

# Tabla de Contenidos

<b>CAPÍTULO 1 : INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1    MOTIVACIÓN .....	1
1.2    OBJETIVOS .....	2
1.3    ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO .....	3
<b>CAPÍTULO 2 : REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
2.1    GENERACIÓN SERIES SINTÉTICAS FORZANTES METEOROLÓGICAS .....	4
2.1.1    Generadores climáticos .....	4
2.1.2    Método estocástico de precipitación diaria .....	4
2.1.3    Método estocástico de temperaturas extremas diarias .....	5
2.1.4    Construcción de series sintéticas .....	5
2.1.4.1    Precipitaciones .....	5
2.1.4.2    Temperatura .....	7
2.2    MODELACIÓN HIDROLÓGICA .....	9
2.2.1    Índices de ajuste de la modelación hidrológica .....	10
2.2.1.1    Coeficiente de Nash-Sutcliffe .....	10
2.2.1.2    Coeficiente de Nash Sutcliffe logarítmico .....	11
2.2.1.3    Coeficiente PBIAS .....	11
2.2.1.4    Coeficiente R <sup>2</sup> .....	11
2.2.2    Modelo WEAP .....	12
2.2.3    Variables involucradas .....	12
2.2.4    Transposición de caudales .....	14
<b>CAPÍTULO 3 : METODOLOGÍA .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO 4 : ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>18</b>
4.1    CUENCA DEL RÍO MAULE .....	18
4.2    INFORMACIÓN DISPONIBLE .....	20
4.2.1    Información meteorológica .....	21
4.2.3    Información fluviométrica .....	22
4.2.4    Preprocesamiento de la información .....	23
4.2.4.1    Precipitaciones .....	23
4.2.4.2    Temperaturas .....	24
<b>CAPÍTULO 5 : MODELACIÓN HIDROLÓGICA .....</b>	<b>26</b>
5.1    CONSTRUCCIÓN DEL MODELO .....	26
5.2    RESULTADOS CALIBRACIÓN .....	29
5.3    RESULTADOS VALIDACIÓN .....	38
5.4    ELECCIÓN CUENCA PARA TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES .....	45
5.5    IDENTIFICACIÓN CORRELACIONES CON SUBCUENCAS MODELADAS .....	46
5.6    RESULTADOS TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES .....	48
5.7    GENERACIÓN DE SERIES SINTÉTICAS DE CAUDALES .....	49
5.7.1    Generación series sintéticas de precipitación y temperatura .....	49
5.7.2    Generación series sintéticas de caudales .....	54
<b>CAPÍTULO 6 : ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>65</b>
<b>CAPÍTULO 7 : CONCLUSIONES Y COMENTARIOS .....</b>	<b>70</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO 1: VARIACIÓN BANDA INCERTIDUMBRE SEGÚN AÑO DE INICIO .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO 2: ESTADÍSTICA DE LAS SERIES SIMULADAS Y OBSERVADAS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA .....</b>	<b>87</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1: Elementos hidrológicos modelados en WEAP (Centro de Cambio Global, 2009) .....	13
Figura 3-1: Metodología para la generación de series sintéticas de caudales para el Sistema Eléctrico .....	16
Figura 4-1: Sistema Maule Alto - ubicación estaciones meteorológicas y fluviométricas. ....	19
Figura 4-2: Precipitaciones medias mensuales registradas en estación Armerillo. Período1984-2013 .....	19
Figura 4-3: Curva de variación estacional Río Maule en Armerillo. Período1984-2013.....	20
Figura 4-4: Distribución estaciones fluviométricas en área de estudio según información de Tabla 4-3. ....	23
Figura 4-5: Análisis de frecuencia – Distribución Pearson - precipitaciones duración 1día - julio .....	24
Figura 4-6: Análisis de frecuencia – Distribución Pearson – temperaturas máximas diarias julio .....	25
Figura 5-1: Conceptualización cuencas Estero Las Garzas y Claro en San Carlos en WEAP.....	26
Figura 5-2: Conceptualización de la cuenca en el modelo WEAP.....	28
Figura 5-3: Resultados proceso de calibración en la cuenca Estero Las Garzas.....	30
Figura 5-4: Resultados proceso de calibración en la cuenca Río Claro en San Carlos .....	31
Figura 5-5: Resultados proceso de calibración en la cuenca Río Melado en La Lancha .....	32
Figura 5-6: Resultados proceso de calibración en la cuenca Río Maule en los Baños.....	33
Figura 5-7: Resultados proceso de calibración en la cuenca Afluente a Laguna Invernada. ....	34
Figura 5-8: Resultados proceso de calibración en Canal Bocatoma Central Pehuenche .....	35
Figura 5-9: Resultados proceso de calibración en la cuenca Río Maule en Armerillo .....	36
Figura 5-10: Resultados proceso de validación en la cuenca Estero Las Garzas. ....	38
Figura 5-11: Resultados proceso de validación en la cuenca Río Claro en San Carlos. ....	39
Figura 5-12: Resultados proceso de validación en la cuenca Río Melado en la Lancha.....	40
Figura 5-13: Resultados proceso de validación en la cuenca Río Maule en Los Baños. ....	41
Figura 5-14: Resultados proceso de validación en la cuenca Afluentes Laguna Invernada.....	42
Figura 5-15: Resultados proceso de validación en la cuenca Canal Bocatoma Central Pehuenche.....	43
Figura 5-16: Resultados proceso de validación en la cuenca Río Maule en Armerillo.....	44
Figura 5-17: Plano acceso proyecto hidroeléctrico Achibueno.....	46
Figura 5-18: Correlación Ln_Q Río Claro en San Carlos y Río Achibueno en La Recova.....	47
Figura 5-19: Correlación Ln_Q Río Melado en la Lancha y Río Achibueno en La Recova .....	47
Figura 5-20: Correlación Ln_Q Estero Las Garzas y Río Achibueno en La Recova.....	48
Figura 5-21: Serie de tiempo caudales modelados y observados estación Río Achibueno en La Recova..	49
Figura 5-22: Distribución de las precipitaciones medias diarias observadas (_O) y simuladas (_S).....	50
Figura 5-23: Distribución de las precipitaciones medias diarias observadas (_O) y simuladas (_S).....	51
Figura 5-24: Distribución de las temperaturas medias diarias observadas (_O) y simuladas (_S) .....	52
Figura 5-25: Variación de Banda de Incertidumbre según año inicio estación Río Melado en La Lancha (Año 1 – Seco) .....	55
Figura 5-26: Variación de Banda de Incertidumbre según año inicio estación Canal Bocatoma Central Pehuenche (Año 1 – Seco) .....	56
Figura 5-27: Variación de Banda de Incertidumbre según año inicio estación Río Maule en Armerillo ....	57
Figura 5-28: Variación de Banda de Incertidumbre según año inicio estación Río Melado en La Lancha (Año 1 – Normal) .....	58
Figura 5-29: Variación de Banda de Incertidumbre según año inicio estación Canal Bocatoma Central Pehuenche (Año 1 – Normal).....	59
Figura 5-30: Variación de Banda de Incertidumbre según año inicio estación Río Maule en Armerillo (Año 1 – Normal) .....	60
Figura 5-31: Variación de Banda de Incertidumbre según año inicio estación Río Melado en La Lancha (Año 1 – Húmedo) .....	61
Figura 5-32: Variación de Banda de Incertidumbre según año inicio estación Canal Bocatoma Central Pehuenche (Año 1 – Húmedo) .....	62

