

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Introducción General	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos Específicos	2
1.3. Organización del Trabajo	6
2. Antecedentes	7
2.1. Antecedentes	7
2.2. Cambios Propuestos en la Normativa	8
2.3. Recomendaciones en el Diseño	9
2.4. Metodología	9
2.4.1. Marco General	10
2.4.2. Descripción del Proceso	10
2.4.2.1. Desarrollo Conceptual del Sistema	10
2.4.2.2. Información Requerida del Sistema	11
2.4.2.3. Desarrollo de Arquetipos	11
2.4.2.4. Desarrollo de Modelos No Lineales	11
2.4.2.5. Análisis No Lineales	11
2.4.2.6. Evaluación del Desempeño	12
2.4.2.7. Documentación	12
3. Aspectos Comunes de la Metodología	13
3.1. Desarrollo Conceptual del Sistema	13
3.2. Información Requerida del Sistema	14
3.2.1. Materiales	14
3.2.2. Estados de Carga	14
3.2.3. Combinaciones de Carga	16
3.2.4. Criterios de Diseño	16
3.2.5. Calidad de los Criterios de Diseño	18
3.2.6. Datos Experimentales	18
3.2.7. Calidad de los Datos Experimentales	19
3.3. Desarrollo de Arquetipos	19
3.4. Desarrollo de Modelos No Lineales	19
3.4.1. Bases de Modelación	19
3.4.2. Modelo No Lineal de Arriostamientos	20
3.4.3. Modelo No Lineal de Rótula Plástica en Vigas de Marcos Arriostrados Tipo Chevron	24
3.4.4. Modelo No Lineal de Anclaje Estructura - Fundación	26
3.4.5. Modos de Falla No Simulados	28

3.4.6.	Calidad de los Modelos Analíticos	29
3.5.	Análisis No Lineales	30
3.5.1.	Procedimientos de Análisis No Lineal	30
3.5.2.	Análisis No Lineal Estático (<i>Pushover</i>)	30
3.5.2.1.	Estimación del Factor de Reducción de la Respuesta R	32
3.5.3.	Análisis No Lineal Dinámico (<i>Tiempo-Historia</i>)	32
3.5.3.1.	Registros Sísmicos	33
3.5.3.2.	Estimación de la Razón del Margen de Colapso CMR	34
3.5.3.3.	Incertidumbre Registro a Registro	36
3.5.3.4.	Incertidumbre Total	37
3.5.3.5.	Límite de la Razón de Margen de Colapso CMR	37
3.5.3.6.	Estimación del Factor de Reducción de la Respuesta R	37
3.5.3.7.	Estimación de la Energía Sísmica Disipada	38
3.5.4.	Disipación de Energía por Amortiguamiento Viscoso	38
3.5.5.	Software de Análisis No Lineal	39
4.	Diseño y Evaluación del Desempeño de la Estructura 1	40
4.1.	Análisis según la normativa vigente	40
4.1.1.	Diseño Lineal Elástico	40
4.1.1.1.	Cargas de Diseño	40
4.1.1.2.	Verificación de Esbelteces	41
4.1.1.3.	Verificación de Deriva de Piso	42
4.1.1.4.	Verificación de Resistencia	42
4.1.1.5.	Detallamiento de Pernos de Anclaje	43
4.1.1.6.	Análisis Pushover para Estimar el Comportamiento de los Pernos de Anclaje	44
4.1.2.	Análisis no Lineal Estático	46
4.1.2.1.	Análisis Pushover	46
4.1.3.	Análisis no Lineal Dinámico	47
4.1.3.1.	Determinación del Margen de Colapso	47
4.1.3.2.	Disipación y Distribución de Energía	48
4.2.	Análisis según la normativa propuesta	52
4.2.1.	Diseño Lineal Elástico	52
4.2.1.1.	Cargas de Diseño	52
4.2.1.2.	Verificación de Esbelteces	53
4.2.1.3.	Verificación de Deriva de Piso	53
4.2.1.4.	Verificación de Resistencia	54
4.2.1.5.	Detallamiento de Pernos de Anclaje	56
4.2.1.6.	Análisis Pushover para Estimar el Comportamiento de los Pernos de Anclaje	57
4.2.2.	Análisis no Lineal Estático	58
4.2.2.1.	Análisis Pushover	58
4.2.3.	Análisis no Lineal Dinámico	60
4.2.3.1.	Determinación del Margen de Colapso	60
4.2.3.2.	Disipación y Distribución de Energía	61
4.3.	Comparación de resultados según ambas normativas	65
4.3.1.	Comparación en el diseño	65

