UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Análisis No-lineal de Edificios de Hormigón Armado Modelados con Inelasticidad Concentrada y Distribuida

Por

Juan Carlos Molina Millón

Trabajo de Título para optar al Grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y Título de Ingeniero Civil

Prof. Guía Juan Carlos González Blacud

Diciembre, 2018

Dedicado a mi hijo Matías…

AGRADECIMIENTOS

- *Agradezco a mi Padre y mi Madre, por todo el sacrificio y cariño entregado durante este proceso.*

- *A mi hijo Matías, por haber llegado a mi vida y darme las fuerzas para lograr mis objetivos.*

- *A mis mejores amigos Sergio y Pablo, por los momentos, experiencias y sueños compartidos.*

- *A mis compañeros por todo el proceso que en conjunto vivimos y el apoyo entregado en todo momento.*

- *A todos mis cofrades de la Cía. de Bomberos "Victoria N°11", por las batallas, experiencias, y tan buenos momentos que jamás olvidaré.*

- *A mi profesor guía, por su ayuda, paciencia, confianza y por el respeto mostrado.*

- *Al profesor Alejandro Morales, por su disposición y aclarar todas mis dudas, antes y a lo largo de éste proceso.*

- *A todos los profesores de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Valparaíso que contribuyeron en mi formación como ingeniero.*

A todos ellos, muchas gracias.

Índice

Índice 4
Índice de figuras 8
Índice de tablas 11
Capítulo I 14
1 Descripción del trabajo 14
1.1 Introducción 14
1.2 Objetivos 15
1.2.1 Objetivo General 15
1.2.2 Objetivos Específicos 15
1.3 Alcances 15
1.4 Metodología 16
CAPÍTULO II 18
2 Antecedentes 18
2.1 Distribución y diseño 18
2.1.1 Descripción general 18
2.1.2 Materiales empleados 22
2.1.2.1 Hormigón 22
2.1.2.2 Acero de refuerzo 22
2.1.3 Estados de carga 23
2.1.3.1 Cargas muertas o permanentes 23
2.1.3.2 Cargas vivas o sobrecarga de uso 23
2.1.3.3 Cargas eventuales 23
2.1.3.4 Combinaciones de carga 23
2.1.4 Modelo de análisis dinámico 24
2.1.4.1 Peso sísmico 24
2.1.4.2 Espectro de diseño 25
2.1.4.3 Corte basal 26
2.1.4.4 Desplazamiento lateral de techo 27
2.1.4.5 Desplazamientos absolutos y relativos de entre pisos (Drifts). 29
CAPITULO III 30
3 Diseño, metodología y procedimientos 30
3.1 Resistencia de diseño. 30
3.2 Diseño de vigas 30
3.2.1 Diseño a flexión pura 30
3.2.2 Verificaciones geométricas 33

3.2.3 Verificación de cuantía 33
3.2.4 Refuerzo longitudinal 33
3.2.5 Distribución de armadura longitudinal 36
3.2.6 Diseño al corte 40
3.2.7 Detallamiento del refuerzo transversal 42
3.2.8 Requerimientos de Confinamiento 42
3.3 Diseño de columnas 47
3.3.1 Verificación de disposiciones geométricas 47
3.3.2 Refuerzo longitudinal 47
3.3.3 Diseño en Flexo-Compresión 47
3.3.4 Verificación disposición Columna fuerte- Viga débil 48
3.3.5 Diseño al corte 49
3.3.6 Refuerzo de confinamiento 51
3.3.7 Verificación a corte del nudo 52
3.3.8 Diagramas de interacción 53
3.3.9 Armadura propuesta 54
3.4 Diseño de los muros 55
3.4.1 Consideraciones generales 55
3.4.2 Diseño a flexo-compresión 55
3.4.3 Verificación de requerimientos de curvatura 55
3.4.4 Confinamiento 56
3.4.5 Diseño al corte 56
3.4.6 Diagramas de interacción 59
3.4.6.1 Diagrama de interacción del muro T 59
3.4.6.2 Diagrama de interacción del muro rectangular 60
3.4.7 Diagramas de momento - curvatura 61
3.4.7.1 Diagrama de momento - curvatura para muro T 61
3.4.7.2 Diagrama de momento - curvatura para muro rectangular 61
3.4.8 Armadura propuesta 62
CAPITULO IV 65
4 Análisis no lineal 65
4.1 Registros de aceleración 65
4.2 Parámetros del modelo 66
4.2.1 Nodos y elementos 66
4.2.2 Curvas Esfuerzo – Deformación 67
4.2.2.1 Curva Esfuerzo – Deformación del Acero 67
4.2.2.2 Curva Esfuerzo – Deformación del Hormigón no confinado 67
4.2.3 Elementos de plasticidad concentrada 68

4.2.4 Superficie de fluencia 68
4.2.5 Reglas de histéresis 69
4.2.6 Consideraciones 71
CAPITULO V 74
5 Resultados 74
5.1 Desplazamientos 74
5.1.1 Desplazamientos absolutos 74
5.1.2 Desplazamientos relativos de entre piso 75
5.2 Demandas sísmicas 76
5.2.1 Demandas de ductilidad 76
5.2.1.1 Diagramas momento – curvatura, para enfoque MIC. 76
5.2.1.2 Diagramas momento – curvatura, para enfoque MID 78
5.2.1.3 Demanda de curvatura máxima en la altura 82
5.2.1.4 Razón de rigidez a flexión EI_{eff}/EI_{bruta} 83
5.2.2 Demandas de momento 86
5.2.2.1 Diagramas de momento, para enfoque MIC 86
5.2.2.2 Diagramas de momento, para enfoque MID 86
5.2.3 Demandas de corte 87
5.2.3.1 Diagramas de corte, para enfoque MIC 87
5.2.3.2 Diagramas de corte, para enfoque MID 87
5.2.4 Envolventes 88
5.2.4.1 Envolvente de momento 88
5.2.4.2 Envolvente de corte 90
5.3 Análisis incremental (Pushover) 93
CAPITULO VI 97
6 Conclusiones y comentarios 97
7 Referencias 100
Anexo A 102
8 Diseño a flexión pura y corte por capacidad para vigas de H.A. 102
8.1 Diseño a flexión pura 102
8.1.1 Diseño a flexión pura, piso 1 al 3 102
8.1.2 Diseño a flexión pura, piso 4 al 6 106
8.1.3 Diseño a flexión pura, piso 7 al 9 109
8.1.4 Diseño a flexión pura, piso 10 al 12 113
8.2 Diseño al corte por capacidad 116
8.2.1 Diseño al corte por capacidad, piso 1 al 3 116
8.2.2 Diseño al corte por capacidad, piso 4 al 6 118
8.2.3 Diseño al corte por capacidad, piso 7 al 9 120

8.2.4 Diseño al corte por capacidad, piso 10 al 12 122
Anexo B 125
9 Archivo entrada Ruaumoko-[2D] 125

Índice de figuras

Figura 1.1 - Esquema mecanismo de colapso. a) Ed. Marcos, b) Ed. Mixto y c) Ed. Muros. 14
Figura 1.2 - Comparación de dos enfoques: a) MIC y b) MID. Fuente [1, 2]. 16
Figura 1.3 - Diagrama de flujo de la metodología propuesta. 17
Figura 2.1 - Vista de planta tipo..... 19
Figura 2.2 - Vista en elevación tipo para ejes A, D, E y H. 20
Figura 2.3 - Vista en elevación tipo para ejes B, C, F y G. 21
Figura 2.4 - Modelo de análisis elástico 3D en Etabs [4]. 24
Figura 2.5 - Espectro de seudo - aceleración de diseño. 27
Figura 2.6 - Espectro de seudo - desplazamiento. 28
Figura 2.7 - Desplazamientos absolutos medios en el centro de masa. 29
Figura 2.8 - Drift medidos en el centro de masa. 29
Figura 3.1 - Sección rectangular de hormigón armado. 31
Figura 3.2 - Variación del coeficiente $\beta 1$ 31
Figura 3.3 - Variación del coeficiente de reducción de resistencia $\emptyset$. 32
Figura 3.4 - Detalles de barras dobladas para desarrollar el gancho estándar. 35
Figura 3.5 - Distribución de refuerzo a flexión en vigas. Pisos 1 al 3. 36
Figura 3.6 - Distribución de refuerzo a flexión en vigas. Pisos 4 al 6. 37
Figura 3.7 - Distribución de refuerzo a flexión en vigas. Pisos 7 al 9. 38
Figura 3.8 - Distribución de refuerzo a flexión en vigas. Pisos 10 al 12. 39
Figura 3.9 - Diseño de corte por capacidad en vigas. 41
Figura 3.10 - Distribución de refuerzo de corte en vigas. Pisos 1 al 3. 43
Figura 3.11 - Distribución de refuerzo de corte en vigas. Pisos 4 al 6. 44
Figura 3.12 - Distribución de refuerzo de corte en vigas. Pisos 7 al 9. 45
Figura 3.13 - Distribución de refuerzo de corte en vigas. Pisos 10 al 12. 46
Figura 3.14 - Detalle de las fuerzas de corte en columnas (diseño de corte por capacidad)..... 50
Figura 3.15 - Esquema cálculo de área efectiva del nudo, ACI318S [9]_*Sec 21.7.4*..... 52
Figura 3.16 - Diagrama de interacción columnas exteriores - Eje X. 53
Figura 3.17 - Diagrama de interacción columnas exteriores - Eje Y. 53
Figura 3.18 - Diagrama de interacción columnas interiores - Eje X. 53
Figura 3.19 - Diagrama de interacción columnas interiores - Eje Y. 53
Figura 3.20 - Detalle de armadura para columnas exteriores. 54
Figura 3.21 - Detalle de armadura para columnas exteriores. 54
Figura 3.22 - Diagrama de variación del coeficiente αc..... 57
Figura 3.23 - Comparación de fuerzas laterales estáticas y dinámicas.. 57
Figura 3.24 - Diagrama de interacción para el ala de muros T..... 59

Figura 3.25 - Diagrama de interacción para el alma de muros T. 60
Figura 3.26 - Diagrama de interacción para muros rectangulares. 60
Figura 3.27 - Diagrama momento-curvatura para muros T, ... 61
Figura 3.28 - Diagrama momento-curvatura para muros rectangulares,..... 61
Figura 3.29 - Detalle de armadura para muros “T”. 62
Figura 3.30 - Detalle de armadura para muros rectangulares. 62
Figura 3.31 - Corte A-A, correspondiente al ala del muro T. 63
Figura 3.32 - Corte B-B, correspondiente al alma del muro T. 63
Figura 3.33 - Corte C-C, correspondiente al extremo del muro rectangular..... 64
Figura 4.1 - Registro de aceleraciones - Concepción centro. 65
Figura 4.2 - Registro de aceleraciones - Constitución. 65
Figura 4.3 - Registro de aceleraciones - Marga-Marga. 66
Figura 4.4 - Modelo en RUAUMOKO-2D para el modelo MIC, ejes A, B, C, D..... 66
Figura 4.5 - Modelo en RUAUMOKO-2D para el modelo MID, ejes A, B, C, D..... 66
Figura 4.6 - Idealización curva esfuerzo- deformación para acero A630-420H. Fuente: [16, 17]. ... 67
Figura 4.7 - Curva esfuerzo deformación de Hognestad 68
Figura 4.8 - Modelo de plasticidad concentrada de una componente 68
Figura 4.9 - Modelo de plasticidad concentrada de elemento viga de 68
Figura 4.10 - Superficie de interacción de fluencia para columnas tipo 69
Figura 4.11 - Regla histerética de Takeda, para vigas y columnas. Fuente [18]. 69
Figura 4.12 - Regla histerética de SINA. Fuente [10]. 70
Figura 4.13 - Correlación entre resultados experimentales y los parámetros 71
Figura 4.14 - Comparación entre el modelo analítico y el resultado experimental..... 72
Figura 4.15 - Variación de carga axial en el tiempo, muro T. 72
Figura 4.16 - Diagrama momento - curvatura para muro T (AT). 73
Figura 4.17 - Diagrama momento - curvatura para muro T (AC)..... 73
Figura 5.1 - Desplazamientos máximos absolutos. 74
Figura 5.2 - Desplazamientos relativos de entre piso (Drift)..... 75
Figura 5.3 - Momento - curvatura muro MT-A, registro de Concepción. 76
Figura 5.4 - Momento - curvatura muro MT-B, registro de Concepción. 77
Figura 5.5 - Momento - curvatura muro MT-A, registro de Constitución. 77
Figura 5.6 - Momento - curvatura muro MT-B, registro de Constitución. 77
Figura 5.7 - Momento - curvatura muro MT-A, registro de Viña del Mar. 78
Figura 5.8 - Momento - curvatura muro MT-B, registro de Viña del Mar. 78
Figura 5.9 - Momento - curvatura muro MT-A, registro de Concepción. 78
Figura 5.10 - Momento - curvatura muro MT-B, registro de Concepción. 79
Figura 5.11 - Momento - curvatura muro MT-A, registro de Constitución. 79
Figura 5.12 - Momento - curvatura muro MT-B, registro de Constitución. 79

Figura 5.13 - Momento - curvatura muro MT-A, registro de Viña del Mar. 80
Figura 5.14 - Momento - curvatura muro MT-B, registro de Viña del Mar. 80
Figura 5.15 - N° pisos v/s curvatura (MIC), muro MT-A. 82
Figura 5.16 - N° pisos v/s curvatura (MIC), muro MT-B. 82
Figura 5.17 - N° pisos v/s curvatura (MID), muro MT-A. 82
Figura 5.18 - N° pisos v/s curvatura (MID), muro MT-B. 82
Figura 5.19 - N° pisos v/s curvatura máxima (MIC y MID), muro MT-A. 83
Figura 5.20 - N° pisos v/s EI_{eff}/EI_{bruta} (MIC), muro MT-A. 83
Figura 5.21 - N° pisos v/s EI_{eff}/EI_{bruta} (MIC), muro MT-B. 83
Figura 5.22 - N° pisos v/s EI_{eff}/EI_{bruta} (MIC), muro MT-A. 84
Figura 5.23 - N° pisos v/s EI_{eff}/EI_{bruta} (MIC), muro MT-B. 84
Figura 5.24 - N° pisos v/s EI_{eff}/EI_{bruta} (MIC y MID), muro MT-A. 84
Figura 5.25 - Demandas de momento para muro MT-A, enfoque MIC. 86
Figura 5.26 - Demandas de momento para muro MT-B, enfoque MIC. 86
Figura 5.27 - Demandas de momento para muro MT-A, enfoque MID. 86
Figura 5.28 - Demandas de momento para muro MT-B, enfoque MID. 86
Figura 5.29 - Demandas de corte para muro MT-A, enfoque MIC. 87
Figura 5.30 - Demandas de corte para muro MT-B, enfoque MIC. 87
Figura 5.31 - Demandas de corte para muro MT-A, enfoque MID. 87
Figura 5.32 - Demandas de corte para muro MT-B, enfoque MID. 87
Figura 5.33 - Capacidad de diseño para envolventes de momento en muros. Fuente [1, 2]. 88
Figura 5.34 - Envolvente de momento muro MT-A. 90
Figura 5.35 - Envolvente de momento muro MT-B. 90
Figura 5.36 - Capacidad de diseño para envolventes de corte en muros. Fuente [1, 2]. 90
Figura 5.37 - Envolvente de corte muro MT-A. 91
Figura 5.38 - Envolvente de corte muro MT-B. 91
Figura 5.39 - Comparación del corte el método Neozelandés [13], Morales et al. [1, 2] y norma NCh433 [6]. Muro MT-A. 92
Figura 5.40 - Comparación del corte entre el método Neozelandés [13], Morales et al. [1, 2] y norma NCh433 [6]. Muro MT-B. 92
Figura 5.41 - Curva de capacidad del sistema, enfoque MIC y MID. 93
Figura 5.42 - Pushover para muros MT-A y MT-B, modelo MIC. 94
Figura 5.43 - Pushover para muros MT-A y MT-B, modelo MID. 94
Figura 5.44 - Curva de capacidad de los muros, enfoque MIC y MID. 95
Figura 5.45 - Curva de capacidad del marco, enfoque MIC y MID. 95
Figura 5.46 - Curvatura vs Desplazamiento de techo en muros, con MIC y MID. 95
Figura 5.47 - Curvatura vs Desplazamiento de techo en muros, con MIC y MID. 96

Índice de tablas

Tabla 2.1 - Dimensiones de los elementos estructurales. Unidades en [cm]. 18
Tabla 2.2 - Características principales del edificio. 18
Tabla 2.3 - Resumen de las propiedades del hormigón utilizado. 22
Tabla 2.4 - Resumen de las propiedades del acero. 22
Tabla 2.5 - Combinaciones de carga. 23
Tabla 2.6 - Peso sísmico de la estructura. 24
Tabla 2.7 - Parámetros sísmicos..... 26
Tabla 2.8 - Resumen del análisis modal espectral. 26
Tabla 2.9 - Factores de reducción y corte basal. 27
Tabla 2.10 - Valores de Cd* 28
Tabla 2.11 - Desplazamiento lateral de diseño en el techo. 28
Tabla 2.12 - Desplazamientos absolutos y drift. 29
Tabla 3.1 - Resumen de armadura longitudinal para columnas. 47
Tabla 3.2 - Verificación disposición columna fuerte - viga débil. Ejes A y H. 48
Tabla 3.3 - Verificación disposición columna fuerte - viga débil. Ejes B y G. 49
Tabla 3.4 - Verificación disposición columna fuerte - viga débil. Ejes C y F. 49
Tabla 3.5 - Verificación disposición columna fuerte - viga débil. Ejes D y E. 49
Tabla 3.6 - Refuerzo transversal fuera de la zona de confinamiento. 50
Tabla 3.7 - Refuerzo transversal en la zona de confinamiento. 51
Tabla 3.8 -Tabla comparativa diseño al corte de muros. 59
Tabla 5.1 - Clasificación del daño global. 75
Tabla 5.2 - Daño global para enfoque MIC y MID. 75
Tabla 5.3 - Ductilidad de curvatura para muro MT-A. Enfoque MIC. 81
Tabla 5.4 - Ductilidad de curvatura para muro MT-B. Enfoque MIC. 81
Tabla 5.5 - Ductilidad de curvatura para muro MT-A. Enfoque MID. 81
Tabla 5.6 - Ductilidad de curvatura para muro MT-B. Enfoque MID. 81
Tabla 5.7 - Degradación de rigidez a flexión (EI_{eff}/EI_{bruta})% para MIC. 85
Tabla 5.8 - Degradación de rigidez a flexión (EI_{eff}/EI_{bruta})% para MID. 85
Tabla 5.9 - Resumen de cálculo para la envolvente de momento. 89
Tabla 5.10 - Resumen de cálculo para la envolvente de corte. 91
Tabla 8.1 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje A y H (piso 1 al 3)... 102
Tabla 8.2 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje B y G (piso 1 al 3). . 102
Tabla 8.3 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje C y F (piso 1 al 3)... 103
Tabla 8.4 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje D y E (piso 1 al 3)... 103
Tabla 8.5 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 1 (piso 1 al 3). 104
Tabla 8.6 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 2 (piso 1 al 3). 104

Tabla 8.7 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 3 (piso 1 al 3). 105
Tabla 8.8 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 4 (piso 1 al 3). 105
Tabla 8.9 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje A y H (piso 4 al 6)... 106
Tabla 8.10 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje B y G (piso 4 al 6). 106
Tabla 8.11 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje C y F (piso 4 al 6). 106
Tabla 8.12 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje D y E (piso 4 al 6). 107
Tabla 8.13 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 1 (piso 4 al 6). 107
Tabla 8.14 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 2 (piso 4 al 6). 108
Tabla 8.15 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 3 (piso 4 al 6). 108
Tabla 8.16 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 4 (piso 4 al 6). 109
Tabla 8.17 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje A y H (piso 7 al 9). 109
Tabla 8.18 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje B y G (piso 7 al 9). 110
Tabla 8.19 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje C y F (piso 7 al 9). 110
Tabla 8.20 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje D y E (piso 7 al 9). 110
Tabla 8.21 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 1 (piso 7 al 9). 111
Tabla 8.22 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 2 (piso 7 al 9). 111
Tabla 8.23 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 3 (piso 7 al 9). 112
Tabla 8.24 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 4 (piso 7 al 9). 112
Tabla 8.25 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje A y H (p 10 al 12)..113
Tabla 8.26 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje B y G (p 10 al 12)..113
Tabla 8.27 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje C y F (p 10 al 12)..113
Tabla 8.28 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje D y E (p 10 al 12)..114
Tabla 8.29 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 1 (piso 10 al 12). .. 114
Tabla 8.30 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 2 (piso 10 al 12). .. 115
Tabla 8.31 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 3 (piso 10 al 12). .. 115
Tabla 8.32 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 4 (piso 10 al 12). .. 116
Tabla 8.33 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje A y H (piso 1 al 3)..... 116
Tabla 8.34 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje B y G (piso 1 al 3). ... 117
Tabla 8.35 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje C y F (piso 1 al 3)..... 117
Tabla 8.36 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje D y E (piso 1 al 3)..... 117
Tabla 8.37 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 1 (piso 1 al 3)..... 117
Tabla 8.38 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 2 (piso 1 al 3)..... 118
Tabla 8.39 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 3 (piso 1 al 3)..... 118
Tabla 8.40 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 4 (piso 1 al 3)..... 118
Tabla 8.41 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje A y H (piso 4 al 6)..... 118
Tabla 8.42 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje B y G (piso 4 al 6). ... 119
Tabla 8.43 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje C y F (piso 4 al 6)..... 119
Tabla 8.44 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje D y E (piso 4 al 6)..... 119

Tabla 8.45 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 1 (piso 4 al 6)..... 119
Tabla 8.46 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 2 (piso 4 al 6)..... 120
Tabla 8.47 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 3 (piso 4 al 6)..... 120
Tabla 8.48 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 4 (piso 4 al 6)..... 120
Tabla 8.49 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje A y H (piso 7 al 9)..... 120
Tabla 8.50 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje B y G (piso 7 al 9). ... 121
Tabla 8.51 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje C y F (piso 7 al 9)..... 121
Tabla 8.52 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje D y E (piso 7 al 9)..... 121
Tabla 8.53 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 1 (piso 7 al 9)..... 121
Tabla 8.54 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 2 (piso 7 al 9)..... 122
Tabla 8.55 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 3 (piso 7 al 9)..... 122
Tabla 8.56 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 4 (piso 7 al 9)..... 122
Tabla 8.57 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje A y H (piso 10 al 12). 122
Tabla 8.58 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje B y G (piso 10 al 12). 123
Tabla 8.59 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje C y F (piso 10 al 12). 123
Tabla 8.60 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje D y E (piso 10 al 12). 123
Tabla 8.61 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 1 (piso 10 al 12)..... 123
Tabla 8.62 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 2 (piso 10 al 12)..... 124
Tabla 8.63 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 3 (piso 10 al 12)..... 124
Tabla 8.64 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 4 (piso 10 al 12)..... 124

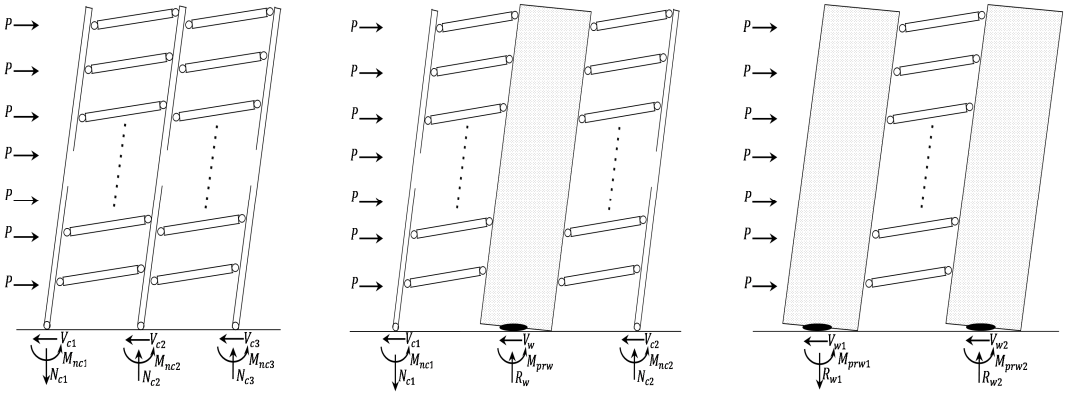
Capítulo I

1 Descripción del trabajo

1.1 Introducción

Ante la importancia del estado funcional de las distintas tipologías de edificios de hormigón armado frente a las demandas sísmicas, se elige en primera instancia un mecanismo de colapso con el objetivo de disipar la mayor cantidad de energía, para luego diseñar de acuerdo a esa hipótesis.

Para el caso de los edificios de hormigón armado se adopta por lo general un modelo de inelasticidad concentrada (MIC) a modo de simplificación para representar comportamiento inelástico de las estructuras. Este enfoque supone que el comportamiento no lineal se concentra en la sección crítica (primer nivel). De acuerdo a esto, en la figura 1.1 se expone un esquema del mecanismo de colapso comúnmente utilizado para cada tipología de edificios de hormigón armado, ocasionado por la formación de rótulas plásticas en el primer nivel.



a) b) c)

Figura 1.1 - Esquema mecanismo de colapso. a) Ed. Marcos, b) Ed. Mixto y c) Ed. Muros.

Cabe señalar que el principal criterio de estructuración a nivel nacional, en el caso de edificios de hormigón armado, corresponde a los sistemas estructurales por muros, los cuales han tenido una buena respuesta en zonas de alta sismicidad. Este tipo de estructuración proporciona a las edificaciones una alta capacidad resistente ante las acciones laterales y a la vez genera una estructura rígida que permite controlar demandas sísmicas a nivel global, como los desplazamientos relativos de entrepiso. Conforme a lo anterior, Morales et al. [1, 2], adopta un modelo de inelasticidad distribuida (MID), el cual presenta un mayor grado de discretización para muros de sección asimétrica correspondiente a edificios de hormigón armado diseñados de acuerdo al Eurocódigo 8 [3], el cual considera que el comportamiento no lineal puede tener lugar en cualquier nivel del edificio, Aduciendo la inconveniencia de adoptar el enfoque MIC, es que este modelo no considera el comportamiento no-lineal sobre la sección crítica, por lo que supone que el resto del elemento se comporta elásticamente, evidenciando problemáticas como la rigidez no constante en la altura, puesto que es función de la demanda de momento, la cual no presenta limitación alguna en niveles superiores.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar comparativamente el desempeño sísmico a nivel global y el comportamiento de los elementos críticos (muros) a nivel local, para un edificio de hormigón armado en caso de estudio, modelado mediante dos enfoques diferentes; el primero caracterizado por un modelo con inelasticidad concentrada (MIC) y el segundo un modelo con inelasticidad distribuida (MID).

1.2.2 Objetivos Específicos

- Diseñar un edificio de hormigón armado de tipología mixta, con una altura de 12 niveles, compuesta por marcos, muros simétricos de sección rectangular y muros asimétricos de sección “T”, de acuerdo a los códigos y normas vigentes.

- Evaluar la respuesta para los enfoques MIC y MID por medio de un análisis no lineal tiempo-historia con tres registros de aceleraciones sísmicas de distinta intensidad.

- Obtener demandas globales; como desplazamientos absolutos, relativos de entrepisos y el nivel de desempeño o comportamiento sísmico esperado. También las demandas locales para los muros de sección “T”; estas son las envolventes de las demandas sísmicas (de ductilidad, momento y corte) para cada uno de los enfoques.

- Realizar un análisis no lineal estático del tipo pushover a la estructura, permitiendo verificar el nivel de plastificaciones de los muros asimétricos, identificando el orden en que se presentan las fallas para ambos modelos.

- Evaluar comparativamente los resultados mencionados anteriormente, plantear conclusiones, observaciones y recomendaciones.

1.3 Alcances

- El edificio de hormigón armado posee 12 niveles de altura, presentando regularidad en elevación y simetría en planta, donde los materiales a emplear son hormigón G-30 y refuerzo de calidad A630-420H.

- El análisis sísmico se centrará exclusivamente en territorio nacional, con categoría de ocupación de edificio II correspondiente a uso habitacional, específicamente en la zona sísmica 3 y con un suelo tipo D, como es caso de la ciudad de Viña del Mar y Concepción.

- Se efectuará un análisis lineal del edificio, por medio del programa estructural ETABS [4] y será diseñado de acuerdo a la normativa vigente nacional.

- El análisis no lineal dinámico tiempo-historia y el análisis no lineal estático (Pushover) se realizará a través del programa de propósito estructural RUAUMOKO-2D [5].

1.4 Metodología

- El diseño estructural será realizado de acuerdo a las disposiciones de la Norma Chilena NCh433.Of1996 [6], Decreto Supremo N°60 [7], N° 61 [8] y el Reglamento ACI318-08 [9].

- El análisis dinámico tiempo-historia se llevará a cabo por medio del programa RUAUMOKO-2D [5] mediante un modelo plano en dirección “Y”, correspondiente al eje de interés de estudio. Cabe mencionar que este análisis es usualmente empleado para predecir la repuesta no lineal de una estructura representando el comportamiento real frente a un evento sísmico, por lo cual, se utilizarán tres registros de aceleraciones correspondientes al evento del 27 de febrero del 2010 para las ciudades de Viña del Mar, Concepción y Constitución.

- Se utilizan elementos de plasticidad concentrada en los extremos para modelar vigas, columnas. Respecto a los muros, presentan una variación en cuanto al tipo de elemento asignado entre un enfoque y otro: para el MIC mediante un elemento viga “Giberson Beam” [10]; mientras que para el MID un elemento viga “Two-Component” [10], el cual será discretizado en cuatro elementos por nivel [1].

  El comportamiento no lineal se logra asignando un modelo histerético para los elementos estructurales, tanto para el enfoque MIC como para el MID se utiliza en las secciones simétricas (vigas y columnas) la regla histerética de Takeda [10] y en los muros de sección asimétrica de sección “T”, se utiliza la regla histerética tri-lineal SINA [10]. La siguiente figura presenta de manera gráfica la diferencia entre ambos métodos.

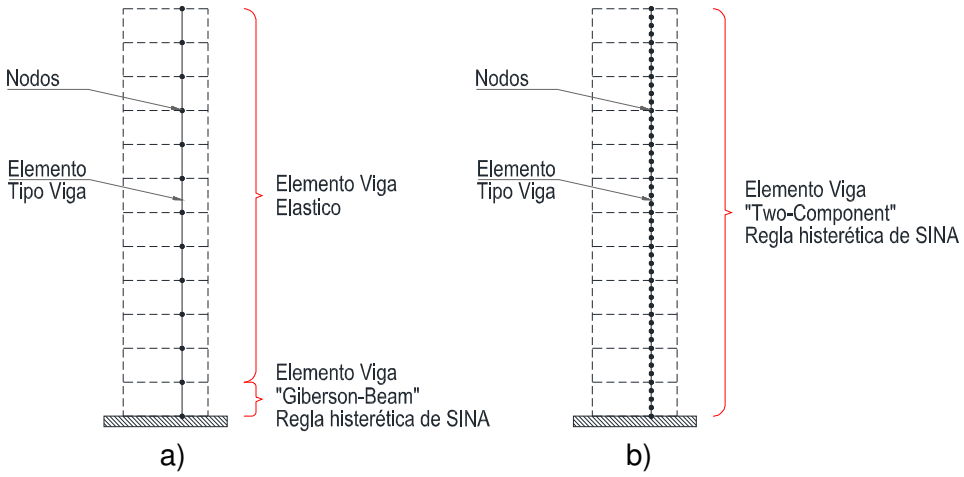


Figura 1.2 - Comparación de dos enfoques: a) MIC y b) MID. Fuente [1, 2].

- Se obtendrá información relevante como; desplazamientos absolutos y relativos de entre pisos consecutivos, envolventes de las demandas sísmicas para muros asimétricos de sección “T” para cada uno de los modelos presentados en este trabajo, con el propósito de su evaluación.

- El análisis incremental (Pushover) se realizará a través del programa RUAUMOKO-2D [5], donde la estructura será sometida a una carga estática de distribución triangular invertida, de esta forma se obtendrá la curva de capacidad del sistema para ambos modelos.

La metodología propuesta es representa en la figura 1.4 por medio de un diagrama de flujo.

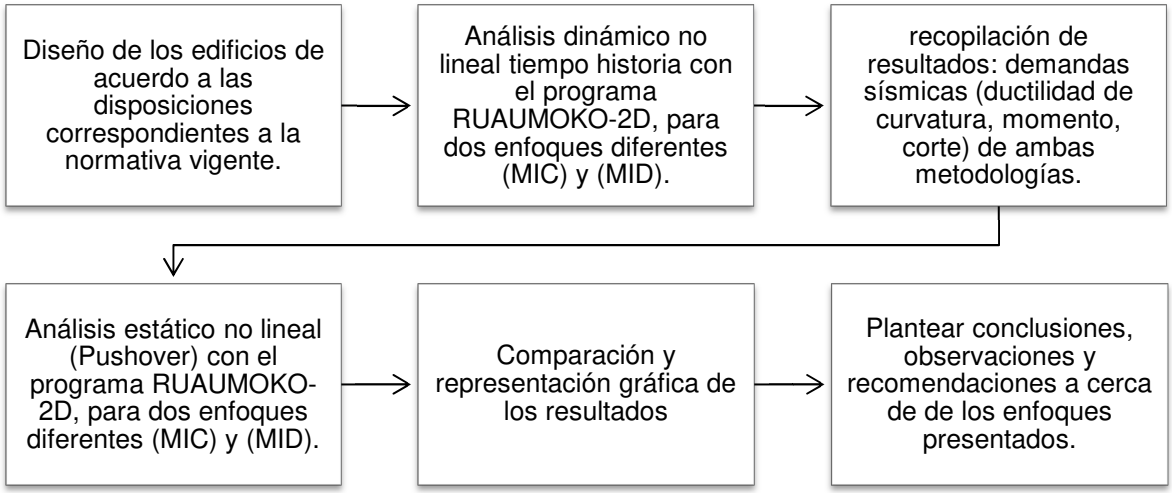


Figura 1.3 - Diagrama de flujo de la metodología propuesta.

CAPÍTULO II

2 Antecedentes

2.1 Distribución y diseño

En este capítulo se describe y se presenta el detalle de la estructura en estudio. Se dimensionan los elementos estructurales de acuerdo a los requisitos mínimos del código ACI318-08 [9] y D.S. n° 60 [7], además se realiza el análisis sísmico de acuerdo a la norma NCh433.Of96 [6].

2.1.1 Descripción general

Según la norma NCh433.Of96 [6], el edificio se clasifica de acuerdo a la categoría ocupacional II con uso habitacional, con zonificación sísmica 3, el cual estará fundado sobre un suelo tipo D.

En cuanto a su dimensionamiento, éste posee una altura de entrepiso de $3.65\ [m]$, exceptuando el primero con una altura de $4.90\ [m]$, compuesto en base a marcos en una dirección, muros rectangulares "I" y muros de sección asimétrica "T" unidos mediante vigas, donde la acción de diafragma rígido, se genera mediante losas, otorgándole a cada nivel características de diafragma rígido.

Las tablas 2.1 y 2.2 muestran las dimensiones de los elementos estructurales y las principales características del edificio.

Tabla 2.1 - Dimensiones de los elementos estructurales. Unidades en [cm].

Vigas	Columnas		Muro T				Muros I		Losas
			Alma		Ala				
	Interiores	Exteriores	Largo	Espesor	Largo	Espesor	Largo	Espesor	Espesor
25x60	55x55	55x55	685	50	790	30	790	30	18

Tabla 2.2 - Características principales del edificio.

Largo en Planta [m]	Ancho en planta [m]	Área en planta [m^2]	Altura total [m]
55.30	20.10	1111.53	45.05

Las siguientes figuras muestran la vista en planta y las elevaciones principales del edificio.

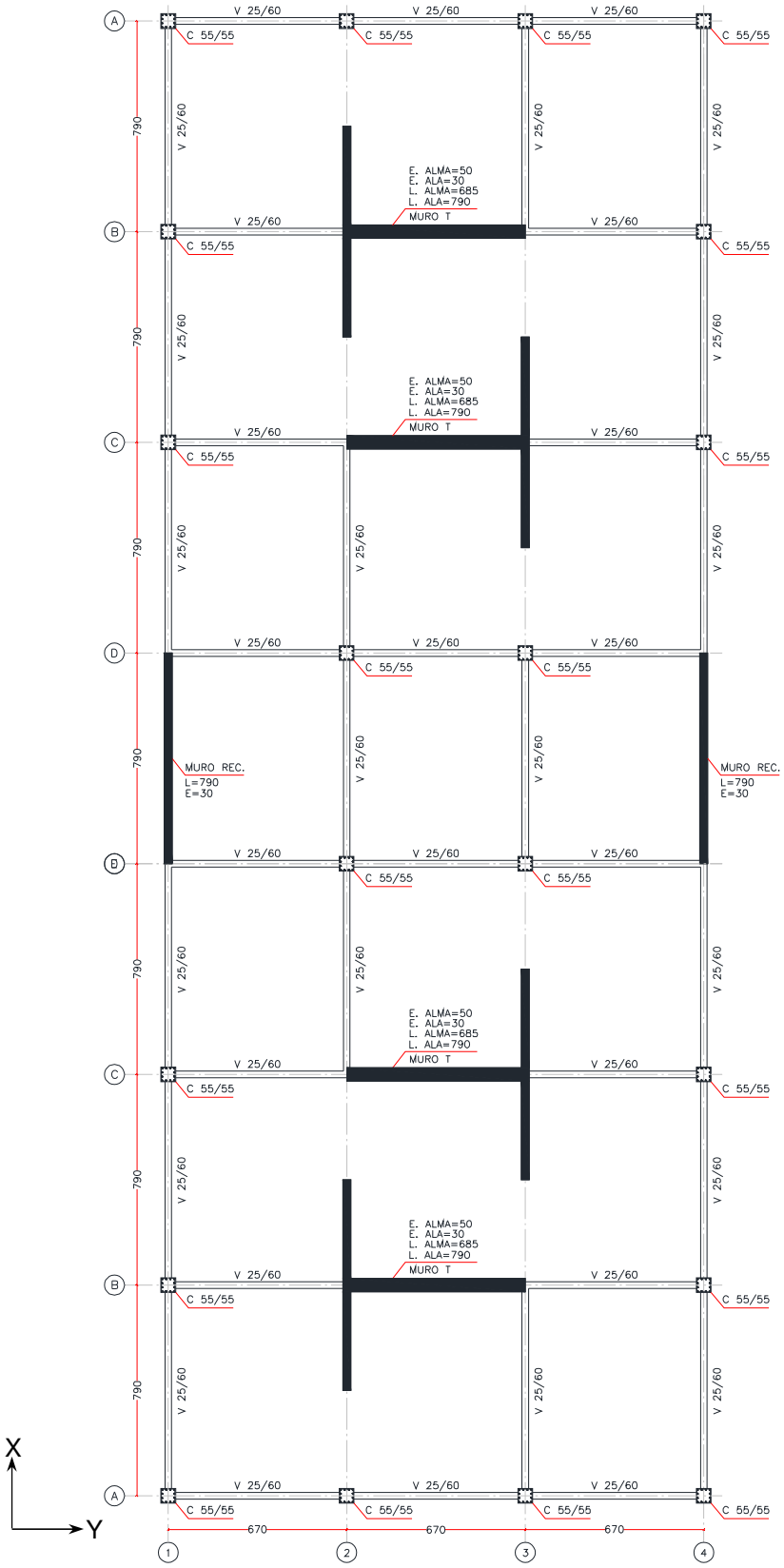


Figura 2.1 - Vista de planta tipo.

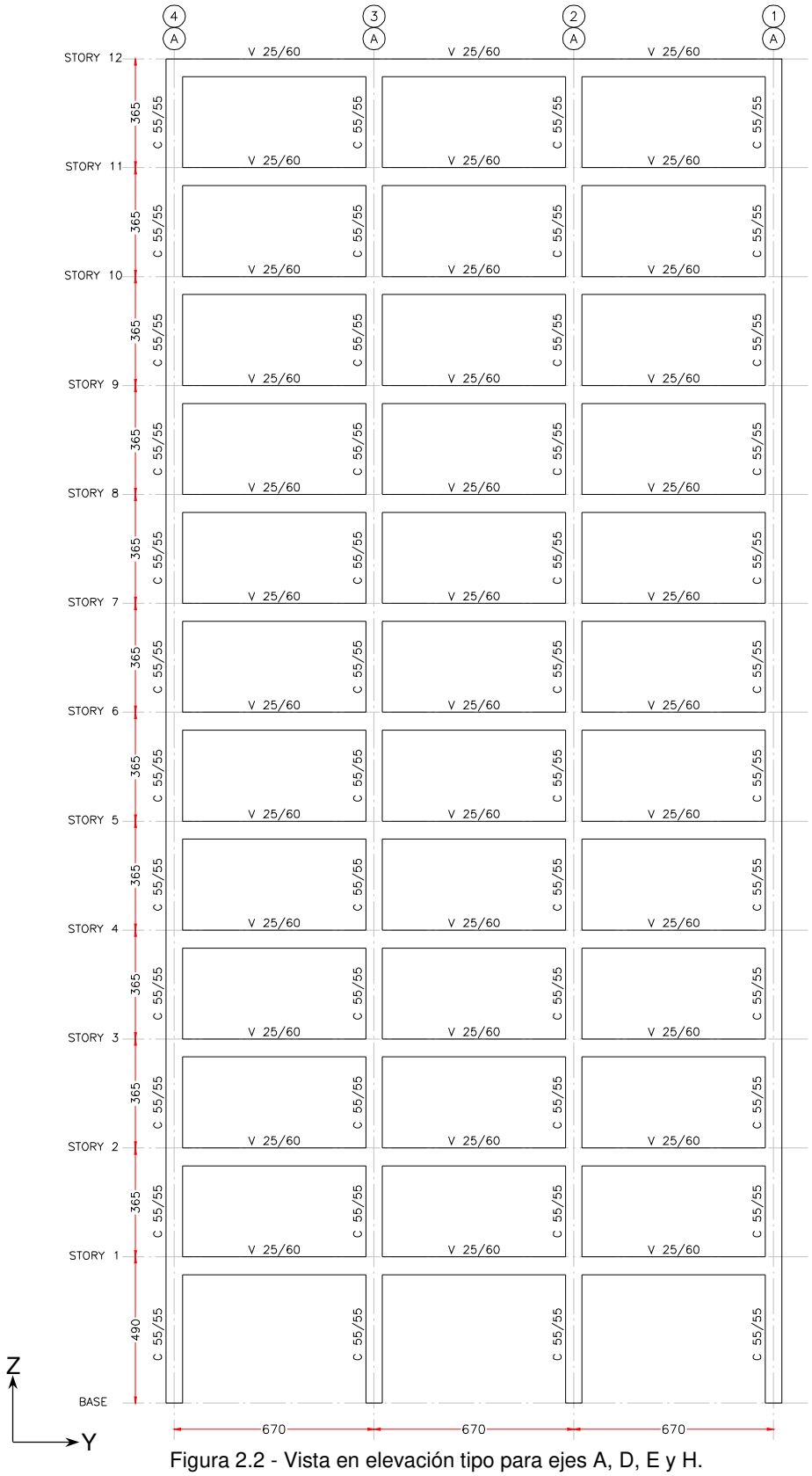


Figura 2.2 - Vista en elevación tipo para ejes A, D, E y H.

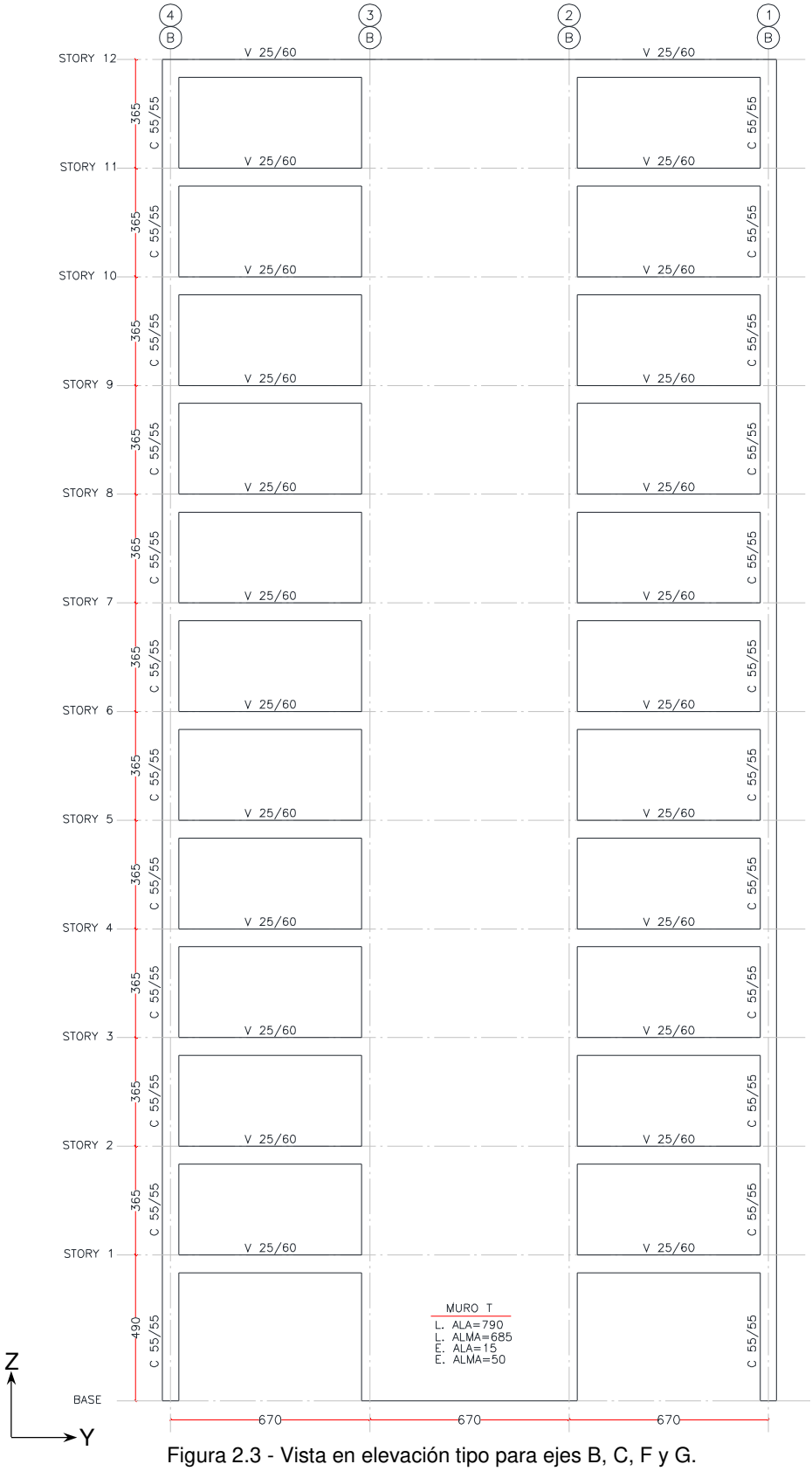


Figura 2.3 - Vista en elevación tipo para ejes B, C, F y G.

2.1.2 Materiales empleados

2.1.2.1 **Hormigón**

En vigas, losas, columnas, muros de sección rectangular y muros de sección asimétrica "T" se utiliza un hormigón estructural clase $G-30$, cuya resistencia cilíndrica $f_c' = 300\ [Kgf/cm^2]$. El módulo de elasticidad o módulo de Young del hormigón se extrae del código de diseño de hormigón armado ACI318-08 [9], válido para hormigones de peso normal, que en este caso se asume de $2500\ [kgf/m^3]$.

$$\mathrm{E_c} = 15100\sqrt{\mathrm{f_c'}} \qquad (\text{ec. } 2.1)$$

Dónde,

E_c : Módulo de elasticidad del material $[\mathrm{kgf/cm^2}]$.
$\mathrm{f_c'}$: Resistencia cilíndrica del hormigón en $[\mathrm{kgf/cm^2}]$.

El módulo de corte viene dado por la ecuación 2.

$$\mathrm{G} = \frac{\mathrm{E}}{2(1+\upsilon)} \qquad (\text{ec. } 2.2)$$

G : Módulo de corte del material $[\mathrm{kgf/cm^2}]$.
υ : Módulo de Poisson del material.

Tabla 2.3 - Resumen de las propiedades del hormigón utilizado.

Propiedades del H.A.	Designación	Magnitud	Unidad
Resistencia equivalente	f_c'	300	[kg/cm^2]
Módulo de elasticidad	E_c	261539,67	[kg/cm^2]
Módulo de corte del material	G_c	108974.86	[kg/cm^2]
Coeficiente de Poisson	υ	0,2	-
Peso específico	γ	2500	[kg/cm^2]

2.1.2.2 **Acero de refuerzo**

En vigas, losas, columnas, muros de sección rectangular y muros de sección T se utilizan barras de acero comercial de refuerzo de calidad $A63-42H$, donde la fluencia ocurre a los $420[MPa]$ y la ruptura a los $630\ [MPa]$.

Tabla 2.4 - Resumen de las propiedades del acero.

Propiedades del acero	Designación	Magnitud	Unidad
Módulo de elasticidad o young	E_s	2,1x10^6	[kg/cm^2]
Esfuerzo de fluencia	f_y	4200	[kg/cm^2]
Esfuerzo de ruptura	f_u	6300	[kg/cm^2]
Módulo de Poisson	υ	0,3	-
Peso específico	γ	78503	[kg/cm^3]

2.1.3 Estados de carga

Los estados de carga estáticos y dinámicos a los cuales se encuentran sometidas las estructuras, empleados para el análisis de las mismas son los siguientes.

2.1.3.1 **Cargas muertas o permanentes**

Corresponde al peso propio de cada elemento estructural (vigas, columnas, muros de sección rectangular, muros de sección T y losas) considerado distribuido en toda su longitud. Es proporcionado y calculado por el programa Etabs [4] y verificado manualmente.

2.1.3.2 **Cargas vivas o sobrecarga de uso**

Competen a las cargas con características de acción variable en el tiempo, determinadas por la función y uso del edificio, obtenidas de la norma NCh 1537 Of. 2009 [11]. Para este trabajo de título se considera una sobrecarga de uso de $250\ [kgf/m^2]$ y una sobrecarga de techo de $100\ [kgf/m^2]$.

2.1.3.3 **Cargas eventuales**

Corresponden a las cargas que afectan a la estructura durante un tiempo de baja duración. Para este trabajo se considera como carga eventual, la acción de la carga sísmica, según lo establecido en la norma NCh433.Of96 [6] y D.S. n°61 [8] y no se considera la carga proporcionada por el viento.

2.1.3.4 **Combinaciones de carga**

Las estructuras, los elementos y las fundaciones que componen una estructura deben ser diseñados de manera que su resistencia de diseño sea mayor o igual que el efecto de las cargas mayoradas para dar mayor seguridad ante eventuales aumentos de las cargas de servicio y así minimizar los riesgos a los que se enfrentan.

Las combinaciones de carga consideradas en este trabajo se muestran en la tabla 2.5 y están definidas en la norma NCh 3171 Of.2010 [12].

Tabla 2.5 - Combinaciones de carga.

Combinación de carga	D	L	E
Comb1	1,4	-	-
Comb2	1,2	1,6	-
Comb3	1,2	1	±1,4
Comb4	0,9	-	±1,4

Dónde,

D : Carga Muerta o Permanente.
L : Carga Viva o Sobrecarga de Uso.
E : Carga Sísmica.

2.1.4 Modelo de análisis dinámico

Para el análisis dinámico de la estructura, esta se modela con el programa Etabs v15.2.0 [4] basado en las normas descritas en la sección 2.1.

En cuanto a las losas y las fundaciones, estas no formarán parte del estudio no contribuyendo a los objetivos del presente trabajo, sin embargo se incorporó el efecto de diafragma rígido compatibilizando las deformaciones a nivel de piso, así como la transmisión de esfuerzos a los elementos estructurales y en el caso de la fundación, se considera el empotramiento perfecto basal de los elementos que componen la estructura. La siguiente figura muestra el modelo de análisis elástico en 3D para el análisis modal espectral del edificio.

