes X y Z-direccional para el modo de vibración n-ésimo; $\mathbf{1}$ es el vector de influencia igual a $[1 \ 1 \ 1]$ y $\mathbf{0}$ es una matriz 3×3 de ceros. φ_{xn} , φ_{zn} y $\varphi_{\theta n}$ son los sub-vectores $N \times 1$ del modo enésimo de forma φ_n del edificio asimétrico en planta original, es decir $\varphi_n = [\varphi_{xn}^T \ \varphi_{zn}^T \ \varphi_{\theta n}^T]^T$ y \mathbf{m} , \mathbf{c} y \mathbf{k} con diferentes subíndices son las submatrices $N \times N$ de la masa, amortiguamiento y matrices de rigidez de la edificación asimétrica original.

Las propiedades de la BiCTMD se fijan proporcionalmente a las propiedades del modelo 3DOF correspondiente. Es decir:

$$M_{an} = \mu M_n, C_{an} = \beta C_n, K_{an} = f K_n \quad (2.5.8)$$

Donde μ , β y f son la relación de masa, el coeficiente de amortiguamiento, y la proporción de frecuencia, respectivamente. El valor de la relación de masa μ es seleccionado por el diseñador y es por lo general es alrededor de 0,05. Los valores óptimos de f y β para el BiCTMD son:

$$f = \mu f_{0n}^2, \beta = \mu f_{0n} \frac{\varepsilon_{an}}{\varepsilon_n} \quad (2.5.9)$$

Donde f_{0n} y ε_{an} son los valores óptimos de relación de la frecuencia y el coeficiente de amortiguamiento convencional correspondiente al control del TMD de un solo grado de libertad (SDOF) del sistema principal con coeficiente de amortiguación ε_n y de masa μ . Desde que M_n , C_n y K_n son conocidos, se selecciona el valor μ y los valores óptimos de f y β se calculan a partir de la ecuación 2.5.9, a continuación se obtienen los valores de M_{an} , C_{an} y K_{an} .

Cuando el BiCTMD para controlar el modo de vibración n-ésimo, se coloca en el suelo j-ésimo de un actual piso-N de dos movimientos en el edificio de planta asimétrica, entonces la masa, amortiguamiento, y matrices de rigidez de la BiCTMD, respectivamente se denotan como: M_{an}^S , C_{an}^S y K_{an}^S .

$$M_{an}^S = \begin{bmatrix} m_{axn} & 0 & 0 \\ 0 & \left(\frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{zn,j}}\right)^2 m_{azn} & 0 \\ 0 & 0 & \left(\frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{\theta n,j}}\right)^2 I_{an} \end{bmatrix} \quad (2.5.10)$$

$$C_{an}^S = \begin{bmatrix} c_{axxn} & 0 & \frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{\theta n,j}} c_{ax\theta n} \\ 0 & \left(\frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{zn,j}}\right)^2 c_{azzn} & \left(\frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{zn,j}}\right) \left(\frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{\theta n,j}}\right) c_{az\theta n} \\ \frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{\theta n,j}} c_{a\theta xn} & \left(\frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{zn,j}}\right) \left(\frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{\theta n,j}}\right) c_{a\theta zn} & \left(\frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{\theta n,j}}\right)^2 c_{a\theta\theta n} \end{bmatrix} \quad (2.5.11)$$

2.6. Métodos de Estimación de los Parámetros de Diseño de un AMS.

$$K^S_{an} = \begin{bmatrix} k_{axxn} & 0 & \frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{\theta n,j}} k_{ax\theta n} \\ 0 & \left(\frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{zn,j}}\right)^2 k_{azzn} & \left(\frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{zn,j}}\right) \left(\frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{\theta n,j}}\right) k_{az\theta n} \\ \frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{\theta n,j}} k_{a\theta xn} & \left(\frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{zn,j}}\right) \left(\frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{\theta n,j}}\right) k_{a\theta zn} & \left(\frac{\varnothing_{xn,j}}{\varnothing_{\theta n,j}}\right)^2 k_{a\theta\theta n} \end{bmatrix} \quad (2.5.12)$$

Donde m_{axn} , m_{azn} , I_{an} , c_{axxn} , $c_{ax\theta n}$, $c_{a\theta xn}$, c_{azzn} , $c_{az\theta n}$, $c_{a\theta zn}$, $c_{a\theta\theta n}$, k_{axxn} , $k_{ax\theta n}$, $k_{a\theta xn}$, k_{azzn} , $k_{az\theta n}$, $k_{a\theta zn}$ y $k_{a\theta\theta n}$ están definidos en la Ec. 2.5.2, 2.5.3 y 2.5.4.

$\varnothing_{xn,j}$, $\varnothing_{zn,j}$ y $\varnothing_{\theta n,j}$ son los componentes de forma j-ésimo del modo n-ésimo en las direcciones de traslación y de rotación, respectivamente. Los "S" superíndice añadido indica que las cantidades asociadas son para controlar el edificio actual de N-plantas en lugar de para controlar el sistema modal 3DOF considerado en el nivel modal conceptual.

2.6. Métodos de Estimación de los Parámetros de Diseño de un AMS.

2.6.1. Método presentado por Sadek

El objetivo general de este método es determinar los parámetros óptimos de los AMS con el fin de obtener una reducción considerable en la respuesta de estructuras para cargas sísmicas. El criterio usado es, para una determinada razón de masa, encontrar las razones de frecuencia y amortiguamiento de la estructura que tendría por resultado aproximadamente igual amortiguamiento en los dos primeros modos de vibración. Los parámetros óptimos de los AMS para estructuras de 1GDL y nGDL son presentados en forma de tablas y ecuaciones. Se encontró que igual razones de amortiguamiento en los dos primeros modos son mayores que el promedio de las razones de amortiguamiento de la estructura ligeramente amortiguada y muy amortiguada con AMS. Por lo tanto, los modos fundamentales de vibración son mucho más amortiguados. El método propuesto fue usado para seleccionar los parámetros de AMS para varias estructuras de 1GDL y nGDL sujetas a un número de excitaciones sísmicas. Los resultados indican que usando los parámetros propuestos para AMS se reducen los desplazamientos y respuestas de aceleración significativamente (hasta un 50%) [18]. El método también fue aplicado para un sistema de control de vibraciones presentado por Feng y Mita (1995) para edificios altos, denominados "configuración mega-subestructura", donde la subestructura en la mega-estructura sirve como absorbedor de vibraciones. Los resultados muestran también que los AMS para ser efectivos, deben ser usadas grandes razones de masa, especialmente para estructuras con altas razones de amortiguamiento. El último piso con rigidez y amortiguamiento adecuados puede actuar como un absorbedor para los pisos inferiores. La seguridad y funcionalidad de tales pisos; sin embargo, puede presentar problemas ya que los pisos pueden experimentar grandes desplazamientos.

2.6.1.1. AMS para Estructuras de Un Grado de Libertad.

Para una estructura de 1GDL con un AMS, los parámetros óptimos de diseño en términos de la frecuencia natural y razón de amortiguamiento (ω_0 y β) de la estructura, y las razones de masa, frecuencia, y amortiguamiento (μ , f y ξ) del AMS son:

$$f = \frac{1}{1 + \mu} \left[1 - \beta \sqrt{\frac{\mu}{1 + \mu}} \right] \quad (2.6.1)$$

$$\xi = \frac{\beta}{1 + \mu} + \sqrt{\frac{\mu}{1 + \mu}} \quad (2.6.2)$$

Estas ecuaciones producen un error máximo de aproximadamente 0.2% en f y 0.4% en ξ . El procedimiento propuesto busca, numéricamente, los valores óptimos de f y ξ (los valores óptimos donde los dos primeros modos tienen aproximadamente igual razones de amortiguamiento) correspondientes a una determinada razón de masa μ . El procedimiento fue usado para sistemas con razones de amortiguamiento $\beta= 0, 0.02,$ y 0.05 y razones de masa μ entre 0.005 y 0.15 con incrementos de 0.005 . Las razones óptimas son presentadas en la Tabla 2.1. La Figura 2.17 muestra los parámetros óptimos de f y la Figura 2.18 muestra los parámetros óptimos de ξ para diferentes razones de masa y los tres amortiguamientos estructurales. El gráfico indica que mientras más alta es la razón de amortiguamiento de la estructura, la razón de frecuencia es más baja y el amortiguamiento del AMS es más alto. Este gráfico puede ser usado para seleccionar los parámetros del AMS, calcular la razón de masa, y así determinar las razones de frecuencia y amortiguamiento f y ξ . Además se observa que mientras más alta es la razón de masa, más alto es el amortiguamiento en los modos. A partir de la Tabla 2.1 y las Figuras 2.17 y 2.18, es evidente que el incremento de la razón de masa requiere una disminución en la razón de frecuencia f y un aumento en la razón de amortiguamiento ξ , así se obtiene un alto amortiguamiento en los modos de vibración.



Figura 2.17: Razones óptimas de frecuencia de AMS, para distintas razones de masa Fuente [18].

2.6. Métodos de Estimación de los Parámetros de Diseño de un AMS.

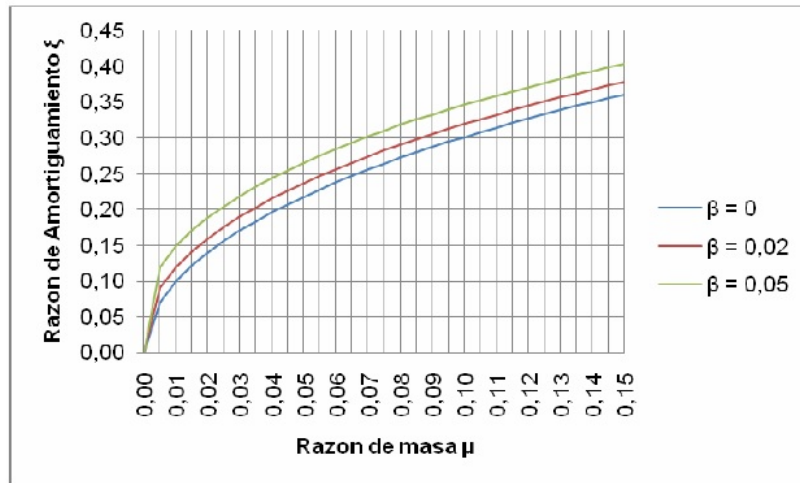


Figura 2.18: Razones óptimas de amortiguamiento de AMS, para distintas razones de masa Fuente [18].

2.6.1.2. AMS para Estructuras de Varios Grados de Libertad.

Para una estructura de "n" grados de libertad con un AMS acoplado a uno de sus pisos, hay "n+1" pares de modos complejos conjugados. Para una estructura de nGDL, la razón de masa μ es calculada como la razón de masa del AMS con la masa generalizada para el modo fundamental correspondiente a una unidad de factor de participación modal.

$$\mu = \frac{m}{\Phi_1^t [M] \Phi_1} \quad (2.6.3)$$

Donde [M] es la matriz de masa y Φ es la forma del modo fundamental normalizado para tener una unidad de factor de participación. Se encontró que la razón de frecuencia f para un sistema de nGDL es casi igual a la razón de frecuencia para un sistema de 1GDL para una razón de masa $\mu\Phi$, donde Φ es la amplitud del primer modo de vibración para una unidad de factor de participación modal calculada en la ubicación del AMS; es decir, $f_{nGDL}(\mu) = f_{1GDL}(\mu\Phi)$. La ecuación para la razón de frecuencia es obtenida de la Ecuación 2.6.1 sustituyendo μ por $\mu\Phi$. De esta manera se tiene que:

$$f = \frac{1}{1 + \mu\Phi} \left[1 - \beta \sqrt{\frac{\mu\Phi}{1 + \mu\Phi}} \right] \quad (2.6.4)$$

La razón de amortiguamiento del AMS también corresponde aproximadamente a la razón de amortiguamiento calculada para un sistema de 1GDL multiplicada por Φ , es decir, $\xi_{nGDL}(\mu) = \Phi \xi_{1GDL}(\mu)$. La ecuación para la razón de amortiguamiento es obtenida multiplicando la Ecuación 2.6.2 por Φ .

$$\xi = \Phi \left[\frac{\beta}{1 + \mu} + \sqrt{\frac{\mu}{1 + \mu}} \right] \quad (2.6.5)$$

Para estructuras de nGDL, las ecuaciones anteriores producen un error de 0.4 a 0.5 % para la razón de frecuencia y 0.5 a 0.8 % para la razón de amortiguamiento.

La Ecuación 2.6.5 indica que la mejor ubicación para un AMS es donde éste resulte con el mayor ξ , es decir, en el nivel donde Φ y por lo tanto el amortiguamiento en el AMS y en los dos primeros modos sean máximos. Ya que en muchos casos, el primer modo domina la respuesta, esto es conveniente para ubicar el AMS en el último piso donde la amplitud de desplazamiento del primer modo es el mayor. Debe ser mencionado que los AMS acoplados a las estructuras afectan solamente el amortiguamiento en los dos primeros modos y no afectan sobre los otros modos que son asumidos con amortiguamiento cero.

2.7. Modelo de un TMD.

El modelo de Amortiguador de Masa Sintonizado (AMS), utilizado en el trabajo de investigación, que será incorporado a la estructura está formado por un bloque de concreto montado sobre cuatro aisladores elastoméricos con refuerzo de acero, de comportamiento lineal. Se considerará un amortiguador sintonizado para controlar tres grados de libertad de la estructura, traslación en X (AMS UX), traslación en Y (AMS UY) y la rotación (AMS RZ). El modelo general de AMS se muestra en la Figura 2.19. [19].

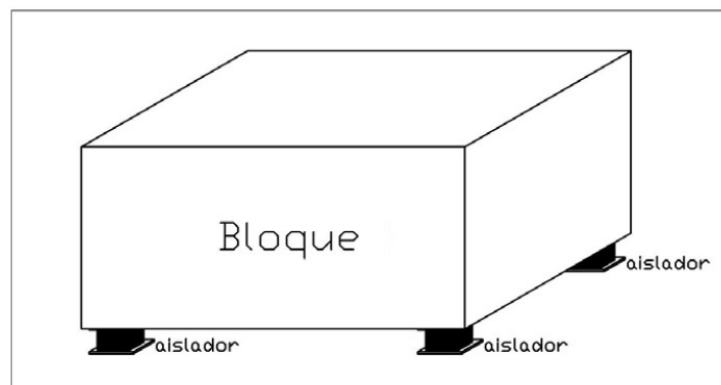


Figura 2.19: Modelo general de un amortiguador de masa sintonizada Fuente [19].

2.7.1. Apoyo elastomérico con refuerzo de acero.

Existen tres tipos de apoyos elastoméricos:

- Aislador de goma natural (Bajo Amortiguamiento).
- Aislador de goma con núcleo de plomo (LRB).
- Aislador de goma de alto amortiguamiento (HDR)

Todos éstos mencionados están compuestos con refuerzo de acero interno y externamente cubiertos por caucho o goma que a su vez funcionan como un resorte.

2.7. Modelo de un TMD.

Los apoyos elastoméricos con refuerzo de acero muchas veces son clasificados como cojinetes de elastómero, pero el refuerzo de acero hace su comportamiento completamente diferente.

Para la presente investigación se utilizará el aislador de goma con núcleo de plomo ya que tiene un amortiguamiento moderado debido a que solo será de apoyo a la masa sintonizada en comparación a la masa del edificio. El apoyo elastomérico con refuerzo de acero tiene capas de acero y elastómero espaciadas uniformemente.

El elastómero es flexible bajo esfuerzo de corte, pero rígido ante cambios volumétricos. Bajo compresión uniaxial la flexibilidad del elastómero podría reducirse significativamente y sostener grandes incrementos en la dimensión de ese plano, pero la rigidez de las capas de acero y el núcleo de plomo restringe esta expansión lateral (Ver Figura 2.20).

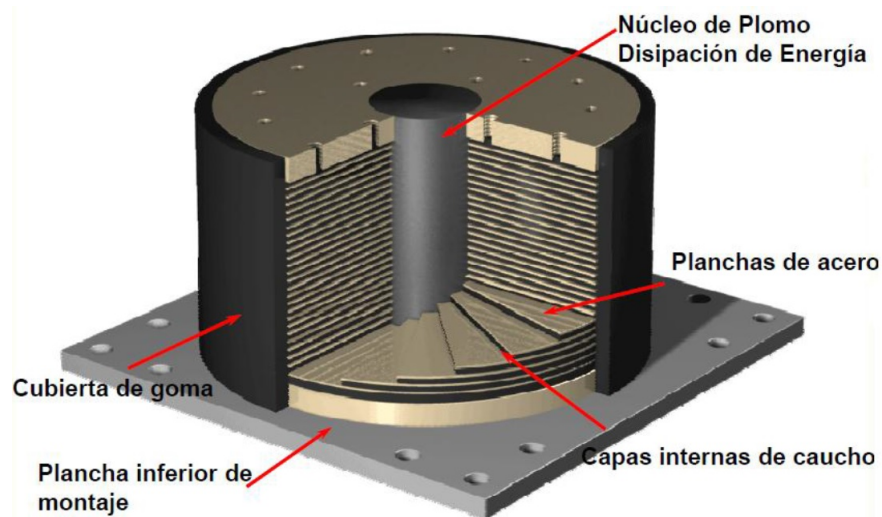


Figura 2.20: Aislador elastomérico con núcleo de plomo.

Esta restricción produce la deformación mencionada, y provee un gran incremento en la rigidez bajo cargas compresivas. Esto permite a los apoyos elastoméricos con refuerzo de acero soportar cargas compresivas relativamente grandes mientras resisten grandes rotaciones y traslaciones gracias al núcleo de plomo que proporciona amortiguamiento deformándose plásticamente cuando el aislador se mueve lateralmente en un sismo.

El diseño de un apoyo elastomérico con refuerzo de acero requiere un balance apropiado de la rigidez de compresión, corte y rotación. El factor de forma afecta la rigidez de compresión y rotación, pero no tiene impacto en la rigidez traslacional o capacidad de deformación. Un apoyo debe ser diseñado para el control tanto de la tensión en el refuerzo de acero como la tensión en el elastómero. Restricciones de fatiga, estabilidad, delaminación, fluencia y ruptura del refuerzo de acero, rigidez del elastómero y geometría deben ser satisfechas.

Las grandes traslaciones y rotaciones requieren apoyos muy altos; sin embargo, las traslaciones y rotaciones pueden ocurrir alrededor de cualquiera de los dos ejes horizontales del apoyo elastomérico con refuerzo de acero, esto los hace apto para estructuras en donde la dirección del movimiento no es definida con precisión. Los apoyos circulares

elastoméricos con refuerzo de acero son particularmente aptos para este propósito.

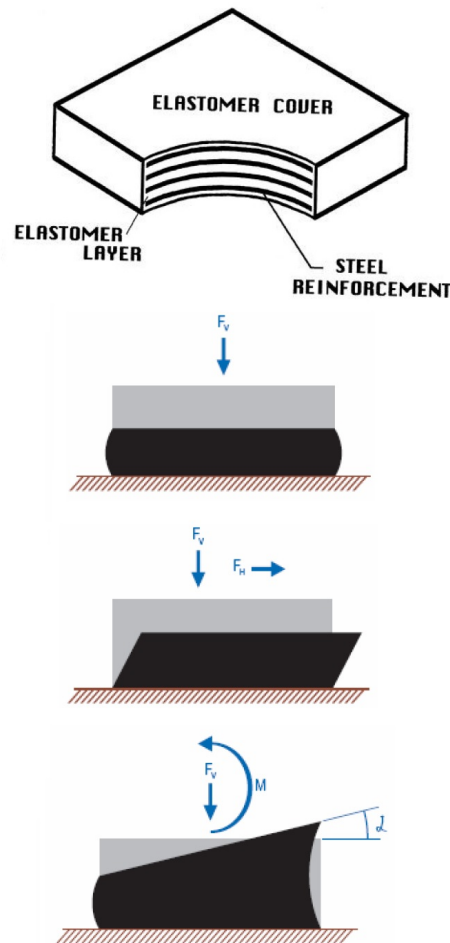


Figura 2.21: Deformaciones por esfuerzos de compresión, corte y rotación.

2.7.2. Diseño de los Aisladores Elastoméricos.

El diseño de los aisladores se realiza de acuerdo con los requerimientos de la "Steel Bridge Bearing Selection and Design", para el uso de aisladores elastoméricos con refuerzo de acero.

El proceso de selección del aislador se divide en los siguientes pasos:

- Definir los requerimientos de diseño: Especificar dirección y magnitud de las cargas aplicadas, traslaciones y rotaciones.
- Evaluación del tipo de apoyo: Con los requisitos de diseño de la Tabla 2.2, para identificar el tipo de apoyo que satisface los requerimientos del proyecto. Esta tabla es organizada en orden ascendente de acuerdo con los costos iniciales y de mantenimiento de cada tipo de apoyo. Los límites mencionados en la tabla no son absolutos, sin embargo son límites prácticos que se aproximan a la aplicación más económica para cada tipo de apoyo. Una consideración importante es la facilidad de acceso, mantenimiento y remplazo del dispositivo.

- Selección y Diseño del Apoyo: Consiste en completar el diseño del apoyo de acuerdo con la AASHTO LRFD Bridge Design Specifications. El resultado de este diseño entregará la geometría y especificaciones necesarias para el apoyo.

2.7.3. Rigidez y Amortiguamiento de Aisladores Elastoméricos.

2.7.3.1. Rigidez.

En ingeniería, la rigidez es la capacidad de un objeto sólido o elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos.

Los coeficientes de rigidez son magnitudes físicas que cuantifican la rigidez de un elemento resistente bajo diversas configuraciones de carga. [29]

De acuerdo a lo anterior la capacidad de un aislador para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos se denomina rigidez horizontal y se define matemáticamente en la Expresión 2.7.1

Rigidez Horizontal (K_h):

$$K_h = \frac{GA}{h_{rt}} \quad (2.7.1)$$

Donde:

G : Modulo de corte del elastómero.

A : Área de la sección del aislador.

h_{rt} : Altura del aislador elastomérico.

Otra alternativa de definir la rigidez horizontal es la siguiente:

$$K_h = \frac{4\pi^2 P_t}{T^2 g} \quad (2.7.2)$$

Donde:

P_t : Es la carga de compresión máxima actuando sobre un aislador.

T : Es el periodo del modo de vibración fundamental de vibración de la estructura.

2.7.3.2. Amortiguamiento.

El amortiguamiento efectivo (c) de los aisladores se calcula mediante la Expresión 2.7.3.

$$c = \frac{2\xi}{n} \sqrt{K_{ht} m} \quad (2.7.3)$$

Donde:

ξ : Factor de amortiguamiento del sistema de aisladores

K_{ht} : Rigidez del sistema (sumatoria de las rigideces de los aisladores).

m : Masa total sobre el sistema de aisladores.

n : Número de aisladores.

Razón de masa μ	$\beta = 0$		$\beta = 0,02$		$\beta = 0,05$	
	f	ξ	f	ξ	f	ξ
0,000	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000
0,005	0,9950	0,0705	0,9936	0,0904	0,9915	0,1199
0,010	0,9901	0,0995	0,9881	0,1193	0,9852	0,1488
0,015	0,9852	0,1216	0,9828	0,1412	0,9792	0,1707
0,020	0,9804	0,1400	0,9776	0,1596	0,9735	0,1889
0,025	0,9756	0,1562	0,9726	0,1757	0,9680	0,2048
0,030	0,9709	0,1707	0,9676	0,1900	0,9626	0,2190
0,035	0,9662	0,1839	0,9626	0,2032	0,9573	0,2320
0,040	0,9615	0,1961	0,9578	0,2153	0,9521	0,2440
0,045	0,9569	0,2075	0,9530	0,2266	0,9470	0,2551
0,050	0,9524	0,2182	0,9482	0,2372	0,9420	0,2656
0,055	0,9479	0,2283	0,9435	0,2472	0,9370	0,2754
0,060	0,9434	0,2379	0,9389	0,2567	0,9322	0,2848
0,065	0,9390	0,2470	0,9343	0,2658	0,9274	0,2937
0,070	0,9346	0,2558	0,9298	0,2744	0,9226	0,3022
0,075	0,9302	0,2641	0,9253	0,2827	0,9179	0,3103
0,080	0,9259	0,2722	0,9209	0,2906	0,9133	0,3181
0,085	0,9216	0,2799	0,9165	0,2983	0,9087	0,3257
0,090	0,9174	0,2873	0,9122	0,3056	0,9042	0,3329
0,095	0,9132	0,2945	0,9079	0,3128	0,8998	0,3399
0,100	0,9091	0,3015	0,9036	0,3196	0,8954	0,3466
0,105	0,9050	0,3083	0,8994	0,3263	0,8910	0,3532
0,110	0,9009	0,3148	0,8952	0,3328	0,8867	0,3595
0,115	0,8969	0,3212	0,8911	0,3390	0,8824	0,3656
0,120	0,8929	0,3273	0,8870	0,3451	0,8782	0,3716
0,125	0,8889	0,3333	0,8830	0,3511	0,8741	0,3774
0,130	0,8850	0,3392	0,8790	0,3568	0,8699	0,3831
0,135	0,8811	0,3449	0,8750	0,3624	0,8658	0,3886
0,140	0,8772	0,3504	0,8710	0,3679	0,8618	0,3939
0,145	0,8734	0,3559	0,8671	0,3733	0,8578	0,3991
0,150	0,8696	0,3612	0,8633	0,3785	0,8538	0,4042

Tabla 2.1: Razones óptimas de frecuencia f y amortiguamiento (ξ) de AMS, para tres amortiguamientos Fuente [18]

2.7. Modelo de un TMD.

Bearing Type	Load		Translation		Rotation	Costs	
	Min. (kN)	Max. (kN)	Min. (mm)	Max. (mm)	Limit (Rad.)	Initial	Maintenance
Elastomeric Pads							
Plain (PEP)	0	450	0	15	0.01	Low	Low
Cotton Duck (CDP)	0	1400	0	5	0.003	Low	Low
Fiberglass (FGP)	0	600	0	25	0.015	Low	Low
Steel Reinforced Elastomeric Bearing	225	3500	0	100	0.04	Low	Low
Flat PTFE Slider (Polytetrafluorethylene)	0	>10 000	25	>100	0	Low	Moderate
Curved Lubricated Bronze	0	7000	0	0	>0.04	Moderate	Moderate
Pot Bearing	1200	10 000	0	0	0.02	Moderate	High
Pin Bearing	1200	4500	0	0	>0.04	Moderate	High
Rocker Bearing	0	1800	0	100	>0.04	Moderate	High
Single Roller	0	450	25	>100	>0.04	Moderate	High
Curved PTFE	1200	7000	0	0	>0.04	High	Moderate
Multiple Rollers	500	10 000	100	>100	>0.04	High	High

Tabla 2.2: Limites de capacidad para los apoyos Fuente [20]

Capítulo 3

DESARROLLO.

Nuestro material de estudio para la presente investigación será una edificación de albañilería confinada en ambas direcciones denominado "Bloque B" parte de la MULTIFAMILIAR -"RESIDENCIAL LAS DALIAS" ya que es el bloque más crítico y adecuado para el estudio.

Teniendo en cuenta el objetivo del trabajo, se le incorporará Amortiguadores de Masa Sintonizados a dicha estructura de cinco niveles, formados por planos verticales resistentes de hormigón armado, con configuración de planta asimétrica iguales para cada uno de los niveles y altura de entrepiso igual a 2.65 metros. El sistema sismo resistente es en base a pilares de diferentes secciones, vigas de sección 15x40, 15x60, 15x20 y 25x20. Además cuenta con una losa de 20 cm de espesor. El esquema de la planta y elevación se muestra en las Figuras 3.2 a 3.3.

3.1. Características generales de la edificación.

Para efectos del análisis sísmico se tendrá en cuenta la ubicación. La estructura de albañilería confinada está ubicada en la ciudad de Ayacucho, Distrito de Carmen Alto, AA.HH Carmen Alto, Sector "I", Mz. B, Lote 36C, destinando su uso a áreas de servicios de departamentos.

Para la construcción de dicha edificación se requirieron materiales de construcción que cumplan con las especificaciones técnicas del expediente técnico:

Concreto Armado:

- Cemento Pórtland Tipo I (para todos los elementos de concreto)
- Resistencia a la compresión del concreto: $f'c = 210kg/cm^2$.
- Módulo de elasticidad del concreto: $E_C = 15,000\sqrt{f'c} = 217370.65kg/cm^2$.
- Para el acero hacemos uso de la siguiente tabla:

3.1. Características generales de la edificación.

Propiedad	Valor	Unidades
Tensión de Fluencia (f_y)	4200	Kg/cm ²
Peso por unidad de Volumen (W_c)	7,833	gr/cm ³
Modulo de Elasticidad (E_c)	2,1 E+06	Kg/cm ²
Coefficiente de Poisson (ν)	0,25	-
Coef. de Dilatación Térmica	1,20E-05	1/°C
Modulo de Corte (G)	800000	Kg/cm ²

Tabla 3.1: Propiedades del acero

Albañilería:

- Resistencia a la Compresión: $f'm = 45 \text{ kg/cm}^2$
- Unidades de Albañilería : Tipo IV de (9x13x24)cm
- Mortero : 1:4 (cemento: arena)

Parámetros de la cimentación:

Según el estudio de suelos realizado en el expediente técnico, se tiene la siguiente información:

- Estrato o apoyo de la cimentación.- El estrato o apoyo de la cimentación según el estudio geotécnico está comprendido de una roca de Tipo III, es decir, roca regular.
- Agresividad del Suelo.- El suelo no contiene ningún agente agresivo para el concreto, por lo que la construcción de toda la cimentación, y/o cualquier elemento con o sin contacto con el terreno serán fabricados con cemento Portland Tipo I.

El cuadro de datos más importantes para la presente investigación se muestra en la Figura 3.1 extraído del expediente técnico de la misma.

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION	
DE ACUERDO AL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS HECHO POR EL INGENIERO MIGUEL PRADO ARONES SIGUIENTES CONDICIONES DE CIMENTACION:	
1) Tipo de Cimentación	Cimiento corrido cimiento corrido armado
2) Estrato de Apoyo de Cimentación	Roca tipo III
3) Profundidad de la Napa Freática	No detectada
4) Profundidad Mínima de Cimentación	1.00 m (A partir del NTN.)
5) Presión admisible del Terreno	4.00 kg/cm ²
6) Ataque Químico de Sulfatos, Cloruros y/o Sales Solubles	NO
7) Tipo de cemento para concreto en contacto con el suelo.	Portland Tipo-I

Figura 3.1: Datos esenciales del estudio de mecánica de suelos. Fuente Expediente Técnico

3.1. Características generales de la edificación.

Condiciones Geotécnicas:

Los perfiles de suelo se clasificaron tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Para efectos de la aplicación de la Norma E.030-2006 de diseño sismorresistente se consideró que el perfil de suelo es del tipo intermedio (S1), el parámetro T_p asociado con este tipo de suelo es de 0.40 seg., y el factor de amplificación del suelo asociado se considera $S=1.00$; Sin embargo, la Norma E.030-2016 clasifica a éste tipo de suelo como del Tipo Rígido y los parámetros asociados a este tipo de suelos se muestran posteriormente.

Arquitectura:

Área construida: 1,494.98 m²

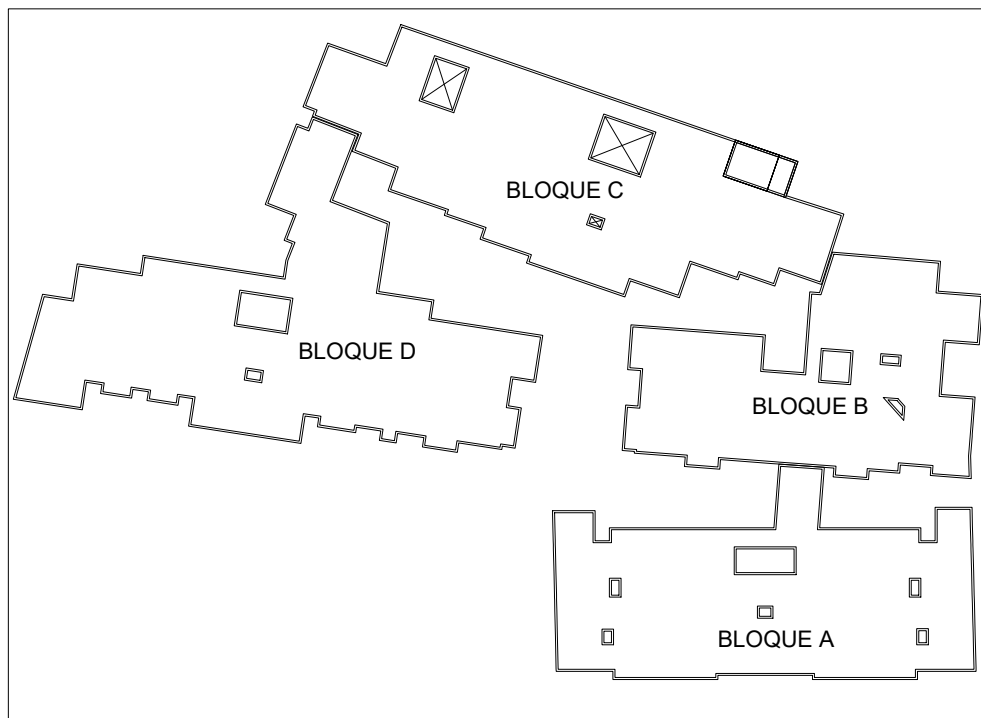


Figura 3.2: Vista en planta de la Residencial

Los bloques A y D son solo de cuatro niveles, así que como mencionamos anteriormente nos enfocaremos netamente en el bloque B.

El bloque B se divide en dos módulos (un módulo de 4 y otro de 5 niveles) separados por una escalera por medio de juntas de dilatación, por ello, nuestro material de trabajo será el módulo que tiene 5 niveles, ya que presenta más irregularidades.



Figura 3.3: Vista en elevación de la Residencial

3.2. Bases de Cálculo.

3.2.1. Sistema Estructural Sismo Resistente

El edificio está estructurado en base a marcos de albañilería confinada resistentes a momentos y muros estructurales de hormigón armado, los cuales entregan una mayor rigidez a la estructura, además se considera una losa aligerada, la cual actúa como diafragma rígido.

Con respecto al cálculo y diseño de la fundación, no se hará referencia a ello ya que no se considera de importancia para alcanzar los objetivos de la presente tesis, por ello se considerará empotramiento perfecto de los elementos basales de la estructura. La distribución arquitectónica del bloque que nos servirá para la presente tesis se muestra en la Figura 3.4.

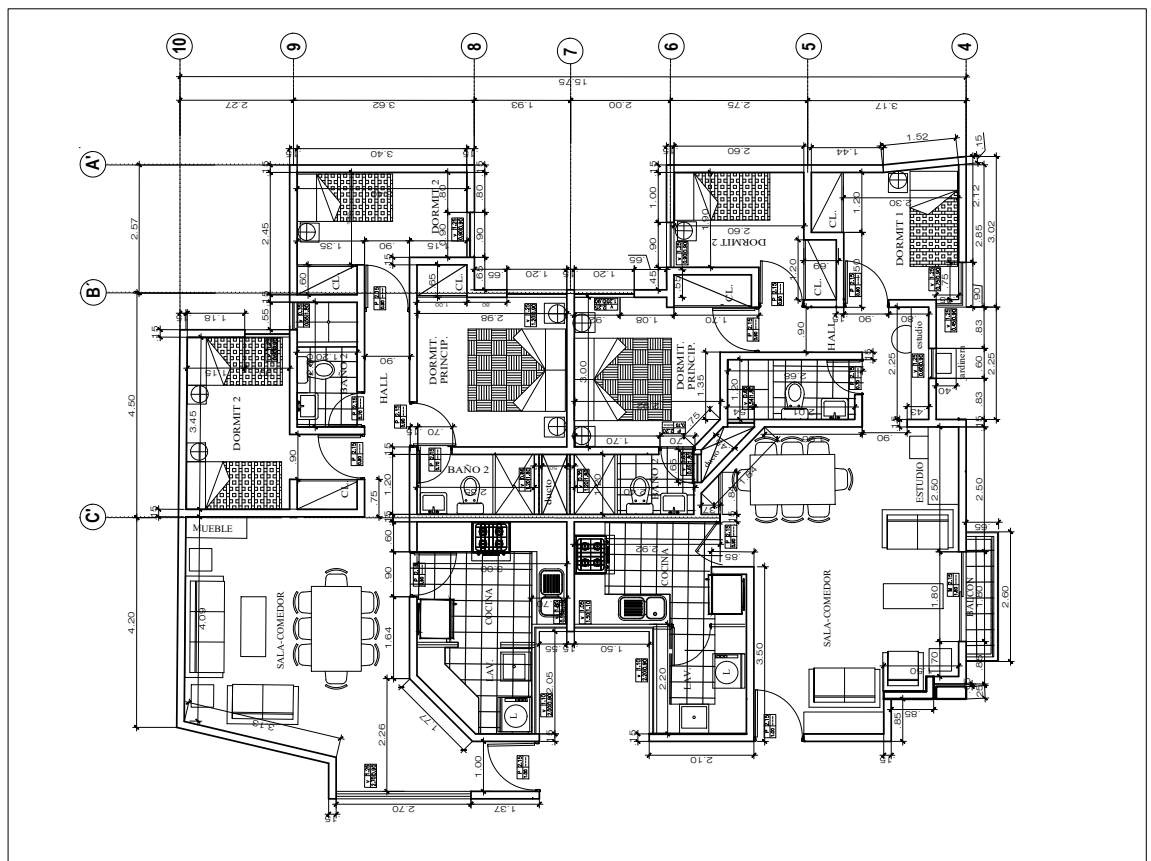


Figura 3.4: Vista en planta de la arquitectura del Bloque B

3.2.2. Normativa utilizada

Para el diseño de la edificación se dispuso de las siguientes normativas:

1. NTE E-020 (Cargas.)
2. NTE E-030 (Diseño Sismorresistente actual (E.030-2016))
3. NTE E-060 (Concreto Armado.)

3.2.2.1. Cargas y Sobrecargas de Uso R.N.E. E.020

Para efectos de la presente investigación se consideran las siguientes cargas y sobrecargas:

- Cargas Permanentes: Corresponden a los pesos propios de los elementos estructurales, calculados automáticamente por el software Etabs, a excepción de los pesos propios de las losas aligeradas (ladrillos) que serán calculados en forma independiente e ingresados manualmente.
- Sobrecargas de Uso: Corresponden a las cargas originadas de acuerdo al uso que tendrá la estructura, ésta se obtiene mediante la normativa reguladora mencionada.
- Carga Sísmica: Corresponde a la carga originada producto de la acción sísmica, ésta se obtiene de acuerdo a lo dispuesto en la actual norma de Diseño Sísmico E-030, específicamente a través de su espectro de diseño y/o un análisis tiempo-historia.

Así tenemos las siguientes cargas de acuerdo a la normativa:

Carga muerta:

El peso de losa aligerada según la Norma E020 se da a continuación:

- Peso de losas aligeradas ($t=20\text{cm}$) = 300 kgf/m²
Como el software nos da los pesos de las losas (mas no del ladrillo) hacemos el siguiente cálculo (Figura 3.5):

El volúmen de concreto en 1 m² de losa aligerada será:

$$V_{c^{\circ}} = \frac{VH + e(A + V)}{100(A + V)} \left[\frac{m^3}{m^2} \right] \quad (3.2.1)$$

Para valores determinados como: $A = 30\text{cm}$, $V = 10\text{cm}$, $e = 5\text{cm}$

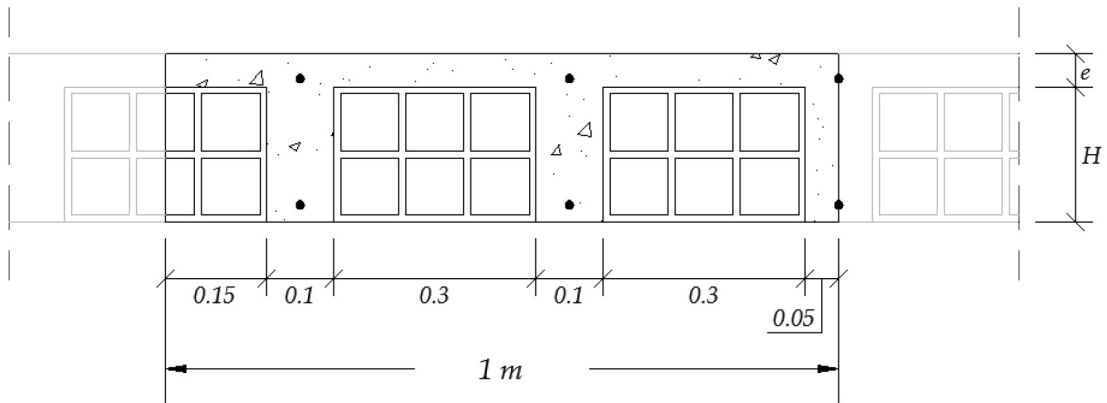
$$V_{c^{\circ}} = 0.05 + 0.25H \left[\frac{m^3}{m^2} \right]$$

En este caso la losa es de 20cm de espesor por tanto $H=0.15\text{m}$

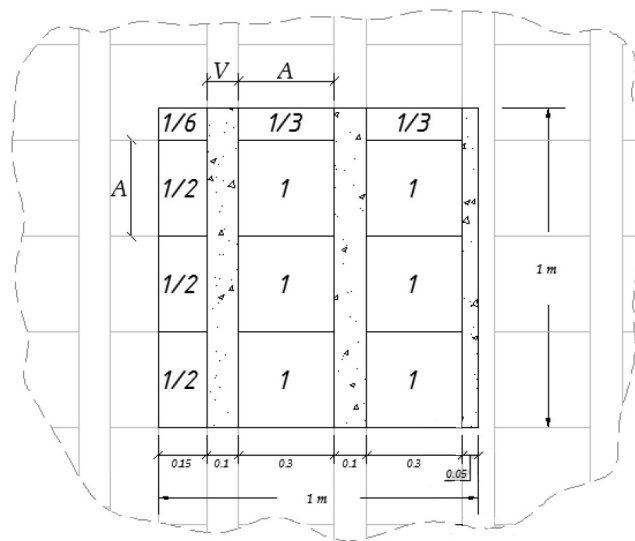
$$V_{c^{\circ}} = 0.05 + 0.25(0.15) \left[\frac{m^3}{m^2} \right]$$

$$V_{c^{\circ}} = 0.0875 \left[\frac{m^3}{m^2} \right]$$

Para calcular el peso por unidad de área del concreto en la losa aligerada, multiplicamos el volumen por su peso específico:



(a) Elevación de una losa aligerada



(b) Planta de una losa aligerada

Figura 3.5: Vista en planta y Elevación de la losa aligerada. Fuente [27]

$$W_{c^{\circ}} = 0.0875 * 2400 \left[\frac{m^3}{m^2} \right] \left[\frac{Kg}{m^3} \right]$$

$$W_{c^{\circ}} = 210 \left[\frac{Kg}{m^2} \right]$$

Teniendo en cuenta el primer párrafo del peso de losa aligerada de 20cm según la Norma E020, descontamos el peso del concreto para hallar el peso de los ladrillos:

$$W_{ladrillo} = (300 - 210) \left[\frac{Kg}{m^2} \right]$$

$$W_{ladrillo} = 90 \left[\frac{Kg}{m^2} \right]$$

Acabados (con falso piso): 20 kg / m2 por centímetro de espesor (usualmente 5 cm)

- Acabados de piso = 100 kgf/m2

Para los muros estructurales y tabiques construidos con ladrillos de arcilla o silicocalcáreos, puede emplearse las siguientes cargas de peso propio, expresadas en kilogramos por metro cuadrado de área del muro, por centímetro de espesor del muro, incluyendo

el tarrajeo:

Unidades Sólidas o con pocos huecos (para muros portantes): 19 kg / (m² x cm)

Unidades Huecas Tubulares (Pandereta, para tabiques): 14 kg / (m² x cm)

Para nuestro caso el espesor de muro es de 15cm y tienen una altura de 2.45 m por tanto:

$$w = 14 * 15 * 2.45$$

$$w = 514.5 \text{ Kg/m}$$

Según la Tabla 3.2 obtenemos la carga equivalente en Kg/m²

TABLA 2.3 DE LA NORMA E-020	
Peso del Tabique (kg / m)	Carga Equivalente (kg / m ²)
74 o menos	30
75 a 149	60
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270
700 a 849	330
850 a 1000	390

Tabla 3.2: Tabla de pesos equivalentes. Fuente [26]

- Tabiquería: 210kg/m²

Por lo tanto tenemos una sumatoria respectiva de todas estas cargas para las losas aligeradas.

$$\text{C.M. de entrepisos} = 100 + 210 + 90 = 400 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{C.M. de azotea} = 100 + 90 = 190 \text{ kg/m}^2$$

Sobre cargas:

- Corredores y escaleras = 200 kgf/m²
- Cuartos (vivienda) = 200 kgf/m²
- Azoteas = 100 kgf/m²

3.2.2.2. Consideraciones sismorresistentes R.N.E. E.030-2016

La Norma actual establece requisitos mínimos para que las edificaciones tengan un adecuado comportamiento sísmico con el fin de reducir el riesgo de pérdidas de vidas y daños materiales. El proyecto y la construcción de edificaciones se desarrollaron con la finalidad de garantizar un comportamiento que haga posible:

- Resistir sismos leves sin daños.
- Resistir sismos moderados considerando la posibilidad de daños estructurales leves.

- Resistir sismos severos con posibilidad de daños estructurales importantes, evitando el colapso de la edificación.

Para el cálculo de la fuerza cortante, fuerzas laterales equivalentes y demás factores para el análisis sísmico se tendrá en cuenta los siguientes factores:

1. Zonificación:

La zonificación detallada en el Capítulo 2, Sección 2.1 de la actual Norma E.030 se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en información geotécnica.

El territorio nacional se encuentra dividido ahora en cuatro zonas a diferencia de la antigua norma que dividía solo en tres, a cada zona se le asigna un factor Z. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal del terreno en un suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

La zona donde está ubicada la edificación según la zonificación de la norma E.030-2016 es la Zona 3 de acuerdo a la Tabla del Anexo N°01 de la zonificación sísmica del DECRETO SUPREMO N° 003-2016-VIVIENDA [24] y su factor de zona es $Z=0.35$ tal y como muestra la Figura 3.6 a diferencia de la antigua que consideraba el factor $Z=0.3$.

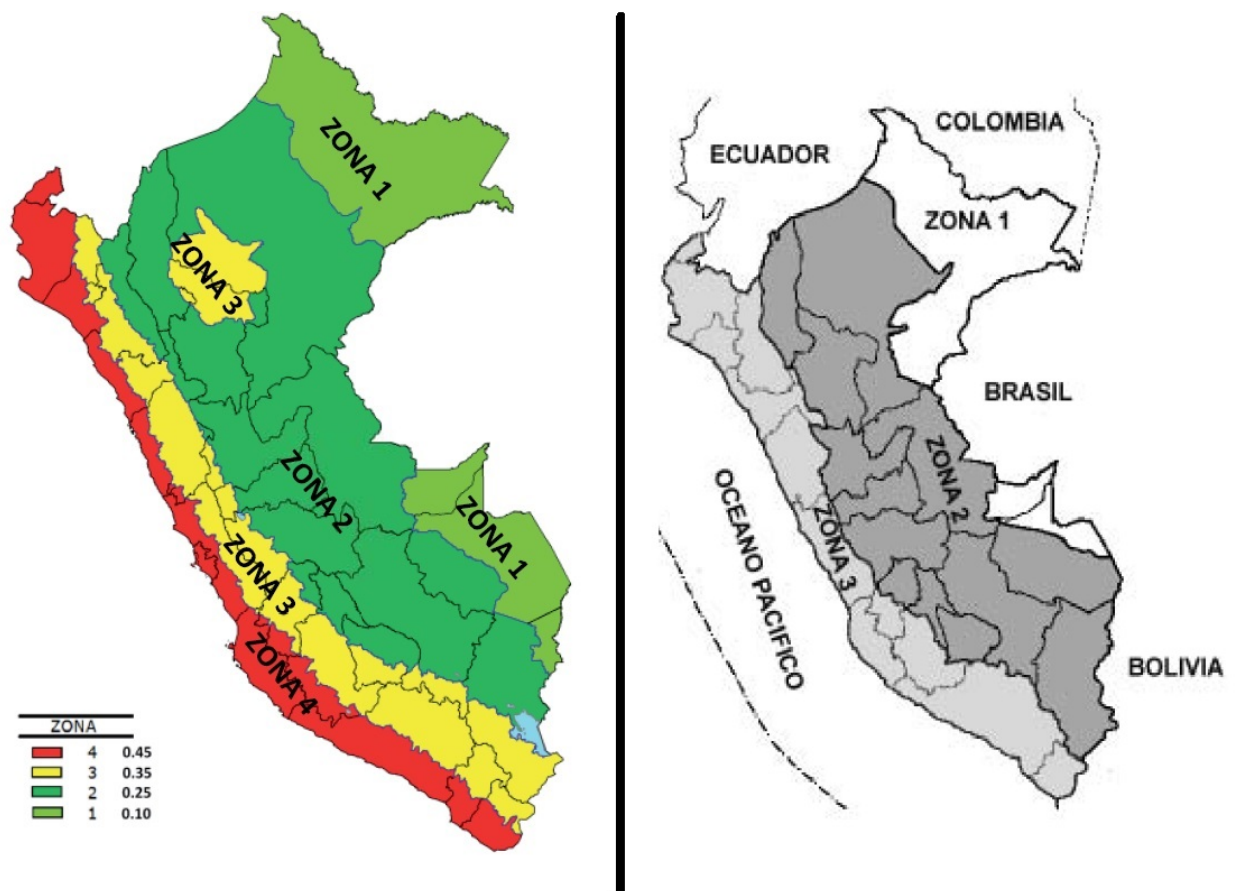


Figura 3.6: Mapa sísmico del Perú. Fuente [24]

2. Perfil del Suelo:

Manifestada en la Sección 2.3 de la Norma, hace mención a los perfiles del suelo, que en este caso, detallado en la sección anterior de esta investigación, se deduce que según a las características del perfil del suelo considerado en el Expediente Técnico, éste se cataloga como suelo rígido de acuerdo a las Tablas mostradas en la Figura 3.7.

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
	Z ₄	0,80	1,00	1,05
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla N° 4 PERÍODOS "T _P " Y "T _L "				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Figura 3.7: Perfiles de suelo. Fuente [24]

Donde:

\bar{V}_s : Es la Velocidad promedio de las ondas de corte.

\bar{N}_{60} : Es el promedio ponderado de Ensayo de Penetración Estandar (SPT) considerando solamente cuando existe suelos granulares en 30m superiores al perfil.

\bar{S}_u : Es el promedio ponderado de la Resistencia al Corte en condición no Drenada considerando solamente cuando existe suelos cohesivos en 30m superiores al perfil.

T_P: Periodo límite de la meseta.

T_L: Periodo de inicio de la cedencia.

T: Periodo fundamental de la estructura.

3. Factor de amplificación sísmica:

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo. De acuerdo a las características de sitio, se

define el factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$T < T_P \rightarrow C = 2.5 \tag{3.2.2}$$

$$T_P < T < T_L \rightarrow C = 2.5 \left(\frac{T_P}{T} \right) \tag{3.2.3}$$

$$T_L < T \rightarrow C = 2.5 \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2} \right) \tag{3.2.4}$$

4. Categoría de la edificación:

De acuerdo al Capítulo 3, Sección 3.1 de la Norma E.030-2016, cada estructura debe ser clasificada de acuerdo a la categoría de uso de la edificación, se está considerando para el presente análisis U=1.0 en condordancia con la Tabla 3.3.

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"			Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud .	Ver nota 1	B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.	1,3
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.	1,5		C Edificaciones Comunes	
	Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.		D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Tabla 3.3: Factor de importancia. Fuente [24]

5. Sistemas estructurales:

La Sección 3.2 de la Norma E.030 nos menciona que de acuerdo a la categoría de la edificación y la zona donde se ubique, ésta deberá proyectarse empleando el sistema

estructural que se indica en la Tabla 3.4 y respetando las restricciones a la irregularidad que se indicará posteriormente.

Tabla N° 6 CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES			Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural	B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.			
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.	C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.
A2 (*)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.			
	1	Cualquier sistema.			

Tabla 3.4: Sistema estructural impuesto por la Norma. Fuente [24]

6. Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_0):

Según la clasificación que se haga de una edificación se usará un coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R_0) teniendo en consideración la Tabla 3.5.

De acuerdo a la Sección 3.4 de la Norma E.030-2016, los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente predominante en cada dirección de análisis, tomando el menor valor de R_0 cuando en la dirección de análisis la edificación presente más de un sistema estructural.

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

Tabla 3.5: Coeficiente básico de reducción sísmica. Fuente [24]

En consecuencia de las menciones anteriores y definidos los sistemas estructurales en los planos y detalles del bloque mencionado en el Expediente Técnico adoptamos un valor de:

$$R_{0X} = 3$$

$$R_{0Y} = 3$$

7. Regularidad Estructural:

Sección 3.5 de la Norma E.030, menciona que las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares para los fines siguientes:

- Cumplir las restricciones que impone la Norma en la Tabla 3.6.

Tabla N° 10 CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

Tabla 3.6: Categoría y regularidad de edificaciones

- Establecer los procedimientos de análisis.
- Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas mencionado en la Sección 3.8 de la referida Norma dada por:

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p \quad (3.2.5)$$

Los demás parámetros para el diseño sísmico de la edificación se consideran las mismas en referencia a la Norma E.030-2006 ya que no sufrieron ningún cambio.

3.2.2.3. Combinación de cargas según R.N.E. E-060

De acuerdo a la Norma, establece las siguientes combinaciones de los estados de carga, para el diseño por carga y resistencia:

- COMB1 = 1.4 D + 1.7 (L+azotea)
- COMB2 = 1.25 (D + L + azotea) + Sx
- COMB3 = 1.25 (D + L + azotea) - Sx

- $\text{COMB4} = 1.25 (D + L + \text{azotea}) + S_y$
- $\text{COMB5} = 1.25 (D + L + \text{azotea}) - S_y$
- $\text{COMB6} = 0.9 D + S_y$
- $\text{COMB7} = 0.9 D - S_y$
- $\text{COMB8} = 0.9 D + S_x$
- $\text{COMB9} = 0.9 D - S_x$

Según lo anterior la norma de diseño sísmico E.030, entrega las siguientes características a considerar en el análisis:

- a) Según la zonificación sísmica, éste se ubica en la Zona 3 ($Z=0.35$) Tabla 3.6.
- b) Según tipo de suelo de fundación, éste está ubicado en un suelo tipo S_1 Tabla 3.7.
- c) Según la clasificación de edificios y estructuras de acuerdo a su importancia, uso y riesgo de falla, éste se clasifica en un edificio categoría C ($U=1$) Tabla 3.3.
- d) De acuerdo a la clasificación de edificios y sistema estructural de la misma (albañilería confinada) un factor básico de reducción $R_0 = 3$ para ambas direcciones Tabla 3.5.

Con los enunciados anteriores se procede a detallar las secciones utilizadas en esta edificación (Utilizados del expediente técnico).

Elementos estructurales:

- Espesor de losa aligerada: 0.20 m en entrepisos y de 0.20m en azotea.
- Sección de vigas sentido: "X" 0.15x0.40 y 0.25x0.20
- Sección de vigas sentido: "Y" 0.15x0.40, 0.25x0.20 y 0.25x0.60
- Sección de vigas de borde: 0.10 x0.20
- Sección de columnas y placas:
 - Columna 1=0.15x0.40
 - Columna 2=0.15x0.75
 - Columna 3=0.15x0.55
 - Columna 4=0.15x0.65
 - Columna 5=0.15x0.30
 - Columna 6=0.15x0.80
 - Columna 7=0.15x0.100
 - Placa L =0.45x0.85x0.15
 - Placa L =1.00x0.45x0.15

3.3. Modelamiento para el análisis.

3.3.1. Modelo Estructural.

Teniendo en cuenta el objetivo del trabajo, vamos a analizar dicho Bloque por separado ya que estos cuentan con juntas de separación, la cual hace que trabajen independientemente, se le incorporará Amortiguadores de Masa Sintonizados a la estructura de cinco niveles formados por planos verticales resistentes de hormigón armado, con configuración de planta asimétrica y altura de entrepiso igual a 2.65 metros. El sistema sismo resistente es en base a muros de albañilería confinada a placas y columnas, y vigas peraltadas. El esquema de la estructuración del Bloque B se muestra en la Figura 3.8.

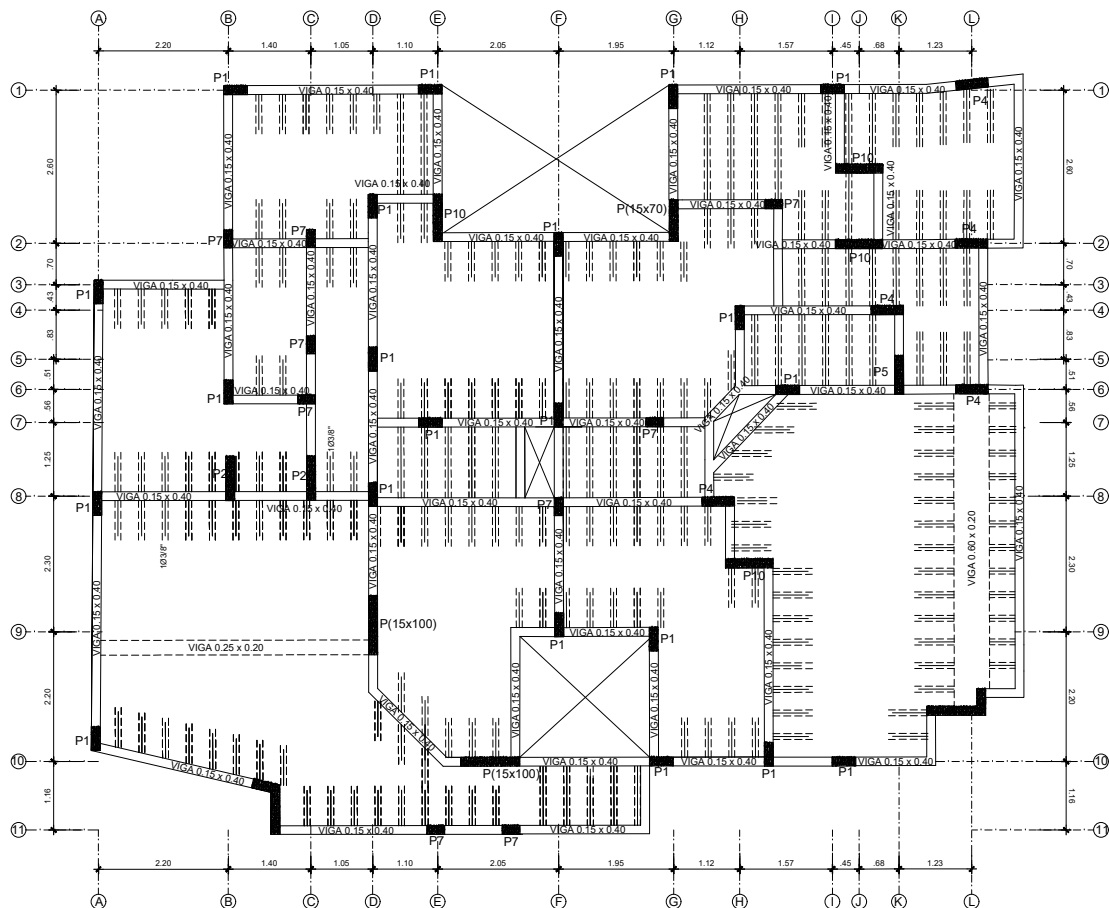


Figura 3.8: Estructuración del Bloque B

3.3.2. Consideraciones para el análisis estructural.

En concordancia con lo especificado en la norma ACI y lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones (Normas E-060, E-030, E-020), el presente proyecto está

basado en el método de diseño por resistencia.

El diseño por resistencia presenta la ventaja de que los factores de seguridad de los elementos analizados puede ser determinado. El código ACI así como el Reglamento Nacional de Edificaciones, introducen los factores de seguridad en el diseño a través de la amplificación de cargas de servicio y la reducción de la resistencia teórica del elemento analizado.

Las cargas de servicio se estiman haciendo uso de los códigos, reglamentos o normas y el análisis estructural se hace bajo la hipótesis de un comportamiento elástico de la estructura. El código del ACI y el Reglamento Nacional de Edificaciones, clasifican las cargas en: permanentes, sobrecarga, sismos, viento, empuje del suelo, proponiendo expresiones para calcular la carga última de diseño. Las expresiones que permiten determinar la carga última se denominan combinaciones de cargas, de acuerdo a las solicitaciones que actúan sobre un elemento, se propone un juego de combinaciones. Se evaluará cada una de ellas y se desarrollará el diseño haciendo uso de las solicitaciones más críticas.

Simultáneamente a la amplificación de las cargas de servicio, el código propone la reducción de la resistencia teórica de los elementos de concreto armado como un medio para incrementar el factor de seguridad del diseño. La resistencia teórica o nominal de una pieza es la determinada haciendo uso de los principios presentados en el Reglamento Nacional de Edificaciones y el código del ACI. La naturaleza misma del concreto armado y fundamentalmente su procedimiento constructivo generan que la resistencia calculada teóricamente, no sea igual a la verificada en la realidad.

3.4. Método de análisis.

El análisis ha sido efectuado mediante una serie de cálculos de las estructuras propuestas sobre el programa Etabs 2015. Dicho programa permite el control de la exactitud del cálculo mediante el método de elementos finitos de la estructura con condición inexcusable para garantizar la validez de la idealización analizada en toda la estructura. La edificación se idealiza como un ensamblaje de vigas, columnas y sistemas de muros, con diafragmas horizontales de piso que le brinden rigidez. La integración de las fuerzas internas del elemento finito en cuanto a fuerzas y momentos, está completamente automatizado, de tal manera que produce el equilibrio completo para las fuerzas aplicadas a las estructuras. Las formulaciones de columnas, viga y muros incluyen efectos de flexión, carga axial y deformaciones por corte.

Las formas de modos y frecuencia, factores de participación modal y porcentajes de participación de masas son evaluados por el programa. Se considera una distribución de masas y rigideces adecuadas para el comportamiento dinámico. Se utiliza en el

3.4. Método de análisis.

programa un modelo de masas concentradas en cada nudo considerando 03 grados de libertad en cada uno de ellos. La cual evalúa 02 componentes ortogonales de traslación horizontal y una componente de rotación.

Estando ya en el software iniciamos con las definiciones de materiales y secciones tal como se muestran las siguientes imágenes.

Basándonos en las características generales de la edificación mencionadas en la Sección 3.1 de esta presente tesis se hace las definiciones correspondientes.

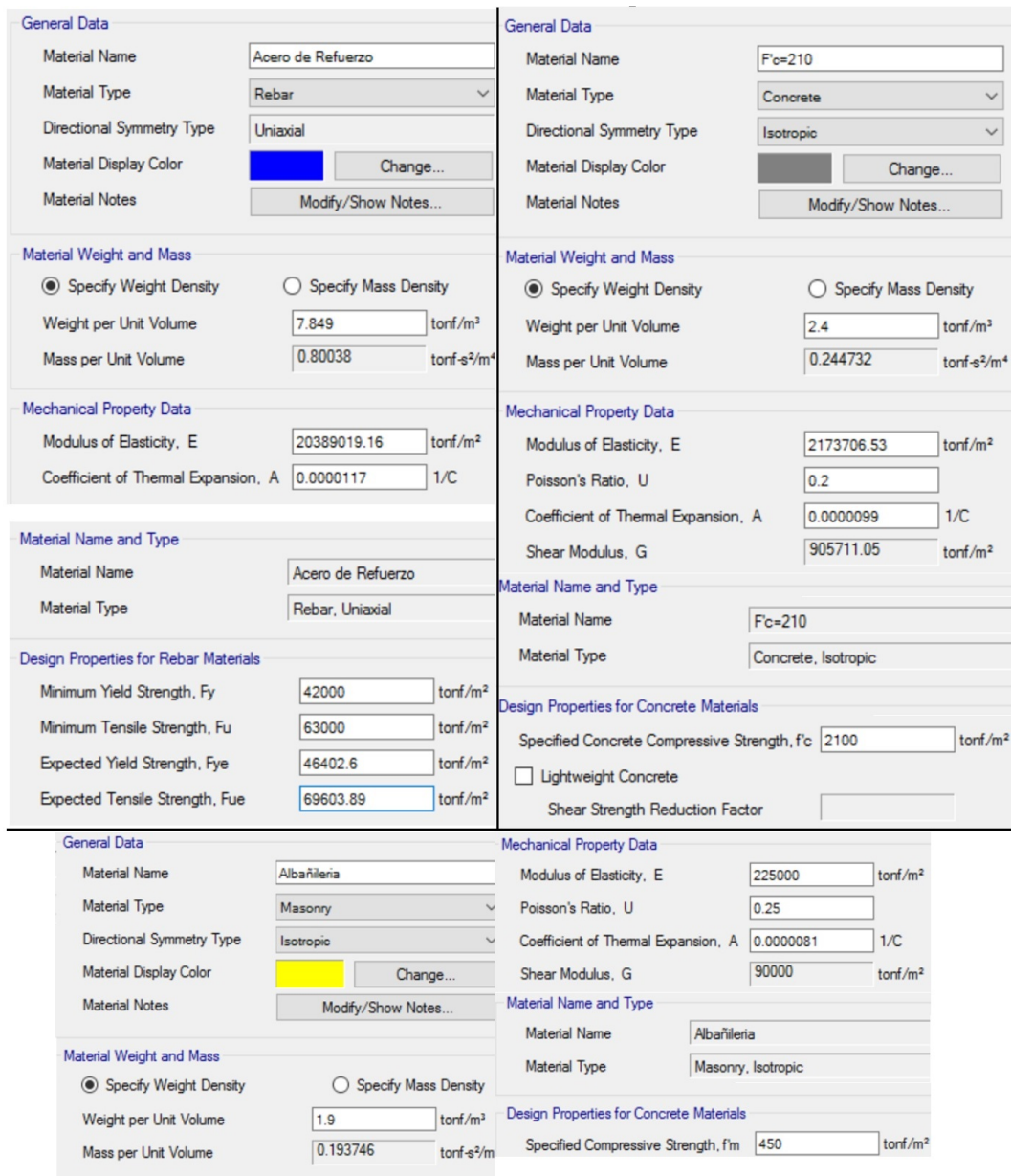


Figura 3.9: Definición de materiales para iniciar el modelo

Las propiedades de los elementos área y barra se muestran en la Figura 3.9.

Por el aporte estructural que tienen los muros de albañilería confinada se define el material a usarse y el espesor del muro teniendo en cuenta siempre las normativas del RNE E.070, para definir el módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión de la albañilería (f'm) Figura 3.9.

3.4. Método de análisis.

Con la intención de no crear conflictos de cálculo en el software por el reconocimiento de ejes locales en elementos Slab-Ribbed (Losa aligerada armada en una dirección) usaremos dos tipo de losa aligerada debido a la configuración que tiene el plano de estructuras en el Expediente Técnico.

Se hará el uso de elementos del tipo Shell-Thin por ser de espesores pequeños indicando que el material a utilizar para su diseño y análisis en el modelamiento es el concreto de $f' = 210 \text{Kg/cm}^2$ y asignando a cada losa aligerada una dirección de armado en sus ejes locales correspondientes definidos por defecto por el Software tal y como se muestra en la Figura 3.10.