4.3.2.	Comparación en el desempeño	66
5.	Diseño y Evaluación del Desempeño de la Estructura 2	68
5.1.	Análisis según la normativa vigente	68
5.1.1.	Diseño Lineal Elástico	68
5.1.1.1.	Cargas de Diseño	68
5.1.1.2.	Verificación de Esbelteces	69
5.1.1.3.	Verificación de Deriva de Piso	70
5.1.1.4.	Verificación de Resistencia	71
5.1.1.5.	Detallamiento de Pernos de Anclaje	72
5.1.2.	Análisis no Lineal Estático	73
5.1.2.1.	Análisis Pushover	73
5.1.3.	Análisis no Lineal Dinámico	75
5.1.3.1.	Determinación del Margen de Colapso	75
5.1.3.2.	Disipación y Distribución de Energía	76
5.2.	Análisis según la normativa propuesta	80
5.2.1.	Diseño Lineal Elástico	80
5.2.1.1.	Cargas de Diseño	80
5.2.1.2.	Verificación de Esbelteces	81
5.2.1.3.	Verificación de Deriva de Piso	82
5.2.1.4.	Verificación de Resistencia	83
5.2.1.5.	Detallamiento de Pernos de Anclaje	85
5.2.2.	Análisis no Lineal Estático	86
5.2.2.1.	Análisis Pushover	86
5.2.3.	Análisis no Lineal Dinámico	88
5.2.3.1.	Determinación del Margen de Colapso	88
5.2.3.2.	Disipación y Distribución de Energía	89
5.3.	Comparación de resultados según ambas normativas	93
5.3.1.	Comparación en el diseño	93
5.3.2.	Comparación en el desempeño	94
6.	Diseño y Evaluación del Desempeño de la Estructura 3	96
6.1.	Análisis según la normativa vigente	96
6.1.1.	Diseño Lineal Elástico	96
6.1.1.1.	Cargas de Diseño	96
6.1.1.2.	Verificación de Esbelteces	97
6.1.1.3.	Verificación de Deriva de Piso	98
6.1.1.4.	Verificación de Resistencia	99
6.1.1.5.	Detallamiento de Pernos de Anclaje	99
6.1.2.	Análisis no Lineal Estático	101
6.1.2.1.	Análisis Pushover	101
6.1.3.	Análisis no Lineal Dinámico	102
6.1.3.1.	Determinación del Margen de Colapso	102
6.1.3.2.	Disipación y Distribución de Energía	103
6.2.	Análisis según la normativa propuesta	107
6.2.1.	Diseño Lineal Elástico	107
6.2.1.1.	Cargas de Diseño	107

6.2.1.2.	Verificación de Esbelteces	108
6.2.1.3.	Verificación de Deriva de Piso	109
6.2.1.4.	Verificación de Resistencia	109
6.2.1.5.	Detallamiento de Pernos de Anclaje	110
6.2.2.	Análisis no Lineal Estático	112
6.2.2.1.	Análisis Pushover	112
6.2.3.	Análisis no Lineal Dinámico	113
6.2.3.1.	Determinación del Margen de Colapso	113
6.2.3.2.	Disipación y Distribución de Energía	114
6.3.	Comparación de resultados según ambas normativas	118
6.3.1.	Comparación en el diseño	118
6.3.2.	Comparación en el desempeño	119
7.	Revisión de Fuerzas de Diseño para Pernos de Anclaje	120
7.1.	Distribución de Energía de Pernos de Anclaje	120
7.2.	Metodología para Estimar las Cargas Sísmicas en Pernos de Anclaje	123
7.3.	Aplicación de la Metodología en la Estructura 1	124
8.	Conclusiones	125
8.1.	Aplicación de la Metodología	125
8.2.	Efectos en el Diseño Estructural	126
8.3.	Efectos en el Desempeño	126
8.4.	Razón del Margen de Colapso	126
8.5.	Respuestas Máximas	127
8.6.	Validación de las Modificaciones Propuestas	128
8.7.	Metodología Propuesta al Diseño de Pernos de Anclaje	128
8.8.	Recomendaciones y Trabajo Futuro	129
	Bibliografía	130
A.	Secciones y Componentes no Lineales, Estructura 1	132
A.1.	Cargas aplicadas sobre la estructura	132
A.2.	Secciones de la Estructura	135
A.2.1.	Diseño bajo la normativa vigente	135
A.2.2.	Diseño considerando las modificaciones propuestas	142
A.3.	Disposición de Elementos No Lineales	148
B.	Secciones y Componentes no Lineales, Estructura 2	149
B.1.	Cargas aplicadas sobre la estructura	149
B.2.	Secciones de la Estructura	155
B.2.1.	Diseño bajo la normativa vigente	155
B.2.2.	Diseño considerando las modificaciones propuestas	162
B.3.	Disposición de Elementos No Lineales	169
C.	Secciones y Componentes no Lineales, Estructura 3	170
C.1.	Cargas aplicadas sobre la estructura	170
C.2.	Secciones de la Estructura	173
C.2.1.	Diseño bajo la normativa vigente	173

