



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – HIDRÁULICA

**ACTUALIZACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE OPERACIÓN DE LAS
PRESAS DEL RÍO GRIJALVA Y DE SUS CURVAS GUÍA TRAS LOS
EVENTOS DE INUNDACIÓN DEL AÑO 2020**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
ROSA VALENCIA ESTEBAN

TUTORES PRINCIPALES

DRA. MARITZA LILIANA ARGANIS JUÁREZ, INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM
DR. RAMÓN DOMÍNGUEZ MORA, INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM

CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX, MÉXICO, DICIEMBRE



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Dr. Jesús Gracia Sánchez

Secretario: M. I. Víctor Franco

1 er. Vocal: Dr. Ramón Domínguez Mora

2 do. Vocal: Dra. Maritza Liliana Juárez Arganis

3 er. Vocal: Dr. Alejandro Mendoza Reséndiz

INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM, CAMPUS C. U.

TUTOR(ES) DE TESIS:

Dr. Ramón Domínguez Mora

Dra. Maritza Liliana Arganis Juárez



FIRMA



FIRMA

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad y la fuerza necesaria para concluir esta meta y a mis padres por su amor y consejos en cada paso que he dado.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su apoyo incondicional durante cada una de las metas que me he propuesto, mi madre Marciana, mi padre Cirilo y mis hermanos; Alberto, Judith, Esther, Nicolás y Cirilo.

A mis tutores el Dr. Ramón Domínguez Mora y la Dra. Maritza Liliana Juárez Arganis por su enseñanza, paciencia y calidez, desde el primer momento que los conocí.

Al Dr. Alejandro Mendoza Reséndiz, al Dr. Jesús Gracia Sánchez y al M. I. Víctor Franco, por sus aportes, revisión y aprobación de esta investigación.

A mis profesores del posgrado por su trabajo, dedicación y paciencia, la cual siempre tuve en todo momento.

Al CONACyT por el apoyo económico durante mis estudios del posgrado.

A la UNAM por brindarme la oportunidad de ser parte de ella y concluir el posgrado y a la DGAPA, UNAM por su apoyo a esta investigación dentro del proyecto PAPIIT IN100422.

CONTENIDO

Figuras	5
Tablas	7
Capítulo 1 INTRODUCCIÓN	12
1.1 Introducción.....	12
1.2 Objetivos.....	13
1.3 Estado del arte	14
1.3.1 Estudios en el extranjero	15
1.3.2 Estudios previos en México	16
1.3.3 Estudios realizados para obtener una política de Operación de embalses con diversos métodos de optimización.	18
Capítulo 2 SITIO DE ESTUDIO.....	19
2.1 Región hidrológica del río Grijalva - Usumacinta.....	19
2.2 Descripción de las presas del río Grijalva	20
2.3 Curvas Elevaciones – Volumen – Áreas	30
2.4. Láminas de Evaporación neta mensual histórica.....	31
Capítulo 3 METODOLOGÍA.....	33
3.1 Método de Optimización. Programación Dinámica Estocástica	33
3.2 Programación dinámica estocástica a un sistema de 2 presas en serie o cascada.	34
3.3 Función objetivo (FO)	39
3.3.1 Definición de Curva guía	41
3.4 Funcionamiento de vaso conjunto.	43
3.5 Coeficiente de auto- correlación DELVOL.....	49
3.6 Software del algoritmo de programación dinámica estocástica aplicado a las presas del río Grijalva.....	50
3.6.1 Programa para obtener los beneficios inmediatos en cada etapa, programa de optimización y programa de simulación	51
3.7 Resumen de la estructura de los programas, archivos de entrada y archivos de resultados.....	58
3.8 Método Svanidze para la generación de series sintéticas.	74
3.8.1 Método de Svanidze modificado.....	75
Capítulo 4 APLICACIÓN Y RESULTADOS	78

4.1 Datos Básicos	78
4.2 Curvas guía a ensayar.	89
4.3 Generación de series sintéticas	93
4.3.1 Fracciones de los volúmenes de ingreso por presa y quincenalmente.	96
4.3.2 Ajuste de la serie de volúmenes de ingreso totales a una función de distribución f(x).....	97
4.3.3 Generación de volúmenes de ingreso totales sintéticos.	98
4.3.4 Generación de series sintéticas.....	98
4.4. Estadísticos de las series sintéticas generadas con el método de Svanidze “año hidrológico”.....	99
4.5. Comparación de volúmenes series sintéticas vs serie histórica “año hidrológico”.....	102
4.6 Tablas de políticas de extracción quincenales en una etapa del año.	103
4.7 Resultados.....	108
Capítulo 5 CONCLUSIONES	126
Capítulo 6 REFERENCIAS	128
ANEXO A. Series de volúmenes de ingreso quincenales a las presas “La angostura y Malpaso” y sus estadísticos.	134
ANEXO B. Probabilidades de ingreso sin suavizar y suavizadas.....	141
ANEXO C. Volúmenes de ingresos quincenales a los embalses, 10 series sintéticas creadas con el método de Svanidze.	145
ANEXO D. Lectura la tabla de políticas de operación de la presa Grijalva, archivos MEEVS.....	151

FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación de las presas del río Grijalva. Fuente: Tercer seminario de Potamología. CFE, 2011.....	20
Figura 2.2 Perfil de las Presas del Río Grijalva. Fuente: Adaptación de D.O.F. (2009).....	21
Figura 2.3 Presa Belisario Domínguez “La Angostura”. Fuente: Imagen de Google Earth (2022)	22
Figura 2.4 Presa Manuel Moreno Torres “Chicoasén”. Fuente: Imagen de Google Earth (2022)	24
Figura 2.5 Presa Nezahualcóyotl “Malpaso”. Fuente: Imagen de Google Earth (2022).....	26
Figura 2.6 Presa Ángel Albino Corzo “Peñitas”. Imagen de Google Earth (2022)	28
Figura 2.7 Curvas Elevaciones – Volúmenes útiles - Áreas	31
Figura 2.8 Láminas de evaporación neta mensual histórica.....	32
Figura 3.1 Discretización del volumen útil de una presa.	36

Figura 3.2 Condiciones a evitar en una presa.....	41
Figura 3.3 Operación de un embalse considerando la curva guía.	42
Figura 3.4 Entradas por cuenca propia al vaso (Ecp). Fuente: Aparicio (1996)	45
Figura 3.5 Ecuación de regresión lineal entre el volumen de ingreso entre la quincena j-1 y la quincena j. Presa Malpaso	50
Figura 3.6 Estructura del programa Cafit2p.for.	53
Figura 3.7 Archivos de entrada y salida del programa Opdin2vs.for.....	56
Figura 3.8 Estructura de datos, programa Simq2pcm.for.....	57
Figura 3.9 Estructura de los programas para la obtención de una política óptima de dos presas en cascada. Adaptación. Padilla (2018).....	59
Figura 3.10 Ejemplo de archivo datos.dat	60
Figura 3.11 Ejemplo de archivo probxx	62
Figura 3.12 Ejemplo de archivo cgi.txt	63
Figura 3.13 Ejemplo de archivo FITEXX	63
Figura 3.14 Ejemplo de archivo datosgen.dat	64
Figura 3.15 Ejemplo del archivo MEEVS.....	65
Figura 3.16 Ejemplo del archivo DIFANVS	66
Figura 3.17 Ejemplo del archivo ARPOLVS	66
Figura 3.18 Ejemplo de archivo DATOSGE.....	67
Figura 3.19 Ejemplo de archivo volprexx	69
Figura 3.20 Ejemplo de archivo CHECA.....	70
Figura 3.21 Ejemplo de archivo ANARES	70
Figura 3.22 Ejemplo de SIQRE1. Presa Angostura	71
Figura 3.23 Ejemplo de SIQPRE2. Presa Malpaso.	72
Figura 3.24 Ejemplo de archivo SUPGUIA1	73
Figura 3.25 Ejemplo de archivo SUPGUIA2	73
Figura 3.26 Ejemplo de archivo DEPGUIA1	73
Figura 3.27 Ejemplo de archivo DEPGUIA2.....	73
Figura 3.28 Ejemplo de archivo FEPRE1 y FEPRE2	74
Figura 3.29 Método de Svanidze.....	75
Figura 4.1 Probabilidades de ingreso sin suavizar de las presa “La Angostura”	85
Figura 4.2 Probabilidades de ingreso sin suavizar de la presa “Malpaso”	86
Figura 4.3 Probabilidades de ingreso suavizadas de la presa “La Angostura”	87
Figura 4.4 Probabilidades de ingreso suavizadas de la presa “Malpaso”.....	88
Figura 4.5 Curvas guía ensayadas, discretización de volumen $\Delta V = 200 \text{ hm}^3$	91
Figura 4.6 Comparación CGB y CGA. Presas "La Angostura y Malpaso"	92
Figura 4.7 Correlograma de la serie histórica de volumen de ingreso anual total.	95
Figura 4.8 Gráfica del ajuste de probabilidades de la serie histórica de volumen de ingreso anual total. Ajuste Gumbel.	97
Figura 4.9 Estadístico; Media. Series sintéticas vs serie histórica	99
Figura 4.10 Estadístico; Desviación Estándar. Series sintéticas vs serie histórica	100
Figura 4.11 Estadístico; Coeficiente de asimetría. Series sintéticas vs serie histórica.....	101
Figura 4.12 Coeficiente de auto correlación, $r_{j+1, j}$; Series sintéticas vs serie histórica ..	101

Figura 4.13 Estadístico; Correlación cruzada. Series sintéticas vs serie histórica	102
Figura 4.14 Ajuste Gumbel, serie histórica vs series sintéticas.	103
Figura 4.15 Gráfica de energía total promedio/ quincena. Ensayos variando la curva guía	111
Figura 4.16 Gráfica comparativa de almacenamientos iniciales mínimos. Ensayos variando la curva guía.....	112
Figura 4.17 Gráfica comparativa de almacenamientos iniciales máximos. Ensayos variando la curva guía.....	112
Figura 4.18 Energía total promedio por quincena a largo plazo. Presas " La Angostura + Malpaso"	113
Figura 4.19 Derrame a largo plazo. Presa "La Angostura"	115
Figura 4.20 Derrame a largo plazo. Presa "Malpaso"	115
Figura 4.21 Derrame a largo plazo. Presa "La Angostura + Malpaso"	116
Figura 4.22 Déficit a largo plazo. Presa "La Angostura"	117
Figura 4.23 Déficit a largo plazo. Presa "Malpaso"	117
Figura 4.24 Déficit a largo plazo. Presa "La Angostura + Malpaso"	118
Figura 4.25 Energía total promedio a largo plazo. Presa "La Angostura + Malpaso". Ensayo7	120
Figura 4.26 Derrame a largo plazo. Presa La Angostura. Ensayo7.....	121
Figura 4.27 Derrame a largo plazo. Presa Malpaso. Ensayo7.....	121
Figura 4.28 Derrame total a largo plazo. Presas "La Angostura y Malpaso". Ensayo7....	122
Figura 4.29 Déficits a largo plazo. Ensayo7.....	123
Figura 4.30 Conteo de las frecuencias absolutas de las magnitudes de los derrames. La Angostura y Malpaso.....	124
Figura 4.31 Conteo de las frecuencias absolutas de las magnitudes de los déficits. La Angostura y Malpaso.....	125

TABLAS

Tabla 2.1 Municipios donde se ubican las presas del río Grijalva.	21
Tabla 2.2 Capacidad útil Presa "La Angostura".	23
Tabla 2.3 Capacidad útil Presa "Chicoasén".	25
Tabla 2.4 Capacidad útil Presa "Malpaso".	27
Tabla 2.5 Capacidad útil Presa "Peñitas"	29
Tabla 2.6 Resumen de la descripción de las presas del río Grijalva. Fuente: Proporcionado por Comisión Federal de Electricidad, (CFE, 2019)	29
Tabla 2.7 Curva elevaciones - volumen útil – áreas. Presa La Angostura y Presa Malpaso	30
Tabla 2.8 Láminas de evaporación neta mensual histórica. Presas. Fuente: Arganis, et al, (2009)	31
Tabla 3.1 Consideraciones al simular.....	48

Tabla 3.2	Registro histórico de los volúmenes de ingreso a la presa Malpaso	49
Tabla 3.3	Descripción del archivo datos.dat.....	60
Tabla 3.4	Descripción de los registros del archivo datosgen.dat.....	64
Tabla 3.5	Descripción de los registros del archivo DATOSGE	67
Tabla 4.1	Capacidad útil de las hidroeléctricas del Grijalva.	78
Tabla 4.2	Volúmenes de ingreso mensuales a la presa “La Angostura”, en hm^3	79
Tabla 4.3	Volúmenes de ingreso mensuales a la presa “Malpaso”, en hm^3	80
Tabla 4.4	Estadísticos de la presa Angostura y la presa Malpaso.	82
Tabla 4.5	Estadísticos de las etapas en las que se divide un ciclo anual en la presa “La Angostura”.....	82
Tabla 4.6	Estadísticos de las etapas en las que se divide un ciclo anual en la presa “Malpaso”.	83
Tabla 4.7	Datos para determinar las extracciones mínimas y máximas por presa	84
Tabla 4.8	Extracciones mínimas y máximas por presa.	84
Tabla 4.9	Coefficientes de penalización de la mejor prueba reportada (Mendoza et al, 2012)	89
Tabla 4.10	Coefficientes de penalización de la mejor prueba reportada Mendoza et al. (2012) entre 100.	89
Tabla 4.11	Curvas guía ensayadas, discretización de volumen $\Delta V = 200 \text{ hm}^3$	90
Tabla 4.12	Comparativa CGB y CGA, presas “La Angostura y Malpaso”.....	91
Tabla 4.13	Estadísticos de la serie histórica de la presa " La Angostura".	93
Tabla 4.14	Estadísticos de la serie histórica de la presa "Malpaso"	93
Tabla 4.15	Serie de años hidrológicos “La Angostura”	94
Tabla 4.16	Serie de años hidrológicos "Malpaso"	94
Tabla 4.17	Serie histórica de volumen de ingreso anual total.	94
Tabla 4.18	Estadísticos de la serie de volumen de ingreso anual total.....	95
Tabla 4.19	Fracciones anuales del volumen de ingreso anual total.....	96
Tabla 4.20	Fracciones quincenales de la presa "La Angostura"	96
Tabla 4.21	Fracciones quincenales de la presa " Malpaso"	96
Tabla 4.22	Parámetros de la función de ajuste; distribución Gumbel.	97
Tabla 4.23	Política de operación para la etapa 1. Nov- Dic. $\Delta V_{\text{Etapa1}}=200/4 \text{ hm}^3$	105
Tabla 4.24	Política de operación para la etapa 2. Oct. $\Delta V_{\text{Etapa2}}=200/2 \text{ hm}^3$	105
Tabla 4.25	Política de operación para la etapa 3. Sep. $\Delta V_{\text{Etapa3}}=200/2 \text{ hm}^3$	106
Tabla 4.26	Política de operación para la etapa 4. Ago. $\Delta V_{\text{Etapa4}}=200/2 \text{ hm}^3$	106
Tabla 4.27	Política de operación para la etapa 5. Jul. $\Delta V_{\text{Etapa5}}=200/2 \text{ hm}^3$	107
Tabla 4.28	Política de operación para la etapa 6. 2Q Mayo + Junio. $\Delta V_{\text{Etapa6}}=200/3 \text{ hm}^3$	107
Tabla 4.29	Política de operación para la etapa 7. Ene- Feb- Mar - Abr - 1Q May. $\Delta V_{\text{Etapa7}}=200/9 \text{ hm}^3$	108
Tabla 4.30	Condiciones a ensayar para obtener la política óptima de dos embalses en cascada. E1 a E3.	109
Tabla 4.31	Resultados: Energía, Déficit, Derrame. Ensayos 1-3. Curva guía Base.....	109

Tabla 4.32 Resultados de los ensayos 1- 3. Curva guía Base. Alm. Inicial Mínimo y Máximo.	110
Tabla 4.33 Resultados Ensayos 2, 4 – 6. Variando la curva guía. Energía, Déficit, Derrame	111
Tabla 4.34 Comparación del promedio de la energía total a largo plazo con la energía histórica	114
Tabla 4.35 Comparativa de derrame total a largo plazo, en hm ³	116
Tabla 4.36 Comparativa de déficit total a largo plazo, en hm ³	118
Tabla 4.37 Resultados del E7 CGA combinada. Energía, derrame, déficit.....	119
Tabla 4.38 Resultados del E7 CGA combinada. Alm. Iniciales mínimo y máximo	119
Tabla 4.39 Resultados del E7 CGA combinada. Derrames	122
Tabla 4.40 Resultados del E7 CGA combinada. Alm. Iniciales mínimo y máximo	123

RESUMEN

En el río Grijalva, Chiapas, México, se sitúan 4 hidroeléctricas en cascada, que juntas generan alrededor del 42 % de la energía hidroeléctrica del país y regulan el paso de avenidas que pueden ocasionar daños a la planicie de Villahermosa Tabasco. Por tanto, es importante establecer y revisar periódicamente una política de operación del sistema que cumpla con el objetivo de generar energía hidroeléctrica comprometida y garantizar niveles de operación que permitan el manejo óptimo de las presas ante eventos extremos.

En este estudio se obtuvieron reglas de operación a largo plazo para el sistema hidroeléctrico del río Grijalva, aplicando un algoritmo desarrollado por el Instituto de Ingeniería a partir de la técnica de optimización de Programación Dinámica Estocástica (PDE), como método de optimización de una función objetivo (FO), en dicha función objetivo se busca obtener a la mayor generación de energía eléctrica y al mismo tiempo se eviten eventos no deseados, como déficits o derrames, superar o quedar abajo de la curva guía establecida.

La política óptima seleccionada se definió al ensayar diferentes curvas guía analizando el comportamiento de las variables de la función objetivo (energía generada, derrames, déficits, almacenamientos iniciales máximos y mínimos), con los resultados de la serie histórica y a largo plazo a través de la generación 10 de series sintéticas con 1000 años de registros obtenidos con el método de Svanidze modificado.

ABSTRACT

On the Grijalva River, Chiapas, Mexico, there are four cascade hydroelectric plants, which together generate about 42% of the country's hydroelectric energy and regulate the passage of floods that can cause damage to the Villahermosa Tabasco plain. Therefore, it is important to establish and periodically review a system operation policy that achieves the objective of generating committed hydroelectric energy and guaranteeing operating levels that allow optimal management of the dams in the face of extreme events.

In this study, long-term operating rules were obtained for the Grijalva River hydroelectric system, by applying an algorithm developed by the Institute of Engineering based on the Stochastic Dynamic Programming (PDE) optimization technique, as a method of optimizing a function objective (FO), in said objective function, the aim is to obtain the greatest generation of electrical energy and at the same time avoid unwanted events, such as deficits or spills, exceeding or falling below the established guide curve.

The optimal policy selected was defined by testing different guide curves, analyzing the behavior of the variables of the objective function (generated energy, spills, deficits, maximum and minimum initial storage), with the results of the historical and long-term series through the generation 10 of synthetic series with 1000 years of records obtained with the modified Svanidze method.

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

Del agua renovable “disponibilidad natural de agua” que se recibe en México, en forma de precipitación, considerando las exportaciones e importaciones de agua de países vecinos (exportaciones: E. U.; importaciones: Guatemala, Belice y E. U.), el 72.1 % se pierde en evapotranspiración, el 21.4% escurre por ríos o arroyos y el 6.4% se infiltra al subsuelo y recarga a los acuíferos, ***EAM Conagua (2019)***.

A lo largo del país la disponibilidad natural de agua varía, las regiones hidrológicas del norte son las de menor disponibilidad, Baja California como la región con la menor disponibilidad, en contraste las regiones del sur principalmente la región hidrológica del Grijalva – Usumacinta presenta las mayores precipitaciones anuales.

Al pasar de las décadas, la población ha ido aumentando, concentrándose principalmente en las ciudades, incrementando el consumo del vital líquido en: agua potable, generación de alimentos, bienes y servicios, este fenómeno no sólo afecta a México, sino a nivel mundial, generando estrés hídrico en muchas regiones.

Otro fenómeno que se presenta a escala mundial, es el calentamiento global, trayendo consigo eventos naturales de mayor impacto; como el caso de las sequías, ahora más prolongadas, incrementándose las altas temperaturas durante el día y las bajas temperaturas durante la noche, las sequías afectan con mayor gravedad el norte del país, dejando pérdidas económicas de millones de dólares, afectando principalmente la producción agrícola y pastos; otro fenómeno son los ciclones tropicales, los cuales ocasionan eventos de precipitación extremos provocando deslaves y avenidas que dejan pérdidas monetarias en daños y afectaciones, así como la pérdida de vidas humanas, los ciclones afectan en gran medida a los estados con zonas costeras. ***México ante el cambio climático, SINACC (2021), SEMARNAT.***

Conforme a la problemática actual, se busca encontrar un mejor manejo del agua renovable del país, asegurando el suministro de agua para los usos principales como son: abastecimiento público y riego agrícola, a través de embalses construidos para almacenar y distribuir adecuadamente el agua renovable.

En México, los ríos Balsas y Grijalva, son dos de los ríos más caudalosos del país, por lo que en ellos se construyeron embalses que no sólo permiten un mejor manejo para suministrar las concesiones de agua agrícola y abastecimiento público, también son embalses del tipo hidroeléctricas, los cuales aportan al suministro de

energía eléctrica del país, principalmente en las horas pico, por lo que se convierten en las principales hidroeléctricas de México. **EAM Conagua (2019)**.

En este estudio se propuso actualizar las políticas de operación del sistema de presas del río Grijalva, tomando en cuenta los eventos hidrológicos ocurridos de 1959 hasta el año 2020, años en los que se cuenta con un registro histórico de los volúmenes de ingreso a los embalses del sistema.

La política de operación del sistema de presas contempla objetivos encontrados debido a que, por un lado, busca minimizar las descargas excesivas por los vertedores, los cuales provocarían inundaciones de gran magnitud aguas abajo de la cuenca, donde se ubica la planicie de Villahermosa Tabasco, disminuir posibles condiciones de déficit de entregas de agua por parte del sistema y, por otra parte, pretende maximizar la generación de energía eléctrica. “A la definición de los volúmenes de agua que deben extraerse en el futuro próximo (un mes, quince días, etc.) en función del estado presente del sistema, definido en términos de variables observables relevantes para el problema planteado; en este caso, volumen almacenado en la presa y época del año, principalmente, es lo que entenderemos por política de operación (o extracción)”, **Domínguez et al. (2000)**.

En este análisis se utilizará la metodología de la programación dinámica estocástica como método de optimización de una función que tome en cuenta la máxima generación de energía eléctrica, evitar eventos no deseados como déficit y derrames, evitar el salir o quedar abajo de la curva guía propuesta, la curva guía, son niveles de almacenamiento máximos o mínimos propuestos a largo del año, los cuales garantizan las demandas y la seguridad del embalse.

Para la obtención de la mejor política óptima de operación se llevaron a cabo ensayos proponiendo distintas curvas guía, obteniendo la simulación y optimización del funcionamiento de los vasos con los ingresos de la serie histórica y la simulación a largo plazo empleando 10 series sintéticas con 1000 años de registro, creadas con el método de Svanidze modificado, utilizado en **Domínguez et al. (2009)**; la variante en este estudio fue que se incluyó en la función objetivo una penalización que incluyó la cuantificación del volumen de rebase de las curva guía.

1.2 Objetivos

Objetivo general

- Actualizar las políticas de operación de las presas del río Grijalva y de sus curvas guía, considerando un registro histórico de 1951 a 2020, tras los eventos de inundación a la planicie de Villahermosa, Tabasco ocurridos en el año 2020.

Objetivos particulares

- Aplicar el método de optimización a través de la programación dinámica estocástica al sistema de presas del río Grijalva.
- Obtener diferentes curvas guía y seleccionar la mejor de ellas a través de la simulación tanto histórica como de registros sintéticos.
- Obtener una política óptima de operación tal que maximice la generación de energía eléctrica y regule el paso de avenidas en la parte baja de la cuenca.

1.3 Estado del arte

La programación dinámica fue desarrollada por el matemático Richard Bellman en 1953, cuyo Principio de optimización “Una política óptima tiene la propiedad de que cualquiera que sea el estado inicial y las decisiones iniciales, las decisiones restantes deben constituir una política óptima con respecto al estado resultante de las primeras decisiones”, **Bellman (1957)**.

La programación dinámica (PD) es una técnica matemática empleada en la resolución de problemas, principalmente de optimización, el problema puede dividirse en etapas, que pueden presentar distintas soluciones, cada una asociada a un valor, con lo que se busca una solución óptima.

La PD contempla la versión estocástica o probabilística y determinística, hoy en día la programación dinámica estocástica reúne numerosos métodos aplicados a diversos problemas de carácter estocástico factibles de ser discretizados y de forma secuencial, en donde la información acerca de los parámetros con incertidumbre se vuelve disponibles en etapas, **Alayo H. (2016)**.

La programación dinámica estocástica aplicada a embalses ha cobrado más importancia en las últimas décadas, con el avance de la capacidad de procesamiento de las computadoras, esto debido al problema llamado “la maldición de la dimensionalidad”, por lo que la programación dinámica solo permitía ser aplicada en análisis simples. **Collado J. (1993)**.

A continuación, se describen los principales trabajos relacionados con la Programación Dinámica Estocástica aplicada a embalses, así como el uso de la llamada curva guía, como niveles de almacenamiento propuestos a lo largo del año, con el fin de no rebasar dichos niveles durante la operación del embalse; en el primer apartado se abordan los estudios realizados en el extranjero, en el segundo apartado se abordan los estudios realizados en México.

1.3.1 Estudios en el extranjero

- ✚ **Labadie (1986).** Optimización de la operación de proyectos hidroagrícolas. Cap 5 y 6. En el estudio se incluye el proceso secuencial de decisión en la operación de un embalse, también se introduce el algoritmo de programación dinámica estocástica para maximizar o minimizar una función objetivo imponiendo penalizaciones, la función objetivo se sujeta a restricciones, el estudio establece un algoritmo computacional a manera de ejemplo.
- ✚ **Bedoya et al. (2005).** Programación dinámica estocástica aplicada al problema del despacho hidrotérmico. Universidad Tecnológica de Pereira Pereira, Colombia. El estudio obtiene una política de operación óptima, para cualquier escenario de afluencia factible, es decir, la política considera a lo largo del año las épocas de estiaje y de avenidas, considerando la afluencia como una variable aleatoria, estableciendo una Función de Costo Futuro, con lo cual se busca conocer el costo del agua almacenada en un futuro. El sitio de estudio es la Central Hidroeléctrica de Chivor.
- ✚ **Shenglian Guo et al. (2009).** Óptimal Operation of Cascade Hydropower Plants. Se propone un modelo de operación de embalses en cascada, con el objetivo de optimizar la generación de energía eléctrica. El modelo se aplica a las plantas hidroeléctricas en cascada del río Qingjiang en China y se obtiene un diagrama de operación de embalse combinado optimizado para los embalses de Shuibuya-Geheyuan. A su vez introduce lo que llaman curva guía combinada considerando que tienen características particulares en relación con los gráficos de operaciones convencionales. Es decir, son niveles hipotéticos de los niveles de los embalses.
- ✚ **Pereira R. et al. (2018).** Probabilistic model for the representation of the reservoir water level of concrete dams during normal operation periods. Modelo probabilístico para la representación del nivel de agua de embalse de presas de concreto durante períodos normales de operación. Proponen un modelo probabilístico del nivel de agua del embalse para cualquier presa, basado únicamente en las propiedades geométricas, siendo útil en las etapas iniciales de diseño y factibilidad en presas nuevas y en la evaluación de seguridad de rutina en presas existentes.
- ✚ **Ampitiyawatta (2020).** Cascade reservoirs optimal operation through combined guide curves. El estudio, sin ser una actualización del estudio de **Guo Shenglian et al. (2009)**, retoma las ideas principales, el sitio de estudio

es el sistema de embalses en cascada del río Qingjiang en China. El objetivo del estudio es optimizar la generación de energía hidroeléctrica mientras se reduce el exceso de agua durante la época de avenidas, empleando el uso de la curva guía combinada para los embalses de Shuibuya-Geheyan y se comparan con los gráficos de operación de yacimientos convencionales y el método de solución analítica de Lund. Los resultados de la simulación muestran que el modelo propuesto puede modular los niveles de agua del embalse de Shuibuya y aumentar efectivamente la carga hidroeléctrica del embalse de Geheyan, para mejorar la capacidad de generación energía eléctrica, el modelo puede producir 201 GWh adicionales (un incremento del 2.77 %) al año. La reducción anual de derrames es de, 1067 hm³ (una reducción del 38.96%).

1.3.2 Estudios previos en México

En las últimas décadas, se han realizado varios trabajos en el Instituto de Ingeniería de la UNAM enfocados en definir una política de operación del sistema Hidroeléctrico del río Grijalva, empleando la programación dinámica estocástica como método de optimización de una función objetivo:

Dentro de los primeros estudios destacan:

- ✚ **Domínguez et al. (1993)**. Operación Integral del Sistema Hidroeléctrico del Río Grijalva, Elaborado para: Comisión Federal de Electricidad, CFE, el reporte final determina avenidas de diseño y la operación de los vertedores para cada una de las presas del Sistema Grijalva, así como políticas de operación a largo plazo, buscándose dos objetivos; el aprovechamiento del volumen útil de los embalses en generación hidroeléctrica y el uso del conjunto vertedor – volumen disponible para regulación de avenidas, evitando rebasar el NAME, disminuyendo los gastos máximos de descarga hacia las partes bajas del río Grijalva. Como antecedente a dicho estudio se tiene **Domínguez et al. (1989)**. Metodología de selección de una política de operación conjunta de una presa y su vertedor. Tesis Doctoral, en donde se obtienen políticas de operación a largo plazo.
- ✚ **Domínguez et al. (2001b)**. Funcionamiento y Operación de las presas Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas sobre el río Grijalva. Informe Final. Elaborado para Comisión Federal de Electricidad, CFE. El estudio considera el valor relativo de la “energía de pico” respecto a la “de base” imponiendo restricciones en la función objetivo, estableciendo un valor de la energía para el número de horas por día que se consideren como “de pico” y los valores marginales menores para las horas adicionales, hasta llegar a 24 h. El informe considera una simulación a largo plazo con el método de Svanidze.

- ✚ **Arganis et al. (2004).** Operación óptima de un sistema de presas en cascada para generación hidroeléctrica tomando en cuenta condiciones reales de operación y el uso de muestras sintéticas para el pronóstico. Tesis Doctoral, El estudio tomó como objetivo principal aplicar la teoría de la programación dinámica estocástica en la obtención de políticas de operación del Conjunto Grijalva, buscando maximizar la generación de energía eléctrica, así como la reducción de derrames, con la finalidad de evitar pérdidas humanas y monetarias por inundaciones aguas abajo del sistema, en dicho análisis se emplea el método de Svanidze modificado para obtener un pronóstico a largo plazo de la operación del sistema. A su vez, el estudio obtiene políticas de operación del sistema Grijalva con el método del Algoritmo genético simple, comparando los resultados con los obtenidos mediante PDE, encontrando que la política de operación obtenida con PDE resulta una técnica más viable para determinar políticas de operación.
- ✚ **Alegría (2010).** Política de Operación óptima del sistema de presas del río Grijalva, efectos de la curva guía. Tesis de grado. se ensayaron diferentes curvas guía con el fin de encontrar la política óptima tal que se incremente la energía generada y el almacenamiento mínimo en los embalses, evitando así derrame o déficit, mitigando la presencia de inundaciones aguas abajo de la presa Peñitas.
- ✚ **Arganis et al. (2009).** Estudio integral de la cuenca alta del río Grijalva, manejo óptimo de las presas, Informe Final, un informe realizado para la Comisión Federal de Electricidad, incorporando los eventos de diseño hasta el año 2008, considerando como base la curva guía establecida por la CONAGUA en el año 2009, considerando la evaporación neta dentro de las simulaciones, encontrando una política óptima.
- ✚ **Padilla (2018).** Revisión y actualización de las políticas de operación del sistema de presas del río Grijalva. Tesis de Licenciatura. El estudio partió de encontrar la mejor política de operación óptima del sistema Grijalva variando el coeficiente de autocorrelación de ingreso al embalse, llamado DELVOL, tal que se maximice la generación de energía eléctrica, evitar derrames y déficits aguas abajo de la presa Peñitas.
- ✚ **Mendoza et al. (2012).** Políticas de Operación con curvas guía para el manejo del sistema de presas del río Grijalva. Congreso Nacional de Hidráulica, noviembre de 2012. El estudio contempla encontrar la mejor política de operación del Conjunto Grijalva considerando la llamada curva guía alta CGA y la curva guía baja CGB, partiendo de la curva guía propuesta por CONAGUA, se agrega una nueva penalización en la función objetivo por rebasar la curva guía alta y quedar debajo de la curva guía baja, estableciendo los coeficientes de penalización tal que se encuentre un equilibrio entre la mayor generación de energía eléctrica y minimizar la presencia de derrames o déficits.

En este estudio se considera como base estos artículos e informes, para actualizar las políticas óptimas del Sistema Grijalva, complementando dicha metodología con artículos publicados acerca de la aplicación de la Programación Dinámica Estocástica a presas.

- ✚ **Arganis et al. (2012).** Operación de tres presas hidroeléctricas usando curvas guía y programación dinámica estocástica, donde se obtuvieron las políticas de operación para las presas en forma de cascada del río Santiago, conciliando el objetivo de generación de energía y minimizar déficit o derrames, tomando como base el efecto de la curva guía.
- ✚ **Domínguez et al. (2004).** Importancia de la generación de muestras sintéticas en el análisis del comportamiento de políticas de operación de presas. Se buscan encontrar una política de operación óptima, generando series sintéticas con el método de Svanidze de 1000 años, con el objetivo de simular eventos de escurrimiento extremos.

1.3.3 Estudios realizados para obtener una política de Operación de embalses con diversos métodos de optimización.

- ✚ **Chang et al. (2005).** Optimizing the reservoir operating rule curves by genetic algorithms. Se emplearon algoritmos genéticos, principio matemático de carácter evolutivo aplicado a un sistema de optimización de parámetros. Obteniendo políticas de operación con niveles de operación propuestos. El objetivo principal del estudio fue investigar la eficiencia y la eficacia de dos algoritmos genéticos (AG), es decir, codificado binario y codificado real, para derivar reglas de curvas de operación de embalses.
- ✚ **De la Cruz et al. (2020).** Funciones analíticas a partir de un modelo estocástico de las extracciones de una presa hidroeléctrica después de la temporada de lluvias. El estudio contempla el modelo de control de Markov como proceso estocástico de tiempo discreto para obtener ecuaciones analíticas que modelen la generación de energía eléctrica en presas hidroeléctricas en cascada, dichas ecuaciones pueden traducirse como políticas de extracción dependiendo de la etapa y nivel donde se encuentran, los meses con relevancia del análisis son noviembre y diciembre.

Capítulo 2 SITIO DE ESTUDIO

2.1 Región hidrológica del río Grijalva - Usumacinta

La región hidrográfica No. 30 Grijalva – Usumacinta, abarca dos cuencas principales; la cuenca del río Grijalva y la cuenca del río Usumacinta ubicadas en el sur de la República Mexicana, en la cuenca hidrológica del río Grijalva se incluyen las cuencas el Alto, Medio y Bajo Grijalva, por su parte la cuenca hidrológica del río Usumacinta incluye los Ríos Lacantun, Usumacinta y Laguna de Términos.

El río Grijalva nace en la República de Guatemala, dando lugar a una cuenca binacional, el Medio y Alto Grijalva abarcan la zona central de Chiapas, el bajo Grijalva se ubica en la planicie de Villahermosa Tabasco, el río Grijalva finalmente desemboca en el Golfo de México, contando con aproximadamente 700 km de longitud, siendo el segundo río más caudaloso del país.

En el cauce medio del río Grijalva, se construyeron un sistema de 4 presas en cascada, figura 2.1, para ayudar en la demanda de energía eléctrica del país, principalmente en las horas pico y el manejo de avenidas que se suscitan en la planicie de Villahermosa Tabasco, además de usos múltiples.

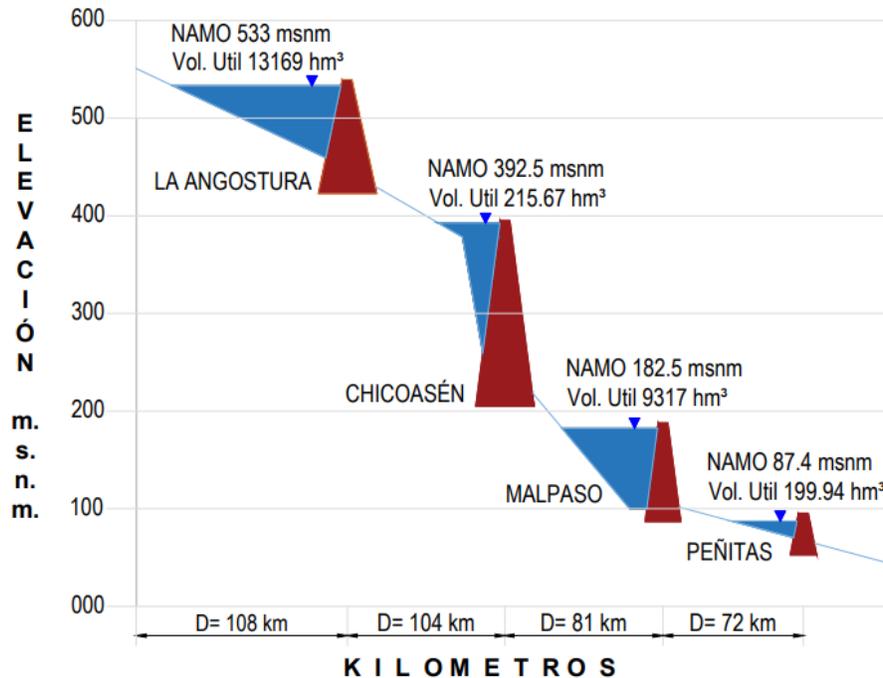


Figura 2.2 Perfil de las Presas del Río Grijalva. Fuente: Adaptación de D.O.F. (2009)

1. Presa Belisario Domínguez “La Angostura”.
2. Presa Manuel Moreno Torres “Chicoasén”.
3. Presa Nezahualcóyotl “Malpaso”.
4. Presa Ángel Albino Corzo “Peñitas”.

En la tabla 2.1 se muestran los municipios donde se ubican las presas del conjunto Grijalva.

Tabla 2.1 Municipios donde se ubican las presas del río Grijalva.

Región	Presas	Ubicación	Construcción
Alto Grijalva	Belisario Domínguez (Angostura)	V. Carranza, Chiapas	1969-1974
	Manuel Moreno Torres (Chicoasén)	Chicoasén, Chiapas	1974-1980
	Netzahualcóyotl (Malpaso)	Tecpatán, Chiapas	1960-1965
Bajo Grijalva	Ángel Albino Corzo (Peñitas)	Ostuacán, Chiapas	1979-1987

I. Presa Belisario Domínguez “La Angostura”.

La segunda presa, construida en el río Grijalva entre los años 1969 a 1974, entró en operación en julio de 1976, figura 2.3. Localizada entre las coordenadas geográficas: 16°24’03” latitud norte y 92°46’40” longitud oeste, 104 metros arriba de la presa Chicoasén, en el municipio de Venustiano Carranza, Chis.

Es la presa con la mayor capacidad de almacenamiento y la primera en captación pluvial, cuya área por cuenca propia es de 18,099 km² considerando toda el área situada del Grijalva situada aguas arriba de la presa.

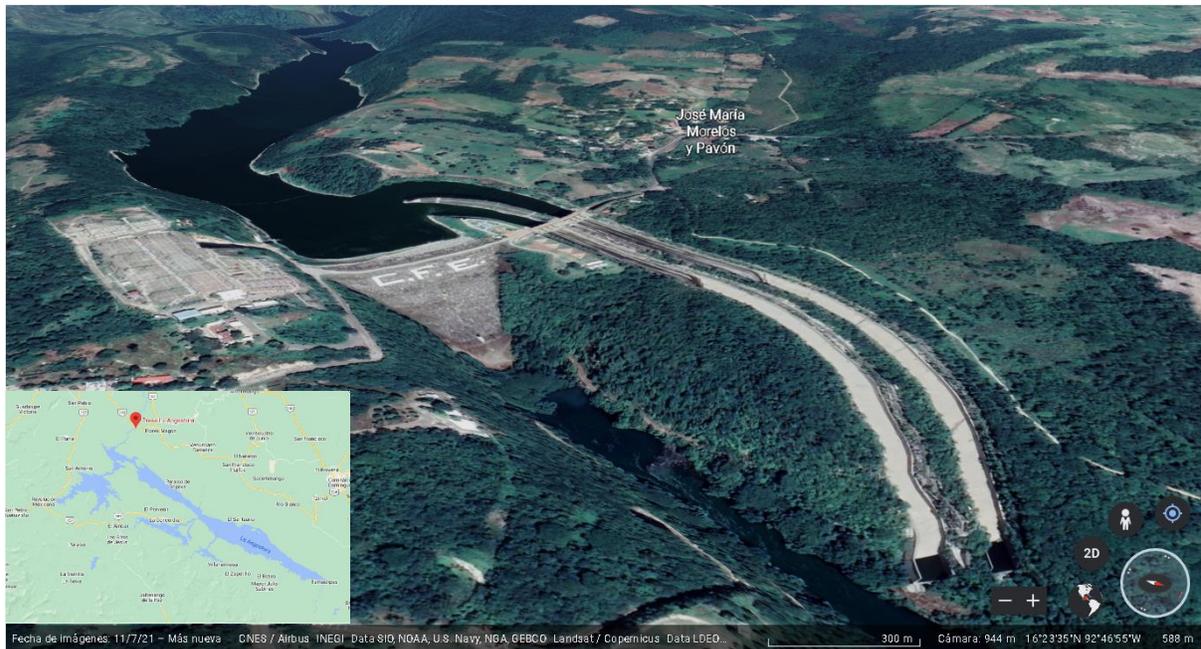


Figura 2.3 Presa Belisario Domínguez “La Angostura”. Fuente: Imagen de Google Earth (2022)

Cortina

La cortina de la presa es de enrocamiento, con un delgado núcleo impermeable de arcilla, con un volumen importante de arena y grava producto de varios depósitos aluviales. Alcanza una altura de 146.7 m y una longitud total de 323.5 m perpendiculares al eje del río; la corona tiene un ancho de 10 m. Los taludes exteriores aguas arriba son de 2:1 y aguas abajo de 1.8:1.

Obra de excedencias

La obra de excedencias consta de dos vertedores ubicados en la margen izquierda, estos son dos canales abiertos con una longitud aproximada de 800 m que terminan en un salto de esquí. Cada canal mide 25 m de ancho y cuenta con tres compuertas radiales que permiten controlar un gasto combinado total de hasta 6,000 m³/s. La elevación de la cresta del vertedor se fijó en 519.60 msnm.

Obra de toma

La obra toma está integrada por túneles de concreto que dirigen el agua desde la margen derecha hasta las lumbreras ahí el flujo es controlado para después pasar por túneles de acero de 6.5 m de diámetro, que conducen el gasto a presión hasta la casa de máquinas subterránea. La energía generada se regula en la subestación

Cuenta con 5 unidades de generación de energía eléctrica, con una capacidad efectiva instalada de 900 Megavatios, generando 2299 GW por hora.

Embalse

La capacidad total de embalse es de 19,736 hm³ y la capacidad útil es de 13,169 hm³, las capacidades de almacenamiento de acuerdo con el nivel de la presa se representan en la tabla 2.2.

$$1 \text{ hm}^3 = 10^6 \text{ m}^3$$

Tabla 2.2 Capacidad útil Presa "La Angostura".

Nivel	Elevación (msnm)	Capacidad (hm ³)
NAME	539.50	17,357
NAMO	533	13,169
NAMINO	500	0

Usos

Generación de energía eléctrica, control de avenidas, riego agrícola, consumo humano, pesca y turismo.

II. Presa Manuel Moreno Torres "Chicoasén".

La presa "Chicoasén" entró en operación en mayo de 1981, ubicada en el municipio de Chicoasén, Chiapas, aguas abajo de la presa "La Angostura", figura 2.4, coordenadas geográficas: 16°56'29" de latitud norte y 93°06'03" de longitud oeste.

Es la presa con la mayor capacidad de generación de energía eléctrica, contando con 8 unidades, dando una capacidad efectiva instalada de 2,400 Megavatios, teniendo la cuarta planta de generación de energía hidroeléctrica más productiva del mundo.



Figura 2.4 Presa Manuel Moreno Torres “Chicoasén”. Fuente: Imagen de Google Earth (2022)

La cuenca de la presa “Chicoasén” tiene una superficie de 7,309 km². Formada por las aportaciones aguas abajo de la presa “La Angostura” y de los ríos Santo Domingo, Boquerón y Acala.

Cortina

La altura máxima de la cortina es de 262 m, convirtiéndola en el embalse con la cortina más alta del mundo, construida de tierra y enrocamiento compactado, con un núcleo de arena arcillosa con alto contenido de grava. La corona tiene un ancho de 15 m y una longitud de 548 m perpendiculares al río, la corona se eleva en 402 msnm.

Obra de excedencias

La obra de excedencias, ubicada en la margen izquierda, consiste en 3 vertedores en túnel revestidos de concreto, con un diámetro final de 15 m, obteniendo un gasto máximo de descarga total de 15,000 m³/s. El acceso del agua a los vertedores es mediante un canal excavado a cielo abierto, luego cada túnel es controlado mediante tres compuertas radiales de 8.40 m de ancho por 19 m de altura. La longitud aproximada de cada túnel es de 900 m con una pendiente de 0.0322.

Obra de toma

La obra de toma se encuentra en la margen derecha, dividida en 8 estructuras, independientes entre sí y protegidos por rejillas de acero. Las cuales conducen el

agua a la casa de máquinas, donde se encuentran las galerías de transformaciones y de oscilaciones, el flujo es evacuado por conductos de acero.

La casa de máquinas se divide en dos secciones, una con un grupo de 5 turbinas y la segunda con un grupo de 3; el primer grupo deriva los gastos utilizando los túneles de la obra de desvío.

Embalse

El almacenamiento total de embalse es de 1,443 hm³, siendo la capacidad útil de 215.67 hm³, en la tabla 2.3 se tiene la capacidad útil del embalse de acuerdo con los niveles de la presa.

Tabla 2.3 Capacidad útil Presa "Chicoasén".

Nivel	Elevación (msnm)	Capacidad (hm ³)
NAME	395	273.90
NAMO	392.50	215.67
NAMINO	380	0

Usos

Generación de energía hidroeléctrica, riego agrícola, consumo humano, pesca, turismo y práctica de deportes acuáticos.

III. Presa Nezahualcóyotl "Malpaso"

La presa "Malpaso" fue el primer embalse en construirse en el cauce del río Grijalva, entró en operación en enero de 1969, figura 2.5, ubicada en el municipio de Tecpatán, en las coordenadas geográficas: 17°11'58" de latitud norte y 93°36'17" de longitud oeste, 81 km aguas abajo de la Presa Chicoasén.

Es la segunda presa del complejo Grijalva con la mayor capacidad de almacenamiento, la cuenca propia comprende un área de 9,403 km², el área comprende desde aguas abajo de la presa Chicoasén hasta la presa "Malpaso".



Figura 2.5 Presa Nezahualcóyotl “Malpasso”. Fuente: Imagen de Google Earth (2022)

Cortina

La cortina está hecha de tierra compactada, enrocamiento con material de la región y un núcleo central de arcilla impermeable. La corona se eleva hasta los 192 msnm, tiene un ancho de 10 m y una longitud de 478 m perpendiculares al cauce del río.

Obra de excedencias

La obra de excedencias consta de dos canales vertedores:

El primero funciona como un canal abierto con un diseño de 3500 m³/s, controlado mediante tres compuertas radiales de 15 m de ancho y 15 m de altura, la cresta se fijó en la elevación 167.64 msnm;

El segundo es un canal de emergencias usado para incrementar la capacidad máxima hasta los 10,650 m³/s, controlado por cuatro compuertas radiales de 18.70 m de altura, la cresta del vertedor de emergencias se fijó en 163.69 msnm.

Obra de toma

La casa de máquinas es subterránea, se construyó en dos etapas; en la primera se instalaron 4 turbinas y en la segunda se anexaron 2 más, permitiendo en total un volumen mensual de 3,732.50 hm³.

Embalse

La altura máxima del embalse es de 138 metros, con una capacidad de almacenamiento total de 14,056 hm³ y una capacidad útil de 9,317.39 hm³, en la tabla 2.4 se indica la capacidad útil de acuerdo a los niveles de la presa.

Tabla 2.4 Capacidad útil Presa "Malpaso".

Nivel	Elevación (msnm)	Capacidad (hm ³)
NAME	188.00	12,373.00
NAMO	182.50	9,317.39
NAMINO	144.00	0

Usos

Generación de energía hidroeléctrica, riego agrícola, consumo humano, pesca y ecoturismo.

IV. Presa Ángel Albino Corzo "Peñitas"

La cuarta presa del río Grijalva y la última en ser construida, la presa Ángel Albino Corzo "Peñitas", entro en operación en septiembre de 1987, figura 2.6, ubicada en el municipio de Ostucán, Chiapas, en la región hidrológica del Bajo Grijalva, en las coordenadas geográficas: 17°26'42" de latitud norte y 93°27'28" de longitud oeste.

Es la presa con la menor capacidad de captación pluvial, así como con la menor capacidad de energía eléctrica.



Figura 2.6 Presa Ángel Albino Corzo “Peñitas”. Imagen de Google Earth (2022)

La cuenca se forma principalmente por el agua turbinada por la presa “Malpaso”, ubicada a 72 km aguas arriba y aportaciones por cuenta propia, el área a partir de la cortina de la presa Malpaso hasta la salida de la cuenca Peñitas, es de 1,300 km². El escurrimiento medio anual es de 3,686 hm³.

Cortina

La presa es de enrocamiento como escudo y de materiales compactables aprovechando una formación geología que dividía al río en dos, su núcleo es de arcilla impermeable.

Obra de excedencias

La obra de excedencias cuenta con dos vertederos alojados en la margen derecha, cada vertedor es controlado por cuatro compuertas radiales de 14.50 m de ancho y 15 m de altura; su corona tiene un ancho de solo 8 m y una elevación de 98 msnm en el punto más alto.

Obra de toma

La obra de toma se encuentra en la margen izquierda con un canal de 4 tomas independientes protegidas mediante rejillas semicirculares; a partir de este punto el gasto pasa a presión por 8 conductos de acero, hacia la casa de máquinas. La obra de toma tiene una longitud perpendicular al río de 560 m.

Embalse

El embalse tiene una capacidad de almacenamiento total de 2,287.00 hm³, y una capacidad útil de almacenamiento de 199.94 hm³, ver la capacidad útil de acuerdo a los niveles de la presa en la tabla 2.5.

Tabla 2.5 Capacidad útil Presa "Peñitas"

Nivel	Elevación (msnm)	Capacidad (hm ³)
NAME	95.50	1,484.50
NAMO	87.40	199.94
NAMINO	85.00	0

Usos

Generación de energía eléctrica, riego agrícola, consumo humano, pesca, ecoturismo.

En la tabla 2.6 se da un resumen de los datos principales del embalse, capacidades, cortina, obra de excedencias de las cuatro presas del río Grijalva (CFE, 2019).

Tabla 2.6 Resumen de la descripción de las presas del río Grijalva. Fuente: Proporcionado por Comisión Federal de Electricidad, (CFE, 2019)

Dato	Unidad	Presa			
		La Angostura	Chicoasén	Malpaso	Peñitas
HIDROLOGÍA					
Área de la cuenca propia	km ²	19580.00	7141.00	9952.00	1264.00
Gasto medio anual (Cuenca propia)	m ³ /s	321.38	72.15	179.39	116.30
Gasto máximo registrado	m ³ /s	29708.00	6214.00	7815.00	8103.00
Precipitación media anual (Chiapas)	mm	1807.02 *			
Evaporación	10 ⁶ m ³	10.27	0.27	1.17	0.28
EMBALSE					
Elevación al NAMINO	msnm	500.00	380.00	144.00	85.00
Elevación al NAMO	msnm	533.00	392.50	182.50	87.40
Elevación al NAME	msnm	539.50	395.00	188.00	95.50
Volumen al NAMINO (Cap. Total)	hm ³	2379.53	1169.19	3055.70	960.99
Volumen al NAMO (Capacidad útil)	hm ³	13169.63	215.67	9317.39	199.94
Volumen al NAME	hm ³	15549.16	273.90	12373.00	1484.50
Capacidad Total	hm ³	19736.00	1443.00	14056.00	2287.00
Elevación al nivel media de desfogue	msnm	422.98	205.00	86.85	52.67

PLANTA HIDROELÉCTRICA					
No. Turbinas		5	8	6	4
Carga neta de diseño	m	91.50	180.00	85.00	32.26
Máximo volumen mensual turbinable (31 días)	hm ³	2919.46	4000.45	3856.00	3578.00
Gasto de diseño (del total de turbinas)	m ³ /s	1090.00	1493.60	1440.00	1336.00
CORTINA					
Altura Máxima	m	147.00	265.00	137.50	53.00
Elevación de la corona	msnm	543.00	405.00	192.00	98.00
Ancho de la corona	m	10.00	25.00	10.00	8.00
Longitud de la corona	m	323.50	584.00	478.00	750.00
Bordo Libre	m	3.50	10.00	4.00	4.50
Volumen total de la cortina	10 ⁶ m ³	4.19	14.51	5.08	1.99
Impermeable (Arcilla)	10 ⁶ m ³	0.56	2.07	0.68	0.34
Transición	10 ⁶ m ³	grava-arena 1.73	roca-grava-arena 71	rezaga 0.33	grava-arena .45
Enrocamiento	10 ⁶ m ³	grava-arena	grava-arena .73	arena 0.12	0.17
Filtro	10 ⁶ m ³	1.90	9.00	3.95	0.12
VERTEDOR					
Longitud total de la cresta	m	50.00	76.00	105.00	116.00
Elevación de la cresta	msnm	519.60	373.00	167.64	76.50
Avenida de diseño	m ³ /s	27515.00	17400.00	19357.00	22877.00
Capacidad máxima de descarga	m ³ /s	8800.00	15000.00	16400.00	18700.00

*El dato de precipitación media anual del estado de Chiapas se actualizó de los Resúmenes anuales de Temperatura y Lluvia del portal de la CONAGUA <https://smn.conagua.gob.mx/>.

