

Tabla de Contenido

CAPÍTULO 1 : INTRODUCCIÓN	1
1.1 MOTIVACIÓN	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 <i>Generales</i>	2
1.2.2 <i>Específicos</i>	2
1.3 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO	2
CAPÍTULO 2 : ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS	4
2.1 DECRETO SUPREMO N°90/2000	4
2.2 MANUAL DE CÁLCULO DE CRECIDAS Y CAUDALES MÍNIMOS EN CUENCAS SIN INFORMACIÓN FLUVIOMÉTRICA.....	5
2.2.1 <i>Determinación del Caudal Medio Diario en 30 días consecutivos</i>	6
2.2.2 <i>Determinación de la Curva de Duración Regional</i>	7
2.2.3 <i>Determinación de la curva de duración del caudal medio diario en 7 días consecutivos</i>	7
2.2.4 <i>Determinación de la curva de duración de caudal medio diario</i>	8
2.3 CUENCAS HIDROLÓGICAMENTE SIMILARES U HOMOGÉNEAS.....	8
2.3.1 <i>Pendiente media</i>	9
2.3.2 <i>Orientación media</i>	9
2.3.3 <i>Elevación media</i>	10
2.3.4 <i>Área total</i>	10
2.3.5 <i>Porcentaje de área nival</i>	10
2.3.6 <i>Índice de aridez</i>	10
2.3.7 <i>Tipo de fase</i>	11
2.4 ESTIMACIÓN DEL CAUDAL MEDIO ANUAL.....	11
2.4.1 <i>Transposición de caudales por área</i>	11
2.4.2 <i>Transposición de caudales área y precipitación</i>	12
2.4.3 <i>Regresión múltiple</i>	12
2.4.4 <i>Inverso de la distancia</i>	13
2.4.5 <i>Error en la estimación de los caudales medios anuales</i>	13
2.5 CURVA DE DURACIÓN	13
2.6 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO	14
CAPÍTULO 3 : CARACTERIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO	16
3.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	16
3.1.1 <i>Región de Valparaíso</i>	16
3.1.2 <i>Región Metropolitana</i>	17
3.2 ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS, METEOROLÓGICAS Y FLUVIOMÉTRICAS	18
3.3 CUENCAS SELECCIONADAS PARA EL ESTUDIO	19
3.4 DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS	21
3.5 ESTIMACIÓN DEL CAUDAL EN RÉGIMEN NATURAL PARA LAS CUENCAS SELECCIONADAS EN EL ESTUDIO	26
3.5.1 <i>Coefficientes de derrame</i>	26
3.5.1 <i>Ubicación de los derechos de aprovechamiento por cuenca</i>	28
3.5.2 <i>Tipo de régimen hidrológico</i>	30
3.5.3 <i>Uso de Suelo</i>	34
3.5.4 <i>Relleno de datos</i>	37
3.6 EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIA ANUAL.....	38
3.7 PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL.....	39
3.8 TEMPERATURA MEDIA ANUAL.....	40
CAPÍTULO 4 : ESTIMACIÓN DEL CAUDAL MEDIO EN 30 DÍAS CONSECUTIVOS	43

4.1	PROPUESTA DE ESTIMACIÓN DE LOS CAUDALES MEDIOS EN 30 DÍAS CONSECUTIVOS	43
4.1.1	<i>Cuencas homogéneas</i>	44
4.1.2	<i>Estimación de los caudales medios anuales</i>	48
4.1.3	<i>Curvas de duración</i>	49
4.2	METODOLOGÍA DGA PARA ESTIMAR CAUDALES MEDIOS EN 30 DÍAS CONSECUTIVOS	55
4.3	RESULTADOS OBTENIDOS CON CADA METODOLOGÍA	56
	CAPÍTULO 5 : ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	58
	CAPÍTULO 6 : CONCLUSIONES Y COMENTARIOS.....	62
	BIBLIOGRAFÍA	64

Tabla de Contenido Anexo Digital

A. Límites máximos permitidos de descarga.	A-1
B. Estaciones meteorológicas y fluviométricas en la zona de estudio.	B-1
C. Diagrama Unifilar de la Zona de Estudio.....	C-1
D. Decretos de Escasez Hídrica en las regiones de Valparaíso y Metropolitana.	D-1
E. Información de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas por Región.	E-1
F. Relleno de Datos y Caudales Medios Mensuales.	F-1
G. Años utilizados para la Temperatura Media Anual.....	G-1
H. Propiedades de las Cuencas.	H-1