C.2.2. Diseño considerando las modificaciones propuestas	182
C.3. Disposición de Elementos No Lineales	191

Índice de Tablas

3.1.	Modelación de los modos de falla críticos en estructuras a estudiar.	29
3.2.	Registros sísmicos utilizados en los análisis tiempo-historia. (Urzúa, 2015).	33
4.1.	Cargas permanentes y de uso utilizadas en el análisis estructural.	40
4.2.	Cargas de diseño totales aplicadas sobre la estructura.	41
4.3.	Límites de compacidad local de los elementos que componen la estructura.	41
4.4.	Límites de esbeltez global de los elementos que componen la estructura.	41
4.5.	Verificación de derivas de piso, de acuerdo a la deformación elástica.	42
4.6.	Envolvente de fuerzas (LRFD) para los anclajes de columnas sismorresistentes.	43
4.7.	Factores de desempeño resultantes del análisis pushover.	47
4.8.	Resultados obtenidos del análisis no lineal dinámico.	48
4.9.	Determinación del margen de colapso <i>CMR</i>	48
4.10.	Distribución de respuestas máximas de componentes no lineales para un nivel de colapso incipiente.	49
4.11.	Determinación del factor de reducción <i>R</i> y distribución de energía a nivel de colapso incipiente.	50
4.12.	Cargas permanentes y de uso utilizadas en el análisis estructural.	52
4.13.	Cargas de diseño totales aplicadas sobre la estructura.	52
4.14.	Límites de compacidad local de los elementos que componen la estructura.	53
4.15.	Límites de esbeltez global de los elementos que componen la estructura.	53
4.16.	Verificación de derivas de piso, de acuerdo a la deformación elástica.	54
4.17.	Envolvente de fuerzas (LRFD) para los anclajes de columnas sismorresistentes.	56
4.18.	Factores de desempeño resultantes del análisis pushover.	60
4.19.	Resultados obtenidos del análisis no lineal dinámico.	60
4.20.	Determinación del margen de colapso <i>CMR</i>	61
4.21.	Distribución de respuestas máximas de componentes no lineales para un nivel de colapso incipiente.	62
4.22.	Determinación del factor de reducción <i>R</i> y distribución de energía a nivel de colapso incipiente.	63
4.23.	Comparación del diseño entre ambas normativas.	65
4.24.	Comparación en el desempeño entre ambas normativas.	67
5.1.	Cargas permanentes y de uso utilizadas en el análisis estructural.	69
5.2.	Cargas de diseño totales aplicadas sobre la estructura.	69
5.3.	Límites de compacidad local de los elementos que componen la estructura.	70
5.4.	Límites de esbeltez global de los elementos que componen la estructura.	70
5.5.	Verificación de derivas de piso, de acuerdo a la deformación elástica.	71
5.6.	Envolvente de fuerzas (LRFD) para los anclajes de columnas sismorresistentes.	73
5.7.	Factores de desempeño resultantes del análisis pushover.	75
5.8.	Resultados obtenidos del análisis no lineal dinámico.	76

