

# Tabla de Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
1.1	Motivación . . . . .	1
1.2	Objetivos . . . . .	2
1.2.1	Generales . . . . .	2
1.2.2	Específicos . . . . .	2
1.3	Arriostramientos de Pandeo Restringido . . . . .	2
1.4	Ventajas del uso de riostras BRB en marcos de acero . . . . .	5
1.4.1	Ventajas del uso de BRB . . . . .	6
1.4.2	Desventajas del uso de BRB . . . . .	6
1.5	Alcances de cada capítulo . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Antecedentes</b>	<b>8</b>
2.1	Trabajos previos . . . . .	8
2.1.1	Tremblay et al. (2004) . . . . .	8
2.1.2	Fernandois (2009) . . . . .	9
2.1.3	Santelices (2014) . . . . .	12
2.2	Disposiciones de diseño para marcos BRBF . . . . .	15
2.2.1	Disposiciones de diseño según NCh433 . . . . .	15
2.2.1.1	Análisis Estático . . . . .	15
2.2.1.2	Análisis Modal Espectral . . . . .	16
2.2.2	Disposiciones de diseño según NCh3171 . . . . .	17
2.2.3	Disposiciones de diseño según AISC 341-10 . . . . .	17
2.2.3.1	Tensión en los BRB . . . . .	17
2.2.3.2	Análisis . . . . .	19
2.2.3.3	Requisitos del sistema: Configuraciones V y V invertida . . . . .	19
2.2.3.4	Miembros . . . . .	19
2.2.3.5	Diagonales . . . . .	19
2.2.3.6	Resistencia disponible . . . . .	19
2.3	Diseño de marcos BRBF . . . . .	20
2.4	Determinación del Desempeño Sísmico . . . . .	22
2.4.1	Diseño y desarrollo del prototipo . . . . .	22
2.4.2	Desarrollo de modelo no lineal . . . . .	22
2.4.3	Análisis no lineal . . . . .	22
2.4.3.1	Análisis no lineal estático - <i>pushover</i> . . . . .	22
2.4.3.2	Análisis no lineal dinámico - <i>tiempo-historia</i> . . . . .	23
2.4.4	Evaluación de desempeño . . . . .	24
2.5	Criterios de Falla Estructural . . . . .	25
2.5.1	Método de Capacidad Espectral . . . . .	26

<b>3</b>	<b>Diseño y Análisis Elástico de Estructuras en estudio</b>	<b>28</b>
3.1	Descripción del Sistema Estructural . . . . .	28
3.1.1	Geometría y cargas gravitacionales . . . . .	28
3.1.2	Ubicación del edificio y datos sísmicos . . . . .	29
3.1.3	Datos del Modelo . . . . .	29
3.2	Análisis lineal de acuerdo a la norma Chilena . . . . .	30
3.2.1	Modelo lineal elástico . . . . .	31
3.2.2	Análisis Estático . . . . .	32
3.2.3	Análisis Modal Espectral . . . . .	33
<b>4</b>	<b>Análisis Inelástico de Estructuras en estudio</b>	<b>39</b>
4.1	Modelo Numérico . . . . .	39
4.1.1	Nodos . . . . .	40
4.1.2	Materiales . . . . .	40
4.1.2.1	Menegotto y Pinto (1973) . . . . .	41
4.1.3	Secciones . . . . .	43
4.1.4	Elementos . . . . .	43
4.1.5	Cargas gravitacionales . . . . .	46
4.1.6	Amortiguamiento . . . . .	47
4.2	Capacidad Sísmica - <i>pushover</i> . . . . .	48
4.3	Demanda Sísmica - <i>tiempo-historia</i> . . . . .	57
<b>5</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>72</b>
5.1	Conclusiones . . . . .	72
5.2	Líneas futuras de investigación . . . . .	74
	<b>Bibliografía</b>	<b>78</b>
	<b>Anexo</b>	<b>79</b>
	Anexo A Registros de Aceleración . . . . .	79

# Índice de tablas

1.1	Descripción de secciones típicas de BRBs (Figura 1.3). . . . .	4
2.1	Parámetros de diseño NCh433 (Fermandois, 2009). . . . .	10
2.2	Parámetros de diseño NCh433 (Santelices, 2014). . . . .	13
3.1	Parámetros de diseño NCh433. . . . .	30
3.2	Resultados generales del análisis según NCh433.Of96 Mod.2009 + DS 61 (INN, 2009) . . . . .	31
3.3	Masas nodales por piso en [kN/g]. . . . .	31
3.4	Miembros estructurales edificio 4 pisos - diseño análisis estático. . . . .	32
3.5	Resultados utilizandola norma NCh433.Of96 Mod.2009 + DS 61 (INN, 2009). . . . .	34
3.6	Resultados análisis modal de edificios. . . . .	34
3.7	Miembros estructurales edificio 4 pisos - diseño análisis dinámico. . . . .	35
3.8	Miembros estructurales edificio 9 pisos. . . . .	36
3.9	Miembros estructurales edificio 15 pisos exterior. . . . .	38
3.10	Miembros estructurales edificio 15 pisos interior . . . . .	38
4.1	Parámetros utilizados en <i>Steel02</i> . . . . .	42
4.2	Resumen curvas de capacidad. . . . .	55
4.3	Factores de Modificación de Respuesta obtenidos. . . . .	55
4.4	Registros de aceleración utilizados. . . . .	57

