



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

ACTUALIZACIÓN DE LAS AVENIDAS DE DISEÑO Y DE LAS POLÍTICAS DE OPERACIÓN DEL
SISTEMA DE PRESAS DEL RÍO SANTIAGO

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
CAROLINA HINCAPIÉ LÓPEZ

TUTOR PRINCIPAL:
DR. RAMÓN DOMÍNGUEZ MORA, INSTITUTO DE INGENIERÍA

COMITÉ TUTOR:
DR. MOISÉS BEREZOWSKY, INSTITUTO DE INGENIERÍA
DR. ÓSCAR FUENTES MARILES, INSTITUTO DE INGENIERÍA
DRA. MARITZA LILIANA ARGANIS JUÁREZ, INSTITUTO DE INGENIERÍA
M.I. ÓSCAR VEGA ROLDÁN, FACULTAD DE INGENIERÍA

MÉXICO, CIUDAD DE MÉXICO, JUNIO DE 2016



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.



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. Moisés Berezowsky Verduzco
Secretario:	Dr. Oscar A. Fuentes Mariles
Vocal:	Dr. Ramón Domínguez Mora
1er. Suplente:	Dra. Maritza Liliana Arganis Juárez
2do. Suplente:	M. I. Óscar Vega Roldán

Lugar donde se realizó la tesis: Instituto de Ingeniería, UNAM

TUTOR DE TESIS:

Dr. Ramón Domínguez Mora

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, el tesoro más valioso de mi vida y la base de todos mis logros. Los amo y admiro profundamente.

A Yizath, por creer en mí, motivarme y acompañarme. Gracias infinitas por todo, por darme la fuerza y la confianza para terminar.

Al Dr. Ramón Domínguez por sus enseñanzas, dedicación, apoyo, asesoría y tiempo, que hicieron posible la elaboración de esta tesis.

A la Dra. Maritza Arganis, al Dr. Moisés Berezowsky, al Dr. Fuentes Mariles y al M. I. Óscar Vega, por la lectura, revisión y aportaciones a esta tesis.

A todos mis compañeros de maestría y del Instituto de Ingeniería UNAM que hicieron parte de esta etapa de mi vida. En especial a Daniel por su apoyo, ayuda y motivación.

A CONACYT y al Instituto de Ingeniería UNAM por el apoyo económico recibido durante el desarrollo de esta tesis.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS.....	1
1.2 ESTUDIOS PREVIOS	1
1.3 ESTRUCTURA DE LA TESIS	4
2 ZONA DE ESTUDIO E INFORMACIÓN UTILIZADA	5
2.1 LOCALIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO.....	5
2.2 SISTEMA DE PRESAS DEL RÍO SANTIAGO	6
2.3 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	10
3 ACTUALIZACIÓN DE LAS AVENIDAS DE DISEÑO Y TRÁNSITO DE AVENIDAS POR LOS VASOS .	14
3.1 INTRODUCCIÓN.....	14
3.2 METODOLOGÍA	14
3.2.1 Estimación de las avenidas de diseño	14
3.2.2 Tránsito de las avenidas de diseño por los vasos de almacenamiento.....	17
3.3 RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	20
3.3.1 Series para la actualización de las avenidas de diseño	20
3.3.2 Construcción de las avenidas de diseño.....	20
3.3.3 Tránsito de las avenidas de diseño actualizadas.....	27
3.4 CONCLUSIONES.....	39
4 ACTUALIZACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE OPERACIÓN A LARGO PLAZO	42
4.1 INTRODUCCIÓN.....	42
4.2 METODOLOGÍA	42
4.2.1 Políticas de operación óptimas	42
4.2.2 Simulación del sistema	47
4.2.3 Generación de series sintéticas.....	48
4.3 RESULTADOS Y DISCUSIONES	50
4.3.1 Series para la actualización de las políticas de operación óptima	50
4.3.2 Políticas de operación óptima y simulación del sistema.....	50
4.3.3 Generación de series sintéticas y verificación de las políticas óptimas.....	56
4.4 CONCLUSIONES.....	61
5 CONCLUSIONES.....	64
5.1 CON RESPECTO A LA ACTUALIZACIÓN DE LAS AVENIDAS DE DISEÑO Y TRÁNSITO POR LOS VASOS.....	64
5.2 CON RESPECTO A LA ACTUALIZACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE OPERACIÓN A LARGO PLAZO	65
6 BIBLIOGRAFÍA.....	67
ANEXO A. REGRESIONES DE LAS SERIES DE VOLUMENES QUINCENALES.....	A-1
ANEXO B. ANEXOS DEL CAPÍTULO 3.....	B-1
ANEXO C. ANEXOS DEL CAPÍTULO 4.....	C-1

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1. Regiones hidrológicas y delimitación zona de estudio.	5
Figura 2.2. Estados que componen la cuenca del río Santiago y localización de presas.	6
Figura 2.3. Sistema de presas en cascada del río Santiago.	6
Figura 2.4. Cuenca propia para cada presa del sistema del río Santiago.....	7
Figura 2.5. Estaciones hidrométricas y afluentes principales del río Santiago.	10
Figura 2.6. Régimen de caudales estaciones Corona, Arcediano, Las Juntas, Santa Rosa, Bolaños y La Yesca.....	10
Figura 2.7. Régimen de caudales estaciones El Caimán, El Platanito, Chapalagana, Huaynamota y El Carrizal.....	11
Figura 2.8. Correlación para obtener las series de cuenca propia Aguamilpa.....	12
Figura 3.1. Curvas gasto-duración-periodo de retorno.....	16
Figura 3.2. Ejemplo de construcción de una avenida de diseño con el método de bloques alternos.	16
Figura 3.3. Hidrogramas de entrada y de salida en un vaso.	18
Figura 3.4. Diagrama de flujo para el tránsito de avenidas con el método de aproximaciones sucesivas.....	19
Figura 3.5. Ajuste de la función doble Gumbel para la duración de 1 día. CTA.....	22
Figura 3.6. Curvas gastos-duración-periodo de retorno (q-d-Tr).....	24
Figura 3.7. Avenidas de diseño para $Tr=10000$ años, y avenidas máximas registradas.	25
Figura 3.8. Hidrograma de diseño cuenca La Yesca.	26
Figura 3.9. Hidrograma de diseño cuenca propia Aguamilpa.	26
Figura 3.10. Hidrograma de diseño cuenca total Aguamilpa.	27
Figura 3.11. Esquema del sistema.	28
Figura 3.12. Curvas gastos-duración-periodo de retorno. $Tr=1000$ años.	29
Figura 3.13. Esquema para explicar la metodología para calcular los factores de simultaneidad. ...	29
Figura 3.14. Hidrogramas de diseño para la presa Aguamilpa con análisis de simultaneidad. $Tr=10000$ años.	30
Figura 3.15. Curvas elevaciones capacidades de los embalses.....	31
Figura 3.16. Resultados tránsito avenidas para $Tr=10000$ años –Escenario 1.....	32
Figura 3.17. Resultados tránsito avenidas para $Tr=10000$ años –Escenario 2.....	33
Figura 3.18. Curva elevaciones – descarga libre de los vertedores.	33
Figura 3.19. Políticas de descarga 1 para cada presa.....	34
Figura 3.20. Resultados tránsito avenidas para $Tr=10000$ años –Escenario 1. Política de descarga 1.....	35
Figura 3.21. Resultados tránsito avenidas para $Tr=10000$ años –Escenario 2. Política de descarga 1.....	36
Figura 3.22. Resultados tránsito avenidas para $Tr=10000$ años en Aguamilpa–Escenario 1. Políticas de descarga 2, 3 y 4.....	37