5.9. Determinación del margen de colapso <i>CMR</i>	76
5.10. Distribución de respuestas máximas de componentes no lineales para un nivel de colapso incipiente.	77
5.11. Determinación del factor de reducción R y distribución de energía a nivel de colapso incipiente.	78
5.12. Cargas permanentes y de uso utilizadas en el análisis estructural.	80
5.13. Cargas de diseño totales aplicadas sobre la estructura.	81
5.14. Límites de compacidad local de los elementos que componen la estructura.	81
5.15. Límites de esbeltez global de los elementos que componen la estructura.	82
5.16. Verificación de derivas de piso, de acuerdo a la deformación elástica.	82
5.17. Envolvente de fuerzas (LRFD) para los anclajes de columnas sismorresistentes.	86
5.18. Factores de desempeño resultantes del análisis pushover.	88
5.19. Resultados obtenidos del análisis no lineal dinámico.	88
5.20. Determinación del margen de colapso <i>CMR</i>	89
5.21. Distribución de respuestas máximas de componentes no lineales para un nivel de colapso incipiente.	90
5.22. Determinación del factor de reducción R y distribución de energía a nivel de colapso incipiente.	91
5.23. Comparación del diseño entre ambas normativas.	94
5.24. Comparación en el desempeño entre ambas normativas.	95
6.1. Cargas permanentes y de uso utilizadas en el análisis estructural.	96
6.2. Cargas de diseño totales aplicadas sobre la estructura.	97
6.3. Límites de compacidad local de los elementos que componen la estructura.	97
6.4. Límites de esbeltez global de los elementos que componen la estructura.	98
6.5. Verificación de derivas de piso, de acuerdo a la deformación elástica.	98
6.6. Envolvente de fuerzas (LRFD) para los anclajes de columnas sismorresistentes.	100
6.7. Factores de desempeño resultantes del análisis pushover.	102
6.8. Resultados obtenidos del análisis no lineal dinámico.	103
6.9. Determinación del margen de colapso <i>CMR</i>	103
6.10. Distribución de respuestas máximas de componentes no lineales para un nivel de colapso incipiente.	104
6.11. Determinación del factor de reducción R y distribución de energía a nivel de colapso incipiente.	105
6.12. Cargas permanentes y de uso utilizadas en el análisis estructural.	107
6.13. Cargas de diseño totales aplicadas sobre la estructura.	107
6.14. Límites de compacidad local de los elementos que componen la estructura.	108
6.15. Límites de esbeltez global de los elementos que componen la estructura.	108
6.16. Verificación de derivas de piso, de acuerdo a la deformación elástica.	109
6.17. Envolvente de fuerzas (LRFD) para los anclajes de columnas sismorresistentes.	111
6.18. Factores de desempeño resultantes del análisis pushover.	113
6.19. Resultados obtenidos del análisis no lineal dinámico.	114
6.20. Determinación del margen de colapso <i>CMR</i>	114
6.21. Distribución de respuestas máximas de componentes no lineales para un nivel de colapso incipiente.	115
6.22. Determinación del factor de reducción R y distribución de energía a nivel de colapso incipiente.	116