# Índice de figuras

1.1	Marcos arriostrados convencionales vs BRBF, Xie (2005). . . . .	2
1.2	Configuración típica de un BRB. . . . .	3
1.3	. Secciones típicas de BRBs (Xie, 2005) . . . . .	4
1.4	Sección longitudinal del núcleo de acero de una riostra BRB. . . . .	4
1.5	Comparación del comportamiento histerético de una riostra convencional vs un BRB (Clark <i>et al.</i> , 1999). . . . .	5
2.1	Edificio estudiado (Tremblay <i>et al.</i> , 2004). . . . .	8
2.2	Planta general del edificio (Fermandois, 2009). . . . .	9
2.3	Elevación marcos sismorresistentes (Fermandois, 2009). . . . .	10
2.4	Chancador primario (Santelices, 2014). . . . .	12
2.5	Diagrama de fuerza-desplazamiento (AISC, 2010a). . . . .	18
2.6	Diseño de riostras. . . . .	20
2.7	Diseño por capacidad de columnas. . . . .	21
2.8	Diseño por capacidad de vigas. . . . .	21
2.9	Metodología para evaluación de desempeño sísmico. . . . .	22
2.10	Simplificación Curva de Capacidad. . . . .	23
2.11	Obtención de Factores de Modificación de Respuesta. . . . .	24
2.12	Deformación inelástica en ciclos de histéresis. . . . .	25
2.13	Espectro de Capacidad. . . . .	27
3.1	Estructuración del prototipo. . . . .	28
3.2	Estructuración del prototipo - 15 pisos. . . . .	29
3.3	Valores de diseño estático de acuerdo a NCh433 - Edificio 4 Pisos. . . . .	32
3.4	Espectro de diseño NCh433. . . . .	33
3.5	Factores de reducción y corte basal efectivos. . . . .	34
3.6	Valores de diseño dinámico de acuerdo a NCh433 - Edificio 4 Pisos. . . . .	35
3.7	Valores de diseño de acuerdo a NCh433 - Edificio 9 Pisos. . . . .	36
3.8	Valores de diseño de acuerdo a NCh433 - Edificio 15 Pisos. . . . .	37
4.1	Tributación de áreas según subestructura. . . . .	39
4.2	Estructuración modelo. . . . .	40
4.3	Modelos de materiales utilizados. . . . .	41
4.4	Modelo del comportamiento del acero de BRBs. . . . .	41
4.5	Secciones de fibra utilizadas. . . . .	43
4.6	Representación de BRBs. . . . .	44
4.7	Modelamiento de BRBs en OpenSees. . . . .	44
4.8	Tipos de elementos utilizados en el Modelo. . . . .	46
4.9	Curva de Capacidad - Edificio 4 Pisos. . . . .	49

4.10	Respuesta BRBs - Edificio 4 Pisos. . . . .	49
4.11	Resultados análisis incremental estático - Edificio 4 Pisos . . . . .	50
4.12	Curva de Capacidad - Edificio 9 Pisos. . . . .	51
4.13	Respuesta BRBs - Edificio 9 Pisos. . . . .	51
4.14	Resultados análisis incremental estático - Edificio 9 Pisos . . . . .	52
4.15	Curva de Capacidad - Edificio 15 Pisos. . . . .	53
4.16	Respuesta BRBs - Edificio 15 Pisos. . . . .	53
4.17	Resultados análisis incremental estático - Edificio 15 Pisos . . . . .	54
4.18	Factores de reducción de respuesta en función del período del edificio. . . . .	56
4.19	Aceleración espectral de registros utilizando $\beta = 3\%$ . . . . .	58
4.20	Energía disipada según registro . . . . .	59
4.21	Desplazamiento de techo - análisis <i>tiempo-historia</i> . . . . .	60
4.22	Resultados análisis <i>tiempo-historia</i> - Edificio 4 Pisos . . . . .	62
4.23	Resultados análisis <i>tiempo-historia</i> - Edificio 9 Pisos . . . . .	63
4.24	Resultados análisis <i>tiempo-historia</i> - Edificio 15 Pisos . . . . .	64
4.25	Respuesta general Curicó NS - Edificio 4 Pisos . . . . .	66
4.26	Resultados <i>tiempo-historia</i> Curico NS - Edificio 4 Pisos . . . . .	67
4.27	Respuesta general Curicó EW - Edificio 9 Pisos . . . . .	68
4.28	Resultados <i>tiempo-historia</i> Curico EW - Edificio 9 Pisos . . . . .	69
4.29	Respuesta general Mejillones EW - Edificio 15 Pisos . . . . .	70
4.30	Resultados <i>tiempo-historia</i> Mejillones EW - Edificio 15 Pisos . . . . .	71
A.1	Registro Estación Pica - 2005. . . . .	79
A.2	Registro Estación Iquique - 2005. . . . .	79
A.3	Registro Estación Mejillones - 2007. . . . .	80
A.4	Registro Estación La Florida - 2010. . . . .	80
A.5	Registro Estación Puente Alto - 2010. . . . .	80
A.6	Registro Estación Curicó - 2010. . . . .	81
A.7	Registro Estación Iquique - 2014. . . . .	81
A.8	Registro Estación Pica - 2014. . . . .	81
A.9	Registro Estación Monte Patria - 2015. . . . .	82