2.3 Curvas Elevaciones – Volumen – Áreas

En la tabla 2.7 y en la figura 2.7, se tienen los volúmenes y áreas, asociados a cierta elevación para la presa La Angostura y la presa Malpaso, tomando en cuenta todos los valores disponibles al 2018.

Tabla 2.7 Curva elevaciones - volumen útil – áreas. Presa La Angostura y Presa Malpaso

La Angostura			Malpaso		
Elevaciones	Volumen	Áreas	Elevaciones	Volumen	Áreas
[msnm]	[hm ³]	[ha]	[msnm]	[hm ³]	[ha]
500	0	150	144	0	163
505	1269.6	250	145	163.2	173

La Angostura			Malpaso		
Elevaciones	Volumen	Áreas	Elevaciones	Volumen	Áreas
[msnm]	[hm ³]	[ha]	[msnm]	[hm ³]	[ha]
510	2539.2	254	150	1124.2	191
515	4324.2	357	155	2170	211
519	5978.9	410	160	3299.8	226
520	6392.5	414	165	4509.2	242
525	8744.1	470	170	5793.9	257
530	11387.3	529	175	7149.7	271
533	13200	594	180	8571.4	284
539.5	17356.9	735.3	182.5	9600	291
			185	10063.4	298
			188	11000.59	306.4

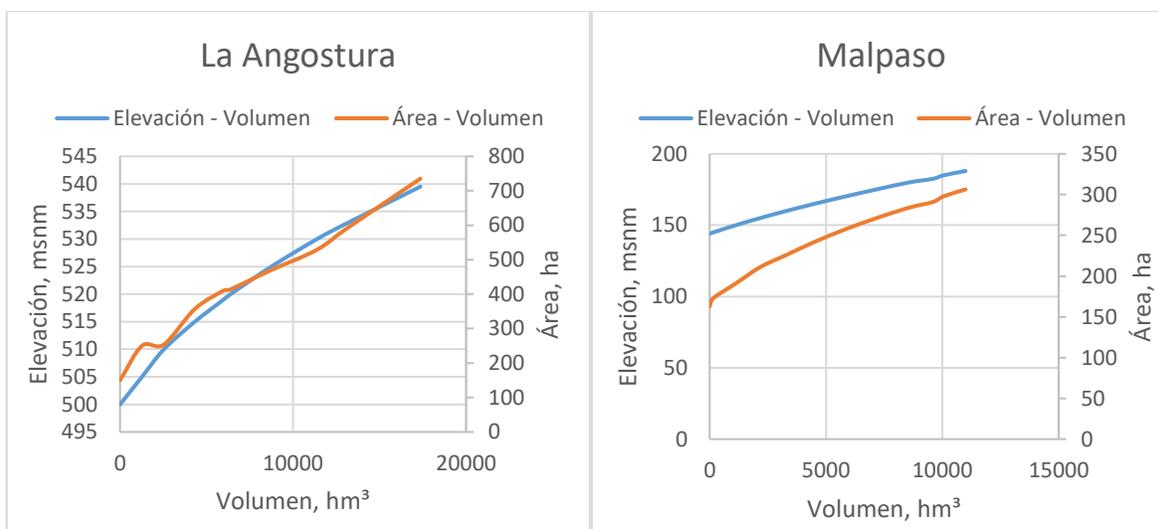


Figura 2.7 Curvas Elevaciones – Volúmenes útiles - Áreas

2.4. Láminas de Evaporación neta mensual histórica.

La evaporación neta mensual histórica de las presas La Angostura y Malpaso se obtuvieron de los datos de evaporación neta mensual históricos del estudio del 2009 del II para la CFE (Arganis et al, 2009), los datos se encuentran en la tabla 2.8 y se ilustran en la figura 2.8.

Tabla 2.8 Láminas de evaporación neta mensual histórica. Presas. Fuente: Arganis, et al, (2009)

Mes	La Angostura [mm]	Malpaso [mm]
ENE	89.41	49.66

Mes	La Angostura [mm]	Malpaso [mm]
FEB	109.71	62.52
MAR	156.84	112.96
ABR	160.70	115.87
MAY	131.97	120.95
JUN	98.15	91.72
JUL	105.14	81.72
AGO	101.94	76.98
SEP	86.41	72.80
OCT	76.64	73.75
NOV	74.93	62.21
DIC	82.51	48.97

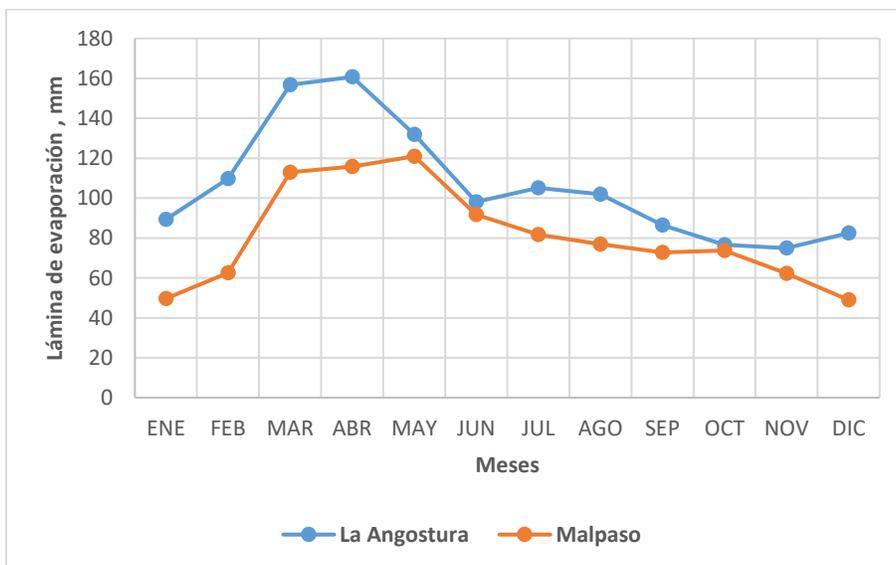


Figura 2.8 Láminas de evaporación neta mensual histórica.

Capítulo 3 METODOLOGÍA

3.1 Método de Optimización. Programación Dinámica Estocástica

La programación dinámica es un proceso que permite optimizar una función objetivo usando el principio de Optimalidad de Bellman, “Una política óptima tiene la propiedad de que, cualesquiera que sean las decisiones iniciales, las restantes deben constituir una política óptima con respecto al estado resultante de la primera decisión”.

En el caso de la programación dinámica estocástica considera un proceso aleatorio; el funcionamiento de una presa está dado por la probabilidad de los volúmenes de ingreso al embalse, de naturaleza aleatoria, los cuales pueden ajustarse a una función de distribución de probabilidades ($f_n(x)$), por tanto la operación adecuada de la presa persigue maximizar el valor esperado de los beneficios totales, en un horizonte de planeación (vida útil del embalse), sujeta a restricciones propuestas.

Para la aplicación de la programación dinámica se pueden seguir los siguientes pasos. Alegría, (2010); Arganis, (2004).

1. Definir las etapas de decisión secuencial (intervalos de tiempo Δt).
2. Separar las variables del problema en variables de estado (estado del sistema antes y después de una decisión) y en variables de control (variables de decisión); aplicadas a un embalse las variables de estado son los almacenamientos y las variables de decisión son las salidas del embalse.
3. Definir una ecuación de estado del sistema que relacione las variables de estado con las de decisión.
4. Establecer una función objetivo que pueda evaluar de manera independiente la contribución de cada etapa al objetivo final.
5. Imponer restricciones que sean independientes del comportamiento del sistema en otras fases.

3.2 Programación dinámica estocástica a un sistema de 2 presas en serie o cascada.

Al aplicar la metodología de la programación dinámica estocástica a una o un sistema de presas:

- Las etapas de decisión secuencial serán los intervalos de tiempo del sistema Δt , meses o quincenas.
- Las variables de estado son los niveles de almacenamiento del embalse, los cuales dependen de los volúmenes de ingresos y salidas (variables de decisión).
- La ecuación de continuidad, ecuación 3.1, que gobierna el funcionamiento de una presa, considerando un intervalo Δt se expresa como (Domínguez et al, 2000).

$$S_j = S_i + VI_j - VS_j \dots \quad (3.1)$$

Donde:

S_j Almacenamiento al final del intervalo Δt , (L^3)

S_i Almacenamiento al inicio del intervalo Δt , (L^3)

VI_j Volumen de ingreso durante el intervalo Δt , (L^3)

VS_j Volumen extraído durante el intervalo Δt , (L^3).

El volumen de ingreso al embalse durante el intervalo Δt , (L^3), es una variable de naturaleza aleatoria, la cual se representa mediante una función de distribución de probabilidad que depende en gran medida de la época del año a la que pertenece el intervalo de tiempo, lo cual constituye la variable estocástica y no controlable del sistema.

Entonces la variable S_i corresponde al estado inicial del sistema y la variable VS_j es la variable de decisión o que se puede controlar en el sistema.

El sistema está sujeto a las siguientes relaciones:

$$VS_{\min} \leq VS \leq VS_{\max} \dots \quad (3.2)$$

$$S_{mín} \leq S_j \leq S_{máx} \quad \dots \quad (3.3)$$

En la restricción de la ecuación 3.2, $VS_{mín}$ correspondería al NAMINO y $VS_{máx}$ al NAMO, mientras que en la restricción de la ecuación 3.3, $S_{mín}$ depende de la extracción mínima para satisfacer la demanda del embalse y $S_{máx}$, al ser presas hidroeléctricas, la extracción máxima corresponde a la capacidad máxima turbinable.

Al dividir el volumen útil del embalse en **NS** intervalos de magnitud ΔV , figura 3.1, si se usa el mismo intervalo ΔV para discretizar todas las variables, la ecuación de continuidad toma la forma:

$$j = i + x - k \quad \dots \quad (3.4)$$

Sujeta a las restricciones:

$$1 \leq j \leq NS \quad \dots \quad (3.5)$$

$$kmín \leq k \leq kmáx \quad \dots \quad (3.6)$$

$$0 \leq x \leq NX \quad \dots \quad (3.7)$$

Donde:

j almacenamiento al final de la etapa, (por unidad ΔV , hm^3)

i almacenamiento al inicio de la etapa, (por unidad ΔV , hm^3)

x ingresos al embalse, (por unidad ΔV , hm^3)

k extracción de volumen al embalse, (por unidad ΔV , hm^3)

NS número de estados definido para cada presa

NX número de datos de la probabilidad del ingreso

kmín extracción mínima, para cada presa, (por unidad ΔV , hm^3)

kmáx extracción máxima, por cada presa, depende del volumen turbinado máximo, (por unidad ΔV , hm^3).

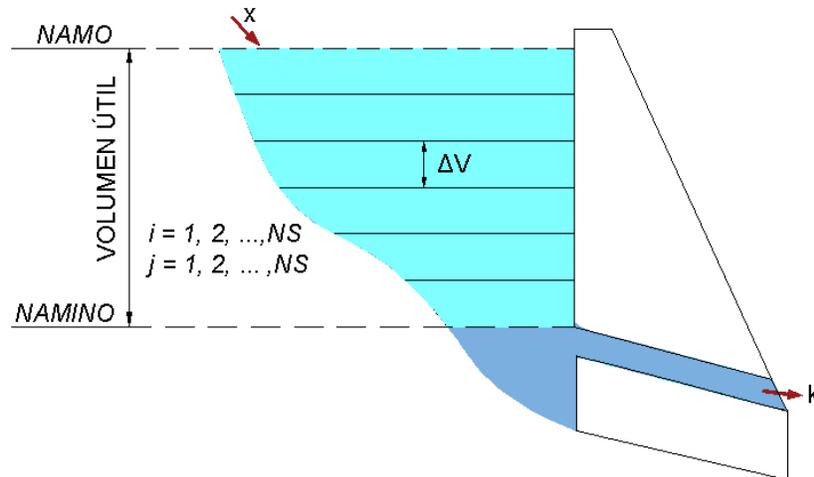


Figura 3.1 Discretización del volumen útil de una presa.

El beneficio correspondiente a una etapa n cualquiera depende del volumen extraído, k , y de los almacenamientos, i y j , al inicio y al final de la etapa, de manera que los beneficios pueden expresarse como $b_n^k(i, j)$.

Dado que se pretende encontrar una política de extracciones para dos presas $k_1^n(i_1, i_2)$, que indique la extracción que debe efectuarse para el vaso l durante la etapa n , en términos de los estados iniciales (i_1, i_2) para hacer máximo el beneficio acumulado a lo largo de las N etapas de operación de las presas.

El método utiliza la ecuación de recurrencia:

$$B_n^{k_1, k_2}(i_1, i_2) = \{b_{n, k_1}(i_1, j_1) + b_{n, k_1, k_2}(i_1, j_1, i_2, j_2)\} + B_{n+1}^*(j_1, j_2) \quad \dots \quad (3.8)$$

Donde:

$B_n^{k_1, k_2}(i_1, i_2)$. Beneficio acumulado a lo largo de las N etapas de operación de las presas.

$b_{n, k_1}(i_1, j_1)$. Beneficio en la etapa n , dadas las políticas de operación k_1 , a partir de los estados inicial y final (i_1, j_1) del embalse 1.

$b_{n, k_1, k_2}(i_1, j_1, i_2, j_2)$ Beneficio en la etapa n , dadas las políticas de operación del embalse 1, k_1 , y del embalse 2, k_2 , tomando en cuenta el estado inicial y final de los embalses 1 y 2 (i_1, j_1, i_2, j_2) .

$B_{n+1}^*(j_1, j_2)$ Beneficio acumulado máximo en la etapa $n+1$, correspondiente a los estados finales de los embalses 1 y 2, es decir, se calcula el beneficio acumulado asociado a cada extracción y se selecciona el máximo y la extracción correspondiente.

$B_n^*(j_1, j_2)$. $\max_k [B_n^{k_1, k_2}(i_1, i_2)]$ y $k_{n, l}^*(i_1, i_2)$ extracciones correspondientes al máximo beneficio, es decir $B_n^{k_1, k_2}(i_1, i_2) = B_n^*(j_1, j_2)$.

Satisfaciendo las siguientes condiciones:

1. Ecuación de continuidad para cada presa, ecuación 3.9 y ecuación 3.10.

$$j_1 = i_1 + x_1 - k_1 \quad \text{presa 1} \quad \dots \quad (3.9)$$

$$j_2 = i_2 + x_2 - k_2 \quad \text{presa 2} \quad \dots \quad (3.10)$$

Considerando en la presa 2:

$$\text{Si derrame en la presa 1: } x_2 = x_2' + k_1 + \text{derr}_1 \quad \dots \quad (3.11)$$

$$\text{Si déficit en la presa 1: } x_2 = x_2' + k_1 - \text{def}_1 \quad \dots \quad (3.12)$$

$$\text{No derrame, no déficit, en la presa 1: } x_2 = x_2' + k_1 \quad \dots \quad (3.13)$$

x_2' : Ingreso por cuenca propia en la presa 2.

2. Para cada presa l , sujeta a las restricciones, ecuaciones 3.5 y 3.6.

$$1 \leq j_l \leq NS_l \quad k_{min, l} \leq k_l \leq k_{max, l}$$

Tomando en cuenta el carácter aleatorio de los ingresos, definidos por funciones de densidad de probabilidad ($f_n(x)$), tomando en cuenta que se definirán políticas de operación para un sistema que consta de dos vasos cuyo funcionamiento es en serie, la política de extracciones debe conducir a obtener el beneficio máximo esperado, quedando la ecuación, Domínguez et al, (2000):

$$B_n^{k_1, k_2}(i_1, i_2) = \sum_{j_1=1}^{NS_1} \sum_{j_2=1}^{NS_2} q_{n, k_1}(i_1, j_1) q_{n, k_2}(i_2, j_2) [\{b_{n, k}(i_1, j_1) + b_{n, k_1, k_2}(i_1, j_1, i_2, j_2)\} + B_{n+1}^*(j_1, j_2)]$$

... (3.14)

Donde:

$B_n^{k_1, k_2}(i_1, i_2)$. Beneficio acumulado hasta la etapa n , dadas las políticas de operación k_1, k_2 , correspondientes a los embalses 1 y 2, tomando en cuenta los estados iniciales (i_1, i_2) .

$q_{n, k_l}(i_l, j_l)$. Es la probabilidad en cada presa, de pasar del estado i al estado j , durante la etapa n dada la extracción k . De acuerdo con la ecuación de continuidad, $j = i + x - k$ la probabilidad de transición $q_{n, l}(i_l, j_l)$, depende sólo de la etapa n y del ingreso, $x_l = j_l - i_l + k_l$ es decir: $q_{n, k}(i_l, j_l) = f_n(x_l)$

$B_{n+1}^*(j_1, j_2)$. Beneficio acumulado máximo en la etapa $n+1$, correspondiente a los estados finales de los embalses 1 y 2, es decir, se calcula el beneficio acumulado asociado a cada extracción y se selecciona el máximo y la extracción correspondiente.

$B_n^*(j_1, j_2)$. $\max_k [B_n^{k_1, k_2}(i_1, i_2)]$ y $k_{n, l}^*(i_1, i_2)$ extracciones correspondientes al máximo beneficio, es decir $B_n^{K_1, K_2}(i_1, i_2) = B_n^*(j_1, j_2)$.

El algoritmo de programación dinámica estocástica se resuelve con un proceso hacia atrás, es decir, se define un cierto número de años N después de los cuales los beneficios se consideran nulos, y se realiza el cálculo desde ese año N hasta el año 1.

Para evitar cálculos repetidos, la ecuación recursiva se reorganizó como:

$$B_n^{k_1, k_2} = \phi_{n, k_1, k_2}(i_1, i_2) + \sum_{j_1=1}^{NS_1} \sum_{j_2=1}^{NS_2} q_{n, k_1}(i_1, j_1) q_{n, k_2}(i_2, j_2) B_{n+1}^*(j_1, j_2)$$

... (3.15)

Donde:

$$\phi_{n,k_1,k_2}(i_1, i_2) = \sum_{j_1=1}^{NS_1} q_{n,k_1}(i_1, j_1) b_{n,k_1}(i_1, j_1) + \sum_{j_2=1}^{NS_2} q_{n,k_2}(i_2, j_2) b_{n,k_1,k_2}(i_1, j_1, i_2, j_2) \dots \quad (3.16)$$

Es el valor esperado del beneficio inmediato en la etapa n , dadas las condiciones iniciales i_1, i_2 y las extracciones k_1, k_2 .

Aquí la ecuación puede dividirse en dos partes ya que los valores de las $q_{n,l}(i_l, j_l)$ y de $\phi_{n,k_1,k_2}(i_1, i_2)$ dependen de la época del año, por lo que tienen que calcularse sólo para las m etapas en las que se divide el año, los restantes términos de la ecuación recursiva reorganizada deben calcularse para las n etapas de la vida útil del embalse, donde se pueden seguir los siguientes criterios.

- Se considera un número total de etapas n muy grande, donde en sentido contrario al tiempo la primera será la última y se establece que el beneficio al final de la vida útil del embalse es cero por lo tanto $B_{n+1}^*(j_1, j_2) = 0$ para cada estado de cada presa.
- Posteriormente se utiliza la ecuación recursiva iniciando en sentido contrario al tiempo, por ejemplo comenzamos en diciembre, a partir de estos valores se calcula el valor esperado de los beneficios correspondientes a diciembre, luego a la siguiente etapa, por ejemplo noviembre y así sucesivamente hasta terminar un ciclo anual, estos ciclos deben repetirse hasta que el incremento en los beneficios obtenidos para cada valor i_1, i_2 se repita de un ciclo anual al otro.

La ecuación para el cálculo de $b_{n,k_1}(i_1, j_1)$ y $b_{n,k_1,k_2}(i_1, j_1, i_2, j_2)$, es la función objetivo, con la que se podrán obtener diferentes políticas de operación y obtener la mejor de ellas.

3.3 Función objetivo (FO)

La política de operación óptima de un embalse busca obtener los máximos beneficios acumulados en un horizonte de planeación, los ingresos al embalse de carácter aleatorio, no permiten establecer técnicas determinísticas a dichos beneficios. Se acostumbra maximizar el valor esperado de los beneficios totales

(Domínguez, 1989), por lo que la función objetivo corresponde al beneficio $B_n^{k_1, k_2}(i_1, i_2)$.

Para definir la FO en cada presa se consideró la discretización de todas las variables involucradas; los almacenamientos iniciales i y finales j , las extracciones k , y los estados x , siendo estos la discretización del volumen útil, además se consideró la ecuación de continuidad, imponiendo penalizaciones o castigos si al pasar de un estado inicial i_t , y de una extracción k_t , se llega a un estado j_t implicando un derrame o un déficit.

La FO también contempla agregar una penalización o castigo por superar o quedar debajo de la llamada curva guía, la cual son niveles de almacenamiento propuestos para cada embalse a lo largo del año.

$$\begin{aligned} \mathbf{FO} = \mathbf{Máx E} & (\mathbf{GE}_{\text{presa1}} + \mathbf{GE}_{\text{presa2}} - \mathbf{C}_1\mathbf{DERR}_{\text{presa1}} - \mathbf{C}_2\mathbf{DERR}_{\text{presa2}} - \mathbf{C}_3\mathbf{DEF}_{\text{presa1}} \\ & - \mathbf{C}_4\mathbf{DEF}_{\text{presa2}} - \mathbf{C}_5\mathbf{Vcga1} - \mathbf{C}_6\mathbf{Vcga2} - \mathbf{C}_7\mathbf{Vcgb1} - \mathbf{C}_8\mathbf{Vcgb2}) \\ & \dots \mathbf{(3.17)} \end{aligned}$$

Donde:

$E()$ = Operador valor esperado

GE = Energía Generada.

DERR = Derrame, hm^3

DEF = Déficit, hm^3

C1 y C2: Coeficientes de penalización por derrame (adimensionales).

C3 y C4: Coeficientes de penalización por déficit (adimensionales).

C5 y C6: Coeficientes de penalización por rebase de curva guía alta (adimensionales)

C7 y C8: Coeficientes de penalización por quedar debajo de curva guía baja (adimensionales).

Vcga1 y Vcga2: Volumen rebase de la curva guía alta.

Vcgb1 y Vcgb2: Volumen que queda por debajo de la curva guía baja.

Presa 1: Presa Belisario Domínguez "La Angostura".

Presa 2: Presa Nezahualcóyotl "Malpaso"

En la función objetivo se incluye un factor de conversión de unidades $f = \frac{9.81}{3600}$ para la energía generada.

El beneficio por generación de energía al pasar de un nivel a otro se calcula como:

$$E = \frac{(H_j + H_i)}{2} V \left(\frac{9.81 \eta}{3600} \right) \quad \dots (3.18)$$

Donde:

E energía generada en el intervalo Δt , en GWh.

V volumen turbinado en el intervalo Δt , en hm^3

η Eficiencia del sistema

H_i Carga al inicio del intervalo Δt , referida al nivel de desfogue, en m.

H_j Carga al final del intervalo Δt , referida al nivel de desfogue, en m.

Déficit

El déficit en una presa se da cuando el nivel del embalse se encuentra por debajo del NAMINO ($j_i < 1$) y no se pueden satisfacer las demandas comprometidas (extracciones, k_l), por lo que habrá un castigo o penalización.

Derrame

Cuando el nivel del embalse se encuentra por arriba del NAMO, existirá un derrame ($j_i > NS_l$) por lo que también habrá un castigo o penalización.

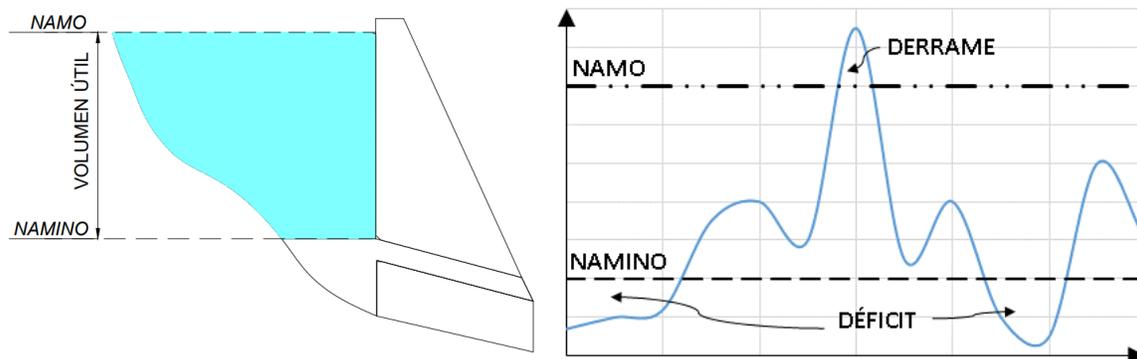


Figura 3.2 Condiciones a evitar en una presa

Los derrames y déficits serán condiciones a evitar durante la operación de la presa, figura 3.2, ya que pueden generar daños como avenidas aguas abajo o no poder satisfacer las demandas (generación de energía, uso agrícola y abastecimiento público).

3.3.1 Definición de Curva guía

La llamada curva guía son niveles de almacenamiento propuestos para un embalse a lo largo del año, los cuales se espera no ser rebasados, para asegurar cumplir

con las condiciones de operación y la seguridad del sistema principalmente durante la temporada de lluvias.

La curva guía actual debe considerar:

Mantener niveles de almacenamiento por abajo del NAMO, variándolos de acuerdo con las temporadas de estiaje y lluvias a lo largo del año, evitando la puesta en operación de los vertederos y asegurando la seguridad del sistema, así como la protección aguas abajo.

La curva guía, figura 3.3, se divide en curva guía alta (CGA) y curva guía baja (CGB); la función objetivo impondrá castigos por superar la curva guía alta y quedar abajo de la curva guía baja.

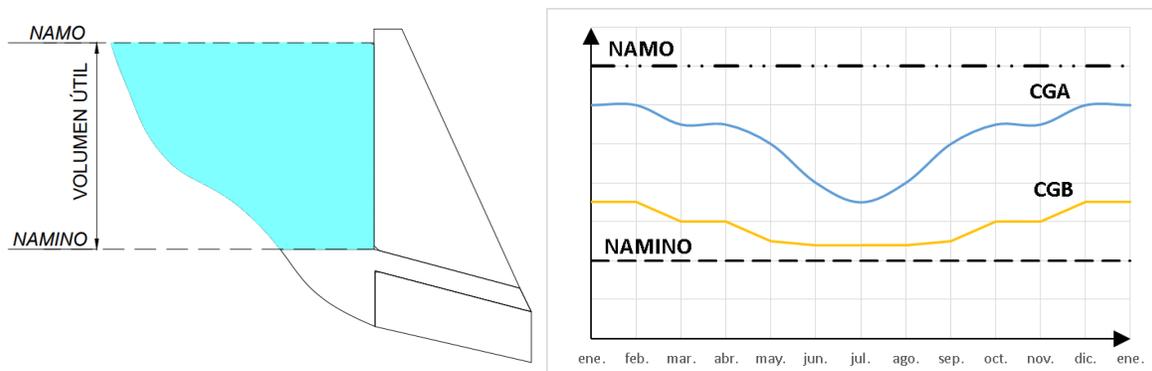


Figura 3.3 Operación de un embalse considerando la curva guía.

En este análisis, se probaron diferentes curvas guía, eligiendo la curva guía que aporte la mejor política de operación, analizando almacenamientos iniciales, mínimos y máximos, energía generada por quincena, derrames, déficits, superar o quedar abajo de la curva guía.

En México las dos dependencias encargadas de la operación del sistema de presas del Río Grijalva son la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). La CFE es una empresa del estado mexicano, la cual provee de energía eléctrica al país, creada desde 1937, por su parte la CONAGUA es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), cuya finalidad es administrar, regular, proteger, controlar el agua nacional. La CONAGUA se creó en 1989, de lo que se conocía como la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

Desde el año 1980, la CFE y la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Naturales, se aprobó en conjunto la curva guía o también llamada curva índice, con la finalidad de descargar 3000 m³/s, el caudal transportado por los cauces en esos años, en el año 2000 se aprobó la curva guía de la presa La Angostura, en el año

2011 con el aumento de crecidas en río Grijalva y cambios en la planicie de Tabasco, reevaluaron y modificaron dichas curva guía, en conjunto con el Instituto de Ingeniería de la UNAM. (Arreguín-Cortés et al, 2014).

En la década actual, se han presentado varios eventos de precipitación extrema sobre la cuenca del río Grijalva, aumentando la presencia de inundaciones aguas abajo de la cuenca, en la planicie de Villahermosa Tabasco y el aumento de crecidas sobre el cauce, cuyos gastos de pico han sido atenuados por las presas del Sistema Grijalva, En el año 2020 durante la temporada de ciclones tropicales y el inicio de frentes fríos, se vieron reflejados aumentos en los ingresos y salidas de las presas Malpaso y Peñitas, entre el 25 de septiembre y el 6 de octubre, a raíz de los frentes fríos 4 y 5, y la tormenta tropical Gamma, posteriormente los frentes fríos 9 y 11, entre el 29 de octubre y el 2 de noviembre, eventos que causaron grandes afectaciones a la planicie de Villahermosa, Tab.

3.4 Funcionamiento de vaso conjunto.

El funcionamiento de un embalse puede representarse mediante la ecuación de continuidad, donde de manera simplificada los volúmenes de ingreso menos los volúmenes de salida, es igual al volumen almacenado en el embalse, durante el mismo intervalo de tiempo, Aparicio, (1996).

$$X - D = \Delta V \quad \dots (3.19)$$

Donde:

X = Volumen de ingreso al embalse durante el intervalo Δt .

D = Volumen de salida al embalse en el mismo intervalo de tiempo.

Δt = Cambio de volumen almacenado en el embalse durante el intervalo Δt ,

El intervalo de tiempo Δt , pueden ser días, semanas, quincenas o meses, dependiendo del tamaño del embalse sin embargo no mayor a un año.

Las entradas al embalse se representan mediante la siguiente ecuación:

$$X = E_{cp} + E_t + E_{ll} \quad \dots (3.20)$$

Ecp: Entradas por cuenca propia

Et: Entradas por transferencia desde otras cuencas.

Ell: entradas por lluvia directa sobre el vaso.

Y las salidas del embalse por la ecuación:

$$S = Sd + Se + Si + Sde \quad \dots (3.21)$$

Donde:

Sd: Volumen extraída para satisfacer la demanda

Se: Volumen evaporado

Si: Volumen infiltrado en el vaso

Sde: Volumen derramado

1) Entradas al vaso

a) Entradas por cuenca propia (Ecp)

Son los volúmenes de escurrimiento superficial generados en la cuenca no controlada que descarga directamente a la presa, figura 3.4.

Las entradas por cuenca propia se cuantifican a partir de los datos recabados en las estaciones hidrométricas de la zona.

Si no se tiene una estación hidrométrica en el sitio, es necesario extrapolar la información recabada en las estaciones más cercanas. Así, las entradas por cuenca propia se calcularían como:

$$Ecp = F_1V_{e1} + F_2V_{e2} + \dots + F_n V_{en} \quad \dots (3.22)$$

Donde

F_1 = Factor de corrección para la estación i

V_{e1} = Volumen de escurrimiento medio en la estación i.

n = Número de estaciones hidrométricas consideradas.

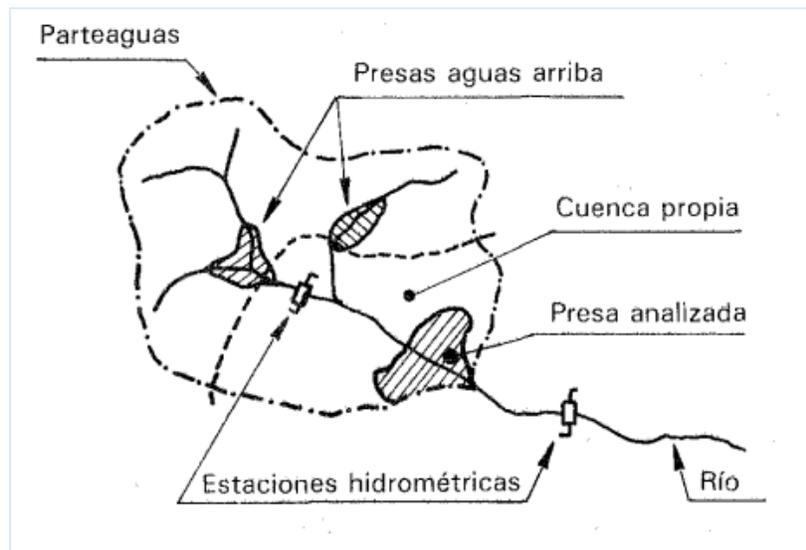


Figura 3.4 Entradas por cuenca propia al vaso (E_{cp}). Fuente: Aparicio (1996)

b) Entradas por transferencia desde otras cuencas (E_t)

Estas entradas provienen de las descargas, libres o controladas, de presas situadas aguas arriba de la presa en cuestión o en otras cuencas.

c) Entradas por lluvias directas sobre el vaso (E_{ll}).

Las entradas por lluvia directa sobre el vaso son:

$$E_{ll} = hp \bar{A} \quad \dots (3.23)$$

hp = Altura de precipitación (normalmente los aparatos que registran la cantidad de lluvia lo hacen en volumen por unidad de área).

\bar{A} = Área promedio del vaso en el Δt . El área se determina por medio de la curva elevaciones-áreas del vaso.

2) Salidas del vaso

a) Volumen extraído para satisfacer la demanda (S_d)

Depende del tipo de aprovechamiento; agua potable, riego, generación de energía eléctrica y de la relación beneficio/ costo de la obra. Durante la simulación del funcionamiento del vaso, este volumen es un dato.

b) Volumen evaporado directamente del vaso (S_e)

Se obtiene de manera similar que la lluvia directa:

$$S_e = h_{ev} \bar{A} \quad \dots (3.24)$$

Donde

h_{ev} = Lamina de evaporación o altura (volumen / unidad de área)

\bar{A} = Área media del vaso durante el Δt .

La evaporación se puede calcular usando fórmulas empíricas como cuando no se cuenta con evaporímetros cerca del vaso.

c) Volumen infiltrado en el vaso (S_i)

Es difícil de medir, generalmente es muy pequeño; si se estima lo contrario será necesario realizar un estudio geológico del vaso que proporcione datos para su estimación.

d) Volumen derramado (S_{de})

Volumen de agua que sale por la obra de excedencias es resultado de la simulación, el cual depende de los niveles de almacenamiento y de la política de operación de las compuertas que se defina para el vaso.

Sustituyendo las ecuaciones de entradas y salidas al vaso en la ecuación de simulación de un vaso se tiene:

$$j = i + x - k$$

Donde

j: Estado final de la presa

i: Estado inicial de la presa

Ecuación obtenida:

$$j = i + (E_{cp} + E_t + E_{ll}) - (S_d + S_e + S_{de}) \quad \dots (3.25)$$

Para el sistema Grijalva compuesto por 4 hidroeléctricas; La Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

Presa La Angostura:

Al ser el primer embalse aguas arriba se considera un embalse aislado con entradas por cuenca propia, mientras en las salidas del vaso se consideran los volúmenes extraídos para satisfacer la demanda (por obra de toma) y los volúmenes derramados por el vertedor.

Por lo que la ecuación de continuidad toma la forma:

$$j = i + E_{cp} - (S_d + S_{de}) \quad \dots (3.26)$$

Para las presas Chicoasén, Malpaso y Peñitas al estar conectadas en serie se considera además de las entradas por cuenca propia, las entradas por transferencia del embalse aguas arriba de ellas, es decir se consideran los volúmenes extraídos para satisfacer la demanda (por obra de toma) y los volúmenes derramados por el vertedor, de la presa anterior.

Presa Chicoasén

$$j = i + E_{cp} + (S_d + S_{de})_{LA\ ANGOSTURA} - (S_d + S_{de}) \quad \dots (3.27)$$

Presa Malpaso:

$$j = i + E_{cp} + (S_d + S_{de})_{CHICOASÉN} - (S_d + S_{de}) \quad \dots (3.28)$$

Presa Peñitas:

$$j = i + E_{cp} + (Sd + Sde)_{MALPASO} - (Sd + Sde) \quad \dots (3.29)$$

Las ecuaciones anteriores reproducen el funcionamiento de las presas que integran el conjunto Grijalva sin embargo el sistema se puede simplificar si se toma en cuenta la capacidad de regulación de los embalses.

Para la simulación de los embalses La Angostura y Malpaso se pueden utilizar lapsos de tiempos quincenales o mensuales pero las presas Chicoasén y Peñitas al operar normalmente tienen tiempos de regulación mucho más cortos, por lo que el sistema puede ser modelado con solo 2 embalses:

1. La Angostura.
2. Malpaso.

Las presas Chicoasén y Peñitas no participan por su escasa capacidad de regulación, ya que sus volúmenes de entradas son prácticamente igual a sus salidas, entonces los volúmenes de Chicoasén se asocian a los de la presa Malpaso mientras que los volúmenes de Peñitas no interfieren en ningún momento.

En el sistema equivalente conformado por 2 presas, la carga hidráulica de Chicoasén se suma a la carga de La Angostura mientras que el desnivel de Peñitas se añade al vaso de Malpaso, para efectos de la energía generada.

Es importante considerar los desniveles debido a que el beneficio directo del conjunto del río Grijalva depende de la generación de energía eléctrica, en la tabla 3.1, se resume las condiciones para la simulación de vaso conjunto:

Tabla 3.1 Consideraciones al simular.

	La Angostura	Malpaso
Volumen ingresado	Entradas por cuenca propia	Entradas por cuenca propia y por transferencia de la presa Chicoasén y La Angostura.
Volumen egresado	Volumen por operación normal y por vertedor	Volumen por operación normal y por vertedor
Carga hidráulica	Carga de La Angostura más carga de Chicoasén	Carga del embalse Malpaso más carga de Peñitas

3.5 Coeficiente de auto- correlación DELVOL

El coeficiente de autocorrelación de los volúmenes de ingreso en un intervalo de tiempo (t), toma en cuenta la dependencia de los escurrimientos sucesivos de la serie histórica, en este análisis se consideran quincenas como intervalo de tiempo, por lo tanto, la correlación será entre la quincena j y la quincena j+1.

Para tomar en cuenta el coeficiente de autocorrelación en el volumen de extracción $V_{ext_{l,t}}$, este último lo dicta la política de cada presa, se propone sumar a dicho volumen ($V_{ext_{l,t}}$), un volumen DELVOL el cual dependerá si el ingreso en la quincena analizada ($V_{l,a,j-1}$), fue mayor o menor que el volumen promedio del ingreso histórico ($\bar{V}_{l,j-1}$), de la quincena en cuestión, el volumen DELVOL se obtiene como:

$$DELVOL_{L,j} = m_{l,j-1} * [V_{l,a,j-1} - \bar{V}_{l,j-1}] \quad \dots (3.30)$$

$DELVOL_{L,t}$: Volumen sumado al volumen de extracción, para la presa l, en la quincena j.

$m_{l, j-1}$: Pendiente de la regresión lineal entre los volúmenes de entrada de la quincena j-1 y j, dado el embalse l.

$V_{l, a, j-1}$: Volumen de ingreso en la quincena j -1, en la presa l, dado el año a.

$\bar{V}_{l, j-1}$: Volumen medio histórico de entrada, en el embalse l, en la quincena j-1.

A modo de ejemplo en la tabla 3.2 se observa el registro histórico de los escurrimientos, en la figura 3.5 se muestra la regresión lineal entre las quincenas Ene Q1 y Ene Q2, en el caso de la presa Malpaso y la determinación del volumen medio quincenal y de la pendiente que usa la ecuación 3.30.

Tabla 3.2 Registro histórico de los volúmenes de ingreso a la presa Malpaso

Año	Ene Q1	Ene Q2	Feb Q1	Feb Q2	.	.	.	Dic Q2
1959	327.20	327.20	272.20	193.10				235.90
.
.
2018	129.20	413.85	275.62	107.87	.	.	.	145.44
2019	230.81	281.87	282.90	354.53	.	.	.	508.60
2020	270.01	303.20	260.23	293.41	.	.	.	548.65
Media = $\bar{V}_{l, j-1}$	224.85	200.39	178.48	137.21	.	.	.	250.98
Pendiente = $m_{l, j-1}$	0.2734	0.2685	0.5929	0.4893	.	.	.	0.3378
Ord al origen	138.91	124.66	33.182	54.947	.	.	.	140.05

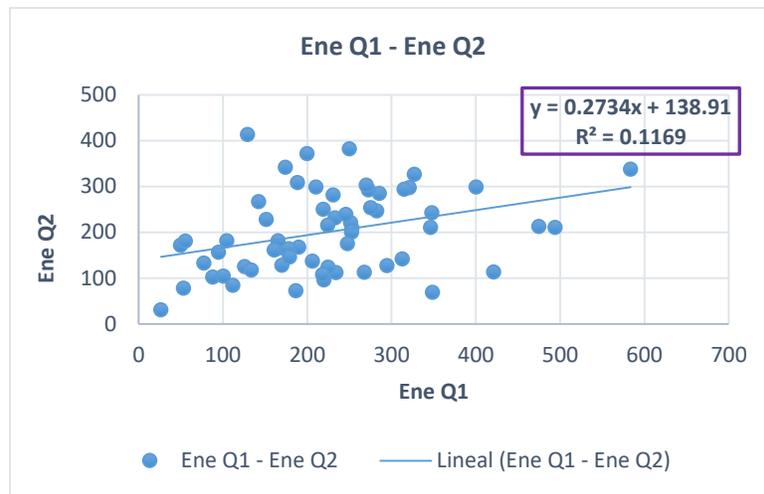


Figura 3.5 Ecuación de regresión lineal entre el volumen de ingreso entre la quincena $j-1$ y la quincena j . Presa Malpaso

El algoritmo desarrollado a partir de la Programación Dinámica Estocástica (PDE), incluye el volumen DELVOL durante el proceso de simulación, al resultar conveniente el evitar que el número de estados crezca considerablemente si se introduce en el proceso de Optimización, por tanto, el volumen DELVOL queda de la siguiente manera:

$$Vext_{l,j} = Vext_{l,j}^* + DELVOL_{l,j} \quad \dots (3.31)$$

Donde:

$Vext_{l,j}$: Volumen de extracción que toma en cuenta la correlación existente entre los volúmenes de ingreso.

$Vext_{l,j}^*$: Volumen de extracción resultado de la política óptima obtenida con programación dinámica estocástica (PDE).

3.6 Software del algoritmo de programación dinámica estocástica aplicado a las presas del río Grijalva.

El Instituto de Ingeniería de la UNAM, Domínguez et al, (1993), desarrolló tres programas de cómputo ejecutables en código Fortran, los cuales se han ido actualizando y mejorando desde entonces para determinar políticas de operación de dos embalses que funcionan en cascada, usando la metodología de la programación dinámica estocástica.

Los códigos ejecutables son; **cafit2p.for**, **opdin2vs.for**, **simq2pcm.for.**, utilizados en ese orden, los cuales finalmente permiten obtener el funcionamiento de vaso conjunto de dos embalses.

3.6.1 Programa para obtener los beneficios inmediatos en cada etapa, programa de optimización y programa de simulación

3.6.1.1 Cffit2p.for

En el apartado 3.2 se definió la ecuación para obtener el beneficio máximo esperado con programación dinámica estocástica, para dos embalses en cascada, dicha ecuación puede escribirse en dos partes:

$$B_n^{k_1, k_2} = \phi_{n, k_1, k_2}(i_1, i_2) + \sum_{j_1=1}^{NS_1} \sum_{j_2=1}^{NS_2} q_{n, k_1}(i_1, j_1) q_{n, k_2}(i_2, j_2) B_{n+1}^*(j_1, j_2)$$

... Ec. (15), Cap 3.2.

La parte 1 es donde el cálculo se repite debido al carácter aleatorio de los ingresos al embalse, la segunda parte de la ecuación obtiene los beneficios totales acumulados $B_n^{k_1, k_2}(i_1, i_2)$.

El programa **cafit2p.for** calcula el beneficio máximo esperado para cada etapa, $\phi_n^k(i)$, (*fis*), en su actualización más reciente las etapas, n , pueden estar formadas por quincenas o meses.

Dadas las extracciones k_1 y k_2 , en los instantes i_1 , i_2 , el programa **cafit2p.for** calcula las $\phi_{n, k_1, k_2}(i_1, i_2)$, *fis*, escribiendo el resultado en archivos binarios, los cuales son leídos en el siguiente programa **opdin2vs.for**, el cual calcula la segunda parte de la ecuación.

Considerando en la función de beneficios $b_{n, k_1}(i_1, j_1)$ y $b_{n, k_1, k_2}(i_1, j_1, i_2, j_2)$ penalizaciones o castigos por derrames, déficits, superar o quedar abajo de la curva guía.

El programa **cafit2p.for** contempla la definición para cada embalse de las siguientes variables:

- ✓ Definir las etapas n , en las que se dividirá el año, meses o quincenas.
- ✓ Definir el número de estados NS en los que se divide el volumen útil del embalse, desde 1 hasta n , variable discretizada con un ΔV .

Para cada etapa n y estado inicial de almacenamiento i_1 , i_2 .

- ✓ Definir los volúmenes de ingreso al embalse, mediante una probabilidad de ocurrencia entre 0 y 1, variable discretizada con un ΔV .
- ✓ Definir una política de extracción k_1, k_2 , variable discretizada con un ΔV .

Una vez definidas las variables, el algoritmo que sigue el programa `cafit2.for`, se describe en el siguiente diagrama

1. Dada la etapa n , los estados iniciales i_1, i_2 , y la política de extracción k_1, k_2
2. Se obtiene los estados finales j_1, j_2 con la ecuación de continuidad:

$$j = i + x - k$$

Si $j_i > x_n$

$$j_i = x_n$$

x_n : Estado máximo $n\Delta V$

Si $1 < j_i$

$$j_i = 1$$

1: Estado Mínimo $1\Delta V$

Al finalizar se obtiene: j_1, i_{+1}, j_2, i_{+1}

3. Calcula el beneficio para cada ingreso x_{n1}, x_{n2} , con la ecuación de beneficios.

$$b_{n,k_1}(i_1, j_1) \text{ y } b_{n,k_1,k_2}(i_1, j_1, i_2, j_2)$$

4. Multiplica el beneficio de cada ingreso x_{n1}, x_{n2} , por su probabilidad de recurrencia
5. .

$$q_{n,k_1}(i_1, j_1)b_{n,k_1}(i_1, j_1) \text{ y } q_{n,k_2}(i_2, j_2)b_{n,k_1,k_2}(i_1, j_1, i_2, j_2)$$

6. Realiza la sumatoria de todos los benéficos por etapa n para cada presa y suma ambas presas.

$$\phi_{n,k_1,k_2}(i_1, i_2) = \sum_{j_1=1}^{NS_1} q_{n,k_1}(i_1, j_1)b_{n,k_1}(i_1, j_1) + \sum_{j_2=1}^{NS_2} q_{n,k_2}(i_2, j_2)b_{n,k_1,k_2}(i_1, j_1, i_2, j_2)$$

El número de valores de $\varphi_{n,k_1,k_2}(i_1, i_2)$, fis, está dado por las el número de estados x_n , el número de etapas n y las extracciones k , en tanto:

$$\emptyset = x_n * n * k$$

A partir de su versión más reciente del programa **calfit2.for** se incluyen las siguientes modificaciones:

1. Las políticas de operación pueden ser determinadas para etapas formadas por quincenas o meses.
2. La discretización de la capacidad útil puede ser más fina. El valor más fino en el compilador del Fortran de Microsoft Developer Studio (Microsoft Comparison, 1994 - 95) es de $\Delta V = 200 \text{ hm}^3$. $1 \text{ hm}^3 = 1 \text{ millón de m}^3$.
3. Se cuantifica el exceder o quedar debajo de las curvas guía para penalizar el evento, es decir, cuantifica cuantos estados se exceden o se queda debajo de la curva guía, esta cantidad se multiplica por el coeficiente de penalización y se resta en la Función Objetivo (**FO**).

El programa necesita los siguientes archivos de datos y como resultado escribe los archivos llamados FITEXX, siendo XX una variable tipo carácter que identifica el número de la etapa. En la figura 3.6 se tiene la estructura del programa.

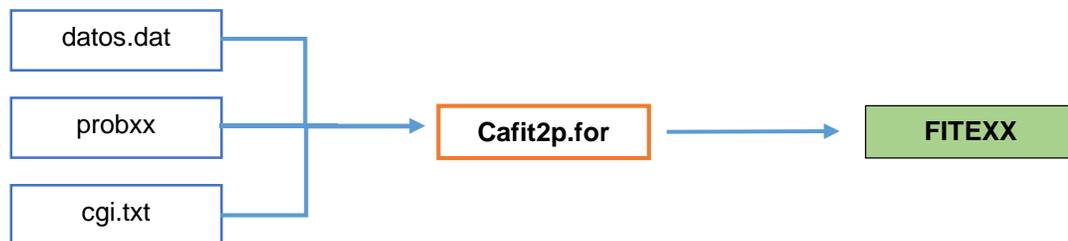


Figura 3.6 Estructura del programa *Calfit2p.for*.

Los archivos de datos que necesita el programa *calfit2p.for* son:

1. **Datos.dat**
2. **ProbXX**
3. **cgi**

y entrega los archivos de salida:

4. **FITEXX**

Los archivos FITEXX alimentan al segundo programa llamado **opdin2vs.for**.

3.6.1.2 *Opdin2vs.for*

Una vez calculadas las **fis**, $\phi_{n,k_1,k_2}(i_1, i_2)$ con el programa **cafit2.for**, el programa **opdin2vs.for** calcula la segunda parte de la ecuación y obtiene los beneficios totales acumulados $B_n^{k_1,k_2}(i_1, i_2)$.

El código obtiene en orden cronológico y acorde al intervalo de tiempo (mensual o quincenal), la extracción para cada presa y para cada intervalo de discretización de volumen.

El algoritmo de la PDE es de recursión hacia atrás, es decir, comienza en el año **N** hasta el año 1, se calcula de la siguiente manera:

1. El cálculo va en sentido cronológico descendente, el beneficio en la última etapa n y el último año N , se iguala a 0. $B_{n+1}^*(j_1, j_2) = 0$

Por tanto:

$$B_n^{k_1,k_2} = \phi_{n,k_1,k_2}(i_1, i_2)$$

El beneficio en la última etapa n y año N será la f_i máxima de la etapa.

2. Al pasar a la siguiente etapa **n-1**. Los estados iniciales i_1, i_2 , serán los estados finales de la etapa n , es decir; j_1, j_2 .
3. Se obtiene los nuevos estados finales j_1, j_2 para la etapa $n-1$, con la ecuación de continuidad: $j = i + x - k$

Si $j_i > x_n$

$$j_i = x_n$$

x_n : Estado máximo $n\Delta V$

Si $1 < j_i$

$$j_i = 1$$

1: Estado Mínimo $1\Delta V$

4. Calcula el beneficio para cada ingreso n_{x1}, n_{x2} , con la ecuación de beneficios.

$$B_{n+1}^*(j_1, j_2)$$

5. Obtiene: $j_{1, i+1}, j_{2, i+1}$ para la etapa $N-1$, dada la extracción y el estado.

6. Multiplica el beneficio de cada ingreso x_{n1} , x_{n2} , por su probabilidad de recurrencia, en ambas presas.

$$q_{n,k_1}(i_1, j_1) q_{n,k_2}(i_2, j_2) B_{n+1}^*(j_1, j_2)$$

7. Realiza la sumatoria de todos los benéficos por etapa n-1, correspondiente a ambos embalses.

$$\sum_{j_1=1}^{NS_1} \sum_{j_2=1}^{NS_2} q_{n,k_1}(i_1, j_1) q_{n,k_2}(i_2, j_2) B_{n+1}^*(j_1, j_2)$$

8. A la suma de los beneficios de la etapa n-1 se suma la fi de dicha etapa, obteniendo el beneficio total de la etapa dada la política de extracción.

$$B_n^{k_1, k_2} = \phi_{n, k_1, k_2}(i_1, i_2) + \sum_{j_1=1}^{NS_1} \sum_{j_2=1}^{NS_2} q_{n, k_1}(i_1, j_1) q_{n, k_2}(i_2, j_2) B_{n+1}^*(j_1, j_2)$$

9. El cálculo se repite para los siguientes estados NS, obteniendo el máximo beneficio en cada una de ellas, en la etapa n-1.
10. De los máximos beneficios obtenidos se selecciona el mínimo y se resta en los cada uno de los máximos beneficios obtenidos en el paso anterior, para no manejar números muy grandes y reducir el tiempo de cómputo.
11. El proceso se repite para la siguiente etapa n-2 y hasta completar un ciclo anual, el cálculo continuo con el año N-1.
12. El procedimiento se repite para los años anteriores, teniendo como condición de paro que el incremento en los beneficios sea igual entre un ciclo anual a otro.
13. Dada la condición de paro, la política de óptima tendrá los resultados del último ciclo de cálculo.

El programa **Opdin2vs.for** desde su creación se ha mantenido sin cambios o actualizaciones durante las diversas actualizaciones a los programas.

Este programa tiene la estructura de la figura 3.7.



Figura 3.7 Archivos de entrada y salida del programa *Opdin2vs.for*

Los archivos de entrada que necesita el programa **opdin2vs.for** son el archivo:

1. **FITExx**
2. **datosgen.dat**
3. **probxx**

El programa **opdin2vs.for** escribe los siguientes archivos:

4. **MEEVS**
5. **DIFANVS**
6. **ARPOLVS**

En los archivos de resultados MEEVS se escriben las políticas de operación en forma matricial.

3.6.1.2 Simq2pcm.for

Una vez calculado la política óptima y las extracciones reales k_1 y k_2 , con el programa **opdin2vs.for**, el tercer programa **simq2pcm.for** realiza el funcionamiento de vaso conjunto para dos embalses en cascada.

1. Se calcula el volumen extraído de cada presa, utilizando las políticas de extracción calculadas “ k_1 , k_2 ” del programa **opdin2vs** en términos de volumen.
2. Se calculan los almacenamientos finales “ j_1 , j_2 ”, usando la ecuación de continuidad con los volúmenes extraídos “ k_1 , k_2 ” y los ingresos quincenales históricos registrados.
3. Con ayuda de las curvas de elevaciones-áreas, se comprueba que ninguno de los valores exceda los máximos establecidos en las curvas guía.