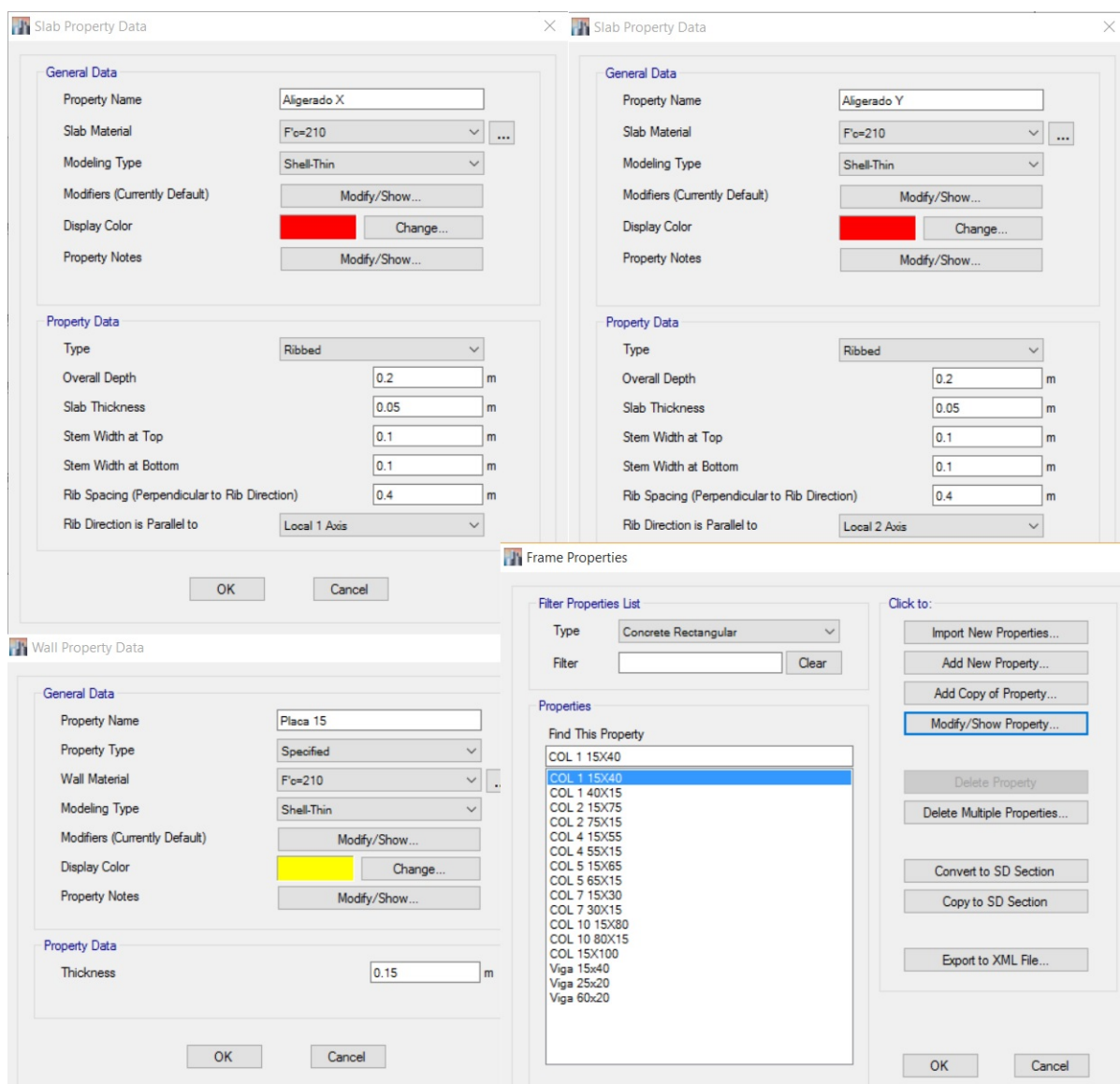


Figura 3.10: Propiedades de la losa aligerada, muros de corte, columnas y vigas

Realizadas las definiciones hechas por el usuario a partir de las consideraciones tomadas en cuenta con respecto a los enunciados anteriores del proceso del modelamiento se

procede a dibujar la estructura para su posterior análisis y verificación de resultados.

3.5. Análisis Estático.

El Análisis Estático mencionado por la NTE-E.030 en la Sección 4.5 representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel de la edificación teniendo en cuenta el tipo de suelo para poder definir la altura total a ser estudiada para la posterior aplicación de cada fuerza en cada nivel. Este Análisis Estático se realizará para todas las edificaciones debido a que se requiere comparar las Fuerzas Cortantes con el Análisis Dinámico según se menciona en la Sección 4.6.4 de la Norma E030-2016.

Se ha procedido a definir los Patrones de Carga para poder indicar las combinaciones de carga que utilizará Etabs para definir el Peso sísmico de la edificación según menciona la Norma E030 en la Sección 4.3. Posterior a ello se define los casos de carga para los patrones definidos para disponer las fuerzas horizontales en cada nivel tal y como se menciona en la Sección 4.5.3 de la Norma y se asigna a cada elemento Slab con cargas distintas de entrepiso y losa del techo Figura 3.11.

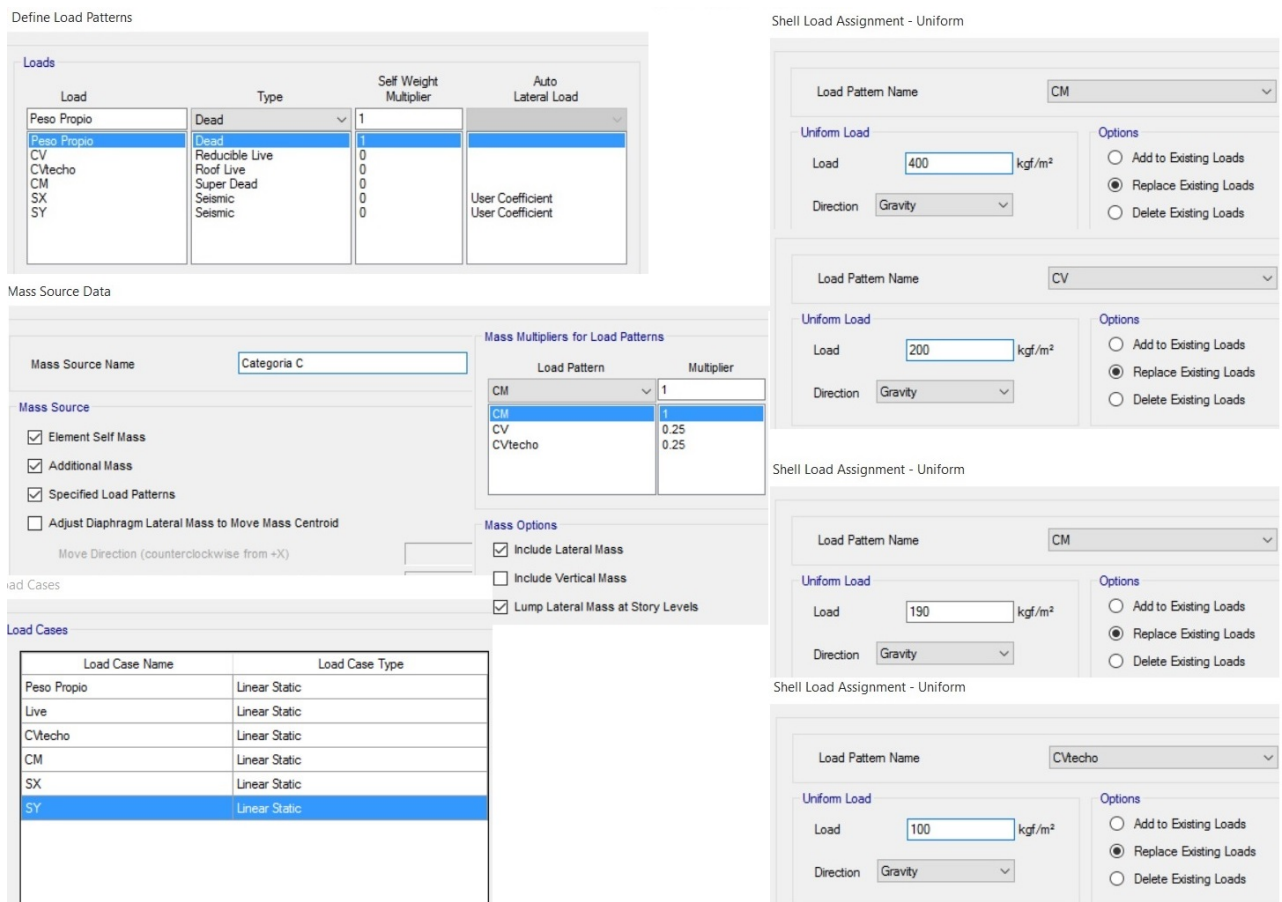


Figura 3.11: Masa y cargas para un análisis Sísmico Estático

La norma menciona los sistemas estructurales como son: acero, otras de estructuras

de acero, concreto armado, albañilería armada o confinada y madera. En nuestro caso estamos en el sistema estructural de albañilería confinada para ambas direcciones "X" y "Y" Tabla 3.5.

Por otro lado nos advierte que todos los puntos de los diafragmas de entrepisos y techos deben desplazarse iguales, por tanto deberán comportarse como un diafragma rígido (Sección 4.2 de la Norma).

Una vez realizada todas las asignaciones se procede a verificar el modelamiento para descartar fallas en dibujo, traslapes o cercanías de elementos "Frame-Joint" o "Frame-Shell" y a continuación se muestra en el Software que no tiene ningún mensaje de peligro; por tal motivo se hacen las asignaciones mostradas en la Figura 3.12:

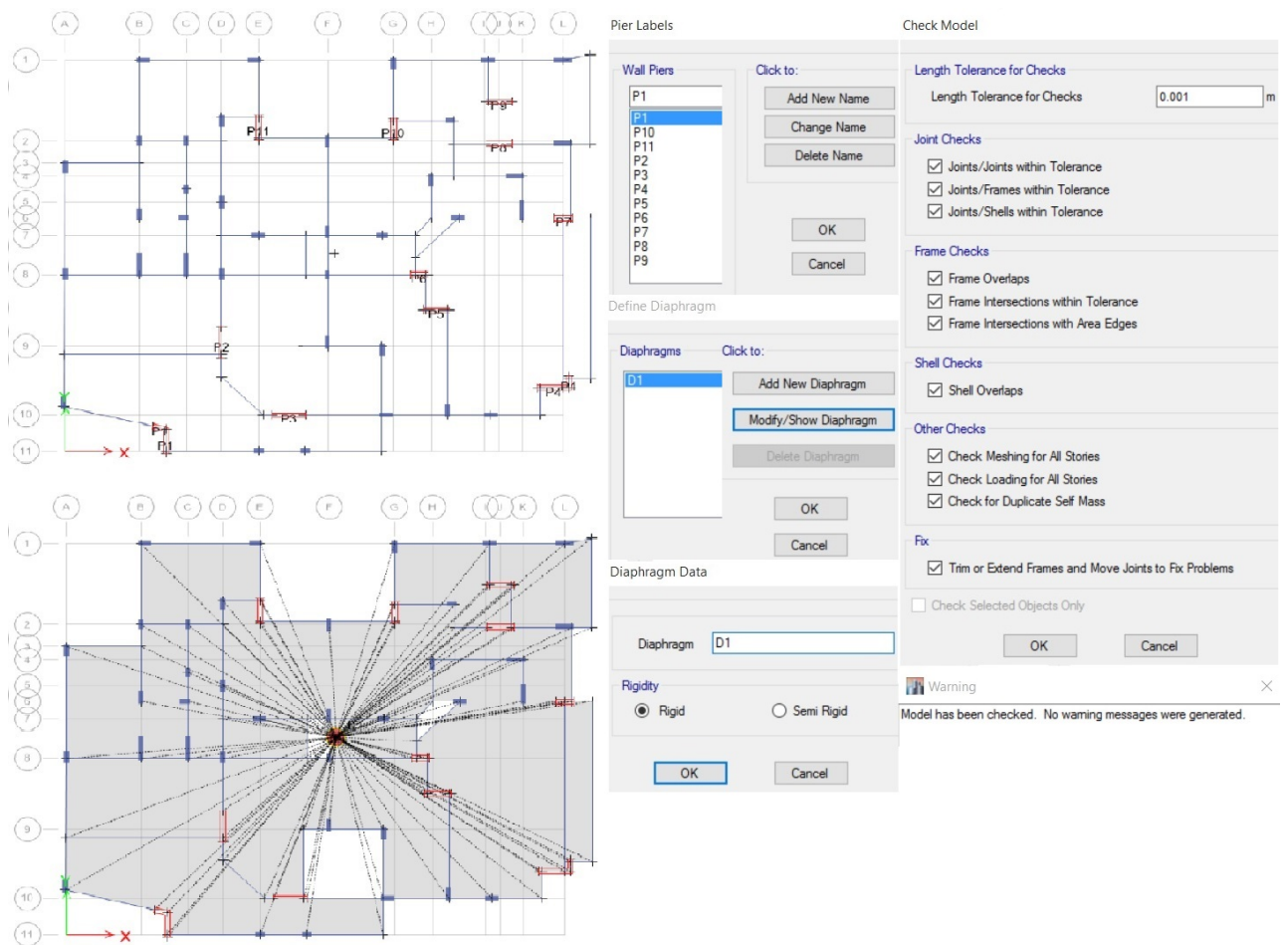


Figura 3.12: Asignación de Muros de corte y Diafragma Rígido

El esfuerzo de corte basal de acuerdo a la norma E-030 esta dado por:

$$V = \frac{ZUCS}{R} * P; \quad \text{donde : } \frac{C}{R} \geq 0.125 \quad (3.5.1)$$

3.5.1. Irregularidades en planta y altura.

Para uso del Factor "R" se demuestra que la edificación es irregular y por tanto el factor R_0 es afectado por los coeficientes de irregularidad mencionados en la Sección 3.6 de

la Norma E.030-2016, se tiene:

Si existen dos o más irregularidades en altura o planta, se elegirá el menor del I_a (Irregularidad en altura) o I_p (Irregularidad en planta)

3.5.1.1. Irregularidad en Altura.

La norma menciona las siguientes irregularidades:

- Irregularidad de piso blando:

$$Desplaz_{i-1} > 1.4Desplaz_i \tag{3.5.2}$$

$$Desplaz_{i-1} > 1.25 \left(\frac{Desplaz_i + Desplaz_{i+1} + Desplaz_{i+2}}{3} \right) \tag{3.5.3}$$

Si se cumple con las expresiones mencionadas se usará: $I_a=0.75$

A partir de la Ecuación 3.5.2 obtenemos el siguiente cuadro:

PISO	Drift X	1.4*(Drift X)
Story5	0.000616	0.0008624
Story4	0.000795	0.001113
Story3	0.00089	0.001246
Story2	0.00096	0.001344
Story1	0.000688	0.0009632

PISO	Drift Y	1.4*(Drift Y)
Story5	0.000743	0.0010402
Story4	0.001025	0.001435
Story3	0.001192	0.0016688
Story2	0.001331	0.0018634
Story1	0.000993	0.0013902

Haciendo mención a la Ecuación 3.5.3 se obtiene el siguiente cuadro:

PISO	Drift X	1.25*(Prom 3 sup)
Story5	0.000616	0.00095875
Story4	0.000795	0.001102083
Story3	0.00089	
Story2	0.00096	
Story1	0.000688	

PISO	Drift Y	1.25*(Prom 3 sup)
Story5	0.000743	0.001233333
Story4	0.001025	0.001478333
Story3	0.001192	
Story2	0.001331	
Story1	0.000993	

Se deduce por la Ecuación 3.5.3 que existe irregularidad de piso blando mostrado en el cuadro anterior.

■ **Irregularidad Extrema de Rigidez-Piso Blando:**

$$Desplaz_{i-1} > 1.6Desplaz_i \tag{3.5.4}$$

$$Desplaz_{i-1} > 1.4 \left(\frac{Desplaz_i + Desplaz_{i+1} + Desplaz_{i+2}}{3} \right) \tag{3.5.5}$$

Si se cumple con las expresiones mencionadas se usará: Ia=0.50

De la Ecuación 3.5.4 obtenemos el siguiente cuadro:

PISO	Drift X	1.6*(Drift X)
Story5	0.000616	0.0009856
Story4	0.000795	0.001272
Story3	0.00089	0.001424
Story2	0.00096	0.001536
Story1	0.000688	0.0011008

PISO	Drift Y	1.6*(Drift Y)
Story5	0.000743	0.0011888
Story4	0.001025	0.00164
Story3	0.001192	0.0019072
Story2	0.001331	0.0021296
Story1	0.000993	0.0015888

Haciendo mención a la Ecuación 3.5.5 se obtiene el siguiente cuadro:

PISO	Deriva X	1.4*(Prom 3 sup)
Story5	0.000616	0.0010738
Story4	0.000795	0.001234333
Story3	0.00089	
Story2	0.00096	
Story1	0.000688	

PISO	Deriva Y	1.4*(Prom 3 sup)
Story5	0.000743	0.001381333
Story4	0.001025	0.001655733
Story3	0.001192	
Story2	0.001331	
Story1	0.000993	

Se deduce por la Ecuación 3.5.5 que no existe irregularidad de rigidez extrema mostrado en el cuadro anterior.

■ **Irregularidad de Masa o Peso:**

$$P_{i-1} > 1.5P_i \quad (3.5.6)$$

$$P_{i-1} > 1.5P_{i-2} \quad (3.5.7)$$

Si se cumple con las expresiones mencionadas se usará: $I_a=0.90$

A partir de estas ecuaciones se obtiene el siguiente cuadro:

PISO	Masa	1.5*Masa
Story5	121.477	182.2155
Story4	195.8884	293.8326
Story3	195.8891	293.83365
Story2	195.8891	293.83365
Story1	210.3239	315.48585

Deduciendo que no existe irregularidad con respecto a este ítem.

■ **Irregularidad Geométrica vertical:**

$$L_{i-1} > 1.3L_i$$

Si se cumple con las expresiones mencionadas se usará: $I_a=0.90$ pero se tiene plantas y alturas iguales ($H=2.65m$) así que no existe dicha irregularidad.

■ **Discontinuidad en los sistemas resistentes**

Se usará: $I_a=0.80$ pero se tiene continuidad de cada elemento estructural según los planos mostrados en los anexos así que no existe dicha irregularidad.

■ **Discontinuidad extrema en los sistemas resistentes**

Se usará: $I_a=0.60$ siempre y cuando se cumpla con el ítem anterior ya que éste depende directamente.

Se toma el menor valor de todas éstas irregularidades calculadas, por lo tanto:

$$I_a = 0.75$$

3.5.1.2. Irregularidad en Planta.

En el Reglamento Nacional de Edificaciones se menciona los siguientes párrafos.

- **Irregularidad Torsional:**

Según la Tabla N°11 de la Sección 5.2 de la Norma se demuestra que los desplazamientos no sobrepasan el 50 % del límite máximo para albañilería confinada (0.005) por tanto no existe dicha irregularidad.

PISO	Deriva X	Desp. Max.(cm)	50 % D.Perm X	Desp. CM (cm)	1.2*Desp.CM(cm)
Story5	0.000616	0.16324	0.6625	1.1974	1.43688
Story4	0.000795	0.210675	0.6625	1.0281	1.23372
Story3	0.00089	0.23585	0.6625	0.8044	0.96528
Story2	0.00096	0.2544	0.6625	0.5501	0.66012
Story1	0.000688	0.25112	0.9125	0.2704	0.32448

PISO	Deriva Y	Desp. Max.(cm)	50 % D.Perm Y	Desp. CM (cm)	1.2*Desp. CM(cm)
Story5	0.000743	0.196895	0.6625	1.3264	1.59168
Story4	0.001025	0.271625	0.6625	1.1522	1.38264
Story3	0.001192	0.31588	0.6625	0.9143	1.09716
Story2	0.001331	0.352715	0.6625	0.6374	0.76488
Story1	0.000993	0.362445	0.9125	0.3254	0.39048

- **Irregularidad Torsional Extrema**

Esta irregularidad se da siempre y cuando exista la irregularidad torsional.

- **Esquinas Entrantes:**

Ambas longitudes no deben exceder el 20 % de la longitud total y en la siguiente tabla se demuestra que no existe irregularidad.

	<i>Long. X</i>	<i>Long. Y</i>
<i>TOTAL</i>	15.6 m	12.54 m
<i>Esquina 1</i>	2.2 m	3.3 m
	14.10 %	26.32 %
<i>Esquina 2</i>	6.19 m	2.32 m
	39.68 %	18.50 %

- **Discontinuidad del Diafragma:**

Las aberturas no deberán sobrepasar el 50 % del total del diafragma rígido.

<i>Vacíos (m2)</i>	<i>Total Diaf (m2)</i>
22.5	195.624
Porcentaje:	11.50 %

No existe discontinuidad de diafragma.

- **Sistemas no paralelos**

En los planos de planta del Bloque en estudio se aprecia que existen elementos

estructurales no paralelos y según a las menciones de la Tabla N°09 de la Norma en vigencia, esta irregularidad se castiga por un factor de 0.9.

Como en el caso anterior y rigiéndonos a la Norma tomamos el menor valor de todas estas irregularidades calculadas, por lo tanto:

$$I_p = 0.90$$

Por las expresiones mencionadas se concluye que la edificación es irregular tanto en altura como en planta, por lo tanto se usa el valor de "R" obtenida por la Ecuación 3.2.5:

$$R = 3 * 0.75 * 0.90$$
$$R = 2.025$$

Para seguir con el procedimiento será necesario ver los modos de vibración para verificar que los primeros modos sean de traslación y el tercer modo de rotación para evitar torsiones elevadas y posteriores fallas en elementos estructurales.

3.6. Análisis dinámico.

El método dinámico indicado por la NTE-E.030 a ser usado en el presente análisis es el de superposición espectral y un análisis tiempo-historia.

El espectro de aceleraciones queda definido en función de la zonificación, perfil de suelo, la categoría y sistema estructural de la edificación, mientras que para el análisis tiempo-historia se usarán dos registros sísmicos (de larga y corta duración).

La NTE-E.030 establece dos criterios de superposición, el primero en función de la suma de los valores absolutos y la media cuadrática completa de valores (CQC).

En general resulta siempre más sencillo emplear el procedimiento dinámico. Bastará con usar el espectro de aceleraciones apropiado y elegir entre los dos criterios de superposición. Generalmente los programas de computación más difundidos tienen como alternativa de superposición la CQC, en tal caso se emplea con 5 % de amortiguamiento.

3.6.1. Análisis Modal Espectral

El análisis modal se refiere a la interacción entre la masa y la rigidez de la estructura considerando una vibración libre y por ser ésta una vibración libre tiene la característica de tener varios modos de vibración donde cada modo tiene un factor de porcentaje de masa participativa (aporte porcentual de cada modo de vibración).

El modelamiento consiste en superponer los modos de vibración fundamentales de la estructura, determinando para cada modo, mediante un espectro, el esfuerzo que le corresponde a dicha estructura. Finalmente superponer las respuestas de todos los modos y así encontrar el resultado final.

Teniendo en consideración que cada nivel o diafragma rígido tiene 3 grados de libertad se deduce que la estructura tendrá 15 modos de vibración. Figura 3.13

3.6. Análisis dinámico.

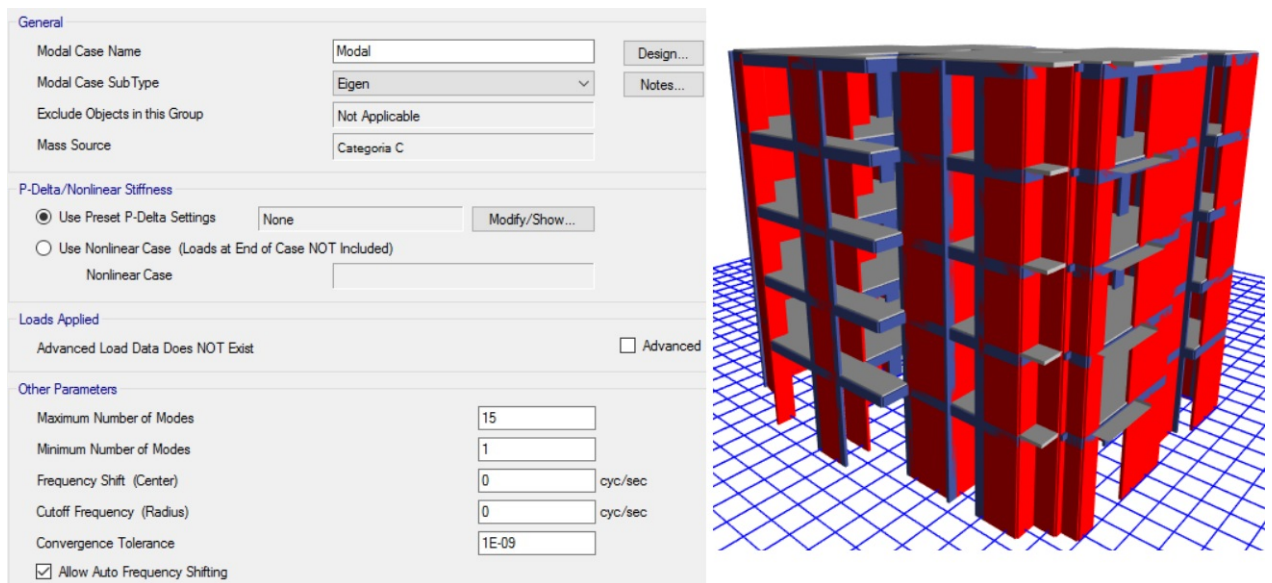


Figura 3.13: Casos del análisis modal

La Sección 4.6.1 de la NTE E.030 indica que se debe considerar un número mínimo de modos tal que la sumatoria del porcentaje de masa participativa en cada dirección de análisis sea de por lo menos el 90%. Notamos que para cumplir con este requisito mínimo hacen falta sólo 05 modos de vibración (Ver Tabla 3.7) lo cual conlleva a estar en el límite mínimo de modos de vibración a ser considerados para el análisis (03) mencionados en la Norma.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modal	1	0.306	0.003	0.7295	0	0.003	0.7295	0	0.2108	0.0015	0.1164	0.2108	0.0015	0.1164
Modal	2	0.282	0.828	0.0068	0	0.8311	0.7363	0	0.0012	0.2575	0.0013	0.212	0.259	0.1177
Modal	3	0.218	0.0046	0.1133	0	0.8357	0.8496	0	0.0314	0.0015	0.7378	0.2434	0.2605	0.8555
Modal	4	0.095	8.25E-06	0.1039	0	0.8357	0.9536	0	0.5731	0.0013	0.0156	0.8165	0.2619	0.8711
Modal	5	0.086	0.1279	0.0001	0	0.9636	0.9537	0	7.61E-06	0.6264	0.0014	0.8165	0.8883	0.8725
Modal	6	0.069	0.0006	0.0153	0	0.9642	0.969	0	0.0886	0.0038	0.0986	0.9051	0.8921	0.9711
Modal	7	0.052	0.0003	0.0187	0	0.9644	0.9876	0	0.0463	0.0004	0.0028	0.9514	0.8925	0.9739
Modal	8	0.046	0.0236	0.0001	0	0.988	0.9878	0	0.0005	0.0603	0.0001	0.9519	0.9528	0.974
Modal	9	0.039	0.0002	2.60E-03	0	0.9882	0.9903	0	0.0059	0.0003	0.0179	0.9577	0.953	0.992
Modal	10	0.036	0.0001	0.0059	0	0.9883	0.9962	0	0.0286	0.0003	0.0005	0.9863	0.9533	0.9925
Modal	11	0.032	0.0076	8.95E-07	0	0.9959	0.9962	0	2.33E-05	0.0337	8.05E-06	0.9863	0.987	0.9925
Modal	12	0.028	3.02E-05	0.0013	0	0.996	0.9975	0	0.0036	0.0001	0.0016	0.9899	0.9871	0.9941
Modal	13	0.027	0.0002	0.002	0	0.9962	0.9995	0	0.0084	0.001	0.0041	0.9983	0.9882	0.9981
Modal	14	0.024	0.0033	0.0001	0	0.9995	0.9996	0	0.0003	0.0104	4.97E-05	0.9987	0.9985	0.9982
Modal	15	0.021	0.0005	0.0004	0	1	1	0	0.0013	0.0015	0.0018	1	1	1

Tabla 3.7: Modos de vibración de la estructura sin AMS

En el cálculo del periodo fundamental de vibración de la edificación se verifica que el primer modo que es de traslación, tiene un porcentaje de participación modal en la dirección de traslación y una rotación casi al 50% de dicha traslación a comparación del segundo que sólo muestra traslación al igual que el tercer modo de vibración correspondiente a la rotación tal como se muestra en la Tabla 3.7.

Esta rotación en el primer modo se debe a la excentricidad que existe entre el Centro de Masa y el Centro de rigideces.

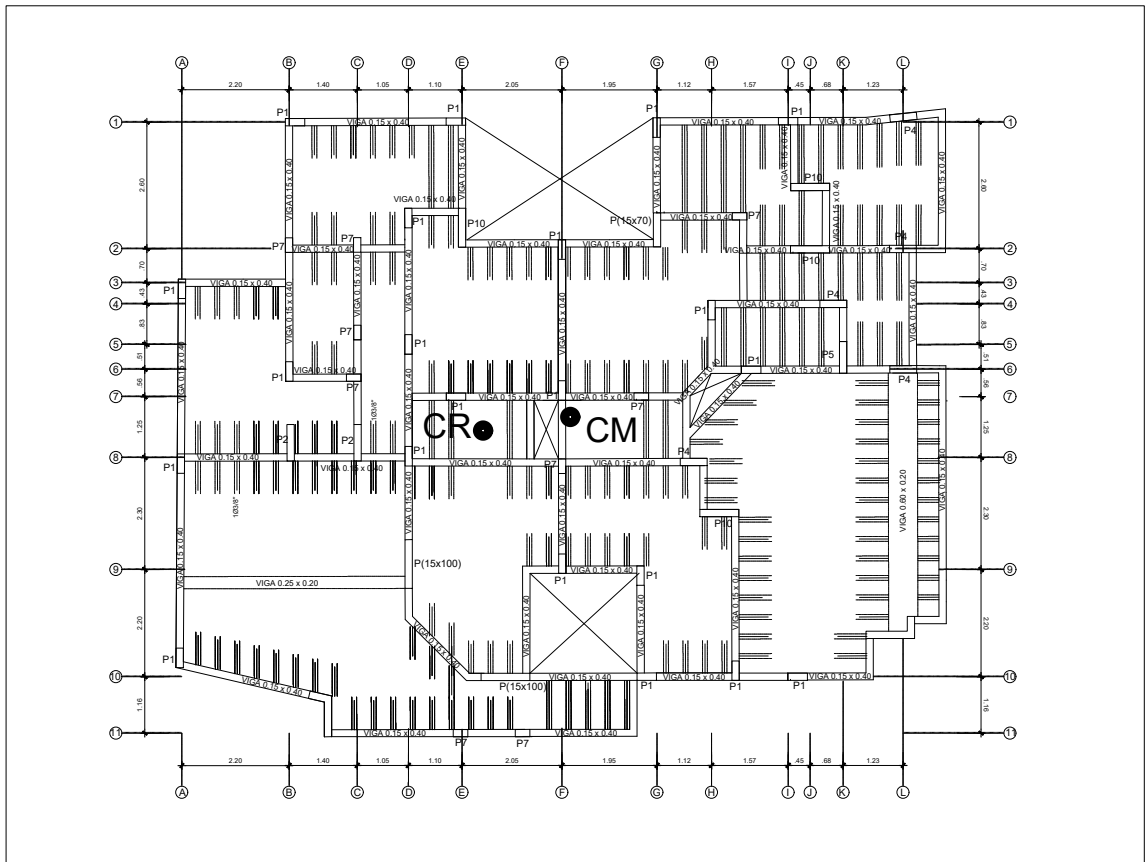


Figura 3.14: Ubicación del Centro de Masa y Centro de Rigidez en el último nivel

En la Tabla que se muestra a continuación se detallan las coordenadas del Centro de Masa y Centro de Rigideces de los diafragmas rígidos asignados en el modelamiento.

STORY	XCCM (m)	YCCM (m)	XCR (m)	YCR (m)
Story5	8.0276	6.4967	6.2306	6.1014
Story4	7.9958	6.5485	6.2639	6.2116
Story3	7.9958	6.5485	6.316	6.3341
Story2	7.9958	6.5485	6.3856	6.4066
Story1	7.9674	6.5553	6.4439	6.2431

Mientras que en la Figura 3.14 se observa la excentricidad que existe entre dichos puntos.

El motivo de dicha excentricidad es por la cantidad de elementos que rigidizan a la edificación existente en la parte izquierda con respecto a la zona opuesta. Este es un problema fundamental debido a la torsión que se genera en elementos estructurales y por ello es necesario utilizar un método de disipación de Energía para poder cambiar este modo de vibración mediante un AMS para poder reducir estas torsiones.

3.6. Análisis dinámico.

3.6.1.1. Espectro de Diseño.

Está definido por los parámetros de la Sección 4.6.2 de la Norma E-030 y son las siguientes:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} * g \quad (3.6.1)$$

El factor de amplificación C se determina para cada dirección de análisis, de acuerdo a la expresión de la Ecuación 3.2.2:

Los demás parámetros fueron calculados en la Sección 3.2.2.2 de la presente investigación.

De acuerdo con los datos de las tablas el espectro de diseño para la dirección de análisis "X" y "Y" se ilustra en la Figura 3.15:

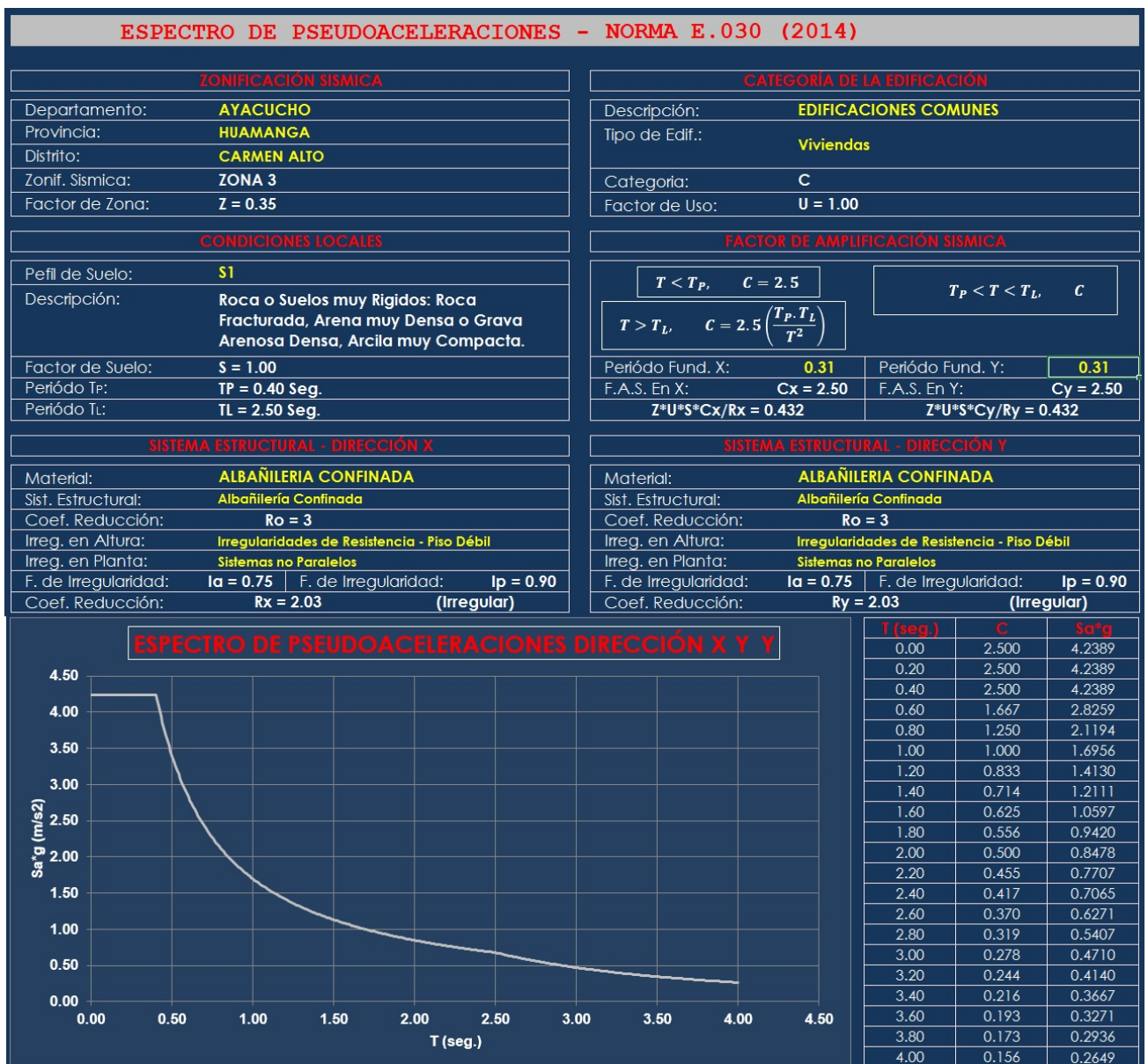


Figura 3.15: Espectro de pseudo-aceleraciones NTP E030 Dirección "X" y "Y"

3.6. Análisis dinámico.

Según a la Tabla 3.7 el periodo fundamental de vibración de la estructura es de 0.306, la cual interpolando en la tabla de la Figura 3.15 nos indica que el factor "C=ZUCS/R" en el Etabs para la dirección "X" y "Y" es de: 0.432 y de acuerdo a la Sección 4.5.3 de la Norma E.030 para periodos menores a 0.5 el exponente k será igual a la unidad. Figura 3.16

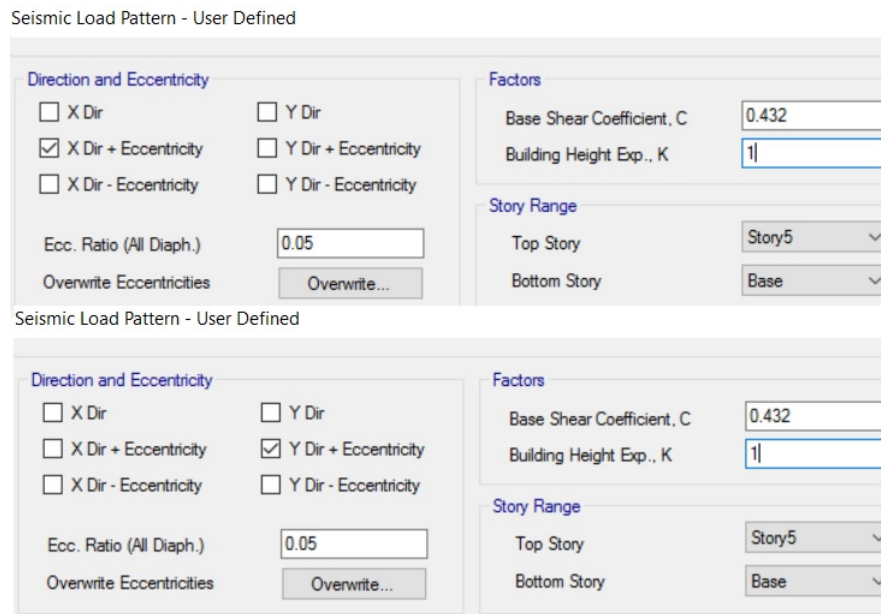


Figura 3.16: Definición de las cargas sísmicas estáticas

Mientras que para las definiciones de la respuesta espectral se hacen las definiciones de periodo y aceleraciones de acuerdo a la tabla mostrada en la Figura 3.15 y las asignaciones mostradas en la Figura 3.17 para una carga del tipo "Acceleration" realizada para cada dirección de análisis (U1=X) y (U2=Y) donde se aprecia que el factor de escala pedida por el programa es igual a la unidad, ésto debido a que en el espectro definido las aceleraciones están afectadas por el valor de la gravedad.

En el cálculo del Análisis Modal de Respuesta Espectral se hace las definiciones de los casos de carga definidos por el Software.

Los valores para cada parámetro de interés calculados para varios modos (para este caso 15) deben ser combinados usando el Método de Raíz Cuadrada de la Suma de los Cuadrados (SRSS), Método de Combinación Cuadrática Completa (CQC) o un método equivalente aprobado (ASCE/SEI 7-10/12.9.3). La respuesta máxima esperada (r) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleado (r_i) podrá determinarse usando la expresión que nos da la Norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones en la Sección 4.6.3.

Sin embargo, también se menciona que la respuesta máxima podrá estimarse mediante la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

Teniendo en cuenta estos comentarios se realiza las definiciones de los casos de carga para el Análisis Modal de Respuesta Espectral tal como se muestra en la Figura 3.17.

3.6. Análisis dinámico.

Se realiza la combinación modal "CQC" y el tipo de combinación direccional de "SRSS" como ya se había mencionado en la Sección anterior de esta tesis y a su vez éstas se verán afectadas por el factor de amortiguamiento, que si nos regimos a la Norma es del valor de 0.05.

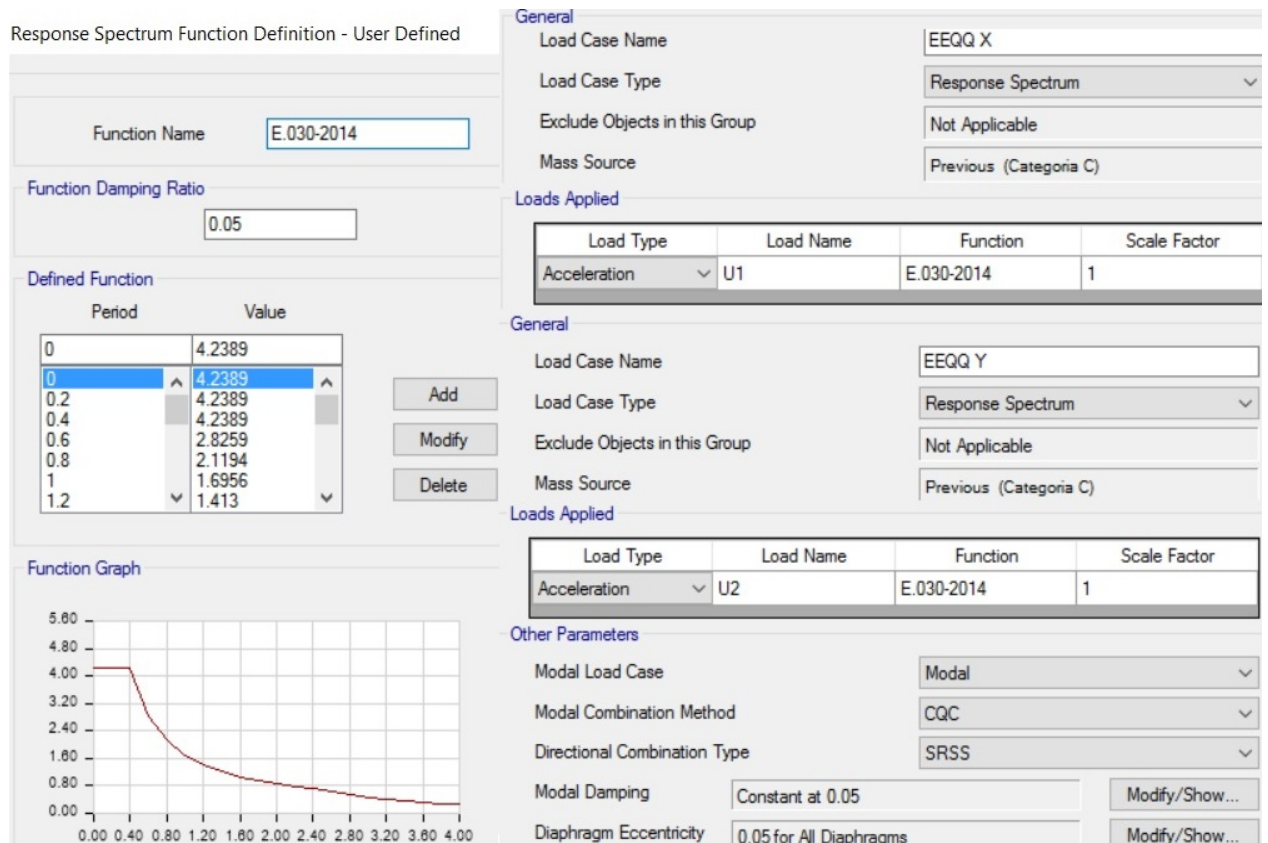


Figura 3.17: Definición de las cargas sísmicas dinámicas

3.6.1.2. Deformaciones Sísmicas.

De acuerdo a la norma de diseño sísmico, el desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, medido en el centro de masas en cada una de las direcciones de análisis, no debe ser mayor que la altura de entre piso multiplicada por 0,005. El cual se puede obtener mediante la Expresión 3.6.1.2.

$$\frac{\text{Desplazamiento (CM)}}{H_{\text{entre piso}}} \leq 0.005 \quad (3.6.2)$$

Peso Sísmico

De acuerdo a la norma sísmica E-030, para el cálculo del peso sísmico sobre el nivel basal (PS), se debe considerar las cargas permanentes más un porcentaje de la sobrecarga de uso, el que no será inferior al 25 % de la misma y en la azotea se toma solo el 25 %. Así el peso sísmico se obtiene para cada nivel de acuerdo a la expresión:

$$PS = CM + 25\%(CV) + 25\%(CV_{\text{techo}})$$

De acuerdo a esta proposición en la tabla siguiente se muestra la masa correspondiente a los elementos estructurales más el porcentaje de sobrecarga de uso (carga viva), considerados según la norma para cada piso de la edificación donde las masas se encuentran en unidades de "Ton.s²/m".

Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	Cumulative X	Cumulative Y
Story5	D1	12.1477	12.1477	12.1477	12.1477
Story4	D1	19.58884	19.58884	31.73654	31.73654
Story3	D1	19.58891	19.58891	51.32545	51.32545
Story2	D1	19.58891	19.58891	70.91436	70.91436
Story1	D1	21.03239	21.03239	91.94675	91.94675

Estos datos son proporcionados por el software Etabs, por tanto se realizará un cálculo manual multiplicando las masas por la gravedad para obtener el Peso Sísmico de cada nivel.

PESO=M*g	
	<i>Tnf</i>
<i>PISO 5</i>	119.17
<i>PISO 4</i>	192.17
<i>PISO 3</i>	192.17
<i>PISO 2</i>	192.17
<i>PISO 1</i>	206.33
Ptotal=	901.99

Los desplazamientos que nos arroja el programa serán desplazamientos elásticos; sin embargo, rigiéndonos a la Sección 5.1 de la Norma E030 nos menciona que las derivas de piso se realizan por medio de desplazamientos inelásticos, por lo tanto, para llegar a ello el valor obtenido por el software es afectado por "R" para estructuras irregulares, lo cual se procede a realizar manualmente.

La Sección 12.8.6 del ASCE/SEI 7-10 indica que: "Las derivas de piso deben ser computadas como la diferencia de las deflexiones de los centros de masas en el tope y base del piso en consideración".

3.6.2. Análisis Tiempo-Historia

El análisis tiempo historia se realiza suponiendo un comportamiento lineal y elástico, utilizando un registro de aceleraciones horizontales correspondiente a sismos reales o artificiales.

Para esta investigación se utilizaron los siguientes registros sísmicos:

- Registro sísmico de Pisco (2007).- Se usa este registro ya que la duración de éste es de aproximadamente 218 seg con una aceleración máxima de 334.1 cm/s².

3.6. Análisis dinámico.

- Registro sísmico de Moyobamba (2005).- Registro que tiene aceleraciones parecidas a la de Pisco pero de menos duración, de aproximadamente 27 seg y una aceleración máxima de 103.35cm/s².

Estos registros se escalaron para un análisis mas real debido a que Pisco se encuentra según a la Tabla del Anexo N°01 de la Norma E.030-2016 en la zona 4 (Z=0.45g). Para normalizar este registro se hacen los siguientes cálculos:

La aceleración máxima en Pisco viene expresada por:

$$\begin{aligned} Acel_{max} &= 0.45g \\ g &= 981\text{cm}/s^2 \\ Acel_{max} &= 441.45\text{cm}/s^2 \\ Acel_{max.registrada} &= 334.1\text{cm}/s^2 \end{aligned}$$

Mientras que la aceleración máxima en Ayacucho (Carmen Alto) viene expresada por:

$$\begin{aligned} Acel_{max} &= 0.35g \\ g &= 981\text{cm}/s^2 \\ Acel_{max} &= 343.35\text{cm}/s^2 \end{aligned}$$

Con estas aceleraciones picos se obtiene el factor de multiplicación para los datos del registro sísmico de Pisco que será de (343.35/334.1=1.027).

De acuerdo al Anexo N°01 de la Norma, Moyobamba perteneciente al departamento de San Martín pertenece a la zona 3 (Z=0.35g) por lo tanto no requiere ser escalado.

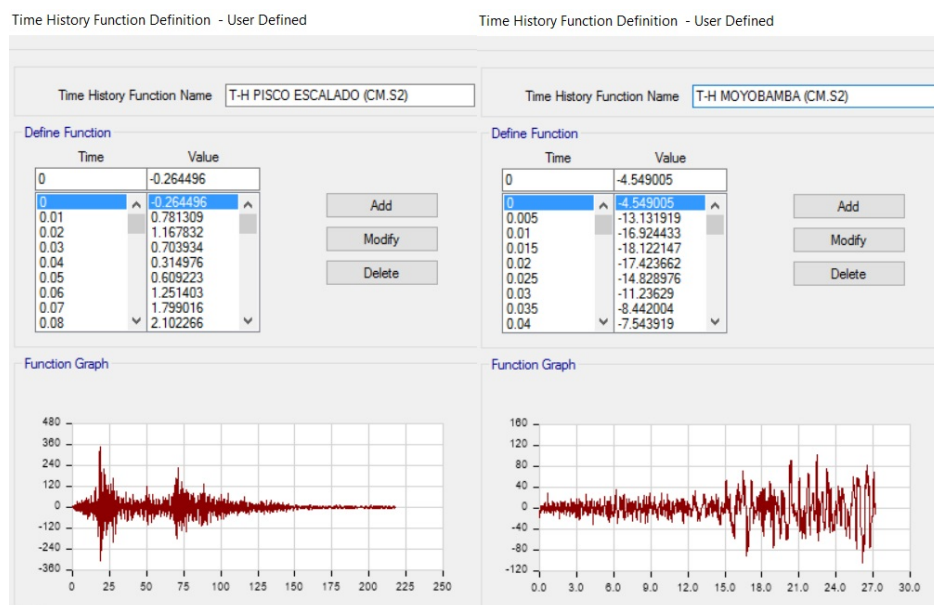


Figura 3.18: (a) Registro sísmico de Pisco. (b) Registro sísmico de Moyobamba

Iniciaremos los cálculos con el Registro sísmico (a)

- Se hace el estudio en las dos direcciones, estas definiciones se realizan en el software para el respectivo análisis con los dos registros de aceleraciones. Figura 3.18

3.7. Aplicación de los amortiguadores de masa sintonizados

Definimos un nuevo caso de carga para un análisis tiempo-historia tal y como se muestra en la Figura 3.19. Los valores se obtuvieron según los datos de los registros sísmicos que se anexan al final de la tesis y basándonos en la Norma E030 Sección 4.7.

The figure displays four screenshots of a software interface for defining load cases, arranged in a 2x2 grid. Each screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box with the following details:

- Top-left (a):** Load Case Name: HISTORYPISCOX; Load Case Type/Subtype: Time History / Linear Modal; Mass Source: Previous (Categoría C); Loads Applied table: Acceleration, U1, T-H PISCO ESCALA..., 0.01; Other Parameters: Modal Load Case: Modal; Time History Motion Type: Transient; Number of Output Time Steps: 21807; Output Time Step Size: 0.01 sec; Modal Damping: Constant at 0.05.
- Top-right (b):** Load Case Name: HISTORYPISCOY; Load Case Type/Subtype: Time History / Linear Modal; Mass Source: Previous (Categoría C); Loads Applied table: Acceleration, U2, T-H PISCO ESCALA..., 0.01; Other Parameters: Modal Load Case: Modal; Time History Motion Type: Transient; Number of Output Time Steps: 21807; Output Time Step Size: 0.01 sec; Modal Damping: Constant at 0.05.
- Bottom-left:** Load Case Name: HISTORYMOYOX; Load Case Type/Subtype: Time History / Linear Modal; Mass Source: Previous (Categoría C); Loads Applied table: Acceleration, U1, T-H MOYOBAMBA (...), 0.01; Other Parameters: Modal Load Case: Modal; Time History Motion Type: Transient; Number of Output Time Steps: 5440; Output Time Step Size: 0.005 sec; Modal Damping: Constant at 0.05.
- Bottom-right:** Load Case Name: HISTORYMOYOY; Load Case Type/Subtype: Time History / Linear Modal; Mass Source: Previous (Categoría C); Loads Applied table: Acceleration, U2, T-H MOYOBAMBA (...), 0.01; Other Parameters: Modal Load Case: Modal; Time History Motion Type: Transient; Number of Output Time Steps: 5440; Output Time Step Size: 0.005 sec; Modal Damping: Constant at 0.05.

Figura 3.19: Caso de cargas (a) y (b) para el análisis Tiempo-Historia

3.7. Aplicación de los amortiguadores de masa sintonizados

Para la aplicación de los Amortiguadores de Masa Sintonizados es necesario definir los parámetros óptimos, requisitos de diseño, propiedades, geometría, modelamiento en el software, entre otros puntos que serán detallados a continuación.

3.7.1. Parámetros Óptimos de los AMS.

Para la determinación de los parámetros óptimos del AMS se consideraron los siguientes criterios, de acuerdo al método propuesto por Sadeck [18]:

3.7. Aplicación de los amortiguadores de masa sintonizados

- a) Se adoptó una masa equivalente al 1 % de la masa total de la estructura. Esto es $\mu = 0.01$.
- b) Se adoptó una relación de frecuencias entre AMS y estructura igual a 1. Esto es $=1$ (sintonía perfecta). En el modelo de AMS, la rigidez va a estar definida por la rigidez horizontal de los aisladores elastoméricos con refuerzo de acero y núcleo de plomo, cuyas características y propiedades serán determinadas en detalle de acuerdo con “Steel Bridge Bearing Selection and Design”.
- c) Se adoptó una razón de amortiguamiento equivalente igual a un 20 %. Esto es $\xi = 0.2$. En el modelo de AMS, el amortiguamiento va a estar definido por el amortiguamiento equivalente de los aisladores elastoméricos.

3.7.1.1. Masa del AMS.

La masa "m" corresponde al 1 % del peso total de la estructura. Por lo mencionado anteriormente la masa sera:

$$\begin{aligned} m &= \mu * P \\ m &= 0.01 * 91.95 \text{ Ton.seg}^2/m (901.99 \text{ Ton}) \\ m &= 0.9195 \text{ Ton.seg}^2/m = 9.02 \text{ Ton} \end{aligned}$$

3.7.1.2. Rigidez

La rigidez de cada AMS corresponde a la suma de las rigideces horizontal de los aisladores, la cual para un aislador se calcula de acuerdo a la Ecuación 2.7.2.

La rigidez total del sistema está dada por:

$$K_{ht} = n \frac{4\pi^2 P_t}{T^2 g} \quad (3.7.1)$$

Donde:

n : Número de aisladores.

Del análisis realizado en Etabs se obtuvo la carga de compresión máxima P_t (correspondiente al porcentaje de masa participativa para cada dirección) y el periodo T (Tabla 3.7). La respectiva rigidez para cada dirección UX, UY, RZ (K_h) para cada aislador elastomérico del Amortiguador de Masa Sintonizado se calcula a continuación.

Rigidez del AMS en UX:

$$\begin{aligned} P_t &= 0.828(9020 \text{ Kg}) \\ P_t &= 7468.56 \text{ Kg} \\ T &= 0.282 \text{ seg} \\ K_{hux} &= \left(\frac{4 * \pi^2 * 7468.56}{0.282^2 * 9.81} \right) = 3779.47 \text{ Kg/cm} \end{aligned}$$

3.7. Aplicación de los amortiguadores de masa sintonizados

Rigidez del AMS en UY:

$$\begin{aligned}P_t &= 0.7295(9020 \text{ Kg}) \\P_t &= 6580.09 \text{ Kg} \\T &= 0.306 \text{ seg} \\K_{huy} &= \left(\frac{4*\pi^2*19303}{0.296^2*9.81} \right) = 2828.02 \text{ Kg/cm}\end{aligned}$$

Rigidez del AMS en RZ:

$$\begin{aligned}P_t &= 0.7378(9020 \text{ Kg}) \\P_t &= 6654.956 \text{ Kg} \\T &= 0.218 \text{ seg} \\K_{hrz} &= \left(\frac{4*\pi^2*28364}{0.27^2*9.81} \right) = 5635.4 \text{ Kg/cm}\end{aligned}$$

3.7.1.3. Amortiguamiento.

El amortiguamiento inherente al Amortiguador de Masa Sintonizado está dado por el amortiguamiento del sistema de aisladores, el cual se obtiene mediante la Expresión 3.7.2:

$$c = 2 \xi \sqrt{K_{ht}m} \quad (3.7.2)$$

Necesitamos el amortiguamiento para cada dirección del amortiguador de masa sintonizado, entonces el amortiguamiento para cada dirección queda definido como:

$$c = 2 \xi \sqrt{K_h m} \quad (3.7.3)$$

Para un valor de: $\xi=0.2$

Amortiguamiento del AMS en UX:

$$\begin{aligned}K_h &= 3779.47 \text{ Kg/cm} \\m &= 9.19 \text{ Kg.seg}^2/\text{cm} \\c &= 2 * 0.2\sqrt{3779.47 * 9.19} = 74.57 \text{ Kg/cm}\end{aligned}$$

Amortiguamiento del AMS en UY:

$$\begin{aligned}K_h &= 2828.02 \text{ Kg/cm} \\m &= 9.19 \text{ Kg.seg}^2/\text{cm} \\c &= 2 * 0.2\sqrt{2828.02 * 9.19} = 64.5 \text{ Kg/cm}\end{aligned}$$

Amortiguamiento del AMS en RZ:

$$\begin{aligned}K_h &= 5635.4 \text{ Kg/cm} \\m &= 9.19 \text{ Kg.seg}^2/\text{cm} \\c &= 2 * 0.2\sqrt{5635.4 * 9.19} = 91.05 \text{ Kg/cm}\end{aligned}$$

3.7.2. Diseño del Amortiguador de Masa Sintonizado.

Como se indicó en secciones anteriores el amortiguador de masa sintonizado está formado por cuatro aisladores elastoméricos con refuerzo de acero, de comportamiento lineal, que entregan rigidez y amortiguamiento al sistema y un bloque de concreto armado que aporta la masa necesaria. Ambos elementos permiten confeccionar un sistema de control pasivo de respuesta sísmica (AMS) provisto de masa, rigidez y amortiguamiento.

3.7.2.1. Diseño del Bloque de Concreto.

El diseño del bloque de concreto se basa específicamente en establecer las dimensiones necesarias, para cumplir con la masa requerida por el AMS, teniendo en cuenta un peso específico de 2,4 ton/m³, además de que su fabricación y transporte hasta el lugar que será instalado no sea un inconveniente para los propósitos del proyecto. Las dimensiones del bloque quedarán establecidos de acuerdo a la separación y geometría de los aisladores y la holgura entre el borde del aislador y el borde del bloque. En la Figura 3.20 se muestran detalladamente en planta y elevación las dimensiones respectivas del modelo que idealizaremos en el software.

Para ello nos basamos en los cálculos realizados para compatibilizar con los enunciados anteriores, por tanto tenemos que:

- $m * n * h * 2.4 = 9.02$

Donde:

m y n son los lados del bloque y h es la altura.

- $m * n * h = 3.7583$

Si consideramos una altura de 0.95 por seguridad y una sección cuadrada.

$$h = 0.95m$$

- $m = n = 2.00m$

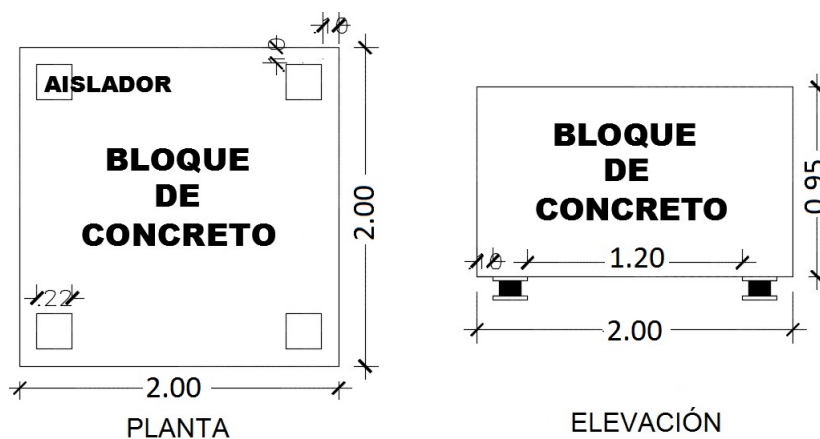


Figura 3.20: Descripción del AMS en planta y elevación

3.7.3. Modelamiento del AMS en Etabs.

Para el modelamiento del Amortiguador de Masa Sintonizado en Etabs, fue necesario definir dos elementos, el primero una sección de área “slab” de tipo Shell-Thin por ser una losa de pequeño espesor que represente las características geométricas del bloque de concreto debido a que se le asignará una carga distribuida en toda esa área para representar el peso del bloque que entrega la masa del AMS con respecto a la edificación y el segundo un elemento Link de tipo “isolator” (aislador) que proporciona las propiedades de rigidez y amortiguamiento del AMS.

3.7.3.1. Modelamiento del Bloque de concreto.

Para modelar el bloque de concreto se creó una sección en Etabs con las propiedades de la sección anterior, indicando el nombre de la sección, material, altura o espesor y tipo de modelamiento; sin embargo, para la asignación de la carga que va compensar el peso del bloque de concreto se hace una nueva definición de “Patrones de carga” que en este caso le hicimos una denominación de CARGA AMS, tal como se muestra en la Figura 3.21.

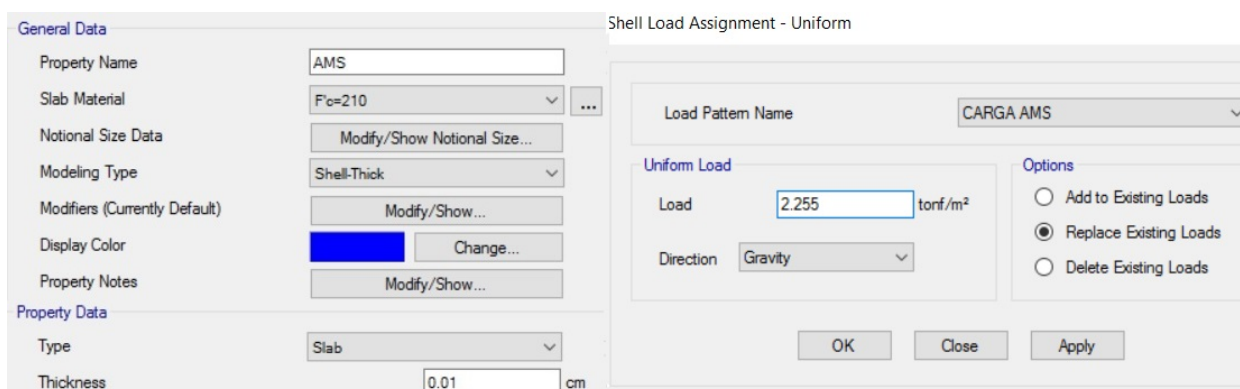


Figura 3.21: Ingreso de propiedades de la sección del AMS en Etabs.

Se adoptó un espesor de 0.01 para que el elemento shell no considere su peso propio ya que le asignaremos una carga repartida que será la representación del peso propio del bloque de concreto. Por lo que la carga asignada será de 2.255 Ton/m².

3.7.3.2. Modelamiento de los Aisladores.

Los pasos necesarios para el modelamiento se ilustran a continuación:

- Definir un Link especificando nombre del aislador, tipo, grados de libertad considerados, para el Amortiguador de Masa Sintonizado. Figura 3.22
- Calcular e ingresar rigidez y amortiguamiento para los grados de libertad de los aisladores del Amortiguador de Masa Sintonizado.

En Etabs, los ejes locales de un elemento Link de tipo isolator están definidos por

3.7. Aplicación de los amortiguadores de masa sintonizados

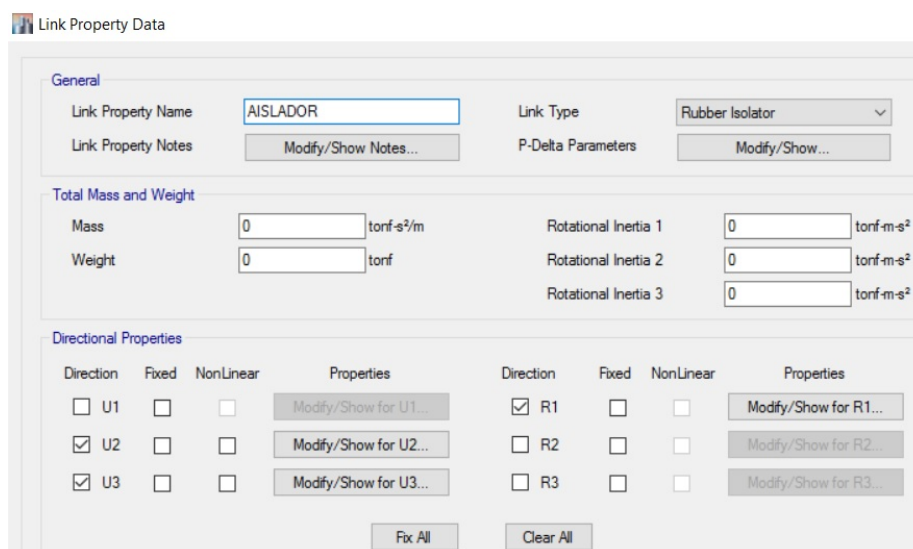


Figura 3.22: Definición de propiedades del aislador en Etabs.

1, 2 y 3 que llevados a coordenadas globales de la estructura coinciden con Z, X e Y. Por lo tanto los grados de libertad del aislador definen lo siguiente:

U1 =>UZ : traslación en dirección del eje 1 local y Z global

U2 =>UX : traslación en dirección del eje 2 local y X global

U3 =>UY : traslación en dirección del eje 3 local e Y global

R1 =>RZ : rotación en torno al eje 1 local y Z global

R2 =>RX : rotación en torno al eje 2 local y X global

R3 =>RY : rotación en torno al eje 3 local e Y global

Teniendo en cuenta lo anterior se considerará los grados de libertad U2 y U3 y R1 con los cuales se define el comportamiento del aislador. La rigidez efectiva y amortiguamiento efectivo corresponden a los valores calculados en las Secciones 3.7.1.2 y 3.7.1.3:

Los datos obtenidos se ingresan al Etabs en cada dirección de análisis debido a que el AMS tendrá desplazamientos tanto en "X" "Y" y "Z" acompañado de amortiguamientos que hacen sincronizar las frecuencias naturales de las mismas. Los datos ingresados en el modelamiento de la edificación en el software se muestra en la Figura 3.23.

Teniendo en consideración que la rigidez para la rotación está dada por la ecuación:

$$Rigidez\ efectiva = K_{hz} (X^2 + Y^2)$$

Donde X y Y son las distancias que existen entre los centros de Masas entre el bloque de concreto y el aislador.

Finalmente se le asignará los link a los nudos que soportan al AMS.

De las consideraciones de los autores de las referencias bibliográficas se ubica el AMS como se indica en la Figura 3.24.

Con las dimensiones calculadas en la Sección 3.7.2.1 de la presente investigación, se

3.7. Aplicación de los amortiguadores de masa sintonizados

Identification		Identification		Identification	
Property Name	AISLADOR	Property Name	AISLADOR	Property Name	AISLADOR
Direction	U2	Direction	U3	Direction	R1
Type	Rubber Isolator	Type	Rubber Isolator	Type	Rubber Isolator
NonLinear	No	NonLinear	No	NonLinear	No
Linear Properties		Linear Properties		Linear Properties	
Effective Stiffness	377.947 tonf/m	Effective Stiffness	282.802 tonf/m	Effective Stiffness	633.9828 tonf-m/rad
Effective Damping	7.457 tonf-s/m	Effective Damping	6.45 tonf-s/m	Effective Damping	0.0009 tonf-m-s/rad
Shear Deformation Location		Shear Deformation Location			
Distance from End-J	0 m	Distance from End-J	0 m	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

Figura 3.23: Ingreso de propiedades de grados de libertad, rigidez y amortiguamiento de aisladores en Etabs.

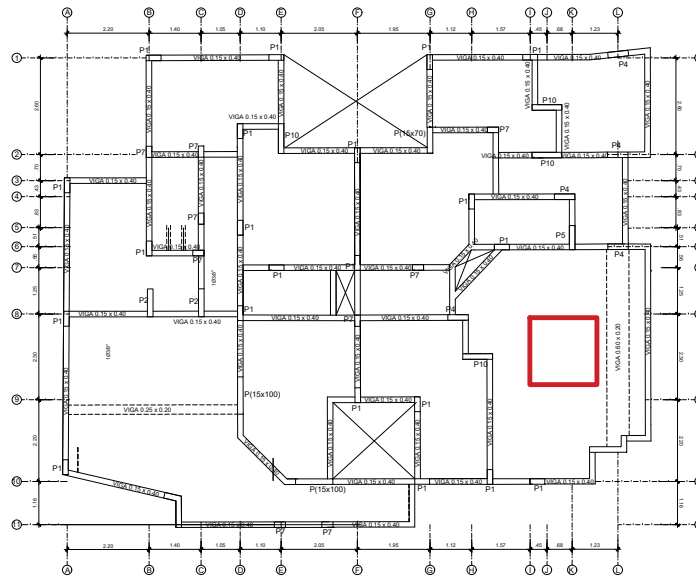


Figura 3.24: Ubicación del AMS en el plano en planta

hace la modelación de la masa inercial en la parte central del paño derecho de la estructura apoyado en 4 nudos con propiedades de rigidez y amortiguamiento, ya que como determinamos anteriormente y analizando la estructuración del edificio, que presenta más placas, muros y columnas en los primeros ejes (A, B, C, etc), es en esta zona (derecha) donde la estructura tiene mayor deformación y donde requiere amortiguar los movimientos debidos al registro sísmico de aceleraciones.