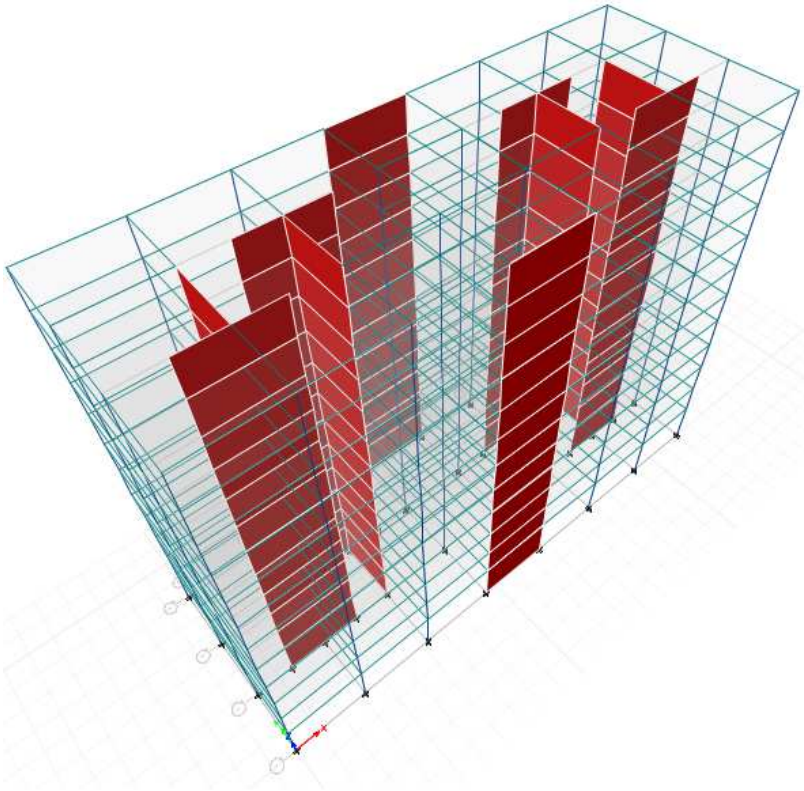


Figura 2.4 - Modelo de análisis elástico 3D en Etabs [4].

2.1.4.1 **Peso sísmico**

El peso sísmico de la estructura considera el 100% del peso propio más el 25% de la sobrecarga. La siguiente tabla muestra el peso sísmico del edificio.

Tabla 2.6 - Peso sísmico de la estructura.

Peso sísmico	
[Tonf-s²/m]	**[Tonf]**
1178,1	11557,6

2.1.4.2 **Espectro de diseño**

Se realiza un análisis modal espectral conforme a la norma NCh433of96 [6]. El espectro de diseño que determina la resistencia sísmica de la estructura está definido por la ecuación 2.3.

$$S_a = \frac{S \cdot A_0 \cdot \alpha}{(R^*/I)} \qquad \text{(ec. 2.3)}$$

Dónde:

S : Parámetro que depende del tipo de suelo.
I : Es el coeficiente relativo de edificios y otras estructuras debido a su importancia, uso y riesgo de falla.
A_0 : Es la aceleración efectiva máxima, de acuerdo con la zonificación sísmica del país.
α : Factor de amplificación de la aceleración efectiva.
R^* : Factor de reducción de la aceleración espectral, en cada dirección de análisis.

El factor de amplificación de la aceleración efectiva, para cada modo de vibrar n, se determina mediante la siguiente expresión.

$$\alpha = \frac{1 + 4.5\left(\frac{T_n}{T_0}\right)^P}{1 + \left(\frac{T_n}{T_0}\right)^3} \qquad \text{(ec. 2.4)}$$

Dónde:

T_n : Período de vibración del modo n.
T_0, P : Parámetros en función del tipo de suelo.

El factor de reducción de la aceleración espectral, calculado para el periodo del modo con mayor masa traslacional equivalente en la dirección de análisis, se determina por la siguiente expresión.

$$R^* = 1 + \frac{T^*}{0.1 \cdot T_0 + \frac{T^*}{R_0}} \qquad \text{(ec. 2.5)}$$

Dónde:

T^* : Período de vibración correspondiente al modo con mayor masa traslacional equivalente en la dirección de análisis.
R_0 : Factor de modificación de la respuesta estructural. Refleja las características de absorción y disipación de energía de la estructura resistente, así como la experiencia sobre el comportamiento sísmico de los diferentes tipos de estructuras y materiales empleados.

El valor R* se debe corregir de manera de satisfacer la sección 6.3.7 de la NCh433of96 [6]. Limitaciones del esfuerzo de corte basal, la cual menciona “Si la componente del esfuerzo de corte basal en la dirección de la acción sísmica resulta menor que los desplazamientos y rotaciones de

los diafragmas horizontales y las solicitaciones de los elementos estructurales se deben multiplicar por un factor de manera que dicho esfuerzo de corte alcance el valor señalado, como mínimo".

El resumen de los parámetros sísmicos para el edificio, se presentan en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 - Parámetros sísmicos.

Disposiciones de aplicación general	Variable asociada		
	Parámetro	**Valor**	**Unidad**
Categoría de ocupación II	I	1	-
Zona sísmica III	A_0 / g	0,4	[g]
Tipo de suelo D	S	1,2	-
	T_0	0,75	[s]
	T'	0,85	[s]
	n	1,8	-
	p	1	-
Factores de modificación	R	7	-
de la respuesta	R_0	11	-
Períodos de vibración	T^*_x	1,183	[s]
	T^*_y	0,983	[s]

2.1.4.3 **Corte basal**

Uno de los resultados de mayor relevancia que arroja el análisis modal espectral es la cantidad de fuerza de corte por la acción sísmica en el nivel basal de una estructura y el corte que solicita cada nivel. La norma de diseño sísmico NCh433 [6] establece parámetros que acotan el valor del corte basal, la cota inferior de corte queda definida por la ecuación 2.6, mientras que el valor máximo se obtiene de la ecuación 2.7.

$$Q_{mín} = \frac{I \cdot S \cdot A_0 \cdot P}{6 \cdot g} \qquad \text{(ec. 2.6)}$$

$$Q_{máx} = I \cdot C_{máx} \cdot P \qquad \text{(ec. 2.7)}$$

$$C_{máx} = 0{,}35 \cdot S \cdot A_0/\mathrm{g} \qquad \text{(ec. 2.8)}$$

Donde,

I : Es el coeficiente relativo al edificio de acuerdo a su importancia, uso y riesgo de falla.
S : Parámetro que depende del tipo de suelo.
A_0 : Aceleración efectiva máxima de acuerdo con la zonificación sísmica del país.
g : Aceleración de gravedad, $g = 9{,}81[m/s^2]$.
P : Peso sísmico del edificio.
$C_{máx}$: Coeficiente sísmico máximo extraído de la NCh433.Of96 [6].

Tabla 2.8 - Resumen del análisis modal espectral.

Dirección	$Q_{o,Basal}$ [Tonf]	R*	$Q_{Red} = Q_{o,basal}/R^*$ [Tonf]
X	6666,4	7,5	891,2
Y	8402,2	7,0	1203,6

Luego, el corte se debe limitar de acuerdo a los valores de $Q_{mín}$ y $Q_{máx}$, por lo tanto, si el corte basal de diseño reducido Q_{Red} no se encuentra entre los rangos establecidos, se debe reducir o amplificar el corte basal de diseño por un nuevo factor de reducción de la respuesta R^{**}. Finalmente se obtiene el corte reducido para cada estructura.

Tabla 2.9 - Factores de reducción y corte basal.

Dirección	$Q_{mín}$ [Tonf]	$Q_{máx}$ [Tonf]	R**	$Q_{Red} = Q_{o,basal}/R^{**}$ [Tonf]
X	924	1942	7,2	924,0
Y	924	1942	-	1203,6

De acuerdo a estos parámetros sísmicos es posible generar el espectro de diseño correspondiente a cada dirección, ver figura 2.5.

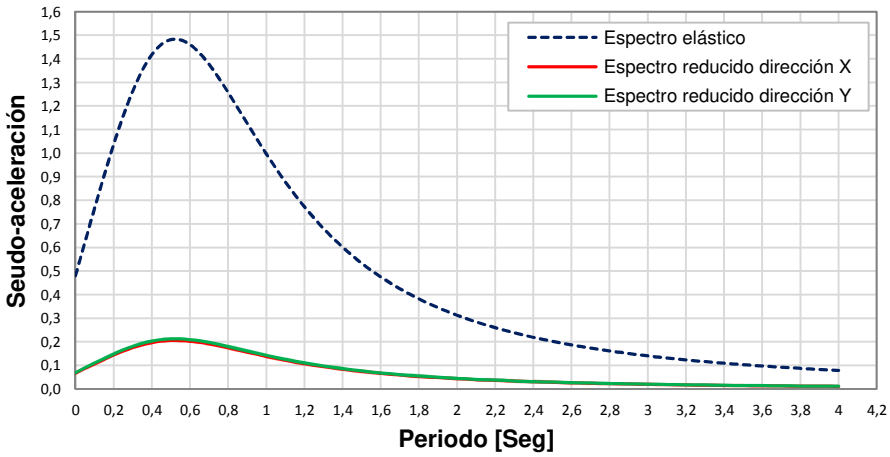


Figura 2.5 - Espectro de seudo - aceleración de diseño.

2.1.4.4 **Desplazamiento lateral de techo**

ACI318S [9]_*Sec.5.9.5* : "Para efectos de diseño de estructuras de hormigón armado, el desplazamiento lateral de diseño en el techo, δ_u, se debe considerar igual a la ordenada del espectro elástico de desplazamiento S_{de}, para un 5% de amortiguamiento respecto al crítico, correspondiente al período de mayor masa traslacional en la dirección de análisis multiplicada por un factor igual a 1,3".

$$\delta_u = 1{,}3 \cdot S_{de}(T_{ag}) \qquad \text{(ec. 2.9)}$$

"Donde T_{ag} es el período de mayor masa traslacional en la dirección de análisis, considerando en su cálculo la influencia del acero y la pérdida de rigidez debido al agrietamiento del hormigón en la rigidez elástica inicial. Si el período ha sido calculado con las secciones brutas, es decir, sin considerar la influencia del acero y la pérdida de la rigidez debido al agrietamiento del hormigón, el período de mayor masa traslacional en la dirección de análisis de la estructura se puede aproximar a 1.5 veces al calculado sin considerar estos efectos".

El espectro elástico de desplazamientos requerido para el cálculo de desplazamiento lateral de diseño del techo $Sde\ (Tn)$ se obtiene de la siguiente ecuación.

$$S_{de}(T_n) = \frac{T_n^2}{4 \cdot \pi^2} \alpha A_0 C_d^* \qquad \text{(ec. 2.10)}$$

Dónde,

S_{de} : Espectro elástico de desplazamiento [cm].
T_n : Período de vibración del modo n [seg].
A_0 : Aceleración efectiva máxima del suelo [cm/seg^2].
C_d^* : Parámetro que depende del tipo de suelo.

En tabla 2.10 se indican los valores de C_d^* para el tipo de suelo D en función del periodo, según lo determina [6].

Tabla 2.10 - Valores de Cd*.

Tipo de suelo	Cd*	Rango de períodos
D	1.0	$T_n \leq 0.90$ seg
	$1.1T_n$	0.90 seg < $T_n \leq 1.75$ seg
	1.93	1.75 seg < $T_n \leq 5.00$ seg

Los valores del desplazamiento lateral de diseño en el techo para cada edificio y en cada dirección de análisis, se muestra en la Tabla 2.11.

Tabla 2.11 - Desplazamiento lateral de diseño en el techo.

Dirección X				Dirección Y			
T_x^*[Seg]	T_{ag}^x[Seg]	S_{de}^x[cm]	δ_{ux}[cm]	T_y^*[Seg]	T_{ag}^y[Seg]	S_{de}^y[cm]	δ_u^y[cm]
1,183	1,770	28,9	37,5	0,983	1,470	23,1	30,0

Luego, el espectro elástico de desplazamientos,

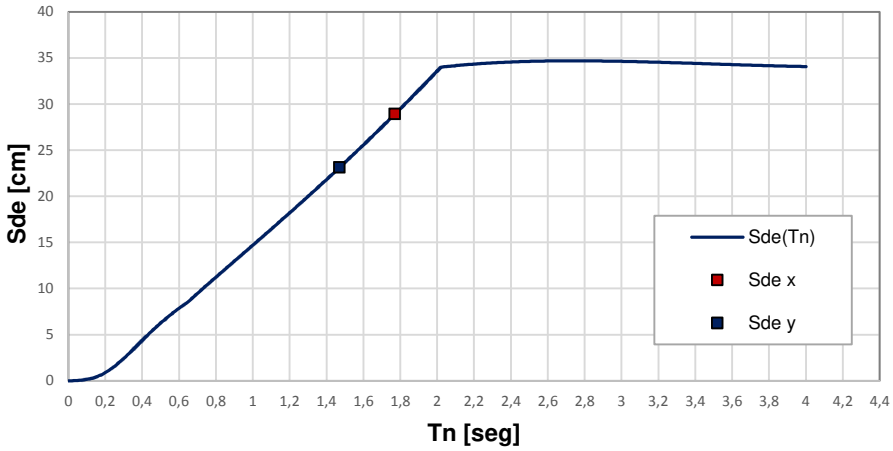


Figura 2.6 - Espectro de seudo - desplazamiento.

2.1.4.5 **Desplazamientos absolutos y relativos de entre pisos (Drifts).**

Los desplazamientos relativos máximos entre pisos consecutivos en ambas direcciones de análisis y medidos en el centro de masa, no debe ser mayor que el 0,2% de la altura de entre pisos consecutivos según NCh433 [6].

En la tabla 2.12 se expresan los desplazamientos absolutos y relativos en la dirección X e Y del edificio, en relación al máximo permitido por la norma.

Tabla 2.12 - Desplazamientos absolutos y drift.

Nivel	Desp. absolutos [m]		Drift	
	X	Y	X	Y
12	0,058	0,052	0,0017	0,0014
11	0,052	0,047	0,0017	0,0015
10	0,046	0,042	0,0017	0,0015
9	0,040	0,036	0,0017	0,0015
8	0,034	0,031	0,0016	0,0015
7	0,028	0,026	0,0016	0,0014
6	0,022	0,020	0,0015	0,0013
5	0,017	0,016	0,0014	0,0012
4	0,012	0,011	0,0012	0,0011
3	0,008	0,007	0,0010	0,0009
2	0,004	0,004	0,0007	0,0007
1	0,001	0,001	0,0003	0,0003
Base	0,000	0,000	0,0000	0,0000

Luego, los datos en las tablas anteriores son representados en los siguientes gráficos correspondientes a los desplazamientos absolutos del centro de masa y los drift para cada dirección de análisis.

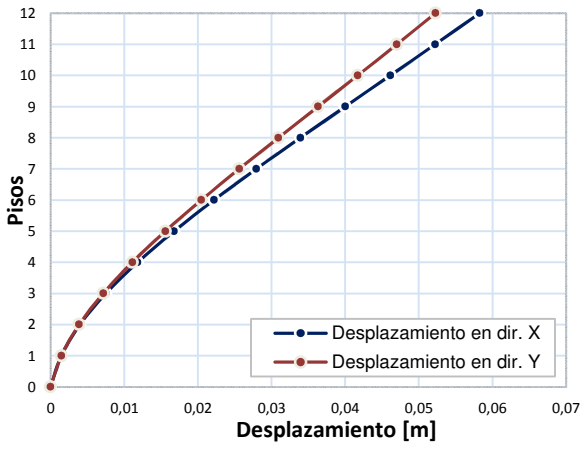


Figura 2.7 - Desplazamientos absolutos medios en el centro de masa.

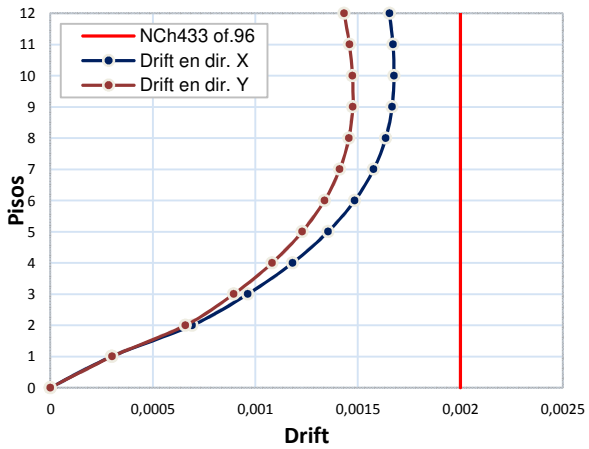


Figura 2.8 - Drift medidos en el centro de masa.

CAPITULO III

3 Diseño, metodología y procedimientos

Este capítulo contempla el diseño de los elementos estructurales de acuerdo a las disposiciones establecidas en el código de diseño ACI318 [9] y el D.S n° 60 [7].

3.1 Resistencia de diseño.

La resistencia de diseño de un elemento corresponde a la resistencia nominal calculada de acuerdo a las disposiciones establecidas en el código de diseño ACI318S [9], multiplicada por un factor de reducción de la resistencia, de tal forma asegurar la viabilidad ante las fuerzas solicitantes a la cual se encuentra sometida la estructura, es decir:

$$Resistencia\ última \leq \emptyset \cdot Resistencia\ Nominal \qquad (\text{ec. } 3.1)$$

Luego, los factores de reducción de resistencia ∅ (ACI318S [9]_Sec. 9.3.2.1 a Sec.9.3.2.7), son:

- Cortante y Torsión.……..……..…0,75
- Secciones controladas por tracción……...……...0,90
- Secciones controladas por compresión con refuerzo en espiral……...0,75
- Secciones controladas por compresión con otro tipo de refuerzo……..…....0,65
- Cortante Sísmico…….....0,60

3.2 Diseño de vigas

3.2.1 Diseño a flexión pura

Para el diseño a flexión pura, se requiere el análisis de fuerzas y envolventes de los elementos tipo vigas, tomando en cuenta únicamente la solicitación a momentos positivos y negativos máximos, tanto de los apoyos como a lo largo de la luz de ésta.

Para el refuerzo traccionado, donde ε_s se encuentra entre los límites para secciones controladas por compresión y las secciones controladas por tracción, el valor de Φ puede ser determinado por la interpolación lineal desde $\emptyset = 0{,}65$ hasta $\emptyset = 0{,}9$. Luego, mediante relaciones de compatibilidad geométrica respecto a las compresiones y tracciones en la que es sometida la armadura superior e inferior de la seccion transversal del elemento, es posible obtener la area requerida a flexion pura debido a que se tienen los momentos en los apoyos y luz de la viga, ver figura 3.1.

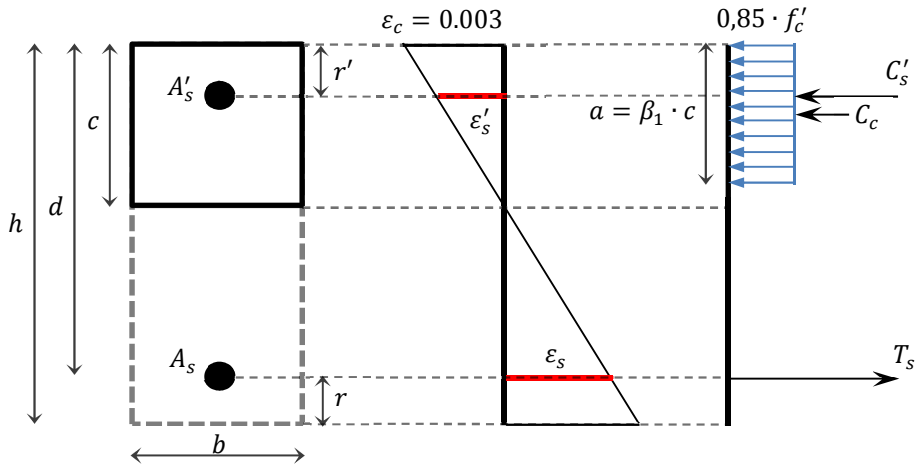


Figura 3.1 - Sección rectangular de hormigón armado.

De acuerdo a las ecuaciones de compatibilidad geométrica se pueden obtener las siguientes relaciones:

$$\varepsilon_s = \varepsilon_c \cdot \left(\frac{d-c}{c}\right) \quad ; \quad \varepsilon'_s = \varepsilon_c \cdot \left(\frac{c-r'}{c}\right)$$

Donde,

ε_s : Deformación unitaria de la armadura inferior.
ε_s : Deformación unitaria de la armadura superior.
c : Distancia vertical correspondiente al hormigón en compresión.
d : Distancia vertical correspondiente a la altura *h* menos el recubrimiento *r*.
r' : Recubrimiento superior.

Luego, β_1 corresponde al parámetro que resulta de estimar C_c con una distribución de esfuerzos uniforme (diagrama rectangular) en la zona comprimida de la sección. Según el ACI318S [9], este valor de β_1 debe considerarse como función de la resistencia cilíndrica del hormigón f'_c, como muestra la siguiente gráfica.

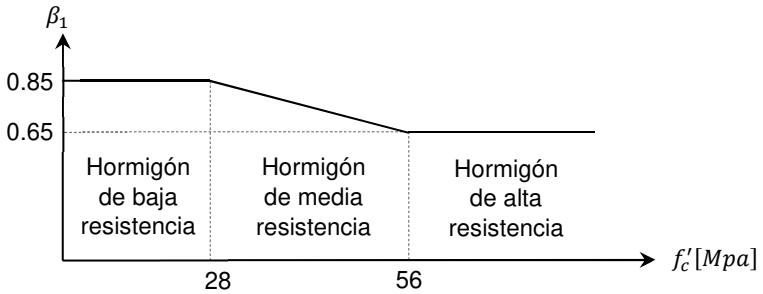


Figura 3.2 - Variación del coeficiente β_1.

Por lo tanto, asumiendo la distribución rectangular de esfuerzos propuesta por el código ACI318S [9], obtenemos:

$$\beta_1 = 0{,}85 \quad , para\ f'_c \leq 280[Kgf/cm^2]$$

$$\therefore a = \beta_1 \cdot c = 0{,}85 \cdot c$$

Luego,

$$C_c = 0{,}85^2 \cdot f'_c \cdot b \cdot c$$

$$C'_s = \begin{cases} A'_s \cdot f_{sy} & , \quad \varepsilon'_s < 0{,}002 \\ A'_s \cdot \varepsilon'_s \cdot E_s & , \quad \varepsilon'_s \geq 0{,}002 \end{cases}$$

$$T_s = \begin{cases} A_s \cdot f_{sy} & , \quad \varepsilon_s < 0{,}002 \\ A_s \cdot \varepsilon_s \cdot E_s & , \quad \varepsilon_s \geq 0{,}002 \end{cases}$$

Aplicando la estática básica,

$$\sum F = N = 0$$

$$T_s - C_c - C'_s = 0$$

$$A_s \cdot f_{sy} - (0{,}85^2 \cdot f'_c \cdot b \cdot c) - \left(A'_s \cdot f_{sy}\right) = 0 \qquad \text{(ec. 3.2)}$$

Luego, por medio de equilibrio de momentos,

$$\sum M = M_n = \frac{M_u}{\emptyset}$$

$$A_s \cdot f_{sy}\left(d - \frac{h}{2}\right) + 0{,}85^2 \cdot f'_c \cdot b \cdot c\left(\frac{h}{2} - \frac{0{,}85 \cdot c}{2}\right) + A'_s \cdot f_{sy}\left(\frac{h}{2} - r'\right) = \frac{M_u}{\emptyset} \qquad \text{(ec. 3.3)}$$

El coeficiente de reducción de la resistencia (∅) dependerá de la deformación unitaria última del acero en tracción. La siguiente gráfica muestra la relación propuesta por código de diseño ACI318S [9] para el factor ∅.

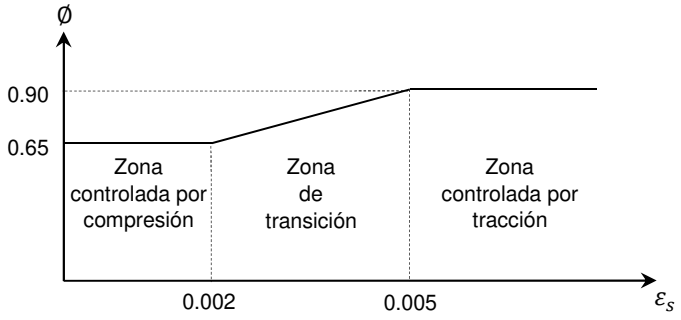


Figura 3.3 - Variación del coeficiente de reducción de resistencia ∅.

Con el área de armadura requerida es posible probar distintas configuraciones de armadura que cumplan con las solicitaciones exigidas, por lo cual, si el área de la configuración escogida no es igual a la requerida, se pueden obtener nuevamente valores para "a", "c" y la deformación unitaria del acero "ε_s" para finalmente obtener un momento resistente nominal y un momento probable asociado para los apoyos y la luz de la viga diseñada.

3.2.2 Verificaciones geométricas

Los elementos tipo viga deben cumplir con los siguientes requerimientos:

- ACI318S [9]_*Sec.21.3.1.2* : "La luz libre del elemento l_n no debe ser menor que 4 veces su altura útil". La altura útil considerada corresponde al parámetro geométrico "d" de la viga.

- ACI318S [9]_*Sec.21.3.1.3* : "El ancho del elemento b_w no debe ser menor que el más pequeño de $0{,}3h$ y $250\ [mm]$".

3.2.3 Verificación de cuantía

- ACI318S [9]_*Sec.10.5.1* : La cuantía mínima se determina en base a un área mínima definida por.

$$A_{s\,mín} = \frac{0{,}8 \cdot \sqrt{f_c'}}{f_y} b_w d \geq \frac{14}{f_y} b_w d \qquad \text{(ec. 3.4)}$$

- ACI318S [9]_*Sec.21.5.2.1* : La cuantía máxima de refuerzo para cualquier seccion de un elemento a flexion es:

$$\rho_{máx} = 0.025 \qquad \text{(ec. 3.5)}$$

3.2.4 Refuerzo longitudinal

Se deben satisfacer los siguientes requerimientos de las siguientes secciones del código ACI318S [9].

- ACI318S [9]_*Sec.21.5.2.1* : "Al menos 2 barras deben disponerse en forma continua tanto en la parte superior como inferior".

- ACI318S [9]_*Sec.21.5.2.2* : Para el refuerzo longitudinal en caras y nudos. "La resistencia a momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor que la mitad de la resistencia a momento negativo proporcionada en esa misma cara. La resistencia a momento negativo o positivo en cualquier sección a lo largo de la longitud del elemento debe ser no menor a un cuarto de la resistencia máxima a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nudos"

  En la cara del nudo:

$$M_n^+ \ \geq \ 1/2 \cdot M_n^- \qquad \text{(ec. 3.6)}$$

  A lo largo de la luz:

$$M_n^{+\,ó\,-} \geq \ 1/4 \cdot M_{n\,máx} \qquad \text{(ec. 3.7)}$$

- ACI318S [9]_*Sec.12.11.1* : Para refuerzo positivo. "Por lo menos $1/3$ del refuerzo para momento positivo en elementos simplemente apoyados y $1/4$ del refuerzo para momento

positivo en elementos continuos se debe prolongar a lo largo de la misma cara del elemento hasta el apoyo. En las vigas, dicho refuerzo se debe prolongar por lo menos $150\ [mm]$ dentro del apoyo". En general se tomará que todo el refuerzo positivo llegara a los nudos y se anclara con un gancho.

- ACI318S [9]_*Sec.12.11.2* : Para refuerzo positivo "Cuando un elemento sometido a flexión sea parte fundamental de un sistema que resiste cargas laterales el refuerzo para el momento positivo que se requiere que se prolongue en el apoyo de acuerdo con *(* [9]_*Sec.12.11.1),* se debe anclar para que sea capaz de desarrollar f_y en tracción en la cara de apoyo".

- ACI318S [9]_*Sec.12.12.1 :* Para refuerzo negativo. "El refuerzo para momento negativo en un elemento continuo restringido, o en voladizo, o en cualquier elemento de un pórtico rígido debe anclarse en o a través de los elementos de apoyo mediante una longitud embebida, ganchos o anclajes mecánicos".

- Para la verificación de los anclajes se compararan 2 secciones que determinan la longitud del gancho estándar en tracción, esta es ACI318S [9]_*Sec.*12.5.1 con:

$$l_{dh} = \left(\frac{0{,}075 \cdot \psi_e \cdot f_y}{\lambda\sqrt{f_c'}}\right) d_b \qquad \text{(ec. 3.8)}$$

En la cual l_{dh} no debe tomarse menor que $8d_b$ ni $150\ [mm]$. Donde ψ_e es el factor de revestimiento epoxico (igual a 1) y λ el factor de menor resistencia (igual a 1).

Y la seccion ACI318S [9]_*Sec.*21.7.5.1, la cual propone una longitud de gancho estandar :

$$l_{dh} = \frac{f_y \cdot d_b}{17.2\sqrt{f_c'}} \qquad \text{(ec. 3.9)}$$

Sin embargo esta ultima considera el efecto de las cargas sismicas en la formula por lo que es más recomendable utilizarla. Se define el valor de $12d_b$ que determina la profundida del gancho de $90°$.

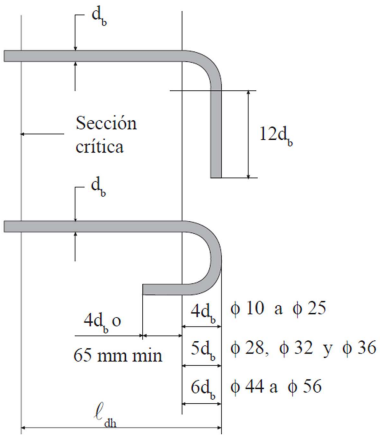


Figura 3.4 - Detalles de barras dobladas para desarrollar el gancho estándar.

El diseño de la armadura a flexión de las vigas para cada estructura analizada, se encuentra en el Anexo A.

Por otro lado, cabe mencionar que debido a la simetría estructural, solo son diseñadas las vigas aludidas en las siguientes figuras, donde se detalla la distribución de la armadura longitudinal suministrada en el centro y en los extremos de las vigas cada 3 niveles.

3.2.5 Distribución de armadura longitudinal

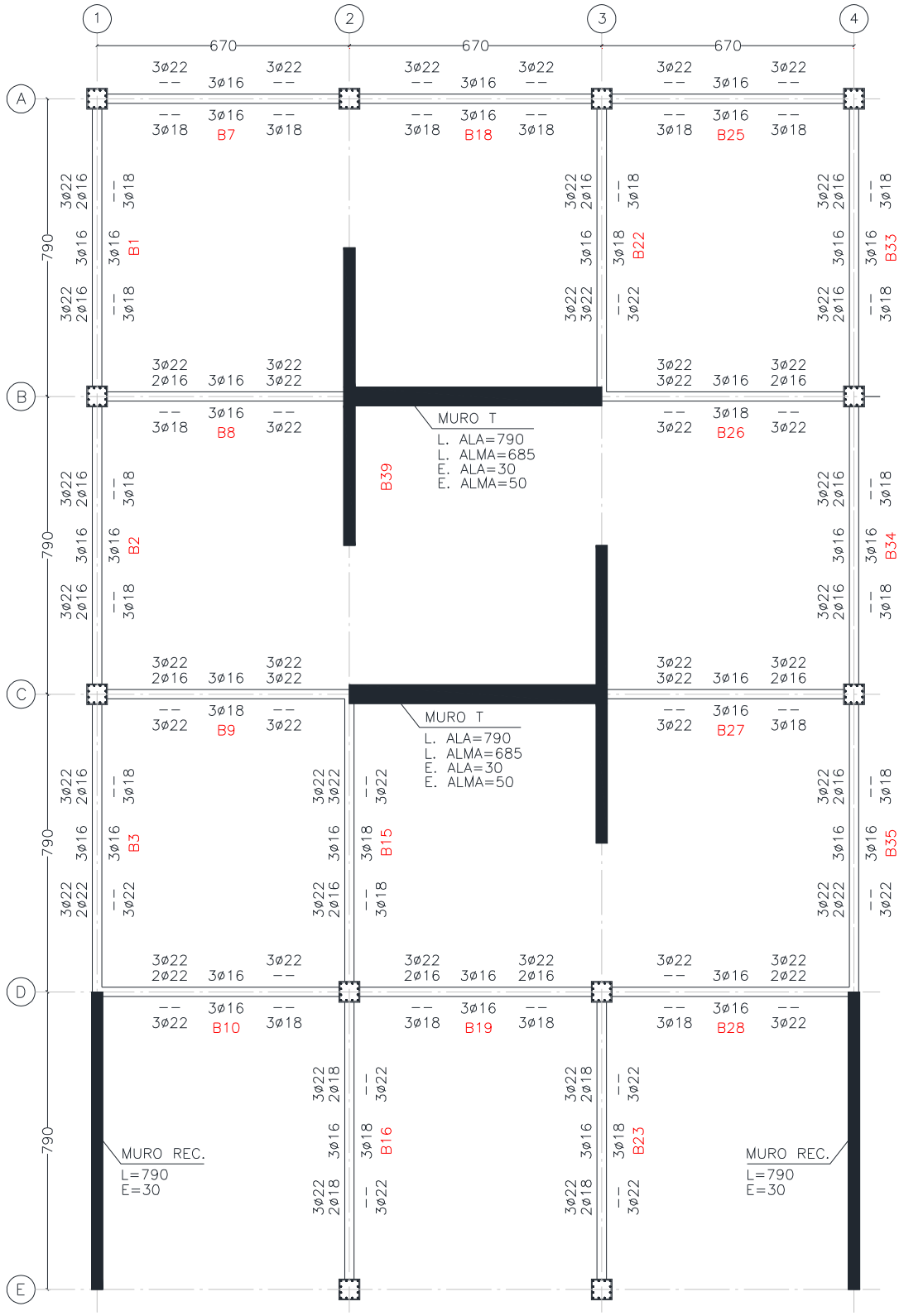


Figura 3.5 - Distribución de refuerzo a flexión en vigas. Pisos 1 al 3.

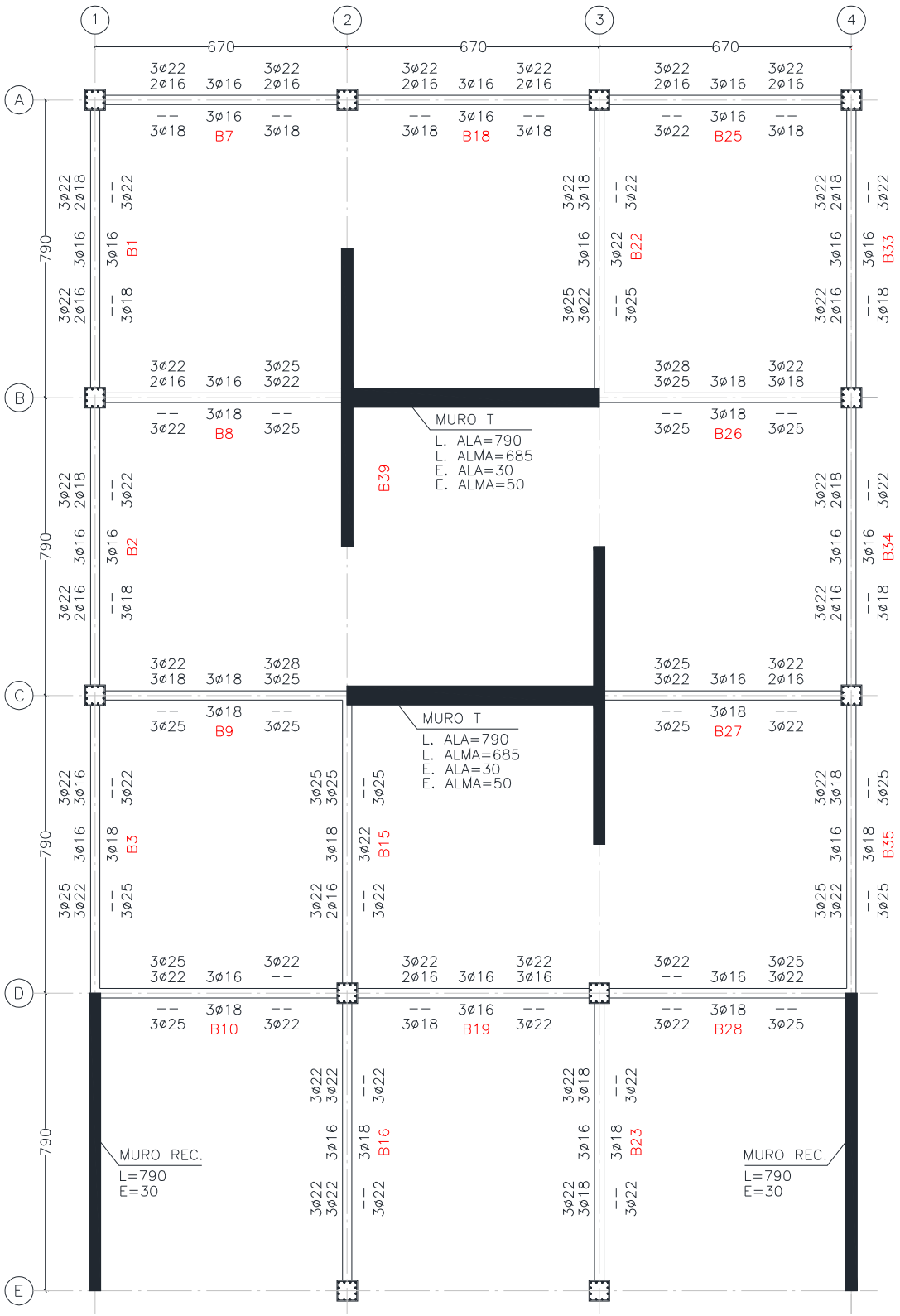


Figura 3.6 - Distribución de refuerzo a flexión en vigas. Pisos 4 al 6.

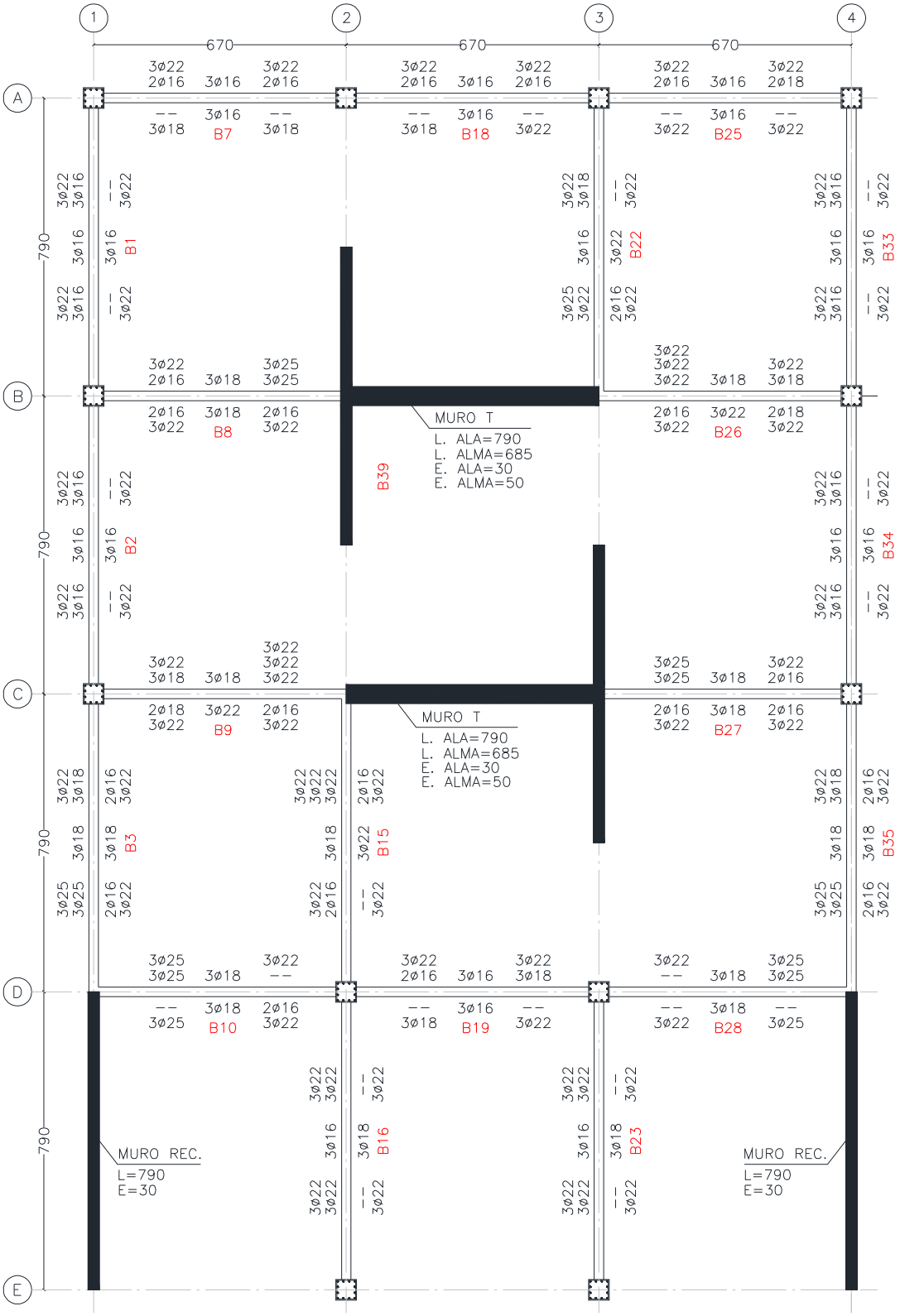


Figura 3.7 - Distribución de refuerzo a flexión en vigas. Pisos 7 al 9.

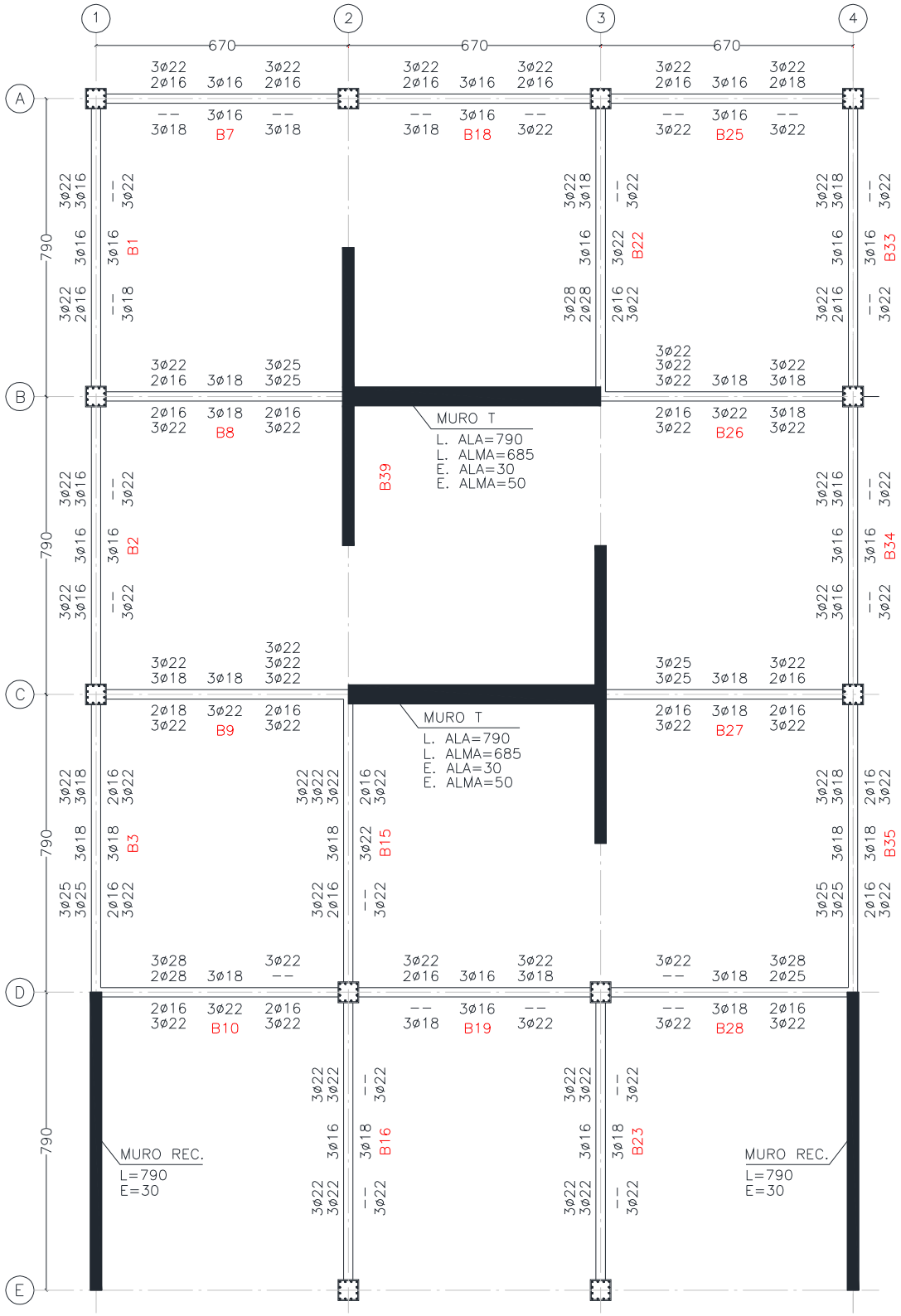


Figura 3.8 - Distribución de refuerzo a flexión en vigas. Pisos 10 al 12.

3.2.6 Diseño al corte

En los elementos estructurales sometidos a flexión, los mecanismos que resisten corte, interactúan mediante la adherencia entre el hormigón, el refuerzo proporcionado y su respectivo anclaje. El refuerzo mencionado, se refiere a la armadura trasversal del elemento y tiene como propósito proveer resistencia al corte después del agrietamiento del hormigón en el desarrollo longitudinal del elemento estructural, además de proporcionar confinamiento en las secciones donde se espera fluencia, permitiendo la resistencia ante las cargas solicitadas.

A continuación, se describen dos métodos utilizados para el cálculo de la resistencia al corte, considerando para el diseño el más desfavorable.

a) **Método cargas últimas**

Este metodo propuesto por ACI318S [9] toma el corte ultimo de diseño V_u, como resultado del analisis de fuerzas sobre los elementos tipo viga que entrega el programa Etabs [4]. El corte nominal se obtiene mediante la suma de la contribución de la resistencia del hormigón (V_c) y la resistencia del refuerzo transversal (V_s).

$$V_n = V_c + V_s = \ 0{,}53\sqrt{f_c'}\ db \ + \frac{Av}{s} f_y d \ \ [kgf] \qquad \text{(ec. 3.10)}$$

Luego, del código ACI318S [9]_*Sec.11.1* relaciona V_u y V_n de acuerdo a la siguiente relación:

$$V_u \leq \emptyset V_n \qquad \text{(ec. 3.11)}$$

Donde,

$\emptyset$: Factor de reducción, para éste caso $\emptyset = 0{,}6$.
V_u : Corte último.
V_n : Corte nominal.

Luego, el área de refuerzo al corte requerido está definida por la ecuación 3.12,

$$\frac{A_v}{s} \leq \frac{(V_u - \emptyset V_c)}{\emptyset \cdot f_y \cdot d} \qquad \text{(ec. 3.12)}$$

b) **Corte por capacidad**

Para la resistencia al corte requerida se debe suponer que en los extremos de la viga actúan los momentos probables M_{pr1} y M_{pr2}, los cuales son obtenidos del diseño a flexión pura de las vigas y la carga distribuida última w_u que representa a cargas gravitacionales a lo largo de su luz, se obtiene como:

$$w_u = 1{,}2D + 1{,}6L \qquad \text{(ec. 3.13)}$$

Donde 'D' representa la carga correspondiente al peso propio de la viga, de la losa contribuyente (obtenida con áreas tributarias) y la carga 'L' corresponde a la sobrecarga. Una vez obtenido el V_e se toma como el corte de diseño y es posible calcular las áreas de refuerzo requeridas sin considerar contribución del hormigón ($V_c = 0$) tanto para los extremos como en la luz de la viga, como muestra el siguiente esquema de las cargas y momentos donde se supone actuarán sobre una viga aislada.

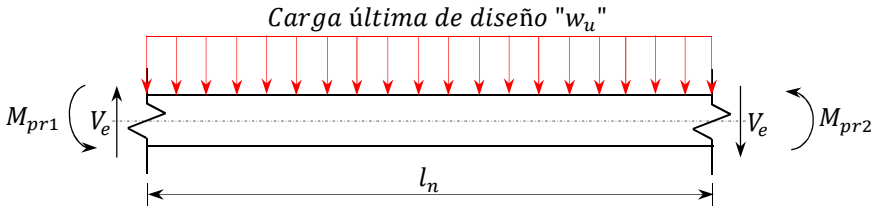


Figura 3.9 - Diseño de corte por capacidad en vigas.

Para este método se utilizará la relacion:

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} \pm \frac{w_u \cdot l_n}{2} \qquad \text{(ec. 3.14)}$$

Donde,

M_{pr1} : Momento máximo probable desarrollado en el extremo izquierdo de la viga.
M_{pr2} : Momento máximo probable desarrollado en el extremo derecho de la viga.
V_e : Corte en el extremo.
l_n : Luz libre de la viga.

Luego, el área de refuerzo al corte que indica ACI318S [9]_*Sec.11.1* es:

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_e}{\emptyset \cdot f_y \cdot d} \qquad \text{(ec. 3.15)}$$

Donde,

$\emptyset$: Factor de reducción, para éste caso $\emptyset = 0{,}75$.
A_v : Área de armadura para corte a una distancia "s", $[cm]$.
s : Separación de la armadura transversal, $[cm]$.
V_e : Esfuerzo de corte de diseño, $[kgf]$.
f_y : Esfuerzo de fluencia de la armadura. $[kgf/cm^2]$.
d : Altura útil de la sección, $[cm]$.

Luego, el corte de diseño a utilizar será en más desfavorable entre ambos métodos.

3.2.7 Detallamiento del refuerzo transversal

- ACI318S [9]_*Sec.11.4.5 :* Límites para el espaciamiento del refuerzo de corte. "El espaciamiento del refuerzo de corte colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder de $d/2$ en elementos de hormigón no preesforzado, de $0{,}75h$ en elementos preesforzados, ni de $600[m]$". Se definen los siguientes criterios:

$$Si\ V_s \leq 2V_c \quad \Longrightarrow \quad s \leq d/2 \qquad (\text{ec. } 3.16)$$
$$Si\ V_s > 2V_c \quad \Longrightarrow \quad s \leq d/4 \qquad (\text{ec. } 3.17)$$

- ACI318S [9]_*Sec.11.4.6.3* : Se define la cuantía mínima del refuerzo transversal en base a un área requerida mínima según:

$$A_{v\,mín} = 0.2\sqrt{f_c'}\frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} \geq 3.5\frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} \qquad (\text{ec. } 3.18)$$

- ACI318S [9]_*11.4.7.9* : V_s no debe considerarse mayor que :

$$2.2\sqrt{f_c'}b_w \cdot d \qquad (\text{ec. } 3.19)$$

  Por lo que esta sección define la cuantía máxima del refuerzo.

3.2.8 Requerimientos de Confinamiento

- ACI318S [9]_*Sec.21.5.3.1* : Define la longitud horizontal del confinamiento como $2h$. "Deben disponerse estribos de confinamiento en las siguientes regiones de los elementos pertenecientes a pórticos: a) En una longitud igual a 2 veces la altura del elemento medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz en ambos extremos del elemento en flexión; b) en longitudes iguales a 2 veces la altura del elemento a ambos lados de una sección donde puede ocurrir fluencia por flexión debido a desplazamientos laterales inelásticos del pórtico".

- ACI318S [9]_*Sec.21.5.3.2* : El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor de a) $d/4$; b) 8 veces el diámetros de las barras longitudinales más pequeñas; c) 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento y d) $300\ [mm]$.

- Gancho sísmico (Seismic hook) : La extensión del cierre del estribo de confinamiento, o gancho suplementario, con un doblez no menor a 135º, excepto que los estribos cerrados de confinamiento circulares deben tener un doblez no menor a 90º. Los ganchos deben tener una extensión de 6 veces el diámetro (pero no menor a 75 mm) que engancha el refuerzo longitudinal y se proyecta hacia el interior del estribo o estribo cerrado de confinamiento ACI318S [9].

El diseño al corte para cada una de las vigas de las estructuras analizadas, se encuentran en el Anexo A.

En las siguientes figuras se detalla la distribución de la armadura longitudinal suministrada en el centro y en los extremos de las vigas.