Figura 3.23. Resultados tránsito avenidas para $Tr=10000$ años en Aguamilpa–Escenario 2. Políticas de descarga 2, 3 y 4.	38
Figura 3.24. Resultados tránsito duración crítica de las avenidas para $Tr=10000$ años –Escenario 1 y 2.	40
Figura 3.25. Resultados tránsito duración crítica de las avenidas para $Tr=2000$ años –Escenario 1 y 2. Políticas de descarga 1.	41
Figura 4.1. Variables de discretización usadas en cada presa.	42
Figura 4.2. Generación de números aleatorios con función de distribución F_{xx}	49
Figura 4.3. Probabilidades de ingreso en cada etapa del año.	51
Figura 4.4. Curvas guía para cada presa.	51
Figura 4.5. Comparación de la energía promedio quincenal, y del derrame y déficit total en el sistema obtenido con para las 16 políticas y los 4 casos.	54
Figura 4.6. Comparación volúmenes medios en las presas con las curvas guías.	56
Figura 4.7. Correlograma de Anderson para la serie de volúmenes totales anuales.	57
Figura 4.8. Distribución de probabilidad de mejor ajuste para la serie de volúmenes totales anuales.	57
Figura 4.9. Comparación entre los estadísticos del registro histórico y el promedio de los estadísticos de las 10 series sintéticas.	58
Figura 4.10. Comparación de las correlaciones cruzadas obtenidas con el registro histórico y el promedio de las 10 series sintéticas.	59
Figura 4.11. Comparación volúmenes medios en las presas con las curvas guía, simulación con series sintéticas.	63

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 2.1. Características generales del sistema de presas del río Santiago.	8
Tabla 2.2. Continuación: características generales del sistema de presas del río Santiago.	9
Tabla 2.3. Información general de las estaciones hidrométricas en la zona de estudio.	11
Tabla 3.1. EEA obtenidos para las diferentes series.....	21
Tabla 3.2. Parámetros de la distribución doble Gumbel para las diferentes duraciones.	23
Tabla 3.3. Factores de reducción para los hidrogramas para $T_r=10000$ años.	30
Tabla 3.4. Políticas de descarga escalonada iniciales de cada presa.	31
Tabla 3.5. Políticas de descarga 1 para cada presa.	34
Tabla 3.6. Tiempo [horas] en que el NAME es excedido.....	38
Tabla 4.1. Lámina de evaporación neta media mensual [mm] en el sistema de presas.....	52
Tabla 4.2. Coeficientes de castigo para cada política.....	52
Tabla 4.3. Resumen del funcionamiento del sistema de presas usando el registro histórico (1952-2013).	53
Tabla 4.4. Número de años y quincenas en que se rebasa la curva guía usando el registro histórico (1952-2013).	55
Tabla 4.5. Autocorrelaciones entre la quincena $j+1$ y la quincena j	56
Tabla 4.6. Resumen del funcionamiento del sistema de presas usando las series sintéticas.	60
Tabla 4.7. Frecuencia de años con déficit en el sistema.	60
Tabla 4.8. Almacenamiento mínimo [10^6 m ³] reportado en las presas usando las series sintéticas.	61
Tabla 4.9. Comparación de los resultados de las políticas óptimas, de acuerdo con la simulación de los registros históricos.....	62
Tabla 4.10. Comparación de los resultados de las políticas óptimas, de acuerdo con la simulación de las series sintéticas.....	62
Tabla 4.11. Comparación de los resultados de la energía y el almacenamiento mínimo de la política óptima con las políticas óptimas del estudio de 2009.	63
Tabla 4.12. Comparación de los resultados de derrames y déficit de la política óptima con las políticas óptimas del estudio de 2009.	63
Tabla 5.1. Política de operación para la etapa 6, considerando que La Yesca está en el estado 8. 66	66

Resumen:

Debido a los cambios que se pueden presentar en las variables hidrológicas por la ocurrencia de eventos extremos y por las modificaciones en el patrón de los escurrimientos por alteraciones de algunas características de las cuencas, se debe realizar una revisión periódica de las políticas de operación de las presas. En este estudio se actualizaron las políticas de operación a largo plazo y las políticas de extracción de los vertedores del sistema de presas en cascada del río Santiago, formado por La Yesca, El Cajón y Aguamilpa.

Se actualizaron las avenidas de diseño para diferentes periodos de retorno y se establecieron las políticas de extracción de las obras de excedencias de manera que los niveles en los embalses no rebasen el NAME. Se realizó el tránsito de las avenidas en el sistema de acuerdo con un análisis de simultaneidad, obteniendo factores de reducción para cada hidrograma de cada escenario analizado (considerando la creciente concentrada en La Yesca y la creciente concentrada en la cuenca propia de Aguamilpa). De acuerdo con los resultados obtenidos el nivel en el embalse de las presas La Yesca y El Cajón no superan el NAME, pero en la presa Aguamilpa este es excedido; por lo tanto, es importante realizar modificaciones a esta obra para garantizar la seguridad de la presa Aguamilpa. Entre las cuales se podría analizar:

- Aceptar que el bordo libre sea de 2.25 m (se reduciría 75 cm, pues el actual es de 3 m), verificando que el oleaje en el vaso no sobrepase el nivel de la corona de la cortina.
- Adicionar un vertedor de descarga.
- Aumentar la elevación de la cortina.

Para la actualización de las políticas de operación óptima a largo plazo del sistema de presas, se usó la programación dinámica estocástica para obtener la política que produce el beneficio óptimo en la generación de electricidad, reduciendo la probabilidad de derrames por el vertedor y de déficit en el sistema. La función objetivo se probó suponiendo distintos coeficientes de castigo para las posibilidades de déficit o derrame, y con cada política obtenida se simuló el funcionamiento del sistema considerando los ingresos del registro histórico. Se seleccionó como óptima, la política que concilió las condiciones de energía generada, derrames y déficit en el sistema, con las curvas guías propuestas para cada presa.

Para analizar más ampliamente el comportamiento de la política elegida se generaron series sintéticas de los ingresos a cada presa, considerando que en la colección de series estarán los diversos eventos que podrían ocurrir en el futuro. Las series sintéticas se obtuvieron con el método de Svanidze modificado, y los estadísticos del registro histórico lograron reproducirse satisfactoriamente. Con dichas series se realizaron múltiples simulaciones del funcionamiento del sistema y se verificó que los resultados obtenidos con la política óptima fueran adecuados.

1 INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso esencial para la vida, y representa un elemento indispensable en el crecimiento y desarrollo de la sociedad; por lo tanto, es imprescindible disponer de agua de buena calidad y suficiente.

Las presas planificadas, proyectadas, construidas y operadas correctamente, permiten realizar el abastecimiento de agua y la generación de energía eléctrica. Como reguladoras de las variaciones del ciclo del agua, las presas almacenan y administran de manera adecuada este recurso.

El diseño de las presas requiere de la estimación de eventos asociados a diferentes periodos de retorno, que dependen de la probabilidad de falla y de la vida útil de las estructuras. Durante la operación de las obras se presentan cambios en las variables hidrológicas por la ocurrencia de eventos extremos o factores como la deforestación, apertura de nuevas áreas al cultivo, rectificación de cauces, construcción de embalses y al consecuente cambio en el patrón de los escurrimientos; todos estos factores, junto con el incremento de información hidrométrica y climatológica, y en general un mejor conocimiento de las cuencas, requiere de las revisiones periódicas de las políticas de operación de las presas y de sus avenidas de diseño.

Sobre el río Santiago existe un sistema de presas en cascada, formado por La Yesca, El Cajón y Aguamilpa, cuyo objetivo principal es la generación de energía eléctrica. En este estudio se amplió la información hidrológica disponible de la zona, se actualizaron las avenidas de diseño, las políticas de extracción por la obra de excedencias y las políticas de operación a largo plazo del conjunto de presas.