El modelo de la estructura con el AMS, analizado en Etabs, se ilustra en la Figura 3.25 donde se muestra la estructura en planta y en 3D.

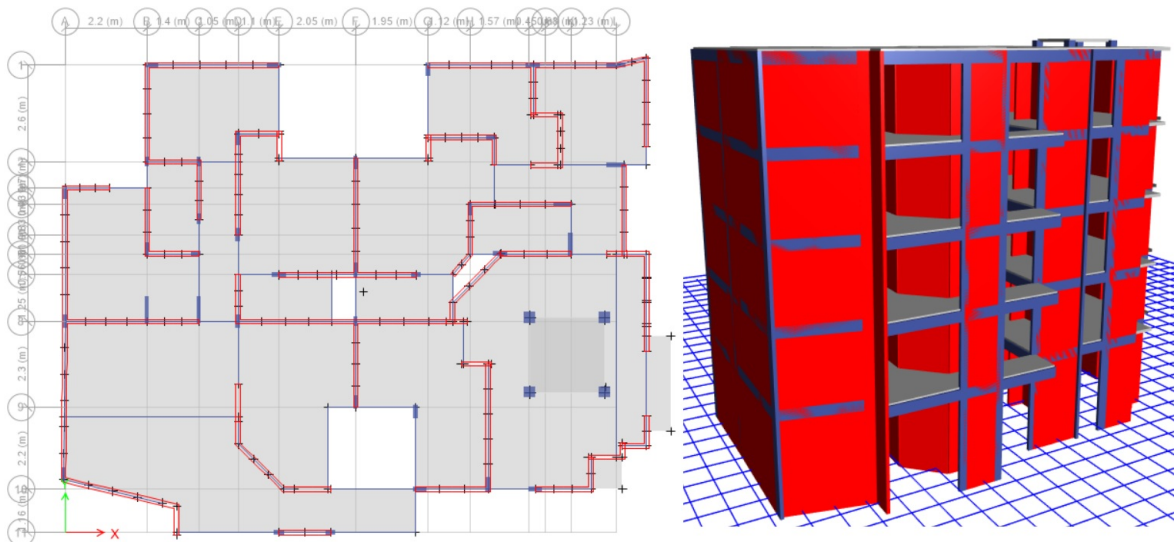


Figura 3.25: Modelo de la estructura con AMS.

3.8. Diseño de concreto armado en elementos estructurales

Para el diseño de concreto armado se consideraron normas especificadas en secciones anteriores por lo tanto en la Sección 3.2.2.3 de la presente investigación nos menciona las combinaciones de carga que se detallan a continuación definidos en el software:

Nos basaremos directamente en la Norma E.060 ya que tiene mucha similitud con la Norma de ACI y debido a que el software tiene por defecto los parámetros de diseño según el ACI 318-2014 en su opción de preferencias de diseño, utilizaremos ésta para el diseño de concreto armado, siempre teniendo en cuenta los aceros mínimos para dichos elementos y no estar por debajo de éstos, aunque esto es sólo una verificación a los refuerzos que nos impone los planos de estructuras de la edificación.

- Vigas

$$A_{smin} = \frac{0.7 * \sqrt{f'_c} * b * d}{f_y}$$

$$A_{smin} = \frac{14 * b * d}{f_y}$$

- Columnas

$$A_{smin} = 1\% \text{ (Area de la sección de la columna)}$$

$$A_{smax} = 6\% \text{ (Area de la sección de la columna)}$$

Estas secciones y refuerzos de las columnas y placas son propuestos en el expediente técnico que mostramos en los anexos de la presente investigación, así que sólo se realizarán las verificaciones y en caso sea necesario reforzarlas se detallará posteriormente.

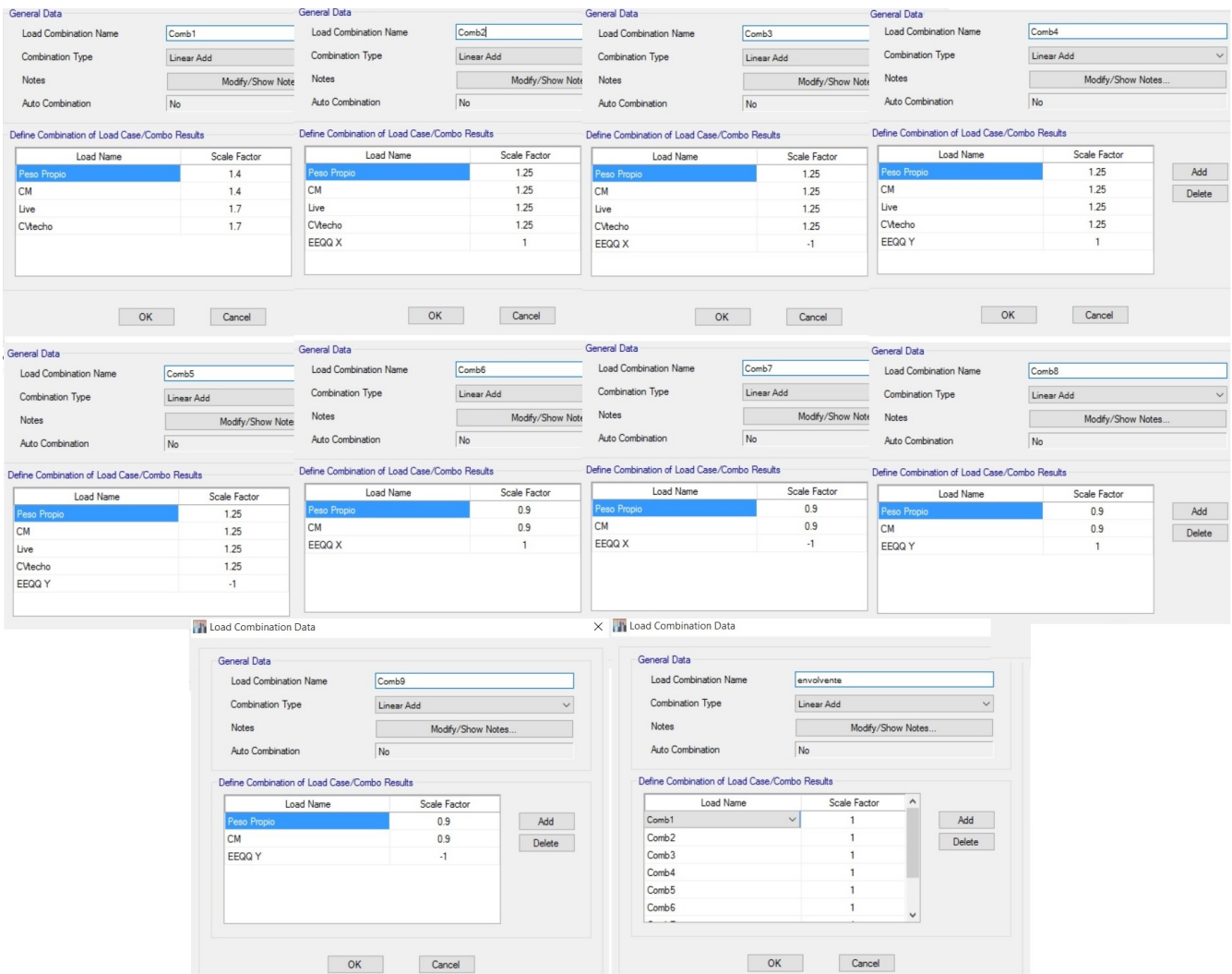


Figura 3.26: Combinaciones de carga para el diseño de concreto armado.

Capítulo 4

RESULTADOS Y DISCUSIONES.

Reconocido en la literatura de Soong [19], al incorporar un Amortiguador de Masa Sintonizado se produce una separación de la frecuencia fundamental en dos: la frecuencia fundamental de la estructura y la correspondiente a los AMS. A pesar del diseño de sintonía perfecta, se produce este fenómeno debido a que la frecuencia de la estructura varía por la incorporación de la masa y por producirse un acoplamiento entre las frecuencias del AMS.

4.1. Análisis.

Se realizó un Análisis Estático, Análisis Modal Espectral y Tiempo-Historia de acuerdo con la norma E-030 para cada uno de los casos y se presenta en este capítulo la comparación de los resultados obtenidos para la estructura sin disipador de energía y la misma estructura con el Amortiguador de Masa Sintonizado ubicado en el último nivel.

4.2. Resultados de la Investigación.

A continuación se presentan los resultados para la estructura con y sin AMS, de acuerdo a variables que se consideran importantes para el diseño.

4.2.1. Modos de Vibración.

El AMS hace que los modos de vibración de la estructura varíen debido al amortiguamiento propuesto y las rigideces de los nudos que mantienen al bloque de concreto. En el Capítulo 4, Sección 4.6 en la parte 4.6.1 del Decreto Supremo N°003-2016-Vivienda se menciona que: "En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibra-

4.2. Resultados de la Investigación.

ción cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa de la estructura”, por lo que en la Tabla 3.7 se visualiza que se necesita sólo 5 modos para llegar a dicha enunciación, mientras que cuando el amortiguador de masa inercial sintoniza con la frecuencia natural de la estructura, éste entra en resonancia, haciendo que los modos de vibración varíen reduciéndose considerablemente.

Se muestra en la Tabla 4.1 los modos de vibración de la estructura cuando se le incorpora un AMS en la parte derecha del módulo, se recomienda que deberá tomarse en cuenta por lo menos 3 modos predominantes en la dirección de análisis; sin embargo, se nota que en el primer modo de vibración de la estructura con AMS en la cual predomina la rotación en "X" (desplazamiento en "Y") y la rotación en "Z", éstos factores se reducen, éste fenómeno es a causa de las rigideces que se asignó a los apoyos elastoméricos de la masa de concreto usado para el modelamiento en el software.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modal	1	0.291	0.0041	0.7589	0	0.0041	0.7589	0	0.2123	0.002	0.091	0.2123	0.0019	0.091
Modal	2	0.272	0.8253	0.0098	0	0.8294	0.7687	0	0.0019	0.251	0.0044	0.2142	0.2527	0.0954
Modal	3	0.216	0.01	0.0841	0	0.8394	0.8529	0	0.0249	0.003	0.7623	0.239	0.2556	0.8577
Modal	4	0.095	1.95E-05	0.1	0	0.8394	0.9529	0	0.5813	0.002	1.31E-02	0.8203	0.2573	0.8708
Modal	5	0.086	0.1235	0.0001	0	0.9629	0.9531	0	0.0001	0.631	1.60E-03	0.8204	0.888	0.8724
Modal	6	0.069	0.0005	0.0152	0	0.9634	0.9683	0	0.0848	0.004	0.098	0.9051	0.8922	0.9704
Modal	7	0.052	3.00E-04	0.0193	0	0.9637	0.9876	0	0.0454	4E-04	2.90E-03	0.9505	0.8926	0.9733
Modal	8	0.046	0.0242	1.00E-04	0	0.9879	0.9877	0	0.0005	0.059	0.0001	0.951	0.9519	0.9735
Modal	9	0.038	0.0002	2.50E-03	0	0.9881	0.9902	0	0.0059	3E-04	0.0184	0.9569	0.9522	0.9918
Modal	10	0.036	0.0001	0.0059	0	0.9882	0.9961	0	0.0294	3E-04	0.0005	0.9862	0.9525	0.9923
Modal	11	0.032	0.0077	1.28E-06	0	0.9958	0.9961	0	2.43E-05	0.034	9.08E-06	0.9862	0.9868	0.9923
Modal	12	0.028	3.27E-05	0.0013	0	0.9959	0.9974	0	0.0034	1E-04	0.0017	0.9897	0.9869	0.994
Modal	13	0.027	0.0002	0.0021	0	0.9961	0.9994	0	0.0086	0.001	0.0041	0.9983	0.988	0.9981
Modal	14	0.024	0.0034	0.0001	0	0.9995	0.9996	0	0.0003	0.011	0.0001	0.9986	0.9985	0.9981
Modal	15	0.021	0.0005	0.0004	0	1	1	0	0.0014	0.002	0.0019	1	1	1

Tabla 4.1: Modos de vibración de la estructura con AMS

A partir de la Tabla 3.7 y 4.1 se realiza una comparación entre los periodos y los factores de participación modal de ambos casos obtenemos los resultados reflejados en la Tabla 4.2.

4.2.2. Derivas de piso a causa del Análisis Estático

Se muestra los desplazamientos ocasionados por el Sismo Estático con parámetros definidos en el capítulo anterior y afectado por el coeficiente "R" debido a ser una estructura irregular.

La Figura 4.1 muestra las reducciones que sufren los desplazamientos relativos de piso en el eje "X":

4.2. Resultados de la Investigación.

Case	Mode	SIN AMS				CON AMS				% DISMIN. DE PERIODO	% DISMIN. DE ROTACION
		Period sec	RX	RY	RZ	Period sec	RX	RY	RZ		
Modal	1	0.306	0.211	0.0015	0.1164	0.291	0.212	0.0019	0.091	4.90%	21.82%
Modal	2	0.282	0.001	0.2575	0.0013	0.272	0.002	0.2508	0.0044	3.55%	
Modal	3	0.218	0.031	0.0015	0.7378	0.216	0.025	0.0029	0.7623	0.92%	
Modal	4	0.095	0.573	0.0013	0.0156	0.095	0.581	0.0017	1.31E-02	0.00%	
Modal	5	0.086	0.000	0.6264	0.0014	0.086	1E-04	0.6307	1.60E-03	0.00%	
Modal	6	0.069	0.089	0.0038	0.0986	0.069	0.085	0.0042	0.098	0.00%	
Modal	7	0.052	0.046	0.0004	0.0028	0.052	0.045	0.0004	2.90E-03	0.00%	
Modal	8	0.046	0.001	0.060	0.0001	0.046	5E-04	0.0593	0.0001	0.00%	
Modal	9	0.039	0.006	0.0003	0.0179	0.038	0.006	0.0003	0.0184	2.56%	
Modal	10	0.036	0.029	0.0003	0.0005	0.036	0.029	0.0003	0.0005	0.00%	
Modal	11	0.032	0.000	0.0337	8.1E-06	0.032	2E-05	0.0343	9.1E-06	0.00%	
Modal	12	0.028	0.004	0.0001	0.0016	0.028	0.003	0.0001	0.0017	0.00%	
Modal	13	0.027	0.008	0.001	0.0041	0.027	0.009	0.0011	0.0041	0.00%	
Modal	14	0.024	0.000	0.010	5E-05	0.024	3E-04	0.0105	0.0001	0.00%	
Modal	15	0.021	0.001	0.0015	0.0018	0.021	0.001	0.0015	0.0019	0.00%	

Tabla 4.2: Tabla de comparación de modos de vibración de la estructura con y sin AMS

Tabla 4.3: Derivas de piso con respecto al Sismo Estático "X"

SISMO ESTATICO EN "X-X"						
		Sin AMS		Con AMS		Disminución (%)
		Δ	$\Delta(0.75*0.9*3)$	Δ	$\Delta(0.75*0.9*3)$	
Story5	Max Drift X	0.000862	0.0017456	0.000773	0.0015653	10.32 %
Story4	Max Drift X	0.001113	0.0022538	0.001024	0.0020736	8.00 %
Story3	Max Drift X	0.001245	0.0025211	0.001167	0.0023632	6.27 %
Story2	Max Drift X	0.001344	0.0027216	0.001273	0.0025778	5.28 %
Story1	Max Drift X	0.000963	0.0019501	0.000913	0.0018488	5.19 %

En la Figura 4.2 se muestra las reducciones que sufren los desplazamientos relativos de piso en el eje "Y":

4.2.3. Derivas de piso a causa del Análisis Modal de Respuesta Espectral

Para el caso de los desplazamientos en un Análisis Modal de Respuesta Espectral se obtiene los resultados mostrados en las Tablas 4.5 y 4.6.

Los resultados también son afectados por el coeficiente "R" con R=2.025 (Sistema Estructural de Albañilería confinada afectado por la irregularidad) en "X" y "Y" por la misma consideración que se tuvo en el caso de Sismo Estático considerando deformaciones inelásticas.

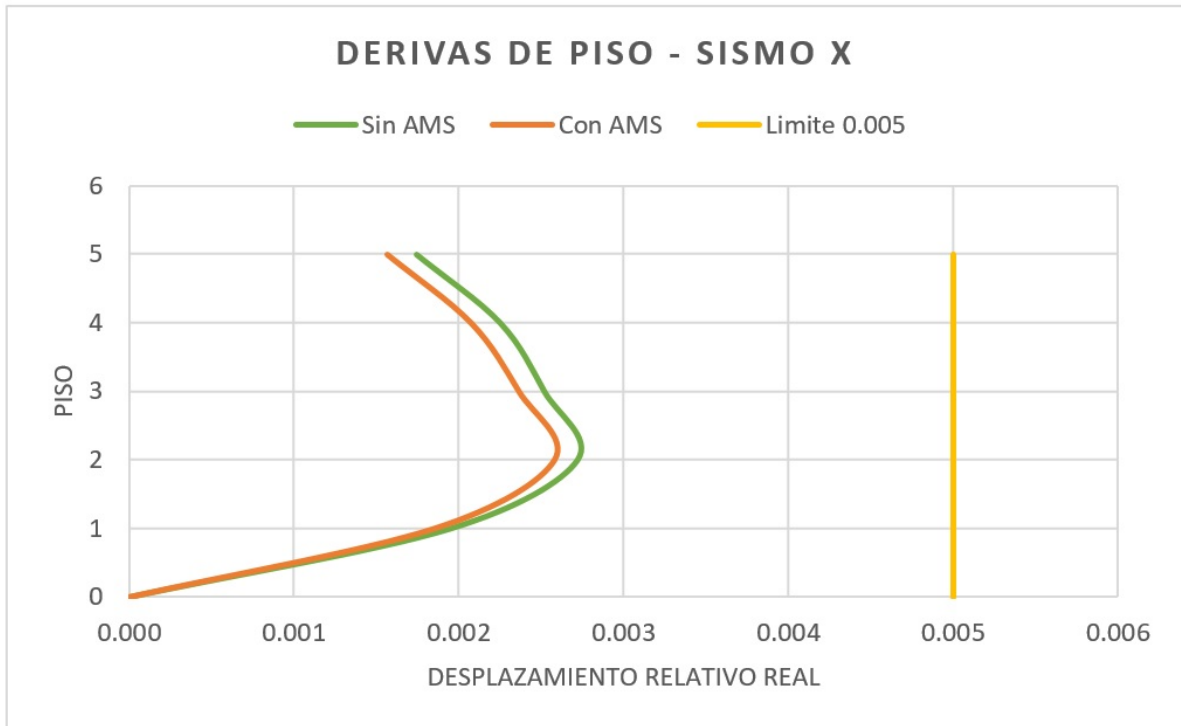


Figura 4.1: Derivas de piso correspondientes al Sismo Estático en "X" con y sin AMS

Tabla 4.4: Derivas de piso con respecto al Sismo Estático "Y"

SISMO ESTÁTICO EN "Y-Y"						
		Sin AMS		Con AMS		Disminución (%)
		Δ	$\Delta(0.75*0.9*3)$	Δ	$\Delta(0.75*0.9*3)$	
Story5	Max Drift Y	0.001040	0.0021060	0.000825	0.0016706	20.67 %
Story4	Max Drift Y	0.001434	0.0029039	0.001218	0.0024665	15.06 %
Story3	Max Drift Y	0.001668	0.0033777	0.00147	0.0029768	11.87 %
Story2	Max Drift Y	0.001863	0.0037726	0.001678	0.0033980	9.93 %
Story1	Max Drift Y	0.001390	0.0028148	0.001261	0.0025535	9.28 %

Debido a la incorporación del amortiguador de masa que sintoniza con la edificación se reduce los desplazamientos tal y como se muestra en la Figura 4.3 y 4.4. Los desplazamientos se reducen notoriamente con respecto a la dirección de análisis mientras que en sentido perpendicular los desplazamientos sufren pequeñas modificaciones.

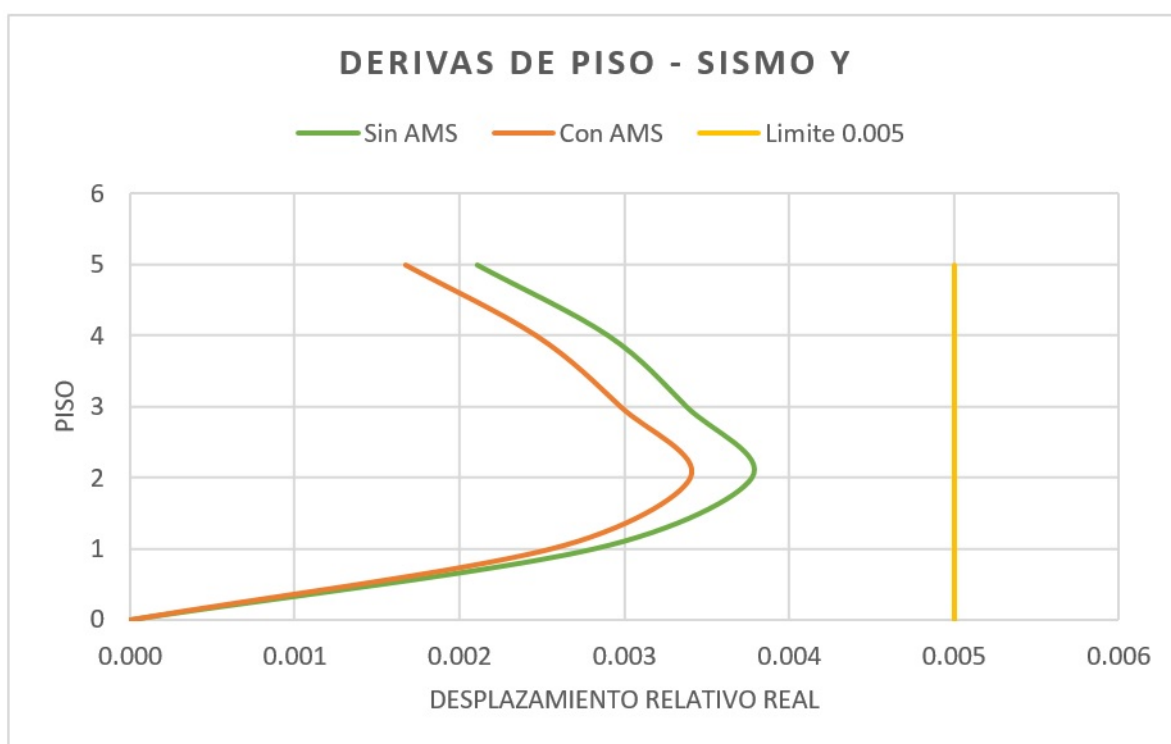


Figura 4.2: Derivas de piso correspondientes al Sismo Estático en "Y" con y sin AMS

Existen desplazamientos en ambas direcciones a causa de la torsión que se genera debido a la excentricidad entre los centros de rigideces y centros de masa de cada nivel cuando la edificación empieza a disipar la energía sísmica en componentes energéticos como la energía cinemática que causa que la edificación sufra movimientos de amplitudes variables.

4.2. Resultados de la Investigación.

Tabla 4.5: Derivas de piso con respecto al Sismo Dinámico "X"

SISMO DINÁMICO EN "X-X"							
Story	Load Case	Item	Sin AMS		Con AMS		Disminución (%)
			Drift	Deriva	Drift	Deriva	
Story5	EEQQ X Max	Max Drift X	0.00074	0.00151	0.00063	0.00128	15.32 %
Story5	EEQQ X Max	Max Drift Y	0.00019	0.00039	0.00018	0.00035	8.38 %
Story4	EEQQ X Max	Max Drift X	0.00096	0.00195	0.00084	0.00170	12.77 %
Story4	EEQQ X Max	Max Drift Y	0.00022	0.00044	0.00020	0.00041	6.51 %
Story3	EEQQ X Max	Max Drift X	0.00108	0.00218	0.00096	0.00194	11.05 %
Story3	EEQQ X Max	Max Drift Y	0.00022	0.00044	0.00021	0.00043	0.93 %
Story2	EEQQ X Max	Max Drift X	0.00116	0.00235	0.00104	0.00211	10.01 %
Story2	EEQQ X Max	Max Drift Y	0.00022	0.00045	0.00024	0.00048	-7.21 %
Story1	EEQQ X Max	Max Drift X	0.00083	0.00168	0.00075	0.00152	9.62 %
Story1	EEQQ X Max	Max Drift Y	0.00019	0.00038	0.00020	0.00040	-5.38 %

Tabla 4.6: Derivas de piso con respecto al Sismo Dinámico "Y"

SISMO DINÁMICO EN "Y-Y"							
Story	Load Case	Item	Sin AMS		Con AMS		Disminución (%)
			Drift	Deriva	Drift	Deriva	
Story5	EEQQ Y Max	Max Drift X	0.00037	0.00075	0.00024	0.00048	35.41 %
Story5	EEQQ Y Max	Max Drift Y	0.00098	0.00198	0.00070	0.00142	28.47 %
Story4	EEQQ Y Max	Max Drift X	0.00048	0.00098	0.00033	0.00067	31.12 %
Story4	EEQQ Y Max	Max Drift Y	0.00136	0.00275	0.00105	0.00212	23.16 %
Story3	EEQQ Y Max	Max Drift X	0.00054	0.00109	0.00040	0.00080	26.72 %
Story3	EEQQ Y Max	Max Drift Y	0.00159	0.00322	0.00127	0.00257	20.11 %
Story2	EEQQ Y Max	Max Drift X	0.00061	0.00123	0.00048	0.00097	21.09 %
Story2	EEQQ Y Max	Max Drift Y	0.00178	0.00360	0.00146	0.00295	18.04 %
Story1	EEQQ Y Max	Max Drift X	0.00047	0.00096	0.00038	0.00076	20.68 %
Story1	EEQQ Y Max	Max Drift Y	0.00132	0.00268	0.00110	0.00222	17.15 %

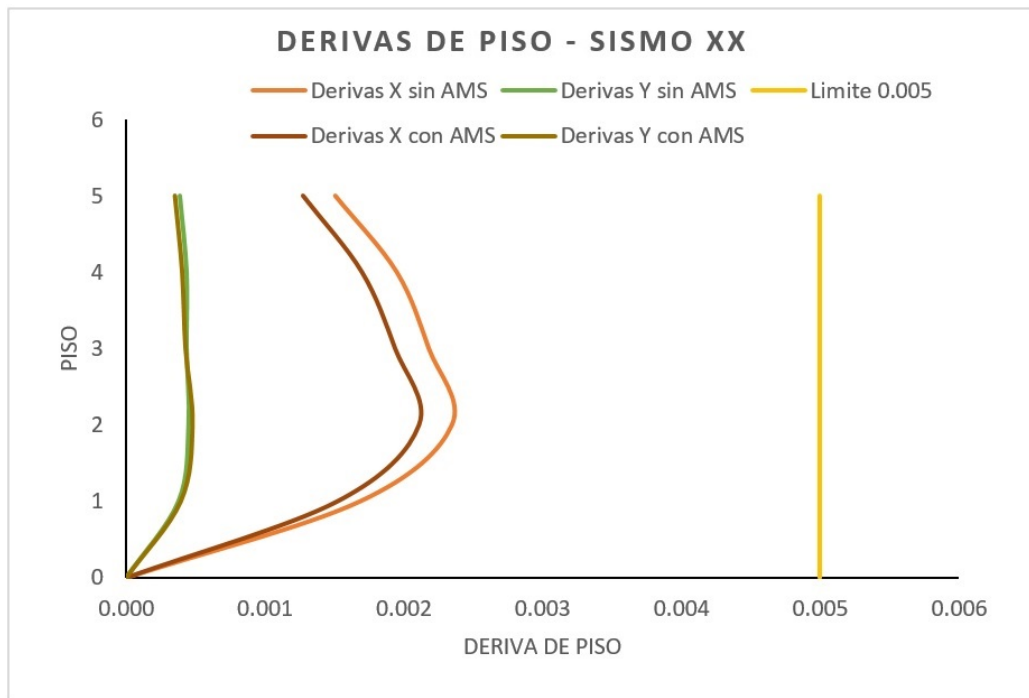


Figura 4.3: Derivas de piso correspondiente al Sismo Dinámico en "X-X" con y sin AMS

4.2.4. Desplazamientos debido al análisis Tiempo Historia

Los desplazamientos serán de acuerdo a las direcciones de análisis definidos en secciones anteriores. Como se observa en las Tablas 4.7 y 4.8 los nudos críticos son los nudos 9 y 823 en "X" y "Y" respectivamente.

Tabla 4.7: Derivas de piso con respecto al análisis T-H Pisco "X"

TIEMPO-HISTORIA (PISCO) EN "X-X"							
Story	Load Case	Label	Sin AMS		Con AMS		Disminución (%)
			Drift	Deriva	Drift	Deriva	
Story5	HISTPISCOX Max	9	0.00108	0.002177	0.000779	0.001577	27.53 %
Story4	HISTPISCOX Max	9	0.00140	0.002835	0.001046	0.002118	25.29 %
Story3	HISTPISCOX Max	9	0.00160	0.003234	0.001220	0.002471	23.61 %
Story2	HISTPISCOX Max	9	0.00178	0.003600	0.001386	0.002807	22.05 %
Story1	HISTPISCOX Max	9	0.00130	0.002637	0.001027	0.002080	21.12 %

Realizando el análisis en el Software Etabs, obtenemos los resultados para los desplazamientos relativos debido al registro sísmico de Pisco (HISTPISCO). Figura 4.5 Éstas derivas se ven seriamente afectadas debido a la incorporación del AMS.

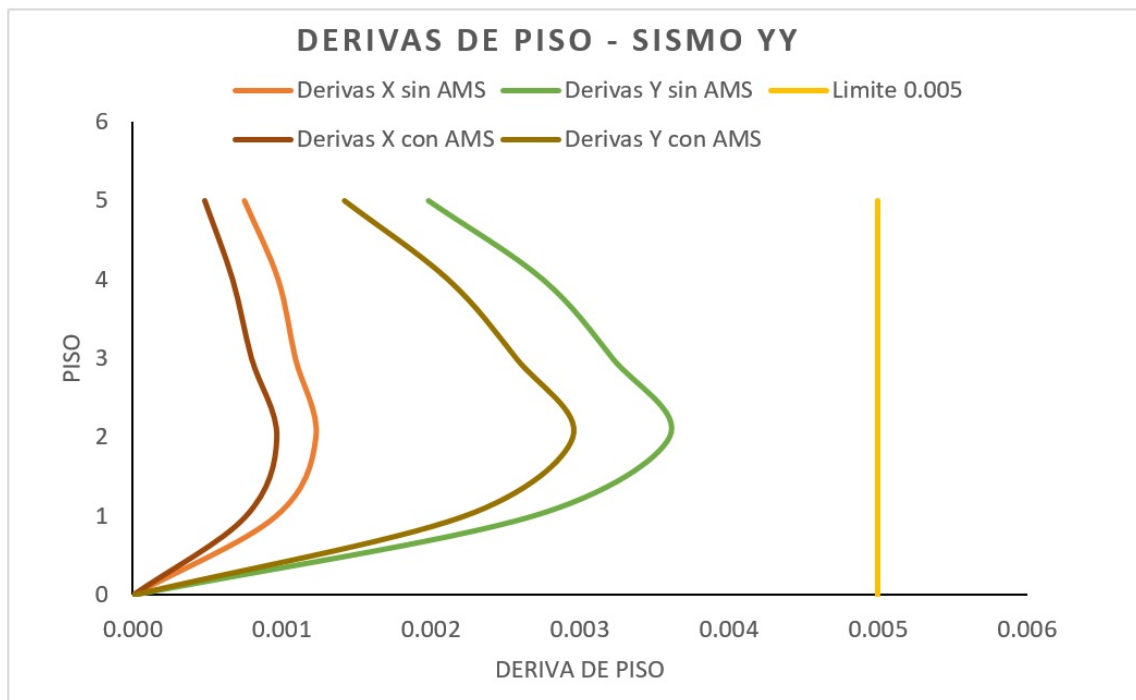


Figura 4.4: Derivas de piso correspondiente al Sismo Dinámico en "Y-Y" con y sin AMS

A continuación se presenta la Tabla 4.8, donde se observa que, en el piso 2 la deriva sobrepasa al máximo permisible (0.005) el cuál es reflejado en la Figura 4.6.

Tabla 4.8: Derivas de piso con respecto al análisis T-H Pisco "Y"

TIEMPO-HISTORIA (PISCO) EN "Y-Y"							
Story	Load Case	Label	Sin AMS		Con AMS		Disminución (%)
			Drift	Deriva	Drift	Deriva	
Story5	HISTYPISCOY Max	823	0.00140	0.002841	0.000972	0.001968	30.72 %
Story4	HISTYPISCOY Max	823	0.00196	0.003973	0.001474	0.002985	24.87 %
Story3	HISTYPISCOY Max	823	0.00233	0.004708	0.001833	0.003712	21.16 %
Story2	HISTYPISCOY Max	823	0.00266	0.005393	0.002169	0.004392	18.55 %
Story1	HISTYPISCOY Max	802	0.00202	0.004099	0.001674	0.003390	17.29 %

La deriva que sobrepasa al máximo permisible sufre reducciones en valores al incorporar el disipador de energía.

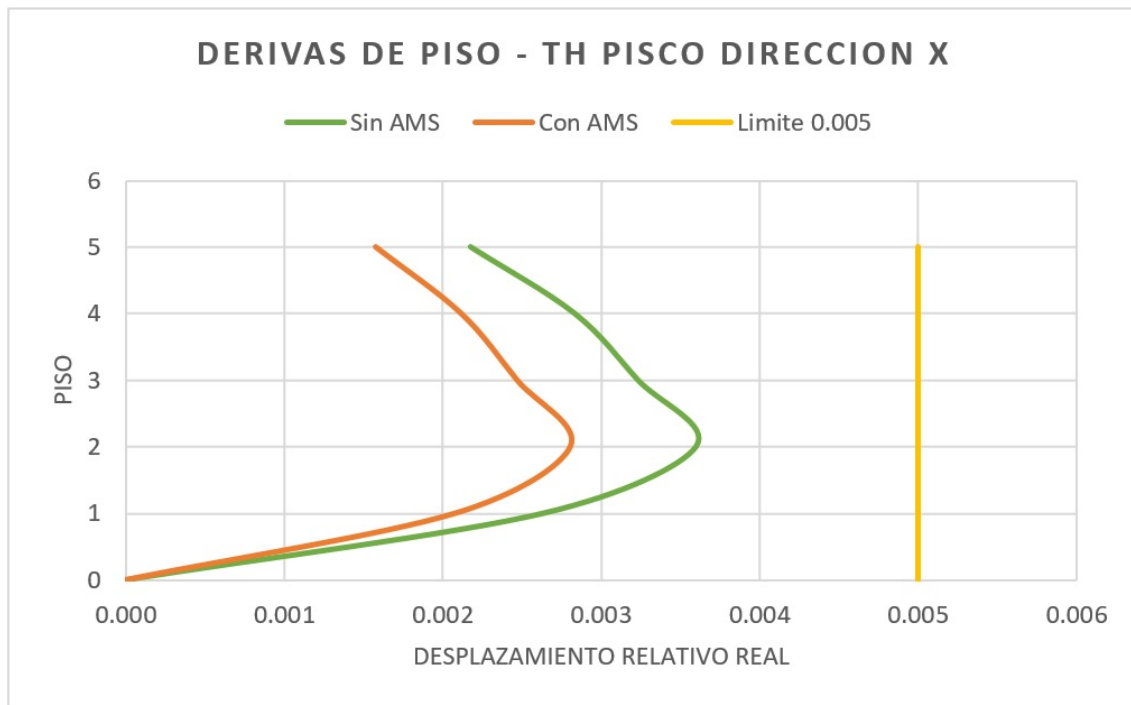


Figura 4.5: Derivas de piso correspondiente al análisis T-H Pisco "X-X" con y sin AMS

Las derivas de piso con respecto a análisis Tiempo Historia con el registro sísmico de Moyobamba son mucho menores a las ocasionadas por el registro sísmico de Pisco; sin embargo, éstas también son reducidas debido a la sintonía de la masa acoplada a la edificación.

Tabla 4.9: Derivas de piso con respecto al análisis T-H Moyobamba "X"

TIEMPO-HISTORIA (MOYOBAMBA) EN "X-X"							
Story	Load Case	Label	Sin AMS		Con AMS		Disminución (%)
			Drift	Deriva	Drift	Deriva	
Story5	HISTMOYOX Max	9	0.00028	0.000563	0.000227	0.000460	18.35 %
Story4	HISTMOYOX Max	9	0.00036	0.000727	0.000302	0.000612	15.88 %
Story3	HISTMOYOX Max	9	0.00040	0.000812	0.000341	0.000691	14.96 %
Story2	HISTMOYOX Max	9	0.00043	0.000877	0.000379	0.000767	12.47 %
Story1	HISTMOYOX Max	9	0.00031	0.000628	0.000278	0.000563	10.32 %

La Figura 4.7 hace notar que las derivas de piso están muy por debajo del máximo permisible.

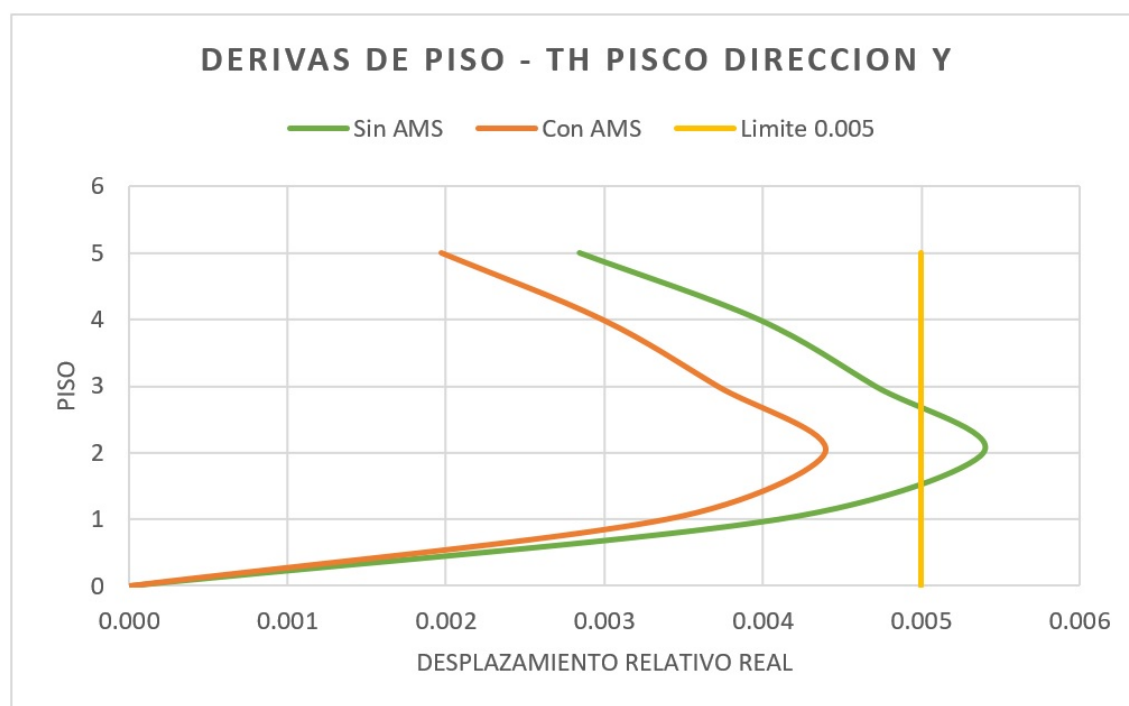


Figura 4.6: Derivas de piso correspondiente al análisis T-H Pisco "Y-Y" con y sin AMS

En la dirección "Y" las derivas de piso son más altas a comparación de la dirección "X", esto se compacta teóricamente debido a la mayor rigidez que existe en la dirección "X", así como también se hicieron notar cuando se mostraron las derivas de piso con respecto al análisis estático y en el caso de análisis modal espectral.

Este enunciado se refleja claramente en el gráfico de la Figura 4.8

Tabla 4.10: Derivas de piso con respecto al análisis T-H Moyobamba "Y"

TIEMPO-HISTORIA (MOYOBAMBA) EN "Y-Y"							
Story	Load Case	Label	Sin AMS		Con AMS		Disminución (%)
			Drift	Deriva	Drift	Deriva	
Story5	HISTMOYOY Max	823	0.00041	0.000830	0.000256	0.000518	37.56 %
Story4	HISTMOYOY Max	823	0.00057	0.001156	0.000383	0.000776	32.92 %
Story3	HISTMOYOY Max	823	0.00067	0.001353	0.000464	0.000940	30.54 %
Story2	HISTMOYOY Max	823	0.00074	0.001507	0.000524	0.001061	29.57 %
Story1	HISTMOYOY Max	802	0.00055	0.001114	0.000388	0.000786	29.45 %

Los desplazamientos máximos de los pisos han disminuido debido a la incorporación del AMS en los puntos donde ocurren las traslaciones máximas y estos se muestran en las Figuras A.1, A.2, A.3 y A.4 del Anexo A en la presente investigación.

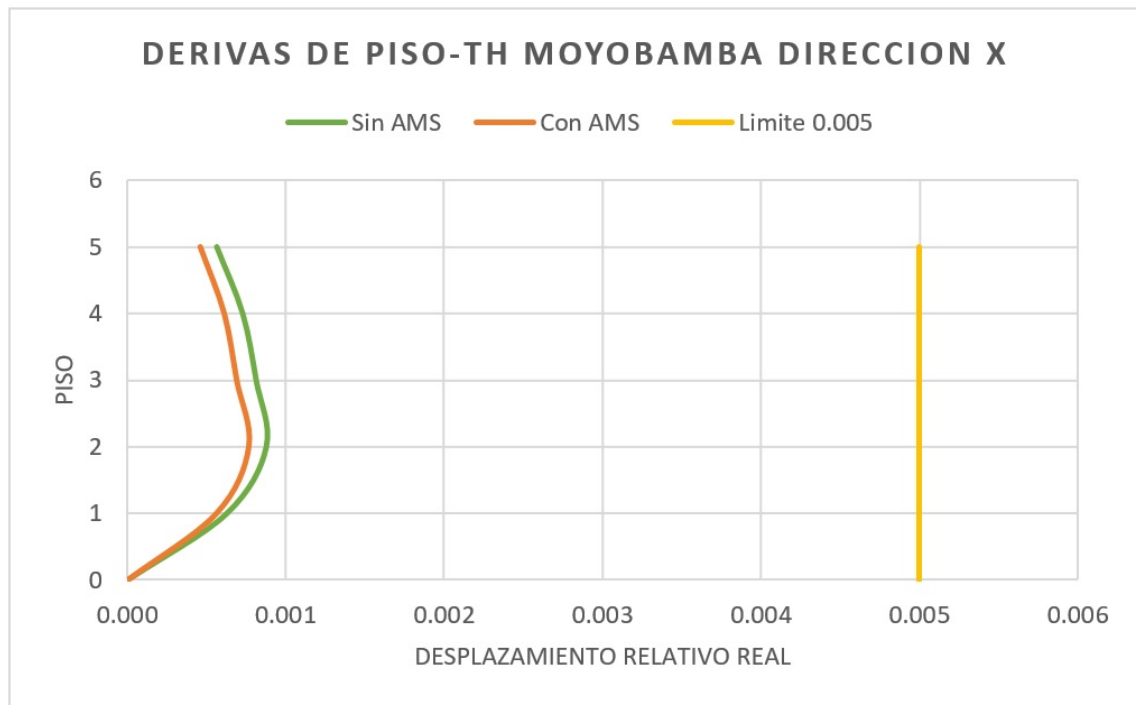


Figura 4.7: Derivas de piso correspondiente al análisis T-H Moyobamba "X-X" con y sin AMS

Las variaciones de reducciones de ambos sismos se reflejan en el siguiente cuadro de datos:

Tabla 4.11: Variación de disminuciones con respecto al Eje "X" con dos registros.

REGISTRO PISCO	REGISTRO MOYOBAMBA	Δ
27.53 %	18.35 %	9.19 %
25.29 %	15.88 %	9.41 %
23.61 %	14.96 %	8.64 %
22.05 %	12.47 %	9.58 %
21.12 %	10.32 %	10.80 %

Los porcentajes de reducción del Sismo de Pisco (mayor duración) son superiores al Sismo de Moyobamba (menor duración) en la dirección "X" mientras que en el Eje "Y" ocurre lo contrario tal y como demuestran las Tablas 4.11 y 4.12 respectivamente.

4.2.5. Fuerzas cortantes basales

4.2.5.1. Estático

El fuerza cortante viene expresada por la Ecuación 3.5.1 de la Sección 3.5 de esta presente investigación, la cual es obtenida mediante la Tabla 4.13 arrojada por el software:

Considerando que:

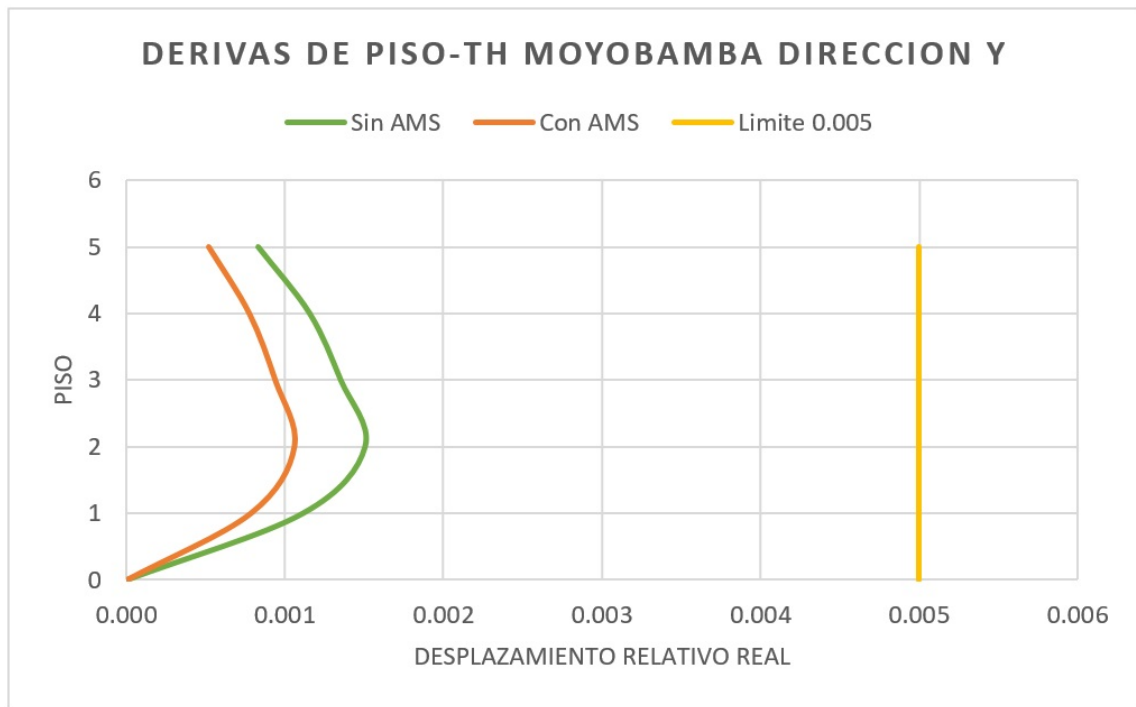


Figura 4.8: Derivas de piso correspondiente al análisis T-H Moyobamba "Y-Y" con y sin AMS

Tabla 4.12: Variación de disminuciones con respecto al Eje "Y" con dos registros.

REGISTRO PISCO	REGISTRO MOYOBAMBA	Δ
30.72 %	37.56 %	6.84 %
24.87 %	32.92 %	8.05 %
21.16 %	30.54 %	9.38 %
18.55 %	29.57 %	11.02 %
17.29 %	29.45 %	12.16 %

$$\frac{C}{R} = \frac{2.5}{2.03} = 1.2315 > 1.125, \text{ OK}$$

Tabla 4.13: Fuerzas cortantes para ambas direcciones de análisis en un sísmo estático

Load Pattern	Type	Direction	Eccentricity (%)	C	K	Weight Used (Tonf)	Base Shear (Tonf)
SX	Seismic	X + Ecc. Y	5	0.432	1	907.1115	391.8722
SY	Seismic	Y + Ecc. X	5	0.432	1	907.1115	391.8722

4.2.5.2. Dinámico

Tabla 4.14: Fuerzas cortantes para ambas direcciones de análisis en un sísmo dinámico

Story	Load Case/Combo	Location	VX tonf	VY tonf
Story1	EEQQ X Max	Bottom	329.9454	24.5656
Story1	EEQQ Y Max	Bottom	24.5631	297.9315

De acuerdo a la Sección 4.6.4 de la Norma E.030-2016, el cortante dinámico deberá no ser menor que el 90 % de la cortante estática, mostrando en la Tabla 4.15 que dicha proposición no se cumple. Por lo tanto se deberá escalar proporcionalmente para cada

Tabla 4.15: Fuerzas cortantes Estático y Dinámico

	90 % Estático	Dinámico
VX	352.68498	329.9454
VY	352.68498	297.9315

dirección de análisis:

$$V_x = \frac{352.6849}{329.9454} = 1.06891922118023$$

$$V_y = \frac{352.6849}{297.9315} = 1.18377875451236$$

Estos datos se ingresan al programa para escalar todos los resultados, excepto las derivas de piso.

4.2.6. Refuerzos de los elementos estructurales

El acero mínimo calculado para las vigas mencionado en la Sección 3.8 es:

Sección Tipo-1:

$$A_{smin} = \frac{0.7 * \sqrt{210 * 15 * 34}}{4200}$$

$$A_{smin} = 1.23 \text{ cm}^2$$

Sección Tipo-2:

4.2. Resultados de la Investigación.

General

Load Case Name:

Load Case Type:

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E.030-2014	1.06891922118023

General

Load Case Name:

Load Case Type:

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	E.030-2014	1.18377875451236

$$A_{smin} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{210 \cdot 25 \cdot 16}}{4200}$$

$$A_{smin} = 0.966 \text{ cm}^2$$

Sección Tipo-3:

$$A_{smin} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{210 \cdot 60 \cdot 16}}{4200}$$

$$A_{smin} = 2.32 \text{ cm}^2$$

En los planos presentados en el Anexo se detallan los aceros en las vigas, donde se muestra que se utilizan 2 varillas de media en la parte inferior y en la parte superior cantidades variables. Usando el software tenemos que los aceros máximos calculados para los tres tipos de vigas, propuestos en los planos del presente proyecto, en un sistema sin amortiguador, son los mostrados en la siguiente tabla:

	Viga 15x40	Viga 25x20	Viga 60x20
<i>As Top</i> (cm ²)	→ 6.22	→ 4.09	→ 4.83
<i>As Bot</i> (cm ²)	→ 6.93	→ 1.90	→ 3.10

Los datos para un sistema con amortiguador de masa sintonizada se muestran en el siguiente cuadro:

	Viga 15x40	Viga 25x20	Viga 60x20
<i>As Top</i> (cm ²)	▷▷ 5.68	▷▷ 3.84	▷▷ 4.85
<i>As Bot</i> (cm ²)	▷▷ 6.17	▷▷ 1.80	▷▷ 2.67

Los resultados obtenidos para cada viga se muestran en el Anexo, por ello, las tablas mostradas (4.16 y 4.17) son de aceros y momentos máximos de todas las calculadas. Dicha tabla nos indica la etiqueta de las vigas que requieren mayor acero debido al

4.2. Resultados de la Investigación.

momento flector en cada caso de análisis (sin disipador y con disipador de energía):

Tabla 4.16: Vigas más críticas en un modelamiento sin AMS

Label	Story	Section	Location	(-) Moment (Tonf-cm)	As Top	(+) Moment (Tonf-cm)	As Bot
B65	Story1	Viga 15x40	End-J	-659.653	6.22	555.991	5.26
B72	Story1	Viga 15x40	End-J	-652.236	6.16	737.219	6.93
B77	Story2	Viga 25x20	End-J	-218.252	4.09	109.126	1.9
B73	Story3	Viga 60x20	End-I	-276.164	4.83	56.676	1.26
B73	Story1	Viga 60x20	End-I	-245.82	4.27	137.36	3.1

Tabla 4.17: Vigas más críticas en un modelamiento con AMS

Label	Story	Section	Location	(-) Moment (Tonf-cm)	As Top	(+) Moment (Tonf-cm)	As Bot
B65	Story1	Viga 15x40	End-J	-599.896	5.68	497.848	4.61
B72	Story1	Viga 15x40	End-J	-579.114	5.49	653.415	6.17
B77	Story2	Viga 25x20	End-J	-206.921	3.84	103.46	1.8
B73	Story3	Viga 60x20	End-I	-277.118	4.85	51.667	1.15
B73	Story5	Viga 60x20	End-J	-45.995	1.02	118.67	2.67

4.2. Resultados de la Investigación.

Se muestra las reducciones de momentos y fuerzas cortantes de los tres tipos de vigas en las Figuras B.1, B.2 y B.3 de los Anexos de la presente investigación.

La tabla 4.18 hace notar las variaciones en porcentaje que sufren las vigas debido a los momentos flectores. El valor negativo indica que en la viga se ha incrementado el momento flector; sin embargo, este valor es muy pequeño a comparación de las disminuciones que éste sufre.

Tabla 4.18: Reducción de momentos en vigas críticas

Label	Story	Section	Location	% Reducción			
				(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B65	Story1	Viga 15x40	End-J	9.06 %	8.68 %	10.46 %	12.36 %
B72	Story1	Viga 15x40	End-J	11.21 %	10.88 %	11.37 %	10.97 %
B77	Story2	Viga 25x20	End-J	5.19 %	6.11 %	5.19 %	5.26 %
B73	Story3	Viga 60x20	End-I	-0.35 %	-0.41 %	8.84 %	8.73 %

Para el caso de columnas, en los Anexos, mostramos que los aceros requeridos para ambos casos (con y sin amortiguador) es el 1 % de la sección de la columna por lo que se hace las verificaciones del caso teniendo las secciones de las columnas mostradas en la Figura D.1 del Apéndice C de la presente tesis.

Parte III

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.3. Conclusiones.

Se ha elaborado un modelamiento de la edificación en el programa (ETABS) que permite calcular los componentes estructurales en un ambiente totalmente organizado, así mismo nos permite obtener resultados aproximados debido a que es un modelo idealizado; con las menciones anteriores, la tesis desarrollada ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Los factores "Z" y "R" se han distorsionado con respecto al expediente técnico debido a los enunciados de la Norma E.030-2016, mientras que "C", "S" y "U" mantienen sus valores originales.
2. A causa de las variaciones de los parámetros sísmicos de la Norma E.030-2016, las derivas de piso y los esfuerzos internos en todos los elementos estructurales se han incrementado, por lo tanto será necesario utilizar un sistema de disipación sísmica.
3. Con la incorporación de la masa inercial acoplada se reduce los desplazamientos hasta en un 20.67 % en el caso de análisis estático, en un 28.47 % en el análisis modal espectral y los desplazamientos en un análisis tiempo-historia hasta un 37.56 %.
4. Al incorporar el disipador de energía (AMS), la deriva que sobrepasa al máximo permisible en el análisis Tiempo Historia, sufre reducciones considerables, haciendo que se encuentre por debajo del límite (0.005).
5. El AMS hace que los periodos de vibración de la edificación se reduzcan debido a la sincronización de frecuencias que existe entre ambas estructuras, esta reducción torsional en el primer modo de vibración llega a ser de 21.82 %
6. La estructura, juntamente con la masa incorporada en el último nivel, ofrece mejores características dinámicas ante los efectos de movimientos telúricos.
7. La incorporación de la masa inercial acoplada a la edificación hace que los elementos estructurales más críticos reduzcan los esfuerzos internos, logrando así una mejor optimización de aceros.
8. Los amortiguadores de masa sintonizados serán más eficientes mientras más masa tengan, ya que el amortiguamiento y la rigidez dependen de ésta.

9. El efecto y eficiencia del amortiguador de masa inercial, se hace más notorio en el caso de un sismo de mayor duración en la dirección "X", mientras que la eficiencia es mayor en la dirección "Y" en el caso del sismo de menor duración.
10. La incorporación del AMS no determina las secciones de los elementos estructurales.
11. La eficiencia del amortiguador de masa sintonizada es directamente proporcional a la altura que tenga el edificio.
12. La incorporación del AMS no hace que se tenga que replantear ni reforzar los elementos estructurales.
13. La incorporación del AMS no hace que se tenga que demoler la estructura para tener mejores comportamientos estructurales.

4.4. Recomendaciones.

1. Elaborar normativas y recomendaciones para el análisis de estructuras con dispositivos AMS para luego incorporarlas en los reglamentos actuales.
2. Es necesario incorporar efectos de disipadores sísmicos en zonas de alta vulnerabilidad.
3. Los supuestos en el modelamiento deben estar respaldados por trabajos de campo y estudios especializados, tales como el estudio de mecánica de suelos y estudios más complejos de diseño para los aisladores elastoméricos del AMS.
4. Se debe realizar un análisis Tiempo Historia en todas las estructuras de construcción civil que involucren vidas humanas, ya que este análisis es más completo y se asemeja más a la realidad cinemática de las vibraciones provocadas por un movimiento telúrico.

4.5. Temas relacionados por investigar.

A continuación presento algunos temas por investigar relacionados con amortiguadores que sincronizan con la edificación:

1. Realizar una optimización de cantidad de AMS cuando actúan en forma simultánea.
2. Utilización de técnicas evolutivas para optimizar el alineamiento de los AMS en edificaciones.
3. Desarrollar la optimización del alineamiento de los AMS con algún programa de apoyo en cálculos.
4. Desarrollar métodos de amortiguadores sintonizados en estructuras, tal como: Los amortiguadores de líquido sintonizado (ALS).
5. Utilizar técnicas de optimización para poder utilizar las cajas de ascensor como un amortiguador de masa sintonizado, ya que cuentan con una gran masa y por tanto sería muy eficaz.

4.5. Temas relacionados por investigar.

6. Se podría analizar la factibilidad de combinación de amortiguadores de masa sintonizados, con otros dispositivos disipadores de energía del tipo: amortiguadores metálicos, viscosos y amortiguadores de líquido sintonizados.
7. Utilizar técnicas de optimización para poder utilizar los tanques elevados como un amortiguador de líquido sintonizado, ya que cuentan con una gran masa con relación a la edificación.
8. Incorporación de amortiguadores de masa sintonizadas entre separaciones de losas de techos.

Bibliografía

- [1] Lee C.S.; Goda K. and Hong H.P. *Cost-effectiveness of tuned mass damper and base isolation*. 14th World conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, 2008.
- [2] Edward L., Wilson. *Three dimensional static and dynamic analysis of structures*. Computers and Structures, Inc. Berkeley, California, USA, 2000.
- [3] Oviedo; J.A.; Duque M.P. *Sistema de control de respuesta sísmica en edificaciones*. Esc. De Ing. de Antioquia. Revista EIA. Medellín. Colombia, 2006.
- [4] G. W., Housner. *Limit design of structures to resist earthquakes*. *Proceedings of the World Conference on Earthquake Engineering, Earthquake Engineering Research Center, Berkeley, California. Original no consultado, citado por: Oviedo, J.A.; M.P. Duque. 2006*. Esc. De Ing. de Antioquia. Revista EIA. Medellín. Colombia, 1956.
- [5] C. X., Cahís. *Desarrollo de un nuevo disipador de energía para diseño sismorresistente. Análisis numérico y validación experimental de su comportamiento*. Tesis Dr. Barcelona, Univ. Politécnica de Cataluña, Depto. de Ing. de la Construcción, 2000.
- [6] Maldonado-Mercado Julio Cesar. *Passive and Active Control of Structures*. Massachusetts Institute of Technology, May 1995.
- [7] Vajreshwari Umachagi; Katta Venkataramana; G.R. Reddy; Rajeev Verma. *Applications of dampers for vibration control of structures: An overview*. International Journal of Research in Engineering and Technology, November, 2013.
- [8] Barbat A.; Bozzo L. *Diseño sismorresistente de edificios*. Mecánica Computacional. Santa Fe. Argentina, 2000.
- [9] Den Hartog J.P. *Mechanical Vibrations*. McGraw-Hill, Inc, New York, 1985.
- [10] Ambrosini D.; Cuitiño; Rebeco J. *Eficiencia de amortiguadores de masa sintonizados en estructuras sismorresistentes*. Mecánica Computacional. Bariloche, Argentina, 2004.
- [11] Lin Jui-Liang; Keh-Chyuan Tsai; Yi-Jer Yu. *Bi-Directional Coupled Tuned Mass Dampers for Two-Way Asymmetric-Plan Buildings under Bi-Directional Ground Excitations* 8th International Conference on Structural Dynamics, July, 2011.

- [12] Sladek J.R.; Klingner R.E. *Using Tuned-Mass Dampers to Reduce Seismic Response*.
- [13] Bassotti R.; Ambrosini D. *Influencia de amortiguadores de masa sintonizados en la disminución de efectos torsionales de estructuras sismorresistentes*. Mecánica Computacional. Bariloche. Argentina, 2004.
- [14] Mohan M. Murudi; Sharadchandra M. Mane. *Seismic Effectiveness of Tuned Mass Damper (TMD) for Different Ground Motion Parameters*. 13th World Conference on Earthquake Engineering, Canada, 2004.
- [15] Sayed Mehdi Zahrai and Amin Ghannadi Asl. *Effectiveness of Tuned Mass Dampers in Mitigating Seismic Vibration of Multi-Story Buildings*. 7th International Congress on civil Engineering, Iran.
- [16] Konapure C.G.; S.S. Patil; S.B. Javheri. *Effectiveness of Multiple Tuned Mass Dampers*. International Journal of Engineering and Innovative Technology, 2012.
- [17] Kottelenberg J.; T. Haskett; B. Breukelman; J. Robinson. *Tuned mass dampers under excessive structural excitation*. Motioneering Inc., Guelph, Ontario, Canada.
- [18] Sadek F.; B. Mohraz; A.W. Taylor; R.M. Chung. *A method of estimating the parameters of tuned mass dampers for seismic applications*. Laboratory National Institute of Standards and Technology Gaithersburg, 1996.
- [19] Soong T.T.; Dargush G.F. *Passive Energy Dissipation Systems in Structural Engineering*. John Wiley & Sons, 1997.
- [20] American Iron And Steel Institute. *Steel Bridge Bearing Selection and Design Guide*. Highway Structures Design Handbook.
- [21] Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento. *Reglamento Nacional de Edificaciones*. 2006.
- [22] Thesis submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy of Civil and Natural Resources Engineering in the University of Canterbury by Min Ho Chey. *Passive and semi-active tuned mass damper building systems*. University of canterbury, New Zealand, 2007.
- [23] Oviedo Sarmiento Ricardo Ramón. *Dispositivos pasivos de disipación de energía para diseño sismorresistente de estructuras, Tesis de Maestría*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 2008.
- [24] Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento. *Decreto Supremo que modifica la Norma Técnica E.030 ¿Diseño Sismorresistente? del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-Vivienda, modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-Vivienda*. El Peruano, 2016.
- [25] Villarreal Castro Genner; Oviedo Sarmiento Ricardo. *Edificaciones con disipadores de energía*. . Perú, 2009.
- [26] San Bartolomé Ángel. *Análisis de Edificios*. Pontificia Universidad Católica del Perú, 1998.

BIBLIOGRAFÍA

- [27] Palomino Encinas Alex Henry. *Diseño de Edificios de Concreto Armado con ETABS 2013*. CUPABRI, Cajamarca-Perú, 2014.
- [28] Bassotti Ricardo Daniel. *Control de vibraciones torsionales en estructuras sismo-resistentes*. Tesis de magister en Ingeniería Estructural. Universidad Nacional de Tucumán.
- [29] Yefi Carcamo Sergio Patricio . *Estudio de la eficiencia de los amortiguadores de masa sintonizada en la respuesta sísmica de edificios estructurados en base a marcos de hormigón armado*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil en Obras Civiles. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 2011.

Apéndice A

Desplazamientos de nudos
críticos debido a los registros
sísmicos.

APÉNDICE A. DESPLAZAMIENTOS DE NUDOS CRÍTICOS DEBIDO A LOS REGISTROS SÍSMICOS.

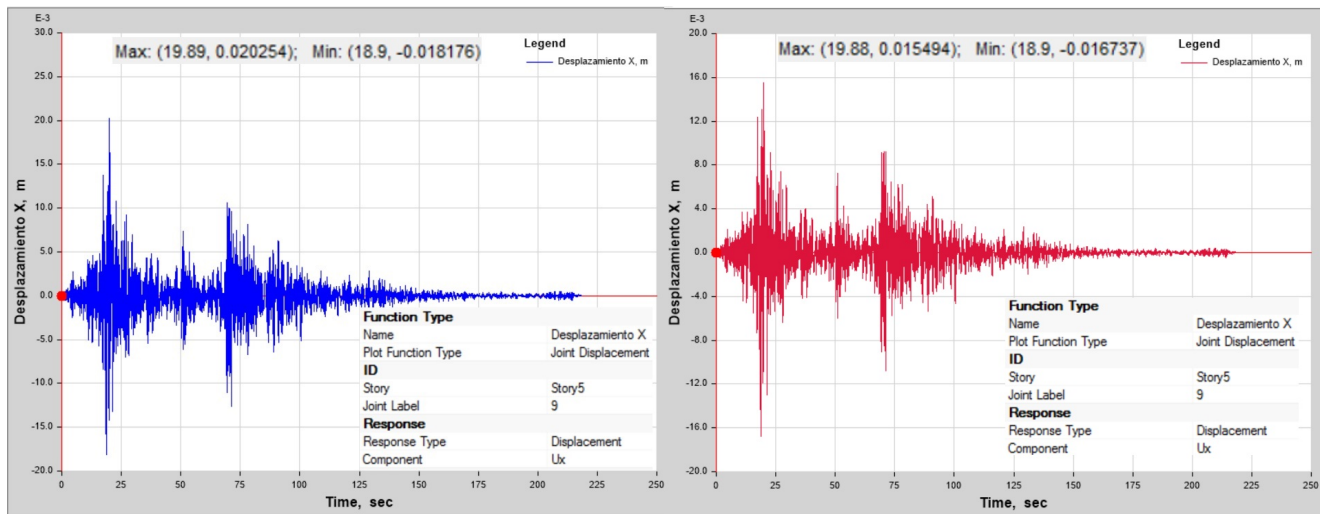


Figura A.1: Desplazamiento de nudo crítico en "X" del sismo de Pisco sin y con AMS

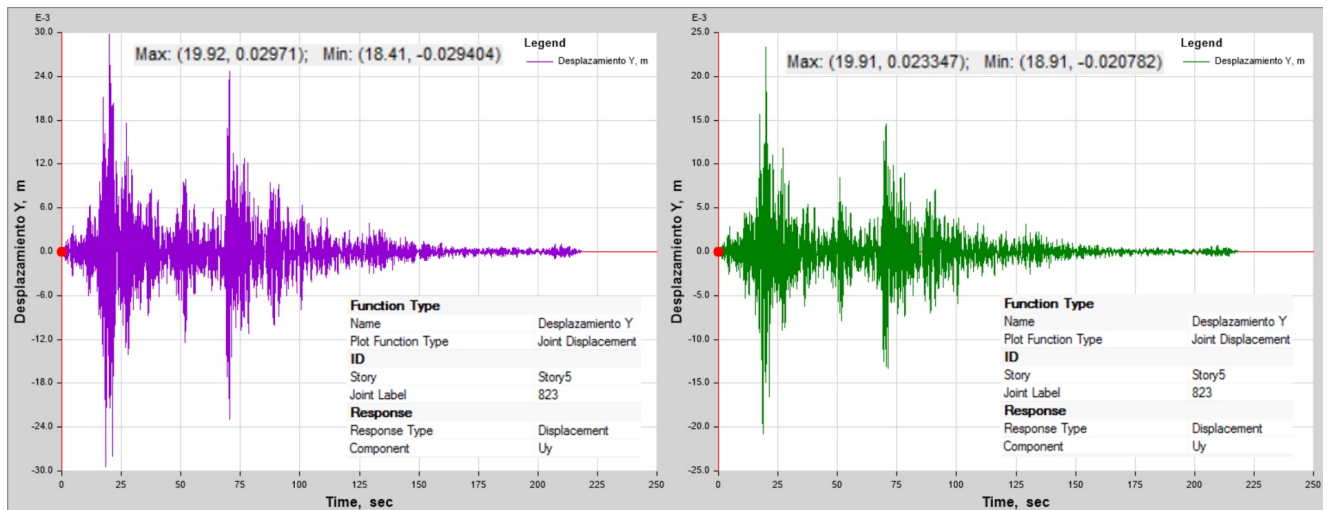


Figura A.2: Desplazamiento de nudo crítico en "Y" del sismo de Pisco sin y con AMS

APÉNDICE A. DESPLAZAMIENTOS DE NUDOS CRÍTICOS DEBIDO A LOS REGISTROS SÍSMICOS.