4. El proceso continúa para cada quincena o mes, hasta obtener para cada presa;
- * Los almacenamientos iniciales, en hm^3
 - * Las extracciones finales reales, en hm^3
 - * Los volúmenes derramados, derrames, en hm^3
 - * Los volúmenes de déficit, en hm^3
 - * La energía promedio generada por quincena o mes, dependerá de la etapa de análisis, en GWh/ (mes o quincena)

El código simula el funcionamiento conjunto en forma mensual o quincenal para años cronológicos, de dos embalses que operan en cascada. En su versión actualizada se pueden analizar los siguientes casos:

- a) Simulación mensual y año cronológico
- b) Simulación quincenal y año cronológico

En los archivos de las políticas se contemplan los siguientes casos:

- a) Simulación quincenal y archivo de políticas quincenal
- b) Simulación quincenal y archivo de políticas mensual
- c) Simulación mensual y archivo de políticas mensual

El programa requiere el archivo resultado del programa anterior **opdin2vs.for**, **ARPOLVS**, los volúmenes de ingreso al embalse y el archivo **DATOSGE**, en la figura 3.8, se muestra la estructura del programa.

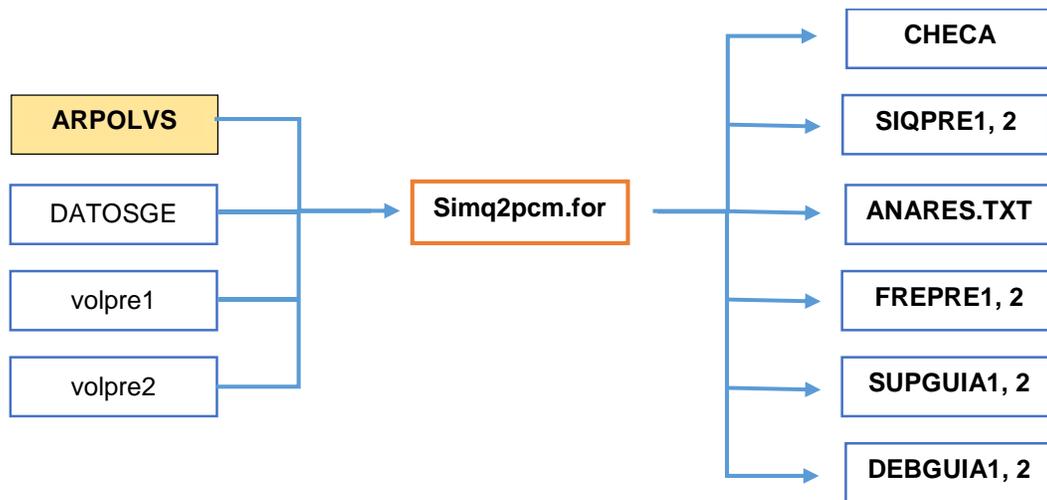


Figura 3.8 Estructura de datos, programa *Simq2pcm.for*

El programa requiere de los archivos:

1. ARPOLVS

2. DATOSGE
3. volpre1 y volpre2

Los archivos de salida son:

4. CHECA
5. SIQPRE1 y SIQPRE2
6. ANARES.TXT
7. FEPRE1 y FEPRE2
8. SUPGUIA1 y SUPGUIA2
9. DEBGUIA1 y DEBGUA2

3.7 Resumen de la estructura de los programas, archivos de entrada y archivos de resultados.

Los programas descritos en el capítulo 3.6, contemplan archivos de lectura de datos de entrada y así obtener la política de operación óptima de dos embalses en cascada, figura 3.9.

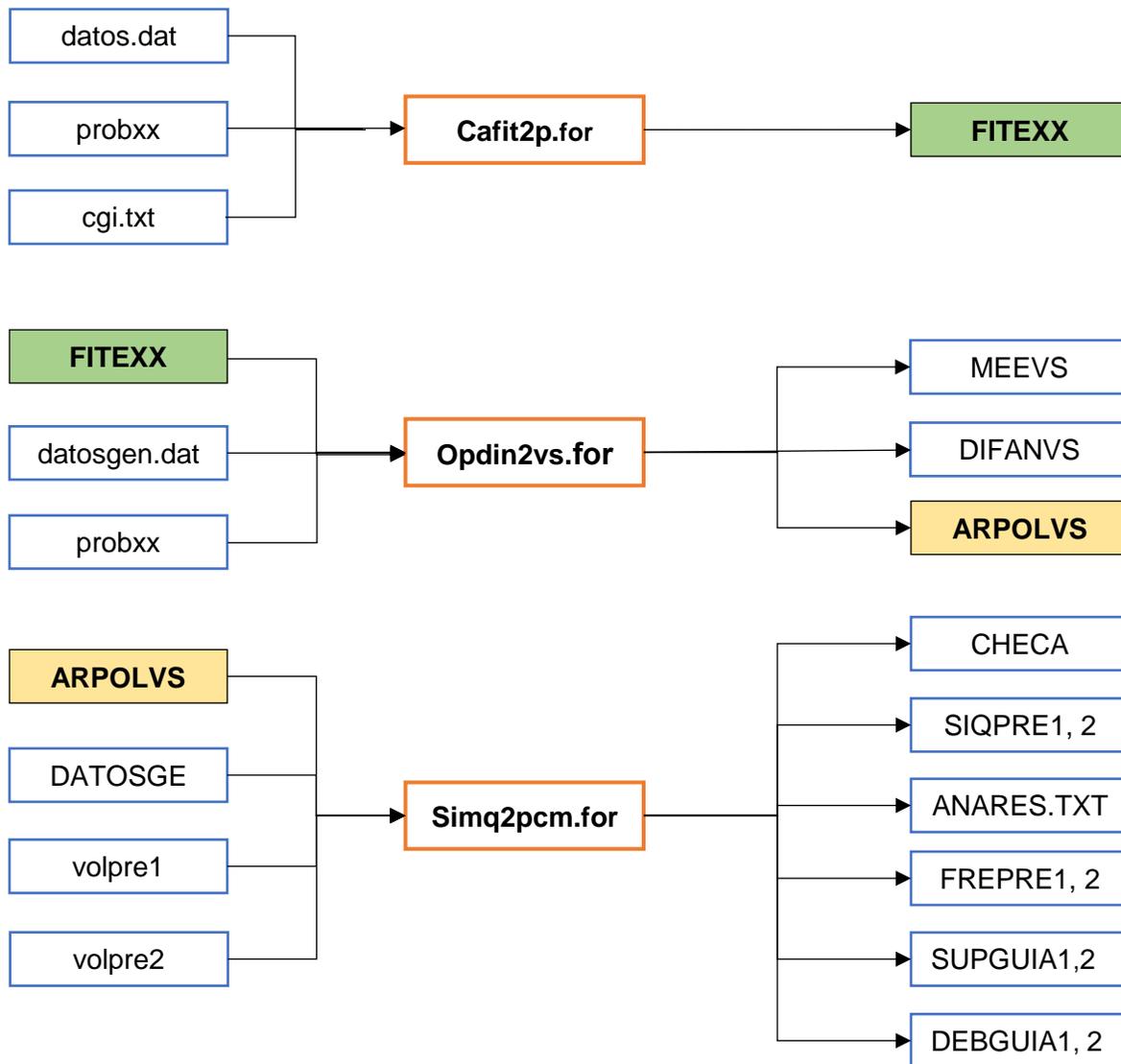


Figura 3.9 Estructura de los programas para la obtención de una política óptima de dos presas en cascada. Adaptación. Padilla (2018)

Cafit2p.for

El programa `cafit2p.for` necesita de 3 archivos para el cálculo de las fis $\phi_{n,k1,k2}(i_1, i_2)$, los cuales son:

- `datos.dat`
- `probXX`
- `cgi.txt`

El archivo datos.dat, figura 3.10, contiene todos los datos necesarios de la presa 1 y la presa 2, necesarios para obtener las fis:

datos.dat

```

2 7 200.0 0.1 1
4 2 2 2 2 3 9
Embalse 1 {
65
10.0 10.0 10.0 10.0 10.0 10.0 10.0
10.0 10.0 10.0 10.0 10.0 10.0 10.0
50.0 80.0 200.0 200.0 150.0 90.0 50.0
50.0 50.0 50.0 50.0 50.0 50.0 50.0
0.4 0.7
269.5
1425
0.01
1
0.0214 0.7763
2
0.8 0.7
Embalse 2 {
46
100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0
10.0 10.0 10.0 10.0 10.0 10.0 10.0
100.0 100.0 150.0 150.0 100.0 90.0 80.0
50.0 50.0 50.0 50.0 50.0 50.0 50.0
0.4 0.7
93.9
1810
0.01
1
0.0107 0.8982
2
0.8 0.7

```

Figura 3.10 Ejemplo de archivo datos.dat

El archivo **datos** tiene extensión .dat, los primeros dos renglones o registros contiene información de ambos embalses, mientras que a partir del tercer registro y hasta el 14, pertenecen al embalse 1, repitiéndose para el embalse 2.

En la tabla 3.3, se describe cada uno de los registros que componen el archivo datos.dat.

Tabla 3.3 Descripción del archivo datos.dat.

# Registro	1	2	3	4	5	6	7	
REGISTRO 1	2	7	200	0.1	1			Número de presas, Número de etapas, Intervalo de discretización del volumen útil, $\Delta V.$, Valor para calcular el factor de ajuste, factor de escala.
REGISTRO 2	4	2	2	2	2	3	9	Número de meses o quincenas de la etapa, n.
REGISTRO 3	65							Número de estados en los que se divide el volumen útil, $n\Delta V$. Embalse 1.

# Registro	1	2	3	4	5	6	7	
REGISTRO 4	10	10	10	10	10	10	10	Coefficiente de penalización por derrame para el embalse 1, en la etapa n.
REGISTRO 5	10	10	10	10	10	10	10	Coefficiente de penalización por déficit para el embalse 1, en la etapa n.
REGISTRO 6	50	80	200	200	150	90	50	Coefficiente de penalización por superar la curva guía alta, para el embalse 1, en la etapa n.
REGISTRO 6	50	50	50	50	50	50	50	Coefficiente de penalización por quedar abajo de la curva guía baja, para el embalse 1, en la etapa n.
REGISTRO 7	0.4	0.7						Factores de escala para límites inferior y superior para la energía pico, respectivamente para la función objetivo para cada presa.
REGISTRO 8	269.5							Diferencia entre el NAMINO y el nivel medio de desfogue (en m), embalse 1.
REGISTRO 9	1425							Volumen turbinable máximo para el embalse 1, se debe de dar acorde a la etapa, esto es, si se manejan meses entonces es el valor mensual y si son quincenas es el valor quincenal (en hm ³)
REGISTRO 10	0.01							Eficiencia
REGISTRO 11	1							Ecuación de ajuste a la curva de elevaciones – volúmenes. El valor de 1 indica que se utiliza la ecuación de tipo potencial $y=ax^b$ del embalse 1.
REGISTRO 12	0.0214	0.7763						Coefficientes del ajuste a y b de la ecuación potencial, del embalse 1.
REGISTRO 13	2							Número de tramos en lo que se divide la pendiente de la curva de generación de energía, admitiendo máximo 2 cambios en el embalse 1.
REGISTRO 14	0.8	0.7						Pendiente de cada tramo definido del registro 13, embalse 1.
REGISTRO 3	46							Número de estados en los que se divide el volumen útil, nΔV. Embalse 2.
REGISTRO 4	100	100	100	100	100	100	100	Coefficiente de penalización por derrame para el embalse 2, en la etapa n.
REGISTRO 5	10	10	10	10	10	10	10	Coefficiente de penalización por déficit para el embalse 2, en la etapa n.
REGISTRO 6	100	100	150	150	100	90	80	Coefficiente de penalización por superar la curva guía alta, para el embalse 2, en la etapa n.
REGISTRO 6	50	50	50	50	50	50	50	Coefficiente de penalización por quedar abajo de la curva guía baja, para el embalse 2, en la etapa n.
REGISTRO 7	0.4	0.7						Factores de escala para límites inferior y superior, respectivamente para la función objetivo.
REGISTRO 8	93.9							Diferencia entre el NAMINO y el nivel medio de desfogue (en m), embalse 2.
REGISTRO 9	1810							Volumen turbinable máximo para el embalse 2, se debe de dar acorde a la etapa, esto es, si se manejan meses entonces es el valor mensual y si son quincenas es el valor quincenal (en hm ³)
REGISTRO 10	0.01							Eficiencia
REGISTRO 11	1							Ecuación de ajuste a la curva de elevaciones – volúmenes. El valor de 1 indica que se utiliza la ecuación de tipo potencial $y=ax^b$ embalse 2.
REGISTRO 12	0.0107	0.8982						Coefficientes del ajuste a y b de la ecuación potencial, del embalse 2.

# Registro	1	2	3	4	5	6	7	
REGISTRO 13	2							Número de tramos en lo que se divide la pendiente de la curva de generación de energía, admitiendo máximo 2 cambios en el embalse 2.
REGISTRO 14	0.8	0.7						Pendiente de cada tramo definido del registro 13, embalse 2.

probxx

El archivo probxx, figura 3.11, contiene las probabilidades de ocurrencia de los volúmenes de ingreso al embalse, variable discretizada con un ΔV .

El número de archivos probxx depende del número de etapas n, en las que se dividirá el año, por ejemplo; si el año quedo dividido en 7 etapas los archivos probxx serán: prob01, prob02... hasta, prob07.

Ejemplo prob01.

9	13	6	29	8	38								
0.032	0.048	0.048	0.097	0.177	0.35	0.117	0.066	0.065	!etapa 1 nov y dic				
0.016	0.016	0.016	0.016	0.032	0.048	0.113	0.129	0.291	0.194	0.081	0.032	0.016	

Figura 3.11 Ejemplo de archivo probxx

Cada archivo probxx, contendrá 3 registros.

Registro 1:

- ✓ Número de probabilidades de ingreso al embalse 1 y embalse 2.
- ✓ La extracción mínima discretizada con un ΔV , de la etapa en cuestión para el embalse 1 y 2.
- ✓ La extracción máxima discretizada con un ΔV , de la etapa en cuestión para el embalse 1 y 2.

Registro 2.

Probabilidades de ingreso al embalse 1, cada valor está asociado a la probabilidad de ingreso dependiendo el intervalo $n\Delta V$, la suma de los valores debe dar 1.

Registro 3.

Probabilidades de ingreso al embalse 2, cada valor está asociado a la probabilidad de ingreso dependiendo el intervalo $n\Delta V$, la suma de los valores debe dar 1.

cgi.txt

El archivo cgi.txt, figura 3.12, contiene información sobre la curva guía alta y baja.

Embalse 1,	{	66	54	44	37	33	32	43
CGA y CGB		20	20	18	16	14	12	14
Embalse 2,	{	47	34	28	27	30	33	38
CGA y CGB		16	15	14	12	10	8	10

Figura 3.12 Ejemplo de archivo *cgi.txt*

En el archivo *cgi.txt* el número de columnas está asociado al número de etapas, en este ejemplo el año se dividió en 7, en cuanto a las filas, 2 son para el embalse 1 y dos más para el embalse 2, la primera fila corresponde a la curva guía alta y la segunda fila a la curva guía baja.

Los valores de la curva guía, son una variable de tipo entero, la cual fue discretizada con un ΔV .

FITEXX

Los archivos de resultados del programa *cafit2p.for* de nombre FITEXX, figura 3.13, contendrán los máximos beneficios por etapa fis $\varphi_{n,k1,k2}(i_1, i_2)$, el número de archivos dependerá del número de etapas.

-1345.724000	-1395.675000	-1445.631000	-1495.605000
-1545.629000	-1595.736000	-1645.987000	-1696.411000
-1747.088000	-1797.921000	-1848.818000	-1899.744000
-1950.686000	-2001.646000	-2052.620000	-2103.608000
-2154.608000	-2205.608000	-2256.608000	-2307.608000
-2358.608000	-2409.609000	-2460.609000	-2511.609000
-2562.608000	-2613.608000	-2664.608000	-2715.608000
-2766.608000	-2817.609000	-2868.608000	
-1380.210000	-1429.898000	-1479.854000	-1529.828000
-1579.841000	-1629.931000	-1680.144000	-1730.523000
-1781.101000	-1831.868000	-1882.738000	-1933.653000
-1984.590000	-2035.543000	-2086.512000	-2137.495000
-2188.490000	-2239.490000	-2290.490000	-2341.490000
-2392.490000	-2443.490000	-2494.490000	-2545.490000
-2596.490000	-2647.490000	-2698.490000	-2749.489000
-2800.490000	-2851.490000	-2902.490000	

Figura 3.13 Ejemplo de archivo *FITEXX*

Los archivos FITEXX son de gran extensión, ya que son proporcionales al número de etapas n , por el número de estados x_n y por las extracciones k .

Opdin2vs.for

El programa *Opdin2vs.for* necesitara los archivos FITEXX generados por el programa *cafit2p.for*, los archivos *probxx*, correspondientes a las probabilidades de los volúmenes de ingreso al embalse y un archivo más llamado *datosgen.dat*.

datosgen.dat

El archivo datosgen.dat, figura 3.14, contiene los intervalos de tiempo de las etapas en las que se divide el año, para encontrar la política óptima, en la tabla 3.4 se describe cada uno de los registros que componen el archivo.

```

2 65 46 100 7 200.0 1.0e-05 1425.0 1810.0 0
ETAPA 1: NOV-DIC
4 21 22 23 24
ETAPA 2: OCT
2 19 20
ETAPA 3: SEP
2 17 18
ETAPA 4: AGO
2 15 16
ETAPA 5: JUL
2 13 14
ETAPA 6: 2Q MAY-JUN
3 10 11 12
ETAPA 7: ENE-FEB-MAR-ABR-1Q MAY
9 1 2 3 4 5 6 7 8 9
    
```

Figura 3.14 Ejemplo de archivo datosgen.dat

Tabla 3.4 Descripción de los registros del archivo datosgen.dat

Registro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Descripción	
Registro 1	2	65	46	100	7	200	1.00E-05	1425	1810	0	1. Número de presas, 2. Número de estados presa #1, 3. Número de estados presa #2, 4. Número de iteraciones, 5. Número de etapas, 6. Intervalo de discretización ΔV , 7. Tolerancia, 8. Extracción máxima permisible (mensual o quincenal) presa #1, 9. Extracción máxima permisible (mensual o quincenal) presa #2, 10. Índice de intervalo de tiempo, quincenas =0, meses =1.	
Registro 2	ETAPA 1	NOV-DIC										Número y Título de la etapa
Registro 3	4	21	22	23	24						1. Número de quincenas o meses que componen la etapa, por ejemplo, la Etapa 1: Nov a Dic, se compone de 4 quincenas. 2 al 9, Las quincenas se enumeran de la última a la etapa 1, tal que la Etapa 7 está compuesta por 7 quincenas y al concluir el año en la Etapa 1, las quincenas suman 24, un ciclo anual.	
Registro 2	ETAPA 2	OCT										
Registro 3	2	19	20									
Registro 2	ETAPA 3	SEP										

Registro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Descripción
Registro 3	2	17	18								
Registro 2	ETAPA 4	AGO									
Registro 3	2	15	16								
Registro 2	ETAPA 5	JUL									
Registro 3	2	13	14								
Registro 2	ETAPA 6	2Q MAY- JUN									
Registro 3	3	10	11	12							
Registro 2	ETAPA 7	ENE-FEB-MAR-ABR-1Q MAY									
Registro 3	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

MEEVS

El archivo MEEVS, figura 3.15, es un archivo de resultados, dado en forma matricial, el cual contiene una tabla con la política de operación óptima, expresada en estados - extracciones, la tabla indica cuanto debe extraerse dependiendo de la etapa y del estado de los embalses, las columnas indican los estados del embalse 1 y las filas del embalse 2. Es decir, es una segunda manera de representar la política óptima de operación de dos embalses en cascada.

		ETAPA 1: NOV-DIC										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
45	46											
1	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608
	0626	0626										
2	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608
	0626	0626										
3	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608
	0626	0626										
4	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608
	0626	0626										
5	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608
	0626	0626										
6	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608
	0626	0626										

Figura 3.15 Ejemplo del archivo MEEVS

DIFANVS

El archivo DIFANVS, figura 3.16, es un archivo de resultados, este archivo escribe la diferencia entre de una iteración a otra, durante el proceso de optimización y generación de la política óptima de operación de dos embalses en cascada.

SUMA TOTAL DE DIFERENCIAS EN EL AÑO	1.143595E+07	2
SUMA TOTAL DE DIFERENCIAS EN EL AÑO	407693.900000	3
SUMA TOTAL DE DIFERENCIAS EN EL AÑO	7348.773000	4
SUMA TOTAL DE DIFERENCIAS EN EL AÑO	156.020600	5
SUMA TOTAL DE DIFERENCIAS EN EL AÑO	7.150452	6
.	.	.
.	.	.
.	.	.
SUMA TOTAL DE DIFERENCIAS EN EL AÑO	5.049805	97
SUMA TOTAL DE DIFERENCIAS EN EL AÑO	10.635560	98
SUMA TOTAL DE DIFERENCIAS EN EL AÑO	10.324220	99
SUMA TOTAL DE DIFERENCIAS EN EL AÑO	6.356018	100

Figura 3.16 Ejemplo del archivo DIFANVS

ARPOLVS

El archivo de resultados ARPOLVS, figura 3.17, contiene la política óptima de operación, estados – extracciones para ambos embalses, a diferencia del archivo MEEVS, los resultados expresan las extracciones y estados en volumen, hm^3 y en forma tabular.

En la columna 1, son los estados del embalse 1, en la columna 2 son los estados del embalse 2, con incrementos iguales al intervalo de discretización del volumen útil del embalse ΔV , la columna 3 es la extracción que puede realizarse en el embalse 1, dado el estado del embalse 1, la columna 4 es la extracción que puede realizarse dado el estado del embalse 2. Los valores están expresados en hm^3 .

200.000000	200.000000	266.666700	400.000000
400.000000	200.000000	266.666700	400.000000
600.000000	200.000000	266.666700	400.000000
600.000000	400.000000	266.666700	400.000000
600.000000	600.000000	266.666700	400.000000
600.000000	800.000000	266.666700	400.000000
600.000000	1000.000000	266.666700	400.000000
600.000000	1200.000000	266.666700	400.000000
600.000000	1400.000000	266.666700	400.000000
600.000000	1600.000000	266.666700	400.000000
600.000000	1800.000000	266.666700	400.000000
600.000000	2000.000000	266.666700	400.000000
600.000000	2200.000000	266.666700	400.000000
600.000000	2400.000000	266.666700	400.000000
600.000000	2600.000000	266.666700	400.000000

Figura 3.17 Ejemplo del archivo ARPOLVS

Simq2pcm.for

El programa Simq2pcm.for necesita de 4 archivos:

- ARPOLVS
- DATOSGE
- volpre1
- volpre2

Los archivos ARPOLVS, figura 3.17, son resultado del programa Opdin2vs.for

DATOSGE

El archivo DATOSGE, figura 3.18, contiene valores de ambas presas para la simulación de las políticas de operación.

A continuación, se muestra el archivo ejemplo y en la tabla 3.5 se describen cada uno de los registros que contiene.

```

SIMULACION DEL SISTEMA HIDROELECTRICO DEL RIO GRIJALVA
LA ANGOSTURA
MAL PASO
200.0
0 1 1 24 0
1000 1
65 46
13000.0 0.0 13169.63 9200.0 0.0 9317.39
1.0E20 1.0E20
500.0 144.0
2825.28 3732.48
421.50 84.50
191.0 34.40
1.0 1.0
10 12
500 505 510 515 519 520 525 530 533 539.5
150 250 254 357 410 414 470 529 594 735.3
0 1269.6 2539.2 4324.2 5978.9 6392.5 8744.1 11387.3 13200 17356.9
144 145 150 155 160 165 170 175 180 182.5 185 188
163 173 191 211 226 242 257 271 284 291 298 306.4
0 163.2 1124.2 2170 3299.8 4509.2 5793.9 7149.7 8571.4 9600 10863.4 11000.59
89.41 109.71 156.84 160.7 131.97 98.15 105.14 101.94 86.41 76.64 74.95 82.51
49.66 62.52 112.96 115.87 120.95 91.72 81.72 76.98 72.8 73.75 62.21 48.97
151.69 136.30 107.68 90.65 89.42 90.32 80.31 84.51 93.38 160.56 336.39 533.89 538.71 559.22 598.28 838.74 1050.06 1262.30 1164.97 766.13 451.38 298.48 221.40 188.11
0.5738 0.6448 0.5416 0.7982 0.5721 0.4366 0.7633 0.613 0.9792 1.4671 0.4315 0.6324 0.6658 0.6901 1.0371 0.6757 0.5296 0.552 0.2322 0.2875 0.4249 0.5614 0.6513 0.5626
224.85 200.39 178.48 137.21 122.08 115.11 106.07 101.35 102.96 138.40 213.79 357.88 376.03 388.62 386.48 544.21 700.28 841.42 749.80 543.51 394.35 283.08 253.30 250.98
0.2724 0.2685 0.5529 0.4899 0.6639 0.7317 0.961 1.1253 1.4001 0.6876 0.5042 0.7112 0.5629 0.4721 0.9757 0.4828 0.4351 0.3142 0.2356 0.3354 0.4302 0.4371 0.5815 0.3378
259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2 259.2
1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64 1412.64
388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8 388.8
1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24 1866.24
13200 12600 12000 11400 11000 10400 9800 9200 8600 8000 7600 7000 7600 7600 7600 7600 7600 7600 7600 7600 7600 7600 7600 7600
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
9400 9200 9000 8800 8600 8400 8200 8000 7800 7600 7400 7200 7000 6800 6400 6000 5600 6600 7400 7600 7600 7600 8200 9400
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

```

Figura 3.18 Ejemplo de archivo DATOSGE

Tabla 3.5 Descripción de los registros del archivo DATOSGE

# Registro	Línea	Descripción
Registro 1	1	Título de la simulación, carácter alfanumérico
Registro 2	2, 3	Nombre del embalse 1 y nombre del embalse 2

# Registro	Línea	Descripción
Registro 3	4	Intervalo de discretización del volumen útil de los embalses ΔV .
Registro 4	5	Intervalo de tiempo para simular, (quincenas =0, meses =1), tipo de año (siempre es 1 que indica que es cronológico), mes o quincena de inicio (siempre es 1), mes o quincena de finalización (12 meses o 24 quincenas), índice para saber si el archivo de las políticas es mensual o quincenal (quincenas =0, meses =1), línea 5.
Registro 5	6	Número de años de la simulación, Año de inicio (siempre es 1
Registro 6	7	Número de estados embalse 1, embalse 2, valor entero
Registro 7	8	Almacenamiento mínimo, capacidad muerta y volumen útil (todo en hm^3) para cada presa, primero embalse 1, luego embalse 2.
Registro 8	9	Valor que se usa para encontrar el dato de almacenamiento mínimo en todo el período simulado, se da un valor muy grande, embalse 1, embalse 2.
Registro 9	10	Elevación correspondiente al NAMINO de cada presa (en msnm), Embalse 1, embalse 2.
Registro 10	11	Volumen máximo turbinable del embalse 1 y embalse 2.
Registro 11	12	Nivel de desfogue de cada embalse (en msnm), embalse 1 y embalse 2.
Registro 12	13	Altura de carga de cada embalse
Registro 13	14	Coefficiente para ajustar el volumen de extracción en cada presa, DELVOL
Registro 14	15	Número de puntos de la curva elevaciones-capacidades-áreas, embalse 1, embalse 2.
Registro 15	16, 24	Datos de elevaciones (msnm) de la curva Elevaciones-Áreas-Capacidades
Registro 16	17, 25	Áreas (ha) de la curva Elevaciones-Áreas-Capacidades
Registro 17	18, 26	Volúmenes (hm^3) de la curva Elevaciones-Áreas-Capacidades
Registro 18	19, 27	Láminas de evaporación promedio (mm), se dan en forma mensual.
Registro 19	20, 28	Volúmenes promedio (hm^3), se dan en forma mensual o quincenal, dependiendo de cómo se hará la simulación
Registro 20	21, 29	Pendientes, se dan en forma mensual o quincenal, depende de cómo se haga la simulación
Registro 21	22, 30	Volúmenes mínimos (hm^3), mensuales o quincenales, depende del tipo de simulación
Registro 22	23,31	Volúmenes máximos (hm^3), mensuales o quincenales, depende del tipo de simulación
Registro 23	32,33, 34,35	Datos de los límites (mensuales o quincenales) en volumen de las curvas guía (primero se dan los valores de la alta y en el siguiente registro los de la baja)

Volpre1 y Volpre2

Los archivos volpre1 y volpre2, figura 3.19, corresponden a los volúmenes de ingreso al embalse de acuerdo al tipo de simulación, es decir si la simulación es quincenal o mensual, volpre1 está asociado al embalse 1 y volpre2 asociado al embalse2.

En la primera columna el archivo contendrá el año histórico asociado al volumen de ingreso y las siguientes columnas a las quincenas o meses del año en cuestión. La extensión del archivo dependerá del número de años con datos disponibles de volúmenes de ingreso al embalse.

1959	180.90	165.68	132.83	100.69	108.15	106.84	91.02	103.60	98.62	116.89	181.25	513.82
285.77	367.13	512.23	552.99	381.17	496.59	750.05	1198.07	488.01	323.14	261.04	213.39	
1960	160.15	144.36	115.10	96.15	90.36	86.95	77.07	83.36	85.38	135.85	541.99	805.98
668.53	819.58	673.16	1102.78	1395.21	1570.90	1348.78	987.12	836.65	403.99	313.38	260.50	
1961	200.41	187.42	163.00	121.96	124.34	120.31	118.58	93.70	113.08	110.82	286.54	463.64
413.54	573.94	325.34	670.55	674.57	594.78	753.30	495.00	1052.99	422.51	272.61	225.94	
1962	180.32	160.40	130.29	96.89	99.80	98.55	99.66	103.56	96.19	105.19	251.39	595.71
786.95	351.39	473.43	1105.36	1246.55	2025.96	1389.24	752.37	483.98	293.44	223.96	195.40	
1963	156.01	143.32	118.28	90.17	94.14	90.81	81.27	75.92	85.46	90.35	151.55	242.32
650.69	737.90	541.52	788.44	483.19	1948.79	1267.04	547.87	521.41	356.34	262.20	220.71	
1964	168.52	147.27	113.01	93.91	88.41	85.02	74.22	70.12	77.02	102.54	301.54	462.47
708.88	1187.52	595.05	575.04	917.28	1224.84	1256.10	605.03	365.55	283.73	241.38	233.10	
1965	156.86	147.46	117.19	93.69	97.28	90.44	76.64	73.25	78.94	94.89	191.21	578.38
712.62	393.66	802.24	824.08	534.03	1353.88	1355.22	1252.90	608.14	389.20	279.65	227.12	
1966	186.42	174.96	147.39	114.27	120.01	112.67	123.49	120.30	135.00	139.29	183.12	743.27

Figura 3.19 Ejemplo de archivo volprexx

Archivos de salida del programa Simq2pcm.for

El programa simq2pcm.for realiza el funcionamiento de vaso conjunto, escribiendo 5 archivos de resultados, los cuales son:

- ◆ CHECA
- ◆ ANARES.TXT
- ◆ SIQPRE1 y SIQPRE2
- ◆ SUBGUIA1 y SUBGUIA2
- ◆ DEBGUIA1 y DEBGUIA2
- ◆ FEPRE1 y FEPRE2

CHECA

El archivo CHECA, figura 3.20, escribe la energía máxima que se puede generar con el volumen máximo, sirve de tope para los intervalos, usando la elevación promedio correspondiente al volumen útil (NAMO).

1	2	1	1	.57380	180.90	151.69	1000.000	16.7607	1016.76
1	2	1	1	.27340	327.20	224.85	1549.138	27.9825	1577.12
1	3	1	2	.64480	165.68	136.30	577.778	18.9442	596.72
1	3	1	2	.26850	327.20	200.39	1288.889	34.0485	1322.94
1	4	1	3	.54160	132.83	107.68	577.778	13.6212	591.40
1	4	1	3	.59290	272.20	178.48	1288.889	55.5666	1344.46
1	5	1	4	.79820	100.69	90.65	577.778	8.0139	585.79
1	5	1	4	.48930	272.20	137.21	1288.889	66.0506	1354.94
1	6	1	5	.57210	108.15	89.42	581.692	10.7154	592.41
1	6	1	5	.66350	193.10	122.08	1128.557	47.1218	1175.68
1	7	1	6	.43660	106.84	90.32	555.555	7.2126	562.77
1	7	1	6	.73170	229.00	115.11	865.328	83.3333	948.66
1	8	1	7	.76330	91.02	80.31	555.555	8.1749	563.73
1	8	1	7	.96100	243.70	106.07	847.800	132.2624	980.06
1	9	1	8	.61300	103.60	84.51	511.687	11.7022	523.39
1	9	1	8	1.12530	264.10	101.35	785.299	183.1426	968.44
1	10	1	9	.97920	98.62	93.38	1000.000	5.1310	1005.13
1	10	1	9	1.40010	118.70	102.96	1810.000	22.0376	1832.04

Figura 3.20 Ejemplo de archivo CHECA

ANARES

El archivo ANARES, figura 3.21, escribe los resultados del funcionamiento a vaso conjunto de ambas presas, agregado recientemente para facilitar en análisis de los resultados.

QUINCENA	LA ANGOSTURA						MALPASO					
	ALM.INICIAL MILL M ³	INGRESO MILL M ³	VOL EVAP MILL M ³	EXT TOTAL MILL M ³	DERRAME MILL M ³	DEFICIT MILL M ³	ALM.INICIAL MILL M ³	INGRESO MILL M ³	VOL EVAP MILL M ³	EXT TOTAL MILL M ³	DERRAME MILL M ³	DEFICIT MILL M ³
1Q ENE	13000.00	180.90	26.38	1000.00	.00	.00	9200.00	327.20	7.19	1577.78	.00	.00
2Q ENE	12154.52	165.68	25.01	1016.76	.00	.00	8942.24	327.20	7.14	1577.12	.00	.00
1Q FEB	11278.43	132.83	28.97	596.72	.00	.00	8701.94	272.20	8.93	1322.94	.00	.00
2Q FEB	10785.57	100.69	28.34	591.40	.00	.00	8238.99	272.20	8.82	1344.46	.00	.00
1Q MAR	10266.52	108.15	39.62	585.79	.00	.00	7749.31	193.10	15.67	1354.94	.00	.00
2Q MAR	9749.26	106.84	38.71	592.41	.00	.00	7157.59	229.00	15.37	1175.68	.00	.00
1Q ABR	9224.98	91.02	38.71	562.77	.00	.00	6787.95	243.70	15.56	948.66	.00	.00
2Q ABR	8714.53	103.60	37.80	563.73	.00	.00	6630.20	264.10	15.47	980.06	.00	.00
1Q MAY	8216.59	98.62	30.26	523.39	.00	.00	6462.50	118.70	16.00	968.44	.00	.00
2Q MAY	7761.56	116.89	29.56	1005.13	.00	.00	6120.15	109.70	15.78	1832.04	.00	.00
1Q JUN	6843.76	181.25	20.95	935.93	.00	.00	5387.17	193.30	11.62	1657.24	.00	.00
2Q JUN	6068.13	513.82	20.29	933.06	.00	.00	4847.54	500.70	11.41	1338.85	.00	.00
1Q JUL	5628.60	285.77	21.20	987.31	.00	.00	4931.03	183.40	10.13	1866.24	.00	.00

Figura 3.21 Ejemplo de archivo ANARES

SIQPRE1 y SIQPRE2

Los archivos SIQPRE1 Y SIQPRE2, figura 3.22 y figura 3.23, escriben los resultados de la simulación del sistema por presa, se tendrán todos los años de la serie simulada en orden cronológico.

```

***** SIMULACION DEL SISTEMA HIDROELECTRICO DEL RIO GRIJALVA *****
PRESA: LA ANGOSTURA
QUINCENA ALM. INICIAL INGRESO VOL EVAP EXT POL EXT MODIF EXT TOTAL DERRAME DEFICIT ENERGÍA
MILL M^3 (GWH)
*****
1Q ENE 13000.00 180.90 26.38 1000.00 1000.00 1000.00 .00 .00 739.35
2Q ENE 12154.52 165.68 25.01 1000.00 1016.76 1016.76 .00 .00 748.16
1Q FEB 11278.43 132.83 28.97 577.78 596.72 596.72 .00 .00 437.32
2Q FEB 10785.57 100.69 28.34 577.78 591.40 591.40 .00 .00 432.03
1Q MAR 10266.52 108.15 39.62 577.78 585.79 585.79 .00 .00 426.53
2Q MAR 9749.26 106.84 38.71 581.69 592.41 592.41 .00 .00 429.91
1Q ABR 9224.98 91.02 38.71 555.56 562.77 562.77 .00 .00 407.05
2Q ABR 8714.53 103.60 37.80 555.56 563.73 563.73 .00 .00 406.34
1Q MAY 8216.59 98.62 30.26 511.69 523.39 523.39 .00 .00 375.96
2Q MAY 7761.56 116.89 29.56 1000.00 1005.13 1005.13 .00 .00 718.41
1Q JUN 6843.76 181.25 20.95 1000.00 935.93 935.93 .00 .00 664.71
2Q JUN 6068.13 513.82 20.29 1000.00 933.06 933.06 .00 .00 659.46
1Q JUL 5628.60 285.77 21.20 1000.00 987.31 987.31 .00 .00 694.40
2Q JUL 4905.86 367.13 20.06 452.93 284.52 284.52 .00 .00 199.56
1Q AGO 4968.41 512.23 19.67 300.00 259.20 259.20 .00 .00 182.02
2Q AGO 5201.78 552.99 20.08 333.40 259.20 259.20 .00 .00 182.41
1Q SEP 5475.49 381.17 17.28 300.00 259.20 259.20 .00 .00 182.70
2Q SEP 5580.17 496.59 17.51 300.00 259.20 259.20 .00 .00 182.95
1Q OCT 5800.06 750.05 15.78 500.00 259.20 259.20 .00 .00 183.49
2Q OCT 6275.12 1198.07 16.30 500.00 403.66 403.66 .00 .00 287.15
1Q NOV 7053.23 488.01 16.32 550.00 674.18 674.18 .00 .00 480.64
2Q NOV 6850.74 323.14 16.06 550.00 565.56 565.56 .00 .00 402.52
1Q DIC 6592.26 261.04 17.40 498.06 511.91 511.91 .00 .00 363.62
2Q DIC 6323.98 213.39 17.12 431.00 456.81 456.81 .00 .00 323.80

```

Figura 3.22 Ejemplo de SIQRE1. Presa Angostura

```

***** SIMULACION DEL SISTEMA HIDROELECTRICO DEL RIO GRIJALVA *****
PRESA: MALPASO
QUINCENA ALM.INICIAL INGRESO VOL EVAP EXT POL EXT MODIF EXT TOTAL DERRAME DEFICIT ENERGÍA
MILL M^3 (GWH)
***** 1959 *****
1Q ENE 9200.00 327.20 7.19 1577.78 1577.78 1577.78 .00 .00 507.35
2Q ENE 8942.24 327.20 7.14 1549.14 1577.12 1577.12 .00 .00 504.80
1Q FEB 8701.94 272.20 8.93 1288.89 1322.94 1322.94 .00 .00 420.08
2Q FEB 8238.99 272.20 8.82 1288.89 1344.46 1344.46 .00 .00 421.62
1Q MAR 7749.31 193.10 15.67 1288.89 1354.94 1354.94 .00 .00 418.59
2Q MAR 7157.59 229.00 15.37 1128.56 1175.68 1175.68 .00 .00 358.25
1Q ABR 6787.95 243.70 15.56 865.33 948.66 948.66 .00 .00 286.81
2Q ABR 6630.20 264.10 15.47 847.80 980.06 980.06 .00 .00 294.86
1Q MAY 6462.50 118.70 16.00 785.30 968.44 968.44 .00 .00 289.13
2Q MAY 6120.15 109.70 15.78 1810.00 1832.04 1832.04 .00 .00 537.87
1Q JUN 5387.17 193.30 11.62 1676.98 1657.24 1657.24 .00 .00 476.62
2Q JUN 4847.54 500.70 11.41 1349.18 1338.85 1338.85 .00 .00 382.13
1Q JUL 4931.03 183.40 10.13 1810.00 1866.24 1866.24 .00 .00 526.96
2Q JUL 4225.37 209.40 9.79 1306.71 1198.28 1198.28 .00 .00 329.88
1Q AGO 3511.22 285.00 8.88 1300.00 1215.39 1215.39 .00 .00 325.80
2Q AGO 2831.15 437.50 8.57 965.30 866.28 866.28 .00 .00 228.24
1Q SEP 2653.00 328.90 7.99 426.50 388.80 388.80 .00 .00 102.47
2Q SEP 2844.30 390.10 8.10 522.15 388.80 388.80 .00 .00 103.40
1Q OCT 3096.70 459.70 8.35 400.00 388.80 388.80 .00 .00 104.60
2Q OCT 3418.46 1257.10 8.70 400.00 388.80 388.80 .00 .00 107.73
1Q NOV 4681.71 563.20 7.69 400.00 639.34 639.34 .00 .00 183.01
2Q NOV 5272.07 627.50 7.92 418.02 490.66 490.66 .00 .00 143.44
1Q DIC 5966.56 252.30 6.37 539.70 690.25 690.25 .00 .00 204.26
2Q DIC 6034.15 235.90 6.38 489.53 488.95 488.95 .00 .00 145.28

```

Figura 3.23 Ejemplo de SIQPRE2. Presa Malpaso.

SUPGUIA1 y DEBGUIA2

Los archivos **SUPGUIA1** y **DEBGUIA2**, figura 3.24 y figura 3.25, escriben todas las quincenas o meses donde los almacenamientos o niveles superan la curva guía alta CGA propuesta durante el período de simulación.

```

ALMACENAMIENTOS MAYORES A LA CURVA GUIA
LA ANGOSTURA
AÑO  QUINCENA  ALMACENAMIENTO (MILL M3)
    
```

Figura 3.24 Ejemplo de archivo SUPGUIA1

```

ALMACENAMIENTOS MAYORES A LA CURVA GUIA
MALPASO
AÑO  QUINCENA  ALMACENAMIENTO (MILL M3)
2010  2Q AGO      6379.67
2010  1Q SEP       7331.25
2010  2Q SEP       8254.93
2010  1Q OCT       8354.83
    
```

Figura 3.25 Ejemplo de archivo SUPGUIA2

DEBGUIA1 Y DEBGUIA2

En los archivos **DEBGUIA1** y **DEBGUIA2**, figura 3.26 y figura 3.27, se escriben todas las quincenas o meses donde los almacenamientos (niveles) quedan debajo de la curva guía baja, CGB.

```

ALMACENAMIENTOS MENORES A LA CURVA GUIA
LA ANGOSTURA
AÑO  QUINCENA  ALMACENAMIENTO (MILL M3)
    
```

Figura 3.26 Ejemplo de archivo DEPGUIA1

```

ALMACENAMIENTOS MENORES A LA CURVA GUIA
MALPASO
AÑO  QUINCENA  ALMACENAMIENTO (MILL M3)
    
```

Figura 3.27 Ejemplo de archivo DEPGUIA2

FEPRE1 y FEPRE2

Los archivos FEPRE1 y FEPRE2, figura 3.28, escriben la frecuencia de energía que se presenta en cada una de las quincenas a lo largo del año.

Por ejemplo, en la presa La Angostura de los 62 años de simulación, 24 años de los simulados obtuvieron una energía menor a 380 y mayor a 285 GWh.

PRESA: LA ANGOSTURA		PRESA: MALPASO	
***** 1Q ENE *****		***** 1Q ENE *****	
ENERGIA<=	CONTADOR	ENERGIA<=	CONTADOR
95	0	43	0
190	15	86	0
285	21	129	18
380	24	172	13
475	1	215	19
570	0	258	10
665	0	301	1
760	1	344	0
855	0	387	0
950	0	430	0
1045	0	473	0
1140	0	516	1
1235	0	559	0
1330	0	602	0
1425	0	645	0
1520	0	688	0
1615	0	731	0
1710	0	774	0
1805	0	817	0
1900	0	860	0
1995	0	903	0
2090	0	946	0

Figura 3.28 Ejemplo de archivo FEPRE1 y FEPRE2

3.8 Método Svanidze para la generación de series sintéticas.

Las series de tiempo son el resultado de observar los valores de una variable x a lo largo del tiempo. El método de Svanidze comúnmente conocido como método de los fragmentos, consiste en crear nuevos hidrogramas sintéticos con intervalos de tiempo menores a un año a partir del hidrograma histórico anual, los hidrogramas sintéticos tendrán las mismas características estadísticas que la serie original.

Con la serie histórica de volumen de ingreso anual Q_i , se obtiene el mejor ajuste mediante una función de distribución $F(x)$; para el doble muestreo se crea una serie sintética (a partir de números aleatorios con distribución uniforme) con la misma función de distribución que la serie histórica de volúmenes de ingreso anuales, en seguida se selecciona de manera aleatoria y con reemplazo un año m , el volumen de ingreso anual generado se multiplica por las fracciones de volumen de ingreso anual $q_i(t)$ del año m seleccionado (las fracciones pueden ser quincenas, meses,

período húmedo y período seco, etc.), así obteniendo series sintéticas con tantos años de registro como se requiera. En la figura 3.29, se ilustran los hidrogramas histórico anual y la obtención de los hidrogramas sintéticos con m años (Svanidze, 1980).

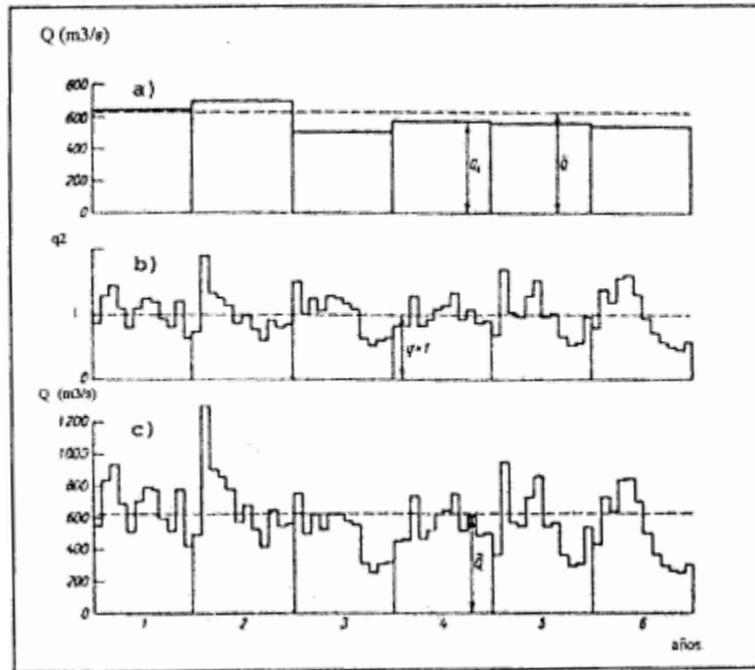


Figura 3.29 Método de Svanidze

a) Serie histórica de volúmenes de ingreso anuales. b) Fracciones de volumen de ingreso anual c) Serie sintética. Fuente: Domínguez et al. (2001)

3.8.1 Método de Svanidze modificado

El método de Svanidze modificado para la simulación a largo plazo de las políticas de operación del Conjunto Grijalva consiste en la suma de los volúmenes de ingreso de las 2 presas La Angostura y Malpaso, obteniendo el porcentaje que corresponde a cada presa, **Domínguez et al. (2001)**.

El método de Svanidze modificado sigue los siguientes pasos:

1. Para cada presa se calcula el volumen de ingreso anual (serie histórica) y se obtienen las fracciones o porcentajes de volumen de ingreso anual (meses o quincenas), la suma de los porcentajes debe ser igual a 1.
2. Se forma la serie histórica de volumen de ingreso anual total (volumen de ingreso anual La Angostura + volumen de ingreso anual Malpaso), se ajusta a una función de distribución **F(x)**.

3. A partir de números aleatorios con distribución uniforme, se obtiene una serie sintética de volumen de ingreso anual total con la misma distribución de probabilidades que la serie histórica del paso 2.
4. Se selecciona de manera aleatoria (con reemplazo) un año m .
5. Elegido el año m se busca el porcentaje que corresponde a cada presa, y se multiplica dicho porcentaje por el volumen de ingreso total anual generado en el paso 3.
6. Obtenido el volumen de ingreso anual para cada presa, se reparte en cada uno de los intervalos de tiempo, multiplicando las fracciones de cada quincena o mes correspondientes al año m por el volumen de ingreso anual.
7. El proceso se realiza para cada año m , hasta obtener la serie sintética, con tantos años como se requiera.

El procedimiento anterior obtiene una serie sintética que preserva las correlaciones cruzadas y las auto correlaciones, excepto para el último y el primer el mes del año (diciembre y enero, si es mensual, segunda quincena de diciembre y primera quincena de enero, si es quincenal). **Domínguez et al. (2005)**. Por lo que se optó por usar años hidrológicos considerando las quincenas o los meses donde hay muy poca correlación.

Antes de aplicar el método de Svanidze modificado es necesario contar con datos de entrada para la generación de series sintéticas, a continuación, se describen los datos necesarios y el procedimiento a seguir para la obtención de series sintéticas con el método de Svanidze modificado:

- a) Contar con la serie histórica de los volúmenes de ingreso a los embalses, sea quincenal o mensual, en hm^3 , para cada embalse.
- b) Obtener los estadísticos de cada serie quincenal o mensual y también de los totales anuales de cada serie:
 - Media,
 - Desviación estándar,
 - Coeficiente de asimetría,
 - Coeficiente de correlación de la quincena j vs la quincena $j+1$
- c) Determinar la quincena o mes con el menor coeficiente de correlación de la serie original, entonces el año hidrológico se obtendrá al:

Ordenar la serie histórica original con inicio en la quincena $j+1$ en el año i , teniendo en cuenta que la quincena j , fue la quincena con el menor coeficiente de correlación, terminando en la quincena k del año siguiente. El año hidrológico tendrá $n-1$ años.

- Ejemplo: Si la quincena con el menor coeficiente de correlación fue la primera quincena de mayo de 1990, el año hidrológico comenzara la

segunda quincena de mayo de 1990 terminando en la primera quincena de mayo de 1991.

- d) Para cada presa, obtener el volumen de ingreso total anual, sumando los volúmenes de ingreso quincenales de cada año hidrológico.
- e) Calcular los estadísticos media, varianza, desviación estándar, coeficiente de asimetría, para cada quincena y para los volúmenes anuales del año hidrológico.
- f) Sumar el volumen total anual de La Angostura más el volumen total anual de Malpaso.
- g) De la serie histórica de volúmenes totales verificar la independencia de la serie es decir que sea de naturaleza aleatoria y no exista autocorrelación entre los volúmenes totales anuales con ayuda del correlograma.
- h) Al volumen total anual suma se le obtienen sus estadísticos: media, desviación estándar, coeficiente de asimetría.
- i) Se inicia con los pasos del método de Svanidze.

Capítulo 4 APLICACIÓN Y RESULTADOS

Aplicación de Política de operación óptima para el sistema de presas del río Grijalva.

El sistema de presas del río Grijalva se compone de 4 hidroeléctricas, Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas, operando en forma de cascada, tomando en cuenta la capacidad de regulación se podría decir que La Angostura y Malpaso, cuentan con una capacidad de regulación grande en comparación con Chicoasén y Peñitas, en la tabla 4.1 se tiene la capacidad útil de las presas, por lo que se puede trabajar el sistema como un conjunto formado por dos presas e incluir el efecto de los dos restantes en la función objetivo propuesta para cada vaso.

Tabla 4.1 Capacidad útil de las hidroeléctricas del Grijalva.

Presa	Capacidad útil [hm ³]
La Angostura	13,169.00
Chicoasén	251.00
Malpaso	9,317.00
Peñitas	1,091.00

4.1 Datos Básicos

A continuación, se describen la obtención de los datos básicos necesarios para encontrar una política de operación óptima de dos embalses en cascada, embalse 1, la presa La Angostura, el embalse 2, la presa Malpaso.

- **Volúmenes de ingreso quincenales históricos a los embalses.**

La actualización de los volúmenes de ingreso a los embalses se obtuvo a partir de definir un período común de años con datos disponibles, de los años 1959 a 2018, consistió en la revisión de los reportes de gastos medios diarios de las hidroeléctricas, los años 2019 y 2020 se obtuvieron de los registros de gastos horarios de ingreso por cuenca propia a los embalses, ambos proporcionados por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Los gastos medios horarios se llevaron a gastos diarios y los gastos diarios se llevaron a volúmenes de ingreso diarios en hm³, para La Angostura y Malpaso.

Finalmente, los volúmenes de ingreso diarios se agruparon en quincenas, como insumos para la simulación de la política de operación. En la tabla 4.2 se muestran los valores de los ingresos mensuales para la presa La Angostura y la presa Malpaso, tabla 4.3, correspondientes a un período común de 1959 a 2020, en la tabla 4.4 se encuentran los estadísticos para cada presa, los valores quincenales se encuentran en el anexo final debido a la extensión de la tabla.

Tabla 4.2 Volúmenes de ingreso mensuales a la presa “La Angostura”, en hm^3 .