1.1 OBJETIVOS

- Actualizar las avenidas de diseño para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 500, 1000, 2000, 5000 y 10000 años de las presas La Yesca, El Cajón y Aguamilpa, y establecer las políticas de extracción óptima de la obra de excedencias de manera que los niveles en los embalses no rebasen el NAME.
- Estimar las políticas de operación óptimas a largo plazo del sistema de presas formado por las presas La Yesca, El Cajón y Aguamilpa, usando la programación dinámica estocástica que permite obtener la política que produce el beneficio óptimo en la generación de electricidad, reduciendo la probabilidad de derrames por el vertedor y de déficit en el sistema.

1.2 ESTUDIOS PREVIOS

La determinación de las avenidas de diseño y políticas de operación óptimas en presas, ha sido tema de numerosas investigaciones y publicaciones. A continuación se presentan trabajos de investigación referentes al tema.

Estudios realizados en otros países:

En Estados Unidos, se publicó "Stochastic dynamic programming for optimum reservoir operation" (Butcher, 1971), en este estudio, con programación dinámica estocástica, se obtiene una política óptima en términos del estado del embalse en el mes anterior, dicha política puede emplearse en la operación real de un embalse o en un estudio de diseño.

En Turquía, se presentó el artículo "Optimization of large scale hydroelectric generating systems" (Türkman, 1991), se utilizó un modelo de agregación-optimización-desagregación para modelar sistemas hidroeléctricos interconectados.

En Brasil, se publicó el estudio “Optimization of Large-Scale Hydropower System Operations” (Barros, et al., 2003), se desarrolló un modelo de optimización mensual para el funcionamiento del sistema de energía hidroeléctrica brasileña.

En Argentina, desarrollaron un estudio con el objetivo de evaluar la aplicabilidad del algoritmo SCE-UA (Duan et al., 1992) para definir la regla de operación óptima de una represa por medio de la técnica de parametrización, simulación y optimización (Bravo, et al., 2006).

En Suiza, se publicó la tesis “Optimal Operation of a Hydroelectric Power System Subject to Stochastic Inflows and Load”, cuyo objetivo fue encontrar políticas óptimas en términos de costos mínimos de producción (Uhr, 2006).

En Perú, se publicó el estudio “Aplicación de los modelos estocásticos en el dimensionamiento de las presas” (Horque, 2011), en este estudio se presentó una metodología que permitió mostrar la generación sintética de datos tomando como base las muestras históricas existentes, con ellas se efectuó la simulación del vaso para determinar los niveles de operación apropiados y a la vez la altura óptima de la presa considerando la demanda requerida y la disponibilidad hidráulica.

Estudios realizados en México:

En el Instituto de Ingeniería el sistema de presas del río Grijalva ha sido objeto de diversos estudios:

Se analizaron dos aspectos hidrológicos relacionados con el funcionamiento de la presas del río Grijalva (Domínguez, et al., 1993), el primero fue el aprovechamiento de las presas para generar energía eléctrica (se planteó el problema de determinar políticas de operación mensual, que hicieran máxima a una función objetivo que toma en cuenta la generación de energía a largo plazo y que procura evitar derrames y déficit) y el segundo al uso conjunto vertedor-volumen disponible para regulación de avenidas, para garantizar la seguridad de la presas evitando que el nivel de la superficie del agua rebase el NAME. Después se realizaron dos estudios, en uno (Domínguez, et al., 2000) se redefinieron las avenidas de diseño para los ríos que descargan en la planicie baja tabasqueña, de acuerdo con la información actualizada, incluyendo las lluvias intensas ocurridas en septiembre y octubre de 1999. En el segundo estudio (Domínguez, et al., 2000) se presentaron las avenidas de diseño de las cuencas limitadas por las presas del río Grijalva y se analizaron algunas posibilidades de operación del sistema de presas, buscando conciliar el objetivo de evitar descargas de gastos grandes que provoquen inundaciones en la parte baja de la cuenca. Considerando las avenidas extraordinarias que se presentaron en 2005 se actualizaron las avenidas de diseño y las políticas de operación quincenal del sistema de presas, proponiendo políticas de operación del conjunto turbina-vertedores (Domínguez, et al., 2007). Se determinaron nuevas reglas de operación considerando el concepto de curvas guía (Arganis et al., 2009). Se definieron nuevas reglas de operación usando dos curvas guía para las presas de La Angostura y Malpaso, y variando los coeficientes de penalización para eventos no deseados (Mendoza et al., 2012). Tomando como punto de partida los ensayos definidos en el estudio de 2012, se introdujo el tomar en cuenta, en el proceso de simulación, el efecto de la correlación entre dos volúmenes de ingreso consecutivos (Mendoza et al., 2014).

En 2001, el Instituto de Ingeniería, UNAM publicó un procedimiento para generar muestras sintéticas de series periódicas mensuales a través del método de Svanidze modificado aplicado a los datos de las presas La Angostura y Malpaso.

Otro ejemplo es el trabajo desarrollado en la tesis doctoral “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” (Arganis, 2004). En esta se aplicó la

teoría dinámica estocástica en la obtención de políticas óptimas de un sistema de presas que opera en serie, además se usó la simulación de muestras sintéticas con la finalidad de obtener un pronóstico del funcionamiento del sistema a largo plazo.

En el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua se encuentran los trabajos “Construcción de Reglas de Operación Óptima para un Sistema de Cuenca por medio de un modelo numérico simulador-optimizador” (Sánchez y Wagner, 2004), y “Construcción de Reglas de Operación Óptima para un Sistema Superficial de Cuenca” (Sánchez, 2006), en ambos trabajos se presenta la fase inicial de construcción de un modelo numérico, que sea posible aplicarlo a más de una cuenca nacional en la búsqueda de políticas óptimas de asignación de volúmenes de agua.

En 2004, el Instituto de Ingeniería, UNAM, realizó el estudio “Estudio de aprovechamiento hidráulico integral y de control de inundaciones de la cuenca del río Papaloapan”, en el que se actualizaron las avenidas de diseño del río Papaloapan, considerando análisis de simultaneidad para obtener las avenidas.

Se publicó el artículo “Importancia de la generación de muestras sintéticas en el análisis del comportamiento de políticas de operación de presas” (Domínguez, et al., 2005), en el que se presentan diferencias significativas al simular un vaso con su registro histórico y con series sintéticas.

El Instituto de Ingeniería, UNAM, actualizó las avenidas de diseño, correspondientes a las cuencas propias de las presas: La Angostura, Plutarco Elías Calles y Álvaro Obregón, alojadas en la cuenca del río Yaqui, y elaboró reglas de operación mensual o quincenal con propósitos de generación y de riego de las tres presas mencionadas, dependiendo de la época del año (Domínguez, et al., 2011).

Se realizó el estudio “Validation of methods to estimate design discharge flow rates for dam spillways with large regulating capacity” (Domínguez y Arganis, 2012), en el que se validan diferentes metodología para la estimación del gasto de diseño de los vertedores de la presas.

En 2014 el Instituto de Ingeniería, UNAM, actualizó las avenidas de diseño de las presas Infiernillo y El Caracol, alojadas sobre el río Balsas y determino las políticas de operación de la presa El Infiernillo, tomando en cuenta el concepto de curva guía que establece la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Específicamente en el río Santiago el Instituto de Ingeniería ha realizado los estudios:

Debido a la avenida ocurrida en enero de 1992 en la cuenca del río Santiago, se realizó un estudio de los fenómenos hidrológicos que ocurrieron en esa fecha, así como las posibles simplificaciones en la estimación en las avenidas de diseño del vertedor y de la obra de desvío de la presa Aguamilpa (Domínguez, et al., 1992).