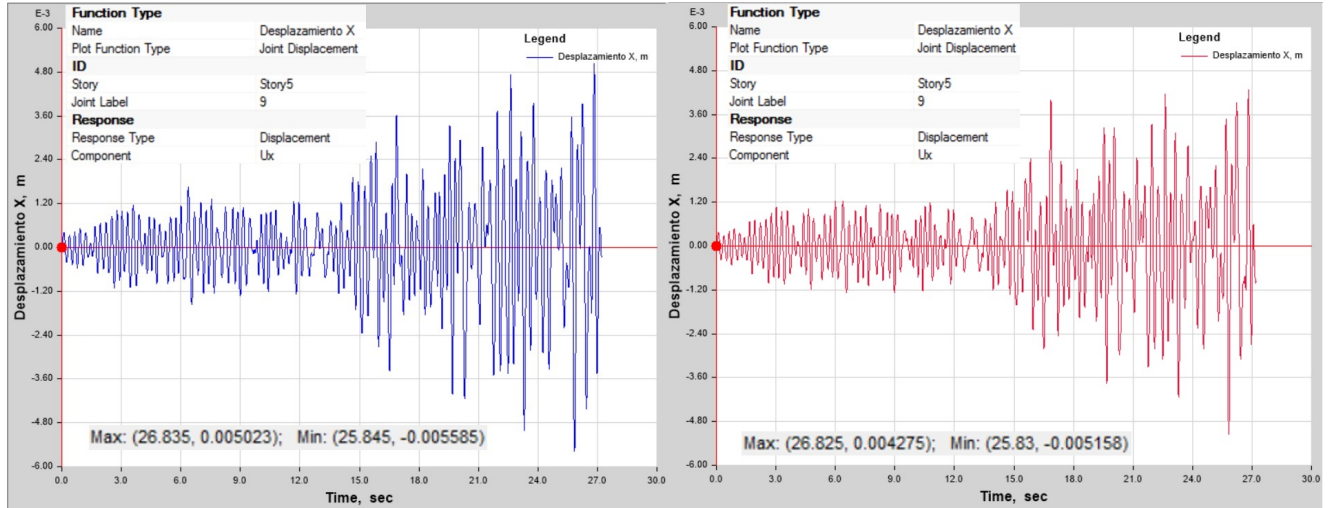


Figura A.3: Desplazamiento de nudo crítico en "X" del sismo de Moyobamba sin y con AMS

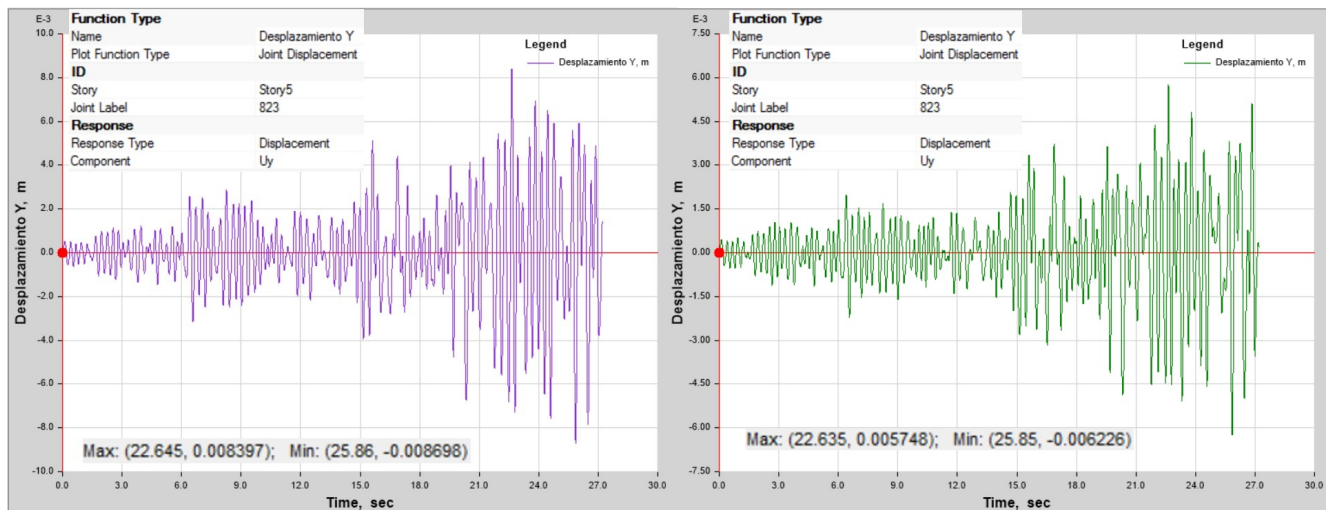


Figura A.4: Desplazamiento de nudo crítico en "Y" del sismo de Moyobamba sin y con AMS

Apéndice B

Reducción de momentos y fuerzas cortantes en vigas críticas.

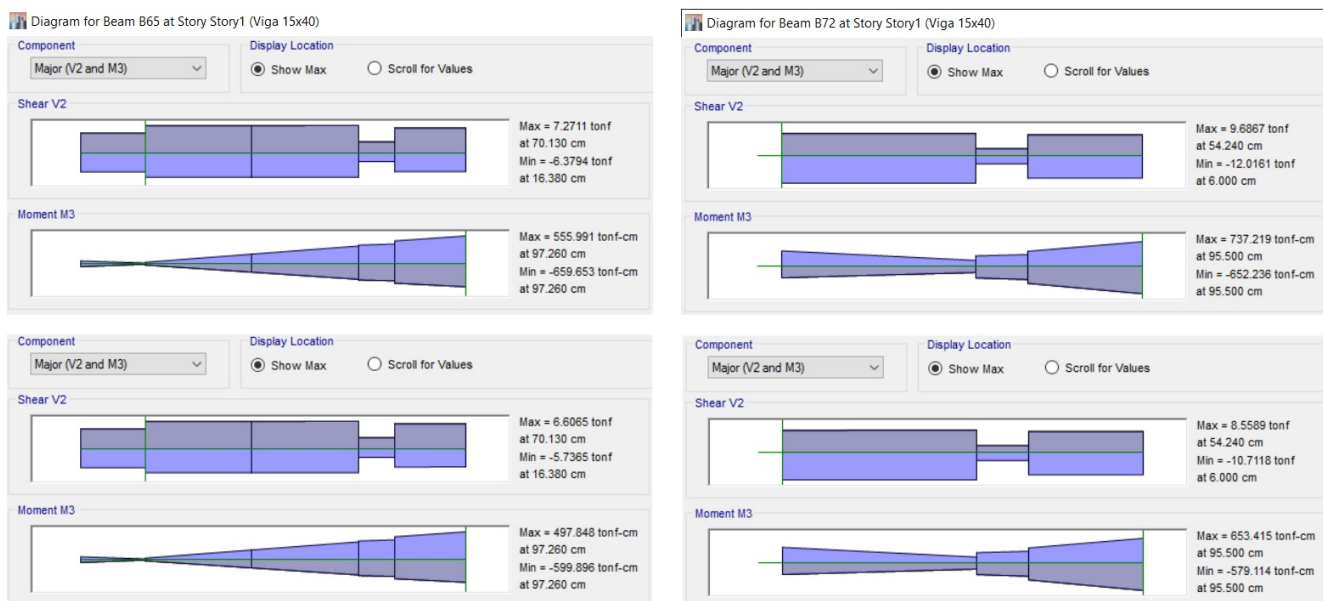


Figura B.1: Reducción de momentos flectores y fuerzas cortantes en viga Tipo-1

APÉNDICE B. REDUCCIÓN DE MOMENTOS Y FUERZAS CORTANTES EN VIGAS CRÍTICAS.

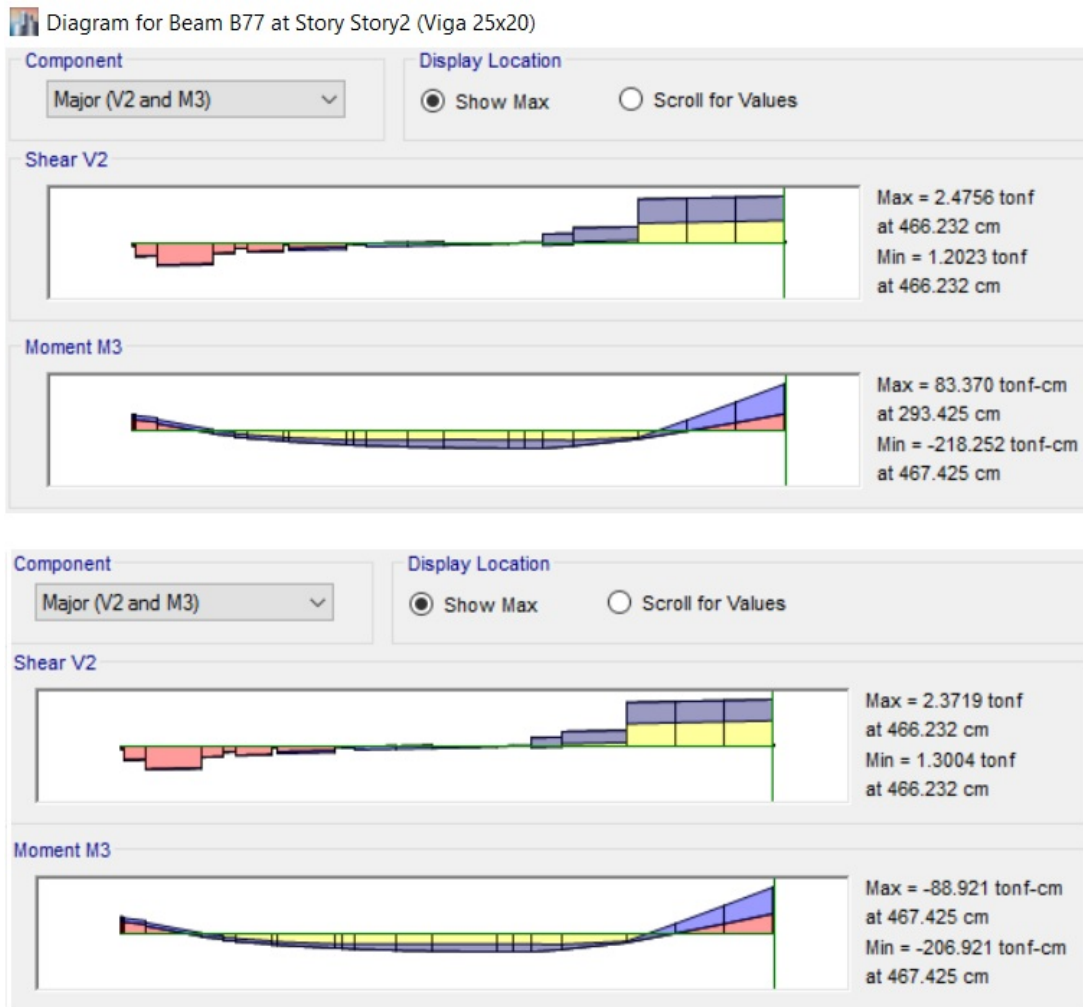


Figura B.2: Reducción de momentos flectores y fuerzas cortantes en viga Tipo-2

APÉNDICE B. REDUCCIÓN DE MOMENTOS Y FUERZAS CORTANTES EN VIGAS CRÍTICAS.

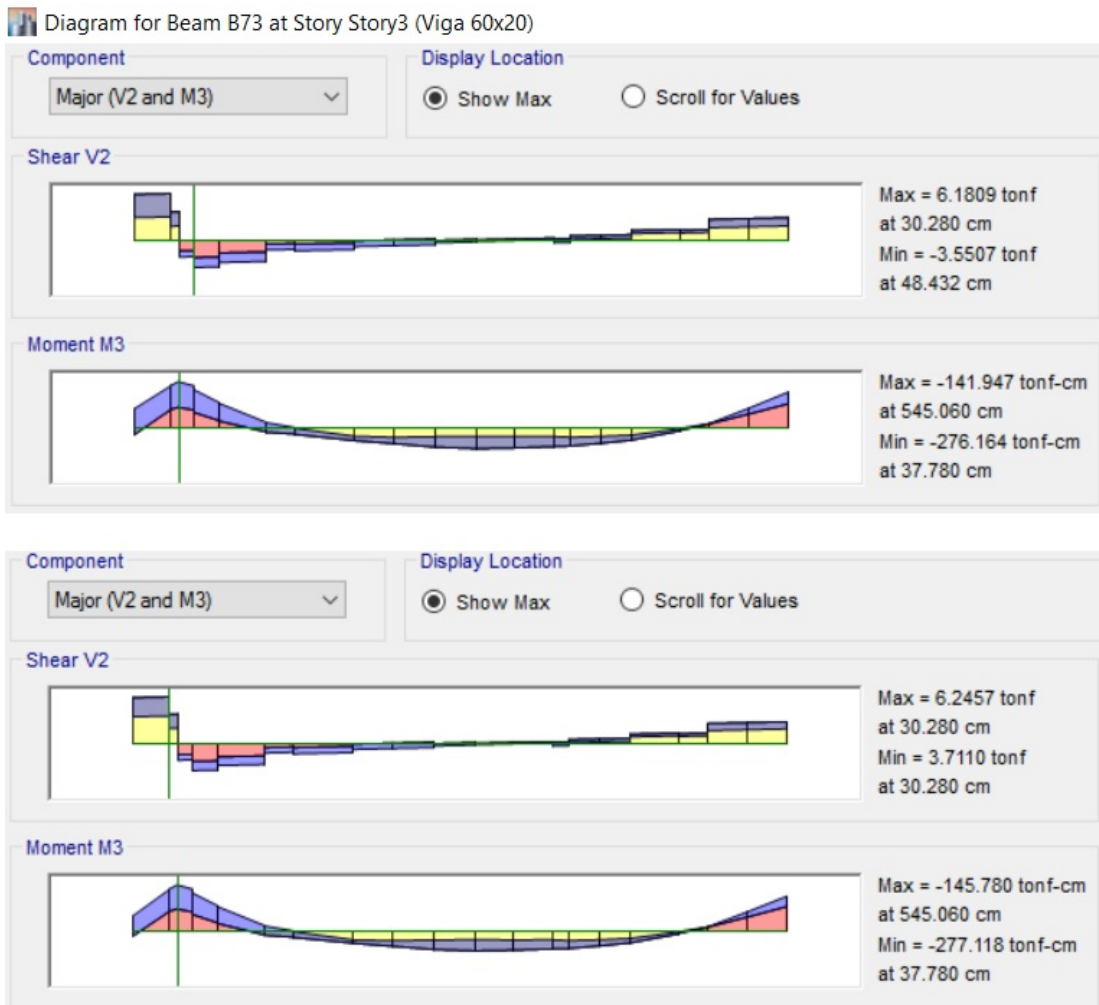


Figura B.3: Reducción de momentos flectores y fuerzas cortantes en viga Tipo-3

APÉNDICE B. REDUCCIÓN DE MOMENTOS Y FUERZAS CORTANTES EN VIGAS CRÍTICAS.

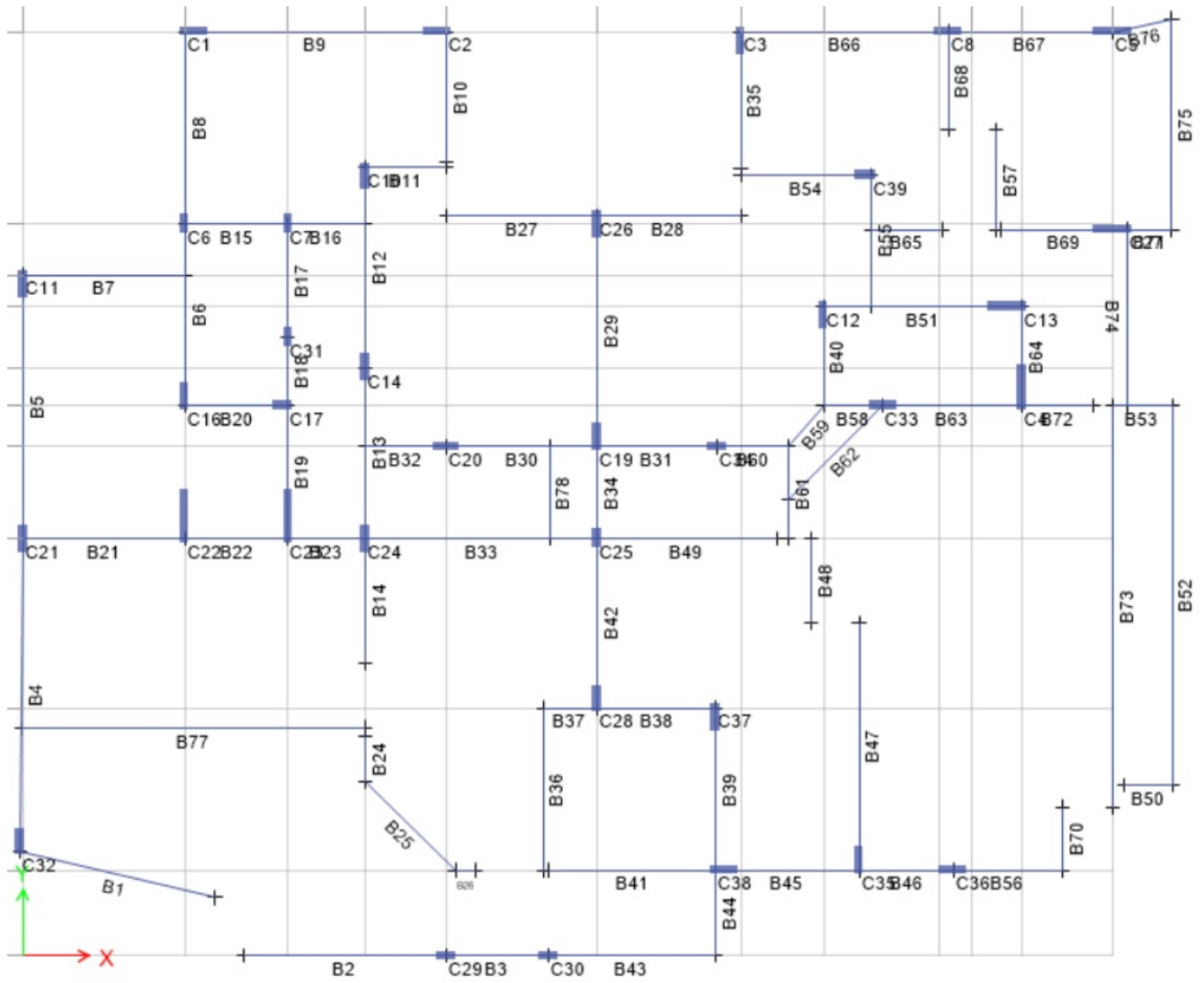


Figura B.4: Etiqueta de los elementos estructurales

Apéndice C

Resultados de los diseños de vigas sin AMS.

Momentos flectores (Tonf-cm) y Aceros requeridos (cm²) en las vigas sin AMS

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B1	Story5	Viga 15x40	End-I	-17.021	0.18	26.289	0.28
B1	Story5	Viga 15x40	Middle	-17.021	0.18	17.021	0.18
B1	Story5	Viga 15x40	End-J	-68.084	0.74	34.042	0.37
B2	Story5	Viga 15x40	End-I	-34.462	0.37	34.462	0.37
B2	Story5	Viga 15x40	Middle	-34.462	0.37	93.785	1.02
B2	Story5	Viga 15x40	End-J	-137.85	1.32	90.766	0.99
B3	Story5	Viga 15x40	End-I	-65.311	0.71	46.425	0.5
B3	Story5	Viga 15x40	Middle	-21.041	0.23	21.041	0.23
B3	Story5	Viga 15x40	End-J	-84.163	0.91	43.615	0.47
B4	Story5	Viga 15x40	End-I	-18.726	0.2	9.363	0.1
B4	Story5	Viga 15x40	Middle	-4.681	0.05	13.405	0.14
B4	Story5	Viga 15x40	End-J	-18.331	0.2	14.38	0.15
B5	Story5	Viga 15x40	End-I	-14.254	0.15	16.082	0.17
B5	Story5	Viga 15x40	Middle	-4.021	0.04	5.398	0.06
B5	Story5	Viga 15x40	End-J	-14.87	0.16	7.435	0.08
B6	Story5	Viga 15x40	End-I	-17.245	0.18	16.916	0.18
B6	Story5	Viga 15x40	Middle	-18.772	0.2	48.048	0.52
B6	Story5	Viga 15x40	End-J	-67.666	0.73	57.318	0.62
B7	Story5	Viga 15x40	End-I	-42.014	0.45	49.092	0.53
B7	Story5	Viga 15x40	Middle	-101.164	1.1	143.035	1.32
B7	Story5	Viga 15x40	End-J	-50.715	0.55	38.923	0.42
B8	Story5	Viga 15x40	End-I	-9.043	0.1	7.372	0.08
B8	Story5	Viga 15x40	Middle	-4.053	0.04	6.322	0.07
B8	Story5	Viga 15x40	End-J	-13.828	0.15	6.914	0.07

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B9	Story5	Viga 15x40	End-I	-11.659	0.12	9.07	0.1
B9	Story5	Viga 15x40	Middle	-4.833	0.05	7.755	0.08
B9	Story5	Viga 15x40	End-J	-19.334	0.21	9.667	0.1
B10	Story5	Viga 15x40	End-I	-141.918	1.32	100.915	1.1
B10	Story5	Viga 15x40	Middle	-57.573	0.62	52.752	0.57
B10	Story5	Viga 15x40	End-J	-35.48	0.38	35.48	0.38
B11	Story5	Viga 15x40	End-I	-8.496	0.09	18.797	0.2
B11	Story5	Viga 15x40	Middle	-4.699	0.05	21.289	0.23
B11	Story5	Viga 15x40	End-J	-5.215	0.06	2.607	0.03
B12	Story5	Viga 15x40	End-I	-16.817	0.18	8.409	0.09
B12	Story5	Viga 15x40	Middle	-14.269	0.15	20.652	0.22
B12	Story5	Viga 15x40	End-J	-18.758	0.2	25.109	0.27
B13	Story5	Viga 15x40	End-I	-26.348	0.28	40.048	0.43
B13	Story5	Viga 15x40	Middle	-40.114	0.43	82.281	0.89
B13	Story5	Viga 15x40	End-J	-105.394	1.15	52.697	0.57
B14	Story5	Viga 15x40	End-I	-110.113	1.2	55.057	0.59
B14	Story5	Viga 15x40	Middle	-47.178	0.51	27.528	0.29
B14	Story5	Viga 15x40	End-J	-3.562	0.04	68.64	0.74
B15	Story5	Viga 15x40	End-I	-25.66	0.27	15.67	0.17
B15	Story5	Viga 15x40	Middle	-29.922	0.32	50.399	0.54
B15	Story5	Viga 15x40	End-J	-85.812	0.93	86.279	0.94
B16	Story5	Viga 15x40	End-I	-171.367	1.43	182.835	1.53
B16	Story5	Viga 15x40	Middle	-60.904	0.66	66.587	0.72
B16	Story5	Viga 15x40	End-J	-52.925	0.57	46.296	0.5
B17	Story5	Viga 15x40	End-I	-14.34	0.15	7.17	0.08
B17	Story5	Viga 15x40	Middle	-4.004	0.04	3.678	0.04
B17	Story5	Viga 15x40	End-J	-14.712	0.16	9.04	0.1
B18	Story5	Viga 15x40	End-I	-32.885	0.35	20.051	0.21
B18	Story5	Viga 15x40	Middle	-15.325	0.16	11.288	0.12
B18	Story5	Viga 15x40	End-J	-28.78	0.31	14.39	0.15
B19	Story5	Viga 15x40	End-I	-10.979	0.12	13.179	0.14
B19	Story5	Viga 15x40	Middle	-17.093	0.18	17.003	0.18
B19	Story5	Viga 15x40	End-J	-31.572	0.34	16.083	0.17
B20	Story5	Viga 15x40	End-I	-18.08	0.19	9.596	0.1
B20	Story5	Viga 15x40	Middle	-4.52	0.05	13.174	0.14
B20	Story5	Viga 15x40	End-J	-14.141	0.15	10.574	0.11
B21	Story5	Viga 15x40	End-I	-30.544	0.33	25.426	0.27
B21	Story5	Viga 15x40	Middle	-12.221	0.13	26.198	0.28
B21	Story5	Viga 15x40	End-J	-48.883	0.53	24.441	0.26
B22	Story5	Viga 15x40	End-I	-31.664	0.34	15.832	0.17
B22	Story5	Viga 15x40	Middle	-66.557	0.72	72.003	0.78
B22	Story5	Viga 15x40	End-J	-149.574	1.32	92.077	1

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B23	Story5	Viga 15x40	End-I	-452.289	4.12	366.747	3.24
B23	Story5	Viga 15x40	Middle	-113.072	1.24	113.072	1.24
B23	Story5	Viga 15x40	End-J	-356.466	3.14	394.111	3.51
B24	Story5	Viga 15x40	End-I	-48.472	0.52	24.236	0.26
B24	Story5	Viga 15x40	Middle	0		0	
B24	Story5	Viga 15x40	End-J	-52.138	0.56	26.069	0.28
B25	Story5	Viga 15x40	End-I	-44.811	0.48	22.406	0.24
B25	Story5	Viga 15x40	Middle	-17.263	0.18	28.898	0.31
B25	Story5	Viga 15x40	End-J	-11.203	0.12	27.595	0.3
B26	Story5	Viga 15x40	End-I	0	0	27.043	0.29
B26	Story5	Viga 15x40	Middle	0		0	
B26	Story5	Viga 15x40	End-J	-14.186	0.15	28.974	0.31
B27	Story5	Viga 15x40	End-I	-41.205	0.44	29.66	0.32
B27	Story5	Viga 15x40	Middle	-10.301	0.11	43.155	0.46
B27	Story5	Viga 15x40	End-J	-19.531	0.21	30.234	0.32
B28	Story5	Viga 15x40	End-I	-42.186	0.45	46.33	0.5
B28	Story5	Viga 15x40	Middle	-11.583	0.12	42.231	0.45
B28	Story5	Viga 15x40	End-J	-42.219	0.45	26.761	0.29
B29	Story5	Viga 15x40	End-I	-4.63	0.05	4.569	0.05
B29	Story5	Viga 15x40	Middle	-1.748	0.02	7.653	0.08
B29	Story5	Viga 15x40	End-J	-8.051	0.09	6.224	0.07
B30	Story5	Viga 15x40	End-I	-50.249	0.54	25.124	0.27
B30	Story5	Viga 15x40	Middle	-12.562	0.13	18.213	0.19
B30	Story5	Viga 15x40	End-J	-17.842	0.19	12.562	0.13
B31	Story5	Viga 15x40	End-I	-26.046	0.28	13.023	0.14
B31	Story5	Viga 15x40	Middle	-17.925	0.19	41.472	0.45
B31	Story5	Viga 15x40	End-J	-49.42	0.53	52.673	0.57
B32	Story5	Viga 15x40	End-I	-5.56	0.06	6.75	0.07
B32	Story5	Viga 15x40	Middle	-100.057	1.09	130.002	1.32
B32	Story5	Viga 15x40	End-J	-183.065	1.53	196.766	1.65
B33	Story5	Viga 15x40	End-I	-101.545	1.11	78.129	0.85
B33	Story5	Viga 15x40	Middle	-25.386	0.27	37.201	0.4
B33	Story5	Viga 15x40	End-J	-52.401	0.56	26.201	0.28
B34	Story5	Viga 15x40	End-I	-30.011	0.32	16.105	0.17
B34	Story5	Viga 15x40	Middle	-7.644	0.08	7.503	0.08
B34	Story5	Viga 15x40	End-J	-20.287	0.22	21.667	0.23
B36	Story5	Viga 15x40	End-I	-53.842	0.58	26.921	0.29
B36	Story5	Viga 15x40	Middle	-13.46	0.14	20.141	0.22
B36	Story5	Viga 15x40	End-J	-13.46	0.14	24.625	0.26
B37	Story5	Viga 15x40	End-I	-19.433	0.21	19.433	0.21
B37	Story5	Viga 15x40	Middle	-42.473	0.46	19.433	0.21
B37	Story5	Viga 15x40	End-J	-77.732	0.84	38.866	0.42

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B38	Story5	Viga 15x40	End-I	-50.453	0.54	25.227	0.27
B38	Story5	Viga 15x40	Middle	-19.66	0.21	12.613	0.13
B38	Story5	Viga 15x40	End-J	-41.227	0.44	20.613	0.22
B39	Story5	Viga 15x40	End-I	-71.312	0.77	44.972	0.48
B39	Story5	Viga 15x40	Middle	-28.554	0.31	29.781	0.32
B39	Story5	Viga 15x40	End-J	-57.328	0.62	28.664	0.31
B41	Story5	Viga 15x40	End-I	-329.902	2.88	220.238	1.86
B41	Story5	Viga 15x40	Middle	-128.946	1.32	110.905	1.21
B41	Story5	Viga 15x40	End-J	-203.459	1.71	234.414	1.99
B42	Story5	Viga 15x40	End-I	-5.742	0.06	2.871	0.03
B42	Story5	Viga 15x40	Middle	-2.558	0.03	5.534	0.06
B42	Story5	Viga 15x40	End-J	-5.681	0.06	10.23	0.11
B43	Story5	Viga 15x40	End-I	-182.895	1.53	91.447	1
B43	Story5	Viga 15x40	Middle	-65.579	0.71	54.826	0.59
B43	Story5	Viga 15x40	End-J	-45.724	0.49	45.724	0.49
B44	Story5	Viga 15x40	End-I	-0.932	0.01	6.209	0.07
B44	Story5	Viga 15x40	Middle	-50.223	0.54	20.495	0.22
B44	Story5	Viga 15x40	End-J	-77.556	0.84	38.778	0.42
B45	Story5	Viga 15x40	End-I	-51.931	0.56	40.279	0.43
B45	Story5	Viga 15x40	Middle	-25.962	0.28	37.49	0.4
B45	Story5	Viga 15x40	End-J	-77.227	0.84	103.848	1.13
B46	Story5	Viga 15x40	End-I	-164.462	1.37	224.368	1.9
B46	Story5	Viga 15x40	Middle	-69.354	0.75	69.354	0.75
B46	Story5	Viga 15x40	End-J	-277.416	2.38	193.563	1.62
B47	Story5	Viga 15x40	End-I	-35.266	0.38	17.633	0.19
B47	Story5	Viga 15x40	Middle	-8.817	0.09	20.358	0.22
B47	Story5	Viga 15x40	End-J	-10.601	0.11	25.837	0.28
B48	Story5	Viga 15x40	End-I	-64.899	0.7	32.449	0.35
B48	Story5	Viga 15x40	Middle	-73.506	0.8	81.85	0.89
B48	Story5	Viga 15x40	End-J	-121.679	1.32	152.281	1.32
B49	Story5	Viga 15x40	End-I	-61.891	0.67	40.138	0.43
B49	Story5	Viga 15x40	Middle	-35.076	0.38	35.076	0.38
B49	Story5	Viga 15x40	End-J	-140.302	1.32	85.685	0.93
B35	Story5	Viga 15x40	End-I	-114.89	1.26	130.829	1.32
B35	Story5	Viga 15x40	Middle	-57.786	0.62	75.411	0.82
B35	Story5	Viga 15x40	End-J	-82.351	0.89	61.827	0.67
B51	Story5	Viga 15x40	End-I	-16.602	0.18	16.689	0.18
B51	Story5	Viga 15x40	Middle	-8.214	0.09	12.369	0.13
B51	Story5	Viga 15x40	End-J	-24.381	0.26	12.191	0.13
B54	Story5	Viga 15x40	End-I	-7.185	0.08	4.348	0.05
B54	Story5	Viga 15x40	Middle	-2.664	0.03	26.671	0.29
B54	Story5	Viga 15x40	End-J	-10.658	0.11	14.3	0.15

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B55	Story5	Viga 15x40	End-I	-16.137	0.17	8.069	0.09
B55	Story5	Viga 15x40	Middle	-19.392	0.21	19.086	0.2
B55	Story5	Viga 15x40	End-J	-5.276	0.06	5.381	0.06
B57	Story5	Viga 15x40	End-I	-18.282	0.2	21.355	0.23
B57	Story5	Viga 15x40	Middle	-8.178	0.09	9.554	0.1
B57	Story5	Viga 15x40	End-J	-10.528	0.11	5.264	0.06
B65	Story5	Viga 15x40	End-I	-53.06	0.57	53.06	0.57
B65	Story5	Viga 15x40	Middle	-134.257	1.32	55.497	0.6
B65	Story5	Viga 15x40	End-J	-212.241	1.79	106.12	1.16
B66	Story5	Viga 15x40	End-I	-14.491	0.15	9.334	0.1
B66	Story5	Viga 15x40	Middle	-8.776	0.09	9.782	0.1
B66	Story5	Viga 15x40	End-J	-35.105	0.38	17.553	0.19
B67	Story5	Viga 15x40	End-I	-20.988	0.22	10.494	0.11
B67	Story5	Viga 15x40	Middle	-6.244	0.07	6.969	0.07
B67	Story5	Viga 15x40	End-J	-15.806	0.17	10.092	0.11
B68	Story5	Viga 15x40	End-I	-10.037	0.11	5.018	0.05
B68	Story5	Viga 15x40	Middle	-2.509	0.03	11.184	0.12
B68	Story5	Viga 15x40	End-J	0	0	9.213	0.1
B40	Story5	Viga 15x40	End-I	-21.056	0.23	25.199	0.27
B40	Story5	Viga 15x40	Middle	-19.616	0.21	17.892	0.19
B40	Story5	Viga 15x40	End-J	-38.713	0.42	21.417	0.23
B58	Story5	Viga 15x40	End-I	-55.65	0.6	45.608	0.49
B58	Story5	Viga 15x40	Middle	-47.231	0.51	30.245	0.32
B58	Story5	Viga 15x40	End-J	-45.867	0.49	22.933	0.25
B59	Story5	Viga 15x40	End-I	-61.889	0.67	71.539	0.77
B59	Story5	Viga 15x40	Middle	-77.389	0.84	81.82	0.89
B59	Story5	Viga 15x40	End-J	-69.6	0.75	72.332	0.78
B60	Story5	Viga 15x40	End-I	-207.065	1.74	232.168	1.97
B60	Story5	Viga 15x40	Middle	0		0	
B60	Story5	Viga 15x40	End-J	-61.461	0.66	65.605	0.71
B61	Story5	Viga 15x40	End-I	-33.55	0.36	40.181	0.43
B61	Story5	Viga 15x40	Middle	-46.407	0.5	33.019	0.35
B61	Story5	Viga 15x40	End-J	-34.516	0.37	33.746	0.36
B62	Story5	Viga 15x40	End-I	-14.655	0.16	30.931	0.33
B62	Story5	Viga 15x40	Middle	-14.655	0.16	30.187	0.32
B62	Story5	Viga 15x40	End-J	-58.618	0.63	45.874	0.49
B63	Story5	Viga 15x40	End-I	-46.591	0.5	36.419	0.39
B63	Story5	Viga 15x40	Middle	-17.338	0.19	12.991	0.14
B63	Story5	Viga 15x40	End-J	-51.963	0.56	25.982	0.28
B64	Story5	Viga 15x40	End-I	-29.644	0.32	50.822	0.55
B64	Story5	Viga 15x40	Middle	-13.431	0.14	28.378	0.3
B64	Story5	Viga 15x40	End-J	-53.724	0.58	38.071	0.41

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B69	Story5	Viga 15x40	End-I	-170.191	1.42	85.096	0.92
B69	Story5	Viga 15x40	Middle	-42.548	0.46	42.548	0.46
B69	Story5	Viga 15x40	End-J	-132.85	1.32	128.35	1.32
B72	Story5	Viga 15x40	End-I	-191.373	1.6	95.687	1.04
B72	Story5	Viga 15x40	Middle	-78.537	0.85	164.712	1.37
B72	Story5	Viga 15x40	End-J	-140.8	1.32	276.625	2.38
B73	Story5	Viga 60x20	End-I	-214.84	3.71	33.877	0.75
B73	Story5	Viga 60x20	Middle	-33.877	0.75	95.741	2.14
B73	Story5	Viga 60x20	End-J	-135.508	3.06	67.754	1.51
B74	Story5	Viga 15x40	End-I	-55.388	0.6	27.694	0.3
B74	Story5	Viga 15x40	Middle	-23.154	0.25	13.847	0.15
B74	Story5	Viga 15x40	End-J	-15.214	0.16	13.847	0.15
B50	Story5	Viga 15x40	End-I	-15.88	0.17	7.94	0.08
B50	Story5	Viga 15x40	Middle	-6.072	0.06	3.97	0.04
B50	Story5	Viga 15x40	End-J	0	0	2.367	0.03
B52	Story5	Viga 15x40	End-I	-101.191	1.1	41.11	0.44
B52	Story5	Viga 15x40	Middle	-16.992	0.18	113.517	1.24
B52	Story5	Viga 15x40	End-J	-13.111	0.14	6.556	0.07
B53	Story5	Viga 15x40	End-I	-2.914	0.03	1.144	0.01
B53	Story5	Viga 15x40	Middle	-5.659	0.06	0.703	0.01
B53	Story5	Viga 15x40	End-J	-2.811	0.03	1.405	0.01
B56	Story5	Viga 15x40	End-I	-46.185	0.5	23.092	0.25
B56	Story5	Viga 15x40	Middle	-25.786	0.28	13.55	0.14
B56	Story5	Viga 15x40	End-J	-11.546	0.12	11.546	0.12
B70	Story5	Viga 15x40	End-I	-2.688	0.03	4.527	0.05
B70	Story5	Viga 15x40	Middle	-8.752	0.09	4.157	0.04
B70	Story5	Viga 15x40	End-J	-16.035	0.17	8.017	0.09
B71	Story5	Viga 15x40	End-I	-70.4	0.76	51.314	0.55
B71	Story5	Viga 15x40	Middle	0	0	0	0
B71	Story5	Viga 15x40	End-J	0	0	3.621	0.04
B75	Story5	Viga 15x40	End-I	-49.297	0.53	69.087	0.75
B75	Story5	Viga 15x40	Middle	-40.286	0.43	56.411	0.61
B75	Story5	Viga 15x40	End-J	-2.128	0.02	6.336	0.07
B76	Story5	Viga 15x40	End-I	-30.878	0.33	15.439	0.16
B76	Story5	Viga 15x40	Middle	-10.28	0.11	7.72	0.08
B76	Story5	Viga 15x40	End-J	-0.551	0.01	3.173	0.03
B77	Story5	Viga 25x20	End-I	-35.251	0.79	37.25	0.83
B77	Story5	Viga 25x20	Middle	-34.579	0.77	61.806	1.33
B77	Story5	Viga 25x20	End-J	-138.316	2.46	69.158	1.33
B78	Story5	Viga 15x40	End-I	-25.875	0.28	12.937	0.14
B78	Story5	Viga 15x40	Middle	-26.657	0.29	7.726	0.08
B78	Story5	Viga 15x40	End-J	-30.904	0.33	15.452	0.17

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B1	Story4	Viga 15x40	End-I	-14.399	0.15	32.823	0.35
B1	Story4	Viga 15x40	Middle	-18.144	0.19	15.939	0.17
B1	Story4	Viga 15x40	End-J	-75.349	0.82	28.733	0.31
B2	Story4	Viga 15x40	End-I	-69.407	0.75	53.62	0.58
B2	Story4	Viga 15x40	Middle	-46.507	0.5	116.927	1.28
B2	Story4	Viga 15x40	End-J	-186.027	1.56	112.261	1.23
B3	Story4	Viga 15x40	End-I	-56.569	0.61	28.284	0.3
B3	Story4	Viga 15x40	Middle	-17.631	0.19	17.631	0.19
B3	Story4	Viga 15x40	End-J	-70.525	0.76	35.263	0.38
B4	Story4	Viga 15x40	End-I	-21.177	0.23	10.589	0.11
B4	Story4	Viga 15x40	Middle	-7.328	0.08	17.224	0.18
B4	Story4	Viga 15x40	End-J	-29.312	0.31	25.494	0.27
B5	Story4	Viga 15x40	End-I	-19.072	0.2	21.698	0.23
B5	Story4	Viga 15x40	Middle	-5.424	0.06	6.653	0.07
B5	Story4	Viga 15x40	End-J	-13.661	0.15	6.83	0.07
B6	Story4	Viga 15x40	End-I	-26.588	0.28	26.588	0.28
B6	Story4	Viga 15x40	Middle	-36.687	0.39	73.675	0.8
B6	Story4	Viga 15x40	End-J	-106.35	1.16	88.651	0.96
B7	Story4	Viga 15x40	End-I	-45.708	0.49	50.135	0.54
B7	Story4	Viga 15x40	Middle	-176.821	1.48	222.34	1.88
B7	Story4	Viga 15x40	End-J	-69.659	0.75	55.85	0.6
B8	Story4	Viga 15x40	End-I	-13.252	0.14	9.015	0.1
B8	Story4	Viga 15x40	Middle	-5.356	0.06	6.218	0.07
B8	Story4	Viga 15x40	End-J	-21.425	0.23	16.948	0.18
B9	Story4	Viga 15x40	End-I	-33.662	0.36	27.721	0.3
B9	Story4	Viga 15x40	Middle	-9.152	0.1	10.393	0.11
B9	Story4	Viga 15x40	End-J	-36.61	0.39	18.305	0.2
B10	Story4	Viga 15x40	End-I	-166.026	1.38	121.241	1.32
B10	Story4	Viga 15x40	Middle	-59.802	0.65	58.236	0.63
B10	Story4	Viga 15x40	End-J	-41.507	0.45	51.211	0.55
B11	Story4	Viga 15x40	End-I	-1.415	0.02	9.782	0.1
B11	Story4	Viga 15x40	Middle	-4.725	0.05	35.315	0.38
B11	Story4	Viga 15x40	End-J	-18.902	0.2	13.071	0.14
B12	Story4	Viga 15x40	End-I	-22.266	0.24	11.133	0.12
B12	Story4	Viga 15x40	Middle	-14.346	0.15	19.048	0.2
B12	Story4	Viga 15x40	End-J	-20.787	0.22	28.907	0.31
B13	Story4	Viga 15x40	End-I	-33.642	0.36	35.611	0.38
B13	Story4	Viga 15x40	Middle	-50.144	0.54	102.826	1.12
B13	Story4	Viga 15x40	End-J	-134.569	1.32	67.284	0.73
B14	Story4	Viga 15x40	End-I	-146.236	1.32	73.118	0.79
B14	Story4	Viga 15x40	Middle	-60.115	0.65	36.559	0.39
B14	Story4	Viga 15x40	End-J	-23.944	0.26	93.754	1.02

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B15	Story4	Viga 15x40	End-I	-14.203	0.15	7.101	0.08
B15	Story4	Viga 15x40	Middle	-26.148	0.28	47.983	0.52
B15	Story4	Viga 15x40	End-J	-90.552	0.99	90.386	0.98
B16	Story4	Viga 15x40	End-I	-231.953	1.97	241.493	2.05
B16	Story4	Viga 15x40	Middle	-78.083	0.85	80.915	0.88
B16	Story4	Viga 15x40	End-J	-82.928	0.9	72.525	0.79
B17	Story4	Viga 15x40	End-I	-16.218	0.17	8.109	0.09
B17	Story4	Viga 15x40	Middle	-4.067	0.04	4.877	0.05
B17	Story4	Viga 15x40	End-J	-15.107	0.16	7.553	0.08
B18	Story4	Viga 15x40	End-I	-46.736	0.5	31.013	0.33
B18	Story4	Viga 15x40	Middle	-27.519	0.29	20.84	0.22
B18	Story4	Viga 15x40	End-J	-51.944	0.56	34.922	0.37
B19	Story4	Viga 15x40	End-I	-15.112	0.16	17.092	0.18
B19	Story4	Viga 15x40	Middle	-23.147	0.25	24.847	0.27
B19	Story4	Viga 15x40	End-J	-42.713	0.46	21.678	0.23
B20	Story4	Viga 15x40	End-I	-11.576	0.12	5.788	0.06
B20	Story4	Viga 15x40	Middle	-2.894	0.03	8.731	0.09
B20	Story4	Viga 15x40	End-J	-8.996	0.1	5.273	0.06
B21	Story4	Viga 15x40	End-I	-58.175	0.63	40.416	0.43
B21	Story4	Viga 15x40	Middle	-20	0.21	34.223	0.37
B21	Story4	Viga 15x40	End-J	-80	0.87	40	0.43
B22	Story4	Viga 15x40	End-I	-66.397	0.72	34.95	0.38
B22	Story4	Viga 15x40	Middle	-50.489	0.54	61.834	0.67
B22	Story4	Viga 15x40	End-J	-144.524	1.32	82.718	0.9
B23	Story4	Viga 15x40	End-I	-562.637	5.34	464.588	4.25
B23	Story4	Viga 15x40	Middle	-140.659	1.32	140.659	1.32
B23	Story4	Viga 15x40	End-J	-456.084	4.16	503.371	4.67
B24	Story4	Viga 15x40	End-I	-56.068	0.6	28.034	0.3
B24	Story4	Viga 15x40	Middle	0		0	
B24	Story4	Viga 15x40	End-J	-91.918	1	45.959	0.49
B25	Story4	Viga 15x40	End-I	-52.111	0.56	26.056	0.28
B25	Story4	Viga 15x40	Middle	-18.994	0.2	28.78	0.31
B25	Story4	Viga 15x40	End-J	-13.028	0.14	39.755	0.43
B26	Story4	Viga 15x40	End-I	0	0	36.132	0.39
B26	Story4	Viga 15x40	Middle	0		0	
B26	Story4	Viga 15x40	End-J	-9.222	0.1	38.082	0.41
B27	Story4	Viga 15x40	End-I	-73.387	0.8	45.202	0.49
B27	Story4	Viga 15x40	Middle	-18.347	0.2	54.865	0.59
B27	Story4	Viga 15x40	End-J	-52.899	0.57	41.197	0.44
B28	Story4	Viga 15x40	End-I	-77.779	0.84	60.671	0.66
B28	Story4	Viga 15x40	Middle	-19.445	0.21	51.959	0.56
B28	Story4	Viga 15x40	End-J	-76.144	0.83	44.052	0.47

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B29	Story4	Viga 15x40	End-I	-1.934	0.02	4.224	0.04
B29	Story4	Viga 15x40	Middle	-0.986	0.01	7.088	0.08
B29	Story4	Viga 15x40	End-J	-6.833	0.07	5.377	0.06
B30	Story4	Viga 15x40	End-I	-23.565	0.25	11.783	0.13
B30	Story4	Viga 15x40	Middle	-10.143	0.11	14.158	0.15
B30	Story4	Viga 15x40	End-J	-40.57	0.44	20.285	0.22
B31	Story4	Viga 15x40	End-I	-47.797	0.51	23.898	0.26
B31	Story4	Viga 15x40	Middle	-12.134	0.13	36.913	0.4
B31	Story4	Viga 15x40	End-J	-46.527	0.5	48.536	0.52
B32	Story4	Viga 15x40	End-I	-16.276	0.17	17.663	0.19
B32	Story4	Viga 15x40	Middle	-119.118	1.31	155.962	1.32
B32	Story4	Viga 15x40	End-J	-230.713	1.96	237.478	2.02
B33	Story4	Viga 15x40	End-I	-104.798	1.14	89.892	0.98
B33	Story4	Viga 15x40	Middle	-26.199	0.28	26.199	0.28
B33	Story4	Viga 15x40	End-J	-85.628	0.93	51.38	0.55
B34	Story4	Viga 15x40	End-I	-34.462	0.37	17.231	0.18
B34	Story4	Viga 15x40	Middle	-9.265	0.1	8.615	0.09
B34	Story4	Viga 15x40	End-J	-22.769	0.24	24.164	0.26
B36	Story4	Viga 15x40	End-I	-75.616	0.82	37.808	0.41
B36	Story4	Viga 15x40	Middle	-18.904	0.2	24.533	0.26
B36	Story4	Viga 15x40	End-J	-18.904	0.2	29.403	0.32
B37	Story4	Viga 15x40	End-I	-31.974	0.34	31.974	0.34
B37	Story4	Viga 15x40	Middle	-72.381	0.78	31.974	0.34
B37	Story4	Viga 15x40	End-J	-127.897	1.32	63.949	0.69
B38	Story4	Viga 15x40	End-I	-89.362	0.97	44.681	0.48
B38	Story4	Viga 15x40	Middle	-30.907	0.33	22.34	0.24
B38	Story4	Viga 15x40	End-J	-67.457	0.73	33.728	0.36
B39	Story4	Viga 15x40	End-I	-89.337	0.97	50.339	0.54
B39	Story4	Viga 15x40	Middle	-32.539	0.35	34.667	0.37
B39	Story4	Viga 15x40	End-J	-76.072	0.82	38.036	0.41
B41	Story4	Viga 15x40	End-I	-416.686	3.74	286.013	2.46
B41	Story4	Viga 15x40	Middle	-160.572	1.33	144.645	1.32
B41	Story4	Viga 15x40	End-J	-269.646	2.31	292.451	2.52
B42	Story4	Viga 15x40	End-I	-7.363	0.08	3.681	0.04
B42	Story4	Viga 15x40	Middle	-3.386	0.04	4.389	0.05
B42	Story4	Viga 15x40	End-J	-5.082	0.05	13.544	0.14
B43	Story4	Viga 15x40	End-I	-224.169	1.9	112.084	1.23
B43	Story4	Viga 15x40	Middle	-75.616	0.82	71.026	0.77
B43	Story4	Viga 15x40	End-J	-56.042	0.6	56.042	0.6
B44	Story4	Viga 15x40	End-I	-1.322	0.01	7.368	0.08
B44	Story4	Viga 15x40	Middle	-67.937	0.74	25.983	0.28
B44	Story4	Viga 15x40	End-J	-103.932	1.13	51.966	0.56

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B45	Story4	Viga 15x40	End-I	-27.236	0.29	27.236	0.29
B45	Story4	Viga 15x40	Middle	-27.236	0.29	30.586	0.33
B45	Story4	Viga 15x40	End-J	-77.756	0.84	108.943	1.19
B46	Story4	Viga 15x40	End-I	-237.19	2.01	302.856	2.62
B46	Story4	Viga 15x40	Middle	-95.442	1.04	95.442	1.04
B46	Story4	Viga 15x40	End-J	-381.769	3.39	286.176	2.47
B47	Story4	Viga 15x40	End-I	-33.336	0.36	16.668	0.18
B47	Story4	Viga 15x40	Middle	-8.334	0.09	23.187	0.25
B47	Story4	Viga 15x40	End-J	-19.402	0.21	34.604	0.37
B48	Story4	Viga 15x40	End-I	-96.187	1.05	48.093	0.52
B48	Story4	Viga 15x40	Middle	-113.6	1.24	116.806	1.28
B48	Story4	Viga 15x40	End-J	-190.057	1.59	220.359	1.86
B49	Story4	Viga 15x40	End-I	-93.058	1.01	68.651	0.74
B49	Story4	Viga 15x40	Middle	-57.941	0.63	57.941	0.63
B49	Story4	Viga 15x40	End-J	-231.765	1.97	176.915	1.48
B35	Story4	Viga 15x40	End-I	-147.976	1.32	167.931	1.4
B35	Story4	Viga 15x40	Middle	-71.522	0.77	92.467	1.01
B35	Story4	Viga 15x40	End-J	-119.008	1.3	89.971	0.98
B51	Story4	Viga 15x40	End-I	-44.672	0.48	44.504	0.48
B51	Story4	Viga 15x40	Middle	-13.546	0.14	16.07	0.17
B51	Story4	Viga 15x40	End-J	-54.186	0.58	27.093	0.29
B54	Story4	Viga 15x40	End-I	-23.029	0.25	18.074	0.19
B54	Story4	Viga 15x40	Middle	-10.177	0.11	45.127	0.49
B54	Story4	Viga 15x40	End-J	-40.71	0.44	21.85	0.23
B55	Story4	Viga 15x40	End-I	-25.207	0.27	12.604	0.13
B55	Story4	Viga 15x40	Middle	-36.33	0.39	47.497	0.51
B55	Story4	Viga 15x40	End-J	-7.565	0.08	6.302	0.07
B57	Story4	Viga 15x40	End-I	-12.862	0.14	17.695	0.19
B57	Story4	Viga 15x40	Middle	-5.424	0.06	7.241	0.08
B57	Story4	Viga 15x40	End-J	-14.077	0.15	7.039	0.08
B65	Story4	Viga 15x40	End-I	-83.341	0.91	83.341	0.91
B65	Story4	Viga 15x40	Middle	-214.368	1.81	127.963	1.32
B65	Story4	Viga 15x40	End-J	-333.365	2.91	174.878	1.46
B66	Story4	Viga 15x40	End-I	-41.993	0.45	35.827	0.38
B66	Story4	Viga 15x40	Middle	-20.738	0.22	20.738	0.22
B66	Story4	Viga 15x40	End-J	-82.952	0.9	47.285	0.51
B67	Story4	Viga 15x40	End-I	-53.047	0.57	38.313	0.41
B67	Story4	Viga 15x40	Middle	-15.266	0.16	16.434	0.18
B67	Story4	Viga 15x40	End-J	-43.999	0.47	36.256	0.39
B68	Story4	Viga 15x40	End-I	-15.518	0.17	7.759	0.08
B68	Story4	Viga 15x40	Middle	-3.879	0.04	14.211	0.15
B68	Story4	Viga 15x40	End-J	0	0	12.68	0.14

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B40	Story4	Viga 15x40	End-I	-21.06	0.23	29.2	0.31
B40	Story4	Viga 15x40	Middle	-12.605	0.13	12.493	0.13
B40	Story4	Viga 15x40	End-J	-46.184	0.5	28.288	0.3
B58	Story4	Viga 15x40	End-I	-54.504	0.59	42.798	0.46
B58	Story4	Viga 15x40	Middle	-57.974	0.63	38.236	0.41
B58	Story4	Viga 15x40	End-J	-66.681	0.72	35.23	0.38
B59	Story4	Viga 15x40	End-I	-106.735	1.17	115.833	1.27
B59	Story4	Viga 15x40	Middle	-116.439	1.28	120.145	1.32
B59	Story4	Viga 15x40	End-J	-93.285	1.02	96.2	1.05
B60	Story4	Viga 15x40	End-I	-302.047	2.61	325.321	2.84
B60	Story4	Viga 15x40	Middle	0		0	
B60	Story4	Viga 15x40	End-J	-116.611	1.28	117.841	1.29
B61	Story4	Viga 15x40	End-I	-29.238	0.31	32.589	0.35
B61	Story4	Viga 15x40	Middle	-67.386	0.73	32.021	0.34
B61	Story4	Viga 15x40	End-J	-87.891	0.96	75.097	0.81
B62	Story4	Viga 15x40	End-I	-23.344	0.25	43.479	0.47
B62	Story4	Viga 15x40	Middle	-26.505	0.28	55.055	0.59
B62	Story4	Viga 15x40	End-J	-93.378	1.02	77.118	0.84
B63	Story4	Viga 15x40	End-I	-96.846	1.06	84.704	0.92
B63	Story4	Viga 15x40	Middle	-24.212	0.26	24.212	0.26
B63	Story4	Viga 15x40	End-J	-59.421	0.64	29.71	0.32
B64	Story4	Viga 15x40	End-I	-42.399	0.46	63.426	0.69
B64	Story4	Viga 15x40	Middle	-17.77	0.19	37.733	0.41
B64	Story4	Viga 15x40	End-J	-62.688	0.68	44.317	0.48
B69	Story4	Viga 15x40	End-I	-269.687	2.31	120.825	1.32
B69	Story4	Viga 15x40	Middle	-67.422	0.73	70.613	0.76
B69	Story4	Viga 15x40	End-J	-221.547	1.87	193.463	1.62
B72	Story4	Viga 15x40	End-I	-293.396	2.53	152.858	1.32
B72	Story4	Viga 15x40	Middle	-157.227	1.32	262.385	2.24
B72	Story4	Viga 15x40	End-J	-277.082	2.38	436.484	3.95
B73	Story4	Viga 60x20	End-I	-273.229	4.78	50.814	1.13
B73	Story4	Viga 60x20	Middle	-50.814	1.13	121.824	2.74
B73	Story4	Viga 60x20	End-J	-203.255	3.5	101.628	2.28
B74	Story4	Viga 15x40	End-I	-81.7	0.89	40.85	0.44
B74	Story4	Viga 15x40	Middle	-24.112	0.26	20.425	0.22
B74	Story4	Viga 15x40	End-J	-23.362	0.25	20.425	0.22
B50	Story4	Viga 15x40	End-I	-13.363	0.14	6.681	0.07
B50	Story4	Viga 15x40	Middle	-4.585	0.05	3.341	0.04
B50	Story4	Viga 15x40	End-J	0	0	2.836	0.03
B52	Story4	Viga 15x40	End-I	-167.622	1.4	48.785	0.53
B52	Story4	Viga 15x40	Middle	-26.133	0.28	137.298	1.32
B52	Story4	Viga 15x40	End-J	-28.259	0.3	15.702	0.17

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B53	Story4	Viga 15x40	End-I	-4.24	0.05	1.069	0.01
B53	Story4	Viga 15x40	Middle	-9.046	0.1	1.069	0.01
B53	Story4	Viga 15x40	End-J	-4.277	0.05	2.138	0.02
B56	Story4	Viga 15x40	End-I	-33.911	0.36	16.956	0.18
B56	Story4	Viga 15x40	Middle	-17.116	0.18	8.637	0.09
B56	Story4	Viga 15x40	End-J	-8.478	0.09	8.478	0.09
B70	Story4	Viga 15x40	End-I	-7.58	0.08	9.145	0.1
B70	Story4	Viga 15x40	Middle	-18.966	0.2	16.273	0.17
B70	Story4	Viga 15x40	End-J	-33.507	0.36	16.754	0.18
B71	Story4	Viga 15x40	End-I	-87.448	0.95	61.675	0.67
B71	Story4	Viga 15x40	Middle	0		0	
B71	Story4	Viga 15x40	End-J	0	0	3.572	0.04
B75	Story4	Viga 15x40	End-I	-63.491	0.69	92.606	1.01
B75	Story4	Viga 15x40	Middle	-47.87	0.52	69.686	0.75
B75	Story4	Viga 15x40	End-J	-1.955	0.02	9.571	0.1
B76	Story4	Viga 15x40	End-I	-69.733	0.75	34.866	0.37
B76	Story4	Viga 15x40	Middle	-20.8	0.22	17.433	0.19
B76	Story4	Viga 15x40	End-J	-2.475	0.03	6.427	0.07
B77	Story4	Viga 25x20	End-I	-61.09	1.33	52.697	1.19
B77	Story4	Viga 25x20	Middle	-52.697	1.19	85.763	1.48
B77	Story4	Viga 25x20	End-J	-210.79	3.93	105.395	1.83
B78	Story4	Viga 15x40	End-I	-35.629	0.38	17.814	0.19
B78	Story4	Viga 15x40	Middle	-37.409	0.4	10.784	0.12
B78	Story4	Viga 15x40	End-J	-43.137	0.46	21.569	0.23
B1	Story3	Viga 15x40	End-I	-46.612	0.5	66.425	0.72
B1	Story3	Viga 15x40	Middle	-29.394	0.32	29.394	0.32
B1	Story3	Viga 15x40	End-J	-117.574	1.29	58.787	0.63
B2	Story3	Viga 15x40	End-I	-81.586	0.89	58.04	0.63
B2	Story3	Viga 15x40	Middle	-52.994	0.57	129.029	1.32
B2	Story3	Viga 15x40	End-J	-211.978	1.79	130.343	1.32
B3	Story3	Viga 15x40	End-I	-55.461	0.6	27.73	0.3
B3	Story3	Viga 15x40	Middle	-17.41	0.19	17.41	0.19
B3	Story3	Viga 15x40	End-J	-69.639	0.75	34.819	0.37
B4	Story3	Viga 15x40	End-I	-21.997	0.24	12.513	0.13
B4	Story3	Viga 15x40	Middle	-10.322	0.11	20.03	0.21
B4	Story3	Viga 15x40	End-J	-41.29	0.44	36.749	0.39
B5	Story3	Viga 15x40	End-I	-26.121	0.28	27.908	0.3
B5	Story3	Viga 15x40	Middle	-6.977	0.07	8.601	0.09
B5	Story3	Viga 15x40	End-J	-14.949	0.16	8.595	0.09
B6	Story3	Viga 15x40	End-I	-31.746	0.34	31.746	0.34
B6	Story3	Viga 15x40	Middle	-51.666	0.56	87.656	0.95
B6	Story3	Viga 15x40	End-J	-126.985	1.32	108.107	1.18

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B7	Story3	Viga 15x40	End-I	-55.426	0.6	59.684	0.64
B7	Story3	Viga 15x40	Middle	-225.179	1.91	267.9	2.3
B7	Story3	Viga 15x40	End-J	-82.523	0.9	69.436	0.75
B8	Story3	Viga 15x40	End-I	-20.301	0.22	16.756	0.18
B8	Story3	Viga 15x40	Middle	-7.004	0.07	9.933	0.11
B8	Story3	Viga 15x40	End-J	-28.015	0.3	26.576	0.28
B9	Story3	Viga 15x40	End-I	-61.372	0.66	56.322	0.61
B9	Story3	Viga 15x40	Middle	-15.343	0.16	15.343	0.16
B9	Story3	Viga 15x40	End-J	-59.442	0.64	39.146	0.42
B10	Story3	Viga 15x40	End-I	-151.641	1.32	107.259	1.17
B10	Story3	Viga 15x40	Middle	-52.944	0.57	51.166	0.55
B10	Story3	Viga 15x40	End-J	-37.91	0.41	47.964	0.52
B11	Story3	Viga 15x40	End-I	-12.043	0.13	19.831	0.21
B11	Story3	Viga 15x40	Middle	-12.354	0.13	53.155	0.57
B11	Story3	Viga 15x40	End-J	-28.466	0.31	23.022	0.25
B12	Story3	Viga 15x40	End-I	-27.392	0.29	13.696	0.15
B12	Story3	Viga 15x40	Middle	-18.05	0.19	22.573	0.24
B12	Story3	Viga 15x40	End-J	-30.426	0.33	30.988	0.33
B13	Story3	Viga 15x40	End-I	-33.968	0.36	35.65	0.38
B13	Story3	Viga 15x40	Middle	-53.699	0.58	103.926	1.13
B13	Story3	Viga 15x40	End-J	-135.873	1.32	67.937	0.74
B14	Story3	Viga 15x40	End-I	-166.405	1.39	83.203	0.9
B14	Story3	Viga 15x40	Middle	-70.499	0.76	41.601	0.45
B14	Story3	Viga 15x40	End-J	-42.121	0.45	105.896	1.16
B15	Story3	Viga 15x40	End-I	-9.692	0.1	4.846	0.05
B15	Story3	Viga 15x40	Middle	-31.821	0.34	53.51	0.58
B15	Story3	Viga 15x40	End-J	-100.347	1.09	100.232	1.09
B16	Story3	Viga 15x40	End-I	-280.794	2.42	287.113	2.47
B16	Story3	Viga 15x40	Middle	-94.599	1.03	96.263	1.05
B16	Story3	Viga 15x40	End-J	-97.854	1.07	88.335	0.96
B17	Story3	Viga 15x40	End-I	-28.356	0.3	14.178	0.15
B17	Story3	Viga 15x40	Middle	-9.594	0.1	11.126	0.12
B17	Story3	Viga 15x40	End-J	-8.252	0.09	7.089	0.08
B18	Story3	Viga 15x40	End-I	-62.804	0.68	48.262	0.52
B18	Story3	Viga 15x40	Middle	-40.494	0.44	33.524	0.36
B18	Story3	Viga 15x40	End-J	-75.788	0.82	58.727	0.63
B19	Story3	Viga 15x40	End-I	-18.597	0.2	17.905	0.19
B19	Story3	Viga 15x40	Middle	-31.226	0.33	33.48	0.36
B19	Story3	Viga 15x40	End-J	-55.046	0.59	35.363	0.38
B20	Story3	Viga 15x40	End-I	-19.237	0.21	10.673	0.11
B20	Story3	Viga 15x40	Middle	-4.809	0.05	11.398	0.12
B20	Story3	Viga 15x40	End-J	-18.61	0.2	16.015	0.17

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B21	Story3	Viga 15x40	End-I	-79.254	0.86	64.284	0.69
B21	Story3	Viga 15x40	Middle	-26.691	0.29	43.406	0.47
B21	Story3	Viga 15x40	End-J	-106.763	1.17	53.382	0.58
B22	Story3	Viga 15x40	End-I	-83.437	0.91	50.93	0.55
B22	Story3	Viga 15x40	Middle	-51.459	0.55	63.886	0.69
B22	Story3	Viga 15x40	End-J	-138.073	1.32	80.291	0.87
B23	Story3	Viga 15x40	End-I	-613.459	5.8	517.642	4.83
B23	Story3	Viga 15x40	Middle	-153.365	1.32	153.365	1.32
B23	Story3	Viga 15x40	End-J	-506.993	4.71	548.983	5.18
B24	Story3	Viga 15x40	End-I	-57.832	0.62	28.916	0.31
B24	Story3	Viga 15x40	Middle	0		0	
B24	Story3	Viga 15x40	End-J	-134.63	1.32	67.315	0.73
B25	Story3	Viga 15x40	End-I	-53.13	0.57	26.565	0.28
B25	Story3	Viga 15x40	Middle	-22.406	0.24	30.01	0.32
B25	Story3	Viga 15x40	End-J	-14.021	0.15	56.085	0.61
B26	Story3	Viga 15x40	End-I	-4.158	0.04	53.997	0.58
B26	Story3	Viga 15x40	Middle	0		0	
B26	Story3	Viga 15x40	End-J	-55.411	0.6	79.985	0.87
B27	Story3	Viga 15x40	End-I	-79.233	0.86	50.153	0.54
B27	Story3	Viga 15x40	Middle	-19.808	0.21	54.655	0.59
B27	Story3	Viga 15x40	End-J	-59.642	0.64	40.763	0.44
B28	Story3	Viga 15x40	End-I	-87.493	0.95	64.097	0.69
B28	Story3	Viga 15x40	Middle	-21.873	0.23	52.84	0.57
B28	Story3	Viga 15x40	End-J	-82.308	0.89	52.257	0.56
B29	Story3	Viga 15x40	End-I	-3.447	0.04	3.739	0.04
B29	Story3	Viga 15x40	Middle	-1.559	0.02	6.996	0.07
B29	Story3	Viga 15x40	End-J	-8.95	0.1	6.235	0.07
B30	Story3	Viga 15x40	End-I	-31.272	0.34	16.454	0.18
B30	Story3	Viga 15x40	Middle	-15.164	0.16	21.062	0.23
B30	Story3	Viga 15x40	End-J	-60.657	0.66	34.896	0.37
B31	Story3	Viga 15x40	End-I	-59.204	0.64	29.602	0.32
B31	Story3	Viga 15x40	Middle	-14.801	0.16	38.556	0.41
B31	Story3	Viga 15x40	End-J	-45.848	0.49	48.692	0.52
B32	Story3	Viga 15x40	End-I	-18.471	0.2	20.684	0.22
B32	Story3	Viga 15x40	Middle	-139.94	1.32	172.99	1.44
B32	Story3	Viga 15x40	End-J	-264.706	2.27	264.864	2.27
B33	Story3	Viga 15x40	End-I	-105.453	1.15	94.903	1.03
B33	Story3	Viga 15x40	Middle	-26.363	0.28	26.363	0.28
B33	Story3	Viga 15x40	End-J	-103.856	1.13	68.881	0.75
B34	Story3	Viga 15x40	End-I	-32.169	0.35	16.084	0.17
B34	Story3	Viga 15x40	Middle	-9.138	0.1	8.042	0.09
B34	Story3	Viga 15x40	End-J	-22.488	0.24	21.161	0.23