V [hm^3]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1959	346.57	233.52	214.99	194.62	215.51	695.08	652.89	1065.21	877.76	1948.12	811.16	474.43
1960	304.51	211.25	177.31	160.43	221.23	1347.97	1488.11	1775.94	2966.11	2335.91	1240.64	573.87
1961	387.83	284.96	244.65	212.29	223.90	750.18	987.49	995.89	1269.35	1248.29	1475.49	498.55
1962	340.73	227.18	198.35	203.22	201.38	847.10	1138.34	1578.79	3272.50	2141.60	777.42	419.36
1963	299.33	208.45	184.95	157.19	175.81	393.87	1388.59	1329.96	2431.98	1814.91	877.75	482.91
1964	315.79	206.92	173.43	144.34	179.56	764.01	1896.41	1170.09	2142.12	1861.14	649.28	474.48
1965	304.33	210.88	187.73	149.88	173.83	769.59	1106.28	1626.33	1887.91	2608.12	997.34	506.78
1966	361.38	261.66	232.68	243.79	274.29	926.39	1691.77	1331.73	2298.38	2491.38	1012.11	488.76
1967	354.22	246.60	211.37	200.12	169.34	474.05	572.26	873.17	965.02	1623.27	613.68	347.93
1968	260.12	188.27	160.73	138.27	250.22	857.58	1116.88	577.36	1936.86	1886.53	738.96	444.04
1969	302.36	199.29	173.99	158.57	220.14	651.45	1455.81	3183.82	4208.62	2680.33	1172.00	633.96
1970	422.53	292.95	247.98	193.67	213.50	517.89	1837.99	2230.94	2974.23	2386.58	1129.11	598.97
1971	400.78	269.46	243.03	199.57	217.37	412.55	651.31	1959.93	2283.42	2409.33	839.08	495.08
1972	344.72	253.94	213.08	185.31	257.04	866.42	891.88	1128.12	1071.31	862.35	465.81	298.55
1973	227.62	165.26	146.69	129.60	146.23	607.71	751.31	2428.74	2612.34	3261.00	1114.23	625.16
1974	433.00	284.00	268.00	211.40	257.00	445.00	730.00	463.00	1412.00	1007.00	338.00	247.00
1975	161.00	109.00	90.00	58.00	130.00	319.00	540.00	958.00	2144.00	2081.00	961.00	442.00
1976	334.00	267.00	268.00	253.00	309.00	1050.00	1500.00	633.00	1016.00	1333.00	558.00	490.00
1977	297.30	160.80	158.80	220.80	298.90	729.80	467.70	1160.30	1596.70	845.70	526.20	366.60
1978	392.40	168.50	200.60	139.00	478.40	722.60	1418.70	1584.50	2346.40	1599.60	549.70	429.50
1979	432.80	238.40	182.40	209.20	340.70	830.60	1227.60	1580.80	3628.50	1689.90	781.80	546.60
1980	348.10	261.50	219.60	302.80	323.40	571.90	782.10	1398.00	2655.40	1848.30	584.10	397.70
1981	312.70	198.00	262.40	367.40	261.00	1435.90	1940.00	2388.20	3197.80	2813.80	909.40	577.30
1982	249.60	263.20	229.20	214.90	541.20	1471.20	981.80	961.10	2088.90	2345.80	681.10	434.60
1983	284.50	295.30	292.10	219.70	201.20	713.10	1136.30	1329.40	2928.50	1079.10	629.70	407.40
1984	258.90	195.70	243.20	207.60	656.00	1512.00	1966.70	2559.30	3972.10	1902.00	632.40	476.70
1985	315.70	239.20	255.10	196.00	373.90	754.80	1137.60	2030.10	2034.40	1498.80	775.40	332.80
1986	336.60	189.00	168.20	255.90	372.30	876.80	1073.70	1154.60	1225.70	792.20	469.90	293.50
1987	261.80	152.60	90.20	126.50	336.50	630.90	1313.00	1280.30	1898.30	909.40	325.60	222.20
1988	198.20	220.50	97.20	199.10	201.50	926.00	1412.10	2584.90	2858.70	2005.50	632.40	380.20
1989	224.60	204.10	180.50	205.60	265.40	841.00	757.60	1643.60	3059.10	2988.70	771.10	398.10
1990	358.90	233.10	194.50	211.90	278.20	752.20	1107.30	800.80	1839.10	1191.40	567.40	537.60
1991	370.70	197.50	194.80	144.20	220.10	683.20	660.90	543.50	1114.90	1559.60	427.40	412.20
1992	202.90	182.34	167.70	155.70	118.90	799.00	916.10	1242.60	2005.30	1397.50	550.30	309.40
1993	263.30	132.40	160.00	126.78	203.20	714.00	1133.00	1676.80	2360.90	1692.00	702.90	270.40
1994	210.90	176.80	236.68	132.70	211.02	390.80	308.90	815.80	994.20	1146.10	326.20	117.20
1995	144.20	97.80	141.60	173.70	296.60	1207.60	1462.50	2254.00	4012.90	1607.50	698.50	401.00
1996	277.70	200.90	207.90	153.80	412.70	1474.20	1565.30	2039.00	1970.20	2040.30	679.70	323.00
1997	288.50	227.55	204.86	175.50	251.00	535.20	901.50	640.60	2332.90	2124.10	731.10	488.30
1998	300.60	223.80	176.70	169.70	136.50	405.00	823.30	1230.70	3097.60	1903.80	1442.70	469.80
1999	285.20	221.10	221.80	173.70	256.50	1184.30	1501.60	1772.10	3905.10	4127.00	1136.10	508.70
2000	384.80	300.50	224.00	239.20	520.70	1912.10	753.50	1553.90	2852.40	1682.90	584.80	368.40

V [hm ³]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2001	201.70	211.50	173.30	126.70	291.80	389.20	597.90	1091.80	1762.90	1771.30	533.40	259.20
2002	247.30	147.10	148.50	222.40	254.00	588.70	605.00	579.80	1525.50	1741.30	540.20	319.00
2003	267.10	87.80	115.40	190.60	201.40	740.80	770.90	1042.50	2130.90	1691.30	696.60	380.60
2004	265.90	166.60	103.30	154.80	267.80	832.20	762.10	656.20	1469.80	1871.10	460.00	238.50
2005	197.10	149.80	167.40	88.60	155.74	1319.74	2080.57	1779.20	2364.02	4734.19	600.72	372.07
2006	268.14	165.83	99.30	134.95	315.29	1709.94	1638.85	1266.85	1933.74	1873.63	717.01	437.01
2007	256.61	214.05	119.67	139.69	216.17	531.76	556.99	1420.25	2178.58	2242.80	819.29	358.31
2008	249.13	187.47	196.07	71.21	197.39	1329.73	2531.03	2153.04	2780.40	2380.45	679.72	379.36
2009	268.94	216.24	189.47	126.90	286.49	686.38	639.34	801.43	1242.73	765.86	1013.50	390.10
2010	219.82	140.01	111.03	149.74	447.75	1053.72	2494.65	4807.17	4609.90	1813.03	615.95	388.86
2011	325.66	139.34	213.97	105.40	160.04	640.78	1727.96	2292.69	3451.28	3687.54	828.26	409.26
2012	322.31	217.62	185.19	119.02	337.50	674.43	674.64	1485.97	2006.78	1714.16	438.46	254.05
2013	211.93	153.92	118.65	92.51	174.38	992.69	1651.80	1722.28	3384.44	2665.63	1339.60	703.11
2014	447.97	227.64	271.71	147.95	453.88	2283.80	932.66	720.74	3180.28	2316.93	897.78	470.17
2015	291.78	166.22	181.93	173.89	135.05	457.39	325.59	403.54	1700.95	1637.46	680.95	363.67
2016	219.06	119.39	98.21	88.24	79.04	723.87	399.52	1032.82	2153.69	1019.86	412.99	213.49
2017	152.18	106.58	94.49	85.20	48.06	1596.35	1313.76	1529.49	2621.90	2385.53	658.78	371.33
2018	254.53	212.19	129.45	87.12	200.65	601.45	218.47	663.37	1727.68	1287.84	626.25	286.08
2019	142.15	101.75	22.87	-3.29	16.60	522.16	247.82	461.63	1065.87	1955.91	850.43	256.45
2020	144.24	64.41	56.94	2.25	114.10	1511.73	755.99	1649.86	2329.15	1401.85	1194.59	527.75

Tabla 4.3 Volúmenes de ingreso mensuales a la presa “Malpaso”, en hm³.

V [hm ³]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Año/Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1959	654.40	544.40	422.10	507.80	228.40	694.00	392.80	722.50	719.00	1716.80	1190.70	488.20
1960	469.30	305.20	289.20	246.60	185.10	307.90	747.50	1120.60	1391.00	591.70	896.00	589.80
1961	699.60	377.70	368.10	240.50	259.10	365.80	553.90	761.60	661.20	1305.30	1285.80	372.70
1962	462.70	229.10	327.40	406.80	241.80	420.40	975.90	656.80	2166.50	1483.00	594.50	331.00
1963	379.60	347.90	273.10	156.80	148.70	199.50	1262.60	708.20	2717.10	1533.30	728.80	561.10
1964	591.00	326.40	260.50	231.90	198.40	665.80	1479.40	861.50	1469.90	1147.50	363.40	819.50
1965	516.30	425.50	304.00	205.20	233.90	534.30	700.40	908.00	851.30	2527.80	854.10	694.50
1966	529.60	451.80	415.30	451.30	471.10	759.50	1227.10	994.30	2956.40	2119.70	732.90	536.60
1967	529.20	377.50	315.90	298.50	257.40	358.30	382.70	592.20	707.80	1510.20	633.50	457.70
1968	464.70	353.20	297.10	243.40	354.20	526.80	857.50	455.10	1569.60	1569.90	751.90	501.20
1969	472.70	302.50	272.30	244.90	287.40	191.50	726.50	1473.10	3130.70	1227.20	715.00	620.10
1970	618.70	408.80	343.80	258.60	267.10	252.80	779.50	1170.90	3532.00	1734.20	671.90	520.40
1971	609.20	436.70	368.30	263.30	284.50	298.50	414.50	864.80	1680.00	1613.10	688.10	473.60
1972	440.20	333.80	281.10	243.80	334.90	443.60	576.80	611.50	491.10	713.60	426.40	373.40
1973	338.60	239.80	206.60	189.50	207.20	366.80	492.20	1935.70	2718.70	2324.70	882.20	552.80
1974	251.40	306.80	208.00	333.60	49.00	131.20	138.20	800.00	191.00	109.40	216.00	138.20
1975	331.00	202.00	165.00	148.00	201.00	248.00	318.00	507.00	1207.00	1265.00	400.00	154.00
1976	571.00	344.00	212.00	205.00	101.00	202.00	714.00	314.00	625.00	727.00	664.00	649.00
1977	190.30	270.50	212.70	120.40	72.90	187.30	303.30	740.00	570.30	516.00	643.60	538.10
1978	316.40	240.30	202.30	64.90	-1.80	392.80	1084.90	554.00	1104.00	921.60	477.60	538.60
1979	357.80	262.80	102.20	125.10	40.10	420.80	353.70	912.80	2363.80	693.70	618.10	921.90
1980	222.00	402.00	322.60	111.10	-293.90	-322.70	452.90	794.80	2510.30	1156.00	679.80	433.40
1981	205.40	487.50	133.40	89.20	263.50	953.70	1787.00	1645.50	1528.40	1292.10	570.80	254.20

V [hm ³]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Año/Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1982	196.20	274.30	107.20	182.00	275.90	671.20	420.60	320.60	1184.90	1030.30	605.90	435.20
1983	417.40	157.50	131.50	89.30	72.10	213.70	585.00	604.00	2175.60	668.90	373.30	385.30
1984	409.50	271.70	219.40	145.70	412.40	938.30	1077.90	1218.10	2313.40	664.70	247.50	427.00
1985	347.60	345.30	277.30	165.30	172.00	565.20	652.20	1189.00	957.70	611.20	172.10	494.30
1986	632.50	158.80	176.70	128.70	826.40	693.70	706.30	611.50	656.60	496.20	310.50	221.40
1987	57.40	54.10	93.00	46.70	54.70	484.50	584.70	513.20	1112.00	596.60	257.10	131.30
1988	346.80	310.20	155.10	137.70	166.00	546.50	888.80	1331.20	1816.40	1690.40	587.50	537.40
1989	286.20	316.20	158.70	192.10	177.60	307.60	454.50	771.80	2869.50	1701.90	495.10	678.50
1990	342.70	254.40	271.10	226.20	225.70	552.90	774.80	485.00	828.40	696.80	680.40	939.00
1991	298.20	517.30	142.60	104.30	131.90	521.50	440.40	303.80	578.20	1006.10	662.40	543.10
1992	509.50	271.80	179.70	113.90	118.60	726.20	875.30	796.60	1080.50	838.50	426.60	301.20
1993	236.50	204.00	153.10	128.20	98.00	775.20	818.60	1366.70	1310.90	1204.20	617.00	336.60
1994	485.50	331.70	283.40	251.30	-611.60	284.10	439.60	509.90	476.60	531.30	165.20	147.50
1995	259.60	287.80	116.20	115.60	117.10	619.60	896.20	1752.70	1875.70	1398.00	472.50	472.50
1996	452.80	231.20	194.10	340.70	381.80	910.00	1067.80	1276.80	1138.60	1094.20	702.90	412.30
1997	251.50	238.00	156.00	155.90	236.60	418.50	569.80	319.00	642.00	1341.30	676.60	388.70
1998	210.50	133.50	80.60	101.40	55.30	149.20	661.60	739.50	2174.70	1599.40	1295.60	377.00
1999	348.70	383.10	185.10	239.10	214.30	572.80	1160.70	898.70	2045.10	2508.60	764.20	424.10
2000	534.60	219.90	123.60	162.00	375.40	1235.30	541.10	1197.10	2315.90	1444.10	491.50	578.90
2001	326.60	519.70	156.50	200.00	223.50	376.30	387.40	672.00	1509.60	1227.40	682.20	539.70
2002	251.60	532.20	403.80	75.30	111.20	673.50	555.60	267.00	1655.50	1016.20	733.00	485.50
2003	325.50	167.30	108.60	61.70	206.80	807.50	748.30	761.00	2161.20	2647.60	1093.90	593.70
2004	705.30	380.00	179.10	77.10	303.20	643.50	674.30	539.30	1124.10	889.30	480.40	409.00
2005	132.00	95.10	55.50	-2.80	61.10	622.80	1581.30	1686.80	1034.90	2412.00	588.90	624.80
2006	572.30	378.50	237.10	210.70	239.00	818.50	825.80	683.30	1038.90	937.20	555.40	542.50
2007	688.00	303.60	217.00	138.40	188.20	153.30	360.00	844.40	1023.90	2302.30	621.30	478.10
2008	344.00	168.10	120.90	159.70	212.00	755.30	1490.50	920.10	1573.60	1191.50	460.70	347.50
2009	322.22	223.14	246.63	162.43	216.55	341.96	524.48	495.50	638.48	596.76	866.16	245.14
2010	422.12	205.76	398.56	168.82	127.03	871.53	1709.25	3365.84	3392.41	1628.41	618.10	475.44
2011	423.66	369.88	431.91	219.61	258.27	355.26	1521.31	1853.18	2664.58	2645.76	833.77	558.92
2012	556.97	382.15	301.71	204.76	290.68	580.80	447.18	1528.55	1025.08	556.99	225.07	379.38
2013	497.19	237.70	169.96	110.72	167.63	1113.87	1101.00	816.48	2745.49	1363.80	1379.62	1275.69
2014	922.00	357.68	235.78	322.25	724.52	1801.65	617.98	484.54	1664.71	1866.35	923.94	418.62
2015	565.46	353.96	337.12	208.12	246.72	231.80	284.81	214.66	819.45	1095.74	303.79	992.50
2016	455.27	271.27	199.97	178.87	163.69	461.90	385.18	822.20	870.09	608.67	584.08	317.52
2017	380.71	115.09	104.85	150.76	287.95	747.92	611.80	619.31	1940.86	1770.61	443.79	312.32
2018	543.05	383.49	173.43	213.86	195.02	382.03	75.70	437.12	914.03	910.65	566.77	376.25
2019	512.68	637.43	613.64	989.89	2155.17	2145.19	1893.82	2649.32	1605.08	1671.69	1562.26	899.50
2020	573.22	553.65	506.46	597.25	694.87	1774.76	1275.08	1731.73	1768.62	1924.82	2788.53	1242.14

Tabla 4.4 Estadísticos de la presa Angostura y la presa Malpaso.

Estadístico	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
La Angostura												
Media	287.99	198.33	179.74	164.82	253.94	870.27	1097.93	1437.03	2312.36	1931.11	749.86	409.51
Varianza	5609.1	2997.1	3284.6	3999.8	13790.0	169366.1	286026.0	566781.3	779947.3	579690.9	71076.0	13148.1
Desv. Estándar	74.89	54.75	57.31	63.24	117.43	411.54	534.81	752.85	883.15	761.37	266.60	114.67
Cv	0.26	0.28	0.32	0.38	0.46	0.47	0.49	0.52	0.38	0.39	0.36	0.28
rj,j+1	0.71	0.77	0.63	0.43	0.43	0.44	0.66	0.75	0.48	0.40	0.73	0.80
Pendiente	0.5209	0.8038	0.6998	0.8051	1.5206	0.5668	0.9226	0.8776	0.4167	0.1411	0.3154	0.5242
Ord al origen	48.307	20.324	39.037	121.24	484.13	604.66	424.06	1051.2	967.65	477.36	172.98	73.394
Malpaso												
Media	425.24	315.69	237.19	207.42	241.36	571.68	764.64	930.68	1541.70	1293.31	677.43	504.28
Varianza	26338.4	14222.8	12485.8	21653.6	99588.8	165831.8	172701.7	328047.7	664899.8	369147.1	156318.2	53159.5
Desv. Estándar	162.29	119.26	111.74	147.15	315.58	407.22	415.57	572.75	815.41	607.57	395.37	230.56
Cv	0.38	0.38	0.47	0.71	1.31	0.71	0.54	0.62	0.53	0.47	0.58	0.46
rj,j+1	0.35	0.66	0.73	0.71	0.71	0.50	0.62	0.46	0.46	0.43	0.55	0.36
Pendiente	0.2578	0.62	0.9641	1.5163	0.9138	0.5115	0.8507	0.6482	0.3436	0.282	0.3209	0.2766
Ord al origen	206.05	41.459	-21.259	-73.138	351.13	472.22	280.19	938.43	763.59	312.66	286.88	285.36

- Definición del número de etapas “n”

Las etapas n, tabla 4.5 y tabla 4.6, son el intervalo de tiempo en que se dividirá un ciclo anual, su definición tomo el criterio de la media máxima mensual, dándose la máxima media mensual en el mes de septiembre para ambas presas, por lo que se buscó agrupar las quincenas de tal manera que su media fuera un valor cercano a la media de septiembre.

Tabla 4.5 Estadísticos de las etapas en las que se divide un ciclo anual en la presa “La Angostura”.

Año i	La Angostura						
	Enero - Abril más Q1 Mayo	Q2 Mayo más Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov + Dic
	Etapas 7	Etapas 6	Etapas 5	Etapas 4	Etapas 3	Etapas 2	Etapas 1
1959	1088	812	653	1065	878	1948	1286
1960	939	1484	1488	1776	2966	2336	1815
.
2019	252	550	248	462	1066	1956	1107
2020	312	1581	756	1650	2329	1402	1722
Media	924.26	1030.83	1097.93	1437.03	2312.36	1931.11	1159.37
Desviación Estándar	239.88	466.03	534.81	752.85	883.15	761.37	359.25
Cv	0.26	0.45	0.49	0.52	0.38	0.39	0.31
rj,j+1	0.09	0.43	0.66	0.75	0.48	0.44	0.62

Tabla 4.6 Estadísticos de las etapas en las que se divide un ciclo anual en la presa “Malpaso”.

Malpaso							
Año i	Enero - Abril	Q2 Mayo	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov + Dic
	más Q1 Mayo	más Junio					
	Etapa 7	Etapa 6	Etapa 5	Etapa 4	Etapa 3	Etapa 2	Etapa 1
1959	2247.40	803.70	392.80	722.50	719.00	1716.80	1678.90
1960	1410.80	392.50	747.50	1120.60	1391.00	591.70	1485.80
.
2019	3578.35	3475.64	1893.82	2649.32	1605.08	1671.69	2461.76
2020	2554.81	2145.39	1275.08	1731.73	1768.62	1924.82	4030.67
Media	1288.50	710.07	764.64	930.68	1541.70	1293.31	1181.71
Desviación Estándar	518.86	578.42	415.57	572.75	815.41	607.57	556.60
Cv	0.40	0.81	0.54	0.62	0.53	0.47	0.47
r _{j,j+1}	0.98	0.92	0.96	0.94	0.99	0.87	0.9

El ciclo anual quedó dividido en 7 etapas.

- Etapa 1. Meses de diciembre y noviembre
- Etapa 2. Mes de octubre
- Etapa 3. Mes de septiembre
- Etapa 4. Mes de agosto
- Etapa 5. Mes de julio
- Etapa 6. Mes de junio, más segunda quincena de mayo
- Etapa 7. Primera quincena de mayo, mes de abril, mes de marzo, mes de febrero, mes de enero.

- **Definición del número de estados “NS”**

El volumen útil de los embalses se dividió, en intervalos $\Delta V = 200 \text{ hm}^3$.

La presa Angostura tiene un volumen útil de 13,169 hm^3 dividido en intervalos de 200 hm^3 , se obtienen 65 estados, la presa Malpaso cuenta con un volumen útil de 9317 hm^3 , obteniéndose 46 estados.

- **Definición de las extracciones máximas y mínimas, (kmáx y kmín).**

Las extracciones máximas kmáx, se determinaron de acuerdo con las capacidades máximas turbinables de cada embalse y las mínimas kmín, de acuerdo con las necesidades básicas de agua de la región, como son suministro de agua potable.

Tomando como dato la máxima capacidad turbinable de ambas presas, reportada por la CFE en 2019 y el suministro de agua potable a la región:

Tabla 4.7 Datos para determinar las extracciones mínimas y máximas por presa

Dato	Gasto		Volumen Quincenal		Vol. Quincena / ΔV	
	m ³ /s	m ³ /s	hm ³	hm ³		
	La Angostura	Malpaso	La Angostura	Malpaso	La Angostura	Malpaso
Gasto de diseño, del total de turbinas, (asociada a km _{máx})	1090.00	1440.00	1412.64	1866.24	7.0632	9.3312
Suministro de agua potable (asociada a km _{mín})	200	300	259.2	388.8	1.296	1.944

El cálculo de km_{máx} y km_{mín} se realiza para cada una de las etapas “n” en las que se divide el ciclo anual, para ello;

- * La capacidad turbinable en m³/s se expresa en volumen quincenal, este volumen se dividió en intervalos $\Delta V=200$ hm³, obteniendo la extracción km_{máx} y km_{mín} por quincena para cada una de las presas, tabla 4.7.
- * Para conocer las extracciones por etapa “n”, tabla 4.8, se multiplica la extracción quincenal discretizada por el número de quincenas que comprende cada etapa, el resultado se lleva al entero siguiente:

Tabla 4.8 Extracciones mínimas y máximas por presa.

Etapa	Quincenas	km _{máx}		km _{mín}		
		La Angostura	Malpaso	La Angostura	Malpaso	
1	Dic- Nov	4	28	37	8	4
2	Oct	2	14	18	4	2
3	Sep	2	14	18	4	2
4	Agosto	2	14	18	4	2
5	Jul	2	14	18	4	2
6	2nda May -Jun	3	21	27	6	3
7	Ene-1ra Mayo	9	63	83	18	9

• Probabilidades de ingreso

Las probabilidades de ingreso se obtienen como las frecuencias relativas de los volúmenes de ingreso al embalse agrupados en las etapas “n” definidas, construyendo histogramas de frecuencias tal que los intervalos de clase son incrementos de volumen $\Delta V = 200$ hm³.

Durante el análisis de frecuencia de datos se trabajaron con 2 tipos de probabilidades, probabilidades obtenidas directamente de la construcción de histogramas a las que llamaremos “Probabilidades sin suavizar”, figuras 4.1, 4.2 y probabilidades a las cuales después de su obtención se realizó un suavizado de los

picos menores del histograma a las que llamaremos “Probabilidades suavizadas” figuras 4.3 y 4.4.

- Probabilidades sin suavizar

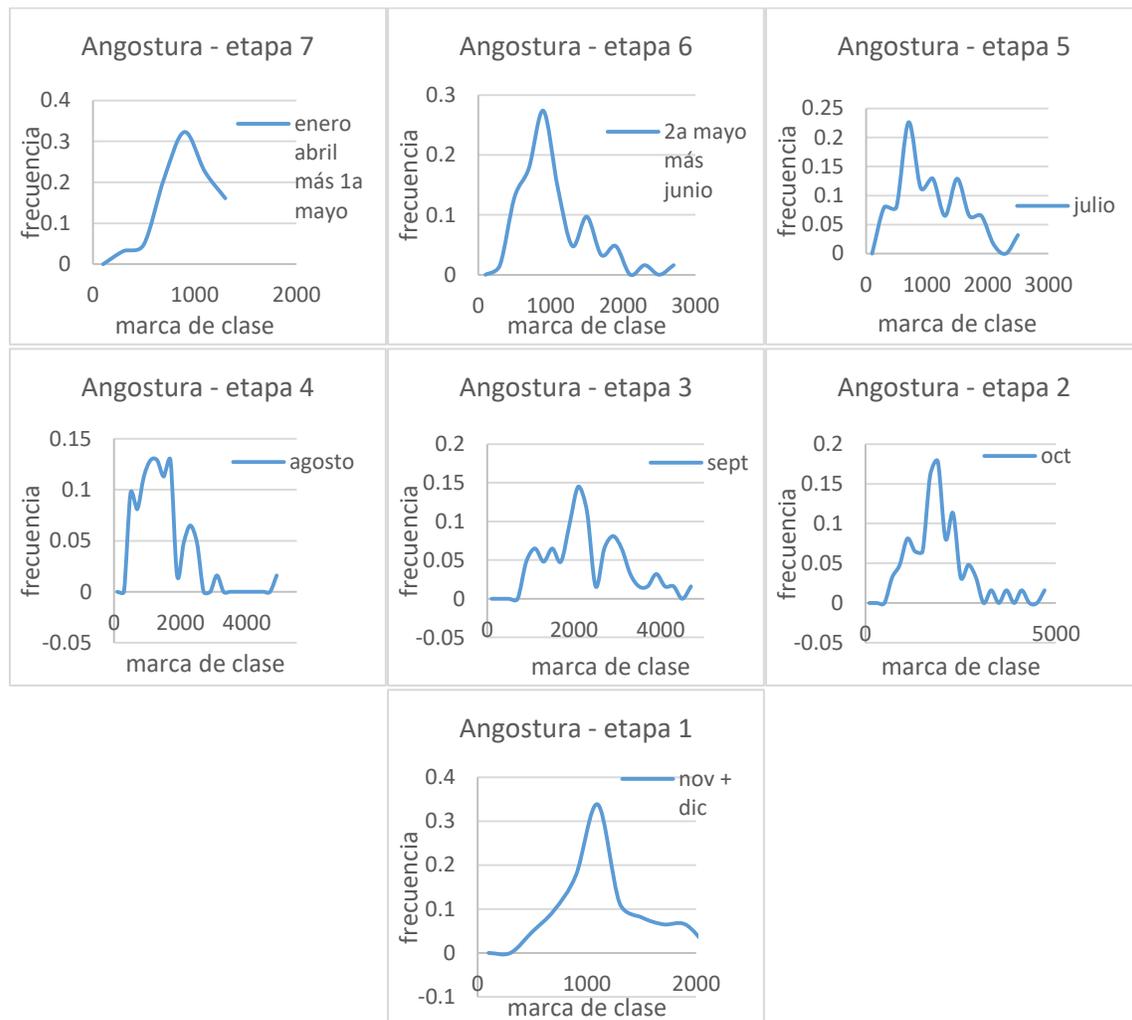


Figura 4.1 Probabilidades de ingreso sin suavizar de las presa “La Angostura”

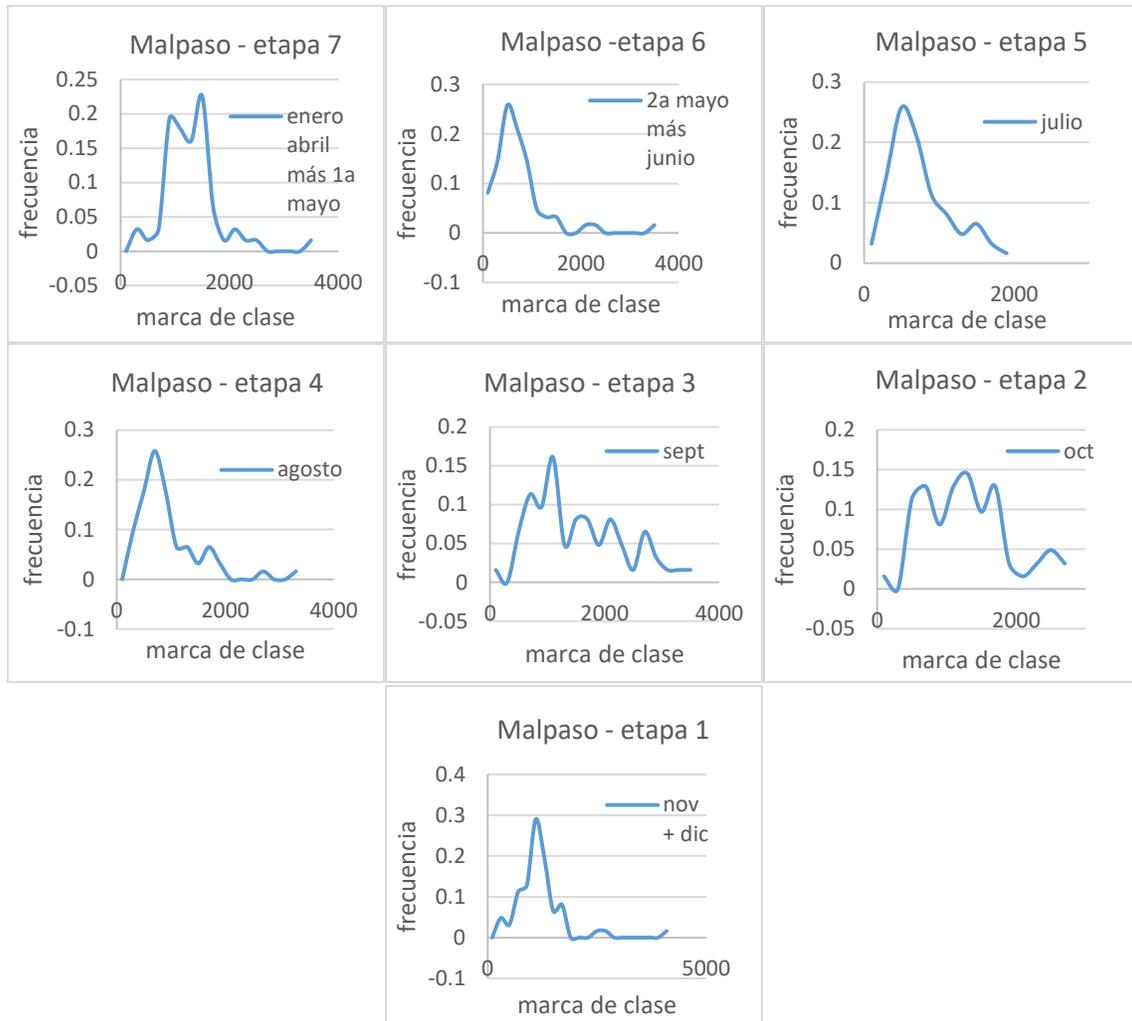


Figura 4.2 Probabilidades de ingreso sin suavizar de la presa “Malpaso”

- Probabilidades suavizadas

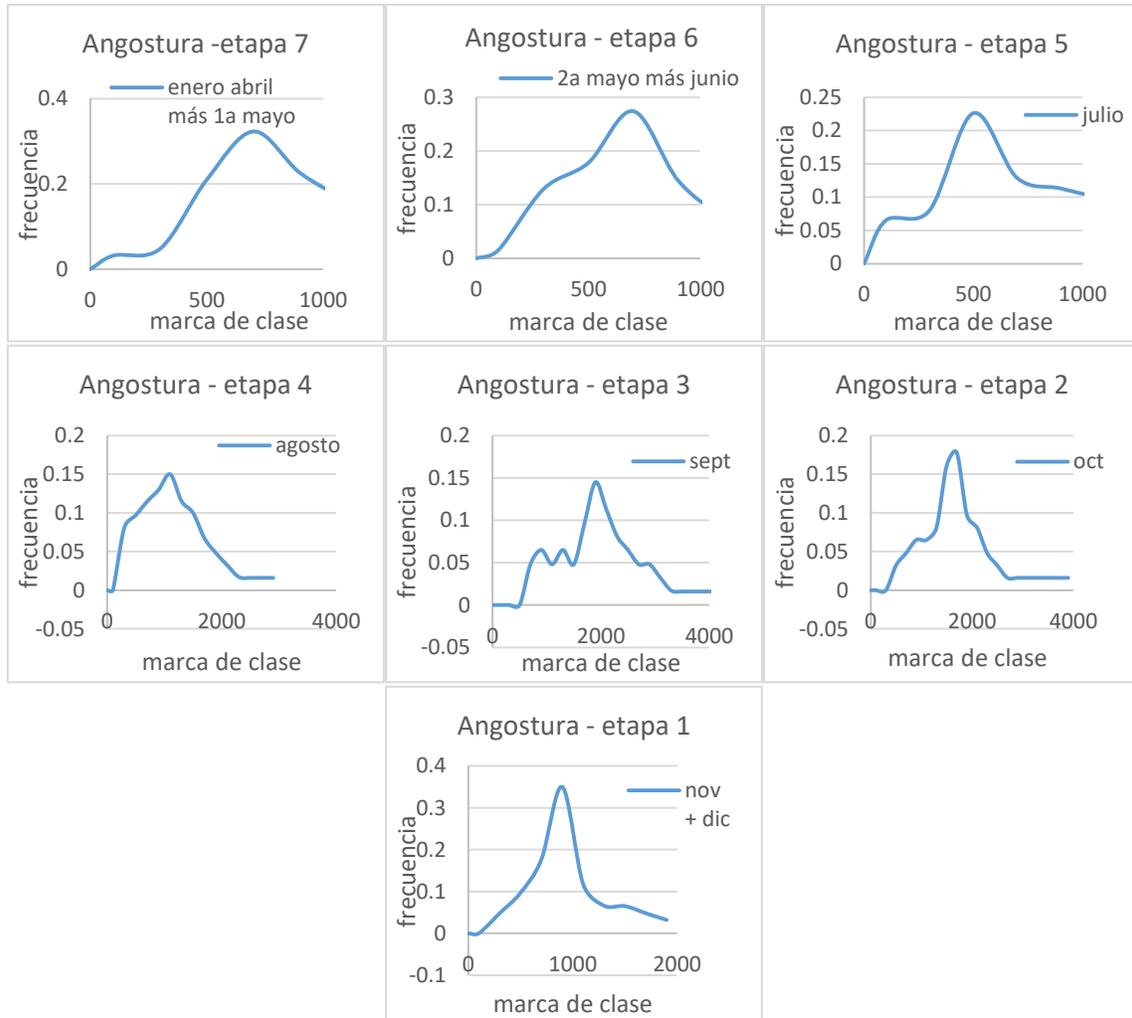


Figura 4.3 Probabilidades de ingreso suavizadas de la presa “La Angostura”

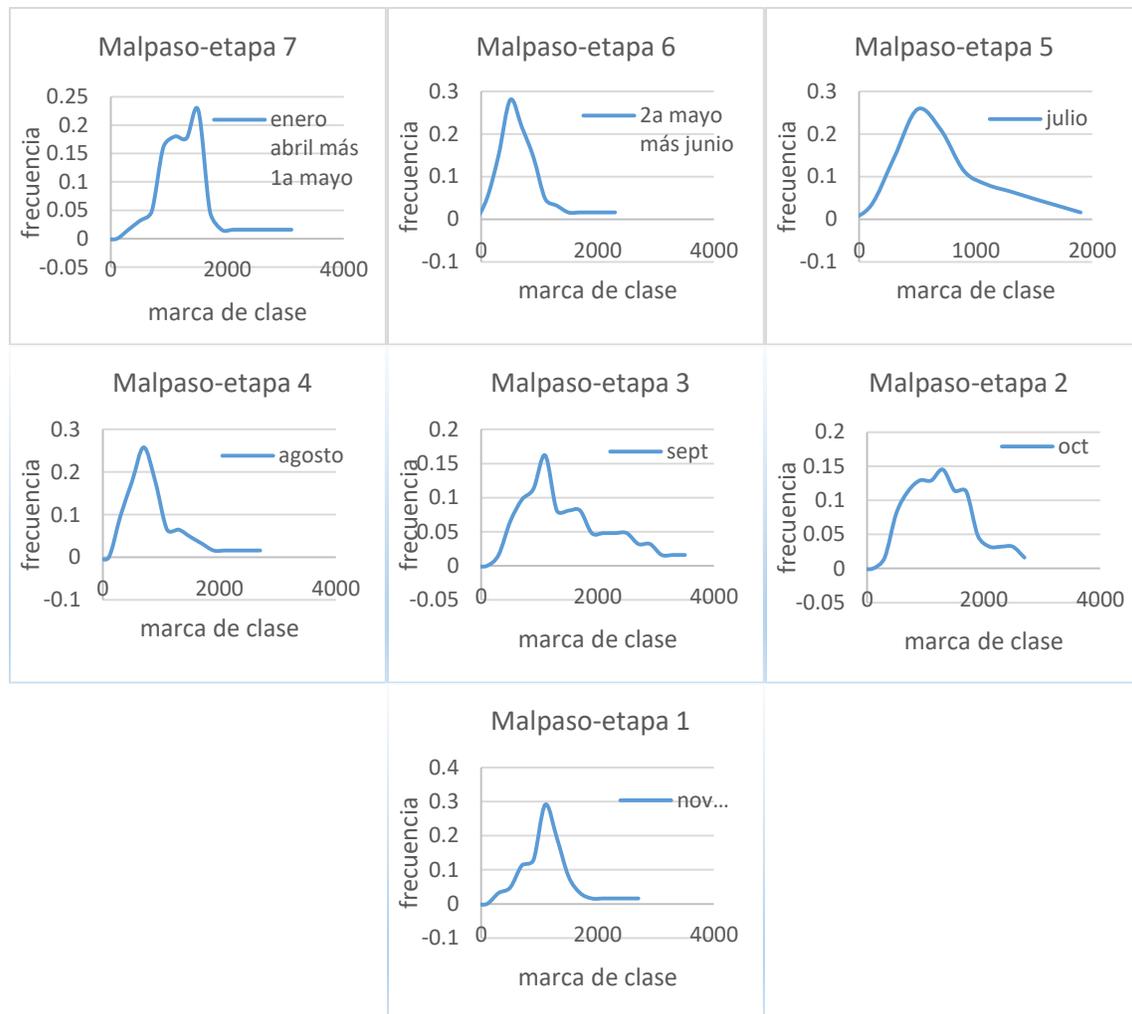


Figura 4.4 Probabilidades de ingreso suavizadas de la presa “Malpaso”

- **Coefficientes de penalización**

Los coeficientes de penalización por derrame, déficit, superar o quedar abajo de la curva guía, pertenecen a la mejor prueba reportada por Mendoza et al, (2012).

En el estudio de Mendoza et al, (2012) se probaron diferentes coeficientes de penalización por derrame, déficit, rebase de la curva guía alta y quedar abajo de la curva guía baja, partiendo de la curva guía propuesta por CONAGUA en aquel entonces, tabla 4.9.

Tabla 4.9 Coeficientes de penalización de la mejor prueba reportada (Mendoza et al, 2012)

Etapas	La Angostura				Malpaso				
	Derrame	Déficit	Rebase cga	Debajo cgb	Derrame	Déficit	Rebase cga	Debajo cgb	
1	Nov-Dic	10	10	5000	5000	100	10	10000	5000
2	Oct	10	10	8000	5000	100	10	10000	5000
3	Sep	10	10	20000	5000	100	10	15000	5000
4	Ago	10	10	20000	5000	100	10	15000	5000
5	Jul	10	10	15000	5000	100	10	10000	5000
6	2da Quin Mayo-Jun	10	10	9000	5000	100	10	9000	5000
7	Ene-1er Quin May	10	10	5000	5000	100	10	8000	5000

En el 2021 se realizó una nueva actualización (Mendoza et al, 2021) al software del algoritmo de programación dinámica estocástica, donde además de penalizar por rebase de la curva guía alta y quedar abajo de la curva guía, se considera la magnitud del rebase.

En este estudio se realizó un ensayo para encontrar una mejor relación de los coeficientes de penalización dada la curva guía, con los coeficientes por derrame y déficit, mismos que logren mejorar la política de operación óptima de dos embalses en cascada, proponiendo dividir los coeficientes de penalización dada la curva guía entre 100, tabla 4.10.

Tabla 4.10 Coeficientes de penalización de la mejor prueba reportada Mendoza et al. (2012) entre 100.

Etapas	La Angostura				Malpaso				
	Derrame	Déficit	Rebase cga	Debajo cgb	Derrame	Déficit	Rebase cga	Debajo cgb	
1	Nov-Dic	10	10	50	50	100	10	100	50
2	Oct	10	10	80	50	100	10	100	50
3	Sep	10	10	200	50	100	10	150	50
4	Ago	10	10	200	50	100	10	150	50
5	Jul	10	10	150	50	100	10	100	50
6	2da Quin Mayo-Jun	10	10	90	50	100	10	90	50
7	Ene-1er Quin May	10	10	50	50	100	10	80	50

4.2 Curvas guía a ensayar.

Las curvas guía son elevaciones y almacenamientos máximos sugeridos que puede alcanzar un embalse, en este trabajo se probaran 4 curvas guía principales, tabla 4.11 y figura 4.5, de las cuales se elegirá la que aporte la mejor política óptima de operación del sistema Grijalva.

- CG Base: Curva guía usada actualmente en el sistema.

- CG CFE: Curva guía establecida por la CFE considerando el fenómeno Niña.
- CG Conagua: Curva guía establecida por la Comisión Nacional del Agua.
- CG II: Curva guía propuesta por Instituto de Ingeniería.

Tabla 4.11 Curvas guía ensayadas, discretización de volumen $\Delta V = 200 \text{ hm}^3$

Etapa	Quincena	"La Angostura"								"Malpaso"							
		CFE		Conagua		II		Base		CFE		Conagua		II		Base	
		hm ³	ΔV														
7	01-ene	13200	66	13200	66	13200	66	13000	65	9400	47	9400	47	7800	39	9600	48
	15-ene	12600	63	12800	64	12800	64	12400	62	9200	46	9400	47	7400	37	9200	46
	01-feb	12000	60	12600	63	12600	63	11800	59	9000	45	9400	47	7200	36	9000	45
	15-feb	11400	57	12000	60	12000	60	11200	56	8800	44	9000	45	6800	34	8800	44
	01-mar	11000	55	11600	58	11600	58	10600	53	8600	43	8800	44	6600	33	8400	42
	15-mar	10400	52	10800	54	10800	54	10000	50	8400	42	8400	42	6600	33	8200	41
	01-abr	9800	49	10000	50	10000	50	9600	48	8200	41	8000	40	6800	34	8200	41
	15-abr	9200	46	9200	46	9200	46	9000	45	8000	40	7800	39	6800	34	8000	40
	01-may	8600	43	8600	43	8600	43	8400	42	7800	39	7600	38	7000	35	7800	39
6	15-may	8000	40	7400	37	7600	38	8000	40	7600	38	7200	36	7000	35	7600	38
	01-jun	7600	38	6400	32	6800	34	7400	37	7400	37	6800	34	7200	36	7400	37
	15-jun	7600	38	6400	32	6800	34	7400	37	7200	36	6600	33	7200	36	7200	36
5	01-jul	7600	38	6400	32	7000	35	7400	37	7000	35	6200	31	7000	35	6800	34
	15-jul	7600	38	6600	33	7200	36	7600	38	6600	33	6000	30	6800	34	6600	33
4	01-ago	7800	39	6800	34	7200	36	7600	38	6400	32	5800	29	6800	34	6200	31
	15-ago	8600	43	7400	37	8000	40	8400	42	6000	30	5400	27	6000	30	6000	30
3	01-sep	9200	46	7800	39	8600	43	9200	46	5600	28	5000	25	5400	27	5600	28
	15-sep	10400	52	8800	44	9600	48	10200	51	6600	33	5600	28	6200	31	6400	32
2	01-oct	11400	57	9600	48	10600	53	11200	56	7400	37	6200	31	7000	35	7400	37
	15-oct	12200	61	10800	54	11200	56	13000	65	7600	38	6800	34	7400	37	8400	42
1	01-nov	13200	66	12000	60	12000	60	13000	65	7600	38	7600	38	8000	40	8400	42
	15-nov	13200	66	12600	63	12000	60	13000	65	7800	39	8000	40	8600	43	8800	44
	01-dic	13200	66	13200	66	12000	60	13000	65	8200	41	8400	42	9000	45	9600	48
	15-dic	13200	66	13200	66	13200	66	13000	65	9400	47	9400	47	7800	39	9600	48

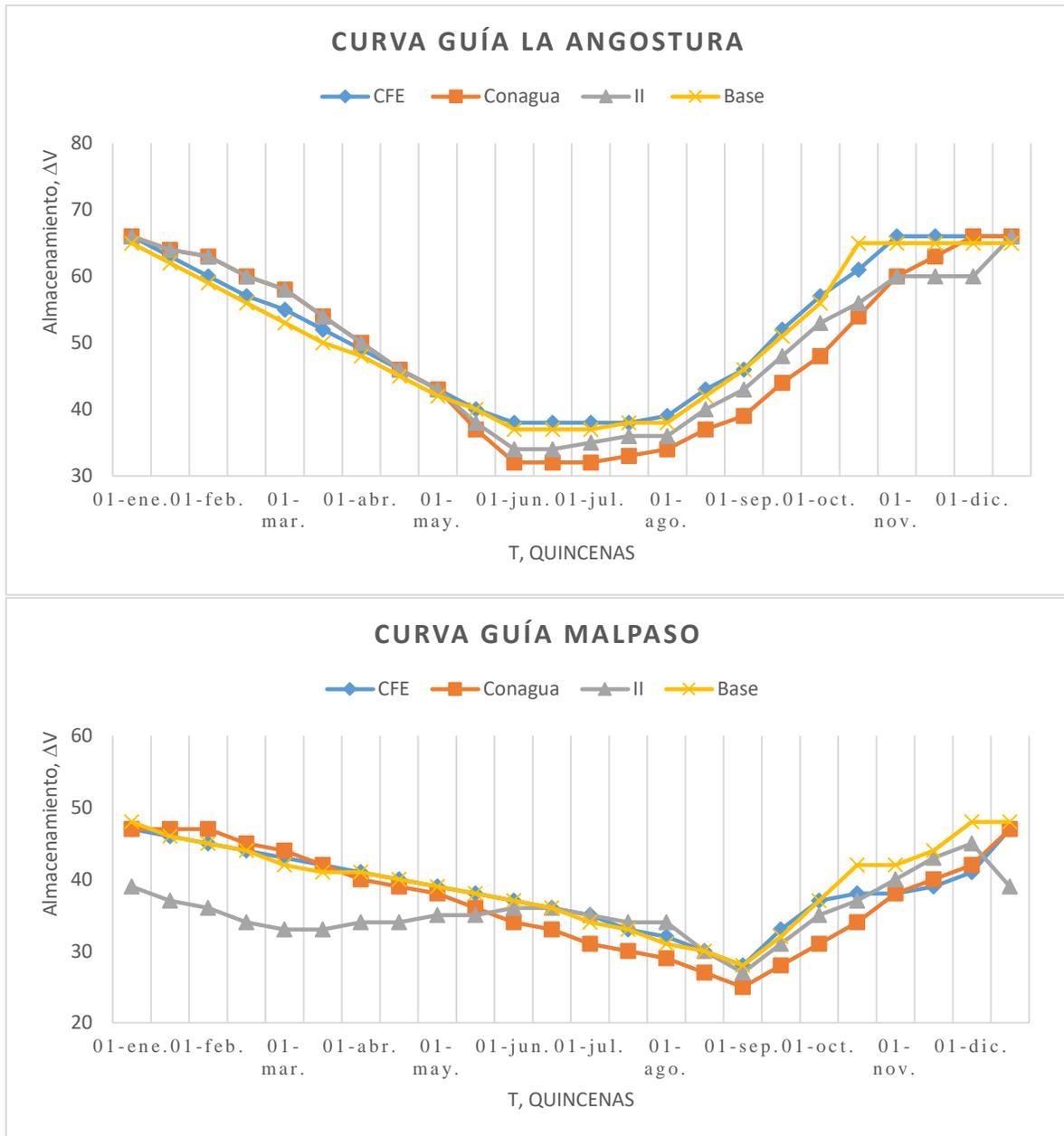


Figura 4.5 Curvas guía ensayadas, discretización de volumen $\Delta V = 200 \text{ hm}^3$

En este análisis se trabajará principalmente con la curva guía alta CGA, manteniendo constante la curva guía baja CGB en cada uno de los ensayos realizados.

En la tabla 4.12 y figura 4.6, se compara la CGB con la CGA para cada presa.

Tabla 4.12 Comparativa CGB y CGA, presas “La Angostura y Malpaso”

Etapas	CGB	CGA	NAMO	CGB	CGA	NAMO
--------	-----	-----	------	-----	-----	------

		CGA CFE		CGA CONAGUA		Malpaso	CGA CFE Malpaso	CGA CONAGUA Malpaso	Malpaso
		La Angostura	La Angostura	La Angostura	La Angostura				
1	Nov-Dic	20	66	66	65	16	47	47	48
2	Oct	20	61	54	65	15	38	34	48
3	Sep	18	52	44	65	14	33	28	48
4	Ago	16	43	37	65	12	30	27	48
5	Jul	14	38	33	65	10	33	30	48
6	2da Quin Mayo-Jun	12	38	32	65	8	36	33	48
7	Ene-1er Quin May	14	43	43	65	10	39	38	48

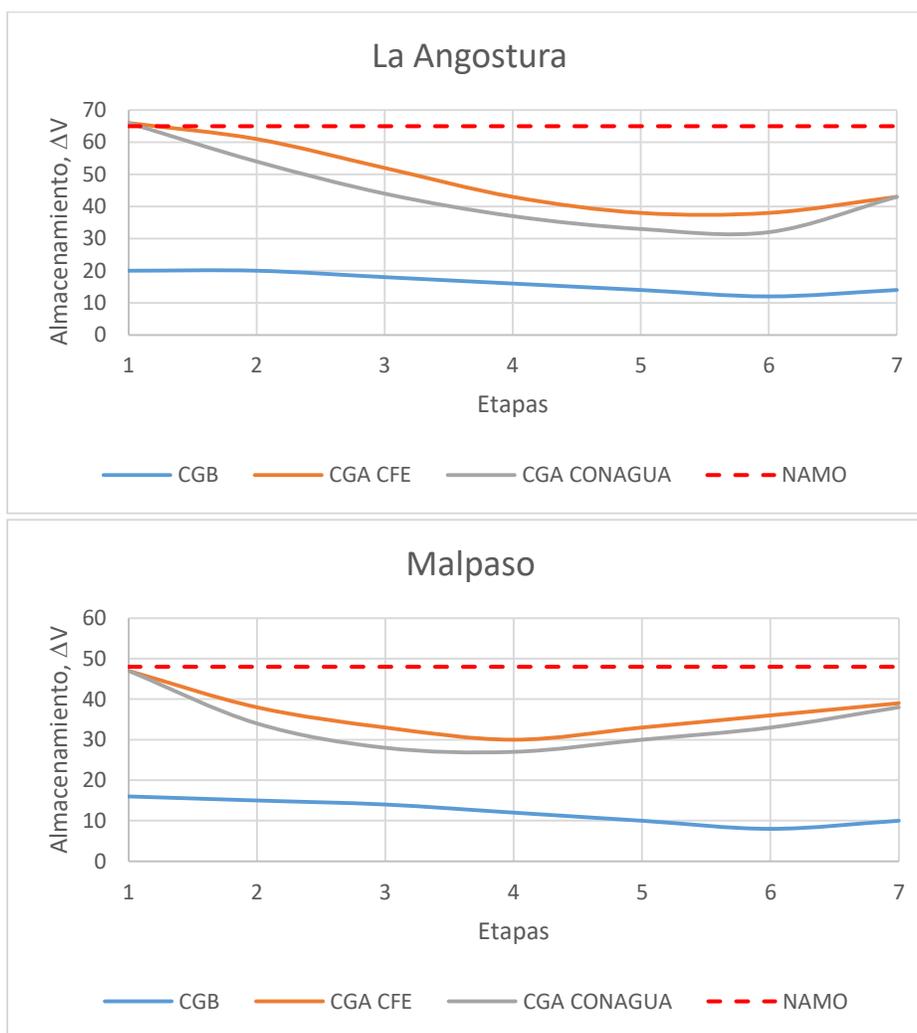


Figura 4.6 Comparación CGB y CGA. Presas "La Angostura y Malpaso"

4.3 Generación de series sintéticas

La selección final de la política de operación óptima del Conjunto Grijalva tendrá como base el análisis de la serie histórica y su comportamiento a largo plazo a través de la generación de series sintéticas, las cuales tendrán las mismas características estadísticas que la serie histórica, el análisis a largo plazo permitirá simular eventos de precipitación extremos dada la política de operación óptima.

Se generaron 10 series sintéticas de 1000 años de registro de volúmenes de ingreso a los embalses con el método de Svanidze modificado, realizando la simulación con el programa **Simq2pcm.for**.

A continuación, se describe la generación de las series sintéticas; con base en la metodología del método de Svanidze modificado, capítulo 3.6:

- En este estudio se consideraron quincenas como intervalo de tiempo en el que se obtienen los volúmenes de ingreso al embalse, en hm^3 , obteniendo una serie con un período común para ambas presas de 62 años, de 1959 a 2020. La serie histórica se encuentra en el Anexo A de este estudio.
- A la serie histórica de cada presa, se obtuvieron sus estadísticos, tabla 4.13 y 4.14, los estadísticos completos se encuentran en el Anexo A.

Tabla 4.13 Estadísticos de la serie histórica de la presa "La Angostura".