Se elaboraron reglas de operación quincenal de las presas El Cajón, la Yesca y Aguamilpa considerando tanto las necesidades asociadas a la generación de energía, como las correspondientes al control de inundaciones (Domínguez, et al., 2009).

Otro ejemplo es el trabajo desarrollado en la tesis de licenciatura “Simulación histórica y sintética de políticas de operación óptima de un sistema de tres presas en cascada en el río Santiago, Nayarit, México.” (Peña, 2010). En ésta se analizó el funcionamiento conjunto del sistema hidroeléctrico de presas del río Santiago, con distintas políticas de operación y usando el concepto de curva guía.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) desarrolló el Manual de las políticas de operación de diferentes presas de la República Mexicana (Domínguez, et al., 2012). En este estudio se

actualizaron las avenidas de diseño de las presas El Cajón y Aguamilpa, y se establecieron políticas de operación de sus vertedores.

1.3 ESTRUCTURA DE LA TESIS

La tesis está conformada por 6 capítulos incluyendo éste, los cuales se describen a continuación.

En el capítulo 1 se presenta una introducción del estudio, los objetivos planteados y un resumen de los estudios que se han realizado previamente.

En el capítulo 2 se describe la zona de estudio y la información utilizada. Se presenta una breve descripción de las características de las presas y su localización, se muestra además la información empleada para la construcción de las series de gastos medios diarios máximos anuales por cuenca propia para cada presa.

En el capítulo 3 se presenta la actualización de las avenidas de diseño y el tránsito de éstas por los vasos. Se describe la metodología empleada para redefinir las avenidas, se obtienen avenidas actualizadas para diferentes periodos de retorno, y nuevas políticas de extracción de los vertedores. Con los hidrogramas de diseño y las nuevas políticas de extracción se realiza el tránsito en el sistema de presas. De acuerdo con los resultados obtenidos, al final del capítulo se presentan conclusiones y recomendaciones.

En el capítulo 4 se presenta la actualización de las políticas de operación quincenal a largo plazo. Se analizan diferentes políticas de operación quincenal de la presas, buscando principalmente incrementar la generación de energía hidroeléctrica del sistema y disminuir la probabilidad de derrames por el vertedor o de déficit en el sistema. Con cada política se simula el funcionamiento del sistema considerando los ingresos del registro histórico, para obtener la energía generada, así como la magnitud de déficit y derrame en el sistema, y seleccionar las más adecuadas. Para corroborar el comportamiento de las políticas óptimas elegidas se generan diversas series sintéticas y con éstas se realiza la simulación del funcionamiento del sistema y se verifica que los resultados obtenidos con las políticas óptimas sean adecuados. De acuerdo con los resultados obtenidos, al final del capítulo se presentan conclusiones y recomendaciones.

En el capítulo 5 se presentan las principales conclusiones de esta tesis.

2 ZONA DE ESTUDIO E INFORMACIÓN UTILIZADA

2.1 LOCALIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO

El sitio de estudio se encuentra en la región hidrológica 12 (Lerma – Santiago), que se ubica en el centro poniente de la república mexicana y está conformada por las cuencas de los ríos Lerma y Santiago (Ver Figura 2.1). El río Santiago es parte del denominado río Lerma-Santiago, cuyo colector principal, desde su nacimiento en el estado de México, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, mide aproximadamente 1180 km de longitud. Este colector se encuentra dividido por una depresión que dio origen al nacimiento del lago de Chapala. Desde sus orígenes hasta el lago, el colector recibe el nombre del río Lerma, con una longitud de 705 km; a partir del lago hasta su desembocadura en el mar, el colector de 475 km de longitud recibe el nombre de río Santiago (FIDERCO). La superficie total de la región es de 129000 kilómetros cuadrados, de la cual el 61% corresponde a la cuenca del río Santiago.

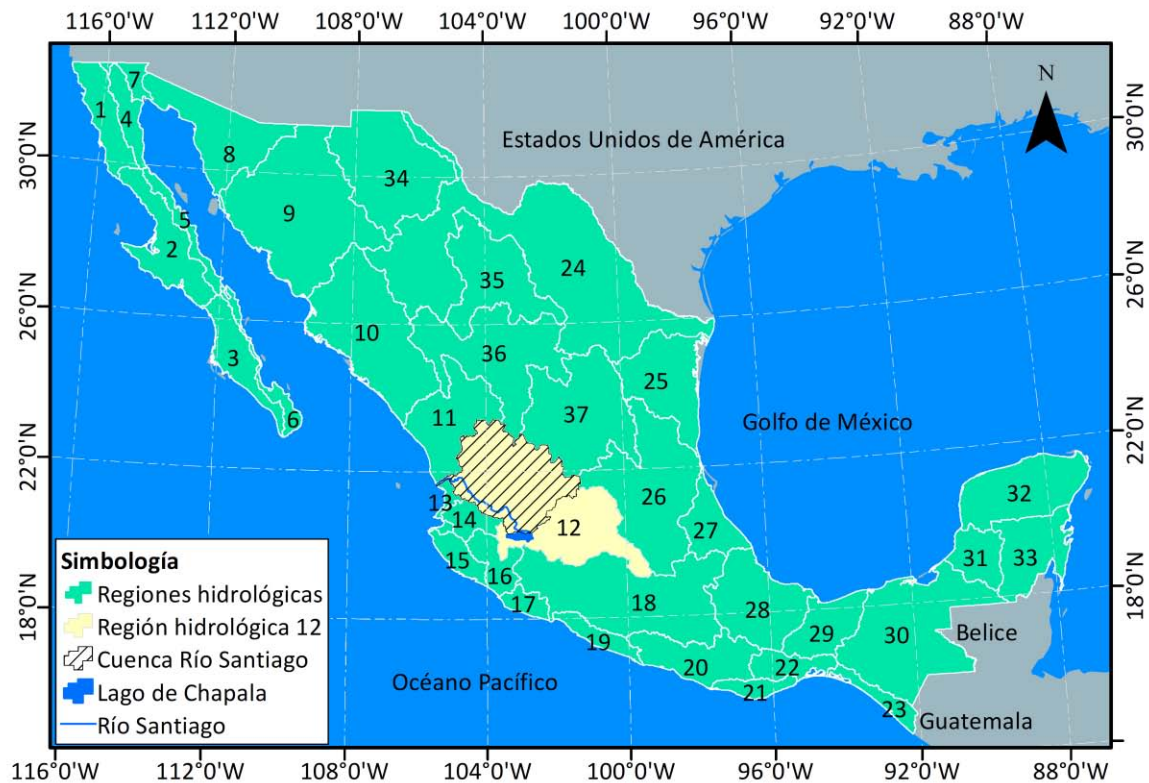


Figura 2.1. Regiones hidrológicas y delimitación zona de estudio.

El incremento de las demandas en el Río Lerma y la extracción de agua del Lago de Chapala para el abastecimiento de la zona conurbada de Guadalajara, ha generado que el lago no tenga capacidad suficiente para descargar agua en el río Santiago.

El río Santiago nace en el lago de Chapala, Jalisco, a una altitud aproximada de 1524 msnm y desemboca en el Océano Pacífico en la boca del Titiriteo en el estado de Nayarit. La cuenca del río Santiago forma parte de 7 estados de la república, abarcando el 100% de Aguascalientes, el 27.9% de Durango, el 7.3% de Guanajuato, el 50.4% de Jalisco, 35.4% de Nayarit, 0.3% de San Luis Potosí y el 63.4% de Zacatecas (ver Figura 2.2). Sobre él existe un sistema de presas en cascada cuyo objetivo principal es la generación de energía eléctrica. El sistema está conformado por las presas general Manuel M. Diéguez (P.H Santa Rosa), que inició su operación en 1964; Alfredo Elías Ayub (P.H. La

Yesca), que inició su operación en 2012; Leonardo Rodríguez A. (C.H. El Cajón), que inició su operación en 2007, y Aguamilpa que inició su operación en 1994.

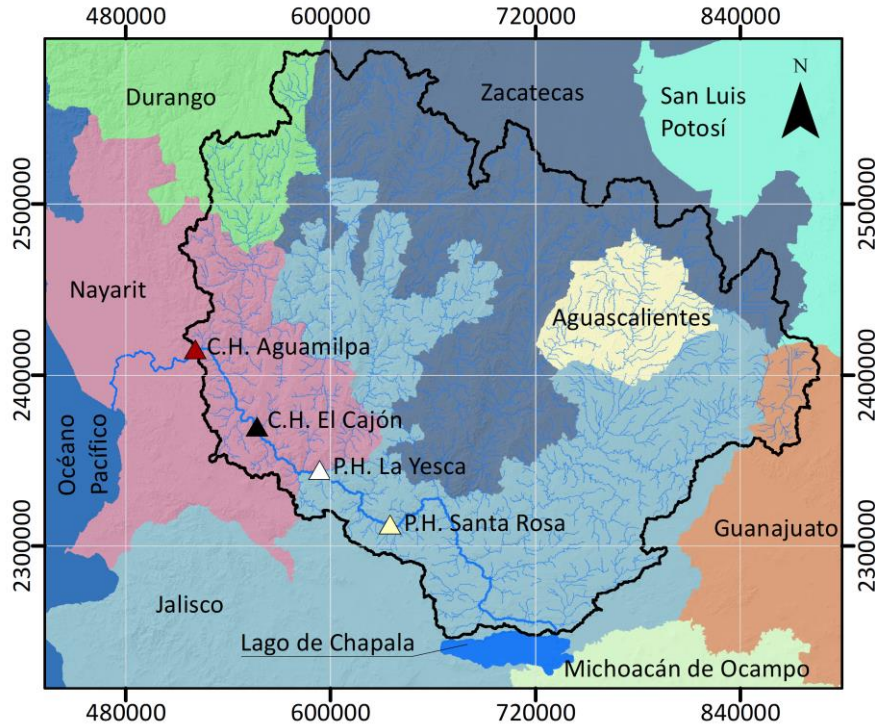


Figura 2.2. Estados que componen la cuenca del río Santiago y localización de presas.

2.2 SISTEMA DE PRESAS DEL RÍO SANTIAGO

La función principal del sistema de presas del río Santiago es la generación de electricidad. La generación media anual de diseño de las presas La Yesca y El Cajón es de 1228.6 GWh/año y la de Aguamilpa es de 2131.0 GWh/año. Con la operación simultanea de las tres presas se tiene una generación media anual de diseño de 4.6 MWh. En la Figura 2.3 se presenta el perfil del sistema de presas.

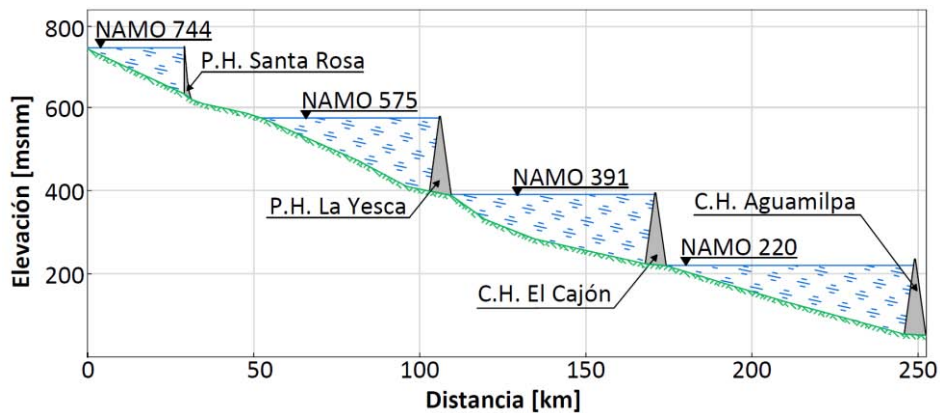


Figura 2.3. Sistema de presas en cascada del río Santiago.

La P.H. Santa Rosa tiene como principal función la generación de 61 MW de energía eléctrica, fue construida entre los años 1957 y 1964, está localizada a 195 km del nacimiento del río Santiago en

el lago de Chapala. Actualmente ha disminuido su capacidad de almacenamiento debido a la cantidad de sólidos que llegan a ella principalmente procedentes de las aguas residuales.

La P.H. La Yesca se localiza sobre el río Santiago a 105 km de la ciudad de Guadalajara en el estado de Jalisco, en el límite entre los estados Nayarit y Jalisco. Se encuentra 65 km aguas arriba de la cortina de la presa El Cajón, y 4 km aguas abajo de la confluencia de los ríos Bolaños y Santiago. En la margen izquierda se localiza la obra de excedencia, y en la margen derecha se localizan las obras de toma y de generación.

La C.H. El Cajón se encuentra ubicada en el municipio Santa María del Oro, en el estado de Nayarit, 78 km aguas arriba de la cortina de la presa Aguamilpa. En la margen derecha se localizan las obras de toma, de generación y de excedencias. El proyecto inició en abril de 2003 y fue puesto en operación en enero de 2007.

La C.H. Aguamilpa se localiza en la parte suroeste de la Sierra Madre Occidental, en el municipio de Tepic Nayarit, aguas abajo de la confluencia de los ríos Huaynamota y Santiago. Es una de las presas de mayor importancia en el país. Además de la producción de energía eléctrica, en el embalse se desarrolla una intensa actividad pesquera y recreativa gracias a la pesca deportiva. La C.H. está integrada por la obra de excedencias en la margen izquierda, y la subestación, obra de toma y casa de máquinas en margen derecha.

En la Tabla 2.1 y en la Tabla 2.2 se presentan las características generales de cada presa.

En la Figura 2.4 se presenta la delimitación de la cuenca propia asociada a cada presa. Debido a que la presa Santa Rosa tiene poca capacidad de regulación, ésta no se tendrá en cuenta en el análisis. Se considera entonces como cuenca total de la presa La Yesca, la suma de las cuencas Santa Rosa y La Yesca. La cuenca propia de la presa El Cajón equivale al 4% de la cuenca total de La Yesca, por lo tanto se supone que las aportaciones por cuenca propia no son importantes, así las entradas a esta presa corresponderán a las salidas de la presa La Yesca.

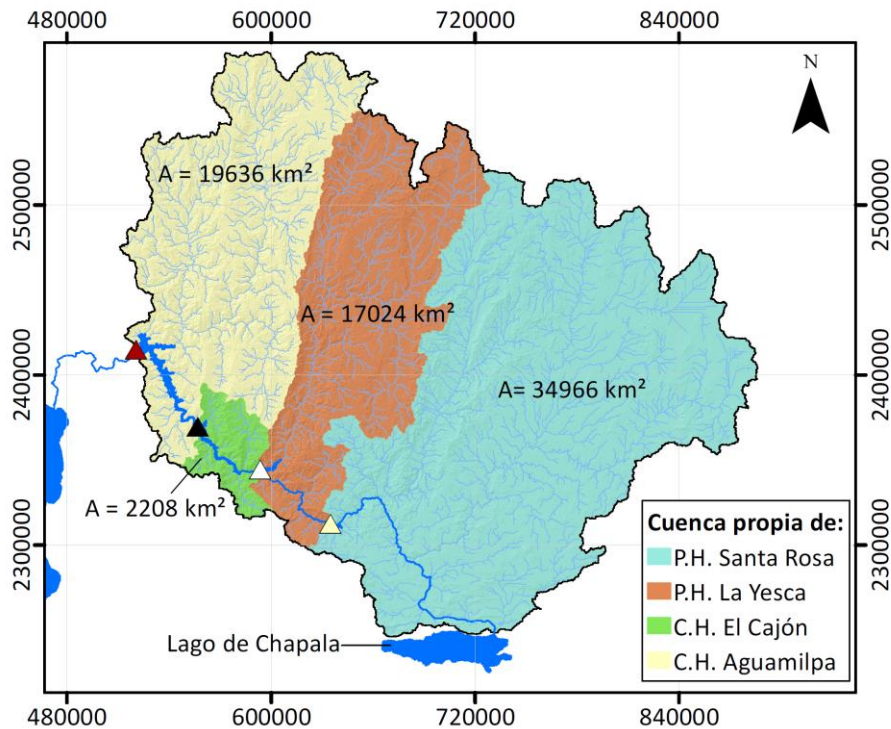


Figura 2.4. Cuenca propia para cada presa del sistema del río Santiago.

Tabla 2.1. Características generales del sistema de presas del río Santiago.

Descripción	Unidad	Santa Rosa	La Yesca	El Cajón	Aguamilpa
Embalse.					
NAME	msnm	748.0	578.0	394.0	232.0
NAMO (estiaje)	msnm	746.5	575.0	391.0	220.0
NAMO (Temp. lluvias)	msnm	744.0	575.0	391.0	220.0
NAMINO (original)	msnm	710.0	518.0	346.0	190.0
NAMINO actual (por azolve)	msnm	718.0	518.0	346.0	190.0
Capacidad total del vaso al NAME	x 10 ⁶ m ³	258.48	2392.89	2393.11	6950.00
Capacidad útil del vaso al NAMO (estiaje)	x 10 ⁶ m ³	195.63	1392.02	1335.32	2629.30
Capacidad control de avenidas del vaso (Temp. Lluvias)	x 10 ⁶ m ³	9.38	99.97	110.97	1410.00
Capacidad de control de avenidas (estiaje)	x 10 ⁶ m ³	15.50	99.97	110.97	1410.00
Área del embalse al NAME	km ²	10.87	33.48	39.82	128.00
Fecha de cierre de la obra de desvío		jun-63	28-sep-11	14-jul-06	25-jun-93
Cortina.					
Tipo		Arco-Cúpula de concreto	Enrocamiento con cara de concreto	Enrocamiento con cara de concreto	Enrocamiento con cara de concreto
Altura máxima	m	114.0	208.5	186.0	187.0
Elevación de la corona de la cortina	msnm	747.0	579.0	394.5	235.0
Longitud de la corona	m	150.0	628.8	550.0	642.0
Bordo libre	m	0.5	1.0	0.5	3.0
Obra de toma.					
Tipo		Rodante	Rampa	Rampa	Rodante
Número de tomas		1	2	2	3
Gasto de diseño	m ³ /s	99	250	259.7	240
Dimensiones (ancho x alto)	mxm	4x5	10.05x12.78	6.24x7.95	5.8x7.4
Número de compuertas		1	2	2	4
Elevación de la plantilla del canal de llamada	msnm	697.0	594.3	322.4	

Tabla 2.2. Continuación: características generales del sistema de presas del río Santiago.

Descripción	Unidad	Santa Rosa	La Yesca	El Cajón	Aguamilpa
Tubería a presión.					
Número de túneles		1	1	2	3
Diámetro	m	5	7.7 a 5.48	7.95	7.4
Longitud	m	123.5	226.02	259.77	600
Vertedor de excedencias.					
Tipo: canal a cielo abierto con cresta controlada					
Número de canales vertedores			3	2	2
Número de compuertas por canal			2	3	3
Número de compuertas		4	6	6	6
Tipo de compuertas		Radiales	Radiales	Radiales	Radiales
Dimensiones de cada compuerta (ancho x alto)	m	14x15	12x22.4	12x20.7	12x18.93
Elevación de la cresta del vertedor	msnm	731.5	556	372	210
Longitud total de la cresta vertedora	m	56	72	72	72
Gasto máximo de descarga del vertedor	m ³ /s	7300	15110	14864	14860
Elevación del labio superior de compuertas cerradas	msnm	746.5	578.0	392.3	228.9
Elevación de la plantilla del canal de llamada	msnm	730.0	549.4	367.0	205.0
Casa de máquinas.					
Tipo: caverna subterránea					
Dimensiones (ancho x largo x altura)	m	16x42x28	22.2x103.5x50	22.2x97.5x49.50	22x134x20.80
Capacidad total instalada	MW	61.2	750	750	960
Generación media anual (2009-2013)	GWh/año	217.6	325.6	613.0	1207.2
Generación media anual de diseño	GWh/año		1228.6	1228.6	2131.0
Turbinas.					
Tipo: Francis, eje vertical					
Número de turbinas		2	2	2	3
Potencia por unidad	MW	30.6	380.32	375	320
Velocidad de rotación	rpm	225	150	150	150
Carga bruta máxima	m	90.4	186.3		
Carga neta de diseño	m	71.1	163.4	156.5	145.1
Gasto de diseño por unidad	m ³ /s	49.5	250.0	259.7	240.0

2.3 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Para construir las series de gastos medios diarios por cuenca propia para cada presa se usaron las estaciones hidrométricas que existían en el cauce antes de su construcción, y cuando estas empezaron a operar se usaron los datos de funcionamiento de los vasos proporcionados por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). En la Figura 2.5 se presenta la localización de las estaciones hidrométricas y en la Tabla 2.3 se presenta su información general. En total se usaron 13 estaciones.

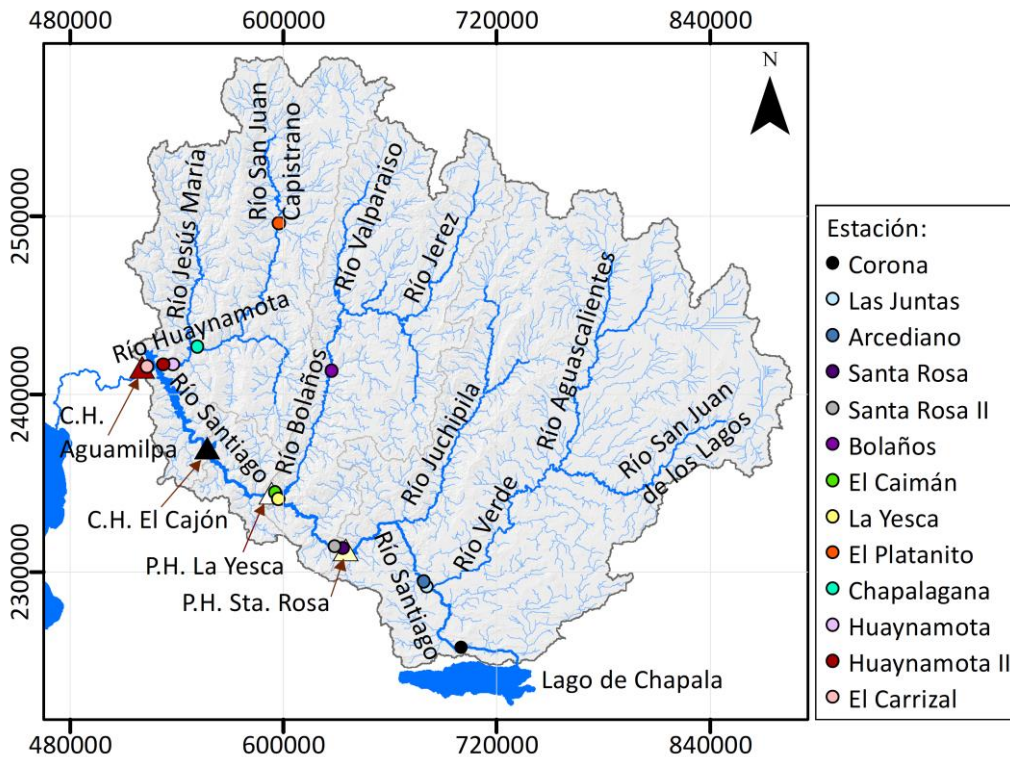


Figura 2.5. Estaciones hidrométricas y afluentes principales del río Santiago.

En la Figura 2.6 y en la Figura 2.7 se muestran los gastos medios mensuales para las estaciones. Se observa que el régimen de caudales característico de la zona es unimodal, con los meses de julio a septiembre como los más lluviosos. Se presentan entonces dos períodos: un período seco que va de noviembre a junio, y un periodo húmedo que va de julio a octubre.

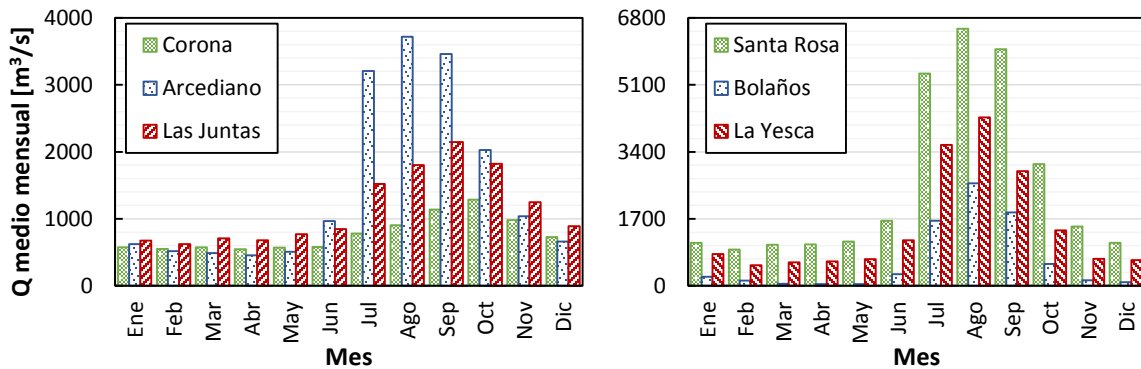


Figura 2.6. Régimen de caudales estaciones Corona, Arcediano, Las Juntas, Santa Rosa, Bolaños y La Yesca.

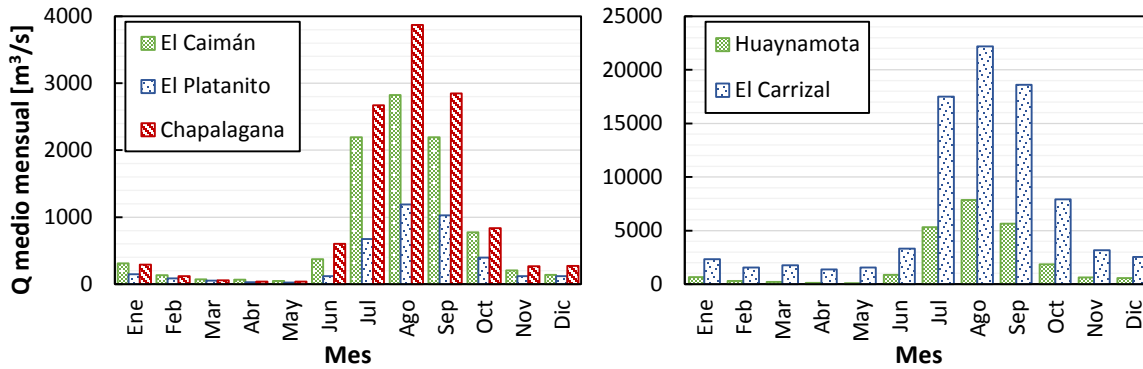


Figura 2.7. Régimen de caudales estaciones El Caimán, El Platanito, Chapalagana, Huaynamota y El Carrizal.

Tabla 2.3. Información general de las estaciones hidrométricas en la zona de estudio.

Clave	Nombre estación	Coord. Este	Coord. Norte	Corriente	Estado	Periodo de registro
12128	Corona	700005.1	2257374.0	Río Santiago	Jalisco	1926-2007,2011
12348	Las Juntas	679615.8	2293439.0	Río Santiago	Jalisco	1951-1987
12472	Arcediano	679025.8	2294509.1	Río Santiago	Jalisco	1951-2007
12473	Santa Rosa	633315.6	2313150.0	Río Santiago	Jalisco	1951-1958
12521	Santa Rosa II	632441.5	2314065.5	Río Santiago	Jalisco	1958-2011
12428	Bolaños	627475.9	2413044.7	Río Santiago	Jalisco	1947-2011
12514	El Caimán	595431.1	2344713.1	Río Bolaños	Jalisco	1948-1988,1991-2007, 2009
12438	La Yesca	594427.2	2343784.9	Río Santiago	Jalisco	1948-1979,1981-1982, 1984-2011
12484	El Platanito	597524.8	2496014.8	Río San Juan Capistrano	Zacatecas	1954-1995,1997-2002, 2006-2011
12733	Chapalagana	551631.1	2426731.2	Río Huayanmota	Nayarit	1974-1986,1988-2009
12470	Huaynamota	529852.2	2415483.5	Río Huaynamota	Nayarit	1951-1958
12520	Huaynamota II	529419.4	2416712.5	Río Huaynamota	Nayarit	1958-1985,1987-1991
12693	El Carrizal	523279.0	2415380.4	Río Santiago	Nayarit	1962-1991,1993

Antes de la construcción del sistema de presas del río Santiago, las estaciones hidrométricas que medían los escurrimientos por cuenca propia de la presa La Yesca eran La Yesca y El Caimán, y de la presa Aguamilpa, las estaciones Huaynamota y Huaynamota I.

El río Santiago recibió aportaciones del lago de Chapala hasta el año 1988, como se mencionó anteriormente este lago ya no tiene capacidad suficiente para descargar agua en el río Santiago, por lo tanto, para obtener los gastos medios diarios de la cuenca total de la presa La Yesca, se tienen en cuenta los datos históricos de la estación Corona hasta este año. Así, el gasto medio diario de la cuenca total de la presa La Yesca se obtiene con el balance mostrado en la expresión (2.1). En los días en los que alguna de las estaciones no tenía dato registrado, no se calculó el gasto medio diario de la cuenca.

$$\begin{aligned}
 Q_{LY} &= Q_{ELY} + Q_{EEC} - Q_{EC}, && \text{hasta 1988} \\
 Q_{LY} &= Q_{ELY} + Q_{EEC}, && \text{desde 1988}
 \end{aligned}
 \tag{2.1}$$

Donde:

Q_{LY} : gasto medio diario de la cuenca total de la presa La Yesca.

Q_{ELY} : gasto medio diario de la estación La Yesca.

Q_{EEC} : gasto medio diario de la estación El Caimán.

Q_{EC} : gasto medio diario de la estación Corona.

Para obtener los gastos medios diarios de la cuenca propia de Aguamilpa antes de la operación de la central hidroeléctrica, se correlacionaron los gastos medios mensuales registrados en la estación Huaynamota y Huayanamota I, con el balance de la estación El Carrizal, menos la cuenca total de La Yesca, en el periodo común 1963-1991. Los resultados se presentan en la Figura 2.8. Se obtuvo la expresión (2.2) que se usó para obtener gastos medios diarios de la cuenca propia de Aguamilpa

$$Q_{CPA} = 1.3205Q_H + 9.2005 \quad (2.2)$$

Donde:

Q_{CPA} : gasto medio diario de la cuenca propia de la presa Aguamilpa.