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B36	Story3	Viga 15x40	End-I	-84.101	0.91	42.05	0.45
B36	Story3	Viga 15x40	Middle	-21.862	0.23	27.04	0.29
B36	Story3	Viga 15x40	End-J	-21.025	0.22	31.412	0.34
B37	Story3	Viga 15x40	End-I	-34.362	0.37	34.362	0.37
B37	Story3	Viga 15x40	Middle	-77.309	0.84	34.362	0.37
B37	Story3	Viga 15x40	End-J	-137.449	1.32	68.725	0.74
B38	Story3	Viga 15x40	End-I	-96.724	1.05	48.362	0.52
B38	Story3	Viga 15x40	Middle	-33.977	0.36	24.181	0.26
B38	Story3	Viga 15x40	End-J	-73.904	0.8	36.952	0.4
B39	Story3	Viga 15x40	End-I	-99.874	1.09	58.671	0.63
B39	Story3	Viga 15x40	Middle	-38.779	0.42	39.769	0.43
B39	Story3	Viga 15x40	End-J	-79.043	0.86	39.969	0.43
B41	Story3	Viga 15x40	End-I	-489.632	4.52	367.584	3.25
B41	Story3	Viga 15x40	Middle	-193.902	1.63	182.792	1.53
B41	Story3	Viga 15x40	End-J	-327.561	2.86	342.969	3.01
B42	Story3	Viga 15x40	End-I	-9.108	0.1	5.456	0.06
B42	Story3	Viga 15x40	Middle	-6.7	0.07	4.537	0.05
B42	Story3	Viga 15x40	End-J	-5.418	0.06	15.599	0.17
B43	Story3	Viga 15x40	End-I	-247.756	2.11	123.878	1.32
B43	Story3	Viga 15x40	Middle	-87.715	0.95	85.375	0.93
B43	Story3	Viga 15x40	End-J	-61.939	0.67	61.939	0.67
B44	Story3	Viga 15x40	End-I	-1.829	0.02	7.554	0.08
B44	Story3	Viga 15x40	Middle	-75.87	0.82	28.894	0.31
B44	Story3	Viga 15x40	End-J	-115.577	1.27	57.789	0.62
B45	Story3	Viga 15x40	End-I	-29.334	0.31	29.334	0.31
B45	Story3	Viga 15x40	Middle	-29.334	0.31	35.389	0.38
B45	Story3	Viga 15x40	End-J	-87.129	0.95	117.334	1.29
B46	Story3	Viga 15x40	End-I	-297.643	2.57	356.064	3.14
B46	Story3	Viga 15x40	Middle	-113.132	1.24	113.132	1.24
B46	Story3	Viga 15x40	End-J	-452.527	4.12	363.707	3.21
B47	Story3	Viga 15x40	End-I	-26.48	0.28	13.24	0.14
B47	Story3	Viga 15x40	Middle	-6.62	0.07	28.309	0.3
B47	Story3	Viga 15x40	End-J	-22.756	0.24	41.619	0.45
B48	Story3	Viga 15x40	End-I	-111.309	1.22	55.654	0.6
B48	Story3	Viga 15x40	Middle	-137.803	1.32	137.513	1.32
B48	Story3	Viga 15x40	End-J	-234.537	1.99	258.993	2.21
B49	Story3	Viga 15x40	End-I	-117.025	1.28	91.35	0.99
B49	Story3	Viga 15x40	Middle	-84.938	0.92	84.938	0.92
B49	Story3	Viga 15x40	End-J	-339.754	2.98	280.627	2.41
B35	Story3	Viga 15x40	End-I	-147.857	1.32	158.118	1.32
B35	Story3	Viga 15x40	Middle	-71.066	0.77	86.681	0.94
B35	Story3	Viga 15x40	End-J	-114.48	1.25	90.738	0.99

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B51	Story3	Viga 15x40	End-I	-65.658	0.71	66.807	0.72
B51	Story3	Viga 15x40	Middle	-20.032	0.21	21.344	0.23
B51	Story3	Viga 15x40	End-J	-80.129	0.87	49.309	0.53
B54	Story3	Viga 15x40	End-I	-33.287	0.36	28.035	0.3
B54	Story3	Viga 15x40	Middle	-30.075	0.32	67.055	0.73
B54	Story3	Viga 15x40	End-J	-57.054	0.62	39.425	0.42
B55	Story3	Viga 15x40	End-I	-29.017	0.31	14.773	0.16
B55	Story3	Viga 15x40	Middle	-37.891	0.41	49.532	0.53
B55	Story3	Viga 15x40	End-J	-10.446	0.11	8.753	0.09
B57	Story3	Viga 15x40	End-I	-9.834	0.1	13.331	0.14
B57	Story3	Viga 15x40	Middle	-9.232	0.1	11.108	0.12
B57	Story3	Viga 15x40	End-J	-13.563	0.14	6.781	0.07
B65	Story3	Viga 15x40	End-I	-117.444	1.29	117.444	1.29
B65	Story3	Viga 15x40	Middle	-308.675	2.68	229.677	1.95
B65	Story3	Viga 15x40	End-J	-469.777	4.3	322.1	2.81
B66	Story3	Viga 15x40	End-I	-62.57	0.68	58.466	0.63
B66	Story3	Viga 15x40	Middle	-33.075	0.35	33.075	0.35
B66	Story3	Viga 15x40	End-J	-132.301	1.32	97.361	1.06
B67	Story3	Viga 15x40	End-I	-86.376	0.94	72.178	0.78
B67	Story3	Viga 15x40	Middle	-27.335	0.29	28.83	0.31
B67	Story3	Viga 15x40	End-J	-77.572	0.84	69.929	0.76
B68	Story3	Viga 15x40	End-I	-17.228	0.18	8.614	0.09
B68	Story3	Viga 15x40	Middle	-4.307	0.05	20.627	0.22
B68	Story3	Viga 15x40	End-J	-1.001	0.01	16.441	0.18
B40	Story3	Viga 15x40	End-I	-24.481	0.26	32.538	0.35
B40	Story3	Viga 15x40	Middle	-12.895	0.14	12.895	0.14
B40	Story3	Viga 15x40	End-J	-51.581	0.56	35.578	0.38
B58	Story3	Viga 15x40	End-I	-57.268	0.62	46.857	0.5
B58	Story3	Viga 15x40	Middle	-77.432	0.84	56.742	0.61
B58	Story3	Viga 15x40	End-J	-94.298	1.03	60.806	0.66
B59	Story3	Viga 15x40	End-I	-124.863	1.32	135.86	1.32
B59	Story3	Viga 15x40	Middle	-135.26	1.32	140.81	1.32
B59	Story3	Viga 15x40	End-J	-107.471	1.17	111.728	1.22
B60	Story3	Viga 15x40	End-I	-362.336	3.2	377.831	3.35
B60	Story3	Viga 15x40	Middle	0		0	
B60	Story3	Viga 15x40	End-J	-135.833	1.32	139.872	1.32
B61	Story3	Viga 15x40	End-I	-36.382	0.39	39.084	0.42
B61	Story3	Viga 15x40	Middle	-75.269	0.82	42.528	0.46
B61	Story3	Viga 15x40	End-J	-104.179	1.14	92.601	1.01
B62	Story3	Viga 15x40	End-I	-29.167	0.31	56.279	0.61
B62	Story3	Viga 15x40	Middle	-39.439	0.42	66.641	0.72
B62	Story3	Viga 15x40	End-J	-116.667	1.28	100.052	1.09

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B63	Story3	Viga 15x40	End-I	-125.435	1.32	115.217	1.26
B63	Story3	Viga 15x40	Middle	-31.359	0.34	31.359	0.34
B63	Story3	Viga 15x40	End-J	-67.561	0.73	33.78	0.36
B64	Story3	Viga 15x40	End-I	-49.873	0.54	66.492	0.72
B64	Story3	Viga 15x40	Middle	-23.616	0.25	40.983	0.44
B64	Story3	Viga 15x40	End-J	-62.521	0.68	46.987	0.51
B69	Story3	Viga 15x40	End-I	-370.087	3.27	233.064	1.98
B69	Story3	Viga 15x40	Middle	-92.522	1.01	105.892	1.16
B69	Story3	Viga 15x40	End-J	-300.393	2.6	266.453	2.28
B72	Story3	Viga 15x40	End-I	-365.425	3.23	230.736	1.96
B72	Story3	Viga 15x40	Middle	-246.923	2.1	342.772	3.01
B72	Story3	Viga 15x40	End-J	-423.349	3.81	568.182	5.39
B73	Story3	Viga 60x20	End-I	-276.164	4.83	56.676	1.26
B73	Story3	Viga 60x20	Middle	-52.782	1.17	121.671	2.74
B73	Story3	Viga 60x20	End-J	-211.127	3.64	105.563	2.37
B74	Story3	Viga 15x40	End-I	-92.544	1.01	46.272	0.5
B74	Story3	Viga 15x40	Middle	-26.323	0.28	23.136	0.25
B74	Story3	Viga 15x40	End-J	-25.755	0.28	23.136	0.25
B50	Story3	Viga 15x40	End-I	-12.07	0.13	6.035	0.06
B50	Story3	Viga 15x40	Middle	-4.054	0.04	3.018	0.03
B50	Story3	Viga 15x40	End-J	0	0	2.8	0.03
B52	Story3	Viga 15x40	End-I	-143.531	1.32	53.784	0.58
B52	Story3	Viga 15x40	Middle	-26.584	0.28	123.306	1.32
B52	Story3	Viga 15x40	End-J	-36.295	0.39	22.846	0.24
B53	Story3	Viga 15x40	End-I	-5.01	0.05	1.364	0.01
B53	Story3	Viga 15x40	Middle	-11.027	0.12	2.023	0.02
B53	Story3	Viga 15x40	End-J	-5.457	0.06	2.729	0.03
B56	Story3	Viga 15x40	End-I	-30.724	0.33	15.362	0.16
B56	Story3	Viga 15x40	Middle	-16.672	0.18	13.98	0.15
B56	Story3	Viga 15x40	End-J	-7.831	0.08	7.681	0.08
B70	Story3	Viga 15x40	End-I	-13.425	0.14	14.982	0.16
B70	Story3	Viga 15x40	Middle	-36.569	0.39	33.347	0.36
B70	Story3	Viga 15x40	End-J	-55.552	0.6	32.787	0.35
B71	Story3	Viga 15x40	End-I	-85.676	0.93	59.644	0.64
B71	Story3	Viga 15x40	Middle	0		0	
B71	Story3	Viga 15x40	End-J	0	0	4.036	0.04
B75	Story3	Viga 15x40	End-I	-60.774	0.66	90.019	0.98
B75	Story3	Viga 15x40	Middle	-45.411	0.49	67.307	0.73
B75	Story3	Viga 15x40	End-J	-5.103	0.05	12.807	0.14
B76	Story3	Viga 15x40	End-I	-85.576	0.93	42.788	0.46
B76	Story3	Viga 15x40	Middle	-24.59	0.26	21.394	0.23
B76	Story3	Viga 15x40	End-J	-4.974	0.05	8.665	0.09

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B77	Story3	Viga 25x20	End-I	-65.212	1.33	54.04	1.22
B77	Story3	Viga 25x20	Middle	-54.04	1.22	86.227	1.48
B77	Story3	Viga 25x20	End-J	-216.162	4.04	108.081	1.88
B78	Story3	Viga 15x40	End-I	-35.802	0.38	17.901	0.19
B78	Story3	Viga 15x40	Middle	-37.17	0.4	11.09	0.12
B78	Story3	Viga 15x40	End-J	-44.36	0.48	22.18	0.24
B1	Story2	Viga 15x40	End-I	-88.878	0.97	107.598	1.18
B1	Story2	Viga 15x40	Middle	-34.941	0.37	34.941	0.37
B1	Story2	Viga 15x40	End-J	-139.762	1.32	78.984	0.86
B2	Story2	Viga 15x40	End-I	-88.008	0.96	59.909	0.65
B2	Story2	Viga 15x40	Middle	-57.637	0.62	138.551	1.32
B2	Story2	Viga 15x40	End-J	-230.546	1.95	126.832	1.32
B3	Story2	Viga 15x40	End-I	-39.692	0.43	19.846	0.21
B3	Story2	Viga 15x40	Middle	-13.048	0.14	12.641	0.13
B3	Story2	Viga 15x40	End-J	-50.565	0.54	25.282	0.27
B4	Story2	Viga 15x40	End-I	-27.204	0.29	20.996	0.22
B4	Story2	Viga 15x40	Middle	-13.171	0.14	22.945	0.25
B4	Story2	Viga 15x40	End-J	-52.686	0.57	47.029	0.51
B5	Story2	Viga 15x40	End-I	-31.733	0.34	31.673	0.34
B5	Story2	Viga 15x40	Middle	-8.172	0.09	10.752	0.11
B5	Story2	Viga 15x40	End-J	-20.149	0.22	16.877	0.18
B6	Story2	Viga 15x40	End-I	-36.268	0.39	35.016	0.38
B6	Story2	Viga 15x40	Middle	-62.911	0.68	96.936	1.06
B6	Story2	Viga 15x40	End-J	-140.062	1.32	120.885	1.32
B7	Story2	Viga 15x40	End-I	-63.93	0.69	67.393	0.73
B7	Story2	Viga 15x40	Middle	-258.817	2.21	296.567	2.56
B7	Story2	Viga 15x40	End-J	-90.112	0.98	78.431	0.85
B8	Story2	Viga 15x40	End-I	-26.991	0.29	24.081	0.26
B8	Story2	Viga 15x40	Middle	-9.553	0.1	13.839	0.15
B8	Story2	Viga 15x40	End-J	-35.207	0.38	37.319	0.4
B9	Story2	Viga 15x40	End-I	-94.862	1.03	89.822	0.98
B9	Story2	Viga 15x40	Middle	-23.716	0.25	23.716	0.25
B9	Story2	Viga 15x40	End-J	-87.919	0.96	70.372	0.76
B10	Story2	Viga 15x40	End-I	-142.228	1.32	103.211	1.13
B10	Story2	Viga 15x40	Middle	-49.778	0.54	50.243	0.54
B10	Story2	Viga 15x40	End-J	-35.557	0.38	42.348	0.46
B11	Story2	Viga 15x40	End-I	-31.258	0.34	37.625	0.4
B11	Story2	Viga 15x40	Middle	-38.819	0.42	76.687	0.83
B11	Story2	Viga 15x40	End-J	-39.211	0.42	34.453	0.37
B12	Story2	Viga 15x40	End-I	-30.487	0.33	15.244	0.16
B12	Story2	Viga 15x40	Middle	-20.783	0.22	24.929	0.27
B12	Story2	Viga 15x40	End-J	-39.574	0.43	31.773	0.34

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B13	Story2	Viga 15x40	End-I	-30.741	0.33	30.741	0.33
B13	Story2	Viga 15x40	Middle	-50.435	0.54	94.587	1.03
B13	Story2	Viga 15x40	End-J	-122.964	1.32	61.482	0.66
B14	Story2	Viga 15x40	End-I	-166.579	1.39	83.29	0.9
B14	Story2	Viga 15x40	Middle	-70.151	0.76	44.516	0.48
B14	Story2	Viga 15x40	End-J	-55.762	0.6	107.438	1.17
B15	Story2	Viga 15x40	End-I	-20.198	0.22	12.154	0.13
B15	Story2	Viga 15x40	Middle	-33.198	0.36	54.339	0.59
B15	Story2	Viga 15x40	End-J	-94.759	1.03	93.573	1.02
B16	Story2	Viga 15x40	End-I	-312.953	2.72	314.241	2.73
B16	Story2	Viga 15x40	Middle	-105.617	1.15	105.422	1.15
B16	Story2	Viga 15x40	End-J	-106.665	1.17	98.46	1.07
B17	Story2	Viga 15x40	End-I	-39.537	0.42	26.647	0.29
B17	Story2	Viga 15x40	Middle	-14.934	0.16	17.159	0.18
B17	Story2	Viga 15x40	End-J	-10.366	0.11	9.884	0.11
B18	Story2	Viga 15x40	End-I	-78.87	0.86	65.855	0.71
B18	Story2	Viga 15x40	Middle	-52.766	0.57	46.16	0.5
B18	Story2	Viga 15x40	End-J	-98.636	1.08	81.546	0.89
B19	Story2	Viga 15x40	End-I	-21.797	0.23	18.491	0.2
B19	Story2	Viga 15x40	Middle	-38.035	0.41	41.668	0.45
B19	Story2	Viga 15x40	End-J	-66.837	0.72	48.96	0.53
B20	Story2	Viga 15x40	End-I	-36.872	0.4	30.048	0.32
B20	Story2	Viga 15x40	Middle	-9.313	0.1	17.628	0.19
B20	Story2	Viga 15x40	End-J	-37.253	0.4	35.74	0.38
B21	Story2	Viga 15x40	End-I	-102.652	1.12	90.734	0.99
B21	Story2	Viga 15x40	Middle	-34.135	0.37	53.171	0.57
B21	Story2	Viga 15x40	End-J	-136.541	1.32	73.205	0.79
B22	Story2	Viga 15x40	End-I	-109.021	1.19	74.392	0.81
B22	Story2	Viga 15x40	Middle	-44.519	0.48	59.192	0.64
B22	Story2	Viga 15x40	End-J	-109.555	1.2	59.025	0.64
B23	Story2	Viga 15x40	End-I	-613.976	5.81	527.773	4.94
B23	Story2	Viga 15x40	Middle	-153.494	1.32	153.494	1.32
B23	Story2	Viga 15x40	End-J	-518.027	4.83	547.728	5.17
B24	Story2	Viga 15x40	End-I	-73.414	0.8	36.707	0.39
B24	Story2	Viga 15x40	Middle	0		0	
B24	Story2	Viga 15x40	End-J	-189.767	1.59	94.884	1.03
B25	Story2	Viga 15x40	End-I	-52.698	0.57	26.349	0.28
B25	Story2	Viga 15x40	Middle	-32.452	0.35	36.458	0.39
B25	Story2	Viga 15x40	End-J	-14.566	0.16	58.265	0.63
B26	Story2	Viga 15x40	End-I	-4.459	0.05	51.513	0.56
B26	Story2	Viga 15x40	Middle	0		0	
B26	Story2	Viga 15x40	End-J	-50.056	0.54	71.72	0.78

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B27	Story2	Viga 15x40	End-I	-80.761	0.88	52.497	0.57
B27	Story2	Viga 15x40	Middle	-20.19	0.22	52.928	0.57
B27	Story2	Viga 15x40	End-J	-65.753	0.71	38.242	0.41
B28	Story2	Viga 15x40	End-I	-94.59	1.03	61.623	0.67
B28	Story2	Viga 15x40	Middle	-23.647	0.25	51.035	0.55
B28	Story2	Viga 15x40	End-J	-83.997	0.91	57.015	0.62
B29	Story2	Viga 15x40	End-I	-7.419	0.08	7.506	0.08
B29	Story2	Viga 15x40	Middle	-3.321	0.04	7.887	0.08
B29	Story2	Viga 15x40	End-J	-13.771	0.15	13.284	0.14
B30	Story2	Viga 15x40	End-I	-62.764	0.68	36.714	0.39
B30	Story2	Viga 15x40	Middle	-22.126	0.24	30.537	0.33
B30	Story2	Viga 15x40	End-J	-87.01	0.95	60.49	0.65
B31	Story2	Viga 15x40	End-I	-75.597	0.82	43.514	0.47
B31	Story2	Viga 15x40	Middle	-18.899	0.2	36.771	0.39
B31	Story2	Viga 15x40	End-J	-34.959	0.38	37.789	0.41
B32	Story2	Viga 15x40	End-I	-21.125	0.23	24.083	0.26
B32	Story2	Viga 15x40	Middle	-152.408	1.32	180.664	1.51
B32	Story2	Viga 15x40	End-J	-285.55	2.46	277.403	2.38
B33	Story2	Viga 15x40	End-I	-89.845	0.98	81.648	0.89
B33	Story2	Viga 15x40	Middle	-31.14	0.33	31.14	0.33
B33	Story2	Viga 15x40	End-J	-124.562	1.32	88.63	0.96
B34	Story2	Viga 15x40	End-I	-28.724	0.31	14.362	0.15
B34	Story2	Viga 15x40	Middle	-8.674	0.09	7.181	0.08
B34	Story2	Viga 15x40	End-J	-22.511	0.24	17.194	0.18
B36	Story2	Viga 15x40	End-I	-82.896	0.9	41.448	0.45
B36	Story2	Viga 15x40	Middle	-20.93	0.22	26.154	0.28
B36	Story2	Viga 15x40	End-J	-22.516	0.24	30.843	0.33
B37	Story2	Viga 15x40	End-I	-35.701	0.38	35.701	0.38
B37	Story2	Viga 15x40	Middle	-80.592	0.87	35.701	0.38
B37	Story2	Viga 15x40	End-J	-142.805	1.32	71.403	0.77
B38	Story2	Viga 15x40	End-I	-108.469	1.19	54.235	0.58
B38	Story2	Viga 15x40	Middle	-36.522	0.39	27.117	0.29
B38	Story2	Viga 15x40	End-J	-79.803	0.87	39.901	0.43
B39	Story2	Viga 15x40	End-I	-105.709	1.15	60.247	0.65
B39	Story2	Viga 15x40	Middle	-42.536	0.46	41.67	0.45
B39	Story2	Viga 15x40	End-J	-75.656	0.82	40.125	0.43
B41	Story2	Viga 15x40	End-I	-497.372	4.6	388.278	3.46
B41	Story2	Viga 15x40	Middle	-195.535	1.64	190.191	1.59
B41	Story2	Viga 15x40	End-J	-353.891	3.11	357.768	3.15
B42	Story2	Viga 15x40	End-I	-12.158	0.13	11.965	0.13
B42	Story2	Viga 15x40	Middle	-8.287	0.09	4.561	0.05
B42	Story2	Viga 15x40	End-J	-6.174	0.07	18.243	0.2

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B43	Story2	Viga 15x40	End-I	-259.767	2.22	123.621	1.32
B43	Story2	Viga 15x40	Middle	-92.902	1.01	94.911	1.03
B43	Story2	Viga 15x40	End-J	-64.942	0.7	64.942	0.7
B44	Story2	Viga 15x40	End-I	-2.866	0.03	7.984	0.09
B44	Story2	Viga 15x40	Middle	-82.151	0.89	31.12	0.33
B44	Story2	Viga 15x40	End-J	-124.48	1.32	62.24	0.67
B45	Story2	Viga 15x40	End-I	-25.839	0.28	25.839	0.28
B45	Story2	Viga 15x40	Middle	-27.382	0.29	37.068	0.4
B45	Story2	Viga 15x40	End-J	-77.47	0.84	103.358	1.13
B46	Story2	Viga 15x40	End-I	-341.264	2.99	387.382	3.45
B46	Story2	Viga 15x40	Middle	-123.715	1.32	123.715	1.32
B46	Story2	Viga 15x40	End-J	-494.861	4.57	418.046	3.76
B47	Story2	Viga 15x40	End-I	-30.286	0.32	15.143	0.16
B47	Story2	Viga 15x40	Middle	-7.572	0.08	23.542	0.25
B47	Story2	Viga 15x40	End-J	-21.453	0.23	33.283	0.36
B48	Story2	Viga 15x40	End-I	-108.196	1.18	54.098	0.58
B48	Story2	Viga 15x40	Middle	-142.694	1.32	136.625	1.32
B48	Story2	Viga 15x40	End-J	-242.064	2.06	256.102	2.19
B49	Story2	Viga 15x40	End-I	-141.69	1.32	114.844	1.26
B49	Story2	Viga 15x40	Middle	-79.827	0.87	79.827	0.87
B49	Story2	Viga 15x40	End-J	-319.309	2.78	267.378	2.29
B35	Story2	Viga 15x40	End-I	-154.514	1.32	160.62	1.34
B35	Story2	Viga 15x40	Middle	-74.57	0.81	88.188	0.96
B35	Story2	Viga 15x40	End-J	-114.333	1.25	94.04	1.02
B51	Story2	Viga 15x40	End-I	-92.502	1.01	94.408	1.03
B51	Story2	Viga 15x40	Middle	-28.215	0.3	28.215	0.3
B51	Story2	Viga 15x40	End-J	-112.861	1.24	85.012	0.92
B54	Story2	Viga 15x40	End-I	-44.318	0.48	39.098	0.42
B54	Story2	Viga 15x40	Middle	-55.688	0.6	91.15	0.99
B54	Story2	Viga 15x40	End-J	-81.424	0.88	64.616	0.7
B55	Story2	Viga 15x40	End-I	-32.103	0.34	19.414	0.21
B55	Story2	Viga 15x40	Middle	-53.489	0.58	63.785	0.69
B55	Story2	Viga 15x40	End-J	-11.626	0.12	9.504	0.1
B57	Story2	Viga 15x40	End-I	-14.636	0.16	17.943	0.19
B57	Story2	Viga 15x40	Middle	-10.637	0.11	6.381	0.07
B57	Story2	Viga 15x40	End-J	-17.324	0.19	8.662	0.09
B65	Story2	Viga 15x40	End-I	-117.936	1.29	117.936	1.29
B65	Story2	Viga 15x40	Middle	-308.339	2.67	240.313	2.04
B65	Story2	Viga 15x40	End-J	-471.744	4.32	340.157	2.98
B66	Story2	Viga 15x40	End-I	-87.621	0.95	85.448	0.93
B66	Story2	Viga 15x40	Middle	-47.193	0.51	47.193	0.51
B66	Story2	Viga 15x40	End-J	-188.773	1.58	154.84	1.32

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B67	Story2	Viga 15x40	End-I	-122.347	1.32	109.393	1.2
B67	Story2	Viga 15x40	Middle	-39.115	0.42	41.18	0.44
B67	Story2	Viga 15x40	End-J	-113.58	1.24	105.3	1.15
B68	Story2	Viga 15x40	End-I	-17.384	0.19	8.692	0.09
B68	Story2	Viga 15x40	Middle	-5.415	0.06	20.02	0.21
B68	Story2	Viga 15x40	End-J	-7.155	0.08	21.661	0.23
B40	Story2	Viga 15x40	End-I	-23.185	0.25	31.788	0.34
B40	Story2	Viga 15x40	Middle	-14.298	0.15	17.858	0.19
B40	Story2	Viga 15x40	End-J	-57.192	0.62	43.484	0.47
B58	Story2	Viga 15x40	End-I	-52.089	0.56	44.028	0.47
B58	Story2	Viga 15x40	Middle	-96.634	1.05	75.716	0.82
B58	Story2	Viga 15x40	End-J	-124.733	1.32	89.872	0.98
B59	Story2	Viga 15x40	End-I	-133.357	1.32	146.893	1.32
B59	Story2	Viga 15x40	Middle	-142.022	1.32	126.67	1.32
B59	Story2	Viga 15x40	End-J	-110.647	1.21	117.417	1.29
B60	Story2	Viga 15x40	End-I	-400.395	3.58	405.296	3.63
B60	Story2	Viga 15x40	Middle	0		0	
B60	Story2	Viga 15x40	End-J	-146.855	1.32	153.833	1.32
B61	Story2	Viga 15x40	End-I	-38.388	0.41	39.751	0.43
B61	Story2	Viga 15x40	Middle	-65.543	0.71	29.623	0.32
B61	Story2	Viga 15x40	End-J	-114.35	1.25	103.952	1.14
B62	Story2	Viga 15x40	End-I	-33.595	0.36	50.805	0.55
B62	Story2	Viga 15x40	Middle	-51.45	0.55	77.613	0.84
B62	Story2	Viga 15x40	End-J	-134.38	1.32	117.795	1.29
B63	Story2	Viga 15x40	End-I	-159.305	1.32	150.391	1.32
B63	Story2	Viga 15x40	Middle	-39.826	0.43	39.826	0.43
B63	Story2	Viga 15x40	End-J	-53.844	0.58	39.826	0.43
B64	Story2	Viga 15x40	End-I	-51.022	0.55	63.706	0.69
B64	Story2	Viga 15x40	Middle	-23.777	0.25	38.752	0.42
B64	Story2	Viga 15x40	End-J	-64.998	0.7	52.049	0.56
B69	Story2	Viga 15x40	End-I	-371.761	3.29	245.574	2.09
B69	Story2	Viga 15x40	Middle	-92.94	1.01	102.689	1.12
B69	Story2	Viga 15x40	End-J	-341.68	2.99	298.543	2.58
B72	Story2	Viga 15x40	End-I	-395.255	3.53	274.298	2.35
B72	Story2	Viga 15x40	Middle	-271.32	2.33	354.456	3.12
B72	Story2	Viga 15x40	End-J	-470.265	4.31	593.386	5.62
B73	Story2	Viga 60x20	End-I	-250.83	4.36	65	1.45
B73	Story2	Viga 60x20	Middle	-54.129	1.2	112.888	2.54
B73	Story2	Viga 60x20	End-J	-216.517	3.74	108.259	2.43
B74	Story2	Viga 15x40	End-I	-92.89	1.01	46.445	0.5
B74	Story2	Viga 15x40	Middle	-27.073	0.29	23.222	0.25
B74	Story2	Viga 15x40	End-J	-29.402	0.32	23.222	0.25

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B50	Story2	Viga 15x40	End-I	-12.469	0.13	6.234	0.07
B50	Story2	Viga 15x40	Middle	-4.005	0.04	3.117	0.03
B50	Story2	Viga 15x40	End-J	0	0	3.197	0.03
B52	Story2	Viga 15x40	End-I	-128.057	1.32	49.665	0.53
B52	Story2	Viga 15x40	Middle	-30.742	0.33	113.513	1.24
B52	Story2	Viga 15x40	End-J	-30.538	0.33	15.269	0.16
B53	Story2	Viga 15x40	End-I	-4.374	0.05	1.262	0.01
B53	Story2	Viga 15x40	Middle	-9.16	0.1	1.049	0.01
B53	Story2	Viga 15x40	End-J	-4.198	0.04	2.099	0.02
B56	Story2	Viga 15x40	End-I	-21.04	0.23	13.372	0.14
B56	Story2	Viga 15x40	Middle	-16.683	0.18	16.24	0.17
B56	Story2	Viga 15x40	End-J	-9.341	0.1	6.973	0.07
B70	Story2	Viga 15x40	End-I	-19.353	0.21	21.106	0.23
B70	Story2	Viga 15x40	Middle	-48.949	0.53	47.382	0.51
B70	Story2	Viga 15x40	End-J	-70.879	0.77	48.867	0.53
B71	Story2	Viga 15x40	End-I	-71.528	0.77	46.381	0.5
B71	Story2	Viga 15x40	Middle	0		0	
B71	Story2	Viga 15x40	End-J	0	0	4.282	0.05
B75	Story2	Viga 15x40	End-I	-47.56	0.51	75.717	0.82
B75	Story2	Viga 15x40	Middle	-35.361	0.38	56.395	0.61
B75	Story2	Viga 15x40	End-J	-8.761	0.09	16.092	0.17
B76	Story2	Viga 15x40	End-I	-107.752	1.18	64.274	0.69
B76	Story2	Viga 15x40	Middle	-30.392	0.33	26.938	0.29
B76	Story2	Viga 15x40	End-J	-7.242	0.08	10.663	0.11
B77	Story2	Viga 25x20	End-I	-58.993	1.33	54.563	1.23
B77	Story2	Viga 25x20	Middle	-54.563	1.23	83.37	1.43
B77	Story2	Viga 25x20	End-J	-218.252	4.09	109.126	1.9
B78	Story2	Viga 15x40	End-I	-36.728	0.39	18.364	0.2
B78	Story2	Viga 15x40	Middle	-36.78	0.39	11.325	0.12
B78	Story2	Viga 15x40	End-J	-45.302	0.49	22.651	0.24
B1	Story1	Viga 15x40	End-I	-89.809	0.98	109.672	1.2
B1	Story1	Viga 15x40	Middle	-72.919	0.79	72.919	0.79
B1	Story1	Viga 15x40	End-J	-291.674	2.52	236.68	2.01
B2	Story1	Viga 15x40	End-I	-76.289	0.83	59.008	0.64
B2	Story1	Viga 15x40	Middle	-52.738	0.57	127.755	1.32
B2	Story1	Viga 15x40	End-J	-210.952	1.78	127.904	1.32
B3	Story1	Viga 15x40	End-I	-23.397	0.25	11.699	0.12
B3	Story1	Viga 15x40	Middle	-13.462	0.14	7.208	0.08
B3	Story1	Viga 15x40	End-J	-28.834	0.31	14.417	0.15
B4	Story1	Viga 15x40	End-I	-22.492	0.24	29.122	0.31
B4	Story1	Viga 15x40	Middle	-13.697	0.15	24.369	0.26
B4	Story1	Viga 15x40	End-J	-54.788	0.59	48.215	0.52

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B5	Story1	Viga 15x40	End-I	-27.903	0.3	22.612	0.24
B5	Story1	Viga 15x40	Middle	-7.594	0.08	10.307	0.11
B5	Story1	Viga 15x40	End-J	-24.392	0.26	30.376	0.33
B6	Story1	Viga 15x40	End-I	-35.591	0.38	33.345	0.36
B6	Story1	Viga 15x40	Middle	-64.352	0.7	96.611	1.05
B6	Story1	Viga 15x40	End-J	-133.382	1.32	120.373	1.32
B7	Story1	Viga 15x40	End-I	-58.661	0.63	63.126	0.68
B7	Story1	Viga 15x40	Middle	-256.118	2.19	292.558	2.53
B7	Story1	Viga 15x40	End-J	-80.417	0.87	70.35	0.76
B8	Story1	Viga 15x40	End-I	-36.622	0.39	31.802	0.34
B8	Story1	Viga 15x40	Middle	-11.464	0.12	16.004	0.17
B8	Story1	Viga 15x40	End-J	-33.684	0.36	40.961	0.44
B9	Story1	Viga 15x40	End-I	-103.001	1.12	99.986	1.09
B9	Story1	Viga 15x40	Middle	-25.75	0.28	25.75	0.28
B9	Story1	Viga 15x40	End-J	-90.427	0.98	81.075	0.88
B10	Story1	Viga 15x40	End-I	-85.119	0.93	50.101	0.54
B10	Story1	Viga 15x40	Middle	-26.099	0.28	28.675	0.31
B10	Story1	Viga 15x40	End-J	-21.28	0.23	24.249	0.26
B11	Story1	Viga 15x40	End-I	-26.656	0.29	27.29	0.29
B11	Story1	Viga 15x40	Middle	-53.98	0.58	85.18	0.93
B11	Story1	Viga 15x40	End-J	-32.04	0.34	27.573	0.3
B12	Story1	Viga 15x40	End-I	-27.849	0.3	13.924	0.15
B12	Story1	Viga 15x40	Middle	-18.299	0.2	22.198	0.24
B12	Story1	Viga 15x40	End-J	-38.337	0.41	29.583	0.32
B13	Story1	Viga 15x40	End-I	-23.463	0.25	22.764	0.24
B13	Story1	Viga 15x40	Middle	-33.531	0.36	69.448	0.75
B13	Story1	Viga 15x40	End-J	-91.056	0.99	45.528	0.49
B14	Story1	Viga 15x40	End-I	-168.733	1.41	84.93	0.92
B14	Story1	Viga 15x40	Middle	-72.666	0.79	58.282	0.63
B14	Story1	Viga 15x40	End-J	-65.139	0.7	97.914	1.07
B15	Story1	Viga 15x40	End-I	-25.387	0.27	20.082	0.21
B15	Story1	Viga 15x40	Middle	-29.036	0.31	48.535	0.52
B15	Story1	Viga 15x40	End-J	-83.871	0.91	78.634	0.85
B16	Story1	Viga 15x40	End-I	-274.012	2.35	268.085	2.3
B16	Story1	Viga 15x40	Middle	-92.349	1.01	90.241	0.98
B16	Story1	Viga 15x40	End-J	-90.872	0.99	86.056	0.94
B17	Story1	Viga 15x40	End-I	-45.367	0.49	35.682	0.38
B17	Story1	Viga 15x40	Middle	-17.731	0.19	20.827	0.22
B17	Story1	Viga 15x40	End-J	-18.263	0.2	11.342	0.12
B18	Story1	Viga 15x40	End-I	-78.661	0.85	70.143	0.76
B18	Story1	Viga 15x40	Middle	-56.075	0.6	51.365	0.55
B18	Story1	Viga 15x40	End-J	-104.909	1.15	88.954	0.97

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B19	Story1	Viga 15x40	End-I	-24.304	0.26	16.827	0.18
B19	Story1	Viga 15x40	Middle	-39.495	0.42	44.462	0.48
B19	Story1	Viga 15x40	End-J	-67.306	0.73	53.292	0.57
B20	Story1	Viga 15x40	End-I	-45.751	0.49	39.029	0.42
B20	Story1	Viga 15x40	Middle	-11.63	0.12	22.715	0.24
B20	Story1	Viga 15x40	End-J	-46.387	0.5	46.519	0.5
B21	Story1	Viga 15x40	End-I	-85.269	0.93	81.526	0.89
B21	Story1	Viga 15x40	Middle	-31.605	0.34	50.134	0.54
B21	Story1	Viga 15x40	End-J	-126.421	1.32	63.211	0.68
B22	Story1	Viga 15x40	End-I	-100.799	1.1	57.584	0.62
B22	Story1	Viga 15x40	Middle	-27.75	0.3	47.646	0.51
B22	Story1	Viga 15x40	End-J	-75.758	0.82	40.879	0.44
B23	Story1	Viga 15x40	End-I	-480.182	4.41	412.25	3.7
B23	Story1	Viga 15x40	Middle	-120.045	1.32	120.045	1.32
B23	Story1	Viga 15x40	End-J	-407.883	3.65	413.242	3.71
B24	Story1	Viga 15x40	End-I	-81.55	0.89	40.775	0.44
B24	Story1	Viga 15x40	Middle	0		0	
B24	Story1	Viga 15x40	End-J	-191.599	1.61	95.799	1.04
B25	Story1	Viga 15x40	End-I	-51.27	0.55	25.635	0.27
B25	Story1	Viga 15x40	Middle	-25.583	0.27	35.485	0.38
B25	Story1	Viga 15x40	End-J	-53.247	0.57	102.332	1.12
B26	Story1	Viga 15x40	End-I	-69.218	0.75	110.958	1.21
B26	Story1	Viga 15x40	Middle	0		0	
B26	Story1	Viga 15x40	End-J	-194.026	1.63	215.393	1.82
B27	Story1	Viga 15x40	End-I	-64.808	0.7	44.827	0.48
B27	Story1	Viga 15x40	Middle	-16.202	0.17	52.288	0.56
B27	Story1	Viga 15x40	End-J	-58.212	0.63	29.106	0.31
B28	Story1	Viga 15x40	End-I	-79.603	0.86	39.802	0.43
B28	Story1	Viga 15x40	Middle	-19.901	0.21	46.093	0.5
B28	Story1	Viga 15x40	End-J	-55.725	0.6	35.75	0.38
B29	Story1	Viga 15x40	End-I	-6.664	0.07	9.694	0.1
B29	Story1	Viga 15x40	Middle	-4.103	0.04	8.515	0.09
B29	Story1	Viga 15x40	End-J	-7.84	0.08	16.413	0.18
B30	Story1	Viga 15x40	End-I	-65.228	0.71	43.671	0.47
B30	Story1	Viga 15x40	Middle	-22.575	0.24	31.109	0.33
B30	Story1	Viga 15x40	End-J	-88.066	0.96	59.269	0.64
B31	Story1	Viga 15x40	End-I	-70.64	0.76	38.325	0.41
B31	Story1	Viga 15x40	Middle	-17.66	0.19	30.48	0.33
B31	Story1	Viga 15x40	End-J	-27.615	0.3	30.585	0.33
B32	Story1	Viga 15x40	End-I	-15.493	0.17	20.512	0.22
B32	Story1	Viga 15x40	Middle	-128.557	1.32	149.512	1.32
B32	Story1	Viga 15x40	End-J	-243.102	2.07	221.141	1.87

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B33	Story1	Viga 15x40	End-I	-75.165	0.81	72.918	0.79
B33	Story1	Viga 15x40	Middle	-24.83	0.27	27.748	0.3
B33	Story1	Viga 15x40	End-J	-99.321	1.08	64.941	0.7
B34	Story1	Viga 15x40	End-I	-25.481	0.27	12.741	0.14
B34	Story1	Viga 15x40	Middle	-8.773	0.09	6.37	0.07
B34	Story1	Viga 15x40	End-J	-24.787	0.27	12.393	0.13
B36	Story1	Viga 15x40	End-I	-86.188	0.94	43.094	0.46
B36	Story1	Viga 15x40	Middle	-24.094	0.26	32.879	0.35
B36	Story1	Viga 15x40	End-J	-25.151	0.27	28.742	0.31
B37	Story1	Viga 15x40	End-I	-36.131	0.39	36.131	0.39
B37	Story1	Viga 15x40	Middle	-79.883	0.87	36.131	0.39
B37	Story1	Viga 15x40	End-J	-144.522	1.32	72.261	0.78
B38	Story1	Viga 15x40	End-I	-102.204	1.12	51.102	0.55
B38	Story1	Viga 15x40	Middle	-32.612	0.35	25.551	0.27
B38	Story1	Viga 15x40	End-J	-61.167	0.66	30.584	0.33
B39	Story1	Viga 15x40	End-I	-95.635	1.04	47.817	0.51
B39	Story1	Viga 15x40	Middle	-39.992	0.43	34.946	0.38
B39	Story1	Viga 15x40	End-J	-58.532	0.63	29.266	0.31
B41	Story1	Viga 15x40	End-I	-526.206	4.92	437.27	3.96
B41	Story1	Viga 15x40	Middle	-216.988	1.83	220.894	1.87
B41	Story1	Viga 15x40	End-J	-348.299	3.06	334.991	2.93
B42	Story1	Viga 15x40	End-I	-9.426	0.1	14.608	0.16
B42	Story1	Viga 15x40	Middle	-3.87	0.04	4.36	0.05
B42	Story1	Viga 15x40	End-J	-3.87	0.04	15.48	0.17
B43	Story1	Viga 15x40	End-I	-224.752	1.9	113.52	1.24
B43	Story1	Viga 15x40	Middle	-80.219	0.87	88.192	0.96
B43	Story1	Viga 15x40	End-J	-56.188	0.61	56.188	0.61
B44	Story1	Viga 15x40	End-I	-0.415	0.004412	4.774	0.05
B44	Story1	Viga 15x40	Middle	-75.273	0.82	28.848	0.31
B44	Story1	Viga 15x40	End-J	-115.394	1.26	57.697	0.62
B45	Story1	Viga 15x40	End-I	-21.109	0.23	21.109	0.23
B45	Story1	Viga 15x40	Middle	-23.772	0.25	32.518	0.35
B45	Story1	Viga 15x40	End-J	-69.95	0.76	84.438	0.92
B46	Story1	Viga 15x40	End-I	-297.174	2.57	324.364	2.83
B46	Story1	Viga 15x40	Middle	-108.309	1.18	108.309	1.18
B46	Story1	Viga 15x40	End-J	-433.235	3.92	375.616	3.33
B47	Story1	Viga 15x40	End-I	-31.529	0.34	15.765	0.17
B47	Story1	Viga 15x40	Middle	-13.456	0.14	37.688	0.4
B47	Story1	Viga 15x40	End-J	-24.246	0.26	55.02	0.59
B48	Story1	Viga 15x40	End-I	-118.807	1.3	60.638	0.65
B48	Story1	Viga 15x40	Middle	-156.365	1.32	144.214	1.32
B48	Story1	Viga 15x40	End-J	-267.741	2.29	272.822	2.34

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B49	Story1	Viga 15x40	End-I	-127.13	1.32	127.13	1.32
B49	Story1	Viga 15x40	Middle	-127.13	1.32	127.13	1.32
B49	Story1	Viga 15x40	End-J	-508.521	4.73	453.748	4.13
B35	Story1	Viga 15x40	End-I	-130.647	1.32	123.193	1.32
B35	Story1	Viga 15x40	Middle	-64.491	0.7	71.465	0.77
B35	Story1	Viga 15x40	End-J	-79.021	0.86	69.058	0.75
B51	Story1	Viga 15x40	End-I	-94.821	1.03	94.287	1.03
B51	Story1	Viga 15x40	Middle	-28.451	0.3	28.451	0.3
B51	Story1	Viga 15x40	End-J	-113.805	1.25	95.949	1.05
B54	Story1	Viga 15x40	End-I	-37.137	0.4	31.739	0.34
B54	Story1	Viga 15x40	Middle	-79.251	0.86	110.929	1.21
B54	Story1	Viga 15x40	End-J	-56.122	0.61	41.876	0.45
B55	Story1	Viga 15x40	End-I	-22.707	0.24	18.683	0.2
B55	Story1	Viga 15x40	Middle	-48.574	0.52	57.704	0.62
B55	Story1	Viga 15x40	End-J	-5.677	0.06	5.677	0.06
B57	Story1	Viga 15x40	End-I	-6.012	0.06	8.86	0.09
B57	Story1	Viga 15x40	Middle	-18.613	0.2	17.855	0.19
B57	Story1	Viga 15x40	End-J	-24.816	0.27	12.408	0.13
B65	Story1	Viga 15x40	End-I	-164.913	1.37	164.913	1.37
B65	Story1	Viga 15x40	Middle	-441.163	4	392.101	3.49
B65	Story1	Viga 15x40	End-J	-659.653	6.22	555.991	5.26
B66	Story1	Viga 15x40	End-I	-75.642	0.82	78.546	0.85
B66	Story1	Viga 15x40	Middle	-48.127	0.52	48.127	0.52
B66	Story1	Viga 15x40	End-J	-192.508	1.61	160.648	1.34
B67	Story1	Viga 15x40	End-I	-127.867	1.32	115.781	1.27
B67	Story1	Viga 15x40	Middle	-42.581	0.46	45.125	0.49
B67	Story1	Viga 15x40	End-J	-121.673	1.32	115.291	1.26
B68	Story1	Viga 15x40	End-I	-26.483	0.28	13.241	0.14
B68	Story1	Viga 15x40	Middle	-22.998	0.25	35.131	0.38
B68	Story1	Viga 15x40	End-J	-9.378	0.1	19.631	0.21
B40	Story1	Viga 15x40	End-I	-11.823	0.13	18.83	0.2
B40	Story1	Viga 15x40	Middle	-12.331	0.13	19.058	0.2
B40	Story1	Viga 15x40	End-J	-45.642	0.49	36.28	0.39
B58	Story1	Viga 15x40	End-I	-41.232	0.44	34.75	0.37
B58	Story1	Viga 15x40	Middle	-89.953	0.98	69.26	0.75
B58	Story1	Viga 15x40	End-J	-121.537	1.32	86.105	0.94
B59	Story1	Viga 15x40	End-I	-103.316	1.13	120.435	1.32
B59	Story1	Viga 15x40	Middle	-111.015	1.21	123.51	1.32
B59	Story1	Viga 15x40	End-J	-88.171	0.96	97.563	1.06
B60	Story1	Viga 15x40	End-I	-345.199	3.03	332.041	2.9
B60	Story1	Viga 15x40	Middle	0		0	
B60	Story1	Viga 15x40	End-J	-116.265	1.27	129.811	1.32

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B61	Story1	Viga 15x40	End-I	-24.161	0.26	23.543	0.25
B61	Story1	Viga 15x40	Middle	-62.366	0.67	26.714	0.29
B61	Story1	Viga 15x40	End-J	-94.17	1.03	86.084	0.94
B62	Story1	Viga 15x40	End-I	-29.185	0.31	56.143	0.61
B62	Story1	Viga 15x40	Middle	-55.892	0.6	79.354	0.86
B62	Story1	Viga 15x40	End-J	-116.739	1.28	104.364	1.14
B63	Story1	Viga 15x40	End-I	-135.732	1.32	124.477	1.32
B63	Story1	Viga 15x40	Middle	-33.933	0.36	33.933	0.36
B63	Story1	Viga 15x40	End-J	-84.683	0.92	42.342	0.46
B64	Story1	Viga 15x40	End-I	-45.446	0.49	52.983	0.57
B64	Story1	Viga 15x40	Middle	-27.752	0.3	39.886	0.43
B64	Story1	Viga 15x40	End-J	-31.455	0.34	23.165	0.25
B69	Story1	Viga 15x40	End-I	-525.639	4.92	410.85	3.68
B69	Story1	Viga 15x40	Middle	-131.41	1.32	166.793	1.39
B69	Story1	Viga 15x40	End-J	-396.557	3.54	345.876	3.04
B72	Story1	Viga 15x40	End-I	-408.018	3.66	313.018	2.72
B72	Story1	Viga 15x40	Middle	-397.302	3.55	458.406	4.18
B72	Story1	Viga 15x40	End-J	-652.236	6.16	737.219	6.93
B73	Story1	Viga 60x20	End-I	-245.82	4.27	137.36	3.1
B73	Story1	Viga 60x20	Middle	-55.181	1.23	105.527	2.37
B73	Story1	Viga 60x20	End-J	-212.49	3.66	106.245	2.38
B74	Story1	Viga 15x40	End-I	-121.131	1.32	60.565	0.65
B74	Story1	Viga 15x40	Middle	-30.283	0.32	30.283	0.32
B74	Story1	Viga 15x40	End-J	-30.283	0.32	30.283	0.32
B50	Story1	Viga 15x40	End-I	-11.573	0.12	5.787	0.06
B50	Story1	Viga 15x40	Middle	-3.449	0.04	2.893	0.03
B50	Story1	Viga 15x40	End-J	-1.834	0.02	3.31	0.04
B52	Story1	Viga 15x40	End-I	-116.334	1.27	64.886	0.7
B52	Story1	Viga 15x40	Middle	-51.323	0.55	107.229	1.17
B52	Story1	Viga 15x40	End-J	-55.059	0.59	50.859	0.55
B53	Story1	Viga 15x40	End-I	-4.523	0.05	2.702	0.03
B53	Story1	Viga 15x40	Middle	-10.918	0.12	7.299	0.08
B53	Story1	Viga 15x40	End-J	-6.439	0.07	5.216	0.06
B56	Story1	Viga 15x40	End-I	-21.035	0.22	16.669	0.18
B56	Story1	Viga 15x40	Middle	-22.44	0.24	21.682	0.23
B56	Story1	Viga 15x40	End-J	-13.332	0.14	8.611	0.09
B70	Story1	Viga 15x40	End-I	-18.712	0.2	21.579	0.23
B70	Story1	Viga 15x40	Middle	-59.614	0.64	60.675	0.66
B70	Story1	Viga 15x40	End-J	-94.654	1.03	66.908	0.72
B71	Story1	Viga 15x40	End-I	-59.968	0.65	37.234	0.4
B71	Story1	Viga 15x40	Middle	0		0	
B71	Story1	Viga 15x40	End-J	0	0	4.98	0.05

APÉNDICE C. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B75	Story1	Viga 15x40	End-I	-39.555	0.43	66.034	0.71
B75	Story1	Viga 15x40	Middle	-30.387	0.33	49.915	0.54
B75	Story1	Viga 15x40	End-J	-9.591	0.1	17.557	0.19
B76	Story1	Viga 15x40	End-I	-103.791	1.13	56.913	0.61
B76	Story1	Viga 15x40	Middle	-27.576	0.3	25.948	0.28
B76	Story1	Viga 15x40	End-J	-7.986	0.09	11.436	0.12
B77	Story1	Viga 25x20	End-I	-71.269	1.33	49.901	1.12
B77	Story1	Viga 25x20	Middle	-49.341	1.11	79.357	1.36
B77	Story1	Viga 25x20	End-J	-197.366	3.64	98.683	1.71
B78	Story1	Viga 15x40	End-I	-37.698	0.4	18.849	0.2
B78	Story1	Viga 15x40	Middle	-36.081	0.39	11.223	0.12
B78	Story1	Viga 15x40	End-J	-44.892	0.48	22.446	0.24

Apéndice D

Resultados de los diseños de columnas sin AMS.

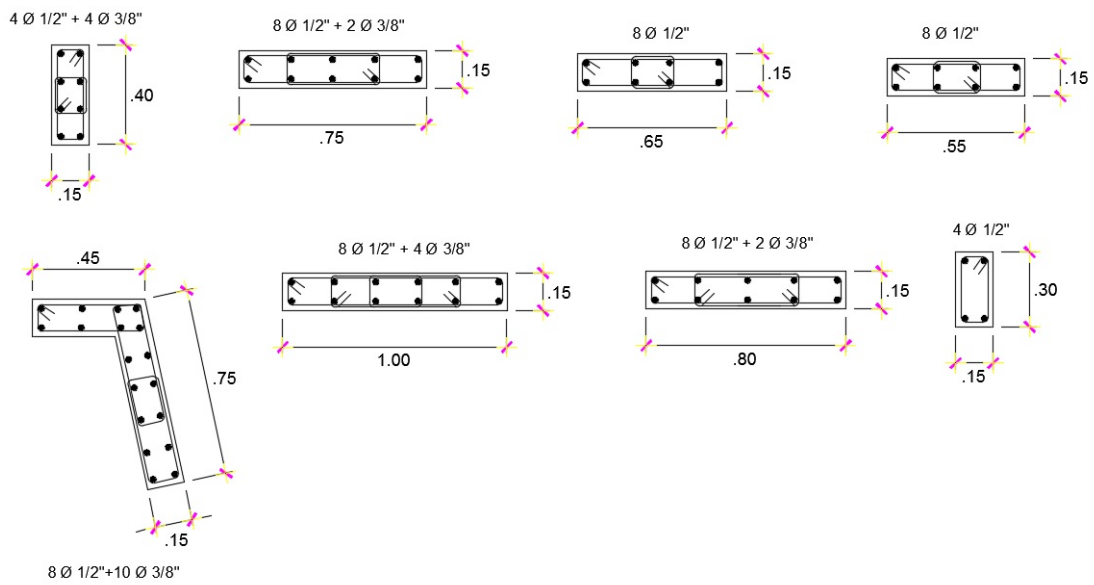


Figura D.1: Secciones y refuerzo de columnas. Fuente Expediente Técnico

APÉNDICE D. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE COLUMNAS SIN AMS.

Tabla D.1: Carga axial, Momentos mayores, menores (Kgf-cm) y Porcentaje de acero requerido en columnas sin AMS

Label	Story	Section	Location	P (Kgf)	M Major	M Minor	Rebar %
C1	Story5	COL 1 15X40	Top	574.37	4312.13	-8316.31	1.00 %
C1	Story5	COL 1 15X40	Bottom	1542.8	4215.38	-186.07	1.00 %
C2	Story5	COL 1 15X40	Top	46.95	-18075.65	-11882.57	1.00 %
C2	Story5	COL 1 15X40	Bottom	1178.23	3216.96	1033.34	1.00 %
C3	Story5	COL 1 40X15	Top	253.52	1824.69	-40353.83	1.00 %
C3	Story5	COL 1 40X15	Bottom	1170.61	-2349.24	1699.9	1.00 %
C5	Story5	COL 4 15X55	Top	1599.33	14520.22	-17496.14	1.00 %
C5	Story5	COL 4 15X55	Bottom	1996.91	6347.79	1778.85	1.00 %
C6	Story5	COL 7 30X15	Top	965.76	-3538.87	-28472.55	1.00 %
C6	Story5	COL 7 30X15	Bottom	1276.85	2581.96	4494.66	1.00 %
C7	Story5	COL 7 30X15	Top	1241.29	-12300.62	17058	1.00 %
C7	Story5	COL 7 30X15	Bottom	1545.04	12236.79	-17458.62	1.00 %
C11	Story5	COL 1 40X15	Top	1077.43	-2159.39	-17804.54	1.00 %
C11	Story5	COL 1 40X15	Bottom	2168.12	-4412.48	6535.35	1.00 %
C12	Story5	COL 1 40X15	Top	1421.76	-4499.67	-31019.5	1.00 %
C12	Story5	COL 1 40X15	Bottom	1662.83	3360.56	1723.95	1.00 %
C13	Story5	COL 4 15X55	Top	952.7	-21239.8	-17577.78	1.00 %
C13	Story5	COL 4 15X55	Bottom	1865.51	6697.61	882.82	1.00 %
C14	Story5	COL 1 40X15	Top	1984.54	-4026.79	-34694.72	1.00 %
C14	Story5	COL 1 40X15	Bottom	2389.54	4876.96	30611.73	1.00 %
C16	Story5	COL 1 40X15	Top	2006.4	-16196.95	176.55	1.00 %
C16	Story5	COL 1 40X15	Bottom	2411.4	15588.05	-4654.05	1.00 %
C17	Story5	COL 7 15X30	Top	1181.31	-38170.32	-6952.95	1.00 %
C17	Story5	COL 7 15X30	Bottom	1485.06	34182.77	6906.42	1.00 %
C19	Story5	COL 1 40X15	Top	2854.08	-11030.52	37385.75	1.00 %
C19	Story5	COL 1 40X15	Bottom	3259.08	11193.9	-38221.51	1.00 %
C20	Story5	COL 1 15X40	Top	2200.38	-6019.7	5374.52	1.00 %
C20	Story5	COL 1 15X40	Bottom	2605.38	-7133.39	-7654.13	1.00 %
C21	Story5	COL 1 40X15	Top	2230.32	10789.1	-67440.29	1.00 %
C21	Story5	COL 1 40X15	Bottom	2453.83	-6397.34	13426.68	1.00 %
C22	Story5	COL 2 75X15	Top	4250.48	-70522.06	-108352.76	1.00 %
C22	Story5	COL 2 75X15	Bottom	5009.85	69734.43	91962.31	1.00 %
C23	Story5	COL 2 75X15	Top	3704.79	-50590.34	-96435.64	1.00 %
C23	Story5	COL 2 75X15	Bottom	4464.16	49830.1	73413.75	1.00 %

APÉNDICE D. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE COLUMNAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	P (Kgf)	M Major	M Minor	Rebar %
C24	Story5	COL 1 40X15	Top	-2359.94	-11845.37	5627.18	1.00 %
C24	Story5	COL 1 40X15	Bottom	1023.2	2049.12	1393.65	1.00 %
C25	Story5	COL 7 30X15	Top	1488.27	-13656.8	4337.69	1.00 %
C25	Story5	COL 7 30X15	Bottom	2188.36	4491.78	643.44	1.00 %
C28	Story5	COL 1 40X15	Top	2464.5	-34222.54	31782.85	1.00 %
C28	Story5	COL 1 40X15	Bottom	2869.5	34926.3	-30227.67	1.00 %
C29	Story5	COL 7 15X30	Top	1020.63	-59828.48	4024.61	1.00 %
C29	Story5	COL 7 15X30	Bottom	1324.38	56941.62	-3436.83	1.00 %
C30	Story5	COL 7 15X30	Top	887.19	-11661.45	2496.1	1.00 %
C30	Story5	COL 7 15X30	Bottom	1190.94	8667.81	-2068.07	1.00 %
C31	Story5	COL 7 30X15	Top	1488.27	-6602.57	2829.03	1.00 %
C31	Story5	COL 7 30X15	Bottom	1792.02	5411.37	-3121.49	1.00 %
C32	Story5	COL 1 40X15	Top	1099.75	9958.38	55230.78	1.00 %
C32	Story5	COL 1 40X15	Bottom	1528.05	-3082.23	-28047.66	1.00 %
C33	Story5	COL 1 15X40	Top	859.19	-77556.51	-30057.37	1.00 %
C33	Story5	COL 1 15X40	Bottom	1434.91	6962.4	1615.38	1.00 %
C34	Story5	COL 7 15X30	Top	1865.75	-46162.2	8060.81	1.00 %
C34	Story5	COL 7 15X30	Bottom	2169.5	42614.13	-9330.16	1.00 %
C35	Story5	COL 1 40X15	Top	98.44	-31390.51	102670.88	1.00 %
C35	Story5	COL 1 40X15	Bottom	1170.07	2348.14	-2281.45	1.00 %
C36	Story5	COL 1 15X40	Top	1522.5	-96618.69	1164.65	1.00 %
C36	Story5	COL 1 15X40	Bottom	1927.5	83181.24	-1068.28	1.00 %
C37	Story5	COL 1 40X15	Top	1927.98	-19558.81	-11938.4	1.00 %
C37	Story5	COL 1 40X15	Bottom	2332.98	18204.95	9474.91	1.00 %
C38	Story5	COL 1 15X40	Top	-126.92	-43288.33	-4935.12	1.00 %
C38	Story5	COL 1 15X40	Bottom	863.67	2356.63	-321.63	1.00 %
C10	Story5	COL 1 40X15	Top	1779.78	-18301.65	-27022.72	1.00 %
C10	Story5	COL 1 40X15	Bottom	2184.78	17744.23	24280.79	1.00 %
C39	Story5	COL 7 15X30	Top	852.02	-32612.03	-45.93	1.00 %
C39	Story5	COL 7 15X30	Bottom	1155.77	30662.23	168.08	1.00 %
C26	Story5	COL 1 40X15	Top	2314.78	-21432.61	-58241.8	1.00 %
C26	Story5	COL 1 40X15	Bottom	2719.78	21154.61	55130	1.00 %
C8	Story5	COL 1 15X40	Top	619.91	-11271.48	231.87	1.00 %
C8	Story5	COL 1 15X40	Bottom	1424.99	3892.24	569.89	1.00 %
C4	Story5	COL 5 65X15	Top	3104.56	9143.99	-64879.75	1.00 %
C4	Story5	COL 5 65X15	Bottom	4080.99	-8336.28	9456.29	1.00 %
C27	Story5	COL 4 15X55	Top	1733.97	-23919.81	-4943.46	1.00 %
C27	Story5	COL 4 15X55	Bottom	2290.84	10206.38	3612.53	1.00 %
C1	Story4	COL 1 15X40	Top	3216.62	-13244.53	-9001.28	1.00 %
C1	Story4	COL 1 15X40	Bottom	4093.88	11242.22	-359.06	1.00 %
C2	Story4	COL 1 15X40	Top	2715.55	-25327.9	-12748.74	1.00 %
C2	Story4	COL 1 15X40	Bottom	3605.27	9890.87	1081.95	1.00 %
C3	Story4	COL 1 40X15	Top	2500.79	-5115.45	-27963.76	1.00 %
C3	Story4	COL 1 40X15	Bottom	2453.99	5016.32	1225.23	1.00 %
C5	Story4	COL 4 15X55	Top	4348.95	-13849.14	-19529.46	1.00 %
C5	Story4	COL 4 15X55	Bottom	4189	-13338.15	1273.78	1.00 %

APÉNDICE D. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE COLUMNAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	P (Kgf)	M Major	M Minor	Rebar %
C6	Story4	COL 7 30X15	Top	3123.89	-6547.93	-36629	1.00 %
C6	Story4	COL 7 30X15	Bottom	3303.41	6948.93	5955.63	1.00 %
C7	Story4	COL 7 30X15	Top	3864.44	-15429.76	14074.63	1.00 %
C7	Story4	COL 7 30X15	Bottom	4168.19	15564.62	-14519.74	1.00 %
C11	Story4	COL 1 40X15	Top	4416.41	9277.4	-22125.87	1.00 %
C11	Story4	COL 1 40X15	Bottom	5082.5	-10800.47	4740.36	1.00 %
C12	Story4	COL 1 40X15	Top	4183.03	-11050.42	-24352.23	1.00 %
C12	Story4	COL 1 40X15	Bottom	4461.97	9390.68	787.88	1.00 %
C13	Story4	COL 4 15X55	Top	4487.04	-34966.98	-18300.93	1.00 %
C13	Story4	COL 4 15X55	Bottom	5901.11	18814.12	993.45	1.00 %
C14	Story4	COL 1 40X15	Top	5201.82	-11045.88	-30134.71	1.00 %
C14	Story4	COL 1 40X15	Bottom	5606.82	11978.87	29559.53	1.00 %
C16	Story4	COL 1 40X15	Top	5197.58	-19229.71	-701.62	1.00 %
C16	Story4	COL 1 40X15	Bottom	5602.58	19059.95	-1312.02	1.00 %
C17	Story4	COL 7 15X30	Top	3623.65	-39451.71	-8013.71	1.00 %
C17	Story4	COL 7 15X30	Bottom	3927.4	38249.24	7918.96	1.00 %
C19	Story4	COL 1 40X15	Top	7524.32	-16707.03	33604.56	1.00 %
C19	Story4	COL 1 40X15	Bottom	7929.32	17433.34	-35109.59	1.00 %
C20	Story4	COL 1 15X40	Top	5968.38	-16443.92	10515.25	1.00 %
C20	Story4	COL 1 15X40	Bottom	6373.38	17573.92	-10475.65	1.00 %
C21	Story4	COL 1 40X15	Top	6203.57	14464.04	-79180.19	1.00 %
C21	Story4	COL 1 40X15	Bottom	6698.96	-14529.44	17364.15	1.00 %
C22	Story4	COL 2 75X15	Top	11808.78	-79530.81	-103424.34	1.00 %
C22	Story4	COL 2 75X15	Bottom	12568.15	78894.6	83177.02	1.00 %
C23	Story4	COL 2 75X15	Top	9236.89	-59156.72	-84630.3	1.00 %
C23	Story4	COL 2 75X15	Bottom	9996.27	59447.45	70411.83	1.00 %
C24	Story4	COL 1 40X15	Top	2513.58	-23088.51	-4471.02	1.00 %
C24	Story4	COL 1 40X15	Bottom	5931.08	12712.65	414.01	1.00 %
C25	Story4	COL 7 30X15	Top	4860.35	-21932.84	-676.79	1.00 %
C25	Story4	COL 7 30X15	Bottom	5593.5	12214.25	407.68	1.00 %
C28	Story4	COL 1 40X15	Top	6493.25	-42599.89	24273.55	1.00 %
C28	Story4	COL 1 40X15	Bottom	6898.25	42426.44	-26228.7	1.00 %
C29	Story4	COL 7 15X30	Top	3099.54	-69076.4	2108.62	1.00 %
C29	Story4	COL 7 15X30	Bottom	3403.29	67619.66	-1678.89	1.00 %
C30	Story4	COL 7 15X30	Top	2914.71	-20501.15	458.03	1.00 %
C30	Story4	COL 7 15X30	Bottom	3218.46	19097.63	-304	1.00 %
C31	Story4	COL 7 30X15	Top	3827.59	-8097.66	-637.68	1.00 %
C31	Story4	COL 7 30X15	Bottom	4131.34	8793.65	342.12	1.00 %
C32	Story4	COL 1 40X15	Top	3610.13	7505.3	47493.04	1.00 %
C32	Story4	COL 1 40X15	Bottom	4327.19	-9092.06	-25733.4	1.00 %
C33	Story4	COL 1 15X40	Top	4205.47	-89930.15	-32519.19	1.00 %
C33	Story4	COL 1 15X40	Bottom	5279.38	14531.89	1523.82	1.00 %
C34	Story4	COL 7 15X30	Top	5395.52	-49250.21	11241.95	1.00 %
C34	Story4	COL 7 15X30	Bottom	5699.27	48373.44	-11510.89	1.00 %
C35	Story4	COL 1 40X15	Top	3152.95	-40730.45	91648.29	1.00 %
C35	Story4	COL 1 40X15	Bottom	4740.23	10021.51	-7000.02	1.00 %