10.2.2 Diseño de armadura transversal.

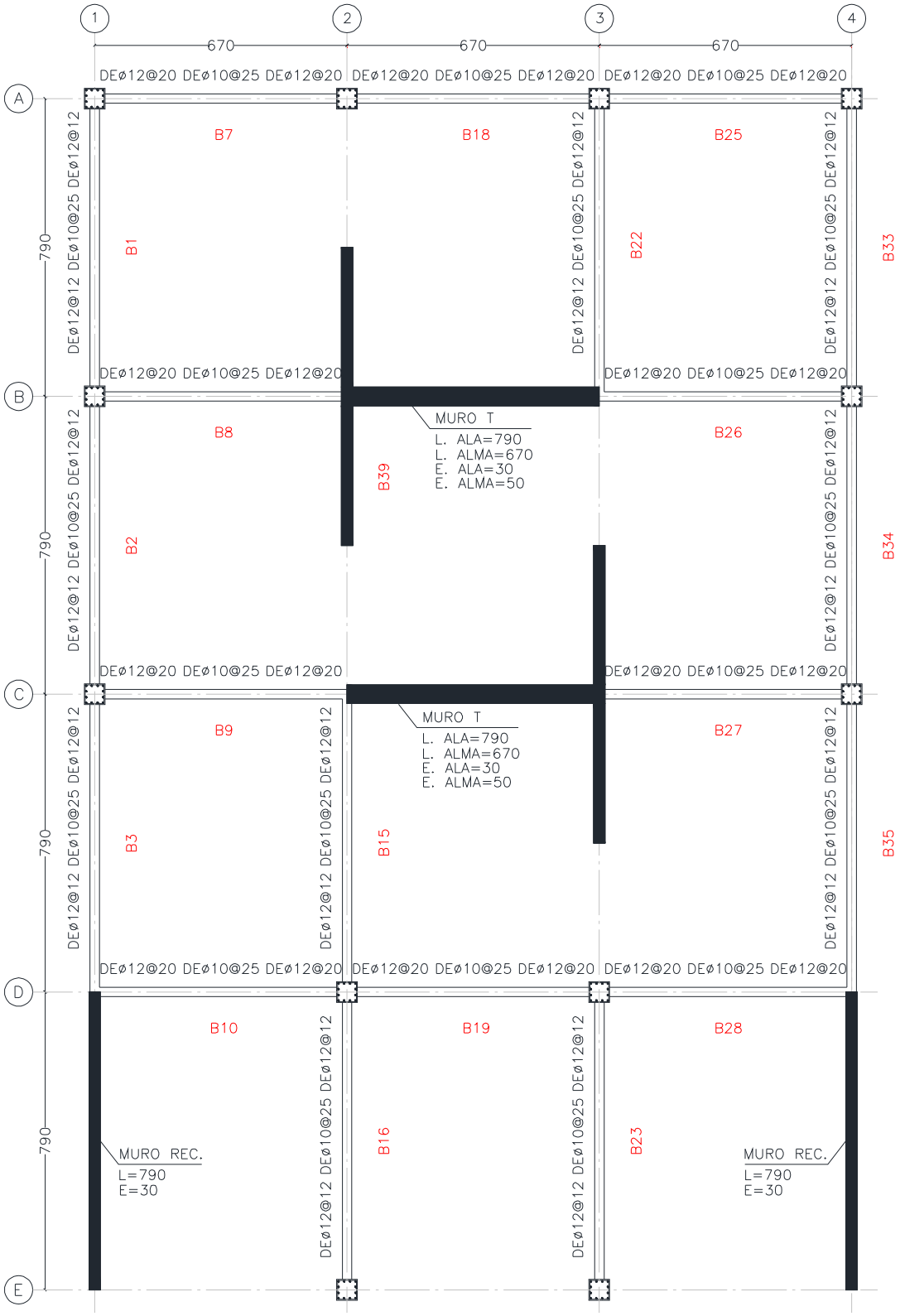


Figura 3.10 - Distribución de refuerzo de corte en vigas. Pisos 1 al 3.

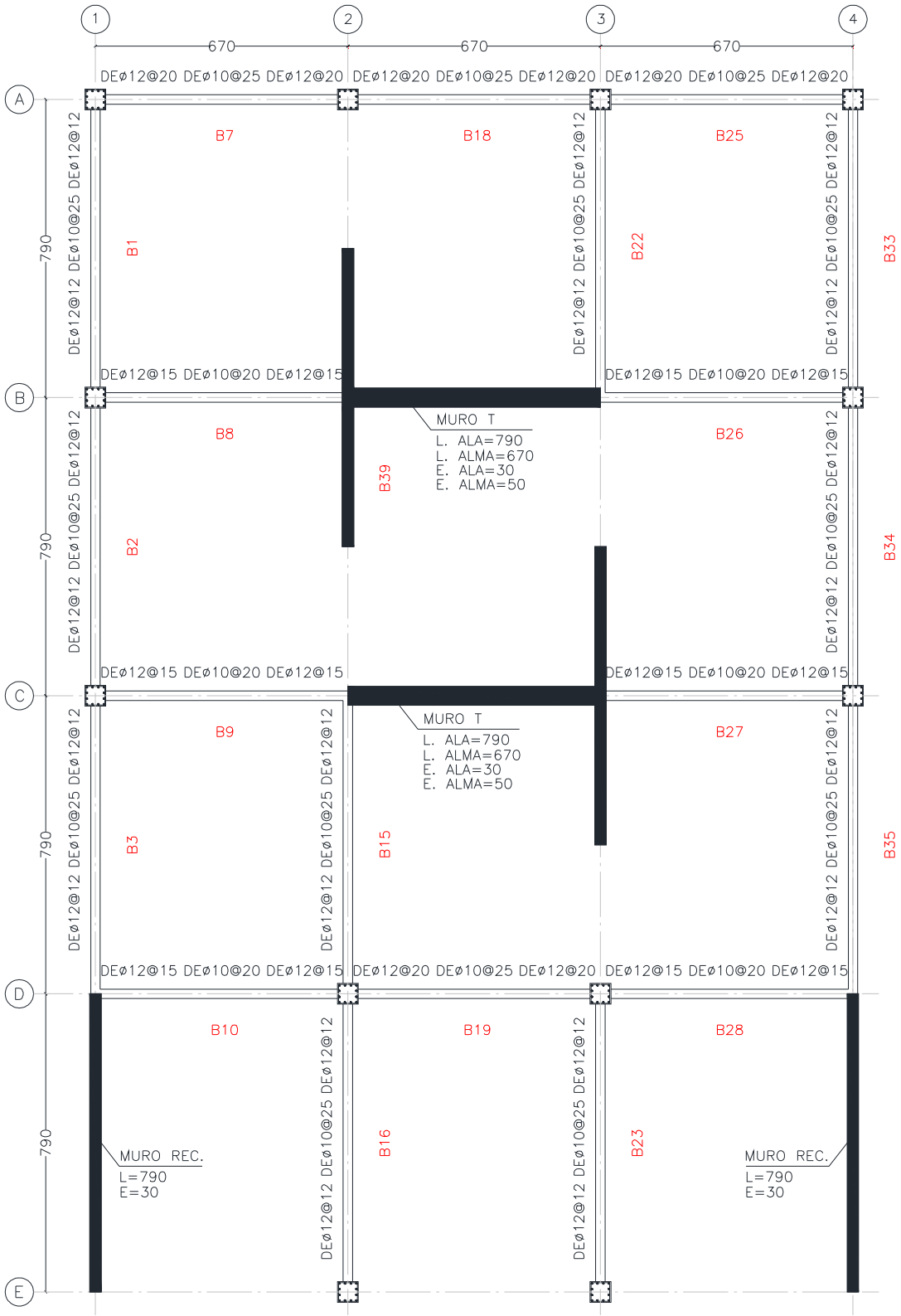


Figura 3.11 - Distribución de refuerzo de corte en vigas. Pisos 4 al 6.

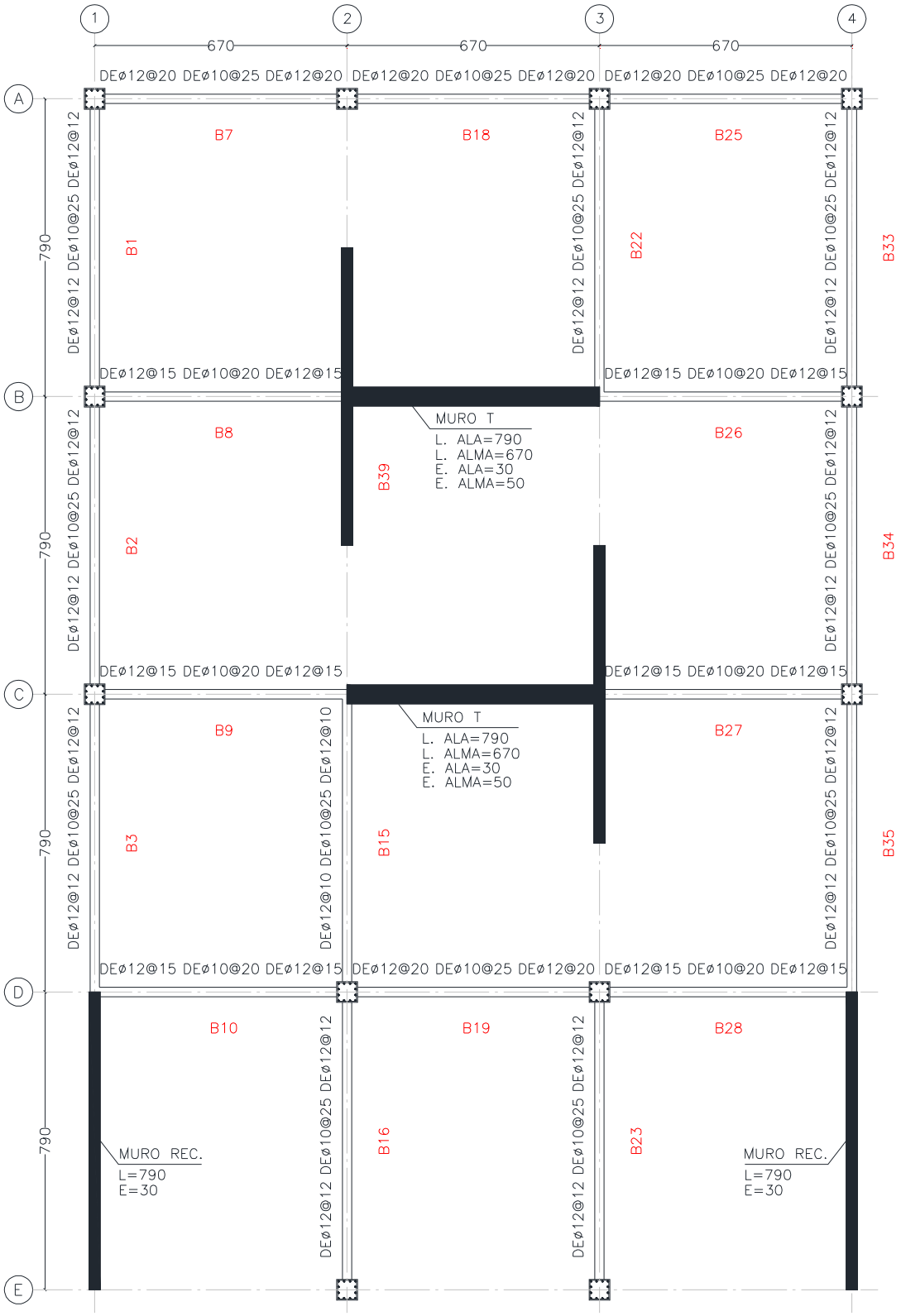


Figura 3.12 - Distribución de refuerzo de corte en vigas. Pisos 7 al 9.

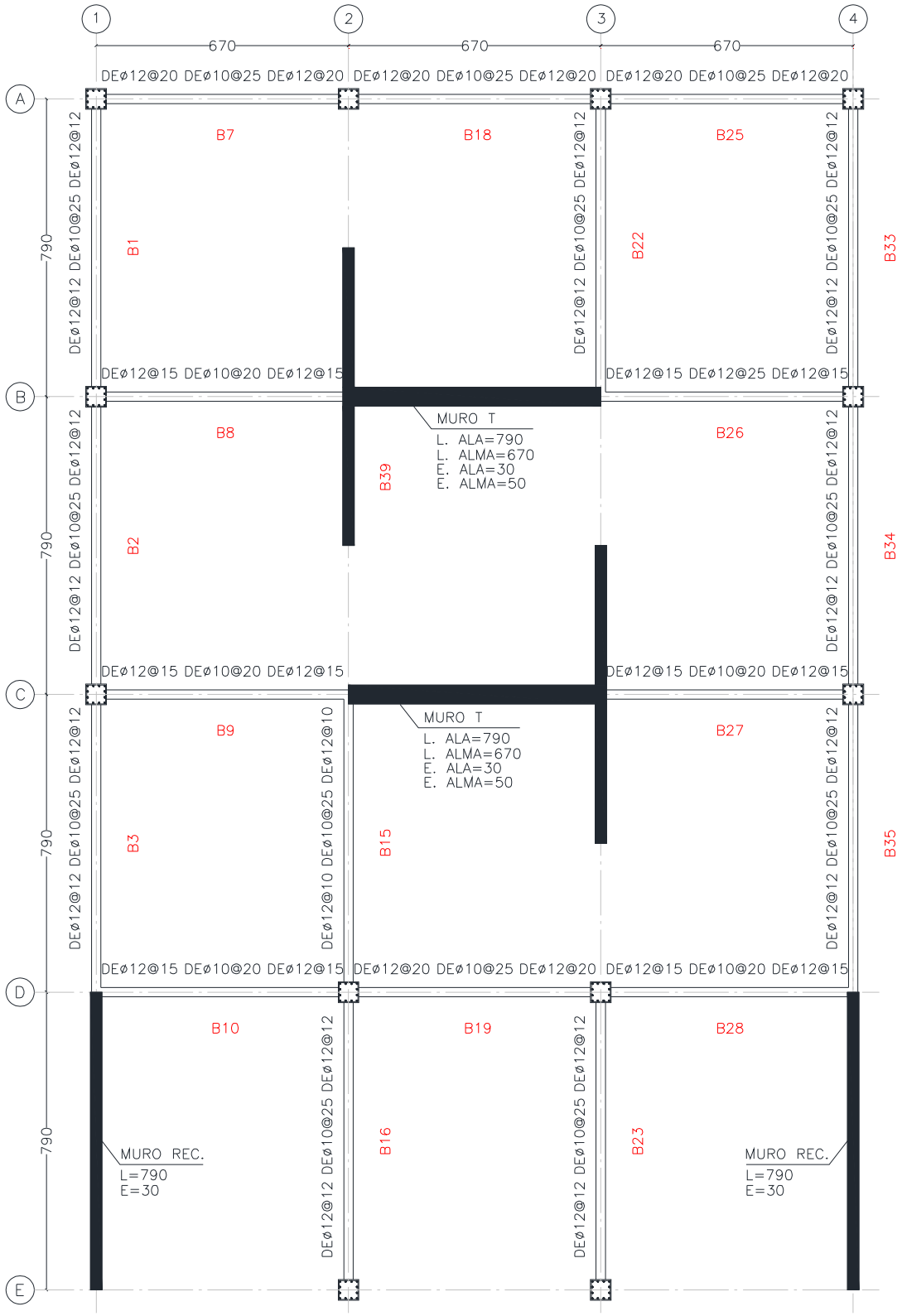


Figura 3.13 - Distribución de refuerzo de corte en vigas. Pisos 10 al 12.

3.3 Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales pertenecientes a pórticos especiales resistentes a momentos, éstas soportan esfuerzos axiales, de compresión o tracción y diseñados principalmente para resistir flexión debido cargas laterales inducidas por los movimientos sísmicos, por lo que en efecto, deben además soportar los esfuerzos de corte derivados de este último. Luego, estos elementos deben diseñarse y detallarse satisfaciendo las siguientes condiciones impuestas por el código de diseño ACI318S [9].

3.3.1 Verificación de disposiciones geométricas

- ACI318S [9]_*Sec.21.6.1.1* : "La dimensión menor de la sección transversal no debe ser menor que $300\ [mm]$".

- ACI318S [9]_*Sec.21.6.1.2* : "La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular no debe ser menor que $0{,}4$".

3.3.2 Refuerzo longitudinal

- ACI318S [9]_*Sec.21.6.3.1* : Esta sección define la cuantía mínima del área del refuerzo A_{st}, no debe ser menor que $0{,}01A_g$, ni mayor que $0{,}06A_g$.

  Respecto a la disposición de las barras:

- ACI318S [9]_*Sec.10.9.2* : "El número mínimo de barras longitudinales en elementos sometidos a compresión debe ser de 4 para barras dentro de estribos circulares o rectangulares, 3 para barras dentro de los estribos rectangulares y 6 para las barras rodeadas de espirales que cumplan con *(* [9]_*Sec.10.9.3)*"

- ACI318S [9]_*Sec.7.6.3* : "En elementos a compresión reforzados con espirales o estribos, la distancia libre entre barras longitudinales no debe ser menor de $1{,}5d_b$ ni de $40\ [mm]$".

3.3.3 Diseño en Flexo-Compresión

El diseño a flexo-compresión de las columnas, se logra mediante la elaboración del diagrama de interacción, donde su diseño queda limitado de acuerdo la armadura proporcionada al elemento, generando una curva de resistencia nominal de diseño multiplicada por un factor de minoración de la resistencia ($\emptyset P_n$ v/s $\emptyset M_n$), de tal manera que la columna sea capaz de resistir los esfuerzos generados debidos a las solicitaciones de las combinaciones de carga, que se representan como pares de carga axial y momento último (P_u, M_u), las cuales se deben ubicar dentro de la curva de diseño antes mencionada.

Tabla 3.1 - Resumen de armadura longitudinal para columnas.

Columnas	Dimensión [cm²]	Disp. de barras	Límites de Cuantía			
			$A_{st\ mín}$ [cm²]	$A_{st\ máx}$ [cm²]	$A_{st\ Prop}$ [cm²]	Cuantía prop.
Exteriores	55 x 55	12 Ø 25	30,25	181,5	58,90	1,947
Interiores	55 x 55	16 Ø 32	30,25	181,5	128,68	4,254

3.3.4 Verificación disposición Columna fuerte- Viga débil

Esta verificación es fundamental para asegurar que el desarrollo de la rótula plástica se produzca siempre en las vigas y no en las columnas, ya que de modo contrario provocaría el colapso de la estructura.

- ACI318S [9]_*Sec.21.6.2.2* : Para el diseño de columnas en el caso de marcos especiales cada nudo la resistencia a flexión de las columnas debe satisfacer:

$$\sum M_{nc} \geq 1.2 \sum M_{nb} \qquad (ec. 3.20)$$

Donde,

$\sum M_{nc}$: Es la suma de los momentos nominales a flexión de las columnas que llegan al nudo.
$\sum M_{nb}$: Es la suma de los momentos nominales a flexión de las vigas que llegan al nudo, evaluadas en la cara del nudo.

El objetivo consiste en que las rotulas plásticas se generen en los extremos de las vigas concurrentes a los nudos, incursionando en el rango inelástico y no las columnas. En cuanto al cálculo, los momentos nominales de las vigas deben ser los mayores y los momentos de las columnas se obtienen del penúltimo piso donde las cargas axiales son menores (caso más desfavorable), ver tablas 3.2 a la 3.5.

Tabla 3.2 - Verificación disposición columna fuerte - viga débil. Ejes A y H.

Eje	Ubicación	Dirección	$\sum M_{n,c}$ [T-m]	Sentido	$\sum M_{n,b}$ [T-m]	$\sum M_{n,c}/\sum M_{n,b} \geq 1.2$
A Y H	Apoyo "1"	X	117,41	Horario	36,07	3,26
				Anti-Horario	24,54	4,78
		Y	116,40	Horario	32,34	3,60
				Anti-Horario	16,83	6,92
	Apoyo "2"	X	-	Horario	-	-
				Anti-Horario	-	-
		Y	122,88	Horario	49,17	2,50
				Anti-Horario	49,17	2,50
	Apoyo "3"	X	121,30	Horario	38,96	3,11
				Anti-Horario	24,54	4,94
		Y	122,80	Horario	56,88	2,16
				Anti-Horario	56,88	2,16
	Apoyo "4"	X	117,93	Horario	38,96	3,03
				Anti-Horario	24,54	4,80
		Y	116,32	Horario	34,34	3,39
				Anti-Horario	24,54	4,74

Tabla 3.3 - Verificación disposición columna fuerte - viga débil. Ejes B y G.

Eje	Ubicación	Dirección	$\sum M_{n,c}$ [T-m]	Sentido	$\sum M_{n,b}$ [T-m]	$\sum M_{n,c}/\sum M_{n,b} \geq 1.2$
B Y G	Apoyo "1"	X	124,41	Horario	51,16	2,43
				Anti-Horario	56,88	2,19
		Y	118,50	Horario	32,34	2,24
				Anti-Horario	32,34	2,08
	Apoyo "4"	X	124,53	Horario	52,90	2,35
				Anti-Horario	56,88	2,19
		Y	116,95	Horario	38,96	3,00
				Anti-Horario	38,96	3,00

Tabla 3.4 - Verificación disposición columna fuerte - viga débil. Ejes C y F.

Eje	Ubicación	Dirección	$\sum M_{n,c}$ [T-m]	Sentido	$\sum M_{n,b}$ [T-m]	$\sum M_{n,c}/\sum M_{n,b} \geq 1.2$
C Y F	Apoyo "1"	X	122,64	Horario	63,51	1,93
				Anti-Horario	68,41	1,79
		Y	117,01	Horario	38,96	3,00
				Anti-Horario	34,34	3,41
	Apoyo "4"	X	123,01	Horario	63,51	1,94
				Anti-Horario	67,09	1,83
		Y	118,50	Horario	32,34	3,66
				Anti-Horario	32,34	3,66

Tabla 3.5 - Verificación disposición columna fuerte - viga débil. Ejes D y E.

Eje	Ubicación	Dirección	$\sum M_{n,c}$ [T-m]	Dirección	$\sum M_{n,b}$ [T-m]	$\sum M_{n,c}/\sum M_{n,b} \geq 1.2$
D Y E	Apoyo "2"	X	244,92	Horario	70,03	3,50
				Anti-Horario	56,88	4,31
		Y	245,37	Horario	64,68	5,39
				Anti-Horario	41,37	10,00
	Apoyo "3"	X	240,98	Horario	45,49	5,30
				Anti-Horario	24,54	9,82
		Y	245,87	Horario	49,09	5,01
				Anti-Horario	63,51	3,87

Por lo tanto, este criterio cumple para todos los pisos, asegurando que en ningún caso se produzca la rótula en la columna.

3.3.5 Diseño al corte

a) Método por cargas últimas

Este método propuesto por ACI318S [9] toma el corte ultimo (V_u) obtenido de las solicitaciones de corte de la columna. Se define una area de refuerzo transversal mínima y se obtienen los parametros $V_{s\,mín}$, V_c y $\emptyset \cdot V_n$ según la relacion:

$$V_{s\,min} = A_{min} \cdot d \cdot b_w \qquad \text{(ec. 3.21)}$$

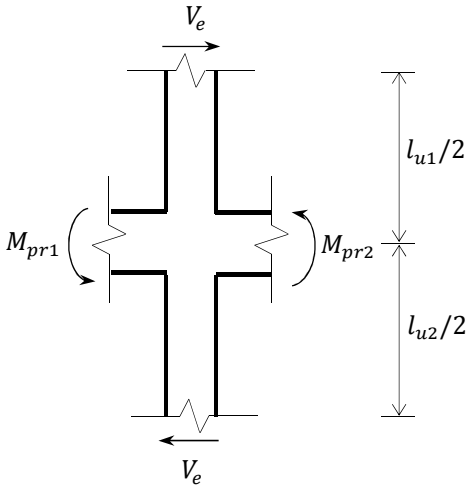
$$V_n = V_c + V_s \qquad (\text{ec. } 3.22)$$

Notar que $\emptyset = 0{,}6$.

Para este método el refuerzo requerido se considera con y sin contribucion del hormigón y es posible determinar configuraciones de estribos que satisfagan las areas minimas requeridas.

b) Corte por Capacidad.

Al considerar un mecanismo de colapso en los nudos, la rótula plástica se genera en las vigas debido a la condición de viga débil-columna fuerte antes descrita. En general los diagramas de distribución de momento sobre las columnas muestran puntos de valor nulo cercanos a la mitad de la luz entre pisos de la columna. Por consiguiente, un equilibrio en el nudo genera:



$$V_e = 2\left[\frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_{u1} + l_{u2}}\right] \qquad (ec. 3.23)$$

Figura 3.14 - Detalle de las fuerzas de corte en columnas (diseño de corte por capacidad).

Donde,

$\emptyset$: Factor de reducción, para éste caso $\emptyset = 0{,}75$.
$M_{pr1}\ y\ M_{pr2}$: Momentos probables en la zona de rotulación de las vigas, $[kgf \cdot cm]$.
$l_{u1}\ y\ l_{u2}$: Largo de las columnas que comunica la viga. $[cm]$.
V_e : Esfuerzo de corte de diseño, $[kgf]$.

Con esto es posible obtener la fuerza de corte V_e de diseño para el elemento con el cual se pueden obtener areas requeridas para la distribucion de los refuerzos transversales.

La tabla 3.6 muestra el resumen de las áreas requeridas para cada columna y sus refuerzos transversales respectivos.

Tabla 3.6 - Refuerzo transversal fuera de la zona de confinamiento.

Tipo columna	Dimensión columna [cm²]	$S_{máx}$ [cm]	$A_{sv/s\ req}$ [cm²/cm]	Disp. de barras	$A_{sv/s\ prop}$ [cm²/cm]
Exteriores	55 x 55	15	0,145	3E Ø 10 @ 15	0,157
Interiores	55 x 55	15	0,147	3E Ø 10 @ 15	0,157

3.3.6 Refuerzo de confinamiento

Para determinar el los datos necesarios del confinamiento como lo son el detalle del refuerzo a colocar, la longitud del confinamiento a lo largo de la columna y el espaciamiento entre los estribos se tiene:

- ACI318S [9]_*Sec.21.3.5.2* : Para determinar el espaciamiento entre estribos S_0 no debe ser mayor que el menor entre :

    a) Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro.
    b) 24 veces el diámetro de la barra de estribo cerrado de confinamiento.
    c) La mitad de la menor dimensión de la sección transversal de la columna.
    d) $300\ [mm]$.

Para determinar la longitud de confinamiento, l_o no debe ser menor que el mayor entre:

    e) Una sexta parte de la luz libre de la columna.
    f) La mayor dimensión de la sección transversal de la columna.
    g) $450\ [mm]$.

- ACI318S [9]_*Sec.21.6.4.4 (b)* : El área de la sección transversal del refuerzo de estribos cerrados de confinamiento rectangulares A_{sh}, no debe ser menor que la requerida por las ecuaciones $(ec.3.22)$ y $(ec.3.23)$:

$$A_{sh} = 0{,}3\frac{s \cdot b_c \cdot f'_c}{f_{yt}}\left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}}\right) - 1\right] \qquad (ec.3.24)$$

$$A_{sh} = 0{,}09\frac{s \cdot b_c \cdot f'_c}{f_{yt}} \qquad (ec.3.25)$$

Para elegir A_{sh} se toma la que de un valor mayor y se distribuyen los refuerzos transversales.

A_{sh} : Area total de la armadura de confinamiento.
A_{ch} : Área de la sección medida entre los bordes exteriores de la armadura transversal.
A_g : Área total de la sección.
f_{yh} : Tensión de fluencia especificada de la armadura transversal.
h_c : Dimensión transversal del núcleo de la columna medida centro a centro de la armadura de confinamiento.
s : Espaciamiento de la armadura transversal medido a lo largo del eje longitudinal del elemento.
$s_{máx}$: Espaciamiento máximo de la armadura.
l_0 : Longitud de confinamiento.

Tabla 3.7 - Refuerzo transversal en la zona de confinamiento.

Tipo columna	Dimensión columna [cm^2]	Long. zona conf. [cm]	$S_{máx}$ [cm]	$A_{sh/s\ req}$ [cm^2/cm]	Disp. de barras	$A_{sh/s\ prop}$ [cm^2/cm]
Exteriores	55 x 55	55	13	0,289	3E Ø 12 @ 10	0,339
Interiores	55 x 55	55	13	0,289	3E Ø 12 @ 10	0,339

3.3.7 Verificación a corte del nudo

- ACI318S [9]_*Sec.21.7.2.1* : "Las fuerzas en el refuerzo longitudinal de vigas en la cara del nudo debe determinarse suponiendo que la resistencia en el refuerzo de tracción por flexión es $1{,}25f_y$" La fuerza de corte queda determinada como:

$$V_{jh} = T + T' - V_{col} \qquad (ec.3.26)$$

- ACI318S [9]_*Sec.21.7.4.1* : "V_n en el nudo no debe ser mayor que los valores especificadas a continuación para hormigón de peso normal:

$$V_n = \gamma\sqrt{f_c'}A_j \qquad (ec.3.27)$$

Para γ se tiene:

- Para nudos confinados por vigas en las cuatro caras…….. $5{,}3\sqrt{f_c'}A_j$
- Para nudos confinados en tres caras o en dos caras opuestas..... $4\sqrt{f_c'}A_j$
- Para otros casos..... $3{,}2\sqrt{f_c'}A_j$

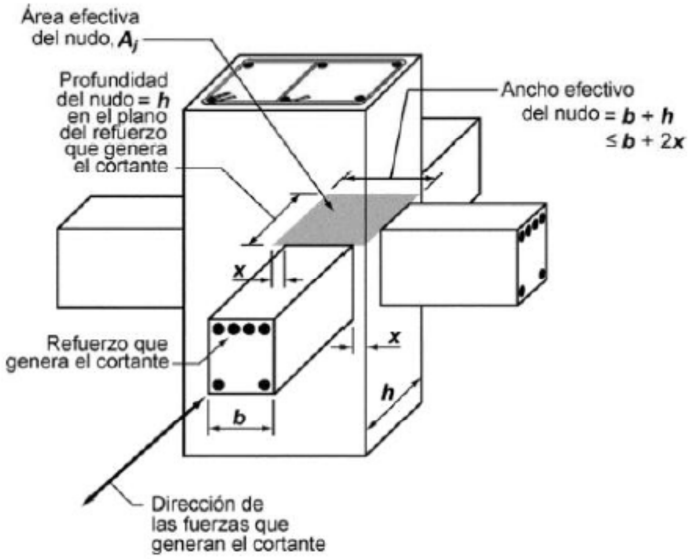


Figura 3.15 - Esquema cálculo de área efectiva del nudo, ACI318S [9]_*Sec 21.7.4*

3.3.8 Diagramas de interacción

A continuación se muestra el diagrama de interacción de las columnas exteriores e interiores, junto a las solicitaciones de acuerdo a las combinaciones de carga mencionadas en la sección 2.1.3.4 del capítulo II. No obstante, se puede observar que las solicitaciones se encuentran por sobre el punto de balance, lo que limita considerablemente su capacidad de deformación para ambas columnas.

- Columnas exteriores:

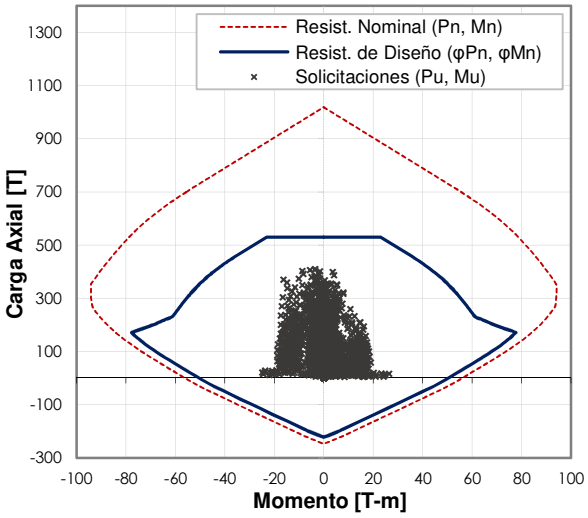


Figura 3.16 - Diagrama de interacción columnas exteriores - Eje X.

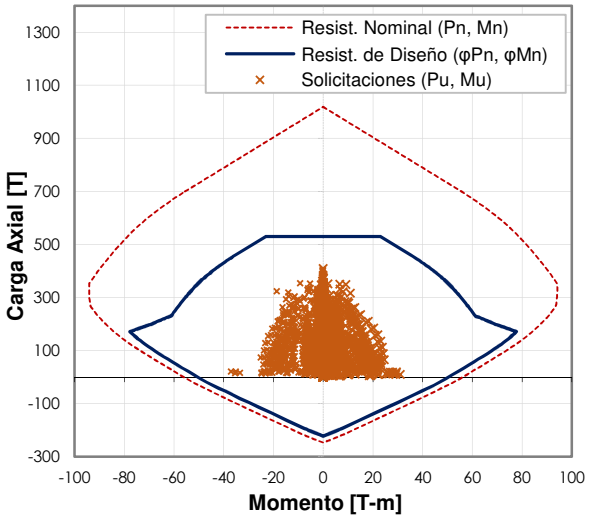


Figura 3.17 - Diagrama de interacción columnas exteriores - Eje Y.

- columnas interiores:

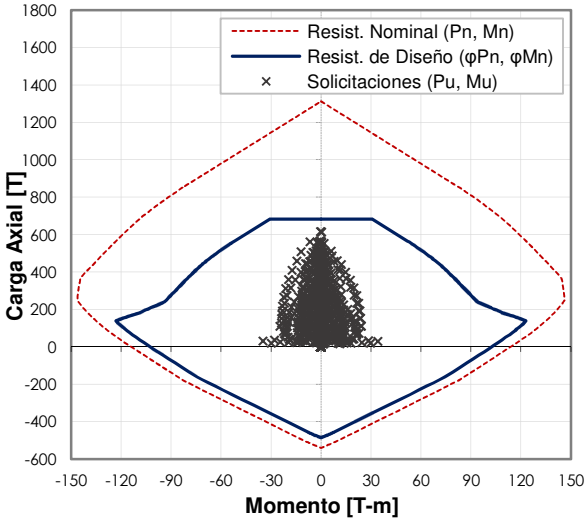


Figura 3.18 - Diagrama de interacción columnas interiores - Eje X.

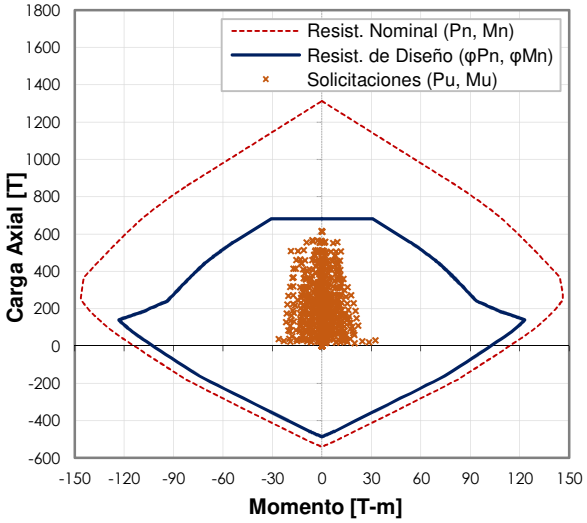


Figura 3.19 - Diagrama de interacción columnas interiores - Eje Y.

3.3.9 Armadura propuesta

En este apartado se detalla la armadura propuesta para las columnas del edificio.

- Columnas exteriores:

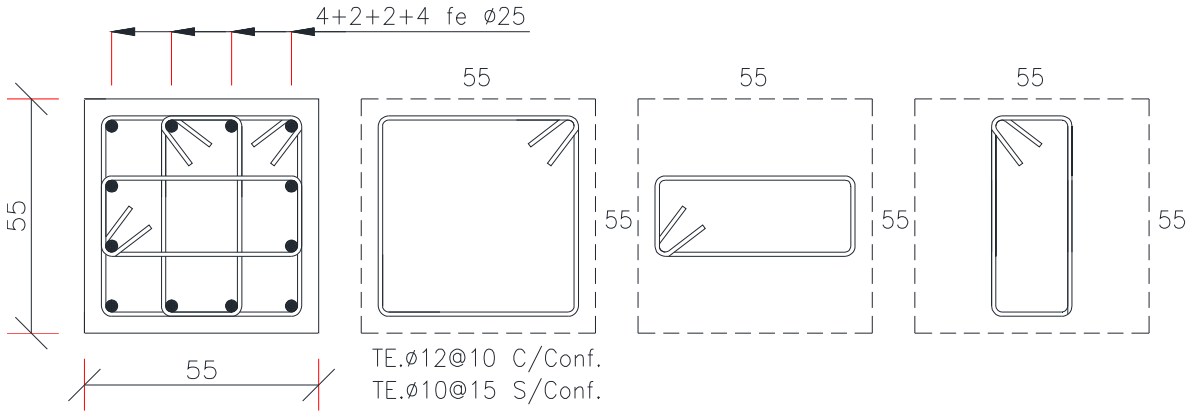


Figura 3.20 - Detalle de armadura para columnas exteriores.

- Columnas interiores:

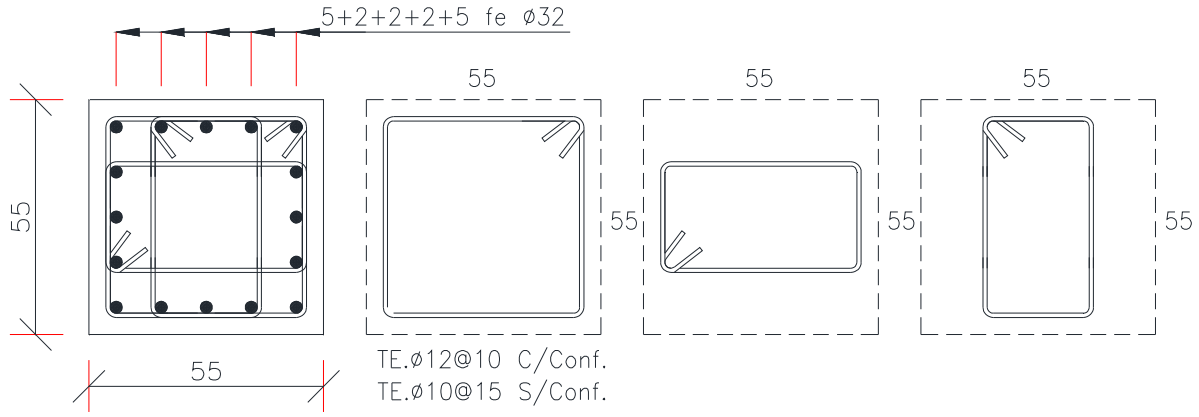


Figura 3.21 - Detalle de armadura para columnas exteriores.

3.4 Diseño de los muros

3.4.1 Consideraciones generales

El diseño de muros toma en cuenta que en el primer nivel del edificio ocurren las solicitaciones de las combinaciones de carga más desfavorables. A continuación se describe el procedimiento y consideraciones tomadas para cada etapa del diseño.

3.4.2 Diseño a flexo-compresión

- Para el diseño a flexo-compresión se han considerado las disposiciones de los capítulos 10 y 21 del código ACI318S [9], además de las modificaciones realizadas al mismo mediante el decreto supremo *DS-N°60* [7]*,* el cual aprueba el reglamento que fija los requisitos de cálculo y diseño para el hormigón armado.

- Se considera una cuantía mínima de refuerzo distribuido en el alma del $0{,}0025$ ACI318S [9] *_Sec.21.9.2.1* y una cuantía mínima del refuerzo concentrado del $0{,}0015$ (mencionado como recomendación de diseño solamente). En la misma sección antes mencionada se fija el espaciamiento máximo del refuerzo longitudinal y transversal en $450\ [mm]$.

- Al momento de escoger el espaciamiento del refuerzo transversal se ha considerado que, de necesitar confinamiento, la separación máxima entre barras a confinar responde a las imposiciones ACI318S [9]*_21.9.6.4* c) debiendo utilizar el mínimo entre $200\ [mm]$ y la mitad de la dimensión menor del elemento de borde. Para cumplir con estas solicitaciones se ha utilizado un recubrimiento de $5\ [cm]$ para el refuerzo distribuido y de $5[cm]$ para el refuerzo concentrado si es que fuera necesario.

- La verificación del diseño a flexo-compresión se realiza mediante diagramas de interacción (DI) en donde se aprecian simultáneamente el DI nominal y el reducido por diseño. Los pares momento-carga axial para realizar este diagrama se obtuvieron desde el programa Etabs [4] con ayuda del complemento *Section Designer*.

3.4.3 Verificación de requerimientos de curvatura

- La verificación de la capacidad de curvatura para muros se realiza sólo en su sección crítica. Dadas las solicitaciones, en este caso la sección crítica se encuentra en la base de estos.

- Se verifica que con las cargas axiales máximas de diseño se cumplan los requerimientos de curvatura de cada muro considerando el refuerzo longitudinal provisto para flexo-compresión (en ambos ejes de análisis).

  Del diagrama momento-curvatura, se obtiene la curvatura del elemento tipo muro considerando una deformación última del hormigón del $0{,}003$, verificando que esta curvatura sea mayor a la curvatura última impuesta por la sección *21.9.5.4* del código ACI318S [9] modificada por D.S. N°60 [7]. El cumplimiento de esta formalidad, implica el no requerimiento de confinamiento en la sección. Si no cumple, implica el confinamiento de la sección,

modificando la ley de deformaciones con la que se está trabajando en Etabs [4] , verificando la consideración de una deformación del hormigón confinado del $0{,}008$, donde curvatura obtenida supere la curvatura última antes mencionada.

3.4.4 Confinamiento

- Se deben comprobar las suposiciones de requerimiento de confinamiento mediante el cálculo de la profundidad del eje neutro "c". Se calcula según ACI318S [9]_*21.9.6.2* la necesidad de elementos especiales de borde. En las zonas en las que la profundidad del eje neutro supere un valor límite de "c" dado por esta sección, se comprueba la necesidad del elemento especial de borde.

- Se calcula la extensión horizontal mínima de confinamiento mediante la expresión de la sección 21.9.6.4 modificada por DS-N°60 [7] y se comprueba la condición entregada por el diagrama momento-curvatura.

3.4.5 Diseño al corte

Para asegurar que el corte no impida el comportamiento dúctil deseado de los sistemas compuestos por muros y reduzca significativamente la disipación de energía durante la respuesta histerética, no se debe permitir éste controle el diseño. Por lo que se debe realizar una estimación del esfuerzo de corte máximo que podrían necesitar los muros durante la respuesta sísmica, para asegurar que la disipación de energía pueda limitarse principalmente a la resistencia a flexión [13].

Para el diseño al corte, se presentan dos metodologías, la primera consiste en el método de las cargas últimas establecido por el código de diseño ACI318S [9] y el segundo, un corte por capacidad propuesto por Paulay y Priestley [13], considerando el más desfavorable para el diseño.

a) **Método de cargas últimas**

En el diseño al corte de los muros estructurales, el esfuerzo de corte V_u obtenido de las solicitaciones sísmicas mayoradas en la dirección de interés de cada muro, queda determinado por la combinación Comb3 según la Tabla 2.5, correspondiente a la combinación que demanda mayor esfuerzo de corte.

Para el diseño al corte se debe satisfacer la siguiente relación:

$$V_u \leq \phi \cdot V_n \quad ; \quad sea \quad \emptyset = 0{,}6 \qquad (ec.3.28)$$

En cuanto a la resistencia nominal al corte (V_n), se calcula de acuerdo a ACI318S [9]_21.9.4.1:

$$V_n = A_{cv} \cdot \left(\alpha_c \cdot \sqrt{f_c'} + \rho_t \cdot f_y\right) \qquad (ec.3.29)$$

La cual queda limitada por la siguiente expresión, según ACI318S [9]_21.9.4.5:

$$V_{n,máx} = 2{,}65 \cdot A_{cv} \cdot \sqrt{f_c'} \qquad (ec.3.30)$$

Donde,

A_{cv} : Área bruta de la sección de muro en $[cm^2]$.
f'_c : Resistencia especificada a la compresión del concreto en $[kgf/cm^2]$.
ρ_t : Cuantía del área de refuerzo transversal distribuido al área bruta.
f_y : Resistencia de fluencia del acero en $[kgf/cm^2]$.
α_c : Variable en función de la relación de aspecto (Ht/lw) del muro, su valor está comprendido desde 0,54 hasta 0,79. Ver figura 3.22.

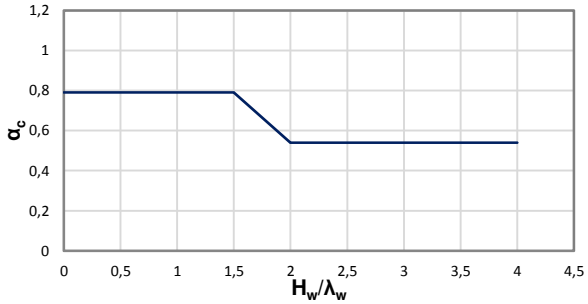


Figura 3.22 - Diagrama de variación del coeficiente α_c.

Cabe mencionar que debido a la simetría de las estructuras, los muros de sección T resisten solicitaciones similares de acuerdo al análisis lineal elástico, por lo que contemplan el mismo refuerzo, lo mismo ocurre con los muros rectangulares.

b) **Corte por capacidad**

Para determinar el corte por capacidad de muros, se sigue la metodología propuesta por Paulay y Priestley [13], donde menciona que se debe tener en cuenta la sobreresistencia a flexión de los muros de hormigón armado y la influencia de la respuesta de los modos superiores distorsionando la distribución de las fuerzas laterales sísmicas asumidas por los códigos de diseño, ver figura 3.23.

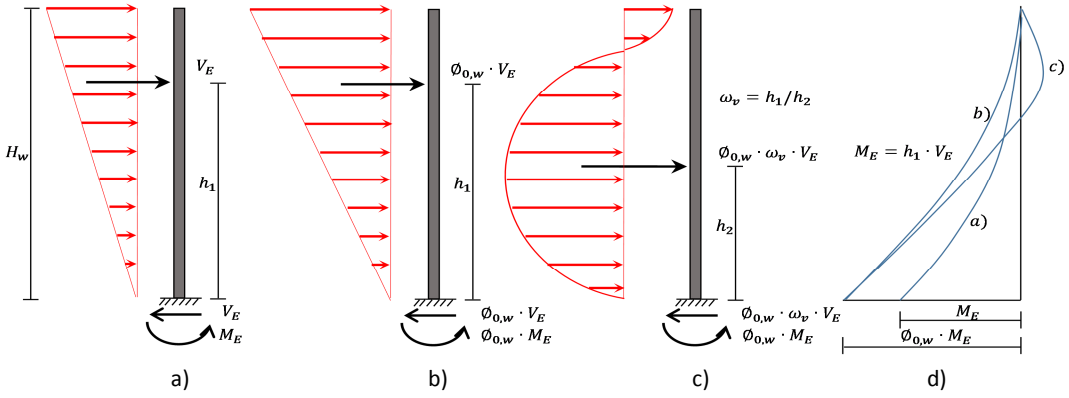


Figura 3.23 - Comparación de fuerzas laterales estáticas y dinámicas. a) Distribución de fuerzas inerciales provenientes del análisis elástico; b) Distribución de fuerzas inerciales del primer modo de la sobreresistencia a flexión; c) Distribución dinámica de la fuerza de la sobreresistencia a flexión; d) Diagramas de momento.

Para lograr el corte de diseño, se define en primera instancia un factor de sobreresistencia, definido como la razón entre la máxima resistencia a flexión que se pueda desarrollar en el muro y el momento resultante del análisis estático a nivel basal, ver ecuación 3.31.

$$\emptyset_{0,w} = \frac{M_{0,w}}{M_E} \qquad (ec. 3.31)$$

Donde,

$\emptyset_{0,w}$: Factor de sobreresistencia a flexión.
$M_{0,w}$: Momento de sobreresistencia (en la base del muro).
M_E : Momento resultante del análisis estático (en la base del muro).

Luego, el corte en la base del muro se obtiene con la siguiente expresión.

$$V_{Wall} = \omega_v \cdot \emptyset_{0,w} \cdot V_E \qquad (ec. 3.32)$$

Donde,

ω_v : Factor de amplificación dinámica de corte.
V_E : Corte horizontal proveniente del análisis estático.

El factor de amplificación dinámica $\omega_v = h_1/h_2$, como se muestra en la figura 3.23 c), debe tomarse como se muestra en las ecuaciones 3.28 y 3.29, donde n corresponde al número de pisos que tiene la estructura.

$$\omega_v = 0.9 + \frac{n}{10} \qquad , si\ n \leq 6 \qquad (ec. 3.33)$$

$$\omega_v = 1.3 + \frac{n}{30} \qquad , si\ n > 6 \qquad (ec. 3.34)$$

Para determinar el diseño al corte por capacidad, se considera un factor de reducción de la resistencia $\emptyset = 1$, como indica Paulay y Priestley [13].

En cuanto al factor de amplificación dinámica, de acuerdo a la ecuación 3.34 se obtiene $\omega_v = 1{,}7$. Conforme a esto, Quintana [14] indica necesaria la incorporación del factor de amplificación dinámica, ya que para $\omega_v = 1$ las demandas sísmicas evidencian excedencias con respecto al corte nominal calculado, por otro lado, muestra que el valor proporcionado por la ecuación 3.34 con $\omega_v = 1{,}7$ sobreestima el valor de corte de mayor magnitud obtenido del análisis dinámico, motivo por el cual utiliza un valor de $\omega_v = 1.3$ para registros nacionales. Por lo tanto, debido a que el edificio de Quintana [14] tiene similares características al estudiado en este trabajo, se opta por considerar $\omega_v = 1.3$ para el diseño al corte por capacidad, donde este valor se discutirá más adelante.

La siguiente tabla muestra comparación entre el diseño al corte por resistencia última y el diseño por capacidad de Paulay y Priestley [13].

Tabla 3.8 -Tabla comparativa diseño al corte de muros.

Parámetro		Diseño por resistencia última			Diseño por capacidad [13]		
		Muro I	Muro T		Muro I	Muro T	
			Ala	Alma		Ala	Alma
Φ		0,6	0,6	0,6	1,0	1,0	1,0
$M_{n,w}$	[T-m]	6685	8271	16873	6685	8271	16873
$M_{o,w}$	[T-m]	-	-	-	8356	10339	21091
M_E	[T-m]	-	-	-	4547	4577	7264
$\Phi_{o,w}$		-	-	-	1,84	2,26	2,94
V_E	[T]	-	-	-	190	189	294
V_w	[T]	-	-	-	349	426	855
ω_v		-	-	-	1,3	1,3	1,3
V_{cap}	[T]	-	-	-	454	554	1111
V_u	[T]	217	215	416	-	-	-
V_s	[T]	301	301	521	301	362	1001
V_c	[T]	218	218	314	218	218	314
V_n	[T]	519	519	836	519	579	1315
$V_{n(máx)}$	[T]	1088	1088	1572	1088	1088	1572
$\rho_{t\ Req}$		0,0003	0,0003	0,0048	0,0010	0,0017	0,0092
$\rho_{t\ mín}$		0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020
$\rho_{t\ Prop}$		0,0021	0,0021	0,0052	0,0021	0,0025	0,0101
Refuerzo		**2MΦ10@15**	**2MΦ10@15**	**4MΦ10@20**	**2MΦ10@15**	**2MΦ12@18**	**4MΦ12@16**

Por lo tanto, el diseño debe proporcionar resistencia suficiente para que el elemento no falle por corte, por lo que se debe diseñar por capacidad.

3.4.6 Diagramas de interacción

Las siguientes figuras muestran los diagramas de interacción de los muros rectangulares y de sección T, junto a las solicitaciones provenientes de las distintas combinaciones de carga, donde se puede apreciar que todos los puntos permanecen dentro de la curva de diseño, además se observa que las solicitaciones no sobrepasan el punto de balance lo cual preveen las fallas a compresión.