Estadístico	Enero		*				Octubre		*		Diciembre		Total
	1	2	*	*	*	*	19	20	*	*	23	24	Anual
Media	151.69	136.30	*	*	*	*	1164.97	766.13	*	*	221.40	188.11	9892.88
Varianza	1993.9	1327.0	*	*	*	*	313652.6	120390.4	*	*	4383.7	3054.3	7673617.5
Desviación Estándar	44.65	36.43	*	*	*	*	560.05	346.97	*	*	66.21	55.27	2770.13
Coficiente de Asimetría	0.28	-0.12	*	*	*	*	2.46	0.95	*	*	0.07	0.17	0.41
Cv	0.29	0.27	*	*	*	*	0.48	0.45	*	*	0.30	0.29	0.28
r _{j,j+1}	0.70	0.71	*	*	*	*	0.37	0.55	*	*	0.78	0.70	

Tabla 4.14 Estadísticos de la serie histórica de la presa "Malpaso"

Estadístico	Enero		*				Octubre		*		Diciembre		Total
	1	2	*	*	*	*	19	20	*	*	23	24	Anual
Media	224.85	200.39	*	*	*	*	749.80	543.51	*	*	253.30	250.98	7710.62
Varianza	12047.1	7704.2	*	*	*	*	166714.6	117079.7	*	*	17214.2	15924.6	7066875.5
Desviación Estándar	109.76	87.77	*	*	*	*	408.31	342.17	*	*	131.20	126.19	2658.36
Coficiente de Asimetría	0.81	0.39	*	*	*	*	1.12	1.13	*	*	1.35	1.67	1.21
Cv	0.49	0.44	*	*	*	*	0.54	0.63	*	*	0.52	0.50	0.34
r _{j,j+1}	0.34	0.35	*	*	*	*	0.31	0.44	*	*	0.60	0.37	

- c) El menor coeficiente de correlación se da en la quincena 19, correspondiente a la primera quincena de octubre, por lo que el año hidrológico, comienza la segunda quincena de octubre terminando la primera quincena de octubre del siguiente año. En las tablas 4.15 y 4.16 se representa la serie de años hidrológicos para ambas presas.

Tabla 4.15 Serie de años hidrológicos "La Angostura"

Año	Oct Q2	Nov Q1	*	*	*	*	*	Sep Q1	Sep Q2	Oct Q1	Total anual
1959	1198.07	488.01	*	*	*	*	*	1395.21	1570.90	1348.78	12485.30
1960	987.12	836.65	*	*	*	*	*	674.57	594.78	753.30	8911.47
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2018	767.81	402.72	*	*	*	*	*	345.02	720.85	1015.97	3252.37
2019	939.94	608.08	*	*	*	*	*	1182.23	1146.92	850.34	4727.50

Tabla 4.16 Serie de años hidrológicos "Malpaso"

Año	Oct Q2	Nov Q1	*	*	*	*	*	Sep Q1	Sep Q2	Oct Q1	Total anual
1959	1257.10	563.20	*	*	*	*	*	747.50	643.50	199.20	8197.60
1960	392.50	612.80	*	*	*	*	*	431.40	229.80	623.20	6789.00
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1959	633.21	332.56	*	*	*	*	*	746.34	858.74	689.36	15467.81
1960	982.32	802.89	*	*	*	*	*	759.79	1008.83	1068.98	13988.70

La serie de años hidrológicos tendrá 61 años, iniciando en 1959 y terminando en 2019.

- d) Los estadísticos de los años hidrológicos de ambas presas, se encuentran en el Anexo C, de este estudio.
- e) Una de las modificaciones al método de Svanidze modificado es obtener la serie histórica de volumen de ingreso anual total, es decir, la suma del volumen de ingreso anual de la presa La Angostura más el volumen de ingreso anual de la presa Malpaso, tabla 4.17.

Tabla 4.17 Serie histórica de volumen de ingreso anual total.

Año	La Angostura	Malpaso	Total= La Angostura + Malpaso
	[hm ³]	[hm ³]	[hm ³]
1959	12485.3	8197.6	20682.9
1960	8911.5	6789.0	15700.5
*	*	*	*

Año	La Angostura	Malpaso	Total= La Angostura + Malpaso
	[hm ³]	[hm ³]	[hm ³]
*	*	*	*
*	*	*	*
2018	5273.7	15467.8	20741.5
2019	9525.8	13988.7	23514.5

- f) Se verifica la independencia de la serie de volúmenes de ingreso total con ayuda del correlograma tal que la serie sea de naturaleza aleatoria y no exista autocorrelación, entre los volúmenes totales. En la figura 4.7 se muestra el correlograma de los volúmenes de ingresos totales.

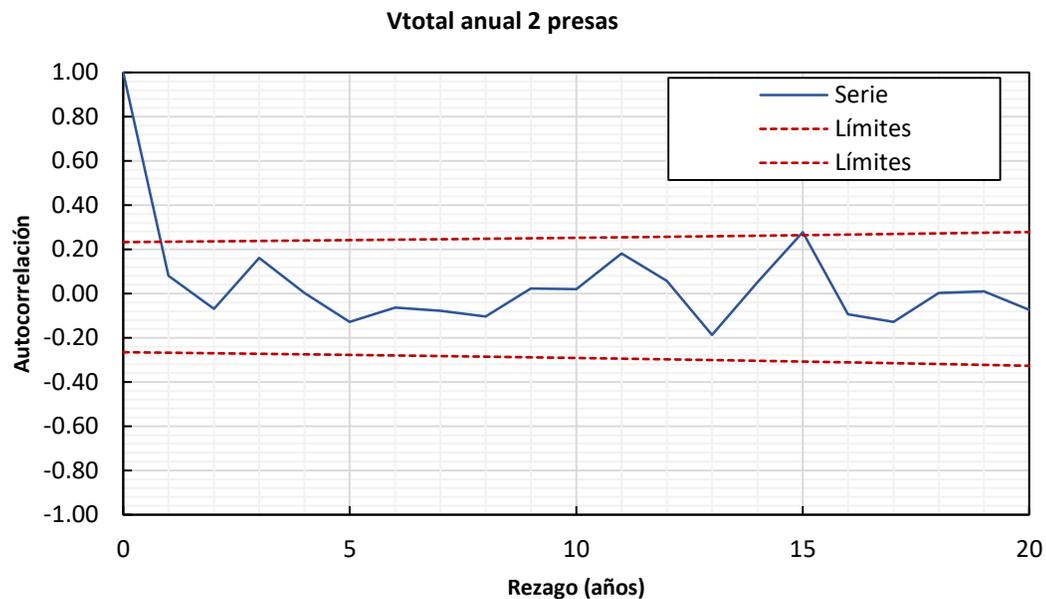


Figura 4.7 Correlograma de la serie histórica de volumen de ingreso anual total.

- g) A la serie de volumen de ingreso anual total se le obtienen sus estadísticos: media, desviación estándar, coeficiente de asimetría, en la tabla 4.18 se muestran los valores de los estadísticos.

Tabla 4.18 Estadísticos de la serie de volumen de ingreso anual total.

Estadísticos	
Media	17601.07
Varianza	18726451.43
Desviación Estándar	4327.41
Cv	0.25
Coeficiente de asimetría	0.56

Con los datos obtenidos se inició con la generación de series sintéticas.

4.3.1 Fracciones de los volúmenes de ingreso por presa y quincenalmente.

1. Obtener las fracciones anuales y quincenales.

- Con la serie de volúmenes de ingreso totales se calculó el porcentaje anual en cada presa, la suma debe ser igual a 1, ver la tabla 4.19.

Tabla 4.19 Fracciones anuales del volumen de ingreso anual total.

Año	La Angostura	Malpaso	Suma= La Angostura + Malpaso
	Fracción de Vol. hm ³	Fracción de Vol. hm ³	Fracción Vol. hm ³
1959	0.60	0.40	1
1960	0.57	0.43	1
*	*	*	*
*	*	*	*
2018	0.25	0.75	1
2019	0.41	0.59	1

- Para cada presa se obtuvieron las fracciones quincenales partiendo del volumen de ingreso anual (año hidrológico), ver las tablas 4.20 y 4.21.

Tabla 4.20 Fracciones quincenales de la presa "La Angostura"

Año	Oct Q2	Nov Q1	*	*	*	*	*	Sep Q1	Sep Q2	Oct Q1	Suma
1959	0.0960	0.0391	*	*	*	*	*	0.1117	0.1258	0.1080	1.0
1960	0.1108	0.0939	*	*	*	*	*	0.0757	0.0667	0.0845	1.0
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2018	0.1456	0.0764						0.0654	0.1367	0.1926	1.0
2019	0.0987	0.0638						0.1241	0.1204	0.0893	1.0

Tabla 4.21 Fracciones quincenales de la presa "Malpaso"

Año	Oct Q2	Nov Q1	*	*	*	*	*	Sep Q1	Sep Q2	Oct Q1	Suma
1959	0.1533	0.0687						0.0912	0.0785	0.0243	1.0
1960	0.0578	0.0903						0.0635	0.0338	0.0918	1.0
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1959	0.0409	0.0215						0.0483	0.0555	0.0446	1.0
1960	0.0702	0.0574						0.0543	0.0721	0.0764	1.0

4.3.2 Ajuste de la serie de volúmenes de ingreso totales a una función de distribución $f(x)$.

- La serie de volúmenes de ingreso totales se ajustó a una función de distribución empleando el software denominado Ax desarrollado por el CENAPRED (Jiménez, 1997), la función de ajuste será aquella que aporte el menor error estándar de ajuste, obteniéndose la función de distribución Gumbel con ajuste por el método de momentos, en la tabla 4.22 se tienen los parámetros de la función de distribución Gumbel.

Tabla 4.22 Parámetros de la función de ajuste; distribución Gumbel.

Distribución Gumbel		
α	β	EEA
0.0003	15653.7377	740.786

En la figura 4.8 se tiene el ajuste de probabilidades de la serie histórica de volumen de ingreso total anual, también se grafica la serie histórica original de volumen de ingreso total anual.

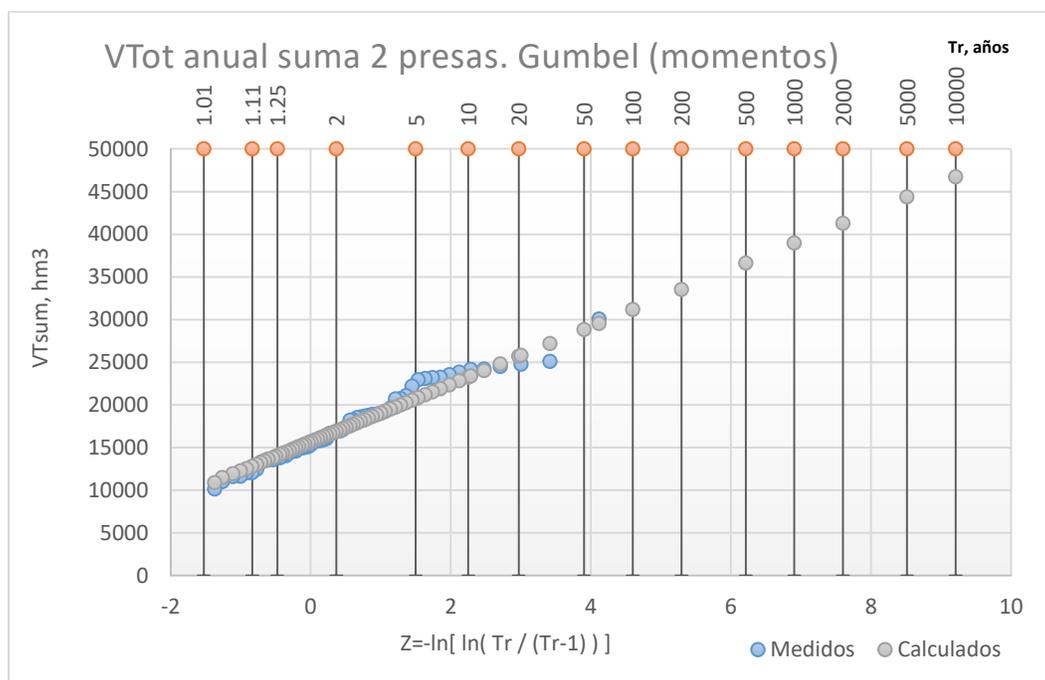


Figura 4.8 Gráfica del ajuste de probabilidades de la serie histórica de volumen de ingreso anual total. Ajuste Gumbel.

4.3.3 Generación de volúmenes de ingreso totales sintéticos.

3. Partiendo de que cada año hidrológico tiene la misma probabilidad de ser seleccionado; la serie de años hidrológicos tiende a una distribución uniforme, por lo que se generaron 10 x 1001 números aleatorios con distribución uniforme [0,1], la razón de ser 10 columnas por 1001 filas, implica 10 series sintéticas de 1000 años, ya que al pasar a año cronológico la serie se reduce a n-1 años. Para obtener los números aleatorios en el programa Excel se escribe la función =ALEATORIO ().
4. Los números aleatorios con distribución uniforme se llevaron a volumen con la ecuación de ajuste, con ayuda de los parámetros de la función de distribución Gumbel $\alpha = 0.0003$ y $\beta = 15653.7377$, obteniéndose así 10 series de volúmenes de ingreso totales sintéticos.

4.3.4 Generación de series sintéticas.

5. Para asociar los volúmenes totales de ingreso sintéticos a las fracciones quincenales se generan aleatoriamente números con distribución uniforme que se encuentren dentro del intervalo de años históricos. En el programa Excel se escribe la función =ALEATORIO. ENTRE (año inicial; año final).
6. El año seleccionado se relaciona con su correspondiente fracción anual de los volúmenes totales de ingreso por presa, las obtenidas en el punto 1, y con su correspondiente fracción quincenal, ver tabla 4.19.
7. En el programa Excel puede utilizarse la función BUSCAR. V, una vez seleccionado aleatoriamente el año se busca la fracción total anual de la presa 1 y la presa 2, luego se busca las fracciones quincenales de la presa 1 y la presa 2, obtenidas en el punto 1 de este capítulo, ver tabla 4.20 y tabla 4.21.

Por ejemplo, si la función =ALEATORIO. ENTRE (año inicial; año final), obtiene el año 1959, su correspondiente fracción anual será la encontrada en la tabla 4.20 y sus fracciones quincenales serán la de la tabla 4.20 para la presa La Angostura y tabla 4.21 para Malpaso.

8. Para obtener la serie sintética de 1001 años, se multiplican los volúmenes de ingreso totales sintéticos por las fracciones anuales y quincenales asociadas al año seleccionado aleatoriamente. Obteniendo así la serie de años hidrológicos sintéticos.

9. El programa Simq2pcm.for realiza la simulación de vaso conjunto en año cronológico, por lo que la serie sintética se lleva de años hidrológicos a años cronológicos, obteniéndose así la serie sintética de 1000 años.

4.4. Estadísticos de las series sintéticas generadas con el método de Svanidze “año hidrológico”.

En las figuras 4.9 a 4.13 se grafican los estadísticos promedio de las 10 series sintéticas obtenidas con el método de Svanidze modificado, en comparativa con los estadísticos de la serie histórica.

Los estadísticos son: media, varianza, desviación estándar, coeficiente de asimetría y coeficiente de auto - correlación para cada presa, los cuales logran reproducir satisfactoriamente la serie histórica.

Media

En el caso de la media, ver figura 4.9, las series sintéticas logran reproducirse exitosamente iguales a la serie histórica, con una tendencia en ambas presas; de la Q2 de octubre a la Q2 de mayo, período seco, las medias de las series sintéticas sobreestiman ligeramente a la serie histórica, mientras las quincenas restantes del año hidrológico, período húmedo (Q1 de julio a Q1 de octubre) las medias de las series sintéticas son ligeramente inferiores a la serie histórica.

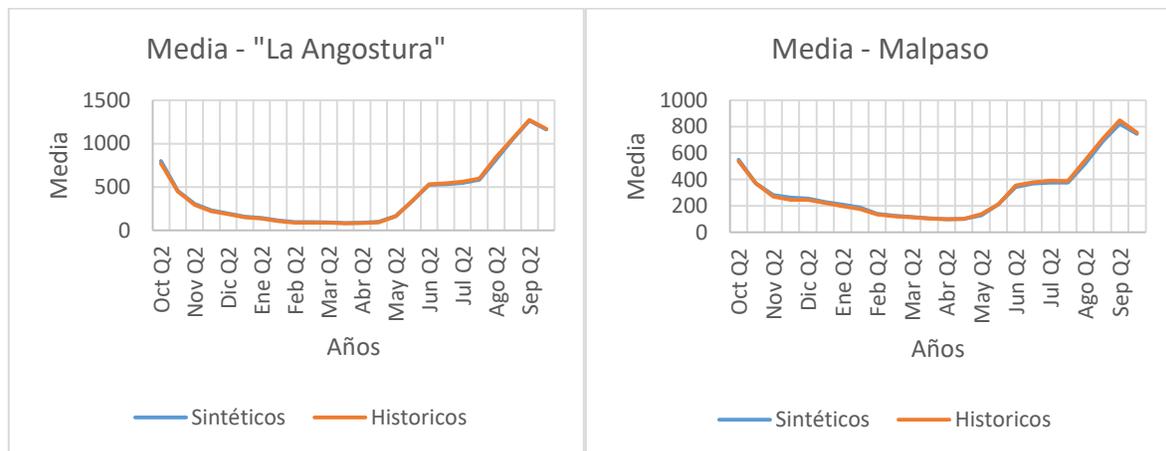


Figura 4.9 Estadístico; Media. Series sintéticas vs serie histórica

Desviación estándar

La desviación estandar, ver figura 4.10, al igual que la media y la varianza siguen la misma tendencia, adicional; en la presa Malpaso la media de las series sintéticas sobrestima ligeramente a la serie histórica, considerando la Q2 de Mayo como un período de transición entre la época de estiaje y la época de lluvias.

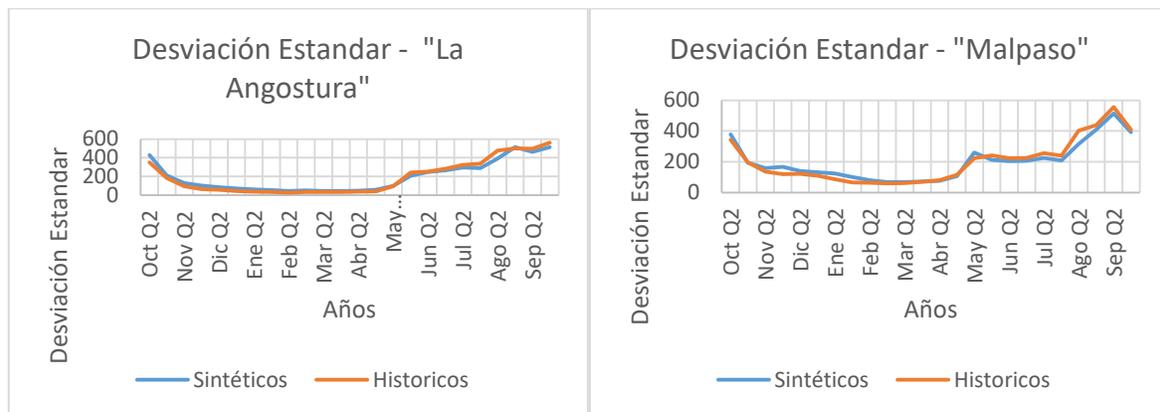


Figura 4.10 Estadístico; Desviación Estándar. Series sintéticas vs serie histórica

Coefficiente de asimetría

El coeficiente de asimetría, ver figura 4.11, en la presa La Angostura, la media de las series sintéticas, sobrestima casi todas las quincenas, excepto el período de transición que son la Q2 de mayo y Q1 de junio, el mes de agosto y Q1 de octubre, con mayor evidencia la Q2 de mayo.

En la presa Malpaso la media de las series sintéticas en el período seco sobreestiman la serie histórica, obteniendo un valor negativo en la quincena de transición Q2 de mayo, esto se debe a la fracción de ingresos en la presa Malpaso siendo de -0.16 para la Q2 de mayo del año 1993, por lo que en las series sintéticas cualquier año m seleccionado con reemplazo asociado al año 1993 obtendrá valores negativos muy altos.

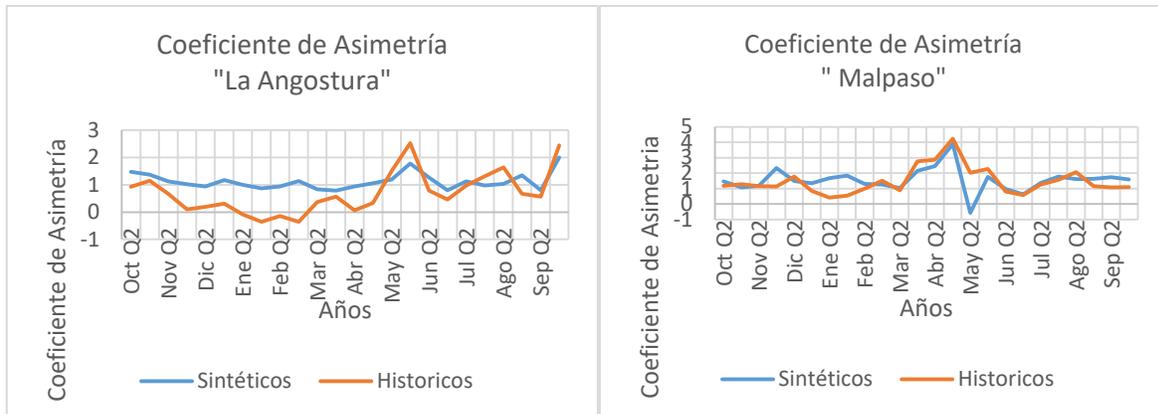


Figura 4.11 Estadístico; Coeficiente de asimetría. Series sintéticas vs serie histórica

Coeficiente de auto correlación $r_{j+1, j}$.

Coeficiente de auto correlación $r_{j+1, j}$, ver figura 4.12, sobreestima la media de las series sintéticas en el período seco, subestimando en el período húmedo; la tendencia se da por igual en ambas presas.

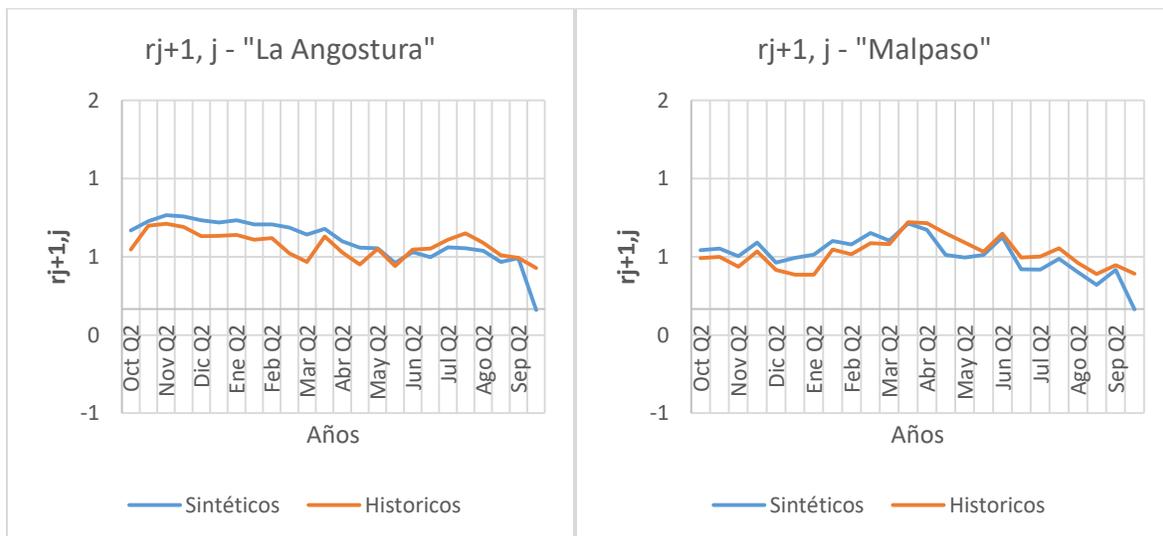


Figura 4.12 Coeficiente de auto correlación, $r_{j+1, j}$; Series sintéticas vs serie histórica

Correlación cruzada $r(x, y)$

La correlación cruzada, ver figura 4.13, sigue la misma tendencia que la media, la desviación estándar, la varianza y el coeficiente de auto correlación, el estadístico representa claramente la transición entre la época de estiaje y la época de avenidas como la Q2 de mayo.

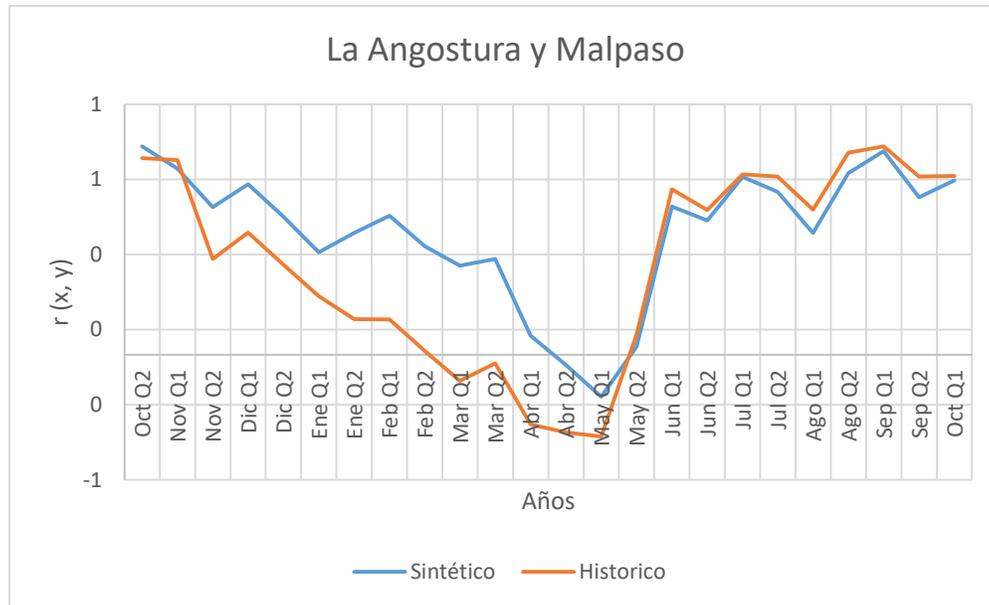


Figura 4.13 Estadístico; Correlación cruzada. Series sintéticas vs serie histórica

4.5. Comparación de volúmenes series sintéticas vs serie histórica “año hidrológico”.

El gráfico de la figura 4.14 representa el ajuste Gumbel de la serie histórica vs las series sintéticas, las cuales en conjunto reprodujeron con éxito las características de la serie original, pero al mismo tiempo dan lugar a eventos más críticos (de abundancia o de escasez) que los de la serie histórica, al obtenerse valores observables mayores o menores a la serie histórica.

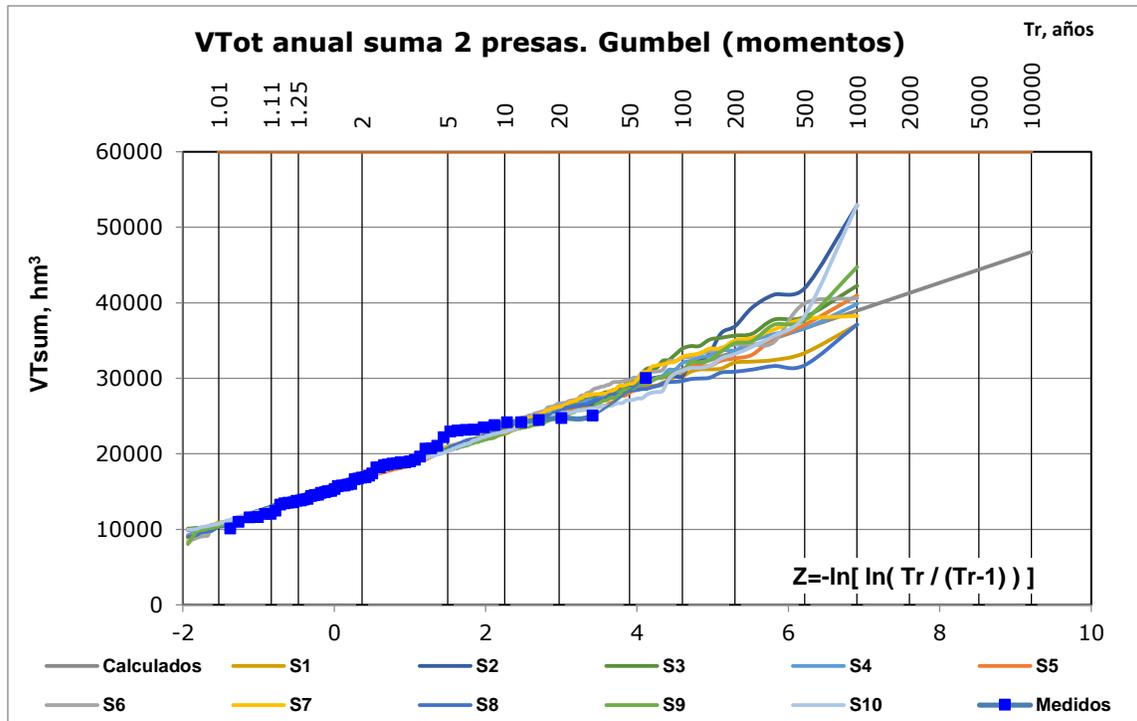


Figura 4.14 Ajuste Gumbel, serie histórica vs series sintéticas.

La serie sintética 2 a partir de un período de retorno de 200 años, tiene una tendencia por arriba de los volúmenes de la serie histórica, entregando el máximo volumen para un período de retorno de 1000 años de más de 50,000 hm³, la serie sintética 10 también presenta volúmenes por arriba de la serie histórica, sin embargo, la tendencia inicia para un período de retorno de 500 años, al igual que la serie 2, la serie 10 para un período de retorno de 1000 años obtiene un volumen de más de 50,000 hm³.

Por el contrario, las series sintéticas 1 y 8 producen volúmenes por debajo de la serie histórica, la serie 8 presenta los menores volúmenes de todas las series.

4.6 Tablas de políticas de extracción quincenales en una etapa del año.

La política de operación o extracción del volumen de agua se define como el volumen a extraer en cierta quincena del año, dependiendo del volumen o estado presente del sistema. En este estudio se utilizó un algoritmo desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, para la obtención de una política óptima de operación de dos embalses que funcionan en cascada, el algoritmo se divide en tres programas consecutivos; calfit2p.for, opdin2vs.for y simq2pcm.for, vistos en el apartado 3.6., el algoritmo opdin2vs.for escribe la política de extracción para ambas presas en un archivo de salida llamado MEEVS, siendo un arreglo matricial.

El arreglo permite conocer, de acuerdo a la quincena en cuestión, la extracción que debe realizarse dependiendo del estado (volumen de agua) en el que se encuentre la presa al inicio de dicha quincena, esta representación tiene la finalidad de proporcionar de manera sencilla la política de extracción a los operadores de las presas.

El volumen útil de los embalses quedó dividido en 65 estados para La Angostura ($13,169 \text{ hm}^3 / \Delta V = 200 \text{ hm}^3$) y 46 estados para Malpaso ($9317 \text{ hm}^3 / \Delta V = 200 \text{ hm}^3$).

Por otro lado, el ciclo anual quedó dividido en 7 etapas.

- Etapa 1. Meses de diciembre y noviembre; 4 quincenas.
- Etapa 2. Mes de octubre; 2 quincenas
- Etapa 3. Mes de septiembre; 2 quincenas
- Etapa 4. Mes de agosto; 2 quincenas
- Etapa 5. Mes de julio; 2 quincenas
- Etapa 6. Mes de junio, más segunda quincena de mayo; 3 quincenas
- Etapa 7. Primera quincena de mayo, mes de abril, mes de marzo, mes de febrero, mes de enero: 9 quincenas

De lo anterior el archivo MEEVS obtendrá las políticas de operación por etapa, teniéndose para este estudio 7 etapas al año.

A continuación, se describe el manejo de la matriz de estados – extracciones:

De acuerdo a la etapa correspondiente se tendrá en el eje “x”, los estados de Malpaso y el eje “y” los estados de La Angostura, en las figuras 4.23 a 4.29 se muestran las tablas estados – extracciones, con un formato reducido a modo de ejemplo.

Si se desea conocer cuánto debe extraerse en la Q2 de octubre, que corresponde a la etapa 2, los volúmenes almacenados al inicio de la quincena en cuestión, en La Angostura y Malpaso son 1600 hm^3 y 12000 hm^3 , que corresponden a los estados 9 ($1600/200$) y 6 ($1200/200$).

Se busca en la etapa 2, ver tabla 4.24, la intersección en el eje y, el renglón 9 (La Angostura) y en el eje x, el renglón 6 (Malpaso), obteniéndose así el valor 0304, los primeros dos dígitos indican cuanto debe extraerse en la presa 1 (La Angostura) y los siguientes dos dígitos cuanto en la presa 2 (Malpaso), por lo que se extraerán $03 \times (200/2) \text{ hm}^3 = 300 \text{ hm}^3$ en la Angostura y $04 \times (200/2) \text{ hm}^3 = 400 \text{ hm}^3$ en Malpaso.

Tabla 4.23 Política de operación para la etapa 1. Nov- Dic. $\Delta V_{Etapa1}=200/4 \text{ hm}^3$

		$\Delta V_{Etapa1}=200/4 \text{ [hm}^3\text{]}$															
		ESTADOS MALPASO															
		1	2	3	4	5	6	*	*	*	41	42	43	44	45	46	
ESTADOS ANGOSTURA	1	0608	0608	0608	0608	0608	0608	*	*	*	0618	0626	0626	0626	0626	0626	
	2	0608	0608	0608	0608	0608	0608	*	*	*	0618	0626	0626	0626	0626	0626	
	3	0608	0608	0608	0608	0608	0608	*	*	*	0618	0626	0626	0626	0626	0626	
	4	0608	0608	0608	0608	0608	0608	*	*	*	0618	0626	0626	0626	0626	0626	
	5	0608	0608	0608	0608	0608	0608	*	*	*	0618	0626	0626	0626	0626	0626	
	6	0608	0608	0608	0608	0608	0608	*	*	*	0618	0626	0626	0626	0626	0626	
	7	0608	0608	0608	0608	0608	0608	*	*	*	0618	0626	0626	0626	0626	0626	
	8	0608	0608	0608	0608	0608	0608	*	*	*	0618	0626	0626	0626	0626	0626	
	9	0608	0608	0608	0608	0608	0608	*	*	*	0618	0626	0626	0626	0626	0626	
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	61	0708	0708	0708	0708	0708	0708	*	*	*	0726	0726	0726	0726	0726	0726	
	62	0808	0808	0808	0808	0808	0808	*	*	*	0826	0826	0826	0826	0826	0826	
	63	0908	0908	0908	0908	0908	0908	*	*	*	0926	0926	0926	0926	0926	0926	
64	1008	1008	1008	1008	1008	1008	*	*	*	1026	1026	1026	1026	1026	1027		
65	1108	1108	1108	1108	1108	1108	*	*	*	1126	1126	1126	1126	1127	1128		

Tabla 4.24 Política de operación para la etapa 2. Oct. $\Delta V_{Etapa2}=200/2 \text{ hm}^3$

		$\Delta V_{Etapa2}=200/2 \text{ [hm}^3\text{]}$															
		ESTADOS MALPASO															
		1	2	3	4	5	6	*	*	*	41	42	43	44	45	46	
ESTADOS ANGOSTURA	1	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	2	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	3	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	4	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	5	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	6	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	7	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	8	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	9	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	61	0704	0704	0704	0704	0705	0706	*	*	*	0718	0718	0718	0718	0718	0718	
	62	0804	0804	0804	0805	0806	0807	*	*	*	0818	0818	0818	0818	0818	0818	
	63	0904	0904	0905	0906	0907	0908	*	*	*	0918	0918	0918	0918	0918	0918	
64	1004	1005	1006	1007	1008	1009	*	*	*	1018	1018	1018	1018	1018	1018		
65	1105	1106	1107	1108	1108	1109	*	*	*	1118	1118	1118	1118	1118	1118		

Tabla 4.25 Política de operación para la etapa 3. Sep. $\Delta V_{Etapa3}=200/2 \text{ hm}^3$

		$\Delta V_{Etapa3}=200/2 \text{ [hm}^3\text{]}$															
		ESTADOS MALPASO															
ESTADOS ANGOSTURA		1	2	3	4	5	6	*	*	*	41	42	43	44	45	46	
	1	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	2	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	3	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	4	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	5	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	6	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	7	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	8	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	9	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
61	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1414	*	*	*	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
62	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1414	*	*	*	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
63	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1414	*	*	*	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
64	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1414	*	*	*	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
65	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1414	*	*	*	1418	1418	1418	1418	1418	1418	

Tabla 4.26 Política de operación para la etapa 4. Ago. $\Delta V_{Etapa4}=200/2 \text{ hm}^3$

		$\Delta V_{Etapa4}=200/2 \text{ [hm}^3\text{]}$															
		ESTADOS MALPASO															
ESTADOS ANGOSTURA		1	2	3	4	5	6	*	*	*	41	42	43	44	45	46	
	1	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	2	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	3	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	4	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	5	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	6	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	7	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	8	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	9	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
61	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1415	*	*	*	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
62	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1415	*	*	*	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
63	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1415	*	*	*	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
64	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1415	*	*	*	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
65	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1416	*	*	*	1418	1418	1418	1418	1418	1418	

Tabla 4.27 Política de operación para la etapa 5. Jul. $\Delta V_{Etapa5}=200/2 \text{ hm}^3$

		$\Delta V_{Etapa5}=200/2 \text{ [hm}^3\text{]}$															
		ESTADOS MALPASO															
ESTADOS ANGOSTURA		1	2	3	4	5	6	*	*	*	41	42	43	44	45	46	
	1	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	2	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	3	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	4	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	5	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	6	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	7	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	8	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	9	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	*	*	*	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	61	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1417	*	*	*	1418	1418	1418	1418	1418	1418
	62	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1417	*	*	*	1418	1418	1418	1418	1418	1418
	63	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1417	*	*	*	1418	1418	1418	1418	1418	1418
64	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1417	*	*	*	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
65	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1417	*	*	*	1418	1418	1418	1418	1418	1418	

Tabla 4.28 Política de operación para la etapa 6. 2Q Mayo + Junio. $\Delta V_{Etapa6}=200/3 \text{ hm}^3$

		$\Delta V_{Etapa6}=200/3 \text{ [hm}^3\text{]}$															
		ESTADOS MALPASO															
ESTADOS ANGOSTURA		1	2	3	4	5	6	*	*	*	41	42	43	44	45	46	
	1	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	*	*	*	0327	0327	0327	0327	0327	0327
	2	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	*	*	*	0327	0327	0327	0327	0327	0327
	3	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	*	*	*	0327	0327	0327	0327	0327	0327
	4	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	*	*	*	0327	0327	0327	0327	0327	0327
	5	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	*	*	*	0327	0327	0327	0327	0327	0327
	6	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	*	*	*	0327	0327	0327	0327	0327	0327
	7	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	*	*	*	0327	0327	0327	0327	0327	0327
	8	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	*	*	*	0327	0327	0327	0327	0327	0327
	9	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	*	*	*	0327	0327	0327	0327	0327	0327
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	61	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	*	*	*	2127	2127	2127	2127	2127	2127
	62	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	*	*	*	2127	2127	2127	2127	2127	2127
	63	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	*	*	*	2127	2127	2127	2127	2127	2127
64	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	*	*	*	2127	2127	2127	2127	2127	2127	
65	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	*	*	*	2127	2127	2127	2127	2127	2127	

Tabla 4.29 Política de operación para la etapa 7. Ene- Feb- Mar - Abr - 1Q May.
 $\Delta VE_{etapa7}=200/9 \text{ hm}^3$

		$\Delta VE_{etapa7}=200/9 \text{ [hm}^3\text{]}$															
		ESTADOS MALPASO															
		1	2	3	4	5	6	*	*	*	41	42	43	44	45	46	
ESTADOS ANGOSTURA	1	1118	1118	1118	1118	1118	1118	*	*	*	1129	1130	1131	1131	1132	1133	
	2	1118	1118	1118	1118	1118	1118	*	*	*	1130	1131	1131	1132	1133	1134	
	3	1118	1118	1118	1118	1118	1118	*	*	*	1131	1131	1132	1133	1134	1136	
	4	1118	1118	1118	1118	1118	1118	*	*	*	1131	1132	1133	1134	1136	1137	
	5	1118	1118	1118	1118	1118	1118	*	*	*	1132	1133	1134	1136	1137	1138	
	6	1118	1118	1118	1118	1118	1118	*	*	*	1133	1134	1136	1137	1138	1139	
	7	1118	1118	1118	1118	1118	1118	*	*	*	1133	1134	1136	1137	1138	1139	
	8	1118	1118	1118	1118	1118	1118	*	*	*	1133	1134	1136	1137	1138	1139	
	9	1118	1118	1118	1118	1118	1118	*	*	*	1133	1134	1136	1137	1138	1139	
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	61	4527	4528	4529	4530	4531	4531	*	*	*	4567	4567	4569	4569	4571	4572	
	62	4527	4528	4529	4530	4531	4531	*	*	*	4567	4567	4569	4569	4571	4572	
	63	4527	4528	4529	4530	4531	4531	*	*	*	4567	4567	4569	4569	4571	4572	
64	4528	4529	4530	4531	4531	4531	*	*	*	4567	4567	4569	4569	4571	4572		
65	4529	4530	4531	4531	4531	4531	*	*	*	4567	4567	4569	4569	4571	4572		

4.7 Resultados

Para encontrar la política óptima de operación del conjunto Grijalva, con la simplificación del sistema a dos embalses, considerando las aportaciones por cuenca propia de la presa “Chicoasén” a la presa “La Angostura” y la carga potencial de la presa “Peñitas” a la presa “Malpaso”, se llevaron a cabo 7 ensayos, los primeros 3 ensayos consideran la curva guía base, perteneciente al estudio de Mendoza et al, (2012), en los ensayos 4 a 6 se ensayan 3 diferentes curvas guía y finalmente el ensayo 7, surge del análisis de resultados de los ensayos anteriores.

4.6.1 Ensayos curva guía Base. E1 a E3.

- ✚ **Ensayo 1.** Considera en la función objetivo una penalización por derrame, déficit, superar y quedar abajo de la curva guía, sin considerar la magnitud de rebase al superar o quedar abajo de la curva guía propuesta. Los coeficientes de penalización pertenecen a la mejor prueba reportada por Mendoza et al, (2012).
- ✚ **Ensayo 2.** Considera las mismas condiciones que el ensayo 1, pero se dividen entre 100 los coeficientes que penalizan el salir de los límites de la curva guía alta y baja, considera la magnitud de superar y quedar abajo de la curva guía propuesta, con probabilidades de ingreso suavizadas.

✚ **Ensayo 3.** Con las mismas condiciones que el ensayo 2; sin embargo, las probabilidades de ingreso a los embalses son sin suavizar.

En la tabla 4.30 se muestra las condiciones a ensayar para las tres primeras políticas.

Tabla 4.30 Condiciones a ensayar para obtener la política óptima de dos embalses en cascada. E1 a E3.

Política	Penalizaciones por:				Probabilidades de Ingreso		Curva guía
	Derrame	Déficit	Supera la curva guía	Quedar debajo de la curva guía	Sin suavizar	Suavizadas	
E1	√	√	√	√		√	BASE
	Coeficientes de penalización /100						
E2	√	√	√	√		√	BASE
E3	√	√	√	√	√		BASE

Los resultados de la simulación de vaso conjunto de los ensayos E1 a E3, se presentan en la tabla 4.31. En los ensayos 2 y 3 la energía generada por quincena supera claramente la simulada en el ensayo 1, sin embargo, el ensayo 3 presenta un derrame total de 92.76 hm³, lo que la hace no factible, ya que se busca evitar derrames y déficits, maximizando la generación de energía eléctrica.

Tabla 4.31 Resultados: Energía, Déficit, Derrame. Ensayos 1-3. Curva guía Base.

Política	Energía promedio/Quincena			Déficit			Derrame		
	GWh			hm ³			hm ³		
	La Angostura	Malpaso	Total	La Angostura	Malpaso	Total	La Angostura	Malpaso	Total
E1	279.49	195.33	474.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E2	279.96	201.01	480.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E3	279.63	203.42	483.05	0.00	0.00	0.00	92.76	0.00	92.76

La tabla 4.32, contiene los almacenamientos iniciales mínimos y máximos obtenidos con los ensayos 1, 2 y 3, para encontrar la política de operación se busca obtener los menores almacenamientos máximos, de tal manera que permitan contener mayores volúmenes de ingreso ante cualquier evento de precipitación extrema, esta condición cobra mayor relevancia en la presa Malpaso, ya que la presa Peñitas, situada aguas abajo, es un vaso de muy poca capacidad, por lo tanto, en la presa Malpaso se buscaran los menores almacenamientos máximos evitando derrames.

Tabla 4.32 Resultados de los ensayos 1- 3. Curva guía Base. Alm. Inicial Mínimo y Máximo.

Política	Alm. Inicial Mínimo			Alm. Inicial Máximo		
	hm ³			hm ³		
	La Angostura	Malpaso	Total	La Angostura	Malpaso	Total
Ensayo 1	2293.29	1524.52	3817.81	10147.76	8046.21	18193.97
Ensayo 2	2081.77	1772.64	3854.41	10118.42	8280.61	18399.03
Ensayo 3	1080.42	2409.96	3490.38	9354.3	8876.57	18230.87

La política del ensayo 3, queda descartada dada la presencia de derrames, por lo que el análisis se deja entre el ensayo 1 y 2:

- El ensayo 1, obtiene el menor almacenamiento inicial máximo y mínimo en la presa Malpaso.
- El ensayo 2 obtiene el menor almacenamiento inicial mínimo y máximo en la presa La Angostura.
- Sumando ambas presas, el menor almacenamiento inicial máximo y mínimo se da con el ensayo 1

En cuanto a energía generada por quincena, el ensayo 2 obtiene la mayor generación de energía eléctrica, siendo 1.28% mayor que para el ensayo 1.

De los tres ensayos con curva guía Base, se optó por el ensayo 2, ya que, aunque no ofrece los menores almacenamientos mínimos y máximos en la presa Malpaso, evita derrames, déficits y obtiene la mayor generación de energía eléctrica, considerando el mismo orden de magnitud de los coeficientes de penalización en la función objetivo (FO).

4.6.2 Ensayos cambiando la curva guía.

Para las políticas de los ensayos 4 a 6 se varió la curva guía, utilizando las condiciones iniciales del ensayo 2, ensayo elegido de los ensayos con curva guía Base.

- ✚ **Ensayo 4.** Curva guía propuesta por Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- ✚ **Ensayo 5.** Curva guía propuesta por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
- ✚ **Ensayo 6.** Curva guía propuesta por el Instituto de Ingeniería de la UNAM en junio de 2021.

En la tabla de resultados 4.33 se tiene la energía promedio generada por quincena, déficits y derrames por cada presa, para los ensayos cambiando la curva guía.

Tabla 4.33 Resultados Ensayos 2, 4 – 6. Variando la curva guía. Energía, Déficit, Derrame

Política	Curva Guía	Energía promedio/Quincena			Déficit			Derrame		
		[GWh]			[hm ³]			[hm ³]		
		La Angostura	Malpaso	Total	La Angostura	Malpaso	Total	La Angostura	Malpaso	Total
E2	Base	279.7	201.01	480.71	0	0	0	0	0	0
E4	CFE	280.00	201.29	481.29	0	0	0	0	0	0
E5	CONAGUA	279.19	195.75	474.94	0	0	0	0	0	0
E6	II	279.45	197.18	476.63	0	0	0	0	0	0

Los 4 ensayos variando la curva guía evitan la presencia de eventos no deseados como son; déficits y derrames, en la figura 4.15 se gráfica la energía total promedio por quincena.

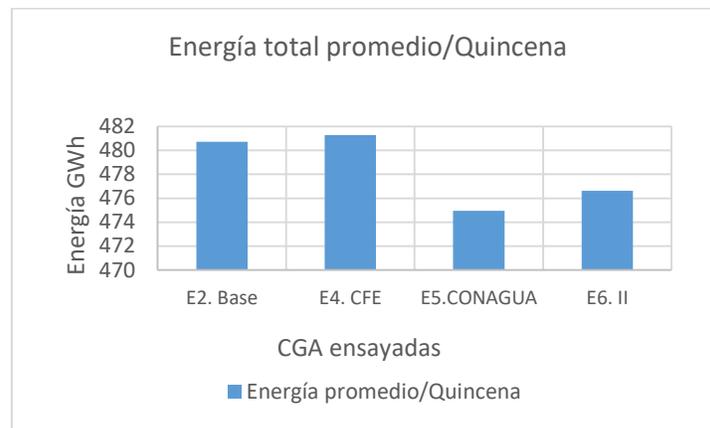


Figura 4.15 Gráfica de energía total promedio/ quincena. Ensayos variando la curva guía

La energía total por quincenas es la suma de la energía generada en la Angostura más la energía generada en Malpaso.

- De los resultados se obtiene que la política óptima con la mayor generación de energía eléctrica es la curva guía CFE en contraparte la curva guía con la menor generación de energía eléctrica es la curva guía CONAGUA.
- La curva guía II se mantiene intermedia entre la curva guía CFE y CONAGUA.

En las figuras 4.16 y 4.17 se grafican los almacenamientos iniciales mínimos y máximos de los ensayos cambiando la curva guía.

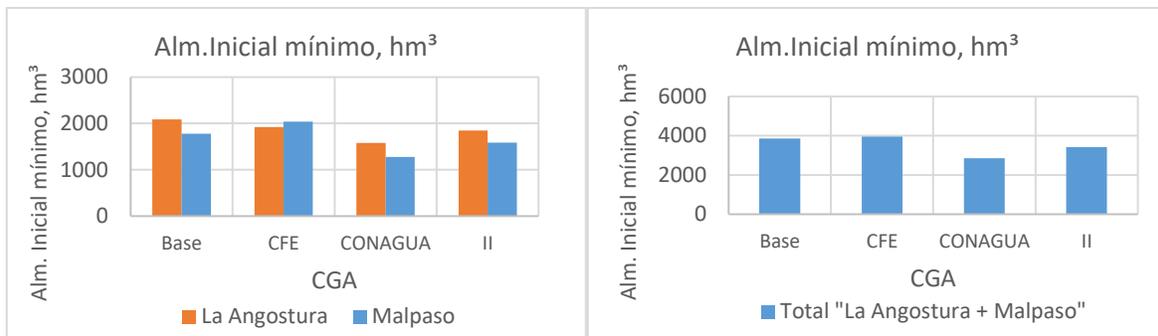


Figura 4.16 Gráfica comparativa de almacenamientos iniciales mínimos. Ensayos variando la curva guía.

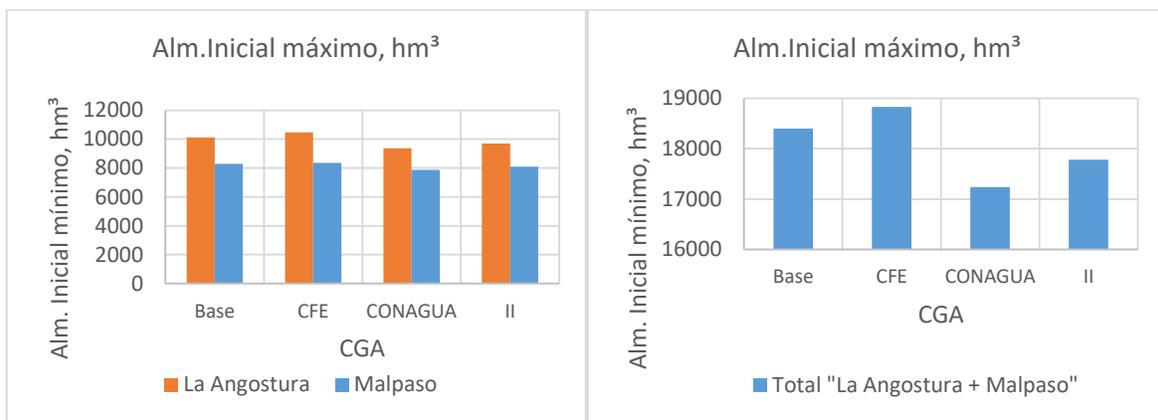


Figura 4.17 Gráfica comparativa de almacenamientos iniciales máximos. Ensayos variando la curva guía

La energía generada por quincena es proporcional a los almacenamientos iniciales del embalse, es decir, a mayores almacenamientos se obtendrá una mayor generación de energía eléctrica, a menores almacenamientos la energía generada por quincena disminuirá.

- La política óptima obtenida con la curva guía CFE obtiene los mayores almacenamientos, así como la mayor generación de energía eléctrica, en contraparte la curva guía CONAGUA obtiene los menores almacenamientos y la menor energía.
- Los resultados de la política con curva guía Base son relativamente parecidos a los obtenidos curva guía CFE.
- La curva guía II se mantiene intermedia entre los resultados obtenidos con la curva guía CFE y CONAGUA.

Del análisis de la política de operación óptima cambiando la curva guía no se presentaron eventos no deseados como son derrames y déficits, bajo ninguna de las curvas guía propuestas, por lo que la simulación a largo plazo de cada una de las políticas óptimas, al considerar condiciones más extremas que las registradas históricamente, permitirá la selección de la mejor política de operación óptima y, por tanto, la mejor curva guía de operación para el conjunto Grijalva.

Dado que el ensayo 6 con la curva guía propuesta por el Instituto de Ingeniería de la UNAM condujo a resultados intermedios entre los obtenidos con los ensayos 4 y 5, para el análisis de los resultados obtenidos al simular el funcionamiento del sistema con los ingresos correspondientes a las series sintéticas, en lo que sigue se buscará contrastar solamente los resultados obtenidos con los 2 últimos (ensayos 4 y 5).

La simulación a largo plazo se llevó a cabo a partir de la generación de 10 series sintéticas cada una con 1000 años de registro creadas a partir del método de Svanidze modificado, capítulo 4.3., la simulación se llevó a cabo con el programa simp2pcm.for.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Energía generada por quincena.

En la figura 4.18 se compara la energía total obtenida a largo plazo con los ensayos 4 y 5.

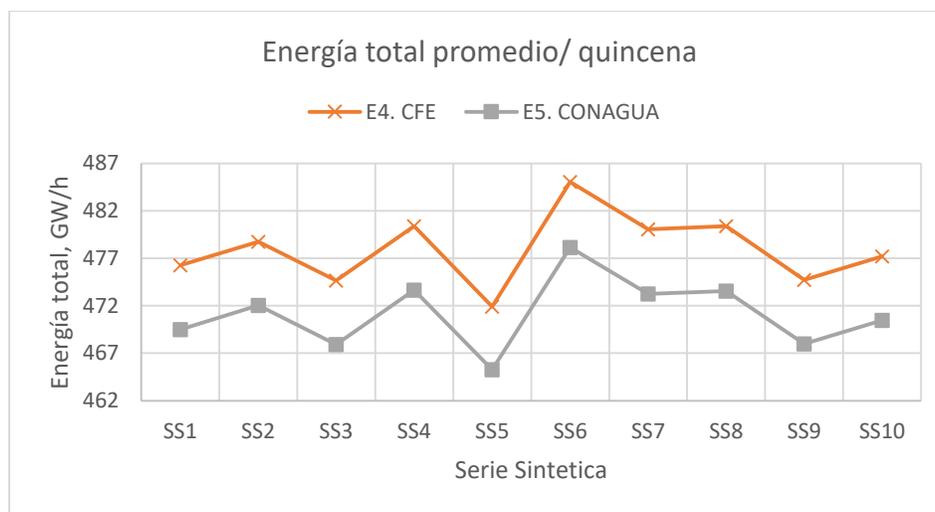


Figura 4.18 Energía total promedio por quincena a largo plazo. Presas " La Angostura + Malpaso"

De la figura 4.18, El ensayo con la mayor generación de energía total (La Angostura + Malpaso) es el ensayo E4 CGA CFE, por el contrario, el ensayo E5 obtiene la menor generación de energía eléctrica, la diferencia entre ellos es menor al 1.5%.

En la tabla 4.34 se obtiene el promedio de las 10 series sintéticas para los ensayos 4 y 5 en comparación con la energía promedio generada durante la simulación de la serie histórica, para el promedio no se tomó en cuenta el primer año, debido a que la simulación inicia en el NAMO (es decir con los embalses llenos).

Tabla 4.34 Comparación del promedio de la energía total a largo plazo con la energía histórica

Energía generada GWh/quincena		
ENSAYO	E4. CFE	E5. CONAGUA
PROMEDIO/999 AÑOS *	477.94	471.18
PROMEDIO HISTÓRICO/61 AÑOS **	477.21	470.38
DIFERENCIA RELATIVA, EN %	0.04	0.17

Se observa en la tabla 4.34 una gran similitud entre los valores que corresponden a la serie histórica y los que corresponden al promedio de las sintéticas, lo que refuerza la validez del método de Svanidze modificado, utilizado para generar estas últimas.

Derrames

Durante la simulación a largo plazo se presentaron derrames en ambas políticas propuestas y en ambas presas, ver figuras 4.19, 4.20 y 4.21, principalmente en las series sintéticas 2 y 10, mientras la serie 8 no presentó derrames.

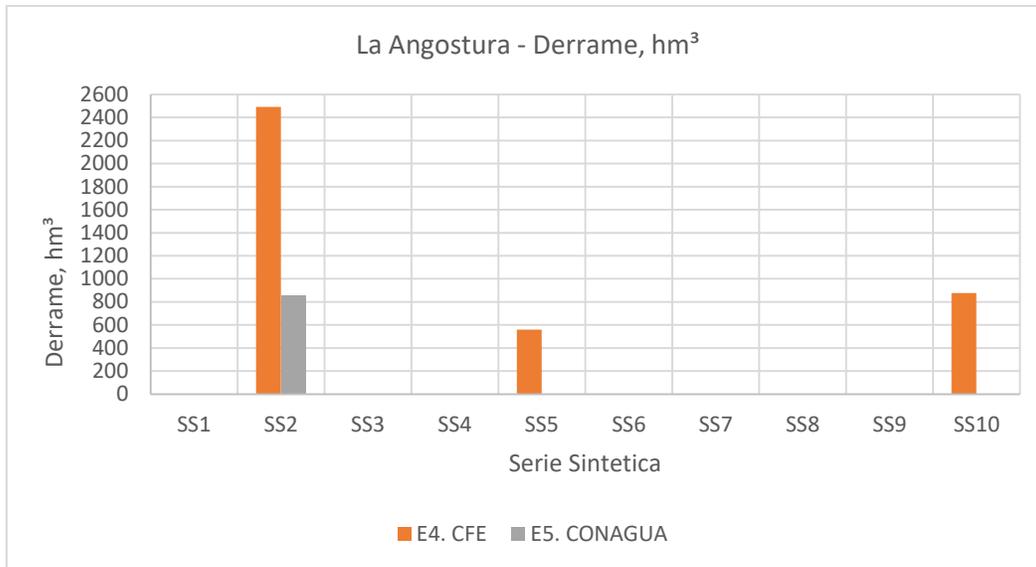


Figura 4.19 Derrame a largo plazo. Presa “La Angostura”

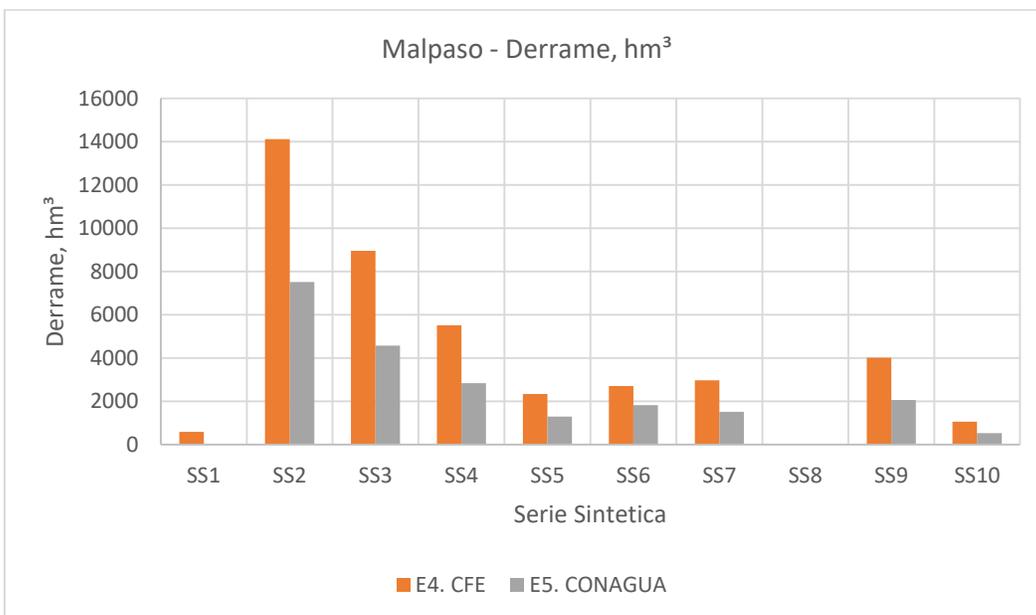


Figura 4.20 Derrame a largo plazo. Presa “Malpaso”

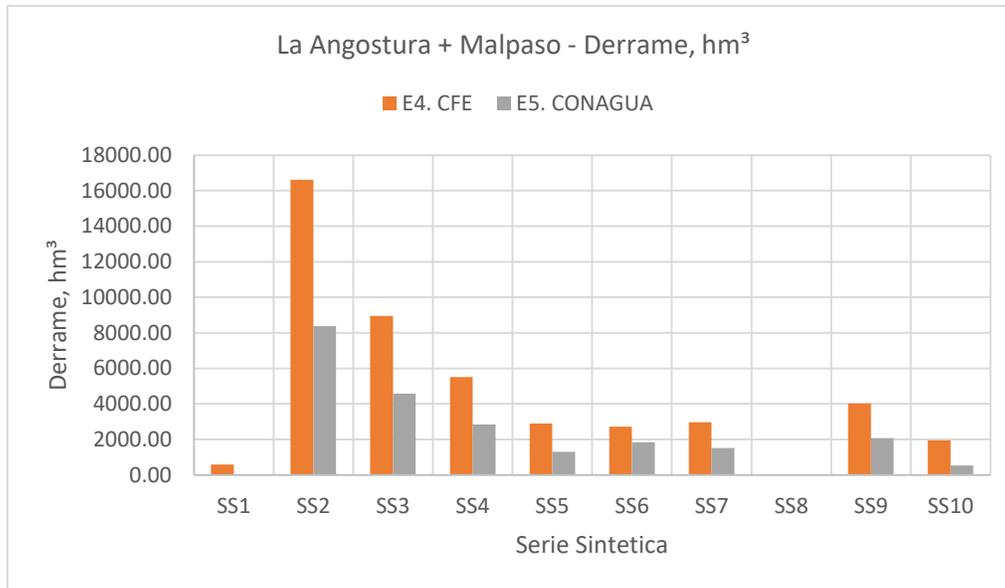


Figura 4.21 Derrame a largo plazo. Presa "La Angostura + Malpaso"

De las gráficas obtenidas, el ensayo 4 conduce a mayores derrames en ambas presas; sin embargo, se puede observar que, en ambos ensayos, en la presa Malpaso se presentan derrames de mayor magnitud y frecuencia comparados con la presa La Angostura; por ejemplo en la serie 2, para el ensayo 4, la presa Malpaso derrama cerca de 14,000 hm³, mientras La Angostura cerca de 2,600 hm³, es decir, el volumen que derramará la presa Malpaso resulta más de 5 veces el volumen que derrame la presa La Angostura, en la tabla 4.35 se muestran los derrames totales por presa, es decir la suma de las 10 series sintéticas.

Tabla 4.35 Comparativa de derrame total a largo plazo, en hm³.

DERRAME [hm ³]		
Presa	E4. CFE	E5. CONAGUA
La Angostura	3930.33	857.23
Malpaso	42296.29	22156.5
Total	46226.62	23013.73

Como era de esperarse las políticas (ensayos) con la mayor generación de energía serán aquellas con los mayores almacenamientos y a su vez las más propensas a los derrames y viceversa, por lo que de acuerdo al derrame total:

- E4. CG CFE, ensayos con los mayores derrames en ambas presas, el peor en evitar derrames.
- E5. CG CONAGUA, ensayo con los menores derrames en ambas presas, el mejor en evitar derrames.

Déficits

Los déficits son eventos no deseados durante la política de operación del sistema de presas, por lo que se buscara evitarlos para cumplir con la política de extracción fijada para cada embalse. En las figuras 4.22, 4.23 y 4.24, se encuentra graficado el déficit ocurrido con cada una de las series sintéticas simuladas.

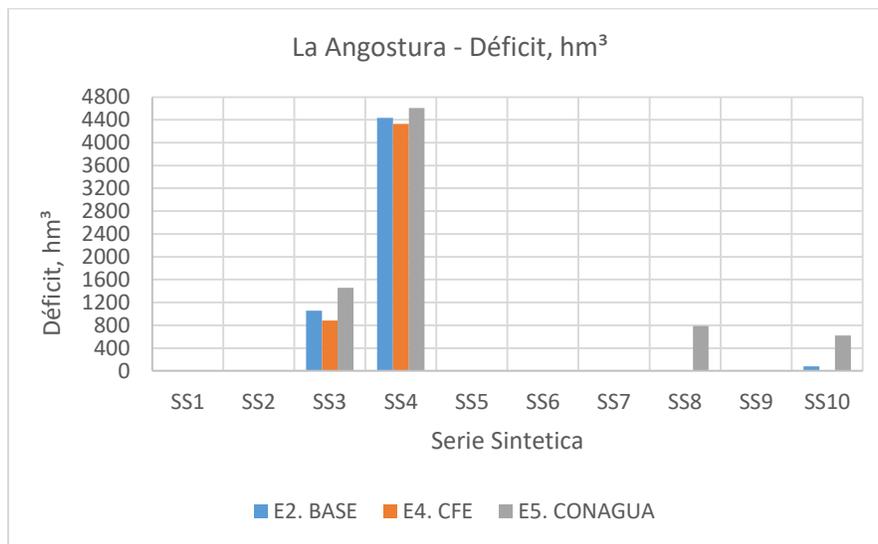


Figura 4.22 Déficit a largo plazo. Presa "La Angostura"

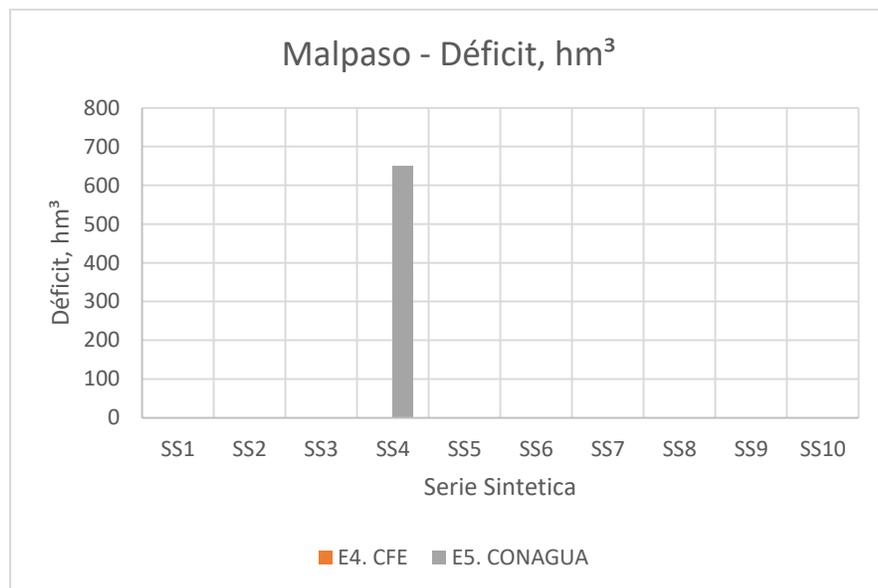


Figura 4.23 Déficit a largo plazo. Presa "Malpaso"

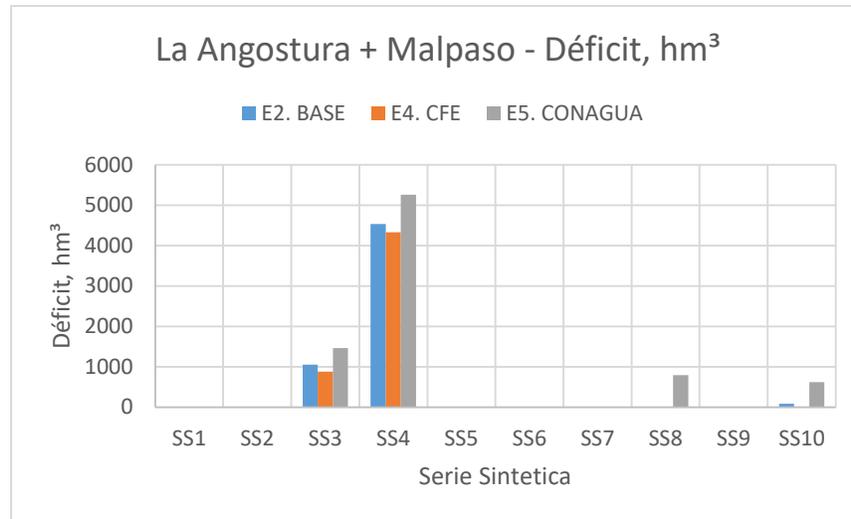


Figura 4.24 Déficit a largo plazo. Presa "La Angostura + Malpaso"

Los eventos de déficit se presentan en ambas presas, principalmente con la SS4, siendo de mayor magnitud en la presa La Angostura, ocurriendo el caso contrario a los derrames, de manera que los mayores déficits se producen con el ensayo 5, particularmente en Malpaso, por lo que se corre el riesgo de no surtir la demanda de agua potable de Villahermosa. En la tabla 4.36 se compara el déficit total a largo plazo de los ensayos 4 y 5.

Tabla 4.36 Comparativa de déficit total a largo plazo, en hm^3

Presa	Déficit [hm^3]	
	E4. CFE	E5. CONAGUA
La Angostura	5212.2	7475.9
Malpaso	0	648.98
Total	5212.2	8124.88

De acuerdo a la magnitud del déficit;

- E4. CG CFE, sin déficit en la presa Malpaso y el menor déficit en la presa La Angostura, el mejor ensayo en evitar eventos de déficit en ambas presas.
- E5. CG CONAGUA, con los mayores déficits en ambas presas, el peor ensayo en evitar eventos de déficit.

Al no tener clara cual política de operación es la mejor; el ensayo 5 con la curva guía alta de CFE ofrece el mejor promedio de energía total generada por quincena, pero presenta los mayores derrames en Malpaso y los menores déficit en ambas presas, el ensayo 6 curva guía alta de CONAGUA ofrece 1.5% menos energía

generada por quincena que el ensayo 4, evita eventos de derrame y a su vez presenta los mayores déficits.

Por lo que en el análisis se buscará evitar derrames producidos principalmente en la presa Malpaso, porque no podrán ser atenuados por la presa Peñitas debido a su poca capacidad de regulación, causando inundaciones aguas abajo. Los derrames en la presa La Angostura podrán ser nuevamente regulados por la presa Malpaso.

Con ese objetivo, a partir de los resultados de los E4 y E5 se realizó un nuevo ensayo llamado E7 curva guía combinada, el cual considera la curva guía alta de CFE en la presa La Angostura y la curva guía alta de CONAGUA en la presa Malpaso.

- **Ensayo 7.** Curva guía combinada, considera la curva guía de CFE en la presa La Angostura y la curva guía de CONAGUA en la presa Malpaso, con las mismas condiciones iniciales del E2.

Los resultados de la simulación de la serie histórica del ensayo 7 CGA combinada se presentan en la tabla 4.37 y 4.38.

Tabla 4.37 Resultados del E7 CGA combinada. Energía, derrame, déficit

Política	Curva Guía	Energía promedio/Quincena			Derrame			Déficit		
		[GWh]			[hm ³]			[hm ³]		
		La Angostura	Malpaso	Total	La Angostura	Malpaso	Total	La Angostura	Malpaso	Total
E4	CFE	280.00	201.29	481.29	0	0	0	0	0	0
E5	CONAGUA	279.19	195.75	474.94	0	0	0	0	0	0
E7	Combinada	279.97	197.59	477.56	0	0	0	0	0	0

Tabla 4.38 Resultados del E7 CGA combinada. Alm. Iniciales mínimo y máximo

Política	Curva Guía Alta	Alm. Inicial Mínimo			Alm. Inicial Máximo		
		[hm ³]			[hm ³]		
		La Angostura	Malpaso	Total	La Angostura	Malpaso	Total
E4	CFE	1920.00	2035.14	3955.14	10472.74	8354.83	18827.57
E5	CONAGUA	1577.36	1277.51	2854.87	9361.17	7880.72	17241.89
E7	Combinada	1824.27	1533.58	3357.85	10308.7	7824.95	18133.65

Del análisis de resultados de la política de operación óptima con la serie histórica de volúmenes de ingreso, ver las figuras 4.30 y 4.31: el ensayo 7 con la curva guía combinada contempla la curva guía de CFE en la presa La Angostura aumentando sus niveles de almacenamiento iniciales, lo que conlleva a aumentar la energía

generada en dicha presa, por el contrario, la curva guía CONAGUA en la presa Malpaso, disminuye los almacenamientos iniciales aunque también la energía generada; sin embargo, la diferencia de energía generada por el sistema es de apenas el 1% menor en comparación con la política del ensayo 4 con la curva guía de CFE, otra condición que se gana con esta política es que se tiene el menor almacenamiento inicial máximo en la presa Malpaso manteniendo niveles mínimos de almacenamiento a lo largo del año.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos con la política del ensayo 7 a largo plazo con el uso de las series sintéticas creadas en el capítulo 3.8.

En las figuras 4.25 se gráfica la energía total promedio por quincena obtenida con el ensayo 7.

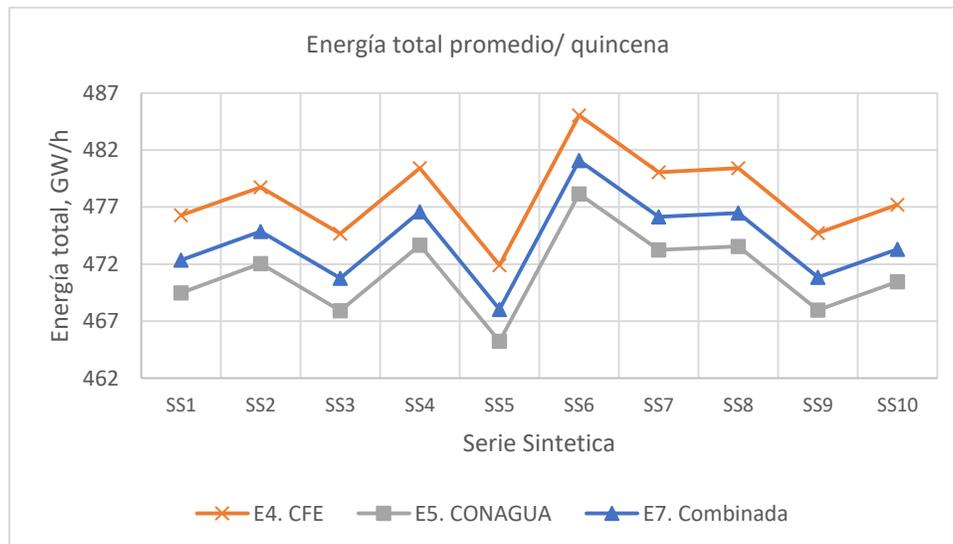


Figura 4.25 Energía total promedio a largo plazo. Presa "La Angostura + Malpaso". Ensayo7

Con el ensayo 7 se gana 0.43% más energía promedio generada en comparación con el ensayo 5 con la curva guía alta de CONAGUA, aunque sigue siendo 1% menos energía en comparación con el mejor ensayo en cuanto a generación de energía, el ensayo 4 curva guía alta CFE.

En la figura 4.26, se observan los derrames a largo plazo para la presa La Angostura, en la figura 4.27 para la presa Malpaso y en la figura 4.28 la suma total de los derrames simulados a largo plazo con el Ensayo 7.

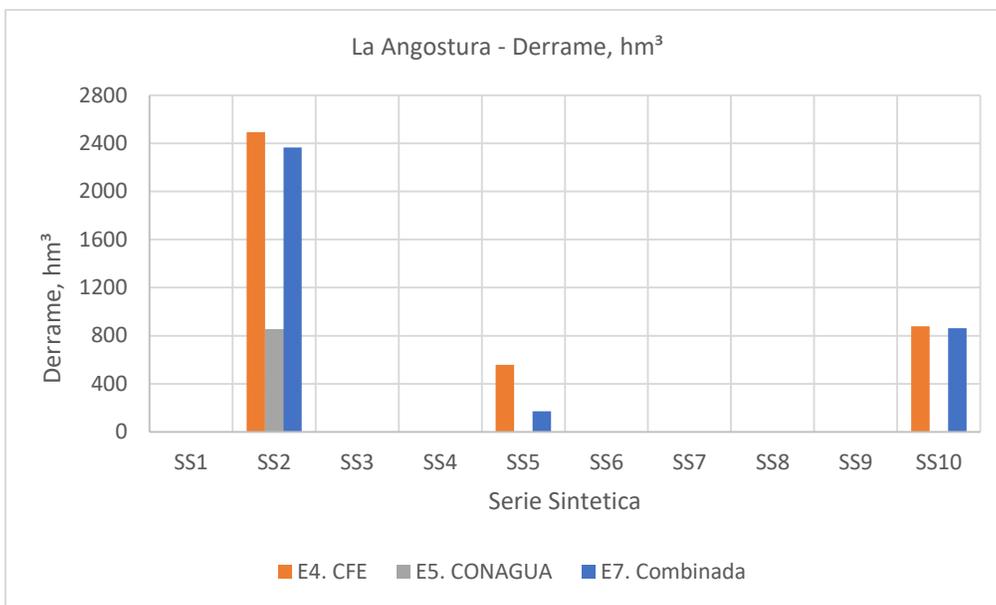


Figura 4.26 Derrame a largo plazo. Presa La Angostura. Ensayo7

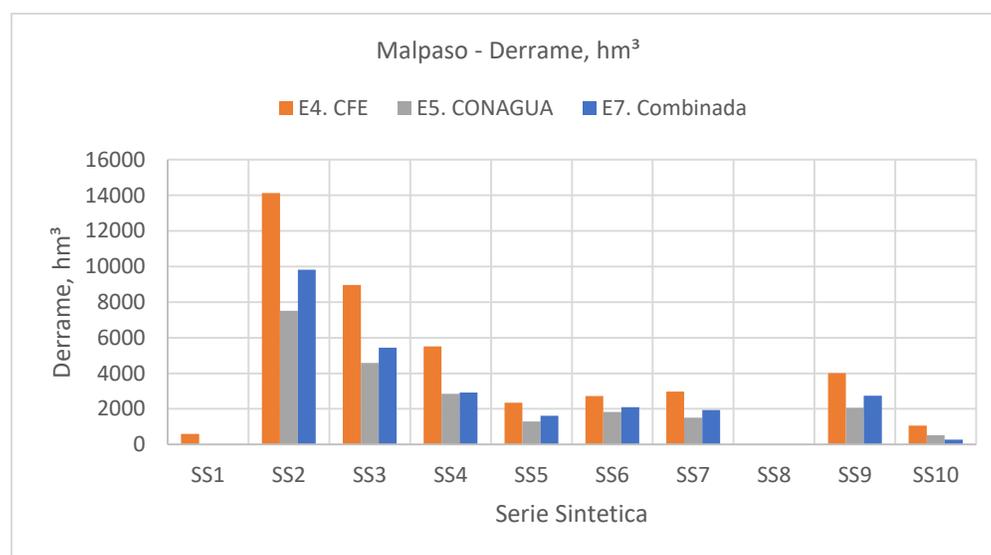


Figura 4.27 Derrame a largo plazo. Presa Malpaso. Ensayo7.

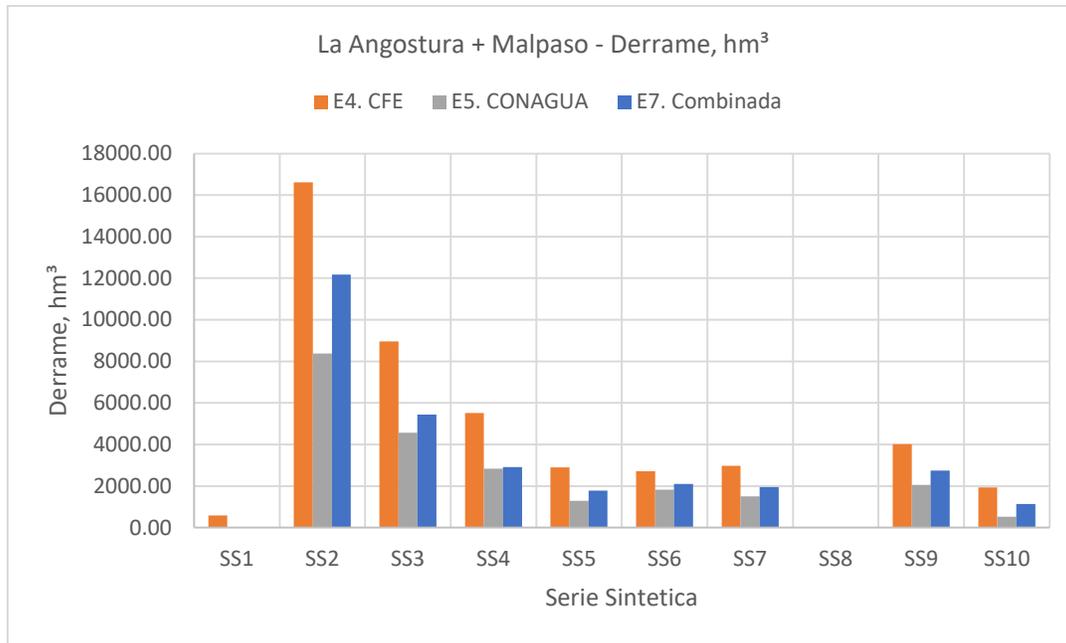


Figura 4.28 Derrame total a largo plazo. Presas “La Angostura y Malpaso”. Ensayo7.

En la tabla 4.39 se observan los derrames totales por presa del ensayo 7, en comparación con los ensayos 4 y 5.

Al comparar la política a largo plazo del ensayo 7 con las políticas de los E4 y E5, en la presa La Angostura se disminuyen los derrames 529 hm³, un 13% menos en comparación con el ensayo 4 CGA CFE, en la presa Malpaso al considerar la curva guía alta de CONAGUA se logran reducir los derrames un 36% en comparación con el ensayo 4 CGA CFE, siendo la SS2 donde se aprecia esta reducción de 14,124 hm³ a 9,817 hm³ (ver la figura 4.27), sin embargo, se presentan derrames cercanos al 21% más respecto al E5 CGA CONAGUA.

Tabla 4.39 Resultados del E7 CGA combinada. Derrames

Presa	Derrame [hm ³]		
	E4. CFE	E5. CONAGUA	E7. Combinada
La Angostura	3930.33	857.23	3401.07
Malpaso	42296.29	22156.5	26860.86
Total	46226.62	23013.73	30261.93

En las figuras 4.29 y en la tabla 4.40 se muestran los déficits a largo plazo con la política del ensayo 7, por presa y la suma de ambas presas.

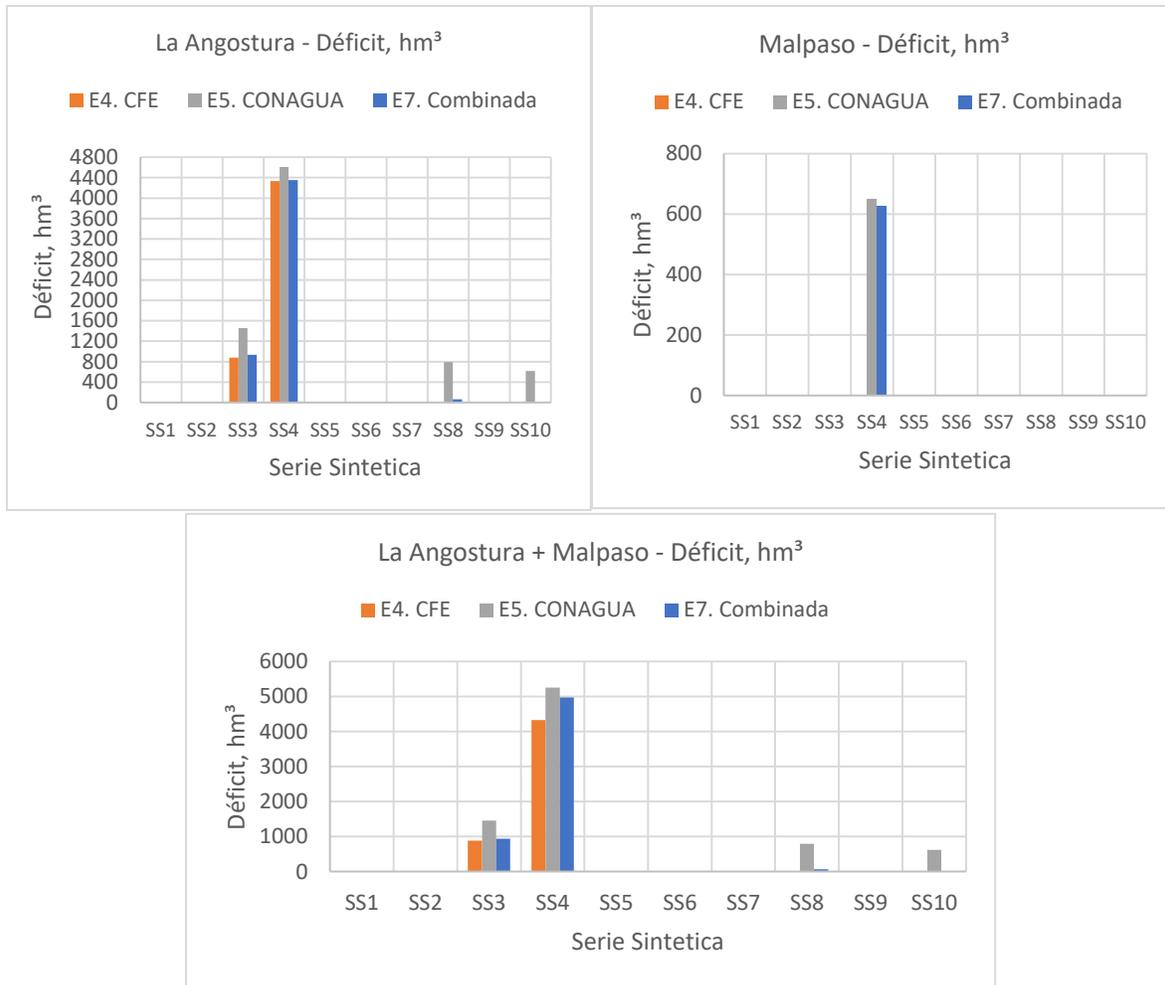


Figura 4.29 Déficits a largo plazo. Ensayo7.

Tabla 4.40 Resultados del E7 CGA combinada. Alm. Iniciales mínimo y máximo

Presa	Déficit [hm ³]		
	E4. CFE	E5. CONAGUA	E7. Combinada
La Angostura	5212.2	7475.9	5346.48
Malpaso	0	648.98	626.69
Total	5212.2	8124.88	5973.17

En el caso de los déficits se parecen mucho a los obtenidos con la política del E5 CGA CONAGUA, aunque en la presa La Angostura se logran disminuir 2,129 hm³, en Malpaso solo se reducen 22 hm³.

Magnitud del derrame y déficit a largo a largo plazo con cada una de las políticas ensayadas.

Las 10 series sintéticas con 1000 años de registro presentaron algún evento no deseado, como derrame o déficit durante la simulación a largo plazo en cada una de las políticas ensayadas, por lo que en las figuras 4.30 y 4.31, se realizó un conteo de las frecuencias con las que se presentaron eventos no deseados.

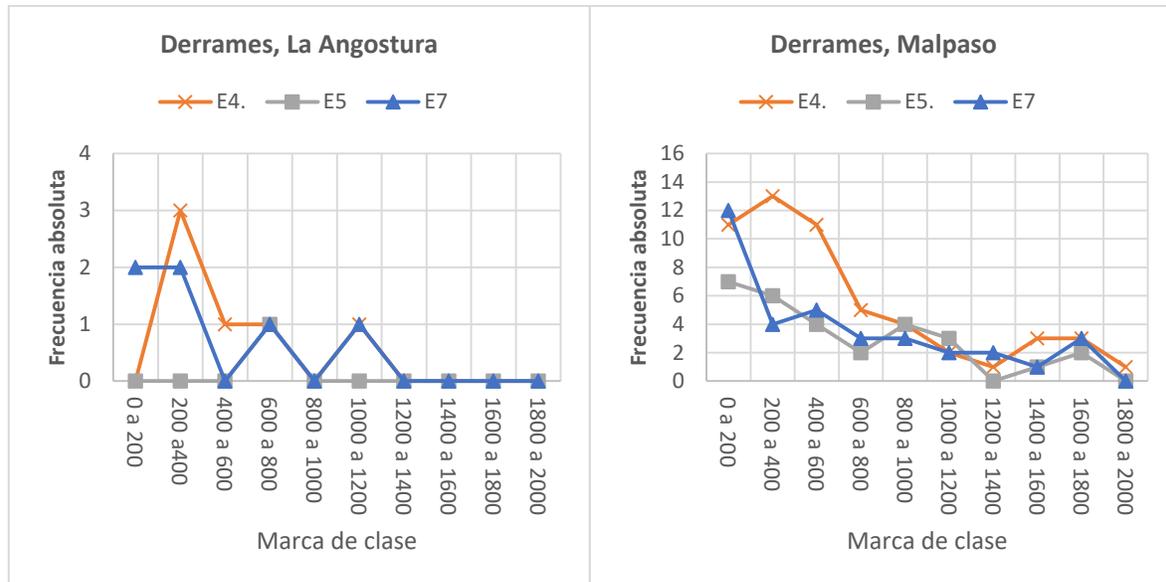


Figura 4.30 Conteo de las frecuencias absolutas de las magnitudes de los derrames. La Angostura y Malpaso

Para los derrames, las figuras 4.30, la mayor frecuencia se da en caudales de 200 a 400 m³/s, lo cual ofrece una ventaja al usar la curva guía, ya que todas las políticas evitan la frecuencia de derrames altos, en la presa La Angostura los máximos derrames se dan entre 1200 a 1400 m³/s, en la presa Malpaso aumentan de 1800 a 2000 m³/s, sin embargo, la frecuencia en dichos caudales es muy baja, con una probabilidad de 1/10000 años de presentarse.

La política del ensayo 7 con la curva guía combinada aumenta la frecuencia de los derrames de 0 a 200 m³/s, disminuyéndolos en las frecuencias en gastos mayores, muy cercanos a la política del ensayo 5 curva guía CONAGUA.

Los déficits a largo plazo, ver las figuras 4.31, presentan una probabilidad de 1/10000 años de presentarse en la presa Malpaso con casi todas las políticas, excepto con la política del E4, donde no se presentan déficit en los 10000 años simulados.

En la presa la Angostura la máxima probabilidad de presentarse es de 16/10000 años con una magnitud de 150 a 200 m³/s, en cada una de las políticas simuladas,

aunque la probabilidad es muy baja, la posibilidad de tener déficits en La Angostura es más alta que en la presa Malpaso.

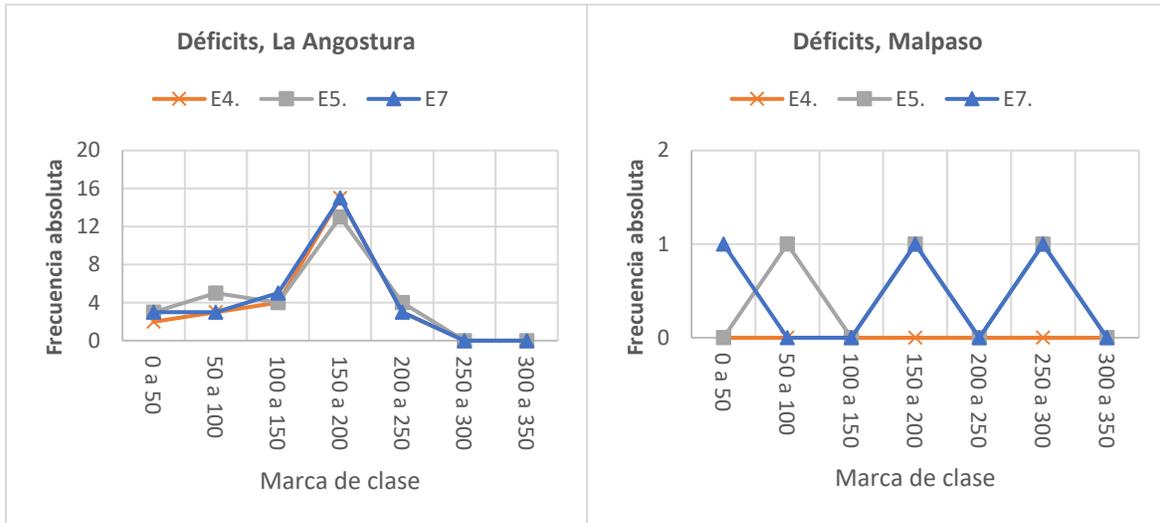


Figura 4.31 Conteo de las frecuencias absolutas de las magnitudes de los déficits. La Angostura y Malpaso

Capítulo 5 CONCLUSIONES

La constante actualización de las políticas de operación del sistema Grijalva permitirá un mejor aprovechamiento del agua para sus usos múltiples, garantizando las extracciones comprometidas del sistema, la mayor generación de energía eléctrica durante las horas de mayor demanda “hora pico”, guardando un margen de almacenamiento para la contención de eventos de precipitación extremos, tales que puedan generar avenidas importantes aguas abajo del sistema Grijalva.

En el estudio se buscó obtener reglas de operación para el sistema hidroeléctrico del río Grijalva, aplicando un algoritmo desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM a partir de la técnica de optimización de Programación Dinámica Estocástica (PDE), como método de optimización de una función objetivo (FO), en dicha función objetivo se busca conduzca a la mayor generación de energía eléctrica y al mismo tiempo se eviten eventos no deseados, como déficits o derrames, superar o quedar abajo de la curva guía establecida.

A fin de actualizar las políticas de operación de las presas del sistema Grijalva se llevó a cabo la ampliación y revisión del registro histórico, obteniendo así un período de 1959 a 2020, de volúmenes de ingreso a los embalses; de acuerdo con su capacidad de regulación se considera un sistema equivalente de 2 presas, la presa La Angostura y la presa Malpaso. Se ensayaron 4 diferentes curvas guía altas; la llamada Base, curva guía actual del sistema Grijalva (ensayo 2), la curva guía propuesta por Comisión Federal de Electricidad, CFE, dicha curva guía considera un año tipo Niña (ensayo 4), la curva guía propuesta por Comisión Nacional del Agua, CONAGUA (ensayo 5) y la propuesta por el II de la UNAM (ensayo 6), analizando el comportamiento de las variables de la función objetivo (FO). El programa donde se obtiene la simulación de vaso conjunto (simq2pcm.for) ofrece una definición de variables, como son almacenamientos iniciales, ingresos, volumen evaporado, extracción de acuerdo a la política, extracción total, derrames, déficits y energía generada, variables analizadas para determinar la mejor política de operación.

De la simulación de las políticas con la serie histórica no se logró determinar una política de operación óptima al no presentarse eventos no deseados (derrames y/o déficits), por lo que se optó por la simulación a largo plazo a partir de la generación de 10 series sintéticas con 1000 años de registro a través del método de Svanidze modificado. La generación de series sintéticas con las mismas características que la serie original, ofrece la ventaja de simular casos extremos (abundancia y/o escasez) que pueden ocasionar derrames y déficits, debido a la gran extensión de

los registros, por lo que con la serie histórica no se lograron observar dichos eventos.

Al realizar las simulaciones con la serie a largo plazo se lograron obtener eventos de derrame y déficit; el ensayo 4, el cual considera la curva de CFE, reportó la mayor energía promedio total por quincena y los mayores derrames, evitando los déficits, el ensayo 5 por su parte obtiene la menor energía promedio por quincena, afrontando mejor los derrames sin embargo no evita los déficits, ya que es el ensayo con los mayores déficits simulados, en el caso de la política del ensayo 2 con la curva guía Base sus resultados son muy similares a los obtenidos con la política del Ensayo 4, el Ensayo 6 con la curva guía del Instituto de Ingeniería de la UNAM obtiene resultados intermedios entre la política del ensayo 4 y 5, un resultado que se repitió durante las simulaciones con las curvas guía ensayadas fue la magnitud de los derrames, en la presa Malpaso se simularon más derrames que los simulados en la presa La Angostura; con la política del ensayo 4 (CGA CFE) 90.70%, con la política del ensayo 5 (CG CONAGUA) 96.13%.

Los derrames en la presa Malpaso no podrían ser atenuados por la presa Peñitas, debido a su poca capacidad de regulación, ocasionando posibles avenidas aguas abajo de la presa Peñitas, el ensayo 7 plantea una nueva curva guía, llamada curva guía combinada al considerar en la presa La Angostura la curva guía del ensayo 4 (CFE) y en la presa Malpaso la curva guía del ensayo 6 (CONAGUA) al ser la curva en enfrentar mejor los derrames.

La curva guía combinada del ensayo 7, se obtiene una mejora del 36% al evitar derrames en la presa Malpaso, mientras los aumenta en la presa La Angostura, sin embargo, este aumento en la presa La Angostura no presenta algún riesgo, ya que los derrames podrán ser nuevamente regulados por la presa Malpaso, la proporción de los derrames en Malpaso respecto a los de La Angostura baja de 96% a 87%.

Al disminuir los derrames y bajar los niveles de almacenamiento en la presa Malpaso se aumenta la capacidad del embalse ante eventos de precipitación extraordinarios, contribuyendo en evitar avenidas aguas abajo de la presa Peñitas, por otro lado, aunque se disminuye la energía generada por quincena, la diferencia entre el ensayo con la mayor generación es alrededor del 1%, en el caso de los déficits se logra una disminución de 26.48%,

Por lo que la política con la curva guía combinada resulta la política de operación óptima más idónea, definiendo así la llamada curva guía a lo largo del año en las presas La Angostura y Malpaso, manteniendo bajos niveles en las presas antes del inicio de la temporada de lluvias, garantizando al mismo tiempo las extracciones y el aprovechamiento en generación eléctrica.

Capítulo 6 REFERENCIAS

1. **Agua.org.mx. (2022, marzo 22).** *Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C.* Obtenido de Agua.org.mx Web Site: <https://agua.org.mx/agua-y-clima-en-mexico/>
2. **Alayo, H. (2016, diciembre).** *Introducción a la Programación Dinámica Estocástica.* Peru.
3. **Alegría, D. A. (2010, agosto).** *Política de operación óptima del sistema Grijalva, efectos de la curva guía.* Tesis de Grado. Instituto de Ingeniería, UNAM. CDMX.
4. **Arreguín, C. F. I., Rubio, G. H., Domínguez, M. R. & De la Luna, C.F., (2014).** *Análisis de las inundaciones en la planicie tabasqueña en el periodo 1995-2010.* Tecnología y Ciencias del Agua, Vol. V, núm. 3, mayo-junio de 2014, pp. 5-32.
5. **Arganis, J. M.L. (2004).** *Operación óptima de un sistema de presas en cascada para generación hidroeléctrica tomando en cuenta condiciones reales de operación y el uso de muestras sintéticas para el pronóstico.* Tesis Doctoral. Instituto de Ingeniería, UNAM, CDMX.
6. **Arganis, J. M. L., Domínguez M. R., et al. (2009).** *Estudio integral de la cuenca alta del río Grijalva. Manejo óptimo de las presas.* Informe para la CFE. Instituto de Ingeniería, UNAM. CDMX.
7. **Arganis, J. M. L. et al. (2012).** *Operación de tres presas hidroeléctricas usando curvas guía y programación dinámica estocástica.* Tecnología y Ciencias del Agua, Vol. III, núm. 3, julio-septiembre de 2012, pp. 97- 114.

8. **Ampitiyawatta A. (2020).** *Cascade reservoirs optimal operation through combined guide curves.* Global Journal of Engineering and Technology Advances, 14.
[doi:10.30574/gjeta.2020.5.1.0083](https://doi.org/10.30574/gjeta.2020.5.1.0083)
9. **Aparicio M. F. J., (1996).** Almacenamiento y tránsito en vasos y cauces. *Fundamentos de hidrología de superficie.* Pag. 69-85. Editorial Limusa. Grupo Noriega Editores
10. **Bellman, R. (1957, Julio).** *The Theory of Dynamic Programming (Vols. P -550).* Santa Monica California: The RAND Corporation.
11. **Bedoya et al, (2005).** *Programación dinámica estocástica aplicada al problema del despacho hidrotérmico.* Scientia Et Technica, vol. XI, núm. 28, octubre, 2005, pp. 53-58 Universidad Tecnológica de Pereira Pereira, Colombia.
12. **Chang Fi, J., Cheng, L., & Chang Li, C. (2005).** *Optimizing the reservoir operating rule curves by genetic algorithms.* Hydrological Processes.
doi.org/10.1002/hyp.5674
13. **Collado, J. (1993, diciembre).** *Control óptimo de un sistema de presas: un enfoque de perturbaciones pequeñas a la solución de programación dinámica estocástica.* Ingeniería Hidráulica en México, VII (2-3), 39-52.
14. **De la Cruz, C. O., Guichard, D., & Arganis, J. M. L. (2020).** *Funciones analíticas a partir de un modelo estocástico de las extracciones de una presa hidroeléctrica después de la temporada de lluvias.* Ingeniería del Agua México, 19.
[doi:10.4995/la.2020.12311](https://doi.org/10.4995/la.2020.12311)
15. **Diario Oficial de la Federación (DOF), (2009).** *ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de las subregiones hidrológicas Alto Grijalva, Medio Grijalva y Bajo Grijalva de la Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta.* Ciudad de México. México: Diario Oficial de la

Federación, (DOF). Obtenido de

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5141106

16. **Domínguez, R. M. (1989).** *Metodología de selección de una política de operación conjunta de una presa y su vertedor.* Tesis Doctoral. Instituto de Ingeniería, UNAM, CDMX.
17. **Domínguez, M. R., Mendoza, R. R & Arganis, J. M. L., (2011b).** *Funcionamiento y Operación de las presas Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas sobre el río Grijalva.* Informe Final. Elaborado para Comisión Federal de Electricidad. Instituto de Ingeniería, UNAM, CDMX.
18. **Domínguez, R. M., Mendoza, R. R., Alvarado, A. C., & Márquez, L. (1993).** *Operación Integral del Sistema Hidroeléctrico del río Grijalva.* Instituto de Ingeniería, UNAM, Ciudad de México, México: Elaborado para Comisión Federal de Electricidad, CFE.
19. **Domínguez, M. R. (2000).** *Funcionamiento y Operación de las presas Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas sobre el río Grijalva.* Informe Final. Instituto de Ingeniería, Ciudad de México, México: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
20. **Domínguez, M. R., Cruickshank V. C., Arganis, J. M. L., (2004).** *Importancia de la generación de muestras sintéticas en el análisis del comportamiento de políticas de operación de presas.* Instituto de Ingeniería, UNAM, CDMX.
doi.org/10.4995/ia.2005.2548
21. **Guo, S., Li, X., Liu, P., & Guo, F. (2009).** *Optimal Operation of Cascade Hydropower Plants.* State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan University. [doi:10.1109/appeec.2009.4918570](https://doi.org/10.1109/appeec.2009.4918570)
22. **Jiménez Espinosa, M. (1997),** *“Manual de operación del programa Ax”,* Centro Nacional de Protección de Desastres, Y. Aya, R. Coria y R. Domínguez,

Caracterización de los oasis. Los oasis de la península de Baja California, Centro de Investigaciones Biológicas, La Paz, pp. 5-25.

23. **Labadie, J.W. Universidad del Estado de Colorado (CSU). (1986).** *Optimización de la Operación de Proyectos Hidroagrícolas.* Universidad del Estado de Colorado (CSU). Colorado: Serie Publicaciones Misceláneas AI/DO-86-013 ISSN-0534-5391.
24. **Mendoza R. R., Arganis, J. M. L., Domínguez, M. R., (2012).** *Políticas de Operación con curvas guía para el manejo del sistema de presas del río Grijalva.* Congreso Nacional de Hidráulica, noviembre de 2012. Acapulco, Guerrero, México.
25. **Mendoza Ramírez Rosalva, et al. (2014).** *Políticas de operación del sistema hidroeléctrico del río Grijalva considerando el efecto de la correlación en los volúmenes de ingreso.* XXIII Congreso Nacional de Hidráulica Puerto Vallarta, Jalisco, México, octubre 2014
26. **Padilla. M. L. D., (2018).** *Revisión y actualización de las políticas de operación del sistema de presas del río Grijalva.* Tesis de Licenciatura. Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma Nacional de México, UNAM, CDMX.
27. **Pereira, R., Lopes B. A., & Canhoto, N. L. (2018).** *Modelo Probabilístico para la Representación del Nivel de Agua de Embalse de Presas de Concreto Durante Períodos Normales de Operación.* Water resour Manage. doi: <https://doi.org/10.1007/s11269-018-1973-x>
28. **Proporcionado por Comisión Federal de Electricidad, (CFE). (2019).** Descripción de presas del Grijalva. Descripción de las presas del Grijalva. Instituto de Ingeniería, UNAM., Ciudad de México, México.

29. Resúmenes anuales de Temperatura y Lluvia del portal de la CONAGUA

[https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-ylluvias/resúmenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias.](https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-ylluvias/resúmenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias)

30. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional del

Agua, (2019). *Estadísticas del Agua en México.* Impreso y Hecho en México.

31. SISTEMA NACIONAL DE CAMBIO DE CLIMÁTICO (SINACC), (2021). *México*

ante el cambio climático. Obtenido de Sitio oficial del país:

<https://cambioclimatico.gob.mx/>

32. Svanidze, G.G., (1980). *Mathematical Modeling of Hydrologic Series.* Water

Resources Publications. USA, 1980.

ANEXOS

ANEXO A. Series de volúmenes de ingreso quincenales a las presas “La angostura y Malpaso” y sus estadísticos.

Tabla A-1. Volúmenes de ingreso quincenales Presa “La Angostura”, hm³.