Figura 5-33: Variación de Banda de Incertidumbre según año inicio estación Río Maule en Armerillo (Año 1 – Húmedo) .....	63
Figura 6-1: Generación hidroeléctrica diaria Central Pehuenche.....	66
Figura 6-2: Generación hidroeléctrica diaria Central Isla .....	66
Figura 6-3: Generación hidroeléctrica diaria Central Colbún .....	67

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1: Parámetros para generación de precipitación estación Armerillo.....	6
Tabla 4-1: Estaciones de precipitaciones en el Sistema Maule Alto.....	21
Tabla 4-2: Estaciones de temperaturas extremas en el Sistema Maule Alto.....	21
Tabla 4-3: Estaciones fluviométricas para Sistemas Maule Alto.....	22
Tabla 5-1: Información bandas de elevación en cuencas seleccionadas.....	27
Tabla 5-2: Calidad dela información estaciones fluviométricas .....	29
Tabla 5-3: Resumen de los indicadores de eficiencia para todas las cuencas calibradas.....	37
Tabla 5-4: Resumen de los indicadores de eficiencia para todas las cuencas validadas.....	45
Tabla 5-5: Clasificación de tipo de año según precipitación anual periodo 1983-2015.....	53
Tabla 5-6: Secuencias de tipo de año para la generación de series sintéticas de caudales.....	54