APÉNDICE D. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE COLUMNAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	P (Kgf)	M Major	M Minor	Rebar %
C36	Story4	COL 1 15X40	Top	3456.14	-100623.88	91.18	1.00 %
C36	Story4	COL 1 15X40	Bottom	3861.14	98567.88	-796.17	1.00 %
C37	Story4	COL 1 40X15	Top	5017.14	-21532.84	-8451.22	1.00 %
C37	Story4	COL 1 40X15	Bottom	5422.14	21182	8546.54	1.00 %
C38	Story4	COL 1 15X40	Top	2609.69	-63006.14	-6125.57	1.00 %
C38	Story4	COL 1 15X40	Bottom	4253.29	11683.68	-303.56	1.00 %
C10	Story4	COL 1 40X15	Top	4886.23	-21424.05	-26161	1.00 %
C10	Story4	COL 1 40X15	Bottom	5291.23	21345.65	24399.89	1.00 %
C39	Story4	COL 7 15X30	Top	2943.63	-38951.68	-1074.94	1.00 %
C39	Story4	COL 7 15X30	Bottom	3247.38	38035.75	1487.34	1.00 %
C26	Story4	COL 1 40X15	Top	6245.57	-25668.58	-56856.6	1.00 %
C26	Story4	COL 1 40X15	Bottom	6650.57	25526.56	55141.81	1.00 %
C8	Story4	COL 1 15X40	Top	2999.21	-30371.37	-1375.59	1.00 %
C8	Story4	COL 1 15X40	Bottom	3752.15	10294.48	546.23	1.00 %
C4	Story4	COL 5 65X15	Top	9048.19	-19310.42	-46383.91	1.00 %
C4	Story4	COL 5 65X15	Bottom	10093.89	21707.03	9467.1	1.00 %
C27	Story4	COL 4 15X55	Top	4745.71	-49022.06	-4074.26	1.00 %
C27	Story4	COL 4 15X55	Bottom	5302.59	40711.13	3652.62	1.00 %
C1	Story3	COL 1 15X40	Top	4995.61	-13743.05	-9480.4	1.00 %
C1	Story3	COL 1 15X40	Bottom	5329.96	14672.6	-719.63	1.00 %
C2	Story3	COL 1 15X40	Top	4597.79	-21265.31	-13994.2	1.00 %
C2	Story3	COL 1 15X40	Bottom	4607.07	12664.39	985.36	1.00 %
C3	Story3	COL 1 40X15	Top	2699.3	-6701.22	-33834.62	1.00 %
C3	Story3	COL 1 40X15	Bottom	2025.16	4114.18	216.32	1.00 %
C5	Story3	COL 4 15X55	Top	5396.54	17198.83	-19888.14	1.00 %
C5	Story3	COL 4 15X55	Bottom	4762.97	-15172.35	1195.68	1.00 %
C6	Story3	COL 7 30X15	Top	5468.89	-12021.36	-41994.67	1.00 %
C6	Story3	COL 7 30X15	Bottom	5357.02	11748.16	7308.8	1.00 %
C7	Story3	COL 7 30X15	Top	6583.14	-17791.09	11084.29	1.00 %
C7	Story3	COL 7 30X15	Bottom	6886.89	18003.74	-11066.39	1.00 %
C11	Story3	COL 1 40X15	Top	6675.91	14535.14	-20273.12	1.00 %
C11	Story3	COL 1 40X15	Bottom	6731.47	-14668.7	5273.7	1.00 %
C12	Story3	COL 1 40X15	Top	6461.84	-14496.49	-28089.69	1.00 %
C12	Story3	COL 1 40X15	Bottom	5784.95	12424.56	220.63	1.00 %
C13	Story3	COL 4 15X55	Top	9136.86	-29195.88	-20002.67	1.00 %
C13	Story3	COL 4 15X55	Bottom	10161.5	32493.83	804.72	1.00 %
C14	Story3	COL 1 40X15	Top	8329.44	-18535.52	-33193.84	1.00 %
C14	Story3	COL 1 40X15	Bottom	8734.44	19561.66	31222.59	1.00 %
C16	Story3	COL 1 40X15	Top	8297.66	-21569.49	-5048.77	1.00 %
C16	Story3	COL 1 40X15	Bottom	8702.66	21512.58	3218.12	1.00 %
C17	Story3	COL 7 15X30	Top	6026.3	-41822.27	-8810.54	1.00 %
C17	Story3	COL 7 15X30	Bottom	6330.05	40628.38	8608.07	1.00 %
C19	Story3	COL 1 40X15	Top	12132.66	-28369.91	28324.09	1.00 %
C19	Story3	COL 1 40X15	Bottom	12537.66	29514.93	-29487.5	1.00 %
C20	Story3	COL 1 15X40	Top	9719.35	-26970.09	9955.07	1.00 %
C20	Story3	COL 1 15X40	Bottom	10124.35	28116.72	-10393.22	1.00 %

APÉNDICE D. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE COLUMNAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	P (Kgf)	M Major	M Minor	Rebar %
C21	Story3	COL 1 40X15	Top	10863.4	25054.87	-88118.46	1.00 %
C21	Story3	COL 1 40X15	Bottom	10340.22	-23783.7	20722.97	1.00 %
C22	Story3	COL 2 75X15	Top	19097.59	-85198.55	-103505.23	1.00 %
C22	Story3	COL 2 75X15	Bottom	19856.96	84021.36	83644.79	1.00 %
C23	Story3	COL 2 75X15	Top	13941.99	-66180.87	-87538.1	1.00 %
C23	Story3	COL 2 75X15	Bottom	14701.36	66021.73	70754.6	1.00 %
C24	Story3	COL 1 40X15	Top	8195.1	-34455.45	-10190.43	1.00 %
C24	Story3	COL 1 40X15	Bottom	8639.86	19398.79	768.46	1.00 %
C25	Story3	COL 7 30X15	Top	8196.17	-28763.57	-4981.89	1.00 %
C25	Story3	COL 7 30X15	Bottom	9020.52	21067.73	731	1.00 %
C28	Story3	COL 1 40X15	Top	10480.76	-47279.79	21798.96	1.00 %
C28	Story3	COL 1 40X15	Bottom	10885.76	47161.69	-22924.19	1.00 %
C29	Story3	COL 7 15X30	Top	4716.13	-76547.44	-204.53	1.00 %
C29	Story3	COL 7 15X30	Bottom	5019.88	75174.8	206.73	1.00 %
C30	Story3	COL 7 15X30	Top	4946.54	-28865.25	-1017.76	1.00 %
C30	Story3	COL 7 15X30	Bottom	5250.29	28431.14	1124.11	1.00 %
C31	Story3	COL 7 30X15	Top	6220.49	-13763.47	-3945.34	1.00 %
C31	Story3	COL 7 30X15	Bottom	6524.24	14527.77	3887.82	1.00 %
C32	Story3	COL 1 40X15	Top	5729.92	-12296.13	43151.74	1.00 %
C32	Story3	COL 1 40X15	Bottom	4459.26	9388.01	-21137.73	1.00 %
C33	Story3	COL 1 15X40	Top	8726.69	-97631.71	-35841.85	1.00 %
C33	Story3	COL 1 15X40	Bottom	9325.01	25855.75	1265.02	1.00 %
C34	Story3	COL 7 15X30	Top	9013.88	-53108.49	10743.01	1.00 %
C34	Story3	COL 7 15X30	Bottom	9317.63	52221.95	-11203.77	1.00 %
C35	Story3	COL 1 40X15	Top	7267.9	-50367.26	86441.52	1.00 %
C35	Story3	COL 1 40X15	Bottom	8132.61	18048.47	-4447	1.00 %
C37	Story3	COL 1 40X15	Bottom	8384.73	23635.32	10645.85	1.00 %
C38	Story3	COL 1 15X40	Top	6936.69	-78590.76	-7723.41	1.00 %
C38	Story3	COL 1 15X40	Bottom	8684.48	24050.89	-263.16	1.00 %
C10	Story3	COL 1 40X15	Top	7906.81	-23280.43	-27959.63	1.00 %
C10	Story3	COL 1 40X15	Bottom	8311.81	23225.86	25150.75	1.00 %
C39	Story3	COL 7 15X30	Top	4902.24	-41038.59	-2729.43	1.00 %
C39	Story3	COL 7 15X30	Bottom	5205.99	40786.81	2713.82	1.00 %
C26	Story3	COL 1 40X15	Top	10246.86	-27956.66	-58939.03	1.00 %
C26	Story3	COL 1 40X15	Bottom	10651.86	27876.77	54261.31	1.00 %
C8	Story3	COL 1 15X40	Top	5312.56	-35305.62	-3329.06	1.00 %
C8	Story3	COL 1 15X40	Bottom	6077.58	16749.44	537.76	1.00 %
C4	Story3	COL 5 65X15	Top	15190.73	-34222.26	-54146.18	1.00 %
C4	Story3	COL 5 65X15	Bottom	15112.88	34132.89	4286.71	1.00 %
C27	Story3	COL 4 15X55	Top	7317.49	-50153.5	-6286.72	1.00 %
C27	Story3	COL 4 15X55	Bottom	7874.37	43739.13	5388.84	1.00 %
C1	Story2	COL 1 15X40	Top	5393.66	-20963.77	-9591.3	1.00 %
C1	Story2	COL 1 15X40	Bottom	5009.38	13781.32	-1058.86	1.00 %
C2	Story2	COL 1 15X40	Top	4753.48	-24232.61	-14214.13	1.00 %
C2	Story2	COL 1 15X40	Bottom	4068.8	11172.82	1101.2	1.00 %

APÉNDICE D. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE COLUMNAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	P (Kgf)	M Major	M Minor	Rebar %
C3	Story2	COL 1 40X15	Top	1498.37	-10225.36	-36945.37	1.00 %
C3	Story2	COL 1 40X15	Bottom	211.29	3874.54	1910.02	1.00 %
C5	Story2	COL 4 15X55	Top	5065.87	-16140.92	-21498.35	1.00 %
C5	Story2	COL 4 15X55	Bottom	3810.74	12130.24	2256.56	1.00 %
C6	Story2	COL 7 30X15	Top	7649.92	-17613.14	-46496	1.00 %
C6	Story2	COL 7 30X15	Bottom	7218.98	16466.62	9172.02	1.00 %
C7	Story2	COL 7 30X15	Top	9543.3	-22630.78	7456.66	1.00 %
C7	Story2	COL 7 30X15	Bottom	9847.05	23511.04	-6942.96	1.00 %
C12	Story2	COL 1 40X15	Bottom	5350.92	11417	412.26	1.00 %
C13	Story2	COL 4 15X55	Top	11742.21	-37603.78	-20793.51	1.00 %
C13	Story2	COL 4 15X55	Bottom	11503.21	36831.7	892.55	1.00 %
C14	Story2	COL 1 40X15	Top	11271.57	-26298.24	-31875.98	1.00 %
C14	Story2	COL 1 40X15	Bottom	11676.57	27426.75	28903.8	1.00 %
C16	Story2	COL 1 40X15	Top	11215.08	-26144.24	-5728.41	1.00 %
C16	Story2	COL 1 40X15	Bottom	11620.08	27270.75	3571.42	1.00 %
C17	Story2	COL 7 15X30	Top	8468.77	-44232.86	-8960.18	1.00 %
C17	Story2	COL 7 15X30	Bottom	8772.52	46684.66	8598.07	1.00 %
C19	Story2	COL 1 40X15	Top	16588.11	-41697.72	23294.98	1.00 %
C19	Story2	COL 1 40X15	Bottom	16993.11	43026.07	-27578.53	1.00 %
C20	Story2	COL 1 15X40	Top	13280.44	-37109.95	11873.36	1.00 %
C20	Story2	COL 1 15X40	Bottom	13685.44	38272.93	-13700.38	1.00 %
C21	Story2	COL 1 40X15	Top	14124.66	34599.69	-95313.37	1.00 %
C21	Story2	COL 1 40X15	Bottom	12811.19	-30808.57	26989.04	1.00 %
C22	Story2	COL 2 75X15	Top	26431.47	-89213.8	-104264	1.00 %
C22	Story2	COL 2 75X15	Bottom	27190.85	90118.14	117181.54	1.00 %
C23	Story2	COL 2 75X15	Top	17978.37	-68937.47	-85281.89	1.00 %
C23	Story2	COL 2 75X15	Bottom	18737.74	68600.85	87921.25	1.00 %
C24	Story2	COL 1 40X15	Top	11226.88	-44894.3	-20308.2	1.00 %
C24	Story2	COL 1 40X15	Bottom	9685.96	22115.53	3463.43	1.00 %
C25	Story2	COL 7 30X15	Top	11626.09	-37499.11	-11713.59	1.00 %
C25	Story2	COL 7 30X15	Bottom	12581.72	31682.12	1922.96	1.00 %
C28	Story2	COL 1 40X15	Top	14230.62	-52354.57	17710.45	1.00 %
C28	Story2	COL 1 40X15	Bottom	14635.62	53946.54	-21329.41	1.00 %
C29	Story2	COL 7 15X30	Top	6030.27	-83972.81	-2940.31	1.00 %
C29	Story2	COL 7 15X30	Bottom	6334.02	88326.94	3870.47	1.00 %
C30	Story2	COL 7 15X30	Top	6444.04	-36424.41	-3383.2	1.00 %
C30	Story2	COL 7 15X30	Bottom	6747.79	38442.65	4442.12	1.00 %
C31	Story2	COL 7 30X15	Top	8544.8	-19785.12	-7633.39	1.00 %
C31	Story2	COL 7 30X15	Bottom	8848.55	20625.45	8399.69	1.00 %
C32	Story2	COL 1 40X15	Top	4449.38	-9365.83	45828.03	1.00 %
C32	Story2	COL 1 40X15	Bottom	1773.52	4012.26	-30385.87	1.00 %
C33	Story2	COL 1 15X40	Top	12473.3	-104633.94	-36779.3	1.00 %
C33	Story2	COL 1 15X40	Bottom	10972.85	30549.22	1282.41	1.00 %
C34	Story2	COL 7 15X30	Top	12704.75	-55667.06	11381.42	1.00 %
C34	Story2	COL 7 15X30	Bottom	13008.5	56656.95	-12853.53	1.00 %

APÉNDICE D. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE COLUMNAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	P (Kgf)	M Major	M Minor	Rebar %
C35	Story2	COL 1 40X15	Top	11180.1	-59823.68	85173.72	1.00 %
C35	Story2	COL 1 40X15	Bottom	9239.92	20945.98	-13555.92	1.00 %
C36	Story2	COL 1 15X40	Top	5589.91	-126589.49	-1314.83	1.00 %
C36	Story2	COL 1 15X40	Bottom	5994.91	133239.83	232.54	1.00 %
C37	Story2	COL 1 40X15	Top	10728.06	-24926.52	-11979.84	1.00 %
C37	Story2	COL 1 40X15	Bottom	11133.06	25741.87	7857.69	1.00 %
C38	Story2	COL 1 15X40	Top	11581.41	-94377.12	-10008.24	1.00 %
C38	Story2	COL 1 15X40	Bottom	10243.87	28477.97	-120.29	1.00 %
C10	Story2	COL 1 40X15	Top	10893.16	-25103.44	-30303.33	1.00 %
C10	Story2	COL 1 40X15	Bottom	11298.16	26210.06	30663.46	1.00 %
C39	Story2	COL 7 15X30	Top	7090.85	-45933.85	-4416.11	1.00 %
C39	Story2	COL 7 15X30	Bottom	7394.6	50429.72	5077.77	1.00 %
C26	Story2	COL 1 40X15	Top	14168.37	-34251.31	-63332.81	1.00 %
C26	Story2	COL 1 40X15	Bottom	14573.37	35476.43	67540.88	1.00 %
C8	Story2	COL 1 15X40	Top	7626.44	-48846.97	-5747.81	1.00 %
C8	Story2	COL 1 15X40	Bottom	8418.85	23307.82	1073.7	1.00 %
C4	Story2	COL 5 65X15	Top	20198.65	-47840.21	-53834.9	1.00 %
C4	Story2	COL 5 65X15	Bottom	18814.19	44313.69	-4306.56	1.00 %
C27	Story2	COL 4 15X55	Top	9669.54	-60878.55	-6950.17	1.00 %
C27	Story2	COL 4 15X55	Bottom	10226.42	84471.89	5442.51	1.00 %
C1	Story1	COL 1 15X40	Top	4198.03	-12324.81	-6534.32	1.00 %
C1	Story1	COL 1 15X40	Bottom	3206	17809.49	-986.01	1.00 %
C2	Story1	COL 1 15X40	Top	3145.79	-8649.05	-7714.12	1.00 %
C2	Story1	COL 1 15X40	Bottom	1879.81	5149.03	288.79	1.00 %
C3	Story1	COL 1 40X15	Top	-1413.59	-8087.3	-22769.72	1.00 %
C3	Story1	COL 1 40X15	Bottom	-2943.41	5810.29	1722.73	1.00 %
C5	Story1	COL 4 15X55	Top	3222.23	25130.16	-14725.9	1.00 %
C5	Story1	COL 4 15X55	Bottom	1567.67	15359.78	-409.77	1.00 %
C6	Story1	COL 7 30X15	Top	9689.96	-26198.66	-43303.29	1.00 %
C6	Story1	COL 7 30X15	Bottom	9146.91	24228.48	7833.28	1.00 %
C7	Story1	COL 7 30X15	Top	12930.27	-38512.82	3163.23	1.00 %
C7	Story1	COL 7 30X15	Bottom	13301.52	40246.51	2834.41	1.00 %
C11	Story1	COL 1 40X15	Top	7555.96	17710.92	-1194.99	1.00 %
C11	Story1	COL 1 40X15	Bottom	6651.21	15248.02	3913.2	1.00 %
C12	Story1	COL 1 40X15	Top	5150.27	-18418.58	-18338.22	1.00 %
C12	Story1	COL 1 40X15	Bottom	3497.14	7447.4	1677.95	1.00 %
C13	Story1	COL 4 15X55	Top	11288.09	-36291.3	-13176.89	1.00 %
C13	Story1	COL 4 15X55	Bottom	10436.84	33521.86	6.76	1.00 %
C14	Story1	COL 1 40X15	Top	14126.88	-39259.58	-16936.91	1.00 %
C14	Story1	COL 1 40X15	Bottom	14621.88	41235.49	17290.44	1.00 %
C16	Story1	COL 1 40X15	Top	14076.91	-39077.7	595.07	1.00 %
C16	Story1	COL 1 40X15	Bottom	14571.91	41048.73	13812.75	1.00 %
C17	Story1	COL 7 15X30	Top	10787.69	-28092.62	-5445.24	1.00 %
C17	Story1	COL 7 15X30	Bottom	11158.94	30637.99	4735.33	1.00 %
C19	Story1	COL 1 40X15	Top	21280.18	-71641.16	15296.83	1.00 %
C19	Story1	COL 1 40X15	Bottom	21775.18	74623.57	-1901.54	1.00 %

APÉNDICE D. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE COLUMNAS SIN AMS.

Label	Story	Section	Location	P (Kgf)	M Major	M Minor	Rebar %
C20	Story1	COL 1 15X40	Top	16948.81	-48495.11	10737.08	1.00 %
C20	Story1	COL 1 15X40	Bottom	17443.81	49987.79	-4963.27	1.00 %
C21	Story1	COL 1 40X15	Top	16172.01	48209.75	-86379.61	1.00 %
C21	Story1	COL 1 40X15	Bottom	14890.3	42663.87	22382.57	1.00 %
C22	Story1	COL 2 75X15	Top	34282.78	-106072.79	-105244.84	1.00 %
C22	Story1	COL 2 75X15	Bottom	35210.9	110739.23	126099.07	1.00 %
C23	Story1	COL 2 75X15	Top	21578.39	-56076.72	-60452.81	1.00 %
C23	Story1	COL 2 75X15	Bottom	22506.52	59295.86	95239.44	1.00 %
C24	Story1	COL 1 40X15	Top	11072.87	-41754.05	-17205.32	1.00 %
C24	Story1	COL 1 40X15	Bottom	9408.28	23114.72	1404.8	1.00 %
C25	Story1	COL 7 30X15	Top	15130.68	-49009.6	-10227.87	1.00 %
C25	Story1	COL 7 30X15	Bottom	16209.64	55055.26	-596.08	1.00 %
C28	Story1	COL 1 40X15	Top	18153.33	-55767.3	10962.71	1.00 %
C28	Story1	COL 1 40X15	Bottom	18648.33	58224.88	496.88	1.00 %
C29	Story1	COL 7 15X30	Top	7172.27	-48487.34	-4475.66	1.00 %
C29	Story1	COL 7 15X30	Bottom	7543.52	48838.27	2088.6	1.00 %
C30	Story1	COL 7 15X30	Top	7531.59	-19255.6	-4496.62	1.00 %
C30	Story1	COL 7 15X30	Bottom	7902.84	30714.3	3387.02	1.00 %
C31	Story1	COL 7 30X15	Top	10572.58	-28695.81	-6169.71	1.00 %
C31	Story1	COL 7 30X15	Bottom	10943.83	30131.84	8175.21	1.00 %
C32	Story1	COL 1 40X15	Top	609.79	-3904.72	42617.39	1.00 %
C32	Story1	COL 1 40X15	Bottom	35243.13	-142274.58	-85266.19	1.00 %
C33	Story1	COL 1 15X40	Top	12871.69	-70122.54	-23581.97	1.00 %
C33	Story1	COL 1 15X40	Bottom	11361.04	32015.96	-266.73	1.00 %
C34	Story1	COL 7 15X30	Top	16599.19	-45065.64	10285.95	1.00 %
C34	Story1	COL 7 15X30	Bottom	16970.44	46207.35	-5045.91	1.00 %
C35	Story1	COL 1 40X15	Top	11067.69	-45222.91	67576.18	1.00 %
C35	Story1	COL 1 40X15	Bottom	8876.74	21511.5	15092.51	1.00 %
C36	Story1	COL 1 15X40	Top	6346.61	-68145.98	42.45	1.00 %
C36	Story1	COL 1 15X40	Bottom	6841.61	84023.83	1043.2	1.00 %
C37	Story1	COL 1 40X15	Top	13217.49	-35247.79	-8580.32	1.00 %
C37	Story1	COL 1 40X15	Bottom	13712.49	37085.89	10299.63	1.00 %
C38	Story1	COL 1 15X40	Top	11417.81	-68479.33	-10112.94	1.00 %
C38	Story1	COL 1 15X40	Bottom	9663.65	27092.87	218.92	1.00 %
C10	Story1	COL 1 40X15	Top	13768.04	-37367.79	-20848.95	1.00 %
C10	Story1	COL 1 40X15	Bottom	14263.04	39269.56	20197.57	1.00 %
C39	Story1	COL 7 15X30	Top	9155.5	-29500.52	-5287.22	1.00 %
C39	Story1	COL 7 15X30	Bottom	9526.75	33651.81	3959.8	1.00 %
C26	Story1	COL 1 40X15	Top	18172.08	-55433.02	-48893.02	1.00 %
C26	Story1	COL 1 40X15	Bottom	18667.08	57867.65	34669.94	1.00 %
C8	Story1	COL 1 15X40	Top	10147.17	-35092.97	-5371.18	1.00 %
C8	Story1	COL 1 15X40	Bottom	11077.08	31156.97	-57.2	1.00 %
C4	Story1	COL 5 65X15	Top	23580.9	-66438.53	-41491.9	1.00 %
C4	Story1	COL 5 65X15	Bottom	21908.83	60203.43	22802.47	1.00 %
C27	Story1	COL 4 15X55	Top	11549.75	-42421.96	-2964.98	1.00 %
C27	Story1	COL 4 15X55	Bottom	12230.38	117273.48	5372.05	1.00 %

Apéndice E

Resultados de los diseños de vigas con AMS.

Momentos flectores (Tonf-cm) y Aceros requeridos (cm²) en las vigas sin AMS

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B1	Story5	Viga 15x40	End-I	-18.891	0.2	27.268	0.29
B1	Story5	Viga 15x40	Middle	-16.933	0.18	16.933	0.18
B1	Story5	Viga 15x40	End-J	-67.73	0.73	33.865	0.36
B2	Story5	Viga 15x40	End-I	-28.371	0.3	28.371	0.3
B2	Story5	Viga 15x40	Middle	-28.371	0.3	81.21	0.88
B2	Story5	Viga 15x40	End-J	-113.483	1.24	73.926	0.8
B3	Story5	Viga 15x40	End-I	-55.695	0.6	36.136	0.39
B3	Story5	Viga 15x40	Middle	-17.95	0.19	17.95	0.19
B3	Story5	Viga 15x40	End-J	-71.798	0.78	35.899	0.39
B4	Story5	Viga 15x40	End-I	-19.803	0.21	9.902	0.11
B4	Story5	Viga 15x40	Middle	-4.951	0.05	12.991	0.14
B4	Story5	Viga 15x40	End-J	-17.345	0.19	13.956	0.15
B5	Story5	Viga 15x40	End-I	-9.974	0.11	12.362	0.13
B5	Story5	Viga 15x40	Middle	-3.1	0.03	4.47	0.05
B5	Story5	Viga 15x40	End-J	-12.401	0.13	6.2	0.07
B6	Story5	Viga 15x40	End-I	-15.979	0.17	15.859	0.17
B6	Story5	Viga 15x40	Middle	-16.277	0.17	44.313	0.48
B6	Story5	Viga 15x40	End-J	-63.437	0.69	51.832	0.56
B7	Story5	Viga 15x40	End-I	-37.95	0.41	42.947	0.46
B7	Story5	Viga 15x40	Middle	-90.174	0.98	126.658	1.32
B7	Story5	Viga 15x40	End-J	-44.88	0.48	34.931	0.37
B8	Story5	Viga 15x40	End-I	-8.478	0.09	6.957	0.07
B8	Story5	Viga 15x40	Middle	-3.74	0.04	6.137	0.07
B8	Story5	Viga 15x40	End-J	-12.557	0.13	6.278	0.07

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B9	Story5	Viga 15x40	End-I	-12.525	0.13	8.87	0.09
B9	Story5	Viga 15x40	Middle	-4.743	0.05	7.473	0.08
B9	Story5	Viga 15x40	End-J	-18.971	0.2	9.486	0.1
B10	Story5	Viga 15x40	End-I	-123.174	1.32	87.534	0.95
B10	Story5	Viga 15x40	Middle	-49.132	0.53	46.665	0.5
B10	Story5	Viga 15x40	End-J	-30.794	0.33	30.794	0.33
B11	Story5	Viga 15x40	End-I	-7.74	0.08	17.807	0.19
B11	Story5	Viga 15x40	Middle	-4.452	0.05	21.267	0.23
B11	Story5	Viga 15x40	End-J	-4.227	0.05	2.114	0.02
B12	Story5	Viga 15x40	End-I	-15.788	0.17	7.894	0.08
B12	Story5	Viga 15x40	Middle	-11.604	0.12	17.3	0.18
B12	Story5	Viga 15x40	End-J	-15.463	0.17	21.511	0.23
B13	Story5	Viga 15x40	End-I	-23.378	0.25	35.59	0.38
B13	Story5	Viga 15x40	Middle	-28.759	0.31	72.997	0.79
B13	Story5	Viga 15x40	End-J	-93.512	1.02	46.756	0.5
B14	Story5	Viga 15x40	End-I	-107.991	1.18	53.996	0.58
B14	Story5	Viga 15x40	Middle	-45.629	0.49	26.998	0.29
B14	Story5	Viga 15x40	End-J	-3.751	0.04	66.512	0.72
B15	Story5	Viga 15x40	End-I	-24.578	0.26	14.21	0.15
B15	Story5	Viga 15x40	Middle	-24.187	0.26	43.292	0.47
B15	Story5	Viga 15x40	End-J	-74.492	0.81	72.795	0.79
B16	Story5	Viga 15x40	End-I	-145.528	1.32	149.689	1.32
B16	Story5	Viga 15x40	Middle	-51.556	0.56	54.686	0.59
B16	Story5	Viga 15x40	End-J	-43.581	0.47	39.153	0.42
B17	Story5	Viga 15x40	End-I	-14.235	0.15	7.118	0.08
B17	Story5	Viga 15x40	Middle	-4.044	0.04	3.559	0.04
B17	Story5	Viga 15x40	End-J	-13.425	0.14	7.748	0.08
B18	Story5	Viga 15x40	End-I	-27.694	0.3	13.847	0.15
B18	Story5	Viga 15x40	Middle	-16.491	0.18	11.276	0.12
B18	Story5	Viga 15x40	End-J	-28.199	0.3	14.1	0.15
B19	Story5	Viga 15x40	End-I	-10.609	0.11	14.189	0.15
B19	Story5	Viga 15x40	Middle	-14.019	0.15	13.153	0.14
B19	Story5	Viga 15x40	End-J	-26.881	0.29	13.441	0.14
B20	Story5	Viga 15x40	End-I	-18.419	0.2	9.22	0.1
B20	Story5	Viga 15x40	Middle	-4.605	0.05	12.755	0.14
B20	Story5	Viga 15x40	End-J	-13.672	0.15	10.873	0.12
B21	Story5	Viga 15x40	End-I	-27.115	0.29	22.989	0.25
B21	Story5	Viga 15x40	Middle	-10.913	0.12	24.153	0.26
B21	Story5	Viga 15x40	End-J	-43.653	0.47	21.826	0.23
B22	Story5	Viga 15x40	End-I	-28.15	0.3	14.075	0.15
B22	Story5	Viga 15x40	Middle	-56.062	0.6	60.458	0.65
B22	Story5	Viga 15x40	End-J	-132.146	1.32	73.667	0.8

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B23	Story5	Viga 15x40	End-I	-388.587	3.46	294.607	2.54
B23	Story5	Viga 15x40	Middle	-97.147	1.06	97.147	1.06
B23	Story5	Viga 15x40	End-J	-289.918	2.5	335.749	2.94
B24	Story5	Viga 15x40	End-I	-47.21	0.51	23.605	0.25
B24	Story5	Viga 15x40	Middle	0		0	
B24	Story5	Viga 15x40	End-J	-52.435	0.57	26.217	0.28
B25	Story5	Viga 15x40	End-I	-41.229	0.44	20.615	0.22
B25	Story5	Viga 15x40	Middle	-13.836	0.15	27.656	0.3
B25	Story5	Viga 15x40	End-J	-10.307	0.11	29.013	0.31
B26	Story5	Viga 15x40	End-I	0	0	28.3	0.3
B26	Story5	Viga 15x40	Middle	0		0	
B26	Story5	Viga 15x40	End-J	-13.853	0.15	31.547	0.34
B27	Story5	Viga 15x40	End-I	-37.199	0.4	25.995	0.28
B27	Story5	Viga 15x40	Middle	-9.3	0.1	42.367	0.46
B27	Story5	Viga 15x40	End-J	-14.043	0.15	28.87	0.31
B28	Story5	Viga 15x40	End-I	-35.824	0.38	40.89	0.44
B28	Story5	Viga 15x40	Middle	-10.128	0.11	39.531	0.42
B28	Story5	Viga 15x40	End-J	-37.21	0.4	24.481	0.26
B29	Story5	Viga 15x40	End-I	-4.27	0.05	4.171	0.04
B29	Story5	Viga 15x40	Middle	-1.7	0.02	7.538	0.08
B29	Story5	Viga 15x40	End-J	-7.753	0.08	6.021	0.06
B30	Story5	Viga 15x40	End-I	-47.367	0.51	23.684	0.25
B30	Story5	Viga 15x40	Middle	-11.842	0.13	17.231	0.18
B30	Story5	Viga 15x40	End-J	-16.873	0.18	11.842	0.13
B31	Story5	Viga 15x40	End-I	-23.58	0.25	11.79	0.13
B31	Story5	Viga 15x40	Middle	-13.704	0.15	36.785	0.39
B31	Story5	Viga 15x40	End-J	-42.543	0.46	46.295	0.5
B32	Story5	Viga 15x40	End-I	-4.811	0.05	5.7	0.06
B32	Story5	Viga 15x40	Middle	-79.712	0.87	112.937	1.24
B32	Story5	Viga 15x40	End-J	-149.25	1.32	168.616	1.4
B33	Story5	Viga 15x40	End-I	-87.481	0.95	65.612	0.71
B33	Story5	Viga 15x40	Middle	-21.87	0.23	34.021	0.37
B33	Story5	Viga 15x40	End-J	-44.33	0.48	22.165	0.24
B34	Story5	Viga 15x40	End-I	-25.767	0.28	12.883	0.14
B34	Story5	Viga 15x40	Middle	-6.782	0.07	6.442	0.07
B34	Story5	Viga 15x40	End-J	-16.494	0.18	17.487	0.19
B36	Story5	Viga 15x40	End-I	-47.112	0.51	23.556	0.25
B36	Story5	Viga 15x40	Middle	-11.778	0.13	18.72	0.2
B36	Story5	Viga 15x40	End-J	-11.778	0.13	21.801	0.23
B37	Story5	Viga 15x40	End-I	-18.292	0.2	18.292	0.2
B37	Story5	Viga 15x40	Middle	-40.334	0.43	18.292	0.2
B37	Story5	Viga 15x40	End-J	-73.166	0.79	36.583	0.39

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B38	Story5	Viga 15x40	End-I	-48.344	0.52	24.172	0.26
B38	Story5	Viga 15x40	Middle	-17.039	0.18	12.086	0.13
B38	Story5	Viga 15x40	End-J	-36.414	0.39	18.207	0.19
B39	Story5	Viga 15x40	End-I	-59.912	0.65	32.806	0.35
B39	Story5	Viga 15x40	Middle	-22.369	0.24	23.728	0.25
B39	Story5	Viga 15x40	End-J	-49.496	0.53	24.748	0.26
B41	Story5	Viga 15x40	End-I	-269.971	2.31	161.337	1.34
B41	Story5	Viga 15x40	Middle	-103.9	1.13	84.896	0.92
B41	Story5	Viga 15x40	End-J	-157.709	1.32	187.317	1.57
B42	Story5	Viga 15x40	End-I	-4.722	0.05	2.361	0.03
B42	Story5	Viga 15x40	Middle	-2.13	0.02	5.059	0.05
B42	Story5	Viga 15x40	End-J	-5.024	0.05	8.521	0.09
B43	Story5	Viga 15x40	End-I	-122.096	1.32	77.288	0.84
B43	Story5	Viga 15x40	Middle	-51.911	0.56	42.687	0.46
B43	Story5	Viga 15x40	End-J	-38.644	0.42	38.644	0.42
B44	Story5	Viga 15x40	End-I	-0.337	0.003582	5.363	0.06
B44	Story5	Viga 15x40	Middle	-43.3	0.47	16.867	0.18
B44	Story5	Viga 15x40	End-J	-67.469	0.73	33.735	0.36
B45	Story5	Viga 15x40	End-I	-44.846	0.48	34.036	0.37
B45	Story5	Viga 15x40	Middle	-21.674	0.23	32.392	0.35
B45	Story5	Viga 15x40	End-J	-63.851	0.69	86.694	0.94
B46	Story5	Viga 15x40	End-I	-129.482	1.32	183.018	1.53
B46	Story5	Viga 15x40	Middle	-56.829	0.61	64.559	0.7
B46	Story5	Viga 15x40	End-J	-227.317	1.92	149.345	1.32
B47	Story5	Viga 15x40	End-I	-28.506	0.31	14.253	0.15
B47	Story5	Viga 15x40	Middle	-7.127	0.08	16.8	0.18
B47	Story5	Viga 15x40	End-J	-10.24	0.11	14.001	0.15
B48	Story5	Viga 15x40	End-I	-66.708	0.72	33.354	0.36
B48	Story5	Viga 15x40	Middle	-68.655	0.74	59.193	0.64
B48	Story5	Viga 15x40	End-J	-108.211	1.18	119.23	1.31
B49	Story5	Viga 15x40	End-I	-51.403	0.55	29.869	0.32
B49	Story5	Viga 15x40	Middle	-23.257	0.25	23.257	0.25
B49	Story5	Viga 15x40	End-J	-93.029	1.01	79.245	0.86
B35	Story5	Viga 15x40	End-I	-103.135	1.13	114.863	1.26
B35	Story5	Viga 15x40	Middle	-51.5	0.55	66.682	0.72
B35	Story5	Viga 15x40	End-J	-73.347	0.79	54.63	0.59
B51	Story5	Viga 15x40	End-I	-12.486	0.13	14.228	0.15
B51	Story5	Viga 15x40	Middle	-5.661	0.06	11.055	0.12
B51	Story5	Viga 15x40	End-J	-22.646	0.24	11.323	0.12
B54	Story5	Viga 15x40	End-I	-6.162	0.07	3.081	0.03
B54	Story5	Viga 15x40	Middle	-2.47	0.03	24.969	0.27
B54	Story5	Viga 15x40	End-J	-9.88	0.11	14.557	0.16

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B55	Story5	Viga 15x40	End-I	-14.207	0.15	7.104	0.08
B55	Story5	Viga 15x40	Middle	-17.665	0.19	16.599	0.18
B55	Story5	Viga 15x40	End-J	-4.487	0.05	4.354	0.05
B57	Story5	Viga 15x40	End-I	-14.777	0.16	17.002	0.18
B57	Story5	Viga 15x40	Middle	-6.247	0.07	7.13	0.08
B57	Story5	Viga 15x40	End-J	-10.16	0.11	5.08	0.05
B65	Story5	Viga 15x40	End-I	-44.383	0.48	44.383	0.48
B65	Story5	Viga 15x40	Middle	-111.293	1.22	44.383	0.48
B65	Story5	Viga 15x40	End-J	-177.534	1.48	88.767	0.97
B66	Story5	Viga 15x40	End-I	-13.396	0.14	7.898	0.08
B66	Story5	Viga 15x40	Middle	-7.261	0.08	8.803	0.09
B66	Story5	Viga 15x40	End-J	-29.043	0.31	14.522	0.16
B67	Story5	Viga 15x40	End-I	-18.879	0.2	9.44	0.1
B67	Story5	Viga 15x40	Middle	-5.224	0.06	6.67	0.07
B67	Story5	Viga 15x40	End-J	-11.92	0.13	9.207	0.1
B68	Story5	Viga 15x40	End-I	-8.921	0.1	4.46	0.05
B68	Story5	Viga 15x40	Middle	-2.23	0.02	11	0.12
B68	Story5	Viga 15x40	End-J	0	0	8.697	0.09
B40	Story5	Viga 15x40	End-I	-16.126	0.17	21.781	0.23
B40	Story5	Viga 15x40	Middle	-15.446	0.16	15.549	0.17
B40	Story5	Viga 15x40	End-J	-31.91	0.34	16.402	0.18
B58	Story5	Viga 15x40	End-I	-45.717	0.49	37.763	0.41
B58	Story5	Viga 15x40	Middle	-41.117	0.44	23.346	0.25
B58	Story5	Viga 15x40	End-J	-41.575	0.45	20.788	0.22
B59	Story5	Viga 15x40	End-I	-47.933	0.52	60.567	0.65
B59	Story5	Viga 15x40	Middle	-61.626	0.67	68.722	0.74
B59	Story5	Viga 15x40	End-J	-50.224	0.54	51.489	0.55
B60	Story5	Viga 15x40	End-I	-172.234	1.44	194.857	1.64
B60	Story5	Viga 15x40	Middle	0		0	
B60	Story5	Viga 15x40	End-J	-48.714	0.52	57.212	0.62
B61	Story5	Viga 15x40	End-I	-41.198	0.44	42.602	0.46
B61	Story5	Viga 15x40	Middle	-37.916	0.41	34.194	0.37
B61	Story5	Viga 15x40	End-J	-23.956	0.26	28.95	0.31
B62	Story5	Viga 15x40	End-I	-12.417	0.13	12.417	0.13
B62	Story5	Viga 15x40	Middle	-12.417	0.13	15.928	0.17
B62	Story5	Viga 15x40	End-J	-49.67	0.54	37.407	0.4
B63	Story5	Viga 15x40	End-I	-37.312	0.4	22.108	0.24
B63	Story5	Viga 15x40	Middle	-12.792	0.14	13.035	0.14
B63	Story5	Viga 15x40	End-J	-43.412	0.47	21.706	0.23
B64	Story5	Viga 15x40	End-I	-29.982	0.32	44.2	0.48
B64	Story5	Viga 15x40	Middle	-11.4	0.12	25.797	0.28
B64	Story5	Viga 15x40	End-J	-45.602	0.49	36.122	0.39

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B69	Story5	Viga 15x40	End-I	-155.252	1.32	77.626	0.84
B69	Story5	Viga 15x40	Middle	-38.813	0.42	38.813	0.42
B69	Story5	Viga 15x40	End-J	-116.436	1.28	109.591	1.2
B72	Story5	Viga 15x40	End-I	-152.243	1.32	78.177	0.85
B72	Story5	Viga 15x40	Middle	-86.627	0.94	123.416	1.32
B72	Story5	Viga 15x40	End-J	-147.883	1.32	210.697	1.78
B73	Story5	Viga 60x20	End-I	-55.132	1.22	59.025	1.31
B73	Story5	Viga 60x20	Middle	-165.515	3.2	36.972	0.82
B73	Story5	Viga 60x20	End-J	-45.995	1.02	118.67	2.67
B74	Story5	Viga 15x40	End-I	-17.511	0.19	70.046	0.76
B74	Story5	Viga 15x40	Middle	-17.511	0.19	21.772	0.23
B74	Story5	Viga 15x40	End-J	-17.511	0.19	17.511	0.19
B50	Story5	Viga 15x40	End-I	-5.655	0.06	2.827	0.03
B50	Story5	Viga 15x40	Middle	-2.207	0.02	1.414	0.02
B50	Story5	Viga 15x40	End-J	-0.621	0.01	0.31	0.003303
B52	Story5	Viga 15x40	End-I	-74.147	0.8	17.35	0.19
B52	Story5	Viga 15x40	Middle	-45.445	0.49	86.413	0.94
B52	Story5	Viga 15x40	End-J	-8.616	0.09	11.387	0.12
B53	Story5	Viga 15x40	End-I	-1.965	0.02	1.413	0.02
B53	Story5	Viga 15x40	Middle	-4.863	0.05	1.413	0.02
B53	Story5	Viga 15x40	End-J	-5.651	0.06	2.825	0.03
B56	Story5	Viga 15x40	End-I	-40.516	0.44	20.258	0.22
B56	Story5	Viga 15x40	Middle	-23.227	0.25	10.129	0.11
B56	Story5	Viga 15x40	End-J	-10.129	0.11	10.129	0.11
B70	Story5	Viga 15x40	End-I	-1.126	0.01	4.615	0.05
B70	Story5	Viga 15x40	Middle	-2.238	0.02	15.101	0.16
B70	Story5	Viga 15x40	End-J	-2.238	0.02	13.304	0.14
B71	Story5	Viga 15x40	End-I	-66.846	0.72	47.78	0.51
B71	Story5	Viga 15x40	Middle	0		0	
B71	Story5	Viga 15x40	End-J	0	0	3.419	0.04
B75	Story5	Viga 15x40	End-I	-46.154	0.5	65.279	0.71
B75	Story5	Viga 15x40	Middle	-37.74	0.41	53.462	0.58
B75	Story5	Viga 15x40	End-J	-2.069	0.02	6.37	0.07
B76	Story5	Viga 15x40	End-I	-28.601	0.31	14.3	0.15
B76	Story5	Viga 15x40	Middle	-9.441	0.1	7.15	0.08
B76	Story5	Viga 15x40	End-J	-0.275	0.00293	2.96	0.03
B77	Story5	Viga 25x20	End-I	-35.396	0.79	35.986	0.8
B77	Story5	Viga 25x20	Middle	-32.169	0.72	58.7	1.33
B77	Story5	Viga 25x20	End-J	-128.677	2.27	64.338	1.33
B78	Story5	Viga 15x40	End-I	-24.957	0.27	12.479	0.13
B78	Story5	Viga 15x40	Middle	-25.604	0.27	7.4	0.08
B78	Story5	Viga 15x40	End-J	-29.601	0.32	14.8	0.16

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B1	Story4	Viga 15x40	End-I	-14.704	0.16	28.774	0.31
B1	Story4	Viga 15x40	Middle	-17.987	0.19	15.636	0.17
B1	Story4	Viga 15x40	End-J	-74.801	0.81	29.408	0.32
B2	Story4	Viga 15x40	End-I	-58.098	0.63	50.183	0.54
B2	Story4	Viga 15x40	Middle	-39.525	0.42	103.197	1.13
B2	Story4	Viga 15x40	End-J	-158.099	1.32	92.708	1.01
B3	Story4	Viga 15x40	End-I	-48.059	0.52	24.029	0.26
B3	Story4	Viga 15x40	Middle	-15.273	0.16	15.273	0.16
B3	Story4	Viga 15x40	End-J	-61.092	0.66	30.546	0.33
B4	Story4	Viga 15x40	End-I	-23.319	0.25	11.66	0.12
B4	Story4	Viga 15x40	Middle	-7.058	0.08	16.702	0.18
B4	Story4	Viga 15x40	End-J	-28.233	0.3	25.002	0.27
B5	Story4	Viga 15x40	End-I	-14.051	0.15	17.019	0.18
B5	Story4	Viga 15x40	Middle	-4.255	0.05	5.665	0.06
B5	Story4	Viga 15x40	End-J	-12.67	0.14	6.335	0.07
B6	Story4	Viga 15x40	End-I	-25.118	0.27	25.118	0.27
B6	Story4	Viga 15x40	Middle	-33.015	0.35	68.713	0.74
B6	Story4	Viga 15x40	End-J	-100.47	1.1	81.287	0.88
B7	Story4	Viga 15x40	End-I	-41.39	0.44	44.386	0.48
B7	Story4	Viga 15x40	Middle	-158.703	1.32	197.68	1.66
B7	Story4	Viga 15x40	End-J	-61.982	0.67	50.171	0.54
B8	Story4	Viga 15x40	End-I	-11.65	0.12	8.087	0.09
B8	Story4	Viga 15x40	Middle	-4.962	0.05	5.629	0.06
B8	Story4	Viga 15x40	End-J	-19.849	0.21	15.752	0.17
B9	Story4	Viga 15x40	End-I	-30.474	0.33	22.924	0.25
B9	Story4	Viga 15x40	Middle	-8.094	0.09	9.804	0.1
B9	Story4	Viga 15x40	End-J	-32.374	0.35	16.187	0.17
B10	Story4	Viga 15x40	End-I	-142.781	1.32	106.434	1.16
B10	Story4	Viga 15x40	Middle	-50.211	0.54	52.18	0.56
B10	Story4	Viga 15x40	End-J	-35.695	0.38	43.975	0.47
B11	Story4	Viga 15x40	End-I	-1.178	0.01	9.544	0.1
B11	Story4	Viga 15x40	Middle	-4.014	0.04	32.622	0.35
B11	Story4	Viga 15x40	End-J	-16.054	0.17	11.047	0.12
B12	Story4	Viga 15x40	End-I	-20.403	0.22	10.202	0.11
B12	Story4	Viga 15x40	Middle	-12.039	0.13	16.256	0.17
B12	Story4	Viga 15x40	End-J	-19.538	0.21	25.137	0.27
B13	Story4	Viga 15x40	End-I	-29.918	0.32	31.442	0.34
B13	Story4	Viga 15x40	Middle	-35.805	0.38	91.433	1
B13	Story4	Viga 15x40	End-J	-119.67	1.31	59.835	0.65
B14	Story4	Viga 15x40	End-I	-140.897	1.32	70.449	0.76
B14	Story4	Viga 15x40	Middle	-56.894	0.61	35.224	0.38
B14	Story4	Viga 15x40	End-J	-23.322	0.25	89.389	0.97

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B15	Story4	Viga 15x40	End-I	-14.155	0.15	7.077	0.08
B15	Story4	Viga 15x40	Middle	-21.105	0.23	41.832	0.45
B15	Story4	Viga 15x40	End-J	-78.708	0.85	76.19	0.83
B16	Story4	Viga 15x40	End-I	-199.938	1.68	202.199	1.7
B16	Story4	Viga 15x40	Middle	-67.346	0.73	67.837	0.73
B16	Story4	Viga 15x40	End-J	-69.79	0.76	61.983	0.67
B17	Story4	Viga 15x40	End-I	-15.617	0.17	7.808	0.08
B17	Story4	Viga 15x40	Middle	-3.904	0.04	4.495	0.05
B17	Story4	Viga 15x40	End-J	-14.526	0.16	7.263	0.08
B18	Story4	Viga 15x40	End-I	-40.073	0.43	23.361	0.25
B18	Story4	Viga 15x40	Middle	-27.651	0.3	19.721	0.21
B18	Story4	Viga 15x40	End-J	-49.49	0.53	31.413	0.34
B19	Story4	Viga 15x40	End-I	-15.049	0.16	18.824	0.2
B19	Story4	Viga 15x40	Middle	-19.224	0.21	20.24	0.22
B19	Story4	Viga 15x40	End-J	-36.962	0.4	18.481	0.2
B20	Story4	Viga 15x40	End-I	-10.704	0.11	5.352	0.06
B20	Story4	Viga 15x40	Middle	-2.676	0.03	8.667	0.09
B20	Story4	Viga 15x40	End-J	-7.787	0.08	4.17	0.04
B21	Story4	Viga 15x40	End-I	-51.27	0.55	32.661	0.35
B21	Story4	Viga 15x40	Middle	-18.02	0.19	31.85	0.34
B21	Story4	Viga 15x40	End-J	-72.082	0.78	36.041	0.39
B22	Story4	Viga 15x40	End-I	-58.831	0.64	29.415	0.32
B22	Story4	Viga 15x40	Middle	-42.134	0.45	52.671	0.57
B22	Story4	Viga 15x40	End-J	-127.815	1.32	64.363	0.7
B23	Story4	Viga 15x40	End-I	-485.729	4.47	380.134	3.37
B23	Story4	Viga 15x40	Middle	-121.432	1.32	121.432	1.32
B23	Story4	Viga 15x40	End-J	-377.227	3.34	431.812	3.9
B24	Story4	Viga 15x40	End-I	-57.222	0.62	28.611	0.31
B24	Story4	Viga 15x40	Middle	0		0	
B24	Story4	Viga 15x40	End-J	-84.357	0.92	42.179	0.45
B25	Story4	Viga 15x40	End-I	-48.856	0.53	24.428	0.26
B25	Story4	Viga 15x40	Middle	-15.927	0.17	28.5	0.31
B25	Story4	Viga 15x40	End-J	-12.214	0.13	36.767	0.39
B26	Story4	Viga 15x40	End-I	0	0	33.495	0.36
B26	Story4	Viga 15x40	Middle	0		0	
B26	Story4	Viga 15x40	End-J	-3.822	0.04	31.602	0.34
B27	Story4	Viga 15x40	End-I	-66.54	0.72	39.012	0.42
B27	Story4	Viga 15x40	Middle	-16.635	0.18	54.196	0.58
B27	Story4	Viga 15x40	End-J	-44.218	0.48	38.868	0.42
B28	Story4	Viga 15x40	End-I	-68.662	0.74	52.159	0.56
B28	Story4	Viga 15x40	Middle	-17.166	0.18	49.064	0.53
B28	Story4	Viga 15x40	End-J	-67.532	0.73	39.615	0.43

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B29	Story4	Viga 15x40	End-I	-1.496	0.02	3.885	0.04
B29	Story4	Viga 15x40	Middle	-0.872	0.01	6.879	0.07
B29	Story4	Viga 15x40	End-J	-6.752	0.07	4.917	0.05
B30	Story4	Viga 15x40	End-I	-23.411	0.25	11.705	0.12
B30	Story4	Viga 15x40	Middle	-8.937	0.1	13.2	0.14
B30	Story4	Viga 15x40	End-J	-35.75	0.38	17.875	0.19
B31	Story4	Viga 15x40	End-I	-42.953	0.46	21.476	0.23
B31	Story4	Viga 15x40	Middle	-10.738	0.11	33.657	0.36
B31	Story4	Viga 15x40	End-J	-39.267	0.42	42.39	0.46
B32	Story4	Viga 15x40	End-I	-14.165	0.15	15.203	0.16
B32	Story4	Viga 15x40	Middle	-97.532	1.06	136.851	1.32
B32	Story4	Viga 15x40	End-J	-193.534	1.62	204.905	1.72
B33	Story4	Viga 15x40	End-I	-88.547	0.96	75.818	0.82
B33	Story4	Viga 15x40	Middle	-22.137	0.24	23.493	0.25
B33	Story4	Viga 15x40	End-J	-73.752	0.8	41.258	0.44
B34	Story4	Viga 15x40	End-I	-29.193	0.31	14.597	0.16
B34	Story4	Viga 15x40	Middle	-8.221	0.09	7.298	0.08
B34	Story4	Viga 15x40	End-J	-19.023	0.2	18.87	0.2
B36	Story4	Viga 15x40	End-I	-66.802	0.72	33.401	0.36
B36	Story4	Viga 15x40	Middle	-16.7	0.18	22.918	0.25
B36	Story4	Viga 15x40	End-J	-16.7	0.18	26.184	0.28
B37	Story4	Viga 15x40	End-I	-30.474	0.33	30.474	0.33
B37	Story4	Viga 15x40	Middle	-69.39	0.75	30.474	0.33
B37	Story4	Viga 15x40	End-J	-121.898	1.32	60.949	0.66
B38	Story4	Viga 15x40	End-I	-84.782	0.92	42.391	0.46
B38	Story4	Viga 15x40	Middle	-26.578	0.28	21.195	0.23
B38	Story4	Viga 15x40	End-J	-58.631	0.63	29.315	0.31
B39	Story4	Viga 15x40	End-I	-77.421	0.84	38.711	0.42
B39	Story4	Viga 15x40	Middle	-26.766	0.29	27.844	0.3
B39	Story4	Viga 15x40	End-J	-66.317	0.72	33.158	0.36
B41	Story4	Viga 15x40	End-I	-345.159	3.03	220.356	1.86
B41	Story4	Viga 15x40	Middle	-127.482	1.32	116.995	1.28
B41	Story4	Viga 15x40	End-J	-217.508	1.84	235.987	2
B42	Story4	Viga 15x40	End-I	-5.242	0.06	2.85	0.03
B42	Story4	Viga 15x40	Middle	-2.85	0.03	4.133	0.04
B42	Story4	Viga 15x40	End-J	-4.633	0.05	11.4	0.12
B43	Story4	Viga 15x40	End-I	-191.966	1.61	95.983	1.05
B43	Story4	Viga 15x40	Middle	-60.089	0.65	57.484	0.62
B43	Story4	Viga 15x40	End-J	-47.991	0.52	47.991	0.52
B44	Story4	Viga 15x40	End-I	-0.563	0.01	6.422	0.07
B44	Story4	Viga 15x40	Middle	-60.063	0.65	23.125	0.25
B44	Story4	Viga 15x40	End-J	-92.501	1.01	46.25	0.5

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B45	Story4	Viga 15x40	End-I	-22.61	0.24	22.367	0.24
B45	Story4	Viga 15x40	Middle	-22.367	0.24	25.895	0.28
B45	Story4	Viga 15x40	End-J	-64.82	0.7	89.468	0.97
B46	Story4	Viga 15x40	End-I	-190.145	1.59	251.584	2.15
B46	Story4	Viga 15x40	Middle	-79.369	0.86	79.369	0.86
B46	Story4	Viga 15x40	End-J	-317.475	2.76	227.299	1.92
B47	Story4	Viga 15x40	End-I	-27.07	0.29	13.535	0.14
B47	Story4	Viga 15x40	Middle	-6.767	0.07	20.066	0.21
B47	Story4	Viga 15x40	End-J	-17.057	0.18	30.092	0.32
B48	Story4	Viga 15x40	End-I	-89.525	0.97	44.763	0.48
B48	Story4	Viga 15x40	Middle	-94.924	1.03	102.438	1.12
B48	Story4	Viga 15x40	End-J	-156.54	1.32	195.502	1.64
B49	Story4	Viga 15x40	End-I	-78.559	0.85	57.303	0.62
B49	Story4	Viga 15x40	Middle	-55.174	0.6	55.174	0.6
B49	Story4	Viga 15x40	End-J	-220.694	1.87	123.774	1.32
B35	Story4	Viga 15x40	End-I	-130.569	1.32	150.85	1.32
B35	Story4	Viga 15x40	Middle	-62.484	0.68	83.724	0.91
B35	Story4	Viga 15x40	End-J	-107.299	1.17	78.508	0.85
B51	Story4	Viga 15x40	End-I	-36.756	0.39	36.337	0.39
B51	Story4	Viga 15x40	Middle	-11.884	0.13	13.676	0.15
B51	Story4	Viga 15x40	End-J	-47.538	0.51	23.769	0.25
B54	Story4	Viga 15x40	End-I	-20.17	0.22	14.446	0.15
B54	Story4	Viga 15x40	Middle	-8.884	0.09	41.035	0.44
B54	Story4	Viga 15x40	End-J	-35.535	0.38	18.985	0.2
B55	Story4	Viga 15x40	End-I	-21.106	0.23	10.553	0.11
B55	Story4	Viga 15x40	Middle	-33.168	0.36	40.815	0.44
B55	Story4	Viga 15x40	End-J	-6.653	0.07	5.276	0.06
B57	Story4	Viga 15x40	End-I	-10.015	0.11	14.759	0.16
B57	Story4	Viga 15x40	Middle	-5.003	0.05	5.695	0.06
B57	Story4	Viga 15x40	End-J	-13.091	0.14	6.545	0.07
B65	Story4	Viga 15x40	End-I	-71.488	0.77	71.488	0.77
B65	Story4	Viga 15x40	Middle	-182.223	1.52	102.434	1.12
B65	Story4	Viga 15x40	End-J	-285.952	2.46	142.976	1.32
B66	Story4	Viga 15x40	End-I	-37.767	0.41	29.887	0.32
B66	Story4	Viga 15x40	Middle	-17.826	0.19	17.826	0.19
B66	Story4	Viga 15x40	End-J	-71.306	0.77	39.797	0.43
B67	Story4	Viga 15x40	End-I	-47.328	0.51	30.797	0.33
B67	Story4	Viga 15x40	Middle	-13.259	0.14	13.807	0.15
B67	Story4	Viga 15x40	End-J	-36.898	0.4	31.074	0.33
B68	Story4	Viga 15x40	End-I	-13.45	0.14	6.725	0.07
B68	Story4	Viga 15x40	Middle	-3.363	0.04	12.313	0.13
B68	Story4	Viga 15x40	End-J	0	0	10.925	0.12

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B40	Story4	Viga 15x40	End-I	-15.161	0.16	25.401	0.27
B40	Story4	Viga 15x40	Middle	-9.785	0.1	10.399	0.11
B40	Story4	Viga 15x40	End-J	-39.142	0.42	21.719	0.23
B58	Story4	Viga 15x40	End-I	-43.766	0.47	35.284	0.38
B58	Story4	Viga 15x40	Middle	-52.842	0.57	30.796	0.33
B58	Story4	Viga 15x40	End-J	-62.825	0.68	31.412	0.34
B59	Story4	Viga 15x40	End-I	-85.797	0.93	97.844	1.07
B59	Story4	Viga 15x40	Middle	-93.865	1.02	101.234	1.1
B59	Story4	Viga 15x40	End-J	-74.722	0.81	81.184	0.88
B60	Story4	Viga 15x40	End-I	-254.348	2.17	279.146	2.4
B60	Story4	Viga 15x40	Middle	0		0	
B60	Story4	Viga 15x40	End-J	-96.962	1.06	98.772	1.08
B61	Story4	Viga 15x40	End-I	-24.234	0.26	28.57	0.31
B61	Story4	Viga 15x40	Middle	-60.986	0.66	18.101	0.19
B61	Story4	Viga 15x40	End-J	-72.404	0.78	61.19	0.66
B62	Story4	Viga 15x40	End-I	-19.669	0.21	42.162	0.45
B62	Story4	Viga 15x40	Middle	-19.669	0.21	47.071	0.51
B62	Story4	Viga 15x40	End-J	-78.675	0.85	63.254	0.68
B63	Story4	Viga 15x40	End-I	-80.564	0.87	68.866	0.75
B63	Story4	Viga 15x40	Middle	-20.141	0.22	20.141	0.22
B63	Story4	Viga 15x40	End-J	-53.672	0.58	26.836	0.29
B64	Story4	Viga 15x40	End-I	-42.087	0.45	56.695	0.61
B64	Story4	Viga 15x40	Middle	-17.778	0.19	34.367	0.37
B64	Story4	Viga 15x40	End-J	-54.577	0.59	41.897	0.45
B69	Story4	Viga 15x40	End-I	-245.366	2.09	122.683	1.32
B69	Story4	Viga 15x40	Middle	-61.341	0.66	62.213	0.67
B69	Story4	Viga 15x40	End-J	-196.585	1.65	168.216	1.4
B72	Story4	Viga 15x40	End-I	-249.829	2.13	128.77	1.32
B72	Story4	Viga 15x40	Middle	-126.321	1.32	222.933	1.89
B72	Story4	Viga 15x40	End-J	-227.712	1.93	368.975	3.26
B73	Story4	Viga 60x20	End-I	-236.698	4.1	50.225	1.11
B73	Story4	Viga 60x20	Middle	-50.225	1.11	111.869	2.51
B73	Story4	Viga 60x20	End-J	-200.899	3.45	100.449	2.25
B74	Story4	Viga 15x40	End-I	-81.263	0.88	40.632	0.44
B74	Story4	Viga 15x40	Middle	-20.316	0.22	20.316	0.22
B74	Story4	Viga 15x40	End-J	-21.24	0.23	20.316	0.22
B50	Story4	Viga 15x40	End-I	-10.502	0.11	5.251	0.06
B50	Story4	Viga 15x40	Middle	-3.252	0.03	2.626	0.03
B50	Story4	Viga 15x40	End-J	0	0	2.634	0.03
B52	Story4	Viga 15x40	End-I	-121.383	1.32	55.47	0.6
B52	Story4	Viga 15x40	Middle	-34.176	0.37	115.795	1.27
B52	Story4	Viga 15x40	End-J	-23.997	0.26	13.351	0.14

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B53	Story4	Viga 15x40	End-I	-3.664	0.04	0.845	0.01
B53	Story4	Viga 15x40	Middle	-7.672	0.08	1.353	0.01
B53	Story4	Viga 15x40	End-J	-3.38	0.04	1.69	0.02
B56	Story4	Viga 15x40	End-I	-28.693	0.31	14.347	0.15
B56	Story4	Viga 15x40	Middle	-13.808	0.15	7.173	0.08
B56	Story4	Viga 15x40	End-J	-7.173	0.08	7.173	0.08
B70	Story4	Viga 15x40	End-I	-5.308	0.06	8.108	0.09
B70	Story4	Viga 15x40	Middle	-15.016	0.16	12.725	0.14
B70	Story4	Viga 15x40	End-J	-36.064	0.39	18.032	0.19
B71	Story4	Viga 15x40	End-I	-82.787	0.9	59.394	0.64
B71	Story4	Viga 15x40	Middle	0		0	
B71	Story4	Viga 15x40	End-J	0	0	3.613	0.04
B75	Story4	Viga 15x40	End-I	-61.06	0.66	88.158	0.96
B75	Story4	Viga 15x40	Middle	-46.107	0.5	66.411	0.72
B75	Story4	Viga 15x40	End-J	-1.769	0.02	9.1	0.1
B76	Story4	Viga 15x40	End-I	-65.659	0.71	32.83	0.35
B76	Story4	Viga 15x40	Middle	-19.589	0.21	16.415	0.18
B76	Story4	Viga 15x40	End-J	-1.793	0.02	6.032	0.06
B77	Story4	Viga 25x20	End-I	-60.727	1.33	49.701	1.12
B77	Story4	Viga 25x20	Middle	-49.701	1.12	81.675	1.4
B77	Story4	Viga 25x20	End-J	-198.804	3.67	99.402	1.72
B78	Story4	Viga 15x40	End-I	-34.696	0.37	17.348	0.19
B78	Story4	Viga 15x40	Middle	-36.578	0.39	10.399	0.11
B78	Story4	Viga 15x40	End-J	-41.597	0.45	20.799	0.22
B1	Story3	Viga 15x40	End-I	-36.677	0.39	56.557	0.61
B1	Story3	Viga 15x40	Middle	-25.813	0.28	25.813	0.28
B1	Story3	Viga 15x40	End-J	-103.251	1.13	51.626	0.56
B2	Story3	Viga 15x40	End-I	-69.443	0.75	54.4	0.59
B2	Story3	Viga 15x40	Middle	-45.746	0.49	114.865	1.26
B2	Story3	Viga 15x40	End-J	-182.984	1.53	109.761	1.2
B3	Story3	Viga 15x40	End-I	-47.45	0.51	23.725	0.25
B3	Story3	Viga 15x40	Middle	-14.92	0.16	14.92	0.16
B3	Story3	Viga 15x40	End-J	-59.678	0.64	29.839	0.32
B4	Story3	Viga 15x40	End-I	-24.196	0.26	14.543	0.16
B4	Story3	Viga 15x40	Middle	-10.064	0.11	19.268	0.21
B4	Story3	Viga 15x40	End-J	-40.256	0.43	36.06	0.39
B5	Story3	Viga 15x40	End-I	-20.883	0.22	22.853	0.24
B5	Story3	Viga 15x40	Middle	-5.713	0.06	7.224	0.08
B5	Story3	Viga 15x40	End-J	-16.433	0.18	10.152	0.11
B6	Story3	Viga 15x40	End-I	-30.352	0.33	30.352	0.33
B6	Story3	Viga 15x40	Middle	-47.495	0.51	82.59	0.9
B6	Story3	Viga 15x40	End-J	-121.407	1.32	100.547	1.1

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B7	Story3	Viga 15x40	End-I	-50.443	0.54	53.727	0.58
B7	Story3	Viga 15x40	Middle	-203.33	1.71	241.503	2.05
B7	Story3	Viga 15x40	End-J	-74.357	0.81	62.706	0.68
B8	Story3	Viga 15x40	End-I	-18.312	0.2	15.141	0.16
B8	Story3	Viga 15x40	Middle	-6.568	0.07	9.205	0.1
B8	Story3	Viga 15x40	End-J	-26.273	0.28	25.248	0.27
B9	Story3	Viga 15x40	End-I	-56.53	0.61	50.924	0.55
B9	Story3	Viga 15x40	Middle	-14.132	0.15	14.132	0.15
B9	Story3	Viga 15x40	End-J	-54.683	0.59	34.858	0.37
B10	Story3	Viga 15x40	End-I	-132	1.32	93.968	1.02
B10	Story3	Viga 15x40	Middle	-44.965	0.48	45.801	0.49
B10	Story3	Viga 15x40	End-J	-33.246	0.36	41.608	0.45
B11	Story3	Viga 15x40	End-I	-11.117	0.12	19.309	0.21
B11	Story3	Viga 15x40	Middle	-9.241	0.1	49.816	0.54
B11	Story3	Viga 15x40	End-J	-25.413	0.27	20.386	0.22
B12	Story3	Viga 15x40	End-I	-25.112	0.27	12.556	0.13
B12	Story3	Viga 15x40	Middle	-15.594	0.17	19.768	0.21
B12	Story3	Viga 15x40	End-J	-28.471	0.31	27.466	0.29
B13	Story3	Viga 15x40	End-I	-30.305	0.32	31.478	0.34
B13	Story3	Viga 15x40	Middle	-39.932	0.43	92.697	1.01
B13	Story3	Viga 15x40	End-J	-121.219	1.32	60.61	0.65
B14	Story3	Viga 15x40	End-I	-159.537	1.33	79.769	0.87
B14	Story3	Viga 15x40	Middle	-66.509	0.72	39.884	0.43
B14	Story3	Viga 15x40	End-J	-39.917	0.43	100.551	1.1
B15	Story3	Viga 15x40	End-I	-9.741	0.1	4.87	0.05
B15	Story3	Viga 15x40	Middle	-26.531	0.28	47.316	0.51
B15	Story3	Viga 15x40	End-J	-88.203	0.96	86.003	0.93
B16	Story3	Viga 15x40	End-I	-246.509	2.1	247.402	2.11
B16	Story3	Viga 15x40	Middle	-83.08	0.9	82.998	0.9
B16	Story3	Viga 15x40	End-J	-84.672	0.92	77.089	0.84
B17	Story3	Viga 15x40	End-I	-26.783	0.29	13.392	0.14
B17	Story3	Viga 15x40	Middle	-8.851	0.09	10.178	0.11
B17	Story3	Viga 15x40	End-J	-8.147	0.09	6.696	0.07
B18	Story3	Viga 15x40	End-I	-54.973	0.59	39.986	0.43
B18	Story3	Viga 15x40	Middle	-39.655	0.43	31.72	0.34
B18	Story3	Viga 15x40	End-J	-71.849	0.78	53.625	0.58
B19	Story3	Viga 15x40	End-I	-18.529	0.2	19.596	0.21
B19	Story3	Viga 15x40	Middle	-26.734	0.29	28.576	0.31
B19	Story3	Viga 15x40	End-J	-48.293	0.52	27.854	0.3
B20	Story3	Viga 15x40	End-I	-17.234	0.18	8.763	0.09
B20	Story3	Viga 15x40	Middle	-4.309	0.05	10.675	0.11
B20	Story3	Viga 15x40	End-J	-16.755	0.18	14.042	0.15