3.4.6.1 **Diagrama de interacción del muro T**

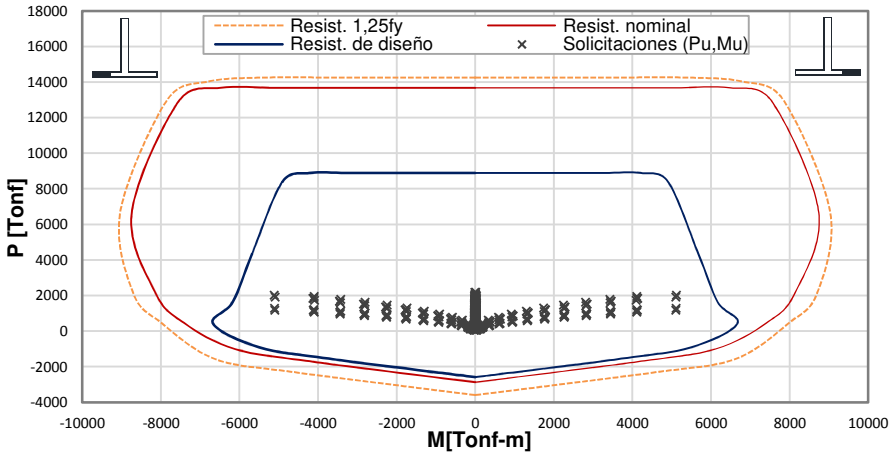


Figura 3.24 - Diagrama de interacción para el ala de muros T.

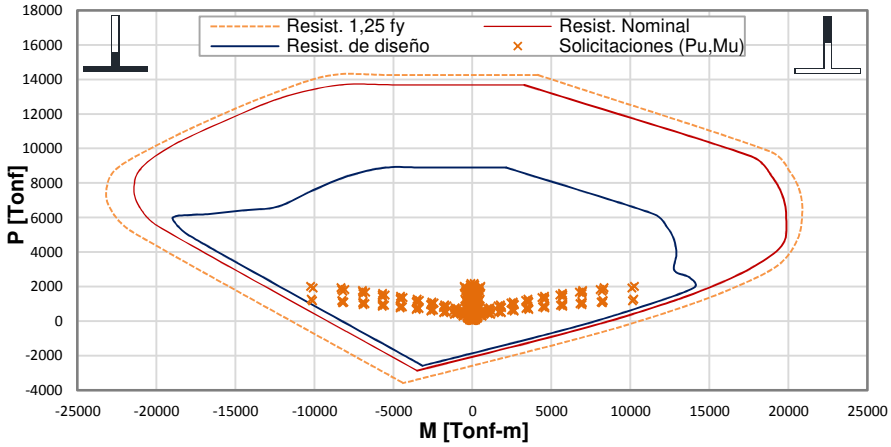


Figura 3.25 - Diagrama de interacción para el alma de muros T.

3.4.6.2 **Diagrama de interacción del muro rectangular**

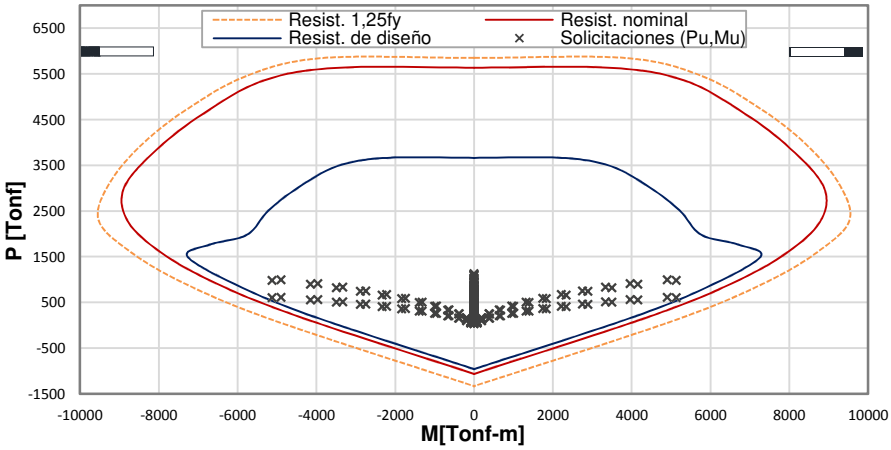


Figura 3.26 - Diagrama de interacción para muros rectangulares.

Se aprecia que las solicitaciones, en ambos sentidos de análisis, se encuentran dentro de los márgenes delimitados por el DI, y además no superan la carga $P_{u,máx}$ impuesta por el código ACI318S [9] para ambos muros.

$$P_{u,máx} = 0{,}35 \cdot f'_c \cdot A_g \qquad (ec.\,3.35)$$

Para muro T, en este caso dicha carga será,

$$P_{u,máx} = 5927{,}3\ [Tonf]$$

Para muro rectangular,

$$P_{u,máx} = 2488.5\ [Tonf]$$

3.4.7 Diagramas de momento - curvatura

Los diagramas de momento - curvatura de los muros se muestran en las figuras 3.25 y 3.26 para las cargas axiales máximas en la base de los muros.

3.4.7.1 **Diagrama de momento - curvatura para muro T**

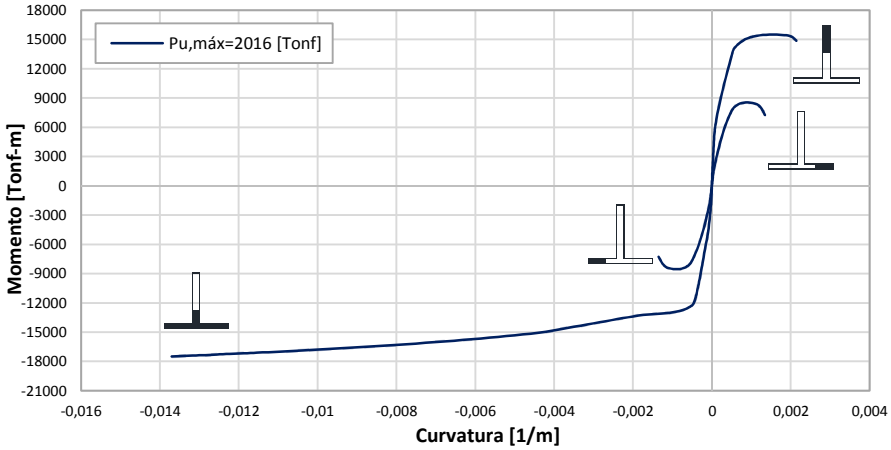


Figura 3.27 - Diagrama momento-curvatura para muros T, en dirección eje X e Y.

3.4.7.2 **Diagrama de momento - curvatura para muro rectangular**

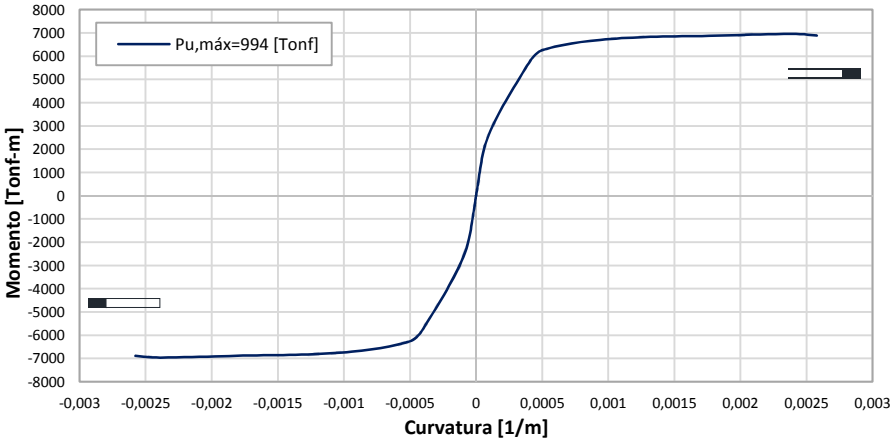


Figura 3.28 - Diagrama momento-curvatura para muros rectangulares, en dirección eje X e Y.

3.4.8 Armadura propuesta

- Muro asimétrico “T”

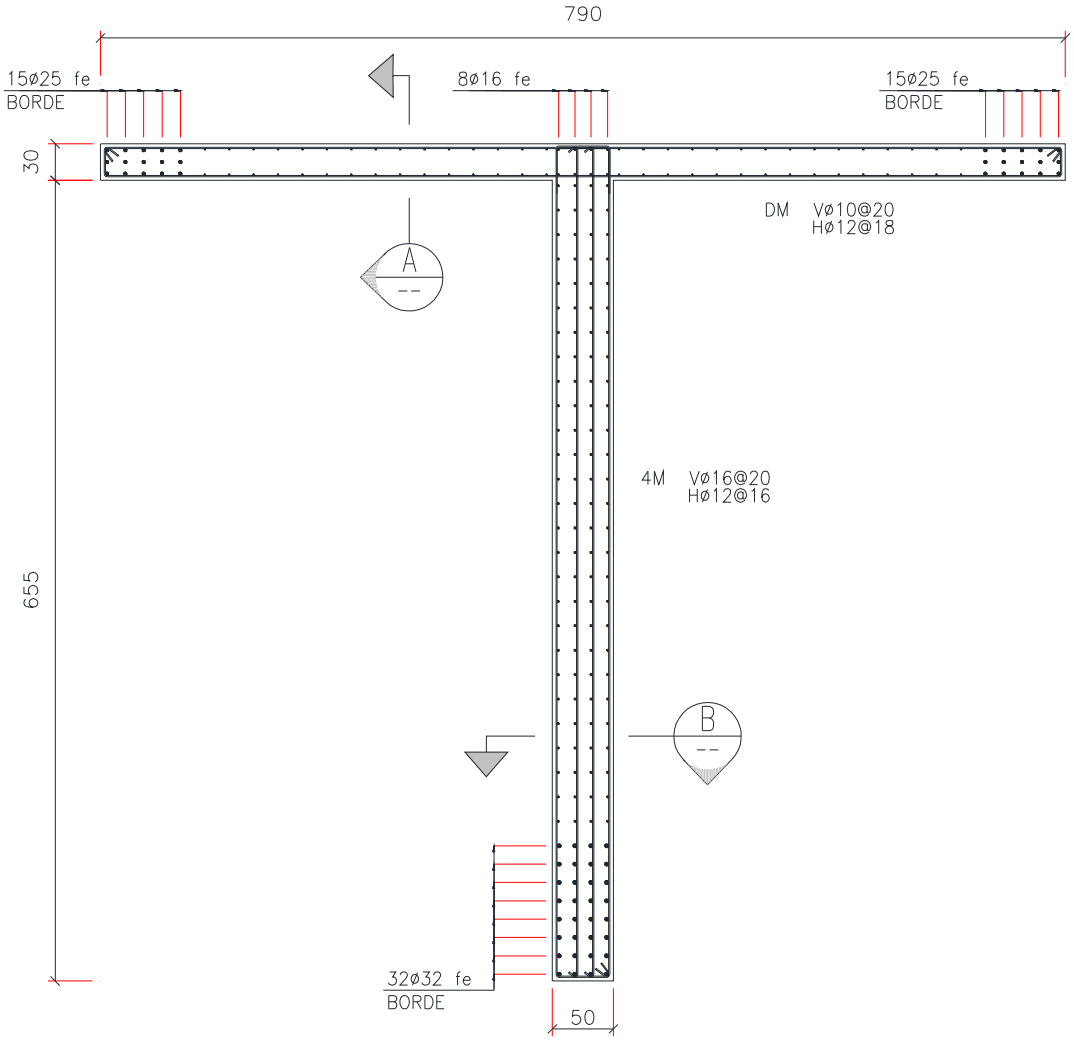


Figura 3.29 - Detalle de armadura para muros “T”.

- Muro rectangular

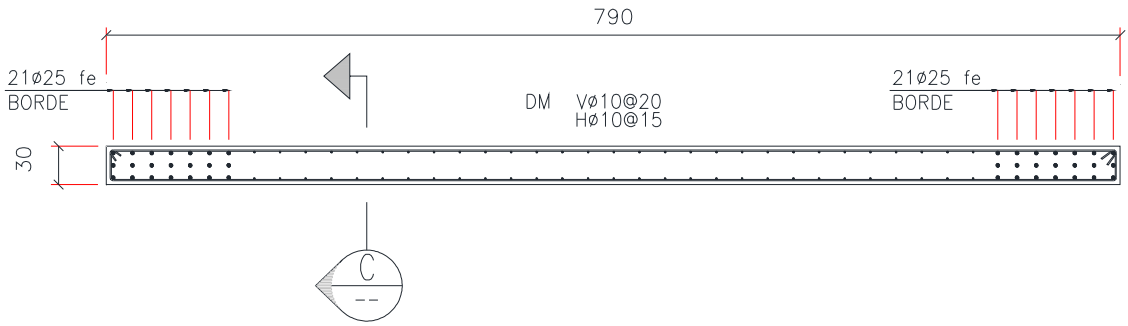


Figura 3.30 - Detalle de armadura para muros rectangulares.

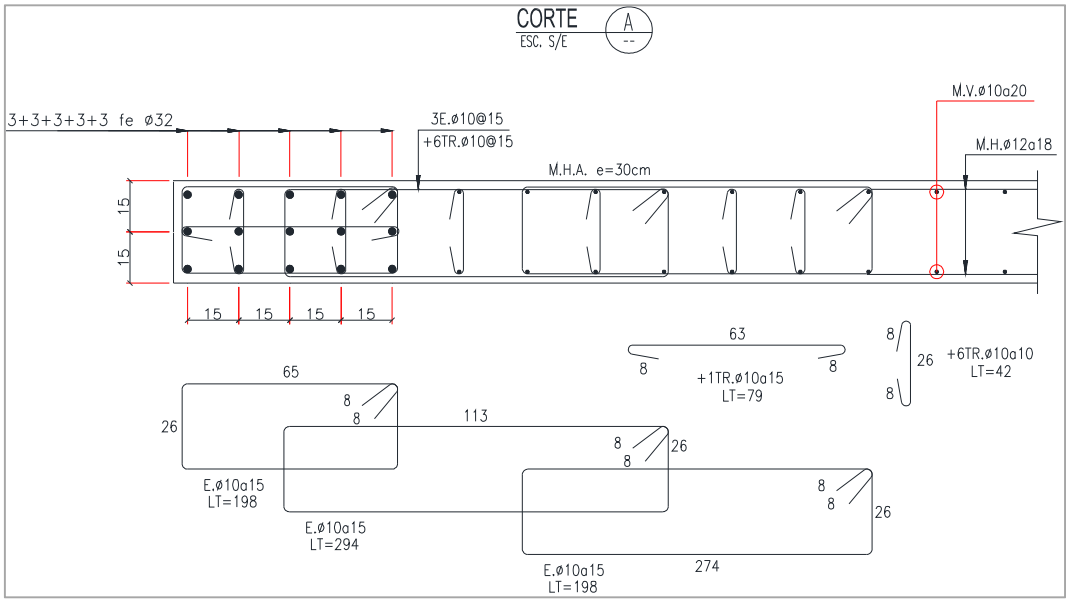


Figura 3.31 - Corte A-A, correspondiente al ala del muro T.

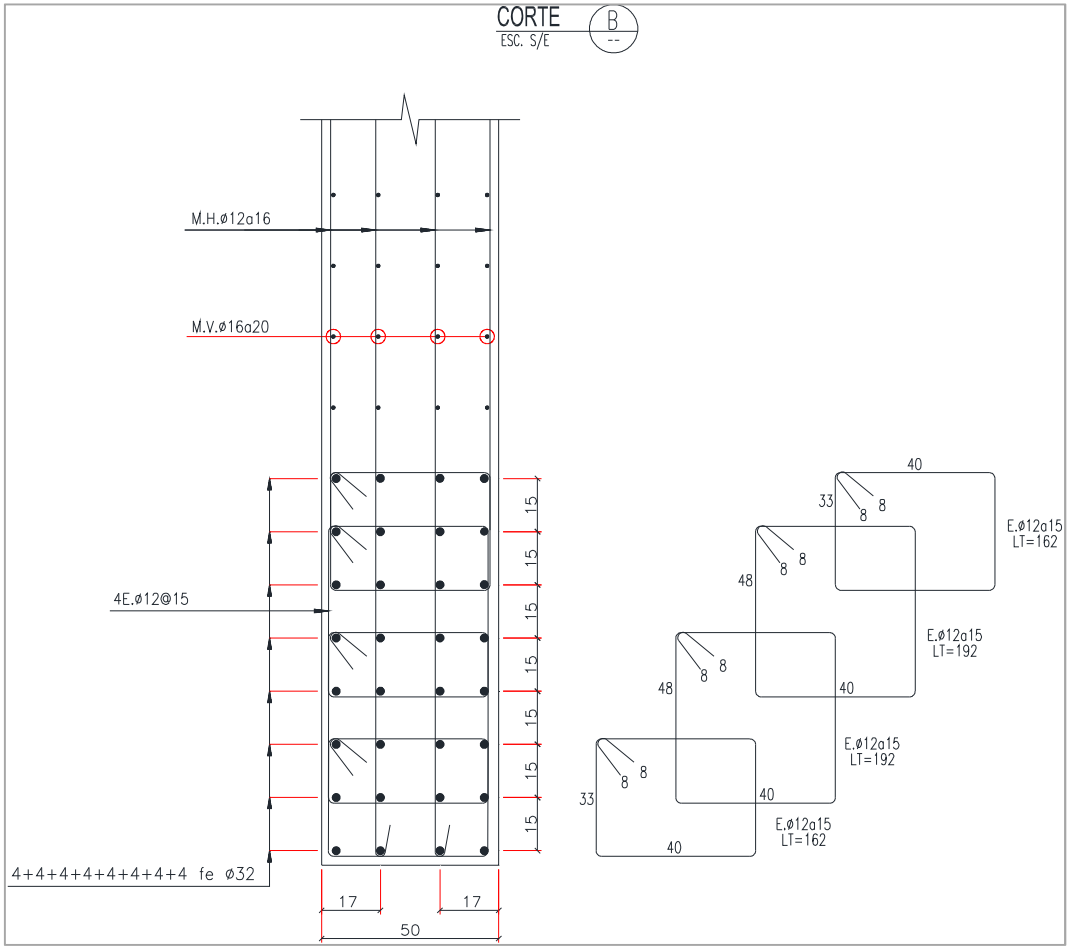


Figura 3.32 - Corte B-B, correspondiente al alma del muro T.

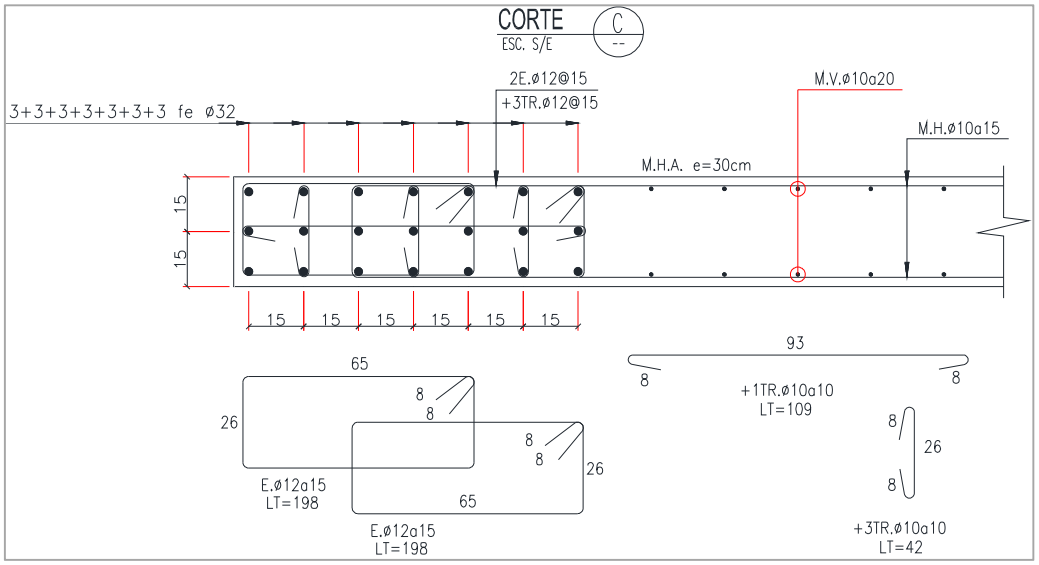


Figura 3.33 - Corte C-C, correspondiente al extremo del muro rectangular.

CAPITULO IV

4 Análisis no lineal

En el presente capítulo se mostrará los resultados del análisis no lineal tiempo historia con el programa RUAUMOKO-2D [5], con el objetivo de obtener las demandas sísmicas y la respuesta histerética de los muros correspondientes a cada modelo (MIC y MID) en la dirección de mayor rigidez (dirección Y), en lo que se espera proporcione información relevante, para luego concluir acerca de las diferencias entre ambas metodologías.

4.1 Registros de aceleración

Los registros sísmicos de aceleraciones empleados para el análisis tiempo- historia fueron elegidos de acuerdo a su consistencia con la zona sísmica y el tipo de suelo utilizado para el diseño de la estructura. Estos pertenecen a las ciudades de Constitución (VII Región del Maule), Concepción (VIII Región del Biobío) y Viña del Mar (V Región de Valparaíso) para el evento del 27 de febrero del 2010.

- Registro Concepción Centro. Región del Biobío (Chile, 2010).

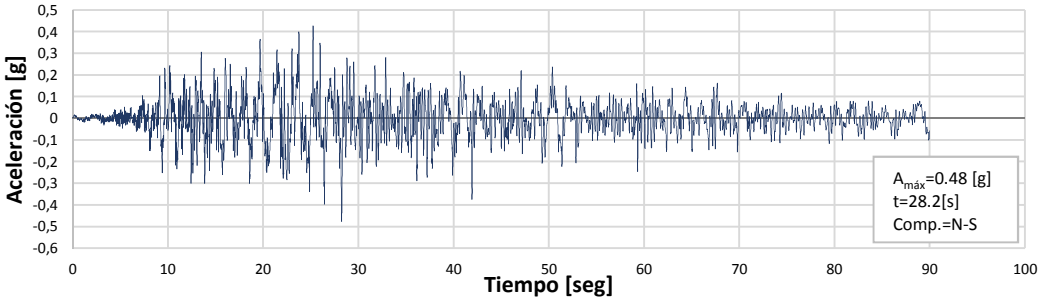


Figura 4.1 - Registro de aceleraciones - Concepción centro.

- Registro de Constitución. Región del Maule (Chile, 2010).

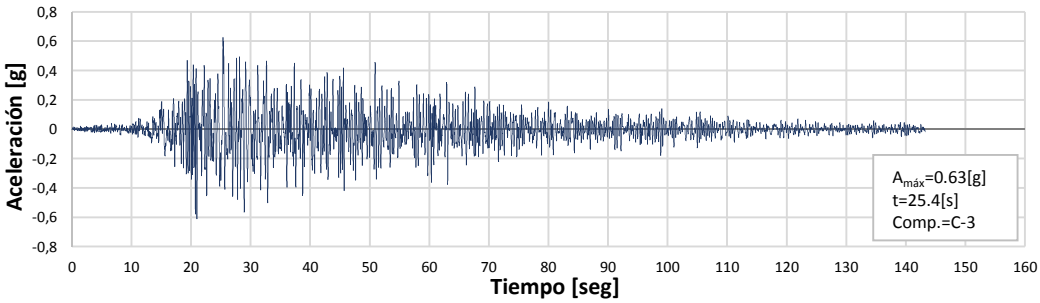


Figura 4.2 - Registro de aceleraciones - Constitución.

- Registro Marga-Marga, Viña del Mar. Región de Valparaíso (Chile, 2010).

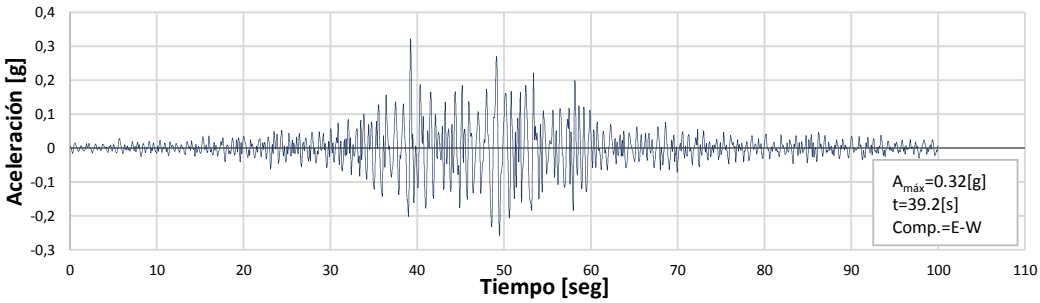


Figura 4.3 - Registro de aceleraciones - Marga-Marga.

4.2 Parámetros del modelo

4.2.1 Nodos y elementos

En primera instancia se definen los modelos bidimensionales orientados en el eje Y (ver figura 2.1) solo para los ejes A, B, C y D, ya que la estructura presenta simetría estructural, por lo que se considera solo la mitad de la masa del edificio. Por otra parte, la función de diafragma rígido se logra a través de bielas en cada nivel, lo cual permite compatibilizar los desplazamientos laterales, así como la transmisión de esfuerzos a los elementos estructurales.

Las figura 4.4 y 4.5 muestran la disposición de los nodos y elementos que conforman los modelos de análisis.

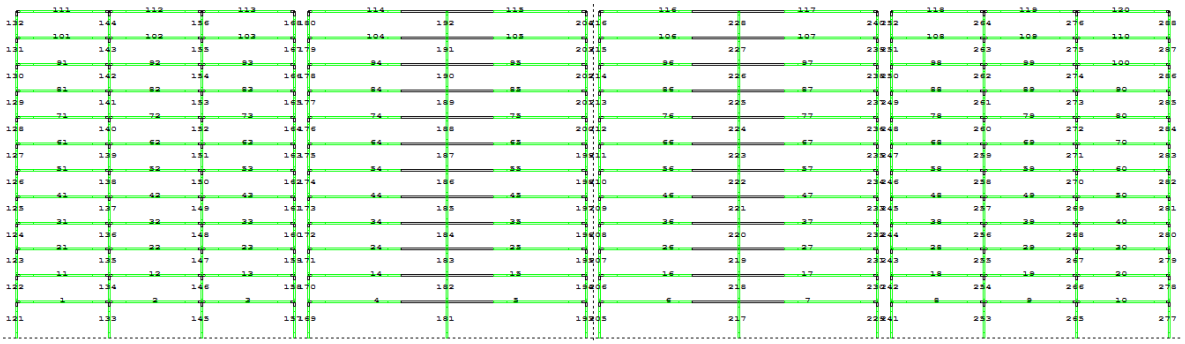


Figura 4.4 - Modelo en RUAUMOKO-2D para el modelo MIC, ejes A, B, C, D.

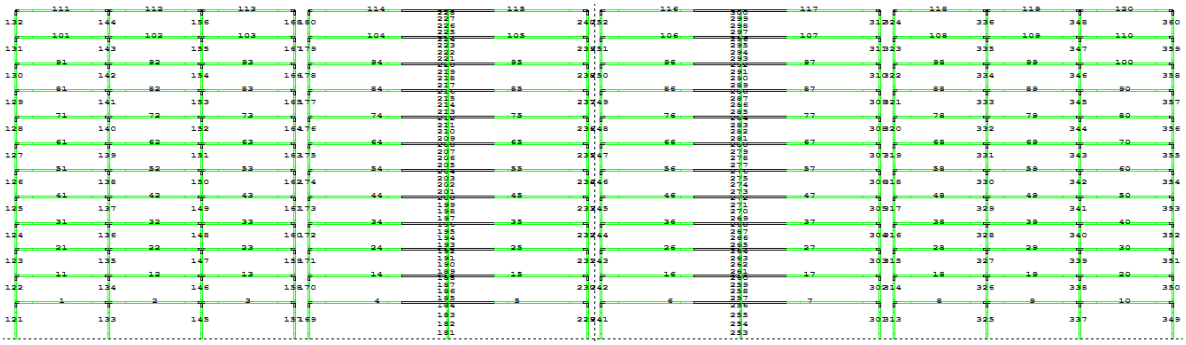


Figura 4.5 - Modelo en RUAUMOKO-2D para el modelo MID, ejes A, B, C, D.

4.2.2 Curvas Esfuerzo – Deformación

Para efectuar el análisis no lineal, es necesario emplear las propiedades de los materiales que componen los elementos estructurales, estas corresponden a modelos de esfuerzo - deformación simplificados, tanto para el hormigón como para el acero, las cuales fueron desarrolladas con resultados experimentales.

4.2.2.1 **Curva Esfuerzo – Deformación del Acero**

La curva de esfuerzo- deformación unitaria para el acero corresponde a una idealización elasto-plástica, omitiendo el aumento de esfuerzo debido al endurecimiento por deformación del acero [15], para $\varepsilon_{sy} = 0.002$ y $\varepsilon_{su} = 0.06$. Ver figura 4.6.

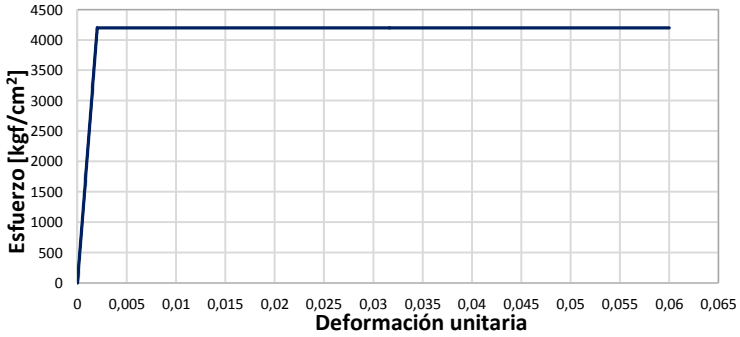


Figura 4.6 - Idealización curva esfuerzo- deformación para acero A630-420H. Fuente: [16, 17].

4.2.2.2 **Curva Esfuerzo – Deformación del Hormigón no confinado**

Uno de los modelos esfuerzo- deformación para hormigón no confinado más conocidos y aceptados es el propuesto por Hognestad [15], donde el primer tramo consiste en una parábola de segundo grado hasta alcanzar su resistencia máxima; después la curva desciende linealmente, donde la deformación unitaria última $\varepsilon_{cu} = 0.003$. Ver figura 4.7.

- Primer tramo:

$$f_c = f_c' \left(\frac{2\varepsilon_c}{\varepsilon_0} - \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_0} \right)^2 \right) \quad , para\ \varepsilon_c < \varepsilon_0 \qquad (ec. 3.26)$$

Sea,

$$\varepsilon_0 = 1.8 \left(\frac{f_c'}{E_c} \right) \qquad (ec. 3.26)$$

- Segundo tramo:

$$f_c = f_c' - 0.15\, f_c' \left(\frac{\varepsilon_c - \varepsilon_0}{\varepsilon_u - \varepsilon_0} \right) \quad , para\ \varepsilon_c \geq \varepsilon_0 \qquad (ec. 3.26)$$

Dónde,

ε : Deformación unitaria.
E_c : Módulo de elasticidad del hormigón. $[kgf/cm^2]$.
f_c : Resistencia del Hormigón.
f_c' : Resistencia cilíndrica del hormigón a compresión. $[kgf/cm^2]$.

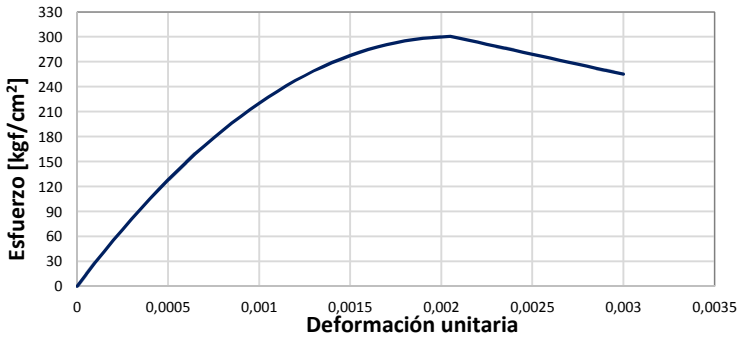


Figura 4.7 - Curva esfuerzo deformación de Hognestad para hormigón no confinado. Fuente: [15].

4.2.3 Elementos de plasticidad concentrada

Para el enfoque MIC, el modelo de plasticidad concentrada para representar los elementos estructurales, corresponde al de Giberson de una componente [10] (figura 4.8), donde el miembro es elástico pero considera la eventual formación de dos rótulas en los extremos para las vigas y una rótula en la sección crítica muros.

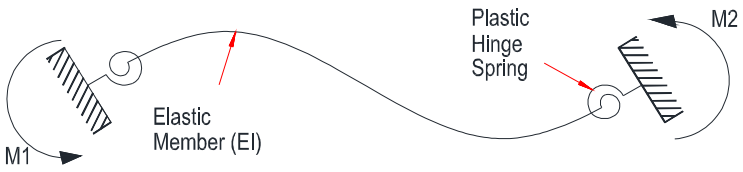


Figura 4.8 - Modelo de plasticidad concentrada de una componente tipo “Giberson”. Fuente: [10].

Por otro lado, a diferencia del enfoque MIC, el MID considera un elemento tipo viga de dos componentes para representar los muros , donde los dos miembros en paralelo representan el comportamiento del elemento, donde ambos miembros son elásticos, sin embargo, uno de ellos permite la formación de rótulas plásticas en un extremo o en ambos extremos del elemento [10]. Ver figura 4.9.



Figura 4.9 - Modelo de plasticidad concentrada de elemento viga de dos componentes. Fuente: [10].

4.2.4 Superficie de fluencia

ara las columnas se define una superficie de fluencia debido a la variación de carga axial que puedan presentar, caracterizada por el modelo “Concrete beam-column” [10, 5], la cual es obtenida de manera aproximada del diagrama de interacción nominal de las columnas, ver figura 4,10.

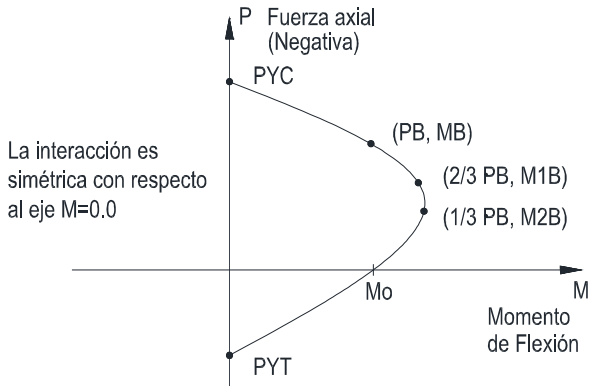


Figura 4.10 - Superficie de interacción de fluencia para columnas tipo "Concrete beam-column". Fuente [10, 5].

Donde,

PYC : Fuerza axial a compresión pura.
PB : Carga axial para momento MB.
MB : Momento que define la curva cúbica para $P = PB$.
$M1B$: Momento que define la curva cúbica para $P = 2/3PB$.
$M2B$: Momento que define la curva cúbica para $P = 1/3PB$.
M_0 : Momento que define la curva cúbica para $P = 0$.
PYT : Fuerza axial a tracción pura.

4.2.5 Reglas de histéresis

Para caracterizar el comportamiento no lineal de los elementos se deben definir las reglas de histéresis que permite representar la degradación de rigidez ante las solicitaciones sísmicas.

Para los elementos simétricos, es decir, vigas y columnas se utiliza la regla histerética de Takeda [18], esta corresponde a un modelo bilineal que incluye la rigidez post fluencia, ver figura 4.11.

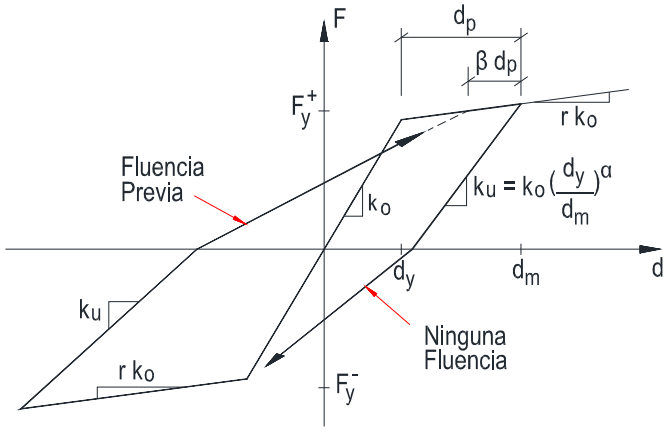


Figura 4.11 - Regla histerética de Takeda, para vigas y columnas. Fuente [18].

Donde,

α : Parámetro que define la degradación de rigidez en la descarga post-fluencia $0 \leq \alpha \leq 0.5$.
β : Parámetro que define la degradación de rigidez de la recarga post-fluencia $0 \leq \alpha \leq 0.6$.
r : Factor de Ramberg-Osgood que controla la pérdida de rigidez post-fluencia.
k_0 : La rigidez inicial "EI".
k_u : Rigidez de la rama de descarga post-fluencia.
d_p : Deformación o curvatura plástica.
d_m : Deformación o curvatura al comienzo de la descarga.
$F_y^+,\ F_y^-$: Momentos de fluencia.

Para el presente trabajo se utilizaron los valores $\alpha = 0{,}3$ y $\beta = 0{,}2$ para la degradación de la rigidez.

Para los muros asimétricos, se utiliza la regla histerética de SINA, donde Quintana [14] concluye que el modelo es adecuado para ser utilizado en muros asimétricos de sección T para representar la degradación de rigidez del elemento.

El modelo SINA es caracterizado por medio de una curva trilineal, ver figura 4.12.

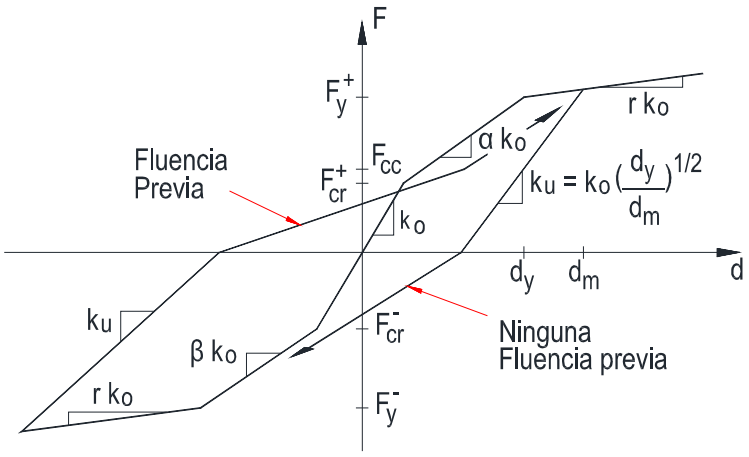


Figura 4.12 - Regla histerética de SINA. Fuente [10].

Donde,

α : Factor de reducción de rigidez desde F_{cr}^+ hasta F_y^+.
β : Factor de reducción de rigidez desde F_{cr}^- hasta F_y^-.
F_{cr}^+ : Momento de agrietamiento positivo.
F_{cr}^- : Momento de agrietamiento negativo.
F_{cc} : Momento de cierre de grieta.

4.2.6 Consideraciones

a) Para las vigas por simplicidad del modelo, no son consideradas las cargas estáticas iniciales, además que las vigas que se encuentran adheridas a los muros pueden influir en la variación de carga axial de estos.

b) La longitud del cacho rígido para vigas se considera igual a la mitad del espesor a donde llega el elemento, es decir, $0{,}275\ [m]$ cuando llega a las columnas y $3{,}35\ [m]$ cuando llega a los muros. Para las columnas se tiene una longitud igual a la altura de la viga $0{,}6\ [m]$ y para el muro no se considera una longitud de cacho rígido.

c) En cuanto a la longitud de la rótula plástica se menciona lo siguiente; para las vigas se considera una longitud igual a la altura de estas $0{,}6\ [m]$ para cada extremo, en cuanto a las columnas y muros del modelo concentrado solo considera rótula en el nodo inferior, es decir, a nivel basal, ya que este modelo se considera elástico en los niveles superiores, con una longitud de $0{,}55\ [m]$ y $3{,}425\ [m]$ respectivamente. En cuanto al modelo distribuido se considera la misma longitud de rótula plástica para columnas y muros que en modelo concentrado, con la diferencia que para el muro considera la posibilidad de formar rótulas en ambos extremos, por lo tanto, para la discretización de cuatro elementos tipo viga de dos- componentes por nivel, los muros tendrán una longitud de rótula plástica igual a $3{,}425\ [m]$ en cada extremo.

d) El factor que permite determinar el cierre de grieta definido por la relación entre el momento de cierre de grieta y el momento de agrietamiento, fue extraído de un trabajo realizado por A. Morales et al. [1], donde modelos de muros asimétricos de sección T y C fueron calibrados mediante un procedimiento de prueba y error, con el objetivo de obtener una buena representación del comportamiento cíclico de los especímenes de muros de hormigón armado asimétricos.

La figura 4.13 muestra los resultados obtenidos para distintos especímenes (muros asimétricos de sección T y C), donde muestra una correlación entre los parámetros que definen la regla de histéresis y los resultados experimentales.

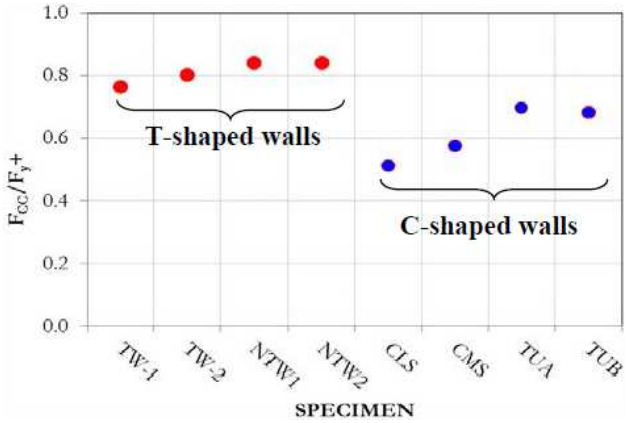


Figura 4.13 - Correlación entre resultados experimentales y los parámetros de la regla de histéresis SINA. Fuente [1].

La comparación entre el comportamiento experimental y la respuesta predicha para el espécimen NTW2 correspondiente a un muro simétrico de sección T, se muestra en la Fig. 4.14, donde el modelo propuesto es capaz de predecir la respuesta cíclica de manera adecuada.

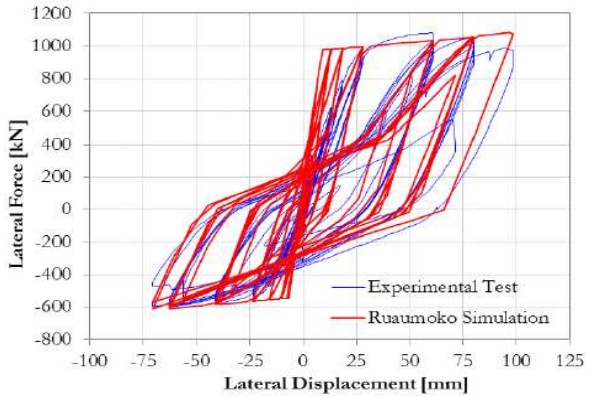


Figura 4.14 - Comparación entre el modelo analítico y el resultado experimental para el espécimen NTW2 con forma de T. Fuente [1].

Por lo tanto, para este trabajo el factor F_{cc}/F_y^+ que define el cierre de grieta a considerar para muros asimétricos de sección "T" es $0{,}8$.

e) Debido a que el modelo distribuido se modelan las rotulas plásticas de manera discretizada para todos los niveles de los muros se consideró el 100% de la inercia bruta $I_g = 27{,}86\ [m^4]$, al igual que para la base de los muros en el modelo concentrado, son embargo para los niveles superiores se considera una inercia reducida por agrietamiento promedio $I_{ef} = 10{,}07\ [m^4] = 0{,}36 \cdot I_g$ para el resto de los niveles considerados como elásticos.

f) Debido a que los muros presentan una variación de carga axial del 1.86%, con un valor de $\pm\Delta F = 31.5\ [Tonf]$, donde ΔF corresponde a la variación de carga axial proporcionada por el esfuerzo de corte de las vigas adheridas a los muros, por lo que es insuficiente para considerar una superficie de fluencia para los muros.

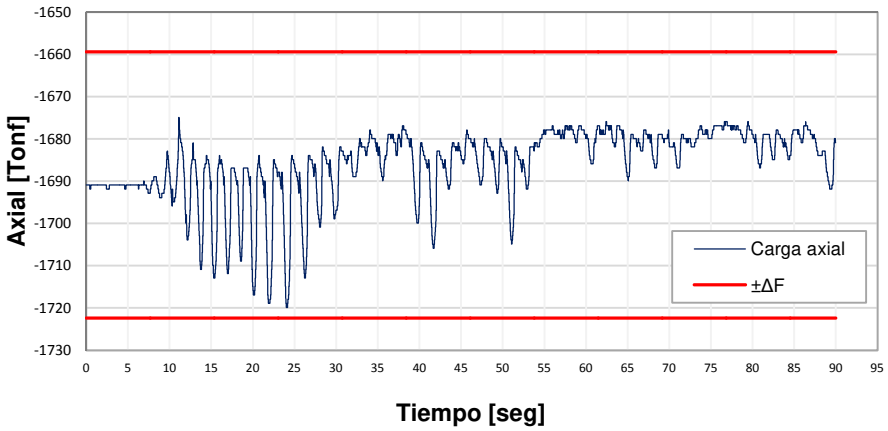


Figura 4.15 - Variación de carga axial en el tiempo, muro T.

Es por esto que se consideran distintos valores de los parámetros que definen la curva trilineal de SINA r, α, β, F_{cr}^{+}, F_{cr}^{-}, F_{cc} los cuales varían en función de la carga axial aplicada a cada nivel. Los siguientes gráficos de momento - curvatura muestran la rigidez variante del muro de cada nivel para distintas cargas axiales, se puede observar la variabilidad de la ductilidad que tiene la sección al comprimir y traccionar el ala.

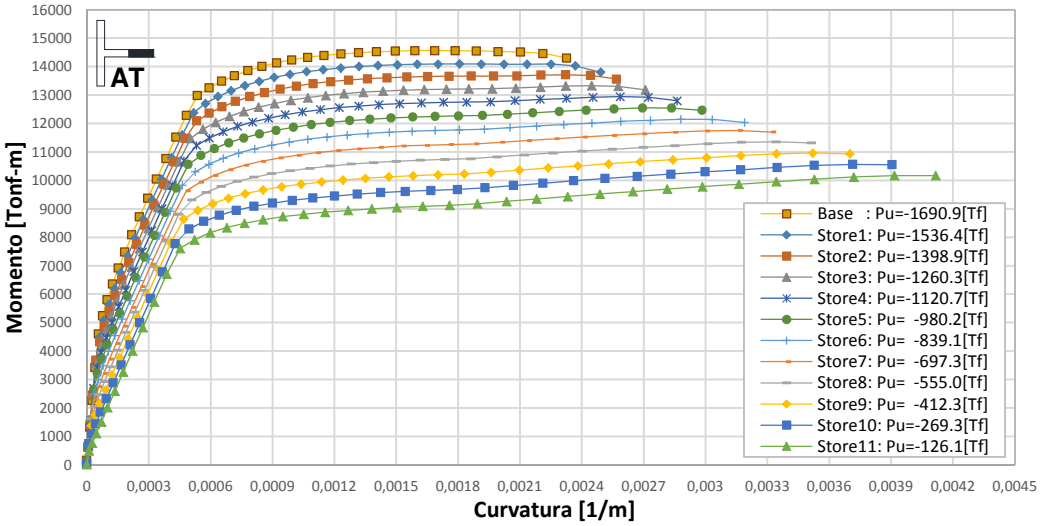


Figura 4.16 - Diagrama momento - curvatura para muro T (AT).

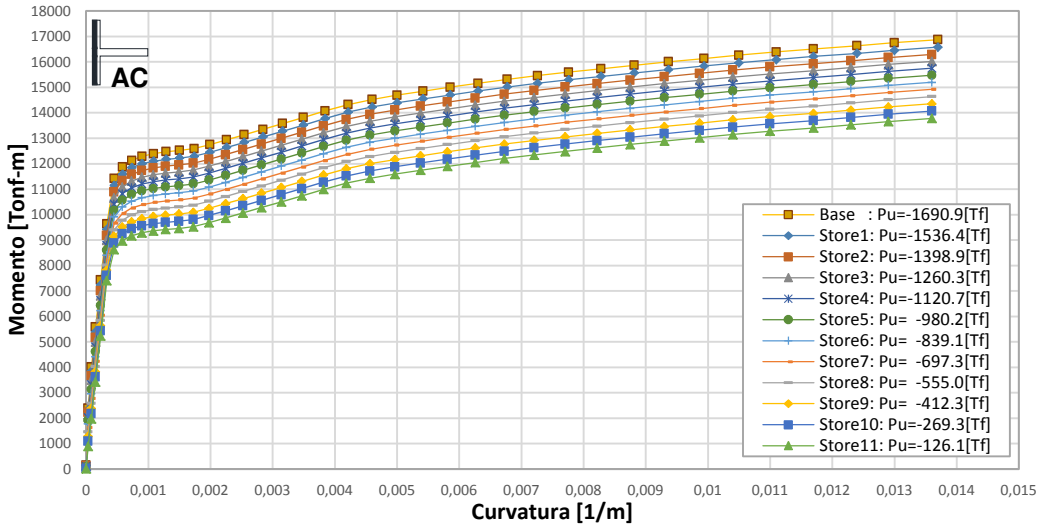


Figura 4.17 - Diagrama momento - curvatura para muro T (AC).

Se puede observar en la figura 4.16 un aumento de la rigidez a flexión, además una disminución de la capacidad de curvatura para AT, por ende, un comportamiento frágil, donde la falla queda controlada por el aplastamiento del hormigón $\varepsilon_c = 0.003$. Por lo que se deberá confinar el alma en compresión para lograr una ductilidad adicional.

La figura 4.17 muestra una ductilidad muy alta para el ala actuando en compresión, por lo que la falla queda controlada por el alargamiento máximo del acero $\varepsilon_s = 0.06$.

CAPITULO V

5 Resultados

Este capítulo contempla los resultados obtenidos de los desplazamientos absolutos y relativos de entrepisos (Drift) y las envolventes de las demandas sísmicas (de ductilidad, momento y corte) para los muros asimétricos, así como el comportamiento inelástico representado por los ciclos de histéresis que estos presentan ante las demandas sísmicas, evaluadas para cada uno de los enfoques (MIC y MID).

5.1 Desplazamientos

5.1.1 Desplazamientos absolutos

En la siguiente figura se presentan los desplazamientos absolutos máximos, obtenidos del análisis no lineal para ambos enfoques (MIC y MID), sometidos a los tres registros de aceleración mencionados en la sección 4.1.

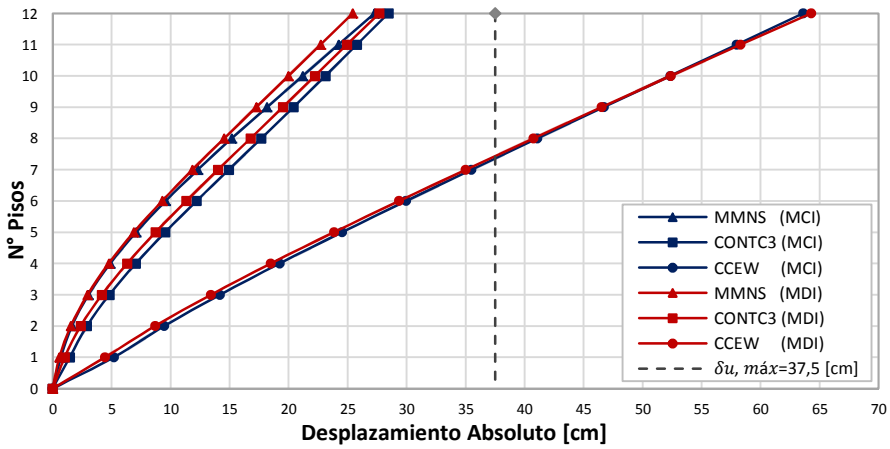


Figura 5.1 - Desplazamientos máximos absolutos.

Se observa para el registro de Concepción, los desplazamientos máximos absolutos tanto para el modelo concentrado como el distribuido demanda un mayor nivel de desplazamiento llegando a un máximo de $\approx 64\,[cm]$, superando el desplazamiento lateral de techo $\delta_{u,máx} = 37{,}5\,[cm]$ que establece el D.S. N°61 [8]. Por otro lado, para el resto de los registros los niveles de desplazamiento se encuentran por debajo de $\delta_{u,máx}$.

Por otra parte, no se aprecia una diferencia significativa entre los enfoques MIC y MID, sin embargo se aprecia que el enfoque MIC tiende a obtener desplazamientos algo mayores, debido a que este enfoque presenta menos rigidez que el enfoque MID.

5.1.2 Desplazamientos relativos de entre piso

Los desplazamientos relativos de entre piso (Drift) para ambos enfoques y para los tres registros de aceleraciones, se muestran en la figura 5.2.