Índice de Tablas Informe

Tabla 2-1. Curva de duración regional adimensional para caudales medios en 30 días consecutivos. Zona homogénea B (V Región). Distribución Gumbel. Fuente: DGA, Ministerio de Obras Públicas (1995).	7
Tabla 2-2. Factor regional de conversión de caudales medios diarios s de 30 días consecutivos a 7 días consecutivos. Fuente: DGA, Ministerio de Obras Públicas (1995).	8
Tabla 2-3. Factor regional de conversión de caudales medios diarios de 30 días consecutivos a caudales medio diario. Fuente: DGA, Ministerio de Obras Públicas (1995).....	8
Tabla 3-1. Cuencas seleccionadas en la zona de estudio.	20
Tabla 3-2. Derechos de aprovechamiento de aguas según uso del agua por región.	22
Tabla 3-3. Derechos de aprovechamiento de aguas según tipo uso por región.....	22
Tabla 3-4. Derechos de aprovechamiento con y sin coordenadas por región.	23
Tabla 3-5. Coeficientes de derrame para las cuencas de la región de Valparaíso. Fuente: CNR, 1995.....	27
Tabla 3-6. Coeficientes de derrame para las cuencas de la región Metropolitana. Fuente: CNR, 1984.	27
Tabla 3-7. Derechos de aprovechamiento mensuales otorgados en cada cuenca en m ³ /s.....	28
Tabla 3-8. Porcentaje de glaciares y tipo de régimen por cuenca.	34
Tabla 3-9. Uso de suelo por cuenca. Fuente: Basado en información del CIGIDEN (http://ide.cigiden.cl/).	36
Tabla 3-10. Evapotranspiración y precipitación media anual por cuenca. Período 2000-2014.	40
Tabla 3-11. Temperatura media anual por estación.	41
Tabla 4-1 Características de las cuencas consideradas sin control fluviométrico.....	44
Tabla 4-2. Cuencas homogéneas para cada cuenca objetivo.	45
Tabla 4-3. Años completos en común entre las cuencas consideradas sin información y sus cuencas homogéneas.	45
Tabla 4-4. Características de las cuencas de la zona homogénea de Río Petorca en Peñón o Hierro Viejo.	46
Tabla 4-5. Características de las cuencas de la zona homogénea de Río Maipo en el Manzano.	46
Tabla 4-6. Caudales medios anuales estimados para las cuencas objetivo.	48
Tabla 4-7. Resultados de la Regresión Múltiple para cada cuenca objetivo.....	49
Tabla 4-8. Resumen de la estimación de los caudales medios anuales para las cuencas consideradas sin información fluviométrica.	49
Tabla 4-9. Caudales medios en 30 días consecutivos estimados asociados a un 95% de probabilidad de excedencia para las cuencas objetivo a partir de las curvas de duración dimensionales ponderadas.....	53
Tabla 4-10. Caudales máximos y mínimos en 30 días consecutivos estimados asociados a un 95% de probabilidad de excedencia para las cuencas objetivo a partir de los años más húmedos y secos de las cuencas con mayor similitud a las cuencas objetivo..	54
Tabla 4-11. Estimación de caudales medios diarios mínimos en 30 días consecutivos para Río Maipo en el Manzano con sus variables consideradas.....	55
Tabla 4-12. Caudales medios en 30 días consecutivos estimados para distintas probabilidades de excedencia según la metodología de la DGA utilizando la precipitación media anual del balance hídrico (MOP 1987).....	56
Tabla 4-13. Caudales medios en 30 días consecutivos estimados para distintas probabilidades de excedencia según la metodología de la DGA utilizando la precipitación media anual del proyecto de actualización del balance hídrico del año 2017.	56
Tabla 4-14. Resumen de los caudales medios, máximos y mínimos en régimen natural estimados con la propuesta y la metodología DGA en 30 días consecutivos para una probabilidad de excedencia de 95% para las cuencas objetivo.....	57