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B21	Story3	Viga 15x40	End-I	-70.719	0.77	55.277	0.6
B21	Story3	Viga 15x40	Middle	-24.274	0.26	40.262	0.43
B21	Story3	Viga 15x40	End-J	-97.097	1.06	48.548	0.52
B22	Story3	Viga 15x40	End-I	-75.043	0.81	42.142	0.45
B22	Story3	Viga 15x40	Middle	-43.135	0.46	54.921	0.59
B22	Story3	Viga 15x40	End-J	-121.818	1.32	62.719	0.68
B23	Story3	Viga 15x40	End-I	-534.279	5.01	433.069	3.91
B23	Story3	Viga 15x40	Middle	-133.57	1.32	133.57	1.32
B23	Story3	Viga 15x40	End-J	-428.134	3.86	475.405	4.36
B24	Story3	Viga 15x40	End-I	-57.521	0.62	28.76	0.31
B24	Story3	Viga 15x40	Middle	0		0	
B24	Story3	Viga 15x40	End-J	-122.041	1.32	61.02	0.66
B25	Story3	Viga 15x40	End-I	-49.861	0.54	24.931	0.27
B25	Story3	Viga 15x40	Middle	-19.195	0.21	29.245	0.31
B25	Story3	Viga 15x40	End-J	-12.839	0.14	51.357	0.55
B26	Story3	Viga 15x40	End-I	-0.221	0.002354	49.109	0.53
B26	Story3	Viga 15x40	Middle	0		0	
B26	Story3	Viga 15x40	End-J	-45.888	0.49	69.142	0.75
B27	Story3	Viga 15x40	End-I	-72.194	0.78	44.148	0.47
B27	Story3	Viga 15x40	Middle	-18.048	0.19	53.798	0.58
B27	Story3	Viga 15x40	End-J	-51.739	0.56	38.495	0.41
B28	Story3	Viga 15x40	End-I	-78.045	0.85	55.373	0.6
B28	Story3	Viga 15x40	Middle	-19.511	0.21	49.551	0.53
B28	Story3	Viga 15x40	End-J	-73.687	0.8	44.293	0.48
B29	Story3	Viga 15x40	End-I	-2.926	0.03	3.489	0.04
B29	Story3	Viga 15x40	Middle	-1.204	0.01	6.777	0.07
B29	Story3	Viga 15x40	End-J	-7.945	0.08	4.816	0.05
B30	Story3	Viga 15x40	End-I	-29.539	0.32	15.39	0.16
B30	Story3	Viga 15x40	Middle	-13.68	0.15	19.008	0.2
B30	Story3	Viga 15x40	End-J	-54.719	0.59	29.022	0.31
B31	Story3	Viga 15x40	End-I	-53.871	0.58	26.936	0.29
B31	Story3	Viga 15x40	Middle	-13.468	0.14	34.895	0.37
B31	Story3	Viga 15x40	End-J	-38.526	0.41	41.748	0.45
B32	Story3	Viga 15x40	End-I	-16.286	0.17	18.315	0.2
B32	Story3	Viga 15x40	Middle	-118.35	1.3	153.07	1.32
B32	Story3	Viga 15x40	End-J	-227.734	1.93	231.058	1.96
B33	Story3	Viga 15x40	End-I	-89.19	0.97	80.363	0.87
B33	Story3	Viga 15x40	Middle	-22.941	0.25	23.738	0.25
B33	Story3	Viga 15x40	End-J	-91.765	1	57.661	0.62
B34	Story3	Viga 15x40	End-I	-27.582	0.3	13.791	0.15
B34	Story3	Viga 15x40	Middle	-8.246	0.09	6.896	0.07
B34	Story3	Viga 15x40	End-J	-18.974	0.2	16.506	0.18

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B36	Story3	Viga 15x40	End-I	-74.741	0.81	37.37	0.4
B36	Story3	Viga 15x40	Middle	-18.685	0.2	24.26	0.26
B36	Story3	Viga 15x40	End-J	-18.685	0.2	27.762	0.3
B37	Story3	Viga 15x40	End-I	-32.714	0.35	32.714	0.35
B37	Story3	Viga 15x40	Middle	-74.005	0.8	32.714	0.35
B37	Story3	Viga 15x40	End-J	-130.854	1.32	65.427	0.71
B38	Story3	Viga 15x40	End-I	-91.917	1	45.959	0.49
B38	Story3	Viga 15x40	Middle	-29.914	0.32	22.979	0.25
B38	Story3	Viga 15x40	End-J	-65.497	0.71	32.749	0.35
B39	Story3	Viga 15x40	End-I	-87.501	0.95	44.72	0.48
B39	Story3	Viga 15x40	Middle	-32.526	0.35	32.734	0.35
B39	Story3	Viga 15x40	End-J	-69.695	0.75	34.848	0.37
B41	Story3	Viga 15x40	End-I	-413.464	3.71	298.02	2.58
B41	Story3	Viga 15x40	Middle	-160.237	1.33	151.24	1.32
B41	Story3	Viga 15x40	End-J	-272.853	2.34	283.48	2.44
B42	Story3	Viga 15x40	End-I	-6.931	0.07	4.408	0.05
B42	Story3	Viga 15x40	Middle	-5.885	0.06	4.302	0.05
B42	Story3	Viga 15x40	End-J	-4.545	0.05	13.755	0.15
B43	Story3	Viga 15x40	End-I	-214.095	1.81	107.048	1.17
B43	Story3	Viga 15x40	Middle	-71.428	0.77	71.13	0.77
B43	Story3	Viga 15x40	End-J	-53.524	0.58	53.524	0.58
B44	Story3	Viga 15x40	End-I	-1.063	0.01	6.602	0.07
B44	Story3	Viga 15x40	Middle	-67.636	0.73	25.902	0.28
B44	Story3	Viga 15x40	End-J	-103.609	1.13	51.805	0.56
B45	Story3	Viga 15x40	End-I	-24.806	0.27	24.806	0.27
B45	Story3	Viga 15x40	Middle	-24.806	0.27	30.461	0.33
B45	Story3	Viga 15x40	End-J	-72.308	0.78	99.225	1.08
B46	Story3	Viga 15x40	End-I	-245.549	2.09	302.651	2.62
B46	Story3	Viga 15x40	Middle	-96.508	1.05	96.508	1.05
B46	Story3	Viga 15x40	End-J	-386.034	3.43	298.159	2.58
B47	Story3	Viga 15x40	End-I	-23.728	0.25	11.864	0.13
B47	Story3	Viga 15x40	Middle	-5.932	0.06	27.381	0.29
B47	Story3	Viga 15x40	End-J	-20.957	0.22	40.773	0.44
B48	Story3	Viga 15x40	End-I	-100.519	1.1	50.26	0.54
B48	Story3	Viga 15x40	Middle	-120.952	1.32	117.426	1.29
B48	Story3	Viga 15x40	End-J	-204.436	1.72	223.487	1.89
B49	Story3	Viga 15x40	End-I	-101.613	1.11	77.961	0.85
B49	Story3	Viga 15x40	Middle	-71.896	0.78	71.896	0.78
B49	Story3	Viga 15x40	End-J	-287.583	2.48	241.917	2.06
B35	Story3	Viga 15x40	End-I	-130.658	1.32	140.415	1.32
B35	Story3	Viga 15x40	Middle	-62.154	0.67	77.534	0.84
B35	Story3	Viga 15x40	End-J	-102.681	1.12	79.38	0.86

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B51	Story3	Viga 15x40	End-I	-56.313	0.61	57.702	0.62
B51	Story3	Viga 15x40	Middle	-18.138	0.19	18.634	0.2
B51	Story3	Viga 15x40	End-J	-72.553	0.79	42.034	0.45
B54	Story3	Viga 15x40	End-I	-29.826	0.32	24.137	0.26
B54	Story3	Viga 15x40	Middle	-23.797	0.25	61.473	0.66
B54	Story3	Viga 15x40	End-J	-51.836	0.56	34.692	0.37
B55	Story3	Viga 15x40	End-I	-25.526	0.27	13.245	0.14
B55	Story3	Viga 15x40	Middle	-34.961	0.38	43.262	0.47
B55	Story3	Viga 15x40	End-J	-9.344	0.1	7.544	0.08
B57	Story3	Viga 15x40	End-I	-7.117	0.08	10.904	0.12
B57	Story3	Viga 15x40	Middle	-7.655	0.08	9.326	0.1
B57	Story3	Viga 15x40	End-J	-13.496	0.14	6.748	0.07
B65	Story3	Viga 15x40	End-I	-104.651	1.14	104.651	1.14
B65	Story3	Viga 15x40	Middle	-274.015	2.35	197.803	1.66
B65	Story3	Viga 15x40	End-J	-418.605	3.76	274.555	2.36
B66	Story3	Viga 15x40	End-I	-57.191	0.62	52.578	0.57
B66	Story3	Viga 15x40	Middle	-29.881	0.32	29.881	0.32
B66	Story3	Viga 15x40	End-J	-119.523	1.31	86.889	0.94
B67	Story3	Viga 15x40	End-I	-78.445	0.85	63.566	0.69
B67	Story3	Viga 15x40	Middle	-24.501	0.26	25.768	0.28
B67	Story3	Viga 15x40	End-J	-69.405	0.75	62.553	0.68
B68	Story3	Viga 15x40	End-I	-16.301	0.17	8.15	0.09
B68	Story3	Viga 15x40	Middle	-4.075	0.04	19.376	0.21
B68	Story3	Viga 15x40	End-J	-0.813	0.01	15.679	0.17
B40	Story3	Viga 15x40	End-I	-18.907	0.2	27.624	0.3
B40	Story3	Viga 15x40	Middle	-10.999	0.12	11.622	0.12
B40	Story3	Viga 15x40	End-J	-43.997	0.47	28.802	0.31
B58	Story3	Viga 15x40	End-I	-46.924	0.51	37.996	0.41
B58	Story3	Viga 15x40	Middle	-70.704	0.77	48.531	0.52
B58	Story3	Viga 15x40	End-J	-87.871	0.96	51.558	0.56
B59	Story3	Viga 15x40	End-I	-103.729	1.13	115.359	1.26
B59	Story3	Viga 15x40	Middle	-112.581	1.23	119.115	1.31
B59	Story3	Viga 15x40	End-J	-88.988	0.97	94.306	1.03
B60	Story3	Viga 15x40	End-I	-311.841	2.71	328.298	2.87
B60	Story3	Viga 15x40	Middle	0		0	
B60	Story3	Viga 15x40	End-J	-114.983	1.26	119.333	1.31
B61	Story3	Viga 15x40	End-I	-31.557	0.34	33.643	0.36
B61	Story3	Viga 15x40	Middle	-64.158	0.69	27.012	0.29
B61	Story3	Viga 15x40	End-J	-88.106	0.96	76.772	0.83
B62	Story3	Viga 15x40	End-I	-25.399	0.27	51.259	0.55
B62	Story3	Viga 15x40	Middle	-31.11	0.33	58.34	0.63
B62	Story3	Viga 15x40	End-J	-101.595	1.11	83.804	0.91

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B63	Story3	Viga 15x40	End-I	-107.371	1.17	97.672	1.06
B63	Story3	Viga 15x40	Middle	-26.843	0.29	26.843	0.29
B63	Story3	Viga 15x40	End-J	-60.593	0.65	30.297	0.32
B64	Story3	Viga 15x40	End-I	-48.443	0.52	61.443	0.66
B64	Story3	Viga 15x40	Middle	-23.043	0.25	38.549	0.41
B64	Story3	Viga 15x40	End-J	-55.241	0.6	43.563	0.47
B69	Story3	Viga 15x40	End-I	-340.866	2.99	206.207	1.74
B69	Story3	Viga 15x40	Middle	-85.216	0.93	96.7	1.05
B69	Story3	Viga 15x40	End-J	-274.342	2.36	238.168	2.02
B72	Story3	Viga 15x40	End-I	-316.96	2.76	202.354	1.7
B72	Story3	Viga 15x40	Middle	-218.928	1.85	294.198	2.54
B72	Story3	Viga 15x40	End-J	-376.41	3.34	486.881	4.49
B73	Story3	Viga 60x20	End-I	-277.118	4.85	51.667	1.15
B73	Story3	Viga 60x20	Middle	-51.667	1.15	115.967	2.61
B73	Story3	Viga 60x20	End-J	-206.67	3.56	103.335	2.32
B74	Story3	Viga 15x40	End-I	-86.396	0.94	43.198	0.46
B74	Story3	Viga 15x40	Middle	-23.674	0.25	21.599	0.23
B74	Story3	Viga 15x40	End-J	-22.363	0.24	21.599	0.23
B50	Story3	Viga 15x40	End-I	-12.194	0.13	6.097	0.06
B50	Story3	Viga 15x40	Middle	-4.328	0.05	3.049	0.03
B50	Story3	Viga 15x40	End-J	0	0	2.486	0.03
B52	Story3	Viga 15x40	End-I	-135.102	1.32	53.102	0.57
B52	Story3	Viga 15x40	Middle	-29.978	0.32	113.449	1.24
B52	Story3	Viga 15x40	End-J	-32.481	0.35	20.067	0.21
B53	Story3	Viga 15x40	End-I	-4.675	0.05	1.252	0.01
B53	Story3	Viga 15x40	Middle	-10.196	0.11	2.63	0.03
B53	Story3	Viga 15x40	End-J	-5.009	0.05	2.504	0.03
B56	Story3	Viga 15x40	End-I	-26.486	0.28	13.243	0.14
B56	Story3	Viga 15x40	Middle	-14.409	0.15	11.3	0.12
B56	Story3	Viga 15x40	End-J	-7.329	0.08	6.621	0.07
B70	Story3	Viga 15x40	End-I	-10.678	0.11	13.125	0.14
B70	Story3	Viga 15x40	Middle	-28.942	0.31	30.459	0.33
B70	Story3	Viga 15x40	End-J	-47.122	0.51	25.06	0.27
B71	Story3	Viga 15x40	End-I	-82.843	0.9	58.809	0.63
B71	Story3	Viga 15x40	Middle	0		0	
B71	Story3	Viga 15x40	End-J	0	0	3.773	0.04
B75	Story3	Viga 15x40	End-I	-60.01	0.65	87.325	0.95
B75	Story3	Viga 15x40	Middle	-44.901	0.48	65.329	0.71
B75	Story3	Viga 15x40	End-J	-4.305	0.05	12.187	0.13
B76	Story3	Viga 15x40	End-I	-81.661	0.89	40.831	0.44
B76	Story3	Viga 15x40	Middle	-23.562	0.25	20.415	0.22
B76	Story3	Viga 15x40	End-J	-4.327	0.05	8.206	0.09

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B77	Story3	Viga 25x20	End-I	-64.375	1.33	51.157	1.15
B77	Story3	Viga 25x20	Middle	-51.157	1.15	82.333	1.41
B77	Story3	Viga 25x20	End-J	-204.628	3.79	102.314	1.78
B78	Story3	Viga 15x40	End-I	-34.639	0.37	17.319	0.19
B78	Story3	Viga 15x40	Middle	-36.273	0.39	10.651	0.11
B78	Story3	Viga 15x40	End-J	-42.604	0.46	21.302	0.23
B1	Story2	Viga 15x40	End-I	-73.785	0.8	93.071	1.01
B1	Story2	Viga 15x40	Middle	-30.598	0.33	30.598	0.33
B1	Story2	Viga 15x40	End-J	-122.391	1.32	61.739	0.67
B2	Story2	Viga 15x40	End-I	-75.897	0.82	54.806	0.59
B2	Story2	Viga 15x40	Middle	-50.408	0.54	123.765	1.32
B2	Story2	Viga 15x40	End-J	-201.632	1.7	121.947	1.32
B3	Story2	Viga 15x40	End-I	-34.318	0.37	17.159	0.18
B3	Story2	Viga 15x40	Middle	-11.748	0.13	10.941	0.12
B3	Story2	Viga 15x40	End-J	-43.763	0.47	21.882	0.23
B4	Story2	Viga 15x40	End-I	-27.605	0.3	21.263	0.23
B4	Story2	Viga 15x40	Middle	-12.903	0.14	22.131	0.24
B4	Story2	Viga 15x40	End-J	-51.611	0.56	46.182	0.5
B5	Story2	Viga 15x40	End-I	-26.755	0.29	26.789	0.29
B5	Story2	Viga 15x40	Middle	-6.697	0.07	9.208	0.1
B5	Story2	Viga 15x40	End-J	-22.486	0.24	19.313	0.21
B6	Story2	Viga 15x40	End-I	-33.79	0.36	33.79	0.36
B6	Story2	Viga 15x40	Middle	-58.493	0.63	91.871	1
B6	Story2	Viga 15x40	End-J	-135.161	1.32	113.302	1.24
B7	Story2	Viga 15x40	End-I	-58.289	0.63	61.086	0.66
B7	Story2	Viga 15x40	Middle	-234.492	1.99	269.173	2.31
B7	Story2	Viga 15x40	End-J	-81.736	0.89	71.032	0.77
B8	Story2	Viga 15x40	End-I	-24.381	0.26	21.799	0.23
B8	Story2	Viga 15x40	Middle	-8.936	0.1	12.917	0.14
B8	Story2	Viga 15x40	End-J	-33.376	0.36	35.743	0.38
B9	Story2	Viga 15x40	End-I	-87.795	0.95	82.366	0.89
B9	Story2	Viga 15x40	Middle	-21.949	0.23	21.949	0.23
B9	Story2	Viga 15x40	End-J	-81.173	0.88	63.989	0.69
B10	Story2	Viga 15x40	End-I	-125.563	1.32	90.971	0.99
B10	Story2	Viga 15x40	Middle	-42.988	0.46	45.246	0.49
B10	Story2	Viga 15x40	End-J	-31.391	0.34	37.09	0.4
B11	Story2	Viga 15x40	End-I	-28.742	0.31	35.361	0.38
B11	Story2	Viga 15x40	Middle	-33.735	0.36	71.598	0.78
B11	Story2	Viga 15x40	End-J	-35.562	0.38	31.049	0.33
B12	Story2	Viga 15x40	End-I	-27.98	0.3	13.99	0.15
B12	Story2	Viga 15x40	Middle	-18.297	0.2	22.219	0.24
B12	Story2	Viga 15x40	End-J	-37.08	0.4	28.349	0.3

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B13	Story2	Viga 15x40	End-I	-27.595	0.3	27.595	0.3
B13	Story2	Viga 15x40	Middle	-38.739	0.42	84.659	0.92
B13	Story2	Viga 15x40	End-J	-110.379	1.21	55.189	0.6
B14	Story2	Viga 15x40	End-I	-159.266	1.32	79.633	0.86
B14	Story2	Viga 15x40	Middle	-66.003	0.71	41.837	0.45
B14	Story2	Viga 15x40	End-J	-52.415	0.56	101.803	1.11
B15	Story2	Viga 15x40	End-I	-18.56	0.2	10.629	0.11
B15	Story2	Viga 15x40	Middle	-28.253	0.3	48.773	0.53
B15	Story2	Viga 15x40	End-J	-84.403	0.92	81.823	0.89
B16	Story2	Viga 15x40	End-I	-278.614	2.39	276.107	2.37
B16	Story2	Viga 15x40	Middle	-94.092	1.02	92.675	1.01
B16	Story2	Viga 15x40	End-J	-94.026	1.02	87.172	0.95
B17	Story2	Viga 15x40	End-I	-36.737	0.39	23.596	0.25
B17	Story2	Viga 15x40	Middle	-13.653	0.15	15.735	0.17
B17	Story2	Viga 15x40	End-J	-9.89	0.11	9.184	0.1
B18	Story2	Viga 15x40	End-I	-70.396	0.76	57.181	0.62
B18	Story2	Viga 15x40	Middle	-50.931	0.55	43.502	0.47
B18	Story2	Viga 15x40	End-J	-93.125	1.01	74.994	0.81
B19	Story2	Viga 15x40	End-I	-21.213	0.23	19.848	0.21
B19	Story2	Viga 15x40	Middle	-33.239	0.36	36.623	0.39
B19	Story2	Viga 15x40	End-J	-59.393	0.64	41.051	0.44
B20	Story2	Viga 15x40	End-I	-33.008	0.35	26.267	0.28
B20	Story2	Viga 15x40	Middle	-8.382	0.09	16.51	0.18
B20	Story2	Viga 15x40	End-J	-33.529	0.36	31.904	0.34
B21	Story2	Viga 15x40	End-I	-91.874	1	79.816	0.87
B21	Story2	Viga 15x40	Middle	-31.12	0.33	49.104	0.53
B21	Story2	Viga 15x40	End-J	-124.482	1.32	62.241	0.67
B22	Story2	Viga 15x40	End-I	-98.275	1.07	63.514	0.69
B22	Story2	Viga 15x40	Middle	-37.331	0.4	51.565	0.56
B22	Story2	Viga 15x40	End-J	-97.105	1.06	48.553	0.52
B23	Story2	Viga 15x40	End-I	-538.909	5.07	449.243	4.08
B23	Story2	Viga 15x40	Middle	-134.727	1.32	134.727	1.32
B23	Story2	Viga 15x40	End-J	-444.818	4.04	477.965	4.39
B24	Story2	Viga 15x40	End-I	-70.601	0.76	35.3	0.38
B24	Story2	Viga 15x40	Middle	0		0	
B24	Story2	Viga 15x40	End-J	-171.414	1.43	85.707	0.93
B25	Story2	Viga 15x40	End-I	-49.98	0.54	24.99	0.27
B25	Story2	Viga 15x40	Middle	-28.556	0.31	33.982	0.36
B25	Story2	Viga 15x40	End-J	-13.392	0.14	53.568	0.58
B26	Story2	Viga 15x40	End-I	-0.601	0.01	47.393	0.51
B26	Story2	Viga 15x40	Middle	0		0	
B26	Story2	Viga 15x40	End-J	-41.449	0.45	63.295	0.68

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B27	Story2	Viga 15x40	End-I	-73.857	0.8	46.892	0.5
B27	Story2	Viga 15x40	Middle	-18.464	0.2	52.028	0.56
B27	Story2	Viga 15x40	End-J	-58.95	0.64	36.116	0.39
B28	Story2	Viga 15x40	End-I	-85.43	0.93	53.03	0.57
B28	Story2	Viga 15x40	Middle	-21.357	0.23	47.869	0.52
B28	Story2	Viga 15x40	End-J	-75.681	0.82	49.1	0.53
B29	Story2	Viga 15x40	End-I	-6.244	0.07	6.565	0.07
B29	Story2	Viga 15x40	Middle	-2.728	0.03	7.546	0.08
B29	Story2	Viga 15x40	End-J	-11.981	0.13	10.915	0.12
B30	Story2	Viga 15x40	End-I	-57.799	0.62	32.257	0.35
B30	Story2	Viga 15x40	Middle	-19.685	0.21	27.64	0.3
B30	Story2	Viga 15x40	End-J	-78.741	0.85	52.178	0.56
B31	Story2	Viga 15x40	End-I	-68.937	0.75	36.778	0.39
B31	Story2	Viga 15x40	Middle	-17.234	0.18	33.376	0.36
B31	Story2	Viga 15x40	End-J	-29.228	0.31	33.714	0.36
B32	Story2	Viga 15x40	End-I	-18.746	0.2	21.578	0.23
B32	Story2	Viga 15x40	Middle	-131.654	1.32	161.021	1.34
B32	Story2	Viga 15x40	End-J	-250.083	2.13	244.048	2.08
B33	Story2	Viga 15x40	End-I	-76.628	0.83	69.686	0.75
B33	Story2	Viga 15x40	Middle	-27.843	0.3	27.843	0.3
B33	Story2	Viga 15x40	End-J	-111.373	1.22	75.951	0.82
B34	Story2	Viga 15x40	End-I	-24.082	0.26	12.041	0.13
B34	Story2	Viga 15x40	Middle	-7.804	0.08	6.02	0.06
B34	Story2	Viga 15x40	End-J	-18.886	0.2	12.429	0.13
B36	Story2	Viga 15x40	End-I	-74.113	0.8	37.056	0.4
B36	Story2	Viga 15x40	Middle	-18.528	0.2	23.415	0.25
B36	Story2	Viga 15x40	End-J	-18.528	0.2	27.426	0.29
B37	Story2	Viga 15x40	End-I	-34.072	0.37	34.072	0.37
B37	Story2	Viga 15x40	Middle	-77.296	0.84	34.072	0.37
B37	Story2	Viga 15x40	End-J	-136.286	1.32	68.143	0.74
B38	Story2	Viga 15x40	End-I	-103.125	1.13	51.562	0.56
B38	Story2	Viga 15x40	Middle	-32.322	0.35	25.781	0.28
B38	Story2	Viga 15x40	End-J	-71.062	0.77	35.531	0.38
B39	Story2	Viga 15x40	End-I	-93.943	1.02	47.033	0.51
B39	Story2	Viga 15x40	Middle	-36.439	0.39	34.851	0.37
B39	Story2	Viga 15x40	End-J	-67.391	0.73	33.695	0.36
B41	Story2	Viga 15x40	End-I	-425.896	3.84	321.42	2.8
B41	Story2	Viga 15x40	Middle	-164.208	1.37	161.01	1.34
B41	Story2	Viga 15x40	End-J	-300.338	2.6	300.503	2.6
B42	Story2	Viga 15x40	End-I	-9.354	0.1	10.123	0.11
B42	Story2	Viga 15x40	Middle	-7.362	0.08	4.173	0.04
B42	Story2	Viga 15x40	End-J	-4.977	0.05	16.28	0.17

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B43	Story2	Viga 15x40	End-I	-226.616	1.92	113.308	1.24
B43	Story2	Viga 15x40	Middle	-76.987	0.83	80.63	0.88
B43	Story2	Viga 15x40	End-J	-56.654	0.61	56.654	0.61
B44	Story2	Viga 15x40	End-I	-2.054	0.02	7.01	0.07
B44	Story2	Viga 15x40	Middle	-73.833	0.8	28.102	0.3
B44	Story2	Viga 15x40	End-J	-112.41	1.23	56.205	0.61
B45	Story2	Viga 15x40	End-I	-22.168	0.24	22.168	0.24
B45	Story2	Viga 15x40	Middle	-22.494	0.24	32.182	0.35
B45	Story2	Viga 15x40	End-J	-65.057	0.7	88.672	0.96
B46	Story2	Viga 15x40	End-I	-287.523	2.48	333.974	2.92
B46	Story2	Viga 15x40	Middle	-106.955	1.17	106.955	1.17
B46	Story2	Viga 15x40	End-J	-427.82	3.86	350.766	3.08
B47	Story2	Viga 15x40	End-I	-25.654	0.27	12.827	0.14
B47	Story2	Viga 15x40	Middle	-6.413	0.07	22.86	0.24
B47	Story2	Viga 15x40	End-J	-20.019	0.21	32.557	0.35
B48	Story2	Viga 15x40	End-I	-99.839	1.09	49.919	0.54
B48	Story2	Viga 15x40	Middle	-126.023	1.32	120.2	1.32
B48	Story2	Viga 15x40	End-J	-212.485	1.79	227.306	1.92
B49	Story2	Viga 15x40	End-I	-124.772	1.32	99.335	1.08
B49	Story2	Viga 15x40	Middle	-72.129	0.78	72.129	0.78
B49	Story2	Viga 15x40	End-J	-288.516	2.49	225.175	1.91
B35	Story2	Viga 15x40	End-I	-137.852	1.32	142.599	1.32
B35	Story2	Viga 15x40	Middle	-66.062	0.71	78.9	0.86
B35	Story2	Viga 15x40	End-J	-102.314	1.12	82.644	0.9
B51	Story2	Viga 15x40	End-I	-81.035	0.88	83.03	0.9
B51	Story2	Viga 15x40	Middle	-25.728	0.28	25.728	0.28
B51	Story2	Viga 15x40	End-J	-102.911	1.12	75.135	0.81
B54	Story2	Viga 15x40	End-I	-39.986	0.43	34.407	0.37
B54	Story2	Viga 15x40	Middle	-48.055	0.52	84.013	0.91
B54	Story2	Viga 15x40	End-J	-74.482	0.81	58.01	0.63
B55	Story2	Viga 15x40	End-I	-29.277	0.31	17.743	0.19
B55	Story2	Viga 15x40	Middle	-50.53	0.54	59.227	0.64
B55	Story2	Viga 15x40	End-J	-10.506	0.11	8.31	0.09
B57	Story2	Viga 15x40	End-I	-12.691	0.14	15.958	0.17
B57	Story2	Viga 15x40	Middle	-10.294	0.11	5.977	0.06
B57	Story2	Viga 15x40	End-J	-15.052	0.16	7.526	0.08
B65	Story2	Viga 15x40	End-I	-105.869	1.16	105.869	1.16
B65	Story2	Viga 15x40	Middle	-275.956	2.37	209.731	1.77
B65	Story2	Viga 15x40	End-J	-423.474	3.81	294.214	2.54
B66	Story2	Viga 15x40	End-I	-80.507	0.87	77.977	0.85
B66	Story2	Viga 15x40	Middle	-43.213	0.46	43.213	0.46
B66	Story2	Viga 15x40	End-J	-172.852	1.44	140.606	1.32

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B67	Story2	Viga 15x40	End-I	-111.939	1.22	98.461	1.07
B67	Story2	Viga 15x40	Middle	-35.515	0.38	37.413	0.4
B67	Story2	Viga 15x40	End-J	-103.317	1.13	95.593	1.04
B68	Story2	Viga 15x40	End-I	-15.76	0.17	7.88	0.08
B68	Story2	Viga 15x40	Middle	-5.191	0.06	19.028	0.2
B68	Story2	Viga 15x40	End-J	-7.068	0.08	20.763	0.22
B40	Story2	Viga 15x40	End-I	-17.955	0.19	26.991	0.29
B40	Story2	Viga 15x40	Middle	-12.382	0.13	16.928	0.18
B40	Story2	Viga 15x40	End-J	-49.527	0.53	35.962	0.39
B58	Story2	Viga 15x40	End-I	-42.569	0.46	35.484	0.38
B58	Story2	Viga 15x40	Middle	-88.673	0.96	66.733	0.72
B58	Story2	Viga 15x40	End-J	-116.122	1.27	79.345	0.86
B59	Story2	Viga 15x40	End-I	-112.151	1.23	126.158	1.32
B59	Story2	Viga 15x40	Middle	-119.586	1.31	128.733	1.32
B59	Story2	Viga 15x40	End-J	-92.588	1.01	100.009	1.09
B60	Story2	Viga 15x40	End-I	-349.921	3.08	355.442	3.13
B60	Story2	Viga 15x40	Middle	0		0	
B60	Story2	Viga 15x40	End-J	-125.838	1.32	133.028	1.32
B61	Story2	Viga 15x40	End-I	-33.564	0.36	35.073	0.38
B61	Story2	Viga 15x40	Middle	-54.252	0.59	24.484	0.26
B61	Story2	Viga 15x40	End-J	-97.936	1.07	87.543	0.95
B62	Story2	Viga 15x40	End-I	-29.578	0.32	48.577	0.52
B62	Story2	Viga 15x40	Middle	-42.252	0.45	68.733	0.74
B62	Story2	Viga 15x40	End-J	-118.311	1.3	100.538	1.1
B63	Story2	Viga 15x40	End-I	-138.641	1.32	130.584	1.32
B63	Story2	Viga 15x40	Middle	-34.66	0.37	34.66	0.37
B63	Story2	Viga 15x40	End-J	-49.735	0.54	34.66	0.37
B64	Story2	Viga 15x40	End-I	-49.933	0.54	60.128	0.65
B64	Story2	Viga 15x40	Middle	-23.43	0.25	37.133	0.4
B64	Story2	Viga 15x40	End-J	-58.664	0.63	48.169	0.52
B69	Story2	Viga 15x40	End-I	-344.324	3.02	219.83	1.86
B69	Story2	Viga 15x40	Middle	-86.081	0.94	94.301	1.03
B69	Story2	Viga 15x40	End-J	-314.798	2.74	269.61	2.31
B72	Story2	Viga 15x40	End-I	-349.836	3.07	238.705	2.03
B72	Story2	Viga 15x40	Middle	-236.17	2	312.303	2.71
B72	Story2	Viga 15x40	End-J	-411.372	3.69	521.774	4.87
B73	Story2	Viga 60x20	End-I	-237.918	4.13	61.098	1.36
B73	Story2	Viga 60x20	Middle	-53.377	1.18	109.061	2.45
B73	Story2	Viga 60x20	End-J	-213.508	3.68	106.754	2.4
B74	Story2	Viga 15x40	End-I	-87.968	0.96	43.984	0.47
B74	Story2	Viga 15x40	Middle	-24.773	0.27	21.992	0.24
B74	Story2	Viga 15x40	End-J	-24.835	0.27	21.992	0.24

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B50	Story2	Viga 15x40	End-I	-11.688	0.12	5.844	0.06
B50	Story2	Viga 15x40	Middle	-3.751	0.04	2.922	0.03
B50	Story2	Viga 15x40	End-J	0	0	2.908	0.03
B52	Story2	Viga 15x40	End-I	-125.031	1.32	50.49	0.54
B52	Story2	Viga 15x40	Middle	-29.538	0.32	106.22	1.16
B52	Story2	Viga 15x40	End-J	-28.708	0.31	14.354	0.15
B53	Story2	Viga 15x40	End-I	-4.328	0.05	1.061	0.01
B53	Story2	Viga 15x40	Middle	-9.069	0.1	1.173	0.01
B53	Story2	Viga 15x40	End-J	-4.155	0.04	2.078	0.02
B56	Story2	Viga 15x40	End-I	-18.892	0.2	11.055	0.12
B56	Story2	Viga 15x40	Middle	-14.132	0.15	13.809	0.15
B56	Story2	Viga 15x40	End-J	-8.128	0.09	5.841	0.06
B70	Story2	Viga 15x40	End-I	-16.097	0.17	18.34	0.2
B70	Story2	Viga 15x40	Middle	-41.337	0.44	40.2	0.43
B70	Story2	Viga 15x40	End-J	-63.846	0.69	38.683	0.42
B71	Story2	Viga 15x40	End-I	-69.887	0.76	46.108	0.5
B71	Story2	Viga 15x40	Middle	0		0	
B71	Story2	Viga 15x40	End-J	0	0	3.973	0.04
B75	Story2	Viga 15x40	End-I	-47.046	0.51	73.933	0.8
B75	Story2	Viga 15x40	Middle	-34.781	0.37	54.845	0.59
B75	Story2	Viga 15x40	End-J	-7.849	0.08	15.355	0.16
B76	Story2	Viga 15x40	End-I	-102.822	1.12	58.546	0.63
B76	Story2	Viga 15x40	Middle	-29.147	0.31	25.705	0.28
B76	Story2	Viga 15x40	End-J	-6.606	0.07	10.127	0.11
B77	Story2	Viga 25x20	End-I	-68.343	1.33	51.73	1.17
B77	Story2	Viga 25x20	Middle	-51.73	1.17	80.11	1.37
B77	Story2	Viga 25x20	End-J	-206.921	3.84	103.46	1.8
B78	Story2	Viga 15x40	End-I	-35.353	0.38	17.676	0.19
B78	Story2	Viga 15x40	Middle	-35.928	0.39	10.883	0.12
B78	Story2	Viga 15x40	End-J	-43.532	0.47	21.766	0.23
B1	Story1	Viga 15x40	End-I	-75.363	0.82	95.661	1.04
B1	Story1	Viga 15x40	Middle	-64.4	0.7	64.4	0.7
B1	Story1	Viga 15x40	End-J	-257.598	2.2	200.806	1.69
B2	Story1	Viga 15x40	End-I	-67.453	0.73	56.589	0.61
B2	Story1	Viga 15x40	Middle	-46.797	0.5	115.629	1.27
B2	Story1	Viga 15x40	End-J	-187.187	1.57	110.504	1.21
B3	Story1	Viga 15x40	End-I	-22.367	0.24	11.183	0.12
B3	Story1	Viga 15x40	Middle	-12.594	0.13	6.619	0.07
B3	Story1	Viga 15x40	End-J	-26.476	0.28	13.238	0.14
B4	Story1	Viga 15x40	End-I	-21.029	0.22	27.491	0.29
B4	Story1	Viga 15x40	Middle	-13.374	0.14	23.647	0.25
B4	Story1	Viga 15x40	End-J	-53.494	0.58	47.012	0.51

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B5	Story1	Viga 15x40	End-I	-25.064	0.27	19.856	0.21
B5	Story1	Viga 15x40	Middle	-7.785	0.08	9.203	0.1
B5	Story1	Viga 15x40	End-J	-25.134	0.27	31.141	0.33
B6	Story1	Viga 15x40	End-I	-32.415	0.35	32.415	0.35
B6	Story1	Viga 15x40	Middle	-59.987	0.65	91.911	1
B6	Story1	Viga 15x40	End-J	-129.66	1.32	113.329	1.24
B7	Story1	Viga 15x40	End-I	-53.296	0.57	57.388	0.62
B7	Story1	Viga 15x40	Middle	-231.516	1.96	266.078	2.28
B7	Story1	Viga 15x40	End-J	-73.474	0.8	63.967	0.69
B8	Story1	Viga 15x40	End-I	-33.347	0.36	28.808	0.31
B8	Story1	Viga 15x40	Middle	-10.523	0.11	15.022	0.16
B8	Story1	Viga 15x40	End-J	-31.93	0.34	39.375	0.42
B9	Story1	Viga 15x40	End-I	-95.643	1.04	92.569	1.01
B9	Story1	Viga 15x40	Middle	-23.911	0.26	23.911	0.26
B9	Story1	Viga 15x40	End-J	-83.746	0.91	74.506	0.81
B10	Story1	Viga 15x40	End-I	-74.523	0.81	43.01	0.46
B10	Story1	Viga 15x40	Middle	-21.603	0.23	25.691	0.28
B10	Story1	Viga 15x40	End-J	-18.631	0.2	21.374	0.23
B11	Story1	Viga 15x40	End-I	-25.093	0.27	26.033	0.28
B11	Story1	Viga 15x40	Middle	-47.08	0.51	77.933	0.85
B11	Story1	Viga 15x40	End-J	-34.265	0.37	28.959	0.31
B12	Story1	Viga 15x40	End-I	-25.725	0.28	12.863	0.14
B12	Story1	Viga 15x40	Middle	-16.309	0.17	20.066	0.21
B12	Story1	Viga 15x40	End-J	-35.96	0.39	27.155	0.29
B13	Story1	Viga 15x40	End-I	-21.243	0.23	20.704	0.22
B13	Story1	Viga 15x40	Middle	-25.705	0.28	62.836	0.68
B13	Story1	Viga 15x40	End-J	-82.815	0.9	41.407	0.45
B14	Story1	Viga 15x40	End-I	-160.804	1.34	80.402	0.87
B14	Story1	Viga 15x40	Middle	-68.3	0.74	55.312	0.6
B14	Story1	Viga 15x40	End-J	-61.408	0.66	92.398	1.01
B15	Story1	Viga 15x40	End-I	-23.422	0.25	18.26	0.2
B15	Story1	Viga 15x40	Middle	-24.986	0.27	44.109	0.47
B15	Story1	Viga 15x40	End-J	-75.576	0.82	69.46	0.75
B16	Story1	Viga 15x40	End-I	-246.786	2.1	238.802	2.03
B16	Story1	Viga 15x40	Middle	-83.126	0.9	80.384	0.87
B16	Story1	Viga 15x40	End-J	-81.305	0.88	77.277	0.84
B17	Story1	Viga 15x40	End-I	-41.816	0.45	31.896	0.34
B17	Story1	Viga 15x40	Middle	-16.181	0.17	19.145	0.2
B17	Story1	Viga 15x40	End-J	-17.101	0.18	10.454	0.11
B18	Story1	Viga 15x40	End-I	-70.57	0.76	61.948	0.67
B18	Story1	Viga 15x40	Middle	-53.581	0.58	48.244	0.52
B18	Story1	Viga 15x40	End-J	-98.664	1.08	81.902	0.89

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B19	Story1	Viga 15x40	End-I	-24.247	0.26	16.431	0.18
B19	Story1	Viga 15x40	Middle	-35.032	0.38	39.931	0.43
B19	Story1	Viga 15x40	End-J	-60.399	0.65	46.162	0.5
B20	Story1	Viga 15x40	End-I	-41.291	0.44	34.677	0.37
B20	Story1	Viga 15x40	Middle	-10.505	0.11	21.174	0.23
B20	Story1	Viga 15x40	End-J	-42.02	0.45	42.005	0.45
B21	Story1	Viga 15x40	End-I	-76.789	0.83	73.074	0.79
B21	Story1	Viga 15x40	Middle	-29.119	0.31	46.632	0.5
B21	Story1	Viga 15x40	End-J	-116.478	1.28	58.239	0.63
B22	Story1	Viga 15x40	End-I	-92.438	1.01	49.296	0.53
B22	Story1	Viga 15x40	Middle	-23.11	0.25	42.279	0.45
B22	Story1	Viga 15x40	End-J	-67.119	0.73	33.559	0.36
B23	Story1	Viga 15x40	End-I	-424.649	3.83	355.013	3.12
B23	Story1	Viga 15x40	Middle	-106.162	1.16	106.162	1.16
B23	Story1	Viga 15x40	End-J	-355.502	3.13	362.606	3.2
B24	Story1	Viga 15x40	End-I	-79.587	0.86	39.794	0.43
B24	Story1	Viga 15x40	Middle	0		0	
B24	Story1	Viga 15x40	End-J	-176.501	1.47	88.251	0.96
B25	Story1	Viga 15x40	End-I	-46.936	0.51	23.468	0.25
B25	Story1	Viga 15x40	Middle	-22.479	0.24	34.889	0.37
B25	Story1	Viga 15x40	End-J	-41.832	0.45	89.915	0.98
B26	Story1	Viga 15x40	End-I	-56.691	0.61	97.484	1.06
B26	Story1	Viga 15x40	Middle	0		0	
B26	Story1	Viga 15x40	End-J	-167.844	1.4	187.629	1.57
B27	Story1	Viga 15x40	End-I	-58.932	0.64	39.978	0.43
B27	Story1	Viga 15x40	Middle	-14.733	0.16	51.292	0.55
B27	Story1	Viga 15x40	End-J	-52.853	0.57	26.426	0.28
B28	Story1	Viga 15x40	End-I	-74.455	0.81	37.228	0.4
B28	Story1	Viga 15x40	Middle	-18.614	0.2	42.352	0.46
B28	Story1	Viga 15x40	End-J	-59.317	0.64	37.582	0.4
B29	Story1	Viga 15x40	End-I	-5.362	0.06	8.544	0.09
B29	Story1	Viga 15x40	Middle	-3.52	0.04	8.078	0.09
B29	Story1	Viga 15x40	End-J	-6.089	0.06	14.081	0.15
B30	Story1	Viga 15x40	End-I	-60.411	0.65	39.284	0.42
B30	Story1	Viga 15x40	Middle	-20.16	0.22	28.401	0.3
B30	Story1	Viga 15x40	End-J	-80.641	0.88	51.667	0.56
B31	Story1	Viga 15x40	End-I	-65.193	0.7	32.821	0.35
B31	Story1	Viga 15x40	Middle	-16.298	0.17	27.951	0.3
B31	Story1	Viga 15x40	End-J	-23.17	0.25	27.824	0.3
B32	Story1	Viga 15x40	End-I	-14.037	0.15	18.965	0.2
B32	Story1	Viga 15x40	Middle	-112.658	1.23	134.088	1.32
B32	Story1	Viga 15x40	End-J	-216.316	1.83	195.42	1.64

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B33	Story1	Viga 15x40	End-I	-64.093	0.69	62.605	0.68
B33	Story1	Viga 15x40	Middle	-22.569	0.24	25.585	0.27
B33	Story1	Viga 15x40	End-J	-90.276	0.98	56.23	0.61
B34	Story1	Viga 15x40	End-I	-20.896	0.22	10.448	0.11
B34	Story1	Viga 15x40	Middle	-7.91	0.08	5.265	0.06
B34	Story1	Viga 15x40	End-J	-21.06	0.23	10.53	0.11
B36	Story1	Viga 15x40	End-I	-75.138	0.81	37.569	0.4
B36	Story1	Viga 15x40	Middle	-19.142	0.2	28.164	0.3
B36	Story1	Viga 15x40	End-J	-21.28	0.23	25.727	0.28
B37	Story1	Viga 15x40	End-I	-34.703	0.37	34.703	0.37
B37	Story1	Viga 15x40	Middle	-77.335	0.84	34.703	0.37
B37	Story1	Viga 15x40	End-J	-138.81	1.32	69.405	0.75
B38	Story1	Viga 15x40	End-I	-99.941	1.09	49.971	0.54
B38	Story1	Viga 15x40	Middle	-29.358	0.31	24.985	0.27
B38	Story1	Viga 15x40	End-J	-55.615	0.6	27.807	0.3
B39	Story1	Viga 15x40	End-I	-86.17	0.94	43.085	0.46
B39	Story1	Viga 15x40	Middle	-34.726	0.37	29.146	0.31
B39	Story1	Viga 15x40	End-J	-53.137	0.57	26.568	0.28
B41	Story1	Viga 15x40	End-I	-455.51	4.15	370.731	3.28
B41	Story1	Viga 15x40	Middle	-184.719	1.55	190.621	1.6
B41	Story1	Viga 15x40	End-J	-300.557	2.6	284.387	2.45
B42	Story1	Viga 15x40	End-I	-6.895	0.07	12.598	0.13
B42	Story1	Viga 15x40	Middle	-3.497	0.04	4.186	0.04
B42	Story1	Viga 15x40	End-J	-3.497	0.04	13.987	0.15
B43	Story1	Viga 15x40	End-I	-198.22	1.66	99.11	1.08
B43	Story1	Viga 15x40	Middle	-67.022	0.73	76.131	0.83
B43	Story1	Viga 15x40	End-J	-49.555	0.53	49.555	0.53
B44	Story1	Viga 15x40	End-I	-0.013	0.0001426	4.291	0.05
B44	Story1	Viga 15x40	Middle	-68.664	0.74	26.42	0.28
B44	Story1	Viga 15x40	End-J	-105.68	1.15	52.84	0.57
B45	Story1	Viga 15x40	End-I	-18.324	0.2	18.324	0.2
B45	Story1	Viga 15x40	Middle	-19.679	0.21	28.5	0.31
B45	Story1	Viga 15x40	End-J	-59.828	0.65	73.294	0.79
B46	Story1	Viga 15x40	End-I	-253.738	2.17	281.667	2.42
B46	Story1	Viga 15x40	Middle	-94.458	1.03	94.458	1.03
B46	Story1	Viga 15x40	End-J	-377.831	3.35	319.247	2.78
B47	Story1	Viga 15x40	End-I	-26.29	0.28	13.145	0.14
B47	Story1	Viga 15x40	Middle	-10.461	0.11	35.589	0.38
B47	Story1	Viga 15x40	End-J	-19.74	0.21	52.243	0.56
B48	Story1	Viga 15x40	End-I	-108.897	1.19	54.449	0.59
B48	Story1	Viga 15x40	Middle	-139.957	1.32	127.118	1.32
B48	Story1	Viga 15x40	End-J	-238.228	2.02	242.228	2.06

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B49	Story1	Viga 15x40	End-I	-112.261	1.23	112.261	1.23
B49	Story1	Viga 15x40	Middle	-112.261	1.23	112.261	1.23
B49	Story1	Viga 15x40	End-J	-449.044	4.08	395.151	3.52
B35	Story1	Viga 15x40	End-I	-112.272	1.23	105.935	1.16
B35	Story1	Viga 15x40	Middle	-54.429	0.59	62.078	0.67
B35	Story1	Viga 15x40	End-J	-69.394	0.75	59.046	0.64
B51	Story1	Viga 15x40	End-I	-83.912	0.91	83.638	0.91
B51	Story1	Viga 15x40	Middle	-25.956	0.28	25.956	0.28
B51	Story1	Viga 15x40	End-J	-103.824	1.13	85.841	0.93
B54	Story1	Viga 15x40	End-I	-39.036	0.42	31.794	0.34
B54	Story1	Viga 15x40	Middle	-68.574	0.74	99.634	1.09
B54	Story1	Viga 15x40	End-J	-52.273	0.56	38.263	0.41
B55	Story1	Viga 15x40	End-I	-21.113	0.23	14.625	0.16
B55	Story1	Viga 15x40	Middle	-35.723	0.38	42.596	0.46
B55	Story1	Viga 15x40	End-J	-5.278	0.06	5.278	0.06
B57	Story1	Viga 15x40	End-I	-5.577	0.06	8.763	0.09
B57	Story1	Viga 15x40	Middle	-16.684	0.18	16.178	0.17
B57	Story1	Viga 15x40	End-J	-24.084	0.26	12.042	0.13
B65	Story1	Viga 15x40	End-I	-149.974	1.32	149.974	1.32
B65	Story1	Viga 15x40	Middle	-400.501	3.58	352.703	3.1
B65	Story1	Viga 15x40	End-J	-599.896	5.68	497.848	4.61
B66	Story1	Viga 15x40	End-I	-69.847	0.76	72.925	0.79
B66	Story1	Viga 15x40	Middle	-44.493	0.48	44.493	0.48
B66	Story1	Viga 15x40	End-J	-177.972	1.49	147.032	1.32
B67	Story1	Viga 15x40	End-I	-117.713	1.29	105.437	1.15
B67	Story1	Viga 15x40	Middle	-38.903	0.42	41.369	0.44
B67	Story1	Viga 15x40	End-J	-111.759	1.22	105.603	1.15
B68	Story1	Viga 15x40	End-I	-25.322	0.27	12.661	0.14
B68	Story1	Viga 15x40	Middle	-22.203	0.24	33.519	0.36
B68	Story1	Viga 15x40	End-J	-9.031	0.1	18.996	0.2
B40	Story1	Viga 15x40	End-I	-8.483	0.09	15.595	0.17
B40	Story1	Viga 15x40	Middle	-11.163	0.12	18.077	0.19
B40	Story1	Viga 15x40	End-J	-39.648	0.43	30.247	0.32
B58	Story1	Viga 15x40	End-I	-33.556	0.36	27.339	0.29
B58	Story1	Viga 15x40	Middle	-82.976	0.9	62.115	0.67
B58	Story1	Viga 15x40	End-J	-113.46	1.24	77.628	0.84
B59	Story1	Viga 15x40	End-I	-87.159	0.95	103.85	1.13
B59	Story1	Viga 15x40	Middle	-93.682	1.02	105.807	1.16
B59	Story1	Viga 15x40	End-J	-73.775	0.8	83.024	0.9
B60	Story1	Viga 15x40	End-I	-304.372	2.64	292.074	2.52
B60	Story1	Viga 15x40	Middle	0		0	
B60	Story1	Viga 15x40	End-J	-100.201	1.09	113.427	1.24

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B61	Story1	Viga 15x40	End-I	-21.425	0.23	20.658	0.22
B61	Story1	Viga 15x40	Middle	-50.358	0.54	20.342	0.22
B61	Story1	Viga 15x40	End-J	-81.368	0.88	72.796	0.79
B62	Story1	Viga 15x40	End-I	-25.858	0.28	50.918	0.55
B62	Story1	Viga 15x40	Middle	-46.952	0.51	70.817	0.77
B62	Story1	Viga 15x40	End-J	-103.432	1.13	90.109	0.98
B63	Story1	Viga 15x40	End-I	-119.648	1.31	108.891	1.19
B63	Story1	Viga 15x40	Middle	-29.912	0.32	29.912	0.32
B63	Story1	Viga 15x40	End-J	-76.325	0.83	38.163	0.41
B64	Story1	Viga 15x40	End-I	-44.196	0.48	51.262	0.55
B64	Story1	Viga 15x40	Middle	-26.817	0.29	38.832	0.42
B64	Story1	Viga 15x40	End-J	-28.486	0.31	21.321	0.23
B69	Story1	Viga 15x40	End-I	-486.495	4.48	372.367	3.3
B69	Story1	Viga 15x40	Middle	-121.624	1.32	121.624	1.32
B69	Story1	Viga 15x40	End-J	-366.032	3.23	314.615	2.73
B72	Story1	Viga 15x40	End-I	-365.203	3.23	276.697	2.38
B72	Story1	Viga 15x40	Middle	-351.346	3.09	406.106	3.64
B72	Story1	Viga 15x40	End-J	-579.114	5.49	653.415	6.17
B73	Story1	Viga 60x20	End-I	-244.481	4.25	108.578	2.44
B73	Story1	Viga 60x20	Middle	-52.202	1.16	103.088	2.31
B73	Story1	Viga 60x20	End-J	-208.808	3.6	104.404	2.34
B74	Story1	Viga 15x40	End-I	-111.666	1.22	55.833	0.6
B74	Story1	Viga 15x40	Middle	-27.917	0.3	27.917	0.3
B74	Story1	Viga 15x40	End-J	-27.917	0.3	27.917	0.3
B50	Story1	Viga 15x40	End-I	-10.475	0.11	5.238	0.06
B50	Story1	Viga 15x40	Middle	-3.113	0.03	2.619	0.03
B50	Story1	Viga 15x40	End-J	-1.468	0.02	2.888	0.03
B52	Story1	Viga 15x40	End-I	-111.457	1.22	64.974	0.7
B52	Story1	Viga 15x40	Middle	-41.336	0.44	96.346	1.05
B52	Story1	Viga 15x40	End-J	-50.411	0.54	46.654	0.5
B53	Story1	Viga 15x40	End-I	-4.323	0.05	2.516	0.03
B53	Story1	Viga 15x40	Middle	-10.341	0.11	6.741	0.07
B53	Story1	Viga 15x40	End-J	-6.06	0.06	4.816	0.05
B56	Story1	Viga 15x40	End-I	-18.433	0.2	14.095	0.15
B56	Story1	Viga 15x40	Middle	-19.58	0.21	18.466	0.2
B56	Story1	Viga 15x40	End-J	-11.916	0.13	6.978	0.07
B70	Story1	Viga 15x40	End-I	-15.677	0.17	18.898	0.2
B70	Story1	Viga 15x40	Middle	-50.199	0.54	52.81	0.57
B70	Story1	Viga 15x40	End-J	-82.59	0.9	54.305	0.59
B71	Story1	Viga 15x40	End-I	-54.827	0.59	33.512	0.36
B71	Story1	Viga 15x40	Middle	0		0	
B71	Story1	Viga 15x40	End-J	0	0	4.997	0.05

APÉNDICE E. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE VIGAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment	As Top	(+) Moment	As Bot
B75	Story1	Viga 15x40	End-I	-34.22	0.37	59.164	0.64
B75	Story1	Viga 15x40	Middle	-25.608	0.27	43.978	0.47
B75	Story1	Viga 15x40	End-J	-8.727	0.09	16.814	0.18
B76	Story1	Viga 15x40	End-I	-100.61	1.1	52.922	0.57
B76	Story1	Viga 15x40	Middle	-26.946	0.29	25.152	0.27
B76	Story1	Viga 15x40	End-J	-7.566	0.08	11.112	0.12
B77	Story1	Viga 25x20	End-I	-70.642	1.33	49.261	1.11
B77	Story1	Viga 25x20	Middle	-48.372	1.09	67.08	1.33
B77	Story1	Viga 25x20	End-J	-193.489	3.56	96.745	1.68
B78	Story1	Viga 15x40	End-I	-36.326	0.39	18.163	0.19
B78	Story1	Viga 15x40	Middle	-35.453	0.38	10.855	0.12
B78	Story1	Viga 15x40	End-J	-43.42	0.47	21.71	0.23

Apéndice F

Resultados de los diseños de
columnas con AMS.

APÉNDICE F. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE COLUMNAS CON AMS.

Tabla F.1: Carga axial, Momentos mayores, menores (Kgf-cm) y Porcentaje de acero requerido en columnas con AMS

Label	Story	Section	Location	P (Kgf)	M Major	M Minor	Rebar %
C1	Story5	COL 1 15X40	Top	451	-1229.62	-9304.69	1 %
C1	Story5	COL 1 15X40	Bottom	1232.15	3364.54	-288.86	1 %
C2	Story5	COL 1 15X40	Top	447.68	-22623.86	-5739.96	1 %
C2	Story5	COL 1 15X40	Bottom	784.97	4423.45	677.22	1 %
C3	Story5	COL 1 40X15	Top	545.14	1084.38	-29408.9	1 %
C3	Story5	COL 1 40X15	Bottom	607.68	1209.83	1494.34	1 %
C5	Story5	COL 4 15X55	Top	1265	6284.64	-15989.33	1 %
C5	Story5	COL 4 15X55	Bottom	977.29	3104.21	1782.94	1 %
C6	Story5	COL 7 30X15	Top	1792.47	3654.83	-28504.64	1 %
C6	Story5	COL 7 30X15	Bottom	1427.1	-2894.11	5362.23	1 %
C7	Story5	COL 7 30X15	Top	1398.51	-6630.44	13723.56	1 %
C7	Story5	COL 7 30X15	Bottom	1702.26	6676.2	-13752.43	1 %
C11	Story5	COL 1 40X15	Top	1034.91	7674.68	-24714.01	1 %
C11	Story5	COL 1 40X15	Bottom	1723.95	-4020.52	9056.25	1 %
C12	Story5	COL 1 40X15	Top	1596.4	-6770.71	-36609.22	1 %
C12	Story5	COL 1 40X15	Bottom	1242.2	2495.44	-6.61	1 %
C13	Story5	COL 4 15X55	Top	1458.32	-25017.03	-18879.09	1 %
C13	Story5	COL 4 15X55	Bottom	1906.09	6058.65	967.14	1 %
C14	Story5	COL 1 40X15	Top	2109.9	4285.38	-25409.38	1 %
C14	Story5	COL 1 40X15	Bottom	2514.9	-5137.91	22596.21	1 %
C16	Story5	COL 1 40X15	Top	2043.43	-9862.9	2016.12	1 %
C16	Story5	COL 1 40X15	Bottom	2448.43	9608.19	-3549.11	1 %
C17	Story5	COL 7 15X30	Top	1449.2	-25577.85	-5155.42	1 %
C17	Story5	COL 7 15X30	Bottom	1752.95	24775.36	5105.46	1 %
C19	Story5	COL 1 40X15	Top	2818.43	-5776.22	22762.64	1 %
C19	Story5	COL 1 40X15	Bottom	3223.43	6645.32	-23871.9	1 %
C20	Story5	COL 1 15X40	Top	2426.22	8059.82	6650.16	1 %
C20	Story5	COL 1 15X40	Bottom	2831.22	-7753.36	-8864.36	1 %
C21	Story5	COL 1 40X15	Top	2915.79	21489.7	-61797.67	1 %
C21	Story5	COL 1 40X15	Bottom	2118.61	-9803.12	16190.79	1 %
C22	Story5	COL 2 75X15	Top	4344.5	-47595.39	-105636.5	1 %
C22	Story5	COL 2 75X15	Bottom	5103.88	48095.61	105187.26	1 %

APÉNDICE F. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE COLUMNAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	P (Kgf)	M Major	M Minor	Rebar %
C23	Story5	COL 2 75X15	Top	3923.9	-20593.66	-83393.74	1 %
C23	Story5	COL 2 75X15	Bottom	4683.27	20251.45	80254.13	1 %
C24	Story5	COL 1 40X15	Top	-588.89	5228.95	-10094.55	1 %
C24	Story5	COL 1 40X15	Bottom	1559.1	-3146.26	2179.17	1 %
C25	Story5	COL 7 30X15	Top	1548.13	-13558.27	-3852.5	1 %
C25	Story5	COL 7 30X15	Bottom	2192.87	4500.76	1130	1 %
C28	Story5	COL 1 40X15	Top	2360.2	-29989.57	23908.99	1 %
C28	Story5	COL 1 40X15	Bottom	2765.2	31134.82	-22235.41	1 %
C29	Story5	COL 7 15X30	Top	946.04	-45562.56	1899.78	1 %
C29	Story5	COL 7 15X30	Bottom	1249.79	45330.09	-1818.02	1 %
C30	Story5	COL 7 15X30	Top	1034.3	-2519.01	-518.44	1 %
C30	Story5	COL 7 15X30	Bottom	1338.05	3263.42	662.25	1 %
C31	Story5	COL 7 30X15	Top	1551.61	-4059.12	1585.19	1 %
C31	Story5	COL 7 30X15	Bottom	1855.36	3946.23	-1456.35	1 %
C32	Story5	COL 1 40X15	Top	1110.56	5639.08	74231.49	1 %
C32	Story5	COL 1 40X15	Bottom	595.7	-1185.79	-30151.09	1 %
C33	Story5	COL 1 15X40	Top	1605.93	-56451.4	-17288.66	1 %
C33	Story5	COL 1 15X40	Bottom	1734.52	6471.33	2123.83	1 %
C34	Story5	COL 7 15X30	Top	1978.04	-31250.84	7873.87	1 %
C34	Story5	COL 7 15X30	Bottom	2281.79	29903.76	-9296.63	1 %
C35	Story5	COL 1 40X15	Top	117.3	-30279.23	42342.39	1 %
C35	Story5	COL 1 40X15	Bottom	1110.21	3161.1	-14633.06	1 %
C36	Story5	COL 1 15X40	Top	1387.24	-67565.12	-1457.68	1 %
C36	Story5	COL 1 15X40	Bottom	1792.24	66455.67	-698.89	1 %
C37	Story5	COL 1 40X15	Top	1912.37	-13977.82	-5592.13	1 %
C37	Story5	COL 1 40X15	Bottom	2317.37	13156.61	4052.57	1 %
C38	Story5	COL 1 15X40	Top	1080.47	-29024.82	-7692.14	1 %
C38	Story5	COL 1 15X40	Bottom	1907.81	5216.44	-246.11	1 %
C10	Story5	COL 1 40X15	Top	1877.52	-16692.72	-31645.96	1 %
C10	Story5	COL 1 40X15	Bottom	2282.52	16218.96	29979.27	1 %
C39	Story5	COL 7 15X30	Top	897.66	-21539.24	-809.55	1 %
C39	Story5	COL 7 15X30	Bottom	1201.41	22596.88	678.68	1 %
C26	Story5	COL 1 40X15	Top	2364.24	-8411.19	-68088.07	1 %
C26	Story5	COL 1 40X15	Bottom	2769.24	8495.02	64880.02	1 %
C8	Story5	COL 1 15X40	Top	678.72	-21168.77	-1292.06	1 %
C8	Story5	COL 1 15X40	Bottom	1491.32	5664.5	698.71	1 %
C4	Story5	COL 5 65X15	Top	1752.24	-4846.37	-50601.19	1 %
C4	Story5	COL 5 65X15	Bottom	3263.32	6617.82	1827.29	1 %
C27	Story5	COL 4 15X55	Top	2098.67	-14792.15	-11804.87	1 %
C27	Story5	COL 4 15X55	Bottom	2655.55	23332.15	7639.7	1 %
C9	Story5	COL 7 30X15	Top	2445.43	44994.47	-44994.47	1 %
C9	Story5	COL 7 30X15	Bottom	2485.93	44635.58	-44798.78	1 %
C15	Story5	COL 7 30X15	Top	2445.43	-44994.47	-44994.47	1 %
C15	Story5	COL 7 30X15	Bottom	2485.93	-44635.58	-44798.78	1 %
C18	Story5	COL 7 30X15	Top	2445.43	-44994.47	44994.47	1 %
C18	Story5	COL 7 30X15	Bottom	2485.93	-44635.58	44798.78	1 %

APÉNDICE F. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE COLUMNAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	P (Kgf)	M Major	M Minor	Rebar %
C40	Story5	COL 7 30X15	Top	2445.43	44994.47	44994.47	1 %
C40	Story5	COL 7 30X15	Bottom	2485.93	44635.58	44798.78	1 %
C1	Story4	COL 1 15X40	Top	2284.71	6251.63	-7065.81	1 %
C1	Story4	COL 1 15X40	Bottom	3173.35	8698.49	-828.23	1 %
C2	Story4	COL 1 15X40	Top	1805.28	-12007.38	-4529.62	1 %
C2	Story4	COL 1 15X40	Bottom	2372.53	6493.06	307.98	1 %
C3	Story4	COL 1 40X15	Top	1386.12	2790.28	-22860.18	1 %
C3	Story4	COL 1 40X15	Bottom	1672.18	3379.92	2696.06	1 %
C5	Story4	COL 4 15X55	Top	2516.76	10100.32	-17519.08	1 %
C5	Story4	COL 4 15X55	Bottom	2602.67	8277.16	1637.76	1 %
C6	Story4	COL 7 30X15	Top	3890.69	8269.49	-27247.81	1 %
C6	Story4	COL 7 30X15	Bottom	3458.23	-7297.05	5451.54	1 %
C7	Story4	COL 7 30X15	Top	4221.98	-8989.83	16654.65	1 %
C7	Story4	COL 7 30X15	Bottom	4525.73	9695.83	-15817	1 %
C11	Story4	COL 1 40X15	Top	3688.63	12829.43	-14302.79	1 %
C11	Story4	COL 1 40X15	Bottom	4543.26	-9576.83	7629.06	1 %
C12	Story4	COL 1 40X15	Top	3007.15	-6196.69	-24985.93	1 %
C12	Story4	COL 1 40X15	Bottom	2854.95	5870.03	3297.96	1 %
C13	Story4	COL 4 15X55	Top	4146.94	-19386.17	-16188.1	1 %
C13	Story4	COL 4 15X55	Bottom	4782.26	15233.99	951.28	1 %
C14	Story4	COL 1 40X15	Top	5602.26	11934.88	-13769.97	1 %
C14	Story4	COL 1 40X15	Bottom	6007.26	-12876.38	14623.14	1 %
C16	Story4	COL 1 40X15	Top	5427.17	-11535.42	13407.48	1 %
C16	Story4	COL 1 40X15	Bottom	5832.17	12472.3	-10406.64	1 %
C17	Story4	COL 7 15X30	Top	3931.07	-17943.15	-4053.63	1 %
C17	Story4	COL 7 15X30	Bottom	4234.82	20031.25	3908.83	1 %
C19	Story4	COL 1 40X15	Top	7410.46	-16170.35	28533.75	1 %
C19	Story4	COL 1 40X15	Bottom	7815.46	17161.54	-26541.76	1 %
C20	Story4	COL 1 15X40	Top	6476.51	17852.63	13462.29	1 %
C20	Story4	COL 1 15X40	Bottom	6881.51	-18984.32	-13405.68	1 %
C21	Story4	COL 1 40X15	Top	5916.41	31199	-54521.41	1 %
C21	Story4	COL 1 40X15	Bottom	5363.83	-11597.35	16150.43	1 %
C22	Story4	COL 2 75X15	Top	12108.4	-45292.72	-92618.36	1 %
C22	Story4	COL 2 75X15	Bottom	12867.8	45755.51	107172.34	1 %
C23	Story4	COL 2 75X15	Top	10074	-21416.94	-59359.44	1 %
C23	Story4	COL 2 75X15	Bottom	10833.4	23172.67	78834.43	1 %
C24	Story4	COL 1 40X15	Top	3635.3	8842.38	-8865.72	1 %
C24	Story4	COL 1 40X15	Bottom	4600.33	-9705.39	2000.48	1 %
C25	Story4	COL 7 30X15	Top	4733.32	-10169.26	-4255.93	1 %
C25	Story4	COL 7 30X15	Bottom	5444.13	11855.78	933.8	1 %
C28	Story4	COL 1 40X15	Top	6308.77	-30955.62	22541.65	1 %
C28	Story4	COL 1 40X15	Bottom	6713.77	31285.25	-20026.35	1 %
C29	Story4	COL 7 15X30	Top	2639.83	-36836.08	1782	1 %
C29	Story4	COL 7 15X30	Bottom	2943.58	39003.52	-2245.97	1 %
C30	Story4	COL 7 15X30	Top	2716.03	6666.16	-409.71	1 %
C30	Story4	COL 7 15X30	Bottom	3019.78	-7422.32	438.33	1 %

APÉNDICE F. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE COLUMNAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	P (Kgf)	M Major	M Minor	Rebar %
C31	Story4	COL 7 30X15	Top	3930.13	-8321.7	4289.81	1 %
C31	Story4	COL 7 30X15	Bottom	4233.88	9019.66	-3717.15	1 %
C32	Story4	COL 1 40X15	Top	1721.13	9432.42	73817.41	1 %
C32	Story4	COL 1 40X15	Bottom	1623.98	-3280.23	-31539.37	1 %
C33	Story4	COL 1 15X40	Top	4603.82	-41961.34	-23694.41	1 %
C33	Story4	COL 1 15X40	Bottom	4259.43	11700.7	1172.82	1 %
C34	Story4	COL 7 15X30	Top	5501.55	-21137.46	12111.44	1 %
C34	Story4	COL 7 15X30	Bottom	5805.3	22094.61	-11840.61	1 %
C35	Story4	COL 1 40X15	Top	3350.96	-22483.12	98206.26	1 %
C35	Story4	COL 1 40X15	Bottom	3333.18	6901.38	-1750.38	1 %
C36	Story4	COL 1 15X40	Top	3490.88	-47134.09	3459.42	1 %
C36	Story4	COL 1 15X40	Bottom	3895.88	52236.21	-2740.2	1 %
C37	Story4	COL 1 40X15	Top	5017.85	-10592.79	-333.48	1 %
C37	Story4	COL 1 40X15	Bottom	5422.85	11517.5	1995.19	1 %
C38	Story4	COL 1 15X40	Top	3868.48	-14069.69	-7714.15	1 %
C38	Story4	COL 1 15X40	Bottom	3818.76	10481.02	-61.06	1 %
C10	Story4	COL 1 40X15	Top	5073.06	-12962.87	-24020.29	1 %
C10	Story4	COL 1 40X15	Bottom	5478.06	13096.26	26962.51	1 %
C39	Story4	COL 7 15X30	Top	3172.62	-17771.26	225.64	1 %
C39	Story4	COL 7 15X30	Bottom	3476.37	19709.82	-559.54	1 %
C26	Story4	COL 1 40X15	Top	6408.35	-13785.98	-59039.27	1 %
C26	Story4	COL 1 40X15	Bottom	6813.35	14748.26	62385.99	1 %
C8	Story4	COL 1 15X40	Top	3201.27	-9127.91	-993.59	1 %
C8	Story4	COL 1 15X40	Bottom	4019.53	11032.46	587.13	1 %
C4	Story4	COL 5 65X15	Top	8248.26	17452.34	-37148.24	1 %
C4	Story4	COL 5 65X15	Bottom	8488.21	18037.08	13501.11	1 %
C27	Story4	COL 4 15X55	Top	5412.61	-17250.25	-227.41	1 %
C27	Story4	COL 4 15X55	Bottom	5969.48	19802.28	885.61	1 %
C1	Story3	COL 1 15X40	Top	4711.56	-12954.3	-5788.05	1 %
C1	Story3	COL 1 15X40	Bottom	5912.75	16295.8	-1239.55	1 %
C2	Story3	COL 1 15X40	Top	3976.36	-16711.1	-1061.12	1 %
C2	Story3	COL 1 15X40	Bottom	4991.88	-13732.68	477.35	1 %
C3	Story3	COL 1 40X15	Top	3010.5	-6203.91	-16487.05	1 %
C3	Story3	COL 1 40X15	Bottom	3763.36	7841.54	2667.47	1 %
C5	Story3	COL 4 15X55	Top	5103.7	16261.92	-15507.5	1 %
C5	Story3	COL 4 15X55	Bottom	5767.29	18385.6	1520.69	1 %
C6	Story3	COL 7 30X15	Top	6082.23	13524.38	-25215.01	1 %
C6	Story3	COL 7 30X15	Bottom	6032.54	-13412.62	4643.42	1 %
C7	Story3	COL 7 30X15	Top	7109.89	-15985.5	18825.01	1 %
C7	Story3	COL 7 30X15	Bottom	7413.64	16776.65	-19174.27	1 %
C11	Story3	COL 1 40X15	Top	6875.24	15745.82	-17637.18	1 %
C11	Story3	COL 1 40X15	Bottom	8101.71	-18036.1	4541.68	1 %
C12	Story3	COL 1 40X15	Top	5232.39	-11144.12	-21467.33	1 %
C12	Story3	COL 1 40X15	Bottom	5599.29	11991.95	2247.78	1 %
C13	Story3	COL 4 15X55	Top	7586.3	-27296.22	-11012.83	1 %
C13	Story3	COL 4 15X55	Bottom	8604.77	27490.49	489.68	1 %