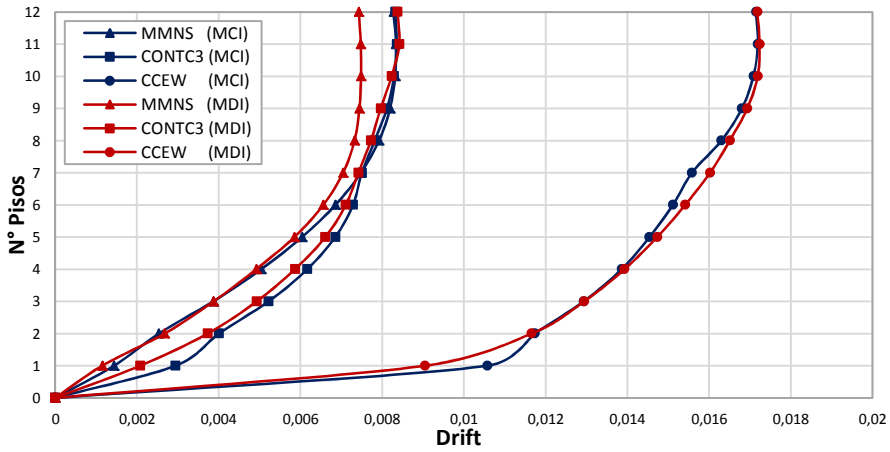


Figura 5.2 - Desplazamientos relativos de entre piso (Drift).

Se observa que los desplazamientos relativos de entre piso no tienen una diferencia significativa entre ambos sistemas, obteniendo mayores demandas con registro de aceleraciones de Concepción.

Para determinar el daño global en el edificio, se utilizaron los parámetros propuestos por el Vision 2000 [19], documento que propone el diseño por desempeño que consiste en elegir el daño que se permite en la estructura para un cierto nivel de solicitación sísmica y el daño como función del desplazamiento relativo de entre pisos (Drift), de acuerdo estudios del daño producido en edificios de hormigón armado. Las tablas 5.1 y 5.2 muestran los niveles de desempeño propuestos por el comité Vision 2000 [19] y el daño global para ambos enfoques respectivamente.

Tabla 5.1 - Clasificación del daño global.

Estado de daño	Nivel de desempeño	$dr_{máx}$%
Despreciable	Totalmente operacional	< 0,2% +/-
Leve	Operacional	< 0,5% +/-
Moderado	Seguridad	< 1,5% +/-
Severo	Pre-colapso	< 2,5% +/-
Completo	Colapso	> 2,5% +/-

Tabla 5.2 - Daño global para enfoque MIC y MID.

	Enfoque MIC			Enfoque MID		
Registro	$dr_{máx}$%	Nivel	Daño global	$dr_{máx}$%	Nivel	Daño global
CCNS	1,72	11	Pre-colapso	1,72	11	Pre-colapso
CONTC3	0,84	11	Seguridad	0,84	11	Seguridad
MMEW	0,83	11	Seguridad	0,75	10	Seguridad

El documento Vision 2000 [19] muestra que para el registro de Concepción el estado de daño es considerado como severo, presentando un nivel de desempeño cerca del colapso para ambos modelos, según [19] este nivel de desempeño considera que la degradación de la rigidez lateral y

la capacidad resistente del sistema compromete la estabilidad de la estructura aproximándose al colapso estructural, por lo tanto el edificio es completamente inseguro para sus ocupantes y las reparaciones pueden no resultar factibles técnica y económicamente. En cuanto a los registros de Constitución y Viña del Mar estos presentan un nivel de desempeño seguro, donde ocurren daños moderados en elementos estructurales, donde se presenta una degradación en la rigidez lateral y la capacidad resistente del sistema, con la posibilidad que las instalaciones queden fuera de servicio y el edificio requerirá probables reparaciones importantes [19].

5.2 Demandas sísmicas

En esta sección se obtendrá información acerca de las demandas sísmicas, éstas corresponden a las demandas de ductilidad, de momento y de corte para las secciones críticas (muros asimétricos) de la estructura estudiada correspondientes a la dirección de interés de estudio, ya que en estructuras de composición mixta, la respuesta de los distintos elementos estructurales (vigas y columnas) está controlada por los muros que la componen, debido a que estos elementos poseen una mayor rigidez.

5.2.1 Demandas de ductilidad

El estudio de las demandas de ductilidad en los elementos estructurales es de gran importancia para obtener información relevante que permita evidenciar si el elemento posee suficiente capacidad de deformación frente a las demandas sísmicas. La capacidad de curvatura se define como la relación entre la curvatura última que alcanza el elemento y la curvatura de fluencia, mientras que la demanda de curvatura se determina como el cociente entre la curvatura máxima de la respuesta y la curvatura de fluencia.

Los siguientes gráficos muestran los diagramas momento - curvatura junto a la respuesta demandada por los tres registros de aceleraciones, estos son evaluados en la sección crítica de los muros asimétricos de sección “T” (MT-A y MT-B) de acuerdo a los enfoques MID y MID.

5.2.1.1 **Diagramas momento – curvatura, para enfoque MIC.**

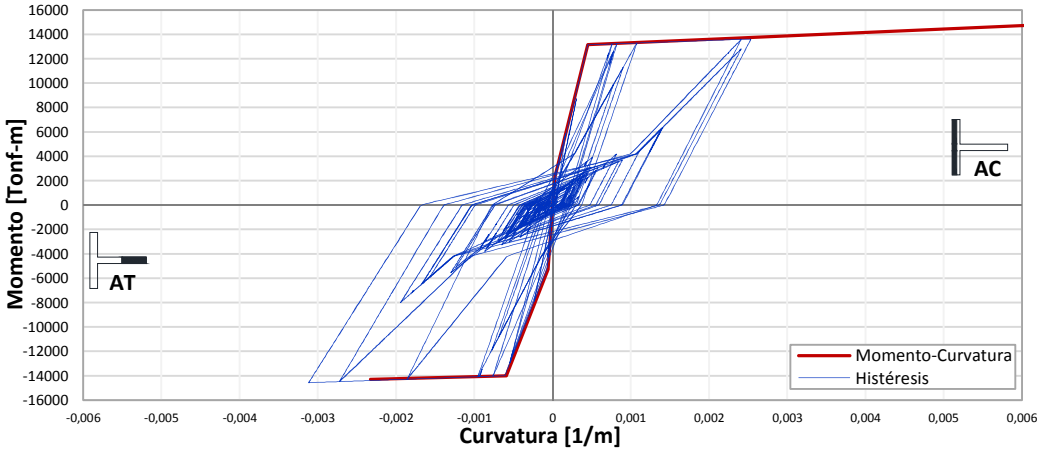


Figura 5.3 - Momento - curvatura muro MT-A, registro de Concepción.

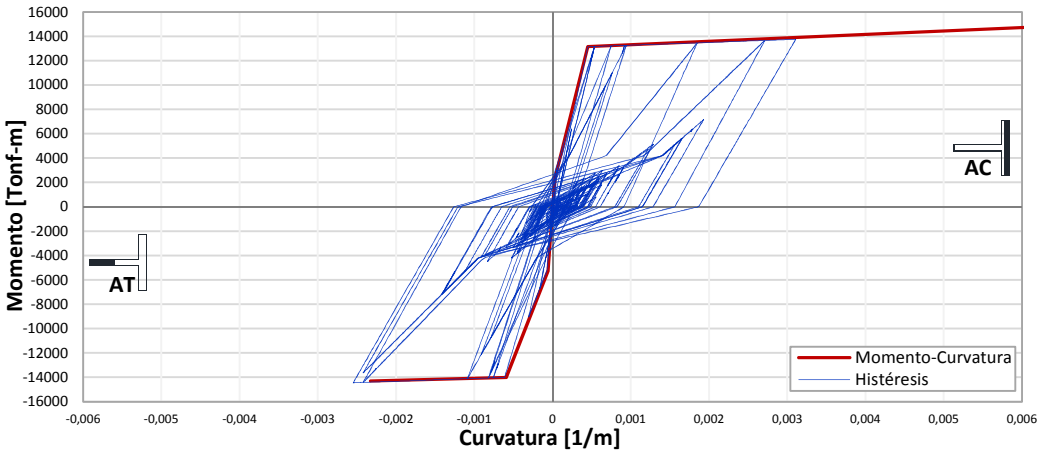


Figura 5.4 - Momento - curvatura muro MT-B, registro de Concepción.

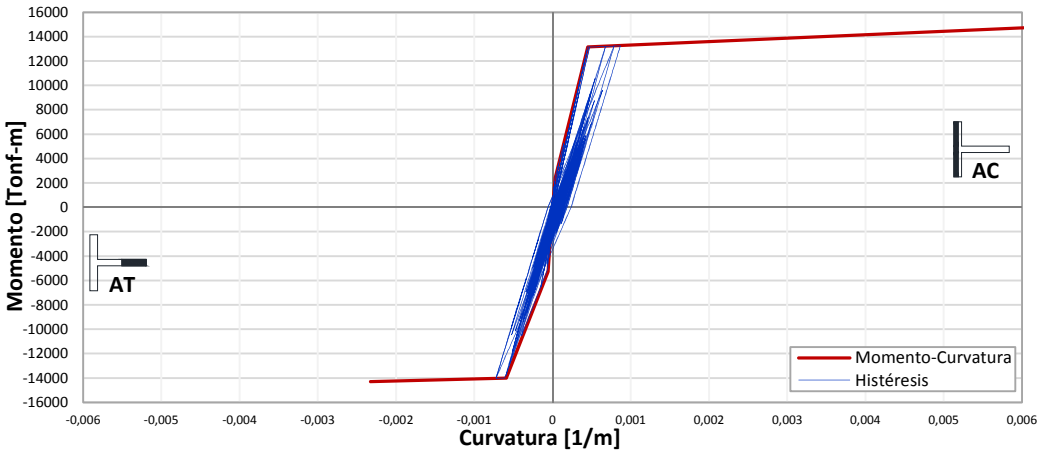


Figura 5.5 - Momento - curvatura muro MT-A, registro de Constitución.

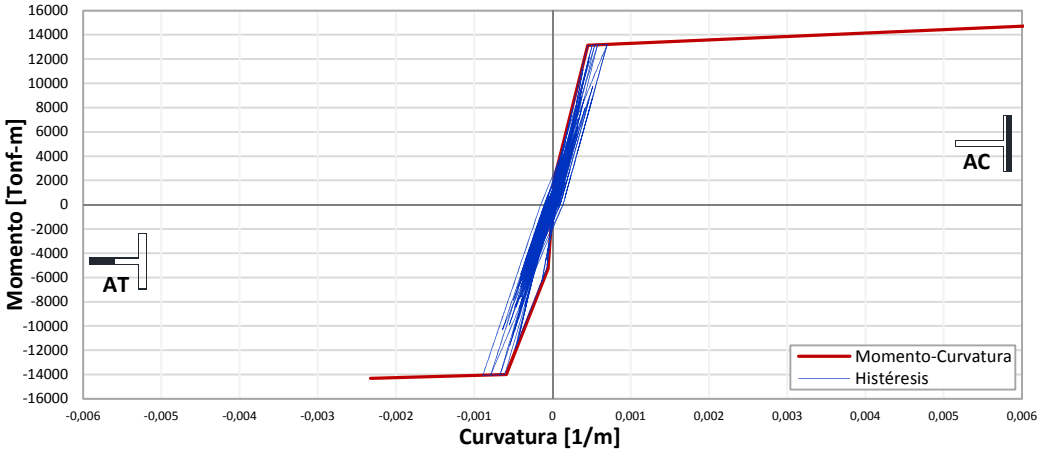


Figura 5.6 - Momento - curvatura muro MT-B, registro de Constitución.

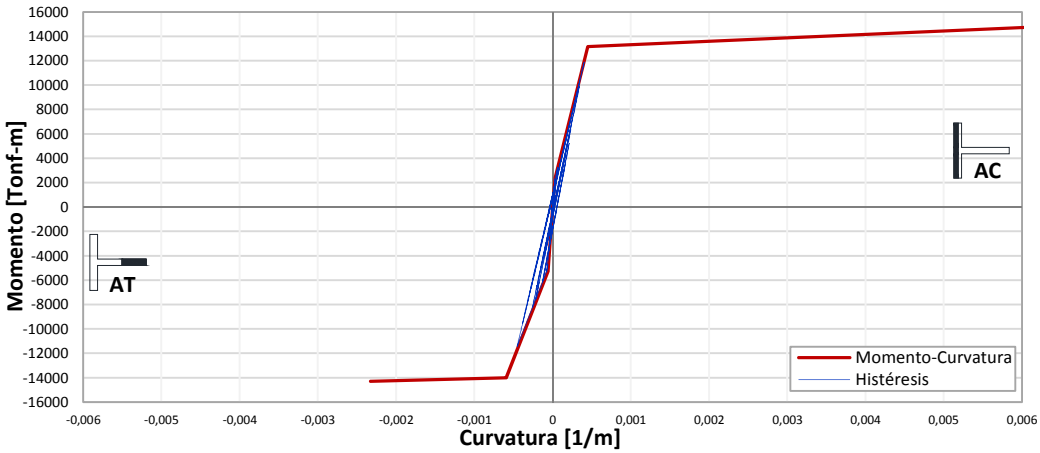


Figura 5.7 - Momento - curvatura muro MT-A, registro de Viña del Mar.

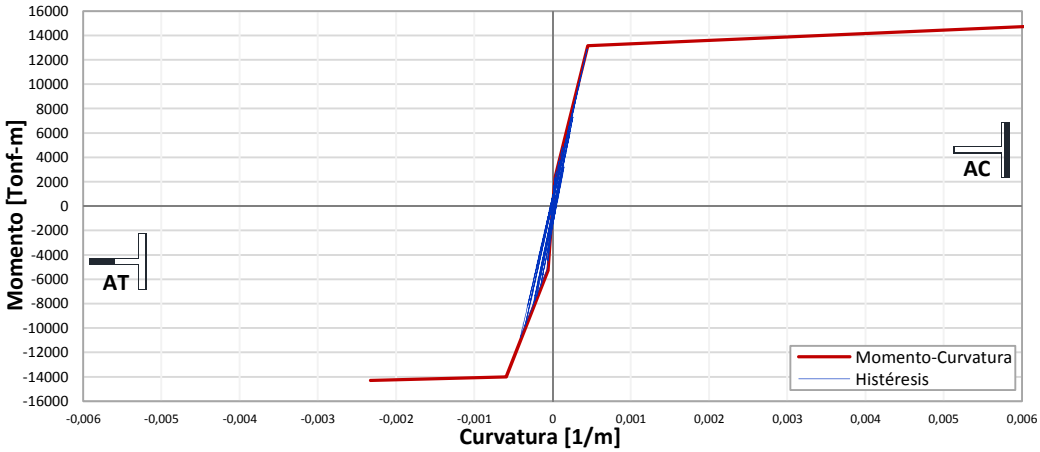


Figura 5.8 - Momento - curvatura muro MT-B, registro de Viña del Mar.

5.2.1.2 **Diagramas momento – curvatura, para enfoque MID**

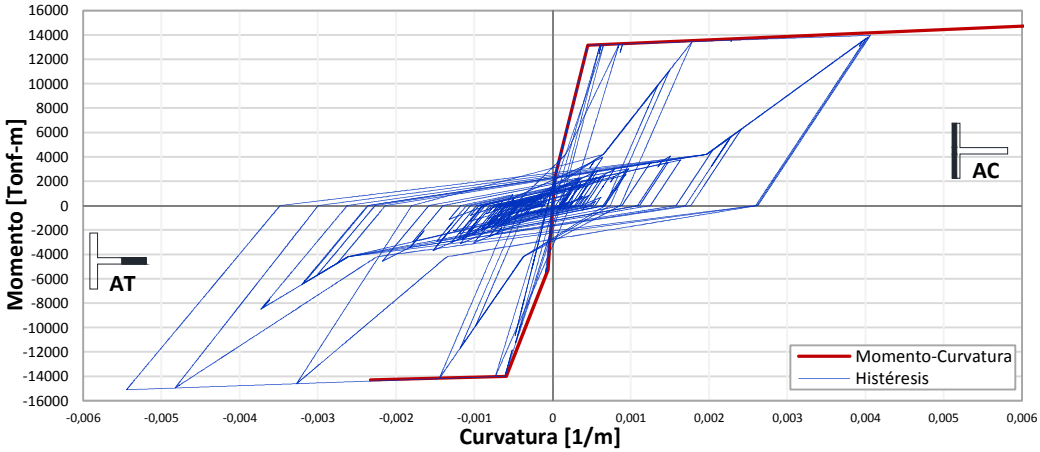


Figura 5.9 - Momento - curvatura muro MT-A, registro de Concepción.

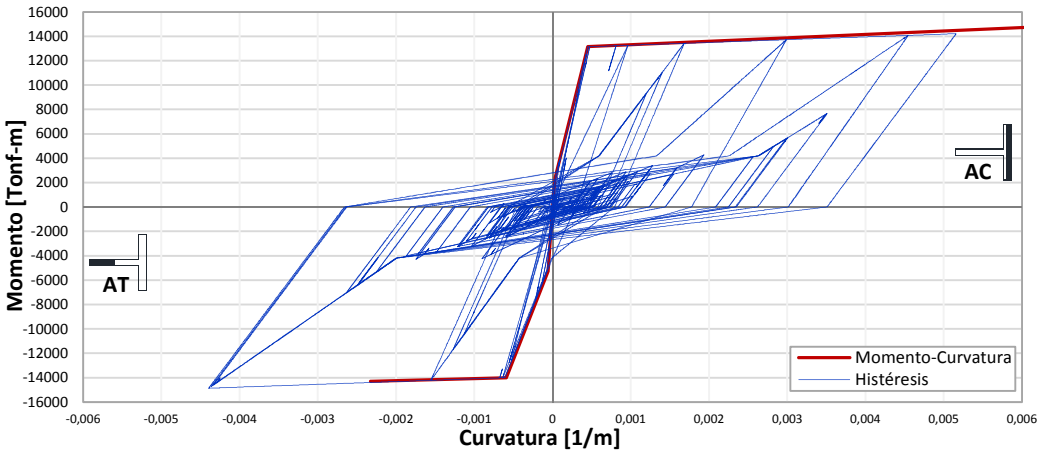


Figura 5.10 - Momento - curvatura muro MT-B, registro de Concepción.

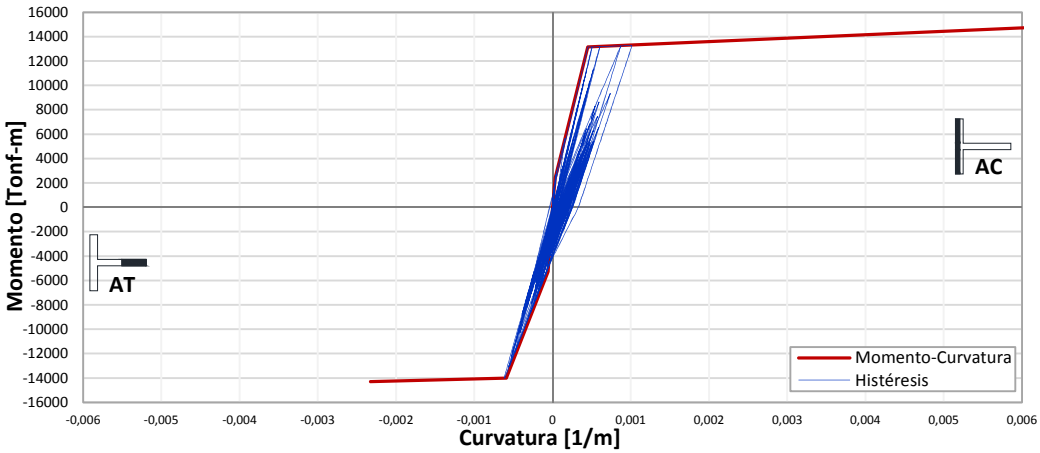


Figura 5.11 - Momento - curvatura muro MT-A, registro de Constitución.

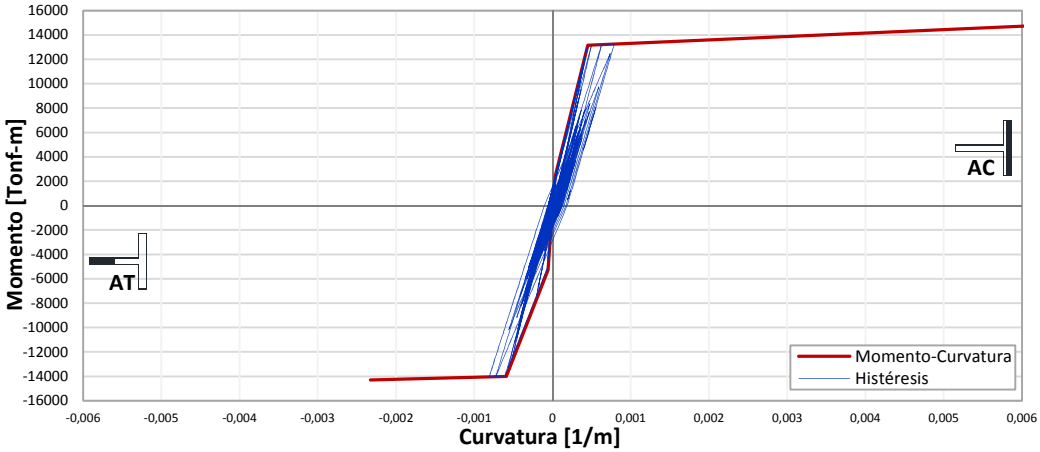


Figura 5.12 - Momento - curvatura muro MT-B, registro de Constitución.

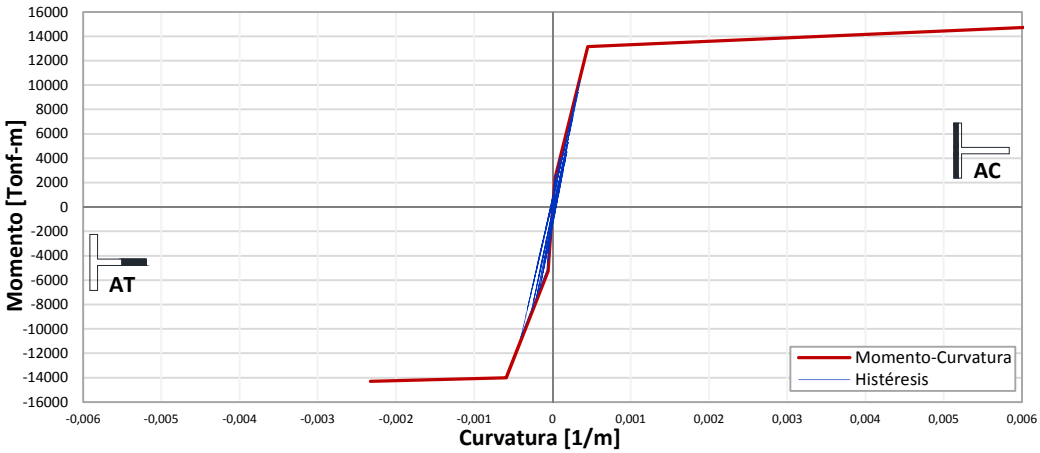


Figura 5.13 - Momento - curvatura muro MT-A, registro de Viña del Mar.

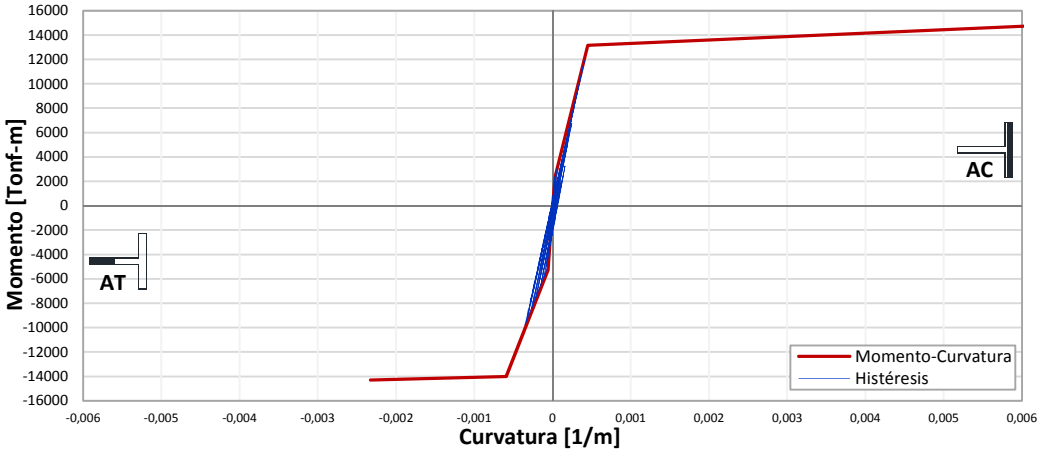


Figura 5.14 - Momento - curvatura muro MT-B, registro de Viña del Mar.

En las figuras 5.3, 5.4, 5.9 y 5.10 se puede evidenciar reiteradas y considerables incursiones no lineales tanto para el ala en tracción como para el ala en compresión, donde la demanda supera la capacidad de curvatura cuando el ala se encuentra en tracción solo para el registro de Concepción, en esta dirección los muros poseen baja capacidad de deformación.

Para las figuras 5.5, 5.6, 5,11 y 5.12 se puede observar que para el registro de Constitución los muros incursionan en el rango no lineal para ambas direcciones de análisis (AT y AC), sin embargo, presentan capacidad de curvatura apropiada para satisfacer las demandas solicitadas por éste evento sísmico.

Para las figuras 5.7, 5.8, 5,13 y 5.14 los muros presentan una respuesta elástica para el registro de Viña del Mar, evidenciando características menos severas de todos los registros considerados en este análisis.

Por otra parte, el enfoque MID en comparación al enfoque MIC, presenta una respuesta sísmica mayor para ambos muros, con ciclos de histéresis bastantes desiguales y con mayores demandas de ductilidad de curvatura para el registro de la ciudad de Concepción, mientras que para los registros de constitución y Viña del Mar se puede evidenciar una respuesta bastante similar para ambos enfoques.

Las siguientes tablas muestran las demandas de ductilidad de curvatura para los muros cuando el ala se encuentra actuando en tracción y compresión, verificando si la capacidad curvatura que presentan es adecuada para cada registro.

Tabla 5.3 - Ductilidad de curvatura para muro MT-A. Enfoque MIC.

MT - A			Capacidad de curvatura		Demanda de curvatura		Verificación	
Registro	Nivel	Nodo	AT	AC	AT	AC	AT	AC
CCNS	Base	181	3,92	30,34	5,12	5,63	✗	✓
CONTC3	Base	181	3,92	30,34	1,19	1,92	✓	✓
MMEW	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5.4 - Ductilidad de curvatura para muro MT-B. Enfoque MIC.

MT - B			Capacidad de curvatura		Demanda de curvatura		Verificación	
Registro	Nivel	Nodo	AT	AC	AT	AC	AT	AC
CCNS	Base	217	3,92	30,34	4,18	6,89	✗	✓
CONTC3	Base	217	3,92	30,34	1,46	1,55	✓	✓
MMEW	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5.5 - Ductilidad de curvatura para muro MT-A. Enfoque MID.

MT-A			Capacidad de curvatura		Demanda de curvatura		Verificación	
Registro	Nivel	Nodo	AT	AC	AT	AC	AT	AC
CCNS	Base	181	3,92	30,34	8,98	8,84	✗	✓
	Base	182	3,92	30,34	3,39	3,65	✓	✓
	Base	183	3,92	30,34	0,97	1,07	✓	✓
	1	185	3,92	30,34	0,91	2,28	✓	✓
	2	189	3,92	30,34	0,80	1,07	✓	✓
CONTC3	Base	181	3,92	30,34	1,02	2,25	✓	✓
MMEW	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5.6 - Ductilidad de curvatura para muro MT-B. Enfoque MID.

MT - B			Capacidad de curvatura		Demanda de curvatura		Verificación	
Registro	Nivel	Nodo	AT	AC	AT	AC	AT	AC
CCNS	Base	253	3,92	30,34	7,28	11,13	✗	✓
	Base	254	3,92	30,34	1,88	5,65	✗	✓
	Base	255	3,92	30,34	0,98	1,25	✓	✓
	1	257	3,92	30,34	0,94	1,94	✓	✓
CONTC3	Base	253	3,92	30,34	1,33	1,75	✓	✓
MMEW	-	-	-	-	-	-	-	-

Ésta información muestra que para el registro de Concepción, en ambos enfoques y para los muros MT-A y MT-B, la capacidad de curvatura es excedida cuando el ala actúa en tracción. Esto se debe a que en los datos de entrada del modelo se considera la curva del esfuerzo - deformación del hormigón no confinado descrita en el capítulo IV, por lo que corresponde proporcionar armadura de confinamiento para el extremo libre del alma y así aumentar su capacidad de deformación. En cuanto al ala actuando en compresión, ésta presenta capacidad de curvatura suficiente para resistir las demandas de desplazamientos.

Lo que difiere el enfoque MID del MIC, es que el primero presenta demanda de curvatura en niveles superiores, además de una magnitud superior con respecto al modelo concentrado. Otra observación relevante es que para para la base del muro MT-A presenta una demanda de curvatura levemente mayor para AT en el modelo MID, esto se debe a que el alma tiene una cuantía bastante alta, alcanzando una resistencia muy alta cuando el ala actúa en compresión, si

bien la curvatura de fluencia es menor para AC, esta alcanza una curvatura máxima muy superior para AT por lo que $\mu_{\emptyset}$ es mayor, lo que es bastante inusual para este tipo de muros, ya que por lo general para el AC presenta mayor demanda de curvatura.

5.2.1.3 **Demanda de curvatura máxima en la altura**

Este apartado muestra como varía la máxima demanda de curvatura en cada piso para ambos enfoques.

- N° pisos v/s curvatura máxima para el enfoque MIC.

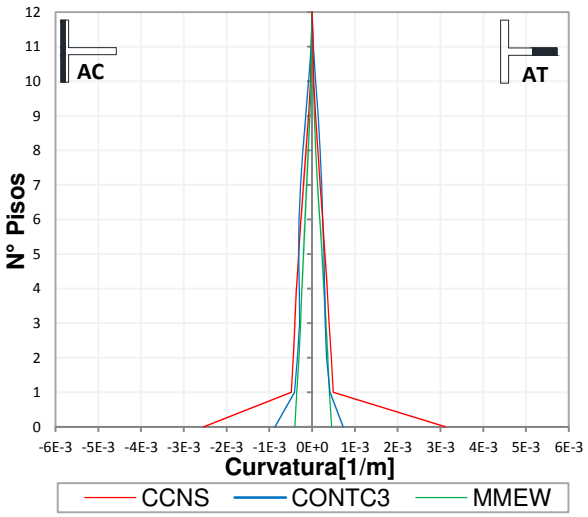


Figura 5.15 - N° pisos v/s curvatura (MIC), muro MT-A.

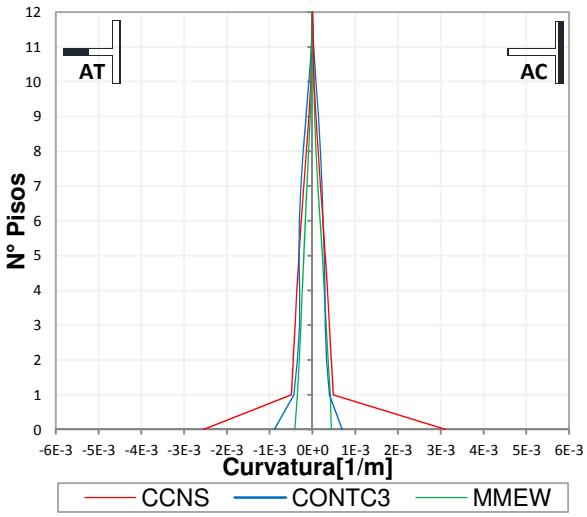


Figura 5.16 - N° pisos v/s curvatura (MIC), muro MT-B.

- N° pisos v/s curvatura máxima para el modelo MID.

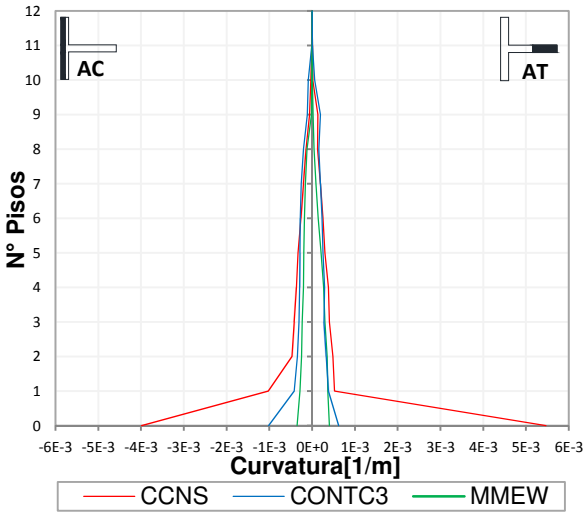


Figura 5.17 - N° pisos v/s curvatura (MID), muro MT-A.

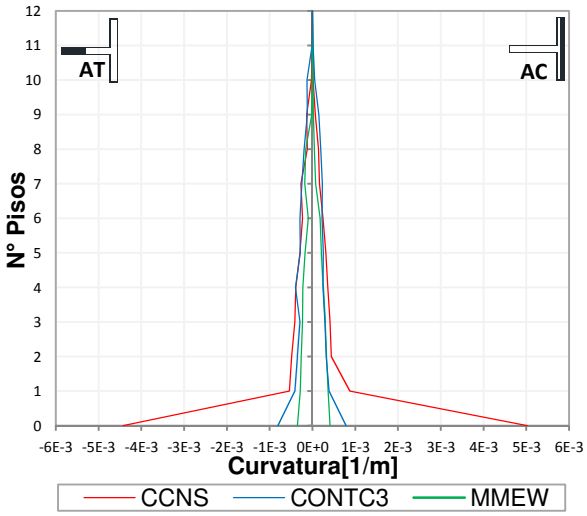


Figura 5.18 - N° pisos v/s curvatura (MID), muro MT-B.

Luego, a modo de visualizar comparativamente la diferencia entre ambos modelos, se superponen las curvas de MIC y MID para el registro de Concepción del muro MT-A.

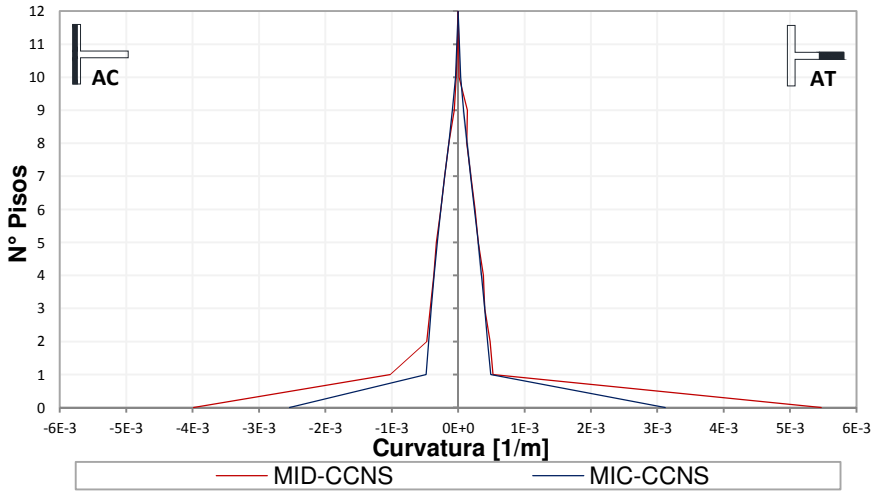


Figura 5.19 - N° pisos v/s curvatura máxima (MIC y MID), muro MT-A.

Esta figura muestra que la demanda de curvatura máxima es superior para el modelo MID hasta el segundo nivel, mientras que para niveles superiores la diferencia no es considerable.

5.2.1.4 **Razón de rigidez a flexión EI_{eff}/EI_{bruta}**

Las siguientes gráficas muestran la degradación de rigidez efectiva de manera porcentual con respecto a la rigidez bruta de los muros.

- Degradación de rigidez para el modelo MIC.

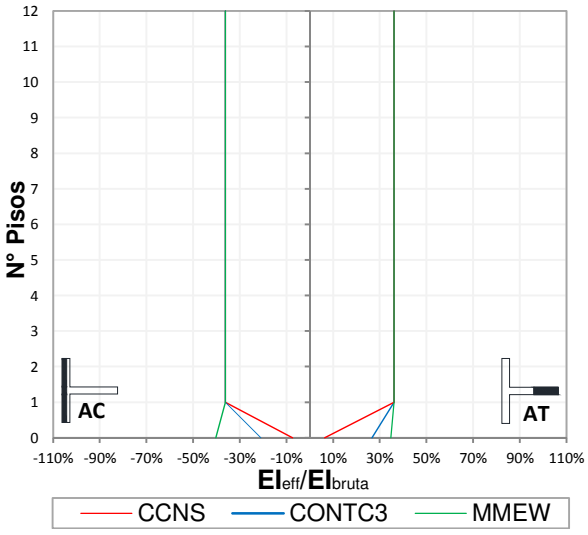


Figura 5.20 - N° pisos v/s EI_{eff}/EI_{bruta} (MIC), muro MT-A.

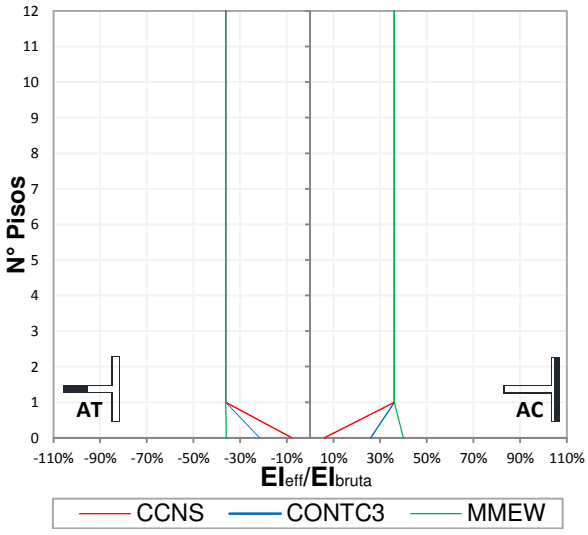


Figura 5.21 - N° pisos v/s EI_{eff}/EI_{bruta} (MIC), muro MT-B.

- Degradación de rigidez para el modelo MID.

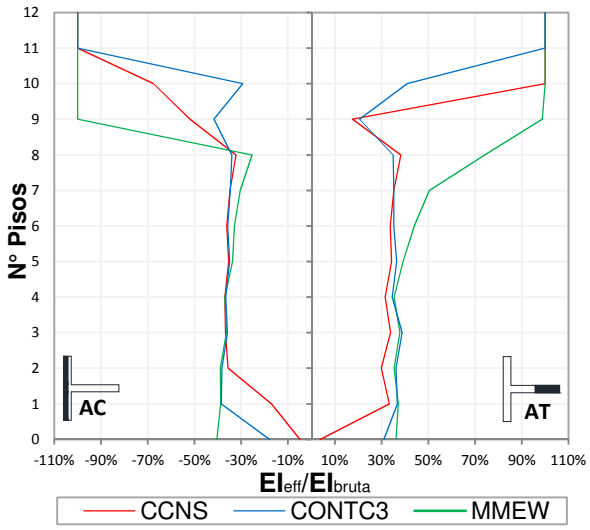


Figura 5.22 - N° pisos v/s EI_{eff}/EI_{bruta} (MIC), muro MT-A.

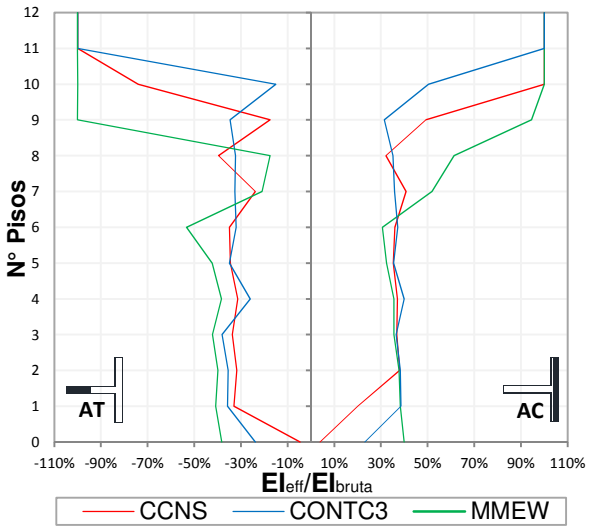


Figura 5.23 - N° pisos v/s EI_{eff}/EI_{bruta} (MIC), muro MT-B.

Luego, a modo de visualizar diferencia de degradación de rigidez entre ambos modelos, se superponen las curvas de MIC y MID para el registro de Concepción del muro MT-A.

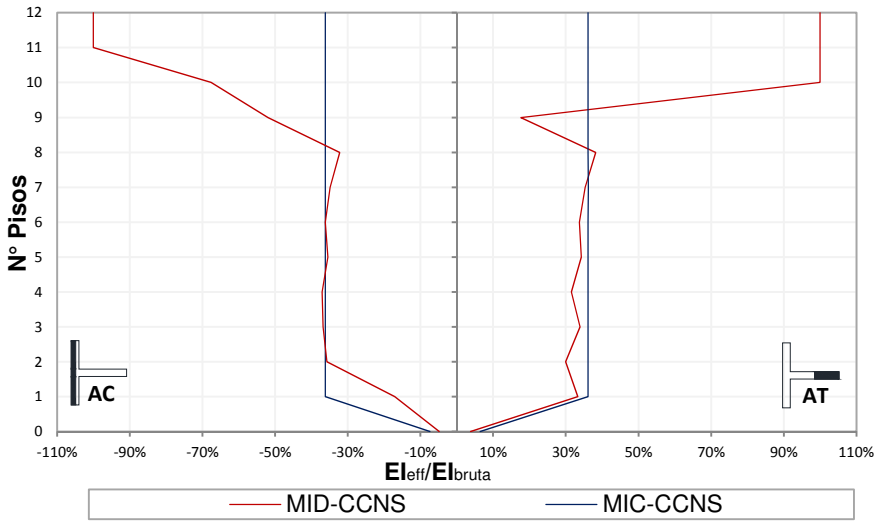


Figura 5.24 - N° pisos v/s EI_{eff}/EI_{bruta} (MIC y MID), muro MT-A.

Las siguientes tablas expresan los porcentajes de la degradación de rigidez a flexión en la altura para el modelo con inelasticidad concentrada y distribuida.

Tabla 5.7 - Degradación de rigidez a flexión (EI_{eff}/EI_{bruta})% para MIC.

Nivel	MIC - (EI_{eff}/EI_{bruta})%					
	Reg. Concepción		Reg. de Constitución		Reg. de Viña del Mar	
	AC	AT	AC	AT	AC	AT
Base	6,4	7,4	26,6	21,0	34,8	40,3
1	36,2	36,2	36,2	36,1	36,2	36,2
2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2
3	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2
4	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,1
5	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2
6	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,1
7	36,2	36,2	36,2	36,2	36,1	36,2
8	36,2	36,1	36,2	36,2	36,2	36,2
9	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,1
10	36,2	36,1	36,2	36,2	36,2	36,2
11	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2

Tabla 5.8 - Degradación de rigidez a flexión (EI_{eff}/EI_{bruta})% para MID.

Nivel	MID - (EI_{eff}/EI_{bruta})%					
	Reg. Concepción		Reg. de Constitución		Reg. de Viña del Mar	
	AC	AT	AC	AT	AC	AT
Base	3,8	4,8	31,0	17,9	36,3	40,5
1	33,3	17,1	36,7	38,6	37,2	38,9
2	30,0	35,7	36,3	38,3	35,4	38,9
3	33,9	36,8	38,9	35,9	37,9	36,3
4	31,5	37,1	34,6	36,7	35,4	37,1
5	34,3	35,5	36,6	35,0	39,2	33,7
6	33,7	36,2	35,2	35,8	44,0	33,0
7	35,3	34,8	35,3	34,7	50,4	30,5
8	38,2	32,2	34,9	34,1	74,1	25,4
9	17,6	52,0	20,6	41,7	98,8	100,0
10	100,0	67,6	41,0	29,4	100,0	100,0
11	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

El modelo MIC muestra una considerable disminución en su rigidez a nivel basal, puesto que es permitida la incursión en el rango no lineal, sin embargo, presenta una degradación de rigidez constante en niveles superiores debido a que el modelo considera un comportamiento elástico. Por otro lado, el modelo MID en general presenta una degradación mayor en comparación al modelo MIC, no obstante, presenta una notable diferencia en los niveles de mayor altura puesto que mantiene el 100% de su rigidez.

5.2.2 Demandas de momento

Se presentan las demandas de momento por los tres registros de aceleraciones descritos en la sección 4.1 para ambos modelos MIC y MID. Además de los momentos nominales para los momentos solicitados que establece la norma [6] y los momentos de fluencia para cada dirección.

5.2.2.1 **Diagramas de momento, para enfoque MIC**

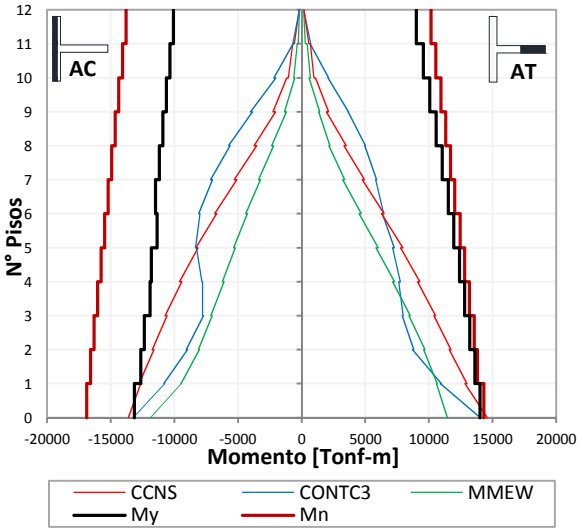


Figura 5.25 - Demandas de momento para muro MT-A, enfoque MIC.

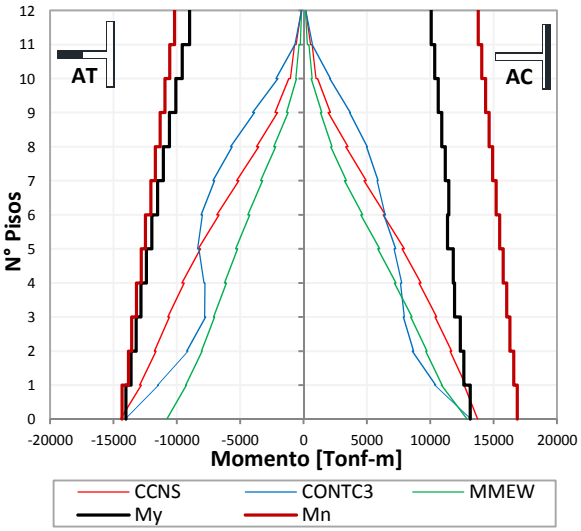


Figura 5.26 - Demandas de momento para muro MT-B, enfoque MIC.

5.2.2.2 **Diagramas de momento, para enfoque MID**

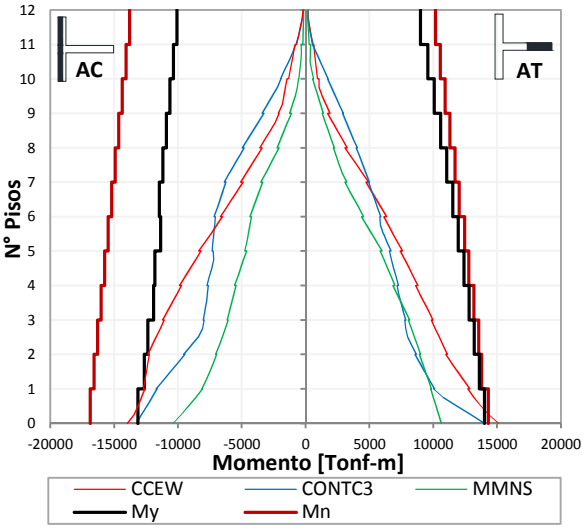


Figura 5.27 - Demandas de momento para muro MT-A, enfoque MID.

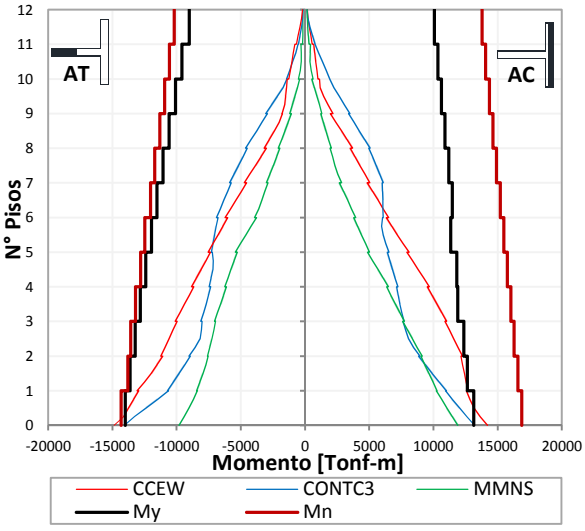


Figura 5.28 - Demandas de momento para muro MT-B, enfoque MID.

5.2.3 Demandas de corte

Las demandas de corte se muestran en las figuras siguientes para cada registro de aceleración de acuerdo al enfoque MIC y para MID, junto al resistencia de corte nominal para el corte solicitado que establece la norma [6] y el corte por capacidad para $\omega_v = 1{,}3$ y $\omega_v = 1{,}7$.

5.2.3.1 Diagramas de corte, para enfoque MIC

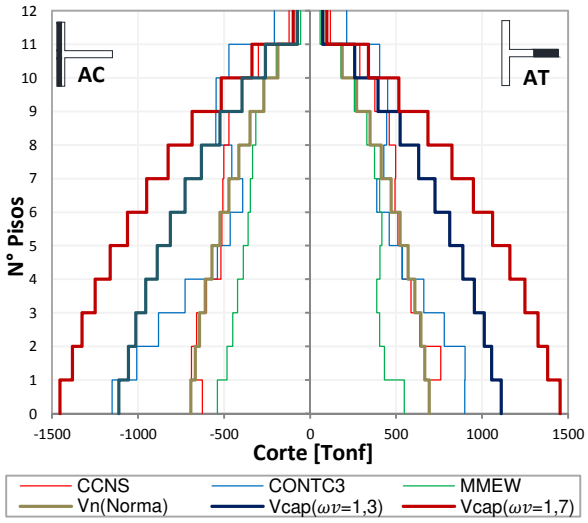


Figura 5.29 - Demandas de corte para muro MT-A, enfoque MIC.

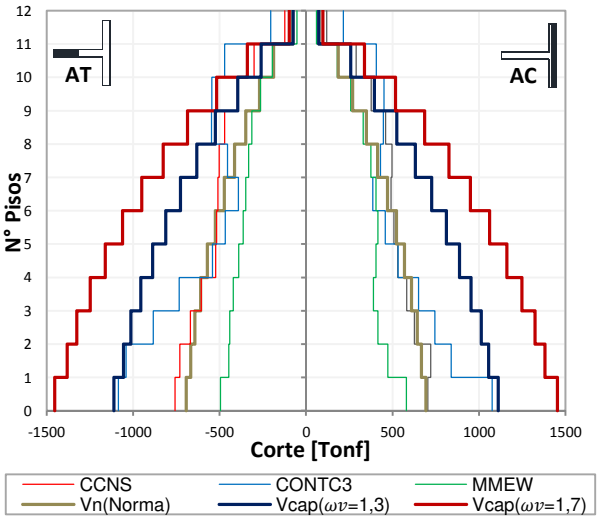


Figura 5.30 - Demandas de corte para muro MT-B, enfoque MIC.

5.2.3.2 Diagramas de corte, para enfoque MID

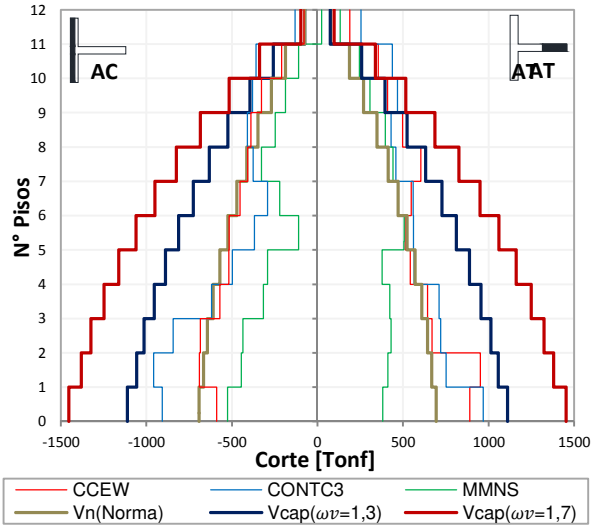


Figura 5.31 - Demandas de corte para muro MT-A, enfoque MID.

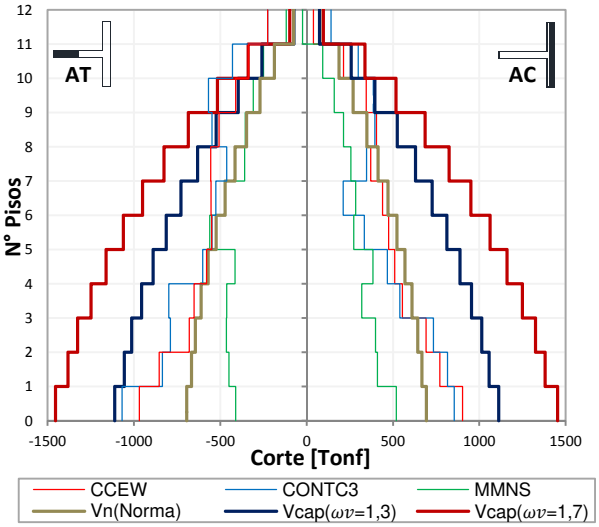


Figura 5.32 - Demandas de corte para muro MT-B, enfoque MID.

- Observaciones : Demandas de momento

En cuanto a las demandas de momento se observan magnitudes similares a nivel basal para ambos enfoques. En cuanto a las demandas de momento, para niveles superiores el modelo MIC presenta semejanza para ambas direcciones (AC y AT) exceptuando para el registro de Constitución y a nivel basal se puede observar que también muestra valores de momento similares.

Para el modelo MID se presencia menos demanda de momentos de los registros de aceleraciones para los pisos superiores en contraste con el modelo MIC para ambos muros, sin embargo para la demanda por el registro de Concepción el modelo MID muestra deformaciones inelásticas para niveles superiores de los muros; para el muro MT-A la incursión no lineal llega hasta el segundo nivel, mientras que para el muro MT-B llega hasta el primer nivel.

- Observaciones : Demandas de corte

Para las Demandas de corte se observa que para el modelo MIC los cortes máximos se encuentran a nivel basal para todos los registros, disminuyendo en la altura de los muros y presentando valores similares para el ala comprimida (AC) y traccionada (AT). Para el modelo MID se evidencia una distribución de demandas menores que el modelo MIC. Para los registros más severos (Concepción y Constitución) se tiene una distribución similar al modelo MIC y para el registro de Viña del Mar tiene una distribución diferente, obteniendo una mayor demanda cuando el ala se encuentra en tracción (AT). Luego, de acuerdo a la demanda máxima de corte para cada enfoque, el factor de amplificación dinámica requerido para el MIC es $\omega_v = 1{,}35$ y $\omega_v = 1{,}25$ para el MID.

5.2.4 Envolventes

En esta sección se evaluará la capacidad de diseño de manera simplificada para el momento y corte de los muros ante las demandas sísmicas consideradas en este estudio, representada por curvas bi-lineales de envolventes. Para este objetivo, se utilizarán las envolventes propuestos por Morales et al. [1, 2] para muros asimétricos en voladizo determinadas para un edificio de muros.

5.2.4.1 **Envolvente de momento**

La curva bi-lineal que define la capacidad de diseño de la envolvente de momento, junto a los parámetros que las definen, se muestra en la siguiente figura.

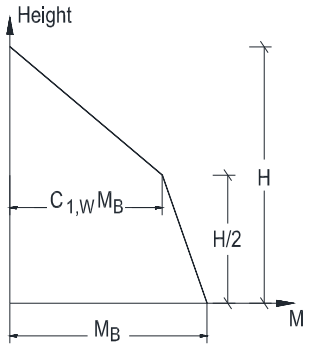


Figura 5.33 - Capacidad de diseño para envolventes de momento en muros. Fuente [1, 2].

Donde,

H : Altura del muro.
M_B : Momento en la base del muro proveniente de las demandas máximas.
$C_{1,w}$: Coeficiente que relaciona el momento de la altura media y el momento en la base del muro.

Luego, los valores del $C_{1,w}$ serán utilizados para el cálculo de la envolvente para AC, puesto que se espera una mayor respuesta o demanda de ductilidad cuando el ala actúa en compresión, por lo que de manera conservadora se considera el mismo valor de $C_{1,w}$ para AT, el cual se determina por medio de la siguiente expresión.

$$C_{1,w} = m \cdot \mu_{\emptyset} + b \qquad (ec. 5.1)$$

Donde,

$\mu_{\emptyset}$: Demanda de ductilidad de curvatura (mayor valor entre para AC y AT).
m, b : Coeficientes que determinan la ecuación de la recta ($C_{1,w}$).

Luego, los coeficientes m y b, están dados por la ecuación 5.2 y 5.3,

$$m = 0{,}022 \cdot T_e + 0{,}006 \qquad (ec. 5.2)$$
$$b = 0{,}03 \cdot T_e + 0{,}33 \qquad (ec. 5.3)$$

Donde,

T_e : Periodo agrietado $[Seg]$.

La siguiente tabla resume las magnitudes los parámetros descritos anteriormente para la obtención de la envolvente de momento para los muros con AC y AT.

Tabla 5.9 - Resumen de cálculo para la envolvente de momento.

Parámetro		MT-A		MT-B	
		AC	AT	AC	AT
M_B	[T-m]	13960	15110	14210	14870
$\Phi_{máx}$	[1/m]	0,00547	0,00547	0,00502	0,00502
Φ_y	[1/m]	0,00061	0,00061	0,00045	0,00045
μ_Φ		8,98	8,98	11,13	11,13
T_e	[Seg]	1,39	1,39	1,39	1,39
m		0,04	0,04	0,04	0,04
b		0,37	0,37	0,37	0,37
$C_{1,w}$	[T-m]	0,70	0,69	0,78	0,64
$C_{1,w}*M_B$	[T-m]	9777	10501	11068	9486

Las Figuras 5.34 y 5.35 muestran la superposición de las demandas de momento proporcionadas por los registros de aceleraciones y la capacidad de diseño para la envolvente de momento en los muros MT-A y MT-B.

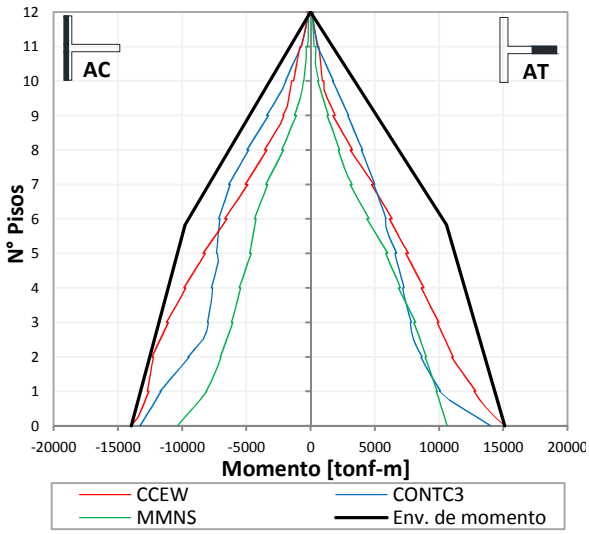


Figura 5.34 - Envolvente de momento muro MT-A.

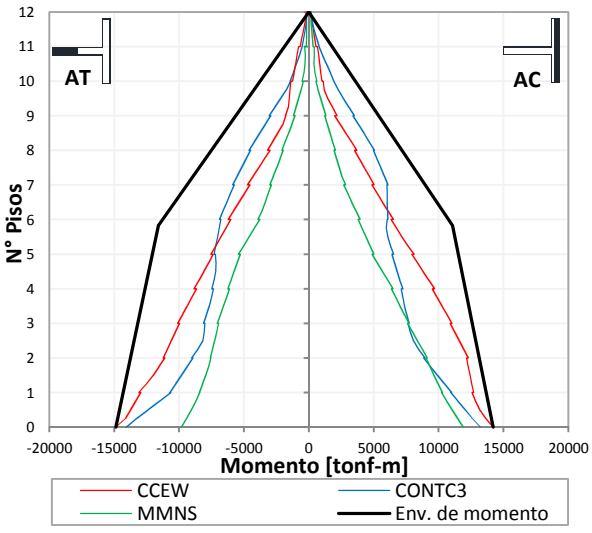


Figura 5.35 - Envolvente de momento muro MT-B.

Se observa que la envolvente de momento responde de manera correcta a las demandas sísmicas, no obstante, se obtiene una envolvente levemente sobreestimada para la altura media para MT-B, puesto que posee una mayor demanda de ductilidad de curvatura.

En síntesis, la envolvente predice de manera adecuada las demandas al considerar el efecto de los modos superiores, previniendo la incursión inelástica en niveles superiores.

5.2.4.2 **Envolvente de corte**

La capacidad de diseño de la envolvente de corte, junto a los parámetros que las definen, se muestra en la siguiente figura.

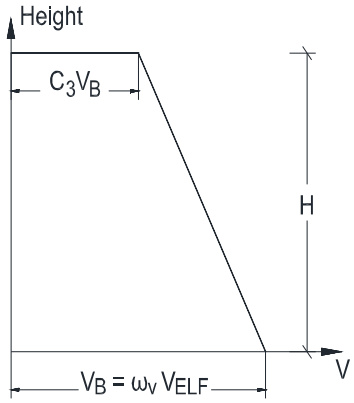


Figura 5.36 - Capacidad de diseño para envolventes de corte en muros. Fuente [1, 2].

Donde,

C_3 : Coeficiente que relaciona el momento de la altura total y el corte en la base del muro.
ω_v : Factor de amplificación dinámica.
V_{ELF} : Esfuerzo de corte en la base del muro, proveniente de un análisis estático equivalente con

una distribución triangular invertida de fuerzas.

V_B : Corte máximo proveniente del análisis no lineal tiempo historia.

La ecuación 5.4 muestra la expresión que define el factor de amplificación dinámica en función del periodo agrietado y mayor valor de demanda de curvatura entre AC y AT.

$$\omega_v = 0{,}10 \cdot \mu_\emptyset + 0{,}5 \cdot T_e + \ 0{,}70 \qquad (ec.5.4)$$

Luego, C_3 se define como,

$$C_3 = -0{,}08 \cdot T_e + 0{,}60 \qquad (ec.5.5)$$

La siguiente tabla muestra las magnitudes los parámetros descritos anteriormente para la obtención de la envolvente de corte para los muros con AC y AT.

Tabla 5.10 - Resumen de cálculo para la envolvente de corte.

Parámetro		MT-A	MT-B
V_{ELF}	[T]	503	495
$\Phi_{máx}$	[1/m]	0,0041	0,0052
Φ_y	[1/m]	0,0005	0,0005
μ_Φ		8,98	11,13
T_e	[Seg]	1,39	1,39
C_3		0,49	0,49
ω_v		2,29	2,51
V_B	[T]	1154	1242

Las siguientes figuras muestran la superposición de las demandas de corte proporcionadas por los registros de aceleraciones y la capacidad de diseño para las envolventes de corte en los muros MT-A y MT-B .

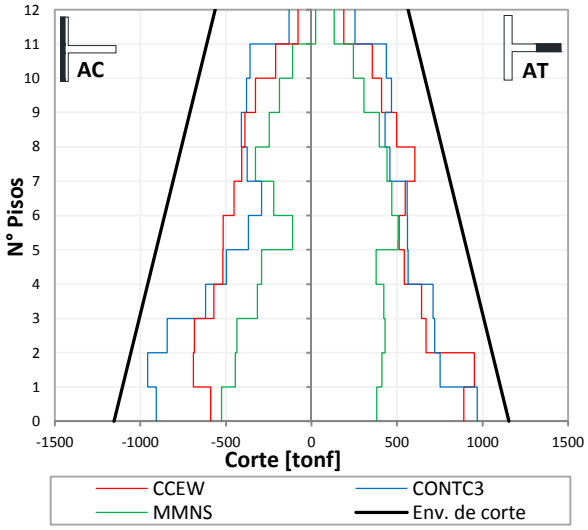


Figura 5.37 - Envolvente de corte muro MT-A.

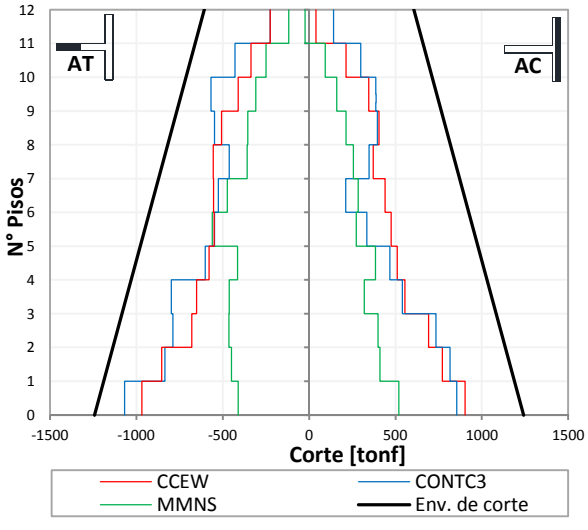


Figura 5.38 - Envolvente de corte muro MT-B.

Se aprecia que las demandas se encuentran por debajo de las envolventes de corte llegando al orden de las $\approx 500\,[Tonf]$ en la base de ambos muros, sin embargo, se observa una leve sobreestimación de la capacidad al corte requerida (envolvente de corte) para ambos muros.

Por otro lado, las siguientes gráficas muestran la superposición de las metodologías que determinan el corte por capacidad de los muros T, correspondientes al método de Paulay y Priestley [13] para un factor de amplificación dinámica $\omega_v = 1{,}7$, el método propuesto por Morales et al [1, 2] y el corte por resistencia última que establece la norma NCh433.Of96 [6].

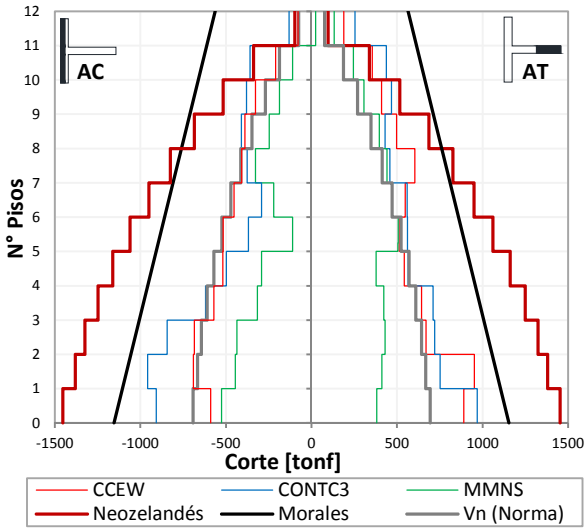


Figura 5.39 - Comparación del corte el método Neozelandés [13], Morales et al. [1, 2] y norma NCh433 [6]. Muro MT-A.

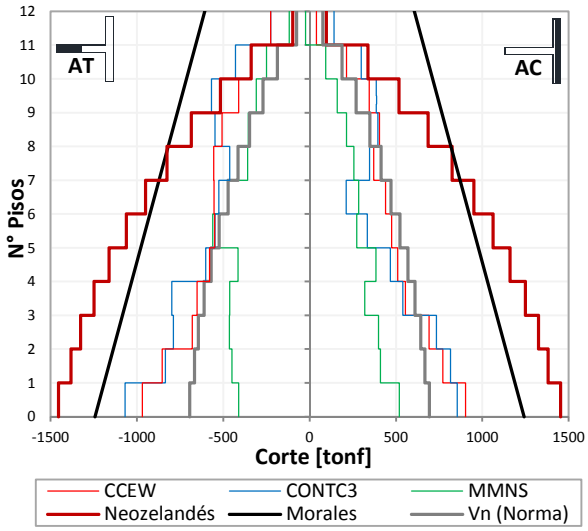


Figura 5.40 - Comparación del corte entre el método Neozelandés [13], Morales et al. [1, 2] y norma NCh433 [6]. Muro MT-B.

Se observa que el corte solicitado por la norma NCh433 [6] es insuficiente ante las demandas de los registros de aceleraciones, por otro lado, los cortes por capacidad presentados responden de manera adecuada, sin embargo, el corte por capacidad neozelandés $(1453[Tonf])$ es bastante superior al mayor al corte registrado en el análisis no lineal para todos los registros, además de insuficiencia para el piso 9 en adelante (figura 5.40), mientras que el método de Morales et al. [1, 2] presenta una envolvente adecuada.

5.3 Análisis incremental (Pushover)

En vista de la necesidad de un procedimiento, que permita a los ingenieros estructurales realizar con un importante nivel de precisión, la revisión de la capacidad que una edificación cualquiera tendrá ante cargas sísmicas, se creó el análisis estático no lineal (AENL) o comúnmente conocido como Pushover [20].

Un AENL es considerado como una herramienta de cálculo, que permite predecir el comportamiento inelástico de todos los elementos y componentes ante la acción de un estado de carga incremental, mediante la determinación de la "capacidad" que presenta la estructura, medida en base a relaciones de rigidez y resistencia última, quedando en evidencia los lugares o puntos de posible falla estructural, debido a que algunos miembros comenzarán a ceder y deformarse inelásticamente antes que otros.

La figura 5.41 muestra la curva de capacidad de la estructura para ambos modelos, considerando una distribución de cargas triangular invertida, identificando dos puntos relevantes de los muros: el primero corresponde al agrietamiento y el segundo la fluencia de estos.

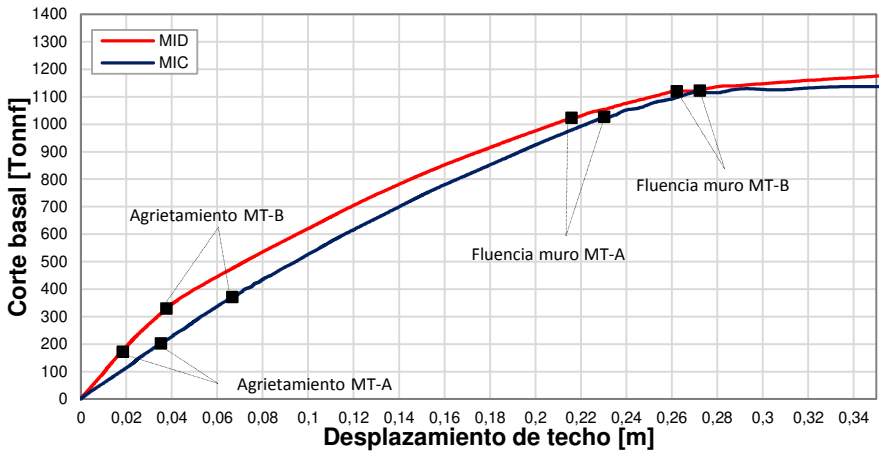


Figura 5.41 - Curva de capacidad del sistema, enfoque MIC y MID.

Se observa que los niveles de desplazamientos son diferentes para ambos modelos cuando se agrietan y fluyen los muros, tanto para el muro MT-A, como para el MT-B se aprecia que las deformaciones de fluencia son mayores para el modelo concentrado, debido a que es menos rígido que el distribuido. Puesto que, ambos modelos poseen desplazamientos globales similares como se muestra en las secciones 5.1.1 y 5.1.2, implica que las demandas de ductilidades para el modelo concentrado son menores para un nivel determinado de desplazamiento, por lo tanto, se evidencian demandas de ductilidades de curvatura mayores para el modelo distribuido.

Las figuras 5.42 y 5.43 muestran las redistribuciones de esfuerzos en muros, además de los puntos de agrietamiento y fluencia, para el modelo concentrado y distribuido respectivamente.

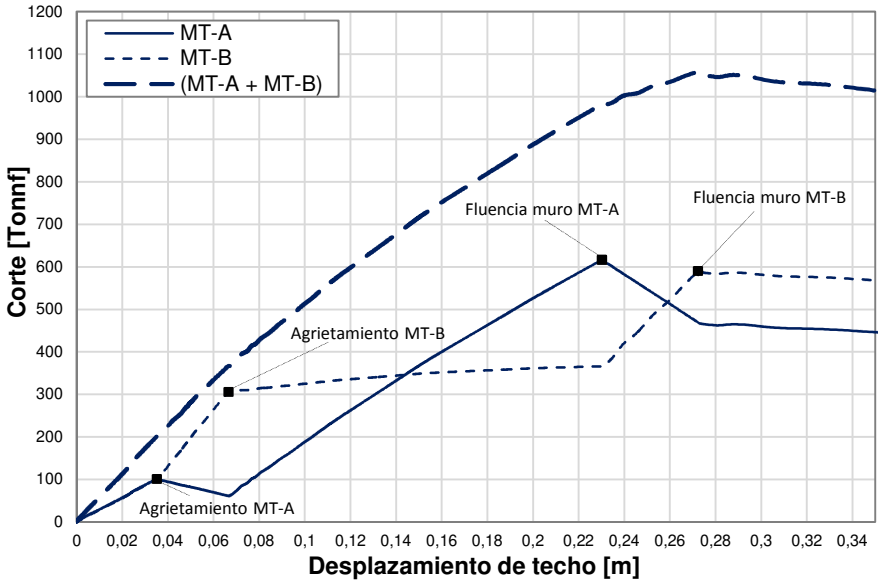


Figura 5.42 - Pushover para muros MT-A y MT-B, modelo MIC.

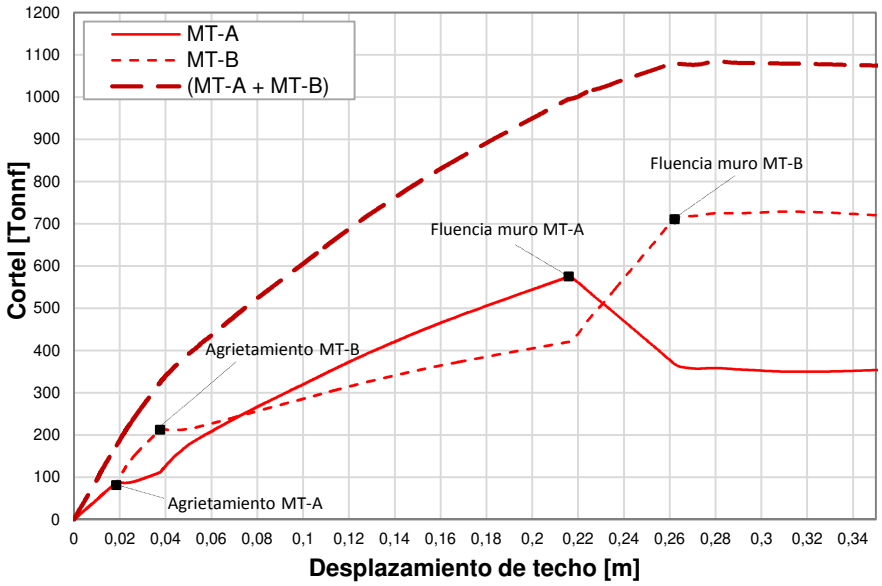


Figura 5.43 - Pushover para muros MT-A y MT-B, modelo MID.

Se observa que el modelo concentrado muestra una subestimación del corte en comparación al modelo con inelasticidad distribuida, por lo que el primero no refleja un comportamiento real.

Otra observación, es el aporte de los marcos al sistema, por lo que es interesante visualizar el nivel de desplazamiento para el cual contribuye.

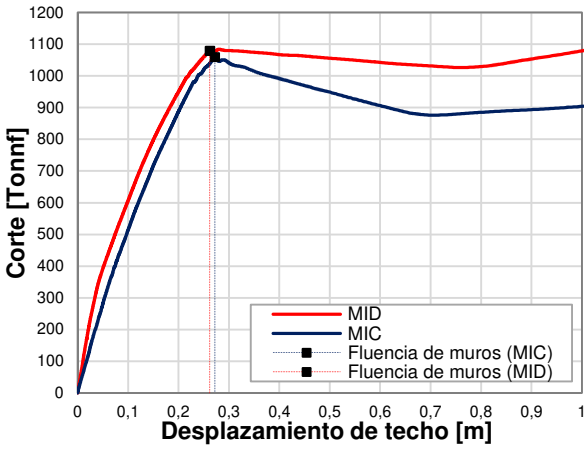


Figura 5.44 - Curva de capacidad de los muros, enfoque MIC y MID.

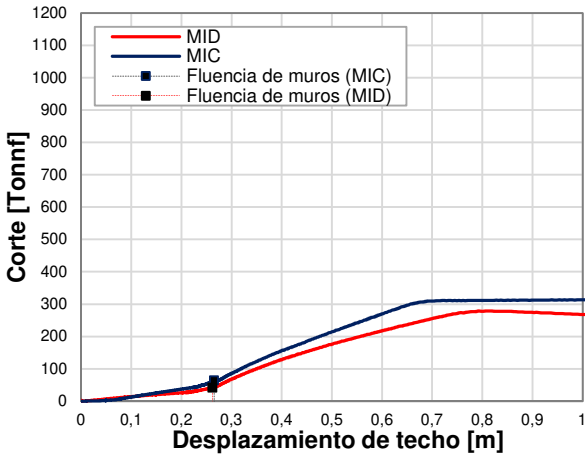


Figura 5.45 - Curva de capacidad del marco, enfoque MIC y MID.

La figura 5.44 muestra el análisis estático no lineal (pushover) de los muros, donde se visualiza una contribución superior al sistema en el modelo distribuido MID. Por otro lado, en la figura 5.45 se aprecia una contribución mayor del marco en la rigidez del sistema para el modelo concentrado, donde este trabaja para un nivel de deformaciones de techo de $\approx 26\,[cm]$ para ambos enfoques.

Los siguientes gráficos muestran como varía la curvatura de los muros en función del desplazamiento para el registro de Concepción. La figura 5.46 muestra los puntos de agrietamiento y de fluencia para los muros, mientras que para la figura 5.47 se muestra una la variación de curvatura para niveles de desplazamiento mayores a los de fluencia, evidenciando la diferencia entre ambos enfoques.

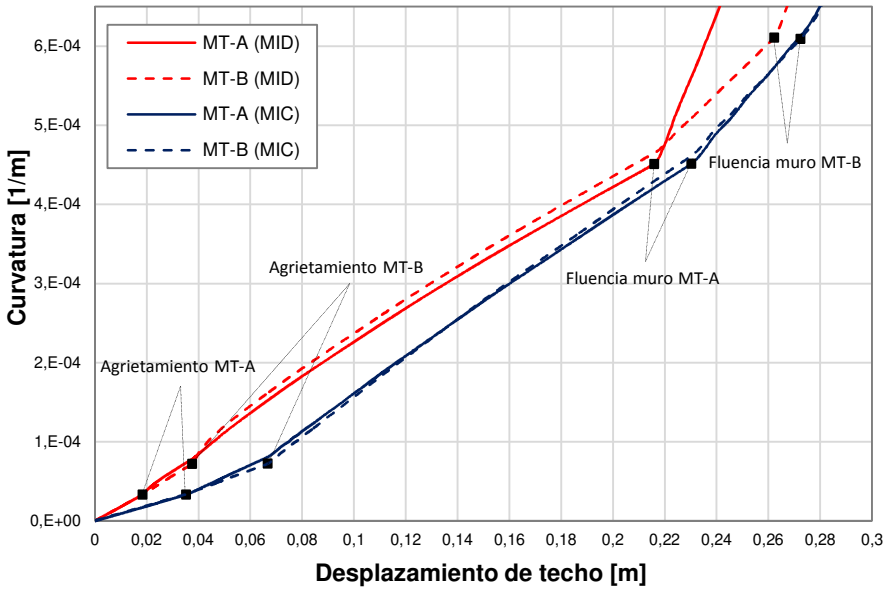


Figura 5.46 - Curvatura vs Desplazamiento de techo en muros, con MIC y MID.

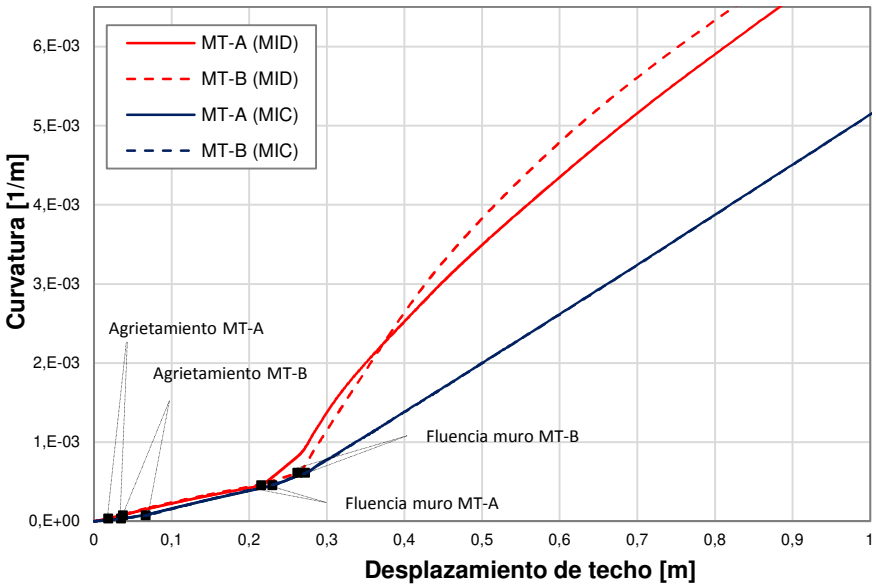


Figura 5.47 - Curvatura vs Desplazamiento de techo en muros, con MIC y MID.

Luego, esta última figura muestra que para niveles superiores al de fluencia del muro MT-B $\approx 26[cm]$ (último muro en fluir) la diferencia entre la máxima demanda de curvatura a nivel basal de los muros entre un enfoque y otro se hace relevante, mostrando magnitudes de demandas de curvatura subestimadas para el enfoque MIC.

CAPITULO VI

6 Conclusiones y comentarios

En relación a los desplazamientos absolutos y los desplazamientos relativos de entre pisos consecutivos, no se muestran diferencias considerables en los niveles de desplazamiento al comparar ambos enfoques. Si bien el modelo MID el edificio tiene un menor periodo de agrietamiento (más rígido inicialmente) que el modelo MIC, $1{,}071\ [s]$ y $1{,}379\ [s]$ respectivamente, ambos modelos presentan una degradación de rigidez no muy diferente para los muros, a excepción de los pisos de mayor altura donde el modelo MID no presenta degradación de la rigidez. En consecuencia, ambos enfoques no presentan diferencias significativas en los niveles de desplazamiento y los Drift en la altura.

Por otro lado, el documento Vision 2000 [19] da cuenta del daño global del edificio de acuerdo a los Drift, por lo que la estructura se comporta con un nivel de desempeño seguro para los sismos de Constitución y Viña del Mar, mientras que para el de Concepción con un desempeño cerca del colapso para ambos enfoques. Sin embargo, en el documento no da cuenta del daño a nivel local de acuerdo a los ciclos de histéresis y no evalúa el daño en función de la demanda de ductilidad de curvatura que es un parámetro donde el MID presenta mayor magnitud, además de presentar inelasticidad en muros para niveles superiores, En consecuencia no es conservador en este sentido y menos para el enfoque MID.

Sobre las demandas locales para los muros asimétricos, la diferencia entre las demandas de ductilidad entre un modelo y otro se visualiza en los diagramas idealizados de momento - curvatura, obteniendo una respuesta no lineal mayor para el modelo distribuido MID evaluado en la base de los muros MT-A y MT-B para el registro de Concepción. Debido a que la capacidad es superada por la demanda de curvatura, se requiere el confinamiento del elemento para alcanzar las demandas de curvatura solicitadas, sobre todo en el modelo distribuido. Para el registro de Constitución, si bien se observó la incursión en el rango no lineal para AT y AC, los muros poseen capacidad de curvatura adecuada, al igual que para el registro de Viña del Mar, donde los muros presentan una respuesta elástica. Por otro lado, se obtuvieron valores de las ductilidades de curvatura para ambos muros para AT y AC, lo que evidencia que el enfoque MID incursiona en el rango no lineal en pisos superiores, llegando hasta el nivel n° 2, a diferencia del enfoque MIC que solo presenta inelasticidad a nivel basal por definición.

Para ambos enfoques se aprecian valores similares de demandas de momento a nivel basal de los muros, ya que en este nivel se encuentra limitado por la resistencia a flexión para AT y AC presentando magnitudes similares, además de presentar un comportamiento inelástico exceptuando para el registro de Viña del Mar, el cual presenta una respuesta elástica. Para los pisos superiores, el modelo concentrado MIC presenta simetría para AC y AT exceptuando para el registro de Constitución, ésta similitud se debe a que el modelo MIC considera que la rigidez del muro se mantiene constante para pisos superiores, es decir, que posee nula limitación de resistencia a flexión. Por otro lado, la base muestra valores de momento similares debido a que la cantidad de armadura proporcionada al alma es bastante alta para poder suplir las demandas de las solicitaciones que impone la norma, alcanzando resistencias de magnitudes similares tanto para el ala comprimida como para el ala traccionada, esto se debe a que la cuantía proporcionada

al alma del muro es muy alta, lo cual es poco común para este tipo de muros, ya que en trabajos anteriores muestra que los muros "T" son más propensos a experimentar deformaciones inelásticas cuando el ala actúa en compresión (AC), es decir, en la dirección en la cual es menos resistente [1, 14]. Para el modelo distribuido MID presenta menor demanda para los pisos superiores, luego, para el registro de Concepción muestra la inelasticidad en niveles superiores de muro, ya que el modelo permite la incursión en el rango no lineal en la altura del muro.

Por otro lado, queda en evidencia que el corte nominal en muros asimétricos que se calcula para el corte proporcionado por la norma [6] no cumple para todos los registros, resultando magnitudes precarias en cuanto a las demandas para sismos de mayor intensidad, cumpliendo solo para el registro de Viña del Mar que es el menos severo de todos en ambos modelos. Para el enfoque distribuido MID, se tiene en general una distribución de demandas de corte menores, para los registros de Concepción y Constitución la distribución es parecida al modelo concentrado MIC y para el registro de Viña del Mar la distribución es distinta con valores mayores para para (AT), esto se debe a que el ala en esta dirección tiene mayor rigidez. Para ambos enfoques es necesario incorporar el corte por capacidad para satisfacer las diferentes demandas sísmicas. De acuerdo a esto, se estimó la demanda máxima de corte para el modelo distribuido, con un factor de amplificación dinámica requerido de $\omega_v = 1{,}25$, por lo que una buena estimación del corte por capacidad al considerar un factor $\omega_v = 1{,}3$.

En cuanto a las envolventes de momento, estas muestran una capacidad de diseño adecuada, respondiendo de manera correcta ante las demandas de momento provenientes de los tres registros de aceleraciones, a modo de observación, esta metodología, considera un mayor comportamiento no lineal o demanda de ductilidad de curvatura $\mu_\emptyset$ cuando el ala está comprimida, justificando el uso de la de $\mu_\emptyset$ para AC, lo que si bien es usual que pase esto, no es del todo certero como lo demuestra este estudio, pues se obtuvo un valor mayor valor de $\mu_\emptyset$ para cuando el ala actúa en tracción, si bien se obtienen valores de rigidez y curvatura de fluencia menores para AC como menciona [1, 2], esto no implica que se obtengan valores máximos de demandas de ductilidad de curvatura menores para esta dirección, pues en este trabajo obtuvieron niveles de curvatura máxima mayores para AT, dado que, para ambas direcciones tienen valores de resistencia similares por elevada cuantía que presenta el alma. Respecto a la envolvente de corte propuesto por Morales [1, 2], el cual representa el corte por capacidad para la altura total de los muros, si bien las demandas se encuentran bajo las envolventes, estas presentan una leve sobreestimación de la capacidad requerida.

Por lo tanto, en relación a los dos métodos para estimar el corte por capacidad, los cuales toman en cuenta el efecto de los modos superiores de vibrar por medio del factor de amplificación dinámica; el método neozelandés se muestra bastante conservador con $\omega_v = 1.7$, por lo que se sugiere ocupar el método propuesto por Morales et al. [1, 2]. Pese a que esta metodología fue propuesta para edificios estructurados por muros, este predice de manera correcta al corte máximo que demandan los registros de aceleraciones en muros asimétricos de sección T pertenecientes a un edificio de tipología mixta. En síntesis se sugiere mejorar la normativa vigente, ya que es insuficiente para estimar las demandas de corte. donde el método de Morales et al. [1, 2] es una buena opción para ser considerado en la mejora de la norma actual, pues el factor de amplificación dinámica varía en función de la respuesta $(\mu_\emptyset)$ y el periodo de la estructura (T_e) frente a un sismo.

De acuerdo al análisis incremental (pushover) se puede mencionar que ha sido una herramienta de utilidad para constatar las diferencias entre ambos enfoques, en primera instancia se obtuvo la curva de capacidad de la estructura, donde se determina que para un mismo nivel de desplazamiento las demandas de ductilidades para el modelo concentrado MIC serán menores en comparación al modelo distribuido MID, esto también se visualiza con mayor claridad al momento de graficar la curvatura de los muros en función del desplazamiento, por lo que hasta cierto nivel de desplazamiento (bajo el nivel de desplazamiento de fluencia) ambos modelos tienen valores de curvatura similares, sin embargo, para niveles superiores de demanda de desplazamiento la diferencia entre ambos enfoques se hace notoria, pues la demanda de curvatura es superior para el modelo distribuido MID, porque modela de mejor manera el comportamiento de los muros en la altura, los resultados reflejan la importancia confinamiento en el borde de muros.

Cuando se efectúa un pushover a una estructura, se pierde información de lo que ocurre internamente, en el caso de este trabajo los muros tienen prácticamente la misma resistencia para AT y AC, por lo que se esperaría la misma distribución de corte durante la respuesta, sin embargo, se realizó el pushover independientemente para cada muro, evidenciando la migración de esfuerzos por la pérdida de rigidez a medida que se presentan las fallas entre un muro y otro. En consecuencia, según se observa en el análisis incremental el modelo concentrado MIC muestra una subestimación del corte en comparación al modelo con inelasticidad distribuida, por lo que el primero no refleja un comportamiento adecuado, finalmente se obtiene la curva de capacidad de los muros, con un aporte de rigidez hasta un nivel de desplazamiento de $\approx 26\ [cm]$, luego el marco toma rigidez, donde este no alcanza a fluir en ambos modelos para el nivel de desplazamiento máximo demandado por los registros considerados.

En consecuencia, se recomienda modelar los muros con un enfoque con un grado mayor grado de discretización de rótulas plásticas en la altura, puesto que modela de mejor manera el comportamiento real de los muros y por ende, del edificio.

7 Referencias

[1] A. Morales, P. Ceresa y M. A. Hube, «Ductility and Shear Demands in Reinforced Concrete Buildings with Asymmetric Wall, January 9th to 13th 2017,» de *16th World Conference on Earthquake, 16WCEE*, Santiago Chile, 2017.

[2] A. Morales, P. Ceresa y M. A. Hube, «Seismic Shear and Moment Demands in Reinforced Concrete Wall Buildings,» de *.16th World 16TH European Conference on Eartquake Engineering*, Thessaloniki, 2018.

[3] European Committee for Standardization 2004, Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance - Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings, Brussels, Belgium, 2004.

[4] C. Computers & Structures, User Manual ETABS - Extended Tridemensional Analisys Of Building Systems, 2015.

[5] A. Carr, Ruaumoko - Volume 2: User Manual for the 2 - Dimensional Version, Ruaumoko2D, Universidad de Canterbury, Christchurch, Nueva Zelandia, 2008.

[6] NCh 433 Of 1996 Modificación 2012, Diseño Sísmico de Edificios, Instituto Nacional de Normalización, 2012.

[7] Decreto Supremo n° 60, Reglamento que fija los requisitos de diseño y cálculo para el hormigón armado, 2010.

[8] Decreto supremo n° 61, Reglamento que fija el diseño sísmico de edificios y deroga el decreto n°117, de 2010, 2011.

[9] ACI318S-08, Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario. Comité ACI318 reglamento estructural para edificaciones, 2008.

[10] A. Carr, Ruaumoko – Volume 1: Theory, Universidad de Canterbury, Christchurch, Nueva Zelandia, 2007.

[11] NCh 1537 Of 2009, 2009, Diseño Estructural de edificios - Cargas permanentes y sobrecargas de uso, instituto nacional de normalización, 2009.

[12] NCh 3171 Of 2010, Disposiciones y Combinaciones de Carga, Instituto Nacional de Normalización, 2010.

[13] T. Paulay y M. Priestley, Seismic Design of Reinforced Concrete and Mansonry Buildings, John Wiley and Sons, 1992.

[14] P. Quintana G, Evaluación Analítica del Daño en un Edificio de Hormigón Armado, Valparaíso, Chile: Utfsm, 2008.

[15] R. Park y T. Paulay, Reinforced Concrete Structures, Universidad de Canterbury, 1988.

[16] P. González, Análisis y Evaluación de la Respuesta Estructural del Edificio Toledo Duraante el Terremoto del Maule Usando Análisis No Lineal Tiempo Historia, Valparaíso: Universidad de Valparaíso, 2015.

[17] P. y. Goodsir, The Ductility of Structural Wall, University of Canterbury, 1990.

[18] T. Takeda, M. Sozen y N. Nielsen, "Reinforced Concrete Response to Simulated Earthquakes", Journal of the Structural Division, ASCE, Diciembre 1970.

[19] SEAOC, Vision 2000 Report on performance based seismic engineering of buildings, Sacramento, California, 1995.

[20] I. Satyarno, Adaptive Pushover Analysis for the Seismic Assessment of Older, New Zealand, 2000.

Anexo A

8 Diseño a flexión pura y corte por capacidad para vigas de H.A.

8.1 Diseño a flexión pura

8.1.1 Diseño a flexión pura, piso 1 al 3

Tabla 8.1 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje A y H (piso 1 al 3).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕMn (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
A y H	**Apoyo "1"**	20,13	8,89	10,35	4,40	3 Ø 22	3 Ø 18	11,40	7,63	22,09	15,15	30,12	20,78
	En la luz	1,37	6,39	0,66	3,14	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "2"	18,67	8,82	9,55	4,37	3 Ø 22	3 Ø 18	11,40	7,63	22,09	15,15	30,12	20,78
	Apoyo "2"	20,95	8,11	10,80	4,01	3 Ø 22	3 Ø 18	11,40	7,63	22,09	15,15	30,12	20,78
	En la luz	1,32	6,48	0,64	3,19	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "3"	18,19	9,65	9,29	4,79	3 Ø 22	3 Ø 18	11,40	7,63	22,09	15,15	30,12	20,78
	Apoyo "3"	17,85	9,98	9,11	4,96	3 Ø 22	3 Ø 18	11,40	7,63	22,09	15,15	30,12	20,78
	En la luz	1,60	6,54	0,77	3,21	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "4"	21,71	8,67	11,23	4,29	3 Ø 22	3 Ø 18	11,40	7,63	22,09	15,15	30,12	20,78

Tabla 8.2 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje B y G (piso 1 al 3).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
B y G	**Apoyo "1"**	24,19	12,60	12,62	6,32	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	1,50	11,45	0,73	5,72	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "2"	35,37	8,41	19,29	4,16	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12
	Apoyo "3"	40,20	11,81	22,40	5,91	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12
	En la luz	2,67	12,48	1,30	6,25	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "4"	28,82	17,22	15,30	8,77	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 22	15,43	11,40	29,11	22,09	39,40	30,12

Tabla 8.3 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje C y F (piso 1 al 3).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
C y F	**Apoyo "1"**	29,09	17,18	15,47	8,74	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 22	15,43	11,40	29,11	22,09	39,40	30,12
	En la luz	2,66	12,45	1,29	6,24	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "2"	40,06	12,01	22,30	6,01	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12
	Apoyo "3"	35,42	8,44	19,32	4,18	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12
	En la luz	1,51	11,46	0,73	5,73	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "4"	24,27	12,62	12,67	6,33	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78

Tabla 8.4 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje D y E (piso 1 al 3).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
D y E	**Apoyo "1"**	33,94	6,23	18,40	3,06	5 Ø 22	3 Ø 22	19,01	11,40	35,02	22,09	47,07	30,12
	En la luz	0,82	11,37	0,40	5,68	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "2"	18,02	12,24	9,20	6,13	3 Ø 22	3 Ø 18	11,40	7,63	22,09	15,15	30,12	20,78
	Apoyo "2"	23,70	9,10	12,34	4,51	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	0,17	9,21	0,08	4,57	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "3"	25,88	8,28	13,59	4,10	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "3"	18,71	11,58	9,58	5,79	3 Ø 22	3 Ø 18	11,40	7,63	22,09	15,15	30,12	20,78
	En la luz	0,59	10,95	0,29	5,46	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "4"	32,41	6,43	17,46	3,16	5 Ø 22	3 Ø 22	19,01	11,40	35,02	22,09	47,07	30,12

Tabla 8.5 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 1 (piso 1 al 3).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
1	**Apoyo "A"**	23,67	7,83	12,33	3,87	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	0,41	7,90	0,20	3,90	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "B"	21,16	8,15	10,92	4,03	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "B"	22,85	8,00	11,87	3,95	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	0,50	7,87	0,24	3,89	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "C"	22,68	7,80	11,77	3,85	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "C"	26,18	12,61	13,76	6,32	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	2,54	10,02	1,23	4,98	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "D"	32,72	10,26	17,65	5,11	5 Ø 22	3 Ø 22	19,01	11,40	35,02	22,09	47,07	30,12
	Apoyo "E"	32,72	10,26	17,65	5,11	5 Ø 22	3 Ø 22	19,01	11,40	35,02	22,09	47,07	30,12
	En la luz	2,54	10,02	1,23	4,98	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "F"	26,18	12,61	13,76	6,32	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "F"	22,68	7,80	11,77	3,85	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	0,50	7,87	0,24	3,89	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "G"	22,85	8,00	11,87	3,95	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "G"	21,16	8,15	10,92	4,03	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	0,41	7,90	0,20	3,90	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "H"	23,67	7,83	12,33	3,87	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78

Tabla 8.6 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 2 (piso 1 al 3).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
2	**Apoyo "C"**	39,87	8,97	22,18	4,44	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12
	En la luz	0,62	14,56	0,30	7,35	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "D"	27,00	13,47	14,24	6,77	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "D"	30,60	10,90	16,37	5,44	3 Ø 22 + 2 Ø 18	3 Ø 22	16,49	11,40	30,90	22,09	41,74	30,12
	En la luz	3,12	13,27	1,52	6,67	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "E"	30,60	10,90	16,37	5,44	3 Ø 22 + 2 Ø 18	3 Ø 22	16,49	11,40	30,90	22,09	41,74	30,12
	Apoyo "E"	27,00	13,47	14,24	6,77	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	0,62	14,56	0,30	7,35	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "F"	39,87	8,97	22,18	4,44	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12

Tabla 8.7 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 3 (piso 1 al 3).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
3	**Apoyo "A"**	28,60	12,90	15,18	6,47	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	1,47	14,73	0,71	7,44	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "B"	36,29	9,85	19,87	4,89	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12
	Apoyo "D"	30,18	11,54	16,11	5,76	3 Ø 22 + 2 Ø 18	3 Ø 22	16,49	11,40	30,90	22,09	41,74	30,12
	En la luz	3,40	13,95	1,66	7,03	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "E"	30,18	11,54	16,11	5,76	3 Ø 22 + 2 Ø 18	3 Ø 22	16,49	11,40	30,90	22,09	41,74	30,12
	Apoyo "G"	36,29	9,85	19,87	4,89	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12
	En la luz	1,47	14,73	0,71	7,44	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "H"	28,60	12,90	15,18	6,47	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78

Tabla 8.8 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 4 (piso 1 al 3).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
4	**Apoyo "A"**	24,05	8,04	12,55	3,97	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	0,31	8,00	0,15	3,95	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "B"	21,73	8,26	11,24	4,09	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "B"	23,48	8,22	12,22	4,06	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	0,37	8,00	0,18	3,95	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "C"	23,31	7,99	12,13	3,95	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "C"	27,10	13,54	14,30	6,81	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	2,80	10,24	1,36	5,09	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "D"	33,70	11,23	18,25	5,61	5 Ø 22	3 Ø 22	19,01	11,40	35,02	22,09	47,07	30,12
	Apoyo "E"	33,70	11,23	18,25	5,61	5 Ø 22	3 Ø 22	19,01	11,40	35,02	22,09	47,07	30,12
	En la luz	2,80	10,24	1,36	5,09	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "F"	27,10	13,54	14,30	6,81	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "F"	23,31	7,99	12,13	3,95	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	0,37	8,00	0,18	3,95	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "G"	23,48	8,22	12,22	4,06	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "G"	21,73	8,26	11,24	4,09	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	0,31	8,00	0,15	3,95	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "H"	24,05	8,04	12,55	3,97	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78

8.1.2 Diseño a flexión pura, piso 4 al 6

Tabla 8.9 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje A y H (piso 4 al 6).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕMn (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
A y H	Apoyo "1"	25,56	13,36	13,41	6,72	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	2,64	7,41	1,28	3,65	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "2"	22,70	13,74	11,78	6,91	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "2"	26,71	12,70	14,07	6,37	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	2,57	7,85	1,25	3,88	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "3"	22,37	15,13	11,60	7,65	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "3"	21,52	15,59	11,12	7,89	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 22	15,43	11,40	29,11	22,09	39,40	30,12
	En la luz	3,00	7,89	1,46	3,90	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "4"	28,07	13,10	14,87	6,58	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78

Tabla 8.10 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje B y G (piso 4 al 6).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
B y G	Apoyo "1"	27,53	20,36	14,55	10,48	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 22	15,43	11,40	29,11	22,09	39,40	30,12
	En la luz	3,48	13,40	1,70	6,74	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "2"	44,74	11,68	25,47	5,84	3 Ø 25 + 3 Ø 22	3 Ø 25	26,13	14,73	45,82	27,92	60,69	37,83
	Apoyo "3"	51,83	18,66	30,61	9,55	3 Ø 28 + 3 Ø 25	3 Ø 25	33,20	14,73	55,30	27,92	72,04	37,83
	En la luz	5,20	14,90	2,55	7,53	3 Ø 18	3 Ø 18	7,63	7,63	15,15	15,15	-	-
	Apoyo "4"	34,21	27,19	18,57	14,35	3 Ø 22 + 3 Ø 18	3 Ø 25	19,04	14,73	35,07	27,92	47,14	37,83

Tabla 8.11 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje C y F (piso 4 al 6).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
C y F	Apoyo "1"	34,71	27,11	18,88	14,30	3 Ø 22 + 3 Ø 18	3 Ø 25	19,04	14,73	35,07	27,92	47,14	37,83
	En la luz	5,17	14,85	2,53	7,50	3 Ø 18	3 Ø 18	7,63	7,63	15,15	15,15	-	-
	Apoyo "2"	51,57	19,01	30,42	9,74	3 Ø 28 + 3 Ø 25	3 Ø 25	33,20	14,73	55,30	27,92	72,04	37,83
	Apoyo "3"	44,82	11,84	25,52	5,92	3 Ø 25 + 3 Ø 22	3 Ø 25	26,13	14,73	45,82	27,92	60,69	37,83
	En la luz	3,50	13,42	1,71	6,74	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "4"	27,69	20,45	14,64	10,53	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 22	15,43	11,40	29,11	22,09	39,40	30,12

Tabla 8.12 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje D y E (piso 4 al 6).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
D y E	**Apoyo "1"**	44,66	6,72	25,41	3,31	3 Ø 25 + 3 Ø 22	3 Ø 25	26,13	14,73	45,82	27,92	60,69	37,83
	En la luz	2,76	13,81	1,34	6,95	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "2"	17,85	18,77	9,11	9,61	3 Ø 22	3 Ø 22	11,40	11,40	22,09	22,09	30,12	30,12
	Apoyo "2"	27,89	12,17	14,76	6,09	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	0,95	10,68	0,46	5,32	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "3"	31,21	10,29	16,73	5,12	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	Apoyo "3"	18,83	16,80	9,64	8,54	3 Ø 22	3 Ø 22	11,40	11,40	22,09	22,09	30,12	30,12
	En la luz	2,39	13,16	1,16	6,61	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "4"	42,21	6,75	23,74	3,32	3 Ø 25 + 3 Ø 22	3 Ø 25	26,13	14,73	45,82	27,92	60,69	37,83

Tabla 8.13 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 1 (piso 4 al 6).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
1	**Apoyo "A"**	29,74	9,85	15,85	4,89	3 Ø 22 + 2 Ø 18	3 Ø 22	16,49	11,40	30,90	22,09	41,74	30,12
	En la luz	0,79	9,00	0,38	4,46	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "B"	25,03	11,56	13,10	5,78	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "B"	28,19	11,41	14,94	5,70	3 Ø 22 + 2 Ø 18	3 Ø 22	16,49	11,40	30,90	22,09	41,74	30,12
	En la luz	0,59	9,03	0,28	4,48	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "C"	27,96	11,09	14,80	5,53	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "C"	32,01	21,28	17,21	10,99	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	En la luz	4,96	12,22	2,43	6,12	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "D"	42,59	17,21	23,99	8,76	3 Ø 25 + 3 Ø 22	3 Ø 25	26,13	14,73	45,82	27,92	60,69	37,83
	Apoyo "E"	42,59	17,21	23,99	8,76	3 Ø 25 + 3 Ø 22	3 Ø 25	26,13	14,73	45,82	27,92	60,69	37,83
	En la luz	4,96	12,22	2,43	6,12	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "F"	32,01	21,28	17,21	10,99	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	Apoyo "F"	27,96	11,09	14,80	5,53	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	0,59	9,03	0,28	4,48	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "G"	28,19	11,41	14,94	5,70	3 Ø 22 + 2 Ø 18	3 Ø 22	16,49	11,40	30,90	22,09	41,74	30,12
	Apoyo "G"	25,03	11,56	13,10	5,78	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	0,79	9,00	0,38	4,46	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "H"	29,74	9,85	15,85	4,89	3 Ø 22 + 2 Ø 18	3 Ø 22	16,49	11,40	30,90	22,09	41,74	30,12

Tabla 8.14 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 2 (piso 4 al 6).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
2	**Apoyo "C"**	49,73	9,48	29,04	4,71	6 Ø 25	3 Ø 25	29,45	14,73	50,43	27,92	66,29	37,83
	En la luz	1,45	16,49	0,70	8,37	3 Ø 18	3 Ø 22	7,63	11,40	15,15	22,09	-	-
	Apoyo "D"	28,22	17,01	14,95	8,65	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 22	15,43	11,40	29,11	22,09	39,40	30,12
	Apoyo "D"	35,03	12,56	19,08	6,30	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12
	En la luz	2,28	13,43	1,11	6,75	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "E"	35,03	12,56	19,08	6,30	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12
	Apoyo "E"	28,22	17,01	14,95	8,65	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 22	15,43	11,40	29,11	22,09	39,40	30,12
	En la luz	1,45	16,49	0,70	8,37	3 Ø 18	3 Ø 22	7,63	11,40	15,15	22,09	-	-
	Apoyo "F"	49,73	9,48	29,04	4,71	6 Ø 25	3 Ø 25	29,45	14,73	50,43	27,92	66,29	37,83

Tabla 8.15 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 3 (piso 4 al 6).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
3	**Apoyo "A"**	31,47	15,45	16,89	7,82	3 Ø 22 + 3 Ø 18	3 Ø 22	19,04	11,40	35,07	22,09	47,14	30,12
	En la luz	0,06	15,66	0,03	7,93	3 Ø 16	3 Ø 22	6,03	11,40	12,09	22,09	-	-
	Apoyo "B"	43,25	10,87	24,44	5,42	3 Ø 25 + 3 Ø 22	3 Ø 25	26,13	14,73	45,82	27,92	60,69	37,83
	Apoyo "D"	34,51	12,93	18,75	6,49	3 Ø 22 + 3 Ø 18	3 Ø 22	19,04	11,40	35,07	22,09	47,14	30,12
	En la luz	2,52	13,91	1,22	7,00	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "E"	34,51	12,93	18,75	6,49	3 Ø 22 + 3 Ø 18	3 Ø 22	19,04	11,40	35,07	22,09	47,14	30,12
	Apoyo "G"	43,25	10,87	24,44	5,42	3 Ø 25 + 3 Ø 22	3 Ø 25	26,13	14,73	45,82	27,92	60,69	37,83
	En la luz	0,06	15,66	0,03	7,93	3 Ø 16	3 Ø 22	6,03	11,40	12,09	22,09	-	-
	Apoyo "H"	31,47	15,45	16,89	7,82	3 Ø 22 + 3 Ø 18	3 Ø 22	19,04	11,40	35,07	22,09	47,14	30,12

Tabla 8.16 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 4 (piso 4 al 6).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
4	**Apoyo "A"**	30,27	10,66	16,17	5,31	3 Ø 22 + 2 Ø 18	3 Ø 22	16,49	11,40	30,90	22,09	41,74	30,12
	En la luz	0,92	9,09	0,45	4,50	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "B"	25,89	12,14	13,60	6,08	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "B"	29,15	12,39	15,50	6,21	3 Ø 22 + 2 Ø 18	3 Ø 22	16,49	11,40	30,90	22,09	41,74	30,12
	En la luz	0,79	9,24	0,38	4,58	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "C"	28,94	12,03	15,38	6,02	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "C"	33,41	22,71	18,08	11,79	3 Ø 22 + 3 Ø 18	3 Ø 25	19,04	14,73	35,07	27,92	47,14	37,83
	En la luz	5,36	12,55	2,63	6,29	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "D"	44,10	18,69	25,02	9,57	3 Ø 25 + 3 Ø 22	3 Ø 25	26,13	14,73	45,82	27,92	60,69	37,83
	Apoyo "E"	44,10	18,69	25,02	9,57	3 Ø 25 + 3 Ø 22	3 Ø 25	26,13	14,73	45,82	27,92	60,69	37,83
	En la luz	5,36	12,55	2,63	6,29	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "F"	33,41	22,71	18,08	11,79	3 Ø 22 + 3 Ø 18	3 Ø 25	19,04	14,73	35,07	27,92	47,14	37,83
	Apoyo "F"	28,94	12,03	15,38	6,02	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	0,79	9,24	0,38	4,58	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "G"	29,15	12,39	15,50	6,21	3 Ø 22 + 2 Ø 18	3 Ø 22	16,49	11,40	30,90	22,09	41,74	30,12
	Apoyo "G"	25,89	12,14	13,60	6,08	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	0,92	9,09	0,45	4,50	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "H"	30,27	10,66	16,17	5,31	3 Ø 22 + 2 Ø 18	3 Ø 22	16,49	11,40	30,90	22,09	41,74	30,12

8.1.3 Diseño a flexión pura, piso 7 al 9

Tabla 8.17 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje A y H (piso 7 al 9).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕMn (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
A y H	**Apoyo "1"**	26,88	14,11	14,17	7,11	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	2,92	7,55	1,42	3,72	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "2"	23,25	14,83	12,09	7,49	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "2"	28,37	13,68	15,04	6,88	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	2,90	8,26	1,41	4,08	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "3"	23,12	16,62	12,02	8,45	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 22	15,43	11,40	29,11	22,09	39,40	30,12
	Apoyo "3"	21,90	17,09	11,33	8,70	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 22	15,43	11,40	29,11	22,09	39,40	30,12
	En la luz	3,37	8,30	1,64	4,10	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "4"	29,92	13,84	15,96	6,97	3 Ø 22 + 2 Ø 18	3 Ø 22	16,49	11,40	30,90	22,09	41,74	30,12

Tabla 8.18 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje B y G (piso 7 al 9).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
B y G	Apoyo "1"	27,04	22,64	14,26	11,75	3 Ø 22 + 2 Ø 16	2 Ø 16 + 3 Ø 22	15,43	15,43	29,11	29,11	39,40	39,40
	En la luz	4,07	14,04	1,99	7,07	3 Ø 18	3 Ø 18	7,63	7,63	15,15	15,15	-	-
	Apoyo "2"	47,87	11,94	27,68	5,98	6 Ø 25	2 Ø 16 + 3 Ø 22	29,45	15,43	50,43	29,11	66,29	39,40
	Apoyo "3"	55,67	19,57	33,63	10,04	9 Ø 22	2 Ø 16 + 3 Ø 22	34,21	15,43	56,55	29,11	73,48	39,40
	En la luz	5,95	15,70	2,92	7,95	3 Ø 18	3 Ø 22	7,63	11,40	15,15	22,09	-	-
	Apoyo "4"	34,32	30,13	18,64	16,09	3 Ø 22 + 3 Ø 18	2 Ø 18 + 3 Ø 22	19,04	16,49	35,07	30,90	47,14	41,74

Tabla 8.19 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje C y F (piso 7 al 9).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
C y F	Apoyo "1"	34,97	30,02	19,04	16,02	3 Ø 22 + 3 Ø 18	2 Ø 18 + 3 Ø 22	19,04	16,49	35,07	30,90	47,14	41,74
	En la luz	5,92	15,63	2,91	7,91	3 Ø 18	3 Ø 22	7,63	11,40	15,15	22,09	-	-
	Apoyo "2"	55,33	20,02	33,35	10,29	9 Ø 22	2 Ø 16 + 3 Ø 22	34,21	15,43	56,55	29,11	73,48	39,40
	Apoyo "3"	47,96	12,15	27,75	6,08	6 Ø 25	2 Ø 16 + 3 Ø 22	29,45	15,43	50,43	29,11	66,29	39,40
	En la luz	4,10	14,06	2,00	7,09	3 Ø 18	3 Ø 18	7,63	7,63	15,15	15,15	-	-
	Apoyo "4"	27,25	22,75	14,39	11,81	3 Ø 22 + 2 Ø 16	2 Ø 16 + 3 Ø 22	15,43	15,43	29,11	29,11	39,40	39,40

Tabla 8.20 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje D y E (piso 7 al 9).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
D y E	Apoyo "1"	49,37	6,58	28,77	3,24	6 Ø 25	3 Ø 25	29,45	14,73	50,43	27,92	66,29	37,83
	En la luz	3,52	14,91	1,72	7,53	3 Ø 18	3 Ø 18	7,63	7,63	15,15	15,15	-	-
	Apoyo "2"	17,47	23,24	8,90	12,09	3 Ø 22	2 Ø 16 + 3 Ø 22	11,40	15,43	22,09	29,11	30,12	39,40
	Apoyo "2"	28,66	13,60	15,21	6,84	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	1,20	11,14	0,58	5,56	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "3"	32,58	11,37	17,56	5,68	3 Ø 22 + 3 Ø 18	3 Ø 22	19,04	11,40	35,07	22,09	47,14	30,12
	Apoyo "3"	17,67	20,11	9,01	10,34	3 Ø 22	3 Ø 22	11,40	11,40	22,09	22,09	30,12	30,12
	En la luz	3,06	14,12	1,49	7,12	3 Ø 18	3 Ø 18	7,63	7,63	15,15	15,15	-	-
	Apoyo "4"	46,40	6,61	26,63	3,25	6 Ø 25	3 Ø 25	29,45	14,73	50,43	27,92	66,29	37,83

Tabla 8.21 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 1 (piso 7 al 9).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
1	Apoyo "A"	31,73	10,92	17,05	5,45	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	En la luz	1,16	9,36	0,56	4,64	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "B"	25,80	13,24	13,55	6,65	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	Apoyo "B"	29,94	13,21	15,97	6,64	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	En la luz	0,94	9,43	0,45	4,68	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "C"	29,71	12,86	15,83	6,45	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	Apoyo "C"	33,27	24,25	17,99	12,66	3 Ø 22 + 3 Ø 18	2 Ø 16 + 3 Ø 22	19,04	15,43	35,07	29,11	47,14	39,40
	En la luz	5,78	13,02	2,84	6,54	3 Ø 18	3 Ø 18	7,63	7,63	15,15	15,15	-	-
	Apoyo "D"	46,17	19,02	26,47	9,75	6 Ø 25	2 Ø 16 + 3 Ø 22	29,45	15,43	50,43	29,11	66,29	39,40
	Apoyo "E"	46,17	19,02	26,47	9,75	6 Ø 25	2 Ø 16 + 3 Ø 22	29,45	15,43	50,43	29,11	66,29	39,40
	En la luz	5,78	13,02	2,84	6,54	3 Ø 18	3 Ø 18	7,63	7,63	15,15	15,15	-	-
	Apoyo "F"	33,27	24,25	17,99	12,66	3 Ø 22 + 3 Ø 18	2 Ø 16 + 3 Ø 22	19,04	15,43	35,07	29,11	47,14	39,40
	Apoyo "F"	29,71	12,86	15,83	6,45	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	En la luz	0,94	9,43	0,45	4,68	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "G"	29,94	13,21	15,97	6,64	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	Apoyo "G"	25,80	13,24	13,55	6,65	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	En la luz	1,16	9,36	0,56	4,64	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "H"	31,73	10,92	17,05	5,45	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12

Tabla 8.22 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 2 (piso 7 al 9).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
2	Apoyo "C"	54,10	9,16	32,37	4,54	9 Ø 22	2 Ø 16 + 3 Ø 22	34,21	15,43	56,55	29,11	73,48	39,40
	En la luz	2,27	17,55	1,10	8,95	3 Ø 18	3 Ø 22	7,63	11,40	15,15	22,09	-	-
	Apoyo "D"	27,45	18,63	14,50	9,53	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 22	15,43	11,40	29,11	22,09	39,40	30,12
	Apoyo "D"	36,15	13,03	19,78	6,54	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12
	En la luz	2,09	13,52	1,01	6,80	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "E"	36,15	13,03	19,78	6,54	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12
	Apoyo "E"	27,45	18,63	14,50	9,53	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 22	15,43	11,40	29,11	22,09	39,40	30,12
	En la luz	2,27	17,55	1,10	8,95	3 Ø 18	3 Ø 22	7,63	11,40	15,15	22,09	-	-
	Apoyo "F"	54,10	9,16	32,37	4,54	9 Ø 22	2 Ø 16 + 3 Ø 22	34,21	15,43	56,55	29,11	73,48	39,40

Tabla 8.23 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 3 (piso 7 al 9).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
3	Apoyo "A"	31,54	16,42	16,93	8,33	3 Ø 22 + 3 Ø 18	3 Ø 22	19,04	11,40	35,07	22,09	47,14	30,12
	En la luz	0,56	16,30	0,27	8,28	3 Ø 16	3 Ø 22	6,03	11,40	12,09	22,09	-	-
	Apoyo "B"	45,80	10,84	26,21	5,41	3 Ø 25 + 3 Ø 22	2 Ø 16 + 3 Ø 22	26,13	15,43	45,82	29,11	60,69	39,40
	Apoyo "D"	35,37	13,20	19,29	6,63	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12
	En la luz	2,34	13,90	1,14	7,00	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "E"	35,37	13,20	19,29	6,63	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12
	Apoyo "G"	45,80	10,84	26,21	5,41	3 Ø 25 + 3 Ø 22	2 Ø 16 + 3 Ø 22	26,13	15,43	45,82	29,11	60,69	39,40
	En la luz	0,56	16,30	0,27	8,28	3 Ø 16	3 Ø 22	6,03	11,40	12,09	22,09	-	-
	Apoyo "H"	31,54	16,42	16,93	8,33	3 Ø 22 + 3 Ø 18	3 Ø 22	19,04	11,40	35,07	22,09	47,14	30,12

Tabla 8.24 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 4 (piso 7 al 9).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
4	Apoyo "A"	32,29	11,85	17,39	5,93	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	En la luz	1,31	9,45	0,63	4,69	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "B"	26,79	13,87	14,12	6,98	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	Apoyo "B"	31,05	14,36	16,64	7,24	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	En la luz	1,18	9,67	0,57	4,80	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "C"	30,85	13,95	16,51	7,02	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	Apoyo "C"	34,90	25,91	19,00	13,61	3 Ø 22 + 3 Ø 18	2 Ø 16 + 3 Ø 22	19,04	15,43	35,07	29,11	47,14	39,40
	En la luz	6,25	13,40	3,07	6,74	3 Ø 18	3 Ø 18	7,63	7,63	15,15	15,15	-	-
	Apoyo "D"	47,91	20,74	27,71	10,69	6 Ø 25	2 Ø 16 + 3 Ø 22	29,45	15,43	50,43	29,11	66,29	39,40
	Apoyo "E"	47,91	20,74	27,71	10,69	6 Ø 25	2 Ø 16 + 3 Ø 22	29,45	15,43	50,43	29,11	66,29	39,40
	En la luz	6,25	13,40	3,07	6,74	3 Ø 18	3 Ø 18	7,63	7,63	15,15	15,15	-	-
	Apoyo "F"	34,90	25,91	19,00	13,61	3 Ø 22 + 3 Ø 18	2 Ø 16 + 3 Ø 22	19,04	15,43	35,07	29,11	47,14	39,40
	Apoyo "F"	30,85	13,95	16,51	7,02	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	En la luz	1,18	9,67	0,57	4,80	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "G"	31,05	14,36	16,64	7,24	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	Apoyo "G"	26,79	13,87	14,12	6,98	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	En la luz	1,31	9,45	0,63	4,69	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "H"	32,29	11,85	17,39	5,93	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12

8.1.4 Diseño a flexión pura, piso 10 al 12

Tabla 8.25 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje A y H (piso 10 al 12).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕMn (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
A y H	**Apoyo "1"**	26,99	13,78	14,23	6,94	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	2,91	7,53	1,42	3,72	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "2"	22,97	14,90	11,93	7,53	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "2"	28,70	13,73	15,24	6,91	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	2,96	8,33	1,44	4,12	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "3"	23,12	16,89	12,02	8,59	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 22	15,43	11,40	29,11	22,09	39,40	30,12
	Apoyo "3"	21,61	17,30	11,17	8,81	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 22	15,43	11,40	29,11	22,09	39,40	30,12
	En la luz	3,41	8,38	1,66	4,14	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "4"	30,23	13,52	16,15	6,80	3 Ø 22 + 2 Ø 18	3 Ø 22	16,49	11,40	30,90	22,09	41,74	30,12

Tabla 8.26 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje B y G (piso 10 al 12).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
B y G	**Apoyo "1"**	26,14	22,64	13,74	11,75	3 Ø 22 + 2 Ø 16	2 Ø 16 + 3 Ø 22	15,43	15,43	29,11	29,11	39,40	39,40
	En la luz	3,98	14,17	1,94	7,14	3 Ø 18	3 Ø 18	7,63	7,63	15,15	15,15	-	-
	Apoyo "2"	48,00	11,10	27,78	5,54	6 Ø 25	2 Ø 16 + 3 Ø 22	29,45	15,43	50,43	29,11	66,29	39,40
	Apoyo "3"	55,89	18,81	33,81	9,63	9 Ø 22	2 Ø 16 + 3 Ø 22	34,21	15,43	56,55	29,11	73,48	39,40
	En la luz	5,86	15,88	2,88	8,05	3 Ø 18	3 Ø 22	7,63	11,40	15,15	22,09	-	-
	Apoyo "4"	33,54	30,27	18,15	16,17	3 Ø 22 + 3 Ø 18	3 Ø 18 + 3 Ø 22	19,04	19,04	35,07	35,07	47,14	47,14

Tabla 8.27 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje C y F (piso 10 al 12).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
C y F	**Apoyo "1"**	34,27	30,15	18,60	16,09	3 Ø 22 + 3 Ø 18	2 Ø 18 + 3 Ø 22	19,04	16,49	35,07	30,90	47,14	41,74
	En la luz	5,83	15,80	2,86	8,01	3 Ø 18	3 Ø 22	7,63	11,40	15,15	22,09	-	-
	Apoyo "2"	55,52	19,31	33,50	9,90	9 Ø 22	2 Ø 16 + 3 Ø 22	34,21	15,43	56,55	29,11	73,48	39,40
	Apoyo "3"	48,10	11,33	27,85	5,66	6 Ø 25	2 Ø 16 + 3 Ø 22	29,45	15,43	50,43	29,11	66,29	39,40
	En la luz	4,01	14,19	1,96	7,15	3 Ø 18	3 Ø 18	7,63	7,63	15,15	15,15	-	-
	Apoyo "4"	26,38	22,75	13,88	11,81	3 Ø 22 + 2 Ø 16	2 Ø 16 + 3 Ø 22	15,43	15,43	29,11	29,11	39,40	39,40

Tabla 8.28 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje D y E (piso 10 al 12).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
D y E	**Apoyo "1"**	51,32	6,22	30,23	3,06	5 Ø 28	2 Ø 16 + 3 Ø 22	30,79	15,43	52,20	29,11	68,41	39,40
	En la luz	3,87	15,23	1,89	7,70	3 Ø 18	3 Ø 22	7,63	11,40	15,15	22,09	-	-
	Apoyo "2"	16,83	24,97	8,56	13,07	3 Ø 22	2 Ø 16 + 3 Ø 22	11,40	15,43	22,09	29,11	30,12	39,40
	Apoyo "2"	28,74	13,79	15,26	6,94	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	1,27	11,14	0,61	5,56	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "3"	32,87	11,41	17,74	5,70	3 Ø 22 + 3 Ø 18	3 Ø 22	19,04	11,40	35,07	22,09	47,14	30,12
	Apoyo "3"	17,01	21,65	8,65	11,20	3 Ø 22	3 Ø 22	11,40	11,40	22,09	22,09	30,12	30,12
	En la luz	3,36	14,41	1,64	7,27	3 Ø 18	3 Ø 18	7,63	7,63	15,15	15,15	-	-
	Apoyo "4"	48,12	6,24	27,86	3,07	3 Ø 28 + 2 Ø 25	2 Ø 16 + 3 Ø 22	28,29	15,43	48,85	29,11	64,39	39,40

Tabla 8.29 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 1 (piso 10 al 12).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
1	**Apoyo "A"**	32,28	10,86	17,38	5,41	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	En la luz	1,24	9,47	0,60	4,70	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "B"	25,76	13,68	13,52	6,89	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "B"	30,50	13,81	16,31	6,95	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	En la luz	1,02	9,50	0,49	4,72	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "C"	30,44	13,50	16,27	6,79	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	Apoyo "C"	33,22	24,88	17,96	13,02	3 Ø 22 + 3 Ø 18	2 Ø 16 + 3 Ø 22	19,04	15,43	35,07	29,11	47,14	39,40
	En la luz	5,80	13,31	2,85	6,69	3 Ø 18	3 Ø 18	7,63	7,63	15,15	15,15	-	-
	Apoyo "D"	46,73	18,91	26,87	9,68	6 Ø 25	2 Ø 16 + 3 Ø 22	29,45	15,43	50,43	29,11	66,29	39,40
	Apoyo "E"	46,73	18,91	26,87	9,68	6 Ø 25	2 Ø 16 + 3 Ø 22	29,45	15,43	50,43	29,11	66,29	39,40
	En la luz	5,80	13,31	2,85	6,69	3 Ø 18	3 Ø 18	7,63	7,63	15,15	15,15	-	-
	Apoyo "F"	33,22	24,88	17,96	13,02	3 Ø 22 + 3 Ø 18	2 Ø 16 + 3 Ø 22	19,04	15,43	35,07	29,11	47,14	39,40
	Apoyo "F"	30,44	13,50	16,27	6,79	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	En la luz	1,02	9,50	0,49	4,72	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "G"	30,50	13,81	16,31	6,95	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	Apoyo "G"	25,76	13,68	13,52	6,89	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	1,24	9,47	0,60	4,70	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "H"	32,28	10,86	17,38	5,41	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12

Tabla 8.30 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 2 (piso 10 al 12).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
2	Apoyo "C"	55,47	8,73	33,47	4,32	9 Ø 22	2 Ø 16 + 3 Ø 22	34,21	15,43	56,55	29,11	73,48	39,40
	En la luz	2,47	17,94	1,20	9,16	3 Ø 18	3 Ø 22	7,63	11,40	15,15	22,09	-	-
	Apoyo "D"	26,72	19,37	14,08	9,94	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 22	15,43	11,40	29,11	22,09	39,40	30,12
	Apoyo "D"	36,51	13,09	20,01	6,57	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12
	En la luz	2,00	13,51	0,97	6,79	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "E"	36,51	13,09	20,01	6,57	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12
	Apoyo "E"	26,72	19,37	14,08	9,94	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 22	15,43	11,40	29,11	22,09	39,40	30,12
	En la luz	2,47	17,94	1,20	9,16	3 Ø 18	3 Ø 22	7,63	11,40	15,15	22,09	-	-
	Apoyo "F"	55,47	8,73	33,47	4,32	9 Ø 22	2 Ø 16 + 3 Ø 22	34,21	15,43	56,55	29,11	73,48	39,40

Tabla 8.31 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 3 (piso 10 al 12).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
3	Apoyo "A"	31,21	16,55	16,73	8,41	3 Ø 22 + 3 Ø 18	3 Ø 22	19,04	11,40	35,07	22,09	47,14	30,12
	En la luz	0,65	16,38	0,32	8,31	3 Ø 16	3 Ø 22	6,03	11,40	12,09	22,09	-	-
	Apoyo "B"	46,31	10,53	26,57	5,24	5 Ø 28	2 Ø 16 + 3 Ø 22	30,79	15,43	46,43	29,11	68,41	39,40
	Apoyo "D"	35,38	13,05	19,30	6,55	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12
	En la luz	2,25	13,80	1,09	6,95	3 Ø 16	3 Ø 18	6,03	7,63	12,09	15,15	-	-
	Apoyo "E"	35,38	13,05	19,30	6,55	6 Ø 22	3 Ø 22	22,81	11,40	40,94	22,09	54,61	30,12
	Apoyo "G"	46,31	10,53	26,57	5,24	5 Ø 28	2 Ø 16 + 3 Ø 22	30,79	15,43	46,43	29,11	68,41	39,40
	En la luz	0,65	16,38	0,32	8,31	3 Ø 16	3 Ø 22	6,03	11,40	12,09	22,09	-	-
	Apoyo "H"	31,21	16,55	16,73	8,41	3 Ø 22 + 3 Ø 18	3 Ø 22	19,04	11,40	35,07	22,09	47,14	30,12

Tabla 8.32 - Resumen para el diseño de armadura longitudinal de vigas. Eje 4 (piso 10 al 12).

Eje	Ubicación	Momento último		As requerida		Disp. de barras		As proporcionada		ϕM_n (fy)		Mpr (1,25fy)	
		Mu- [T-m]	Mu+ [T-m]	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	Sup.	Inf.	As,sup [cm^2]	As,inf [cm^2]	ϕMn- [T-m]	ϕMn+ [T-m]	Mpr- [T-m]	Mpr+ [T-m]
4	**Apoyo "A"**	32,83	11,82	17,72	5,91	3 Ø 22 + 3 Ø 18	3 Ø 22	19,04	11,40	35,07	22,09	47,14	30,12
	En la luz	1,39	9,56	0,67	4,75	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "B"	26,80	14,32	14,12	7,22	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	Apoyo "B"	31,67	15,04	17,01	7,60	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	En la luz	1,27	9,76	0,61	4,85	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "C"	31,65	14,65	17,00	7,39	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	Apoyo "C"	34,91	26,60	19,00	14,01	3 Ø 22 + 3 Ø 18	2 Ø 16 + 3 Ø 22	19,04	15,43	35,07	29,11	47,14	39,40
	En la luz	6,27	13,72	3,08	6,90	3 Ø 18	3 Ø 18	7,63	7,63	15,15	15,15	-	-
	Apoyo "D"	48,53	20,68	28,16	10,66	6 Ø 25	2 Ø 16 + 3 Ø 22	29,45	15,43	50,43	29,11	66,29	39,40
	Apoyo "E"	48,53	20,68	28,16	10,66	6 Ø 25	2 Ø 16 + 3 Ø 22	29,45	15,43	50,43	29,11	66,29	39,40
	En la luz	6,27	13,72	3,08	6,90	3 Ø 18	3 Ø 18	7,63	7,63	15,15	15,15	-	-
	Apoyo "F"	34,91	26,60	19,00	14,01	3 Ø 22 + 3 Ø 18	2 Ø 16 + 3 Ø 22	19,04	15,43	35,07	29,11	47,14	39,40
	Apoyo "F"	31,65	14,65	17,00	7,39	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	En la luz	1,27	9,76	0,61	4,85	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "G"	31,67	15,04	17,01	7,60	3 Ø 22 + 3 Ø 16	3 Ø 22	17,44	11,40	32,46	22,09	43,77	30,12
	Apoyo "G"	26,80	14,32	14,12	7,22	3 Ø 22 + 2 Ø 16	3 Ø 18	15,43	7,63	29,11	15,15	39,40	20,78
	En la luz	1,39	9,56	0,67	4,75	3 Ø 16	3 Ø 16	6,03	6,03	12,09	12,09	-	-
	Apoyo "H"	32,83	11,82	17,72	5,91	3 Ø 22 + 3 Ø 18	3 Ø 22	19,04	11,40	35,07	22,09	47,14	30,12

8.2 Diseño al corte por capacidad

8.2.1 Diseño al corte por capacidad, piso 1 al 3

Tabla 8.33 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje A y H (piso 1 al 3).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
A y H	**Apoyo "1"**	30,12	1,49	0,56	2,68	16,59	0,096	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	25,45	1,49	0,56	2,68	7,60	0,044	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "2"	20,78	1,49	0,56	2,68	16,59	0,096	DE Ø 12 @ 20	0,113
	Apoyo "2"	22,09	1,49	0,56	2,68	14,55	0,084	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	18,62	1,49	0,56	2,68	5,56	0,032	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "3"	15,15	1,49	0,56	2,68	14,55	0,084	DE Ø 12 @ 20	0,113
	Apoyo "3"	22,09	1,49	0,56	2,68	14,55	0,084	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	18,62	1,49	0,56	2,68	5,56	0,032	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "4"	15,15	1,49	0,56	2,68	14,55	0,084	DE Ø 12 @ 20	0,113

Tabla 8.34 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje B y G (piso 1 al 3).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
B y G	**Apoyo "1"**	40,94	1,49	0,56	2,68	18,40	0,106	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	31,51	1,49	0,56	2,68	9,41	0,054	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "2"	22,09	1,49	0,56	2,68	18,40	0,106	DE Ø 12 @ 20	0,113
	Apoyo "2"	40,94	1,49	0,56	2,68	18,40	0,106	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	31,51	1,49	0,56	2,68	9,41	0,054	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "3"	22,09	1,49	0,56	2,68	18,40	0,106	DE Ø 12 @ 20	0,113

Tabla 8.35 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje C y F (piso 1 al 3).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
C y F	**Apoyo "1"**	40,94	1,49	0,56	2,68	18,40	0,106	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	31,51	1,49	0,56	2,68	9,41	0,054	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "2"	22,09	1,49	0,56	2,68	18,40	0,106	DE Ø 12 @ 20	0,113
	Apoyo "2"	40,94	1,49	0,56	2,68	18,40	0,106	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	31,51	1,49	0,56	2,68	9,41	0,054	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "3"	22,09	1,49	0,56	2,68	18,40	0,106	DE Ø 12 @ 20	0,113

Tabla 8.36 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje D y E (piso 1 al 3).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
D y E	**Apoyo "1"**	35,02	1,49	0,56	2,68	17,51	0,101	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	28,55	1,49	0,56	2,68	8,52	0,049	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "2"	22,09	1,49	0,56	2,68	17,51	0,101	DE Ø 12 @ 20	0,113
	Apoyo "2"	29,11	1,49	0,56	2,68	15,59	0,090	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	22,13	1,49	0,56	2,68	6,60	0,038	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "3"	15,15	1,49	0,56	2,68	15,59	0,090	DE Ø 12 @ 20	0,113
	Apoyo "3"	35,02	1,49	0,56	2,68	17,51	0,101	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	28,55	1,49	0,56	2,68	8,52	0,049	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "4"	22,09	1,49	0,56	2,68	17,51	0,101	DE Ø 12 @ 20	0,113

Tabla 8.37 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 1 (piso 1 al 3).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
1	**Apoyo "A"**	29,11	2,92	1,27	5,54	27,50	0,159	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	22,13	2,92	1,27	5,54	5,60	0,032	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "B"	15,15	2,92	1,27	5,54	27,50	0,159	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "B"	29,11	2,92	1,27	5,54	27,50	0,159	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	22,13	2,92	1,27	5,54	5,60	0,032	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "C"	15,15	2,92	1,27	5,54	27,50	0,159	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "C"	35,02	2,92	1,27	5,54	29,13	0,168	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	28,55	2,92	1,27	5,54	7,23	0,042	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "D"	22,09	2,92	1,27	5,54	29,13	0,168	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "E"	22,09	2,92	1,27	5,54	29,13	0,168	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	28,55	2,92	1,27	5,54	7,23	0,04	DE Ø 10 @ 25	0,06
	Apoyo "F"	35,02	2,92	1,27	5,54	29,13	0,168	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "F"	15,15	2,92	1,27	5,54	27,50	0,159	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	22,13	2,92	1,27	5,54	5,60	0,032	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "G"	29,11	2,92	1,27	5,54	27,50	0,159	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "G"	15,15	2,92	1,27	5,54	27,50	0,159	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	22,13	2,92	1,27	5,54	5,60	0,032	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "H"	29,11	2,92	1,27	5,54	27,50	0,159	DE Ø 12 @ 12	0,188

Tabla 8.38 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 2 (piso 1 al 3).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
2	**Apoyo "C"**	40,94	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	31,51	2,92	1,27	5,54	7,98	0,046	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "D"	22,09	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "D"	30,90	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	26,50	2,92	1,27	5,54	6,71	0,039	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "E"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "E"	22,09	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	31,51	2,92	1,27	5,54	7,98	0,046	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "F"	40,94	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188

Tabla 8.39 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 3 (piso 1 al 3).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
3	**Apoyo "A"**	40,94	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	31,51	2,92	1,27	5,54	7,98	0,046	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "B"	22,09	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "D"	30,90	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	26,50	2,92	1,27	5,54	6,71	0,039	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "E"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "G"	22,09	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	31,51	2,92	1,27	5,54	7,98	0,046	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "H"	40,94	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188

Tabla 8.40 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 4 (piso 1 al 3).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
4	**Apoyo "A"**	29,11	2,92	1,27	5,54	27,50	0,159	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	22,13	2,92	1,27	5,54	5,60	0,032	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "B"	15,15	2,92	1,27	5,54	27,50	0,159	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "B"	29,11	2,92	1,27	5,54	27,50	0,159	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	22,13	2,92	1,27	5,54	5,60	0,032	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "C"	15,15	2,92	1,27	5,54	27,50	0,159	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "C"	35,02	2,92	1,27	5,54	29,13	0,168	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	28,55	2,92	1,27	5,54	7,23	0,042	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "D"	22,09	2,92	1,27	5,54	29,13	0,168	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "E"	22,09	2,92	1,27	5,54	29,13	0,168	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	28,55	2,92	1,27	5,54	7,23	0,04	DE Ø 10 @ 25	0,06
	Apoyo "F"	35,02	2,92	1,27	5,54	29,13	0,168	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "F"	15,15	2,92	1,27	5,54	27,50	0,159	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	22,13	2,92	1,27	5,54	5,60	0,032	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "G"	29,11	2,92	1,27	5,54	27,50	0,159	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "G"	15,15	2,92	1,27	5,54	27,50	0,159	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	22,13	2,92	1,27	5,54	5,60	0,032	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "H"	29,11	2,92	1,27	5,54	27,50	0,159	DE Ø 12 @ 12	0,188

8.2.2 Diseño al corte por capacidad, piso 4 al 6

Tabla 8.41 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje A y H (piso 4 al 6).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
A y H	**Apoyo "1"**	39,40	1,49	0,56	2,68	17,97	0,104	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	30,09	1,49	0,56	2,68	8,98	0,052	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "2"	20,78	1,49	0,56	2,68	17,97	0,104	DE Ø 12 @ 20	0,113
	Apoyo "2"	29,11	1,49	0,56	2,68	15,59	0,090	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	22,13	1,49	0,56	2,68	6,60	0,038	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "3"	15,15	1,49	0,56	2,68	15,59	0,090	DE Ø 12 @ 20	0,113
	Apoyo "3"	29,11	1,49	0,56	2,68	16,63	0,096	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	25,60	1,49	0,56	2,68	7,64	0,044	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "4"	22,09	1,49	0,56	2,68	16,63	0,096	DE Ø 12 @ 20	0,113

Tabla 8.42 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje B y G (piso 4 al 6).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
B y G	**Apoyo "1"**	45,82	1,49	0,56	2,68	19,99	0,115	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	36,87	1,49	0,56	2,68	11,01	0,064	DE Ø 10 @ 20	0,079
	Apoyo "2"	27,92	1,49	0,56	2,68	19,99	0,115	DE Ø 12 @ 15	0,151
	Apoyo "2"	55,30	1,49	0,56	2,68	21,41	0,124	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	41,61	1,49	0,56	2,68	12,42	0,072	DE Ø 10 @ 20	0,079
	Apoyo "3"	27,92	1,49	0,56	2,68	21,41	0,124	DE Ø 12 @ 15	0,151

Tabla 8.43 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje C y F (piso 4 al 6).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
C y F	**Apoyo "1"**	55,30	1,49	0,56	2,68	21,41	0,124	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	41,61	1,49	0,56	2,68	12,42	0,072	DE Ø 10 @ 20	0,079
	Apoyo "2"	27,92	1,49	0,56	2,68	21,41	0,124	DE Ø 12 @ 15	0,151
	Apoyo "2"	45,82	1,49	0,56	2,68	19,99	0,115	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	36,87	1,49	0,56	2,68	11,01	0,064	DE Ø 10 @ 20	0,079
	Apoyo "3"	27,92	1,49	0,56	2,68	19,99	0,115	DE Ø 12 @ 15	0,151

Tabla 8.44 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje D y E (piso 4 al 6).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
D y E	**Apoyo "1"**	45,82	1,49	0,56	2,68	19,99	0,115	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	36,87	1,49	0,56	2,68	11,01	0,064	DE Ø 10 @ 20	0,079
	Apoyo "2"	27,92	1,49	0,56	2,68	19,99	0,115	DE Ø 12 @ 15	0,151
	Apoyo "2"	32,46	1,49	0,56	2,68	17,13	0,099	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	27,28	1,49	0,56	2,68	8,14	0,047	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "3"	22,09	1,49	0,56	2,68	17,13	0,099	DE Ø 12 @ 20	0,113
	Apoyo "3"	45,82	1,49	0,56	2,68	19,99	0,115	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	36,87	1,49	0,56	2,68	11,01	0,064	DE Ø 10 @ 20	0,079
	Apoyo "4"	27,92	1,49	0,56	2,68	19,99	0,115	DE Ø 12 @ 15	0,151

Tabla 8.45 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 1 (piso 4 al 6).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
1	**Apoyo "A"**	30,90	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	26,50	2,92	1,27	5,54	6,71	0,039	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "B"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "B"	30,90	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	26,50	2,92	1,27	5,54	6,71	0,039	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "C"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "C"	45,82	2,92	1,27	5,54	31,23	0,180	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	36,87	2,92	1,27	5,54	9,33	0,054	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "D"	27,92	2,92	1,27	5,54	31,23	0,180	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "E"	27,92	2,92	1,27	5,54	31,23	0,180	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	36,87	2,92	1,27	5,54	9,33	0,05	DE Ø 10 @ 25	0,06
	Apoyo "F"	45,82	2,92	1,27	5,54	31,23	0,180	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "F"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	26,50	2,92	1,27	5,54	6,71	0,039	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "G"	30,90	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "G"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	26,50	2,92	1,27	5,54	6,71	0,039	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "H"	30,90	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188

Tabla 8.46 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 2 (piso 4 al 6).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
2	**Apoyo "C"**	50,43	2,92	1,27	5,54	31,81	0,184	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	39,17	2,92	1,27	5,54	9,92	0,057	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "D"	27,92	2,92	1,27	5,54	31,81	0,184	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "D"	40,94	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	31,51	2,92	1,27	5,54	7,98	0,046	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "E"	22,09	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "E"	27,92	2,92	1,27	5,54	31,81	0,184	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	39,17	2,92	1,27	5,54	9,92	0,057	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "F"	50,43	2,92	1,27	5,54	31,81	0,184	DE Ø 12 @ 12	0,188

Tabla 8.47 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 3 (piso 4 al 6).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
3	**Apoyo "A"**	45,82	2,92	1,27	5,54	31,23	0,180	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	36,87	2,92	1,27	5,54	9,33	0,054	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "B"	27,92	2,92	1,27	5,54	31,23	0,180	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "D"	35,07	2,92	1,27	5,54	29,13	0,168	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	28,58	2,92	1,27	5,54	7,24	0,042	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "E"	22,09	2,92	1,27	5,54	29,13	0,168	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "G"	27,92	2,92	1,27	5,54	31,23	0,180	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	36,87	2,92	1,27	5,54	9,33	0,054	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "H"	45,82	2,92	1,27	5,54	31,23	0,180	DE Ø 12 @ 12	0,188

Tabla 8.48 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 4 (piso 4 al 6).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
4	**Apoyo "A"**	30,90	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	26,50	2,92	1,27	5,54	6,71	0,039	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "B"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "B"	30,90	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	26,50	2,92	1,27	5,54	6,71	0,039	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "C"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "C"	45,82	2,92	1,27	5,54	31,23	0,180	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	36,87	2,92	1,27	5,54	9,33	0,054	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "D"	27,92	2,92	1,27	5,54	31,23	0,180	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "E"	27,92	2,92	1,27	5,54	31,23	0,180	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	36,87	2,92	1,27	5,54	9,33	0,05	DE Ø 10 @ 25	0,06
	Apoyo "F"	45,82	2,92	1,27	5,54	31,23	0,180	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "F"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	26,50	2,92	1,27	5,54	6,71	0,039	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "G"	30,90	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "G"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	26,50	2,92	1,27	5,54	6,71	0,039	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "H"	30,90	2,92	1,27	5,54	28,61	0,165	DE Ø 12 @ 12	0,188

8.2.3 Diseño al corte por capacidad, piso 7 al 9

Tabla 8.49 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje A y H (piso 7 al 9).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
A y H	**Apoyo "1"**	39,40	1,49	0,56	2,68	17,97	0,104	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	30,09	1,49	0,56	2,68	8,98	0,052	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "2"	20,78	1,49	0,56	2,68	17,97	0,104	DE Ø 12 @ 20	0,113
	Apoyo "2"	29,11	1,49	0,56	2,68	16,63	0,096	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	25,60	1,49	0,56	2,68	7,64	0,044	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "3"	22,09	1,49	0,56	2,68	16,63	0,096	DE Ø 12 @ 20	0,113
	Apoyo "3"	30,90	1,49	0,56	2,68	16,90	0,098	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	26,50	1,49	0,56	2,68	7,91	0,046	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "4"	22,09	1,49	0,56	2,68	16,90	0,098	DE Ø 12 @ 20	0,113

Tabla 8.50 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje B y G (piso 7 al 9).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
B y G	**Apoyo "1"**	50,43	1,49	0,56	2,68	20,86	0,120	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	39,77	1,49	0,56	2,68	11,87	0,069	DE Ø 10 @ 20	0,079
	Apoyo "2"	29,11	1,49	0,56	2,68	20,86	0,120	DE Ø 12 @ 15	0,151
	Apoyo "2"	56,55	1,49	0,56	2,68	22,04	0,127	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	43,73	1,49	0,56	2,68	13,05	0,075	DE Ø 10 @ 20	0,079
	Apoyo "3"	30,90	1,49	0,56	2,68	22,04	0,127	DE Ø 12 @ 15	0,151

Tabla 8.51 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje C y F (piso 7 al 9).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
C y F	**Apoyo "1"**	56,55	1,49	0,56	2,68	22,04	0,127	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	43,73	1,49	0,56	2,68	13,05	0,075	DE Ø 10 @ 20	0,079
	Apoyo "2"	30,90	1,49	0,56	2,68	22,04	0,127	DE Ø 12 @ 15	0,151
	Apoyo "2"	50,43	1,49	0,56	2,68	20,86	0,120	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	39,77	1,49	0,56	2,68	11,87	0,069	DE Ø 10 @ 20	0,079
	Apoyo "3"	29,11	1,49	0,56	2,68	20,86	0,120	DE Ø 12 @ 15	0,151

Tabla 8.52 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje D y E (piso 7 al 9).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
D y E	**Apoyo "1"**	50,43	1,49	0,56	2,68	20,86	0,120	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	39,77	1,49	0,56	2,68	11,87	0,069	DE Ø 10 @ 20	0,079
	Apoyo "2"	29,11	1,49	0,56	2,68	20,86	0,120	DE Ø 12 @ 15	0,151
	Apoyo "2"	35,07	1,49	0,56	2,68	17,52	0,101	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	28,58	1,49	0,56	2,68	8,53	0,049	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "3"	22,09	1,49	0,56	2,68	17,52	0,101	DE Ø 12 @ 20	0,113
	Apoyo "3"	50,43	1,49	0,56	2,68	20,68	0,119	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	39,17	1,49	0,56	2,68	11,69	0,067	DE Ø 10 @ 20	0,079
	Apoyo "4"	27,92	1,49	0,56	2,68	20,68	0,119	DE Ø 12 @ 15	0,151

Tabla 8.53 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 1 (piso 7 al 9).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
1	**Apoyo "A"**	32,46	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	27,28	2,92	1,27	5,54	6,91	0,040	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "B"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "B"	32,46	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	27,28	2,92	1,27	5,54	6,91	0,040	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "C"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "C"	50,43	2,92	1,27	5,54	31,97	0,185	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	39,77	2,92	1,27	5,54	10,07	0,058	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "D"	29,11	2,92	1,27	5,54	31,97	0,185	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "E"	29,11	2,92	1,27	5,54	31,97	0,185	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	39,77	2,92	1,27	5,54	10,07	0,06	DE Ø 10 @ 25	0,06
	Apoyo "F"	50,43	2,92	1,27	5,54	31,97	0,185	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "F"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	27,28	2,92	1,27	5,54	6,91	0,040	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "G"	32,46	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "G"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	27,28	2,92	1,27	5,54	6,91	0,040	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "H"	32,46	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188

Tabla 8.54 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 2 (piso 7 al 9).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
2	**Apoyo "C"**	56,55	2,92	1,27	5,54	32,74	0,189	DE Ø 12 @ 10	0,226
	En la luz	42,83	2,92	1,27	5,54	10,84	0,063	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "D"	29,11	2,92	1,27	5,54	32,74	0,189	DE Ø 12 @ 10	0,226
	Apoyo "D"	40,94	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	31,51	2,92	1,27	5,54	7,98	0,046	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "E"	22,09	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "E"	29,11	2,92	1,27	5,54	32,74	0,189	DE Ø 12 @ 10	0,226
	En la luz	42,83	2,92	1,27	5,54	10,84	0,063	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "F"	56,55	2,92	1,27	5,54	32,74	0,189	DE Ø 12 @ 10	0,226

Tabla 8.55 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 3 (piso 7 al 9).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
3	**Apoyo "A"**	45,82	2,92	1,27	5,54	31,38	0,181	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	37,46	2,92	1,27	5,54	9,48	0,055	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "B"	29,11	2,92	1,27	5,54	31,38	0,181	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "D"	40,94	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	31,51	2,92	1,27	5,54	7,98	0,046	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "E"	22,09	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "G"	29,11	2,92	1,27	5,54	31,38	0,181	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	37,46	2,92	1,27	5,54	9,48	0,055	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "H"	45,82	2,92	1,27	5,54	31,38	0,181	DE Ø 12 @ 12	0,188

Tabla 8.56 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 4 (piso 7 al 9).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
4	**Apoyo "A"**	32,46	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	27,28	2,92	1,27	5,54	6,91	0,040	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "B"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "B"	32,46	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	27,28	2,92	1,27	5,54	6,91	0,040	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "C"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "C"	50,43	2,92	1,27	5,54	31,97	0,185	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	39,77	2,92	1,27	5,54	10,07	0,058	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "D"	29,11	2,92	1,27	5,54	31,97	0,185	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "E"	29,11	2,92	1,27	5,54	31,97	0,185	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	39,77	2,92	1,27	5,54	10,07	0,06	DE Ø 10 @ 25	0,06
	Apoyo "F"	50,43	2,92	1,27	5,54	31,97	0,185	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "F"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	27,28	2,92	1,27	5,54	6,91	0,040	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "G"	32,46	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "G"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	27,28	2,92	1,27	5,54	6,91	0,040	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "H"	32,46	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188

8.2.4 Diseño al corte por capacidad, piso 10 al 12

Tabla 8.57 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje A y H (piso 10 al 12).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
A y H	**Apoyo "1"**	39,40	1,49	0,56	2,68	17,97	0,104	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	30,09	1,49	0,56	2,68	8,98	0,052	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "2"	20,78	1,49	0,56	2,68	17,97	0,104	DE Ø 12 @ 20	0,113
	Apoyo "2"	29,11	1,49	0,56	2,68	16,63	0,096	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	25,60	1,49	0,56	2,68	7,64	0,044	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "3"	22,09	1,49	0,56	2,68	16,63	0,096	DE Ø 12 @ 20	0,113
	Apoyo "3"	30,90	1,49	0,56	2,68	16,90	0,098	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	26,50	1,49	0,56	2,68	7,91	0,046	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "4"	22,09	1,49	0,56	2,68	16,90	0,098	DE Ø 12 @ 20	0,113

Tabla 8.58 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje B y G (piso 10 al 12).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
B y G	**Apoyo "1"**	57,35	1,45	0,54	2,59	21,78	0,126	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	43,23	1,45	0,54	2,59	13,46	0,078	DE Ø 10 @ 20	0,079
	Apoyo "2"	29,11	1,45	0,54	2,59	21,78	0,126	DE Ø 12 @ 15	0,151
	Apoyo "2"	56,55	1,45	0,54	2,59	22,59	0,130	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	45,81	1,45	0,54	2,59	14,26	0,082	DE Ø 12 @ 25	0,090
	Apoyo "3"	35,07	1,45	0,54	2,59	22,59	0,130	DE Ø 12 @ 15	0,151

Tabla 8.59 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje C y F (piso 10 al 12).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
C y F	**Apoyo "1"**	56,55	1,49	0,56	2,68	22,04	0,127	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	43,73	1,49	0,56	2,68	13,05	0,075	DE Ø 10 @ 20	0,079
	Apoyo "2"	30,90	1,49	0,56	2,68	22,04	0,127	DE Ø 12 @ 15	0,151
	Apoyo "2"	50,43	1,49	0,56	2,68	20,86	0,120	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	39,77	1,49	0,56	2,68	11,87	0,069	DE Ø 10 @ 20	0,079
	Apoyo "3"	29,11	1,49	0,56	2,68	20,86	0,120	DE Ø 12 @ 15	0,151

Tabla 8.60 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje D y E (piso 10 al 12).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
D y E	**Apoyo "1"**	52,20	1,49	0,56	2,68	21,13	0,122	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	40,66	1,49	0,56	2,68	12,14	0,070	DE Ø 10 @ 20	0,079
	Apoyo "2"	29,11	1,49	0,56	2,68	21,13	0,122	DE Ø 12 @ 15	0,151
	Apoyo "2"	35,07	1,49	0,56	2,68	17,52	0,101	DE Ø 12 @ 20	0,113
	En la luz	28,58	1,49	0,56	2,68	8,53	0,049	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "3"	22,09	1,49	0,56	2,68	17,52	0,101	DE Ø 12 @ 20	0,113
	Apoyo "3"	48,85	1,49	0,56	2,68	20,62	0,119	DE Ø 12 @ 15	0,151
	En la luz	38,98	1,49	0,56	2,68	11,64	0,067	DE Ø 10 @ 20	0,079
	Apoyo "4"	29,11	1,49	0,56	2,68	20,62	0,119	DE Ø 12 @ 15	0,151

Tabla 8.61 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 1 (piso 10 al 12).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
1	**Apoyo "A"**	32,46	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	27,28	2,92	1,27	5,54	6,91	0,040	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "B"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "B"	32,46	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	27,28	2,92	1,27	5,54	6,91	0,040	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "C"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "C"	50,43	2,92	1,27	5,54	31,97	0,185	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	39,77	2,92	1,27	5,54	10,07	0,058	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "D"	29,11	2,92	1,27	5,54	31,97	0,185	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "E"	29,11	2,92	1,27	5,54	31,97	0,185	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	39,77	2,92	1,27	5,54	10,07	0,06	DE Ø 10 @ 25	0,06
	Apoyo "F"	50,43	2,92	1,27	5,54	31,97	0,185	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "F"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	27,28	2,92	1,27	5,54	6,91	0,040	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "G"	32,46	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "G"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	27,28	2,92	1,27	5,54	6,91	0,040	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "H"	32,46	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188

Tabla 8.62 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 2 (piso 10 al 12).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
2	**Apoyo "C"**	56,55	2,92	1,27	5,54	32,74	0,189	DE Ø 12 @ 10	0,226
	En la luz	42,83	2,92	1,27	5,54	10,84	0,063	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "D"	29,11	2,92	1,27	5,54	32,74	0,189	DE Ø 12 @ 10	0,226
	Apoyo "D"	40,94	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	31,51	2,92	1,27	5,54	7,98	0,046	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "E"	22,09	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "E"	29,11	2,92	1,27	5,54	32,74	0,189	DE Ø 12 @ 10	0,226
	En la luz	42,83	2,92	1,27	5,54	10,84	0,063	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "F"	56,55	2,92	1,27	5,54	32,74	0,189	DE Ø 12 @ 10	0,226

Tabla 8.63 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 3 (piso 10 al 12).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
3	**Apoyo "A"**	46,43	2,92	1,27	5,54	31,46	0,182	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	37,77	2,92	1,27	5,54	9,56	0,055	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "B"	29,11	2,92	1,27	5,54	31,46	0,182	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "D"	40,94	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	31,51	2,92	1,27	5,54	7,98	0,046	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "E"	22,09	2,92	1,27	5,54	29,88	0,172	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "G"	29,11	2,92	1,27	5,54	31,46	0,182	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	37,77	2,92	1,27	5,54	9,56	0,055	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "H"	46,43	2,92	1,27	5,54	31,46	0,182	DE Ø 12 @ 12	0,188

Tabla 8.64 - Resumen para el diseño al corte por capacidad de vigas. Eje 4 (piso 10 al 12).