Índice de Figuras

Figura 2-1. Relación gráfica para obtener el caudal medio diario mínimo en 30 días consecutivos con una probabilidad de excedencia de un 50%. Fuente: DGA, Ministerio de Obras Públicas (1995).	6
Figura 2-2. Definición de zonas homogéneas para caudales mínimos. Fuente: DGA, Ministerio de Obras Públicas (1995).	7
Figura 2-3. Dirección de orientación media. Fuente: Santiago (2015)	10
Figura 2-4. Curva hipsométrica y tipos de fase. Fuente: Keller & Printer (1996).	11
Figura 2-5. Curva de duración. Fuente Chereque, Morán (1989).	14
Figura 3-1. Mapa de la zona de estudio.	18
Figura 3-2. Mapa de las cuencas seleccionadas en la zona de estudio.....	21
Figura 3-3. Derechos consuntivos en la zona de estudio.	24
Figura 3-4. Derechos no consuntivos en la zona de estudio.	25
Figura 3-5. Curva de estacionalidad anual adimensional para las cuencas con régimen hidrológico nival.....	30
Figura 3-6. Curva de estacionalidad anual adimensional para las cuencas con régimen hidrológico nivo-pluvial.	31
Figura 3-7. Curva de estacionalidad anual adimensional para las cuencas con régimen hidrológico pluvial.....	31
Figura 3-8. Curva de estacionalidad anual adimensional para las cuencas con régimen hidrológico pluvio-nival.	32
Figura 3-9. Mapa de los glaciares en la zona de estudio.....	33
Figura 3-10. Mapa del uso de suelo de la zona de estudio. Fuente: Basado en información del CIGIDEN (http://ide.cigiden.cl/).....	37
Figura 3-11. Mapa de la evapotranspiración potencial media anual de la zona de estudio. Período 2000-2014. Fuente: MODIS Global Evapotranspiration Project.	39
Figura 3-12. Temperatura media mensual por estación. Fuente: Elaboración propia.....	41
Figura 3-13. Mapa de las estaciones de temperatura en la zona de estudio.	42
Figura 4-1. Mapa de cuencas consideradas sin información fluviométrica.	43
Figura 4-2. Mapa de las cuencas homogéneas de la cuenca objetivo Río Petorca en Peñón o Hierro Viejo.....	47
Figura 4-3. Mapa de las cuencas homogéneas de la cuenca objetivo Río Maipo en el Manzano.....	48
Figura 4-4. Curvas de duración adimensionales para las cuencas de la zona homogénea de la cuenca Río Petorca en Peñón o Hierro Viejo.....	50
Figura 4-5. Curvas de duración adimensionales para las cuencas de la zona homogénea de la cuenca Río Maipo en el Manzano.....	50
Figura 4-6. Curvas de duración adimensionales ponderadas para las cuencas consideradas sin información fluviométrica.....	51
Figura 4-7. Curvas de duración obtenidas a partir de todos los métodos de caudales medios anuales estimados para la cuenca Río Petorca en Peñón o Hierro Viejo, junto a la curva de duración observada mediante el método del período total.	52
Figura 4-8. Curvas de duración obtenidas a partir de todos los métodos de caudales medios anuales estimados para la cuenca Río Maipo en el Manzano, junto a la curva de duración observada mediante el método del período total.	52
Figura 4-9.. Curva de duración construida con el método del período y año calendario para la cuenca Estero Pocuro en el Sifón.....	53
Figura 4-10. Curva de duración construida con el método del período y año calendario para la cuenca Río Maipo en San Alfonso.	54
Figura 4-11. Curvas de duración del caudal medio en 30 días consecutivos obtenidas a partir de todos los métodos de caudales medios estimados para la cuenca Río Petorca en Peñón o Hierro Viejo, junto a la curva de duración observada mediante el método del período total y a los valores obtenidos por la metodología de la DGA.....	57
Figura 4-12. Curvas de duración del caudal medio en 30 días consecutivos obtenidas a partir de todos los métodos de caudales medios estimados para la cuenca Río Maipo en el Manzano, junto a la curva de duración observada mediante el método del período total y a los valores obtenidos por la metodología de la DGA.	57
Figura 5-1. Error asociado a cada metodología para estimar el caudal medio anual para la cuenca Río Petorca en Peñón o Hierro Viejo.	59
Figura 5-2. Error asociado a cada metodología para estimar el caudal medio anual para la cuenca Río Maipo en el Manzano.....	59

Figura 5-7. Caudales en régimen natural disponibles para dilución (en verde) obtenidos a partir de los métodos de estimación de caudales medios anuales y la metodología de la DGA para Río Petorca en Peñón o Hierro Viejo.60

Figura 5-8. Caudales en régimen natural disponibles para dilución (en verde) obtenidos a partir de los métodos de estimación de caudales medios anuales y la metodología de la DGA para Río Maipo en el Manzano.61