APÉNDICE F. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE COLUMNAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	P (Kgf)	M Major	M Minor	Rebar %
C14	Story3	COL 1 40X15	Top	9185.31	20585.8	-4151.95	1 %
C14	Story3	COL 1 40X15	Bottom	9590.31	-21632.57	2753.7	1 %
C16	Story3	COL 1 40X15	Top	8914.04	-19902.54	17432.71	1 %
C16	Story3	COL 1 40X15	Bottom	9319.04	20940.93	-18224.93	1 %
C17	Story3	COL 7 15X30	Top	6351.82	-15826.49	-1756.01	1 %
C17	Story3	COL 7 15X30	Bottom	6655.57	16607.5	1615.31	1 %
C19	Story3	COL 1 40X15	Top	12102.6	28284.45	33655.59	1 %
C19	Story3	COL 1 40X15	Bottom	12507.6	-29428.28	-33220.81	1 %
C20	Story3	COL 1 15X40	Top	10590.4	29412.1	16076.75	1 %
C20	Story3	COL 1 15X40	Bottom	10995.4	-30561.7	-16431.48	1 %
C21	Story3	COL 1 40X15	Top	9558.88	37061.79	-57737.47	1 %
C21	Story3	COL 1 40X15	Bottom	9517.03	-21659.62	14197.8	1 %
C22	Story3	COL 2 75X15	Top	19616.5	-38722.96	-104752.8	1 %
C22	Story3	COL 2 75X15	Bottom	20375.9	40221.96	97561.22	1 %
C23	Story3	COL 2 75X15	Top	16102.7	-35865.75	-67734.65	1 %
C23	Story3	COL 2 75X15	Bottom	16862	37798.66	63382.48	1 %
C24	Story3	COL 1 40X15	Top	6812.06	16267.53	-2727.82	1 %
C24	Story3	COL 1 40X15	Bottom	8407.54	-18807.66	1978.1	1 %
C25	Story3	COL 7 30X15	Top	8020.42	-18348.37	-1018.25	1 %
C25	Story3	COL 7 30X15	Bottom	8847.52	20580.63	757.48	1 %
C28	Story3	COL 1 40X15	Top	10369.1	-27264.11	24829.09	1 %
C28	Story3	COL 1 40X15	Bottom	10774.1	26418.67	-23922.45	1 %
C29	Story3	COL 7 15X30	Top	4571.7	-25729.5	3344.29	1 %
C29	Story3	COL 7 15X30	Bottom	4875.45	23199.44	-3303.75	1 %
C30	Story3	COL 7 15X30	Top	4587.74	13944.78	511.83	1 %
C30	Story3	COL 7 15X30	Bottom	4891.49	-16455.68	-394.52	1 %
C31	Story3	COL 7 30X15	Top	6342.89	-14048.51	8249.95	1 %
C31	Story3	COL 7 30X15	Bottom	6646.64	14815.41	-8179.35	1 %
C32	Story3	COL 1 40X15	Top	3524.54	7318.14	77614.37	1 %
C32	Story3	COL 1 40X15	Bottom	4695.52	-9920.35	-30927.54	1 %
C33	Story3	COL 1 15X40	Top	7394.08	-37139.06	-19227.01	1 %
C33	Story3	COL 1 15X40	Bottom	7595.71	21004.44	1233.96	1 %
C34	Story3	COL 7 15X30	Top	9184.85	-23171.28	13651.43	1 %
C34	Story3	COL 7 15X30	Bottom	9488.6	23972.9	-13949.01	1 %
C35	Story3	COL 1 40X15	Top	5852.21	-12581.91	88920.81	1 %
C35	Story3	COL 1 40X15	Bottom	6478.33	14062.13	-2666.71	1 %
C36	Story3	COL 1 15X40	Top	6035.61	-25564.52	3528.2	1 %
C36	Story3	COL 1 15X40	Bottom	6440.61	20065.21	-3419.64	1 %
C37	Story3	COL 1 40X15	Top	8146.43	-17965.55	3932.1	1 %
C37	Story3	COL 1 40X15	Bottom	8551.43	18978.78	-4666.34	1 %
C38	Story3	COL 1 15X40	Top	6140.7	-16931.73	-6231.48	1 %
C38	Story3	COL 1 15X40	Bottom	6821.39	18834.1	-220.55	1 %
C10	Story3	COL 1 40X15	Top	8405.85	-18618.54	-21773.78	1 %
C10	Story3	COL 1 40X15	Bottom	8810.85	19640.4	20568.61	1 %
C39	Story3	COL 7 15X30	Top	5726.28	-14242.48	2746.71	1 %
C39	Story3	COL 7 15X30	Bottom	6030.03	15019.79	-2939.16	1 %

APÉNDICE F. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE COLUMNAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	P (Kgf)	M Major	M Minor	Rebar %
C26	Story3	COL 1 40X15	Top	10530.4	-24024.37	-55318.65	1 %
C26	Story3	COL 1 40X15	Bottom	10935.4	25112.72	53211.07	1 %
C8	Story3	COL 1 15X40	Top	5775.4	-15903.64	1284.16	1 %
C8	Story3	COL 1 15X40	Bottom	6591.38	18178.77	461.54	1 %
C4	Story3	COL 5 65X15	Top	12953.6	28679.08	-33648.84	1 %
C4	Story3	COL 5 65X15	Bottom	13806.4	-30794.27	12862.62	1 %
C27	Story3	COL 4 15X55	Top	9291.17	-29694.74	3378.52	1 %
C27	Story3	COL 4 15X55	Bottom	9848.04	31487.88	-3981.66	1 %
C1	Story2	COL 1 15X40	Top	8355.6	-23140.88	-7457.77	1 %
C1	Story2	COL 1 15X40	Bottom	10268.5	28543.86	-1518.35	1 %
C2	Story2	COL 1 15X40	Top	7532.96	-22378.1	-5746.05	1 %
C2	Story2	COL 1 15X40	Bottom	9145.98	-25369.94	1237.85	1 %
C3	Story2	COL 1 40X15	Top	6066.13	-13084.45	-26245.9	1 %
C3	Story2	COL 1 40X15	Bottom	7519.51	16587.72	2200.12	1 %
C5	Story2	COL 4 15X55	Top	9594.12	-30674.35	-20787.25	1 %
C5	Story2	COL 4 15X55	Bottom	11018.2	-35265.6	2292.34	1 %
C6	Story2	COL 7 30X15	Top	8894.22	20896.99	-36587.6	1 %
C6	Story2	COL 7 30X15	Bottom	9167.58	-21608.46	6885.52	1 %
C7	Story2	COL 7 30X15	Top	10172.7	-24312.76	10937.34	1 %
C7	Story2	COL 7 30X15	Bottom	10476.4	25211.59	-11262.79	1 %
C11	Story2	COL 1 40X15	Top	11031	25690.72	-21621.7	1 %
C11	Story2	COL 1 40X15	Bottom	12814.2	-30541.34	5303.29	1 %
C12	Story2	COL 1 40X15	Top	9068.5	-20500.95	-29593.05	1 %
C12	Story2	COL 1 40X15	Bottom	10176.6	23362.81	1302.05	1 %
C13	Story2	COL 4 15X55	Top	12160.9	-38952.77	-16317.97	1 %
C13	Story2	COL 4 15X55	Bottom	13790.8	-44215.18	790.32	1 %
C14	Story2	COL 1 40X15	Top	12774.9	30194.38	-14615.34	1 %
C14	Story2	COL 1 40X15	Bottom	13179.9	-31364.3	11445.9	1 %
C16	Story2	COL 1 40X15	Top	12467.9	-29327.05	7299.24	1 %
C16	Story2	COL 1 40X15	Bottom	12872.9	30485.42	-12970.21	1 %
C17	Story2	COL 7 15X30	Top	8710.12	-22030.13	-4317.6	1 %
C17	Story2	COL 7 15X30	Bottom	9013.87	22726.01	4289.73	1 %
C19	Story2	COL 1 40X15	Top	16764.5	-42206.62	21232.67	1 %
C19	Story2	COL 1 40X15	Bottom	17169.5	43540.75	-26430.91	1 %
C20	Story2	COL 1 15X40	Top	14539.9	-40679.92	15938.93	1 %
C20	Story2	COL 1 15X40	Bottom	14944.9	-41847.26	-17508.15	1 %
C21	Story2	COL 1 40X15	Top	14206.6	34646.14	-75325.71	1 %
C21	Story2	COL 1 40X15	Bottom	14771.9	-36212.05	18472.81	1 %
C22	Story2	COL 2 75X15	Top	27170.7	-66045.43	-116404.3	1 %
C22	Story2	COL 2 75X15	Bottom	27930.1	68368.07	101015.4	1 %
C23	Story2	COL 2 75X15	Top	22075.6	-51542.75	-86157.66	1 %
C23	Story2	COL 2 75X15	Bottom	22835	53675.31	64547.87	1 %
C24	Story2	COL 1 40X15	Top	11371.4	-26691.36	-20086.96	1 %
C24	Story2	COL 1 40X15	Bottom	13573.9	32757.37	2869.14	1 %
C25	Story2	COL 7 30X15	Top	11492.8	-28236.3	-12449.61	1 %
C25	Story2	COL 7 30X15	Bottom	12421	31136.39	1915.43	1 %

APÉNDICE F. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE COLUMNAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	P (Kgf)	M Major	M Minor	Rebar %
C28	Story2	COL 1 40X15	Top	14432.9	-35785.45	15071.24	1 %
C28	Story2	COL 1 40X15	Bottom	14837.9	36224.88	-20187.33	1 %
C29	Story2	COL 7 15X30	Top	6808.1	-44489.7	525.78	1 %
C29	Story2	COL 7 15X30	Bottom	7111.85	44815.9	719.52	1 %
C30	Story2	COL 7 15X30	Top	6663.61	-16633.42	-2895.75	1 %
C30	Story2	COL 7 15X30	Bottom	6967.36	17417.02	3602.24	1 %
C31	Story2	COL 7 30X15	Top	8702.79	-20177.57	-1247.26	1 %
C31	Story2	COL 7 30X15	Bottom	9006.54	21021.65	1666.95	1 %
C32	Story2	COL 1 40X15	Top	8053.51	-17915.27	69306.06	1 %
C32	Story2	COL 1 40X15	Bottom	10654.6	24634.73	-44121.94	1 %
C33	Story2	COL 1 15X40	Top	11436.4	-58622.51	-22892.45	1 %
C33	Story2	COL 1 15X40	Bottom	12346.3	34430.08	1324.11	1 %
C34	Story2	COL 7 15X30	Top	12934	-33180.22	12976.95	1 %
C34	Story2	COL 7 15X30	Bottom	13237.7	34010.41	-13757.34	1 %
C35	Story2	COL 1 40X15	Top	9613.61	-24153.79	87314.61	1 %
C35	Story2	COL 1 40X15	Bottom	11208.9	26062.95	-12154.94	1 %
C36	Story2	COL 1 15X40	Top	8972.18	-56538.59	2458.97	1 %
C36	Story2	COL 1 15X40	Bottom	9377.18	52191.38	-3404.12	1 %
C37	Story2	COL 1 40X15	Top	11250.5	-25945.27	-4865.64	1 %
C37	Story2	COL 1 40X15	Bottom	11655.5	27058.29	111.71	1 %
C38	Story2	COL 1 15X40	Top	10130.3	-39425.51	-10344.59	1 %
C38	Story2	COL 1 15X40	Bottom	11605	32318.8	-96.11	1 %
C10	Story2	COL 1 40X15	Top	11906.8	-27739.43	-29718.03	1 %
C10	Story2	COL 1 40X15	Bottom	12311.8	28875.97	27932.2	1 %
C39	Story2	COL 7 15X30	Top	8569	-24716.74	-1169.05	1 %
C39	Story2	COL 7 15X30	Bottom	8872.75	25142.63	1930.52	1 %
C26	Story2	COL 1 40X15	Top	14599	-35465.73	-65798.58	1 %
C26	Story2	COL 1 40X15	Bottom	15004	36705.43	68422.94	1 %
C8	Story2	COL 1 15X40	Top	8438.28	-30863.12	-3895.39	1 %
C8	Story2	COL 1 15X40	Bottom	9259.95	25665.92	966.69	1 %
C4	Story2	COL 5 65X15	Top	18234.1	42453.69	-57740.65	1 %
C4	Story2	COL 5 65X15	Bottom	19916.1	46929.87	3789.65	1 %
C27	Story2	COL 4 15X55	Top	13547.3	-43423.35	-680.57	1 %
C27	Story2	COL 4 15X55	Bottom	14104.2	45227.54	-778.23	1 %
C1	Story1	COL 1 15X40	Top	13235.5	-37435.59	-4298.58	1 %
C1	Story1	COL 1 15X40	Bottom	13074.3	37018.85	-1479.97	1 %
C2	Story1	COL 1 15X40	Top	12100.6	-34113.53	-6518.51	1 %
C2	Story1	COL 1 15X40	Bottom	11647.5	-32843.67	-319.22	1 %
C3	Story1	COL 1 40X15	Top	10787.9	-27064.38	-22010.01	1 %
C3	Story1	COL 1 40X15	Bottom	10182.7	25503.73	1327.73	1 %
C5	Story1	COL 4 15X55	Top	15852.5	51178.62	-17243.22	1 %
C5	Story1	COL 4 15X55	Bottom	15241.6	-49205	-748.23	1 %
C6	Story1	COL 7 30X15	Top	12086	-34911.1	-39465.53	1 %
C6	Story1	COL 7 30X15	Bottom	11495.9	32891.31	6630.73	1 %
C7	Story1	COL 7 30X15	Top	13570.9	-41037.36	3894.85	1 %
C7	Story1	COL 7 30X15	Bottom	13942.2	42838.55	1601.57	1 %

APÉNDICE F. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE COLUMNAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	P (Kgf)	M Major	M Minor	Rebar %
C11	Story1	COL 1 40X15	Top	15596.2	44383.48	-3504.63	1 %
C11	Story1	COL 1 40X15	Bottom	15595.9	44930.31	-76.94	1 %
C12	Story1	COL 1 40X15	Top	14101	-38416.2	-20675.84	1 %
C12	Story1	COL 1 40X15	Bottom	13286.7	35962.53	2186.27	1 %
C13	Story1	COL 4 15X55	Top	16764.5	-54184	-12844.94	1 %
C13	Story1	COL 4 15X55	Bottom	16558.8	-53536.76	-96.66	1 %
C14	Story1	COL 1 40X15	Top	16196.1	46456.91	-10749.36	1 %
C14	Story1	COL 1 40X15	Bottom	16691.1	48607.1	14219.38	1 %
C16	Story1	COL 1 40X15	Top	15920	-45277.92	5164.33	1 %
C16	Story1	COL 1 40X15	Bottom	16415	47391.79	6719.13	1 %
C17	Story1	COL 7 15X30	Top	10816.9	-28170.11	-3830.07	1 %
C17	Story1	COL 7 15X30	Bottom	11188.2	29218.09	3519.38	1 %
C19	Story1	COL 1 40X15	Top	21579.1	-73066.43	12724.6	1 %
C19	Story1	COL 1 40X15	Bottom	22074.1	76092.09	1367.92	1 %
C20	Story1	COL 1 15X40	Top	18412	-52797.37	12467.07	1 %
C20	Story1	COL 1 15X40	Bottom	18907	54299.93	-5691.89	1 %
C21	Story1	COL 1 40X15	Top	19250.9	60981.2	-78987.66	1 %
C21	Story1	COL 1 40X15	Bottom	18396.8	-57610.46	17075.95	1 %
C22	Story1	COL 2 75X15	Top	35135.1	-109104.5	-86094.31	1 %
C22	Story1	COL 2 75X15	Bottom	36063.3	113838.29	104613.75	1 %
C23	Story1	COL 2 75X15	Top	27337	-75381.3	-61252.87	1 %
C23	Story1	COL 2 75X15	Bottom	28265.1	79082.88	85590.5	1 %
C24	Story1	COL 1 40X15	Top	17883.6	-54029.04	-19541.24	1 %
C24	Story1	COL 1 40X15	Bottom	17637.4	53624.73	847.18	1 %
C25	Story1	COL 7 30X15	Top	15011.6	-48228.26	-11741.55	1 %
C25	Story1	COL 7 30X15	Bottom	16097.7	54221.39	-418.44	1 %
C28	Story1	COL 1 40X15	Top	18513.1	-56833.38	9167.74	1 %
C28	Story1	COL 1 40X15	Bottom	19008.1	59306.67	3323.64	1 %
C29	Story1	COL 7 15X30	Top	8830.83	-31937.65	-1991.57	1 %
C29	Story1	COL 7 15X30	Bottom	9202.08	27743.73	1564.07	1 %
C30	Story1	COL 7 15X30	Top	8171.01	-20924.28	-3987.67	1 %
C30	Story1	COL 7 15X30	Bottom	8542.26	21934.87	3387.82	1 %
C31	Story1	COL 7 30X15	Top	10720.1	-29147.1	-4464.37	1 %
C31	Story1	COL 7 30X15	Bottom	11091.4	30592.19	6373.69	1 %
C32	Story1	COL 1 40X15	Top	13833.5	-37548.55	53044.08	1 %
C32	Story1	COL 1 40X15	Bottom	12550.9	33579.38	827.72	1 %
C33	Story1	COL 1 15X40	Top	16601.7	-51044.43	-18245.98	1 %
C33	Story1	COL 1 15X40	Bottom	15923.8	45415.2	-774.12	1 %
C34	Story1	COL 7 15X30	Top	16676	-45255.53	9754.73	1 %
C34	Story1	COL 7 15X30	Bottom	17047.2	46397.32	-4191.2	1 %
C35	Story1	COL 1 40X15	Top	15569.1	-44023.71	70155.88	1 %
C35	Story1	COL 1 40X15	Bottom	14917.3	42095.27	15710.71	1 %
C36	Story1	COL 1 15X40	Top	11636.9	-38487.59	2358.75	1 %
C36	Story1	COL 1 15X40	Bottom	12131.9	42141.14	268.78	1 %
C37	Story1	COL 1 40X15	Top	13952.6	-37596.44	-4876.68	1 %
C37	Story1	COL 1 40X15	Bottom	14447.6	39487.61	11599.83	1 %

APÉNDICE F. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE COLUMNAS CON AMS.

Label	Story	Section	Location	P (Kgf)	M Major	M Minor	Rebar %
C38	Story1	COL 1 15X40	Top	15189.9	-43179.45	-11710.14	1 %
C38	Story1	COL 1 15X40	Bottom	14436.6	41019.34	329.75	1 %
C10	Story1	COL 1 40X15	Top	15171.6	-42267.58	-21669.29	1 %
C10	Story1	COL 1 40X15	Bottom	15666.6	44293.03	20452.33	1 %
C39	Story1	COL 7 15X30	Top	11955.2	-31363.5	-3799.04	1 %
C39	Story1	COL 7 15X30	Bottom	12326.4	32428.17	3661.92	1 %
C26	Story1	COL 1 40X15	Top	18703.9	-57708.24	-50608.5	1 %
C26	Story1	COL 1 40X15	Bottom	19198.9	60208.55	37441.23	1 %
C8	Story1	COL 1 15X40	Top	11136.3	-31302.91	-4283.25	1 %
C8	Story1	COL 1 15X40	Bottom	12032.3	33912.04	-160.29	1 %
C4	Story1	COL 5 65X15	Top	23748.3	-66113.97	-36780.83	1 %
C4	Story1	COL 5 65X15	Bottom	24870.3	70380.66	20275.27	1 %
C27	Story1	COL 4 15X55	Top	18241.8	-59029.46	-789.31	1 %
C27	Story1	COL 4 15X55	Bottom	18922.4	61279.98	3826.43	1 %

Apéndice G

Fotos del proceso constructivo de un edificio con AMS.

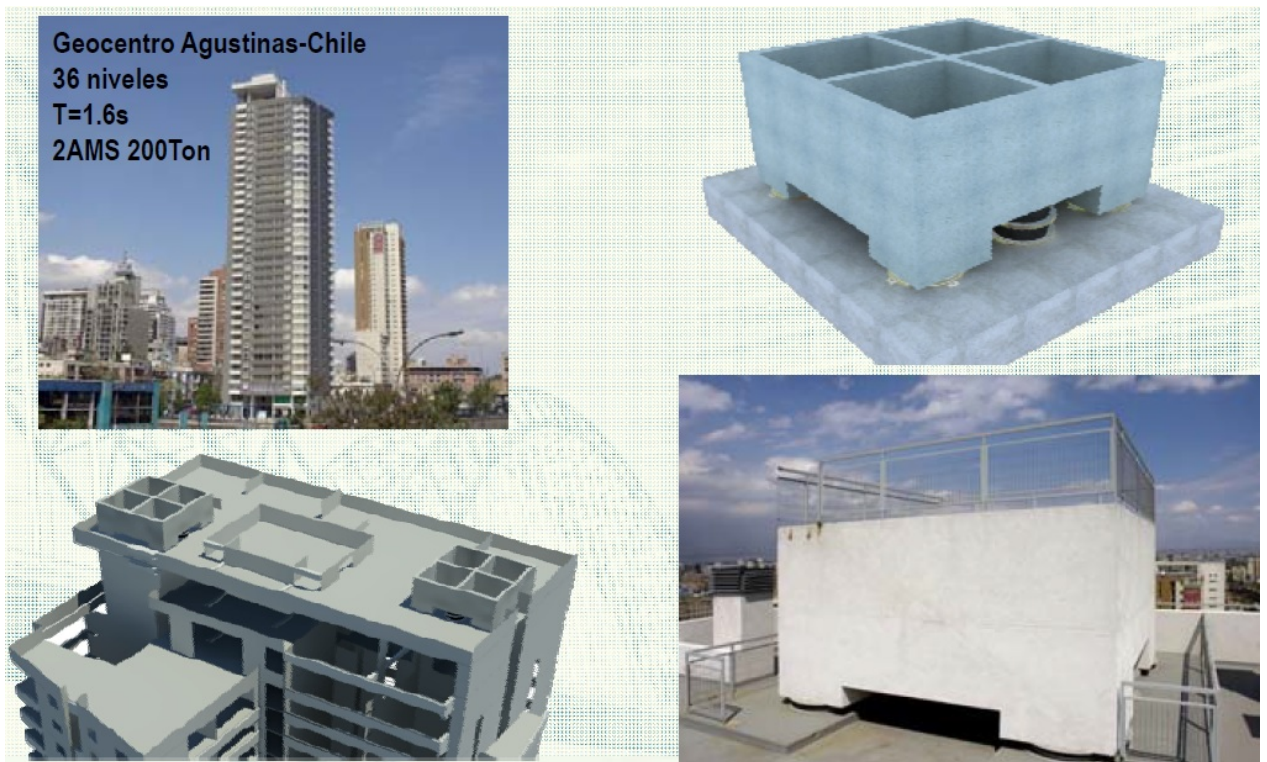


Figura G.1: Amortiguador de masa sintonizada en Chile. Fuente ICG.

APÉNDICE G. FOTOS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UN EDIFICIO CON AMS.



Figura G.2: Proceso constructivo de edificación con AMS. Fuente ICG.



Figura G.3: Proceso constructivo del AMS. Fuente ICG.

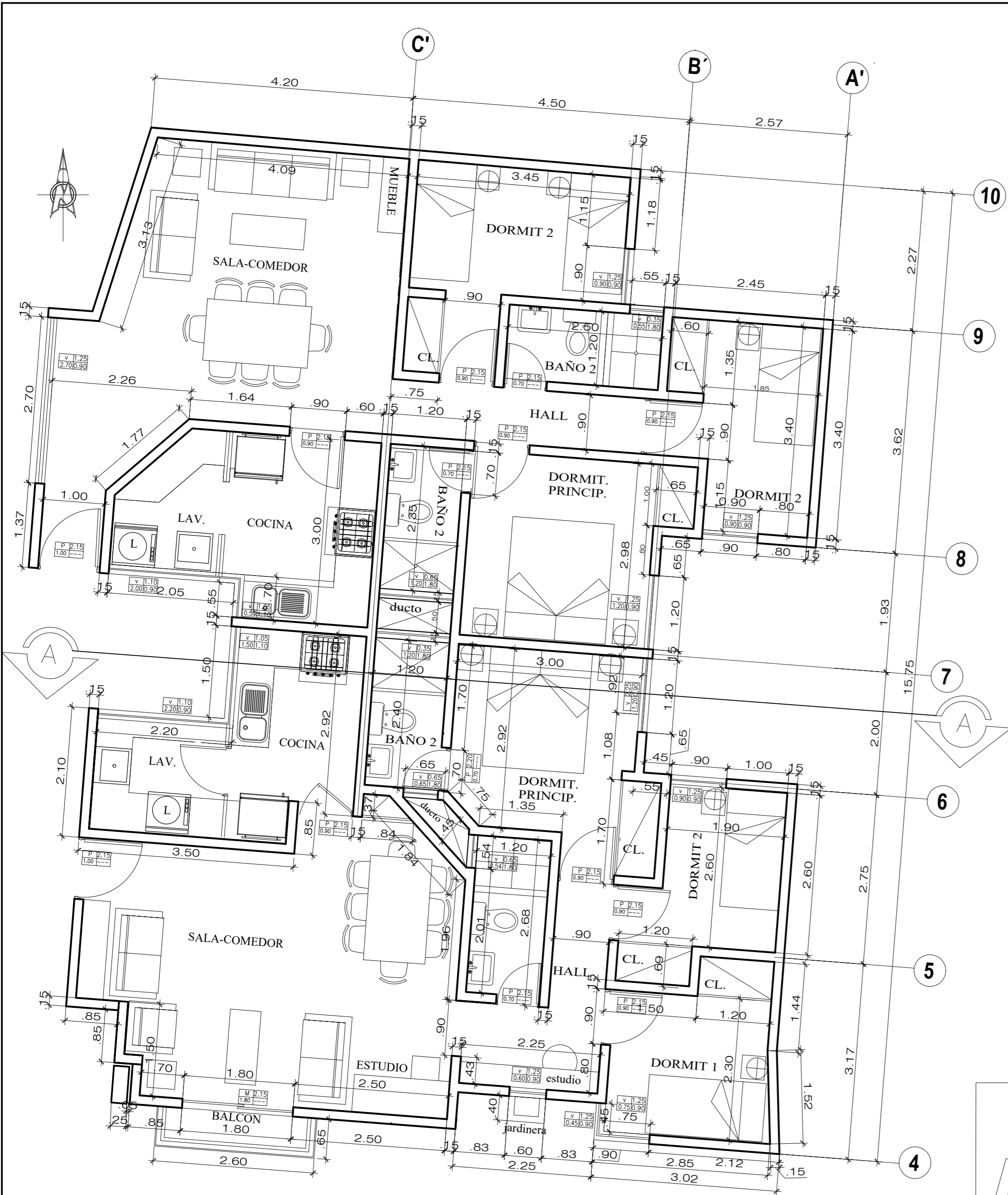
APÉNDICE G. FOTOS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UN EDIFICIO CON AMS.



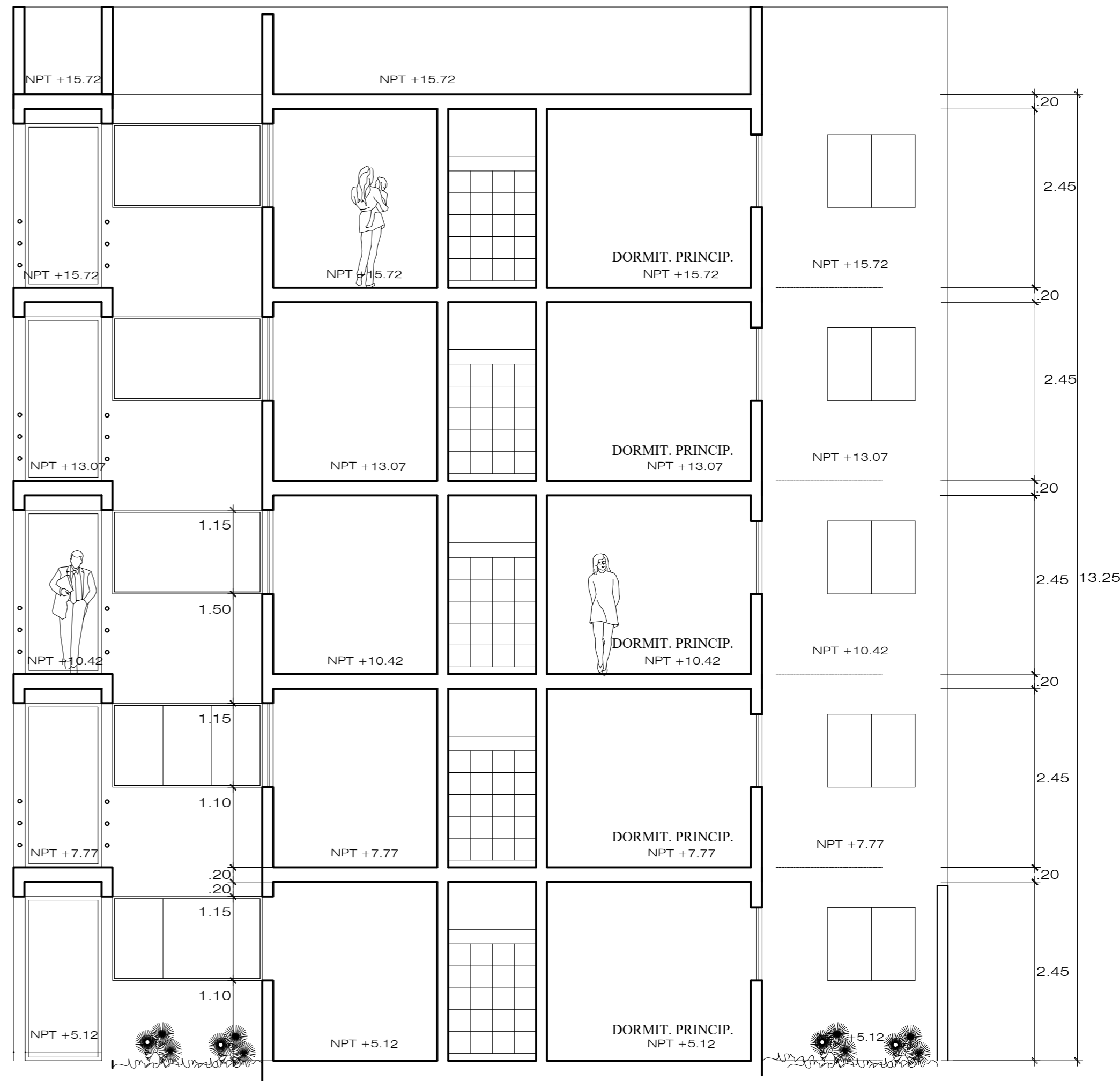
Figura G.4: Instalación de un AMS. Fuente ICG.

Apéndice H

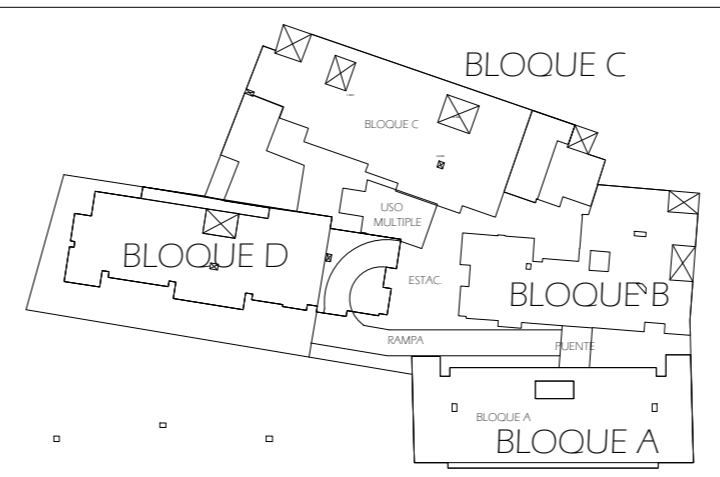
Planos.



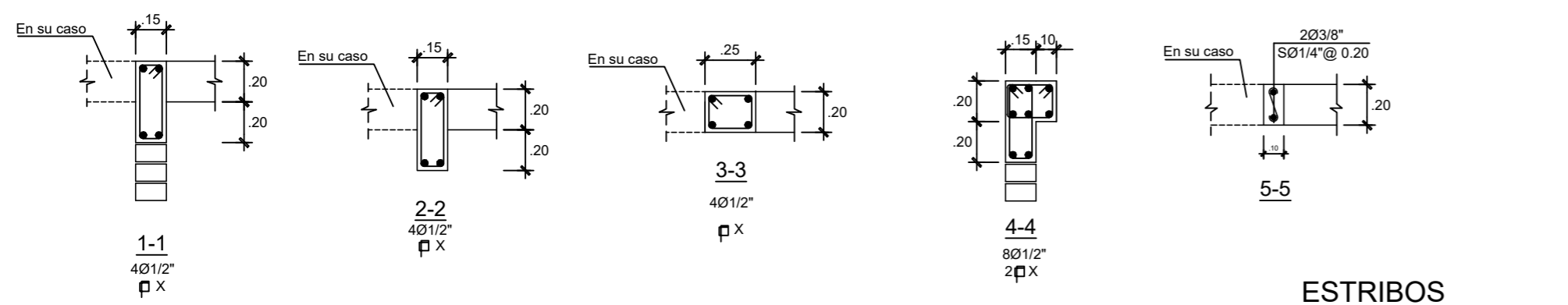
PLANTA ARQUITECTURA - GENERAL



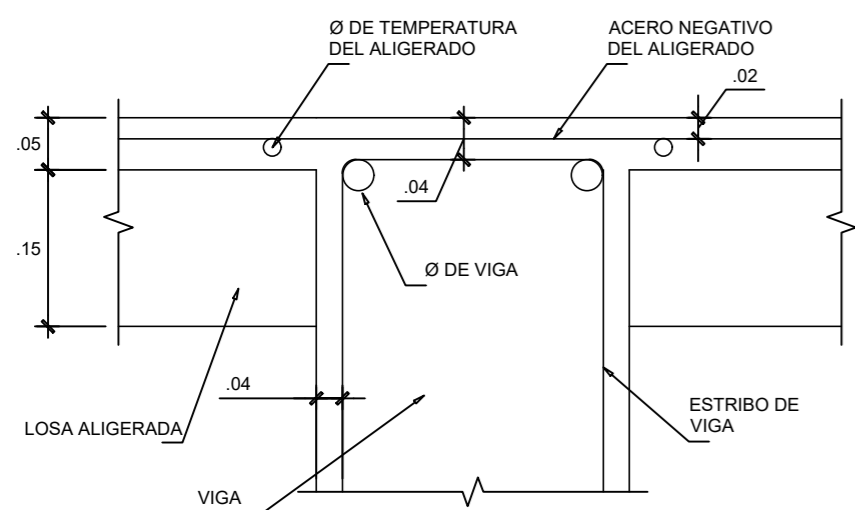
CORTE A-A



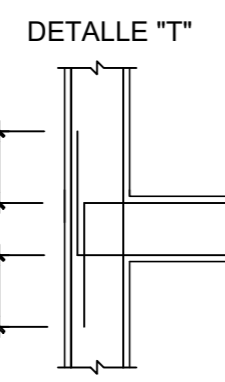
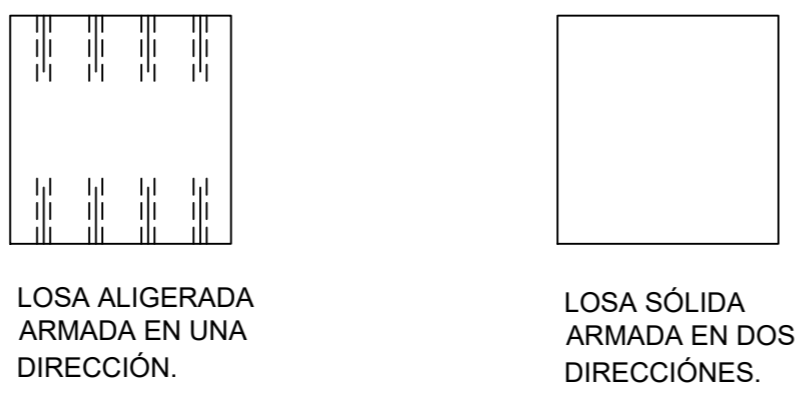
PROPIETARIO:		PLANO:	
PROFESIONAL:		A-1	
UBICACION:	PROVINCIA y DEPARTAMENTO AYACUCHO	URBANIZACION: AA.HH CARMEN ALTO	
	DISTRITO : CARMEN ALTO	DIRECCION: Sector I, Mz. B, L 36C	
ESPECIALIDAD:		ARQUITECTURA - BLOQUE B	
ENERO 2013	DESARROLLO:	ESCALA: 1/50	FECHA:



ESTRIBOS
 p X = Ø 1/4": 1@0.05, 5@0.10, 3@0.15, Resto @0.25 C/E



DETALLE DE RECUBRIMIENTOS EN ENCUENTRO VIGA LOSA

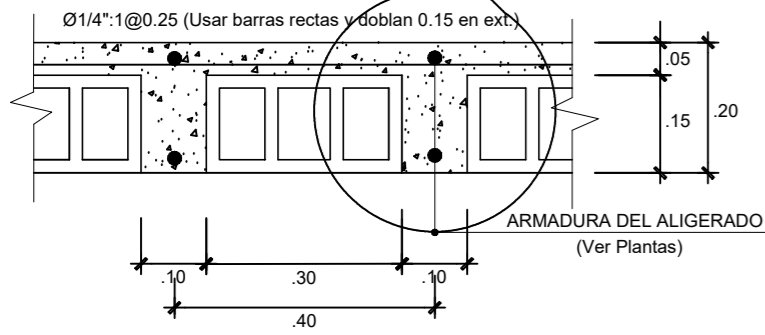
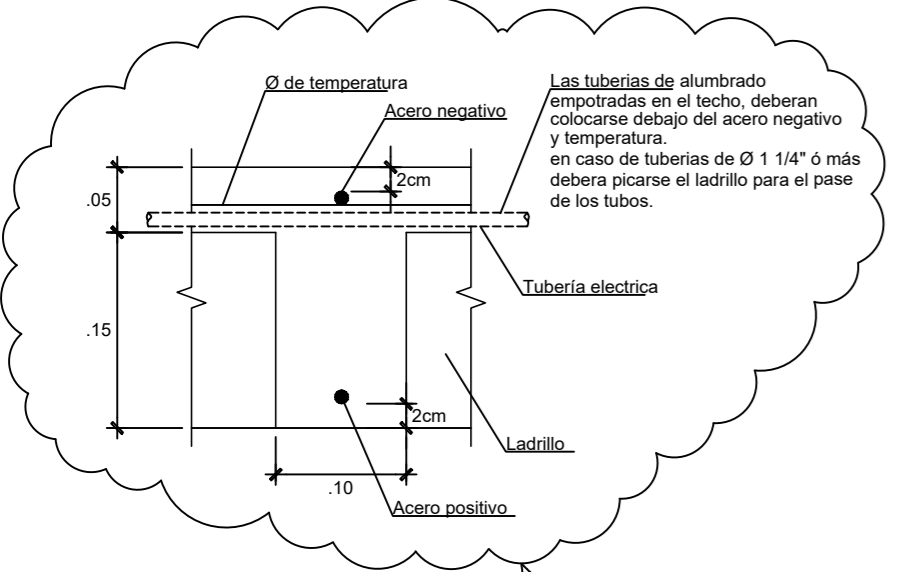


NOTA:
 LAS SECCIONES DE VIGAS SON ESTRUCTURALES NO ESTA PERMITIDO LA REDUCCIÓN DEL ANCHO Y ALTURA DE LAS MISMAS. A ESTAS SECCIONES SE SUMARAN LOS ESPESORES DE REVESTIMIENTO SEGÚN ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ARQUITECTURA.

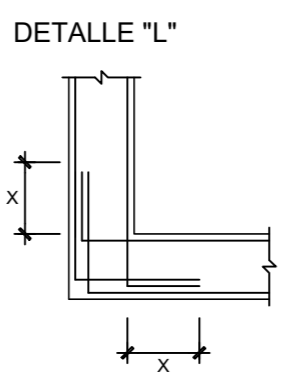
Sección de C.A. ANCHO ALTURA

x = Revestimiento ó tarrajeo

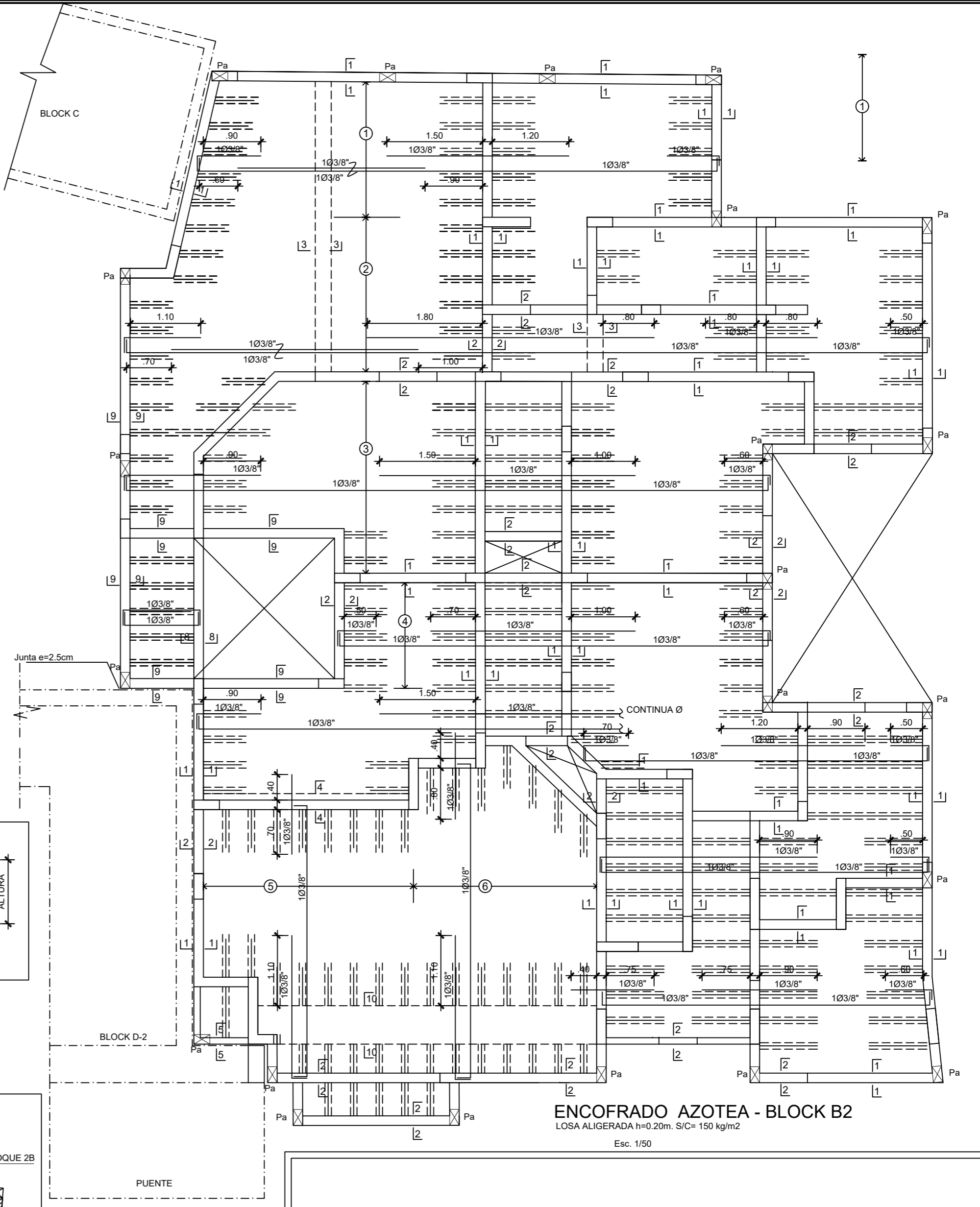
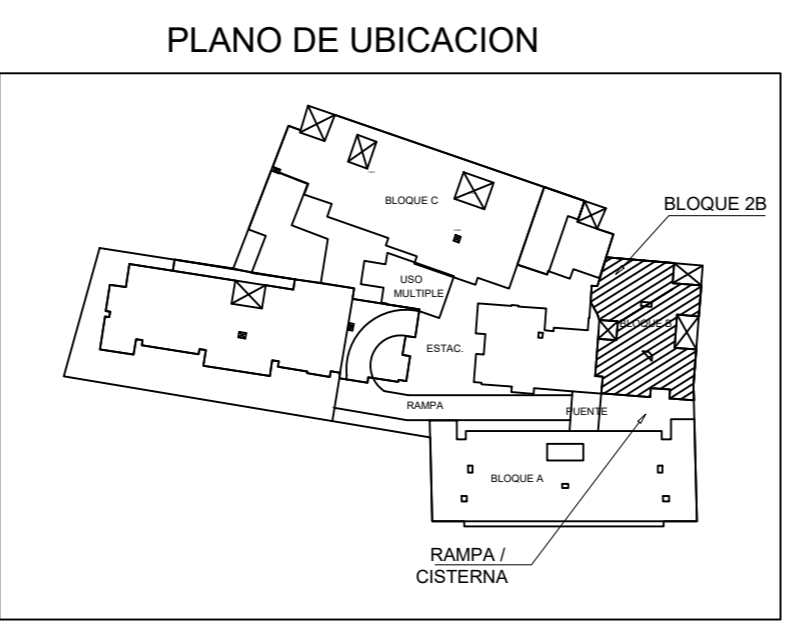
Ø	X
3/8"	0.20
1/2"	0.25
5/8"	0.30



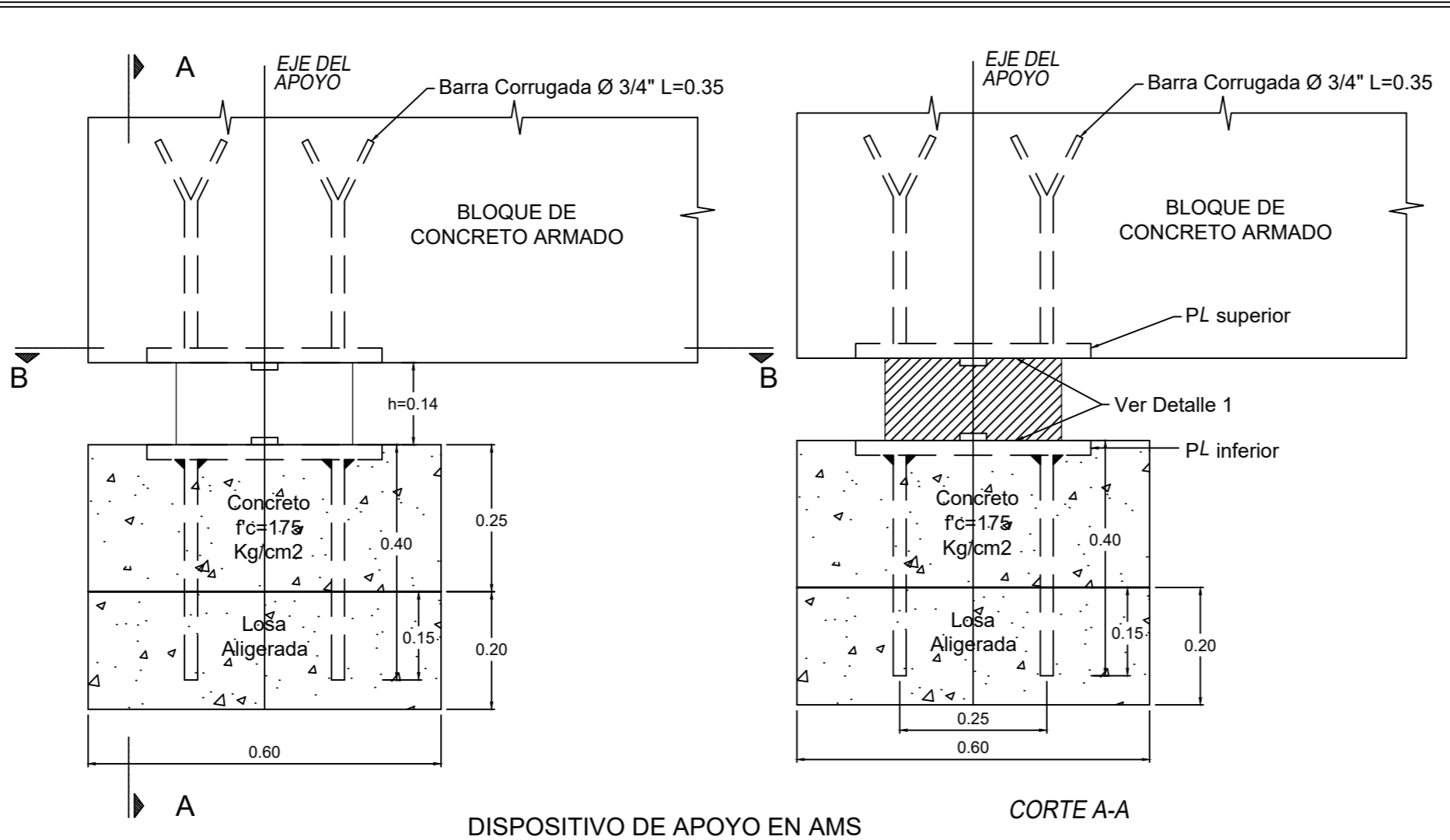
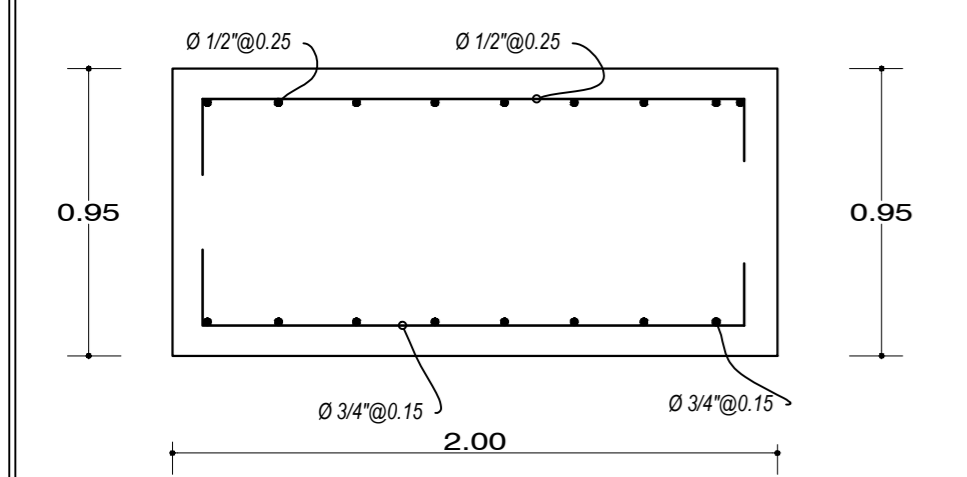
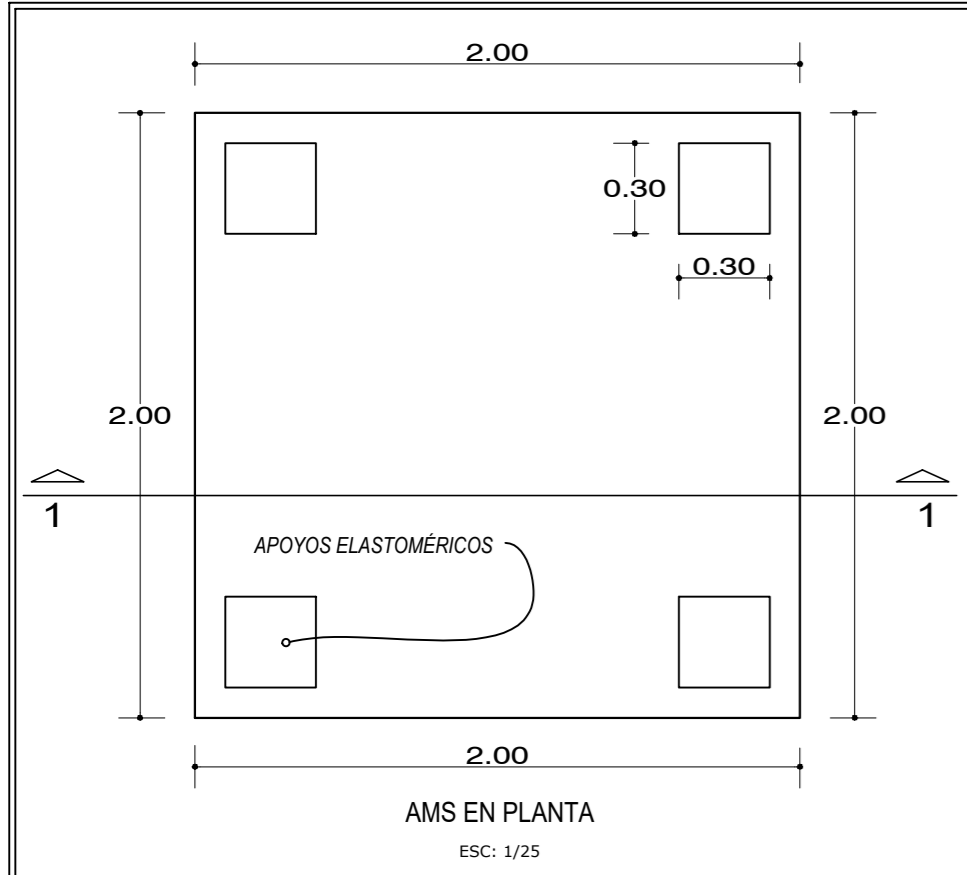
CORTE TÍPICO ALIGERADO
 ESCALA 1/10



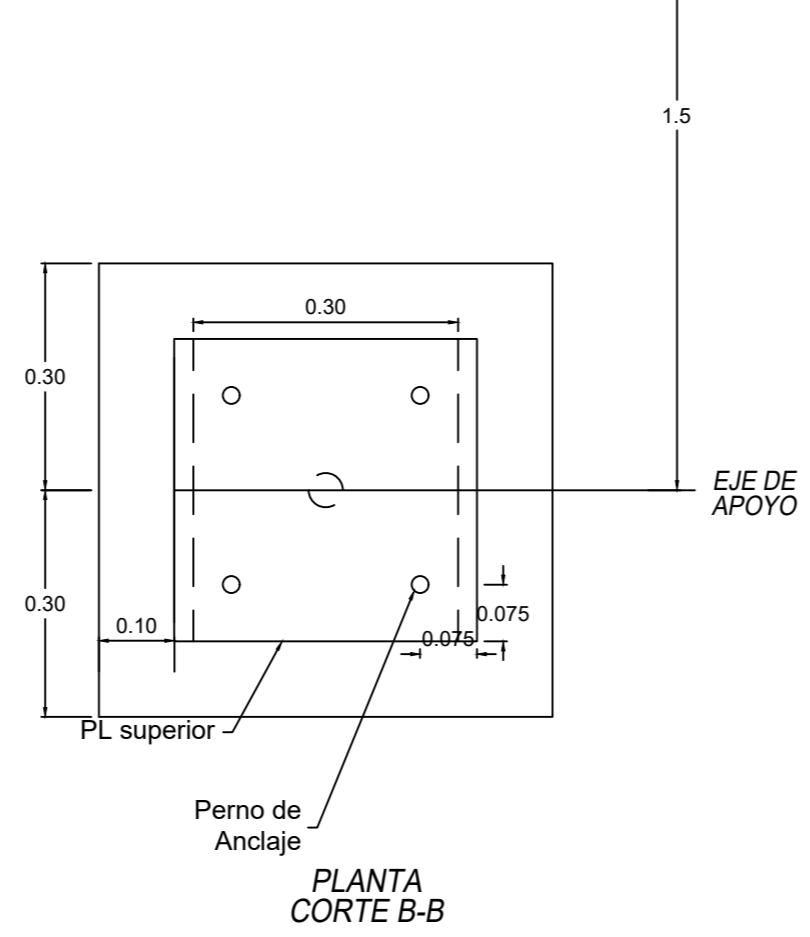
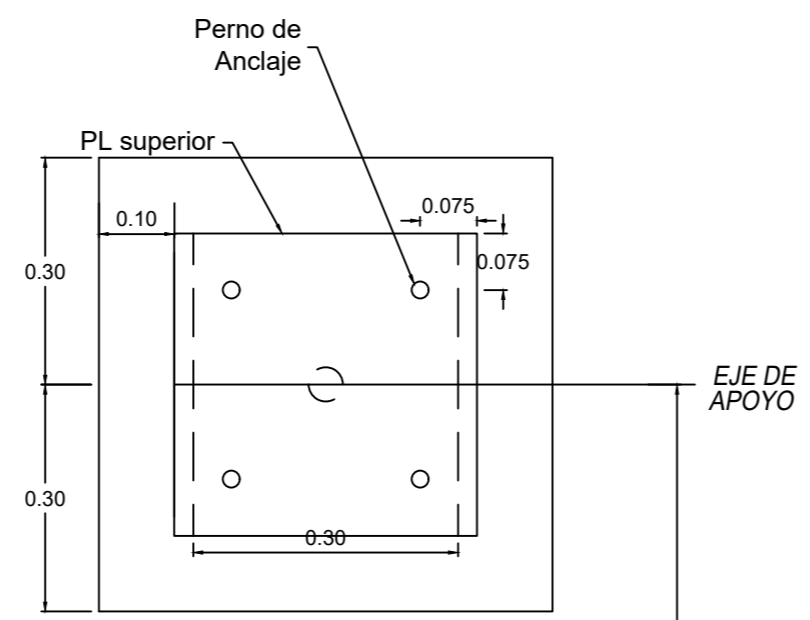
ENCUENTRO DE VIGAS EN PLANTAS



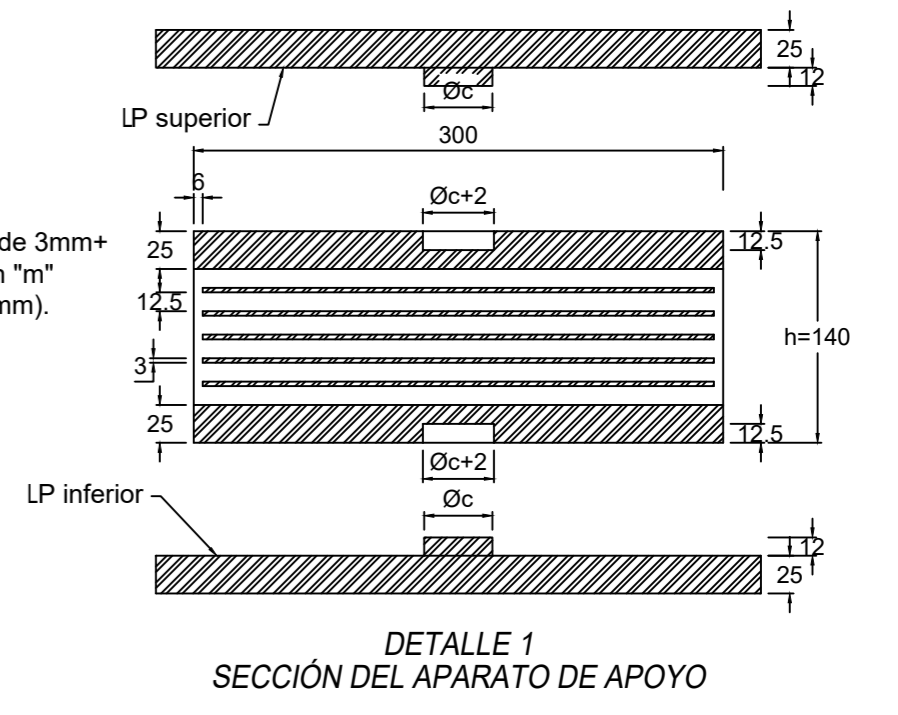
PROPIETARIO:		PLANO: E-1	
PROFESIONAL:		ESPECIALIDAD: ESTRUCTURA - BLOQUE B	
UBICACION:	PROVINCIA Y DEPARTAMENTO AYACUCHO	URBANIZACION: AA.HH GARMEN ALTO	DIRECCION: Sector I, Mz. B, L 36C
ENERO 2013	DESARROLLO:	ESCALA: 1/50	FECHA:



VISTA LATERAL AMS DISPOSITIVO DE APOYO EN AMS CORTE A-A



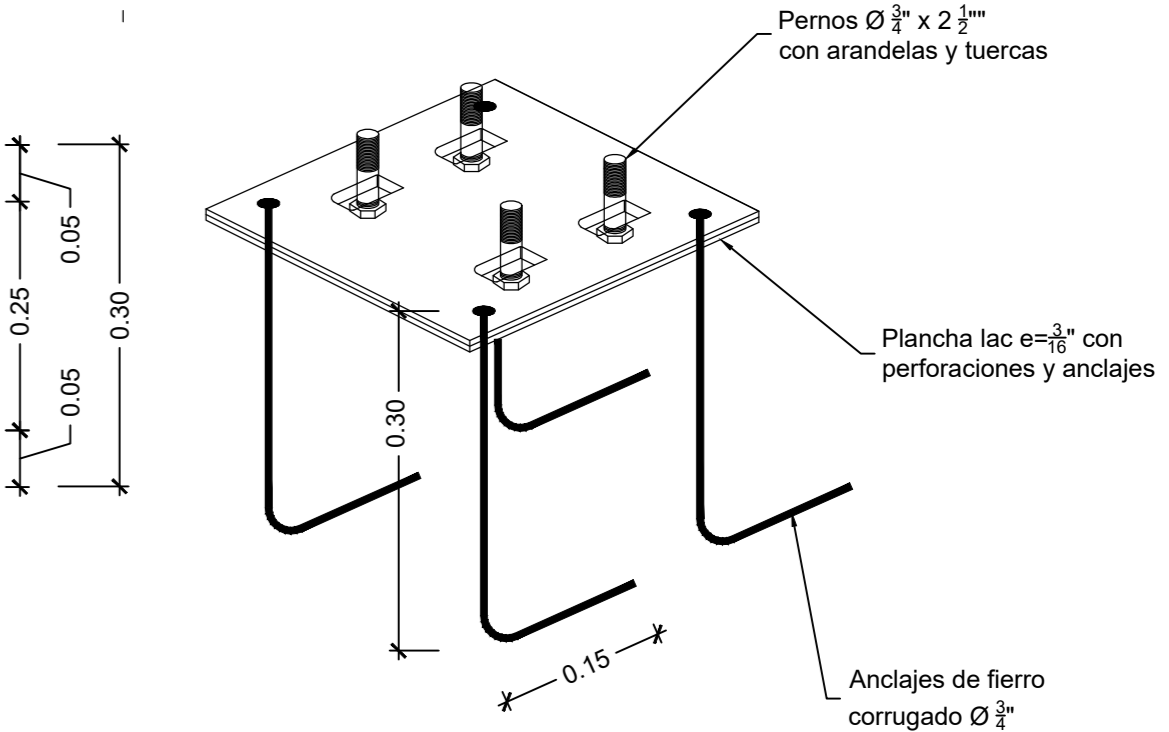
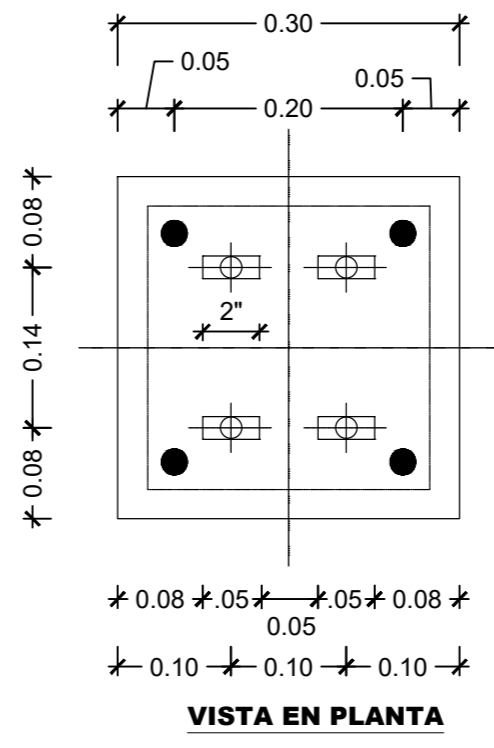
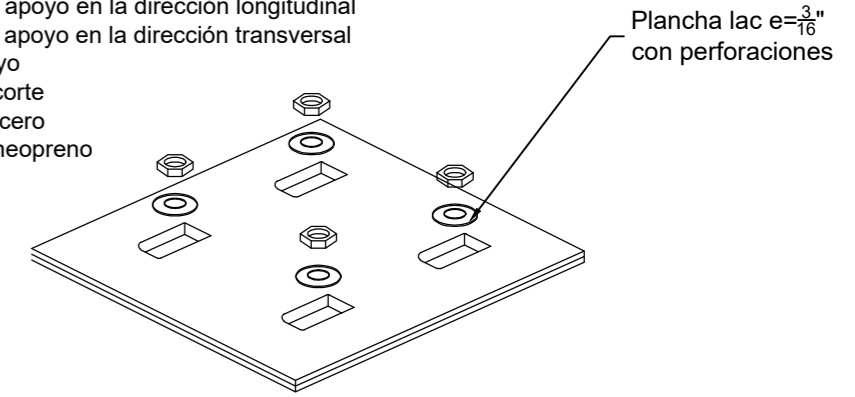
"n" Planchas de Acero ("n-2" de 3mm+ 2 de 25mm) vulcanizadas con "m" Planchas de Neopreno (12.5mm). Dureza 60 Shore A.



APARATO DE APOYO			
Dimensiones (mm.)			
axbxh	Øc	n	m
350x400x140	100	7	6

Donde :

- a : dimensión del aparato de apoyo en la dirección longitudinal
- b : dimensión del aparato de apoyo en la dirección transversal
- h : altura del aparato de apoyo
- Øc : Diámetro de la llave de corte
- n : número de planchas de acero
- m : número de planchas de neopreno



DETALLE DE APOYO

DISPOSITIVOS SÍSMICOS Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN DEL APARATO DE APOYO				
Dimensiones (mm.)				
LP superior	LP inferior	P Tope	Neopreno en Tope	Øp
LP 400x400x25	LP 400x400x25	LP 350x200x25	300x150x25	1"

- Donde :
- L P superior : Plancha superior de fijación del aparato de apoyo
 - L P inferior : Plancha inferior de fijación del aparato de apoyo
 - LP Tope : Plancha del dispositivo sísmico longitudinal
 - Øp : Diámetro del perno de anclaje

Notas:
 1.-Las Dimensiones están en milímetros y metros respectivamente.
 2.-El acero empleado en el Dispositivo de Apoyo será del tipo ASTM A 709 Grado 36.

PROPIETARIO:			
PROFESIONAL:			
UBICACION: PROVINCIA y DEPARTAMENTO AYACUCHO		URBANIZACION:AA.HH CARMEN ALTO	
DISTRITO : CARMEN ALTO		DIRECCION:Sector I, Mz. B, L 36C	
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURA - LOSA/AMS			
ENERO 2013	DESARROLLO:	ESCALA:	FECHA: