



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

**COMPARACIÓN DE PARÁMETROS DE RESPUESTA SÍSMICA Y DE DISEÑO PARA
ELEMENTOS ESTRUCTURALES PRINCIPALES DE EDIFICIOS EN ALTURA DE
HORMIGÓN ARMADO, FRENTE A LOS REQUERIMIENTOS DE LOS DECRETOS
SUPREMOS 60 Y 61**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

JOSÉ SANTIAGO ROJAS BORIES

**PROFESOR GUÍA:
RENÉ LAGOS CONTRERAS**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
TOMÁS GUENDELMAN BEDRACK
ALFONSO LARRAÍN VIAL**

**SANTIAGO DE CHILE
JUNIO, 2012**

Resumen

El objetivo principal de este trabajo de título es realizar un estudio comparativo de parámetros generales de respuesta sísmica y del diseño de elementos estructurales principales, a través de un análisis modal espectral, de 18 edificios en altura de hormigón armado, identificando las diferencias que resultan de aplicar el nuevo código.

Los principales requerimientos relevantes establecidos en los decretos supremos 60 y 61 que fueron considerados en este trabajo son el espectro de diseño que depende de una nueva clasificación de suelos, las limitaciones al corte basal, carga axial en muros menor o igual a $0.35f'_cA_g$, y el confinamiento en muro, sumado a los ya establecido en las normas Nch433 of.1996 y Nch430 of.2008, como limitaciones al esfuerzo de corte en muros y a las deformaciones sísmicas.

Una vez recopilada la información de interés del diseño original de un edificio, este se modificó incorporando los nuevos requerimientos de los decretos 60 y 61 para generar un nuevo diseño. Estos dos fueron comparados para así obtener la variación de algunos parámetros de respuesta sísmica, de los volúmenes de hormigón y el tonelaje de acero requerido.

De acuerdo a los resultados, el requerimiento de confinamiento normativo es responsable de modificaciones en el 100% de los edificios estudiados tanto por el incremento de acero requerido como en el volumen de muros, generando incluso variaciones superiores al 10% en volúmenes de hormigón y/o toneladas de acero. Esto último debido a que en edificios habitacionales, la gran mayoría de los muros tienen espesores menores a los 30 cms, por lo que para realizar el confinamiento fue necesario modificar su sección.

Los resultados obtenidos muestran variaciones en cuanto a volúmenes de hormigón de hasta sobre 15%, mientras que la variación de toneladas de acero alcanza en algunos casos cerca del 10% llegando en un caso a superar el 38% de aumento, siendo los edificios ubicados en suelos tipo D, los que muestran mayores diferencias. Los edificios ubicados en suelo tipo A requieren una menor cantidad de acero en muros debido a las menores sollicitaciones sísmicas, mientras que los edificio sobre suelo tipo B sufren menores al 5% en cuanto a volúmenes de hormigón en muros y menores al 10% en toneladas de acero.

Se observaron cambios en los desplazamientos relativos de los centros de masas y de los puntos de máximo desplazamiento proporcionales al factor S que acompaña al nuevo espectro de diseño. Sin embargo, como se ve en los casos de edificios en tipo de suelo B, la modificación de algunas secciones genera un cambio en la rigidez del edificio en una o ambas direcciones, por lo que los desplazamientos en estos edificios disminuyen.

Adicionalmente, se tomaron los edificios que presenta mayores cambios en volúmenes de hormigón y toneladas de acero debido al nuevo código, correspondiente a dos edificios diseñados sobre suelo tipo D, y se realizó el mismo análisis considerando un nuevo diseño sobre suelos tipo B y C, obteniendo como resultados variaciones que muestran importantes reducciones en los materiales necesarios, principalmente en el acero requerido en muros. De la misma manera, se escogió un edificio cuyo suelo de fundación se consideró de tipo B y se realizó el mismo análisis sobre suelos tipo C y D, con lo que se observó una variación de más del 6% en el caso del volumen de hormigón requerido y superior al 40% en el caso del acero necesario en muros.

Agradecimientos

A toda mi familia, incluyendo a los que ya no están, por haberme apoyado y ayudado durante toda mi vida, especialmente en estos años de estudio. Agradezco también a mi polola Daniela, que ha estado conmigo durante esta larga etapa ayudándome a seguir adelante.

A mis amigos, de la universidad y de la vida, quienes siempre me han apoyado y sé que lo seguirán haciendo.

A los integrantes de mi comisión, don René Lagos, don Tomás Guendelman y don Alfonso Larraín, por haber querido participar en esta memoria y guiarme en el camino, y a toda la gente en la oficina de don René Lagos que me ayudó durante este trabajo, en especial a don Luis de la Fuente y Carlos Castro.

Índice

1. Introducción.....	1
1.1. Motivación.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivos generales.....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Alcances.....	2
1.4. Metodología.....	4
2. Antecedentes.....	7
2.1. Norma Nch433 of.1996 vs. DS 61.....	7
2.2. Norma Nch430 of.2008 vs. DS 60.....	14
3. Edificios estudiados.....	16
3.1. Criterio de selección de edificios.....	16
4. Desarrollo y Resultados.....	17
4.1. Edificio H1.....	18
4.2. Edificio H2.....	21
4.3. Edificio H3.....	24
4.4. Edificio H4.....	27
4.5. Edificio H5.....	30
4.6. Edificio H6.....	33
4.7. Edificio H7.....	36
4.8. Edificio H8.....	39
4.9. Edificio H9.....	42
4.10. Edificio H10.....	45
4.11. Edificio H11.....	48
4.12. Edificio H12.....	51
4.13. Edificio H13.....	54
4.14. Edificio H14.....	57
4.15. Edificio O1.....	60
4.16. Edificio O2.....	63

4.17. Edificio O3	66
4.18. Edificio O4	69
4.19. Resumen de Resultados	72
5. Conclusiones	78
Referencias Bibliográficas	79
ANEXOS	80
Anexo A: Ejemplo de modificación de un muro.	80
Anexo B: Desplazamientos relativos.	86
Anexo C: Espectros de diseño.....	96
Anexo D: Decretos supremos 60 y 61.....	101

Índice de Tablas

Tabla 1.1: Conversión tipos de suelo.....	4
Tabla 2.1: Clasificación de tipos suelos de fundación y descripción, Nch433 of.1996	7
Tabla 2.2: Clasificación de tipos suelos de fundación, DS 61	8
Tabla 2.3: Valor del coeficiente I (Tabla 6.1 Nch433).....	9
Tabla 2.4: Valor de la aceleración efectiva (Tabla 6.2 Nch433).....	10
Tabla 2.5: Valor de los parámetros que dependen del tipo de suelo (Tabla 6.3 Nch433).....	10
Tabla 2.6: Parámetros que dependen del tipo de suelo (Punto 12.3 DS 61)	10
Tabla 2.7: Valores de C*d	13
Tabla 3.1: Listado de edificios estudiados.....	16
Tabla 4.1: Información básica para el diseño del edificio H1	18
Tabla 4.2: Parámetros edificio H1	19
Tabla 4.3: Información básica para el diseño del edificio.....	21
Tabla 4.4: Parámetros edificio H2.....	22
Tabla 4.5: Información básica para el diseño del edificio.....	24
Tabla 4.6: Parámetros edificio H3.....	25
Tabla 4.7: Información básica para el diseño del edificio H4.....	27
Tabla 4.8: Parámetros edificio H4.....	28
Tabla 4.9: Información básica para el diseño del edificio H5	30
Tabla 4.10: Parámetros edificio H5	31
Tabla 4.11: Información básica para el diseño del edificio H6.....	33
Tabla 4.12: Parámetros edificio H6.....	34
Tabla 4.13: Información básica para el diseño del edificio H7	36
Tabla 4.14: Parámetros edificio H7.....	37
Tabla 4.15: Información básica para el diseño del edificio H8.....	39
Tabla 4.16: Parámetros edificio H8.....	40
Tabla 4.17: Información básica para el diseño del edificio H9.....	42
Tabla 4.18: Parámetros edificio H9.....	43
Tabla 4.19: Información básica para el diseño del edificio H10.....	45
Tabla 4.20: Parámetros edificio H10.....	46
Tabla 4.21: Información básica para el diseño del edificio H11	48
Tabla 4.22: Parámetros edificio H11	49
Tabla 4.23: Información básica para el diseño del edificio H12.....	51
Tabla 4.24: Parámetros edificio H12.....	52
Tabla 4.25: Información básica para el diseño del edificio H13.....	54
Tabla 4.26: Parámetros edificio H13.....	55
Tabla 4.27: Información básica para el diseño del edificio H14.....	57
Tabla 4.28: Parámetros edificio H14.....	58
Tabla 4.29: Información básica para el diseño del edificio O1	60
Tabla 4.30: Parámetros edificio O1	61
Tabla 4.31: Información básica para el diseño del edificio O2.....	63

Tabla 4.32: Parámetros edificio O2.....	64
Tabla 4.33: Información básica para el diseño del edificio O3	66
Tabla 4.34: Parámetros edificio O3.....	67
Tabla 4.35: Información básica para el diseño del edificio O4.....	69
Tabla 4.36: Parámetros edificio O4.....	70
Tabla 4.37: Resumen de resultados	72
Tabla 4.38: Resultados edificio H5	73
Tabla 4.39: Variación porcentual resultados edificio H5 con respecto al modelo antiguo	73
Tabla 4.40: Resultados edificio H10	73
Tabla 4.41: Variación porcentual resultados edificio H10 con respecto al modelo antiguo	74
Tabla 4.42: Resultados edificio H12	74
Tabla 4.43: Variación porcentual resultados edificio H12 con respecto al modelo antiguo	74

Índice de Figuras

Figura 2.1: Espectros de diseño zona sísmica 1	11
Figura 2.2: Espectros de diseño zona sísmica 2	11
Figura 2.3: Espectros de diseño zona sísmica 3	12
Figura 2.4: Diagrama de interacción Pu-Mu con límite $0.35f_c$	14
Figura 4.1: Planta primer piso y piso tipo edificio H1	18
Figura 4.2: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H1	20
Figura 4.3: Desplazamientos máximos relativos, edificio H1	20
Figura 4.4: Planta primer piso y piso tipo edificio H2	21
Figura 4.5: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H2	23
Figura 4.6: Desplazamientos máximos relativos, edificio H2	23
Figura 4.7: Planta primer piso y piso tipo edificio H3	24
Figura 4.8: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H3	26
Figura 4.9: Desplazamientos máximos relativos, edificio H3	26
Figura 4.10: Planta primer piso y piso tipo edificio H4	27
Figura 4.11: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H4	29
Figura 4.12: Desplazamientos máximos relativos, edificio H4	29
Figura 4.13: Planta primer piso y piso tipo edificio H5	30
Figura 4.14: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H5	32
Figura 4.15: Desplazamientos máximos relativos, edificio H5	32
Figura 4.16: Planta primer piso y piso tipo edificio H6	33
Figura 4.17: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H6	35
Figura 4.18: Desplazamientos máximos relativos, edificio H6	35
Figura 4.19: Planta primer piso y piso tipo edificio H7	36
Figura 4.20: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H7	38
Figura 4.21: Desplazamientos máximos relativos, edificio H7	38
Figura 4.22: Planta primer piso y piso tipo edificio H8	39
Figura 4.23: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H8	41
Figura 4.24: Desplazamientos máximos relativos, edificio H8	41
Figura 4.25: Planta primer piso y piso tipo edificio H9	42
Figura 4.26: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H9	44
Figura 4.27: Desplazamientos máximos relativos, edificio H9	44
Figura 4.28: Planta primer piso y piso tipo edificio H10	45
Figura 4.29: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H10	47
Figura 4.30: Desplazamientos máximos relativos, edificio H10	47
Figura 4.31: Planta primer piso y piso tipo edificio H11	48
Figura 4.32: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H11	50
Figura 4.33: Desplazamientos máximos relativos, edificio H11	50
Figura 4.34: Planta primer piso y piso tipo edificio H12	51
Figura 4.35: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H12	53
Figura 4.36: Desplazamientos máximos relativos, edificio H12	53

Figura 4.37: Planta primer piso y piso tipo edificio H13	54
Figura 4.38: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H13	56
Figura 4.39: Desplazamientos máximos relativos, edificio H13.....	56
Figura 4.40: Planta primer piso y piso tipo edificio H14	57
Figura 4.41: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H14	59
Figura 4.42: Desplazamientos máximos relativos, edificio H14.....	59
Figura 4.43: Planta primer piso y piso tipo edificio O1	60
Figura 4.44: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio O1	62
Figura 4.45: Desplazamientos máximos relativos, edificio O1	62
Figura 4.46: Planta primer piso y piso tipo edificio O2	63
Figura 4.47: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio O2	65
Figura 4.48: Desplazamientos máximos relativos, edificio O2.....	65
Figura 4.49: Planta primer piso y piso tipo edificio O3	66
Figura 4.50: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio O3	68
Figura 4.51: Desplazamientos máximos relativos, edificio O3.....	68
Figura 4.52: Planta primer piso y piso tipo edificio O4	69
Figura 4.53: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio O4	71
Figura 4.54: Desplazamientos máximos relativos, edificio O4.....	71
Figura 4.55: Variación de volúmenes de hormigón en muros para distintos suelos con respecto al modelo antiguo	74
Figura 4.56: Variación de toneladas de acero en muros para distintos suelos con respecto al modelo antiguo	75
Figura 4.57: Cortes basales y aceleraciones de diseño del edificio H5	76
Figura 4.58: Cortes basales y aceleraciones de diseño del edificio H10.....	76
Figura 4.59: Cortes basales y aceleraciones de diseño del edificio H12.....	77

1. Introducción

“Las normas técnicas sugieren reglas, criterios o características para las actividades o sus resultados y procuran la obtención de un nivel óptimo de ordenamiento en un contexto determinado. De este modo, las normas ayudan a mejorar la calidad, la seguridad y la competitividad industrial, ya que especifican la calidad de un producto o servicio, al definir el conjunto de propiedades o características requeridas para cumplir su función de uso en forma satisfactoria.”

Para el diseño de un edificio se aplican normas que entregan la información y metodología necesaria para un diseño correcto de la estructura.

En Chile, el diseño de edificios se basa en los criterios especificados en las normas Nch433 of.1996, “Diseño Sísmico de Edificios”, Nch430 of.2008, “Hormigón Armado – Requisitos de Diseño y Cálculo”, Nch3171 of.2010, “Diseño Estructural – Disposiciones Generales y Combinaciones de Carga”, entre otras.

A raíz del terremoto del 27 de febrero del año 2010 y sus consecuencias, algunas de estas normas se modificaron. El 14 de Febrero de 2011 se publicó en el Diario Oficial los decretos de emergencia DS 117 y DS 118, que complementan y modifican las normas Nch433 of.1996 y Nch430 of.2008, respectivamente.

Durante la formulación de estos decretos, solo se contaba con información parcial de las causas y consecuencias de los daños debido al terremoto, por lo que fue necesario una revisión y ajuste. Esto generó los decretos DS 60 y DS 61, publicados en el Diario Oficial el 13 de Diciembre de 2011, que derogan los decretos de emergencia DS 118 y DS 117, respectivamente.

Entre las modificaciones y complementos incluidos en el DS 61 encontramos una nueva clasificación de suelos y un nuevo espectro de diseño. Además se incorpora un espectro elástico de desplazamiento que fija el desplazamiento lateral del nivel de techo del edificio. En cuanto al DS 60, este presenta nuevas exigencias de diseño de algunos elementos entre las cuales encontramos un límite superior de la tensión de compresión en muros y se incorpora el confinamiento de bordes de muros en el diseño.

En este trabajo de título se realiza un estudio comparativo del diseño que resulta de aplicar los nuevos decretos supremos a edificios en altura de hormigón armado existentes (diseñados por las normas Nch433 of.1996 y Nch430 of.2008), y se identifican las diferencias principalmente enfocadas a los parámetros generales de respuesta sísmica y de diseño de elementos estructurales principales.

1.1. Motivación

Chile presenta una de las mayores tasas de actividad sísmica y donde se han producido los mayores terremotos del planeta. En el año 2010, Chile fue sacudido por un terremoto de magnitud 8.8 Mw. El epicentro se ubicó en el mar chileno, frente a las localidades de Curanipe y Cobquecura, cerca de 150 kilómetros al noroeste de Concepción y a 63 kilómetros al suroeste de Cauquenes y a 30 kilómetros de profundidad bajo la corteza terrestre.

Este terremoto, según cifras del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, dejó 370.051 viviendas afectadas. Para el caso de los edificios de altura, de acuerdo a un estudio de la Cámara Chilena de la Construcción que considera el parque construido entre 1985 y el año 2009, en las regiones V a IX y Metropolitana (estimado en 9974 edificios), los que presentan daños de envergadura, colapso y/o con orden de evacuación o demolición corresponde a 35 de ellos. Esta cifra equivale al 0.35% del parque de edificios construidos después del terremoto de marzo de 1985.

Esto condujo a la dictación de decretos que modificaron algunos aspectos de las normas de diseño Nch433 of.1996 Mod.2009 y Nch430 of.2008 pero sin realizar una cuantificación del impacto en los diseños derivadas de estos cambios. Para una oficina de cálculo es de suma importancia poder cuantificar el impacto de estos nuevos decretos en los futuros diseños.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos generales

Realizar un estudio comparativo de parámetros generales de respuesta sísmica y del diseño de elementos estructurales principales, a través de un análisis modal espectral, de 18 edificios en altura de hormigón armado.

1.2.2. Objetivos específicos

Identificar las diferencias que resultan de aplicar el nuevo código en los parámetros generales de respuesta sísmica y de diseño de elementos estructurales principales y generar una base de datos que especifique cuáles edificios no cumplen con los nuevos requerimientos y específicamente qué parámetros y elementos no los cumplen.

Determinar y evaluar el impacto de los nuevos decretos en estos edificios desde el punto de vista del diseño.

Comparar los volúmenes de hormigón y tonelaje de acero en muros requerido en ambos diseños.

1.3. Alcances

En esta memoria los elementos estructurales estudiados fueron todos los muros, ya que estos son los elementos que se ven más condicionados por los requerimientos de los nuevos decretos. Se consideró como muro los elementos diseñados para resistir combinaciones de corte, flexión y carga axial. Teniendo esto definido, es necesario tener claro cuáles son los criterios de diseño que impone cada norma, por lo que se comienza explicando que normas y criterios de estas se utilizaron para el presente trabajo.

- Norma Chilena Oficial Nch433 of.1996, “Diseño Sísmico de Edificios”, Instituto Nacional de Normalización – INN.

Los diseños de los edificios estudiados están basados en esta norma de diseño. Los parámetros que se estudiaron fueron:

- la clasificación de suelos que indica esta norma en la tabla 4.2 del punto 4.
- el espectro de diseño, correspondiente al punto 6.3.5.
- las deformaciones sísmicas según el punto 5.9.
- las limitaciones del esfuerzo de corte basal de acuerdo al punto 6.3.7.
- el factor de reducción de la aceleración espectral según el punto 6.3.5.3.

Es importante mencionar que algunos de los edificios estudiados fueron diseñados originalmente con la modificación del año 2009 de esta norma. Esta modificación no incluye el punto B.2.2 del Anexo B de la norma Nch433 of.1996, que permite diseñar muros sin incluir confinamiento. En este trabajo, no se consideró el confinamiento de muros en los diseños originales ya que como se vio después del terremoto, una de las principales causas de los daños estructurales que sufrieron los edificios fue debido a un nulo o mal confinamiento en muros. Es por eso que se decidió hacer una comparación entre el peor escenario de diseño anterior a los nuevos decretos (sin confinamiento en muros) y un nuevo diseño que incluye los nuevos requerimientos de diseño de estos.

- Decreto Supremo 61.

En este decreto se señalan las nuevas consideraciones que se deben tener en diseño sísmico de un edificio. De este decreto se obtuvo el nuevo espectro de diseño, definido en el artículo 12 y las nuevas definiciones de tipo de suelo, definidas en el artículo 6. Estas consideraciones modificaron, excepto en los casos con suelo tipo B, la respuesta sísmica del modelo original, definiendo así el nuevo modelo.

- Norma Chilena Oficial Nch430 of.2008, “Hormigón Armado – Requisitos de Diseño y Cálculo”, Instituto Nacional de Normalización - INN.

Los elementos de hormigón armado de los edificios estudiados fueron diseñados con esta norma. Esta se basa en los criterios de diseño del código ACI 318-05. En consecuencia, fue necesario estudiar cada uno de los puntos que difieren entre esta norma y el Decreto Supremo 60 para ser considerados en el nuevo diseño.

- Decreto Supremo 60.

En este decreto se señalan las nuevas consideraciones que se deben tener en el diseño de los elementos de hormigón armado de un edificio. Con este decreto se redimensionaron los espesores de algunos muros de acuerdo al punto 21.9.5.3 y a su vez la densidad de armadura requerida. También se incorporó al diseño el confinamiento de muros según los puntos 21.9.6.3 y 21.9.6.4. Estas consideraciones modificaron el modelo original, definiendo así el nuevo modelo.

- Norma Chilena Oficial Nch3171 of.2010, “Diseño Estructural – Disposiciones Generales y Combinaciones de Carga”, Instituto Nacional de Normalización - INN.

En los modelos de los edificios se consideraron las combinaciones de carga propuestas por esta norma. Estas combinaciones no cambian, pero dado que el espectro de diseño si ha cambiado (Decreto Supremo 61), los resultados en cuanto a solicitaciones que entregan

estas combinaciones también lo hacen, por lo que se debió poner especial atención a las combinaciones que incluyen la acción sísmica.

- Norma ACI 318-08, “Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary“, American Concrete Institute.

Al igual que en el caso de la norma Nch430 of.2008, que se basa en el código ACI 318-05, el decreto supremo 60 se basa en el código ACI 318-08.

Para realizar este trabajo, fue necesario hacer una conversión entre los tipos de suelo de fundación que clasifican la norma Nch433 of.1996 y el decreto supremo 61. Al no disponer de un mecánico de suelos que analizara los informes y ensayos realizados para el diseño del edificio, se optó por hacer una conversión considerando lo siguiente:

- El suelo tipo I de la norma Nch433 of.1996 se tomó equivalente al suelo tipo A debido a que la descripción de ambos coincide a excepción de la profundidad considerada para la medición de la velocidad de propagación de ondas de corte.
- El suelo tipo II de la norma Nch433 of.1996 se consideró como suelo tipo B dado que 10 de los 11 edificios estudiados sobre suelo tipo II están en Santiago, en las comunas de Las Condes, Providencias y Ñuñoa, donde el suelo corresponde a una grava de buena calidad de uso.
- El suelo tipo III de la norma Nch433 of.1996 se consideró como suelo tipo D del decreto supremo 61 ya que la descripción del suelo III se asemeja más a la del suelo tipo D que a la de los suelos C y E.

En resumen, la conversión de tipos de suelos utilizada en este trabajo es la siguiente:

Tabla 1.1: Conversión tipos de suelo

Tipo de suelo según informe de mecánica de suelos basado en Nch433 of.1996	Tipo de suelo Decreto Supremo 61 considerado en el modelo modificado
I	A
II	B
III	D

1.4. Metodología

- Selección de los edificios diseñados con las normas antiguas. Esta selección depende del tipo de suelo de fundación, zona sísmica y sistema estructural de los edificios. Los modelos fueron proporcionados por la oficina René Lagos Engineers.

Para la selección se utilizaron los informes de análisis sísmico que elabora la oficina para el revisor estructural externo. En estos informes se presenta la materialidad y la distribución de ésta en la altura, estructuración, uso del edificio, zona sísmica, tipo suelo de fundaciones, periodos de los modos de mayor masa traslacional en las direcciones horizontales y rotación en torno a la vertical, factores de reducción de la

aceleración espectral, deformaciones absolutas de cada piso, desplazamientos máximos entre pisos y otros datos obtenidos de un modelo del edificio.

La selección se basó en el uso del edificio, ya sea de oficinas o habitacional, número de pisos; entre 10 y 30 pisos, zona sísmica; 2 o 3, y tipo de suelo de fundación; I, II o III.

- Obtención de datos entregados por el programa ETABS v.9.7.2 de los modelos estudiados.

Del modelo definitivo se obtuvieron los datos de interés para este trabajo. Este modelo ya tiene un diseño definitivo por lo que se consideraron las dimensiones de los elementos estructurales propuestas por el. En esta etapa se corrigió parte de la información obtenida del informe de análisis sísmico de cada edificio. Los datos obtenidos del modelo definitivo son:

- Uso del edificio.
 - Número de piso.
 - Número de subterráneos.
 - Zona sísmica y tipo de suelo de fundación.
 - Materialidad y la distribución de esta.
 - Masa por piso.
 - Estructuración.
 - Periodos de los modos de mayor masa traslacional en las direcciones horizontales y rotación en torno a la vertical.
 - Factores de reducción de la aceleración espectral y esfuerzos basales.
 - Deformaciones absolutas de cada piso.
 - Desplazamientos relativos entre pisos, medidos en el centro de masas, en cada una de las direcciones de análisis.
 - Desplazamientos relativos máximo entre pisos, medidos en cualquier punto de la planta, en cada una de las direcciones de análisis.
- Determinación de armadura necesaria (mallas vertical, horizontal y puntas de muros) en muros utilizando planilla RLE-Muros.xlsx.
 - Modificación de los modelos sometidos a los nuevos requisitos de diseño de los decretos.

Según el tipo de suelo de fundación, se modificó el espectro de diseño S_a para determinar los nuevos factores de reducción de la aceleración espectral. Estos nuevos factores de reducción de la aceleración espectral se ingresaron al modelo y se analizó que muros debían ser modificados de acuerdo al decreto supremo 60. Los elementos que fueron modificados corresponden a los que tienen una relación largo/espesor mayor que 4, ya que en general, los elementos con esta relación menor que 4, actúan principalmente a compresión y deben estar bien confinados tanto en el modelo antiguo como en el nuevo.

Primero, se modificó el espesor de muros que sobrepasaban el límite de carga axial definido en el punto 21.9.5.3 como $0.35f'_cA_g$ y el esfuerzo de corte $0.66A_{cv}\sqrt{f'_c}$. El DS 60 exige un espesor mínimo de 30 cm en el elemento de borde confinado, por lo que al

momento de verificar qué muros necesitaban confinamiento, se modificaron los espesores de algunos muros debido a este requerimiento.

- Obtención de los datos relevantes de estos nuevos modelos.

Del nuevo modelo se obtuvieron los datos y parámetros que sufrieron cambios debido a la modificación de éste. Entre estos se encuentran:

- Tipo de suelo de fundación.
 - Masa por piso.
 - Periodos de los modos de mayor masa traslacional en las direcciones horizontales y rotación en torno a la vertical.
 - Factores de reducción de la aceleración espectral y esfuerzos basales.
 - Deformaciones absolutas de cada piso.
 - Desplazamientos relativos entre pisos, medidos en el centro de masas, en cada una de las direcciones de análisis.
 - Desplazamientos relativos máximo entre pisos, medidos en cualquier punto de la planta, en cada una de las direcciones de análisis.
- Identificación de diferencias en los parámetros en estudios de ambos modelos.
 - Comparación de volúmenes de hormigón y toneladas de acero asociados al antiguo y nuevo diseño.
 - Análisis de los resultados, identificando los parámetros que se ven más afectados por las modificaciones del diseño.
 - Una vez obtenidos los resultados de todos los edificios, se seleccionaron tres para realizar don diseños más considerando otros tipos de suelo. Se escogió el edificio que presentó variaciones mas cercanas al promedio para el tipo de suelo B, el edificio con mayor aumento de volumen de hormigón y el con mayor aumento en toneladas de acero requerido.

2. Antecedentes

En este capítulo se explican las diferencias entre las normas Nch433 of.1996, “Diseño Sísmico de Edificios”, Nch430 of.2008, “Hormigón Armado – Requisitos de Diseño y Cálculo” y los decretos 61 y 60 respectivamente. Las diferencias se explican según el orden de los decretos haciendo referencia a las normas mismas.

2.1. Norma Nch433 of.1996 vs. DS 61

Una de las principales modificaciones propuesta por el DS 61 es la clasificación de suelos. Esta clasificación se basa en la velocidad de propagación de ondas de corte en los 30 m superiores de terreno V_{s30} , a diferencia de la norma Nch433, donde los distintos tipos de suelos se clasifican según V_s pero sin especificación de profundidades.

La nueva clasificación sísmica del suelo de fundación considera niveles que van desde el mejor comportamiento (Tipo A: Roca, suelo cementado) al de mayor exigencia sísmica (Tipo E: Suelo de compacidad o consistencia mediana), por lo que se tienen 5 distintos tipos de suelos identificados, a diferencia de los 4 tipos de suelos que identifica la Nch433. El nuevo tipo de suelo incorporado corresponde al suelo Tipo C: Suelo denso o firme. El decreto 61 también incorpora un sexto tipo de suelo (Tipo F: Suelos especiales). A continuación se presenta la tabla de clasificación de suelos según la norma Nch433 of.1996 y el decreto 61 y una descripción de cada tipo de suelo.

Tabla 2.1: Clasificación de tipos suelos de fundación y descripción, Nch433 of.1996

Tipo de suelo	Descripción
I	Roca: Material natural, con velocidad de propagación de ondas de corte in-situ igual o mayor que 900 m/s, o bien, resistencia de la compresión uniaxial de probetas intactas (sin fisuras) igual o mayor que 10 MPa y R_{QD} igual o mayor que 50%.
II	<p>a) Suelo con v_s igual o mayor que 400 m/s en los 10 m superiores, y creciente con la profundidad; o bien,</p> <p>b) Grava densa, con peso unitario seco γ_d igual o mayor que 20 kN/m³, o índice de densidad $ID(DR)$ (densidad relativa) igual o mayor que 75%, o grado de compactación mayor que 95% del valor Proctor Modificado; o bien;</p> <p>c) Arena densa, con $ID(DR)$ mayor que 75%, o Índice de Penetración Estándar N mayor que 40 (normalizado a la presión efectiva de sobrecarga de 0,10 MPa), o grado de compactación superior al 95% del valor Proctor Modificado; o bien,</p> <p>d) Suelo cohesivo duro, con resistencia al corte no drenado s_u igual o mayor que 0,10 MPa (resistencia a la compresión simple q_u igual o mayor que 0,20 MPa) en probetas sin fisuras.</p> <p>En todo los casos, las condiciones indicadas deberán cumplirse independientemente de la posición del nivel freático y el espesor mínimo del estrato debe ser 20 m. Si el espesor sobre la roca es menor que 20 m, el suelo se clasificará como tipo I.</p>

(Continuación Tabla 2.1)

III	<p>a) Arena permanentemente no saturada, con $ID(DR)$ entre 55 y 75%, o N mayor que 20 (sin normalizar a la presión efectiva de sobrecarga de 0,10 MPa); o bien,</p> <p>b) Grava o arena no saturada, con grado de compactación menor que el 95% del valor Proctor Modificado; o bien,</p> <p>c) Suelo cohesivo con s_u comprendido entre 0,025 y 0,10 MPa (q_u entre 0,05 y 0,20 MPa) independientemente del nivel freático; o bien,</p> <p>d) Arena saturada con N comprendido entre 20 y 40 (normalizado a la presión efectiva de sobrecarga de 0,10 MPa).</p> <p>Espesor mínimo del estrato: 10 m. Si el espesor del estrato sobre la roca o sobre suelo correspondiente al tipo II es menor que 10 m, el suelo se clasificará como tipo II.</p>
IV	<p>Suelo cohesivo saturado con s_u igual o menor que 0,025 MPa (q_u igual o menor que 0,050 MPa).</p> <p>Espesor mínimo del estrato: 10 m. Si el espesor del estrato sobre suelo correspondiente a algunos de los tipos I, II o III es menor que 10 m, el suelo se clasificará como tipo III.</p>

Tabla 2.2: Clasificación de tipos suelos de fundación, DS 61

Suelo Tipo		V_{s30} (m/s)	RQD	q_u (MPa)	(N_1) (golpes/pie)	S_u (MPa)
A	Roca, suelo cementado	≥ 900	$\geq 50\%$	≥ 10 ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)		
B	Roca blanda o fracturada, suelo muy denso o muy firme	≥ 500		$\geq 0,40$ ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 50	
C	Suelo denso o firme	≥ 350		$\geq 0,30$ ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 40	
D	Suelo medianamente denso, o firme	≥ 180			≥ 30	$\geq 0,05$
E	Suelo de compacidad, o consistencia mediana	< 180			≥ 20	$< 0,05$
F	Suelos Especiales	*	*	*	*	*

N_1 : N-SPT normalizado por presión de confinamiento de 0,1 MPa. Aplicable sólo a suelos que clasifican como arenas.

RQD: Rock Quality Designation, según norma ASTM D 6032.

q_u : Compresión no-confinada.

ϵ_{qu} : Deformación unitaria dada por el ensayo de compresión no-confinada.

S_u : Resistencia al corte no-drenada.

El decreto también modifica el espectro de diseño que determina la resistencia sísmica de la estructura. Este depende de la zona sísmica de la estructura, el tipo de suelo de fundación, el sistema y material estructural, categoría del edificio y el periodo de vibración modal.

En la norma Nch433 el espectro de diseño se define como:

$$S_a = \frac{IA_0\alpha}{R^*}$$

en que:

I = coeficiente relativo a la importancia, uso y riesgo de falla del edificio.

A_0 = aceleración efectiva máxima del suelo Obtenida de la tabla 6.2 de la norma Nch433.

R^* = factor de reducción de la aceleración espectral, calculado para el periodo del modo con mayor masa traslacional equivalente en la dirección del análisis.

α = factor de amplificación de la aceleración efectiva máxima.

El factor de amplificación α se determina para cada modo de vibrar n , de acuerdo a la expresión:

$$\alpha = \frac{1 + 4.5 \left(\frac{T_n}{T_0}\right)^p}{1 + \left(\frac{T_n}{T_0}\right)^3}$$

en que:

T_n = coeficiente período de vibración del modo n ;

T_0, p = parámetros relativos al tipo de suelo de fundación que se determinan de Tabla 6.3 según la clasificación de Tabla 4.2.

Los parámetros en este caso se obtienen de las siguientes tablas.

Tabla 2.3: Valor del coeficiente I (Tabla 6.1 Nch433)

Categoría del edificio	I
A	1,2
B	1,2
C	1,0
D	0,6

Tabla 2.4: Valor de la aceleración efectiva (Tabla 6.2 Nch433)

Zona sísmica	A_0
1	0,20 g
2	0,30 g
3	0,40 g

Tabla 2.5: Valor de los parámetros que dependen del tipo de suelo (Tabla 6.3 Nch433)

Tipo de suelo	S	T_0 s	T'_s	n	p
I	0,90	0,15	0,20	1,00	2,0
II	1,00	0,30	0,35	1,33	1,5
III	1,20	0,75	0,85	1,80	1,0
IV	1,30	1,20	1,35	1,80	1,0

En el caso del DS 61/2011, el espectro de diseño se define como:

$$S_a = \frac{SIA_0\alpha}{R^*}$$

En este caso el espectro es igual al de la norma Nch433 pero es ponderado por el factor S . Este factor, al igual que en la norma Nch433, depende del tipo de suelo. A continuación se muestran los parámetros que dependen del tipo de suelo del DS 61, incluyendo el factor S .

Tabla 2.6: Parámetros que dependen del tipo de suelo (Punto 12.3 DS 61)

Tipo de Suelo	S	T_0 seg	T'_s seg	n	p
A	0.90	0.15	0.20	1.00	2.0
B	1.00	0.30	0.35	1.33	1.5
C	1.05	0.40	0.45	1.40	1.6
D	1.20	0.75	0.85	1.80	1.0
E	1.30	1.20	1.35	1.80	1.0
F	*	*	*	*	*

A continuación se muestran gráficamente los espectros de diseño según la Nch433 y según el DS 61 para cada zona sísmica y cada tipo de suelo.

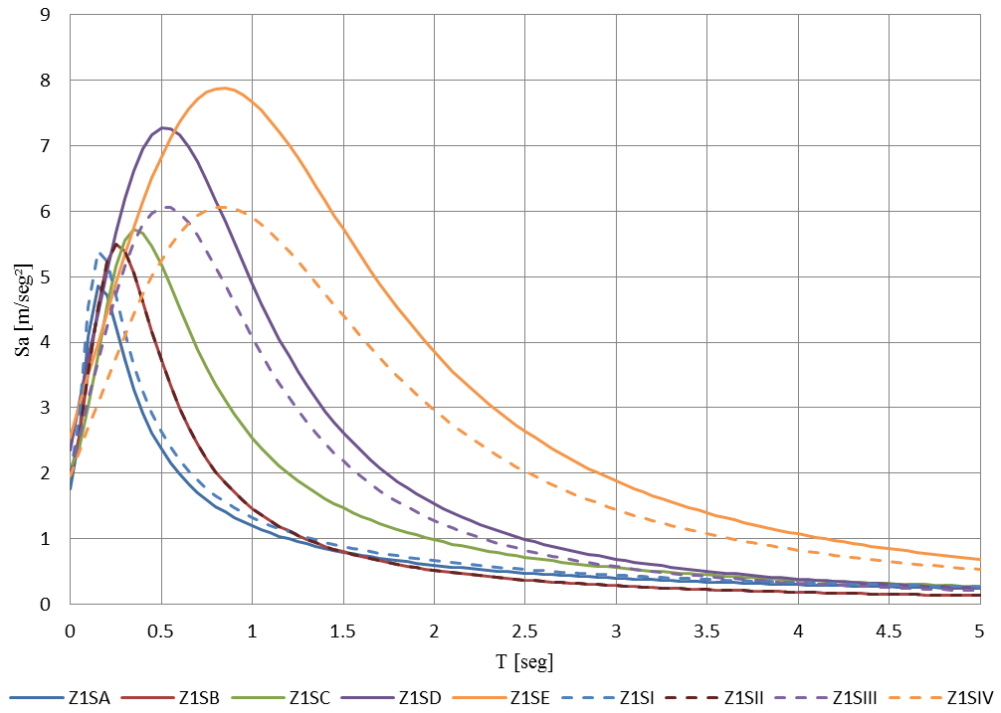


Figura 2.1: Espectros de diseño zona sísmica 1

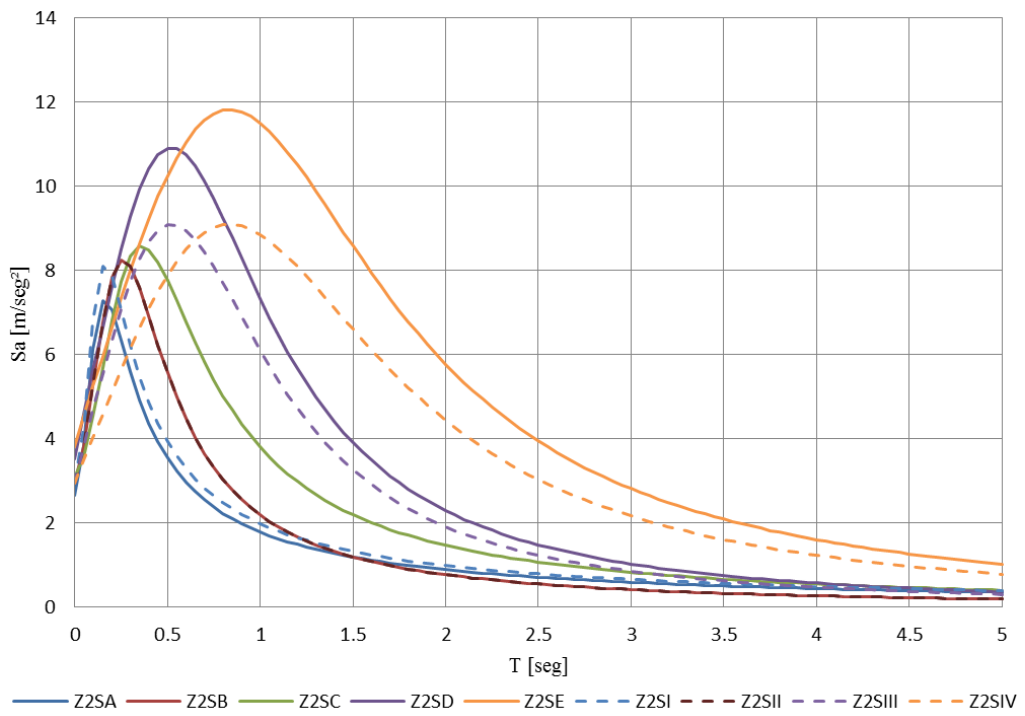


Figura 2.2: Espectros de diseño zona sísmica 2

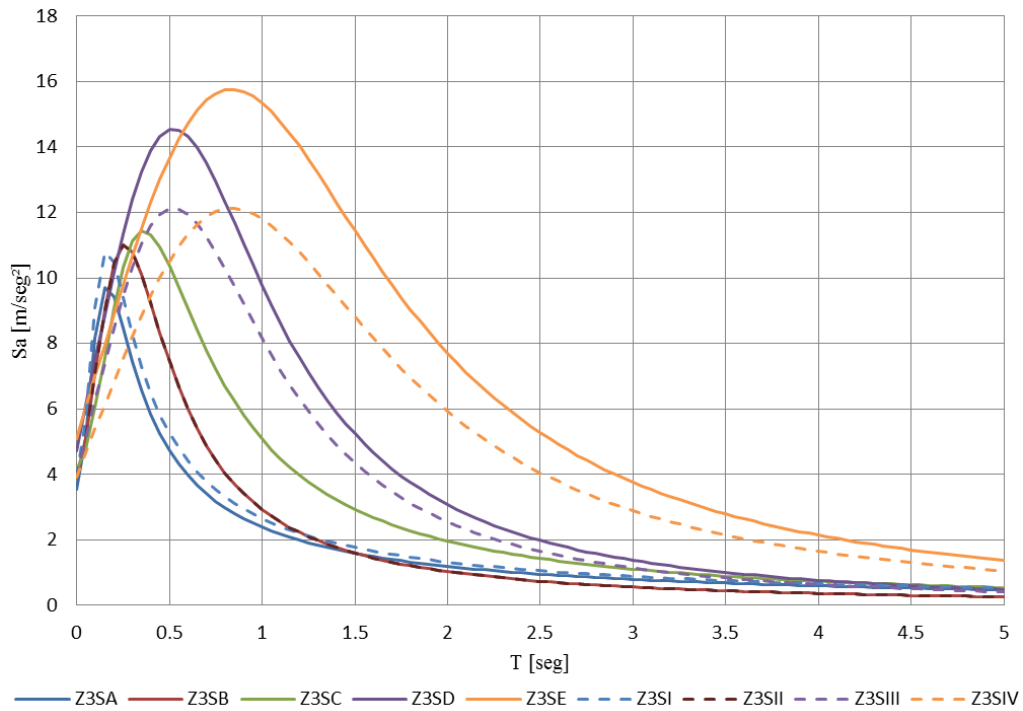


Figura 2.3: Espectros de diseño zona sísmica 3

En cuanto a las deformaciones sísmicas, el DS 61 mantiene la cláusula 5.9 de la Nch433, pero además incorpora un espectro de desplazamiento S_{de} para limitar el desplazamiento lateral de diseño en el techo del edificio δ_u .

$$\delta_u = 1.3 S_{de} (T_{ag})$$

Donde T_{ag} es el período de mayor masa traslacional en la dirección de análisis y S_{de} es el espectro elástico de desplazamientos (cm) que se define como:

$$S_{de} (T_n) = \frac{T_n^2}{4\pi^2} \alpha A_0 C_d^*$$

En esta ecuación A_0 está expresada en cm/seg^2 y los valores de C_d^* son los indicados en la tabla siguiente:

Tabla 2.7: Valores de C*d

Tipo de Suelo	C_d^*	Rango Períodos
A	1.0	$T_n \leq 0.23 \text{ seg}$
	$-0.055T_n^2 + 0.36T_n + 0.92$	$0.23 \text{ seg} < T_n \leq 2.52 \text{ seg}$
	$0.08T_n^2 - 0.9T_n + 3.24$	$2.52 \text{ seg} < T_n \leq 5.00 \text{ seg}$
B	1.0	$T_n \leq 0.47 \text{ seg}$
	$0.95T_n + 0.55$	$0.47 \text{ seg} < T_n \leq 2.02 \text{ seg}$
	$0.065T_n^2 - 0.75T_n + 3.72$	$2.02 \text{ seg} < T_n \leq 5.00 \text{ seg}$
C	1.0	$T_n \leq 0.65 \text{ seg}$
	$0.57T_n + 0.63$	$0.65 \text{ seg} < T_n \leq 2.02 \text{ seg}$
	$0.055T_n^2 - 0.63T_n + 2.83$	$2.02 \text{ seg} < T_n \leq 5.00 \text{ seg}$
D	1.0	$T_n \leq 0.90 \text{ seg}$
	$1.1T_n$	$0.90 \text{ seg} < T_n \leq 1.75 \text{ seg}$
	1.93	$1.75 \text{ seg} < T_n \leq 5.00 \text{ seg}$

Nota: Las ecuaciones contenidas en esta tabla representan un ajuste analítico de los valores del espectro elástico de desplazamientos obtenidos con los registros del sismo de 27 de febrero de 2010, y con las recomendaciones de diseño de confinamiento para muros de hormigón armado, consideradas en el DS 60, modificado.

Para los suelos clasificados como Tipo E se requiere un estudio especial en el cual se establezca el espectro de desplazamiento elástico.

En cuanto a la limitación del esfuerzo de corte basal mínimo, el decreto 61 dice lo siguiente:

“Si la componente del esfuerzo de corte basal en el análisis modal espectral en la dirección de la acción sísmica resulta menor que $ISA_0P/6g$ 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”.

Por el contrario, que la norma Nch433 no considera el factor S.

2.2. Norma Nch430 of.2008 vs. DS 60

El decreto DS 60, limita el esfuerzo de compresión de muros agregando la siguiente clausula:

“21.9.5.3 – El máximo valor de P_u actuando en la sección transversal definida en 21.9.5.2 debe ser menor o igual que $0.35f'cAg$.”

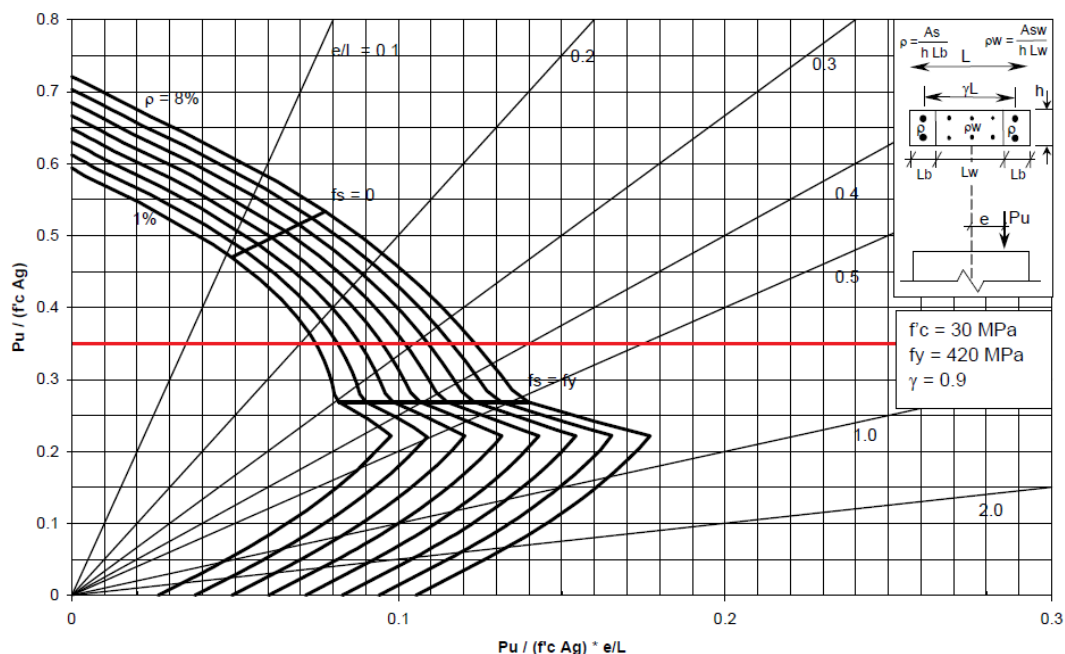


Figura 2.4: Diagrama de interacción P_u - M_u con límite $0.35f'c$

Este límite que se impone a la carga axial pretende asegurar una mínima capacidad de deformación plástica del muro.

El DS 60 incorpora también el confinamiento en muros. Para esto se define una capacidad de curvatura que depende del espectro de desplazamiento definido en el DS 61, pues se impone el desplazamiento δ_u obtenido del espectro S_{de} con lo que se calcula la curvatura en el muro. El decreto 60 dice lo siguiente:

“21.9.5.4 – La sección crítica de todo muro con razón de aspecto H/l_w mayor o igual a 3, se debe lograr una capacidad de curvatura, ϕ_u , mayor que la demanda de curvatura, $\phi_{u,d}$, calculada a partir de la expresión (21-7a). Alternativamente se permite calcular ϕ_u con la expresión (21-7b). Esta verificación se debe hacer considerando la mayor carga axial P_u consistente con δ_u . La deformación unitaria, ϵ_c , en la fibra más comprimida de la sección crítica del muro deberá ser menor o igual que 0.008.

$$\phi_u = \frac{2\delta_u}{H_t l_w} = \frac{\epsilon_c}{c} \leq \frac{0.008}{c} \quad (21-7a)$$

$$\phi_u = \frac{\delta_u - \delta_e}{l_p (H_t - l_p / 2)} + \phi_e = \frac{\varepsilon_c}{c} \leq \frac{0.008}{c} \quad (21-7b)$$

El valor de l_p en la Ec. (21-7b) no debe tomarse superior a $l_w/2$, y los valores de ϕ_e y δ_e deben justificarse.

Se debe verificar la sección transversal definida en 21.9.5.2 con la carga axial P_u , considerando todo el refuerzo longitudinal presente en ésta. La capacidad de deformación debe ser verificada en el plano del muro coincidente con la dirección de análisis.”

Teniendo definida la capacidad de curvatura de un muro, la condición para confinar es la siguiente:

“21.9.6.2 – Reemplazar la letra (a) por lo siguiente:

(a) Las zonas de compresión deben ser reforzadas con elementos especiales de borde cuando:

$$c \geq \frac{l_w}{600(\delta_u' / h_w')} \quad (21-8)$$

Donde c , en la ecuación (21-8), corresponde a la mayor profundidad del eje neutro calculada para la fuerza axial mayorada y resistencia nominal a momento congruente con el desplazamiento de diseño δ_u .”

La zona a confinar en función de la demanda de desplazamiento sísmico esta determinada en el siguiente punto del DS 60:

“21.9.6.4 – Reemplazar la letra (a) por lo siguiente:

(a) El elemento de borde debe extenderse horizontalmente desde la fibra extrema en compresión hasta una distancia no menor que el valor de c determinado como:

$$\frac{c_c}{l_w} = \frac{c}{l_w} - \frac{1}{600\delta_u' / h_w'} \quad (21-8a)$$

Donde c corresponde a la mayor profundidad del eje neutro calculada para la fuerza axial mayorada y resistencia nominal a momento consistente con el desplazamiento de diseño δ_u .”

El confinamiento en muros también condiciona el espesor que este debe tener en la zona confinada. Según la letra (f) del punto 21.9.6.4;

“El espesor del elemento de borde deberá ser mayor o igual a 300 mm y el largo confinado deberá ser mayor o igual al espesor del muro en la zona confinada.”

3. Edificios estudiados

A continuación se definen los criterios de selección utilizados para escoger los edificios analizados.

3.1. Criterio de selección de edificios

El criterio de selección se basó en los siguientes factores.

- Número de pisos: Se seleccionaron edificios de entre 10 a 30 pisos.
- Uso del edificio: Teniendo el rango de altura definido, se seleccionaron edificios de uso de oficina y habitacional.
- Material del edificio: Este estudio considera solamente edificios de hormigón armado. Para el diseño de la armadura necesaria en los muros, se consideró acero A630-420H.

Los edificios estudiados son los siguientes y serán referidos como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3.1: Listado de edificios estudiados

Edificios	Ciudad	Año de cálculo	Número de pisos	Número de subterráneos	Uso
Edificio H1	Santiago	2008	30	3	Habitacional
Edificio H2	Iquique	2010	27	1	Habitacional
Edificio H3	Iquique	2009	27	0	Habitacional
Edificio H4	Santiago	2008	21	1	Habitacional
Edificio H5	Santiago	2008	27	1	Habitacional
Edificio H6	Antofagasta	2011	23	1	Habitacional
Edificio H7	Iquique	2010	20	0	Habitacional
Edificio H8	Iquique	2010	28	1	Habitacional
Edificio H9	Santiago	2010	30	4	Habitacional
Edificio H10	Iquique	2010	30	0	Habitacional
Edificio H11	Antofagasta	2010	24	1	Habitacional
Edificio H12	Santiago	2010	20	5	Habitacional
Edificio H13	Santiago	2010	24	5	Habitacional
Edificio H14	Santiago	2011	24	3	Habitacional
Edificio O1	Santiago	2010	25	8	Oficinas
Edificio O2	Santiago	2008	19	7	Oficinas
Edificio O3	Santiago	2008	11	5	Oficinas
Edificio O4	Santiago	2011	15	5	Oficinas

4. Desarrollo y Resultados

Para facilitar la comparación, de aquí en adelante se llamará modelo antiguo al modelo ETABS del edificio diseñado según las normas Nch433 of.1996 y Nch430 of.2008, y modelo nuevo al que fue diseñado según los decretos supremos 60 y 61.

Una vez definido ambos modelos, se graficaron los desplazamientos relativos entre pisos medido en el centro de masas de la planta y el desplazamiento relativo máximo de la planta, verificando que se cumpliera con el punto 5.9 de la norma Nch433.

Es importante mencionar que la materialidad de los modelos nuevos es la misma que la del modelo antiguo, por lo que las modificaciones realizadas fueron únicamente en espesores de muros para cumplir la resistencia al corte de $0.66A_{cv}\sqrt{f'_c}$, una tensión de compresión menor o igual a $0.35f'_c$ y las dimensiones mínimas necesarias para confinar el elemento de borde de muro, manteniendo también la estructuración del modelo antiguo.

Finalmente se determinó la armadura necesaria en los muros. En ambos modelos se determinó la malla vertical y horizontal necesaria y las puntas de muro. Para el caso del modelo nuevo, se incluyó también el confinamiento de muros.

Al tratarse de varios edificios estudiados, la forma en que se presentan los resultados es la siguiente:

- Para cada edificio se presenta la información básica necesaria para realizar el diseño. La información relevante es: el tipo de suelo de fundación, zona sísmica, tipo de hormigón utilizado, tipo de acero para las barras utilizado, número de pisos, altura del edificio, uso del edificio, tipología estructural, normas utilizadas en el diseño, etc.
- Parámetros comparables entre ambos modelos, tales como: periodos fundamentales, desplazamientos del último piso, peso del edificio, volumen de hormigón utilizado en muros, toneladas de acero utilizado en muros, área de muros en ambas direcciones, corte basal, momento volcante, etc.
- Gráficos de desplazamientos relativos entre pisos medidos en el centro de masas de la planta y el desplazamiento relativo máximo medido en el punto de mayor desplazamiento de la planta de ambos modelos.
- Análisis de resultados.

4.1. Edificio H1

Tabla 4.1: Información básica para el diseño del edificio H1

Ciudad		Santiago	
Año de Cálculo		2008	
Número de Pisos		29	
Número de Subterráneos		3	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		81.4	
Superficie total [m ²]		28655	
Uso		Habitacional	
Tipología estructural		Muros sísmicos en ambas direcciones	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Habitaciones	0.2
		Pasillos	0.4
		Balcones	0.2
	Subterráneos [ton/m ²]	Estacionamientos	0.5
Tipo de hormigón utilizado		S5-P5	H40
		P6-P9	H35
		P10-P17	H30
		P18-P29	H25
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		2	
Tipo de suelo de fundación		II/B	

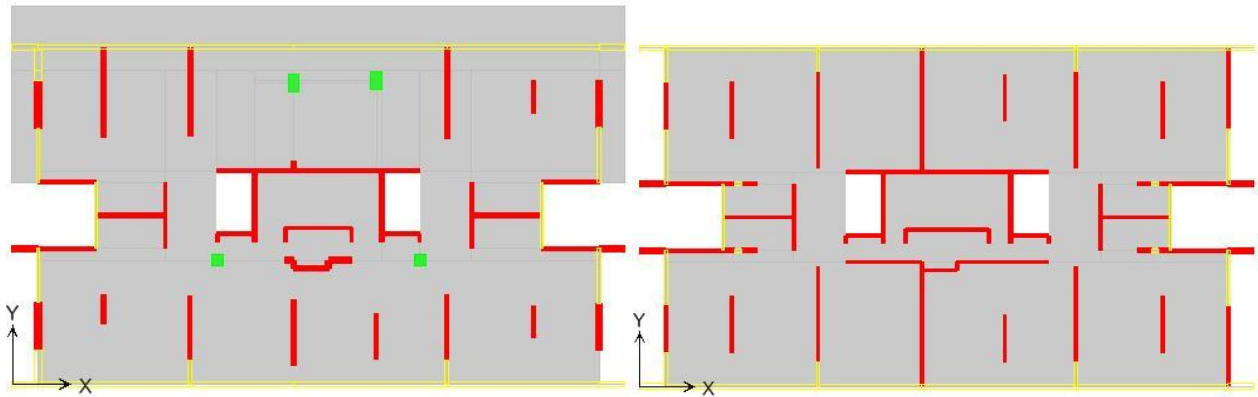


Figura 4.1: Planta primer piso (izquierda) y piso tipo (derecha) edificio H1

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.2: Parámetros edificio H1

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	$\Delta\%$
Peso sobre fundaciones [ton]	31,369	31,663	0.94%
Superficie total [m ²]	28,655	28,655	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	1.095	1.105	0.94%
Qmin [ton]	1,568	1,583	0.94%
Qmax [ton]	3,294	3,325	0.94%
Qx [ton]	1,570	1,585	0.97%
Qy [ton]	1,570	1,584	0.91%
Mx [ton-m]	35,426	36,084	1.86%
My [ton-m]	39,933	40,413	1.20%
Desplazamiento techo X [cm]	4.83	4.81	-0.41%
Desplazamiento techo Y [cm]	5.28	5.01	-5.11%
Periodo X [seg]	1.8389	1.8252	-0.75%
Periodo Y [seg]	2.1018	2.0288	-3.47%
Periodo RZ [seg]	2.2675	2.2442	-1.03%
Volumen Muros [m ³]	3,597	3,691	2.62%
Área muros X piso tipo [m ²]	15.401	15.401	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	19.30	19.30	0.00%
Área muros X piso 1 [m ²]	13.75	14.40	4.72%
Área muros Y piso 1 [m ²]	20.52	23.37	13.91%
Acero Malla Vertical [ton]	71.32	76.28	6.96%
Acero Punta de Muro [ton]	15.44	12.22	-20.84%
Acero Malla Horizontal [ton]	79.10	83.87	6.04%
Acero Confinamiento [ton]	-	4.06	-
Acero Muros Total [ton]	165.86	176.44	6.38%

Los factores de reducción para ambas direcciones fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo.

En este caso se puede ver que el aumento del volumen de hormigón, debido al aumento en el espesor de algunos muros, corresponde al 2.62%. En cuanto a la cantidad de acero requeridas por el nuevo diseño, considerando la malla vertical y horizontal, las puntas de muro y el confinamiento, se aprecia un aumento del 6.38%.

La mayoría de los muros que requirieron confinamiento tenían espesores de 20 y 25 cms y en sentido Y, por lo que se aprecia un mayor aumento en el área de corte en el sentido Y del edificio en el primer piso (13.9%). Hacia los pisos superiores no se realizaron mayores modificaciones en los espesores de muros.

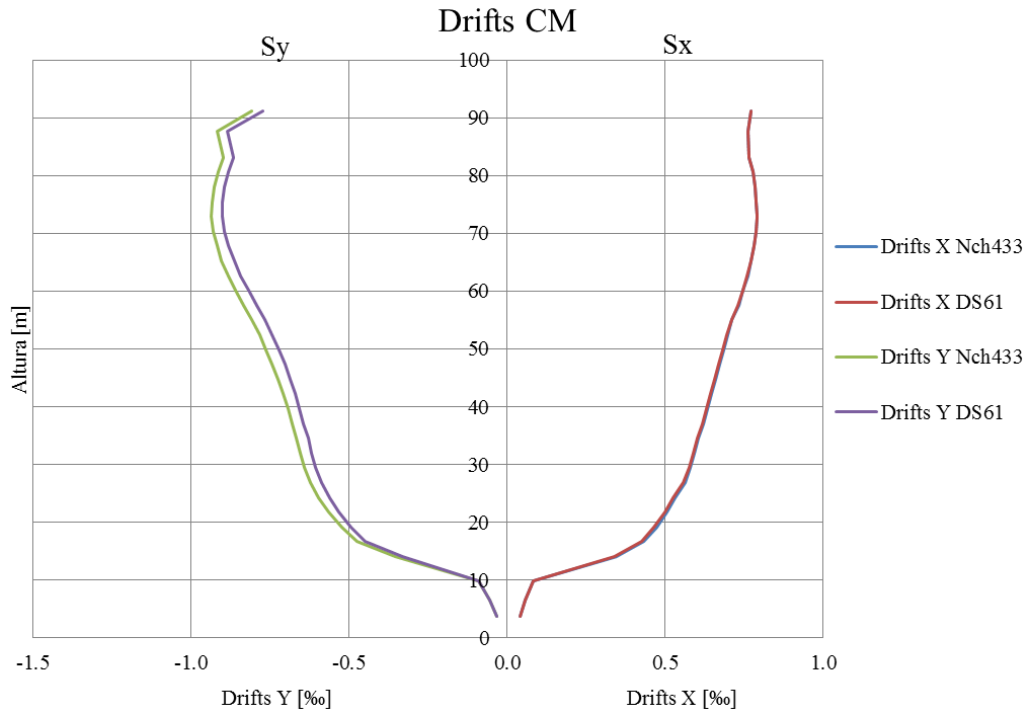


Figura 4.2: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H1

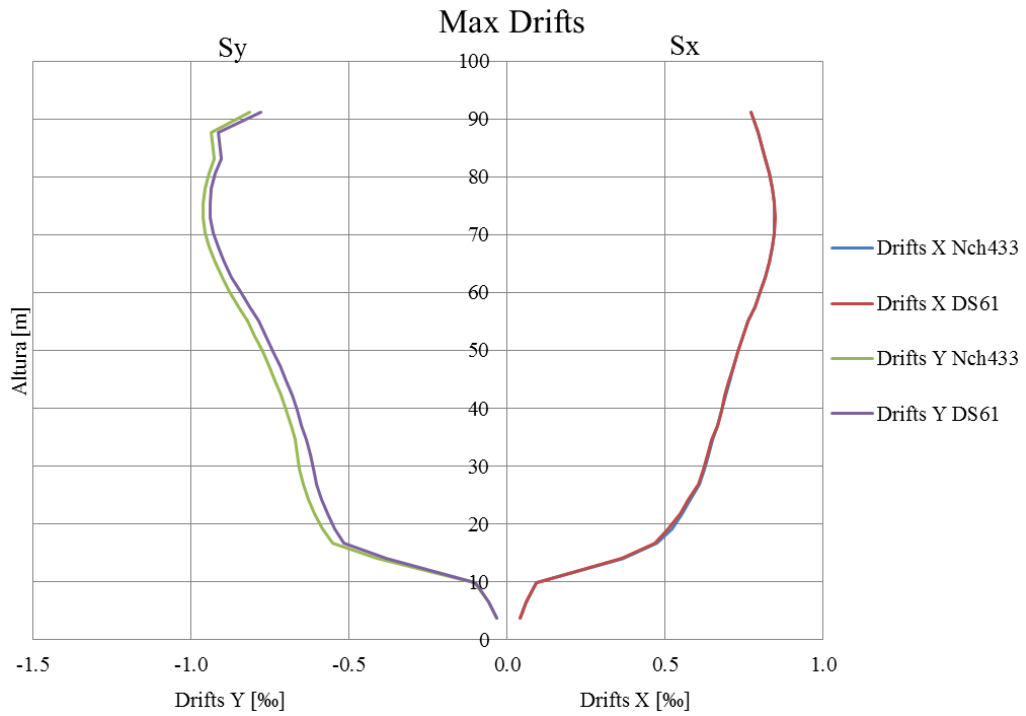


Figura 4.3: Desplazamientos máximos relativos, edificio H1

El tipo de suelo de fundación de este edificio corresponde a un suelo Tipo B, por lo que el espectro de diseño no cambia con respecto al modelo antiguo, pero debido a los esfuerzos de compresión y necesidad de confinar algunos muros, se aumentaron espesores que generaron una mayor rigidez y masa del edificio. Esto se refleja en menores desplazamientos relativos principalmente en el sentido Y.

4.2. Edificio H2

Tabla 4.3: Información básica para el diseño del edificio

Ciudad		Iquique	
Año de Cálculo		2010	
Número de Pisos		27	
Número de Subterráneos		1	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		64.0	
Superficie total [m ²]		16031	
Uso		Habitacional	
Tipología estructural		Muros sísmicos en ambas direcciones	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Habitaciones	0.2
		Pasillos	0.5
		Balcones	0.3
	Subterráneos [ton/m ²]	Estacionamientos	0.5
Tipo de hormigón utilizado		S1-P9	H40
		P10-P27	H30
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		3	
Tipo de suelo de fundación		I/A	

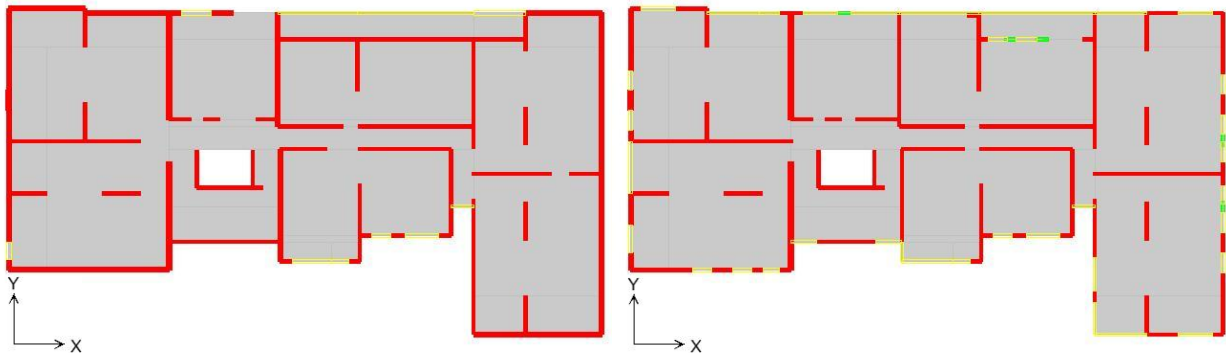


Figura 4.4: Planta primer piso (izquierda) y piso tipo (derecha) edificio H2

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.4: Parámetros edificio H2

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	$\Delta\%$
Peso sobre fundaciones [ton]	16,335	16,356	0.13%
Superficie total [m ²]	16,031	16,031	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	1.019	1.020	0.13%
Qmin [ton]	1,090	981	-9.94%
Qmax [ton]	2,058	2,061	0.13%
Qx [ton]	1,091	983	-9.86%
Qy [ton]	1,090	983	-9.83%
Mx [ton-m]	39,363	34,760	-11.69%
My [ton-m]	44,127	39,774	-9.87%
Desplazamiento techo X [cm]	2.10	1.91	-9.05%
Desplazamiento techo Y [cm]	4.10	3.59	-12.44%
Periodo X [seg]	0.8780	0.8776	-0.04%
Periodo Y [seg]	1.1061	1.1023	-0.35%
Periodo RZ [seg]	0.7281	0.7270	-0.14%
Volumen Muros [m ³]	2,609	2,619	0.37%
Área muros X piso tipo [m ²]	14.980	14.980	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	18.85	18.79	-0.34%
Área muros X piso 1 [m ²]	25.76	26.38	2.41%
Área muros Y piso 1 [m ²]	27.40	27.93	1.92%
Acero Malla Vertical [ton]	51.67	53.17	2.90%
Acero Punta de Muro [ton]	11.42	9.47	-17.11%
Acero Malla Horizontal [ton]	55.59	56.12	0.95%
Acero Confinamiento [ton]	-	0.76	-
Acero Muros Total [ton]	118.68	119.51	0.70%

Los factores de reducción para ambas direcciones fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo.

Este corresponde a un edificio sobre un suelo de fundación tipo A, por lo que el espectro de diseño se reduce a un 90% respecto al espectro de diseño del suelo tipo II de la norma Nch433. Los espesores de los muros no se redujeron, pero si se ve una disminución en la cantidad de acero necesaria en las puntas de muros. En el modelo nuevo se requiere un 0.70% mas de acero que el modelo antiguo.

El aumento del volumen de muros es de un 0.4%. Este aumento corresponde al aumento del espesor en muros que se debieron confinar y tenían espesores de 20 cm en el modelo antiguo.

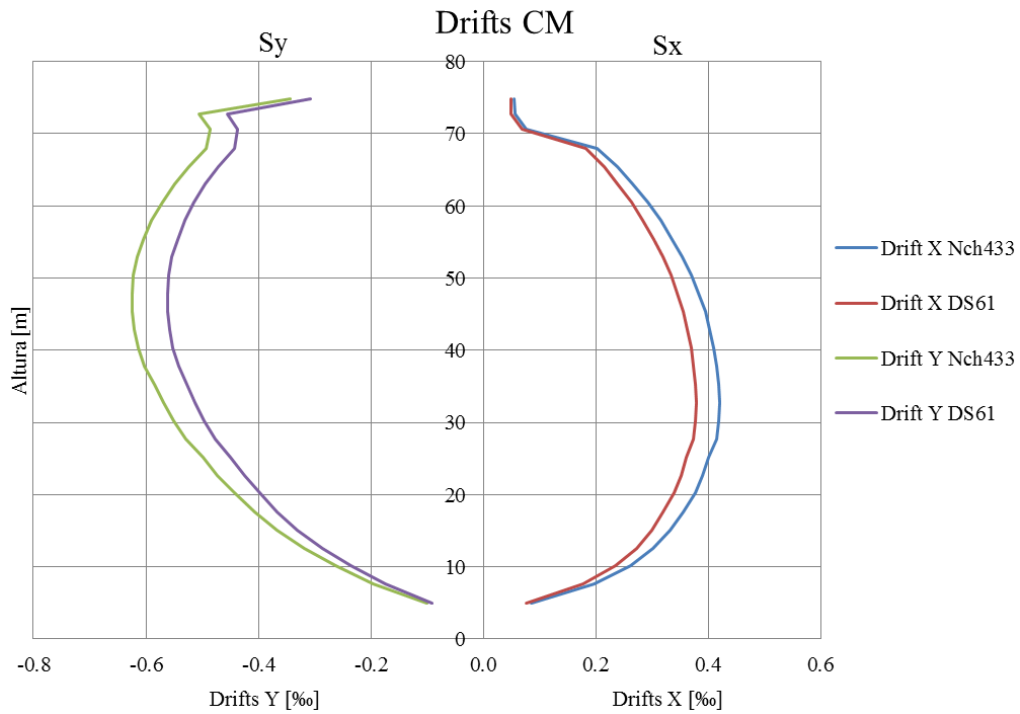


Figura 4.5: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H2

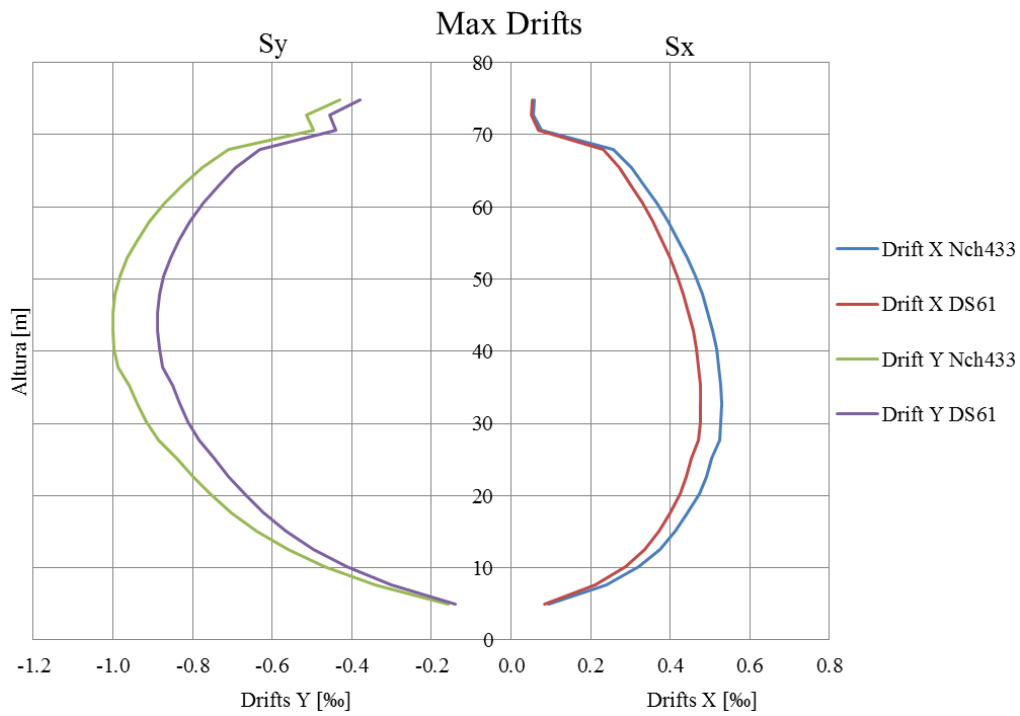


Figura 4.6: Desplazamientos máximos relativos, edificio H2

Debido a la reducción del espectro de diseño por el factor S, los desplazamientos relativos, tanto los medidos en el centro de masas de la planta como los medidos en cualquier punto, disminuyeron aproximadamente en un 10%.

4.3. Edificio H3

Tabla 4.5: Información básica para el diseño del edificio

Ciudad		Iquique	
Año de Cálculo		2009	
Número de Pisos		27	
Número de Subterráneos		0	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		71.6	
Superficie total [m ²]		12887	
Uso		Habitacional	
Tipología estructural		Muros sísmicos en ambas direcciones	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Habitaciones	0.2
		Pasillos	0.4
		Balcones	0.25
Tipo de hormigón utilizado		P1-P6	H40
		P7-P27	H30
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		3	
Tipo de suelo de fundación		II/B	

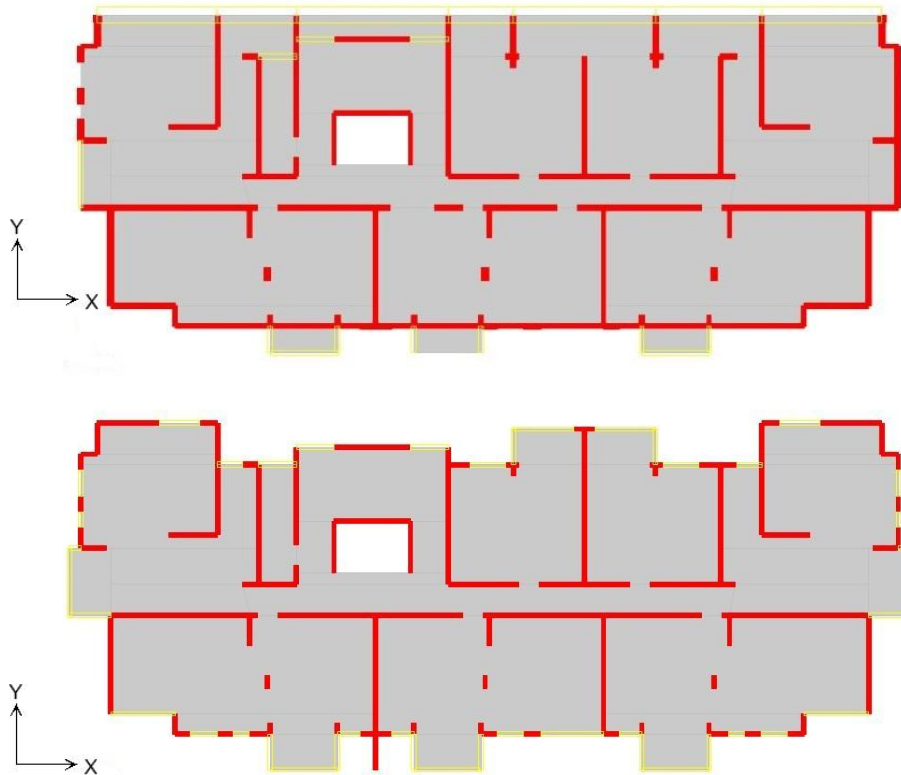


Figura 4.7: Planta primer piso (arriba) y piso tipo (abajo) edificio H3

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.6: Parámetros edificio H3

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	$\Delta\%$
Peso sobre fundaciones [ton]	12,444	12,508	0.51%
Superficie total [m ²]	12,887	12,887	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	0.966	0.971	0.51%
Qmin [ton]	830	834	0.48%
Qmax [ton]	1,742	1,751	0.52%
Qx [ton]	831	834	0.31%
Qy [ton]	830	835	0.71%
Mx [ton-m]	28,307	28,641	1.18%
My [ton-m]	35,670	35,811	0.40%
Desplazamiento techo X [cm]	1.20	1.19	-0.83%
Desplazamiento techo Y [cm]	3.12	3.08	-1.28%
Periodo X [seg]	0.6084	0.6063	-0.35%
Periodo Y [seg]	1.0380	1.0220	-1.54%
Periodo RZ [seg]	0.8552	0.8504	-0.56%
Volumen Muros [m ³]	2,225	2,257	1.45%
Área muros X piso tipo [m ²]	16.228	16.228	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	16.33	16.33	0.00%
Área muros X piso 1 [m ²]	21.52	22.87	6.26%
Área muros Y piso 1 [m ²]	20.79	23.33	12.20%
Acero Malla Vertical [ton]	43.94	47.16	7.32%
Acero Punta de Muro [ton]	9.49	9.74	2.63%
Acero Malla Horizontal [ton]	44.68	47.53	6.38%
Acero Confinamiento [ton]	-	2.39	-
Acero Muros Total [ton]	98.11	106.82	8.87%

Los factores de reducción para ambas direcciones fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo.

El aumento del volumen de hormigón corresponde al 1.45%. En cuanto a la cantidad de acero requerida en el nuevo diseño, se ve un aumento del 8.87%.

Al igual que en el edificio H1, la mayoría de los muros que requirieron confinamiento tenían espesores de 20 y 25 cms y estaban orientados en sentido Y. Por esta razón se ve un mayor aumento en el área de corte en el sentido Y del edificio en el primer piso (12.2%). Hacia los pisos superiores no se realizaron mayores modificaciones en los espesores de muros.

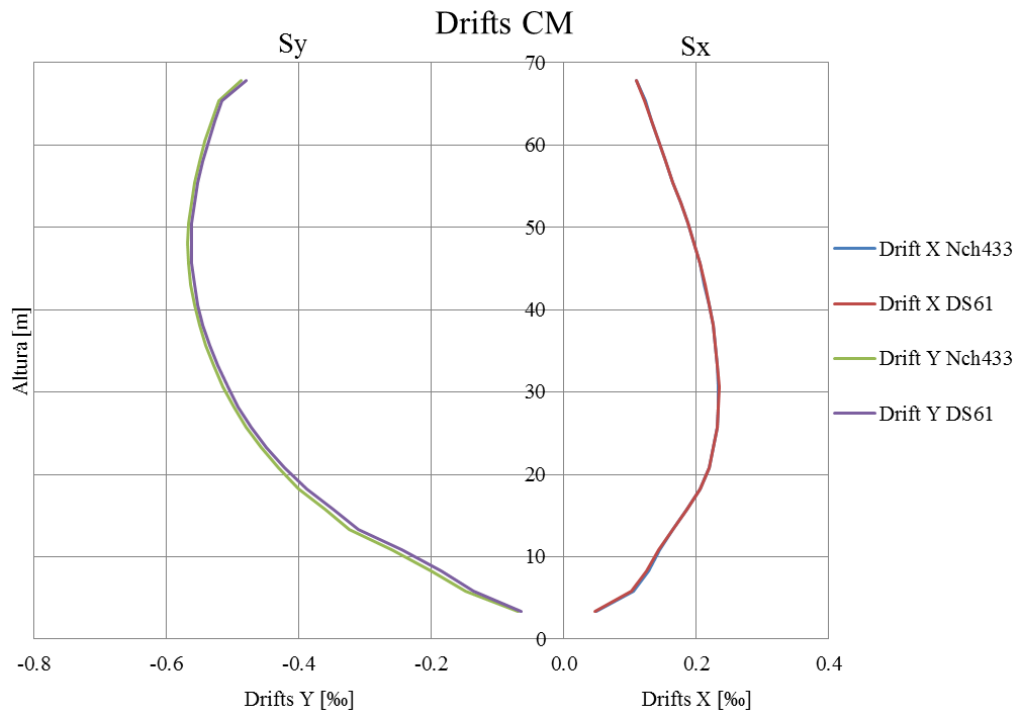


Figura 4.8: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H3

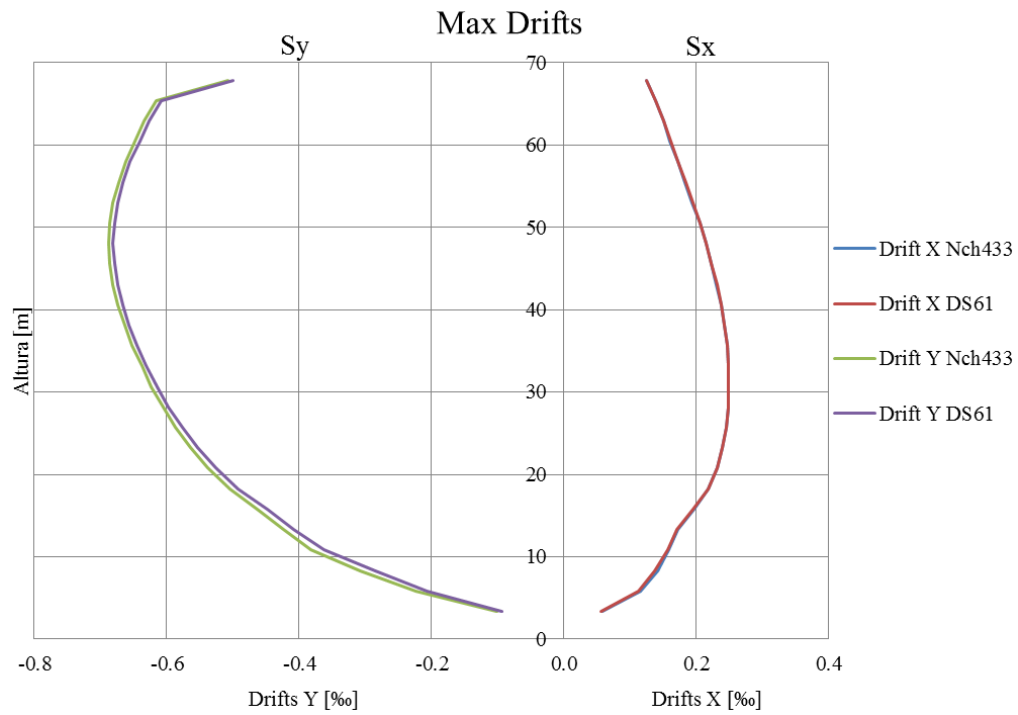


Figura 4.9: Desplazamientos máximos relativos, edificio H3

Nuevamente la única variación en los desplazamientos relativos se debe al leve cambio de rigidez del edificio en especial en el sentido Y.

4.4. Edificio H4

Tabla 4.7: Información básica para el diseño del edificio H4

Ciudad		Santiago	
Año de Cálculo		2008	
Número de Pisos		21	
Número de Subterráneos		1	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		51.2	
Superficie total [m ²]		10640	
Uso		Habitacional	
Tipología estructural		Muros sísmicos en ambas direcciones	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Habitaciones	0.2
		Pasillos	0.4
		Balcones	0.2
	Subterráneos [ton/m ²]	Estacionamientos	0.2
Tipo de hormigón utilizado		S1-P10	H30
		P11-P21	H25
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		2	
Tipo de suelo de fundación		II/B	

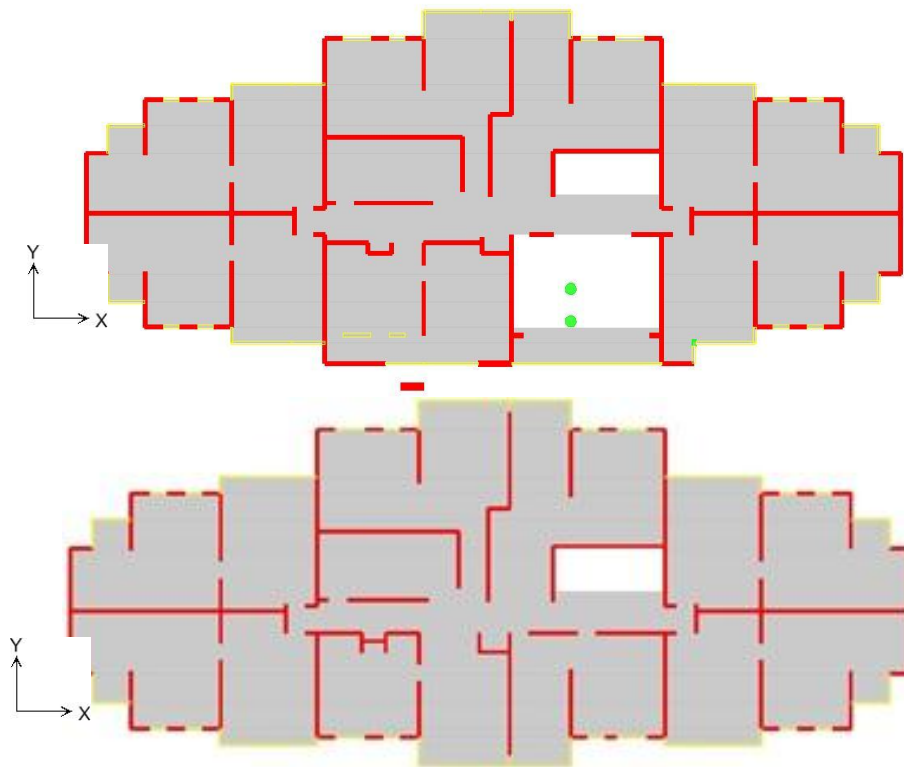


Figura 4.10: Planta primer piso (arriba) y piso tipo (abajo) edificio H4

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.8: Parámetros edificio H4

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	$\Delta\%$
Peso sobre fundaciones [ton]	10,586	10,839	2.39%
Superficie total [m ²]	10,640	10,640	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	0.995	1.019	2.39%
Qmin [ton]	529	542	2.39%
Qmax [ton]	1,111	1,138	2.39%
Qx [ton]	530	546	2.96%
Qy [ton]	529	544	2.83%
Mx [ton-m]	15,379	16,092	4.64%
My [ton-m]	17,288	17,846	3.23%
Desplazamiento techo X [cm]	0.97	0.93	-4.12%
Desplazamiento techo Y [cm]	1.66	1.60	-3.61%
Periodo X [seg]	0.6236	0.6093	-2.29%
Periodo Y [seg]	0.8143	0.7887	-3.15%
Periodo RZ [seg]	0.7026	0.6798	-3.25%
Volumen Muros [m ³]	1,470	1,541	4.85%
Área muros X piso tipo [m ²]	11.707	11.707	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	16.22	16.22	0.00%
Área muros X piso 1 [m ²]	16.07	17.49	8.85%
Área muros Y piso 1 [m ²]	21.22	26.21	23.50%
Acero Malla Vertical [ton]	30.57	32.81	7.34%
Acero Punta de Muro [ton]	71.76	75.44	5.13%
Acero Malla Horizontal [ton]	30.60	32.83	7.30%
Acero Confinamiento [ton]	-	2.03	-
Acero Muros Total [ton]	132.92	143.11	7.66%

Los factores de reducción para ambas direcciones fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo.

Pese a tratarse de un edificio en suelo tipo B, se ve un aumento del volumen de hormigón necesario en muros de un 4.85%. El 100% de este aumento se debió al aumento de espesor en muros debido al confinamiento, ya que el modelo antiguo tiene muros de hasta 15 cm de espesor que debieron ser modificados para quedar finalmente con 30 cm de espesor.

En el caso del acero, el diseño nuevo propone un aumento de un 7.66% respecto al diseño antiguo. Tanto las mallas vertical y horizontal y las puntas de muro muestran un aumento con respecto al modelo antiguo.

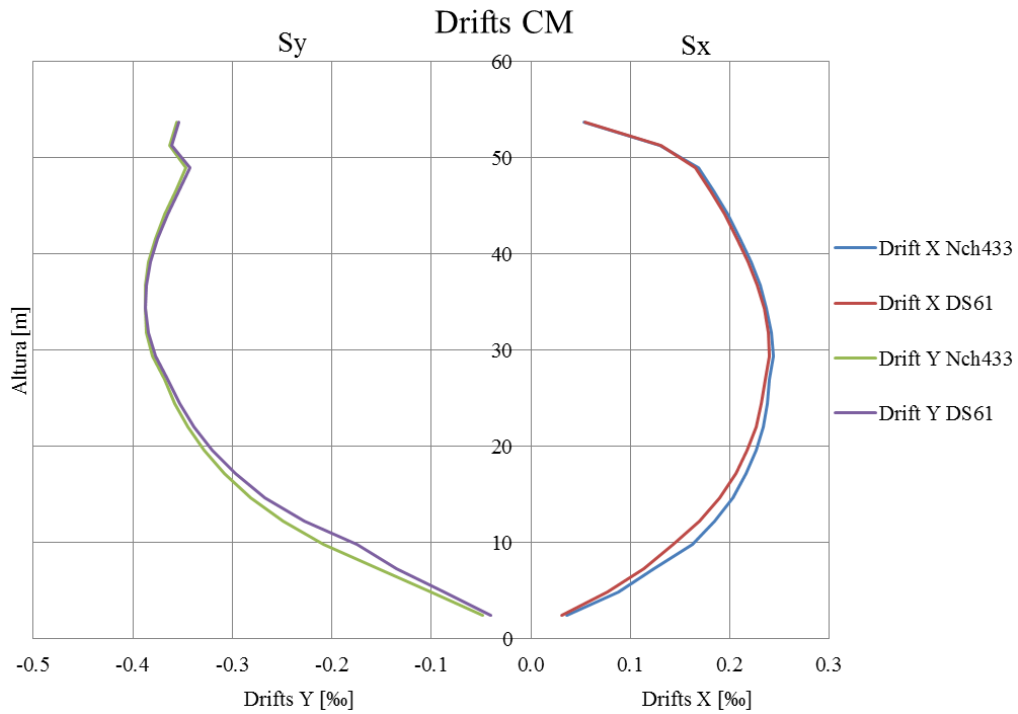


Figura 4.11: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H4

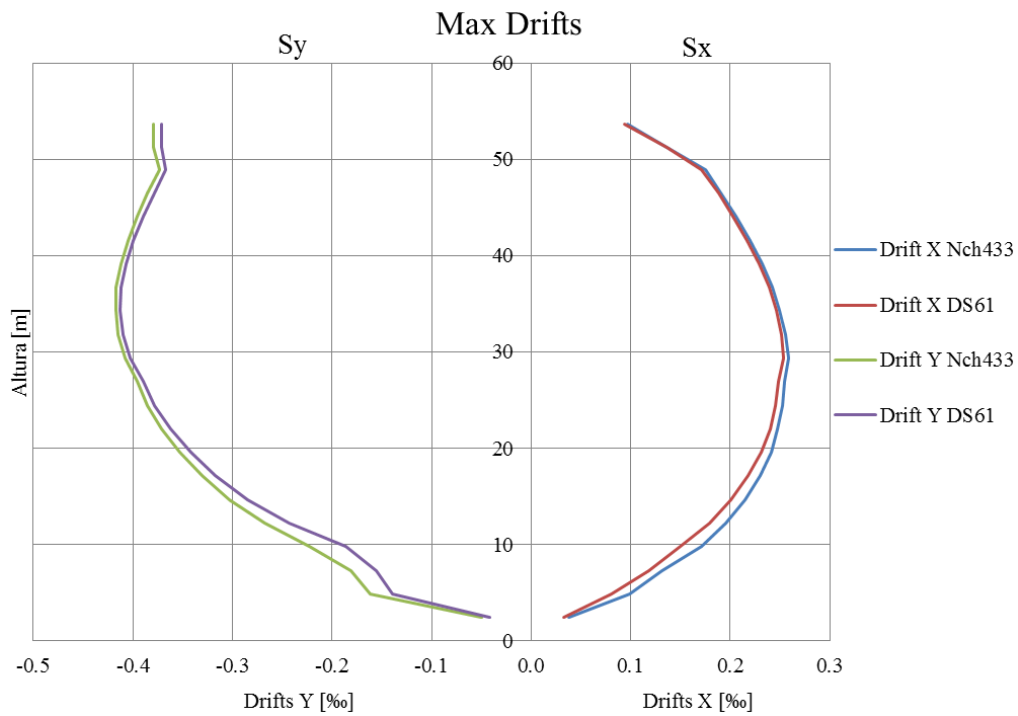


Figura 4.12: Desplazamientos máximos relativos, edificio H4

Debido al aumento del volumen de muros en los pisos inferiores, los desplazamientos relativos del modelo nuevo disminuyeron hasta en un 15% respecto a los del modelo antiguo en algunos pisos.

4.5. Edificio H5

Tabla 4.9: Información básica para el diseño del edificio H5

Ciudad		Santiago	
Año de Cálculo		2008	
Número de Pisos		27	
Número de Subterráneos		1	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		66.7	
Superficie total [m ²]		15638	
Uso		Habitacional	
Tipología estructural		Muros sísmicos en ambas direcciones	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Habitaciones	0.2
		Pasillos	0.4
	Balcones	0.2	
	Subterráneos [ton/m ²]	Estacionamientos	0.5
Tipo de hormigón utilizado		S1-P27	H30
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		2	
Tipo de suelo de fundación		II/B	

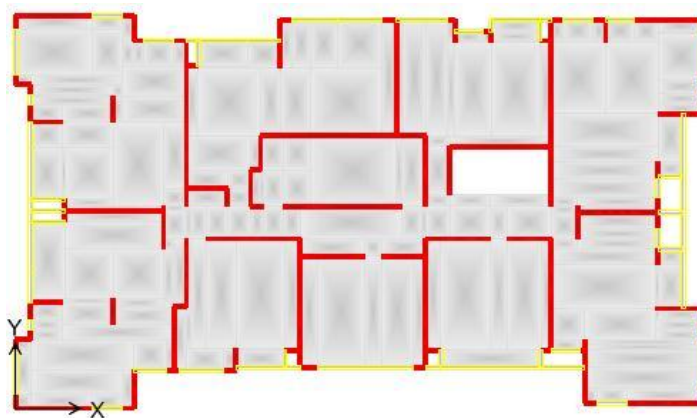
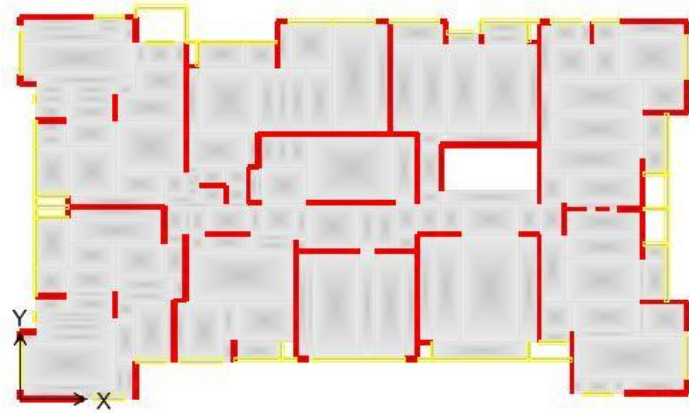


Figura 4.13: Planta primer piso (arriba) y piso tipo (abajo) edificio H5

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.10: Parámetros edificio H5

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	$\Delta\%$
Peso sobre fundaciones [ton]	16,565	16,658	0.56%
Superficie total [m ²]	15,638	15,638	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	1.059	1.065	0.56%
Qmin [ton]	828	829	0.06%
Qmax [ton]	1,739	1,740	0.06%
Qx [ton]	830	830	0.05%
Qy [ton]	828	830	0.28%
Mx [ton-m]	27,643	27,828	0.67%
My [ton-m]	33,078	33,121	0.13%
Desplazamiento techo X [cm]	1.71	1.67	-2.34%
Desplazamiento techo Y [cm]	2.78	2.64	-5.04%
Periodo X [seg]	0.8622	0.8527	-1.11%
Periodo Y [seg]	1.1473	1.1182	-2.54%
Periodo RZ [seg]	1.0773	1.0625	-1.38%
Volumen Muros [m ³]	2,552	2,608	2.17%
Área muros X piso tipo [m ²]	16.653	16.653	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	18.07	18.07	0.00%
Área muros X piso 1 [m ²]	15.99	17.79	11.26%
Área muros Y piso 1 [m ²]	19.22	22.82	18.76%
Acero Malla Vertical [ton]	50.39	51.63	2.47%
Acero Punta de Muro [ton]	9.31	7.50	-19.41%
Acero Malla Horizontal [ton]	49.92	50.91	1.98%
Acero Confinamiento [ton]	-	3.17	-
Acero Muros Total [ton]	109.62	113.22	3.28%

Los factores de reducción para ambas direcciones fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo correspondiente, en este caso, al 5% del peso del edificio tanto para el modelo antiguo como para el modelo nuevo.

En este edificio se ve un aumento del 2.2% en el volumen de hormigón en muros, correspondiente a 56 m³ de los cuales 47 m³ corresponden al aumento de espesores en muros debido al confinamiento.

El aumento del acero requerido es del 3.28% donde el confinamiento por si solo aporta casi un 88% del aumento total. Se puede ver que debido al aumento de la sección de varios muros, se necesita menos acero en las puntas de muro.

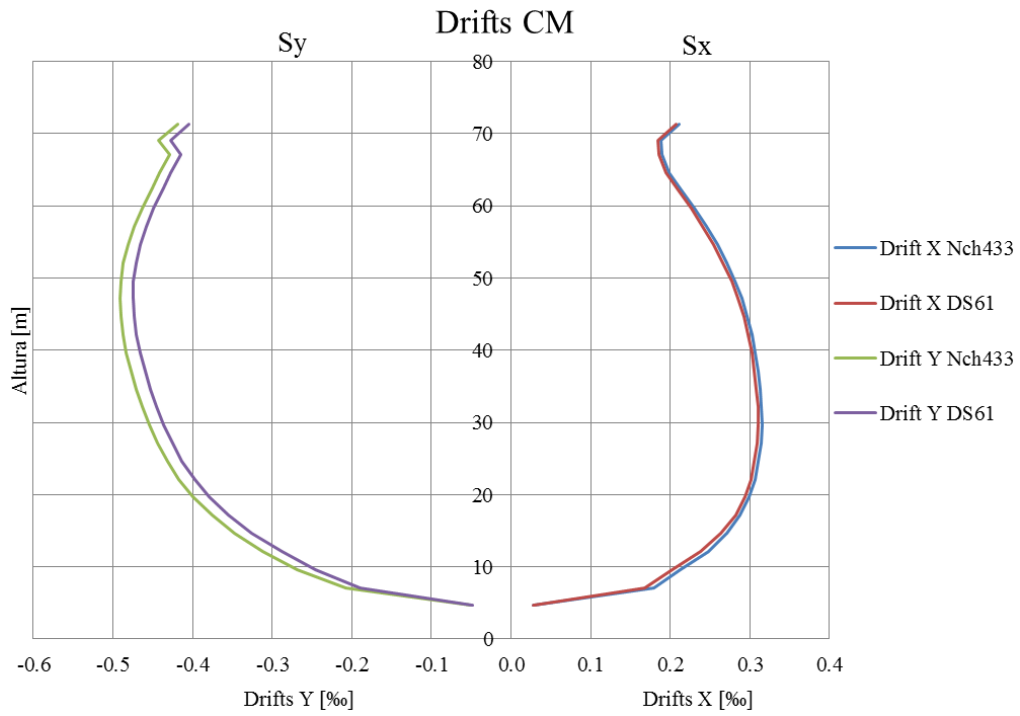


Figura 4.14: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H5

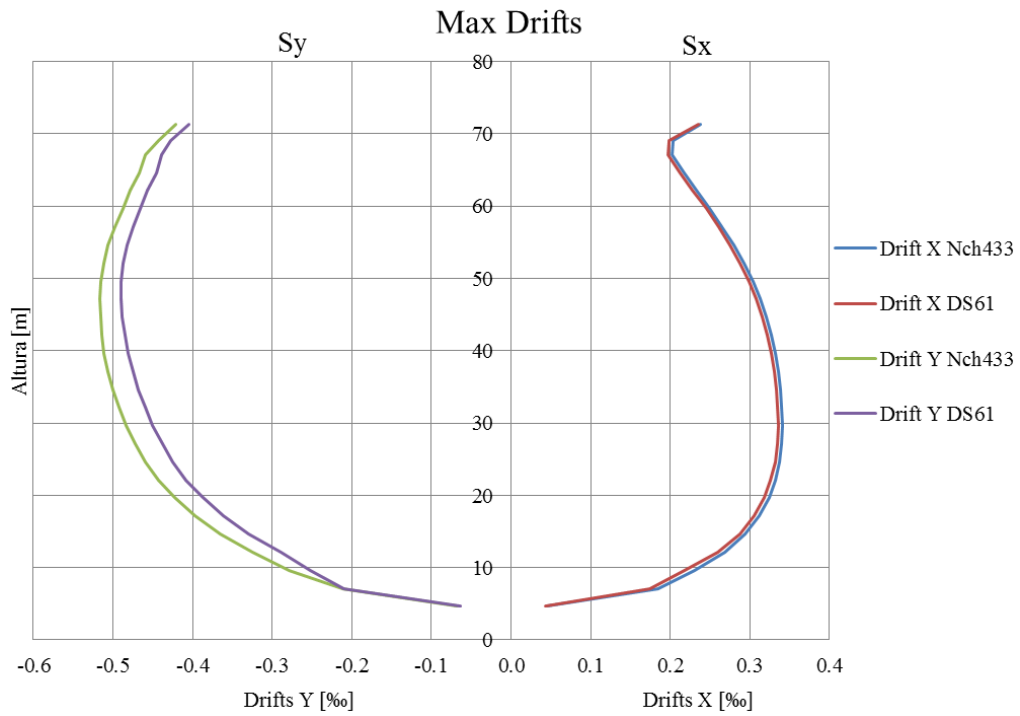


Figura 4.15: Desplazamientos máximos relativos, edificio H5

Nuevamente se ve una disminución en los desplazamientos bastante más significativa en uno de los dos sentidos.

4.6. Edificio H6

Tabla 4.11: Información básica para el diseño del edificio H6

Ciudad		Antofagasta	
Año de Cálculo		2011	
Número de Pisos		23	
Número de Subterráneos		1	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		57.5	
Superficie total [m ²]		10692	
Uso		Habitacional	
Tipología estructural		Muros sísmicos en ambas direcciones	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Habitaciones	0.2
		Pasillos	0.2
	Subterráneos [ton/m ²]	Estacionamientos	0.4
Tipo de hormigón utilizado		S1-P23	H30
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		3	
Tipo de suelo de fundación		I/A	

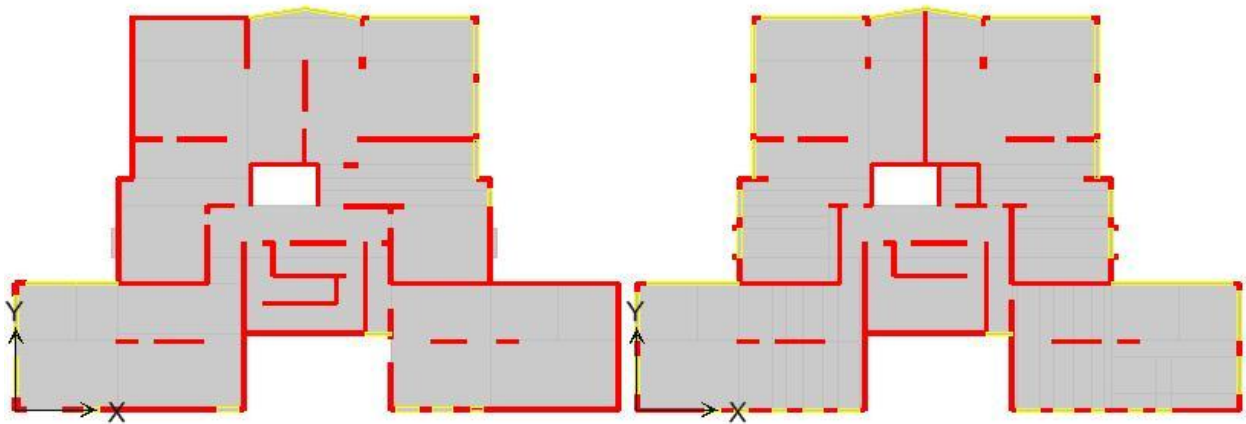


Figura 4.16: Planta primer piso (izquierda) y piso tipo (derecha) edificio H6

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.12: Parámetros edificio H6

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	$\Delta\%$
Peso sobre fundaciones [ton]	8,498	8,514	0.18%
Superficie total [m ²]	10,692	10,692	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	0.795	0.796	0.18%
Qmin [ton]	567	511	-9.84%
Qmax [ton]	1,071	1,073	0.18%
Qx [ton]	567	511	-9.90%
Qy [ton]	567	512	-9.76%
Mx [ton-m]	18,301	16,532	-9.67%
My [ton-m]	19,390	17,500	-9.75%
Desplazamiento techo X [cm]	1.53	1.38	-9.80%
Desplazamiento techo Y [cm]	1.88	1.67	-11.17%
Periodo X [seg]	0.5786	0.5781	-0.08%
Periodo Y [seg]	0.8153	0.8085	-0.83%
Periodo RZ [seg]	0.8790	0.8783	-0.09%
Volumen Muros [m ³]	1,636	1,643	0.47%
Área muros X piso tipo [m ²]	14.492	14.492	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	12.26	12.26	0.00%
Área muros X piso 1 [m ²]	18.70	19.10	2.13%
Área muros Y piso 1 [m ²]	16.08	16.75	4.20%
Acero Malla Vertical [ton]	32.32	32.49	0.53%
Acero Punta de Muro [ton]	7.40	5.86	-20.81%
Acero Malla Horizontal [ton]	32.60	31.96	-1.96%
Acero Confinamiento [ton]	-	0.00	-
Acero Muros Total [ton]	72.32	70.31	-2.78%

Los factores de reducción para ambas direcciones fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo correspondiente, en este caso, al 6.7% del peso del edificio para el modelo antiguo y 6% para el modelo nuevo.

Pese a la menor sollicitación por tratarse de un edificio en suelo tipo A, fue necesario aumentar el espesor en algunos muros debido al nuevo límite de carga axial de $0.35f'_cA_g$. El aumento total del volumen de hormigón en muros corresponde a un 0.5%.

El acero necesario en el modelo nuevo corresponde a un 2.78% menos que en el modelo antiguo. En el modelo nuevo no fue necesario confinar muros y debido a la menor sollicitación sísmica, se necesita menos refuerzo en la malla horizontal y en las puntas de muro.

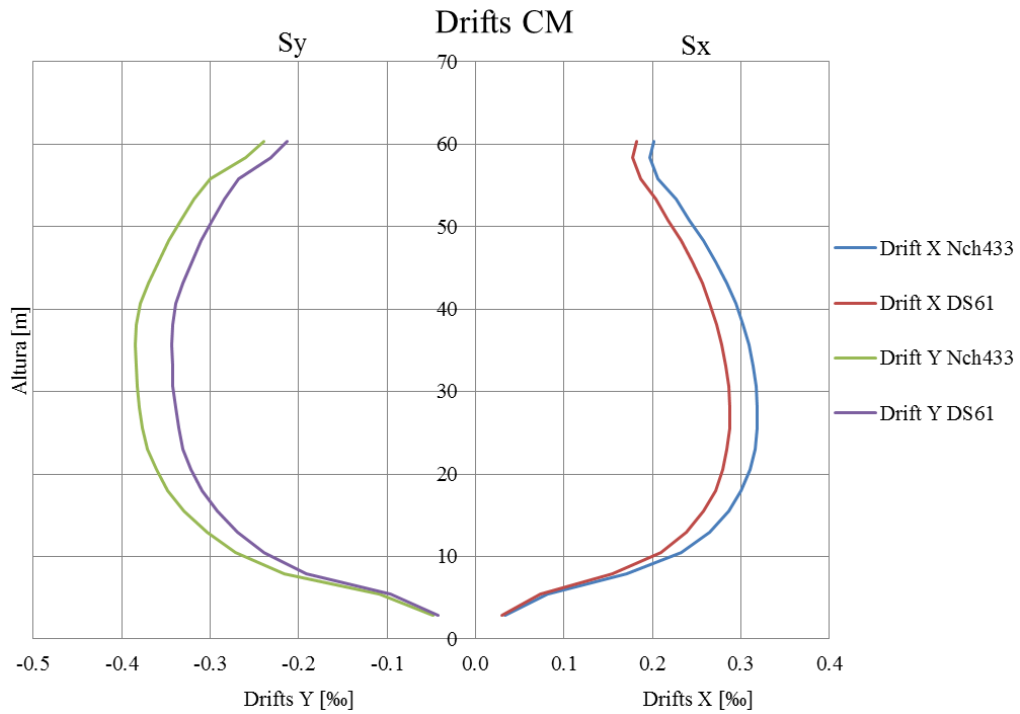


Figura 4.17: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H6

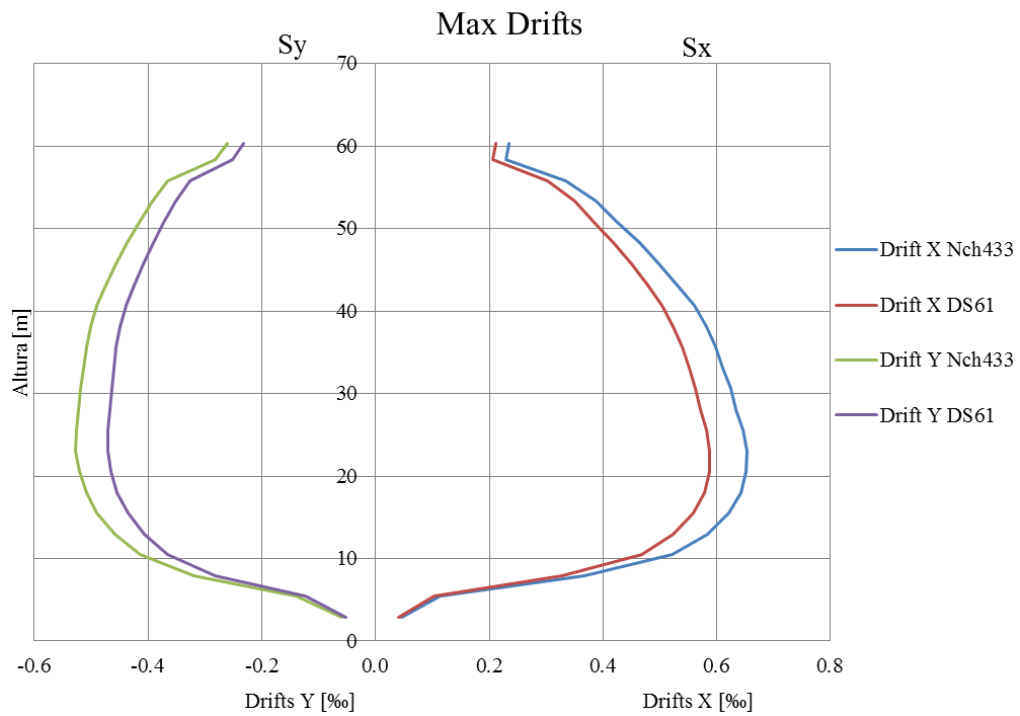


Figura 4.18: Desplazamientos máximos relativos, edificio H6

Debido a la reducción del espectro de diseño por el factor S, los desplazamientos relativos, tanto los medidos en el centro de masas de la planta como los medidos en cualquier punto, disminuyeron aproximadamente en un 10%.

4.7. Edificio H7

Tabla 4.13: Información básica para el diseño del edificio H7

Ciudad		Iquique	
Año de Cálculo		2010	
Número de Pisos		20	
Número de Subterráneos		0	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		52.04	
Superficie total [m ²]		9220	
Uso		Habitacional	
Tipología estructural		Muros sísmicos en ambas direcciones	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Habitaciones	0.2
		Pasillos	0.5
		Balcones	0.2
Tipo de hormigón utilizado		P1-P7	H30
		P8-P20	H25
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		3	
Tipo de suelo de fundación		I/A	

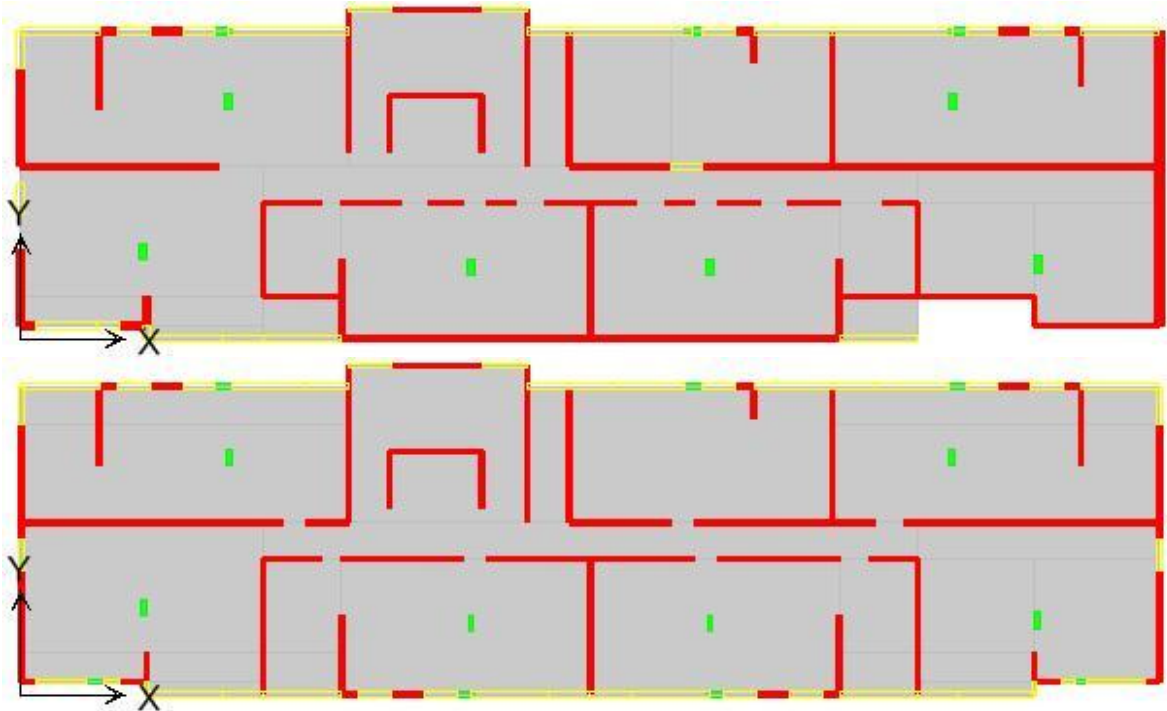


Figura 4.19: Planta primer piso (arriba) y piso tipo (abajo) edificio H7

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.14: Parámetros edificio H7

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	$\Delta\%$
Peso sobre fundaciones [ton]	10,276	10,305	0.28%
Superficie total [m ²]	9,220	9,220	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	1.115	1.118	0.28%
Qmin [ton]	685	618	-9.73%
Qmax [ton]	1,295	1,298	0.28%
Qx [ton]	685	618	-9.84%
Qy [ton]	685	622	-9.26%
Mx [ton-m]	17,181	15,695	-8.65%
My [ton-m]	21,064	18,984	-9.87%
Desplazamiento techo X [cm]	0.86	0.77	-10.47%
Desplazamiento techo Y [cm]	2.26	2.01	-11.06%
Periodo X [seg]	0.5136	0.5127	-0.17%
Periodo Y [seg]	0.8946	0.8815	-1.46%
Periodo RZ [seg]	0.6773	0.6751	-0.33%
Volumen Muros [m ³]	1,482	1,498	1.04%
Área muros X piso tipo [m ²]	14.376	14.376	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	14.97	14.97	0.00%
Área muros X piso 1 [m ²]	19.12	19.12	0.00%
Área muros Y piso 1 [m ²]	15.74	17.60	11.79%
Acero Malla Vertical [ton]	29.31	29.73	1.43%
Acero Punta de Muro [ton]	2.98	2.20	-26.17%
Acero Malla Horizontal [ton]	28.29	28.18	-0.40%
Acero Confinamiento [ton]	-	0.84	-
Acero Muros Total [ton]	60.58	60.95	0.61%

Los factores de reducción para ambas direcciones fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo correspondiente, en este caso, al 6.7% del peso del edificio para el modelo antiguo y 6% para el modelo nuevo.

Muy parecido al caso anterior, al tratarse de un edificio en suelo tipo A, las diferencias entre ambos modelos son mínimas. El aumento del volumen de hormigón en muros en este caso corresponde a un 1% casi en su totalidad debido al confinamiento.

También se ve una pequeña disminución en la cantidad de acero necesaria en la malla horizontal y puntas de muros debido a la menor sollicitación sísmica. La malla vertical muestra un pequeño incremento debido al leve aumento de las cargas estáticas. Todo esto se traduce en un aumento del 0.61% en acero necesario para el modelo nuevo.

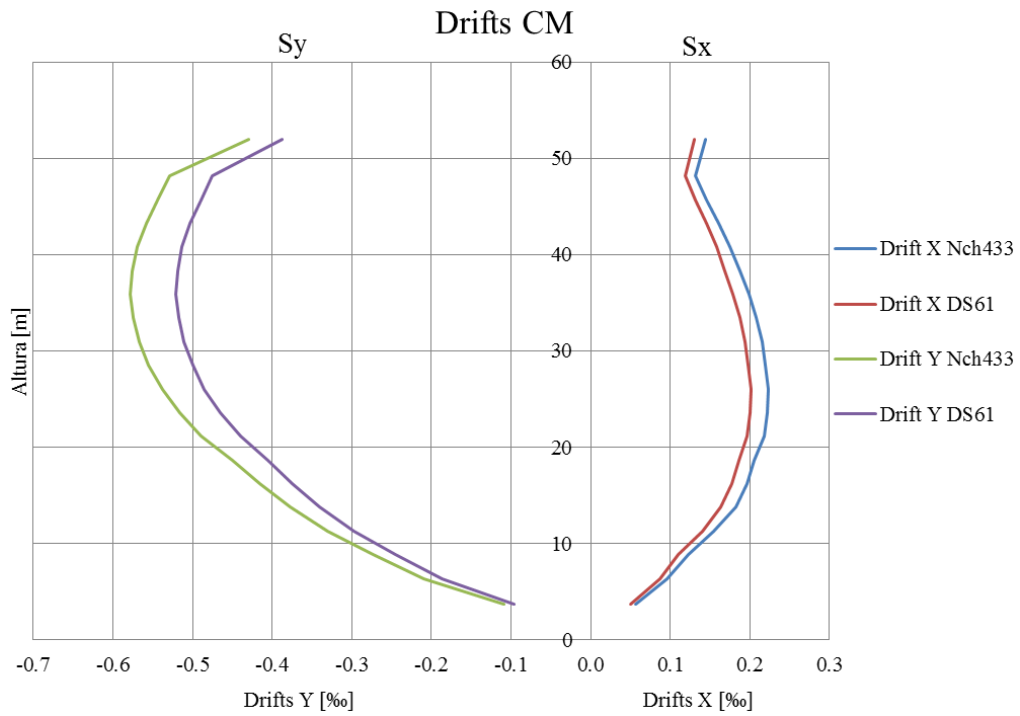


Figura 4.20: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H7

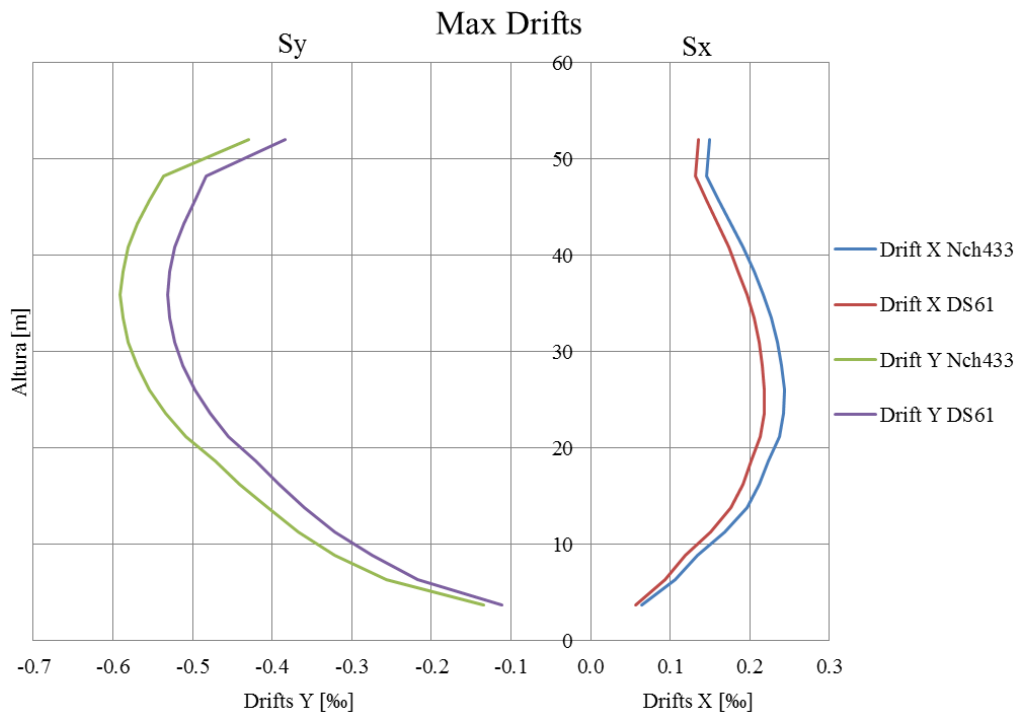


Figura 4.21: Desplazamientos máximos relativos, edificio H7

Se puede ver que las deformaciones disminuyen debido a la menor sollicitación sísmica que actúa sobre el edificio.

4.8. Edificio H8

Tabla 4.15: Información básica para el diseño del edificio H8

Ciudad		Iquique	
Año de Cálculo		2010	
Número de Pisos		28	
Número de Subterráneos		1	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		70.6	
Superficie total [m ²]		13712	
Uso		Habitacional	
Tipología estructural		Muros sísmicos en ambas direcciones	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Habitaciones	0.2
		Pasillos	0.2
		Balcones	0.2
	Subterráneos [ton/m ²]	Estacionamientos	0.4
Tipo de hormigón utilizado		S1-P3	H40
		P4-P5	H35
		P6-P28	H30
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		3	
Tipo de suelo de fundación		I/A	

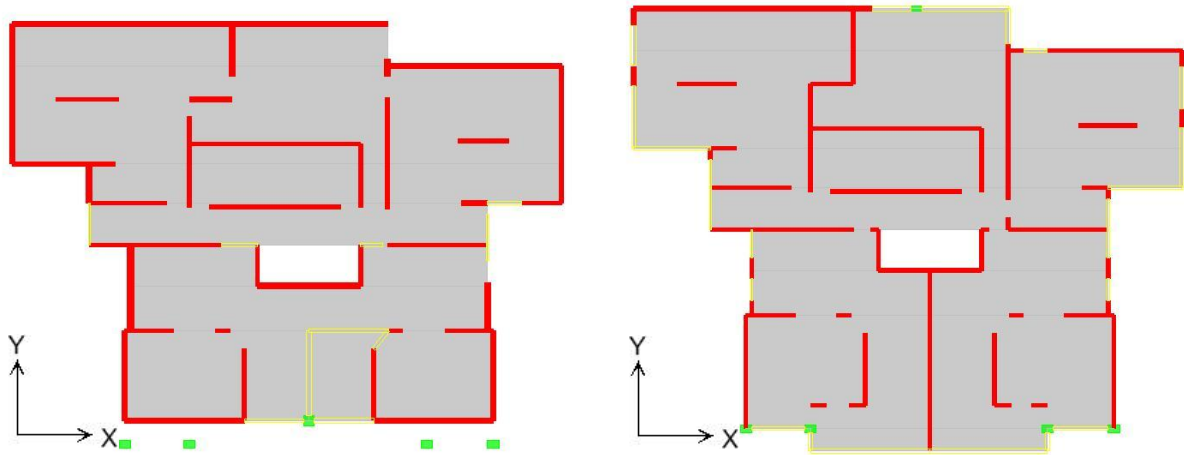


Figura 4.22: Planta primer piso (izquierda) y piso tipo (derecha) edificio H8

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.16: Parámetros edificio H8

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	$\Delta\%$
Peso sobre fundaciones [ton]	12,716	12,742	0.20%
Superficie total [m ²]	13,712	13,712	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	0.927	0.929	0.20%
Qmin [ton]	848	765	-9.82%
Qmax [ton]	1,602	1,606	0.20%
Qx [ton]	848	765	-9.79%
Qy [ton]	848	765	-9.79%
Mx [ton-m]	31,055	26,874	-13.46%
My [ton-m]	31,778	28,437	-10.51%
Desplazamiento techo X [cm]	3.24	2.76	-14.81%
Desplazamiento techo Y [cm]	1.11	3.51	216.22%
Periodo X [seg]	0.8464	0.8462	-0.02%
Periodo Y [seg]	1.2236	1.2234	-0.02%
Periodo RZ [seg]	1.3318	1.3251	-0.51%
Volumen Muros [m ³]	2,125	2,138	0.61%
Área muros X piso tipo [m ²]	15.588	15.588	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	12.61	12.61	0.00%
Área muros X piso 1 [m ²]	24.00	24.51	2.12%
Área muros Y piso 1 [m ²]	16.20	17.33	7.01%
Acero Malla Vertical [ton]	42.03	42.31	0.67%
Acero Punta de Muro [ton]	9.84	7.37	-25.10%
Acero Malla Horizontal [ton]	48.06	45.76	-4.79%
Acero Confinamiento [ton]	-	0.42	-
Acero Muros Total [ton]	99.93	95.86	-4.07%

Los factores de reducción para ambas direcciones fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo correspondiente, en este caso, al 6.7% del peso del edificio para el modelo antiguo y 6% para el modelo nuevo.

Pese a la menor sollicitación por tratarse de un edificio en suelo tipo A, fue necesario aumentar el espesor en algunos muros debido al nuevo límite de carga axial de $0.35f'_cA_g$. El aumento total del volumen de hormigón en muros corresponde a un 0.61%.

El acero necesario en el modelo nuevo corresponde a un 4.07% menos que en el modelo antiguo a pesar de incluir 0.42 toneladas de acero debido al confinamiento. Nuevamente, debido a la menor sollicitación sísmica, se necesita menos refuerzo en la malla horizontal y en las puntas de muro.

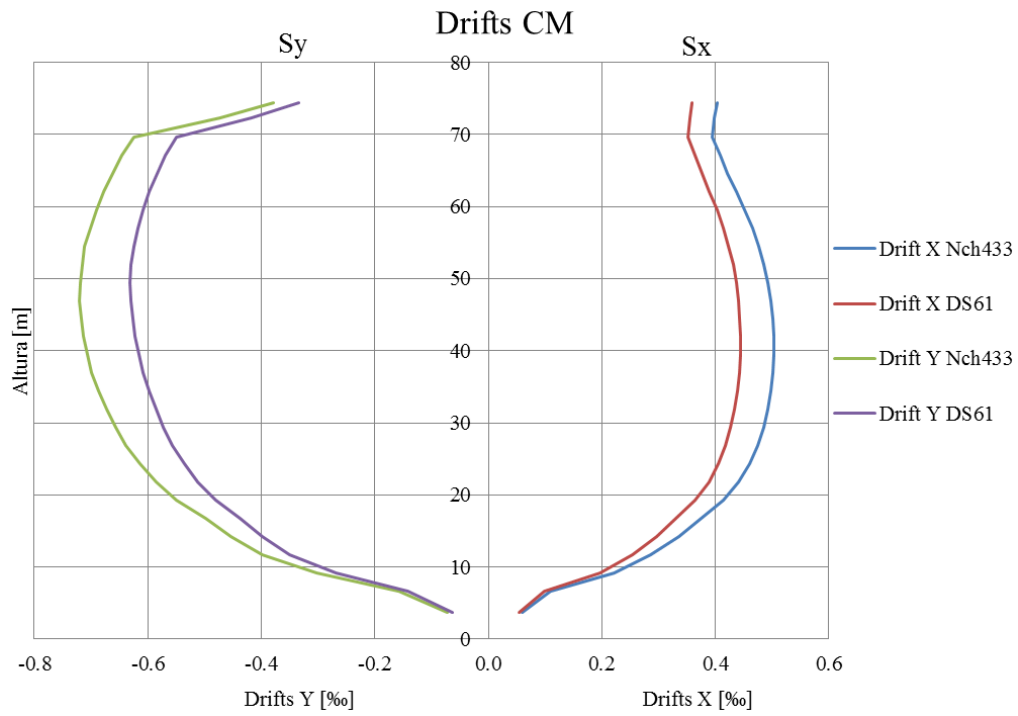


Figura 4.23: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H8

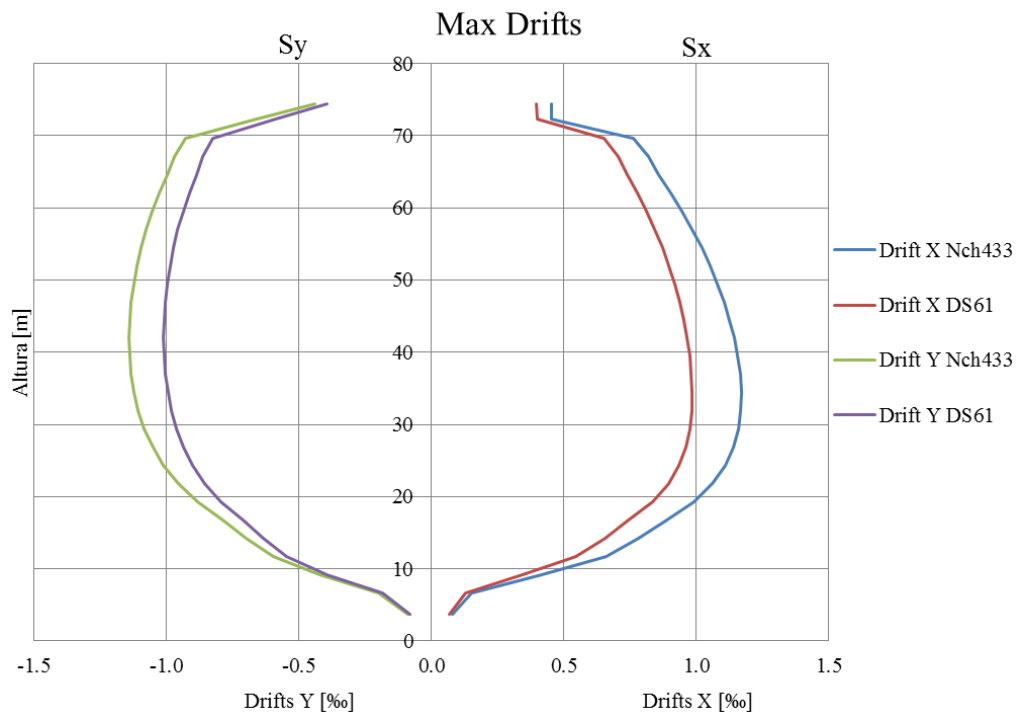


Figura 4.24: Desplazamientos máximos relativos, edificio H8

Se puede ver que las deformaciones disminuyen debido a la menor sollicitación sísmica que actúa sobre el edificio.

4.9. Edificio H9

Tabla 4.17: Información básica para el diseño del edificio H9

Ciudad		Santiago	
Año de Cálculo		2010	
Número de Pisos		30	
Número de Subterráneos		4	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		81.4	
Superficie total [m ²]		29420	
Uso		Habitacional	
Tipología estructural		Muros de corte en ambas direcciones	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Habitaciones	0.2
		Pasillos	0.4
		Balcones	0.2
	Subterráneos [ton/m ²]	Estacionamientos	0.3
Tipo de hormigón utilizado		S4-S2	H50
		S1-P2	H45
		P3-P5	H40
		P6-P9	H35
		P10-P17	H30
		P18-P30	H25
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		2	
Tipo de suelo de fundación		II/B	

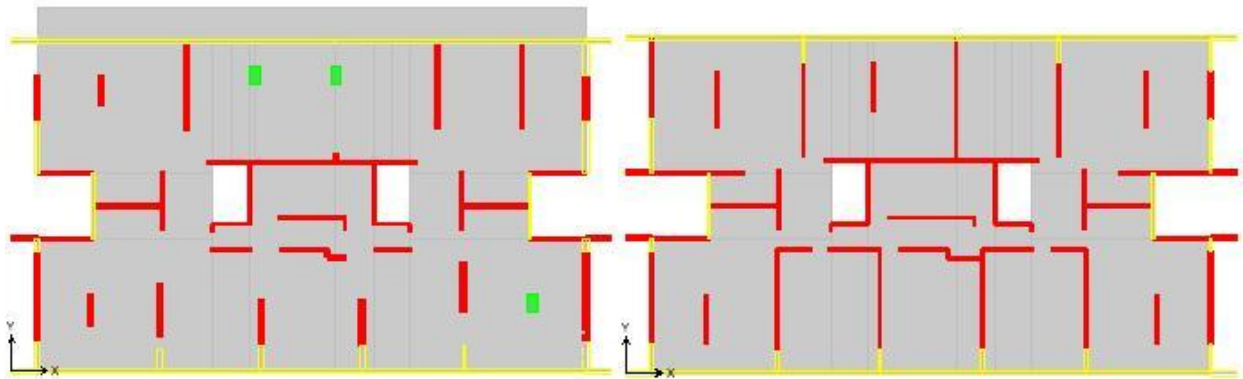


Figura 4.25: Planta primer piso (izquierda) y piso tipo (derecha) edificio H9

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.18: Parámetros edificio H9

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	$\Delta\%$
Peso sobre fundaciones [ton]	32,940	32,998	0.18%
Superficie total [m ²]	29,420	29,420	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	1.120	1.122	0.18%
Qmin [ton]	1,647	1,650	0.18%
Qmax [ton]	3,459	3,465	0.18%
Qx [ton]	1,647	1,652	0.27%
Qy [ton]	1,647	1,649	0.10%
Mx [ton-m]	37,579	37,744	0.44%
My [ton-m]	53,886	54,025	0.26%
Desplazamiento techo X [cm]	4.62	4.61	-0.22%
Desplazamiento techo Y [cm]	4.69	4.69	0.00%
Periodo X [seg]	1.5206	1.5151	-0.36%
Periodo Y [seg]	1.9685	1.9643	-0.21%
Periodo RZ [seg]	2.1412	2.1367	-0.21%
Volumen Muros [m ³]	4,064	4,088	0.60%
Área muros X piso tipo [m ²]	15.321	15.321	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	19.37	19.37	0.00%
Área muros X piso 1 [m ²]	15.18	15.54	2.34%
Área muros Y piso 1 [m ²]	22.76	23.50	3.28%
Acero Malla Vertical [ton]	80.81	81.33	0.64%
Acero Punta de Muro [ton]	10.34	9.07	-12.28%
Acero Malla Horizontal [ton]	96.26	93.63	-2.73%
Acero Confinamiento [ton]	-	0.55	-
Acero Muros Total [ton]	187.41	184.58	-1.51%

Los factores de reducción para ambas direcciones fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo correspondiente, en este caso, al 5% del peso del edificio tanto para el modelo antiguo como para el modelo nuevo.

En este edificio se ve un mínimo aumento del 0.6% en el volumen de hormigón en muros, correspondiente a 24 m³ de los cuales casi 19 m³ corresponden al aumento de espesor en muros debido al confinamiento.

El acero requerido disminuyó en un 1.5%. Se puede ver que debido al aumento de la sección de varios muros, se necesita menos acero en las puntas de muro y en la malla horizontal.

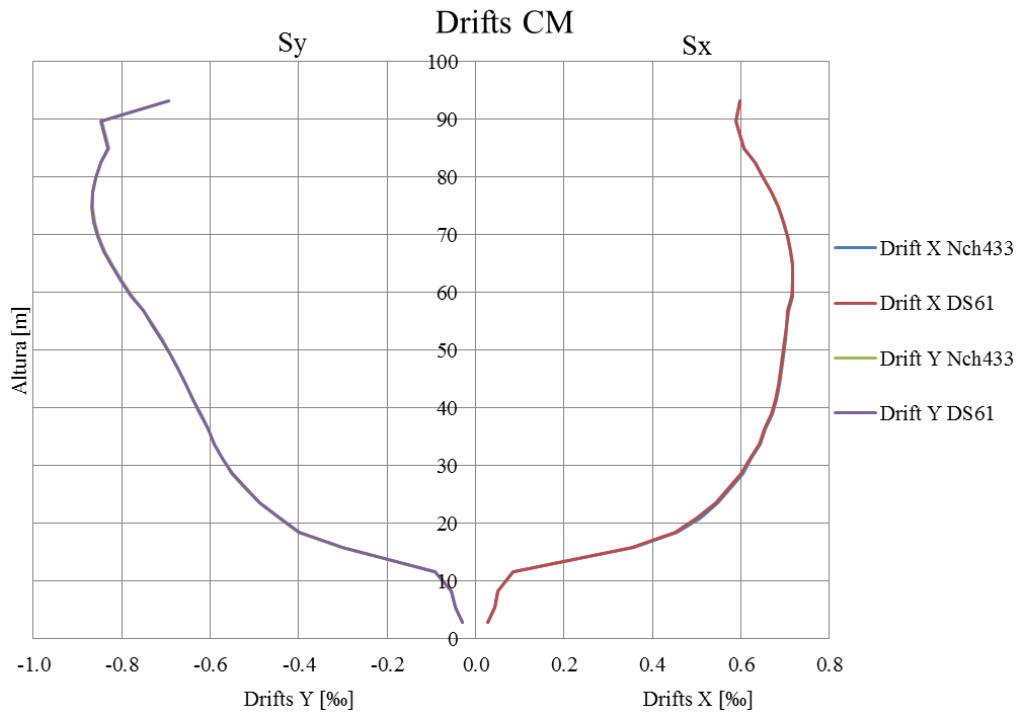


Figura 4.26: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H9

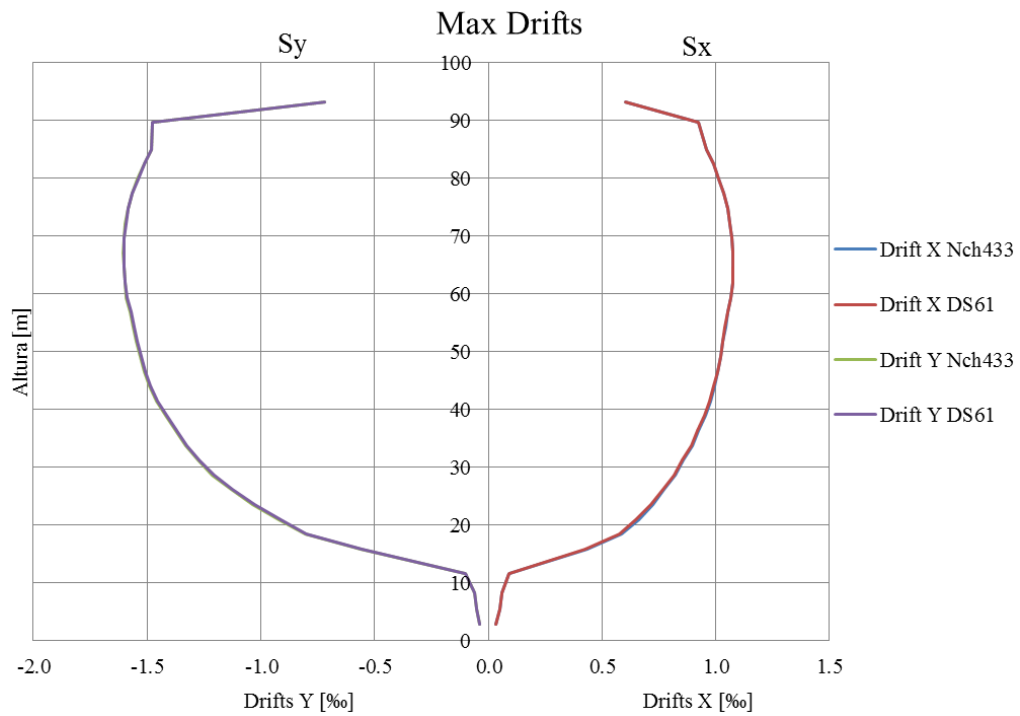


Figura 4.27: Desplazamientos máximos relativos, edificio H9

En este caso, los desplazamientos relativos son prácticamente igual en ambos modelos. Esto se debe a que casi todos los muros mantuvieron la sección del modelo antiguo.

4.10. Edificio H10

Tabla 4.19: Información básica para el diseño del edificio H10

Ciudad		Iquique	
Año de Cálculo		2010	
Número de Pisos		30	
Número de Subterráneos		0	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		76.34	
Superficie total [m ²]		10829	
Uso		Habitacional	
Tipología estructural		Muros sísmicos en ambas direcciones	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Habitaciones	0.2
		Pasillos	0.5
		Balcones	0.3
Tipo de hormigón utilizado		P1-P9	H40
		P10-P30	H35
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		3	
Tipo de suelo de fundación		III/D	

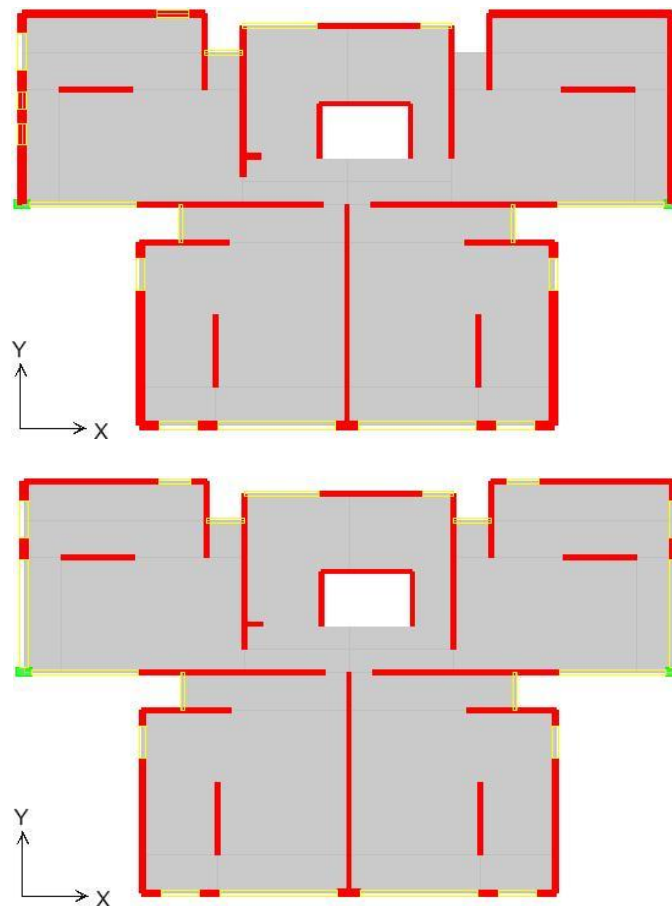


Figura 4.28: Planta primer piso (arriba) y piso tipo (abajo) edificio H10

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.20: Parámetros edificio H10

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	$\Delta\%$
Peso sobre fundaciones [ton]	10,798	10,974	1.63%
Superficie total [m ²]	10,829	10,829	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	0.997	1.013	1.63%
Qmin [ton]	720	878	21.95%
Qmax [ton]	1,814	1,844	1.63%
Qx [ton]	720	877	21.74%
Qy [ton]	722	884	22.42%
Mx [ton-m]	34,340	41,264	20.16%
My [ton-m]	34,667	41,768	20.48%
Desplazamiento techo X [cm]	4.86	5.60	15.23%
Desplazamiento techo Y [cm]	6.00	6.94	15.67%
Periodo X [seg]	1.2628	1.2338	-2.30%
Periodo Y [seg]	1.3040	1.2765	-2.11%
Periodo RZ [seg]	0.9288	0.9162	-1.36%
Volumen Muros [m ³]	1,835	1,924	4.81%
Área muros X piso tipo [m ²]	11.897	11.897	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	12.15	12.15	0.00%
Área muros X piso 1 [m ²]	13.52	19.10	41.30%
Área muros Y piso 1 [m ²]	16.43	20.86	26.95%
Acero Malla Vertical [ton]	36.42	38.32	5.22%
Acero Punta de Muro [ton]	13.58	23.27	71.35%
Acero Malla Horizontal [ton]	38.68	43.98	13.70%
Acero Confinamiento [ton]	-	17.23	-
Acero Muros Total [ton]	88.68	122.80	38.48%

Los factores de reducción para ambas direcciones fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo correspondiente, en este caso, al 6.7% del peso del edificio para el modelo antiguo y 6% para el modelo nuevo.

El tipo de suelo de este edificio corresponde al tipo D por lo que el corte basal mínimo aumenta en más de un 20% con respecto al modelo antiguo. Debido a esto se requieren importantes aumentos en el volumen de hormigón necesario y en las toneladas de acero requeridas en el diseño del modelo nuevo.

El volumen de hormigón aumentó en un 4.8% que corresponde a 88 m³. De este volumen, solamente 3 m³ fueron necesarios para cumplir con los requisitos de corte y de carga axial en los muros debido a las nuevas solicitaciones, mientras que los 85 m³ restantes son atribuidos al espesor mínimo para elementos de borde de muros confinados.

En el caso del acero de refuerzos, el aumento alcanzó el 38.48% donde aproximadamente la mitad corresponde al acero necesario para el confinamiento normativo de muros.

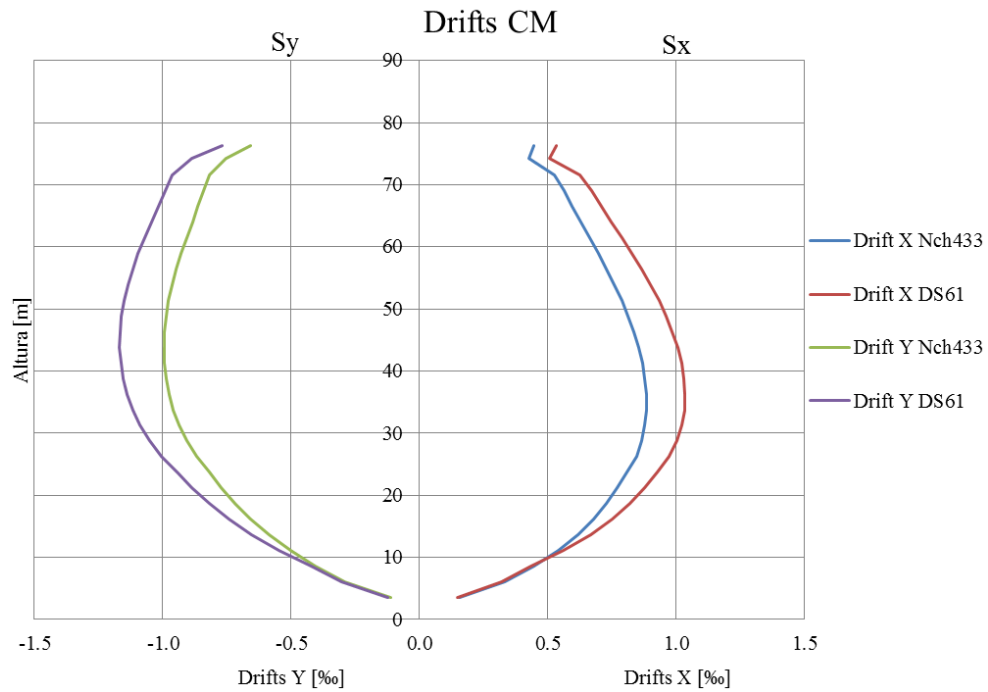


Figura 4.29: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H10

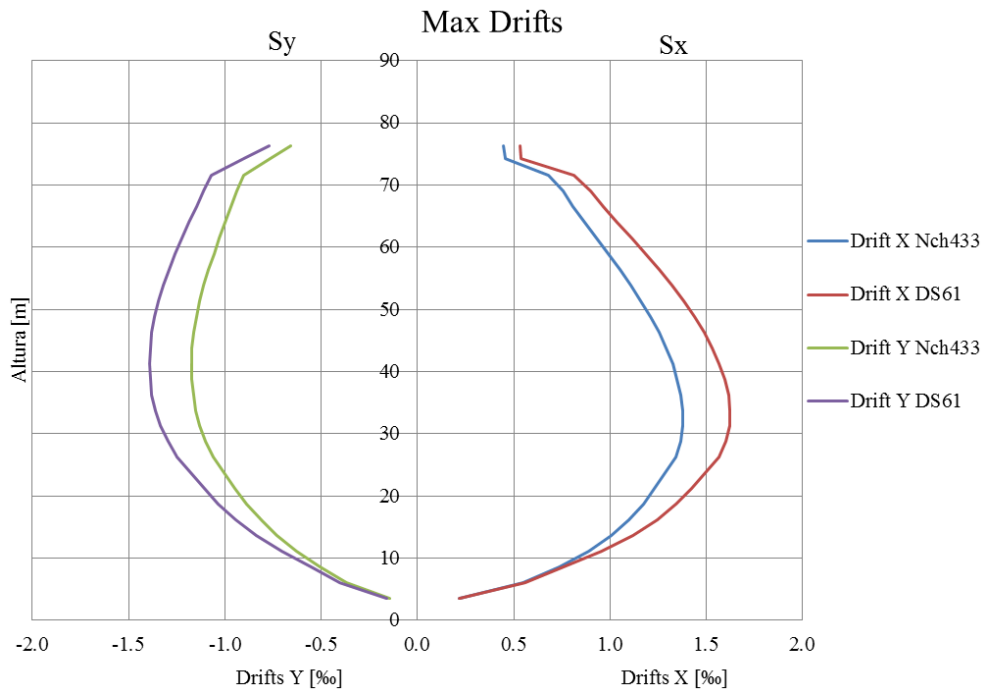


Figura 4.30: Desplazamientos máximos relativos, edificio H10

Los desplazamientos entre piso aumentaron con respecto al modelo antiguo y es atribuible a la mayor sollicitación sísmica que actúa sobre el edificio. De todos modos no se sobrepasan los límites impuestos por el punto 5.9 de la norma Nch433.

4.11. Edificio H11

Tabla 4.21: Información básica para el diseño del edificio H11

Ciudad		Antofagasta	
Año de Cálculo		2010	
Número de Pisos		24	
Número de Subterráneos		1	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		61.24	
Superficie total [m ²]		14701	
Uso		Habitacional	
Tipología estructural		Muros sísmicos en ambas direcciones	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Habitaciones	0.2
		Pasillos	0.5
		Balcones	0.5
	Subterráneos [ton/m ²]	Estacionamientos	0.5
Tipo de hormigón utilizado	S1-P1		H35
	P2-P24		H30
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		3	
Tipo de suelo de fundación		I/A	

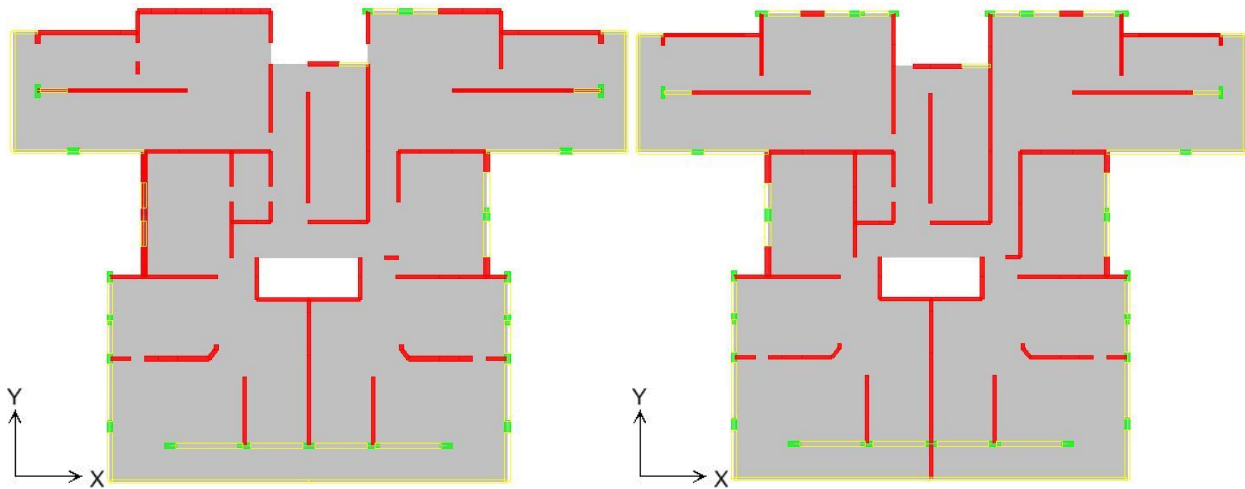


Figura 4.31: Planta primer piso (izquierda) y piso tipo (derecha) edificio H11

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.22: Parámetros edificio H11

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	$\Delta\%$
Peso sobre fundaciones [ton]	13,631	13,734	0.76%
Superficie total [m ²]	14,701	14,701	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	0.927	0.934	0.76%
Qmin [ton]	909	824	-9.32%
Qmax [ton]	1,718	1,731	0.76%
Qx [ton]	910	827	-9.04%
Qy [ton]	910	826	-9.20%
Mx [ton-m]	30,625	27,703	-9.54%
My [ton-m]	30,514	27,360	-10.33%
Desplazamiento techo X [cm]	3.59	3.01	-16.16%
Desplazamiento techo Y [cm]	2.12	1.88	-11.32%
Periodo X [seg]	1.2501	1.2273	-1.82%
Periodo Y [seg]	0.8883	0.8817	-0.75%
Periodo RZ [seg]	0.7630	0.7543	-1.14%
Volumen Muros [m ³]	2,048	2,099	2.49%
Área muros X piso tipo [m ²]	15.608	15.608	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	16.37	16.37	0.00%
Área muros X piso 1 [m ²]	19.21	23.09	20.20%
Área muros Y piso 1 [m ²]	14.80	15.26	3.13%
Acero Malla Vertical [ton]	40.54	41.64	2.71%
Acero Punta de Muro [ton]	6.73	4.01	-40.42%
Acero Malla Horizontal [ton]	42.46	41.60	-2.03%
Acero Confinamiento [ton]	-	1.85	-
Acero Muros Total [ton]	89.73	89.10	-0.71%

Los factores de reducción para ambas direcciones fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo correspondiente, en este caso, al 6.7% del peso del edificio para el modelo antiguo y 6% para el modelo nuevo.

Al igual que en otros casos de edificios en suelo tipo A, fue necesario aumentar el espesor en algunos muros debido a los espesores mínimos requeridos para al confinamiento de los elementos de borde. El aumento total del volumen de hormigón en muros corresponde a un 2.5%, que es bastante más que lo observado en otros edificios en este tipo de suelo, donde los incrementos fueron de entre 0.5 a 1%.

El acero necesario en el modelo nuevo corresponde a un 0.71% menos que en el modelo antiguo a pesar de incluir 1.85 toneladas de acero debido al confinamiento, que corresponden al 1.9% del acero total del modelo antiguo. Nuevamente, debido a la menor sollicitación sísmica, se necesita menos refuerzo en la malla horizontal y en las puntas de muro.

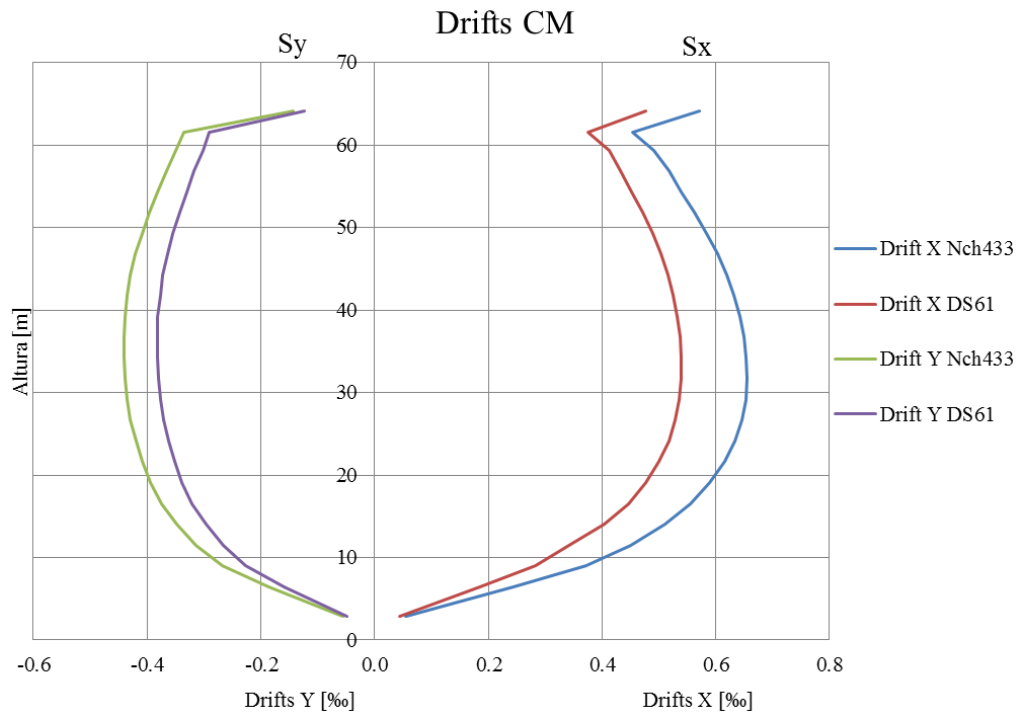


Figura 4.32: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H11

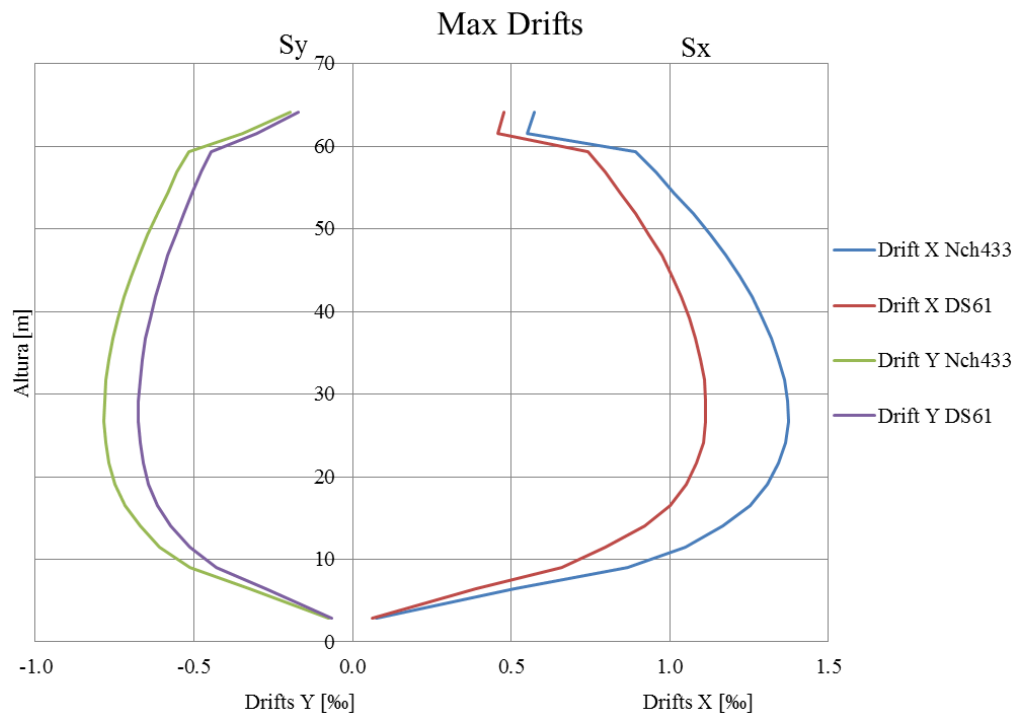


Figura 4.33: Desplazamientos máximos relativos, edificio H11

Los desplazamientos se reducen a cerca del 90% al igual que en los otros casos en tipo de suelo A.

4.12. Edificio H12

Tabla 4.23: Información básica para el diseño del edificio H12

Ciudad		Santiago	
Año de Cálculo		2010	
Número de Pisos		20	
Número de Subterráneos		5	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		50.5	
Superficie total [m ²]		19256	
Uso		Habitacional	
Tipología estructural		Muros sísmicos en ambas direcciones	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Habitaciones	0.2
		Pasillos	0.5
		Balcones	0.3
	Subterráneos [ton/m ²]	Estacionamientos	0.5
Tipo de hormigón utilizado		S5-P1	H35
		P2-P20	H30
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		2	
Tipo de suelo de fundación		III/D	

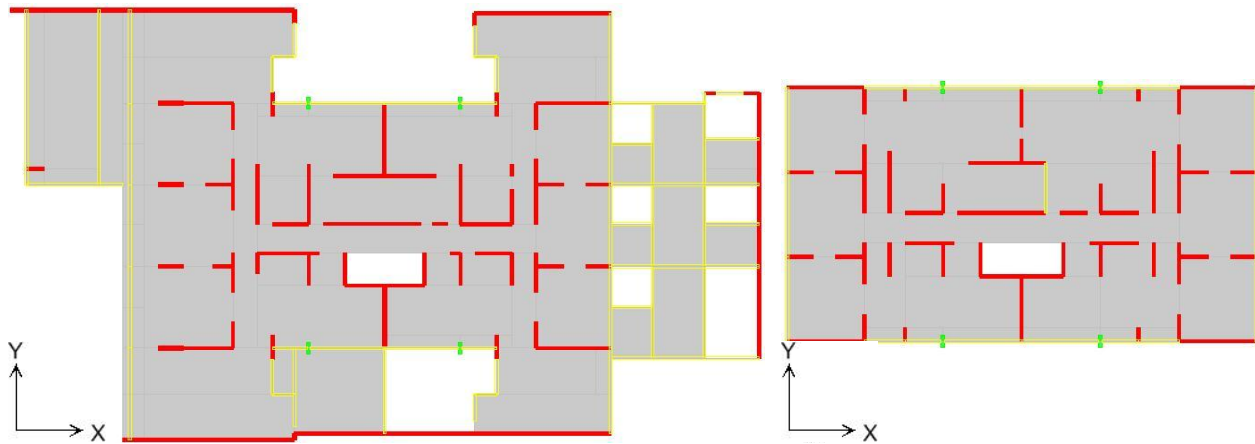


Figura 4.34: Planta primer piso (izquierda) y piso tipo (derecha) edificio H12

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.24: Parámetros edificio H12

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	$\Delta\%$
Peso [ton]	18,935	19,876	4.97%
Superficie total [m ²]	19,256	19,256	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	0.983	1.032	4.97%
Qmin [ton]	947	1,193	25.96%
Qe/R* [ton]	1,121	1,430	27.50%
Qmax [ton]	2,386	2,504	4.97%
Qx [ton]	1,121	1,430	27.53%
Qy [ton]	948	1,193	25.85%
Mx [ton-m]	34,425	41,676	21.06%
My [ton-m]	46,906	59,318	26.46%
Desplazamiento techo X [cm]	2.76	3.25	17.75%
Desplazamiento techo Y [cm]	5.53	6.09	10.13%
Periodo X [seg]	0.6976	0.6721	-3.66%
Periodo Y [seg]	1.2297	1.1724	-4.65%
Periodo RZ [seg]	0.0743	0.0727	-2.06%
Volumen Muros [m ³]	2,689	3,097	15.19%
Área muros X piso tipo [m ²]	12.93	12.93	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	11.74	11.74	0.00%
Área muros X piso 1 [m ²]	30.91	36.37	17.66%
Área muros Y piso 1 [m ²]	19.77	27.62	39.73%
Acero Malla Vertical [ton]	53.11	61.97	16.68%
Acero Punta de Muro [ton]	9.47	15.86	67.44%
Acero Malla Horizontal [ton]	56.53	68.55	21.27%
Acero Confinamiento [ton]	-	15.53	-
Acero Muros Total [ton]	119.10	161.91	35.94%

Los factores de reducción para la dirección X fueron determinados con la expresión (6-10) del capítulo 6 de la norma Nch433, obteniendo un corte de diseño de 5.9% del peso del edificio para el modelo antiguo y 7.2% para el modelo nuevo. En la dirección Y fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo correspondiente, en este caso, al 5% del peso del edificio para el modelo antiguo y 6% para el modelo nuevo.

El volumen de hormigón aumentó en un 15.2% que corresponde a 408 m³, donde cerca del 73% de este aumento se debe al confinamiento.

En el caso del acero de refuerzos, el aumento alcanzó el 35.94% donde más de un tercio corresponde al acero necesario para el confinamiento de muros.

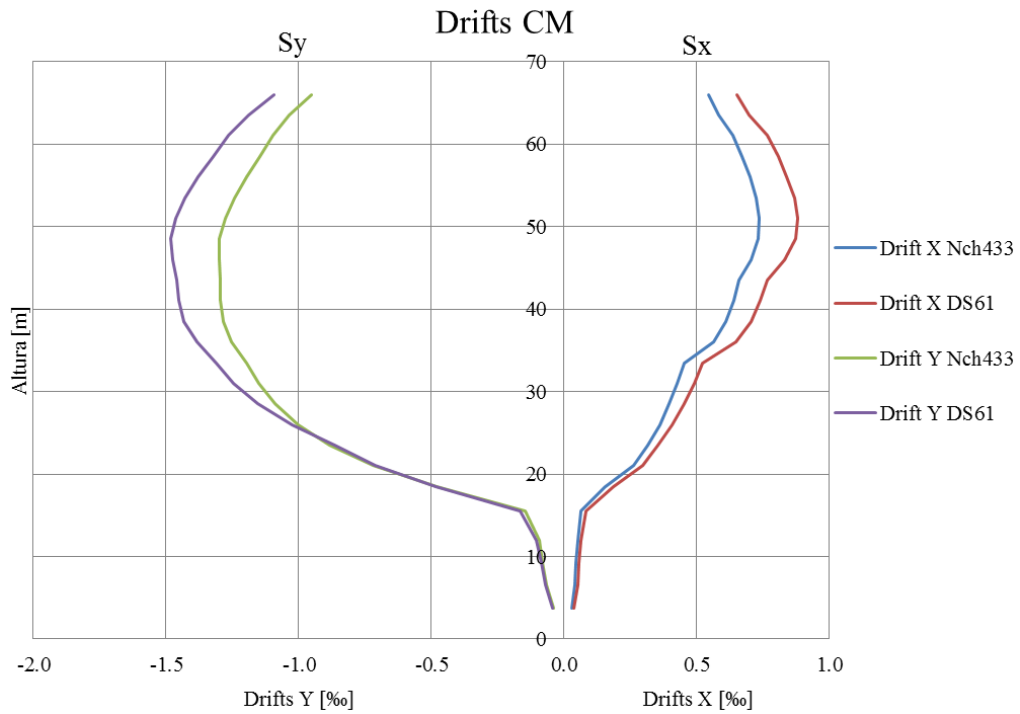


Figura 4.35: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H12

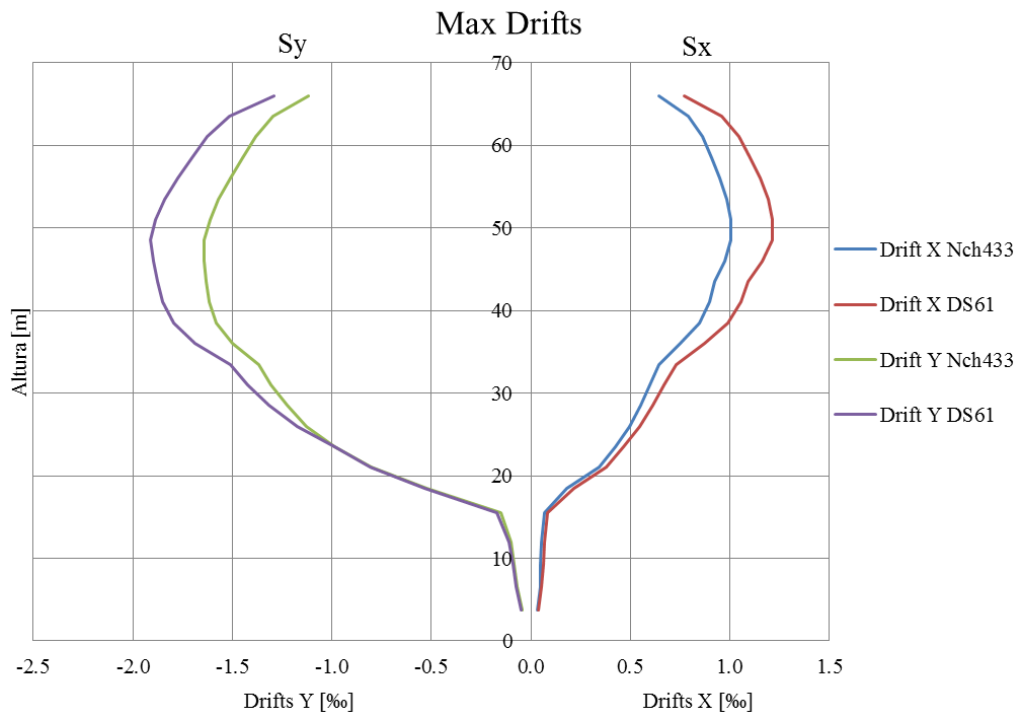


Figura 4.36: Desplazamientos máximos relativos, edificio H12

Los desplazamientos entre piso aumentaron con respecto al modelo antiguo y es atribuible a la mayor sollicitación sísmica que actúa sobre el edificio. De todos modos no se sobrepasan los límites impuestos por el punto 5.9 de la norma Nch433.

4.13. Edificio H13

Tabla 4.25: Información básica para el diseño del edificio H13

Ciudad		Santiago	
Año de Cálculo		2010	
Número de Pisos		24	
Número de Subterráneos		3	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		61.1	
Superficie total [m ²]		23088	
Uso		Habitacional	
Tipología estructural		Muros sísmicos en ambas direcciones	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Habitaciones	0.2
		Pasillos	0.2
		Balcones	0.3
	Subterráneos [ton/m ²]	Estacionamientos	0.3
Tipo de hormigón utilizado		S3-S1	H40
		P1-P3	H35
		P4-P24	H30
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		2	
Tipo de suelo de fundación		II/B	

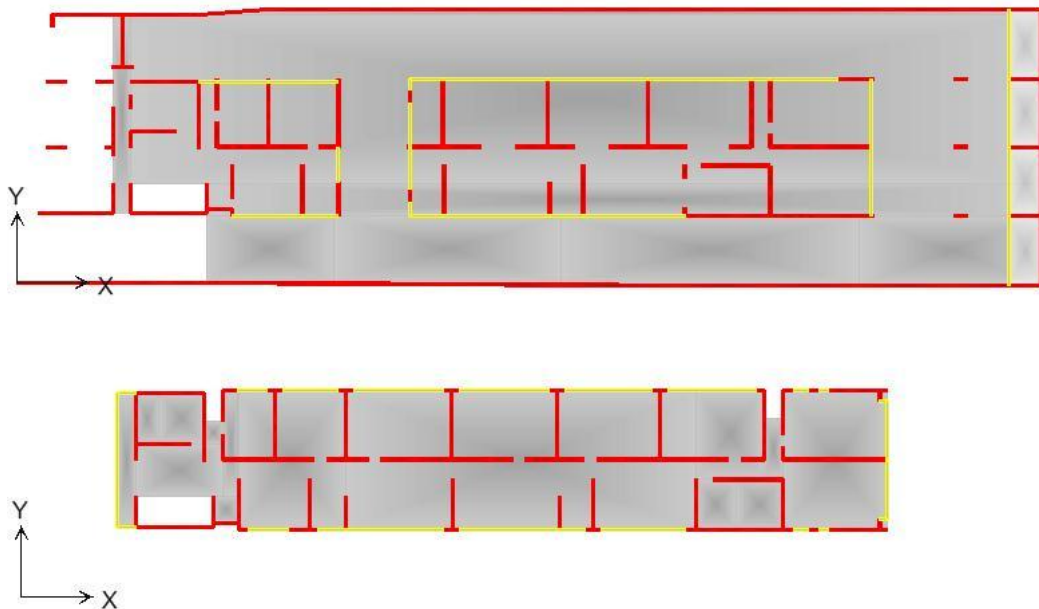


Figura 4.37: Planta primer piso (arriba) y piso tipo (abajo) edificio H13

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.26: Parámetros edificio H13

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	$\Delta\%$
Peso sobre fundaciones [ton]	24,516	24,797	1.15%
Superficie total [m ²]	23,088	23,088	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	1.062	1.074	1.15%
Qmin [ton]	1,226	1,240	1.15%
Qmax [ton]	2,574	2,604	1.15%
Qx [ton]	1,226	1,241	1.20%
Qy [ton]	1,227	1,240	1.05%
Mx [ton-m]	29,508	30,624	3.78%
My [ton-m]	48,365	48,847	1.00%
Desplazamiento techo X [cm]	1.34	1.34	0.00%
Desplazamiento techo Y [cm]	6.81	6.47	-4.99%
Periodo X [seg]	0.6538	0.6482	-0.86%
Periodo Y [seg]	1.4609	1.4038	-3.91%
Periodo RZ [seg]	1.0440	1.0252	-1.80%
Volumen Muros [m ³]	3,846	3,935	2.33%
Área muros X piso tipo [m ²]	22.117	22.117	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	16.79	16.79	0.00%
Área muros X piso 1 [m ²]	61.08	61.08	0.00%
Área muros Y piso 1 [m ²]	29.74	32.70	9.93%
Acero Malla Vertical [ton]	76.28	78.24	2.57%
Acero Punta de Muro [ton]	8.24	7.56	-8.25%
Acero Malla Horizontal [ton]	78.03	79.40	1.75%
Acero Confinamiento [ton]	-	3.57	-
Acero Muros Total [ton]	162.55	168.76	3.83%

Los factores de reducción para ambas direcciones fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo, correspondiente al 5% del peso del edificio para ambos modelos.

En este caso se puede ver que el aumento del volumen de hormigón corresponde al 2.3%. En cuanto a la cantidad de acero requeridas por el nuevo diseño corresponde a 3.83% mas que en el modelo antiguo. La mitad de este aumento se debe al confinamiento.

Se ve un aumento en el área de corte en el sentido Y del edificio en el primer piso (9.9%) mientras que en X la densidad de muros no cambia. Hacia los pisos superiores no se realizaron mayores modificaciones en los espesores de muros.

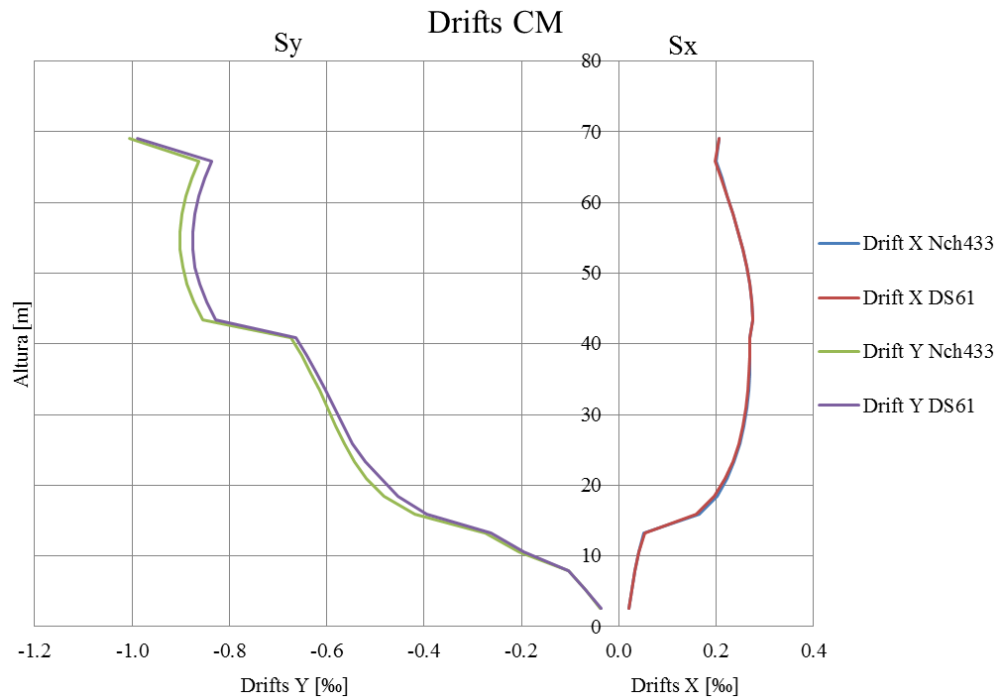


Figura 4.38: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H13

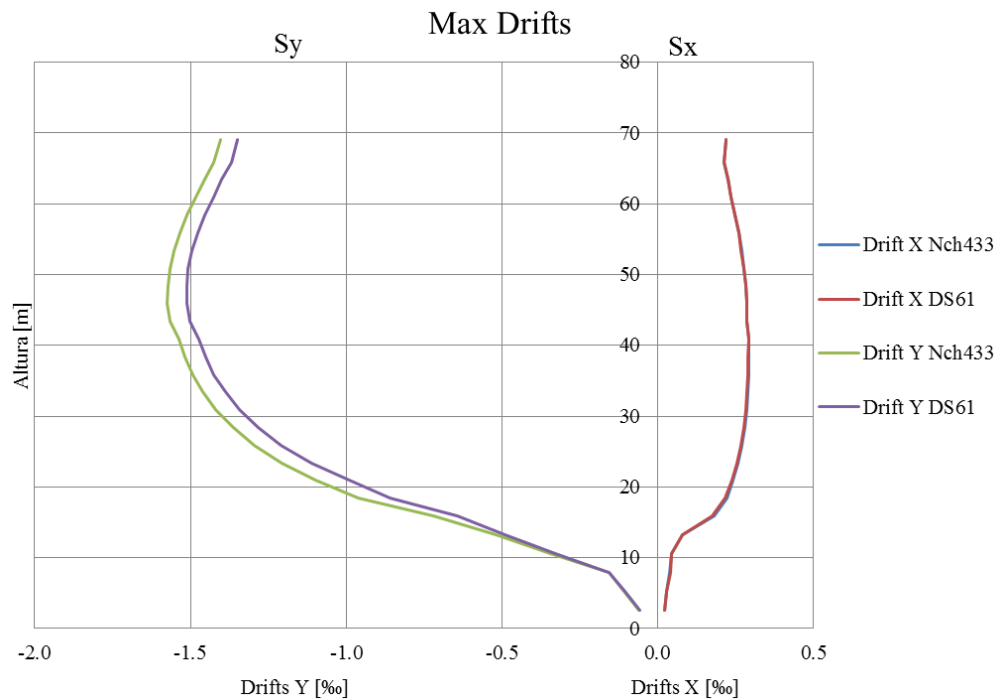


Figura 4.39: Desplazamientos máximos relativos, edificio H13

El tipo de suelo de fundación de este edificio corresponde a un suelo Tipo B, por lo que el espectro de diseño no cambia con respecto al modelo antiguo, pero debido a los esfuerzos de compresión y necesidad de confinar algunos muros, se aumentaron espesores que generaron una mayor rigidez y masa del edificio. Esto se refleja en menores desplazamientos relativos principalmente en el sentido Y.

4.14. Edificio H14

Tabla 4.27: Información básica para el diseño del edificio H14

Ciudad		Santiago	
Año de Cálculo		2011	
Número de Pisos		24	
Número de Subterráneos		3	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		69.86	
Superficie total [m ²]		21187	
Uso		Habitacional	
Tipología estructural		Muros sísmicos en ambas direcciones	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Habitaciones	0.2
		Pasillos	0.5
		Balcones	0.5
	Subterráneos [ton/m ²]	Estacionamientos	0.5
Tipo de hormigón utilizado		S3-P10	H40
		P11-P15	H35
		P16-P25	H30
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		2	
Tipo de suelo de fundación		II/B	

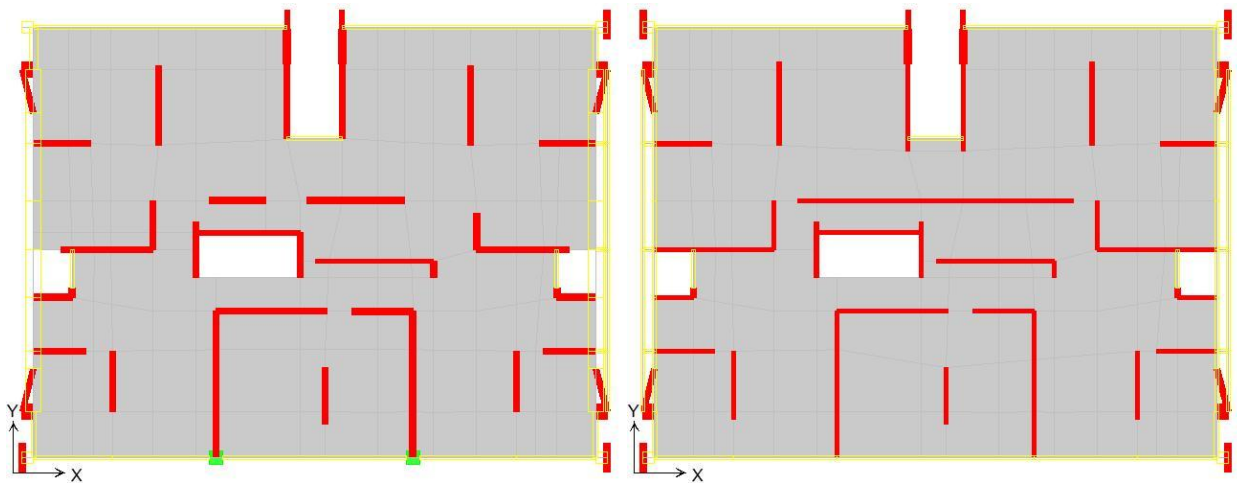


Figura 4.40: Planta primer piso (izquierda) y piso tipo (derecha) edificio H14

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.28: Parámetros edificio H14

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	$\Delta\%$
Peso sobre fundaciones [ton]	22,091	22,116	0.11%
Superficie total [m ²]	21,187	21,187	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	1.043	1.044	0.11%
Qmin [ton]	1,105	1,106	0.11%
Qmax [ton]	2,320	2,322	0.11%
Qx [ton]	1,105	1,106	0.10%
Qy [ton]	1,105	1,106	0.06%
Mx [ton-m]	32,201	32,271	0.22%
My [ton-m]	36,611	36,614	0.01%
Desplazamiento techo X [cm]	3.74	3.72	-0.53%
Desplazamiento techo Y [cm]	5.34	5.30	-0.75%
Periodo X [seg]	1.1649	1.1613	-0.30%
Periodo Y [seg]	1.5317	1.5238	-0.52%
Periodo RZ [seg]	1.8673	1.8629	-0.24%
Volumen Muros [m ³]	3,007	3,016	0.32%
Área muros X piso tipo [m ²]	14.952	14.952	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	18.46	18.46	0.00%
Área muros X piso 1 [m ²]	18.43	18.43	0.00%
Área muros Y piso 1 [m ²]	22.27	22.27	0.00%
Acero Malla Vertical [ton]	60.01	60.23	0.37%
Acero Punta de Muro [ton]	14.12	14.14	0.14%
Acero Malla Horizontal [ton]	66.26	66.29	0.05%
Acero Confinamiento [ton]	-	4.03	-
Acero Muros Total [ton]	140.39	144.69	3.06%

Los factores de reducción para ambas direcciones fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo, correspondiente al 5% del peso del edificio para ambos modelos.

Este edificio muestra poca variación entre el modelo antiguo y el nuevo. El aumento de volumen de hormigón corresponde al 0.3% respecto al modelo antiguo y esto es atribuible completamente al confinamiento de los elementos de borde de muros.

El confinamiento genera un aumento del 2.8% en el tonelaje de acero, y considerando las mallas y la puntas de muros, este llega a 3.06%

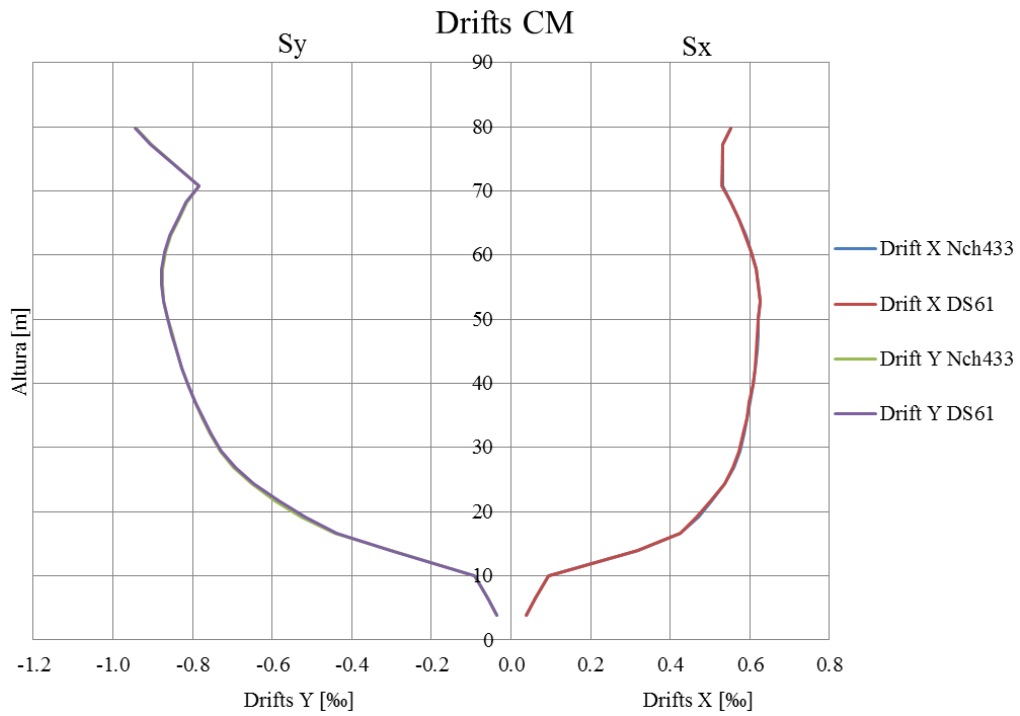


Figura 4.41: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio H14

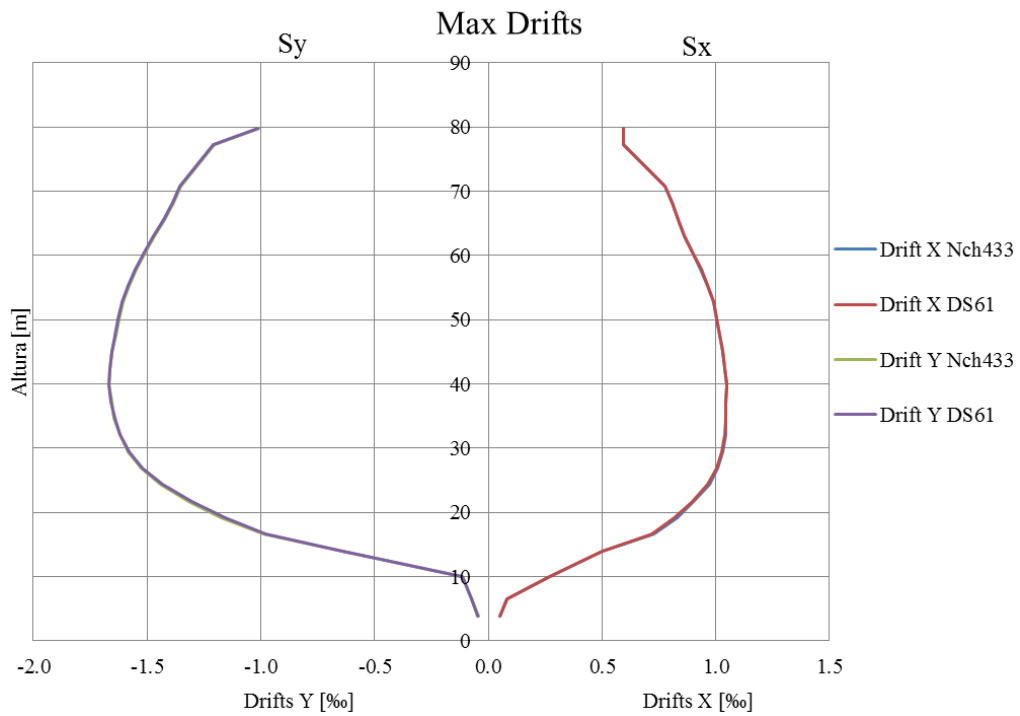


Figura 4.42: Desplazamientos máximos relativos, edificio H14

En este caso, los desplazamientos relativos son prácticamente igual en ambos modelos. Esto se debe a que casi todos los muros mantuvieron la sección del modelo antiguo.

4.15. Edificio O1

Tabla 4.29: Información básica para el diseño del edificio O1

Ciudad		Santiago	
Año de Cálculo		2006	
Número de Pisos		25	
Número de Subterráneos		8	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		81.4	
Superficie total [m ²]		44819	
Uso		Oficinas	
Tipología estructural		Núcleo de hormigón armado y un sistema de vigas y columnas perimetrales	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Oficinas	0.3
		Pasillos	0.3
	Subterráneos [ton/m ²]	Estacionamientos	0.5
Tipo de hormigón utilizado		S8-P25	H40
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		2	
Tipo de suelo de fundación		II/B	

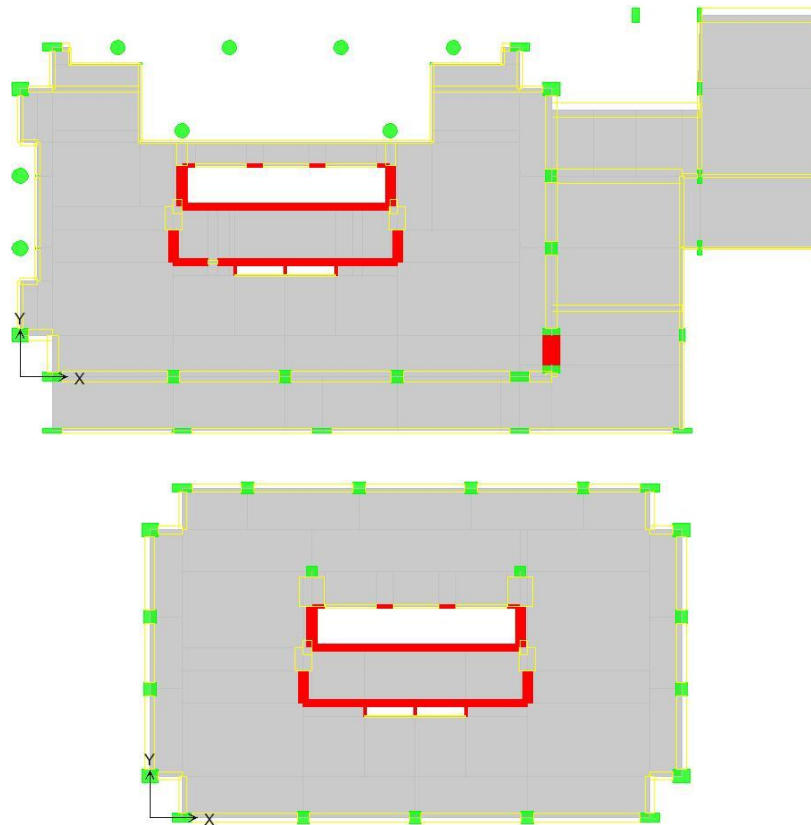


Figura 4.43: Planta primer piso (arriba) y piso tipo (abajo) edificio O1

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.30: Parámetros edificio O1

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	
Peso sobre fundaciones [ton]	49,920	49,920	0.00%
Superficie total [m ²]	44,819	44,819	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	1.114	1.114	0.00%
Qmin [ton]	2,496	2,496	0.00%
Qmax [ton]	5,242	5,242	0.00%
Qx [ton]	2,496	2,496	0.00%
Qy [ton]	2,497	2,497	0.00%
Mx [ton-m]	48,870	48,870	0.00%
My [ton-m]	68,225	68,225	0.00%
Desplazamiento techo X [cm]	2.29	2.29	0.00%
Desplazamiento techo Y [cm]	3.21	3.21	0.00%
Periodo X [seg]	1.3960	1.3960	0.00%
Periodo Y [seg]	2.5994	2.5994	0.00%
Periodo RZ [seg]	1.7474	1.7474	0.00%
Volumen Muros [m ³]	4,995	4,995	0.00%
Área muros X piso tipo [m ²]	16.42	16.42	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	7.81	7.81	0.00%
Área muros X piso 1 [m ²]	16.06	16.06	0.00%
Área muros Y piso 1 [m ²]	12.69	12.69	0.00%
Acero Malla Vertical [ton]	102.23	102.23	0.00%
Acero Punta de Muro [ton]	1.52	1.52	0.00%
Acero Malla Horizontal [ton]	132.21	132.21	0.00%
Acero Confinamiento [ton]	-	1.83	-
Acero Muros Total [ton]	235.96	237.79	0.78%

Los factores de reducción para ambas direcciones fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo, correspondiente al 5% del peso del edificio para ambos modelos.

Se puede ver que este edificio no presenta ningún cambio en cuanto al volumen de hormigón ni de acero de mallas y puntas de muro requerido en ambos modelos. El único cambio corresponde a 1.83 toneladas de acero necesarias en el confinamiento de muros en el modelo nuevo, que corresponde a un aumento del 0.8%.

A diferencia de los edificios habitacionales ubicados en zona 2 con suelo tipo B vistos anteriormente, este edificio de oficinas tiene una tipología estructural distinta, que se basa en un núcleo de muros de hormigón de espesores de 50 y 70 cms y un sistema de columnas y vigas perimetrales. Los muros de este núcleo cumplen con los requisitos de carga axial, corte y dimensiones para confinar, por lo que no fue necesario realizar ninguna modificación.

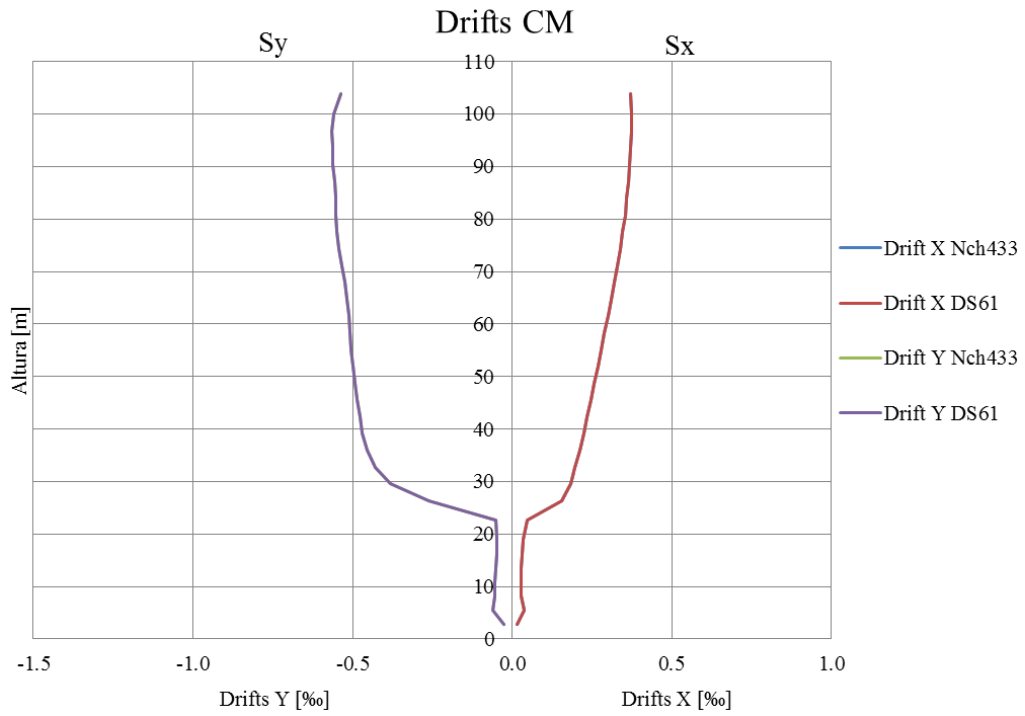


Figura 4.44: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio O1

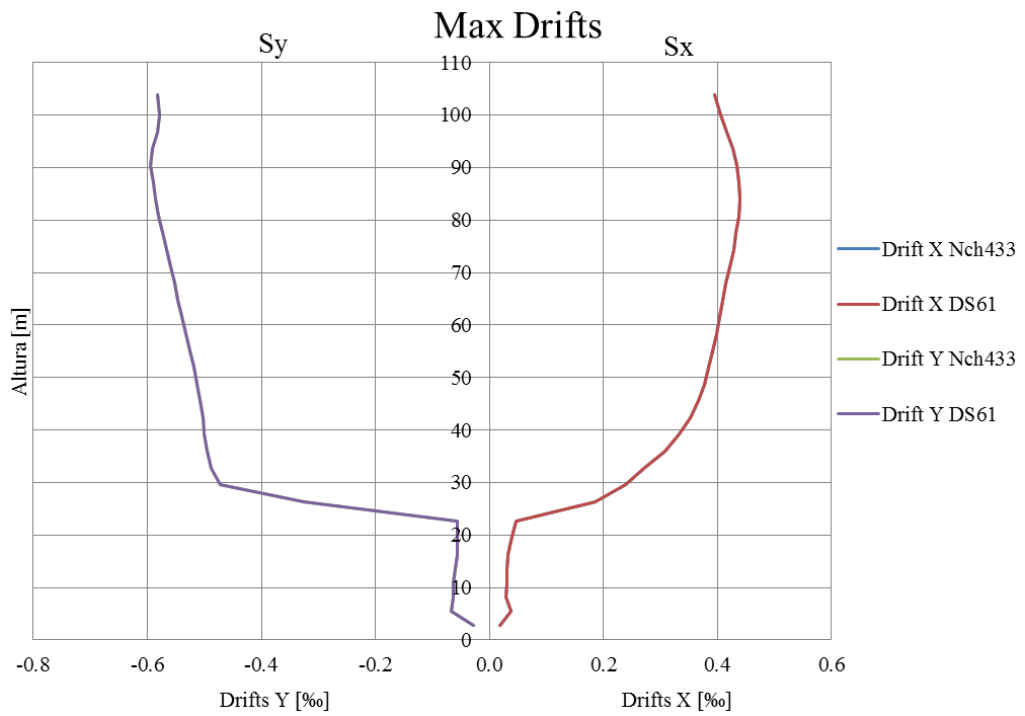


Figura 4.45: Desplazamientos máximos relativos, edificio O1

Debido a que no hay diferencias entre los modelos, los desplazamientos relativos son exactamente los mismos, cumpliéndose en ambos casos los requisitos de deformaciones sísmicas del punto 5.9 de la norma Nch433.

4.16. Edificio O2

Tabla 4.31: Información básica para el diseño del edificio O2

Ciudad		Santiago	
Año de Cálculo		2008	
Número de Pisos		19	
Número de Subterráneos		7	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		59.91	
Superficie total [m ²]		18413	
Uso		Oficinas	
Tipología estructural		Núcleo de hormigón armado y un sistema de vigas y columnas perimetrales	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Oficinas	0.25
		Pasillos	0.25
	Subterráneos [ton/m ²]	Estacionamientos	0.50
Tipo de hormigón utilizado		S7-P19	H35
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		2	
Tipo de suelo de fundación		II/B	

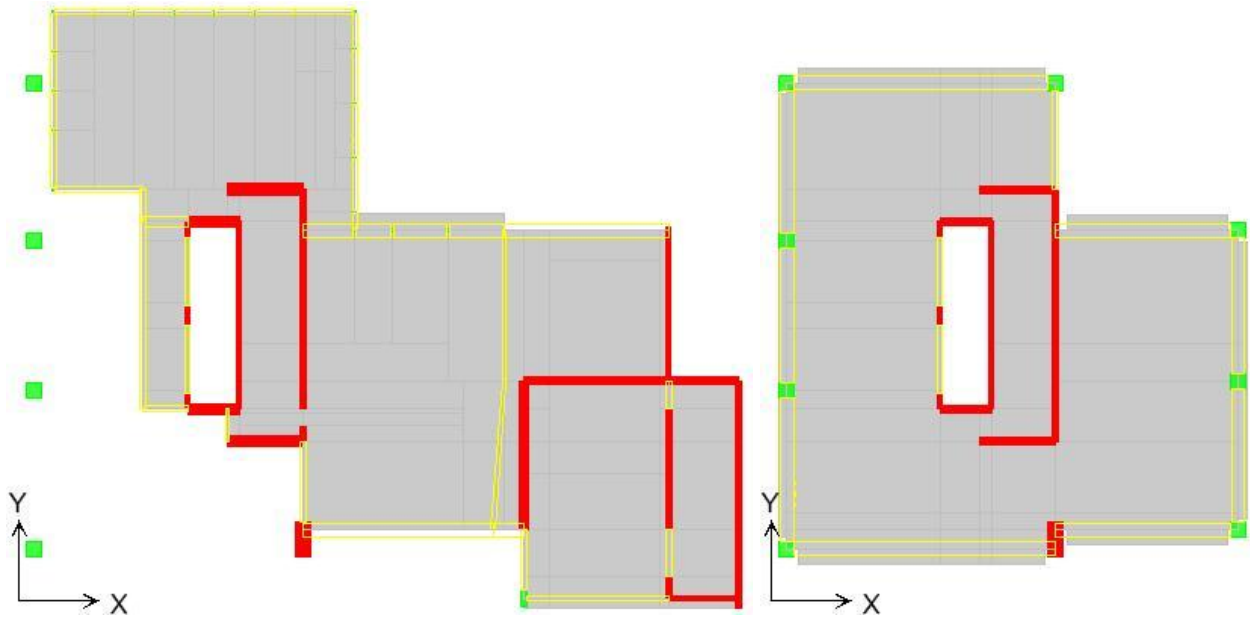


Figura 4.46: Planta primer piso (izquierda) y piso tipo (derecha) edificio O2

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.32: Parámetros edificio O2

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	$\Delta\%$
Peso sobre fundaciones [ton]	21,453	21,483	0.14%
Superficie total [m ²]	18,413	18,413	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	1.165	1.167	0.14%
Qmin [ton]	1,068	1,074	0.60%
Qmax [ton]	2,253	2,256	0.14%
Qx [ton]	1,068	1,074	0.59%
Qy [ton]	1,069	1,075	0.47%
Mx [ton-m]	25,912	26,100	0.73%
My [ton-m]	20,787	20,958	0.82%
Desplazamiento techo X [cm]	3.21	3.21	0.00%
Desplazamiento techo Y [cm]	1.61	1.62	0.62%
Periodo X [seg]	2.4642	2.4448	-0.79%
Periodo Y [seg]	0.9674	0.9655	-0.20%
Periodo RZ [seg]	1.8828	1.8814	-0.07%
Volumen Muros [m ³]	2,764	2,778	0.51%
Área muros X piso tipo [m ²]	5.38	5.38	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	8.93	8.93	0.00%
Área muros X piso 1 [m ²]	13.54	13.54	0.00%
Área muros Y piso 1 [m ²]	19.92	20.32	2.00%
Acero Malla Vertical [ton]	55.64	55.95	0.55%
Acero Punta de Muro [ton]	9.99	4.79	-52.06%
Acero Malla Horizontal [ton]	60.48	60.64	0.26%
Acero Confinamiento [ton]	-	0.63	-
Acero Muros Total [ton]	126.12	122.00	-3.26%

Los factores de reducción para ambas direcciones fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo, correspondiente al 5% del peso del edificio para ambos modelos.

Nuevamente se ve muy poca diferencia entre ambos modelos. En este caso, se aumentaron algunos espesores de muros de los primeros pisos y subterráneos debido a que no se cumplía con el límite de carga axial. Esta diferencia representa el 0.5% del volumen de muros del modelo antiguo.

La variación de acero de muros corresponde a una disminución del 3.26% en el modelo nuevo.

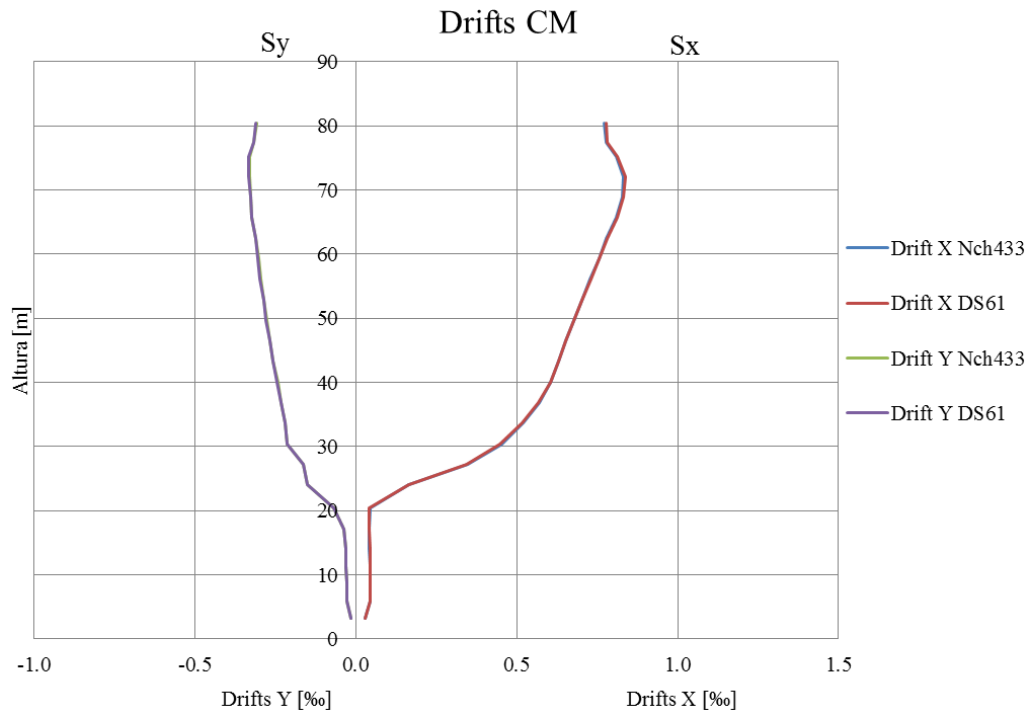


Figura 4.47: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio O2

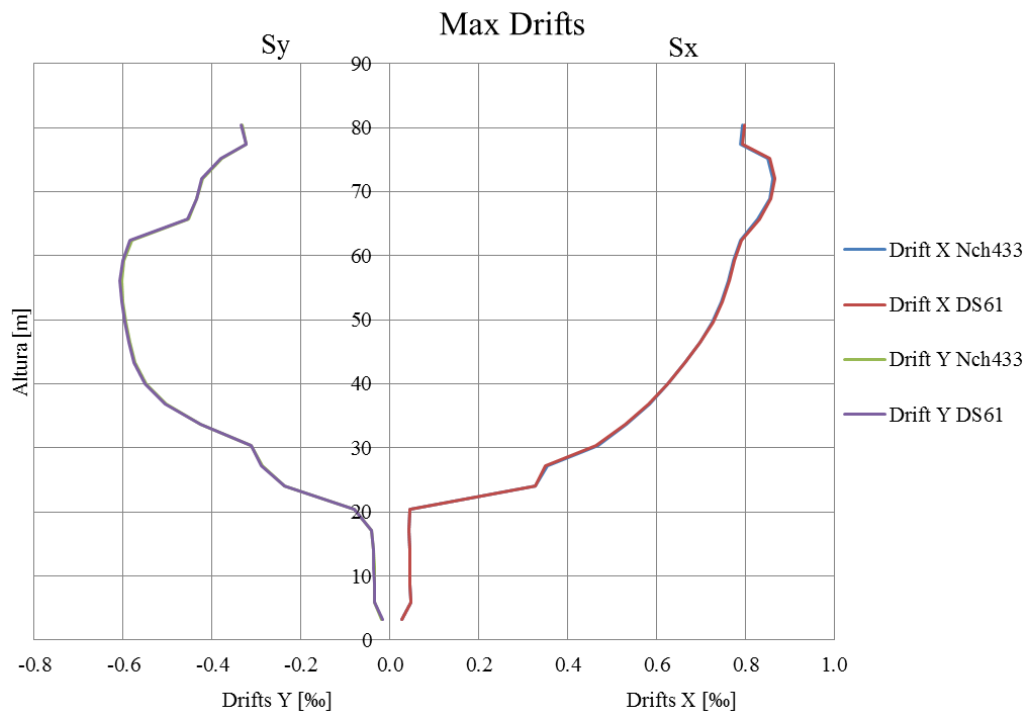


Figura 4.48: Desplazamientos máximos relativos, edificio O2

Los desplazamientos relativos entre pisos son prácticamente iguales en los dos modelos.

4.17. Edificio O3

Tabla 4.33: Información básica para el diseño del edificio O3

Ciudad		Santiago	
Año de Cálculo		2008	
Número de Pisos		11	
Número de Subterráneos		5	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		37.15	
Superficie total [m ²]		21046	
Uso		Oficinas	
Tipología estructural		Núcleo de hormigón armado y un sistema de vigas y columnas perimetrales	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Oficinas	0.3
		Pasillos	0.3
	Subterráneos [ton/m ²]	Estacionamientos	0.5
Tipo de hormigón utilizado	S5-P1		H40
	P2-P11		H30
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		2	
Tipo de suelo de fundación		II/B	

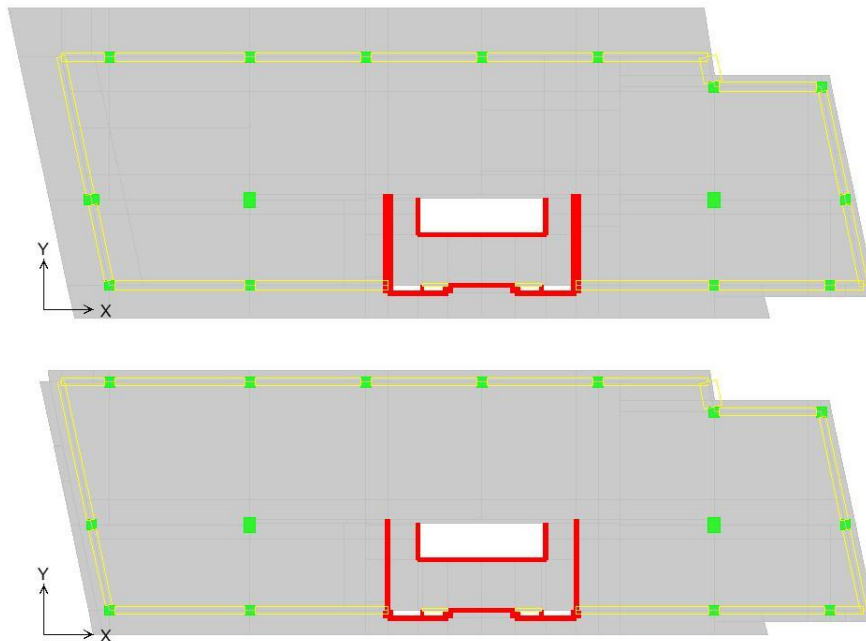


Figura 4.49: Planta primer piso (arriba) y piso tipo (abajo) edificio O3

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.34: Parámetros edificio O3

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	$\Delta\%$
Peso sobre fundaciones [ton]	25,707	25,797	0.35%
Superficie total [m ²]	21,046	21,046	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	1.221	1.226	0.35%
Qmin [ton]	1,285	1,290	0.38%
Qmax [ton]	2,699	2,709	0.36%
Qx [ton]	1,288	1,290	0.12%
Qy [ton]	1,285	1,291	0.44%
Mx [ton-m]	23,858	23,999	0.59%
My [ton-m]	30,188	30,527	1.12%
Desplazamiento techo X [cm]	1.11	1.10	-0.90%
Desplazamiento techo Y [cm]	2.04	2.03	-0.49%
Periodo X [seg]	0.6030	0.5962	-1.13%
Periodo Y [seg]	1.1627	1.1547	-0.69%
Periodo RZ [seg]	1.3432	1.3310	-0.90%
Volumen Muros [m ³]	1,903	1,941	2.03%
Área muros X piso tipo [m ²]	6.540	6.540	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	6.92	6.92	0.00%
Área muros X piso 1 [m ²]	6.96	7.84	12.65%
Área muros Y piso 1 [m ²]	11.31	11.81	4.42%
Acero Malla Vertical [ton]	38.52	39.22	1.83%
Acero Punta de Muro [ton]	11.31	11.50	1.66%
Acero Malla Horizontal [ton]	41.22	41.57	0.83%
Acero Confinamiento [ton]	-	1.90	-
Acero Muros Total [ton]	91.06	94.19	3.44%

Los factores de reducción para ambas direcciones fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo, correspondiente al 5% del peso del edificio para ambos modelos.

Nuevamente se ve muy poca diferencia entre ambos modelos. En este caso, los aumentos en los espesores de muros de los primeros pisos y subterráneos se debieron a que las deformaciones unitarias eran mayores que 0.008. Esto generó una variación del 2% en el volumen de muros de hormigón. La variación de acero en muros corresponde a un aumento del 3.44% en el modelo nuevo de los cuales el confinamiento representa el 60%.

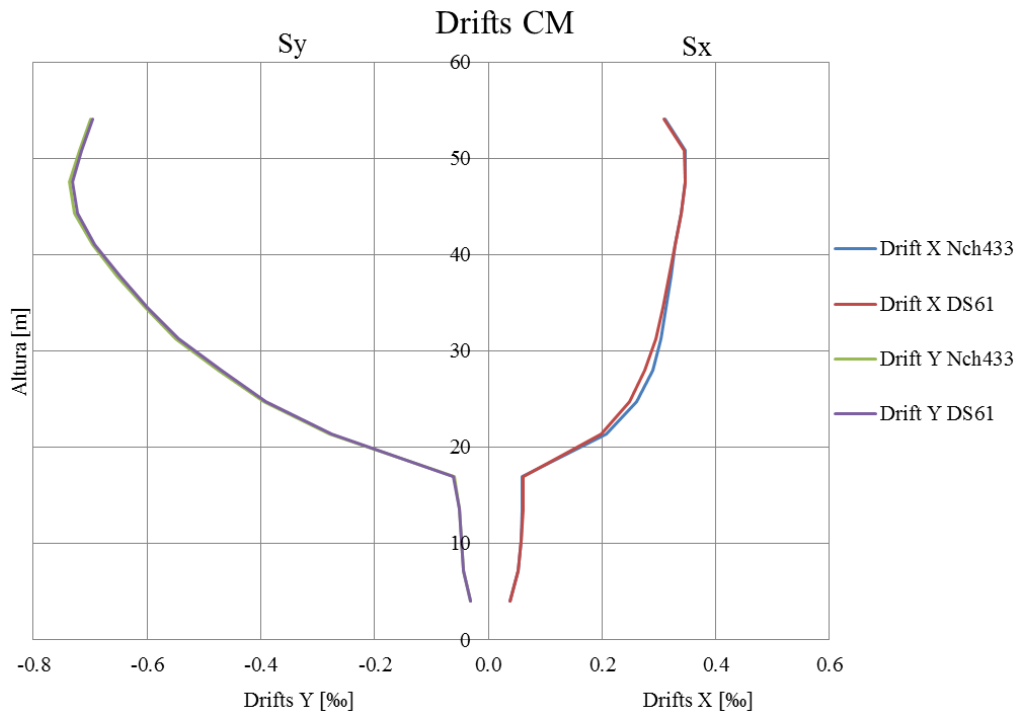


Figura 4.50: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio O3

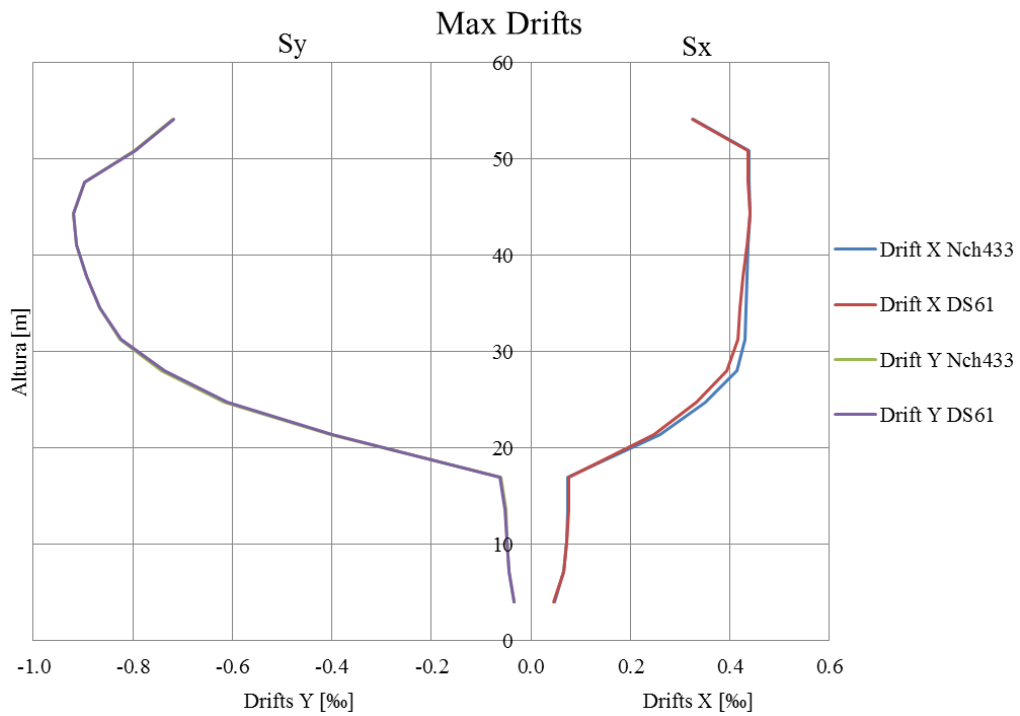


Figura 4.51: Desplazamientos máximos relativos, edificio O3

Se ven algunas diferencias en los desplazamientos en la dirección X debido al aumento de sección en los muros laterales del núcleo de ascensores que rigidizó el edificio en este sentido.

4.18. Edificio O4

Tabla 4.35: Información básica para el diseño del edificio O4

Ciudad		Santiago	
Año de Cálculo		2011	
Número de Pisos		15	
Número de Subterráneos		5	
Altura sobre el nivel del suelo [m]		40.3	
Superficie total [m ²]		19820	
Uso		Oficinas	
Tipología estructural		Núcleo de hormigón armado y un sistema de vigas y columnas perimetrales	
Sobrecargas consideradas	Piso tipo [ton/m ²]	Oficinas	0.25
		Pasillos	0.50
	Subterráneos [ton/m ²]	Estacionamientos	0.50
Tipo de hormigón utilizado		S5-P15	H30
Tipo de acero barras utilizado		A630-420H	
Zona sísmica		2	
Tipo de suelo de fundación		II/B	

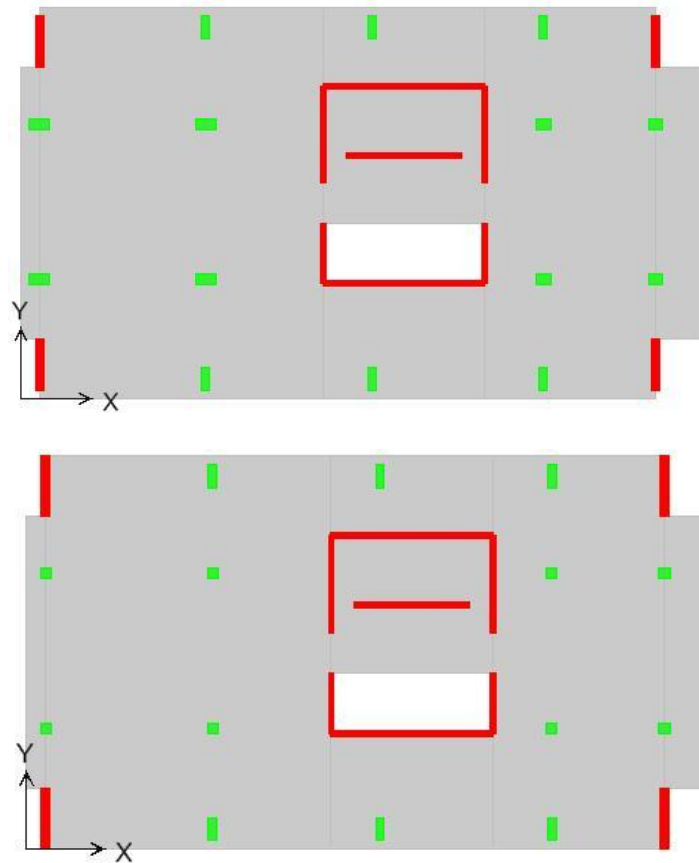


Figura 4.52: Planta primer piso (arriba) y piso tipo (abajo) edificio O4

Teniendo el modelo antiguo y nuevo definidos se obtuvieron los siguientes parámetros de cada diseño:

Tabla 4.36: Parámetros edificio O4

Parámetros	Modelo Antiguo	Modelo Nuevo	$\Delta\%$
Peso sobre fundaciones [ton]	15,808	15,848	0.25%
Superficie total [m ²]	19,820	19,820	-
Peso/Superficie total [ton/m ²]	0.798	0.800	0.25%
Qmin [ton]	790	792	0.25%
Qmax [ton]	1,660	1,664	0.25%
Qx [ton]	792	793	0.14%
Qy [ton]	790	793	0.31%
Mx [ton-m]	13,041	13,202	1.24%
My [ton-m]	13,695	13,866	1.24%
Desplazamiento techo X [cm]	2.04	1.97	-3.43%
Desplazamiento techo Y [cm]	2.70	2.68	-0.74%
Periodo X [seg]	1.0809	1.0598	-1.95%
Periodo Y [seg]	1.2606	1.2447	-1.26%
Periodo RZ [seg]	0.0582	0.0582	-0.06%
Volumen Muros [m ³]	1,496	1,513	1.11%
Área muros X piso tipo [m ²]	5.250	5.250	0.00%
Área muros Y piso tipo [m ²]	8.42	8.42	0.00%
Área muros X piso 1 [m ²]	5.25	5.25	0.00%
Área muros Y piso 1 [m ²]	7.78	8.53	9.71%
Acero Malla Vertical [ton]	29.90	30.29	1.29%
Acero Punta de Muro [ton]	0.57	0.53	-6.42%
Acero Malla Horizontal [ton]	29.70	29.99	0.99%
Acero Confinamiento [ton]	-	1.39	-
Acero Muros Total [ton]	60.16	62.20	3.40%

Los factores de reducción para ambas direcciones fueron determinados por el criterio del corte basal mínimo, correspondiente al 5% del peso del edificio para ambos modelos.

El aumento del volumen de hormigón en muros corresponde al 1.1% y se debe a muros de espesores menores a 30 cms que debían ser confinados. El incremento de acero alcanza el 3.4% siendo el acero utilizado en el confinamiento responsable de casi el 70% de este incremento.

Los muros que fueron modificados corresponden a los muros en sentido Y del núcleo de hormigón, por lo que el modelo nuevo muestra un aumento de rigidez en el sentido X en los primeros pisos.

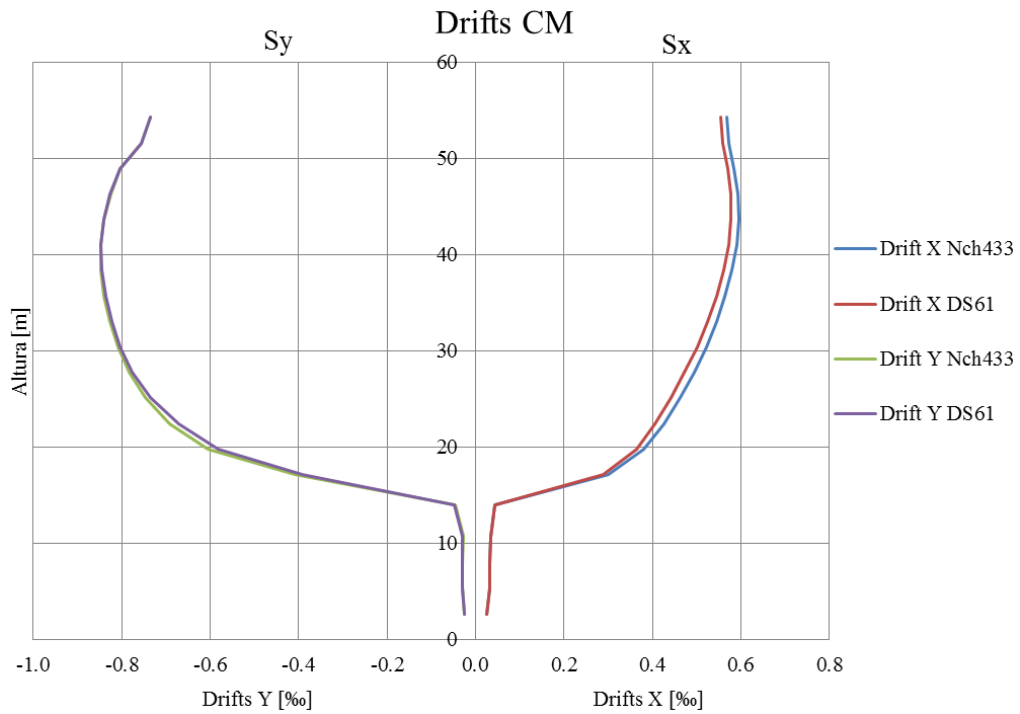


Figura 4.53: Desplazamientos relativos de centros de masa, edificio O4

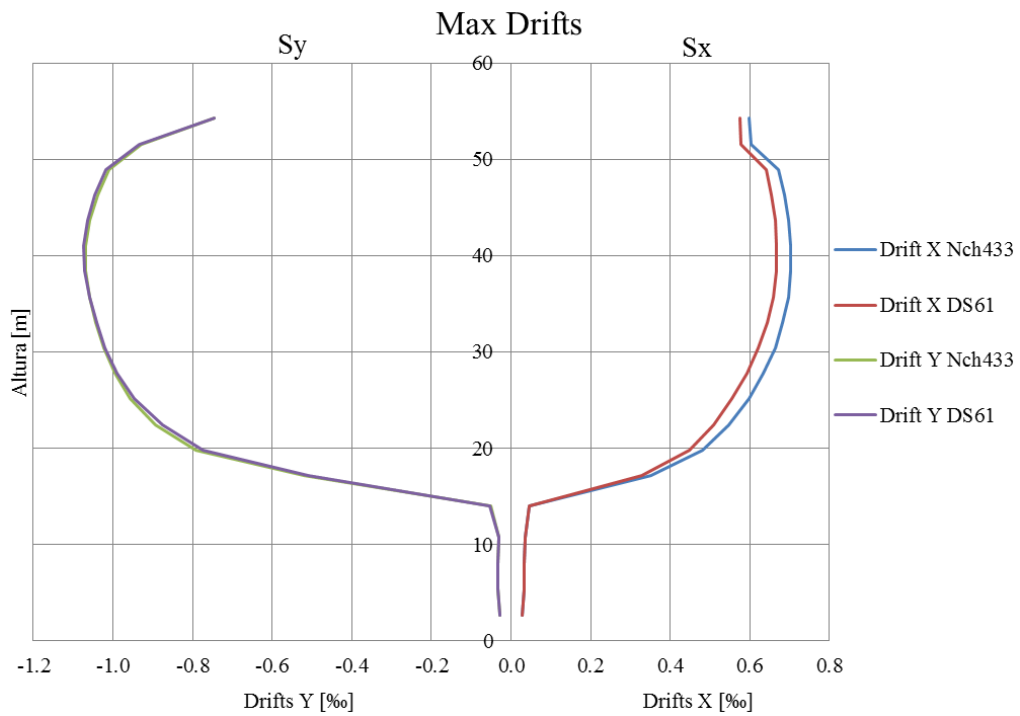


Figura 4.54: Desplazamientos máximos relativos, edificio O4

El aumento de rigidez del edificio en el sentido X se refleja en menores desplazamientos relativos en este sentido. En el sentido Y se ve una mínima diferencia en los primeros pisos.

4.19. Resumen de Resultados

La comparación de ambos modelos se puede resumir en la siguiente tabla.

Tabla 4.37: Resumen de resultados

Edificios	Zona sísmica y tipo de suelo	ΔQ_x	ΔQ_y	Δ muros por corte y compresion	Δ muros confinamiento	Δ muros total	Δ acero sin confinamiento	Δ acero confinamiento	Δ acero total
H1	Z2SB	1.00%	0.90%	2.20%	0.42%	2.62%	3.93%	2.45%	6.38%
H2	Z3SA	-9.86%	-9.83%	0.00%	0.37%	0.37%	0.10%	0.60%	0.70%
H3	Z3SB	0.31%	0.71%	0.06%	1.39%	1.45%	6.44%	2.43%	8.87%
H4	Z2SB	2.96%	2.83%	0.00%	4.85%	4.85%	6.14%	1.53%	7.67%
H5	Z2SB	0.05%	0.28%	0.32%	1.85%	2.17%	0.39%	2.89%	3.28%
H6	Z3SA	-9.90%	-9.76%	0.25%	0.22%	0.47%	-2.78%	0.00%	-2.78%
H7	Z3SA	-9.84%	-9.26%	0.12%	0.92%	1.04%	-0.78%	1.39%	0.61%
H8	Z3SA	-9.79%	-9.79%	0.00%	0.61%	0.61%	-4.49%	0.42%	-4.07%
H9	Z2SB	0.27%	0.10%	0.12%	0.48%	0.60%	-1.80%	0.29%	-1.51%
H10	Z3SD	21.74%	22.42%	0.16%	4.65%	4.81%	19.05%	19.43%	38.48%
H11	Z3SA	-9.04%	-9.20%	0.00%	2.49%	2.49%	-2.76%	2.06%	-0.70%
H12	Z2SD	27.53%	25.85%	4.63%	10.56%	15.19%	22.90%	13.04%	35.94%
H13	Z2SB	1.20%	1.05%	0.09%	2.25%	2.33%	1.63%	2.20%	3.83%
H14	Z2SB	0.10%	0.06%	0.01%	0.31%	0.32%	0.19%	2.87%	3.06%
O1	Z2SB	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.78%	0.78%
O2	Z2SB	0.60%	0.50%	0.40%	0.10%	0.50%	-3.76%	0.50%	-3.26%
O3	Z2SB	0.10%	0.40%	0.00%	2.00%	2.00%	1.36%	2.08%	3.44%
O4	Z2SB	0.10%	0.30%	0.00%	1.10%	1.10%	1.10%	2.30%	3.40%

En los casos de edificios en suelo tipo A, el volumen de hormigón prácticamente no varía debido a que se cumple el límite de corte y de carga axial, y la armadura necesaria, sin considerar el confinamiento, en general disminuye debido a las menores solicitaciones sísmicas.

En suelos tipo B, los diseños también sufren pocas modificaciones en cuanto al volumen de hormigón en muros. En cuanto al tonelaje de acero, se aprecian principalmente aumentos de hasta 8.87%. En este tipo de suelo, el aumento promedio de volumen de hormigón y acero en muros es de 1.63% y 3.27% respectivamente.

Como es de esperar, los edificios ubicados en suelos tipo D son los que sufren mayores modificaciones.

Observando estos resultados se puede ver que el confinamiento es responsable de la mayor parte de las modificaciones en la mayoría de los edificios estudiados tanto por el incremento de acero requerido como en el volumen de muros.

La relación entre los tipos de suelo que clasifica la norma Nch433 y el decreto 61 no es directa como se propuso en este trabajo. Como se vio en el capítulo 2, la clasificación de suelos según el decreto 61 requiere de un estudio más completo y específico que en el caso de la norma Nch433. Es por esto que un edificio, que según la norma Nch433 se diseñó sobre suelo tipo II,

según la clasificación del decreto 61, podría ser diseñado sobre suelo B o C e incluso podría ser considerado como suelo tipo D.

Para ver como varía el diseño de un mismo edificio en distintos tipos de suelo, se escogieron los edificios H5, H10 y H12 y se realizó un diseño para distintos tipos de suelo de fundación. Se escogió el edificio H5 ya que según los resultados presenta cambios cercanos al promedio de los edificios diseñados en suelo tipo B. El edificio H10 es el que tiene el mayor aumento en el tonelaje de acero y el edificio H12 es el edificio que presenta el mayor aumento en el volumen de hormigón necesario y el segundo mayor aumento en cantidad de acero en muros.

El edificio H5 se diseñó originalmente sobre suelo tipo II, y según los criterios de este trabajo, el nuevo diseño lo consideró sobre suelo tipo B. Con el fin de ver como cambia el diseño de un mismo edificio en distintos tipos de suelo, se rediseñó considerándolo ubicado sobre suelo tipo C y D, y los edificios H10 y H12 que originalmente fueron diseñados sobre suelo III para posteriormente diseñarse considerándolo sobre suelo D, fueron rediseñados sobre suelo tipo B y C.

A continuación se muestran los resultados de estos 4 distintos diseño por cada uno de los edificios antes mencionados:

Tabla 4.38: Resultados edificio H5

Versión Modelo	Modelo Antiguo Suelo II	Modelo Nuevo Suelo B	Modelo Nuevo Suelo C	Modelo Nuevo Suelo D
Volumen Muros [m ³]	2,552	2,608	2,646	2,716
Acero Malla Vertical [ton]	50.39	51.63	52.42	53.87
Acero Punta de Muro [ton]	9.31	7.50	9.76	21.29
Acero Malla Horizontal [ton]	49.92	50.91	51.91	62.66
Acero Confinamiento [ton]	-	3.17	5.84	17.64
Acero Muros Total [ton]	109.62	113.22	119.92	155.46

Tabla 4.39: Variación porcentual resultados edificio H5 con respecto al modelo antiguo

Tipo de Suelo	B	C	D
Volumen Muros [m ³]	2.17%	3.67%	6.41%
Acero Muros Total [ton]	3.28%	9.40%	41.82%

Tabla 4.40: Resultados edificio H10

Parámetros	Modelo Antiguo Suelo III	Modelo Nuevo Suelo B	Modelo Nuevo Suelo C	Modelo Nuevo Suelo D
Volumen Muros [m ³]	1,835	1,881	1,896	1,924
Acero Malla Vertical [ton]	36.42	37.39	37.72	38.32
Acero Punta de Muro [ton]	13.58	9.84	13.63	23.27
Acero Malla Horizontal [ton]	38.68	39.05	40.18	43.98
Acero Confinamiento [ton]	-	0.75	2.10	17.23
Acero Muros Total [ton]	88.68	87.04	93.64	122.80

Tabla 4.41: Variación porcentual resultados edificio H10 con respecto al modelo antiguo

Versión	Suelo B	Suelo C	Suelo D
Volumen Muros [m³]	2.48%	3.30%	4.81%
Acero Muros Total [ton]	-1.85%	5.59%	38.48%

Tabla 4.42: Resultados edificio H12

Versión Modelo	Modelo Antiguo Suelo III	Modelo Nuevo Suelo B	Modelo Nuevo Suelo C	Modelo Nuevo Suelo D
Volumen Muros [m³]	2,689	2,801	2,836	3,097
Acero Malla Vertical [ton]	53.11	55.52	56.29	61.97
Acero Punta de Muro [ton]	9.47	2.54	5.54	15.86
Acero Malla Horizontal [ton]	56.53	53.17	56.35	68.55
Acero Confinamiento [ton]	-	3.46	7.26	15.53
Acero Muros Total [ton]	119.11	114.69	125.44	161.91

Tabla 4.43: Variación porcentual resultados edificio H12 con respecto al modelo antiguo

Tipo de Suelo	B	C	D
Volumen Muros [m³]	4.15%	5.48%	15.17%
Acero Muros Total [ton]	-3.71%	5.32%	35.93%

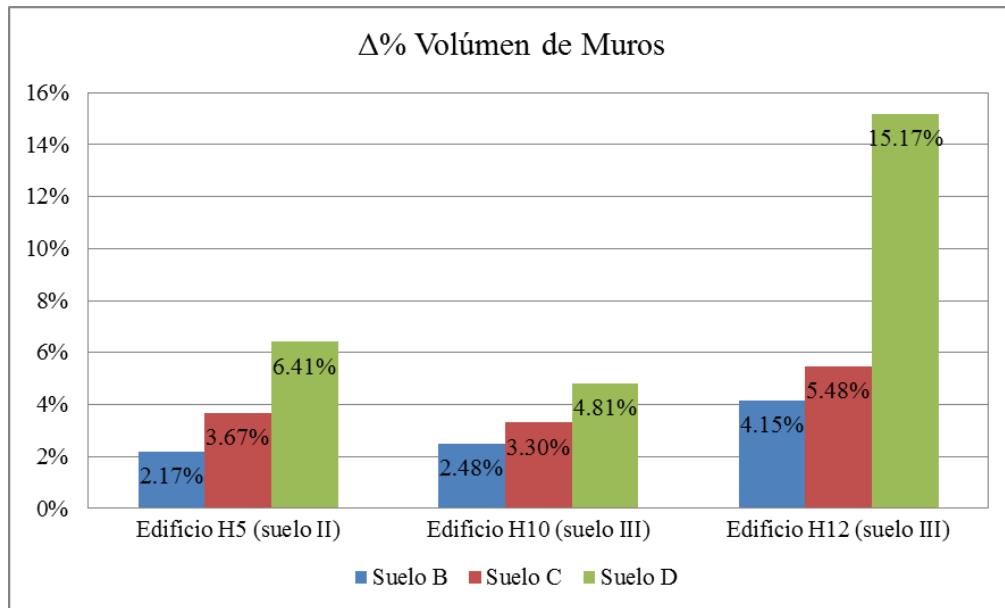


Figura 4.55: Variación de volúmenes de hormigón en muros para distintos suelos con respecto al modelo antiguo

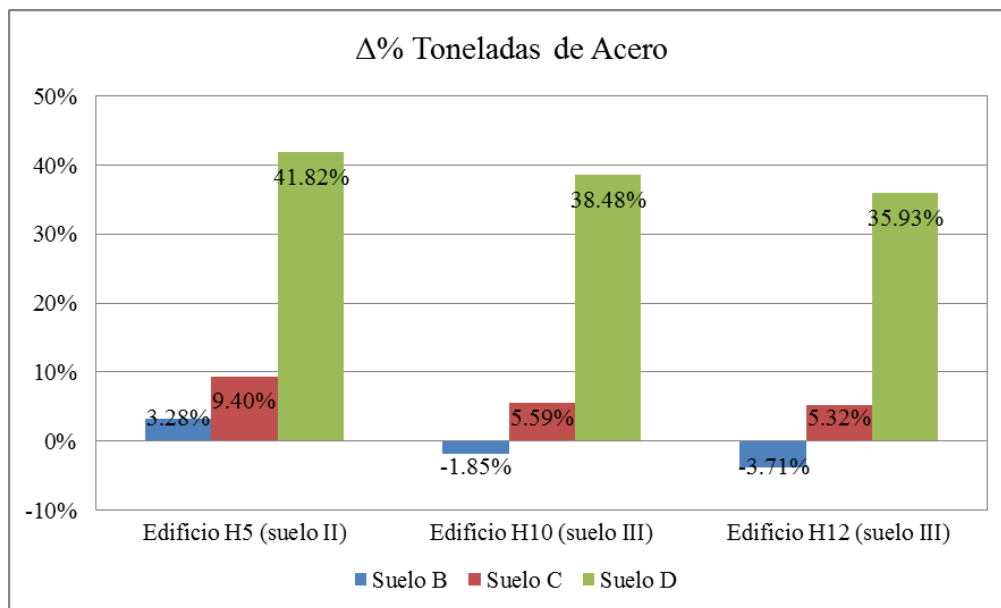


Figura 4.56: Variación de toneladas de acero en muros para distintos suelos con respecto al modelo antiguo

Como era de esperar, diseñar un edificio sobre un suelo más exigente genera aumentos en las cantidades de hormigón y acero necesarias, mientras que al diseñar un edificio sobre un suelo más favorable, la cantidad de material necesario disminuye.

Se puede ver, en los tres casos, que la cantidad de acero en muros aumenta drásticamente cuando se considera el suelo de fundación como suelo tipo D, lo que sin duda significa un aumento en los costos del proyecto. Esto se debe al incremento en la aceleración basal de diseño, lo que genera mayores solicitaciones en los muros y por ende la necesidad de confinar una gran cantidad de ellos en los pisos críticos. A esto también se debe el incremento en el volumen de hormigón necesario en muros, ya que muchos de los muros que fueron confinados, tenían espesores menores a 30 cms.

En cuanto al suelo tipo C, también se ven aumentos en ambos parámetros incluso comparado con el diseño realizado considerando suelo tipo III, ya que aunque las solicitaciones son menores, los requisitos de tensión de compresión y espesores mínimos para confinar, no fueron considerados en el diseño antiguo lo que explica el aumento en el volumen de hormigón. El aumento en la cantidad de acero necesaria se debe a que al aumentar los espesores de algunos muros, la cantidad mínima de acero, con la que fueron diseñados originalmente, con la nueva sección también aumentó.

En el caso del nuevo diseño considerando suelo tipo B algunos espesores aumentan con respecto al diseño sobre suelo tipo III, pero las solicitaciones son menores, por lo que la cantidad de muros diseñados con armadura mínima es mayor.

En ninguno de estos casos se vio que el volumen de hormigón disminuyera con respecto al modelo antiguo, pero esto se debe a que se respetó la estructuración propuesta por el arquitecto.

Específicamente el edificio H5, al haber sido diseñado originalmente en suelo tipo II, las variaciones con respecto al suelo tipo B son únicamente producto de la limitación a la tensión de

compresión y al confinamiento en algunos muros, ya que las solicitaciones sísmicas no cambian. Como se puede ver en la figura siguiente, en el caso del diseño sobre suelo C, el corte basal de diseño aumenta en más de un 5% tanto en el sentido X como en el sentido Y, mientras que las aceleraciones basales aumentan en 20% y 30% en las direcciones X e Y respectivamente. En el caso del diseño sobre suelo tipo D, el corte basal está definido por Q_e/R^* en la dirección X, por lo que se ve un aumento considerable en las solicitaciones. Esto es lo que genera los significativos aumentos observados especialmente en la cantidad de acero necesaria.

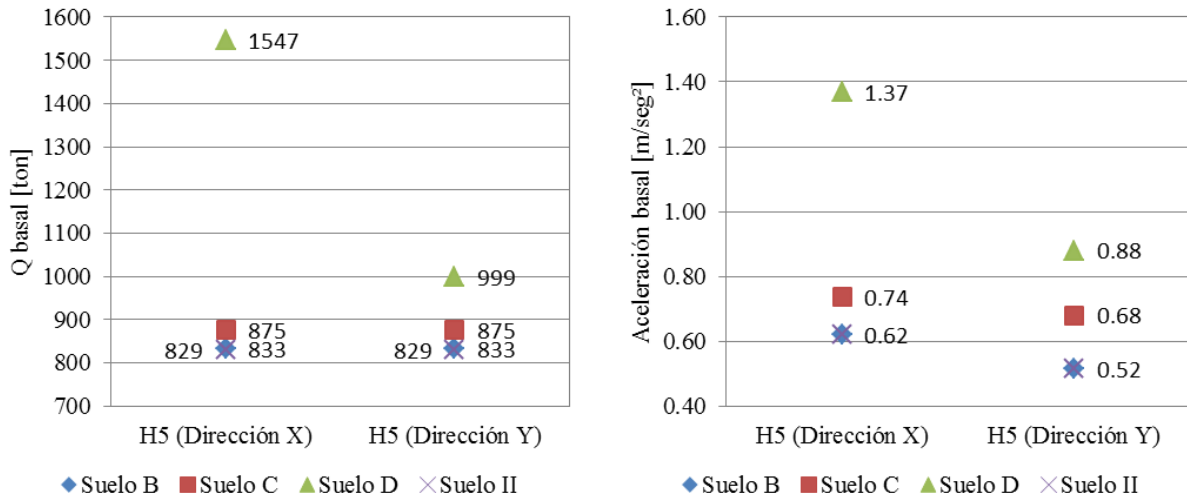


Figura 4.57: Cortes basales y aceleraciones de diseño del edificio H5

En el edificio H10, originalmente diseñado sobre suelo III, muestra un comportamiento similar al edificio H5 en cuanto a variaciones de volúmenes de hormigón, mientras que para el caso del diseño sobre suelo tipo B, la cantidad de acero requerido es menor.

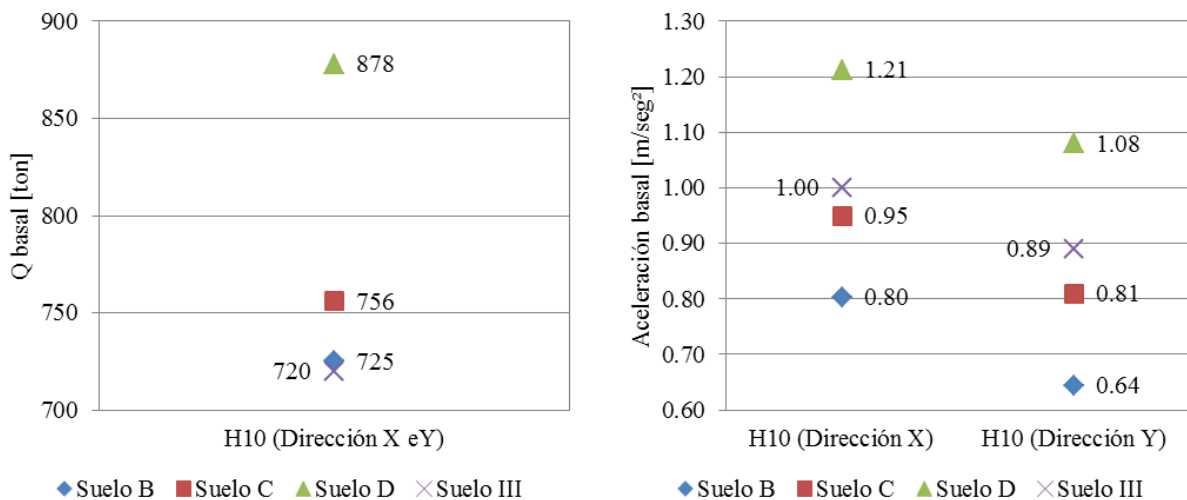


Figura 4.58: Cortes basales y aceleraciones de diseño del edificio H10

En el caso del edificio H12, en el diseño sobre suelo tipo D, el corte basal de diseño corresponde a Q_e/R^* en la dirección X al igual que en diseño original, por lo que se ve un gran aumento en las solicitaciones que explican la diferencia observada entre los modelos. Particularmente, este edificio tiene 5 subterráneos, por lo que al momento de cambiar espesores de muros en pisos críticos, tanto por confinamiento o por esfuerzos de compresión y/o corte, esta nueva sección se mantuvo hasta la base del edificio, lo que en parte explica el aumento observado en el volumen de hormigón en el caso del suelo tipo D. También, algunos muros mostraron deformaciones superiores a 0.008, cosa que no sucedió en los otros suelos, por lo que también se justifica el incremento en volúmenes de hormigón observado, que es mas de 3 veces lo visto en las otras versiones de este mismo edificio.

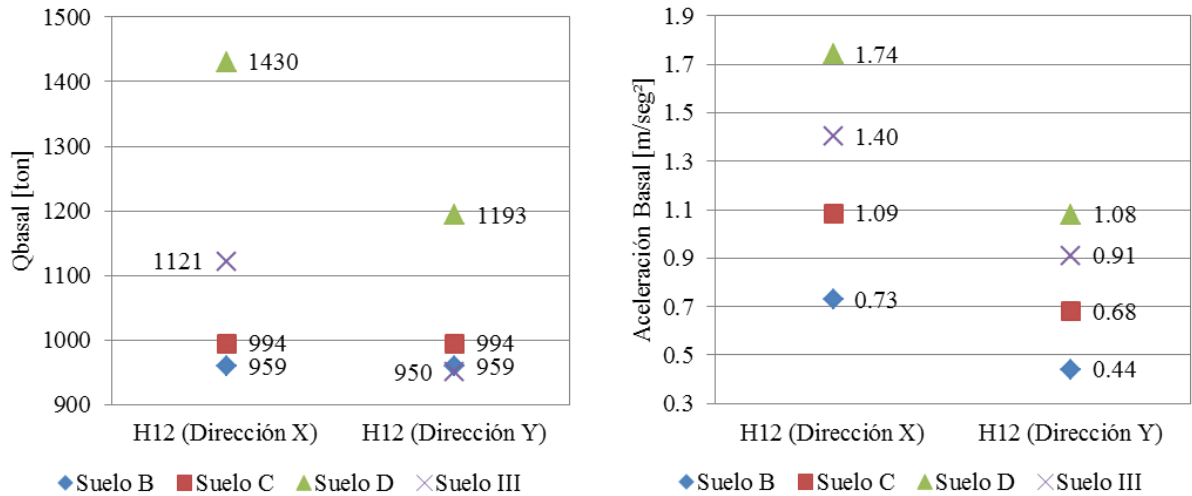


Figura 4.59: Cortes basales y aceleraciones de diseño del edificio H12

5. Conclusiones

Luego de realizado el análisis, se concluye que existen diferencias en los parámetros de respuesta sísmica y en el diseño de muros entre los dos diseños de cada edificio. Estas diferencias van ligadas al tipo de suelo que determina la sollicitación sísmica sobre el edificio y a la estructuración de este.

En todos los edificios estudiados con la excepción de uno, el factor de reducción de la aceleración espectral R^* fue definido, para ambas direcciones, por el corte basal mínimo, ya que al tratarse de edificios en altura, los periodos fundamentales suelen ubicar al edificio en el rango del espectro de diseño en que las aceleraciones son bajas. Es por esto que las nuevas limitaciones al corte basal mínimo establecidas en el DS 61 son determinantes al momento de diseñar este tipo de edificios.

Entre los nuevos requerimientos de diseño estudiados en este trabajo, el que genera mayor impacto es el confinamiento de bordes de muros. Se pudo ver que en edificios de uso habitacional, el confinamiento significaba no solo un incremento en la cantidad de acero necesaria, sino que también modificó considerablemente los muros de los niveles críticos ya que en general, en este tipo de edificio se observan muros de espesores relativamente pequeños que frente a la necesidad de ser confinados se deben modificar.

En el caso de edificios de oficinas, diseñados con una tipología estructural de núcleo de muros de hormigón y un sistema de vigas y columnas perimetral, los muros son de mayor espesor, por lo que frente a los nuevos requerimientos de los decretos 60 y 61, las modificaciones necesarias fueron más sutiles en comparación a las realizadas en edificios habitacionales.

Con respecto a los desplazamientos relativos entre pisos, estos varían junto con el factor S que define el espectro de diseño. Al mismo tiempo, el movimiento del edificio cambia con el cambio de rigidez del edificio debido a la modificación de algunos muros, pero esto no genera grandes cambios con respecto al modelo antiguo.

Debido a las diferencias en la clasificación de suelos entre la norma Nch433 of.1996 y el decreto 61, el trabajo del mecánico de suelos es determinante al momento de diseñar pues el impacto que los nuevos decretos tienen sobre el diseño de un edificio varía fuertemente dependiendo del tipo de suelo. La nueva clasificación de suelo no solo es más específica que la clasificación de la norma Nch433 of.1996, también incorpora un nuevo suelo que aclara la incertidumbre existente entre los suelos tipo II y III.

En general, se puede tener una idea de como estos nuevos requerimientos de diseño afectan al momento de diseñar un edificio, pero es importante poder identificar específicamente como afecta cada uno de ellos. Esta información pretende ser una ayuda para el grupo de especialistas (arquitectos, constructores, calculistas, mandantes) participantes en proyectos de esta naturaleza, pues facilita la comprensión del impacto de los nuevos requerimientos de diseño establecidos en los decretos 60 y 61.

Referencias Bibliográficas

- 1.- Instituto Nacional de Normalización – INN. Norma Chilena Oficial Nch433 of.1996, “Diseño Sísmico de Edificios”.
- 2.- Diario Oficial de la Republica de Chile Núm. 40.133, Decreto Supremo 61, Santiago, diciembre 2011.
- 3.- Instituto Nacional de Normalización – INN. Norma Chilena Oficial Nch430 of.2008, “Hormigón Armado – Requisitos de Diseño y Cálculo”,
- 4.- Diario Oficial de la Republica de Chile Núm. 40.133, Decreto Supremo 60, Santiago, diciembre 2011.
- 5.- American Concrete Institute. ACI 318-08, “Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary”, 2008.
- 6.- ARTHUR H. NILSON, “Diseño de Estructuras de Concreto”, Duodécima edición.

ANEXOS

Anexo A: Ejemplo de modificación de un muro.

A modo de ejemplo se mostrará el procedimiento realizado en un muro para el mejor entendimiento de este trabajo. Este mismo procedimiento se realizó en todos los muros de cada edificio estudiado.

Como se mencionó en el punto 1.4, los muros fueron modificados para satisfacer el límite de carga axial ($0.35f'_cA_g$) y de esfuerzo de corte ($0.66A_{cv}\sqrt{f'_c}$). Para este ejemplo se utilizó el muro 67 en el piso 3 del edificio H5, que se encuentra en zona sísmica 2. A continuación se muestra el muro modelado en el programa ETABS v9.7.2.

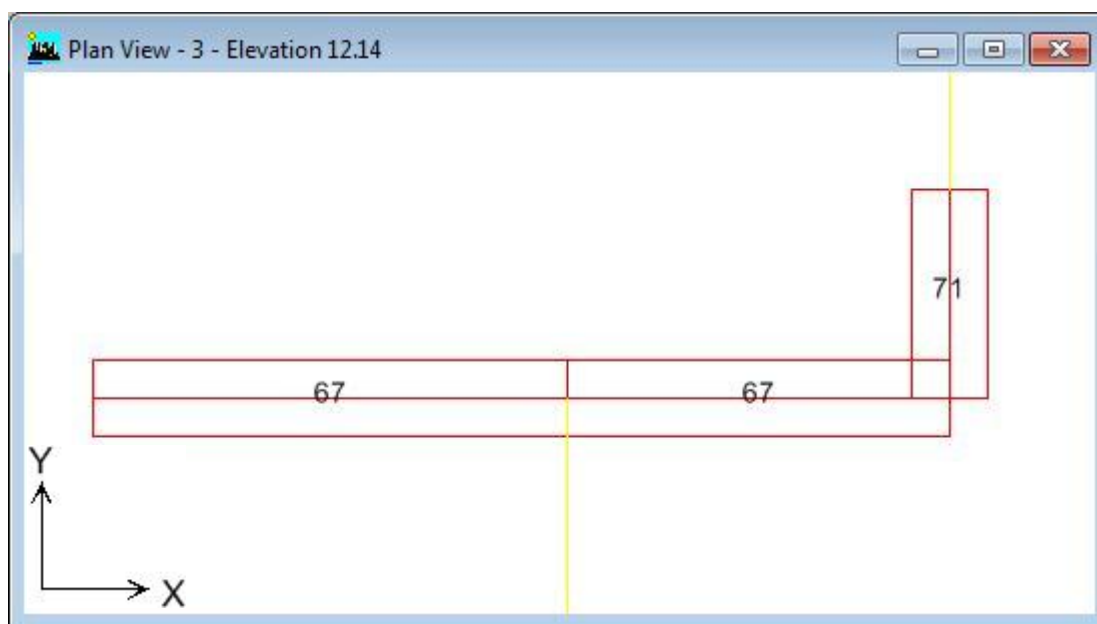


Figura A. 1: Muro original

Este edificio originalmente fue diseñado sobre un suelo de fundación tipo II, pero para incorporar un cambio en las solicitaciones sísmicas, se tomó este mismo edificio y se rediseño sobre suelo III. De esta forma, considerando el criterio de correlación de los tipos de suelo utilizado en este trabajo, el edificio fue rediseñado sobre suelo tipo D.

El esfuerzo de corte en este ejemplo es menor que $0.66A_{cv}\sqrt{f'_c}$ por lo que el análisis de este criterio no se realizará. De acuerdo al diseño antiguo (suelo III), la tensión de compresión que actúa sobre el muro es la siguiente:

Tabla A. 1: Tensión de compresión inicial

Pier N°	Nivel N°	f'c [MPa]	Espesor [cm]	Largo [m]	Comb	Pu [Tonf]	σ compresión [kgf/cm ²]	0.35 f'c [kgf/cm ²]	% Diferencia
67	3	25	20	2.260	C4	405.05	89.61	87.50	2%

Se puede ver que el diseño original si cumple con el requisito de la tensión de compresión menor que $0.35f'_cA_g$, pero aún no se cambia el espectro de diseño al correspondiente al de suelo tipo D en zona sísmica 2.

La armadura propuesta por la planilla RLE-Muros.xlsm es la siguiente:

Tabla A. 2: Malla vertical y punta de muro original

Pier N°	Nivel N°	f'c [MPa]	Espesor [cm]	Largo [m]	Pu [Ton]	M2u [Ton*m]	M3u [Ton*m]	ρ_l	ρ_l min	A min [cm²/m]	Malla Vertical	Total Malla [cm²/m]	Punta [cm²]
67	3	25	20	2.26	207.73	-3.04	-2.49	0.0025	0.0025	5.00	DM 8 @ 20	5.03	0.00

Tabla A. 3: Malla horizontal original

Pier N°	Nivel N°	f'c [MPa]	Espesor [cm]	Largo [m]	Pu [Ton]	Vu [Ton]	Mu [Ton*m]	Vc [Ton]	Vs [Ton]	Tau [Kg/cm²]	ρ_t	ρ_t min	Area req [cm²/m]	Malla Horizontal	Total Malla [cm²/m]
67	3	25	20	2.26	254.25	7.21	10.74	49.32	30.54	3.13	0.000	0.002	4.00	DM 8 @ 25	4.02

Luego al generar el nuevo modelo, se modificó el espectro de diseño, por lo que las solicitaciones sísmicas aumentaron. La sección original en este nuevo modelo muestra la siguiente condición:

Tabla A. 4: Tensión de compresión en diseño con suelo D

Pier N°	Nivel N°	f'c [MPa]	Espesor [cm]	Largo [m]	Comb	Pu [Tonf]	σ compresión [kgf/cm²]	0.35 f'c [kgf/cm²]	% Diferencia
67	3	25	20	2.260	C4	446.28	98.73	87.50	11%

Se puede ver que la tensión de compresión es 11% mayor al límite establecido para este muro, por lo que se debe modificar el espesor de este o de algunos muros cercanos para redistribuir la carga en planta. Luego de un proceso iterativo, en el cual se modificaron algunos espesores reduciendo la tensión de compresión, se alcanzó la siguiente condición.

Tabla A. 5: Tensión de compresión e=25 cms

Pier N°	Nivel N°	f'c [MPa]	Espesor [cm]	Largo [m]	Comb	Pu [Tonf]	σ compresión [kgf/cm²]	0.35 f'c [kgf/cm²]	% Diferencia
67	3	25	25	2.260	C4	461.96	81.76	87.50	-7%

Con esta nueva sección, que cumple con los requisitos antes mencionados, se diseña el muro de corte utilizando el programa ETABS v9.7.2. Esto entregó la información que posteriormente fue ingresada en la planilla RLE-Muros.xlsm donde se determinó la armadura necesaria para el muro.

La planilla entregó lo siguiente:

Tabla A. 6: Malla vertical y punta de muro e=25cms

Pier N°	Nivel N°	f'c [MPa]	Espesor [cm]	Largo [m]	Pu [Ton]	M2u [Ton*m]	M3u [Ton*m]	ρ_l	ρ_l min	A min [cm²/m]	Malla Vertical	Total Malla [cm²/m]	Punta [cm²]
67	3	25	25	2.26	-44.79	0.73	35.19	0.0039	0.0025	6.25	DM 8 @ 16	6.28	3.92

Tabla A. 7: Malla horizontal e=25 cms.

Pier N°	Nivel N°	f _c [MPa]	Espesor [cm]	Largo [m]	P _u [Ton]	V _u [Ton]	M _u [Ton*m]	V _c [Ton]	V _s [Ton]	Tau [Kg/cm ²]	ρ _t	ρ _t min	Area req [cm ² /m]	Malla Horizontal	Total Malla [cm ² /m]
67	3	25	25	2.26	278.18	7.01	10.73	61.58	38.17	2.46	0.000	0.002	5.00	DM 8 @ 20	5.03

Luego se revisó si el muro debía ser confinado. Para esto se genera otro modelo en el cual se renombraron todos los muros como “piers” compuestos en la dirección de análisis.

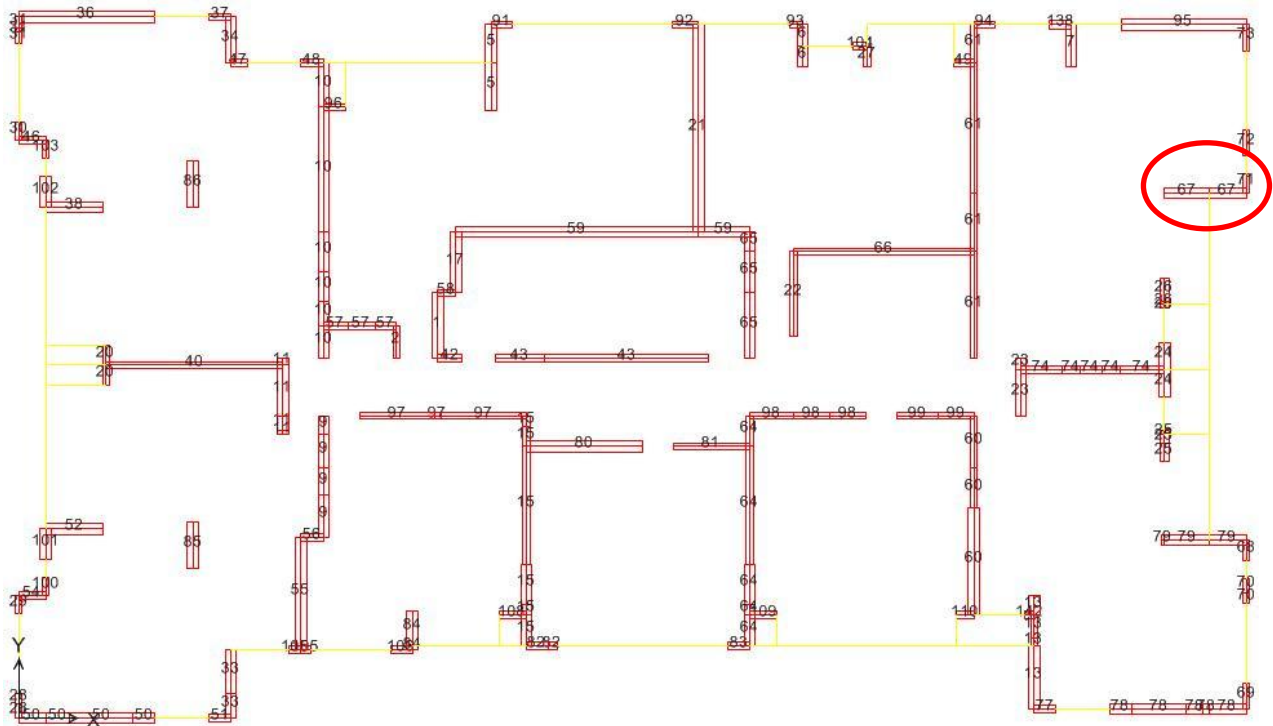


Figura A. 2: Piers originales

En este caso, el muro está compuesto por los piers 67 y 71. Realizando el análisis en la dirección X, éste se redefinió para quedar conformado por un único pier compuesto, en este caso, el pier 17.

La figura siguiente muestra la planta anterior renombrada para analizar los piers compuestos en dirección X.

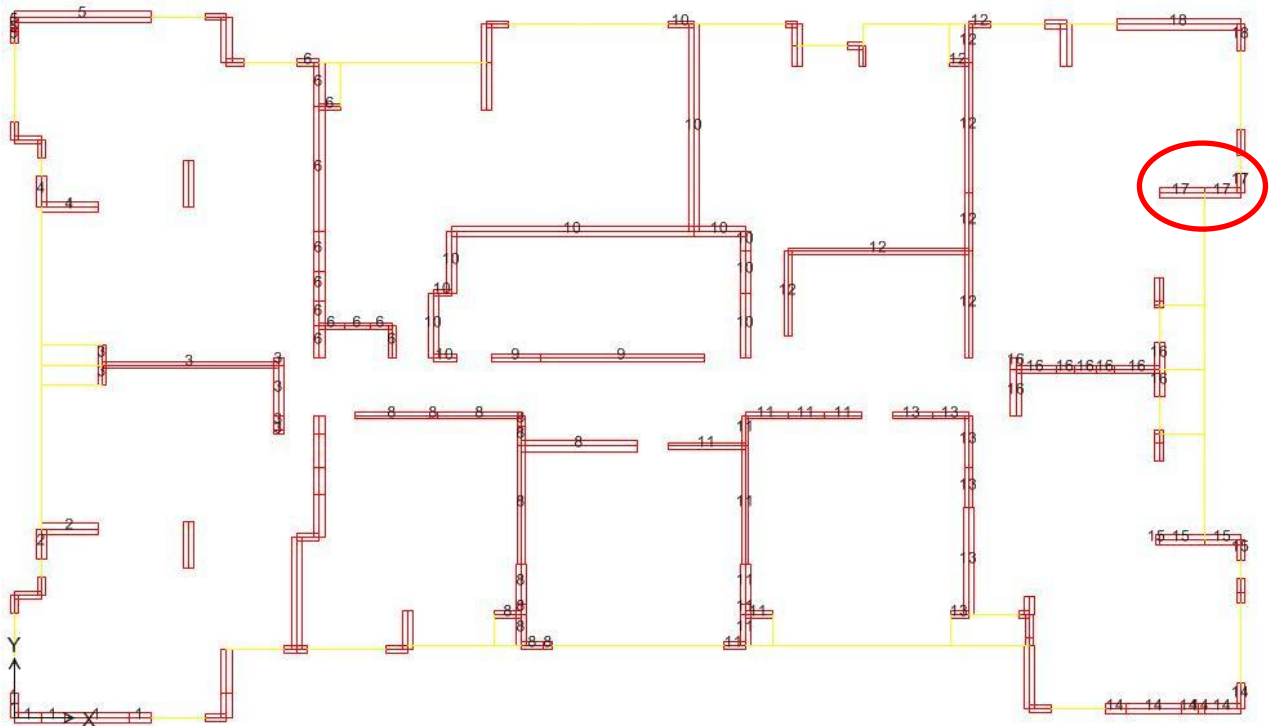


Figura A. 3: Piers renombrados para confinamiento en dirección X

La planilla RLE-Muros.xlsm recibe como input la información de estos nuevos piers con la que se determina cuales muros deben ser confinados y la longitud de confinamiento requerida en cada uno de ellos.

Tabla A. 8: Confinamiento e=25 cms

Dirección	Piso Crítico	Pier	Máx. Pu [Tonf]	σ_u Comp.	Comb	Sentido Positivo					Sentido Negativo				
						C [m]	C _{lim} [m]	C _C [m]	ϵ_{cu} [%]	ϵ_s [%]	C [m]	C _{lim} [m]	C _C [m]	ϵ_{cu} [%]	ϵ_s [%]
DIR X	3	17	-631.28	0.37 f _c	C2	1.047	0.792	0.151	-4.408	5.944	1.413	0.792	0.616	-5.944	4.408

Se considera sentido positivo al sentido en la dirección del eje X, y sentido negativo al sentido contrario. En este caso, se requirió confinar 15.1 cms del extremo derecho del muro y 61.1 cms el extremo izquierdo, pero este muro tiene 25 cms de espesor, y de acuerdo al punto 21.9.6.4(f), el espesor debe ser al menos de 30 cms. Es por esto que se volvió a modificar el modelo y se repitió el proceso completo hasta obtener la configuración definitiva de todos los muros.

En la figura siguiente se muestra la sección definitiva del muro:

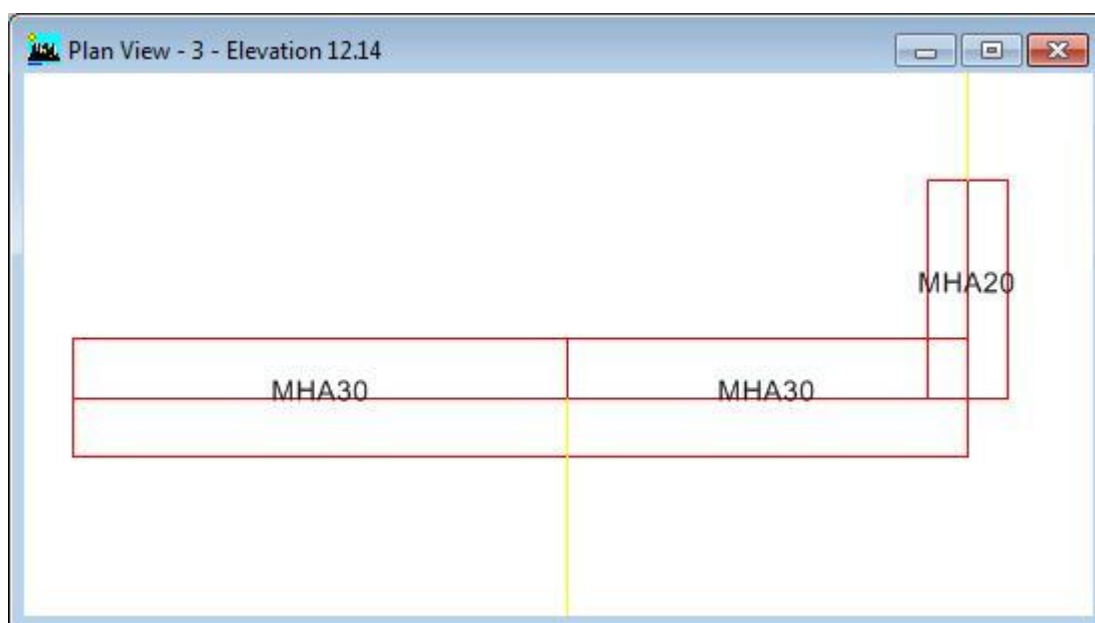


Figura A. 4: Muro e=30 cms

El muro fue modificado y quedó con un espesor de 30 cms, por lo que la nueva armadura necesaria es la siguiente:

Tabla A. 9: Malla vertical y punta de muro definitiva

Pier N°	Nivel N°	f'c [MPa]	Espesor [cm]	Largo [m]	Pu [Ton]	M2u [Ton*m]	M3u [Ton*m]	ρ_t	ρ_t min	A min [cm ² /m]	Malla Vertical	Total Malla [cm ² /m]	Punta [cm ²]
67	3	25	30	2.26	-36.71	0.90	42.33	0.0033	0.0025	7.50	DM 8 @ 13	7.73	2.45

Tabla A. 10: Malla horizontal definitiva

Pier N°	Nivel N°	f'c [MPa]	Espesor [cm]	Largo [m]	Pu [Ton]	Vu [Ton]	Mu [Ton*m]	Vc [Ton]	Vs [Ton]	Tau [Kg/cm ²]	ρ_t	ρ_t min	Area req [cm ² /m]	Malla Horizontal	Total Malla [cm ² /m]
67	3	25	30	2.26	271.22	10.75	13.08	73.77	47.71	2.85	0.000	0.002	6.00	DM 8 @ 16	6.28

Con esta nueva armadura definida, se volvió a calcular el confinamiento ya que no solamente se modificó este muro, también fueron modificados otros muros de la planta por lo que las solicitaciones también lo hicieron. Lo que entregó la planilla RLE-Muros.xlsm para el muro en estudio es lo siguiente:

Tabla A. 11: Confinamiento definitivo

Dirección	Piso Crítico	Pier	Máx. Pu [Tonf]	σ_u Comp.	Comb	Sentido Positivo					Sentido Negativo				
						C [m]	C _{lim} [m]	C _C [m]	ϵ_{cu} [%]	ϵ_s [%]	C [m]	C _{lim} [m]	C _C [m]	ϵ_{cu} [%]	ϵ_s [%]
DIR X	3	17	-656.15	0.33 f'c	C2	0.838	0.781	0.000	-3.578	6.713	1.271	0.781	0.495	-5.427	4.864

En este caso, ya no es necesario confinar el extremo derecho del muro debido al cambio de sección, pero el extremo izquierdo debe ser confinado en los primeros 49.5 cms. Por simplicidad, el confinamiento se determinó en tramos de 30 cms, por lo que en este caso, en lugar de considerar 49.5 cms, se confinó un largo de 60 cms. Esto se realizó considerando lo

especificado en el ACI318-08 y los criterios utilizados en la oficina RENÉ LAGOS ENGINEERS y se determinó las siguientes cantidades de acero:

Tabla A. 12: Detalle confinamiento

C _c [m]	e _i [m]	L estribo [m]	∅ estribos [mm]	d [cm]	Vol estribos [m ³ /m]	N trabas	∅ trabas [mm]	Vol trabas [m ³ /m]	Av [cm ² /m]	Vol Total [m ³ /m]	Peso total [ton/m]
0.6	0.3	1.8	12	15	0.002	3.00	10.00	0.0007	0.0018	0.0045	0.0357

De esta forma, en el piso 3 con 2.5 metros de altura, la cantidad de acero necesario para el confinamiento es 0.089 ton.

Finalmente la cantidad de hormigón y acero en cada modelo son las siguientes:

Tabla A. 13: Comparación muros

Versión Modelo	Modelo Antiguo Suelo III	Modelo Nuevo Suelo D
Volumen Muro [m ³]	1.130	1.695
Acero Malla Vertical [ton]	2.23E-02	3.43E-02
Acero Punta de Muro [ton]	0.00E+00	4.81E-03
Acero Malla Horizontal [ton]	1.78E-02	2.79E-02
Acero Confinamiento [ton]	-	8.90E-02
Acero Muros Total [ton]	4.01E-02	1.56E-01

Anexo B: Desplazamientos relativos.

Como respaldo de los gráfico mostrados en el capítulo 4, a continuación de presentan las tablas con los desplazamientos relativos de cada edificio.

Tabla B. 1: Desplazamientos relativos edificio H1

Piso	Altura	Modelo Antiguo									Modelo Nuevo								
		Sismo X				Sismo Y					Sismo X				Sismo Y				
		DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY		
[m]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]			
30	91.34	0.771	-0.016	0.771	-0.018	0.021	-0.810	0.023	-0.816	0.771	-0.016	0.771	-0.018	0.021	-0.810	0.023	-0.816		
29	87.82	0.762	-0.015	0.794	-0.128	0.015	-0.919	0.051	-0.936	0.762	-0.015	0.794	-0.128	0.015	-0.919	0.051	-0.936		
28	83.22	0.766	-0.014	0.815	-0.135	0.014	-0.900	0.041	-0.927	0.766	-0.014	0.815	-0.135	0.014	-0.900	0.041	-0.927		
27	80.66	0.777	-0.016	0.829	-0.142	0.015	-0.916	0.043	-0.945	0.777	-0.016	0.829	-0.142	0.015	-0.916	0.043	-0.945		
26	78.10	0.784	-0.017	0.839	-0.146	0.015	-0.928	0.043	-0.958	0.784	-0.017	0.839	-0.146	0.015	-0.928	0.043	-0.958		
25	75.54	0.789	-0.017	0.844	-0.149	0.015	-0.935	0.042	-0.964	0.789	-0.017	0.844	-0.149	0.015	-0.935	0.042	-0.964		
24	72.98	0.790	-0.017	0.846	-0.150	0.015	-0.936	0.041	-0.964	0.790	-0.017	0.846	-0.150	0.015	-0.936	0.041	-0.964		
23	70.42	0.787	-0.017	0.844	-0.151	0.015	-0.930	0.040	-0.957	0.787	-0.017	0.844	-0.151	0.015	-0.930	0.040	-0.957		
22	67.86	0.781	-0.017	0.837	-0.151	0.015	-0.919	0.039	-0.943	0.781	-0.017	0.837	-0.151	0.015	-0.919	0.039	-0.943		
21	65.30	0.772	-0.016	0.828	-0.151	0.014	-0.904	0.038	-0.925	0.772	-0.016	0.828	-0.151	0.014	-0.904	0.038	-0.925		
20	62.74	0.761	-0.016	0.815	-0.149	0.014	-0.884	0.036	-0.903	0.761	-0.016	0.815	-0.149	0.014	-0.884	0.036	-0.903		
19	60.18	0.747	-0.016	0.800	-0.147	0.014	-0.861	0.035	-0.879	0.747	-0.016	0.800	-0.147	0.014	-0.861	0.035	-0.879		
18	57.62	0.732	-0.016	0.783	-0.145	0.014	-0.836	0.034	-0.852	0.732	-0.016	0.783	-0.145	0.014	-0.836	0.034	-0.852		
17	55.06	0.712	-0.015	0.762	-0.141	0.014	-0.809	0.032	-0.823	0.712	-0.015	0.762	-0.141	0.014	-0.809	0.032	-0.823		
16	52.50	0.698	-0.015	0.746	-0.138	0.013	-0.785	0.030	-0.798	0.698	-0.015	0.746	-0.138	0.013	-0.785	0.030	-0.798		
15	49.94	0.684	-0.015	0.731	-0.136	0.013	-0.764	0.029	-0.775	0.684	-0.015	0.731	-0.136	0.013	-0.764	0.029	-0.775		
14	47.38	0.671	-0.014	0.716	-0.134	0.013	-0.744	0.027	-0.754	0.671	-0.014	0.716	-0.134	0.013	-0.744	0.027	-0.754		
13	44.82	0.658	-0.014	0.703	-0.132	0.012	-0.725	0.026	-0.734	0.658	-0.014	0.703	-0.132	0.012	-0.725	0.026	-0.734		
12	42.26	0.646	-0.013	0.690	-0.131	0.012	-0.709	0.024	-0.716	0.646	-0.013	0.690	-0.131	0.012	-0.709	0.024	-0.716		
11	39.70	0.634	-0.013	0.678	-0.130	0.012	-0.695	0.023	-0.699	0.634	-0.013	0.678	-0.130	0.012	-0.695	0.023	-0.699		
10	37.14	0.621	-0.012	0.665	-0.129	0.011	-0.682	0.022	-0.683	0.621	-0.012	0.665	-0.129	0.011	-0.682	0.022	-0.683		
9	34.58	0.605	-0.011	0.649	-0.127	0.011	-0.667	0.022	-0.672	0.605	-0.011	0.649	-0.127	0.011	-0.667	0.022	-0.672		
8	32.02	0.592	-0.010	0.636	-0.126	0.010	-0.655	0.024	-0.665	0.592	-0.010	0.636	-0.126	0.010	-0.655	0.024	-0.665		
7	29.46	0.580	-0.009	0.625	-0.125	0.010	-0.642	0.026	-0.658	0.580	-0.009	0.625	-0.125	0.010	-0.642	0.026	-0.658		
6	26.90	0.562	-0.008	0.608	-0.123	0.010	-0.623	0.030	-0.647	0.562	-0.008	0.608	-0.123	0.010	-0.623	0.030	-0.647		
5	24.34	0.532	-0.007	0.579	-0.120	0.009	-0.596	0.035	-0.630	0.532	-0.007	0.579	-0.120	0.009	-0.596	0.035	-0.630		
4	21.78	0.507	-0.006	0.554	-0.116	0.009	-0.566	0.041	-0.611	0.507	-0.006	0.554	-0.116	0.009	-0.566	0.041	-0.611		
3	19.22	0.474	-0.005	0.520	-0.108	0.008	-0.525	0.050	-0.586	0.474	-0.005	0.520	-0.108	0.008	-0.525	0.050	-0.586		
2	16.66	0.433	-0.005	0.474	-0.097	0.007	-0.476	0.059	-0.554	0.433	-0.005	0.474	-0.097	0.007	-0.476	0.059	-0.554		
1	14.10	0.344	-0.004	0.367	-0.059	0.005	-0.354	0.040	-0.411	0.344	-0.004	0.367	-0.059	0.005	-0.354	0.040	-0.411		
-1	9.90	0.081	-0.002	0.092	-0.018	0.002	-0.092	0.019	-0.103	0.081	-0.002	0.092	-0.018	0.002	-0.092	0.019	-0.103		
-2	6.60	0.056	-0.001	0.061	-0.010	0.002	-0.054	0.008	-0.058	0.056	-0.001	0.061	-0.010	0.002	-0.054	0.008	-0.058		
-3	3.80	0.039	-0.001	0.041	-0.008	0.002	-0.034	0.004	-0.034	0.039	-0.001	0.041	-0.008	0.002	-0.034	0.004	-0.034		

Tabla B. 2: Desplazamientos relativos edificio H2

Piso	Altura	Modelo Antiguo								Modelo Nuevo							
		Sismo X				Sismo Y				Sismo X				Sismo Y			
		DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY
#	[m]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	
29	74.9	0.054	-0.051	0.058	-0.125	0.013	-0.343	0.017	-0.429	0.049	-0.046	0.053	-0.113	0.012	-0.308	0.016	-0.380
28	72.7	0.056	-0.146	0.055	-0.145	0.015	-0.506	0.019	-0.514	0.050	-0.131	0.050	-0.131	0.013	-0.455	0.017	-0.455
27	70.6	0.077	-0.092	0.077	-0.092	0.021	-0.485	0.024	-0.496	0.069	-0.083	0.070	-0.083	0.018	-0.437	0.021	-0.439
26	68.0	0.203	-0.093	0.257	-0.227	0.051	-0.493	0.135	-0.709	0.183	-0.084	0.232	-0.204	0.046	-0.443	0.122	-0.630
25	65.5	0.239	-0.097	0.302	-0.249	0.061	-0.524	0.158	-0.777	0.215	-0.087	0.272	-0.224	0.055	-0.471	0.143	-0.691
24	63.0	0.266	-0.100	0.334	-0.265	0.069	-0.549	0.175	-0.825	0.239	-0.090	0.301	-0.239	0.062	-0.494	0.158	-0.734
23	60.5	0.292	-0.103	0.366	-0.282	0.076	-0.571	0.191	-0.870	0.263	-0.093	0.330	-0.253	0.068	-0.514	0.173	-0.774
22	58.0	0.315	-0.106	0.395	-0.297	0.083	-0.590	0.205	-0.908	0.284	-0.095	0.356	-0.267	0.074	-0.531	0.186	-0.808
21	55.4	0.336	-0.108	0.421	-0.310	0.088	-0.605	0.218	-0.939	0.303	-0.097	0.380	-0.279	0.079	-0.544	0.197	-0.835
20	52.9	0.354	-0.109	0.444	-0.322	0.093	-0.616	0.228	-0.964	0.319	-0.098	0.400	-0.289	0.084	-0.554	0.206	-0.856
19	50.4	0.370	-0.110	0.464	-0.331	0.097	-0.622	0.237	-0.982	0.333	-0.099	0.418	-0.298	0.087	-0.560	0.214	-0.872
18	47.9	0.383	-0.110	0.481	-0.339	0.100	-0.625	0.244	-0.994	0.345	-0.099	0.433	-0.305	0.090	-0.562	0.220	-0.882
17	45.4	0.394	-0.110	0.495	-0.345	0.102	-0.624	0.249	-1.000	0.355	-0.099	0.446	-0.311	0.092	-0.562	0.225	-0.888
16	42.8	0.403	-0.109	0.507	-0.350	0.104	-0.620	0.254	-1.001	0.363	-0.099	0.457	-0.315	0.094	-0.558	0.228	-0.888
15	40.3	0.410	-0.108	0.516	-0.353	0.105	-0.613	0.256	-0.997	0.369	-0.098	0.465	-0.318	0.095	-0.552	0.231	-0.884
14	37.8	0.415	-0.107	0.523	-0.355	0.106	-0.603	0.258	-0.987	0.373	-0.096	0.471	-0.320	0.096	-0.542	0.232	-0.875
13	35.3	0.418	-0.105	0.527	-0.355	0.107	-0.585	0.254	-0.959	0.376	-0.094	0.475	-0.319	0.096	-0.527	0.229	-0.850
12	32.8	0.420	-0.102	0.529	-0.353	0.107	-0.569	0.252	-0.938	0.378	-0.092	0.477	-0.318	0.096	-0.512	0.227	-0.832
11	30.2	0.419	-0.100	0.528	-0.350	0.106	-0.551	0.250	-0.915	0.377	-0.090	0.476	-0.315	0.095	-0.496	0.225	-0.811
10	27.7	0.415	-0.096	0.524	-0.344	0.105	-0.529	0.245	-0.886	0.374	-0.087	0.472	-0.309	0.094	-0.476	0.221	-0.785
9	25.2	0.400	-0.091	0.504	-0.328	0.101	-0.499	0.235	-0.840	0.360	-0.082	0.454	-0.295	0.091	-0.449	0.212	-0.745
8	22.7	0.390	-0.087	0.490	-0.315	0.098	-0.473	0.226	-0.800	0.351	-0.078	0.441	-0.283	0.089	-0.425	0.204	-0.710
7	20.2	0.377	-0.082	0.473	-0.301	0.095	-0.443	0.216	-0.755	0.339	-0.073	0.426	-0.270	0.085	-0.398	0.196	-0.669
6	17.6	0.356	-0.074	0.444	-0.274	0.089	-0.407	0.202	-0.702	0.320	-0.067	0.399	-0.246	0.080	-0.366	0.183	-0.622
5	15.1	0.332	-0.067	0.412	-0.251	0.083	-0.367	0.186	-0.639	0.299	-0.061	0.371	-0.225	0.075	-0.330	0.169	-0.566
4	12.6	0.302	-0.059	0.374	-0.224	0.075	-0.318	0.165	-0.561	0.272	-0.053	0.336	-0.201	0.068	-0.286	0.150	-0.495
3	10.1	0.261	-0.048	0.321	-0.185	0.064	-0.262	0.138	-0.469	0.235	-0.044	0.287	-0.166	0.058	-0.235	0.126	-0.411
2	7.6	0.196	-0.036	0.239	-0.132	0.047	-0.195	0.097	-0.341	0.177	-0.033	0.212	-0.118	0.042	-0.175	0.089	-0.300
1	5.0	0.085	-0.019	0.094	-0.047	0.019	-0.101	0.043	-0.158	0.077	-0.017	0.085	-0.042	0.017	-0.091	0.039	-0.141
-1	2.5	0.044	-0.010	0.050	-0.029	0.010	-0.053	0.024	-0.086	0.040	-0.009	0.044	-0.026	0.009	-0.048	0.022	-0.077

Tabla B. 3: Desplazamientos relativos edificio H3

Piso	Altura	Modelo Antiguo								Modelo Nuevo							
		Sismo X				Sismo Y				Sismo X				Sismo Y			
		DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY
#	[m]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	
27	67.86	0.110	-0.010	0.124	-0.015	0.007	-0.487	0.054	-0.497	0.110	-0.010	0.123	-0.015	0.007	-0.480	0.054	-0.492
26	65.38	0.123	-0.010	0.137	-0.059	0.007	-0.521	0.070	-0.604	0.122	-0.011	0.138	-0.060	0.007	-0.516	0.071	-0.599
25	62.90	0.132	-0.010	0.148	-0.061	0.008	-0.532	0.074	-0.621	0.132	-0.011	0.148	-0.062	0.008	-0.527	0.075	-0.617
24	60.42	0.143	-0.010	0.158	-0.062	0.009	-0.542	0.078	-0.636	0.143	-0.011	0.159	-0.063	0.009	-0.537	0.078	-0.631
23	57.94	0.154	-0.011	0.169	-0.063	0.009	-0.550	0.081	-0.649	0.154	-0.011	0.170	-0.064	0.010	-0.545	0.082	-0.644
22	55.46	0.165	-0.011	0.181	-0.063	0.010	-0.558	0.083	-0.660	0.165	-0.011	0.181	-0.065	0.010	-0.553	0.084	-0.655
21	52.98	0.176	-0.011	0.192	-0.064	0.010	-0.563	0.084	-0.668	0.176	-0.011	0.192	-0.066	0.010	-0.558	0.085	-0.664
20	50.50	0.187	-0.010	0.202	-0.065	0.010	-0.567	0.083	-0.673	0.187	-0.011	0.202	-0.067	0.010	-0.562	0.084	-0.669
19	48.02	0.196	-0.010	0.211	-0.066	0.010	-0.568	0.082	-0.674	0.196	-0.011	0.212	-0.067	0.010	-0.563	0.083	-0.670
18	45.54	0.205	-0.010	0.220	-0.066	0.009	-0.567	0.079	-0.673	0.205	-0.011	0.220	-0.068	0.010	-0.562	0.080	-0.668
17	43.06	0.212	-0.010	0.227	-0.066	0.009	-0.564	0.076	-0.668	0.213	-0.010	0.228	-0.068	0.009	-0.558	0.077	-0.663
16	40.58	0.219	-0.010	0.234	-0.066	0.009	-0.558	0.073	-0.661	0.219	-0.010	0.234	-0.068	0.009	-0.553	0.074	-0.656
15	38.10	0.225	-0.010	0.239	-0.066	0.009	-0.550	0.070	-0.651	0.225	-0.010	0.239	-0.067	0.009	-0.545	0.071	-0.646
14	35.62	0.229	-0.009	0.242	-0.065	0.009	-0.541	0.067	-0.639	0.229	-0.010	0.243	-0.066	0.009	-0.535	0.069	-0.635
13	33.14	0.232	-0.009	0.245	-0.064	0.009	-0.529	0.065	-0.626	0.232	-0.009	0.245	-0.065	0.009	-0.523	0.067	-0.621
12	30.66	0.233	-0.009	0.246	-0.062	0.009	-0.515	0.065	-0.611	0.234	-0.009	0.246	-0.063	0.009	-0.508	0.066	-0.606
11	28.18	0.233	-0.008	0.245	-0.060	0.009	-0.499	0.065	-0.594	0.233	-0.008	0.245	-0.061	0.009	-0.492	0.066	-0.588
10	25.70	0.231	-0.008	0.242	-0.057	0.009	-0.480	0.066	-0.575	0.231	-0.008	0.242	-0.058	0.009	-0.472	0.067	-0.568
9	23.22	0.226	-0.007	0.236	-0.054	0.010	-0.457	0.067	-0.553	0.226	-0.007	0.236	-0.054	0.010	-0.449	0.068	-0.545
8	20.74	0.219	-0.006	0.228	-0.050	0.010	-0.431	0.067	-0.527	0.219	-0.007	0.228	-0.050	0.010	-0.422	0.068	-0.518
7	18.26	0.206	-0.006	0.215	-0.045	0.009	-0.400	0.066	-0.495	0.206	-0.006	0.214	-0.045	0.009	-0.389	0.066	-0.484
6	15.78	0.186	-0.005	0.194	-0.039	0.008	-0.361	0.062	-0.454	0.185	-0.005	0.193	-0.039	0.008	-0.349	0.062	-0.441
5	13.30	0.164	-0.004	0.170	-0.032	0.007	-0.324	0.058	-0.416	0.164	-0.004	0.169	-0.032	0.007	-0.311	0.057	-0.401
4	10.82	0.145	-0.003	0.156	-0.035	0.006	-0.260	0.059	-0.375	0.143	-0.002	0.154	-0.033	0.005	-0.245	0.056	-0.356
3	8.34	0.128	-0.002	0.140	-0.034	0.005	-0.201	0.049	-0.301	0.125	-0.002	0.135	-0.032	0.004	-0.186	0.047	-0.280
2	5.84	0.104	-0.001	0.115	-0.030	0.003	-0.148	0.030	-0.218	0.101	-0.001	0.111	-0.028	0.003	-0.136	0.028	-0.203
1	3.34	0.048	-0.001	0.058	-0.025	0.006	-0.069	0.019	-0.100	0.047	-0.001	0.055	-0.023	0.005	-0.064	0.018	-0.093

Tabla B. 4: Desplazamientos relativos edificio H4

Piso	Altura [m]	Modelo Antiguo								Modelo Nuevo							
		Sismo X				Sismo Y				Sismo X				Sismo Y			
		DriftX CM [‰]	DriftY CM [‰]	Max DriftX [‰]	Max DriftY [‰]	DriftX CM [‰]	DriftY CM [‰]	Max DriftX [‰]	Max DriftY [‰]	DriftX CM [‰]	DriftY CM [‰]	Max DriftX [‰]	Max DriftY [‰]	DriftX CM [‰]	DriftY CM [‰]	Max DriftX [‰]	Max DriftY [‰]
21	53.69	0.053	-0.007	0.097	-0.053	0.018	-0.356	0.036	-0.379	0.054	-0.007	0.094	-0.053	0.017	-0.354	0.036	-0.371
20	51.24	0.130	-0.011	0.137	-0.096	0.009	-0.363	0.053	-0.379	0.131	-0.012	0.137	-0.096	0.009	-0.361	0.053	-0.371
19	49.00	0.168	-0.009	0.175	-0.048	0.005	-0.347	0.017	-0.373	0.165	-0.007	0.171	-0.046	0.004	-0.343	0.018	-0.367
18	46.55	0.184	-0.009	0.191	-0.050	0.006	-0.357	0.019	-0.385	0.181	-0.006	0.188	-0.048	0.005	-0.354	0.019	-0.378
17	44.10	0.198	-0.008	0.206	-0.053	0.007	-0.368	0.020	-0.396	0.195	-0.006	0.203	-0.051	0.005	-0.365	0.020	-0.390
16	41.65	0.210	-0.008	0.220	-0.056	0.008	-0.377	0.021	-0.405	0.207	-0.006	0.217	-0.054	0.006	-0.375	0.021	-0.400
15	39.20	0.221	-0.008	0.232	-0.059	0.008	-0.384	0.022	-0.412	0.218	-0.005	0.229	-0.056	0.006	-0.382	0.021	-0.407
14	36.75	0.230	-0.007	0.242	-0.061	0.008	-0.387	0.022	-0.417	0.227	-0.005	0.239	-0.059	0.006	-0.386	0.022	-0.412
13	34.30	0.237	-0.007	0.250	-0.063	0.009	-0.388	0.023	-0.417	0.234	-0.005	0.247	-0.060	0.006	-0.387	0.022	-0.413
12	31.85	0.242	-0.007	0.256	-0.065	0.009	-0.386	0.023	-0.415	0.239	-0.004	0.252	-0.061	0.006	-0.384	0.022	-0.410
11	29.40	0.244	-0.007	0.259	-0.065	0.009	-0.380	0.023	-0.408	0.240	-0.004	0.254	-0.062	0.006	-0.377	0.022	-0.403
10	26.95	0.240	-0.007	0.255	-0.065	0.009	-0.368	0.022	-0.396	0.235	-0.004	0.249	-0.061	0.006	-0.365	0.022	-0.390
9	24.50	0.238	-0.006	0.253	-0.064	0.009	-0.358	0.022	-0.385	0.231	-0.004	0.245	-0.060	0.006	-0.353	0.021	-0.378
8	22.05	0.233	-0.006	0.248	-0.063	0.008	-0.345	0.021	-0.371	0.226	-0.004	0.240	-0.058	0.006	-0.339	0.020	-0.362
7	19.60	0.226	-0.006	0.241	-0.061	0.008	-0.328	0.020	-0.353	0.217	-0.004	0.231	-0.056	0.005	-0.320	0.019	-0.342
6	17.15	0.216	-0.005	0.230	-0.058	0.008	-0.308	0.019	-0.331	0.206	-0.003	0.218	-0.052	0.005	-0.297	0.018	-0.317
5	14.70	0.203	-0.005	0.215	-0.053	0.007	-0.282	0.018	-0.303	0.190	-0.003	0.201	-0.048	0.004	-0.267	0.016	-0.285
4	12.25	0.185	-0.005	0.196	-0.048	0.006	-0.249	0.016	-0.267	0.169	-0.003	0.179	-0.041	0.004	-0.228	0.013	-0.243
3	9.80	0.162	-0.004	0.171	-0.040	0.005	-0.208	0.013	-0.223	0.143	-0.002	0.150	-0.031	0.003	-0.175	0.010	-0.186
2	7.35	0.124	-0.003	0.131	-0.030	0.004	-0.153	0.021	-0.181	0.113	-0.002	0.118	-0.025	0.002	-0.135	0.017	-0.156
1	4.90	0.088	-0.002	0.099	-0.020	0.002	-0.100	0.022	-0.162	0.077	-0.002	0.081	-0.017	0.002	-0.087	0.020	-0.139
-1	2.45	0.036	-0.001	0.038	-0.010	0.001	-0.049	0.002	-0.050	0.031	-0.001	0.033	-0.007	0.001	-0.040	0.002	-0.041

Tabla B. 5: Desplazamientos relativos edificio H5

Piso	Altura [m]	Modelo Antiguo								Modelo Nuevo							
		Sismo X				Sismo Y				Sismo X				Sismo Y			
		DriftX CM [‰]	DriftY CM [‰]	Max DriftX [‰]	Max DriftY [‰]	DriftX CM [‰]	DriftY CM [‰]	Max DriftX [‰]	Max DriftY [‰]	DriftX CM [‰]	DriftY CM [‰]	Max DriftX [‰]	Max DriftY [‰]	DriftX CM [‰]	DriftY CM [‰]	Max DriftX [‰]	Max DriftY [‰]
27	71.35	0.211	-0.061	0.238	-0.061	0.025	-0.419	0.044	-0.421	0.207	-0.061	0.235	-0.061	0.026	-0.405	0.044	-0.405
26	69.05	0.188	-0.047	0.203	-0.047	0.012	-0.443	0.026	-0.443	0.184	-0.047	0.199	-0.047	0.013	-0.428	0.026	-0.428
25	67.14	0.190	-0.008	0.202	-0.058	0.006	-0.429	0.021	-0.459	0.186	-0.007	0.197	-0.057	0.006	-0.415	0.016	-0.439
24	64.64	0.199	-0.010	0.217	-0.060	0.007	-0.441	0.033	-0.467	0.195	-0.009	0.212	-0.059	0.006	-0.427	0.022	-0.446
23	62.14	0.214	-0.010	0.233	-0.064	0.007	-0.452	0.034	-0.478	0.210	-0.009	0.228	-0.062	0.006	-0.438	0.023	-0.457
22	59.64	0.230	-0.011	0.250	-0.067	0.007	-0.463	0.036	-0.488	0.226	-0.010	0.245	-0.066	0.006	-0.449	0.023	-0.466
21	57.14	0.245	-0.011	0.265	-0.071	0.008	-0.473	0.037	-0.498	0.241	-0.010	0.261	-0.069	0.006	-0.458	0.024	-0.475
20	54.64	0.259	-0.011	0.280	-0.074	0.008	-0.481	0.039	-0.506	0.254	-0.011	0.275	-0.073	0.006	-0.466	0.025	-0.482
19	52.14	0.271	-0.012	0.293	-0.077	0.008	-0.487	0.041	-0.511	0.266	-0.011	0.288	-0.075	0.007	-0.471	0.026	-0.487
18	49.64	0.281	-0.012	0.304	-0.079	0.008	-0.490	0.043	-0.515	0.277	-0.011	0.299	-0.078	0.007	-0.475	0.026	-0.490
17	47.14	0.290	-0.013	0.313	-0.081	0.008	-0.491	0.044	-0.517	0.285	-0.012	0.308	-0.080	0.007	-0.475	0.027	-0.490
16	44.64	0.297	-0.013	0.321	-0.083	0.008	-0.490	0.046	-0.516	0.293	-0.012	0.316	-0.082	0.007	-0.474	0.028	-0.489
15	42.14	0.303	-0.013	0.327	-0.084	0.009	-0.487	0.047	-0.514	0.298	-0.012	0.322	-0.083	0.006	-0.471	0.028	-0.485
14	39.64	0.307	-0.013	0.332	-0.085	0.009	-0.483	0.048	-0.511	0.303	-0.013	0.327	-0.084	0.006	-0.466	0.029	-0.481
13	37.14	0.310	-0.013	0.336	-0.086	0.009	-0.477	0.049	-0.506	0.306	-0.013	0.331	-0.085	0.006	-0.460	0.029	-0.475
12	34.64	0.313	-0.014	0.338	-0.087	0.009	-0.471	0.049	-0.500	0.308	-0.013	0.333	-0.085	0.006	-0.453	0.029	-0.468
11	32.14	0.314	-0.014	0.340	-0.087	0.009	-0.463	0.050	-0.492	0.310	-0.013	0.335	-0.086	0.006	-0.445	0.029	-0.459
10	29.64	0.315	-0.013	0.341	-0.087	0.009	-0.454	0.050	-0.483	0.310	-0.013	0.336	-0.086	0.006	-0.436	0.029	-0.450
9	27.14	0.314	-0.013	0.340	-0.087	0.008	-0.444	0.049	-0.472	0.309	-0.013	0.334	-0.085	0.006	-0.425	0.028	-0.438
8	24.64	0.311	-0.013	0.337	-0.086	0.008	-0.431	0.048	-0.459	0.306	-0.012	0.332	-0.084	0.006	-0.413	0.027	-0.425
7	22.14	0.307	-0.012	0.332	-0.084	0.008	-0.417	0.047	-0.443	0.302	-0.012	0.326	-0.082	0.006	-0.397	0.026	-0.408
6	19.64	0.299	-0.011	0.324	-0.082	0.008	-0.399	0.045	-0.422	0.294	-0.011	0.318	-0.080	0.006	-0.379	0.025	-0.387
5	17.14	0.288	-0.010	0.312	-0.079	0.008	-0.376	0.042	-0.397	0.282	-0.010	0.305	-0.076	0.006	-0.355	0.023	-0.361
4	14.64	0.271	-0.009	0.294	-0.074	0.008	-0.348	0.039	-0.365	0.264	-0.008	0.287	-0.071	0.006	-0.326	0.022	-0.329
3	12.14	0.248	-0.008	0.269	-0.069	0.009	-0.312	0.036	-0.325	0.238	-0.007	0.259	-0.065	0.006	-0.287	0.019	-0.289
2	9.64	0.212	-0.006	0.230	-0.060	0.010	-0.268	0.032	-0.279	0.202	-0.005	0.218	-0.055	0.007	-0.245	0.016	-0.252
1	7.14	0.179	-0.007	0.185	-0.055	0.008	-0.207	0.028	-0.211	0.168	-0.007	0.174	-0.051	0.007	-0.189	0.014	-0.210
-1	4.64	0.028	-0.001	0.044	-0.027	0.003	-0.050	0.010	-0.068	0.028	-0.001	0.043	-0.026	0.003	-0.048	0.009	-0.064