Año	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Total Anual
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1959	180.9	165.7	132.8	100.7	108.1	106.8	91.0	103.6	98.6	116.9	181.3	513.8	285.8	367.1	512.2	553.0	381.2	496.6	750.0	1198.1	488.0	323.1	261.0	213.4	7729.9
1960	160.2	144.4	115.1	96.1	90.4	86.9	77.1	83.4	85.4	135.9	542.0	806.0	668.5	819.6	673.2	1102.8	1395.2	1570.9	1348.8	987.1	836.6	404.0	313.4	260.5	12803.3
1961	200.4	187.4	163.0	122.0	124.3	120.3	118.6	93.7	113.1	110.8	286.5	463.6	413.5	573.9	325.3	670.6	674.6	594.8	753.3	495.0	1053.0	422.5	272.6	225.9	8578.9
1962	180.3	160.4	130.3	96.9	99.8	98.6	99.7	103.6	96.2	105.2	251.4	595.7	786.9	351.4	473.4	1105.4	1246.5	2026.0	1389.2	752.4	484.0	293.4	224.0	195.4	11346.0
1963	156.0	143.3	118.3	90.2	94.1	90.8	81.3	75.9	85.5	90.4	151.5	242.3	650.7	737.9	541.5	788.4	483.2	1948.8	1267.0	547.9	521.4	356.3	262.2	220.7	9745.7
1964	168.5	147.3	113.0	93.9	88.4	85.0	74.2	70.1	77.0	102.5	301.5	462.5	708.9	1187.5	595.0	575.0	917.3	1224.8	1256.1	605.0	365.5	283.7	241.4	233.1	9977.6
1965	156.9	147.5	117.2	93.7	97.3	90.4	76.6	73.2	78.9	94.9	191.2	578.4	712.6	393.7	802.2	824.1	534.0	1353.9	1355.2	1252.9	608.1	389.2	279.7	227.1	10529.0
1966	186.4	175.0	147.4	114.3	120.0	112.7	123.5	120.3	135.0	139.3	183.1	743.3	909.6	782.2	644.4	687.3	1058.2	1240.2	1293.5	1197.8	633.4	378.8	276.1	212.6	11614.3
1967	181.3	172.9	140.8	105.8	107.8	103.6	97.6	102.5	78.6	90.7	155.6	318.5	242.2	330.1	275.4	597.8	429.3	535.7	967.2	656.1	385.0	228.7	178.4	169.5	6651.0
1968	133.5	126.6	103.3	85.0	81.1	79.7	72.8	65.4	77.0	173.2	255.4	602.2	694.7	422.1	260.0	317.4	706.9	1230.0	677.3	1209.2	456.6	282.3	243.6	200.4	8555.8
1969	160.4	142.0	113.6	85.7	88.0	85.9	82.1	76.5	72.6	147.5	165.9	485.6	1017.2	438.6	1450.3	1733.6	2104.6	2104.0	1553.2	1127.2	708.5	463.4	356.9	277.0	15040.3
1970	220.1	202.4	166.9	126.1	127.7	120.2	101.1	92.5	96.9	116.6	174.6	343.2	666.4	1171.5	1183.7	1047.3	1564.9	1409.3	1401.1	985.5	691.6	437.5	323.3	275.7	13046.3
1971	213.0	187.8	151.3	118.2	125.2	117.8	108.1	91.5	96.1	121.3	200.2	212.4	221.9	429.4	837.2	1122.7	1453.8	829.6	1472.9	936.4	466.9	372.1	269.9	225.2	10380.9
1972	176.9	167.8	139.9	114.0	107.9	105.2	92.9	92.4	119.8	137.2	337.6	528.8	238.5	653.3	566.7	561.4	533.5	537.8	482.7	379.7	257.7	208.1	152.7	145.9	6838.5
1973	117.2	110.5	92.9	72.3	75.1	71.6	66.6	63.0	60.4	85.8	190.4	417.3	319.8	431.5	772.1	1656.6	1625.2	987.1	1587.4	1673.6	699.0	415.2	354.8	270.4	12215.9
1974	216.5	216.5	142.0	142.0	134.0	134.0	105.7	105.7	128.5	128.5	222.5	222.5	365.0	365.0	231.5	231.5	706.0	706.0	503.5	503.5	169.0	169.0	123.5	123.5	6095.4
1975	80.5	80.5	54.5	54.5	45.0	45.0	29.0	29.0	65.0	65.0	159.5	159.5	270.0	270.0	479.0	479.0	1072.0	1072.0	1040.5	1040.5	480.5	480.5	221.0	221.0	7993.0
1976	167.0	167.0	133.5	133.5	134.0	134.0	126.5	126.5	154.5	154.5	525.0	525.0	750.0	750.0	316.5	316.5	508.0	508.0	666.5	666.5	279.0	279.0	245.0	245.0	8011.0
1977	148.5	148.8	106.6	54.2	82.0	76.8	107.9	112.9	114.8	184.1	286.2	443.6	283.6	184.1	676.3	484.0	418.7	1178.0	505.2	340.5	348.8	177.4	140.7	225.9	6829.6
1978	209.2	183.2	79.7	88.8	101.7	98.9	76.7	62.3	201.0	277.4	310.2	412.4	561.4	857.3	563.0	1021.5	1267.5	1078.9	923.5	676.1	342.9	206.8	189.4	240.1	10029.9
1979	242.3	190.5	131.0	107.4	111.7	70.7	93.3	115.9	137.0	203.7	372.6	458.0	577.3	650.3	528.0	1052.8	1823.2	1805.3	1056.9	633.0	428.0	353.8	290.8	255.8	11689.3
1980	191.6	156.5	139.3	122.2	109.8	109.8	171.4	131.4	141.6	181.8	204.7	367.2	210.1	572.0	755.6	642.4	898.1	1757.3	1317.1	531.2	333.6	250.5	206.2	191.5	9692.9
1981	173.2	139.5	100.6	97.4	125.7	136.7	194.0	173.4	117.9	143.1	285.7	1150.2	950.7	989.3	830.2	1558.0	1159.4	2038.4	1890.4	923.4	559.7	349.7	268.0	309.3	14663.9
1982	90.1	159.5	150.7	112.5	125.0	104.2	120.7	94.2	119.8	421.4	503.9	967.3	369.9	611.9	412.4	548.7	600.2	1488.7	1625.9	719.9	427.2	253.9	219.0	215.6	10462.6

Año	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Anual
1983	134.3	150.2	143.2	152.1	137.0	155.1	97.1	122.6	82.9	118.3	274.6	438.5	480.6	655.7	779.2	550.2	1758.2	1170.3	519.9	559.2	371.9	257.8	228.4	179.0	9516.3
1984	129.0	129.9	114.5	81.2	141.1	102.1	67.3	140.3	211.0	445.0	697.1	814.9	850.4	1116.3	1370.8	1188.5	1876.5	2095.6	1308.1	593.9	358.3	274.1	265.1	211.6	14582.6
1985	168.7	147.0	123.8	115.4	128.5	126.6	79.3	116.7	150.9	223.0	376.6	378.2	528.7	608.9	646.0	1384.1	689.8	1344.6	967.3	531.5	511.3	264.1	153.3	179.5	9943.8
1986	174.3	162.3	105.6	83.4	99.0	69.2	78.2	177.7	92.4	279.9	377.0	499.8	723.6	350.1	342.9	811.7	805.1	420.6	475.1	317.1	272.8	197.1	156.1	137.4	7208.4
1987	102.3	159.5	104.2	48.4	59.1	31.1	36.2	90.3	160.3	176.2	236.9	394.0	462.9	850.1	868.6	411.7	998.6	899.7	630.2	279.2	165.4	160.2	123.8	98.4	7547.3
1988	86.1	112.1	112.9	107.6	40.5	56.7	70.5	128.6	100.0	101.5	257.9	668.1	730.2	681.9	1070.9	1514.0	1699.6	1159.1	1457.1	548.4	344.7	287.7	199.5	180.7	11716.3
1989	123.7	100.9	85.0	119.1	106.0	74.5	118.8	86.8	110.6	154.8	204.8	636.2	326.7	430.9	477.4	1166.2	1061.1	1998.0	1899.6	1089.1	446.0	325.1	261.0	137.1	11539.4
1990	184.9	174.0	120.5	112.6	114.8	79.7	86.7	125.2	129.2	149.0	263.4	488.8	609.6	497.7	377.2	423.6	860.5	978.6	719.5	471.9	247.4	320.0	307.8	229.8	8072.4
1991	255.7	115.0	121.1	76.4	98.0	96.8	96.2	48.0	94.7	125.4	220.1	463.1	518.0	142.9	286.5	257.0	346.8	768.1	1025.7	533.9	274.7	152.7	249.4	162.8	6529.0
1992	118.5	84.4	110.0	72.3	69.7	98.0	74.0	81.7	18.8	100.1	239.9	559.1	550.0	366.1	567.7	674.9	774.9	1230.4	970.6	426.9	322.4	227.9	159.7	149.7	8047.7
1993	130.4	132.9	53.8	78.6	69.4	90.6	68.9	57.9	86.8	116.4	162.5	551.5	880.3	252.7	384.8	1292.0	1120.7	1240.2	1136.0	556.0	466.7	236.2	162.8	107.6	9435.7
1994	100.2	110.7	114.0	62.8	144.1	92.6	64.5	68.2	86.2	124.8	217.4	173.4	146.3	162.6	376.7	439.1	293.6	700.6	773.4	372.7	197.3	128.9	67.5	49.7	5067.3
1995	82.3	61.9	44.8	53.0	60.5	81.1	62.5	111.2	139.0	157.6	184.8	1022.8	565.4	897.1	970.8	1283.2	2134.6	1878.3	923.7	683.8	386.7	311.8	193.9	207.1	12497.9
1996	112.9	164.8	94.6	106.3	85.5	122.4	65.9	87.9	123.9	288.8	623.9	850.3	833.3	732.0	913.3	1125.7	921.7	1048.5	1384.7	655.6	371.6	308.1	197.9	125.1	11344.7
1997	148.3	140.2	128.4	99.2	127.4	77.5	69.2	106.3	54.6	196.4	255.1	280.1	605.6	295.9	302.7	337.9	1108.7	1224.2	1579.7	544.4	365.1	366.0	312.8	175.5	8901.1
1998	207.8	92.8	107.2	116.6	99.3	77.4	101.1	68.6	66.3	70.2	100.2	304.8	257.2	566.1	459.8	770.9	2223.7	873.9	915.2	988.6	930.4	512.3	252.3	217.5	10380.2
1999	157.9	127.3	120.9	100.2	113.2	108.6	86.0	87.7	130.8	125.7	357.0	827.3	868.3	633.3	744.2	1027.9	1587.5	2317.6	2362.6	1764.4	688.7	447.4	288.7	220.0	15293.2
2000	204.0	180.8	172.8	127.7	101.8	122.2	101.8	137.4	64.2	456.5	1149.2	762.9	403.8	349.7	895.5	658.4	1273.1	1579.3	1110.9	572.0	345.5	239.3	189.1	179.3	11377.2
2001	114.3	87.4	95.2	116.3	97.7	75.6	68.3	58.4	80.7	211.1	232.8	156.4	266.1	331.8	494.3	597.5	803.2	959.7	992.6	778.7	316.7	216.7	123.2	136.0	7410.7
2002	129.1	118.2	61.0	86.1	65.1	83.4	107.3	115.1	94.5	159.5	215.5	373.2	325.4	279.6	270.1	309.7	722.2	803.3	1341.1	400.2	310.9	229.3	172.8	146.2	6918.8
2003	164.4	102.7	27.5	60.3	101.6	13.8	102.5	88.1	78.6	122.8	258.8	482.0	344.4	426.5	355.4	687.1	756.1	1374.8	1101.3	590.0	383.9	312.7	213.2	167.4	8315.9
2004	139.9	126.0	94.9	71.7	50.4	52.9	64.2	90.6	68.8	199.0	557.6	274.6	281.9	480.2	358.4	297.8	646.9	822.9	1195.0	676.1	274.9	185.1	124.9	113.6	7248.3
2005	101.3	95.8	80.1	69.7	80.4	87.0	58.3	30.3	64.6	91.1	167.9	1151.8	1015.5	1065.1	416.5	1362.7	934.4	1429.6	4064.4	669.8	361.7	239.0	202.9	169.1	14009.1
2006	148.5	119.7	79.3	86.5	42.7	56.6	76.6	58.4	79.2	236.1	835.4	874.5	479.7	1159.2	672.4	594.4	1113.8	819.9	1044.5	829.2	448.4	268.6	236.3	200.7	10560.5
2007	138.3	118.4	115.5	98.5	59.0	60.7	59.4	80.3	73.3	142.9	254.0	277.7	176.3	380.7	549.7	870.5	1058.9	1119.7	895.7	1347.1	512.2	307.1	211.0	147.4	9054.2
2008	126.9	122.2	116.7	70.8	49.5	146.6	35.4	35.8	36.7	160.7	632.8	696.9	1348.6	1182.4	1146.8	1006.2	1107.1	1673.3	1498.6	881.9	408.4	271.3	219.6	159.8	13135.0
2009	166.1	102.8	108.5	107.8	91.6	97.9	79.5	47.4	120.5	166.0	236.4	450.0	430.8	208.5	229.5	571.9	400.2	842.5	443.2	322.7	716.1	297.5	164.0	226.1	6627.4
2010	119.7	100.1	88.8	51.2	43.0	68.0	68.9	80.8	77.4	370.4	331.2	722.5	868.1	1626.5	1836.6	2970.5	2000.5	2609.4	1275.2	537.8	333.8	282.2	206.3	182.5	16851.6

Año	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Anual
2011	170.2	155.4	57.9	81.4	97.8	116.1	35.2	70.2	67.3	92.8	84.5	556.3	987.8	740.2	858.8	1433.9	1405.9	2045.4	2238.2	1449.3	511.6	316.7	260.6	148.6	13982.2
2012	154.3	168.0	98.2	119.4	65.6	119.6	64.3	54.7	61.4	276.1	261.9	412.6	359.3	315.3	507.9	978.0	765.5	1241.3	1245.8	468.3	257.1	181.3	148.1	105.9	8430.1
2013	94.2	117.7	90.7	63.2	58.7	60.0	50.3	42.2	32.8	141.6	459.8	532.9	1001.9	649.9	446.0	1276.3	2138.9	1245.5	1179.4	1486.3	779.8	559.8	358.8	344.3	13210.9
2014	259.7	188.3	150.3	77.4	65.5	206.2	71.3	76.6	118.9	335.0	1408.9	874.9	615.5	317.1	287.8	433.0	1153.1	2027.1	1092.2	1224.8	530.8	367.0	274.8	195.4	12351.5
2015	158.6	133.2	84.5	81.7	81.1	100.8	84.7	89.2	62.5	72.6	258.3	199.1	124.0	201.6	118.5	285.0	622.2	1078.7	761.4	876.0	387.6	293.4	196.4	167.3	6518.4
2016	128.9	90.2	71.1	48.3	49.1	49.1	49.0	39.2	35.4	43.6	247.7	476.2	150.3	249.2	333.2	699.6	873.0	1280.7	713.9	306.0	243.1	169.9	118.8	94.7	6560.2
2017	71.8	80.4	64.0	42.5	41.8	52.6	49.7	35.5	24.9	23.2	416.4	1180.0	735.7	578.1	706.6	822.9	1211.4	1410.5	1515.7	869.8	430.2	228.6	205.7	165.6	10963.7
2018	126.9	127.6	145.8	66.3	76.7	52.7	37.0	50.1	125.8	74.8	270.3	331.1	175.3	43.2	130.7	532.7	766.7	960.9	520.0	767.8	402.7	223.5	159.7	126.4	6295.1
2019	80.0	62.2	41.3	60.4	8.7	14.2	-1.2	-2.1	-11.6	28.2	243.7	278.5	110.6	137.2	158.0	303.7	345.0	720.9	1016.0	939.9	608.1	242.4	128.1	128.4	5640.4
2020	79.5	64.7	43.9	20.5	18.6	38.3	5.7	-3.4	44.5	69.6	845.1	666.6	386.5	369.5	675.8	974.0	1182.2	1146.9	850.3	551.5	676.7	517.9	318.8	208.9	9752.9

Tabla A- 2 Volúmenes de ingreso quincenales Presa “Malpaso”, hm³.

Año	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Anual
1959	327.2	327.2	272.2	272.2	193.1	229.0	243.7	264.1	118.7	109.7	193.3	500.7	183.4	209.4	285.0	437.5	328.9	390.1	459.7	1257.1	563.2	627.5	252.3	235.9	8281.1
1960	218.9	250.4	163.8	141.4	161.6	127.6	108.6	138.0	100.5	84.6	31.4	276.5	265.4	482.1	222.0	898.6	747.5	643.5	199.2	392.5	612.8	283.2	341.0	248.8	7139.9
1961	400.4	299.2	223.2	154.5	232.8	135.3	119.3	121.2	164.4	94.7	48.3	317.5	247.5	306.4	399.6	362.0	431.4	229.8	623.2	682.1	980.9	304.9	170.8	201.9	7251.3
1962	253.2	209.5	136.3	92.8	172.1	155.3	220.5	186.3	120.6	121.2	84.6	335.8	655.7	320.2	149.4	507.4	700.5	1466.0	977.8	505.2	374.8	219.7	175.7	155.3	8295.9
1963	151.3	228.3	226.7	121.2	136.6	136.5	83.5	73.3	72.1	76.6	96.6	102.9	366.5	896.1	354.1	354.1	349.5	2367.6	1156.1	377.2	342.0	386.8	308.8	252.3	9016.7
1964	348.0	243.0	184.5	141.9	126.3	134.2	142.8	89.1	76.5	121.9	196.8	469.0	513.2	966.2	437.6	423.9	806.1	663.8	845.1	302.4	141.1	222.3	512.7	306.8	8415.2
1965	174.0	342.3	186.6	238.9	136.4	167.6	101.4	103.8	123.8	110.1	133.4	400.9	497.8	202.6	365.0	543.0	386.0	465.3	1168.3	1359.5	581.4	272.7	332.9	361.6	8755.3
1966	282.6	247.0	254.4	197.4	207.5	207.8	218.5	232.8	229.8	241.3	156.9	602.6	743.3	483.8	469.3	525.0	1225.2	1731.2	1339.7	780.0	418.7	314.2	270.7	265.9	11645.6
1967	275.4	253.8	216.6	160.9	162.3	153.6	142.7	155.8	121.3	136.1	113.4	244.9	189.0	193.7	150.8	441.4	312.1	395.7	947.0	563.2	342.8	290.7	240.5	217.2	6420.9
1968	232.9	231.8	194.0	159.2	151.6	145.5	130.1	113.3	128.0	226.2	95.0	431.8	479.3	378.2	204.4	250.7	304.9	1264.7	540.6	1029.3	439.0	312.9	267.8	233.4	7944.6
1969	251.6	221.1	167.6	134.9	138.0	134.3	128.6	116.3	110.9	176.5	60.3	131.2	451.3	275.2	669.0	804.1	1529.3	1601.4	866.4	360.8	365.3	349.7	314.1	306.0	9663.9
1970	321.0	297.7	235.0	173.8	174.0	169.8	133.7	124.9	123.2	143.9	96.6	156.2	223.9	555.6	742.4	428.5	1799.9	1732.1	1216.9	517.3	406.3	265.6	253.5	266.9	10558.7
1971	315.1	294.1	247.3	189.4	193.2	175.1	139.1	124.2	113.3	171.2	130.5	168.0	148.6	265.9	447.7	417.1	1339.0	341.0	936.3	676.8	379.6	308.5	259.1	214.5	7994.6

Año	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Anual
1972	224.2	216.0	183.2	150.6	141.0	140.1	122.1	121.7	142.0	192.9	179.6	264.0	151.6	425.2	316.3	295.2	301.6	189.5	401.1	312.5	226.6	199.8	183.4	190.0	5270.2
1973	175.4	163.2	136.0	103.8	103.9	102.7	98.4	91.1	90.6	116.6	123.1	243.7	256.7	235.5	529.8	1405.9	2109.9	608.8	1130.1	1194.6	537.5	344.7	302.1	250.7	10454.8
1974	125.7	125.7	153.4	153.4	104.0	104.0	166.8	166.8	24.5	24.5	65.6	65.6	69.1	69.1	400.0	400.0	95.5	95.5	54.7	54.7	108.0	108.0	69.1	69.1	2872.8
1975	165.5	165.5	101.0	101.0	82.5	82.5	74.0	74.0	100.5	100.5	124.0	124.0	159.0	159.0	253.5	253.5	603.5	603.5	632.5	632.5	200.0	200.0	77.0	77.0	5146.0
1976	285.5	285.5	172.0	172.0	106.0	106.0	102.5	102.5	50.5	50.5	101.0	101.0	357.0	357.0	157.0	157.0	312.5	312.5	363.5	363.5	332.0	332.0	324.5	324.5	5328.0
1977	87.9	102.4	163.3	107.2	122.3	90.4	59.1	61.3	65.9	7.0	39.0	148.3	122.9	180.4	452.2	287.8	170.8	399.5	381.3	134.7	488.0	155.6	186.7	351.4	4365.4
1978	219.8	96.6	158.0	82.3	47.9	154.4	54.7	10.2	-20.0	18.2	154.3	238.5	329.8	755.1	229.9	324.1	456.4	647.6	463.2	458.4	337.1	140.5	333.9	204.7	5895.6
1979	190.0	167.8	111.1	151.7	58.8	43.4	69.6	55.5	9.8	30.3	292.2	128.6	215.1	138.6	118.0	794.8	1134.2	1229.6	406.1	287.6	326.9	291.2	466.5	455.4	7172.8
1980	49.9	172.1	280.4	121.6	217.5	105.1	62.9	48.2	-103.1	-190.8	-250.1	-72.6	-102.3	555.2	353.2	441.6	376.3	2134.0	742.7	413.3	336.8	343.0	227.9	205.5	6468.3
1981	100.4	105.0	201.7	285.8	68.2	65.2	62.5	26.7	75.4	188.1	163.9	789.8	903.0	884.0	384.2	1261.3	569.0	959.4	847.8	444.3	392.8	178.0	105.5	148.7	9210.7
1982	111.6	84.6	164.4	109.9	87.9	19.3	71.8	110.2	58.4	217.5	195.3	475.9	100.7	319.9	202.8	117.8	317.7	867.2	713.5	316.8	440.5	165.4	116.6	318.6	5704.3
1983	348.5	68.9	97.2	60.3	59.7	71.8	-2.3	91.6	30.0	42.1	93.8	119.9	291.5	293.5	322.3	281.7	1151.1	1024.5	232.9	436.0	279.0	94.3	112.7	272.6	5873.6
1984	142.4	267.1	181.6	90.1	86.2	133.2	79.0	66.7	142.7	269.7	436.9	501.4	619.0	458.9	793.6	424.5	1184.5	1128.9	498.1	166.6	110.9	136.6	262.8	164.2	8345.6
1985	165.5	182.1	228.6	116.7	99.4	177.9	115.2	50.1	83.3	88.7	239.0	326.2	267.4	384.8	337.2	851.8	380.6	577.1	492.9	118.3	133.6	38.5	228.2	266.1	5949.2
1986	249.9	382.6	88.5	70.3	64.4	112.3	56.1	72.6	84.6	741.8	465.4	228.3	498.0	208.3	237.4	374.1	429.9	226.7	308.9	187.3	133.2	177.3	153.7	67.7	5619.3
1987	26.5	30.9	51.5	2.6	81.0	12.0	50.7	-4.0	36.7	18.0	239.8	244.7	338.4	246.3	338.8	174.4	683.6	428.4	521.8	74.8	103.0	154.1	50.5	80.8	3985.3
1988	234.2	112.6	184.5	125.7	80.1	75.0	67.4	70.3	76.6	89.4	58.1	488.4	497.9	390.9	566.0	765.2	1363.1	453.3	1340.7	349.7	207.9	379.6	333.6	203.8	8514.0
1989	104.6	181.6	211.7	104.5	72.7	86.0	130.3	61.8	92.2	85.4	115.6	192.0	237.8	216.7	268.0	503.8	505.8	2363.7	1027.4	674.5	203.4	291.7	322.2	356.3	8409.7
1990	178.4	164.3	146.1	108.3	130.9	140.2	167.0	59.2	118.4	107.3	206.5	346.4	456.0	318.8	233.3	251.7	465.5	362.9	368.5	328.3	318.0	362.4	697.1	241.9	6277.4
1991	169.8	128.4	395.1	122.2	63.0	79.6	60.2	44.1	66.8	65.1	94.5	427.0	304.8	135.6	110.9	192.9	225.9	352.3	740.7	265.4	299.6	362.8	216.4	326.7	5249.8
1992	210.2	299.3	146.6	125.2	98.8	80.9	76.3	37.6	40.5	78.1	199.4	526.8	469.4	405.9	370.2	426.4	391.9	688.6	558.3	280.2	195.4	231.2	177.6	123.6	6238.4
1993	55.4	181.1	90.5	113.5	75.5	77.6	42.8	85.4	51.0	47.0	178.9	596.3	623.0	195.6	241.7	1125.0	703.9	607.0	625.7	578.5	413.8	203.2	162.4	174.2	7249.0
1994	245.9	239.6	132.6	199.1	129.2	154.2	138.2	113.1	86.2	-697.8	147.4	136.7	258.7	180.9	172.4	337.5	197.5	279.1	362.8	168.5	102.9	62.3	67.3	80.2	3294.5
1995	186.6	73.0	137.5	150.3	76.1	40.1	56.0	59.6	50.2	66.9	81.6	538.0	411.7	484.5	758.0	994.7	1133.6	742.1	968.0	430.0	274.8	197.7	263.9	208.6	8383.5
1996	252.5	200.3	157.1	74.1	126.7	67.4	102.6	238.1	207.2	174.6	321.2	588.8	591.7	476.1	592.3	684.5	593.0	545.6	780.1	314.1	375.5	327.4	228.0	184.3	8203.2
1997	94.9	156.6	119.0	119.0	101.9	54.1	89.1	66.8	124.7	111.9	198.7	219.8	414.0	155.8	124.2	194.8	331.9	310.1	821.9	519.4	296.3	380.3	255.5	133.2	5393.9
1998	77.4	133.1	88.9	44.6	54.0	26.6	49.9	51.5	17.9	37.4	38.8	110.4	266.8	394.8	375.7	363.8	1500.6	674.1	671.4	928.0	1006.7	288.9	188.7	188.3	7578.3
1999	224.7	124.0	186.1	197.0	84.9	100.2	77.3	161.8	83.1	131.2	128.2	444.6	793.7	367.0	308.4	590.3	1105.4	939.7	1652.4	856.2	494.1	270.1	200.0	224.1	9744.5

Año	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Anual
2000	421.0	113.6	150.1	69.8	76.5	47.1	73.6	88.4	35.6	339.8	694.6	540.7	267.7	273.4	702.5	494.6	894.7	1421.2	1070.9	373.2	233.5	258.0	200.9	378.0	9219.4
2001	218.4	108.2	246.3	273.4	77.4	79.1	100.0	100.0	78.2	145.3	246.9	129.4	162.0	225.4	233.0	439.0	554.9	954.7	623.4	604.0	526.0	156.2	173.8	365.9	6820.9
2002	133.8	117.8	322.9	209.3	173.8	230.0	49.6	25.7	47.6	63.6	229.9	443.6	293.7	261.9	118.9	148.1	707.9	947.6	811.1	205.1	413.5	319.5	301.8	183.7	6760.4
2003	178.9	146.6	130.1	37.2	59.5	49.1	57.5	4.2	34.9	171.9	188.8	618.7	366.6	381.7	253.7	507.3	753.8	1407.4	2057.9	589.7	508.7	585.2	302.9	290.8	9683.1
2004	494.1	211.2	222.6	157.4	106.7	72.4	76.3	0.8	193.3	109.9	444.2	199.3	173.2	501.1	333.2	206.1	439.5	684.6	579.5	309.8	385.7	94.7	135.6	273.4	6404.6
2005	53.4	78.6	53.9	41.2	38.4	17.1	-19.8	17.0	30.7	30.4	99.6	523.2	623.6	957.7	384.7	1302.1	622.4	412.5	1983.6	428.4	248.8	340.1	274.1	350.7	8892.4
2006	199.9	372.4	200.0	178.5	113.0	124.1	128.7	82.0	113.5	125.5	406.7	411.8	273.3	552.5	432.1	251.2	595.2	443.7	534.7	402.5	341.4	214.0	356.0	186.5	7039.2
2007	474.7	213.3	206.1	97.5	117.4	99.6	69.6	68.8	83.8	104.4	8.6	144.7	117.4	242.6	261.7	582.7	682.6	341.3	631.0	1671.3	360.0	261.3	245.0	233.1	7318.5
2008	206.4	137.6	97.2	70.9	78.3	42.6	84.9	74.8	49.3	162.7	15.5	739.8	873.2	617.3	539.5	380.6	487.9	1085.7	711.5	480.0	208.0	252.7	173.6	173.9	7743.9
2009	160.8	161.4	140.2	83.0	166.8	79.8	80.8	81.7	63.3	153.2	135.5	206.5	393.1	131.4	198.1	297.4	286.9	351.6	297.6	299.1	651.9	214.2	109.0	136.2	4879.5
2010	294.6	127.5	112.1	93.7	93.9	304.6	94.5	74.4	62.9	64.2	115.3	756.2	472.3	1236.9	1023.9	2341.9	1415.0	1977.4	933.1	695.3	357.0	261.1	243.6	231.9	13383.3
2011	247.9	175.7	239.0	130.9	310.4	121.5	148.8	70.8	174.6	83.6	69.3	286.0	770.5	750.8	578.7	1274.5	945.3	1719.3	1475.2	1170.5	492.1	341.7	260.9	298.0	12136.1
2012	346.2	210.8	204.8	177.3	148.2	153.5	105.8	99.0	121.1	169.6	197.1	383.7	307.8	139.4	909.2	619.4	518.0	507.1	382.4	174.6	123.3	101.8	68.9	310.5	6479.3
2013	188.6	308.6	143.0	94.7	80.7	89.2	6.4	104.4	1.5	166.2	612.9	500.9	590.5	510.5	334.7	481.7	1527.3	1218.2	643.9	719.9	837.6	542.0	478.3	797.3	10979.2
2014	583.7	338.3	212.4	145.3	129.1	106.7	122.2	200.1	297.6	426.9	993.1	808.5	414.7	203.3	216.2	268.4	532.8	1131.9	696.0	1170.4	409.6	514.3	202.8	215.8	10340.0
2015	272.8	292.6	217.9	136.0	162.6	174.5	88.2	119.9	53.1	193.7	82.7	149.1	86.7	198.2	65.3	149.4	332.4	487.1	305.0	790.8	259.9	43.9	494.1	498.4	5654.1
2016	312.9	142.4	105.6	165.7	97.1	102.9	100.4	78.4	99.7	63.9	173.8	288.1	152.1	233.1	366.6	455.6	347.7	522.4	336.3	272.4	330.4	253.6	181.1	136.4	5318.7
2017	267.6	113.1	66.8	48.3	70.8	34.0	105.6	45.2	121.6	166.4	286.3	461.7	404.2	207.6	345.6	273.7	756.8	1184.0	993.5	777.1	233.4	210.3	173.7	138.7	7486.0
2018	129.2	413.8	275.6	107.9	75.5	98.0	131.3	82.5	82.8	112.2	199.5	182.5	103.9	-28.2	186.0	251.1	454.7	459.3	277.4	633.2	332.6	234.2	230.8	145.4	5171.4
2019	230.8	281.9	282.9	354.5	336.1	277.5	473.9	516.0	824.7	1330.4	1051.0	1094.2	940.6	953.3	1319.6	1329.7	746.3	858.7	689.4	982.3	802.9	759.4	390.9	508.6	17335.7
2020	270.0	303.2	260.2	293.4	246.8	259.7	285.3	311.9	324.2	370.6	1135.1	639.6	659.4	615.7	714.8	1016.9	759.8	1008.8	1069.0	855.8	1771.5	1017.0	693.5	548.6	15431.1

Tabla A-3. Estadísticos de los volúmenes de ingreso quincenales Presa “La Angostura”.

Estadístico	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Media	151.69	136.30	107.68	90.65	89.42	90.32	80.31	84.51	93.38	160.56	336.39	533.89	
Varianza	1993.9	1327.0	1090.7	724.9	998.0	1144.7	1070.0	1296.3	1663.2	8869.5	57114.1	62960.2	
Desviación Estándar	44.65	36.43	33.03	26.92	31.59	33.83	32.71	36.00	40.78	94.18	238.99	250.92	
Coefficiente de Asimetría	0.28	-0.12	-0.38	-0.16	-0.38	0.35	0.55	0.04	0.33	1.53	2.54	0.80	
Cv	0.29	0.27	0.31	0.30	0.35	0.37	0.41	0.43	0.44	0.59	0.71	0.47	
r _{j,j+1}	0.70	0.71	0.66	0.68	0.53	0.45	0.69	0.54	0.42	0.58	0.41	0.57	
Estadístico	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Total
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Anual
Media	538.71	559.22	598.28	838.74	1050.06	1262.30	1164.97	766.13	451.38	298.48	221.40	188.11	9892.88
Varianza	78627.7	102696.9	110750.4	226313.6	255469.0	253873.6	313652.6	120390.4	33352.0	9380.9	4383.7	3054.3	7673617.5
Desviación Estándar	280.41	320.46	332.79	475.72	505.44	503.86	560.05	346.97	182.63	96.86	66.21	55.27	2770.13
Coefficiente de Asimetría	0.49	1.00	1.33	1.66	0.67	0.56	2.46	0.95	1.08	0.68	0.07	0.17	0.41
Cv	0.52	0.57	0.56	0.57	0.48	0.40	0.48	0.45	0.40	0.32	0.30	0.29	0.28
r _{j,j+1}	0.58	0.66	0.73	0.64	0.53	0.50	0.37	0.55	0.80	0.82	0.78	0.70	

Tabla A-4. Estadísticos de los volúmenes de ingreso quincenales Presa “Malpaso”.

Estadístico	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Media	224.85	200.39	178.48	137.21	122.08	115.11	106.07	101.35	102.96	138.40	213.79	357.88	
Varianza	12047.05	7704.18	4516.67	4440.66	3671.75	3941.80	5127.74	6670.85	13239.62	49276.65	57801.39	49745.30	
Desviación Estándar	109.76	87.77	67.21	66.64	60.59	62.78	71.61	81.68	115.06	221.98	240.42	223.04	
Coefficiente de Asimetría	0.81	0.39	0.50	0.94	1.43	0.84	2.56	2.65	4.25	2.05	2.30	0.78	
Cv	0.49	0.44	0.38	0.49	0.50	0.55	0.68	0.81	1.12	1.60	1.12	0.62	
r _{j,j+1}	0.34	0.35	0.59	0.54	0.64	0.64	0.84	0.80	0.73	0.63	0.54	0.70	
Estadístico	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Total
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Annual
Media	376.03	388.62	386.48	544.21	700.28	841.42	749.80	543.51	394.35	283.08	253.30	250.98	7710.62
Varianza	50735.55	64849.07	56794.24	160419.72	191261.03	307190.76	166714.58	117079.68	69467.60	27080.10	17214.23	15924.58	7066875.45
Desviación Estándar	225.25	254.65	238.32	400.52	437.33	554.25	408.31	342.17	263.57	164.56	131.20	126.19	2658.36
Coefficiente de Asimetría	0.62	1.30	1.59	2.09	1.18	1.10	1.12	1.13	2.79	1.99	1.35	1.67	1.21
Cv	0.60	0.66	0.62	0.74	0.62	0.66	0.54	0.63	0.67	0.58	0.52	0.50	0.34
r _{j,j+1}	0.50	0.50	0.58	0.44	0.34	0.43	0.31	0.44	0.69	0.55	0.60	0.37	

ANEXO B. Probabilidades de ingreso sin suavizar y suavizadas.

Tabla B-1. Probabilidades de ingreso sin suavizar presa “La Angostura”.

i	Marca de clase	DV	Etapas “ La Angostura”						
			1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	100	200	0	0	0	0	0.08	0.016	0.032
3	300	400	0.048	0	0	0.097	0.08	0.129	0.048
4	500	600	0.097	0.032	0	0.081	0.226	0.178	0.21
5	700	800	0.177	0.048	0.048	0.113	0.113	0.274	0.323
6	900	1000	0.338	0.081	0.065	0.129	0.129	0.145	0.226
7	1100	1200	0.113	0.065	0.048	0.129	0.065	0.048	0.161
8	1300	1400	0.081	0.065	0.065	0.113	0.129	0.097	
9	1500	1600	0.065	0.161	0.048	0.129	0.065	0.033	
10	1700	1800	0.065	0.178	0.097	0.016	0.065	0.048	
11	1900	2000	0.016	0.081	0.145	0.048	0.016	0	
12	2100	2200		0.113	0.113	0.065	0	0.016	
13	2300	2400		0.032	0.016	0.048	0.032	0	
14	2500	2600		0.048	0.065	0		0.016	
15	2700	2800		0.032	0.081	0			
16	2900	3000		0	0.065	0.016			
17	3100	3200		0.016	0.032	0			
18	3300	3400		0	0.016	0			
19	3500	3600		0.016	0.016	0			
20	3700	3800		0	0.032	0			
21	3900	4000		0.016	0.016	0			
22	4100	4200		0	0.016	0			
23	4300	4400		0	0	0			
24	4500	4600		0.016	0.016	0			
25	4700	4800				0.016			
Suma =			1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla B -2. Probabilidades de ingreso sin suavizar presa “Malpaso”.

i	Marca de clase	DV	Etapas "Malpaso"						
			1	2	3	4	5	6	7
1	100	0	0	0.016	0.016	0	0.032	0.081	0
2	300	200	0.048	0	0	0.097	0.145	0.146	0.032
3	500	400	0.032	0.113	0.065	0.177	0.258	0.258	0.016
4	700	600	0.113	0.129	0.113	0.258	0.21	0.21	0.032
5	900	800	0.129	0.081	0.097	0.177	0.113	0.145	0.194
6	1100	1000	0.29	0.129	0.161	0.065	0.081	0.048	0.178
7	1300	1200	0.194	0.145	0.048	0.065	0.048	0.032	0.161
8	1500	1400	0.065	0.097	0.081	0.032	0.065	0.032	0.226
9	1700	1600	0.081	0.129	0.081	0.065	0.032	0	0.065
10	1900	1800	0	0.032	0.048	0.032	0.016	0	0.016
11	2100	2000	0	0.016	0.081	0		0.016	0.032
12	2300	2200	0	0.032	0.048	0		0.016	0.016
13	2500	2400	0.016	0.049	0.016	0		0	0.016
14	2700	2600	0.016	0.032	0.065	0.016		0	0
15	2900	2800	0		0.032	0		0	0
16	3100	3000	0		0.016	0		0	0
17	3300	3200	0		0.016	0.016		0	0
18	3500	3400	0		0.016			0.016	0.016
19	3700	3600	0						
20	3900	3800	0						
21	4100	4000	0.016						
Suma =			1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla B-3. Probabilidades de ingreso suavizadas a la presa “La Angostura”

i	Marca de clase	ΔV	Etapas “ La Angostura”						
			1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	100	200	0	0	0	0	0.065	0.016	0.032
3	300	400	0.048	0	0	0.081	0.08	0.129	0.048
4	500	600	0.097	0.032	0	0.097	0.226	0.178	0.21
5	700	800	0.177	0.048	0.048	0.115	0.129	0.274	0.323
6	900	1000	0.35	0.065	0.065	0.13	0.113	0.145	0.226
7	1100	1200	0.117	0.065	0.048	0.15	0.097	0.081	0.161
8	1300	1400	0.066	0.081	0.065	0.115	0.081	0.065	
9	1500	1600	0.065	0.161	0.048	0.1	0.065	0.043	
10	1700	1800	0.048	0.178	0.097	0.067	0.048	0.032	
11	1900	2000	0.032	0.097	0.145	0.048	0.048	0.021	
12	2100	2200		0.081	0.113	0.032	0.032	0.016	
13	2300	2400		0.048	0.081	0.017	0.016		
14	2500	2600		0.032	0.065	0.016			
15	2700	2800		0.016	0.048	0.016			
16	2900	3000		0.016	0.048	0.016			
17	3100	3200		0.016	0.032				
18	3300	3400		0.016	0.017				
19	3500	3600		0.016	0.016				
20	3700	3800		0.016	0.016				
21	3900	4000		0.016	0.016				
22	4100	4200			0.016				
23	4300	4400			0.016				
Suma =			1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla B-4. Probabilidades de ingreso suavizadas a la presa “Malpaso”

i	Marca de clase	ΔV	Etapas "Malpaso"						
			1	2	3	4	5	6	7
1	-500	-600	0	0	0	0	0	0	0
2	-300	-400	0	0	0	0	0	0	0
3	-100	-200	0	0	0	0	0	0	0
4	100	0	0	0	0	0	0.032	0.049	0
5	300	200	0.032	0.016	0.016	0.097	0.145	0.15	0.016
6	500	400	0.048	0.081	0.065	0.178	0.258	0.28	0.032
7	700	600	0.113	0.113	0.097	0.258	0.21	0.216	0.048
8	900	800	0.129	0.129	0.113	0.177	0.113	0.145	0.161
9	1100	1000	0.291	0.129	0.162	0.065	0.081	0.048	0.18
10	1300	1200	0.194	0.145	0.081	0.065	0.065	0.032	0.177
11	1500	1400	0.081	0.114	0.081	0.048	0.048	0.016	0.226
12	1700	1600	0.032	0.113	0.081	0.032	0.032	0.016	0.048
13	1900	1800	0.016	0.048	0.048	0.016	0.016	0.016	0.016
14	2100	2000	0.016	0.032	0.048	0.016		0.016	0.016
15	2300	2200	0.016	0.032	0.048	0.016		0.016	0.016
16	2500	2400	0.016	0.032	0.048	0.016			0.016
17	2700	2600	0.016	0.016	0.032	0.016			0.016
18	2900	2800			0.032				0.016
19	3100	3000			0.016				0.016
20	3300	3200			0.016				
21	3500	3400			0.016				
Suma =			1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

ANEXO C. Volúmenes de ingresos quincenales a los embalses, 10 series sintéticas creadas con el método de Svanidze.

Tabla C-1. Serie histórica de volumen de ingreso anual total (Volumen anual La Angostura + Malpaso)

Año	La Angostura	Malpaso	Total	Año	La Angostura	Malpaso	Total	Año	La Angostura	Malpaso	Total	Año	La Angostura	Malpaso	Total
	Vol. hm ³	Vol. hm ³	Vol. hm ³		Vol. hm ³	Vol. hm ³	Vol. hm ³		Vol. hm ³	Vol. hm ³	Vol. hm ³		Vol. hm ³	Vol. hm ³	Vol. hm ³
1959	12485.3	8197.6	20682.9	1975	8740.0	4838.0	13578.0	1991	8134.6	6701.3	14835.9	2007	13718.8	9226.4	22945.2
1960	8911.5	6789.0	15700.5	1976	7310.8	4725.5	12036.3	1992	9193.0	6724.9	15917.9	2008	6842.0	4757.2	11599.3
1961	11865.9	9205.8	21071.7	1977	9607.9	5737.4	15345.3	1993	5780.5	4345.4	10125.9	2009	17035.3	13004.8	30040.1
1962	9786.3	8780.3	18566.6	1978	11383.2	6819.8	18203.0	1994	11530.7	7489.7	19020.4	2010	12838.0	11361.7	24199.7
1963	10157.3	8597.0	18754.3	1979	10141.3	6769.4	16910.7	1995	11469.7	8148.9	19618.6	2011	9956.1	8263.5	18219.6
1964	9500.8	7332.5	16833.3	1980	13766.8	9467.9	23234.7	1996	8795.6	5238.5	14034.1	2012	10842.8	8383.0	19225.8
1965	11672.6	12504.2	24176.8	1981	11037.1	5615.7	16652.8	1997	9242.9	6562.4	15805.3	2013	13287.8	11202.3	24490.0
1966	7732.0	6816.0	14548.0	1982	9755.6	6036.9	15792.5	1998	14785.1	10300.6	25085.7	2014	7190.5	6080.0	13270.5
1967	7781.3	7316.6	15097.9	1983	14475.9	8699.1	23175.0	1999	13261.2	9820.3	23081.5	2015	7548.4	6231.8	13780.2
1968	14499.5	10250.4	24749.9	1984	10007.1	6005.6	16012.7	2000	7364.6	6438.6	13803.2	2016	9996.2	7126.7	17122.9
1969	13265.9	10545.0	23810.9	1985	7767.6	5684.8	13452.4	2001	7230.7	7162.7	14393.4	2017	6514.8	5128.4	11643.3
1970	10823.9	7865.7	18689.6	1986	7800.8	4241.3	12042.1	2002	7908.1	8829.4	16737.5	2018	5273.7	15467.8	20741.5
1971	7965.1	5996.4	13961.5	1987	10982.3	7502.6	18484.9	2003	7540.9	7482.7	15023.6	2019	9525.8	13988.7	23514.5
1972	9946.9	8937.5	18884.4	1988	10842.1	8036.2	18878.3	2004	13741.2	8449.5	22190.7				
1973	8419.9	5093.5	13513.4	1989	8753.8	6177.8	14931.6	2005	10219.9	7180.9	17400.8				
1974	6638.0	4368.4	11006.4	1990	6732.4	5726.6	12459.0	2006	8512.6	6048.2	14560.8				

Tabla C-2. Estadísticos de la serie histórica de volumen de ingreso anual total (Volumen anual La Angostura + Malpaso)

Estadísticos	
Media	17601.07
Varianza	18726451.43
Desviación Estándar	4327.41
Cv	0.25

Año	Oct		Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Oct	Total
	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1
1982	719.9	427.2	253.9	219.0	215.6	134.3	150.2	143.2	152.1	137.0	155.1	97.1	122.6	82.9	118.3	274.6	438.5	480.6	655.7	779.2	550.2	1758.2	1170.3	519.9	9756	
1983	559.2	371.9	257.8	228.4	179.0	129.0	129.9	114.5	81.2	141.1	102.1	67.3	140.3	211.0	445.0	697.1	814.9	850.4	1116.3	1370.8	1188.5	1876.5	2095.6	1308.1	14476	
1984	593.9	358.3	274.1	265.1	211.6	168.7	147.0	123.8	115.4	128.5	126.6	79.3	116.7	150.9	223.0	376.6	378.2	528.7	608.9	646.0	1384.1	689.8	1344.6	967.3	10007	
1985	531.5	511.3	264.1	153.3	179.5	174.3	162.3	105.6	83.4	99.0	69.2	78.2	177.7	92.4	279.9	377.0	499.8	723.6	350.1	342.9	811.7	805.1	420.6	475.1	7768	
1986	317.1	272.8	197.1	156.1	137.4	102.3	159.5	104.2	48.4	59.1	31.1	36.2	90.3	160.3	176.2	236.9	394.0	462.9	850.1	868.6	411.7	998.6	899.7	630.2	7801	
1987	279.2	165.4	160.2	123.8	98.4	86.1	112.1	112.9	107.6	40.5	56.7	70.5	128.6	100.0	101.5	257.9	668.1	730.2	681.9	1070.9	1514.0	1699.6	1159.1	1457.1	10982	
1988	548.4	344.7	287.7	199.5	180.7	123.7	100.9	85.0	119.1	106.0	74.5	118.8	86.8	110.6	154.8	204.8	636.2	326.7	430.9	477.4	1166.2	1061.1	1998.0	1899.6	10842	
1989	1089.1	446.0	325.1	261.0	137.1	184.9	174.0	120.5	112.6	114.8	79.7	86.7	125.2	129.2	149.0	263.4	488.8	609.6	497.7	377.2	423.6	860.5	978.6	719.5	8754	
1990	471.9	247.4	320.0	307.8	229.8	255.7	115.0	121.1	76.4	98.0	96.8	96.2	48.0	94.7	125.4	220.1	463.1	518.0	142.9	286.5	257.0	346.8	768.1	1025.7	6732	
1991	533.9	274.7	152.7	249.4	162.8	118.5	84.4	110.0	72.3	69.7	98.0	74.0	81.7	18.8	100.1	239.9	559.1	550.0	366.1	567.7	674.9	774.9	1230.4	970.6	8135	
1992	426.9	322.4	227.9	159.7	149.7	130.4	132.9	53.8	78.6	69.4	90.6	68.9	57.9	86.8	116.4	162.5	551.5	880.3	252.7	384.8	1292.0	1120.7	1240.2	1136.0	9193	
1993	556.0	466.7	236.2	162.8	107.6	100.2	110.7	114.0	62.8	144.1	92.6	64.5	68.2	86.2	124.8	217.4	173.4	146.3	162.6	376.7	439.1	293.6	700.6	773.4	5781	
1994	372.7	197.3	128.9	67.5	49.7	82.3	61.9	44.8	53.0	60.5	81.1	62.5	111.2	139.0	157.6	184.8	1022.8	565.4	897.1	970.8	1283.2	2134.6	1878.3	923.7	11531	
1995	683.8	386.7	311.8	193.9	207.1	112.9	164.8	94.6	106.3	85.5	122.4	65.9	87.9	123.9	288.8	623.9	850.3	833.3	732.0	913.3	1125.7	921.7	1048.5	1384.7	11470	
1996	655.6	371.6	308.1	197.9	125.1	148.3	140.2	128.4	99.2	127.4	77.5	69.2	106.3	54.6	196.4	255.1	280.1	605.6	295.9	302.7	337.9	1108.7	1224.2	1579.7	8796	
1997	544.4	365.1	366.0	312.8	175.5	207.8	92.8	107.2	116.6	99.3	77.4	101.1	68.6	66.3	70.2	100.2	304.8	257.2	566.1	459.8	770.9	2223.7	873.9	915.2	9243	
1998	988.6	930.4	512.3	252.3	217.5	157.9	127.3	120.9	100.2	113.2	108.6	86.0	87.7	130.8	125.7	357.0	827.3	868.3	633.3	744.2	1027.9	1587.5	2317.6	2362.6	14785	
1999	1764.4	688.7	447.4	288.7	220.0	204.0	180.8	172.8	127.7	101.8	122.2	101.8	137.4	64.2	456.5	1149.2	762.9	403.8	349.7	895.5	658.4	1273.1	1579.3	1110.9	13261	
2000	572.0	345.5	239.3	189.1	179.3	114.3	87.4	95.2	116.3	97.7	75.6	68.3	58.4	80.7	211.1	232.8	156.4	266.1	331.8	494.3	597.5	803.2	959.7	992.6	7365	
2001	778.7	316.7	216.7	123.2	136.0	129.1	118.2	61.0	86.1	65.1	83.4	107.3	115.1	94.5	159.5	215.5	373.2	325.4	279.6	270.1	309.7	722.2	803.3	1341.1	7231	
2002	400.2	310.9	229.3	172.8	146.2	164.4	102.7	27.5	60.3	101.6	13.8	102.5	88.1	78.6	122.8	258.8	482.0	344.4	426.5	355.4	687.1	756.1	1374.8	1101.3	7908	
2003	590.0	383.9	312.7	213.2	167.4	139.9	126.0	94.9	71.7	50.4	52.9	64.2	90.6	68.8	199.0	557.6	274.6	281.9	480.2	358.4	297.8	646.9	822.9	1195.0	7541	
2004	676.1	274.9	185.1	124.9	113.6	101.3	95.8	80.1	69.7	80.4	87.0	58.3	30.3	64.6	91.1	167.9	1151.8	1015.5	1065.1	416.5	1362.7	934.4	1429.6	4064.4	13741	
2005	669.8	361.7	239.0	202.9	169.1	148.5	119.7	79.3	86.5	42.7	56.6	76.6	58.4	79.2	236.1	835.4	874.5	479.7	1159.2	672.4	594.4	1113.8	819.9	1044.5	10220	
2006	829.2	448.4	268.6	236.3	200.7	138.3	118.4	115.5	98.5	59.0	60.7	59.4	80.3	73.3	142.9	254.0	277.7	176.3	380.7	549.7	870.5	1058.9	1119.7	895.7	8513	
2007	1347.1	512.2	307.1	211.0	147.4	126.9	122.2	116.7	70.8	49.5	146.6	35.4	35.8	36.7	160.7	632.8	696.9	1348.6	1182.4	1146.8	1006.2	1107.1	1673.3	1498.6	13719	
2008	881.9	408.4	271.3	219.6	159.8	166.1	102.8	108.5	107.8	91.6	97.9	79.5	47.4	120.5	166.0	236.4	450.0	430.8	208.5	229.5	571.9	400.2	842.5	443.2	6842	
2009	322.7	716.1	297.5	164.0	226.1	119.7	100.1	88.8	51.2	43.0	68.0	68.9	80.8	77.4	370.4	331.2	722.5	868.1	1626.5	1836.6	2970.5	2000.5	2609.4	1275.2	17035	

Año	Oct		Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Oct	Total
	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1
2010	537.8	333.8	282.2	206.3	182.5	170.2	155.4	57.9	81.4	97.8	116.1	35.2	70.2	67.3	92.8	84.5	556.3	987.8	740.2	858.8	1433.9	1405.9	2045.4	2238.2	12838	
2011	1449.3	511.6	316.7	260.6	148.6	154.3	168.0	98.2	119.4	65.6	119.6	64.3	54.7	61.4	276.1	261.9	412.6	359.3	315.3	507.9	978.0	765.5	1241.3	1245.8	9956	
2012	468.3	257.1	181.3	148.1	105.9	94.2	117.7	90.7	63.2	58.7	60.0	50.3	42.2	32.8	141.6	459.8	532.9	1001.9	649.9	446.0	1276.3	2138.9	1245.5	1179.4	10843	
2013	1486.3	779.8	559.8	358.8	344.3	259.7	188.3	150.3	77.4	65.5	206.2	71.3	76.6	118.9	335.0	1408.9	874.9	615.5	317.1	287.8	433.0	1153.1	2027.1	1092.2	13288	
2014	1170.4	409.6	514.3	202.8	215.8	272.8	292.6	217.9	136.0	162.6	174.5	88.2	119.9	53.1	193.7	82.7	149.1	86.7	198.2	65.3	149.4	332.4	487.1	305.0	6080	
2015	790.8	259.9	43.9	494.1	498.4	312.9	142.4	105.6	165.7	97.1	102.9	100.4	78.4	99.7	63.9	173.8	288.1	152.1	233.1	366.6	455.6	347.7	522.4	336.3	623	
2016	272.4	330.4	253.6	181.1	136.4	267.6	113.1	66.8	48.3	70.8	34.0	105.6	45.2	121.6	166.4	286.3	461.7	404.2	207.6	345.6	273.7	756.8	1184.0	993.5	7126	
2017	777.1	233.4	210.3	173.7	138.7	129.2	413.8	275.6	107.9	75.5	98.0	131.3	82.5	82.8	112.2	199.5	182.5	103.9	-28.2	186.0	251.1	454.7	459.3	277.4	5128	
2018	633.2	332.6	234.2	230.8	145.4	230.8	281.9	282.9	354.5	336.1	277.5	473.9	516.0	824.7	1330.4	1051.0	1094.2	940.6	953.3	1319.6	1329.7	746.3	858.7	689.4	15467	
2019	982.3	802.9	759.4	390.9	508.6	270.0	303.2	260.2	293.4	246.8	259.7	285.3	311.9	324.2	370.6	1135.1	639.6	659.4	615.7	714.8	1016.9	759.8	1008.8	1069.0	13988	

Tabla C-4. Serie año hidrológico presa "Malpaso"