6.23. Comparación del diseño entre ambas normativas.	119
6.24. Comparación en el desempeño entre ambas normativas.	119

Índice de Figuras

1.1.	Modelo Estructura soportante de Baterías de Ciclones.	3
1.2.	Modelo Estructura de Molino Vertical.	3
1.3.	Modelo Edificio de Chancador Secundario.	4
1.4.	Esquema de ubicación de equipos presentes en la Estructura 1.	4
1.5.	Esquema de ubicación de equipos presentes en la Estructura 2.	5
1.6.	Esquema de ubicación de equipos presentes en la Estructura 3.	5
2.1.	Pasos constitutivos de la Metodología.	12
3.1.	Espectro de diseño para las tres estructuras, de acuerdo a la norma NCh2369.	15
3.2.	Esquema de la curva monotónica paramétrica fuerza-deformación para arriostramientos verticales (Urzúa, 2015).	21
3.3.	Curva de histéresis para el modelo de pivote (Dowell et al., 1980) (Urzúa, 2015).	23
3.4.	Curva envolvente monotónica paramétrica de la rótula plástica. (Urzúa, 2015).	24
3.5.	Esquema de anclaje estructura-fundación y modelo no lineal (Urzúa, 2015).	26
3.6.	Curva envolvente para pernos de anclaje (Urzúa, 2015).	27
3.7.	Ley de degradación cinemática para los pernos de anclaje (Urzúa, 2015).	28
3.8.	Curva pushover no lineal estática (idealizada).	31
3.9.	Comparación de intensidades instrumentales normalizadas.	34
3.10.	Espectro de pseudo-aceleración <i>MCE</i> para un amortiguamiento del 5 %, de acuerdo a la norma NCh2745.	35
3.11.	Espectros de aceleración del conjunto de registros utilizados para percentiles del 50 %, 75 % y 85 % y el Máximo Sismo Considerado <i>MCE</i> para un amortiguamiento efectivo del 5 %.	36
4.1.	Factores de utilización obtenidos para la Estructura 1 según la normativa vigente.	42
4.2.	Detalle del anclaje de las columnas sismorresistentes para la Estructura 1.	43
4.3.	Curva Pushover para estimar el comportamiento de los pernos de anclaje $\phi = 1\frac{1}{8}''$ dispuestos según diseño.	44
4.4.	Análisis pushover realizado para la estructura.	46
4.5.	Respuestas máximas normalizadas para arriostramientos (arriba) y pernos de anclaje (abajo) a nivel de colapso incipiente para terremotos de Valparaíso 1985 (estaciones Melipilla y San Isidro), Tocopilla 2007 (estación Tocopilla) y Maule 2010 (estaciones Angol y Constitución).	49
4.6.	Distribución de energía sísmica en el tiempo para el terremoto de Valparaíso 1985.	51
4.7.	Distribución de energía sísmica en el tiempo para el terremoto de Maule 2010.	51
4.8.	Factores de utilización obtenidos para las columnas, amplificando las solicitudes sísmicas por $0.7R_1 \geq 2.0$	54
4.9.	Factores de utilización obtenidos para la Estructura 1 según la normativa propuesta.	55

4.10.	Detalle del anclaje de las columnas sismorresistentes para la Estructura 1. . .	56
4.11.	Curva Pushover para estimar el comportamiento de los pernos de anclaje $\phi = 1\frac{1}{8}''$ dispuestos según diseño.	57
4.12.	Análisis pushover realizado para la estructura.	59
4.13.	Respuestas máximas normalizadas para arriostramientos (arriba) y pernos de anclaje (abajo) a nivel de colapso incipiente para terremotos de Valparaíso 1985 (estaciones Melipilla y San Isidro), Tocopilla 2007 (estación Tocopilla) y Maule 2010 (estaciones Angol y Constitución).	62
4.14.	Distribución de energía sísmica en el tiempo para el terremoto de Valparaíso 1985.	64
4.15.	Distribución de energía sísmica en el tiempo para el terremoto de Maule 2010.	64
5.1.	Factores de utilización obtenidos para la Estructura 2 según la normativa vigente.	71
5.2.	Detalle del anclaje de las columnas sismorresistentes para la Estructura 2.	72
5.3.	Análisis pushover realizado para la estructura.	74
5.4.	Respuestas máximas normalizadas para arriostramientos (arriba) y pernos de anclaje (abajo) a nivel de colapso incipiente para terremotos de Valparaíso 1985 (estaciones Melipilla y San Isidro), Tocopilla 2007 (estación Mejillones) y Maule 2010 (estaciones Angol y Constitución).	77
5.5.	Distribución de energía sísmica en el tiempo para el terremoto de Valparaíso 1985.	79
5.6.	Distribución de energía sísmica en el tiempo para el terremoto de Maule 2010.	79
5.7.	Factores de utilización obtenidos para las columnas, amplificando las solicitudes sísmicas por $0.7R_1 \geq 2.0$	83
5.8.	Factores de utilización obtenidos para la Estructura 2 según la normativa propuesta.	84
5.9.	Detalle del anclaje de las columnas sismorresistentes para la Estructura 2.	85
5.10.	Análisis pushover realizado para la estructura.	87
5.11.	Respuestas máximas normalizadas para arriostramientos (arriba) y pernos de anclaje (abajo) a nivel de colapso incipiente para terremotos de Valparaíso 1985 (estaciones Melipilla y San Isidro), Tocopilla 2007 (estación Mejillones) y Maule 2010 (estaciones Angol y Constitución).	90
5.12.	Distribución de energía sísmica en el tiempo para el terremoto de Valparaíso 1985.	92
5.13.	Distribución de energía sísmica en el tiempo para el terremoto de Maule 2010.	92
6.1.	Factores de utilización obtenidos para la Estructura 3 según la normativa vigente.	99
6.2.	Detalle del anclaje de las columnas sismorresistentes para la Estructura 3.	100
6.3.	Análisis pushover realizado para la estructura.	102
6.4.	Respuestas máximas normalizadas para arriostramientos (arriba) y pernos de anclaje (abajo) a nivel de colapso incipiente para terremotos de Valparaíso 1985 (estaciones Melipilla y San Isidro), Tocopilla 2007 (estación Tocopilla) y Maule 2010 (estaciones Angol y Constitución).	104
6.5.	Distribución de energía sísmica en el tiempo para el terremoto de Valparaíso 1985.	106
6.6.	Distribución de energía sísmica en el tiempo para el terremoto de Maule 2010.	106