Tabla B. 6: Desplazamientos relativos edificio H6

Piso	Altura	Modelo Antiguo								Modelo Nuevo							
		Sismo X				Sismo Y				Sismo X				Sismo Y			
#	[m]	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY
		[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]
23	60.38	0.202	-0.013	0.235	-0.061	0.021	-0.240	0.117	-0.261	0.182	-0.012	0.212	-0.055	0.019	-0.213	0.105	-0.232
22	58.32	0.197	-0.005	0.229	-0.061	0.018	-0.260	0.040	-0.282	0.177	-0.004	0.206	-0.055	0.017	-0.231	0.037	-0.251
21	55.80	0.206	-0.013	0.335	-0.261	0.019	-0.300	0.066	-0.365	0.186	-0.011	0.302	-0.235	0.017	-0.268	0.060	-0.327
20	53.28	0.227	-0.015	0.388	-0.313	0.023	-0.318	0.078	-0.393	0.204	-0.013	0.350	-0.283	0.020	-0.284	0.071	-0.352
19	50.76	0.242	-0.017	0.426	-0.354	0.025	-0.333	0.086	-0.415	0.218	-0.015	0.384	-0.319	0.022	-0.298	0.078	-0.372
18	48.24	0.258	-0.019	0.465	-0.394	0.027	-0.347	0.094	-0.437	0.232	-0.017	0.419	-0.355	0.024	-0.310	0.085	-0.391
17	45.72	0.271	-0.020	0.499	-0.430	0.029	-0.359	0.101	-0.456	0.245	-0.018	0.450	-0.388	0.026	-0.321	0.092	-0.408
16	43.20	0.284	-0.022	0.531	-0.465	0.031	-0.370	0.109	-0.474	0.256	-0.019	0.479	-0.420	0.028	-0.331	0.099	-0.425
15	40.68	0.294	-0.023	0.560	-0.497	0.034	-0.379	0.117	-0.490	0.265	-0.020	0.504	-0.448	0.030	-0.339	0.107	-0.439
14	38.16	0.302	-0.024	0.582	-0.521	0.035	-0.384	0.125	-0.502	0.272	-0.021	0.524	-0.469	0.032	-0.343	0.113	-0.450
13	35.64	0.309	-0.024	0.598	-0.537	0.037	-0.385	0.131	-0.509	0.278	-0.022	0.539	-0.484	0.033	-0.344	0.119	-0.456
12	33.12	0.314	-0.024	0.611	-0.550	0.039	-0.384	0.137	-0.514	0.283	-0.022	0.551	-0.496	0.035	-0.343	0.125	-0.460
11	30.60	0.317	-0.025	0.624	-0.565	0.040	-0.383	0.144	-0.519	0.286	-0.022	0.562	-0.509	0.036	-0.342	0.131	-0.464
10	28.08	0.318	-0.025	0.634	-0.578	0.042	-0.380	0.151	-0.522	0.287	-0.023	0.572	-0.521	0.038	-0.339	0.137	-0.467
9	25.56	0.318	-0.026	0.646	-0.596	0.043	-0.377	0.158	-0.526	0.287	-0.023	0.582	-0.537	0.039	-0.336	0.143	-0.470
8	23.04	0.316	-0.026	0.653	-0.610	0.044	-0.371	0.164	-0.527	0.284	-0.023	0.588	-0.550	0.039	-0.331	0.149	-0.471
7	20.52	0.310	-0.026	0.652	-0.615	0.044	-0.361	0.168	-0.521	0.279	-0.023	0.587	-0.554	0.039	-0.322	0.152	-0.465
6	18.00	0.300	-0.025	0.642	-0.612	0.043	-0.348	0.169	-0.509	0.271	-0.023	0.578	-0.551	0.039	-0.309	0.153	-0.454
5	15.48	0.286	-0.025	0.621	-0.598	0.041	-0.330	0.168	-0.490	0.257	-0.022	0.559	-0.539	0.037	-0.292	0.152	-0.436
4	12.96	0.264	-0.023	0.583	-0.566	0.038	-0.304	0.161	-0.458	0.238	-0.021	0.524	-0.509	0.034	-0.269	0.145	-0.407
3	10.44	0.232	-0.020	0.522	-0.506	0.034	-0.272	0.148	-0.414	0.209	-0.018	0.468	-0.454	0.031	-0.240	0.132	-0.366
2	7.92	0.171	-0.013	0.366	-0.354	0.023	-0.217	0.105	-0.320	0.154	-0.012	0.327	-0.317	0.021	-0.191	0.094	-0.282
1	5.40	0.081	-0.006	0.114	-0.105	0.006	-0.109	0.026	-0.140	0.073	-0.005	0.103	-0.094	0.006	-0.096	0.024	-0.124
-1	2.88	0.033	-0.004	0.045	-0.044	0.001	-0.048	0.010	-0.060	0.030	-0.003	0.040	-0.040	0.001	-0.042	0.009	-0.053

Tabla B. 7: Desplazamientos relativos edificio H7

Piso	Altura	Modelo Antiguo								Modelo Nuevo							
		Sismo X				Sismo Y				Sismo X				Sismo Y			
#	[m]	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY
		[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]
20	52.04	0.144	-0.040	0.150	-0.040	0.013	-0.429	0.021	-0.429	0.130	-0.036	0.136	-0.037	0.012	-0.387	0.019	-0.384
19	48.22	0.132	-0.014	0.145	-0.116	0.016	-0.529	0.021	-0.537	0.119	-0.012	0.131	-0.104	0.014	-0.476	0.020	-0.483
18	45.76	0.146	-0.014	0.161	-0.121	0.017	-0.544	0.023	-0.554	0.132	-0.013	0.145	-0.109	0.015	-0.490	0.021	-0.497
17	43.30	0.161	-0.014	0.176	-0.127	0.017	-0.558	0.024	-0.569	0.145	-0.013	0.159	-0.115	0.015	-0.503	0.022	-0.511
16	40.84	0.175	-0.015	0.192	-0.132	0.018	-0.569	0.024	-0.581	0.158	-0.013	0.173	-0.119	0.016	-0.513	0.023	-0.522
15	38.38	0.188	-0.015	0.205	-0.136	0.018	-0.576	0.025	-0.588	0.169	-0.013	0.185	-0.123	0.016	-0.519	0.023	-0.529
14	35.92	0.199	-0.015	0.217	-0.139	0.019	-0.578	0.025	-0.591	0.179	-0.013	0.196	-0.125	0.017	-0.521	0.023	-0.531
13	33.46	0.208	-0.015	0.227	-0.140	0.019	-0.575	0.025	-0.588	0.187	-0.013	0.205	-0.126	0.017	-0.518	0.023	-0.529
12	31.00	0.215	-0.015	0.235	-0.140	0.019	-0.567	0.025	-0.581	0.194	-0.013	0.212	-0.126	0.017	-0.511	0.023	-0.522
11	28.54	0.220	-0.014	0.240	-0.139	0.019	-0.555	0.025	-0.570	0.198	-0.013	0.216	-0.125	0.016	-0.500	0.023	-0.512
10	26.08	0.223	-0.014	0.243	-0.136	0.018	-0.538	0.025	-0.554	0.201	-0.012	0.218	-0.122	0.016	-0.485	0.023	-0.497
9	23.62	0.222	-0.013	0.242	-0.131	0.018	-0.516	0.025	-0.534	0.200	-0.012	0.218	-0.118	0.016	-0.465	0.023	-0.478
8	21.16	0.218	-0.012	0.237	-0.125	0.018	-0.489	0.025	-0.508	0.196	-0.011	0.213	-0.112	0.016	-0.440	0.023	-0.455
7	18.70	0.206	-0.011	0.223	-0.112	0.017	-0.450	0.025	-0.472	0.186	-0.010	0.201	-0.101	0.015	-0.405	0.023	-0.421
6	16.24	0.196	-0.011	0.212	-0.103	0.016	-0.416	0.025	-0.441	0.177	-0.009	0.191	-0.093	0.015	-0.375	0.023	-0.392
5	13.78	0.182	-0.010	0.196	-0.094	0.015	-0.377	0.025	-0.406	0.163	-0.009	0.176	-0.085	0.013	-0.340	0.023	-0.359
4	11.32	0.155	-0.009	0.168	-0.083	0.013	-0.330	0.025	-0.367	0.140	-0.008	0.151	-0.075	0.012	-0.297	0.023	-0.321
3	8.86	0.123	-0.009	0.134	-0.071	0.011	-0.273	0.026	-0.321	0.110	-0.008	0.119	-0.062	0.010	-0.245	0.023	-0.274
2	6.40	0.096	-0.010	0.106	-0.059	0.006	-0.210	0.020	-0.256	0.087	-0.009	0.094	-0.052	0.006	-0.187	0.018	-0.217
1	3.70	0.056	-0.007	0.064	-0.041	0.003	-0.109	0.010	-0.135	0.050	-0.007	0.057	-0.035	0.003	-0.096	0.008	-0.112

Tabla B. 8: Desplazamientos relativos edificio H8

		Modelo Antiguo								Modelo Nuevo							
Piso	Altura	Sismo X				Sismo Y				Sismo X				Sismo Y			
		DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY
#	[m]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]
28	74.38	0.407	-0.103	0.457	-0.161	0.197	-0.379	0.197	-0.445	0.356	-0.089	0.395	-0.135	0.177	-0.334	0.177	-0.393
27	72.24	0.400	-0.091	0.457	-0.183	0.185	-0.475	0.204	-0.667	0.353	-0.079	0.396	-0.164	0.166	-0.418	0.182	-0.587
26	69.66	0.396	-0.101	0.766	-0.676	0.136	-0.627	0.297	-0.936	0.350	-0.090	0.649	-0.585	0.123	-0.549	0.267	-0.822
25	67.14	0.411	-0.105	0.824	-0.727	0.138	-0.648	0.306	-0.978	0.363	-0.094	0.699	-0.630	0.125	-0.568	0.275	-0.859
24	64.62	0.425	-0.109	0.865	-0.762	0.140	-0.665	0.312	-1.006	0.375	-0.097	0.734	-0.661	0.127	-0.583	0.280	-0.884
23	62.10	0.441	-0.112	0.911	-0.802	0.143	-0.681	0.320	-1.036	0.389	-0.100	0.773	-0.695	0.130	-0.597	0.287	-0.910
22	59.58	0.455	-0.115	0.953	-0.837	0.146	-0.694	0.326	-1.062	0.401	-0.103	0.807	-0.724	0.133	-0.608	0.293	-0.933
21	57.06	0.468	-0.118	0.992	-0.870	0.149	-0.706	0.333	-1.086	0.412	-0.106	0.839	-0.751	0.136	-0.617	0.299	-0.953
20	54.54	0.479	-0.121	1.027	-0.898	0.153	-0.714	0.339	-1.105	0.421	-0.108	0.866	-0.774	0.139	-0.624	0.304	-0.969
19	52.02	0.489	-0.123	1.059	-0.924	0.156	-0.720	0.344	-1.122	0.429	-0.109	0.891	-0.795	0.142	-0.628	0.309	-0.983
18	49.50	0.496	-0.124	1.087	-0.947	0.159	-0.723	0.349	-1.135	0.434	-0.111	0.912	-0.813	0.145	-0.629	0.313	-0.993
17	46.98	0.502	-0.126	1.112	-0.966	0.162	-0.723	0.352	-1.144	0.438	-0.112	0.931	-0.828	0.147	-0.628	0.316	-1.001
16	44.46	0.505	-0.126	1.133	-0.983	0.164	-0.721	0.355	-1.150	0.441	-0.112	0.946	-0.841	0.150	-0.626	0.318	-1.005
15	41.94	0.507	-0.127	1.151	-0.996	0.166	-0.717	0.356	-1.152	0.441	-0.112	0.959	-0.851	0.151	-0.621	0.319	-1.007
14	39.42	0.507	-0.127	1.164	-1.006	0.167	-0.710	0.361	-1.150	0.441	-0.112	0.969	-0.858	0.152	-0.614	0.319	-1.005
13	36.90	0.505	-0.126	1.174	-1.012	0.168	-0.701	0.368	-1.144	0.439	-0.112	0.976	-0.863	0.153	-0.606	0.322	-0.999
12	34.38	0.502	-0.125	1.178	-1.014	0.168	-0.690	0.374	-1.133	0.435	-0.111	0.979	-0.864	0.153	-0.596	0.328	-0.990
11	31.86	0.496	-0.124	1.176	-1.009	0.167	-0.675	0.378	-1.116	0.430	-0.109	0.977	-0.861	0.152	-0.583	0.333	-0.976
10	29.34	0.488	-0.123	1.166	-0.999	0.165	-0.659	0.379	-1.093	0.423	-0.108	0.969	-0.852	0.150	-0.569	0.335	-0.956
9	26.82	0.477	-0.121	1.147	-0.980	0.161	-0.640	0.376	-1.062	0.413	-0.106	0.954	-0.836	0.146	-0.552	0.334	-0.930
8	24.30	0.463	-0.119	1.116	-0.951	0.156	-0.616	0.369	-1.022	0.400	-0.104	0.929	-0.811	0.141	-0.532	0.329	-0.896
7	21.78	0.444	-0.117	1.068	-0.908	0.148	-0.587	0.354	-0.964	0.383	-0.102	0.889	-0.774	0.135	-0.508	0.318	-0.849
6	19.26	0.416	-0.113	0.996	-0.845	0.137	-0.549	0.332	-0.891	0.358	-0.098	0.828	-0.719	0.125	-0.476	0.299	-0.786
5	16.74	0.376	-0.104	0.893	-0.753	0.122	-0.498	0.300	-0.795	0.322	-0.090	0.739	-0.638	0.110	-0.431	0.269	-0.700
4	14.22	0.336	-0.097	0.788	-0.665	0.107	-0.452	0.267	-0.707	0.287	-0.083	0.650	-0.561	0.096	-0.391	0.238	-0.623
3	11.70	0.287	-0.087	0.664	-0.559	0.089	-0.395	0.227	-0.602	0.243	-0.073	0.543	-0.467	0.079	-0.341	0.198	-0.535
2	9.18	0.221	-0.070	0.417	-0.389	0.066	-0.297	0.147	-0.424	0.187	-0.059	0.341	-0.325	0.058	-0.256	0.128	-0.378
1	6.66	0.109	-0.045	0.153	-0.122	0.028	-0.154	0.063	-0.201	0.094	-0.040	0.129	-0.106	0.025	-0.138	0.056	-0.180
-1	3.78	0.060	-0.018	0.079	-0.062	0.015	-0.069	0.030	-0.089	0.053	-0.016	0.067	-0.054	0.013	-0.061	0.026	-0.078

Tabla B. 9: Desplazamientos relativos edificio H9

		Modelo Antiguo								Modelo Nuevo							
Piso	Altura	Sismo X				Sismo Y				Sismo X				Sismo Y			
		DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY
#	[m]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]
30	93.14	0.597	-0.031	0.603	-0.062	0.060	-0.694	0.071	-0.718	0.597	-0.032	0.603	-0.062	0.060	-0.695	0.071	-0.719
29	89.62	0.589	-0.061	0.923	-0.761	0.070	-0.846	0.416	-1.478	0.589	-0.061	0.923	-0.761	0.070	-0.847	0.413	-1.476
28	85.02	0.607	-0.045	0.961	-0.709	0.073	-0.830	0.456	-1.481	0.607	-0.046	0.961	-0.710	0.073	-0.831	0.452	-1.479
27	82.46	0.631	-0.045	0.989	-0.723	0.075	-0.847	0.469	-1.514	0.631	-0.045	0.989	-0.723	0.075	-0.848	0.465	-1.513
26	79.90	0.651	-0.045	1.012	-0.737	0.077	-0.859	0.481	-1.542	0.651	-0.045	1.013	-0.736	0.077	-0.860	0.477	-1.541
25	77.34	0.669	-0.045	1.034	-0.747	0.079	-0.866	0.494	-1.565	0.669	-0.046	1.034	-0.746	0.079	-0.867	0.490	-1.564
24	74.78	0.685	-0.045	1.051	-0.755	0.081	-0.867	0.508	-1.583	0.684	-0.045	1.051	-0.754	0.081	-0.868	0.504	-1.582
23	72.22	0.697	-0.044	1.064	-0.760	0.084	-0.862	0.523	-1.595	0.697	-0.045	1.064	-0.760	0.084	-0.864	0.518	-1.594
22	69.66	0.706	-0.044	1.072	-0.764	0.087	-0.853	0.538	-1.602	0.706	-0.044	1.072	-0.764	0.087	-0.854	0.533	-1.601
21	67.10	0.713	-0.043	1.077	-0.766	0.090	-0.839	0.552	-1.604	0.712	-0.043	1.077	-0.766	0.090	-0.840	0.547	-1.603
20	64.54	0.716	-0.042	1.077	-0.767	0.092	-0.821	0.566	-1.602	0.716	-0.042	1.077	-0.767	0.092	-0.822	0.561	-1.600
19	61.98	0.717	-0.041	1.075	-0.766	0.094	-0.800	0.579	-1.599	0.717	-0.041	1.074	-0.766	0.094	-0.801	0.574	-1.596
18	59.42	0.716	-0.040	1.068	-0.764	0.096	-0.777	0.591	-1.591	0.715	-0.040	1.067	-0.764	0.096	-0.778	0.585	-1.588
17	56.86	0.708	-0.039	1.053	-0.758	0.098	-0.751	0.598	-1.575	0.706	-0.039	1.052	-0.758	0.098	-0.752	0.592	-1.572
16	54.30	0.703	-0.038	1.043	-0.754	0.100	-0.729	0.604	-1.562	0.702	-0.038	1.041	-0.754	0.100	-0.730	0.599	-1.559
15	51.74	0.700	-0.037	1.032	-0.748	0.102	-0.708	0.609	-1.547	0.698	-0.038	1.031	-0.748	0.101	-0.710	0.604	-1.544
14	49.18	0.696	-0.037	1.021	-0.741	0.103	-0.689	0.612	-1.531	0.694	-0.037	1.020	-0.740	0.103	-0.690	0.606	-1.527
13	46.62	0.691	-0.036	1.009	-0.730	0.104	-0.671	0.612	-1.511	0.690	-0.036	1.007	-0.729	0.103	-0.672	0.606	-1.507
12	44.06	0.686	-0.036	0.994	-0.717	0.104	-0.655	0.608	-1.488	0.684	-0.036	0.991	-0.716	0.104	-0.656	0.602	-1.484
11	41.50	0.680	-0.035	0.976	-0.700	0.104	-0.639	0.599	-1.459	0.678	-0.035	0.973	-0.698	0.103	-0.640	0.594	-1.455
10	38.94	0.672	-0.035	0.953	-0.676	0.103	-0.622	0.584	-1.419	0.669	-0.035	0.950	-0.675	0.103	-0.623	0.579	-1.415
9	36.38	0.656	-0.035	0.923	-0.651	0.102	-0.605	0.566	-1.376	0.653	-0.035	0.919	-0.650	0.101	-0.606	0.561	-1.371
8	33.82	0.643	-0.035	0.896	-0.626	0.099	-0.590	0.545	-1.331	0.640	-0.035	0.892	-0.624	0.099	-0.590	0.540	-1.326
7	31.26	0.623	-0.035	0.859	-0.595	0.097	-0.573	0.520	-1.278	0.620	-0.035	0.854	-0.593	0.097	-0.573	0.515	-1.273
6	28.70	0.604	-0.035	0.822	-0.559	0.092	-0.552	0.488	-1.212	0.600	-0.035	0.817	-0.558	0.092	-0.551	0.483	-1.207
5	26.14	0.577	-0.034	0.774	-0.516	0.085	-0.522	0.447	-1.129	0.572	-0.034	0.767	-0.515	0.085	-0.521	0.443	-1.123
4	23.58	0.548	-0.033	0.724	-0.468	0.077	-0.489	0.402	-1.036	0.542	-0.034	0.716	-0.466	0.077	-0.487	0.397	-1.029
3	21.02	0.508	-0.031	0.661	-0.408	0.067	-0.445	0.347	-0.920	0.499	-0.031	0.649	-0.405	0.067	-0.442	0.343	-0.911
2	18.46	0.456	-0.031	0.587	-0.349	0.055	-0.400	0.293	-0.806	0.450	-0.030	0.578	-0.346	0.056	-0.398	0.290	-0.799
1	15.90	0.356	-0.026	0.433	-0.222	0.041	-0.302	0.192	-0.561	0.352	-0.025	0.427	-0.220	0.042	-0.300	0.190	-0.555
-1	11.70	0.084	-0.014	0.093	-0.026	0.014	-0.091	0.026	-0.099	0.084	-0.014	0.093	-0.026	0.014	-0.092	0.026	-0.100
-2	8.40	0.050	-0.010	0.059	-0.016	0.010	-0.056	0.020	-0.060	0.050	-0.010	0.059	-0.016	0.010	-0.056	0.020	-0.060
-3	5.60	0.043	-0.009	0.051	-0.015	0.010	-0.047	0.018	-0.052	0.043	-0.009	0.051	-0.015	0.010	-0.047	0.018	-0.052
-4	2.80	0.028	-0.006	0.034	-0.011	0.006	-0.030	0.014	-0.038								

Tabla B. 10: Desplazamientos relativos edificio H10

Piso #	Altura [m]	Modelo Antiguo								Modelo Nuevo							
		Sismo X				Sismo Y				Sismo X				Sismo Y			
		DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]
30	76.34	0.445	-0.126	0.445	-0.130	0.047	-0.657	0.051	-0.657	0.531	-0.156	0.531	-0.161	0.060	-0.770	0.064	-0.770
29	74.20	0.427	-0.104	0.455	-0.118	0.018	-0.755	0.038	-0.766	0.506	-0.132	0.539	-0.149	0.024	-0.887	0.048	-0.901
28	71.56	0.526	-0.018	0.681	-0.339	0.016	-0.817	0.065	-0.902	0.625	-0.024	0.810	-0.448	0.021	-0.962	0.080	-1.069
27	69.04	0.565	-0.016	0.756	-0.386	0.018	-0.841	0.075	-0.937	0.671	-0.022	0.901	-0.508	0.023	-0.991	0.091	-1.113
26	66.52	0.595	-0.015	0.807	-0.418	0.018	-0.863	0.081	-0.967	0.707	-0.021	0.963	-0.548	0.024	-1.018	0.099	-1.149
25	64.00	0.629	-0.015	0.869	-0.457	0.019	-0.885	0.090	-0.998	0.747	-0.021	1.037	-0.597	0.025	-1.045	0.110	-1.188
24	61.48	0.663	-0.015	0.930	-0.495	0.020	-0.908	0.098	-1.029	0.787	-0.020	1.111	-0.644	0.026	-1.071	0.120	-1.225
23	58.96	0.696	-0.015	0.991	-0.534	0.022	-0.928	0.106	-1.058	0.827	-0.020	1.184	-0.692	0.028	-1.096	0.130	-1.260
22	56.44	0.729	-0.015	1.051	-0.571	0.023	-0.947	0.114	-1.085	0.864	-0.020	1.254	-0.738	0.030	-1.117	0.141	-1.292
21	53.92	0.759	-0.015	1.108	-0.607	0.025	-0.963	0.122	-1.110	0.900	-0.019	1.321	-0.782	0.032	-1.136	0.150	-1.321
20	51.40	0.787	-0.014	1.160	-0.640	0.027	-0.977	0.129	-1.131	0.932	-0.019	1.382	-0.823	0.034	-1.151	0.159	-1.345
19	48.88	0.812	-0.014	1.209	-0.672	0.028	-0.987	0.136	-1.149	0.960	-0.019	1.438	-0.860	0.036	-1.161	0.168	-1.365
18	46.36	0.834	-0.014	1.253	-0.700	0.030	-0.993	0.142	-1.162	0.985	-0.018	1.488	-0.894	0.038	-1.167	0.176	-1.380
17	43.84	0.853	-0.014	1.291	-0.726	0.032	-0.996	0.148	-1.171	1.005	-0.018	1.532	-0.924	0.041	-1.168	0.184	-1.389
16	41.32	0.868	-0.013	1.324	-0.748	0.033	-0.994	0.153	-1.174	1.020	-0.017	1.568	-0.950	0.043	-1.164	0.191	-1.393
15	38.80	0.878	-0.013	1.349	-0.767	0.035	-0.987	0.158	-1.173	1.030	-0.017	1.596	-0.972	0.045	-1.155	0.197	-1.389
14	36.28	0.883	-0.013	1.368	-0.782	0.036	-0.975	0.162	-1.165	1.034	-0.017	1.614	-0.988	0.046	-1.139	0.203	-1.379
13	33.76	0.884	-0.013	1.377	-0.792	0.038	-0.958	0.165	-1.151	1.031	-0.016	1.623	-0.997	0.048	-1.118	0.207	-1.361
12	31.24	0.878	-0.013	1.378	-0.796	0.039	-0.935	0.167	-1.130	1.021	-0.016	1.620	-1.000	0.049	-1.088	0.210	-1.334
11	28.72	0.865	-0.012	1.366	-0.793	0.040	-0.906	0.168	-1.100	1.002	-0.016	1.601	-0.994	0.050	-1.051	0.211	-1.297
10	26.20	0.844	-0.012	1.341	-0.782	0.040	-0.869	0.167	-1.060	0.973	-0.015	1.567	-0.977	0.051	-1.005	0.210	-1.248
9	23.68	0.807	-0.012	1.285	-0.748	0.039	-0.820	0.161	-1.003	0.925	-0.014	1.494	-0.930	0.050	-0.945	0.202	-1.177
8	21.16	0.770	-0.011	1.230	-0.718	0.039	-0.773	0.156	-0.948	0.875	-0.014	1.422	-0.889	0.049	-0.886	0.195	-1.109
7	18.64	0.728	-0.011	1.172	-0.688	0.038	-0.719	0.150	-0.887	0.819	-0.013	1.344	-0.847	0.048	-0.820	0.188	-1.033
6	16.12	0.678	-0.010	1.098	-0.649	0.036	-0.657	0.142	-0.814	0.750	-0.012	1.244	-0.792	0.045	-0.743	0.178	-0.942
5	13.60	0.616	-0.009	1.005	-0.597	0.034	-0.586	0.131	-0.729	0.666	-0.011	1.119	-0.722	0.042	-0.654	0.163	-0.836
4	11.08	0.540	-0.008	0.887	-0.531	0.031	-0.503	0.117	-0.628	0.561	-0.010	0.955	-0.625	0.037	-0.547	0.143	-0.704
3	8.56	0.446	-0.007	0.735	-0.440	0.026	-0.406	0.097	-0.508	0.433	-0.007	0.757	-0.508	0.030	-0.423	0.118	-0.552
2	6.04	0.332	-0.005	0.545	-0.319	0.019	-0.291	0.072	-0.369	0.319	-0.005	0.556	-0.364	0.021	-0.304	0.088	-0.402
1	3.52	0.156	-0.004	0.219	-0.105	0.009	-0.114	0.030	-0.146	0.148	-0.004	0.219	-0.122	0.010	-0.122	0.035	-0.160

Tabla B. 11: Desplazamientos relativos edificio H11

Piso #	Altura [m]	Modelo Antiguo								Modelo Nuevo							
		Sismo X				Sismo Y				Sismo X				Sismo Y			
		DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]
24	64.12	0.572	-0.031	0.572	-0.080	0.145	-0.143	0.145	-0.198	0.477	-0.028	0.477	-0.071	0.123	-0.124	0.123	-0.171
23	61.58	0.453	-0.058	0.550	-0.100	0.095	-0.335	0.112	-0.347	0.375	-0.052	0.457	-0.085	0.080	-0.291	0.096	-0.302
22	59.40	0.492	-0.081	0.893	-0.618	0.104	-0.349	0.186	-0.515	0.412	-0.070	0.742	-0.518	0.090	-0.302	0.154	-0.445
21	56.88	0.517	-0.086	0.957	-0.683	0.110	-0.366	0.201	-0.553	0.433	-0.074	0.796	-0.574	0.096	-0.317	0.167	-0.478
20	54.36	0.540	-0.091	1.014	-0.738	0.114	-0.381	0.215	-0.584	0.452	-0.079	0.844	-0.621	0.100	-0.330	0.178	-0.505
19	51.84	0.563	-0.096	1.073	-0.793	0.119	-0.396	0.230	-0.616	0.472	-0.083	0.892	-0.667	0.104	-0.343	0.190	-0.533
18	49.32	0.584	-0.100	1.128	-0.843	0.123	-0.409	0.246	-0.646	0.489	-0.087	0.935	-0.709	0.107	-0.355	0.203	-0.558
17	46.80	0.603	-0.104	1.177	-0.888	0.128	-0.421	0.261	-0.673	0.504	-0.090	0.974	-0.745	0.111	-0.364	0.216	-0.582
16	44.28	0.619	-0.107	1.221	-0.928	0.132	-0.429	0.277	-0.698	0.516	-0.092	1.007	-0.778	0.114	-0.372	0.228	-0.603
15	41.76	0.632	-0.110	1.259	-0.964	0.135	-0.435	0.293	-0.720	0.525	-0.095	1.036	-0.806	0.117	-0.377	0.242	-0.622
14	39.24	0.643	-0.112	1.293	-0.996	0.138	-0.439	0.308	-0.739	0.533	-0.097	1.061	-0.831	0.120	-0.381	0.254	-0.638
13	36.72	0.650	-0.114	1.321	-1.023	0.141	-0.441	0.323	-0.755	0.537	-0.098	1.081	-0.852	0.122	-0.382	0.267	-0.652
12	34.20	0.654	-0.115	1.344	-1.047	0.143	-0.441	0.337	-0.767	0.539	-0.099	1.097	-0.871	0.124	-0.382	0.279	-0.663
11	31.68	0.655	-0.116	1.361	-1.067	0.144	-0.439	0.350	-0.777	0.539	-0.099	1.108	-0.886	0.124	-0.380	0.289	-0.671
10	29.16	0.653	-0.116	1.371	-1.081	0.145	-0.435	0.361	-0.782	0.535	-0.099	1.114	-0.896	0.125	-0.376	0.299	-0.675
9	26.64	0.646	-0.116	1.373	-1.091	0.144	-0.429	0.370	-0.783	0.528	-0.099	1.114	-0.903	0.124	-0.371	0.306	-0.676
8	24.12	0.634	-0.114	1.365	-1.093	0.142	-0.420	0.375	-0.779	0.517	-0.097	1.105	-0.903	0.121	-0.363	0.311	-0.671
7	21.60	0.615	-0.112	1.344	-1.086	0.139	-0.409	0.377	-0.768	0.500	-0.095	1.085	-0.896	0.118	-0.352	0.312	-0.661
6	19.08	0.590	-0.109	1.308	-1.066	0.134	-0.394	0.374	-0.748	0.477	-0.092	1.052	-0.877	0.112	-0.339	0.309	-0.643
5	16.56	0.555	-0.104	1.252	-1.028	0.126	-0.374	0.363	-0.717	0.446	-0.087	1.001	-0.841	0.105	-0.321	0.299	-0.615
4	14.04	0.510	-0.097	1.168	-0.965	0.116	-0.348	0.344	-0.671	0.403	-0.080	0.922	-0.780	0.094	-0.297	0.282	-0.574
3	11.52	0.450	-0.087	1.048	-0.868	0.102	-0.314	0.314	-0.608	0.342	-0.070	0.797	-0.680	0.079	-0.266	0.250	-0.513
2	9.00	0.371	-0.071	0.868	-0.709	0.083	-0.268	0.262	-0.514	0.282	-0.058	0.659	-0.548	0.065	-0.226	0.207	-0.429
1	6.48	0.243	-0.041	0.508	-0.375	0.055	-0.186	0.150	-0.325	0.185	-0.035	0.388	-0.292	0.042	-0.159	0.118	-0.273
-1	2.88	0.054	-0.013	0.075	-0.059	0.011	-0.056	0.021	-0.076	0.044	-0.012	0.063	-0.050	0.009	-0.048	0.018	-0.065

Tabla B. 12: Desplazamientos relativos edificio H12

Piso #	Altura [m]	Modelo Antiguo								Modelo Nuevo							
		Sismo X				Sismo Y				Sismo X				Sismo Y			
		DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]
20	66.0	0.546	-0.014	0.641	-0.385	0.020	-0.952	0.074	-1.116	0.652	-0.018	0.770	-0.475	0.025	-1.093	0.091	-1.289
19	63.5	0.583	-0.012	0.792	-0.613	0.024	-1.035	0.176	-1.297	0.698	-0.016	0.960	-0.756	0.030	-1.190	0.217	-1.515
18	61.0	0.637	-0.013	0.862	-0.678	0.028	-1.097	0.194	-1.384	0.764	-0.016	1.046	-0.837	0.035	-1.264	0.239	-1.625
17	58.5	0.670	-0.013	0.906	-0.711	0.029	-1.147	0.201	-1.448	0.806	-0.016	1.101	-0.879	0.036	-1.322	0.248	-1.701
16	56.0	0.700	-0.012	0.948	-0.743	0.030	-1.197	0.207	-1.512	0.840	-0.016	1.151	-0.918	0.037	-1.379	0.255	-1.775
15	53.5	0.722	-0.011	0.982	-0.770	0.030	-1.242	0.211	-1.570	0.867	-0.014	1.192	-0.950	0.038	-1.429	0.260	-1.839
14	51.0	0.735	-0.010	1.003	-0.786	0.030	-1.277	0.213	-1.614	0.879	-0.013	1.214	-0.969	0.037	-1.464	0.263	-1.886
13	48.5	0.733	-0.009	1.004	-0.786	0.029	-1.298	0.213	-1.641	0.873	-0.011	1.211	-0.968	0.036	-1.482	0.263	-1.910
12	46.0	0.706	-0.007	0.972	-0.766	0.027	-1.299	0.210	-1.641	0.832	-0.009	1.164	-0.941	0.034	-1.474	0.258	-1.899
11	43.5	0.658	-0.006	0.924	-0.738	0.023	-1.295	0.203	-1.631	0.764	-0.008	1.091	-0.902	0.029	-1.459	0.250	-1.875
10	41.0	0.640	-0.006	0.897	-0.696	0.021	-1.297	0.192	-1.619	0.740	-0.008	1.054	-0.847	0.027	-1.454	0.237	-1.852
9	38.5	0.611	-0.007	0.845	-0.624	0.018	-1.285	0.174	-1.581	0.706	-0.009	0.987	-0.753	0.024	-1.432	0.215	-1.797
8	36.0	0.562	-0.008	0.751	-0.501	0.014	-1.252	0.143	-1.499	0.648	-0.010	0.870	-0.598	0.019	-1.385	0.176	-1.687
7	33.5	0.452	-0.008	0.643	-0.307	0.009	-1.197	0.144	-1.365	0.522	-0.011	0.728	-0.351	0.014	-1.311	0.175	-1.511
6	31.0	0.427	-0.009	0.595	-0.270	0.008	-1.152	0.131	-1.304	0.491	-0.011	0.670	-0.306	0.012	-1.245	0.158	-1.425
5	28.5	0.397	-0.008	0.549	-0.244	0.007	-1.088	0.121	-1.227	0.454	-0.011	0.615	-0.276	0.011	-1.153	0.146	-1.318
4	26.0	0.361	-0.008	0.493	-0.215	0.006	-1.001	0.109	-1.126	0.408	-0.010	0.547	-0.242	0.009	-1.025	0.131	-1.172
3	23.5	0.316	-0.008	0.426	-0.180	0.006	-0.882	0.094	-0.988	0.353	-0.009	0.467	-0.201	0.008	-0.863	0.113	-0.988
2	21.0	0.262	-0.006	0.341	-0.136	0.005	-0.721	0.073	-0.802	0.297	-0.007	0.380	-0.153	0.007	-0.713	0.088	-0.808
1	18.5	0.154	-0.005	0.178	-0.059	0.005	-0.479	0.039	-0.522	0.185	-0.006	0.214	-0.071	0.006	-0.482	0.047	-0.533
-1	15.5	0.063	-0.002	0.066	-0.011	0.001	-0.148	0.005	-0.153	0.081	-0.002	0.084	-0.012	0.002	-0.166	0.006	-0.171
-2	12.0	0.051	-0.002	0.054	-0.009	0.001	-0.094	0.004	-0.098	0.064	-0.002	0.067	-0.010	0.002	-0.104	0.005	-0.109
-3	9.3	0.046	-0.002	0.050	-0.009	0.001	-0.081	0.004	-0.085	0.057	-0.003	0.061	-0.011	0.002	-0.087	0.005	-0.092
-4	6.5	0.042	-0.002	0.046	-0.009	0.001	-0.068	0.004	-0.072	0.051	-0.002	0.055	-0.010	0.002	-0.072	0.005	-0.077
-5	3.8	0.030	-0.001	0.033	-0.008	0.001	-0.040	0.004	-0.045	0.035	-0.002	0.038	-0.009	0.001	-0.042	0.004	-0.047

Tabla B. 13: Desplazamientos relativos edificio H13

Piso #	Altura [m]	Modelo Antiguo								Modelo Nuevo							
		Sismo X				Sismo Y				Sismo X				Sismo Y			
		DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]
24	69.05	0.206	-0.075	0.220	-0.100	0.034	-1.005	0.169	-1.404	0.206	-0.077	0.219	-0.100	0.034	-0.990	0.166	-1.350
23	65.90	0.199	-0.022	0.212	-0.103	0.033	-0.863	0.178	-1.426	0.198	-0.021	0.211	-0.103	0.033	-0.837	0.174	-1.369
22	63.40	0.211	-0.023	0.224	-0.105	0.035	-0.877	0.183	-1.455	0.210	-0.021	0.224	-0.105	0.034	-0.851	0.179	-1.399
21	60.90	0.222	-0.023	0.236	-0.107	0.035	-0.889	0.186	-1.484	0.222	-0.021	0.236	-0.107	0.035	-0.863	0.182	-1.427
20	58.40	0.234	-0.023	0.248	-0.108	0.036	-0.897	0.189	-1.511	0.234	-0.021	0.248	-0.109	0.035	-0.872	0.185	-1.454
19	55.90	0.245	-0.022	0.259	-0.109	0.035	-0.902	0.190	-1.534	0.245	-0.021	0.259	-0.110	0.035	-0.876	0.186	-1.477
18	53.40	0.255	-0.022	0.269	-0.110	0.035	-0.901	0.190	-1.553	0.255	-0.021	0.268	-0.111	0.035	-0.876	0.185	-1.495
17	50.90	0.263	-0.022	0.277	-0.110	0.034	-0.896	0.188	-1.566	0.263	-0.020	0.276	-0.111	0.034	-0.871	0.183	-1.507
16	48.40	0.269	-0.021	0.283	-0.109	0.033	-0.887	0.184	-1.573	0.269	-0.020	0.282	-0.110	0.033	-0.861	0.179	-1.513
15	45.90	0.274	-0.021	0.287	-0.108	0.031	-0.873	0.179	-1.574	0.273	-0.020	0.286	-0.109	0.031	-0.847	0.173	-1.512
14	43.40	0.275	-0.021	0.287	-0.105	0.029	-0.855	0.171	-1.566	0.275	-0.020	0.287	-0.106	0.029	-0.829	0.165	-1.503
13	40.90	0.269	-0.013	0.292	-0.105	0.026	-0.674	0.298	-1.538	0.268	-0.014	0.291	-0.108	0.026	-0.663	0.285	-1.474
12	38.40	0.269	-0.012	0.292	-0.103	0.025	-0.652	0.294	-1.518	0.268	-0.014	0.290	-0.106	0.026	-0.641	0.281	-1.452
11	35.90	0.269	-0.012	0.291	-0.102	0.025	-0.632	0.290	-1.493	0.267	-0.013	0.289	-0.104	0.026	-0.620	0.277	-1.425
10	33.40	0.267	-0.012	0.289	-0.101	0.025	-0.614	0.286	-1.460	0.265	-0.013	0.287	-0.103	0.026	-0.602	0.272	-1.389
9	30.90	0.263	-0.012	0.285	-0.100	0.025	-0.598	0.279	-1.418	0.261	-0.013	0.283	-0.101	0.026	-0.584	0.265	-1.342
8	28.40	0.257	-0.012	0.279	-0.098	0.025	-0.582	0.271	-1.363	0.255	-0.014	0.276	-0.099	0.025	-0.566	0.256	-1.283
7	25.90	0.249	-0.013	0.270	-0.096	0.025	-0.564	0.260	-1.294	0.246	-0.015	0.267	-0.097	0.025	-0.547	0.244	-1.209
6	23.40	0.237	-0.013	0.258	-0.093	0.024	-0.544	0.244	-1.206	0.234	-0.015	0.254	-0.093	0.024	-0.522	0.227	-1.111
5	20.90	0.222	-0.015	0.242	-0.090	0.022	-0.518	0.224	-1.098	0.218	-0.017	0.237	-0.089	0.022	-0.489	0.204	-0.991
4	18.40	0.201	-0.015	0.221	-0.085	0.020	-0.483	0.196	-0.960	0.196	-0.017	0.215	-0.083	0.020	-0.454	0.178	-0.861
3	15.90	0.165	-0.017	0.180	-0.065	0.018	-0.419	0.148	-0.719	0.159	-0.017	0.173	-0.111	0.017	-0.394	0.131	-0.644
2	13.25	0.052	-0.012	0.079	-0.040	0.004	-0.275	0.067	-0.518	0.053	-0.012	0.079	-0.041	0.004	-0.262	0.065	-0.491
1	10.60	0.041	-0.010	0.045	-0.025	0.004	-0.206	0.044	-0.345	0.041	-0.010	0.045	-0.025	0.004	-0.195	0.042	-0.328
-1	7.95	0.032	-0.005	0.039	-0.011	0.003	-0.103	0.017	-0.157	0.033	-0.005	0.040	-0.065	0.003	-0.104	0.017	-0.158
-2	5.30	0.027	-0.003	0.028	-0.008	0.002	-0.070	0.012	-0.108	0.027	-0.003	0.028	-0.008	0.002	-0.069	0.012	-0.107
-3	2.65	0.020	-0.002	0.021	-0.005	0.001	-0.038	0.008	-0.061	0.020	-0.002	0.021	-0.005	0.001	-0.036	0.007	-0.057

Tabla B. 14: Desplazamientos relativos edificio H14

Piso #	Altura [m]	Modelo Antiguo								Modelo Nuevo							
		Sismo X				Sismo Y				Sismo X				Sismo Y			
		DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]
25	79.84	0.553	-0.107	0.595	-0.192	0.156	-0.941	0.285	-1.009	0.552	-0.109	0.594	-0.192	0.156	-0.945	0.287	-1.014
24	77.24	0.533	-0.077	0.596	-0.275	0.142	-0.903	0.254	-1.203	0.533	-0.078	0.595	-0.276	0.143	-0.906	0.255	-1.208
23	70.77	0.531	-0.032	0.779	-0.585	0.142	-0.783	0.521	-1.353	0.530	-0.033	0.778	-0.587	0.143	-0.785	0.523	-1.357
22	68.19	0.552	-0.039	0.807	-0.621	0.149	-0.814	0.535	-1.385	0.551	-0.040	0.807	-0.622	0.150	-0.816	0.537	-1.389
21	65.61	0.572	-0.042	0.835	-0.658	0.154	-0.836	0.555	-1.424	0.572	-0.043	0.835	-0.660	0.156	-0.838	0.557	-1.429
20	63.03	0.590	-0.046	0.862	-0.698	0.160	-0.855	0.580	-1.467	0.589	-0.046	0.861	-0.699	0.161	-0.857	0.583	-1.471
19	60.45	0.604	-0.048	0.897	-0.735	0.164	-0.868	0.608	-1.508	0.604	-0.049	0.899	-0.738	0.166	-0.870	0.610	-1.513
18	57.87	0.615	-0.049	0.934	-0.772	0.169	-0.875	0.637	-1.547	0.615	-0.050	0.935	-0.775	0.170	-0.877	0.639	-1.551
17	55.29	0.622	-0.050	0.965	-0.805	0.173	-0.876	0.665	-1.580	0.622	-0.051	0.966	-0.808	0.174	-0.878	0.667	-1.585
16	52.71	0.626	-0.050	0.989	-0.834	0.176	-0.873	0.692	-1.607	0.625	-0.051	0.990	-0.837	0.177	-0.874	0.694	-1.611
15	50.13	0.622	-0.050	1.002	-0.855	0.177	-0.862	0.715	-1.623	0.621	-0.050	1.003	-0.858	0.179	-0.863	0.717	-1.627
14	47.55	0.620	-0.049	1.017	-0.876	0.179	-0.851	0.737	-1.639	0.619	-0.050	1.017	-0.879	0.180	-0.852	0.739	-1.643
13	44.97	0.618	-0.049	1.030	-0.896	0.180	-0.839	0.759	-1.653	0.617	-0.050	1.030	-0.898	0.181	-0.840	0.761	-1.656
12	42.39	0.614	-0.049	1.041	-0.914	0.180	-0.826	0.778	-1.663	0.613	-0.049	1.040	-0.916	0.181	-0.826	0.780	-1.665
11	39.81	0.609	-0.049	1.048	-0.930	0.181	-0.811	0.794	-1.666	0.608	-0.049	1.048	-0.931	0.181	-0.811	0.795	-1.668
10	37.23	0.600	-0.049	1.046	-0.937	0.180	-0.794	0.801	-1.657	0.599	-0.049	1.045	-0.938	0.181	-0.793	0.802	-1.658
9	34.65	0.593	-0.049	1.045	-0.942	0.180	-0.776	0.804	-1.644	0.592	-0.049	1.044	-0.942	0.180	-0.774	0.805	-1.643
8	32.07	0.585	-0.049	1.042	-0.942	0.178	-0.756	0.800	-1.621	0.583	-0.049	1.040	-0.941	0.179	-0.753	0.801	-1.619
7	29.49	0.574	-0.048	1.031	-0.934	0.176	-0.730	0.788	-1.584	0.572	-0.049	1.028	-0.932	0.176	-0.727	0.787	-1.580
6	26.91	0.560	-0.047	1.010	-0.913	0.170	-0.697	0.763	-1.527	0.558	-0.047	1.006	-0.909	0.171	-0.692	0.762	-1.521
5	24.33	0.538	-0.045	0.971	-0.872	0.162	-0.652	0.723	-1.441	0.536	-0.045	0.965	-0.867	0.162	-0.646	0.720	-1.432
4	21.75	0.504	-0.041	0.903	-0.805	0.149	-0.592	0.663	-1.318	0.501	-0.041	0.895	-0.797	0.149	-0.584	0.658	-1.305
3	19.17	0.470	-0.036	0.830	-0.721	0.132	-0.527	0.588	-1.176	0.465	-0.036	0.817	-0.709	0.132	-0.516	0.581	-1.157
2	16.59	0.426	-0.030	0.728	-0.600	0.109	-0.444	0.486	-0.988	0.424	-0.029	0.718	-0.592	0.109	-0.437	0.482	-0.977
1	14.01	0.317	-0.017	0.501	-0.365	0.067	-0.300	0.293	-0.638	0.318	-0.017	0.501	-0.364	0.069	-0.302	0.294	-0.640
-1	9.98	0.093	-0.008	0.269	-0.039	0.011	-0.091	0.038	-0.113	0.094	-0.009	0.269	-0.040	0.011	-0.092	0.038	-0.114
-2	6.60	0.062	-0.008	0.082	-0.026	0.007	-0.059	0.018	-0.072	0.062	-0.008	0.083	-0.026	0.007	-0.059	0.018	-0.072
-3	3.80	0.037	-0.006	0.050	-0.017	0.004	-0.036	0.013	-0.044	0.037	-0.006	0.050	-0.017	0.004	-0.036	0.014	-0.045

Tabla B. 15: Desplazamientos relativos edificio O1

Piso #	Altura [m]	Modelo Antiguo								Modelo Nuevo							
		Sismo X				Sismo Y				Sismo X				Sismo Y			
		DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]	DriftX CM [%]	DriftY CM [%]	Max DriftX [%]	Max DriftY [%]
25	103.95	0.369	-0.013	0.394	-0.100	0.017	-0.536	0.071	-0.582	0.369	-0.013	0.394	-0.100	0.017	-0.536	0.071	-0.582
24	99.95	0.373	-0.014	0.406	-0.121	0.019	-0.560	0.077	-0.578	0.373	-0.014	0.406	-0.121	0.019	-0.560	0.077	-0.578
23	96.75	0.373	-0.016	0.417	-0.156	0.020	-0.566	0.080	-0.583	0.373	-0.016	0.417	-0.156	0.020	-0.566	0.080	-0.583
22	93.55	0.371	-0.019	0.426	-0.178	0.019	-0.564	0.077	-0.591	0.371	-0.019	0.426	-0.178	0.019	-0.564	0.077	-0.591
21	90.35	0.368	-0.021	0.434	-0.200	0.019	-0.561	0.074	-0.594	0.368	-0.021	0.434	-0.200	0.019	-0.561	0.074	-0.594
20	87.15	0.364	-0.024	0.438	-0.220	0.018	-0.556	0.071	-0.590	0.364	-0.024	0.438	-0.220	0.018	-0.556	0.071	-0.590
19	83.95	0.359	-0.026	0.439	-0.236	0.018	-0.554	0.068	-0.585	0.359	-0.026	0.439	-0.236	0.018	-0.554	0.068	-0.585
18	80.75	0.353	-0.028	0.437	-0.249	0.018	-0.552	0.067	-0.580	0.353	-0.028	0.437	-0.249	0.018	-0.552	0.067	-0.580
17	77.55	0.346	-0.029	0.433	-0.259	0.017	-0.549	0.065	-0.574	0.346	-0.029	0.433	-0.259	0.017	-0.549	0.065	-0.574
16	74.35	0.338	-0.030	0.428	-0.267	0.017	-0.542	0.064	-0.567	0.338	-0.030	0.428	-0.267	0.017	-0.542	0.064	-0.567
15	71.15	0.329	-0.031	0.422	-0.276	0.017	-0.534	0.064	-0.560	0.329	-0.031	0.422	-0.276	0.017	-0.534	0.064	-0.560
14	67.95	0.320	-0.033	0.415	-0.285	0.017	-0.525	0.066	-0.553	0.320	-0.033	0.415	-0.285	0.017	-0.525	0.066	-0.553
13	64.75	0.310	-0.034	0.409	-0.294	0.017	-0.518	0.069	-0.546	0.310	-0.034	0.409	-0.294	0.017	-0.518	0.069	-0.546
12	61.55	0.300	-0.036	0.404	-0.304	0.018	-0.512	0.071	-0.539	0.300	-0.036	0.404	-0.304	0.018	-0.512	0.071	-0.539
11	58.35	0.289	-0.038	0.398	-0.314	0.017	-0.508	0.070	-0.532	0.289	-0.038	0.398	-0.314	0.017	-0.508	0.070	-0.532
10	55.15	0.279	-0.040	0.392	-0.323	0.017	-0.504	0.066	-0.526	0.279	-0.040	0.392	-0.323	0.017	-0.504	0.066	-0.526
9	51.95	0.268	-0.042	0.385	-0.330	0.016	-0.499	0.060	-0.519	0.268	-0.042	0.385	-0.330	0.016	-0.499	0.060	-0.519
8	48.75	0.257	-0.044	0.377	-0.334	0.015	-0.492	0.056	-0.513	0.257	-0.044	0.377	-0.334	0.015	-0.492	0.056	-0.513
7	45.55	0.246	-0.046	0.366	-0.334	0.015	-0.485	0.056	-0.507	0.246	-0.046	0.366	-0.334	0.015	-0.485	0.056	-0.507
6	42.35	0.235	-0.047	0.352	-0.328	0.015	-0.478	0.059	-0.503	0.235	-0.047	0.352	-0.328	0.015	-0.478	0.059	-0.503
5	39.15	0.223	-0.048	0.333	-0.312	0.016	-0.469	0.065	-0.500	0.223	-0.048	0.333	-0.312	0.016	-0.469	0.065	-0.500
4	35.95	0.211	-0.048	0.308	-0.283	0.016	-0.456	0.071	-0.496	0.211	-0.048	0.308	-0.283	0.016	-0.456	0.071	-0.496
3	32.75	0.197	-0.046	0.270	-0.226	0.017	-0.430	0.077	-0.488	0.197	-0.046	0.270	-0.226	0.017	-0.430	0.077	-0.488
2	29.55	0.184	-0.041	0.238	-0.246	0.019	-0.383	0.109	-0.473	0.184	-0.041	0.238	-0.246	0.019	-0.383	0.109	-0.473
1	26.35	0.155	-0.027	0.186	-0.137	0.013	-0.262	0.079	-0.324	0.155	-0.027	0.186	-0.137	0.013	-0.262	0.079	-0.324
-1	22.60	0.046	-0.001	0.046	-0.004	0.002	-0.052	0.004	-0.057	0.046	-0.001	0.046	-0.004	0.002	-0.052	0.004	-0.057
-2	18.90	0.034	-0.002	0.037	-0.006	0.001	-0.049	0.025	-0.056	0.034	-0.002	0.037	-0.006	0.001	-0.049	0.025	-0.056
-3	16.20	0.031	-0.001	0.033	-0.005	0.001	-0.050	0.008	-0.057	0.031	-0.001	0.033	-0.005	0.001	-0.050	0.008	-0.057
-4	13.50	0.029	-0.001	0.031	-0.005	0.001	-0.053	0.004	-0.060	0.029	-0.001	0.031	-0.005	0.001	-0.053	0.004	-0.060
-5	10.80	0.028	-0.001	0.030	-0.004	0.001	-0.055	0.005	-0.063	0.028	-0.001	0.030	-0.004	0.001	-0.055	0.005	-0.063
-6	8.10	0.027	-0.001	0.028	-0.004	0.001	-0.054	0.005	-0.063	0.027	-0.001	0.028	-0.004	0.001	-0.054	0.005	-0.063
-7	5.40	0.037	-0.001	0.038	-0.007	0.003	-0.061	0.010	-0.067	0.037	-0.001	0.038	-0.007	0.003	-0.061	0.010	-0.067
-8	2.70	0.015	-0.001	0.019	-0.006	0.002	-0.025	0.005	-0.028	0.015	-0.001	0.019	-0.006	0.002	-0.025	0.005	-0.028

Tabla B. 16: Desplazamientos relativos edificio O2

Piso	Altura	Modelo Antiguo								Modelo Nuevo							
		Sismo X				Sismo Y				Sismo X				Sismo Y			
		DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY
#	[m]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	
19	80.38	0.772	-0.063	0.794	-0.095	0.046	-0.310	0.124	-0.333	0.776	-0.064	0.798	-0.096	0.047	-0.311	0.125	-0.335
18	77.38	0.778	-0.057	0.790	-0.076	0.045	-0.318	0.085	-0.323	0.781	-0.058	0.794	-0.077	0.046	-0.319	0.086	-0.324
17	75.25	0.808	-0.070	0.850	-0.166	0.105	-0.332	0.285	-0.379	0.811	-0.071	0.854	-0.168	0.106	-0.334	0.286	-0.381
16	72.05	0.832	-0.077	0.862	-0.180	0.041	-0.332	0.357	-0.421	0.836	-0.078	0.866	-0.183	0.042	-0.334	0.358	-0.423
15	68.85	0.827	-0.071	0.854	-0.166	0.037	-0.327	0.400	-0.434	0.830	-0.073	0.858	-0.169	0.038	-0.329	0.401	-0.436
14	65.65	0.808	-0.062	0.828	-0.142	0.034	-0.324	0.430	-0.454	0.811	-0.064	0.831	-0.145	0.035	-0.325	0.432	-0.456
13	62.45	0.779	-0.038	0.789	-0.129	0.054	-0.311	0.449	-0.581	0.782	-0.039	0.792	-0.132	0.055	-0.313	0.451	-0.584
12	59.25	0.754	-0.042	0.774	-0.141	0.061	-0.304	0.470	-0.599	0.756	-0.043	0.776	-0.143	0.062	-0.306	0.473	-0.602
11	56.05	0.728	-0.046	0.761	-0.158	0.066	-0.296	0.489	-0.604	0.730	-0.047	0.764	-0.160	0.067	-0.298	0.492	-0.607
10	52.85	0.702	-0.048	0.746	-0.167	0.070	-0.287	0.500	-0.600	0.703	-0.049	0.748	-0.169	0.071	-0.288	0.503	-0.603
9	49.65	0.676	-0.046	0.725	-0.161	0.073	-0.278	0.510	-0.593	0.677	-0.047	0.727	-0.163	0.074	-0.279	0.513	-0.596
8	46.45	0.653	-0.041	0.697	-0.140	0.075	-0.268	0.519	-0.584	0.653	-0.042	0.698	-0.141	0.075	-0.269	0.522	-0.588
7	43.25	0.630	-0.034	0.663	-0.111	0.075	-0.257	0.522	-0.573	0.630	-0.035	0.663	-0.112	0.075	-0.258	0.525	-0.576
6	40.05	0.605	-0.029	0.626	-0.096	0.072	-0.244	0.507	-0.549	0.604	-0.030	0.626	-0.098	0.072	-0.245	0.510	-0.552
5	36.85	0.570	-0.031	0.584	-0.111	0.066	-0.232	0.462	-0.503	0.568	-0.031	0.582	-0.113	0.066	-0.232	0.464	-0.505
4	33.65	0.518	-0.033	0.532	-0.126	0.055	-0.221	0.378	-0.425	0.515	-0.034	0.530	-0.127	0.055	-0.222	0.378	-0.426
3	30.45	0.453	-0.030	0.468	-0.107	0.041	-0.213	0.239	-0.311	0.448	-0.031	0.464	-0.108	0.041	-0.214	0.238	-0.312
2	27.25	0.346	-0.014	0.354	-0.056	0.027	-0.165	0.118	-0.288	0.343	-0.014	0.351	-0.056	0.027	-0.165	0.118	-0.289
1	24.05	0.164	-0.015	0.328	-0.024	0.017	-0.150	0.108	-0.237	0.164	-0.015	0.327	-0.024	0.017	-0.150	0.108	-0.237
-1	20.47	0.044	-0.006	0.046	-0.009	0.004	-0.068	0.014	-0.081	0.041	-0.003	0.046	-0.009	0.004	-0.068	0.014	-0.081
-2	17.07	0.041	-0.003	0.043	-0.007	0.003	-0.037	0.030	-0.042	0.042	-0.003	0.043	-0.007	0.003	-0.038	0.030	-0.042
-3	14.00	0.042	-0.003	0.044	-0.004	0.003	-0.033	0.006	-0.037	0.043	-0.003	0.044	-0.004	0.003	-0.033	0.006	-0.037
-4	11.30	0.044	-0.003	0.045	-0.004	0.003	-0.031	0.006	-0.035	0.044	-0.003	0.046	-0.004	0.003	-0.032	0.006	-0.036
-5	8.60	0.044	-0.003	0.046	-0.004	0.003	-0.030	0.006	-0.034	0.044	-0.003	0.046	-0.004	0.003	-0.030	0.006	-0.034
-6	5.90	0.043	-0.003	0.048	-0.009	0.003	-0.028	0.008	-0.034	0.043	-0.003	0.048	-0.009	0.003	-0.029	0.008	-0.034
-7	3.20	0.028	-0.001	0.028	-0.002	0.002	-0.017	0.005	-0.018	0.028	-0.001	0.028	-0.002	0.002	-0.017	0.005	-0.017