Año	Oct	Nov	Nov	Dic	Dic	Ene	Ene	Feb	Feb	Mar	Mar	Abr	Abr	May	May	Jun	Jun	Jul	Jul	Ago	Ago	Sep	Sep	Oct	Tot
	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	
1959	1257.1	563.2	627.5	252.3	235.9	218.9	250.4	163.8	141.4	161.6	127.6	108.6	138.0	100.5	84.6	31.4	276.5	265.4	482.1	222.0	898.6	747.5	643.5	199.2	8198
1960	392.5	612.8	283.2	341.0	248.8	400.4	299.2	223.2	154.5	232.8	135.3	119.3	121.2	164.4	94.7	48.3	317.5	247.5	306.4	399.6	362.0	431.4	229.8	623.2	6789
1961	682.1	980.9	304.9	170.8	201.9	253.2	209.5	136.3	92.8	172.1	155.3	220.5	186.3	120.6	121.2	84.6	335.8	655.7	320.2	149.4	507.4	700.5	1466.0	977.8	9206
1962	505.2	374.8	219.7	175.7	155.3	151.3	228.3	226.7	121.2	136.6	136.5	83.5	73.3	72.1	76.6	96.6	102.9	366.5	896.1	354.1	354.1	349.5	2367.6	1156.1	8780
1963	377.2	342.0	386.8	308.8	252.3	348.0	243.0	184.5	141.9	126.3	134.2	142.8	89.1	76.5	121.9	196.8	469.0	513.2	966.2	437.6	423.9	806.1	663.8	845.1	8597
1964	302.4	141.1	222.3	512.7	306.8	174.0	342.3	186.6	238.9	136.4	167.6	101.4	103.8	123.8	110.1	133.4	400.9	497.8	202.6	365.0	543.0	386.0	465.3	1168.3	7333
1965	1359.5	581.4	272.7	332.9	361.6	282.6	247.0	254.4	197.4	207.5	207.8	218.5	232.8	229.8	241.3	156.9	602.6	743.3	483.8	469.3	525.0	1225.2	1731.2	1339.7	12504
1966	780.0	418.7	314.2	270.7	265.9	275.4	253.8	216.6	160.9	162.3	153.6	142.7	155.8	121.3	136.1	113.4	244.9	189.0	193.7	150.8	441.4	312.1	395.7	947.0	6816
1967	563.2	342.8	290.7	240.5	217.2	232.9	231.8	194.0	159.2	151.6	145.5	130.1	113.3	128.0	226.2	95.0	431.8	479.3	378.2	204.4	250.7	304.9	1264.7	540.6	7317
1968	1029.3	439.0	312.9	267.8	233.4	251.6	221.1	167.6	134.9	138.0	134.3	128.6	116.3	110.9	176.5	60.3	131.2	451.3	275.2	669.0	804.1	1529.3	1601.4	866.4	10250
1969	360.8	365.3	349.7	314.1	306.0	321.0	297.7	235.0	173.8	174.0	169.8	133.7	124.9	123.2	143.9	96.6	156.2	223.9	555.6	742.4	428.5	1799.9	1732.1	1216.9	10545
1970	517.3	406.3	265.6	253.5	266.9	315.1	294.1	247.3	189.4	193.2	175.1	139.1	124.2	113.3	171.2	130.5	168.0	148.6	265.9	447.7	417.1	1339.0	341.0	936.3	7866
1971	676.8	379.6	308.5	259.1	214.5	224.2	216.0	183.2	150.6	141.0	140.1	122.1	121.7	142.0	192.9	179.6	264.0	151.6	425.2	316.3	295.2	301.6	189.5	401.1	5996
1972	312.5	226.6	199.8	183.4	190.0	175.4	163.2	136.0	103.8	103.9	102.7	98.4	91.1	90.6	116.6	123.1	243.7	256.7	235.5	529.8	1405.9	2109.9	608.8	1130.1	8938
1973	1194.6	537.5	344.7	302.1	250.7	125.7	125.7	153.4	153.4	104.0	104.0	166.8	166.8	24.5	24.5	65.6	65.6	69.1	69.1	400.0	400.0	95.5	95.5	54.7	5094

Año	Oct	Nov	Nov	Dic	Dic	Ene	Ene	Feb	Feb	Mar	Mar	Abr	Abr	May	May	Jun	Jun	Jul	Jul	Ago	Ago	Sep	Sep	Oct	Tot
	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	
1974	54.7	108.0	108.0	69.1	69.1	165.5	165.5	101.0	101.0	82.5	82.5	74.0	74.0	100.5	100.5	124.0	124.0	159.0	159.0	253.5	253.5	603.5	603.5	632.5	4368
1975	632.5	200.0	200.0	77.0	77.0	285.5	285.5	172.0	172.0	106.0	106.0	102.5	102.5	50.5	50.5	101.0	101.0	357.0	357.0	157.0	157.0	312.5	312.5	363.5	4838
1976	363.5	332.0	332.0	324.5	324.5	87.9	102.4	163.3	107.2	122.3	90.4	59.1	61.3	65.9	7.0	39.0	148.3	122.9	180.4	452.2	287.8	170.8	399.5	381.3	4726
1977	134.7	488.0	155.6	186.7	351.4	219.8	96.6	158.0	82.3	47.9	154.4	54.7	10.2	-20.0	18.2	154.3	238.5	329.8	755.1	229.9	324.1	456.4	647.6	463.2	5737
1978	458.4	337.1	140.5	333.9	204.7	190.0	167.8	111.1	151.7	58.8	43.4	69.6	55.5	9.8	30.3	292.2	128.6	215.1	138.6	118.0	794.8	1134.2	1229.6	406.1	6820
1979	287.6	326.9	291.2	466.5	455.4	49.9	172.1	280.4	121.6	217.5	105.1	62.9	48.2	-103.1	-190.8	-250.1	-72.6	-102.3	555.2	353.2	441.6	376.3	2134.0	742.7	6769
1980	413.3	336.8	343.0	227.9	205.5	100.4	105.0	201.7	285.8	68.2	65.2	62.5	26.7	75.4	188.1	163.9	789.8	903.0	884.0	384.2	1261.3	569.0	959.4	847.8	9468
1981	444.3	392.8	178.0	105.5	148.7	111.6	84.6	164.4	109.9	87.9	19.3	71.8	110.2	58.4	217.5	195.3	475.9	100.7	319.9	202.8	117.8	317.7	867.2	713.5	5616
1982	316.8	440.5	165.4	116.6	318.6	348.5	68.9	97.2	60.3	59.7	71.8	-2.3	91.6	30.0	42.1	93.8	119.9	291.5	293.5	322.3	281.7	1151.1	1024.5	232.9	6037
1983	436.0	279.0	94.3	112.7	272.6	142.4	267.1	181.6	90.1	86.2	133.2	79.0	66.7	142.7	269.7	436.9	501.4	619.0	458.9	793.6	424.5	1184.5	1128.9	498.1	8699
1984	166.6	110.9	136.6	262.8	164.2	165.5	182.1	228.6	116.7	99.4	177.9	115.2	50.1	83.3	88.7	239.0	326.2	267.4	384.8	337.2	851.8	380.6	577.1	492.9	6006
1985	118.3	133.6	38.5	228.2	266.1	249.9	382.6	88.5	70.3	64.4	112.3	56.1	72.6	84.6	741.8	465.4	228.3	498.0	208.3	237.4	374.1	429.9	226.7	308.9	5685
1986	187.3	133.2	177.3	153.7	67.7	26.5	30.9	51.5	2.6	81.0	12.0	50.7	-4.0	36.7	18.0	239.8	244.7	338.4	246.3	338.8	174.4	683.6	428.4	521.8	4241
1987	74.8	103.0	154.1	50.5	80.8	234.2	112.6	184.5	125.7	80.1	75.0	67.4	70.3	76.6	89.4	58.1	488.4	497.9	390.9	566.0	765.2	1363.1	453.3	1340.7	7503
1988	349.7	207.9	379.6	333.6	203.8	104.6	181.6	211.7	104.5	72.7	86.0	130.3	61.8	92.2	85.4	115.6	192.0	237.8	216.7	268.0	503.8	505.8	2363.7	1027.4	8036
1989	674.5	203.4	291.7	322.2	356.3	178.4	164.3	146.1	108.3	130.9	140.2	167.0	59.2	118.4	107.3	206.5	346.4	456.0	318.8	233.3	251.7	465.5	362.9	368.5	6178
1990	328.3	318.0	362.4	697.1	241.9	169.8	128.4	395.1	122.2	63.0	79.6	60.2	44.1	66.8	65.1	94.5	427.0	304.8	135.6	110.9	192.9	225.9	352.3	740.7	5727
1991	265.4	299.6	362.8	216.4	326.7	210.2	299.3	146.6	125.2	98.8	80.9	76.3	37.6	40.5	78.1	199.4	526.8	469.4	405.9	370.2	426.4	391.9	688.6	558.3	6701
1992	280.2	195.4	231.2	177.6	123.6	55.4	181.1	90.5	113.5	75.5	77.6	42.8	85.4	51.0	47.0	178.9	596.3	623.0	195.6	241.7	1125.0	703.9	607.0	625.7	6725
1993	578.5	413.8	203.2	162.4	174.2	245.9	239.6	132.6	199.1	129.2	154.2	138.2	113.1	86.2	-697.8	147.4	136.7	258.7	180.9	172.4	337.5	197.5	279.1	362.8	4345
1994	168.5	102.9	62.3	67.3	80.2	186.6	73.0	137.5	150.3	76.1	40.1	56.0	59.6	50.2	66.9	81.6	538.0	411.7	484.5	758.0	994.7	1133.6	742.1	968.0	7490
1995	430.0	274.8	197.7	263.9	208.6	252.5	200.3	157.1	74.1	126.7	67.4	102.6	238.1	207.2	174.6	321.2	588.8	591.7	476.1	592.3	684.5	593.0	545.6	780.1	8149
1996	314.1	375.5	327.4	228.0	184.3	94.9	156.6	119.0	119.0	101.9	54.1	89.1	66.8	124.7	111.9	198.7	219.8	414.0	155.8	124.2	194.8	331.9	310.1	821.9	5239
1997	519.4	296.3	380.3	255.5	133.2	77.4	133.1	88.9	44.6	54.0	26.6	49.9	51.5	17.9	37.4	38.8	110.4	266.8	394.8	375.7	363.8	1500.6	674.1	671.4	6562
1998	928.0	1006.7	288.9	188.7	188.3	224.7	124.0	186.1	197.0	84.9	100.2	77.3	161.8	83.1	131.2	128.2	444.6	793.7	367.0	308.4	590.3	1105.4	939.7	1652.4	10301
1999	856.2	494.1	270.1	200.0	224.1	421.0	113.6	150.1	69.8	76.5	47.1	73.6	88.4	35.6	339.8	694.6	540.7	267.7	273.4	702.5	494.6	894.7	1421.2	1070.9	9820
2000	373.2	233.5	258.0	200.9	378.0	218.4	108.2	246.3	273.4	77.4	79.1	100.0	100.0	78.2	145.3	246.9	129.4	162.0	225.4	233.0	439.0	554.9	954.7	623.4	6439
2001	604.0	526.0	156.2	173.8	365.9	133.8	117.8	322.9	209.3	173.8	230.0	49.6	25.7	47.6	63.6	229.9	443.6	293.7	261.9	118.9	148.1	707.9	947.6	811.1	7163
2002	205.1	413.5	319.5	301.8	183.7	178.9	146.6	130.1	37.2	59.5	49.1	57.5	4.2	34.9	171.9	188.8	618.7	366.6	381.7	253.7	507.3	753.8	1407.4	2057.9	8829
2003	589.7	508.7	585.2	302.9	290.8	494.1	211.2	222.6	157.4	106.7	72.4	76.3	0.8	193.3	109.9	444.2	199.3	173.2	501.1	333.2	206.1	439.5	684.6	579.5	7483
2004	309.8	385.7	94.7	135.6	273.4	53.4	78.6	53.9	41.2	38.4	17.1	-19.8	17.0	30.7	30.4	99.6	523.2	623.6	957.7	384.7	1302.1	622.4	412.5	1983.6	8450
2005	428.4	248.8	340.1	274.1	350.7	199.9	372.4	200.0	178.5	113.0	124.1	128.7	82.0	113.5	125.5	406.7	411.8	273.3	552.5	432.1	251.2	595.2	443.7	534.7	7181
2006	402.5	341.4	214.0	356.0	186.5	474.7	213.3	206.1	97.5	117.4	99.6	69.6	68.8	83.8	104.4	8.6	144.7	117.4	242.6	261.7	582.7	682.6	341.3	631.0	6048

Año	Oct	Nov	Nov	Dic	Dic	Ene	Ene	Feb	Feb	Mar	Mar	Abr	Abr	May	May	Jun	Jun	Jul	Jul	Ago	Ago	Sep	Sep	Oct	Tot
	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	
2007	1671.3	360.0	261.3	245.0	233.1	206.4	137.6	97.2	70.9	78.3	42.6	84.9	74.8	49.3	162.7	15.5	739.8	873.2	617.3	539.5	380.6	487.9	1085.7	711.5	9226
2008	480.0	208.0	252.7	173.6	173.9	160.8	161.4	140.2	83.0	166.8	79.8	80.8	81.7	63.3	153.2	135.5	206.5	393.1	131.4	198.1	297.4	286.9	351.6	297.6	4757
2009	299.1	651.9	214.2	109.0	136.2	294.6	127.5	112.1	93.7	93.9	304.6	94.5	74.4	62.9	64.2	115.3	756.2	472.3	1236.9	1023.9	2341.9	1415.0	1977.4	933.1	13005
2010	695.3	357.0	261.1	243.6	231.9	247.9	175.7	239.0	130.9	310.4	121.5	148.8	70.8	174.6	83.6	69.3	286.0	770.5	750.8	578.7	1274.5	945.3	1719.3	1475.2	11362
2011	1170.5	492.1	341.7	260.9	298.0	346.2	210.8	204.8	177.3	148.2	153.5	105.8	99.0	121.1	169.6	197.1	383.7	307.8	139.4	909.2	619.4	518.0	507.1	382.4	8263
2012	174.6	123.3	101.8	68.9	310.5	188.6	308.6	143.0	94.7	80.7	89.2	6.4	104.4	1.5	166.2	612.9	500.9	590.5	510.5	334.7	481.7	1527.3	1218.2	643.9	8383
2013	719.9	837.6	542.0	478.3	797.3	583.7	338.3	212.4	145.3	129.1	106.7	122.2	200.1	297.6	426.9	993.1	808.5	414.7	203.3	216.2	268.4	532.8	1131.9	696.0	11202
2014	1170.4	409.6	514.3	202.8	215.8	272.8	292.6	217.9	136.0	162.6	174.5	88.2	119.9	53.1	193.7	82.7	149.1	86.7	198.2	65.3	149.4	332.4	487.1	305.0	6080
2015	790.8	259.9	43.9	494.1	498.4	312.9	142.4	105.6	165.7	97.1	102.9	100.4	78.4	99.7	63.9	173.8	288.1	152.1	233.1	366.6	455.6	347.7	522.4	336.3	6232
2016	272.4	330.4	253.6	181.1	136.4	267.6	113.1	66.8	48.3	70.8	34.0	105.6	45.2	121.6	166.4	286.3	461.7	404.2	207.6	345.6	273.7	756.8	1184.0	993.5	7127
2017	777.1	233.4	210.3	173.7	138.7	129.2	413.8	275.6	107.9	75.5	98.0	131.3	82.5	82.8	112.2	199.5	182.5	103.9	-28.2	186.0	251.1	454.7	459.3	277.4	5128
2018	633.2	332.6	234.2	230.8	145.4	230.8	281.9	282.9	354.5	336.1	277.5	473.9	516.0	824.7	1330.4	1051.0	1094.2	940.6	953.3	1319.6	1329.7	746.3	858.7	689.4	15468
2019	982.3	802.9	759.4	390.9	508.6	270.0	303.2	260.2	293.4	246.8	259.7	285.3	311.9	324.2	370.6	1135.1	639.6	659.4	615.7	714.8	1016.9	759.8	1008.8	1069.0	13989

ANEXO D. Lectura la tabla de políticas de operación de la presa Grijalva, archivos MEEVS.

Tabla D-1 Política de operación para la etapa 1. Nov- Dic. $\Delta V_{Etapa1}=200/4 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S											
		M		A		L		P		A		S		O											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
A	1	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
	2	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
E N	3	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
	4	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
S G	5	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
	6	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
T O	7	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
	8	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
A S	9	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
	10	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
D T	11	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
	12	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
O U	13	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
	14	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
S R	15	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
	16	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
A	17	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
	18	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
	19	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
	20	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
	21	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608
	22	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608
	23	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608
	24	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608

Tabla D-1 Política de operación para la etapa 1. Nov- Dic. $\Delta V_{Etapa1}=200/4 \text{ hm}^3$

		E S T A D O S																							
		M A L P A S O																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
A	25	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	
	26	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608
E	27	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608
	28	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608
N	29	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708
	30	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808
S	31	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908
	32	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908
T	33	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908
	34	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908
A	35	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908
	36	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908
D	37	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908
	38	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908
O	39	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908
	40	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909
S	41	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914
	42	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914
A	43	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914
	44	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914
	45	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914
	46	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914
	47	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914
	48	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914
	49	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914
	50	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914
	51	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914

Tabla D-1 Política de operación para la etapa 1. Nov- Dic. $\Delta V_{Etapa1}=200/4 \text{ hm}^3$

		E S T A D O S																						
		M A L P A S O																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
52	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914
53	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914
54	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914
55	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914
56	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914
57	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914
58	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614
59	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614
60	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0608
61	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0709	0710	0711	0708	0708	0708
62	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0809	0810	0808	0808	0808	0808
63	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0908	0908	0908	0908	0908
64	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008
65	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108	1108

Tabla D-1. Política de operación para la etapa 1. Nov- Dic. $\Delta V_{Etapa1}=200/4 \text{ hm}^3$

		E S T A D O S																						
		M A L P A S O																						
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
A	1	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
	2	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
E N	3	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
	4	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
S G	5	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626

Tabla D-1. Política de operación para la etapa 1. Nov- Dic. $\Delta V_{Etapa1}=200/4 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S										
		M		A		L		P		A		S		O										
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
T O	6	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
	7	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
A S	8	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
	9	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
D T	10	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
	11	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0619	0626	0626	0626	0626
O U	12	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
	13	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
S R	14	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0619	0626	0626	0626	0626
	15	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0619	0626	0626	0626	0626
A	16	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0619	0626	0626	0626	0626
	17	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
E N	18	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0619	0626	0626	0626	0626
	19	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0619	0626	0626	0626	0626
S G	20	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0619	0626	0626	0626	0626
	21	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0619	0626	0626	0626	0626
T O	22	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0619	0626	0626	0626	0626
	23	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
A	24	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
	25	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0619	0626	0626	0626	0626
E N	26	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
	27	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
S G	28	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
	29	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0708	0709	0710	0711	0712	0713	0714	0715	0716	0717	0718	0726	0726	0726	0726	0726
T O	30	0808	0808	0808	0808	0808	0808	0809	0810	0811	0812	0813	0814	0814	0815	0815	0816	0817	0826	0826	0826	0826	0826	0826
	31	0908	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914	0914	0915	0915	0915	0916	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926
S G	32	0908	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914	0914	0915	0915	0915	0916	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926
	33	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914	0914	0914	0915	0915	0915	0915	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926
T O	34	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914	0914	0915	0915	0915	0915	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926

Tabla D-1. Política de operación para la etapa 1. Nov- Dic. $\Delta V_{Etapa1}=200/4 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S										
		M		A		L		P		A		S		O										
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
A S	35	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914	0915	0915	0915	0915	0915	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926
	36	0908	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914	0915	0915	0915	0915	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926
D T	37	0908	0909	0910	0911	0911	0912	0914	0914	0914	0915	0915	0915	0915	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926
	38	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914	0914	0915	0915	0915	0915	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926
O U	39	0909	0910	0911	0912	0913	0914	0914	0914	0914	0915	0915	0915	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926
	40	0910	0911	0912	0913	0914	0913	0914	0913	0914	0915	0915	0915	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926
S R	41	0915	0916	0917	0909	0910	0911	0912	0913	0926	0926	0926	0926	0927	0928	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926
	42	0915	0916	0917	0918	0919	0911	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0927	0928	0929	0930	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926
A	43	0915	0916	0917	0918	0919	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0927	0928	0929	0930	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926
	44	0915	0916	0917	0918	0919	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0927	0928	0929	0930	0931	0926	0926	0926	0926	0926	0926
	45	0915	0916	0917	0918	0919	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0927	0928	0929	0930	0931	0926	0926	0926	0926	0926	0926
	46	0915	0916	0917	0918	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0927	0928	0929	0930	0931	0926	0926	0926	0926	0926	0926
	47	0915	0916	0917	0918	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0927	0928	0929	0930	0931	0926	0926	0926	0926	0926	0926
	48	0915	0916	0917	0918	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0927	0928	0929	0930	0931	0926	0926	0926	0926	0926	0926
	49	0915	0916	0917	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0927	0928	0929	0930	0931	0926	0926	0926	0926	0926	0926
	50	0915	0916	0917	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0927	0928	0929	0930	0931	0932	0926	0926	0926	0926	0926
	51	0915	0916	0917	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0927	0928	0929	0930	0931	0932	0926	0926	0926	0926	0926
	52	0915	0916	0917	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0927	0928	0929	0930	0931	0932	0926	0926	0926	0926	0926
	53	0915	0916	0917	0918	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0927	0928	0929	0930	0931	0932	0926	0926	0926	0926	0926
	54	0915	0916	0917	0918	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0927	0928	0929	0930	0931	0932	0926	0926	0926	0926	0926
	55	0915	0916	0917	0918	0919	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0927	0928	0929	0930	0931	0932	0926	0926	0926	0926	0926
	56	0915	0916	0917	0918	0919	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0927	0928	0929	0930	0931	0932	0926	0926	0926	0926	0926
	57	0915	0916	0917	0918	0919	0920	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0927	0928	0929	0930	0931	0932	0926	0926	0926	0926	0926
	58	0615	0616	0617	0618	0619	0608	0608	0608	0609	0626	0626	0626	0627	0628	0629	0630	0631	0632	0626	0626	0626	0626	0626
	59	0615	0608	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0626	0614	0614	0615	0616	0617	0618	0626	0626	0626	0626	0626
	60	0608	0608	0608	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0614	0614	0614	0614	0615	0616	0617	0626	0626	0626	0626	0626	0626
	61	0708	0708	0708	0708	0709	0710	0711	0712	0713	0714	0714	0714	0714	0715	0716	0717	0726	0726	0726	0726	0726	0726	0726
	62	0808	0808	0808	0809	0810	0811	0812	0813	0814	0814	0814	0814	0815	0816	0817	0826	0826	0826	0826	0826	0826	0826	0826
	63	0908	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914	0914	0914	0914	0915	0916	0917	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926	0926

Tabla D-1. Política de operación para la etapa 1. Nov- Dic. $\Delta V_{Etapa1}=200/4 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S											
		M		A		L		P		A		S		O											
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
64		1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1014	1014	1014	1015	1016	1017	1026	1026	1026	1026	1026	1026	1026	1026	1026	1027	
65		1109	1110	1111	1112	1113	1114	1114	1114	1114	1115	1116	1117	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1127	1128

Tabla D – 2. Política de operación para la etapa 2. Oct. $\Delta V_{Etapa2}=200/2 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S										
		M		A		L		P		A		S		O										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
2		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
3		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
4		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
5		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
6		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
7		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
8		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
9		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
10		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
11		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
12		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
13		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
14		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
15		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
16		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
17		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309

Tabla D – 2. Política de operación para la etapa 2. Oct. $\Delta V_{Etapa2}=200/2 \text{ hm}^3$

		E	S	T	A	D	O	S																
		M	A	L	P	A	S	O																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
A	18	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
	19	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
	20	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
	21	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
	22	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
E N	23	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
	24	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
	25	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
	26	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
	27	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
A S	28	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
	29	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
	30	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
	31	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
	32	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0307	0308
O U	33	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0304	0304	0304	0305	0304	0305	0306	0307	0308	0309
	34	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
	35	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
	36	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309
	37	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0313
D T	38	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0313
	39	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0307	0307	0308	0313
	40	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0313
	41	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0307	0307	0308	0313
	42	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0313
S R	43	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0306	0307	0307	0308	0313
	44	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0313	0313
	45	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0313	0313
	46	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0304	0305	0306	0307	0313	0313	0314	0313	0313

Tabla D – 2. Política de operación para la etapa 2. Oct. $\Delta V_{Etapa2}=200/2 \text{ hm}^3$

		E	S	T	A	D	O	S																
		M	A	L	P	A	S	O																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
47	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316
48	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316
49	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316
50	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316
51	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316
52	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317
53	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
54	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318
55	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318
56	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318
57	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318
58	0404	0404	0404	0404	0404	0404	0404	0405	0406	0407	0408	0409	0413	0413	0413	0413	0414	0415	0416	0417	0418	0418	0418	0418
59	0504	0504	0504	0504	0504	0504	0504	0505	0506	0507	0508	0509	0513	0513	0513	0513	0514	0515	0516	0517	0518	0518	0518	0518
60	0604	0604	0604	0604	0604	0605	0606	0607	0608	0609	0613	0613	0613	0613	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0618	0618	0618	0618
61	0704	0704	0704	0704	0705	0706	0707	0708	0709	0713	0713	0713	0713	0714	0715	0715	0717	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718
62	0804	0804	0804	0805	0806	0807	0808	0809	0810	0813	0813	0813	0813	0814	0815	0816	0817	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818
63	0904	0904	0905	0906	0907	0908	0909	0910	0913	0913	0913	0913	0914	0915	0916	0917	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918
64	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1013	1013	1013	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018
65	1105	1106	1107	1108	1108	1109	1110	1113	1113	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118

Tabla D-2. Política de operación para la etapa 2. Oct. $\Delta V_{Etapa2}=200/2 \text{ hm}^3$

		E	S	T	A	D	O	S																
		M	A	L	P	A	S	O																
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
1	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
2	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
3	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318

Tabla D-2. Política de operación para la etapa 2. Oct. $\Delta V_{Etapa2}=200/2 \text{ hm}^3$

		E	S	T	A	D	O	S																
		M	A	L	P	A	S	O																
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
	4	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	5	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	6	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	7	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	8	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	9	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	10	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	11	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	12	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	13	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	14	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	15	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	16	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	17	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	18	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	19	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	20	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
A	21	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	22	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
E N	23	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	24	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
S G	25	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	26	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
T O	27	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	28	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
A S	29	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	30	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
D T	31	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	32	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318

Tabla D-2. Política de operación para la etapa 2. Oct. $\Delta VE_{etapa2}=200/2 \text{ hm}^3$

		E	S	T	A	D	O	S																	
		M	A	L	P	A	S	O																	
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
O U	33	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	34	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
S R	35	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	36	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
A	37	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	38	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	39	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	40	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	41	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	42	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	43	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	44	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	45	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	46	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	47	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	48	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	49	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	50	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	51	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
52	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
53	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
54	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
55	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
56	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
57	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
58	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	
59	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	
60	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	
61	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	

Tabla D-2. Política de operación para la etapa 2. Oct. $\Delta VE_{etapa2}=200/2 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S											
		M		A		L		P		A		S		O											
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
62	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	
63	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	
64	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	
65	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	

Tabla D - 3. Política de operación para la etapa 3. Sep. $\Delta VE_{etapa3}=200/2 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S										
		M		A		L		P		A		S		O										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
2	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
3	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
4	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
5	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
6	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
7	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
8	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
9	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
10	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
11	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
12	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
13	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
14	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
15	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318

Tabla D - 3. Política de operación para la etapa 3. Sep. $\Delta V_{Etapa3}=200/2 \text{ hm}^3$

		E S T A D O S																							
		M	A	L	P	A	S	O																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
E N S T A D O S	A	16	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
		17	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
		18	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
		19	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
		20	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318
		21	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318
		22	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318
		23	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318
		24	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318
		25	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318
		26	0304	0304	0305	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318
		27	0304	0304	0305	0306	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318
		28	0304	0304	0305	0306	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318
		29	0304	0304	0305	0306	0307	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318
		30	0304	0304	0305	0306	0307	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318
		31	0304	0304	0305	0306	0307	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318
		32	0304	0304	0305	0306	0307	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0307	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318
		33	0304	0304	0305	0306	0307	0304	0304	0305	0306	0307	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
		34	0304	0304	0305	0306	0307	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318
		35	0304	0304	0305	0306	0307	0304	0305	0306	0307	0308	0313	0314	0315	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318
		36	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0313	0314	0315	0318	0317	0318	0318	0318	0318	0318
		37	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		38	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	39	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	40	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	41	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	42	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	43	0307	0308	0309	0310	0311	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	44	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	

Tabla D - 3. Política de operación para la etapa 3. Sep. $\Delta V_{Etapa3}=200/2 \text{ hm}^3$

		E	S	T	A	D	O	S																
		M	A	L	P	A	S	O																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
45	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
46	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
47	0408	0409	0410	0411	0412	0413	0414	0415	0416	0417	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418
48	0508	0509	0510	0511	0512	0513	0514	0515	0516	0517	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518
49	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618
50	0708	0709	0710	0711	0712	0713	0714	0715	0716	0717	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718
51	0808	0809	0810	0811	0812	0813	0814	0815	0816	0817	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818
52	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018
53	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
54	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318
55	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
56	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
57	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
58	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
59	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
60	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
61	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
62	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
63	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
64	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
65	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418

Tabla D – 3. Política de operación para la etapa 3. Sep. $\Delta V_{Etapa3}=200/2 \text{ hm}^3$

		E	S	T	A	D	O	S																	
		M	A	L	P	A	S	O																	
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
E	1	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	2	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	3	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	4	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	5	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	6	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	7	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	8	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	9	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	10	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	11	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	12	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	13	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	14	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	15	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	16	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	17	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	18	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	19	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	20	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	A	21	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	E	22	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	N	23	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	S	24	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	G	25	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	T	26	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	O	27	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	A	28	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	S	29	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318

Tabla D – 3. Política de operación para la etapa 3. Sep. $\Delta V_{Etapa3}=200/2 \text{ hm}^3$

		E	S	T	A	D	O	S																	
		M	A	L	P	A	S	O																	
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
D O S A	T	30	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	R	31	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	A	32	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		33	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		34	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		35	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		36	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		37	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		38	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		39	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		40	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		41	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		42	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		43	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		44	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		45	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		46	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		47	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418
		48	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518
		49	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618
		50	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718
		51	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818
		52	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018
		53	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
		54	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318
		55	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
		56	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
		57	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
		58	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418

Tabla D – 3. Política de operación para la etapa 3. Sep. $\Delta VE_{etapa3}=200/2 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S										
		M		A		L		P		A		S		O										
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
59		1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
60		1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
61		1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
62		1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
63		1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
64		1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
65		1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418

Tabla D - 4. Política de operación para la etapa 4. Ago. $\Delta VE_{etapa4}=200/2 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S										
		M		A		L		P		A		S		O										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
2		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
3		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
4		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
5		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
6		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
7		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
8		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
9		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
10		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
11		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
12		0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318

Tabla D - 4. Política de operación para la etapa 4. Ago. $\Delta VE_{etapa4}=200/2 \text{ hm}^3$

		E S T A D O S																						
		M	A	L	P	A	S	O																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
A	13	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
	14	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
	15	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
	16	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
	17	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
	18	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
	19	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
	20	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
	21	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
	22	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
	23	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0307	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318
	24	0304	0305	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0307	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318
	25	0304	0305	0306	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318
	26	0304	0305	0306	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318
	27	0304	0305	0306	0307	0304	0305	0306	0307	0308	0313	0314	0315	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318
	28	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0307	0308	0313	0314	0315	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318
	29	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	30	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	31	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	32	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	33	0305	0306	0307	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	34	0306	0307	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	35	0307	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	36	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	37	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	38	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	39	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	40	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	41	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318

Tabla D - 4. Política de operación para la etapa 4. Ago. $\Delta VE_{etapa4}=200/2 \text{ hm}^3$

		E	S	T	A	D	O	S																
		M	A	L	P	A	S	O																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
42	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
43	0409	0410	0411	0412	0413	0414	0415	0416	0417	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418
44	0509	0510	0511	0512	0513	0514	0515	0516	0517	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518
45	0709	0710	0711	0712	0713	0714	0715	0716	0717	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718
46	0809	0810	0811	0812	0813	0814	0815	0816	0817	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818
47	0909	0910	0911	0912	0913	0914	0915	0916	0917	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918
48	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018
49	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
50	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
51	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
52	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
53	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
54	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
55	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
56	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
57	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
58	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
59	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
60	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
61	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
62	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
63	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
64	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
65	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418

Tabla D- 4. Política de operación para la etapa 4. Ago. $\Delta VE_{etapa4}=200/2 \text{ hm}^3$

		E S T A D O S																							
		M	A	L	P	A	S	O																	
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
A E N S G T O A S	1	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	2	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	3	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	4	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	5	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	6	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	7	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	8	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	9	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	10	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	11	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	12	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	13	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	14	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	15	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	16	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	17	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	18	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	19	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	20	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	21	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	22	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	23	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	24	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	25	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	26	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	27	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	28	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	29	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318

Tabla D- 4. Política de operación para la etapa 4. Ago. $\Delta VE_{etapa4}=200/2 \text{ hm}^3$

		E S T A D O S																							
		M	A	L	P	A	S	O																	
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
D	T	30	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
		31	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
O	U	32	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
		33	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
S	R	34	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
		35	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
A		36	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
		37	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
		38	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
		39	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
		40	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
		41	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
		42	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
		43	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	
		44	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	
		45	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	
		46	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	0818	
		47	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	
		48	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	
		49	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
		50	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
		51	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
		52	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
		53	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
		54	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
		55	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
		56	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
		57	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
		58	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	

Tabla D- 4. Política de operación para la etapa 4. Ago. $\Delta VE_{etapa4}=200/2 \text{ hm}^3$

	E S T A D O S																							
	M	A	L	P	A	S	O	S	O															
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
59	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
60	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
61	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
62	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
63	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
64	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
65	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	

Tabla D – 5. Política de operación para la etapa 5. Jul. $\Delta VE_{etapa5}=200/2 \text{ hm}^3$

	E S T A D O S																						
	M	A	L	P	A	S	O	S	O														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0304	0305	0306	0307	0308	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313
2	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0304	0304	0305	0306	0307	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314
3	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0304	0304	0305	0306	0307	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314
4	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0304	0304	0305	0306	0307	0308	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314
5	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0304	0305	0306	0307	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314
6	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0307	0304	0305	0306	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314
7	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0304	0305	0306	0307	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314
8	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0304	0304	0305	0306	0307	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313
9	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0304	0304	0305	0306	0307	0307	0308	0313	0313	0313	0313	0313	0314
10	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0304	0304	0305	0306	0307	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314
11	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0305	0307	0307	0304	0305	0306	0307	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314
12	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0304	0304	0305	0306	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314

Tabla D – 5. Política de operación para la etapa 5. Jul. $\Delta VE_{etapa5}=200/2 \text{ hm}^3$

		E S T A D O S																						
		M	A	L	P	A	S	O	S	O														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
E N S T A D O S	13	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0305	0306	0307	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314
	14	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0304	0305	0306	0307	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314
	15	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0304	0305	0306	0307	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314
	16	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0304	0304	0305	0306	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314
	17	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0304	0305	0306	0304	0305	0306	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314
	18	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0304	0305	0306	0307	0307	0308	0313	0313	0313	0313	0313	0314
	19	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0304	0305	0306	0307	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314
	20	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0307	0307	0307	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0315
	21	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0306	0307	0307	0307	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0315
	22	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0307	0307	0307	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0315
	23	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0305	0306	0307	0307	0307	0308	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314	0316
	24	0305	0304	0304	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0306	0307	0307	0308	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0318
	25	0304	0304	0305	0304	0304	0305	0306	0307	0307	0307	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0318
	26	0304	0304	0304	0304	0305	0306	0307	0307	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0318	0318
	27	0304	0305	0306	0307	0307	0306	0307	0307	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318
	28	0304	0304	0305	0306	0307	0307	0307	0308	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0318	0318	0318	0318
	29	0305	0304	0305	0306	0307	0307	0308	0308	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0318	0318	0318	0318	0318
	30	0305	0306	0307	0307	0307	0308	0308	0309	0313	0313	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	31	0305	0306	0307	0307	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	32	0305	0306	0307	0308	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	33	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	34	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
	35	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
36	0306	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
37	0307	0308	0309	0310	0313	0313	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
38	0408	0409	0410	0413	0413	0413	0414	0415	0416	0417	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	
39	0410	0411	0412	0413	0414	0414	0416	0417	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	
40	0510	0511	0512	0513	0514	0515	0516	0517	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	
41	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	

Tabla D – 5. Política de operación para la etapa 5. Jul. $\Delta V_{Etapa5}=200/2 \text{ hm}^3$

	E	S	T	A	D	O	S																
	M	A	L	P	A	S	O																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
42	0710	0711	0712	0713	0714	0715	0716	0717	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718
43	0910	0911	0912	0913	0914	0915	0916	0917	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918
44	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018
45	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
46	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
47	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
48	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
49	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
50	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
51	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
52	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
53	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
54	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
55	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
56	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
57	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
58	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
59	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
60	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
61	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
62	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
63	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
64	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
65	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418

Tabla D – 5. Política de operación para la etapa 5. Jul. $\Delta VE_{etapa5}=200/2 \text{ hm}^3$

		E S T A D O S																							
		M	A	L	P	A	S	O																	
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1		0314	0315	0316	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
2		0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
3		0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
4		0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
5		0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
6		0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
7		0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
8		0314	0316	0316	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
9		0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
10		0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
11		0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
12		0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
13		0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
14		0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
15		0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
16		0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
17		0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
18		0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
19		0315	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
20		0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
A	21	0316	0317	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	22	0316	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
E	N	23	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	24	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
S	G	25	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	26	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
T	O	27	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
	28	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
A	S	29	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	

Tabla D – 5. Política de operación para la etapa 5. Jul. $\Delta VE_{etapa5}=200/2 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S										
		M	A	M	A	L	L	P	P	A	A	S	S	O	O									
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
D	T	30	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
		31	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
O	U	32	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
		33	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
S	R	34	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	
		35	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
A		36	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		37	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318	0318
		38	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418
		39	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418	0418
		40	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518	0518
		41	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618	0618
		42	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718	0718
		43	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918	0918
		44	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018
		45	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
		46	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
		47	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
		48	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
		49	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
		50	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
		51	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
		52	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
		53	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
		54	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
		55	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
		56	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
		57	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
		58	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418

Tabla D – 5. Política de operación para la etapa 5. Jul. $\Delta V_{Etapa5}=200/2 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S											
		M		A		L		P		A		S		O											
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
59		1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
60		1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
61		1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
62		1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
63		1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
64		1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	
65		1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	

Tabla D – 6. Política de operación para la etapa 6. 2Q Mayo + Junio. $\Delta V_{Etapa6}=200/3 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S											
		M		A		L		P		A		S		O											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1		0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0307	0306	0306	0306	0306	0307	0309	0310	0310	0310	
2		0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0307	0309	0306	0306	0306	0307	0309	0310	0310	0310	0310	
3		0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0307	0309	0310	0310	0310	0310	
4		0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0307	0310	0310	0310	0310	0310	
5		0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0307	0309	0310	0310	0310	0310	0310	
6		0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0307	0309	0310	0310	0310	0310	
7		0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0307	0307	0309	0310	0310	0310	
8		0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0307	0309	0310	0310	0312	
9		0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0307	0309	0310	0310	0310	0310	
10		0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0307	0309	0310	0306	0306	0306	0307	0309	0310	0310	0310	0310	

Tabla D – 6. Política de operación para la etapa 6. 2Q Mayo + Junio. $\Delta V_{Etapa6}=200/3 \text{ hm}^3$

		E S T A D O S																							
		M	A	L	P	A	S	O																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
E N S T A D O S	11	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	
	12	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	13	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	14	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	15	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	16	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	17	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	18	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	19	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	20	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	21	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	22	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	23	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	24	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	25	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	26	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	27	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	28	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	29	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	30	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	31	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	32	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	33	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306	0306
	34	0506	0506	0509	0509	0510	0510	0510	0510	0510	0512	0520	0520	0520	0520	0520	0520	0520	0520	0520	0520	0520	0520	0520	0520
	35	0507	0509	0510	0510	0510	0510	0510	0510	0512	0520	0520	0520	0520	0520	0520	0520	0520	0520	0520	0520	0520	0520	0520	0520
	36	0607	0609	0610	0610	0610	0610	0610	0612	0613	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620
	37	0610	0610	0610	0610	0610	0610	0612	0613	0613	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620
	38	0610	0610	0610	0610	0610	0612	0613	0613	0615	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620
	39	0610	0610	0610	0610	0612	0613	0613	0615	0615	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620	0620

Tabla D – 6. Política de operación para la etapa 6. 2Q Mayo + Junio. $\Delta V_{Etapa6}=200/3 \text{ hm}^3$

	E	S	T	A	D	O	S																	
	M	A	L	P	A	S	O																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
40	0710	0710	0710	0712	0713	0713	0715	0720	0720	0720	0720	0720	0721	0721	0723	0724	0724	0726	0727	0727	0727	0727	0727	
41	0710	0712	0713	0713	0715	0715	0717	0720	0720	0720	0720	0720	0721	0721	0723	0724	0724	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727
42	0912	0913	0913	0915	0915	0917	0920	0920	0920	0920	0920	0921	0921	0923	0924	0924	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927
43	0913	0913	0915	0915	0917	0920	0920	0920	0920	0920	0921	0921	0923	0924	0924	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927
44	1013	1015	1015	1017	1020	1020	1020	1020	1020	1021	1021	1023	1024	1024	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027
45	1015	1015	1017	1020	1020	1020	1020	1020	1021	1021	1023	1024	1024	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027
46	1015	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1021	1021	1023	1024	1024	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027
47	1017	1020	1020	1020	1020	1020	1021	1021	1023	1024	1024	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027
48	1218	1220	1220	1220	1220	1221	1221	1223	1224	1224	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227
49	1317	1320	1320	1320	1321	1321	1323	1324	1324	1326	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327
50	1518	1520	1520	1521	1521	1523	1524	1524	1526	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527
51	1718	1720	1721	1721	1723	1724	1724	1726	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727
52	1818	1820	1821	1821	1823	1824	1824	1826	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827
53	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	2126	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
54	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	2126	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
55	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	2126	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
56	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	2126	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
57	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	2126	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
58	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	2126	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
59	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	2126	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
60	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	2126	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
61	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	2126	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
62	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	2126	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
63	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	2126	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
64	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	2126	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
65	2118	2120	2121	2121	2123	2124	2124	2126	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127

Tabla D – 6. Política de operación para la etapa 6. 2Q Mayo + Junio. $\Delta V_{Etapa6}=200/3 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S										
		M	A	M	A	L	L	P	P	A	A	S	S	O	O									
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
1		0312	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
2		0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
3		0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
4		0312	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
5		0312	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
6		0312	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
7		0312	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
8		0313	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
9		0312	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
10		0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
11		0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
12		0312	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
13		0312	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
14		0312	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
15		0313	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
16		0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
17		0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
18		0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
19		0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
20		0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
A	21	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
	22	0320	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
E	N	23	0320	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
	24	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
S	G	25	0320	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
	26	0320	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
T	O	27	0320	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
	28	0320	0321	0321	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327
A	S	29	0323	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327

Tabla D – 6. Política de operación para la etapa 6. 2Q Mayo + Junio. $\Delta V_{Etapa6}=200/3 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S										
		M	A	M	A	L	A	P	A	S	O	S	O											
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
D T	30	0323	0324	0324	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	
	31	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	
O U	32	0324	0324	0326	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	
	33	0324	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	0327	
S R	34	0526	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	
	35	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	0527	
A	36	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	
	37	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	
	38	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	
	39	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	0627	
	40	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	
	41	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	0727	
	42	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	
	43	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	0927	
	44	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	
	45	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	
	46	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	
	47	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	1027	
	48	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227	
	49	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	1327	
50	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527	1527		
51	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727	1727		
52	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827	1827		
53	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127		
54	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127		
55	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127		
56	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127		
57	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127		
58	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127		

Tabla D – 6. Política de operación para la etapa 6. 2Q Mayo + Junio. $\Delta V_{Etapa6}=200/3 \text{ hm}^3$

		E	S	T	A	D	O	S																
		M	A	L	P	A	S	O																
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
59		2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
60		2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
61		2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
62		2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
63		2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
64		2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127
65		2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127	2127

Tabla D – 7. Política de operación para la etapa 7. Ene- Feb- Mar - Abr - 1Q Mayo. $\Delta V_{Etapa7}=200/9 \text{ hm}^3$

		E	S	T	A	D	O	S																
		M	A	L	P	A	S	O																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1		1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
2		1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
3		1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
4		1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
5		1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
6		1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
7		1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
8		1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
9		1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
10		1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
11		1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
12		1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
13		1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
14		1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
15		1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118

Tabla D – 7. Política de operación para la etapa 7. Ene- Feb- Mar - Abr - 1Q Mayo. $\Delta V_{Etapa7}=200/9 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S										
		M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
A E N S G T O A S D T O U S R A	16	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
	17	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
	18	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
	19	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
	20	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
	21	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
	22	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
	23	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
	24	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
	25	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
	26	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
	27	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
	28	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118
	29	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218
	30	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418	1418
	31	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618
	32	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618
	33	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818
	34	1918	1918	1918	1918	1918	1918	1918	1918	1918	1918	1918	1918	1918	1918	1918	1918	1918	1918	1918	1918	1918	1918	1918
	35	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018
	36	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018
	37	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118
	38	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318
39	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	2318	
40	2418	2418	2418	2418	2418	2418	2418	2418	2418	2418	2418	2418	2418	2418	2418	2418	2418	2418	2418	2418	2418	2418	2418	
41	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	
42	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	
43	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	
44	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	

Tabla D – 7. Política de operación para la etapa 7. Ene- Feb- Mar - Abr - 1Q Mayo. $\Delta V_{Etapa7}=200/9 \text{ hm}^3$

	Ene- Feb- Mar - Abr - 1Q Mayo																							
	E M	S A	T L	A P	D A	O S	S O																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
45	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2519	2520	2520	2521	2523	2523	2524	2525	2527	2528	2529	2530	2531	2531	2531
46	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2519	2520	2520	2521	2523	2523	2524	2525	2527	2528	2529	2530	2531	2531	2531	2531
47	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2519	2520	2520	2521	2523	2523	2524	2525	2527	2528	2529	2530	2531	2531	2531	2531	2531
48	2518	2518	2518	2518	2518	2519	2519	2519	2520	2520	2521	2523	2524	2527	2527	2528	2529	2530	2531	2531	2531	2531	2531	2532
49	2518	2518	2518	2518	2519	2520	2520	2521	2523	2523	2524	2525	2527	2528	2529	2530	2531	2531	2531	2531	2531	2532	2532	2532
50	2418	2418	2418	2418	2419	2420	2420	2421	2423	2423	2424	2425	2427	2428	2429	2430	2431	2431	2431	2431	2431	2432	2432	2432
51	2518	2518	2518	2519	2520	2520	2521	2523	2523	2524	2525	2527	2528	2529	2530	2531	2531	2531	2531	2531	2532	2532	2532	2532
52	2518	2518	2518	2519	2520	2520	2521	2523	2524	2525	2527	2528	2529	2530	2531	2531	2531	2531	2531	2532	2532	2532	2532	2532
53	2518	2518	2519	2520	2520	2521	2523	2523	2524	2525	2527	2528	2529	2530	2531	2531	2531	2532	2532	2532	2532	2533	2534	2534
54	2519	2520	2520	2521	2523	2523	2524	2525	2527	2528	2529	2530	2531	2531	2531	2531	2532	2532	2532	2532	2533	2534	2536	2536
55	2518	2519	2520	2521	2523	2523	2524	2525	2527	2528	2529	2530	2531	2531	2531	2531	2532	2532	2532	2532	2533	2534	2536	2536
56	2519	2520	2521	2523	2523	2523	2525	2527	2528	2529	2530	2531	2531	2531	2531	2532	2532	2532	2532	2533	2534	2536	2537	2537
57	2520	2521	2523	2523	2524	2525	2527	2528	2529	2530	2531	2531	2531	2531	2532	2532	2532	2533	2534	2536	2537	2538	2539	2539
58	4527	4528	4529	4530	4531	4531	4532	4533	4534	4536	4537	4538	4539	4540	4540	4541	4542	4543	4545	4558	4558	4558	4558	4558
59	4527	4528	4529	4530	4531	4531	4532	4533	4534	4536	4537	4538	4539	4540	4540	4541	4542	4543	4545	4558	4558	4558	4558	4558
60	4527	4528	4529	4530	4531	4531	4532	4533	4534	4536	4537	4538	4539	4540	4540	4541	4542	4543	4545	4558	4558	4558	4558	4558
61	4527	4528	4529	4530	4531	4531	4532	4533	4534	4536	4537	4538	4539	4540	4540	4541	4542	4543	4545	4558	4558	4558	4558	4558
62	4527	4528	4529	4530	4531	4531	4532	4533	4534	4536	4537	4538	4539	4540	4540	4541	4542	4543	4545	4558	4558	4558	4558	4558
63	4527	4528	4529	4530	4531	4531	4532	4533	4534	4536	4537	4538	4539	4540	4540	4541	4542	4543	4558	4558	4558	4558	4558	4558
64	4528	4529	4530	4531	4531	4531	4532	4533	4534	4536	4537	4538	4539	4540	4540	4541	4542	4543	4558	4558	4558	4558	4558	4558
65	4529	4530	4531	4531	4531	4531	4532	4533	4534	4536	4537	4538	4539	4540	4540	4541	4542	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558

Tabla D – 7. Política de operación para la etapa 7. Ene- Feb- Mar - Abr - 1Q May. $\Delta V_{Etapa7}=200/9 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S										
		M	A	M	A	L	L	P	P	A	A	S	S	O	O									
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
A	1	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133
	2	1118	1118	1118	1118	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134
	3	1118	1118	1118	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136
	4	1118	1118	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137
	5	1118	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138
	6	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
	7	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
	8	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
	9	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
	10	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
	11	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
	12	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
	13	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
	14	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
	15	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
	16	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
	17	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
	18	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
	19	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
	20	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
A	21	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
	22	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
E	23	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
N	24	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
S	25	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
G	26	1118	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
T	27	1118	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
O	28	1119	1120	1120	1121	1123	1123	1124	1125	1127	1128	1129	1130	1131	1131	1131	1132	1132	1133	1134	1136	1137	1138	1139
A	29	1219	1220	1220	1221	1223	1223	1225	1225	1228	1229	1230	1231	1231	1231	1232	1232	1233	1234	1236	1237	1238	1239	1240

Tabla D – 7. Política de operación para la etapa 7. Ene- Feb- Mar - Abr - 1Q May. $\Delta VE_{etapa7}=200/9 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S															
		M		A		L		P		A		S		O															
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46					
D T	30	1420	1420	1421	1423	1423	1424	1425	1427	1428	1429	1430	1431	1431	1432	1432	1433	1434	1436	1437	1438	1439	1440	1440					
	31	1620	1621	1623	1623	1624	1625	1627	1628	1629	1630	1631	1631	1632	1632	1633	1634	1636	1637	1638	1639	1640	1640	1658					
	O U	32	1621	1623	1623	1624	1625	1627	1628	1629	1630	1631	1631	1632	1632	1633	1634	1636	1637	1638	1639	1640	1640	1658	1658				
		33	1823	1823	1824	1825	1827	1828	1829	1830	1831	1831	1832	1832	1833	1834	1836	1837	1838	1839	1840	1840	1858	1858	1858				
		S R	34	1923	1924	1925	1927	1928	1929	1930	1931	1931	1932	1932	1933	1934	1936	1937	1938	1939	1940	1940	1958	1958	1958	1958			
			35	2024	2025	2027	2028	2029	2030	2031	2031	2032	2032	2033	2034	2036	2037	2038	2039	2040	2040	2058	2058	2058	2058	2058			
			A	36	2025	2027	2028	2029	2030	2031	2031	2032	2032	2032	2034	2036	2037	2038	2039	2040	2040	2058	2058	2058	2058	2058	2058		
				37	2127	2128	2129	2130	2131	2131	2132	2132	2133	2134	2136	2137	2138	2139	2140	2140	2158	2158	2158	2158	2158	2158	2158	2158	
				38	2328	2329	2330	2331	2331	2332	2332	2332	2333	2336	2337	2338	2339	2340	2340	2358	2358	2358	2358	2358	2358	2358	2358	2358	2358
				39	2329	2330	2331	2331	2332	2332	2332	2333	2334	2337	2338	2339	2340	2340	2358	2358	2358	2358	2358	2358	2358	2358	2358	2358	2358
				40	2430	2431	2431	2432	2432	2432	2433	2434	2437	2438	2439	2440	2440	2441	2458	2458	2458	2458	2458	2458	2458	2458	2458	2458	2458
				41	2531	2531	2531	2532	2532	2533	2534	2536	2538	2539	2540	2540	2541	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558
				42	2531	2531	2531	2532	2533	2534	2536	2537	2538	2539	2540	2540	2541	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558
				43	2531	2531	2531	2532	2533	2534	2536	2537	2538	2539	2540	2540	2541	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558
				44	2531	2531	2532	2532	2533	2534	2536	2537	2538	2539	2540	2540	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558
				45	2531	2531	2532	2532	2533	2534	2537	2538	2539	2540	2540	2541	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558
				46	2531	2532	2532	2533	2534	2536	2537	2538	2539	2540	2540	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558
				47	2532	2532	2532	2533	2534	2536	2537	2538	2539	2540	2540	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558
				48	2532	2532	2532	2533	2534	2536	2537	2538	2539	2540	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558
				49	2532	2532	2533	2534	2536	2537	2538	2539	2540	2540	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558
				50	2432	2432	2433	2434	2436	2437	2438	2439	2440	2440	2458	2458	2458	2458	2458	2458	2458	2458	2458	2458	2458	2458	2458	2458	2458
				51	2532	2533	2534	2536	2537	2538	2539	2540	2540	2541	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558
				52	2533	2534	2536	2537	2538	2539	2540	2540	2541	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558
				53	2536	2537	2538	2539	2540	2540	2541	2542	2543	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558
				54	2537	2538	2539	2540	2540	2541	2542	2543	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558
				55	2537	2538	2539	2540	2540	2541	2542	2543	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558
				56	2538	2539	2540	2540	2541	2542	2543	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558
				57	2540	2540	2541	2542	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2558	2560
				58	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4560	4560	4562	4563	4563	4565	4565	4567	4567	4569	4569	4571	4572	

Tabla D – 7. Política de operación para la etapa 7. Ene- Feb- Mar - Abr - 1Q May. $\Delta V_{Etapa7}=200/9 \text{ hm}^3$

		E		S		T		A		D		O		S										
		M		A		L		P		A		S		O										
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
59		4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4560	4560	4562	4563	4563	4565	4565	4567	4567	4569	4569	4571	4572
60		4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4560	4560	4562	4563	4563	4565	4565	4567	4567	4569	4569	4571	4572
61		4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4560	4560	4562	4563	4563	4565	4565	4567	4567	4569	4569	4571	4572
62		4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4560	4560	4562	4563	4563	4565	4565	4567	4567	4569	4569	4571	4572
63		4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4560	4560	4562	4563	4563	4565	4565	4567	4567	4569	4569	4571	4572
64		4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4560	4560	4562	4563	4563	4565	4565	4567	4567	4569	4569	4571	4572
65		4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4558	4560	4560	4562	4563	4563	4565	4565	4567	4567	4569	4569	4571	4572