6.7.	Factores de utilización obtenidos para las columnas, amplificando las sollicitaciones sísmicas por $0.7R_1 \geq 2.0$	109
6.8.	Factores de utilización obtenidos para la Estructura 3 según la normativa propuesta.	110
6.9.	Detalle del anclaje de las columnas sismorresistentes para la Estructura 3.	111
6.10.	Análisis pushover realizado para la estructura.	113
6.11.	Respuestas máximas normalizadas para arriostramientos (arriba) y pernos de anclaje (abajo) a nivel de colapso incipiente para terremotos de Valparaíso 1985 (estaciones Melipilla y San Isidro), Tocopilla 2007 (estación Tocopilla) y Maule 2010 (estaciones Angol y Constitución).	115
6.12.	Distribución de energía sísmica en el tiempo para el terremoto de Valparaíso 1985.	117
6.13.	Distribución de energía sísmica en el tiempo para el terremoto de Maule 2010.	117
7.1.	Energía disipada por pernos de anclaje y arriostramientos para la Estructura 1 diseñada bajo la normativa propuesta.	121
7.2.	Energía disipada por pernos de anclaje y arriostramientos para la Estructura 2 diseñada bajo la normativa propuesta.	121
7.3.	Energía disipada por pernos de anclaje y arriostramientos para la Estructura 3 diseñada bajo la normativa propuesta.	122
A.1.	Cargas permanentes de barandas (25 [kgf/m]).	132
A.2.	Cargas permanentes de piso (58 [kgf/m ²]).	133
A.3.	Cargas de operación de equipos [kgf,m].	133
A.4.	Cargas permanentes de piping [kgf].	134
A.5.	Sobrecargas de uso de piso [kgf,m].	134
A.6.	Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +3.465 [m].	135
A.7.	Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +6.885 [m].	136
A.8.	Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +9.385 [m].	136
A.9.	Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +11.855 [m].	137
A.10.	Factores de utilización obtenidos para la elevación A.	137
A.11.	Factores de utilización obtenidos para la elevación B.	138
A.12.	Factores de utilización obtenidos para la elevación C.	138
A.13.	Factores de utilización obtenidos para la elevación D.	139
A.14.	Factores de utilización obtenidos para la elevación 1.	139
A.15.	Factores de utilización obtenidos para la elevación 2.	140
A.16.	Factores de utilización obtenidos para la elevación 3.	140
A.17.	Factores de utilización obtenidos para la elevación 4.	141
A.18.	Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +3.465 [m].	142
A.19.	Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +6.885 [m].	142
A.20.	Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +9.385 [m].	143
A.21.	Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +11.855 [m].	143
A.22.	Factores de utilización obtenidos para la elevación A.	144
A.23.	Factores de utilización obtenidos para la elevación B.	144
A.24.	Factores de utilización obtenidos para la elevación C.	145
A.25.	Factores de utilización obtenidos para la elevación D.	145
A.26.	Factores de utilización obtenidos para la elevación 1.	146