Eje	Ubicación	Mpr, máx (1,25fy) [T-m]	Pp [T/m]	Sc [T/m]	Wu [T/m]	Ve [T/m]	Asv req / s [cm^2 / cm]	Disp. de barras	Asv prop. [cm^2/cm]
4	**Apoyo "A"**	35,07	2,92	1,27	5,54	29,13	0,168	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	28,58	2,92	1,27	5,54	7,24	0,042	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "B"	22,09	2,92	1,27	5,54	29,13	0,168	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "B"	32,46	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	27,28	2,92	1,27	5,54	6,91	0,040	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "C"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "C"	50,43	2,92	1,27	5,54	31,97	0,185	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	39,77	2,92	1,27	5,54	10,07	0,058	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "D"	29,11	2,92	1,27	5,54	31,97	0,185	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "E"	29,11	2,92	1,27	5,54	31,97	0,185	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	39,77	2,92	1,27	5,54	10,07	0,06	DE Ø 10 @ 25	0,06
	Apoyo "F"	50,43	2,92	1,27	5,54	31,97	0,185	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "F"	22,09	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	27,28	2,92	1,27	5,54	6,91	0,040	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "G"	32,46	2,92	1,27	5,54	28,80	0,166	DE Ø 12 @ 12	0,188
	Apoyo "G"	22,09	2,92	1,27	5,54	29,13	0,168	DE Ø 12 @ 12	0,188
	En la luz	28,58	2,92	1,27	5,54	7,24	0,042	DE Ø 10 @ 25	0,063
	Apoyo "H"	35,07	2,92	1,27	5,54	29,13	0,168	DE Ø 12 @ 12	0,188

Anexo B

9 Archivo entrada Ruaumoko-[2D].

Los siguientes códigos muestran la ruta de entrada para el análisis no lineal tiempo historia para el programa Ruaumoko-2D para el modelo MID considerando el registro de aceleraciones de la ciudad de Concepción.

```
Eje Y-Y
2       0       1       1       2       0       0       0       0       0       0
254     360     68      12      1       2       9.81    5       5       0,001   90      1
0       1       1       0       1       20      1       1       13      2       1       0
5       5       0.0001  0       0       0       0       0       0       0       0

NODES
1       0,00    0,00    1       1       1       0       0       0       ! Base
2       6,70    0,00    1       1       1       0       0       0
3       13,40   0,00    1       1       1       0       0       0
4       20,10   0,00    1       1       1       0       0       0
5       21,10   0,00    1       1       1       0       0       0
6       31,15   0,00    1       1       1       0       0       0
7       41,20   0,00    1       1       1       0       0       0
8       42,20   0,00    1       1       1       0       0       0
9       52,25   0,00    1       1       1       0       0       0
10      62,30   0,00    1       1       1       0       0       0
11      63,30   0,00    1       1       1       0       0       0
12      70,00   0,00    1       1       1       0       0       0
13      76,70   0,00    1       1       1       0       0       0
14      83,40   0,00    1       1       1       0       0       0
15      0,00    4,90    0       0       0       0       0       0       ! Store 1
16      6,70    4,90    0       0       0       15      0       0
17      13,40   4,90    0       0       0       15      0       0
18      20,10   4,90    0       0       0       15      0       0
19      21,10   4,90    0       0       0       15      0       0
20      31,15   4,90    0       0       0       15      0       0
21      41,20   4,90    0       0       0       15      0       0
22      42,20   4,90    0       0       0       15      0       0
23      52,25   4,90    0       0       0       15      0       0
24      62,30   4,90    0       0       0       15      0       0
25      63,30   4,90    0       0       0       15      0       0
26      70,00   4,90    0       0       0       15      0       0
27      76,70   4,90    0       0       0       15      0       0
28      83,40   4,90    0       0       0       15      0       0
29      0,00    8,55    0       0       0       0       0       0       ! Store 2
30      6,70    8,55    0       0       0       29      0       0
31      13,40   8,55    0       0       0       29      0       0
32      20,10   8,55    0       0       0       29      0       0
33      21,10   8,55    0       0       0       29      0       0
34      31,15   8,55    0       0       0       29      0       0
35      41,20   8,55    0       0       0       29      0       0
36      42,20   8,55    0       0       0       29      0       0
37      52,25   8,55    0       0       0       29      0       0
38      62,30   8,55    0       0       0       29      0       0
39      63,30   8,55    0       0       0       29      0       0
40      70,00   8,55    0       0       0       29      0       0
41      76,70   8,55    0       0       0       29      0       0
42      83,40   8,55    0       0       0       29      0       0
43      0,00    12,20   0       0       0       0       0       0       ! Store 3
44      6,70    12,20   0       0       0       43      0       0
45      13,40   12,20   0       0       0       43      0       0
46      20,10   12,20   0       0       0       43      0       0
47      21,10   12,20   0       0       0       43      0       0
```

48	31,15	12,20	0	0	0	43	0	0	
49	41,20	12,20	0	0	0	43	0	0	
50	42,20	12,20	0	0	0	43	0	0	
51	52,25	12,20	0	0	0	43	0	0	
52	62,30	12,20	0	0	0	43	0	0	
53	63,30	12,20	0	0	0	43	0	0	
54	70,00	12,20	0	0	0	43	0	0	
55	76,70	12,20	0	0	0	43	0	0	
56	83,40	12,20	0	0	0	43	0	0	
57	0,00	15,85	0	0	0	0	0	0	! Store 4
58	6,70	15,85	0	0	0	57	0	0	
59	13,40	15,85	0	0	0	57	0	0	
60	20,10	15,85	0	0	0	57	0	0	
61	21,10	15,85	0	0	0	57	0	0	
62	31,15	15,85	0	0	0	57	0	0	
63	41,20	15,85	0	0	0	57	0	0	
64	42,20	15,85	0	0	0	57	0	0	
65	52,25	15,85	0	0	0	57	0	0	
66	62,30	15,85	0	0	0	57	0	0	
67	63,30	15,85	0	0	0	57	0	0	
68	70,00	15,85	0	0	0	57	0	0	
69	76,70	15,85	0	0	0	57	0	0	
70	83,40	15,85	0	0	0	57	0	0	
71	0,00	19,50	0	0	0	0	0	0	! Store 5
72	6,70	19,50	0	0	0	71	0	0	
73	13,40	19,50	0	0	0	71	0	0	
74	20,10	19,50	0	0	0	71	0	0	
75	21,10	19,50	0	0	0	71	0	0	
76	31,15	19,50	0	0	0	71	0	0	
77	41,20	19,50	0	0	0	71	0	0	
78	42,20	19,50	0	0	0	71	0	0	
79	52,25	19,50	0	0	0	71	0	0	
80	62,30	19,50	0	0	0	71	0	0	
81	63,30	19,50	0	0	0	71	0	0	
82	70,00	19,50	0	0	0	71	0	0	
83	76,70	19,50	0	0	0	71	0	0	
84	83,40	19,50	0	0	0	71	0	0	
85	0,00	23,15	0	0	0	0	0	0	! Store 6
86	6,70	23,15	0	0	0	85	0	0	
87	13,40	23,15	0	0	0	85	0	0	
88	20,10	23,15	0	0	0	85	0	0	
89	21,10	23,15	0	0	0	85	0	0	
90	31,15	23,15	0	0	0	85	0	0	
91	41,20	23,15	0	0	0	85	0	0	
92	42,20	23,15	0	0	0	85	0	0	
93	52,25	23,15	0	0	0	85	0	0	
94	62,30	23,15	0	0	0	85	0	0	
95	63,30	23,15	0	0	0	85	0	0	
96	70,00	23,15	0	0	0	85	0	0	
97	76,70	23,15	0	0	0	85	0	0	
98	83,40	23,15	0	0	0	85	0	0	
99	0,00	26,80	0	0	0	0	0	0	! Store 7
100	6,70	26,80	0	0	0	99	0	0	
101	13,40	26,80	0	0	0	99	0	0	
102	20,10	26,80	0	0	0	99	0	0	
103	21,10	26,80	0	0	0	99	0	0	
104	31,15	26,80	0	0	0	99	0	0	
105	41,20	26,80	0	0	0	99	0	0	
106	42,20	26,80	0	0	0	99	0	0	
107	52,25	26,80	0	0	0	99	0	0	
108	62,30	26,80	0	0	0	99	0	0	
109	63,30	26,80	0	0	0	99	0	0	
110	70,00	26,80	0	0	0	99	0	0	
111	76,70	26,80	0	0	0	99	0	0	
112	83,40	26,80	0	0	0	99	0	0	
113	0,00	30,45	0	0	0	0	0	0	! Store 8
114	6,70	30,45	0	0	0	113	0	0	
115	13,40	30,45	0	0	0	113	0	0	

116	20,10	30,45	0	0	0	113	0	0	
117	21,10	30,45	0	0	0	113	0	0	
118	31,15	30,45	0	0	0	113	0	0	
119	41,20	30,45	0	0	0	113	0	0	
120	42,20	30,45	0	0	0	113	0	0	
121	52,25	30,45	0	0	0	113	0	0	
122	62,30	30,45	0	0	0	113	0	0	
123	63,30	30,45	0	0	0	113	0	0	
124	70,00	30,45	0	0	0	113	0	0	
125	76,70	30,45	0	0	0	113	0	0	
126	83,40	30,45	0	0	0	113	0	0	
127	0,00	34,10	0	0	0	0	0	0	! Store 9
128	6,70	34,10	0	0	0	127	0	0	
129	13,40	34,10	0	0	0	127	0	0	
130	20,10	34,10	0	0	0	127	0	0	
131	21,10	34,10	0	0	0	127	0	0	
132	31,15	34,10	0	0	0	127	0	0	
133	41,20	34,10	0	0	0	127	0	0	
134	42,20	34,10	0	0	0	127	0	0	
135	52,25	34,10	0	0	0	127	0	0	
136	62,30	34,10	0	0	0	127	0	0	
137	63,30	34,10	0	0	0	127	0	0	
138	70,00	34,10	0	0	0	127	0	0	
139	76,70	34,10	0	0	0	127	0	0	
140	83,40	34,10	0	0	0	127	0	0	
141	0,00	37,75	0	0	0	0	0	0	! Store 10
142	6,70	37,75	0	0	0	141	0	0	
143	13,40	37,75	0	0	0	141	0	0	
144	20,10	37,75	0	0	0	141	0	0	
145	21,10	37,75	0	0	0	141	0	0	
146	31,15	37,75	0	0	0	141	0	0	
147	41,20	37,75	0	0	0	141	0	0	
148	42,20	37,75	0	0	0	141	0	0	
149	52,25	37,75	0	0	0	141	0	0	
150	62,30	37,75	0	0	0	141	0	0	
151	63,30	37,75	0	0	0	141	0	0	
152	70,00	37,75	0	0	0	141	0	0	
153	76,70	37,75	0	0	0	141	0	0	
154	83,40	37,75	0	0	0	141	0	0	
155	0,00	41,40	0	0	0	0	0	0	! Store 11
156	6,70	41,40	0	0	0	155	0	0	
157	13,40	41,40	0	0	0	155	0	0	
158	20,10	41,40	0	0	0	155	0	0	
159	21,10	41,40	0	0	0	155	0	0	
160	31,15	41,40	0	0	0	155	0	0	
161	41,20	41,40	0	0	0	155	0	0	
162	42,20	41,40	0	0	0	155	0	0	
163	52,25	41,40	0	0	0	155	0	0	
164	62,30	41,40	0	0	0	155	0	0	
165	63,30	41,40	0	0	0	155	0	0	
166	70,00	41,40	0	0	0	155	0	0	
167	76,70	41,40	0	0	0	155	0	0	
168	83,40	41,40	0	0	0	155	0	0	
169	0,00	45,05	0	0	0	0	0	0	! Store 12
170	6,70	45,05	0	0	0	169	0	0	
171	13,40	45,05	0	0	0	169	0	0	
172	20,10	45,05	0	0	0	169	0	0	
173	21,10	45,05	0	0	0	169	0	0	
174	31,15	45,05	0	0	0	169	0	0	
175	41,20	45,05	0	0	0	169	0	0	
176	42,20	45,05	0	0	0	169	0	0	
177	52,25	45,05	0	0	0	169	0	0	
178	62,30	45,05	0	0	0	169	0	0	
179	63,30	45,05	0	0	0	169	0	0	
180	70,00	45,05	0	0	0	169	0	0	
181	76,70	45,05	0	0	0	169	0	0	
182	83,40	45,05	0	0	0	169	0	0	
183	31,15	1,225	0	0	0	0	0	0	

184	31,15	2,45	0	0	0	0	0	0
185	31,15	3,675	0	0	0	0	0	0
186	31,15	5,8125	0	0	0	0	0	0
187	31,15	6,725	0	0	0	0	0	0
188	31,15	7,6375	0	0	0	0	0	0
189	31,15	9,4625	0	0	0	0	0	0
190	31,15	10,375	0	0	0	0	0	0
191	31,15	11,2875	0	0	0	0	0	0
192	31,15	13,1125	0	0	0	0	0	0
193	31,15	14,025	0	0	0	0	0	0
194	31,15	14,9375	0	0	0	0	0	0
195	31,15	16,7625	0	0	0	0	0	0
196	31,15	17,675	0	0	0	0	0	0
197	31,15	18,5875	0	0	0	0	0	0
198	31,15	20,4125	0	0	0	0	0	0
199	31,15	21,325	0	0	0	0	0	0
200	31,15	22,2375	0	0	0	0	0	0
201	31,15	24,0625	0	0	0	0	0	0
202	31,15	24,975	0	0	0	0	0	0
203	31,15	25,8875	0	0	0	0	0	0
204	31,15	27,7125	0	0	0	0	0	0
205	31,15	28,625	0	0	0	0	0	0
206	31,15	29,5375	0	0	0	0	0	0
207	31,15	31,3625	0	0	0	0	0	0
208	31,15	32,275	0	0	0	0	0	0
209	31,15	33,1875	0	0	0	0	0	0
210	31,15	35,0125	0	0	0	0	0	0
211	31,15	35,925	0	0	0	0	0	0
212	31,15	36,8375	0	0	0	0	0	0
213	31,15	38,6625	0	0	0	0	0	0
214	31,15	39,575	0	0	0	0	0	0
215	31,15	40,4875	0	0	0	0	0	0
216	31,15	42,3125	0	0	0	0	0	0
217	31,15	43,225	0	0	0	0	0	0
218	31,15	44,1375	0	0	0	0	0	0
219	52,25	1,225	0	0	0	0	0	0
220	52,25	2,45	0	0	0	0	0	0
221	52,25	3,675	0	0	0	0	0	0
222	52,25	5,8125	0	0	0	0	0	0
223	52,25	6,725	0	0	0	0	0	0
224	52,25	7,6375	0	0	0	0	0	0
225	52,25	9,4625	0	0	0	0	0	0
226	52,25	10,375	0	0	0	0	0	0
227	52,25	11,2875	0	0	0	0	0	0
228	52,25	13,1125	0	0	0	0	0	0
229	52,25	14,025	0	0	0	0	0	0
230	52,25	14,9375	0	0	0	0	0	0
231	52,25	16,7625	0	0	0	0	0	0
232	52,25	17,675	0	0	0	0	0	0
233	52,25	18,5875	0	0	0	0	0	0
234	52,25	20,4125	0	0	0	0	0	0
235	52,25	21,325	0	0	0	0	0	0
236	52,25	22,2375	0	0	0	0	0	0
237	52,25	24,0625	0	0	0	0	0	0
238	52,25	24,975	0	0	0	0	0	0
239	52,25	25,8875	0	0	0	0	0	0
240	52,25	27,7125	0	0	0	0	0	0
241	52,25	28,625	0	0	0	0	0	0
242	52,25	29,5375	0	0	0	0	0	0
243	52,25	31,3625	0	0	0	0	0	0
244	52,25	32,275	0	0	0	0	0	0
245	52,25	33,1875	0	0	0	0	0	0
246	52,25	35,0125	0	0	0	0	0	0
247	52,25	35,925	0	0	0	0	0	0
248	52,25	36,8375	0	0	0	0	0	0
249	52,25	38,6625	0	0	0	0	0	0
250	52,25	39,575	0	0	0	0	0	0
251	52,25	40,4875	0	0	0	0	0	0

252	52,25	42,3125	0	0	0	0	0	0				
253	52,25	43,225	0	0	0	0	0	0				
254	52,25	44,1375	0	0	0	0	0	0				

DRIFTS

1	15	29	43	57	71	85	99	113	127	141	155	169

ELEMENTS

1	1	15	16	0	0	! Store 1 Beams
2	2	16	17	0	0	
3	3	17	18	0	0	
4	4	19	20	0	0	
5	5	20	21	0	0	
6	6	22	23	0	0	
7	7	23	24	0	0	
8	8	25	26	0	0	
9	9	26	27	0	0	
10	10	27	28	0	0	
11	1	29	30	0	0	! Store 2 Beams
12	2	30	31	0	0	
13	3	31	32	0	0	
14	4	33	34	0	0	
15	5	34	35	0	0	
16	6	36	37	0	0	
17	7	37	38	0	0	
18	8	39	40	0	0	
19	9	40	41	0	0	
20	10	41	42	0	0	
21	1	43	44	0	0	! Store 3 Beams
22	2	44	45	0	0	
23	3	45	46	0	0	
24	4	47	48	0	0	
25	5	48	49	0	0	
26	6	50	51	0	0	
27	7	51	52	0	0	
28	8	53	54	0	0	
29	9	54	55	0	0	
30	10	55	56	0	0	
31	11	57	58	0	0	! Store 4 Beams
32	12	58	59	0	0	
33	13	59	60	0	0	
34	14	61	62	0	0	
35	15	62	63	0	0	
36	16	64	65	0	0	
37	17	65	66	0	0	
38	18	67	68	0	0	
39	19	68	69	0	0	
40	20	69	70	0	0	
41	11	71	72	0	0	! Store 5 Beams
42	12	72	73	0	0	
43	13	73	74	0	0	
44	14	75	76	0	0	
45	15	76	77	0	0	
46	16	78	79	0	0	
47	17	79	80	0	0	
48	18	81	82	0	0	
49	19	82	83	0	0	
50	20	83	84	0	0	
51	11	85	86	0	0	! Store 6 Beams
52	12	86	87	0	0	
53	13	87	88	0	0	
54	14	89	90	0	0	
55	15	90	91	0	0	
56	16	92	93	0	0	
57	17	93	94	0	0	
58	18	95	96	0	0	
59	19	96	97	0	0	

60	20	97	98	0	0	
61	21	99	100	0	0	! Store 7 Beams
62	22	100	101	0	0	
63	23	101	102	0	0	
64	24	103	104	0	0	
65	25	104	105	0	0	
66	26	106	107	0	0	
67	27	107	108	0	0	
68	28	109	110	0	0	
69	29	110	111	0	0	
70	30	111	112	0	0	
71	21	113	114	0	0	! Store 8 Beams
72	22	114	115	0	0	
73	23	115	116	0	0	
74	24	117	118	0	0	
75	25	118	119	0	0	
76	26	120	121	0	0	
77	27	121	122	0	0	
78	28	123	124	0	0	
79	29	124	125	0	0	
80	30	125	126	0	0	
81	21	127	128	0	0	! Store 9 Beams
82	22	128	129	0	0	
83	23	129	130	0	0	
84	24	131	132	0	0	
85	25	132	133	0	0	
86	26	134	135	0	0	
87	27	135	136	0	0	
88	28	137	138	0	0	
89	29	138	139	0	0	
90	30	139	140	0	0	
91	31	141	142	0	0	! Store 10 Beams
92	32	142	143	0	0	
93	33	143	144	0	0	
94	34	145	146	0	0	
95	35	146	147	0	0	
96	36	148	149	0	0	
97	37	149	150	0	0	
98	38	151	152	0	0	
99	39	152	153	0	0	
100	40	153	154	0	0	
101	31	155	156	0	0	! Store 11 Beams
102	32	156	157	0	0	
103	33	157	158	0	0	
104	34	159	160	0	0	
105	35	160	161	0	0	
106	36	162	163	0	0	
107	37	163	164	0	0	
108	38	165	166	0	0	
109	39	166	167	0	0	
110	40	167	168	0	0	
111	31	169	170	0	0	! Store 12 Beams
112	32	170	171	0	0	
113	33	171	172	0	0	
114	34	173	174	0	0	
115	35	174	175	0	0	
116	36	176	177	0	0	
117	37	177	178	0	0	
118	38	179	180	0	0	
119	39	180	181	0	0	
120	40	181	182	0	0	
121	41	1	15	0	0	! STORE 1 - Col 1
122	42	15	29	0	0	! STORE 2
123	42	29	43	0	0	! STORE 3
124	42	43	57	0	0	! STORE 4
125	42	57	71	0	0	! STORE 5
126	42	71	85	0	0	! STORE 6
127	42	85	99	0	0	! STORE 7

128	42	99	113	0	0	! STORE 8
129	42	113	127	0	0	! STORE 9
130	42	127	141	0	0	! STORE 10
131	42	141	155	0	0	! STORE 11
132	42	155	169	0	0	! STORE 12
133	41	2	16	0	0	! STORE 1 - Col 2
134	42	16	30	0	0	! STORE 2
135	42	30	44	0	0	! STORE 3
136	42	44	58	0	0	! STORE 4
137	42	58	72	0	0	! STORE 5
138	42	72	86	0	0	! STORE 6
139	42	86	100	0	0	! STORE 7
140	42	100	114	0	0	! STORE 8
141	42	114	128	0	0	! STORE 9
142	42	128	142	0	0	! STORE 10
143	42	142	156	0	0	! STORE 11
144	42	156	170	0	0	! STORE 12
145	41	3	17	0	0	! STORE 1 - Col 3
146	42	17	31	0	0	! STORE 2
147	42	31	45	0	0	! STORE 3
148	42	45	59	0	0	! STORE 4
149	42	59	73	0	0	! STORE 5
150	42	73	87	0	0	! STORE 6
151	42	87	101	0	0	! STORE 7
152	42	101	115	0	0	! STORE 8
153	42	115	129	0	0	! STORE 9
154	42	129	143	0	0	! STORE 10
155	42	143	157	0	0	! STORE 11
156	42	157	171	0	0	! STORE 12
157	41	4	18	0	0	! STORE 1 - Col 4
158	42	18	32	0	0	! STORE 2
159	42	32	46	0	0	! STORE 3
160	42	46	60	0	0	! STORE 4
161	42	60	74	0	0	! STORE 5
162	42	74	88	0	0	! STORE 6
163	42	88	102	0	0	! STORE 7
164	42	102	116	0	0	! STORE 8
165	42	116	130	0	0	! STORE 9
166	42	130	144	0	0	! STORE 10
167	42	144	158	0	0	! STORE 11
168	42	158	172	0	0	! STORE 12
169	41	5	19	0	0	! STORE 1 - Col 5
170	42	19	33	0	0	! STORE 2
171	42	33	47	0	0	! STORE 3
172	42	47	61	0	0	! STORE 4
173	42	61	75	0	0	! STORE 5
174	42	75	89	0	0	! STORE 6
175	42	89	103	0	0	! STORE 7
176	42	103	117	0	0	! STORE 8
177	42	117	131	0	0	! STORE 9
178	42	131	145	0	0	! STORE 10
179	42	145	159	0	0	! STORE 11
180	42	159	173	0	0	! STORE 12
181	45	6	183	0	0	! BASE - MT-A
182	45	183	184	0	0	
183	45	184	185	0	0	
184	45	185	20	0	0	
185	46	20	186	0	0	! STORE 1
186	46	186	187	0	0	
187	46	187	188	0	0	
188	46	188	34	0	0	
189	47	34	189	0	0	! STORE 2
190	47	189	190	0	0	
191	47	190	191	0	0	
192	47	191	48	0	0	
193	48	48	192	0	0	! STORE 3
194	48	192	193	0	0	

195	48	193	194	0	0	
196	48	194	62	0	0	
197	49	62	195	0	0	! STORE 4
198	49	195	196	0	0	
199	49	196	197	0	0	
200	49	197	76	0	0	
201	50	76	198	0	0	! STORE 5
202	50	198	199	0	0	
203	50	199	200	0	0	
204	50	200	90	0	0	
205	51	90	201	0	0	! STORE 6
206	51	201	202	0	0	
207	51	202	203	0	0	
208	51	203	104	0	0	
209	52	104	204	0	0	! STORE 7
210	52	204	205	0	0	
211	52	205	206	0	0	
212	52	206	118	0	0	
213	53	118	207	0	0	! STORE 8
214	53	207	208	0	0	
215	53	208	209	0	0	
216	53	209	132	0	0	
217	54	132	210	0	0	! STORE 9
218	54	210	211	0	0	
219	54	211	212	0	0	
220	54	212	146	0	0	
221	55	146	213	0	0	! STORE 10
222	55	213	214	0	0	
223	55	214	215	0	0	
224	55	215	160	0	0	
225	56	160	216	0	0	! STORE 11
226	56	216	217	0	0	
227	56	217	218	0	0	
228	56	218	174	0	0	
229	41	7	21	0	0	! STORE 1 - Col 7
230	42	21	35	0	0	! STORE 2
231	42	35	49	0	0	! STORE 3
232	42	49	63	0	0	! STORE 4
233	42	63	77	0	0	! STORE 5
234	42	77	91	0	0	! STORE 6
235	42	91	105	0	0	! STORE 7
236	42	105	119	0	0	! STORE 8
237	42	119	133	0	0	! STORE 9
238	42	133	147	0	0	! STORE 10
239	42	147	161	0	0	! STORE 11
240	42	161	175	0	0	! STORE 12
241	41	8	22	0	0	! STORE 1 - Col 8
242	42	22	36	0	0	! STORE 2
243	42	36	50	0	0	! STORE 3
244	42	50	64	0	0	! STORE 4
245	42	64	78	0	0	! STORE 5
246	42	78	92	0	0	! STORE 6
247	42	92	106	0	0	! STORE 7
248	42	106	120	0	0	! STORE 8
249	42	120	134	0	0	! STORE 9
250	42	134	148	0	0	! STORE 10
251	42	148	162	0	0	! STORE 11
252	42	162	176	0	0	! STORE 12
253	57	9	219	0	0	! BASE - MT-B
254	57	219	220	0	0	
255	57	220	221	0	0	
256	57	221	23	0	0	
257	58	23	222	0	0	! STORE 1
258	58	222	223	0	0	
259	58	223	224	0	0	
260	58	224	37	0	0	
261	59	37	225	0	0	! STORE 2
262	59	225	226	0	0	

263	59	226	227	0	0	
264	59	227	51	0	0	
265	60	51	228	0	0	! STORE 3
266	60	228	229	0	0	
267	60	229	230	0	0	
268	60	230	65	0	0	
269	61	65	231	0	0	! STORE 4
270	61	231	232	0	0	
271	61	232	233	0	0	
272	61	233	79	0	0	
273	62	79	234	0	0	! STORE 5
274	62	234	235	0	0	
275	62	235	236	0	0	
276	62	236	93	0	0	
277	63	93	237	0	0	! STORE 6
278	63	237	238	0	0	
279	63	238	239	0	0	
280	63	239	107	0	0	
281	64	107	240	0	0	! STORE 7
282	64	240	241	0	0	
283	64	241	242	0	0	
284	64	242	121	0	0	
285	65	121	243	0	0	! STORE 8
286	65	243	244	0	0	
287	65	244	245	0	0	
288	65	245	135	0	0	
289	66	135	246	0	0	! STORE 9
290	66	246	247	0	0	
291	66	247	248	0	0	
292	66	248	149	0	0	
293	67	149	249	0	0	! STORE 10
294	67	249	250	0	0	
295	67	250	251	0	0	
296	67	251	163	0	0	
297	68	163	252	0	0	! STORE 11
298	68	252	253	0	0	
299	68	253	254	0	0	
300	68	254	177	0	0	
301	41	10	24	0	0	! STORE 1 - Col 10
302	42	24	38	0	0	! STORE 2
303	42	38	52	0	0	! STORE 3
304	42	52	66	0	0	! STORE 4
305	42	66	80	0	0	! STORE 5
306	42	80	94	0	0	! STORE 6
307	42	94	108	0	0	! STORE 7
308	42	108	122	0	0	! STORE 8
309	42	122	136	0	0	! STORE 9
310	42	136	150	0	0	! STORE 10
311	42	150	164	0	0	! STORE 11
312	42	164	178	0	0	! STORE 12
313	41	11	25	0	0	! STORE 1 - Col 11
314	42	25	39	0	0	! STORE 2
315	42	39	53	0	0	! STORE 3
316	42	53	67	0	0	! STORE 4
317	42	67	81	0	0	! STORE 5
318	42	81	95	0	0	! STORE 6
319	42	95	109	0	0	! STORE 7
320	42	109	123	0	0	! STORE 8
321	42	123	137	0	0	! STORE 9
322	42	137	151	0	0	! STORE 10
323	42	151	165	0	0	! STORE 11
324	42	165	179	0	0	! STORE 12
325	43	12	26	0	0	! STORE 1 - Col 12
326	44	26	40	0	0	! STORE 2
327	44	40	54	0	0	! STORE 3
328	44	54	68	0	0	! STORE 4
329	44	68	82	0	0	! STORE 5
330	44	82	96	0	0	! STORE 6

```
331     44      96      110     0       0       ! STORE 7
332     44      110     124     0       0       ! STORE 8
333     44      124     138     0       0       ! STORE 9
334     44      138     152     0       0       ! STORE 10
335     44      152     166     0       0       ! STORE 11
336     44      166     180     0       0       ! STORE 12
337     43      13      27      0       0       ! STORE 1 - Col 13
338     44      27      41      0       0       ! STORE 2
339     44      41      55      0       0       ! STORE 3
340     44      55      69      0       0       ! STORE 4
341     44      69      83      0       0       ! STORE 5

342     44      83      97      0       0       ! STORE 6
343     44      97      111     0       0       ! STORE 7
344     44      111     125     0       0       ! STORE 8
345     44      125     139     0       0       ! STORE 9
346     44      139     153     0       0       ! STORE 10
347     44      153     167     0       0       ! STORE 11
348     44      167     181     0       0       ! STORE 12
349     41      14      28      0       0       ! STORE 1 - Col 14
350     42      28      42      0       0       ! STORE 2
351     42      42      56      0       0       ! STORE 3
352     42      56      70      0       0       ! STORE 4
353     42      70      84      0       0       ! STORE 5
354     42      84      98      0       0       ! STORE 6
355     42      98      112     0       0       ! STORE 7
356     42      112     126     0       0       ! STORE 8
357     42      126     140     0       0       ! STORE 9
358     42      140     154     0       0       ! STORE 10
359     42      154     168     0       0       ! STORE 11
360     42      168     182     0       0       ! STORE 12

PROPS
1       FRAME   Store(1-3)-B7
1       0       1       4       0       0       0       0
2615397 1089749 0,15    0,1375  0,0015  0       0,275   0,275   0       0
0       0,025   0,6     0,6
0       0       0       0       0       0       0
0       0       15,77   -23,10  15,77   -23,10
0,3     0,2     1       2

2       FRAME   Store(1-3)-B18
1       0       1       4       0       0       0       0
2615397 1089749 0,15    0,1375  0,0015  0       0,275   0,275   0       0
0       0,025   0,6     0,6
0       0       0       0       0       0       0
0       0       15,77   -23,10  15,77   -23,10
0,3     0,2     1       2

3       FRAME   Store(1-3)-B25
1       0       1       4       0       0       0       0
2615397 1089749 0,15    0,1375  0,0015  0       0,275   0,275   0       0
0       0,025   0,6     0,6
0       0       0       0       0       0       0
0       0       15,77   -23,10  15,77   -23,10
0,3     0,2     1       2

4       FRAME   Store(1-3)-B8
1       0       1       4       0       0       0       0
2615397 1089749 0,15    0,1375  0,0019  0       0,275   3,35    0       0
0       0,034   0,6     0,6
0       0       0       0       0       0       0
0       0       15,61   -29,14  22,85   -40,73
0,3     0,2     1       2

5       FRAME   Store(1-3)-B26
1       0       1       4       0       0       0       0
2615397 1089749 0,15    0,1375  0,0020  0       3,35    0,275   0       0
```

0 0,034 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 22,85 -40,73 23,16 -29,12
0,3 0,2 1 2

6 FRAME Store(1-3)-B9
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0020 0 0,275 3,35 0 0
0 0,034 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 23,16 -29,12 22,85 -40,73
0,3 0,2 1 2

7 FRAME Store(1-3)-B27
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0019 0 3,35 0,275 0 0
0 0,034 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 22,85 -40,73 15,61 -29,14
0,3 0,2 1 2

8 FRAME Store(1-3)-B10
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0018 0 0,275 0,275 0 0
0 0,028 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 23,43 -35,15 15,77 -23,10
0,3 0,2 1 2

9 FRAME Store(1-3)-B19
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0016 0 0,275 0,275 0 0
0 0,032 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 15,61 -29,14 15,61 -29,14
0,3 0,2 1 2

10 FRAME Store(1-3)-B28
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0018 0 0,275 0,275 0 0
0 0,028 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 15,77 -23,10 23,43 -35,15
0,3 0,2 1 2

11 FRAME Store(4-6)-B7
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0015 0 0,275 0,275 0 0
0 0,025 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 15,77 -23,10 15,77 -23,10
0,3 0,2 1 2

12 FRAME Store(4-6)-B18
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0016 0 0,275 0,275 0 0
0 0,032 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 15,61 -29,14 15,61 -29,14
0,3 0,2 1 2

13 FRAME Store(4-6)-B25
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0018 0 0,275 0,275 0 0
0 0,031 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 23,16 -29,12 15,61 -29,14
0,3 0,2 1 2

14 FRAME Store(4-6)-B8
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0022 0 0,275 3,35 0 0
0 0,034 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 23,16 -29,12 29,72 -47,51
0,3 0,2 1 2

15 FRAME Store(4-6)-B26
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0026 0 3,35 0,275 0 0
0 0,035 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 29,71 -58,65 30,93 -35,64
0,3 0,2 1 2

16 FRAME Store(4-6)-B9
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0026 0 0,275 3,35 0 0
0 0,035 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 30,93 -35,64 29,71 -58,65
0,3 0,2 1 2

17 FRAME Store(4-6)-B27
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0022 0 3,35 0,275 0 0
0 0,034 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 29,72 -47,51 23,16 -29,12
0,3 0,2 1 2

18 FRAME Store(4-6)-B10
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0022 0 0,275 0,275 0 0
0 0,031 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 29,72 -47,51 23,00 -23,00
0,3 0,2 1 2

19 FRAME Store(4-6)-B19
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0018 0 0,275 0,275 0 0
0 0,032 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 15,61 -29,14 23,78 -32,25
0,3 0,2 1 2

20 FRAME Store(4-6)-B28
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0022 0 0,275 0,275 0 0
0 0,031 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 23,00 -23,00 29,72 -47,51
0,3 0,2 1 2

21 FRAME Store(7-9)-B7
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0015 0 0,275 0,275 0 0
0 0,025 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 15,77 -23,10 15,77 -23,10
0,3 0,2 1 2

22 FRAME Store(7-9)-B18
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0018 0 0,275 0,275 0 0

0 0,031 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 15,61 -29,14 23,16 -29,12
0,3 0,2 1 2

23 FRAME Store(7-9)-B25
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0019 0 0,275 0,275 0 0
0 0,031 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 23,16 -29,12 23,50 -31,37
0,3 0,2 1 2

24 FRAME Store(7-9)-B8
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0024 0 0,275 3,35 0 0
0 0,034 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 29,39 -29,39 29,41 -52,48
0,3 0,2 1 2

25 FRAME Store(7-9)-B26
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0025 0 3,35 0,275 0 0
0 0,043 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 29,07 -51,79 30,90 -35,47
0,3 0,2 1 2

26 FRAME Store(7-9)-B9
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0025 0 0,275 3,35 0 0
0 0,043 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 30,90 -35,47 29,07 -51,79
0,3 0,2 1 2

27 FRAME Store(7-9)-B27
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0024 0 3,35 0,275 0 0
0 0,034 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 29,41 -52,48 29,39 -29,39
0,3 0,2 1 2

28 FRAME Store(7-9)-B10
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0023 0 0,275 0,275 0 0
0 0,034 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 29,94 -52,53 29,12 -23,16
0,3 0,2 1 2

29 FRAME Store(7-9)-B19
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0019 0 0,275 0,275 0 0
0 0,032 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 15,61 -29,14 23,40 -35,33
0,3 0,2 1 2

30 FRAME Store(7-9)-B28
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0022 0 0,275 0,275 0 0
0 0,032 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 23,00 -23,00 29,94 -52,53
0,3 0,2 1 2

31 FRAME Store(10-12)-B7
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0015 0 0,275 0,275 0 0
0 0,025 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 15,77 -23,10 15,77 -23,10
0,3 0,2 1 2

32 FRAME Store(10-12)-B18
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0018 0 0,275 0,275 0 0
0 0,031 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 15,61 -29,14 23,16 -29,12
0,3 0,2 1 2

33 FRAME Store(10-12)-B25
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0019 0 0,275 0,275 0 0
0 0,031 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 23,16 -29,12 23,50 -31,37
0,3 0,2 1 2

34 FRAME Store(10-12)-B8
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0024 0 0,275 3,35 0 0
0 0,034 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 29,39 -29,39 29,41 -52,48
0,3 0,2 1 2

35 FRAME Store(10-12)-B26
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0025 0 3,35 0,275 0 0
0 0,042 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 29,07 -51,79 35,42 -35,42
0,3 0,2 1 2

36 FRAME Store(10-12)-B9
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0025 0 0,275 3,35 0 0
0 0,043 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 30,90 -35,47 29,07 -51,79
0,3 0,2 1 2

37 FRAME Store(10-12)-B27
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0024 0 3,35 0,275 0 0
0 0,034 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 29,41 -52,48 29,39 -29,39
0,3 0,2 1 2

38 FRAME Store(10-12)-B10
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0023 0 0,275 0,275 0 0
0 0,033 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 29,23 -54,73 29,12 -23,16
0,3 0,2 1 2

39 FRAME Store(10-12)-B19
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0019 0 0,275 0,275 0 0

0 0,032 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 15,61 -29,14 23,40 -35,33
0,3 0,2 1 2

40 FRAME Store(10-12)-B28
1 0 1 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,15 0,1375 0,0022 0 0,275 0,275 0 0
0 0,031 0,6 0,6
0 0 0 0 0 0 0
0 0 23,00 -23,00 29,40 -51,18
0,3 0,2 1 2

41 FRAME C55-Ext-Base
2 0 0 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,3025 0,275 0,0039 0 0 0,6 0 0
0 0,005 0,55 0
-803,00 -762,30 48,50 80,10 88,20 59,70 247,40 0
0,3 0,2 1 2

42 FRAME C55-Ext-Elastico
2 0 0 0 0 0 0 0
2615397 1089749 0,3025 0,275 0,0039 0 0 0,6 0 0

43 FRAME C55-Int-Base
2 0 0 4 0 0 0 0
2615397 1089749 0,3025 0,275 0,0062 0 0 0,6 0 0
0 0,007 0,55 0
-1023,10 -960,00 67,00 106,00 135,30 114,50 540,30 0
0,3 0,2 1 2

44 FRAME C55-Int-Elastico
2 0 0 0 0 0 0 0
2615397 1089749 0,3025 0,275 0,0062 0 0 0,6 0 0

45 FRAME MT-A-Base
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,003 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -38,63 0 0
0 0 14006 -13140 0 0
0,224 0,353 5240,40 -2399,20 4192,32

46 FRAME MT-A-Store1
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,003 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -34,28 0 0
0 0 13621 -12637 0 0
0,244 0,338 4496,53 -2325,43 3597,22

47 FRAME MT-A-Store2
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,003 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -34,54 0 0
0 0 13213 -12357 0 0
0,222 0,335 4318,01 -2235,42 3454,41

48 FRAME MT-A-Store3
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,003 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -34,73 0 0
0 0 12817 -11903 0 0
0,231 0,323 4147,81 -2142,26 3318,25

49 FRAME MT-A-Store4

5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,003 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -34,90 0 0
0 0 12407 -11815 0 0
0,219 0,323 3419,95 -2033,43 2735,96

50 FRAME MT-A-Store5
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,004 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -35,05 0 0
0 0 11962 -11356 0 0
0,231 0,312 3215,09 -1910,91 2572,07

51 FRAME MT-A-Store6
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,003 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -35,18 0 0
0 0 11527 -11464 0 0
0,210 0,320 3010,83 -1774,22 2408,66

52 FRAME MT-A-Store7
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,004 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -35,29 0 0
0 0 11050 -11186 0 0
0,228 0,316 2293,70 -1623,83 1834,96

53 FRAME MT-A-Store8
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,004 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -35,37 0 0
0 0 10573 -10907 0 0
0,210 0,312 2049,27 -1458,63 1639,42

54 FRAME MT-A-Store9
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,004 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -35,43 0 0
0 0 10076 -10628 0 0
0,226 0,309 1381,89 -1282,28 1105,51

55 FRAME MT-A-Store10
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,004 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -35,48 0 0
0 0 9571,6269 -10347 0 0

0,208 0,306 1098,03 -1095,35 878,42

56 FRAME MT-A-Store11
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,004 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -31,24 0 0
0 0 8998,2434 -10065 0 0

0,227 0,303 2013,72 -900,23 1610,97

57 FRAME MT-B-Base
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0

0 0,003 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -38,61 0 0
0 0 13140 -14006 0 0
0,353 0,224 2399,20 -5240,40 4192,32

58 FRAME MT-B-Store1
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,003 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -34,37 0 0
0 0 12637 -13621 0 0
0,338 0,244 2325,43 -4496,53 3597,22

59 FRAME MT-B-Store2
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,003 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -34,66 0 0
0 0 12357 -13213 0 0
0,335 0,222 2235,42 -4318,01 3454,41

60 FRAME MT-B-Store3
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,003 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -34,90 0 0
0 0 11903 -12817 0 0
0,323 0,231 2142,26 -4147,81 3318,25

61 FRAME MT-B-Store4
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,003 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -35,11 0 0
0 0 11815 -12407 0 0
0,323 0,219 2033,43 -3419,95 2735,96

62 FRAME MT-B-Store5
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,004 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -35,29 0 0
0 0 11356 -11962 0 0
0,312 0,231 1910,91 -3215,09 2572,07

63 FRAME MT-B-Store6
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,003 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -35,45 0 0
0 0 11464 -11527 0 0
0,320 0,210 1774,22 -3010,83 2408,66

64 FRAME MT-B-Store7
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,004 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -35,57 0 0
0 0 11186 -11050 0 0
0,316 0,228 1623,83 -2293,70 1834,96

65 FRAME MT-B-Store8
5 0 1 8 0 0 0 0
2615397 1089749 5,645 3,425 27,86 0 0 0 0 0
0 0,004 3,425 3,425
0,00 0,00 0,00 0,00 -35,67 0 0
0 0 10907 -10573 0 0
0,312 0,210 1458,63 -2049,27 1639,42

```
66          FRAME     MT-B-Store9
5           0         1         8         0         0         0         0
2615397     1089749   5,645     3,425     27,86     0         0         0         0         0
0           0,004     3,425     3,425
0,00        0,00      0,00      0,00      -35,74    0         0
0           0         10628     -10076    0         0
0,309       0,226     1282,28   -1381,89  1105,51

67          FRAME     MT-B-Store10
5           0         1         8         0         0         0         0
2615397     1089749   5,645     3,425     27,86     0         0         0         0         0
0           0,004     3,425     3,425
0,00        0,00      0,00      0,00      -35,82    0         0
0           0         10347     -9571,6269          0         0

0,306       0,208     1095,35   -1098,03  878,42

68          FRAME     MT-B-Store11
5           0         1         8         0         0         0         0
2615397     1089749   5,645     3,425     27,86     0         0         0         0         0
0           0,004     3,425     3,425
0,00        0,00      0,00      0,00      -31,52    0         0
0           0         10065     -8998,2434          0         0

0,303       0,227     900,23    -2013,72  1610,97

WEIGHTS
1           0,00      0         0
15          513,31    0         0
29          487,02    0         0
43          487,02    0         0
57          487,02    0         0
71          487,02    0         0
85          487,02    0         0
99          487,02    0         0
113         487,02    0         0
127         487,02    0         0
141         487,02    0         0
155         487,02    0         0
169         389,43    0         0

LOADS
1           0         0         0         ! Base
2           0         0         0
3           0         0         0
4           0         0         0
5           0         0         0
6           0         0         0
7           0         0         0
8           0         0         0
9           0         0         0
10          0         0         0
11          0         0         0
12          0         0         0
13          0         0         0
14          0         0         0
15          0         -15,4     0         ! Store 1
16          0         -19,5     0
17          0         -25,6     0
18          0         -15,5     0
19          0         -25,7     0
20          0         0         0
21          0         -25,7     0
22          0         -25,7     0
23          0         0         0
24          0         -25,7     0
25          0         0         0
```

26	0	-45,3	0	
27	0	-39,1	0	
28	0	0	0	
29	0	-15,3	0	! Store 2
30	0	-18,5	0	
31	0	-22,7	0	
32	0	-15,8	0	
33	0	-22,9	0	
34	0	0	0	
35	0	-22,9	0	
36	0	-22,7	0	
37	0	0	0	
38	0	-22,7	0	
39	0	0	0	
40	0	-39,4	0	
41	0	-35,9	0	
42	0	0	0	
43	0	-15,3	0	! Store 3
44	0	-18,5	0	
45	0	-22,7	0	
46	0	-15,8	0	
47	0	-22,9	0	
48	0	0	0	
49	0	-22,9	0	
50	0	-22,7	0	
51	0	0	0	
52	0	-22,7	0	
53	0	0	0	
54	0	-39,4	0	
55	0	-35,9	0	
56	0	0	0	
57	0	-15,3	0	! Store 4
58	0	-18,5	0	
59	0	-22,7	0	
60	0	-15,8	0	
61	0	-22,9	0	
62	0	0	0	
63	0	-22,9	0	
64	0	-22,7	0	
65	0	0	0	
66	0	-22,7	0	
67	0	0	0	
68	0	-39,4	0	
69	0	-35,9	0	
70	0	0	0	
71	0	-15,3	0	! Store 5
72	0	-18,5	0	
73	0	-22,7	0	
74	0	-15,8	0	
75	0	-22,9	0	
76	0	0	0	
77	0	-22,9	0	
78	0	-22,7	0	
79	0	0	0	
80	0	-22,7	0	
81	0	0	0	
82	0	-39,4	0	
83	0	-35,9	0	
84	0	0	0	
85	0	-15,3	0	! Store 6
86	0	-18,5	0	
87	0	-22,7	0	
88	0	-15,8	0	
89	0	-22,9	0	
90	0	0	0	
91	0	-22,9	0	
92	0	-22,7	0	
93	0	0	0	

94	0	-22,7	0	
95	0	0	0	
96	0	-39,4	0	
97	0	-35,9	0	
98	0	0	0	
99	0	-15,3	0	! Store 7
100	0	-18,5	0	
101	0	-22,7	0	
102	0	-15,8	0	
103	0	-22,9	0	
104	0	0	0	
105	0	-22,9	0	
106	0	-22,7	0	
107	0	0	0	
108	0	-22,7	0	
109	0	0	0	
110	0	-39,4	0	
111	0	-35,9	0	
112	0	0	0	
113	0	-15,3	0	! Store 8
114	0	-18,5	0	
115	0	-22,7	0	
116	0	-15,8	0	
117	0	-22,9	0	
118	0	0	0	
119	0	-22,9	0	
120	0	-22,7	0	
121	0	0	0	
122	0	-22,7	0	
123	0	0	0	
124	0	-39,4	0	
125	0	-35,9	0	
126	0	0	0	
127	0	-15,3	0	! Store 9
128	0	-18,5	0	
129	0	-22,7	0	
130	0	-15,8	0	
131	0	-22,9	0	
132	0	0	0	
133	0	-22,9	0	
134	0	-22,7	0	
135	0	0	0	
136	0	-22,7	0	
137	0	0	0	
138	0	-39,4	0	
139	0	-35,9	0	
140	0	0	0	
141	0	-15,3	0	! Store 10
142	0	-18,5	0	
143	0	-22,7	0	
144	0	-15,8	0	
145	0	-22,9	0	
146	0	0	0	
147	0	-22,9	0	
148	0	-22,7	0	
149	0	0	0	
150	0	-22,7	0	
151	0	0	0	
152	0	-39,4	0	
153	0	-35,9	0	
154	0	0	0	
155	0	-15,3	0	! Store 11
156	0	-18,5	0	
157	0	-22,7	0	
158	0	-15,8	0	
159	0	-22,9	0	
160	0	0	0	
161	0	-22,9	0	

162	0	-22,7	0	
163	0	0	0	
164	0	-22,7	0	
165	0	0	0	
166	0	-39,4	0	
167	0	-35,9	0	
168	0	0	0	
169	0	-13,4	0	! Store 12
170	0	-15,9	0	
171	0	-18,0	0	
172	0	-14,0	0	
173	0	-18,2	0	
174	0	0,0	0	
175	0	-18,2	0	
176	0	-17,6	0	
177	0	0,0	0	
178	0	-17,6	0	
179	0	0	0	
180	0	-30,1	0	
181	0	-28,7	0	
182	0	0	0	
183	0	0	0	
184	0	0	0	
185	0	0	0	
186	0	0	0	
187	0	0	0	
188	0	0	0	
189	0	0	0	
190	0	0	0	
191	0	0	0	
192	0	0	0	
193	0	0	0	
194	0	0	0	
195	0	0	0	
196	0	0	0	
197	0	0	0	
198	0	0	0	
199	0	0	0	
200	0	0	0	
201	0	0	0	
202	0	0	0	
203	0	0	0	
204	0	0	0	
205	0	0	0	
206	0	0	0	
207	0	0	0	
208	0	0	0	
209	0	0	0	
210	0	0	0	
211	0	0	0	
212	0	0	0	
213	0	0	0	
214	0	0	0	
215	0	0	0	
216	0	0	0	
217	0	0	0	
218	0	0	0	
219	0	0	0	
220	0	0	0	
221	0	0	0	
222	0	0	0	
223	0	0	0	
224	0	0	0	
225	0	0	0	
226	0	0	0	
227	0	0	0	
228	0	0	0	
229	0	0	0	

230	0	0	0
231	0	0	0
232	0	0	0
233	0	0	0
234	0	0	0
235	0	0	0
236	0	0	0
237	0	0	0
238	0	0	0
239	0	0	0
240	0	0	0
241	0	0	0
242	0	0	0
243	0	0	0
244	0	0	0
245	0	0	0
246	0	0	0
247	0	0	0
248	0	0	0
249	0	0	0
250	0	0	0
251	0	0	0
252	0	0	0
253	0	0	0
254	0	0	0

EQUAKE CCNS.EQF

3	2	0,02	1	90	0	0	1