Tabla B. 17: Desplazamientos relativos edificio O3

Piso	Altura	Modelo Antiguo								Modelo Nuevo							
		Sismo X				Sismo Y				Sismo X				Sismo Y			
		DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY
#	[m]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	
11	54.15	0.311	-0.146	0.326	-0.199	0.068	-0.699	0.092	-0.721	0.309	-0.143	0.324	-0.196	0.067	-0.695	0.092	-0.717
10	50.88	0.346	-0.148	0.438	-0.427	0.110	-0.719	0.196	-0.798	0.345	-0.145	0.436	-0.421	0.110	-0.716	0.198	-0.796
9	47.61	0.347	-0.152	0.439	-0.675	0.126	-0.736	0.228	-0.897	0.346	-0.149	0.437	-0.666	0.126	-0.732	0.231	-0.897
8	44.34	0.340	-0.154	0.441	-0.763	0.142	-0.727	0.261	-0.919	0.340	-0.151	0.440	-0.752	0.143	-0.723	0.264	-0.919
7	41.07	0.329	-0.153	0.437	-0.823	0.155	-0.696	0.286	-0.913	0.329	-0.150	0.434	-0.808	0.156	-0.692	0.289	-0.913
6	37.80	0.321	-0.149	0.435	-0.848	0.164	-0.653	0.304	-0.894	0.318	-0.146	0.427	-0.827	0.164	-0.648	0.307	-0.894
5	34.53	0.313	-0.140	0.433	-0.849	0.169	-0.604	0.315	-0.867	0.307	-0.137	0.420	-0.824	0.169	-0.599	0.318	-0.866
4	31.26	0.303	-0.126	0.430	-0.837	0.169	-0.550	0.317	-0.826	0.295	-0.123	0.415	-0.814	0.168	-0.544	0.318	-0.823
3	27.99	0.290	-0.105	0.414	-0.784	0.158	-0.475	0.298	-0.742	0.275	-0.102	0.394	-0.764	0.154	-0.469	0.293	-0.736
2	24.72	0.261	-0.083	0.350	-0.640	0.133	-0.395	0.238	-0.616	0.248	-0.082	0.332	-0.624	0.129	-0.391	0.234	-0.611
1	21.45	0.208	-0.056	0.260	-0.418	0.094	-0.279	0.160	-0.402	0.198	-0.054	0.247	-0.408	0.091	-0.275	0.157	-0.398
-1	17.00	0.059	-0.011	0.074	-0.031	0.010	-0.060	0.015	-0.061	0.061	-0.011	0.075	-0.031	0.010	-0.061	0.016	-0.062
-2	13.60	0.060	-0.008	0.074	-0.031	0.008	-0.051	0.012	-0.051	0.061	-0.008	0.075	-0.031	0.009	-0.051	0.012	-0.052
-3	10.40	0.058	-0.007	0.071	-0.030	0.007	-0.047	0.011	-0.048	0.058	-0.007	0.071	-0.030	0.008	-0.047	0.011	-0.048
-4	7.20	0.053	-0.006	0.066	-0.028	0.006	-0.043	0.010	-0.044	0.053	-0.006	0.065	-0.027	0.007	-0.043	0.010	-0.045
-5	4.00	0.039	-0.006	0.047	-0.018	0.005	-0.032	0.007	-0.033	0.039	-0.006	0.046	-0.018	0.005	-0.032	0.007	-0.033

Tabla B. 18: Desplazamientos relativos edificio O4

Piso	Altura	Modelo Antiguo								Modelo Nuevo							
		Sismo X				Sismo Y				Sismo X				Sismo Y			
		DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY	DriftX CM	DriftY CM	Max DriftX	Max DriftY
#	[m]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	
15	54.30	0.567	-0.076	0.598	-0.203	0.074	-0.735	0.127	-0.746	0.553	-0.077	0.574	-0.205	0.073	-0.735	0.130	-0.746
14	51.65	0.573	-0.076	0.602	-0.389	0.075	-0.755	0.132	-0.929	0.559	-0.078	0.577	-0.393	0.073	-0.756	0.136	-0.934
13	49.00	0.585	-0.058	0.673	-0.491	0.083	-0.804	0.233	-1.011	0.569	-0.059	0.641	-0.497	0.083	-0.805	0.241	-1.017
12	46.35	0.593	-0.059	0.687	-0.511	0.084	-0.825	0.240	-1.039	0.577	-0.060	0.654	-0.517	0.084	-0.826	0.248	-1.045
11	43.70	0.595	-0.060	0.698	-0.532	0.085	-0.840	0.244	-1.060	0.578	-0.061	0.663	-0.538	0.085	-0.841	0.252	-1.065
10	41.05	0.590	-0.060	0.703	-0.550	0.085	-0.847	0.245	-1.069	0.572	-0.060	0.667	-0.556	0.084	-0.847	0.252	-1.073
9	38.40	0.579	-0.059	0.703	-0.562	0.084	-0.847	0.242	-1.068	0.561	-0.059	0.666	-0.568	0.083	-0.846	0.249	-1.071
8	35.75	0.564	-0.058	0.696	-0.570	0.082	-0.840	0.238	-1.058	0.545	-0.058	0.658	-0.575	0.081	-0.837	0.244	-1.059
7	33.10	0.545	-0.057	0.683	-0.571	0.080	-0.827	0.233	-1.043	0.525	-0.056	0.643	-0.575	0.079	-0.823	0.238	-1.042
6	30.45	0.522	-0.055	0.663	-0.566	0.077	-0.809	0.228	-1.023	0.501	-0.055	0.622	-0.569	0.076	-0.804	0.233	-1.020
5	27.80	0.494	-0.053	0.634	-0.553	0.073	-0.784	0.224	-0.996	0.472	-0.052	0.593	-0.554	0.071	-0.776	0.227	-0.990
4	25.15	0.463	-0.050	0.597	-0.531	0.068	-0.748	0.219	-0.957	0.441	-0.049	0.556	-0.529	0.067	-0.735	0.222	-0.946
3	22.50	0.426	-0.046	0.547	-0.493	0.062	-0.691	0.210	-0.894	0.405	-0.045	0.508	-0.488	0.061	-0.671	0.213	-0.876
2	19.85	0.380	-0.041	0.481	-0.435	0.055	-0.604	0.192	-0.791	0.363	-0.040	0.449	-0.429	0.054	-0.583	0.195	-0.773
1	17.20	0.299	-0.027	0.350	-0.249	0.042	-0.407	0.127	-0.520	0.289	-0.027	0.329	-0.247	0.042	-0.393	0.130	-0.508
-1	14.00	0.043	-0.007	0.045	-0.010	0.006	-0.046	0.009	-0.051	0.043	-0.007	0.045	-0.011	0.006	-0.048	0.010	-0.053
-2	10.80	0.034	-0.004	0.036	-0.005	0.004	-0.028	0.005	-0.030	0.034	-0.004	0.036	-0.006	0.004	-0.029	0.006	-0.031
-3	8.10	0.032	-0.004	0.033	-0.005	0.004	-0.030	0.005	-0.032	0.032	-0.004	0.033	-0.006	0.004	-0.030	0.005	-0.032
-4	5.40	0.031	-0.003	0.032	-0.005	0.003	-0.031	0.005	-0.033	0.031	-0.004	0.032	-0.005	0.003	-0.031	0.005	-0.033
-5	2.70	0.026	-0.003	0.027	-0.004	0.003	-0.026	0.004	-0.027	0.026	-0.003	0.027	-0.004	0.003	-0.025	0.004	-0.027

Anexo C: Espectros de diseño

Los espectros de diseño utilizados y presentados gráficamente en el capítulo 2 fueron generados con los siguientes valores.

Tabla C. 1: Espectros de diseño zona sísmica I

Tn	Z1SI	Z1SII	Z1SIII	Z1SIV	Z1SA	Z1SB	Z1SC	Z1SD	Z1SE
0.00	1.962	1.962	1.962	1.962	1.766	1.962	2.060	2.354	2.551
0.05	2.838	2.551	2.550	2.330	2.554	2.551	2.388	3.060	3.029
0.10	4.541	3.530	3.132	2.696	4.087	3.530	3.022	3.758	3.505
0.15	5.396	4.519	3.698	3.060	4.856	4.519	3.790	4.438	3.978
0.20	5.239	5.221	4.236	3.418	4.715	5.221	4.550	5.083	4.443
0.25	4.705	5.497	4.730	3.767	4.234	5.497	5.169	5.676	4.898
0.30	4.142	5.396	5.163	4.105	3.728	5.396	5.564	6.196	5.337
0.35	3.651	5.057	5.521	4.427	3.286	5.057	5.717	6.625	5.755
0.40	3.243	4.615	5.792	4.730	2.919	4.615	5.665	6.951	6.149
0.45	2.908	4.156	5.970	5.009	2.617	4.156	5.468	7.164	6.511
0.50	2.631	3.723	6.054	5.260	2.368	3.723	5.184	7.265	6.838
0.55	2.399	3.334	6.050	5.481	2.159	3.334	4.859	7.261	7.125
0.60	2.203	2.993	5.969	5.668	1.983	2.993	4.525	7.163	7.368
0.65	2.037	2.696	5.823	5.820	1.833	2.696	4.199	6.988	7.565
0.70	1.893	2.440	5.627	5.934	1.703	2.440	3.893	6.753	7.715
0.75	1.767	2.217	5.396	6.012	1.591	2.217	3.610	6.475	7.816
0.80	1.657	2.024	5.141	6.054	1.492	2.024	3.351	6.169	7.870
0.85	1.560	1.856	4.874	6.062	1.404	1.856	3.117	5.848	7.880
0.90	1.474	1.709	4.603	6.037	1.326	1.709	2.905	5.524	7.848
0.95	1.396	1.579	4.335	5.983	1.257	1.579	2.713	5.202	7.778
1.00	1.326	1.464	4.075	5.903	1.194	1.464	2.540	4.890	7.674
1.05	1.263	1.362	3.825	5.801	1.137	1.362	2.383	4.591	7.541
1.10	1.206	1.271	3.589	5.680	1.085	1.271	2.241	4.307	7.384
1.15	1.153	1.190	3.366	5.544	1.038	1.190	2.111	4.039	7.207
1.20	1.105	1.117	3.157	5.396	0.995	1.117	1.994	3.788	7.014
1.25	1.061	1.051	2.962	5.238	0.955	1.051	1.886	3.555	6.810
1.30	1.020	0.991	2.781	5.075	0.918	0.991	1.788	3.338	6.597
1.35	0.982	0.936	2.613	4.907	0.884	0.936	1.698	3.136	6.380
1.40	0.947	0.886	2.458	4.738	0.852	0.886	1.615	2.949	6.160
1.45	0.915	0.841	2.313	4.569	0.823	0.841	1.539	2.776	5.940
1.50	0.884	0.799	2.180	4.402	0.796	0.799	1.468	2.616	5.722
1.55	0.855	0.761	2.056	4.236	0.770	0.761	1.403	2.468	5.507
1.60	0.829	0.725	1.942	4.075	0.746	0.725	1.342	2.330	5.297
1.65	0.804	0.692	1.836	3.918	0.723	0.692	1.286	2.203	5.093
1.70	0.780	0.662	1.738	3.765	0.702	0.662	1.234	2.085	4.895
1.75	0.758	0.633	1.646	3.618	0.682	0.633	1.185	1.976	4.703
1.80	0.736	0.607	1.562	3.476	0.663	0.607	1.139	1.874	4.518
1.85	0.717	0.582	1.483	3.339	0.645	0.582	1.096	1.780	4.341
1.90	0.698	0.559	1.410	3.208	0.628	0.559	1.056	1.692	4.170
1.95	0.680	0.538	1.341	3.082	0.612	0.538	1.018	1.610	4.007
2.00	0.663	0.518	1.278	2.962	0.596	0.518	0.983	1.533	3.851
2.05	0.647	0.499	1.218	2.848	0.582	0.499	0.949	1.462	3.702
2.10	0.631	0.481	1.163	2.738	0.568	0.481	0.918	1.395	3.560
2.15	0.616	0.464	1.111	2.634	0.555	0.464	0.888	1.333	3.424
2.20	0.602	0.448	1.062	2.534	0.542	0.448	0.860	1.274	3.294
2.25	0.589	0.433	1.016	2.439	0.530	0.433	0.833	1.219	3.171
2.30	0.576	0.419	0.973	2.348	0.519	0.419	0.807	1.168	3.053
2.35	0.564	0.406	0.933	2.262	0.508	0.406	0.783	1.119	2.941
2.40	0.552	0.393	0.895	2.180	0.497	0.393	0.761	1.074	2.834
2.45	0.541	0.381	0.859	2.102	0.487	0.381	0.739	1.031	2.732
2.50	0.530	0.370	0.825	2.027	0.477	0.370	0.718	0.990	2.635
2.55	0.520	0.359	0.793	1.956	0.468	0.359	0.698	0.952	2.543
2.60	0.510	0.349	0.763	1.888	0.459	0.349	0.680	0.916	2.454
2.65	0.500	0.339	0.735	1.823	0.450	0.339	0.662	0.882	2.370
2.70	0.491	0.329	0.708	1.762	0.442	0.329	0.644	0.850	2.290
2.75	0.482	0.320	0.683	1.703	0.434	0.320	0.628	0.819	2.214
2.80	0.473	0.312	0.659	1.646	0.426	0.312	0.612	0.790	2.140

Tn	Z1SI	Z1SII	Z1SIII	Z1SIV	Z1SA	Z1SB	Z1SC	Z1SD	Z1SE
2.85	0.465	0.303	0.636	1.593	0.418	0.303	0.597	0.763	2.071
2.90	0.457	0.296	0.614	1.542	0.411	0.296	0.583	0.737	2.004
2.95	0.449	0.288	0.593	1.493	0.404	0.288	0.569	0.712	1.940
3.00	0.442	0.281	0.574	1.446	0.397	0.281	0.556	0.688	1.879
3.05	0.434	0.274	0.555	1.401	0.391	0.274	0.543	0.666	1.821
3.10	0.427	0.267	0.537	1.358	0.385	0.267	0.531	0.644	1.765
3.15	0.421	0.261	0.520	1.317	0.379	0.261	0.519	0.624	1.712
3.20	0.414	0.255	0.504	1.278	0.373	0.255	0.507	0.605	1.661
3.25	0.408	0.249	0.488	1.240	0.367	0.249	0.496	0.586	1.612
3.30	0.401	0.243	0.474	1.204	0.361	0.243	0.486	0.568	1.565
3.35	0.395	0.238	0.459	1.169	0.356	0.238	0.476	0.551	1.520
3.40	0.390	0.233	0.446	1.136	0.351	0.233	0.466	0.535	1.477
3.45	0.384	0.228	0.433	1.104	0.346	0.228	0.456	0.520	1.436
3.50	0.379	0.223	0.421	1.074	0.341	0.223	0.447	0.505	1.396
3.55	0.373	0.218	0.409	1.044	0.336	0.218	0.438	0.490	1.358
3.60	0.368	0.213	0.397	1.016	0.331	0.213	0.430	0.477	1.321
3.65	0.363	0.209	0.386	0.989	0.327	0.209	0.422	0.464	1.286
3.70	0.358	0.205	0.376	0.963	0.322	0.205	0.414	0.451	1.252
3.75	0.353	0.201	0.366	0.938	0.318	0.201	0.406	0.439	1.219
3.80	0.349	0.197	0.356	0.913	0.314	0.197	0.398	0.428	1.188
3.85	0.344	0.193	0.347	0.890	0.310	0.193	0.391	0.416	1.157
3.90	0.340	0.189	0.338	0.868	0.306	0.189	0.384	0.406	1.128
3.95	0.335	0.186	0.329	0.846	0.302	0.186	0.377	0.395	1.100
4.00	0.331	0.182	0.321	0.825	0.298	0.182	0.371	0.385	1.073
4.05	0.327	0.179	0.313	0.805	0.294	0.179	0.364	0.376	1.047
4.10	0.323	0.175	0.306	0.786	0.291	0.175	0.358	0.367	1.022
4.15	0.319	0.172	0.298	0.767	0.287	0.172	0.352	0.358	0.997
4.20	0.315	0.169	0.291	0.749	0.284	0.169	0.346	0.349	0.974
4.25	0.312	0.166	0.284	0.732	0.281	0.166	0.340	0.341	0.951
4.30	0.308	0.163	0.278	0.715	0.277	0.163	0.335	0.333	0.929
4.35	0.305	0.160	0.271	0.698	0.274	0.160	0.330	0.325	0.908
4.40	0.301	0.158	0.265	0.683	0.271	0.158	0.324	0.318	0.887
4.45	0.298	0.155	0.259	0.667	0.268	0.155	0.319	0.311	0.868
4.50	0.294	0.153	0.253	0.653	0.265	0.153	0.314	0.304	0.848
4.55	0.291	0.150	0.248	0.638	0.262	0.150	0.309	0.297	0.830
4.60	0.288	0.148	0.242	0.625	0.259	0.148	0.305	0.291	0.812
4.65	0.285	0.145	0.237	0.611	0.256	0.145	0.300	0.284	0.795
4.70	0.282	0.143	0.232	0.598	0.254	0.143	0.296	0.278	0.778
4.75	0.279	0.141	0.227	0.586	0.251	0.141	0.291	0.272	0.761
4.80	0.276	0.138	0.222	0.574	0.248	0.138	0.287	0.267	0.746
4.85	0.273	0.136	0.218	0.562	0.246	0.136	0.283	0.261	0.730
4.90	0.270	0.134	0.213	0.550	0.243	0.134	0.279	0.256	0.715
4.95	0.268	0.132	0.209	0.539	0.241	0.132	0.275	0.251	0.701
5.00	0.265	0.130	0.205	0.528	0.238	0.130	0.271	0.246	0.687

Tabla C. 2: Espectros de diseño zona sísmica 2

Tn	Z2SI	Z2SII	Z2SIII	Z2SIV	Z2SA	Z2SB	Z2SC	Z2SD	Z2SE
0.00	2.943	2.943	2.943	2.943	2.649	2.943	3.090	3.532	3.826
0.05	4.257	3.826	3.825	3.495	3.831	3.826	3.582	4.590	4.543
0.10	6.811	5.296	4.698	4.044	6.130	5.296	4.533	5.637	5.258
0.15	8.093	6.778	5.547	4.589	7.284	6.778	5.685	6.657	5.966
0.20	7.859	7.831	6.354	5.127	7.073	7.831	6.824	7.625	6.664
0.25	7.057	8.246	7.095	5.651	6.352	8.246	7.753	8.514	7.346
0.30	6.213	8.093	7.745	6.158	5.592	8.093	8.345	9.294	8.005
0.35	5.476	7.586	8.282	6.641	4.929	7.586	8.576	9.938	8.633
0.40	4.865	6.923	8.688	7.095	4.378	6.923	8.498	10.426	9.223
0.45	4.362	6.234	8.955	7.513	3.926	6.234	8.202	10.746	9.767
0.50	3.946	5.584	9.081	7.890	3.551	5.584	7.776	10.898	10.257
0.55	3.599	5.001	9.076	8.221	3.239	5.001	7.289	10.891	10.688
0.60	3.305	4.489	8.954	8.502	2.975	4.489	6.787	10.744	11.053
0.65	3.055	4.044	8.735	8.729	2.749	4.044	6.299	10.482	11.348
0.70	2.839	3.659	8.441	8.901	2.555	3.659	5.839	10.129	11.572
0.75	2.651	3.326	8.093	9.018	2.386	3.326	5.415	9.712	11.724
0.80	2.486	3.036	7.711	9.081	2.238	3.036	5.027	9.253	11.806
0.85	2.340	2.784	7.310	9.092	2.106	2.784	4.675	8.773	11.820
0.90	2.211	2.563	6.904	9.055	1.990	2.563	4.357	8.285	11.772
0.95	2.094	2.368	6.503	8.975	1.885	2.368	4.069	7.803	11.667

Tn	Z2SI	Z2SII	Z2SIII	Z2SIV	Z2SA	Z2SB	Z2SC	Z2SD	Z2SE
1.00	1.990	2.196	6.112	8.855	1.791	2.196	3.809	7.335	11.511
1.05	1.895	2.044	5.738	8.702	1.705	2.044	3.574	6.886	11.312
1.10	1.809	1.907	5.383	8.520	1.628	1.907	3.361	6.460	11.076
1.15	1.730	1.785	5.049	8.316	1.557	1.785	3.167	6.059	10.810
1.20	1.658	1.675	4.736	8.093	1.492	1.675	2.991	5.683	10.521
1.25	1.592	1.576	4.444	7.857	1.432	1.576	2.830	5.332	10.215
1.30	1.530	1.486	4.172	7.612	1.377	1.486	2.682	5.006	9.896
1.35	1.474	1.404	3.920	7.361	1.326	1.404	2.547	4.704	9.569
1.40	1.421	1.330	3.686	7.107	1.279	1.330	2.423	4.424	9.240
1.45	1.372	1.261	3.470	6.854	1.235	1.261	2.308	4.164	8.910
1.50	1.326	1.198	3.270	6.602	1.193	1.198	2.202	3.924	8.583
1.55	1.283	1.141	3.085	6.355	1.155	1.141	2.104	3.702	8.261
1.60	1.243	1.087	2.913	6.112	1.119	1.087	2.014	3.496	7.946
1.65	1.205	1.038	2.754	5.876	1.085	1.038	1.929	3.305	7.639
1.70	1.170	0.992	2.607	5.648	1.053	0.992	1.850	3.128	7.342
1.75	1.136	0.950	2.470	5.426	1.023	0.950	1.777	2.964	7.054
1.80	1.105	0.911	2.343	5.213	0.994	0.911	1.708	2.811	6.777
1.85	1.075	0.874	2.224	5.008	0.967	0.874	1.644	2.669	6.511
1.90	1.046	0.839	2.115	4.812	0.942	0.839	1.584	2.537	6.255
1.95	1.020	0.807	2.012	4.624	0.918	0.807	1.527	2.414	6.011
2.00	0.994	0.777	1.916	4.444	0.895	0.777	1.474	2.300	5.777
2.05	0.970	0.748	1.827	4.271	0.873	0.748	1.424	2.193	5.553
2.10	0.947	0.722	1.744	4.107	0.852	0.722	1.376	2.093	5.339
2.15	0.925	0.696	1.666	3.950	0.832	0.696	1.332	1.999	5.136
2.20	0.904	0.673	1.593	3.801	0.813	0.673	1.289	1.911	4.941
2.25	0.884	0.650	1.524	3.658	0.795	0.650	1.249	1.829	4.756
2.30	0.864	0.629	1.460	3.523	0.778	0.629	1.211	1.752	4.580
2.35	0.846	0.609	1.399	3.393	0.761	0.609	1.175	1.679	4.411
2.40	0.828	0.590	1.342	3.270	0.745	0.590	1.141	1.611	4.251
2.45	0.811	0.572	1.289	3.152	0.730	0.572	1.108	1.546	4.098
2.50	0.795	0.555	1.238	3.041	0.716	0.555	1.077	1.486	3.953
2.55	0.779	0.538	1.190	2.934	0.702	0.538	1.048	1.428	3.814
2.60	0.764	0.523	1.145	2.832	0.688	0.523	1.019	1.374	3.682
2.65	0.750	0.508	1.103	2.735	0.675	0.508	0.992	1.323	3.555
2.70	0.736	0.494	1.062	2.642	0.663	0.494	0.967	1.275	3.435
2.75	0.723	0.480	1.024	2.554	0.650	0.480	0.942	1.229	3.320
2.80	0.710	0.468	0.988	2.470	0.639	0.468	0.918	1.185	3.211
2.85	0.697	0.455	0.953	2.389	0.628	0.455	0.896	1.144	3.106
2.90	0.685	0.443	0.921	2.312	0.617	0.443	0.874	1.105	3.006
2.95	0.674	0.432	0.890	2.239	0.606	0.432	0.853	1.068	2.910
3.00	0.662	0.421	0.860	2.169	0.596	0.421	0.833	1.032	2.819
3.05	0.652	0.411	0.832	2.101	0.586	0.411	0.814	0.999	2.732
3.10	0.641	0.401	0.805	2.037	0.577	0.401	0.796	0.967	2.648
3.15	0.631	0.391	0.780	1.975	0.568	0.391	0.778	0.936	2.568
3.20	0.621	0.382	0.756	1.916	0.559	0.382	0.761	0.907	2.491
3.25	0.611	0.373	0.732	1.860	0.550	0.373	0.745	0.879	2.418
3.30	0.602	0.365	0.710	1.806	0.542	0.365	0.729	0.852	2.348
3.35	0.593	0.357	0.689	1.754	0.534	0.357	0.714	0.827	2.280
3.40	0.584	0.349	0.669	1.704	0.526	0.349	0.699	0.803	2.215
3.45	0.576	0.341	0.649	1.656	0.518	0.341	0.685	0.779	2.153
3.50	0.568	0.334	0.631	1.610	0.511	0.334	0.671	0.757	2.094
3.55	0.560	0.327	0.613	1.566	0.504	0.327	0.658	0.736	2.036
3.60	0.552	0.320	0.596	1.524	0.497	0.320	0.645	0.715	1.981
3.65	0.544	0.314	0.580	1.483	0.490	0.314	0.633	0.696	1.928
3.70	0.537	0.307	0.564	1.444	0.483	0.307	0.621	0.677	1.877
3.75	0.530	0.301	0.549	1.406	0.477	0.301	0.609	0.659	1.828
3.80	0.523	0.295	0.534	1.370	0.471	0.295	0.598	0.641	1.781
3.85	0.516	0.289	0.520	1.335	0.465	0.289	0.587	0.625	1.736
3.90	0.510	0.284	0.507	1.302	0.459	0.284	0.576	0.609	1.692
3.95	0.503	0.278	0.494	1.269	0.453	0.278	0.566	0.593	1.650
4.00	0.497	0.273	0.482	1.238	0.447	0.273	0.556	0.578	1.609
4.05	0.491	0.268	0.470	1.208	0.442	0.268	0.547	0.564	1.570
4.10	0.485	0.263	0.458	1.179	0.436	0.263	0.537	0.550	1.532
4.15	0.479	0.258	0.447	1.151	0.431	0.258	0.528	0.537	1.496
4.20	0.473	0.254	0.437	1.124	0.426	0.254	0.519	0.524	1.461
4.25	0.468	0.249	0.426	1.097	0.421	0.249	0.511	0.512	1.427
4.30	0.462	0.245	0.416	1.072	0.416	0.245	0.502	0.500	1.394
4.35	0.457	0.241	0.407	1.048	0.411	0.241	0.494	0.488	1.362

Tn	Z2SI	Z2SII	Z2SIII	Z2SIV	Z2SA	Z2SB	Z2SC	Z2SD	Z2SE
4.40	0.452	0.237	0.397	1.024	0.406	0.237	0.486	0.477	1.331
4.45	0.447	0.233	0.388	1.001	0.402	0.233	0.479	0.466	1.301
4.50	0.442	0.229	0.380	0.979	0.397	0.229	0.471	0.456	1.273
4.55	0.437	0.225	0.371	0.958	0.393	0.225	0.464	0.446	1.245
4.60	0.432	0.221	0.363	0.937	0.389	0.221	0.457	0.436	1.218
4.65	0.427	0.218	0.355	0.917	0.385	0.218	0.450	0.426	1.192
4.70	0.423	0.214	0.348	0.897	0.380	0.214	0.443	0.417	1.167
4.75	0.418	0.211	0.340	0.879	0.376	0.211	0.437	0.408	1.142
4.80	0.414	0.208	0.333	0.860	0.373	0.208	0.430	0.400	1.118
4.85	0.410	0.204	0.326	0.843	0.369	0.204	0.424	0.392	1.095
4.90	0.405	0.201	0.320	0.825	0.365	0.201	0.418	0.384	1.073
4.95	0.401	0.198	0.313	0.809	0.361	0.198	0.412	0.376	1.051
5.00	0.397	0.195	0.307	0.793	0.358	0.195	0.406	0.368	1.030

Tabla C. 3: Espectros de diseños zona sísmica 3

Tn	Z3SI	Z3SII	Z3SIII	Z3SIV	Z3SA	Z3SB	Z3SC	Z3SD	Z3SE
0.00	3.924	3.924	3.924	3.924	3.532	3.924	4.120	4.709	5.101
0.05	5.676	5.102	5.100	4.659	5.108	5.102	4.776	6.120	6.057
0.10	9.081	7.061	6.264	5.392	8.173	7.061	6.043	7.516	7.010
0.15	10.791	9.037	7.396	6.119	9.712	9.037	7.580	8.876	7.955
0.20	10.478	10.442	8.472	6.835	9.431	10.442	9.099	10.167	8.886
0.25	9.410	10.994	9.460	7.535	8.469	10.994	10.337	11.352	9.795
0.30	8.284	10.791	10.326	8.210	7.456	10.791	11.127	12.392	10.673
0.35	7.302	10.114	11.042	8.855	6.572	10.114	11.434	13.251	11.511
0.40	6.487	9.231	11.584	9.460	5.838	9.231	11.331	13.901	12.298
0.45	5.816	8.312	11.940	10.017	5.234	8.312	10.936	14.328	13.023
0.50	5.261	7.446	12.108	10.520	4.735	7.446	10.368	14.530	13.677
0.55	4.798	6.668	12.101	10.962	4.318	6.668	9.718	14.521	14.250
0.60	4.407	5.985	11.938	11.336	3.966	5.985	9.049	14.326	14.737
0.65	4.073	5.392	11.646	11.639	3.666	5.392	8.399	13.976	15.131
0.70	3.785	4.879	11.254	11.869	3.407	4.879	7.786	13.505	15.429
0.75	3.535	4.434	10.791	12.025	3.181	4.434	7.220	12.949	15.632
0.80	3.315	4.048	10.281	12.108	2.983	4.048	6.703	12.338	15.741
0.85	3.121	3.712	9.747	12.123	2.808	3.712	6.234	11.697	15.760
0.90	2.948	3.417	9.206	12.074	2.653	3.417	5.809	11.047	15.696
0.95	2.793	3.158	8.670	11.966	2.513	3.158	5.426	10.404	15.556
1.00	2.653	2.928	8.150	11.807	2.388	2.928	5.079	9.780	15.348
1.05	2.527	2.725	7.651	11.602	2.274	2.725	4.766	9.181	15.083
1.10	2.412	2.543	7.178	11.360	2.171	2.543	4.481	8.613	14.768
1.15	2.307	2.380	6.732	11.088	2.076	2.380	4.223	8.078	14.414
1.20	2.211	2.234	6.314	10.791	1.990	2.234	3.987	7.577	14.028
1.25	2.122	2.101	5.925	10.476	1.910	2.101	3.773	7.110	13.619
1.30	2.040	1.981	5.563	10.149	1.836	1.981	3.576	6.675	13.194
1.35	1.965	1.872	5.227	9.815	1.768	1.872	3.396	6.272	12.759
1.40	1.894	1.773	4.915	9.477	1.705	1.773	3.230	5.898	12.320
1.45	1.829	1.682	4.627	9.138	1.646	1.682	3.078	5.552	11.880
1.50	1.768	1.598	4.360	8.803	1.591	1.598	2.936	5.232	11.444
1.55	1.711	1.521	4.113	8.473	1.540	1.521	2.806	4.935	11.015
1.60	1.657	1.450	3.884	8.150	1.492	1.450	2.685	4.661	10.595
1.65	1.607	1.384	3.672	7.835	1.446	1.384	2.572	4.406	10.186
1.70	1.560	1.323	3.475	7.530	1.404	1.323	2.467	4.170	9.789
1.75	1.515	1.267	3.293	7.235	1.364	1.267	2.369	3.952	9.406
1.80	1.473	1.214	3.124	6.951	1.326	1.214	2.278	3.748	9.036
1.85	1.433	1.165	2.966	6.678	1.290	1.165	2.192	3.559	8.681
1.90	1.395	1.119	2.819	6.416	1.256	1.119	2.112	3.383	8.341
1.95	1.359	1.076	2.683	6.165	1.224	1.076	2.036	3.219	8.014
2.00	1.325	1.036	2.555	5.925	1.193	1.036	1.965	3.066	7.702
2.05	1.293	0.998	2.436	5.695	1.164	0.998	1.898	2.924	7.404
2.10	1.262	0.962	2.325	5.476	1.136	0.962	1.835	2.790	7.119
2.15	1.233	0.929	2.221	5.267	1.110	0.929	1.775	2.665	6.847
2.20	1.205	0.897	2.124	5.068	1.084	0.897	1.719	2.548	6.588
2.25	1.178	0.867	2.032	4.878	1.060	0.867	1.666	2.438	6.341
2.30	1.152	0.839	1.946	4.697	1.037	0.839	1.615	2.335	6.106
2.35	1.128	0.812	1.865	4.524	1.015	0.812	1.567	2.239	5.882
2.40	1.104	0.787	1.790	4.360	0.994	0.787	1.521	2.147	5.668
2.45	1.082	0.762	1.718	4.203	0.974	0.762	1.478	2.062	5.464
2.50	1.060	0.740	1.651	4.054	0.954	0.740	1.436	1.981	5.270

Tn	Z3SI	Z3SII	Z3SIII	Z3SIV	Z3SA	Z3SB	Z3SC	Z3SD	Z3SE
2.55	1.039	0.718	1.587	3.912	0.935	0.718	1.397	1.904	5.085
2.60	1.019	0.697	1.527	3.776	0.917	0.697	1.359	1.832	4.909
2.65	1.000	0.677	1.470	3.647	0.900	0.677	1.323	1.764	4.741
2.70	0.982	0.658	1.416	3.523	0.883	0.658	1.289	1.699	4.580
2.75	0.964	0.641	1.365	3.405	0.867	0.641	1.256	1.638	4.427
2.80	0.946	0.623	1.317	3.293	0.852	0.623	1.225	1.580	4.281
2.85	0.930	0.607	1.271	3.186	0.837	0.607	1.194	1.525	4.141
2.90	0.914	0.591	1.228	3.083	0.822	0.591	1.166	1.473	4.008
2.95	0.898	0.576	1.186	2.985	0.808	0.576	1.138	1.424	3.881
3.00	0.883	0.562	1.147	2.891	0.795	0.562	1.111	1.376	3.759
3.05	0.869	0.548	1.110	2.802	0.782	0.548	1.086	1.332	3.642
3.10	0.855	0.535	1.074	2.716	0.769	0.535	1.061	1.289	3.531
3.15	0.841	0.522	1.040	2.634	0.757	0.522	1.038	1.248	3.424
3.20	0.828	0.510	1.008	2.555	0.745	0.510	1.015	1.209	3.322
3.25	0.815	0.498	0.977	2.480	0.734	0.498	0.993	1.172	3.224
3.30	0.803	0.487	0.947	2.408	0.723	0.487	0.972	1.136	3.130
3.35	0.791	0.476	0.919	2.339	0.712	0.476	0.952	1.103	3.040
3.40	0.779	0.465	0.892	2.272	0.701	0.465	0.932	1.070	2.954
3.45	0.768	0.455	0.866	2.209	0.691	0.455	0.913	1.039	2.871
3.50	0.757	0.445	0.841	2.147	0.681	0.445	0.895	1.009	2.792
3.55	0.746	0.436	0.817	2.089	0.672	0.436	0.877	0.981	2.715
3.60	0.736	0.427	0.795	2.032	0.662	0.427	0.860	0.954	2.642
3.65	0.726	0.418	0.773	1.978	0.653	0.418	0.843	0.927	2.571
3.70	0.716	0.410	0.752	1.926	0.644	0.410	0.827	0.902	2.503
3.75	0.707	0.401	0.732	1.875	0.636	0.401	0.812	0.878	2.438
3.80	0.697	0.393	0.713	1.827	0.628	0.393	0.797	0.855	2.375
3.85	0.688	0.386	0.694	1.780	0.619	0.386	0.782	0.833	2.314
3.90	0.679	0.378	0.676	1.736	0.611	0.378	0.768	0.811	2.256
3.95	0.671	0.371	0.659	1.692	0.604	0.371	0.755	0.791	2.200
4.00	0.662	0.364	0.642	1.651	0.596	0.364	0.742	0.771	2.146
4.05	0.654	0.357	0.626	1.610	0.589	0.357	0.729	0.752	2.094
4.10	0.646	0.351	0.611	1.572	0.582	0.351	0.716	0.733	2.043
4.15	0.638	0.345	0.596	1.534	0.575	0.345	0.704	0.716	1.994
4.20	0.631	0.338	0.582	1.498	0.568	0.338	0.692	0.699	1.947
4.25	0.623	0.332	0.568	1.463	0.561	0.332	0.681	0.682	1.902
4.30	0.616	0.327	0.555	1.429	0.555	0.327	0.670	0.666	1.858
4.35	0.609	0.321	0.542	1.397	0.548	0.321	0.659	0.651	1.816
4.40	0.602	0.316	0.530	1.365	0.542	0.316	0.649	0.636	1.775
4.45	0.595	0.310	0.518	1.335	0.536	0.310	0.638	0.621	1.735
4.50	0.589	0.305	0.506	1.305	0.530	0.305	0.628	0.608	1.697
4.55	0.582	0.300	0.495	1.277	0.524	0.300	0.619	0.594	1.660
4.60	0.576	0.295	0.484	1.249	0.518	0.295	0.609	0.581	1.624
4.65	0.570	0.290	0.474	1.222	0.513	0.290	0.600	0.569	1.589
4.70	0.564	0.286	0.464	1.196	0.507	0.286	0.591	0.556	1.555
4.75	0.558	0.281	0.454	1.171	0.502	0.281	0.582	0.545	1.523
4.80	0.552	0.277	0.444	1.147	0.497	0.277	0.574	0.533	1.491
4.85	0.546	0.273	0.435	1.123	0.492	0.273	0.566	0.522	1.460
4.90	0.541	0.268	0.426	1.101	0.487	0.268	0.558	0.511	1.431
4.95	0.535	0.264	0.418	1.078	0.482	0.264	0.550	0.501	1.402
5.00	0.530	0.260	0.409	1.057	0.477	0.260	0.542	0.491	1.374



DIARIO OFICIAL

DE LA REPUBLICA DE CHILE

Edición de 36 páginas

Fundado el 15 de Noviembre de 1876

Núm. 40.133 -
Año CXXXV - N° 320.108 (M.R.)

Santiago, Martes 13 de Diciembre de 2011
Edición de 2 Cuerpos

Ejemplar del día \$375.- (IVA incluido)
Atrasado \$785.- (IVA incluido)

LEYES, REGLAMENTOS Y DECRETOS DE ORDEN GENERAL

I
CUERPO

SUMARIO	MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO	Santo Domingo, Programa de Vialidad Intermedia Convenio FNDR - Serviu, comuna de Santo Domingo P.12	MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES	OTRAS ENTIDADES
Normas Generales	Decreto número 60.- Aprueba Reglamento que Fija los Requisitos de Diseño y Cálculo para el Hormigón Armado y deroga decreto N° 118, de 2010 P.1	Resolución número 8.319 exenta.- Modifica resolución N° 1.379 exenta, de 2010, que fijó estructura orgánica del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, de las Secretarías Regionales Ministeriales, de los Servicios Regionales de Vivienda y Urbanización y del Parque Metropolitano de Santiago, en lo que respecta al Serviu Región de Antofagasta P.13	Subsecretaría de Transportes	Banco Central de Chile
PODER EJECUTIVO	Decreto número 61.- Aprueba Reglamento que Fija el Diseño Sísmico de Edificios y deroga decreto N° 117, de 2010 P.8	Resolución número 8.320 exenta.- Fija coeficientes para proyección de reajuste y de interés de boletas bancarias de garantía que indica P.14	Secretaría Regional Ministerial V Región de Valparaíso	Tipos de cambio y paridades de monedas extranjeras para efectos que señala P.15
MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA	Decreto número 1.259 exento.- Aprueba programa de expropiaciones en la Región de Valparaíso para la adquisición de inmuebles para ejecución de la obra Mejoramiento de Avenida Santa Teresa Segunda Etapa,		Resolución número 3.847 exenta.- Prohíbe circulación de todo tipo de vehículos motorizados por Puente Lusitania de Viña del Mar P.14	Banco Central de Chile.- Estado de situación al 30 de noviembre de 2011 P.16
Subsecretaría del Interior			Subsecretaría de Telecomunicaciones	
Decreto número 1.298.- Declara Zona Seca el Sector de Villa La Compañía, de la comuna de Graneros, Región del General Libertador Bernardo O'Higgins, en las fechas que señala P.1			Resolución número 6.783 exenta.- Modifica resolución N° 1.534 exenta, de 2008 P.15	

Normas Generales

PODER EJECUTIVO

Ministerio del Interior y Seguridad Pública

SUBSECRETARÍA DEL INTERIOR

DECLARA ZONA SECA EL SECTOR DE VILLA LA COMPAÑÍA, DE LA COMUNA DE GRANEROS, REGIÓN DEL GENERAL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS, EN LAS FECHAS QUE SEÑALA

Santiago, 15 de noviembre de 2011.- Hoy se decretó lo que sigue:

Núm. 1.298.- Visto: Los antecedentes adjuntos, razones de orden público y teniendo presente lo dispuesto en la ley N° 19.925, artículos 22 y 23, sobre Expendio y Consumo de Bebidas Alcohólicas; en el artículo 32 N° 6, de la Constitución Política de la República de Chile y en la resolución N° 1.600, de la Contraloría General de la República.

Decreto:

Artículo único: Declárase Zona Seca el sector de Villa La Compañía de la comuna de Graneros, Región del Libertador Bernardo O'Higgins, los días 7 y 8 de diciembre de 2011.

Artículo transitorio: Se deja expresamente establecido que la declaración de zona seca registrará solamente una vez publicado el presente decreto.

Anótese, tómese razón, comuníquese y publíquese.- SEBASTIÁN PIÑERA ECHENIQUE, Presidente de la República.- Rodrigo Hinzpeter Kirberg, Ministro del Interior y Seguridad Pública.

Lo que transcribo a Ud. para su conocimiento.- Saluda atte. a Ud., Rodrigo Ubilla Mackenney, Subsecretario del Interior.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo

APRUEBA REGLAMENTO QUE FIJA LOS REQUISITOS DE DISEÑO Y CÁLCULO PARA EL HORMIGÓN ARMADO Y DEROGA DECRETO N° 118, DE 2010

Santiago, 2 de noviembre de 2011.- Hoy se decretó lo que sigue:

Núm. 60.- Visto: La ley 16.391, en especial lo dispuesto en su artículo 2° número 3; el DL N° 1.305, de 1975, en su artículo 4°; lo previsto en los artículos 2°, 105 y 106, del DFL N° 458, de 1975, Ley General de Urbanismo y Construcciones y sus modificaciones; la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, aprobada por DS N° 47 (V. y U.), de 1992, y sus modificaciones; la ley 19.912; el DS N° 77, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, del año 2004, en especial lo dispuesto en su artículo 7°; el DS N° 118 (V. y U.), de 2010, que Aprueba Reglamento que Fija los Requisitos de Diseño y Cálculo para el Hormigón Armado; Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario o ACI 318S-08, del American Concrete Institute; el artículo 32, N° 6 de la Constitución Política de la República de Chile y la resolución N° 1.600, de 2008, de la Contraloría General de la República.

Teniendo presente:

1.- Que al Ministerio de Vivienda y Urbanismo le corresponde, entre otras materias, dictar ordenanzas, reglamentos e instrucciones generales sobre urbanización de terrenos, construcción de viviendas, obras de equipamiento comunitario, desarrollo y planificación urbanas y cooperativas de viviendas.

2.- Que, como es de público conocimiento, una amplia zona del país fue afectada por un sismo de intensidad excepcionalmente severa con características de terremoto el pasado 27 de febrero del año 2010, catástrofe que produjo un nivel de daños que se considera por sobre lo aceptable.

3.- Que, en virtud de lo señalado en los puntos precedentes, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo dictó el DS N° 118 (V. y U.), de 2010, Reglamento que Fija los Requisitos de Diseño y Cálculo para Hormigón Armado, que esta Secretaría de Estado estimó necesario revisar, dado que a la época de su formulación se contaba

Director Responsable:
Eduardo Ramírez Cruz

Domiciliado en Santiago, calle Agustinas 1269
Casilla 81 - D - Teléfonos: 7870110 - 6983969

Servicio al Cliente 600 6600 200

Atención Regiones: 7870109

Dirección en Internet: www.diarioficial.cl

Correo Electrónico: info@diarioficial.cl

DIARIO OFICIAL
DE LA REPUBLICA DE CHILE

RED BOA
UNION DE DIARIOS

Miembro de la Red de Diarios Oficiales Americanos

con información parcial de las causas y consecuencias de los daños que la referida catástrofe provocó en las edificaciones del país, estableciéndose, en el indicado Reglamento Técnico, factores de seguridad y estándares que requieren ser ajustados, para lo cual convocó a un panel de expertos en materias relativas a Diseño y Cálculo para Hormigón Armado que efectuara recomendaciones en este sentido, compuesto por:

- Alfonso Larraín, ALV Ingeniería y Cía. Ltda.;
- Armando Holzapfel, Cámara Chilena de la Construcción;
- Augusto Holmberg, Instituto del Cemento y el Hormigón;
- Carl Lüders, Pontificia Universidad Católica de Chile;
- Carlos Méndez, Ministerio de Obras Públicas;
- Carlos Sepúlveda Soruco, Gonzalo Santolaya Ingenieros Consultores S.A.;
- Carmen Abarca, Instituto de la Construcción;
- Eduardo Santos Muñoz, IEC S.A.;
- Fernando Yáñez, IDIEM de la Universidad de Chile;
- Gilberto Leiva, Universidad Técnica Federico Santa María;
- Hernán Santa María, Pontificia Universidad Católica de Chile;
- Iván Hrepic, consultor particular;
- Juan Luis Ramírez, Colegio de Arquitectos de Chile;
- Leonardo Massone, Universidad de Chile;
- Leopoldo Breschi, VMB Ingeniería Ltda.;
- Luis Díaz, Universidad de La Serena;
- Mamuel Brunet, Cámara Chilena de la Construcción;
- Marcial Baeza, Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica - Achisina;
- Marianne Küpfer, René Lagos y Asociados Ingenieros Civiles Ltda.;
- Matías Hube, Pontificia Universidad Católica de Chile;
- Miguel Sandor, Sandor Ingenieros;
- Patricio Bonelli, Patricio Bonelli y Asociados Ltda.;
- René Lagos, René Lagos y Asociados Ingenieros Civiles Ltda.;
- Rodolfo Saragoni, S y S Ingenieros Consultores Ltda.;
- Rodrigo Concha, RCP Ingeniería Ltda.;
- Rodrigo Jordán, Pontificia Universidad Católica de Chile;
- Rodrigo Mujica, VMB Ingeniería Ltda.;
- Rodrigo Vásquez, consultor particular;
- Sergio Contreras, Colegio de Ingenieros de Chile;
- Walter Brehme, Universidad de Chile - Facultad de Arquitectura, y
- Guillermo Calderón, Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

4.- Que el artículo 2° del DS N° 77, del Ministerio de Economía, del año 2004, Reglamento de Ejecución del Título I de la Ley 19.912 y Requisitos para la Elaboración, Adopción y Aplicación de Reglamentos Técnicos y Procedimientos de Evaluación de Conformidad, establece que cuando sean necesarios reglamentos técnicos y existan normas internacionales pertinentes o sea inminente su formulación definitiva, los ministerios con facultades para adoptarlos, utilizarán esas normas internacionales o sus elementos pertinentes como base de sus reglamentos técnicos.

5.- Que en materia de Diseño y Cálculo para Hormigón Armado, existe la norma internacional denominada "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario" o ACI 318S-08, preparada por el Comité ACI 318, del American Concrete Institute, de los Estados Unidos de América, que corresponde a la versión en español y en sistema métrico del ACI 318-08.

6.- Que, como resultado de las reuniones sostenidas por el panel de expertos, se determinó que es urgente efectuar adecuaciones y complementaciones al DS N° 118 (V. y U.), de 2010, que ajusten los factores de seguridad y los estándares del Diseño y Cálculo para Hormigón Armado, de acuerdo a la información obtenida de los daños que ocasionó el sismo de febrero del año 2010, para lo cual resulta pertinente adoptar y aplicar, con los acondicionamientos propios de la realidad nacional, la norma internacional citada en el considerando precedente, siendo necesaria la dictación de un reglamento técnico que lo reemplace, para su aplicación hasta que el Instituto Nacional de Normalización confeccione la norma técnica correspondiente y ésta sea declarada Norma Oficial de la República de Chile por decreto supremo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, dicto el siguiente:

Decreto:

Apruébase el siguiente Reglamento que Fija los Requisitos de Diseño y Cálculo para el Hormigón Armado.

Artículo 1°. - Los elementos y estructuras de hormigón armado se deberán diseñar y construir de acuerdo con los requisitos y exigencias establecidos en la norma técnica del American Concrete Institute, denominada Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario ACI 318S-08, en adelante ACI 318S-08, con las adecuaciones indicadas en el artículo 3° del presente decreto.

Artículo 2°. - Toda referencia a código, comentario, cláusula, simbología, figuras o tablas que se contengan en el presente decreto, deberá entenderse realizada a las contenidas en los siguientes documentos. Para referencias sin fecha, se aplicará la última edición oficial vigente del documento referenciado:

- NCh148 Cemento - Terminología, clasificación y especificaciones generales
 - NCh163 Aridos para morteros y hormigones - Requisitos generales
 - NCh170 Hormigón - Requisitos generales
 - NCh204 Acero - Barras laminadas en caliente para hormigón armado
 - NCh433 Diseño sísmico de edificios
 - NCh1174 Construcción - Alambre de acero, liso o con entalladuras, de grado AT56-50H, en forma de barras rectas - Condiciones de uso en el hormigón armado
 - NCh1498 Hormigón - Agua de amasado - Requisitos
 - NCh1537 Diseño estructural de edificios - Cargas permanentes y sobrecargas de uso
 - NCh1934 Hormigón preparado en central hormigonera
 - NCh2123 Albañilería confinada - Requisitos de diseños y cálculo
 - NCh2182 Hormigón y mortero - Aditivos - Clasificación y requisitos
 - NCh2369 Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
 - AC 133 Acceptance Criteria for Mechanical Connectors for Steel Bar Reinforcement
- ACI 318S-08 Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentarios.

Artículo N°3.- Fijanse las siguientes adecuaciones al ACI 318S-08. Los números de este artículo corresponden a las cláusulas del ACI 318S-08, que se modifican, adicionan o reemplazan.

CÓDIGO	COMENTARIO
CAPITULO 1 - REQUISITOS GENERALES	
1.1 - Alcance	
1.1.3 - Agregar el párrafo siguiente:	R 1.1.3 - El ACI 318 forma una unidad, por lo cual sus disposiciones no se pueden usar en forma parcial ni para condiciones diferentes a las indicadas en este código salvo que una disposición indicada en este artículo especifique algo diferente.
Las normas chilenas, con las modificaciones indicadas en este Decreto, prevalecen sobre las normas correspondientes citadas en el código ACI 318S-08	
CAPITULO 2 - NOTACION Y DEFINICIONES	
2.1 - Notación del Reglamento	
Agregar las siguientes definiciones:	
A_w = área total de todo el refuerzo transversal dentro de un espaciamiento s que cruza el plano potencial de hendimiento a través del refuerzo que está siendo desarrollado, mm ² , Capítulo 12 y Capítulo 21	
c = extensión de la zona a confinar en un muro medida desde su borde comprimido, Capítulo 21	
h_w = altura de un muro medida desde el extremo superior del muro a la sección analizada, Capítulo 21	
H_i = Distancia entre el último nivel significativo del edificio y la sección crítica de un muro, Capítulo 21	
l_p = largo de una rótula plástica, Capítulo 21	
δ_a = capacidad de desplazamiento elástico de un muro en su extremo superior, Capítulo 21	

δ_u = desplazamiento de diseño según se define en NCh 433, Capítulo 21
 δ'_u = desplazamiento relativo de diseño entre el extremo superior de un muro y el desplazamiento a nivel de la sección analizada, Capítulo 21
 ϕ_c = curvatura en la sección crítica de un muro, consistente con δ_c , Capítulo 21

2.2 – Definiciones
 Agregar la siguiente definición:

Sección crítica – zona de un muro especial donde se espera que ocurra incursión inelástica cíclica, Capítulo 21.

CAPITULO 3- MATERIALES

3.2 – Cementos
 3.2.1 – Agregar la letra siguiente:

(h) NCh 148 *Cemento – Terminología, clasificación y especificaciones generales.*

3.3– Agregados

3.3.1 – Agregar las letras siguientes:

(c) NCh 163 *Áridos para morteros y hormigones- Requisitos generales.*

(d) NCh 170 *Hormigón – Requisitos generales.*

3.4– Agua
 Agregar la cláusula siguiente:

3.4.3 – Los requisitos para el agua de amasado en hormigones es NCh 1498 *Hormigón – Agua de amasado –Requisitos.*

3.5– Acero de refuerzo

3.5.3 – Refuerzo corrugado

3.5.3.1 – Agregar las letras y el párrafo siguiente:

(e) NCh204 *Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado.*

(f) NCh 1174 *Construcción – Alambre de acero liso o con entalladuras, de grado AT56-50H, en forma de barras rectas – Condiciones de uso en el hormigón armado.*

Las barras de acero de refuerzo de diámetro mayor que 40mm deben cumplir lo indicado en NCh204, y los requisitos de resacas y tolerancias de masa indicados en el Anexo A de este Decreto.

3.6– Aditivos
 Agregar la cláusula siguiente:

3.6.6 – Los requisitos para aditivos usados en hormigón es NCh 2162 *Hormigón y mortero – Aditivos – Clasificación y requisitos.*

3.8– Normas Citadas

3.8.1 – Agregar las siguientes normas chilenas:

NCh148 *Cemento – Terminología, clasificación y Especificaciones generales*

NCh163 *Áridos para morteros y hormigones – Requisitos generales.*

NCh170 *Hormigón – Requisitos generales.*

NCh204 *Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado.*

NCh1498 *Hormigón – Agua de amasado – Requisitos.*

NCh1934 *Hormigón preparado en central hormigonera.*

NCh2162 *Hormigón y mortero – Aditivos – Clasificación y requisitos.*

CAPITULO 4 – REQUISITOS DE DURABILIDAD

4.1 – Generalidades

4.1.1 – Agregar el párrafo siguiente:

Respecto a los temas abordados en esta subcláusula, las normas chilenas correspondientes son:

NCh163 *Áridos para morteros y hormigones – Requisitos generales.*

NCh170 *Hormigón – Requisitos generales.*

APITULO 5 – CALIDAD DEL CONCRETO, MEZCLADO Y COLOCACION

5.1 – Generalidades

5.1.2 – Agregar el párrafo siguiente:

Alternativamente se puede utilizar ensayos de cubos, considerando en las fórmulas de diseño el valor de f_c dado por la siguiente tabla de equivalencia que establece NCh170.Of1985 con la extensión que se indica:

f_c (MPa)	Grado de homigón (NCh170 con 10% de fracción defectuosa)
15	H20
20	H25
25	H30
30	H35
35	H40
40	H45
	>H45 ^{*)}

^{*)} Para resistencias mayores que H45 el valor de f_c se debe determinar con probetas cilíndricas.

R 5.1.2 – La expresión matemática que relaciona la tensión f_c con la resistencia cubica del homigón a los 28 días con un 10% de fracción defectuosa ($R_{28(10\%)}$) es (según NCh170.Of1985) la siguiente:
 $f_c = 0,8 R_{28(10\%)}$ para $R_{28(10\%)} \leq 25$ MPa;
 y
 $f_c = R_{28(10\%)} - 5$; $R_{28(10\%)}$ tal que
 25 MPa < $R_{28(10\%)} \leq 45$ MPa

5.8 - Mezclado

5.8.2 - Agregar el párrafo siguiente:
La norma chilena correspondiente es NCh 934 Hormigón preparado en central hormigonera

CAPITULO 7 - DETALLES DEL REFUERZO

7.6 - Límites del espaciamiento del refuerzo

7.6.6 - Agregar la subcláusula siguiente:
7.6.6.6 - No se deben usar paquetes de barras en elementos en que el acero pueda entrar en rango plástico o donde pueda quedar sometido a esfuerzos sismicos reversibles (tracción-compresión)

7.7 - Protección de concreto para el refuerzo

Reemplazar 7.7.1, 7.7.2 y 7.7.3 por el texto siguiente:
Se consideran las siguientes condiciones ambientales y de vaciado del hormigón:

a) Condiciones ambientales severas:
i) Interior de edificios donde la humedad es alta (cocinas industriales, saunas, lavanderías. No se aplica a recintos habitados).
ii) Zonas donde se produce escurrimiento de agua (jardines, balcones).
iii) Condiciones atmosféricas industriales o marítimas adversas.

b) Condiciones ambientales normales:
Condiciones no incluidas en la categoría de condiciones severas.

R 7.6.6.6 - Las barras que forman parte de paquetes puedan muy expuestas a sufrir pandeo una vez que falle el recubrimiento

R 7.7 - Los recubrimientos mínimos se exigen por tres razones fundamentales:

1) Transferencia de esfuerzos de las barras de refuerzo al hormigón.
2) Protección de la armadura contra la corrosión.
3) Protección de la armadura contra los efectos del fuego, provocando un efecto retardador

Considerando principalmente los dos primeros efectos, se han definido recubrimientos diferentes a los recubrimientos únicos que exige el código ACI 318. La protección al fuego queda controlada por 7.7.8.

Para el caso de condiciones ambientales severas, se han mantenido en general, salvo algunas excepciones, los recubrimientos señalados en el cuerpo principal del ACI 318. Para el caso de condiciones normales se proponer recubrimientos menores y parecidos a los que tradicionalmente se ocupan en Chile.