A.27.Factores de utilización obtenidos para la elevación 2.	146
A.28.Factores de utilización obtenidos para la elevación 3.	147
A.29.Factores de utilización obtenidos para la elevación 4.	147
A.30.Distribución de componentes no lineales de la Estructura 1.	148
B.1. Cargas permanentes de piso [kgf,m].	149
B.2. Cargas permanentes de piping [kgf,m].	150
B.3. Cargas de operación de equipo hidrociclones [kgf].	150
B.4. Cargas de operación del cajón distribuidor [kgf,m].	151
B.5. Cargas de operación de tolvas de almacenamiento [kgf].	151
B.6. Cargas de operación de viga monorriel [kgf].	152
B.7. Cargas de operación de puentegrúa [kgf].	152
B.8. Sobrecargas de uso de viga monorriel [kgf].	153
B.9. Sobrecargas de uso de puentegrúa [kgf].	153
B.10.Sobrecargas de uso (500 [kgf/m ²]).	154
B.11.Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +5.175 [m].	155
B.12.Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +10.845 [m].	156
B.13.Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +14.970 [m].	156
B.14.Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +16.870 [m].	157
B.15.Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +20.000 [m].	157
B.16.Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +22.000 [m].	158
B.17.Factores de utilización obtenidos para la elevación A.	158
B.18.Factores de utilización obtenidos para la elevación B.	159
B.19.Factores de utilización obtenidos para la elevación C.	159
B.20.Factores de utilización obtenidos para la elevación D.	160
B.21.Factores de utilización obtenidos para la elevación 1.	160
B.22.Factores de utilización obtenidos para la elevación 2.	161
B.23.Factores de utilización obtenidos para la elevación 3.	161
B.24.Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +5.175 [m].	162
B.25.Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +10.845 [m].	162
B.26.Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +14.970 [m].	163
B.27.Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +16.870 [m].	163
B.28.Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +20.000 [m].	164
B.29.Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +22.000 [m].	164
B.30.Factores de utilización obtenidos para la elevación A.	165
B.31.Factores de utilización obtenidos para la elevación B.	165
B.32.Factores de utilización obtenidos para la elevación C.	166
B.33.Factores de utilización obtenidos para la elevación D.	166
B.34.Factores de utilización obtenidos para la elevación 1.	167
B.35.Factores de utilización obtenidos para la elevación 2.	167
B.36.Factores de utilización obtenidos para la elevación 3.	168
B.37.Distribución de componentes no lineales de la Estructura 2.	169
C.1. Cargas permanentes de barandas (23 [kgf/m]).	170
C.2. Cargas permanentes de placas diamantadas de piso (52 [kgf/m ²]).	171
C.3. Cargas permanentes de escaleras (95 [kgf/m ²]).	171

C.4. Cargas de operación de equipos (Harnero, Chutes de descarga y alimentación, enfriadores y unidad hidráulica) [kgf,m].	172
C.5. Sobrecargas de uso (400 [kgf/m ²]).	172
C.6. Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +2.278 [m].	173
C.7. Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +5.218 [m].	174
C.8. Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +7.158 [m].	174
C.9. Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +8.158 [m].	175
C.10. Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +10.975 [m].	175
C.11. Factores de utilización obtenidos para la elevación A.	176
C.12. Factores de utilización obtenidos para la elevación B.	176
C.13. Factores de utilización obtenidos para la elevación C.	177
C.14. Factores de utilización obtenidos para la elevación D.	177
C.15. Factores de utilización obtenidos para la elevación E.	178
C.16. Factores de utilización obtenidos para la elevación F.	178
C.17. Factores de utilización obtenidos para la elevación G.	179
C.18. Factores de utilización obtenidos para la elevación 1.	179
C.19. Factores de utilización obtenidos para la elevación 2.	180
C.20. Factores de utilización obtenidos para la elevación 3.	180
C.21. Factores de utilización obtenidos para la elevación 4.	181
C.22. Factores de utilización obtenidos para la elevación 5.	181
C.23. Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +2.278 [m].	182
C.24. Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +5.218 [m].	182
C.25. Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +7.158 [m].	183
C.26. Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +8.158 [m].	183
C.27. Factores de utilización obtenidos para la planta al nivel +10.975 [m].	184
C.28. Factores de utilización obtenidos para la elevación A.	184
C.29. Factores de utilización obtenidos para la elevación B.	185
C.30. Factores de utilización obtenidos para la elevación C.	185
C.31. Factores de utilización obtenidos para la elevación D.	186
C.32. Factores de utilización obtenidos para la elevación E.	186
C.33. Factores de utilización obtenidos para la elevación F.	187
C.34. Factores de utilización obtenidos para la elevación G.	187
C.35. Factores de utilización obtenidos para la elevación 1.	188
C.36. Factores de utilización obtenidos para la elevación 2.	188
C.37. Factores de utilización obtenidos para la elevación 3.	189
C.38. Factores de utilización obtenidos para la elevación 4.	189
C.39. Factores de utilización obtenidos para la elevación 5.	190
C.40. Distribución de componentes no lineales de la Estructura 3.	191