7.7.1 - Hormigón vaciado en obra (no preesforzado)
Se debe proporcionar el siguiente recubrimiento libre mínimo de hormigón a la armadura, siempre que no sea inferior al exigido por 7.7.6 y 7.7.8:

	Recubrimiento libre mínimo mm	
	Condiciones normales	Condiciones severas
a) Hormigón colocado contra el suelo y permanentemente expuesto a él	50	70
b) Hormigón expuesto al suelo o al aire libre: Barras Ø 18 a Ø 56 Barras Ø 18 y diámetros menores	40 30	50 40
c) Hormigón no expuesto al aire libre ni en contacto con el suelo Losas, muros, nervaduras: Barras Ø44 y Ø56 Barras Ø 18 a Ø36 Barras Ø12 y menores Vigas, columnas: Armadura principal Amarras, estribos, zunchos Cáscaras y placas plegadas: Barras Ø 18 y mayores Barras Ø 16, alambres de 16 mm de diámetro y menores	40 20 15 30 20 20 20 20 15	40 20 20 40 30 40 30 20 15

d) Elementos de confinamiento en albañilería: Armadura principal Ø 10 y menores Amarras, estribos, zunchos Ø 8 y menores	Recubrimiento libre mínimo mm	
	Condiciones Normales	Condiciones Severas
	20	30
	15	20

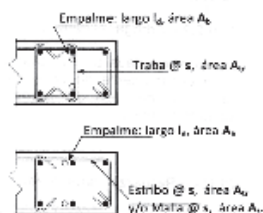
7.7.2 - Hormigón vaciado en obra (preesforzado)
Se debe dar el siguiente recubrimiento mínimo de hormigón a la armadura pretensada y no pretensada, ductos y anclajes en los extremos, siempre que no sea inferior al exigido en 7.7.6 y 7.7.8

	Recubrimiento libre mínimo mm	
	Condiciones Normales	Condiciones Severas
a) Hormigón colocado en contacto con el suelo y permanentemente expuesto a él	60	70
b) Hormigón expuesto al suelo o al aire libre: Paños de muros, losas y nervaduras Otros elementos	25 40	25 40
c) Hormigón no expuesto al aire libre ni en contacto con el suelo: Losas, muros, nervaduras Vigas, columnas: Armadura principal Amarras, estribos, zunchos Cáscaras y placas plegadas: Barras Ø16, alambres de 16 mm de diámetro y menores Otro tipo de armadura, pero no menor que	20 30 20 10 d _s 20	20 40 25 10 d _s 20

7.7.3 - Hormigón prefabricado (fabricado en condiciones de control de planta)
Se debe dar el siguiente recubrimiento mínimo de hormigón a la armadura pretensada y no pretensada, ductos y anclajes en los extremos, siempre que no sea inferior al exigido en 7.7.6 y 7.7.8

	Recubrimiento libre mínimo mm	
	Condiciones normales	Condiciones severas
a) Hormigón expuesto al suelo o al aire libre: Paneles para muros: Barras Ø44 y Ø56 Barras Ø36 y menores Otros elementos: Barras Ø44 y Ø56 Barras Ø18 al Ø36 Barras Ø16, alambres de 16mm de diámetro y menores	40 20 50 30 20	40 20 50 40 30
b) Hormigón no expuesto a la acción del aire libre ni en contacto con el suelo: Losas, muros, nervaduras: Barras Ø44 y Ø56 y tendones de pretensado Ø > 40 mm Tendones de pretensado Ø 40 y menores Barras Ø36 y menores Vigas, columnas: Armadura principal pero no menor que y no mayor que Amarras, estribos y zunchos Cáscaras y placas plegadas: Tendones de pretensado Barras Ø18 y mayores Barras Ø16, alambres de 16 mm de diámetro y menores	30 20 15 d _s 15 40 10 20 15 10	30 20 15 d _s 15 40 10 20 15 10

<p>7.10 – Refuerzo transversal para elementos a compresión</p> <p>7.10.4 – Espirales</p> <p>Reemplazar el texto de 7.10.4.2 por el siguiente:</p> <p>7.10.4.2 – Para elementos construidos en obra, el diámetro de barra utilizado en espirales no debe ser menor a 8mm</p> <p>7.10.5 – Estribos</p> <p>Reemplazar el texto de 7.10.5.1 por el siguiente:</p> <p>7.10.5.1 – Todas las barras no preesforzadas deben estar confinadas por medio de estribos de diámetro igual o mayor que un tercio del diámetro del refuerzo longitudinal que sujeta. Para paquetes de barras, el estribo debe ser de 12mm de diámetro o mayor. Se permite el uso de alambre corrugado o refuerzo electro soldado de alambre con un área equivalente.</p> <p>CAPITULO 8 – ANALISIS Y DISEÑO – CONSIDERACIONES GENERALES</p> <p>8.7 – Rigidez</p>	<p>R.8.7.1 – Agregar luego del primer párrafo lo siguiente:</p> <p>En la práctica chilena para determinar los esfuerzos sísmicos y las deformaciones de servicio en estructuras se han utilizado las secciones brutas de los elementos.</p>	<p>12.14.3.2 – Reemplazar el texto por:</p> <p>Los empalmes mecánicos completos deben desarrollarse en tracción o compresión, según sea requerido, al menos $1,4 f_y$ nominal o $1,15 f_y$ real característico de las barras empalmadas.</p> <p>12.14.3.4 – Reemplazar el texto por:</p> <p>Los empalmes soldados completos deben desarrollarse en tracción o compresión, según sea requerido, al menos $1,4 f_y$ nominal o $1,15 f_y$ real característico de las barras empalmadas.</p> <p>CAPITULO 21 – DISPOSICIONES ESPECIALES PARA DISEÑO SISMICO</p> <p>21.1 – Requisitos generales</p> <p>21.1.1 – Alcance</p> <p>21.1.1.1 – Agregar el párrafo siguiente:</p> <p>Los pilares y cadenas de muros de albanilería confinada no necesitan cumplir con las disposiciones del capítulo 21.</p> <p>21.1.1.2 – Agregar el párrafo siguiente:</p> <p>Para el diseño de elementos sísmo resistentes de hormigón armado todas las regiones del territorio nacional deben ser consideradas de elevado riesgo sísmico.</p> <p>Todas las estructuras de hormigón armado construidas en el territorio nacional deben asignarse a Categoría de Diseño Sísmico D del ACI318S-08.</p> <p>21.1.1.7 – Agregar a la letra (b) el párrafo siguiente:</p> <p>Se permite el uso de muros estructurales ordinarios en estructuras de hasta 5 pisos que hayan sido diseñadas utilizando un factor de reducción de respuesta R o R_d igual o menor que 4 de acuerdo a lo establecido en la tabla 5.1 de NCh 433Of.1996 Mod.2009.</p> <p>Agregar la siguiente cláusula:</p> <p>21.1.1.9 – En estructuras mixtas con muros y marcos continuos en toda la altura del edificio, en los cuales los muros toman al menos un 75% del corte en la base, o cuando los marcos son capaces de alcanzar el desplazamiento correspondiente que se obtiene con el espectro elástico de NCh433 sin aplicar factores de reducción de la respuesta, los marcos se pueden dimensionar como marcos intermedios.</p>	<p>R 12.14.3.2 – Muchas de las barras de refuerzo para hormigón que se usan actualmente en Chile tienen un f_y real que supera ampliamente el f_y nominal, de tal modo que la exigencia que la unión supere el valor $1,25 f_y$ nominal (ACI), no garantiza que la barra pase a fluencia antes de que falle la unión. Por ello este decreto adopta el factor 1,4 en lugar de 1,25, alternativamente, para garantizar comportamiento dúctil se debe vincular la resistencia de los empalmes mecánicos a la tensión de fluencia real de las barras a empalmar, adoptando el valor $1,15 f_y$ real. Los ensayos se pueden realizar de acuerdo al protocolo AC 133 Acceptance Criteria for Mechanical Connectors for Steel Bar Reinforcement, de ICC Evaluation Service, INC; 5 380 Workman Mill Road, Whittier, California 90901.</p> <p>R 12.14.3.4 – Los aceros referidos en NCh204 no son de soldabilidad garantizada.</p> <p>R 21.1.1.1 – Los pilares y cadenas de muros de albanilería confinada son elementos de un sistema compuesto que trabajan en conjunto con el panel interior de albanilería. No se comportan como elementos de marcos rígidos. Su función principal es confinar la albanilería del muro. Estos elementos se deben diseñar de acuerdo a lo indicado en NCh2123.</p> <p>R 21.1.1.2 – Para resistir las fuerzas inducidas por los sismos se deben usar los sistemas estructurales contenidos en NCh433 de Diseño sísmico de edificios o en NCh2369 de Diseño sísmico de edificios industriales.</p> <p>R 21.1.1.9 – En edificios de hormigón armado que tengan muros en las dos direcciones principales de análisis, se espera que la demanda de desplazamiento sea mucho menor que en una estructura que no tenga muros. Los muros en los sistemas mixtos, además de disminuir la demanda de ductilidad en los marcos, evitan la formación de un piso blando, por lo que los marcos no necesitan tener gran ductilidad. Las disposiciones de los capítulos 1 al 19 y</p>
<p>CAPITULO 9 – REQUISITOS DE RESISTENCIA Y FUNCIONAMIENTO</p> <p>9.1 – Generalidades</p> <p>9.1 – Agregar la cláusula siguiente:</p> <p>9.1.4 – Para los factores de carga y de reducción de la resistencia establecidos en 9.2.1, la combinación para cargas que incluyan el efecto sísmico se debe hacer reemplazando el factor de carga 1,0 para sísmo por el factor 1,4 de acuerdo con 9.2.1 c), donde la sollicitación sísmica E se debe determinar de acuerdo con NCh433 Diseño sísmico de edificios.</p> <p>9.5 – Control de deflexiones</p> <p>9.5.2 – Elementos reforzados en una dirección (no preesforzados)</p> <p>9.5.3 – Elementos reforzados en dos direcciones (no preesforzados)</p>	<p>R 9.5.2.1 – Agregar el comentario siguiente:</p> <p>Los límites indicados en tabla 9.5 (a) pueden ser insuficientes para el control de deformaciones, especialmente en el caso de luces grandes (> 8 m) y voladizos.</p> <p>R 9.5.3.2 – agregar el comentario siguiente:</p> <p>Los límites indicados en tabla 9.5 (c) pueden ser insuficientes para el control de deformaciones, especialmente en el caso de luces grandes (>6 m) en la dirección más corta de la losa.</p>		
<p>CAPITULO 12 – LONGITUDES DE DESARROLLO Y EMPALMES DEL REFUERZO</p> <p>12.14 Empalmes del refuerzo – Generalidades</p> <p>12.14.3 – Empalmes soldados y mecánicos</p>			

<p>Sin embargo los marcos de edificios estructurados exclusivamente con marcos se deben tratar como marcos especiales de acuerdo a las disposiciones de 21.5 a 21.9.</p>	<p>del capítulo 22 tienen por objeto proporcionar la tenacidad adecuada para estructuras no sometidas a movimientos sísmicos severos, denominadas como normales en el ACI 318, en las que no se requiere aplicar las disposiciones del capítulo 21. Sin embargo, resulta conveniente proporcionar un detalle adecuado que permita sostener desplazamientos inesperados, cuyos requisitos están contenidos en 21.3. El desplazamiento de respuesta de la estructura al sismo de diseño contenido en la norma es algo mayor que R veces el desplazamiento calculado con el espectro reducido. Al aplicar disposiciones de desplazamientos es necesario conocer el desplazamiento real de respuesta esperado. Se estima que un marco que sea capaz de responder elásticamente, dentro del sistema, a un desplazamiento igual al calculado con el espectro elástico, sin aplicar el factor de reducción R, podrá sostener desplazamientos mayores sin necesidad de desarrollar grandes ductilidades, siendo suficiente aplicar las recomendaciones para marcos intermedios de este capítulo, que otorgan cierta ductilidad.</p>	<p>21.1.7 - Empalmes soldados en pórticos especiales resistentes a momento y muros estructurales especiales</p> <p>21.6 - Elementos sometidos a flexión y carga axial pertenecientes a pórticos especiales resistentes a momento</p> <p>21.6.2 - Resistencia mínima a flexión de columnas</p> <p>21.6.2.2 - Agregar el párrafo siguiente:</p> <p>La exigencia dada por la ecuación (21-1) no necesariamente se debe cumplir en los nudos de cielo del último piso de edificios de marcos.</p> <p>21.6.4 - Refuerzo transversal</p> <p>21.6.4.2 - Agregar al final del párrafo:</p> <p>Los estribos y trabas suplementarias deben tener ambos extremos doblados en un ángulo mayor o igual que 135 grados.</p> <p>21.9 - Muros estructurales especiales y vigas de acopio</p> <p>21.9.1 - Alcance</p> <p>Agregar la subcláusula siguiente:</p> <p>21.9.1.1 - Los muros especiales de espesor inferior a $l_w/16$ deberán ser diseñados considerando los problemas de inestabilidad que pudiesen afectar su comportamiento.</p>	<p>R 21.1.7.1 - Agregar el párrafo siguiente:</p> <p>Los aceros referidos en NCh204 no son de soldabilidad garantizada.</p> <p>R 21.6.2.2 - La existencia de una rótula en el extremo superior de una columna en el último piso no constituye riesgo de formación de piso blando, de manera que es indiferente que la rótula se forme en la columna o en la viga del cielo del último piso.</p>
<p>21.1.5 - Refuerzo en pórticos especiales resistentes a momento y muros estructurales especiales</p> <p>Reemplazar la subcláusula 21.1.5.2 por la siguiente:</p> <p>21.1.5.2 - El refuerzo que resiste fuerzas axiales y de flexión inducidas por sismo en elementos de pórtico y en elementos de borde de muros debe cumplir con las disposiciones de NCh204, grados A630-420H o ASTM A706M. Se permite el uso de acero grados A440-280H y A590-350H de NCh204 en estos elementos siempre que la resistencia real a la fluencia no sea mayor que f_y en más de 125 MPa (los ensayos no deben exceder este valor por más de 21 MPa).</p> <p>El acero AT56-50H que no cumpla con f_u/f_y mayor o igual que 1,25 se puede utilizar siempre que:</p> <p>i) No sea en zonas críticas donde el acero pueda entrar en rango plástico.</p> <p>ii) No sea utilizado como malla de corte en muros, a menos que se realice un diseño por capacidad que asegure que el comportamiento del elemento no estará controlado por la falla de corte.</p> <p>El valor de f_y para el refuerzo transversal incluyendo los refuerzos en espiral no debe exceder de 700 MPa.</p>	<p>R 21.1.5.2 - La limitación de la tensión de fluencia real tiene por objetivo garantizar que el diseño por capacidad cumpla con su objetivo: que la falla de corte no se produzca antes que la sección entre en fluencia por flexión.</p> <p>Solamente en las zonas críticas se espera que la armadura fluya pudiendo alcanzar grandes deformaciones. En bordes de muros se ha observado que la armadura se ha cortado (fractura). Por esta razón hay disposiciones de armadura mínima y de armadura de confinamiento para impedir la falla por fractura de armadura traccionada, por lo que es necesario utilizar acero de alta tenacidad en estos sectores. Sin embargo, el resto de la estructura permanezca dentro del rango lineal, pudiéndose usar en esas zonas aceros con menor tenacidad.</p>	<p>21.9.2 - Refuerzo</p> <p>21.9.2.2 - Reemplazar el texto por el siguiente:</p> <p>Todos los muros resistentes a solitaciones sísmicas se deben armar con al menos dos capas de armadura.</p> <p>21.9.2.3 - Agregar la letra (e):</p> <p>(e) En la longitud de empalme del refuerzo longitudinal en el núcleo confinado de una zona crítica, cuando la cuantía de refuerzo longitudinal en este núcleo sea superior a $2,8/f_y$ o cuando el recubrimiento a la barra longitudinal de diámetro d_b sea menor que $2d_b$, deberá verificarse que en el plano vertical que contiene a las barras empalmadas se cumpla la ecuación 21-6a</p> $A_v f_y l_e / s \geq A_h f_y \quad (21-6a)$	<p>R 21.9.2.2 - Existe consenso en que aún cuando se pueda usar solamente una malla central desde el punto de vista de la resistencia el uso doble malla asegura estabilidad fuera del plano y tiene ventajas prácticas en cuanto a la colocación del hormigón en obra y confina mejor el núcleo de hormigón dentro de la zona panel del muro.</p> 
<p>21.1.6 - Empalmes mecánicos en pórticos especiales resistentes a momento y muros estructurales especiales</p> <p>21.1.6.1 - Reemplazar letra (b) por el párrafo siguiente:</p> <p>(b) Los empalmes mecánicos tipo 2 deben cumplir con lo indicado en 12.14.3.2 y desarrollarse en tracción o comprensión, según sea requerido, al menos la resistencia de tracción nominal de las barras empalmadas y el 90% de la resistencia de tracción real de las barras empalmadas.</p>	<p>R 21.1.6.1 - Debido a que muchas de las barras de refuerzo para hormigón que se usan actualmente en Chile tienen un f_y real que supera ampliamente el f_y nominal, es necesario vincular la resistencia de los empalmes mecánicos a la resistencia de tracción real de las barras a empalmar.</p>	<p>Agregar la siguiente cláusula:</p> <p>21.9.2.4 - El refuerzo de los elementos especiales de borde debe satisfacer (a) y (b).</p> <p>a) El diámetro de las barras longitudinales en los elementos de borde debe ser menor o igual que un noveno de la menor dimensión del elemento de borde.</p> <p>b) El diámetro del refuerzo transversal del elemento de borde debe ser igual o mayor que un tercio del diámetro del refuerzo longitudinal que sujeta.</p>	<p>Fig. R 21.9.2.3 Refuerzo transversal en empalmes.</p>

21.9.5 – Diseño a flexión y carga axial

Reemplazar el texto de la sub cláusula 21.9.5.2 por el siguiente:

21.9.5.2 – Al verificar el diseño de las secciones transversales compuestas (L.T, C, u otras formas) se debe considerar la sección completa con todas las armaduras especificadas. Alternativamente, se puede verificar utilizando el ancho efectivo del ala. El ancho efectivo del ala en secciones con alas debe extenderse desde la cara del alma una distancia igual al menor valor entre la mitad de la distancia al alma de un muro adyacente y el 25% de la altura total del muro.

Agregar las siguientes cláusulas:

21.9.5.3 – El máximo valor de P_u , actuando en la sección transversal definida en 21.9.5.2 debe ser menor o igual que $0.35F_cA_g$.

21.9.5.4 – La sección crítica de todo muro con razón de aspecto h_w/h_e mayor o igual a 3 debe tener una capacidad de curvatura, ϕ_u , mayor que la demanda de curvatura, ϕ_u , calculada a partir de la expresión (21-7a). Alternativamente se permite calcular ϕ_u con la expresión (21-7b). Esta verificación se debe hacer considerando la mayor carga axial P_u , consistente con δ_u . La deformación unitaria, ϵ_u , en la fibra más comprimida de la sección crítica del muro deberá ser menor o igual que 0.008.

$$\phi_u = \frac{2\delta_u}{h_w} = \frac{\epsilon_u}{c} \leq 0.008 \quad (21-7a)$$

$$\phi_u = \frac{\delta_u}{l_x(l_x - l_y/2)} + \phi_c = \frac{\epsilon_u}{c} \leq 0.008 \quad (21-7b)$$

El valor de l_x en la Ec. (21-7b) no debe tomarse superior a $l_w/2$, y los valores de ϕ_u y δ_u deben justificarse.

Se debe verificar la sección transversal definida en 21.9.5.2 con la carga axial P_u , considerando todo el refuerzo longitudinal presente en ésta. La capacidad de deformación debe ser verificada en el plano del muro coincidente con la dirección de análisis.

21.9.6 – Elementos de borde para muros estructurales especiales

21.9.6.2 –

Reemplazar la letra (a) por lo siguiente:

(a) Las zonas de compresión deben ser reforzadas con elementos especiales de borde cuando

$$c \geq \frac{l_x}{600(\delta_u/h_w)} \quad (21-8)$$

Donde c , en la ecuación (21-8), corresponde a la mayor profundidad del eje neutro calculada para la fuerza axial mayorada y resistencia nominal a momento congruente con el desplazamiento de diseño δ_u .

R 21.9.5.3 – El límite que se impone a la carga axial pretende asegurar una mínima capacidad de deformación plástica del muro. En secciones asimétricas (ej: armadura asimétrica, secciones tipo T, etc.) este límite podría ser insuficiente.

Agregar lo siguiente al comentario:

R 21.9.6.2 – No se considera necesario exigir el límite inferior de 0.007 para δ_u/h_w en la ecuación (21-8) como lo hace ACI318S-08

El desplazamiento de diseño δ_u se puede calcular a partir de la forma del primer modo con mayor masa traslacional en la dirección de análisis considerada, asignándole a esta forma modal una amplitud en el último nivel significativo del edificio igual a δ_u .

21.9.6.4 –

Reemplazar la letra (a) por lo siguiente:

(a) El elemento de borde debe extenderse horizontalmente desde la fibra extrema en compresión hasta una distancia no menor que el valor de c_u determinado como:

$$\frac{c_u}{l_x} = \frac{c}{l_x} - \frac{1}{600\delta_u/h_w} \quad (21-8a)$$

Donde c corresponde a la mayor profundidad del eje neutro calculada para la fuerza axial mayorada y resistencia nominal a momento consistente con el desplazamiento de diseño δ_u .

Reemplazar la letra (c) por lo siguiente:

(c) El refuerzo transversal de los elementos especiales de borde debe cumplir con los requisitos especificados en 21.6.4.2 a 21.6.4.4, excepto que no se necesita cumplir con la ecuación (21-4) y el límite de espaciamiento transversal indicado en 21.6.4.3(a) es, para muros especiales, la mitad de la dimensión menor del elemento de borde. La separación horizontal, h_x , entre barras verticales lateralmente soportadas por aribos o trabas dentro del núcleo confinado no debe exceder al mínimo entre 200mm y la mitad del espesor del elemento de borde.

Agregar la letra (f):

(f) El espesor del elemento de borde deberá ser mayor o igual a 300mm y el largo confinado deberá ser mayor o igual al espesor del muro en la zona confinada.

21.9.6.5 – Reemplazar la letra (a) por lo siguiente:

(a) Si la cuantía de refuerzo longitudinal en el borde del muro es mayor a $2.8f_y$, el refuerzo transversal debe cumplir con lo indicado en 21.6.4.2. El espaciamiento longitudinal máximo del refuerzo transversal en el borde no debe exceder de 200 mm.

Adicionalmente, en zonas críticas, donde el refuerzo vertical pueda fluir, el espaciamiento longitudinal máximo del refuerzo transversal que amarra la armadura de borde no debe exceder el menor valor entre seis veces el diámetro de la barra longitudinal de menor diámetro y 200 mm.

21.9.7 – Vigas de acople

21.9.7.1 – Agregar el párrafo siguiente:

Las vigas de acoplamiento con una relación de aspecto $2 < l_w/h < 4$ se pueden armar en flexión para un 50% del esfuerzo resultante del análisis de la estructura considerada como monolítica, siempre que se considere la reducción de resistencia de la viga de acoplamiento en el diseño de los demás elementos resistentes de la estructura.

Agregar lo siguiente al comentario:

R 21.9.6.4 – La ecuación (21-8a) determina la zona a confinar en función de la demanda de desplazamiento sísmico. La fórmula para determinar la zona a confinar indicada en ACI 318S-08 supone una demanda de desplazamiento igual al 1.5% de la altura del muro, lo que en la mayoría de los edificios habitacionales chilenos estructurados sobre la base de muros puede ser una hipótesis de diseño demasiado conservadora.

R 21.9.7 – Agregar luego del segundo párrafo lo siguiente:

La reducción del 50% facilita armar las vigas de acoplamiento chatas $2 < l_w/h < 4$ de modo que cumplan con los criterios de diseño por capacidad evitar así su falla por corte y mejorar el comportamiento y la seguridad sísmica de la estructura.

Agréguese el siguiente Anexo A:

Anexo A (Normativo)

A. Requisitos de resaltes y tolerancias de masa para aceros de diámetro mayor que 40 mm

A.1 Requisitos de forma, dimensiones y masa

Los diámetros nominales, los valores de sección nominal, perímetro nominal y masa por unidad de longitud nominales para diámetro mayor que 40 mm se deben calcular según lo siguiente:

a) Diámetro nominal d_n (mm) = $12,73 \sqrt{S_n}$

b) Sección nominal, S_n (mm²) = $0,785 \times d_n^2$ (d_n en mm)

c) Perímetro nominal, P_n (mm) = $3,1416 \times d_n$ (d_n en mm)

d) Masa nominal, m_n (kg/m) = $0,00785 S_n$ (S_n en mm²)

A.2 Requisitos de los resaltes

A.2.1 El espaciamiento de los resaltes debe ser uniforme a lo largo de la barra y su valor medio debe ser menor o igual que 0,7 veces el diámetro nominal.

A.2.2 El largo de los resaltes medido en su proyección sobre un plano perpendicular al eje longitudinal de la barra será tal que, la longitud de la zona sin resalte que queda entre los extremos de los resaltes ubicados a cada lado de la barra no exceda 0,125 veces el perímetro nominal.

A.2.3 La zona sin resaltes indicada en A.2.2 puede ser parcial o totalmente ocupada por nervios longitudinales.

A.2.4 La altura media de los resaltes debe ser mayor o igual que 0,05 veces el diámetro nominal.

A.2.5 La altura media de los resaltes se determina midiendo un número de resaltes igual o mayor a dos. El procedimiento de determinación de la altura media de los resaltes se debe efectuar de acuerdo a lo indicado en NCh204, Anexo A, A.1.3

A.2.6 El ancho de la base en el punto medio de un resalte debe ser menor o igual que 0,25 veces el diámetro nominal de la barra. El procedimiento de determinado del ancho de la base de los resaltes se debe efectuar de acuerdo a lo indicado en NCh204, Anexo A, A.1.4

A.3 Tolerancias

A.3.1 Las tolerancias de diámetro para barras lisas es de $\pm 1,50$ mm.

A.3.2 El área de cualquiera sección transversal de las barras debe ser mayor o igual al 90% de la sección nominal.

A.3.3 Para lotes la tolerancia de masa para barras lisas y con resaltes (rectas) es de $\pm 3,5\%$

A.3.4 Para barras individuales con resaltes la tolerancia de masa es de $\pm 6\%$

A.4 Alargamiento admisible

El coeficiente K para determinar el alargamiento porcentual de ruptura admisible debe ser igual que 6.

Artículo 4°. Toda referencia que se contenga en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, aprobada por DS N° 47 (V. y U.), de 1992, a la NCh 430, o al diseño y cálculo para hormigón armado, deberá entenderse efectuada a lo dispuesto en el presente decreto.

Artículo 5°. En consideración a que las disposiciones que se introducen por el presente reglamento vienen a solucionar problemas urgentes relacionados con la seguridad de las personas que habitan y utilizan las edificaciones que se construyen en el país y de los bienes que se guardan en éstos, omitanse los trámites previstos en el artículo 4° de la Ley 19.912 y en aplicación del artículo 7°, del DS N° 77, del Ministerio de Economía, del año 2004, cúmplase con los que correspondan, comenzando a regir lo dispuesto en el presente decreto desde su publicación en el Diario Oficial.

Artículo 6°. Derógase el DS N° 118 (V. y U.), de 2010, a contar de la fecha de publicación en el Diario Oficial del presente decreto, el que se aplicará hasta que el Instituto Nacional de Normalización confeccione la norma técnica correspondiente y ésta sea declarada norma oficial de la República de Chile por decreto supremo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Anótese, tómesese razón y publíquese.- SEBASTIÁN PIÑERA ECHENIQUE, Presidente de la República.- Rodrigo Pérez Mackenna, Ministro de Vivienda y Urbanismo.

Lo que transcribo para su conocimiento.- Juan Carlos Jobet Eluchans, Subsecretario de Vivienda y Urbanismo.

APRUEBA REGLAMENTO QUE FIJA EL DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS Y DEROGA DECRETO N° 117, DE 2010

Santiago, 2 de noviembre de 2011.- Hoy se decretó lo que sigue:
Núm. 61.- Visto: La ley 16.391, en especial lo dispuesto en su artículo 2° número 3; el DL N° 1.305, de 1975, en su artículo 4°; lo previsto en los artículos 2°, 105 y 106, del DFL N° 458, de 1975, Ley General de Urbanismo y Construcciones y sus modificaciones; la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, aprobada por DS N° 47 (V. y U.), de 1992 y sus modificaciones; la ley 19.912; el DS N° 77, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, del año 2004, en especial lo dispuesto en su artículo 7°; la Norma Técnica NCh 433, sobre Diseño Sísmico de Edificios, aprobada mediante DS N° 172, (V. y U.), de 1996, modificado por decreto exento N° 406 (V. y U.), de 2010; el DS N° 117 (V. y U.), de 2010, que Aprueba el reglamento que Fija el Diseño Sísmico de Edificios; el artículo 32, N° 6 de la Constitución Política de la República de Chile, y la resolución N° 1.600, de 2008, de la Contraloría General de la República.

Considerando:

- 1.- Que al Ministerio de Vivienda y Urbanismo le corresponde, entre otras materias, dictar ordenanzas, reglamentos e instrucciones generales sobre urbanización de terrenos, construcción de viviendas, obras de equipamiento comunitario, desarrollo y planificación urbanos y cooperativas de viviendas;
- 2.- Que por DS N° 172 (V. y U.), de 1996, se aprobó la Norma Técnica NCh 433, sobre Diseño Sísmico de Edificios y mediante decreto exento N° 406 (V. y U.), de 2010, se oficializó una modificación a la referida Norma Técnica;
- 3.- Que la NCh 433, según lo dispuesto en el artículo 5.5.7, de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, tiene el carácter de obligatoria;
- 4.- Que como es de público conocimiento, una amplia zona del país fue afectada por un sismo de intensidad excepcionalmente severa con características de terremoto el pasado 27 de febrero de 2010, catástrofe que produjo un nivel de daños que se considera por sobre lo aceptable;
- 5.- Que en virtud de lo señalado en los puntos precedentes, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo dictó el DS N° 117 (V. y U.), de 2010, Reglamento que Fija el Diseño Sísmico de Edificios, normativa que esta Secretaría de Estado estimó necesario revisar, dado que a la época de su formulación se contaba con información parcial de las causas y consecuencias de los daños que la referida catástrofe provocó en las edificaciones del país, estableciéndose, en el indicado Reglamento Técnico, factores de seguridad y estándares que requieren ser ajustados, razón por la cual se convocó a un panel de expertos en materias relativas a diseño sísmico de edificios que efectuara recomendaciones en este sentido, compuesto por:

Alfonso Larraín, Alfonso Larraín Vial y Asociados Ltda.;
Augusto Holmberg, Instituto del Cemento y del Hormigón - ICH;
Bernardo Valdés, Cámara Chilena de la Construcción;
Carl Lüders, Pontificia Universidad Católica de Chile;
Carlos Aguirre, Universidad Técnica Federico Santa María;
Carlos Méndez, Ministerio de Obras Públicas;
Carlos Sepúlveda, Gonzalo Santolaya Ingenieros Consultores S.A.;
Carmen Abarca, Instituto de la Construcción;
Christian Ledezma, Pontificia Universidad Católica de Chile;
Claudio Rivera, Ministerio de Obras Públicas;
Cristina Barría, Ministerio de Vivienda y Urbanismo;
Diego López-García, Pontificia Universidad Católica de Chile;
Gonzalo Santolaya, Gonzalo Santolaya Ingenieros Consultores S.A.;
Héctor Ventura, Héctor Ventura y Asociados;
Horacio Musante, Geofun;
Jorge Lindenbergh, I. E. C. Ingeniería S.A.;
José Jiménez, R. Gatica U. J. Jiménez O. Ingenieros y Cía. Ltda.;
Juan Luis Ramírez, Colegio de Arquitectos de Chile;
Leopoldo Brescht, VMB Ingeniería;
Leopoldo Dominichetti, Universidad de Chile;
Manuel Brunet, Cámara Chilena de la Construcción;
Manuel Ruz, Ruz & Vukasovic Ingenieros Asociados Ltda.;
Marcelo Soto, Ministerio de Vivienda y Urbanismo;
Marcial Baeza, Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica - Achisina;
Marianne Küpfer, René Lagos y Asociados Ingenieros Civiles Ltda.;
Mario Durán, Universidad de La Serena;
Mario Valenzuela, Universidad de Concepción;
Matías Hube, Pontificia Universidad Católica de Chile;
Mauricio Poblete, Mauricio Poblete y Cía. Ltda.;
Mauricio Sarrazin, Universidad de Chile;
Miguel Sandor, Sandor Ingenieros;
Patricio Bonelli, Patricio Bonelli y Asociados Ltda.;
Pedro Hidalgo, ARA WorleyParsons S.A.;
Rafael González, Serviu Metropolitano;
Rafael Riddell, Pontificia Universidad Católica de Chile;
Ramón Verdugo, Sociedad Chilena de Geotécnica - Sochtig;
René Lagos, René Lagos y Asociados Ingenieros Civiles Ltda.;
Rodolfo Saragoni, S y S Ingenieros Consultores;
Rodrigo Concha, RCP Ingeniería Ltda.;
Rubén Boroschek, Universidad de Chile;
Sergio Contreras, Colegio de Ingenieros de Chile, y
Tomás Guendelman, I.E.C. Ingeniería S.A.

6.- Que producto del análisis efectuado por el referido panel de expertos, se recomendó la urgente adecuación y complementación de las disposiciones contenidas en el DS N° 117 (V. y U.), de 2010, que ajusten los factores de seguridad y los estándares del diseño sísmico de edificios, de acuerdo a la información obtenida de los daños que ocasionó el sismo de febrero del año 2010, siendo necesaria la dictación de un reglamento técnico que lo reemplace, para su aplicación hasta que el Instituto Nacional de Normalización confeccione la norma técnica correspondiente y ésta sea declarada Norma Oficial de la República de Chile por decreto supremo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, dicto el siguiente:

Decreto:

Apruébese el siguiente Reglamento que fija el diseño sísmico de edificios.

Artículo 1°.-

El diseño sísmico de edificios deberá realizarse de conformidad a las exigencias establecidas en el presente decreto y en lo que no se contraponga con éstas, supletoriamente, por lo establecido en la Norma Técnica NCh 433, aprobada mediante DS N° 172 (V. y U.), de 1996 y su modificación del año 2009, oficializada por DS exento N° 406 (V. y U.), de 2010, en adelante NCh 433. Of. 1996, mod. 2009.

Artículo 2°.-

Las disposiciones que se fijan en el presente decreto, no serán exigibles para obras civiles tales como puentes, presas, túneles, acueductos, muelles o canales. Tampoco se aplicará a edificios industriales ni instalaciones industriales, cuyo diseño deberá ajustarse a lo dispuesto en la normativa legal, reglamentaria y técnica correspondiente.

Artículo 3°.-

Toda referencia a cláusulas, simbología, figuras o tablas que se contengan en el presente decreto, deberá entenderse realizada a las contenidas en la NCh 433. Of. 1996, mod. 2009.

Artículo 4°.- Glosario

Los símbolos empleados en este decreto y cuando corresponda, en la NCh433.Of1996, mod. 2009, tendrán el siguiente significado:

D_f	: Profundidad del sello de fundación en metros, medido desde la superficie natural del terreno
LL	: Límite Líquido
MASW	: Análisis Multicanal de Ondas Superficiales (Multichannel Analysis of Surface Waves)
N-SPT	: Índice de Penetración Estándar
N_1	: Índice de penetración estándar normalizado por presión de confinamiento de 0,1 MPa. Aplicable sólo a suelos que clasifican como arenas
q_u	: Resistencia a la compresión simple del suelo
ReMI	: Refracción de ruido ambiental (Refraction Microtremor)
RQD	: Rock Quality Designation, según norma ASTM D 6032
SASW	: Análisis Espectral de Ondas Superficiales (Spectral Analysis of Surface Waves)
S_u	: Resistencia al corte no-drenada del suelo
V_s	: Velocidad de propagación de ondas de corte
V_p	: Velocidad de propagación de ondas de compresión
V_{s30}	: Velocidad de onda de corte equivalente de los 30 m superiores del terreno
$V_{s30(15)}$: Velocidad de onda de corte equivalente de los metros superiores del terreno en una profundidad $D_f + 15$
Q_{min}	: Corte basal mínimo en la dirección de análisis
R_1	: Factor que resulta de multiplicar el valor de R^* por el cociente Q_0/Q_{min} , siempre que Q_0/Q_{min} sea menor o igual a 1,0. En caso que este cociente sea mayor que 1,0, se debe usar $R_1 = R^*$
C_d^*	: Factor de amplificación de desplazamiento elástico
S_{de}	: Espectro de desplazamiento elástico
Tag	: Período de mayor masa traslacional en la dirección de análisis, calculado con las secciones agrietadas, es decir, considerando la influencia del acero y la pérdida de rigidez debido al agrietamiento del hormigón.
δ_u	: Desplazamiento lateral de diseño en el techo.
ϵ_{qu}	: Deformación unitaria desarrollada cuando se alcanza la resistencia máxima en el ensayo de compresión simple.

Artículo 5°.- Exploración geotécnica asociada a la clasificación sísmica de suelos

La respuesta sísmica en superficie de un depósito de suelo y la sollicitación sísmica que se desarrolla sobre una estructura emplazada en dicho depósito son principalmente dependiente de la rigidez a bajas deformaciones de los estratos superiores del terreno de fundación, del período fundamental del depósito de suelos, del nivel de amortiguamiento desarrollado por los distintos suelos constituyentes del terreno y de la excitación sísmica proplamente tal. Teniendo en consideración la tecnología disponible a lo largo del país, la clasificación sísmica de suelos se ha optado por centrarla en el parámetro que se estima más relevante en una primera aproximación, éste es el parámetro de rigidez a bajas deformaciones de los estratos superiores, correspondiente a la velocidad de ondas de corte promedio de los 30 metros superiores del terreno, V_{s30} . Este parámetro se determina de acuerdo a la siguiente expresión:

$$V_{s30} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{\sum_{i=1}^n \sqrt{V_{s-i}}}$$

Donde:

$V_{s,i}$: velocidad de ondas de corte del estrato i, en m/s

h_i : espesor del estrato i, en metros

n : número de estratos en los 30 metros superiores del terreno.

En edificios con subterráneos se debe verificar que la profundidad de exploración se extienda al menos 15 metros por debajo del sello de fundación. En aquellos casos en que la profundidad del sello de fundación, D_f , más 15 metros resulte mayor a 30 metros, es decir $D_f + 15 > 30$, los parámetros geotécnicos requeridos en la Tabla de Clasificación Sísmica del terreno son aplicables a la profundidad $D_f + 15$. En este caso el parámetro $V_{s,30}$ se reemplaza por $W_{s(0,15)}$, aplicando la expresión correspondiente considerando n igual al número de estratos existentes en la profundidad $D_f + 15$ de los metros superiores del terreno.

La velocidad de propagación de las ondas de corte puede ser medida por ensayos down-hole, cross-hole o sonda de suspensión o a partir de mediciones de ondas superficiales (Rayleigh), por métodos como SASW, MASW o ReMI. En estos casos se deben informar las curvas de dispersión y los resultados del perfil de velocidades en profundidad para dos mediciones preferentemente ortogonales. Adicionalmente, cuando se utilice el método ReMI se debe incluir una medición con una fuente activa de conocida ubicación. El perfil de velocidades de ondas de corte que caracteriza el terreno corresponderá a aquel que resulte en el caso más desfavorable. No se permite estimar V_s a partir de ondas V_p .

Para conjuntos de viviendas en terrenos de más de 8.000 metros cuadrados o estructuras de 5 o más pisos sobre la superficie del terreno natural o edificios categoría de III y IV, las propiedades que permiten clasificar el suelo de fundación deben ser evaluadas en los primeros 30 metros bajo la superficie natural del terreno o hasta la roca.

Sin embargo, en el caso particular de estructuras clasificadas de acuerdo a su uso como III o IV, que presentan un total menor a 500 metros cuadrados construidos, no sean superior a 2 niveles y/o pisos y tampoco presenten una altura total mayor a 8 metros, no es obligatorio justificar $V_{s,30}$ con mediciones in-situ, ni tampoco es obligatorio justificar valores del Índice de Penetración o resistencia no-drenada en una profundidad de 30 metros. En estos casos, el estudio de Mecánica de Suelos realizado cumpliendo la norma NCh1508.Of 2008, debe descartar que se está en presencia de suelo licuable, susceptible de densificación por vibración, colapsable, orgánico o turba. Además, el terreno no debe estar afecto a amplificación topográfica. Además, en estos casos, las estructuras deben ser diseñadas considerando la condición más desfavorable de tipo de suelo. Consecuentemente, el análisis sísmico se debe realizar mediante el método estático, utilizando el coeficiente sísmico máximo para el tipo de suelo más desfavorable, Suelo Tipo E.

Artículo 6°.- Clasificación Sísmica del Terreno

La experiencia empírica y la teoría indican que el mejor comportamiento sísmico se observa en terrenos de afloramiento rocoso y, por el contrario, el mayor daño se ha observado en terrenos de suelos finos blandos. Consecuentemente, la clasificación sísmica del terreno de fundación considera unidades, o niveles, que van desde el de mejor comportamiento (Roca: Suelo Tipo A) al de mayor exigencia sísmica (Suelo Tipo E: Suelo de compacidad o consistencia mediana).

Existen depósitos de suelos que por sus propiedades geotécnicas singulares no permiten ser categorizados sísmicamente sólo por $V_{s,30}$ y por tanto requieren estudios especiales de amplificación de acuerdo a sus particulares características. Estos suelos son los siguientes:

- Suelos potencialmente licuables, entendiendo por ellos las arenas, arenas limosas o limos, saturados, con Índice de Penetración Estándar $N_{1,60}$, menor que 20 golpes/pte (normalizado a la presión efectiva de sobrecarga de 0.10 MPa)
- Suelos susceptibles de densificación por vibración
- Suelos colapsables
- Suelos orgánicos
- Suelos finos saturados con LL > 80 y espesor > 20 metros
- Suelos finos saturados de sensibilidad mayor a 10

También quedan fuera de la clasificación sísmica aquellos terrenos con topografía irregular, donde pueden existir fenómenos de amplificación local, los cuales no están cubiertos por la clasificación.

De acuerdo al comportamiento sísmico esperado se han definido los Tipos de Suelos, para los cuales se establecen las propiedades geotécnicas de requisito mínimo en cada caso. La definición de los Tipos de Suelos asociados a la Clasificación Sísmica de Suelos se establece de acuerdo a la siguiente Tabla:

TABLA. CLASIFICACIÓN SÍSMICA DEL TERRENO DE FUNDACIÓN

Suelo Tipo	$V_{s,30}$ (m/s)	RQD	q_u (MPa) ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	(N_1) (golpes/pte)	S_u (MPa)
A Roca, suelo cementado	≥ 900	$\geq 50\%$	≥ 10 ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)		
B Roca blanda o fracturada, suelo muy denso o muy firme	≥ 500		$\geq 0,40$ ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 50	
C Suelo denso o firme	≥ 350		$\geq 0,30$ ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 40	
D Suelo medianamente denso, o firme	≥ 180			≥ 30	$\geq 0,05$
E Suelo de compacidad, o consistencia mediana	< 180			≥ 20	$< 0,05$
F Suelos Especiales	*	*	*	*	*

N_1 : Índice de Penetración Estándar normalizado por presión de confinamiento de 0,1 MPa. Aplicable sólo a suelos que clasifican como arenas

RQD : Rock Quality Designation, según norma Astm D 6032

q_u : Resistencia a la compresión simple del suelo

ϵ_{qu} : Deformación unitaria desarrollada cuando se alcanza la resistencia máxima en el ensayo de compresión simple

S_u : Resistencia al corte no-drenada del suelo

- SUELO TIPO A

Para Suelo Tipo A se debe justificar $V_{s,30}$, más RQD en roca y q_u en suelo cementado, con un mínimo de 5 mediciones. En aquellos casos donde se demuestre que todo el perfil de los 15 metros superiores presenta una velocidad de onda de corte superior a 900 m/seg, no será necesaria la justificación de RQD, ni q_u .

Cuando la estructura se apoya íntegramente en el basamento rocoso y este basamento cumple las características geotécnicas antes indicadas, independientemente de los materiales geotécnicos existentes sobre el sello de fundación, el sitio clasifica como Suelo Tipo A.

- SUELO TIPO B

Para Suelo Tipo B se debe justificar $V_{s,30}$, más N_1 , en caso de arenas, y q_u , en el caso de suelos finos. En el caso de suelos granulares gruesos, donde no resulta posible el uso del Índice de Penetración, se deberá proporcionar una detallada descripción estratigráfica del terreno hasta una profundidad de 30 metros, medidos a partir de la superficie natural, indicando el tamaño máximo nominal de partícula cada 5 metros de profundidad.

En el caso que sólo se disponga del perfil de V_s en profundidad y que dicho perfil indique claramente que V_s aumenta monótonamente con la profundidad y además, se cumple que $V_{s,30} > 500$ m/s, se podrá clasificar automáticamente como suelo tipo C, sin necesidad de otras mediciones.

Una excepción son las gravas fluviales de espesor mayor o igual a 30 metros (medidos a partir de la superficie natural), las cuales clasifican en Suelo Tipo B sin necesidad de medir V_s , ni presentar la descripción estratigráfica detallada. El sustento para establecer la presencia de gravas fluviales de espesor mayor o igual a 30 metros, puede ser de tipo geológico, o información confiable y demostrable de sectores del entorno inmediato.

- SUELO TIPO C

Para Suelo Tipo C se debe justificar $V_{s,30}$, más N_1 , en caso de arenas, y q_u , en el caso de suelos finos.

En el caso de suelos granulares gruesos, donde no resulta posible el uso del Índice de Penetración, se deberá proporcionar una descripción estratigráfica del terreno hasta una profundidad de 30 metros, medidos desde la superficie natural, indicando el tamaño máximo nominal de partícula cada 5 metros de profundidad.

En el caso que sólo se disponga del perfil de V_s en profundidad y que dicho perfil indique claramente que V_s aumenta monótonamente con la profundidad y además, se cumple que $V_{s,30} > 350$ m/s, se podrá clasificar automáticamente como Suelo Tipo D, sin necesidad de mayores mediciones.

- SUELO TIPO D

Para Suelo Tipo D se debe justificar V_{30} , más N_1 , en caso de arenas, y S_u en el caso de suelos finos.

En depósitos de suelos arenosos donde se disponga de mediciones del Índice de Penetración, al menos cada un metro de profundidad en los 30 metros superiores y se cumpla que $N_1 \geq 30$ golpes/pie, se podrá clasificar automáticamente el terreno como Suelo Tipo D, sin necesidad de otras mediciones. Dentro de los 30 metros de medición del N-SPT se aceptan en total no más de 5 metros con N_1 , en el rango de 20 - 29 golpes/pie.

En el caso que sólo se disponga del perfil de V_s en profundidad y que dicho perfil indique claramente que V_s aumenta monótonamente con la profundidad y además, se cumple que $V_{30} > 180$ m/s, se podrá clasificar automáticamente como Suelo Tipo E, sin necesidad de otras mediciones.

- SUELO TIPO E

Para suelo tipo E se debe justificar V_{30} , más N_1 , en caso de arenas y S_u en el caso de suelos finos.

- SUELO TIPO F

Se consideran Suelos Especiales (Tipo F) aquellos que presentan singularidades en su comportamiento mecánico y por tanto requieren estudios geotécnicos especiales. Como ejemplo se pueden citar: suelos llicables, suelos colapsables, suelos orgánicos, suelos sensitivos, turba, entre otros.

OBSERVACIÓN: Cuando la información sobre el suelo de fundación permita clasificarlo dentro de dos o más tipos de suelo, se debe optar por Clasificación Sísmica que resulte en el caso más desfavorable.

Artículo 7º.- Situaciones transitorias

Durante los dos primeros años de vigencia del presente decreto, V_s se debe determinar mediante una medición in-situ, o del análisis de los datos y ensayos obtenidos de la exploración geotécnica. A partir del tercer año de vigencia de este decreto la medición de V_s in-situ será obligatoria.

Cuando existe una adecuada base geológica del terreno en estudio, además, se dispone del perfil de velocidad de onda de corte en profundidad que indique que V_s aumenta monótonamente con la profundidad hasta los 30 metros (medidos éstos desde la superficie natural) y adicionalmente, se cuente con calcatas o exploración de al menos 10 metros de profundidad, el Ingeniero Especialista en Mecánica de Suelos, bajo su responsabilidad técnica, para establecer la clasificación sísmica del subsuelo puede prescindir de la exploración de 30 metros de profundidad que requiere para establecer valores de N-SPT, q_u , o S_u , según corresponda.

Esta disposición será válida por un período de 18 meses desde la fecha de entrada en vigencia del presente decreto.

No podrán acogerse a esta disposición las estructuras clasificadas según su uso como Tipo III o IV, a excepción de:

- Aquellas que cumplen con ser menores a 500 metros cuadrados construidos y, además, no superior a 2 niveles y/o pisos y de una altura total menor a 8 metros.
- Aquellas correspondientes a galpones metálicos y no prefabricados, de un piso, de menos de 3.000 metros cuadrados construidos.

Artículo 8º.- Diafragmas de Piso

Se debe verificar que los diafragmas tienen la rigidez y la resistencia suficiente para lograr la distribución de las fuerzas inerciales entre los planos o subestructuras verticales resistentes. Si existen dudas sobre la rigidez del diafragma, se debe tomar en cuenta su flexibilidad agregando los grados de libertad que sea necesario o introduciendo separaciones estructurales. Del mismo modo, se puede incorporar la rigidez a flexión y corte de los diafragmas si se considera que a través de ellos se produce un acoplamiento que altera los parámetros vibratorios de la estructura y la distribución y magnitud de los esfuerzos sísmicos en los planos o subestructuras verticales resistentes, como es el caso, entre otros, de vanos cortos de puertas o ventanas y de pasillos de circulación.

Artículo 9º.- Deformaciones Sísmicas

9.1. Para efecto del análisis estructural, se deberá respetar la cláusula 5.9 de la norma NCh433.Of1996, mod.2009.

9.2. Para efectos de diseño de estructuras de hormigón armado, el desplazamiento lateral de diseño en el techo, δu , se debe considerar igual a la ordenada del espectro elástico de desplazamientos S_{de} , para un 5% de amortiguamiento respecto al crítico, correspondiente al período de mayor masa traslacional en la dirección del análisis, multiplicada por un factor igual a 1.3.

$$\delta u = 1.3 S_{de} (Tag)$$

Donde Tag 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 S_{de} (Tn) se calcula según la expresión del artículo 13 del presente decreto.

Artículo 10.- Separación entre edificios o cuerpos de edificios

10.1. La distancia de un edificio al plano medianero en cualquier nivel no debe ser inferior a $2R_n/3$ veces el desplazamiento a ese nivel calculado con los métodos de análisis establecidos en 6.2 y 6.3 de la Norma Técnica NCh433.Of1996, mod.2009, ni a un dos por mil de la altura del mismo nivel ni a 1,5 centímetros. Se exceptúan los edificios colindantes con un predio de uso público no destinado a ser edificado.

10.2. Las distancias entre los cuerpos de un mismo edificio o entre el edificio en estudio y uno existente, medidas en cada nivel, no deben ser inferiores al doble de las establecidas en 10.1.

Artículo 11. Método de Análisis, generalidades.

Cualesquiera sea el método de análisis usado, se debe considerar un modelo de la estructura con un mínimo de tres grados de libertad por piso: dos desplazamientos horizontales y la rotación del piso en torno a la vertical. En la elección del número de grados de libertad incluidos en el análisis se debe tener en cuenta lo dispuesto en el artículo 8 del presente decreto. En el caso de planos o subestructuras verticales resistentes concurrentes a aristas comunes, deberá considerarse el monolitismo estructural mediante la inclusión de grados de libertad que compatibilicen los desplazamientos verticales de las aristas correspondientes.

Artículo 12.- Espectro de Diseño

12.1. El espectro de diseño que determina la resistencia sísmica de la estructura está definido por:

$$S_d = \frac{S_{A_0} \alpha}{(R^* / I)}$$

En que los valores de I y A_0 se determinan en la forma estipulada en la cláusula 6.2.3 de la NCh433.Of1996, mod.2009.

12.2. El factor de amplificación α se determina para cada modo de vibrar n , de acuerdo a la expresión:

$$\alpha = \frac{1 + 4,5 \left(\frac{T_n}{T_0} \right)^p}{1 + \left(\frac{T_n}{T_0} \right)^p}$$

En que:

T_n = período de vibración del modo n
 T_0 y p = parámetros relativos al tipo de suelo que se determinan de la tabla dada en 12.3

12.3. Los parámetros dependientes del tipo de suelo, contenidos en la tabla 6.3 de la Norma Técnica NCh433.Of1996, mod.2009, deben obtenerse de la siguiente tabla:

Tipo de Suelo	S	T_0 seg	T' seg	n	p
A	0.90	0.15	0.20	1.00	2.0
B	1.00	0.30	0.35	1.33	1.5
C	1.05	0.40	0.45	1.40	1.6
D	1.20	0.75	0.85	1.80	1.0
E	1.30	1.20	1.35	1.80	1.0
F	*	*	*	*	*

12.4. Las tablas 6.1, 6.2 y 6.4 de la norma NCh433.Of1996, mod.2009 se mantienen sin modificaciones.

Artículo 13.- Espectro Elástico de Desplazamientos.

13.1 El espectro elástico de desplazamientos requerido para el cálculo del desplazamiento lateral de diseño en el techo se obtiene de:

$$S_{des}(T_n) = \frac{T_n^2}{4\pi^2} \alpha A_d C_d^*$$

En esta ecuación S_{des} es el espectro elástico de desplazamientos (cm), A_d está expresada en cm/seg^2 y los valores de C_d^* son los indicados en la tabla siguiente:

Tipo de Suelo	C_d^*	Rango Periodos
A	1.0	$T_n \leq 0.23 \text{ seg}$
	$-0.055T_n^2 + 0.36T_n + 0.92$	$0.23 \text{ seg} < T_n \leq 2.52 \text{ seg}$
	$0.08T_n^2 - 0.9T_n + 3.24$	$2.52 \text{ seg} < T_n \leq 5.00 \text{ seg}$
B	1.0	$T_n \leq 0.47 \text{ seg}$
	$0.95T_n + 0.55$	$0.47 \text{ seg} < T_n \leq 2.02 \text{ seg}$
	$0.065T_n^2 - 0.75T_n + 3.72$	$2.02 \text{ seg} < T_n \leq 5.00 \text{ seg}$
C	1.0	$T_n \leq 0.65 \text{ seg}$
	$0.57T_n + 0.63$	$0.65 \text{ seg} < T_n \leq 2.02 \text{ seg}$
	$0.055T_n^2 - 0.63T_n + 2.83$	$2.02 \text{ seg} < T_n \leq 5.00 \text{ seg}$
D	1.0	$T_n \leq 0.90 \text{ seg}$
	$1.1T_n$	$0.90 \text{ seg} < T_n \leq 1.75 \text{ seg}$
	1.93	$1.75 \text{ seg} < T_n \leq 5.00 \text{ seg}$

Nota: Las ecuaciones contenidas en esta tabla representan un ajuste analítico de los valores del espectro elástico de desplazamientos obtenidos con los registros del sismo de 27 de febrero de 2010, y con las recomendaciones de diseño de confinamiento para muros de hormigón armado, contenidas en el DS N° 118 (V. y U.), de 2010 o en la norma que lo reemplace o modifique.

13.2 Para los suelos clasificados como Tipo E se requiere un estudio especial, en el cual se establezca el espectro de desplazamiento elástico.

Artículo 14.- Limitaciones del esfuerzo de corte basal mínimo

Si la componente del esfuerzo de corte basal en el análisis modal espectral en la dirección de la acción sísmica resulta menor que $ISA_P/6g$ 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.

Artículo 15.- Análisis Estático.

15.1. El coeficiente Sísmico C, se obtiene de la expresión:

$$C = \frac{2.75SA_s}{gR} \left(\frac{T_n}{T^*} \right)^n$$

En que los parámetros tienen el significado dado en la Norma Técnica NCh 433.Of1996, mod.2009.

15.2. En ningún caso el valor de C será menor que $A_0S/6g$.

Artículo 16.-

Toda referencia que se contenga en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, aprobada por DS N° 47 (V. y U.), de 1992 y sus modificaciones, a la NCh 433, o al diseño sísmico de edificios, deberá entenderse efectuada al presente decreto.

Artículo 17.-

En consideración a que las disposiciones que se introducen por el presente reglamento vienen a solucionar problemas urgentes relacionados con la seguridad de las personas que habitan y utilizan las edificaciones que se construyen en el país y de los bienes que se guarnecen en éstos, omítanse los trámites previstos en el artículo 4° de la ley 19.912 y en aplicación del artículo 7°, del DS N° 77, del Ministerio de Economía, del año 2004, cúmplase con los que corresponda, comenzando a regir lo dispuesto en el presente decreto desde su publicación en el Diario Oficial.

Artículo 18.-

Derógase el DS N° 117 (V. y U.), de 2010, a contar de la fecha de publicación en el Diario Oficial del presente decreto, el que se aplicará hasta que el Instituto Nacional de Normalización confeccione la norma técnica correspondiente y ésta sea declarada norma oficial de la República de Chile por decreto supremo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Anótese, tómesese razón y publíquese.- SEBASTIÁN PIÑERA ECHENIQUE, Presidente de la República.- Rodrigo Pérez Mackenna, Ministro de Vivienda y Urbanismo.

Lo que transcribo para su conocimiento.- Juan Carlos Jobet Eluchans, Subsecretario de Vivienda y Urbanismo.

APRUEBA PROGRAMA DE EXPROPIACIONES EN LA REGIÓN DE VALPARAÍSO PARA LA ADQUISICIÓN DE INMUEBLES PARA EJECUCIÓN DE LA OBRA MEJORAMIENTO DE AVENIDA SANTA TERESA SEGUNDA ETAPA. SANTO DOMINGO, PROGRAMA DE VIALIDAD INTERMEDIA CONVENIO FNDR - SERVIU, COMUNA DE SANTO DOMINGO

Santiago, 5 de diciembre de 2011.- Hoy se decretó lo que sigue:

Núm. 1.259 exento.- Vistos: El artículo 51 de la ley N° 16.391, en su texto reemplazado por el artículo único del DL N° 1.523, de 1976; el N° 1.9 de la parte I del artículo 1° del DS N° 153 (V. y U.), de 1983, agregado por la letra d) del artículo único del DS N° 91 (V. y U.), de 1994, el oficio Ord. N° 1.908, de 23 de septiembre de 2011, del Secretario Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo Región de Valparaíso; el oficio Ord. N° 6.593, de 3 de octubre de 2011, del Director (S) del Serviu Región de Valparaíso; el oficio Ord. N° 2.063, de 18 de octubre de 2011, del Secretario Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo Región de Valparaíso, y la resolución N° 1.600, de 2008, de la Contraloría General de la República.

Considerando:

a) Que por oficio Ord. N° 1.908, de 23 de septiembre de 2011, el Secretario Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo Región de Valparaíso emitió su informe favorable a la expropiación de los inmuebles que indica necesarios para la ejecución del proyecto "Mejoramiento de Avenida Santa Teresa, 2ª Etapa, Santo Domingo, Programa de Vialidad Intermedia Convenio FNDR - Serviu";

b) Que mediante oficio Ord. N° 6.593, de 3 de octubre de 2011, el Director (S) del Serviu Región de Valparaíso solicitó la dictación del decreto requerido para la expropiación de las propiedades que se individualizan en los documentos que acompaña, correspondientes al proyecto antes referido, en virtud del informe favorable evacuado por el Secretario Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo Región de Valparaíso.

c) Que por oficio Ord. N° 2.063, de 18 de octubre de 2011, el Secretario Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo Región de Valparaíso complementó su informe favorable contenido en el Ord. N° 1.908 precitado, en el sentido de indicar la zonificación que establece el plan regulador comunal de Santo Domingo para el área de las expropiaciones y del proyecto.

Decreto:

1° Apruébase el programa de expropiaciones para la adquisición de inmuebles destinados a la ejecución del proyecto denominado "Mejoramiento de Avenida Santa Teresa, 2ª Etapa, Santo Domingo, Programa de Vialidad Intermedia Convenio FNDR - Serviu", código BIP 3091213-0 en la comuna de Santo Domingo, Región de Valparaíso.

Dirección	Rol avalúo
1 Hijuela Sta. Blanca PC 6 LT 8	01601-00258
2 Av. De la Costa LT 4 - B	01601-00250
3 Av. Teresa Andes Lote 4 A	01601-00325
4 Aeródromo Poniente Equi. Caminor	01601-00227

Superficie de inmuebles: 2.379,8 m² aproximadamente.