Q_H : gasto medio diario de la estación Huaynamota o Huayanamota I.

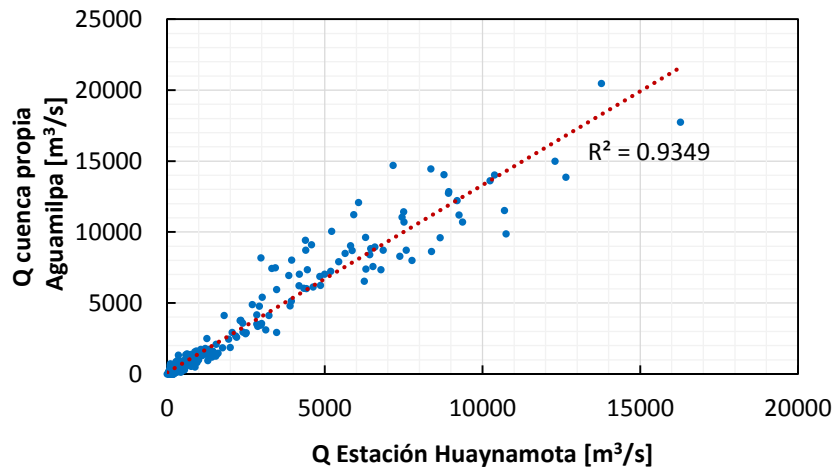


Figura 2.8. Correlación para obtener las series de cuenca propia Aguamilpa.

Para la cuenca total de Aguamilpa, en el periodo 1952-1995 se estiman los gastos medios diarios con la ecuación:

$$Q_{CTA} = Q_{LY} + Q_{CPA} \quad (2.3)$$

A partir de 1995 (año en que inició la operación de la C.H. Aguamilpa) se obtienen los gastos para la cuenca total de Aguamilpa, que corresponden a los suma de los gastos generados en cada cuenca propia de los embalses que la conforman, así:

Desde 1995 a 2007:

$$Q_{CTA} = Q_{I-SR} + Q_{I-CPA} \quad (2.4)$$

Donde:

Q_{CTA} : gastos medios diarios en la cuenca total de Aguamilpa.

Q_{I-CPA} : ingresos medios diarios registrados en la cuenca propia de Aguamilpa.

Q_{I-SR} : ingresos medios diarios registrados en la cuenca total Santa Rosa.

En este periodo de tiempo solo existían las presas Santa Rosa y Aguamilpa sobre el río Santiago, por lo tanto los gastos de la cuenca total de Aguamilpa corresponden a los ingresos en la presa Santa Rosa más los ingresos de la cuenca propia de la presa Aguamilpa.

Desde 2007 a 2012:

$$Q_{CTA} = Q_{I-SR} + Q_{I-CPEC} + Q_{I-CPA}, \quad (2.5)$$

Donde:

Q_{I-CPEC} : ingresos medios diarios registrados en la cuenca propia de El Cajón.

En este periodo de tiempo existían las presas Santa Rosa, El Cajón y Aguamilpa sobre el río Santiago, por lo tanto los gastos de la cuenca total de Aguamilpa corresponden a los ingresos en la presa Santa Rosa más los ingresos de la cuenca propia de las presas El Cajón y Aguamilpa.

Desde 2012:

$$Q_{CTA} = Q_{I-SR} + Q_{I-CPEC} + Q_{I-CPLY} + Q_{I-CPA}, \quad (2.6)$$

Donde:

Q_{I-CPLY} : ingresos medios diarios registrados en la cuenca propia de La Yesca.

A partir del 2012 el sistema de presas del río Santiago está conformado por las presas Santa Rosa, La Yesca, El Cajón y Aguamilpa, por lo tanto los gastos de la cuenca total de Aguamilpa corresponden a los ingresos en la presa Santa Rosa más los ingresos de la cuenca propia de las presas La Yesca, El Cajón y Aguamilpa.

Finalmente los gastos medios diarios para la cuenca propia de Aguamilpa se estiman como:

Desde 1995 a 2012:

$$Q_{CPA} = Q_{CTA} - Q_{LY}, \quad (2.7)$$

Desde 2012:

$$Q_{CPA} = Q_{I-CPA} \quad (2.8)$$

A partir del 2012 el sistema de presas está conformado por las presas Santa Rosa, La Yesca, El Cajón y Aguamilpa, por lo tanto los gastos de la cuenca propia de Aguamilpa son los ingresos por cuenca propia que se obtienen de su funcionamiento del vaso.

3 ACTUALIZACIÓN DE LAS AVENIDAS DE DISEÑO Y TRÁNSITO DE AVENIDAS POR LOS VASOS

3.1 INTRODUCCIÓN

Los vasos de almacenamiento independientemente de su tamaño o capacidad regulan el escurrimiento. Para prevenir que el nivel de la cortina de una presa sea sobrepasado, se diseñan obras de desfogue para desalojar el exceso de agua; estas estructuras son muy importantes para la seguridad de la presa.

El volumen almacenado en las presas presenta un riesgo, particularmente en los meses más lluviosos, debido a que en dichos meses los niveles en los embalses son altos y si se presentan avenidas extraordinarias puede estar en peligro la cortina de la presa; por lo tanto es muy importante establecer políticas de extracción de los vertedores que permitan regular los ingresos extraordinarios, de manera que se proteja la presa y se genere el menor daño posible aguas abajo de está.

En este estudio se actualizan las avenidas de diseño para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 500, 1000, 5000 y 10000 años de las presas La Yesca, El Cajón y Aguamilpa, y se establecen políticas de extracción de las obras de excedencias de manera que los niveles en los embalses no rebasen el NAME. Para esto se realiza un análisis de frecuencia de la series de datos de ingreso por cuenca propia de cada presa y se estiman los eventos asociados a los periodos de retorno ya mencionados. Se obtienen las avenidas de diseño y se transitan por la obra de excedencia con diferentes políticas de extracción, se escoge aquella con la que se obtengan las mejores condiciones de seguridad para la presas.

3.2 METODOLOGÍA

La avenida de diseño es la que determina la capacidad de descarga, y el dimensionamiento y operación de la obra de excedencia. Se deben realizar revisiones y actualizaciones periódicas de las avenidas, pues el diseño de las obras se realiza de acuerdo con los registros históricos, y durante la operación de la presa pueden ocurrir variaciones importantes de los escurrimientos muchas veces derivados de fenómenos meteorológicos extremos (tormentas, ciclones), que modifican los eventos de diseño. Con los nuevos eventos estimados se verifica el funcionamiento de la obra de excedencias y se determina si se deben realizar o no modificaciones en las políticas de extracción de los vertedores.

Una buena política de operación de la obra de excedencia depende de una estimación correcta de las avenidas de diseño, por lo tanto se deben construir series de registro confiables para estimar de manera adecuada los eventos extremos de diseño.

3.2.1 Estimación de las avenidas de diseño

Para la estimación de las avenidas de diseño se usó el método desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, el cual permite estimar las crecientes de diseño teniendo en cuenta su gasto pico, su volumen y su forma (Domínguez et al., 2012); dicho método funciona adecuadamente en presas con gran capacidad de regulación.

Este método permite estimar la forma de la avenida de diseño a partir del análisis de los gastos medios diarios registrados y tiene la ventaja de que no requiere establecer de antemano el volumen total de la avenida; solo requiere definir un número suficiente de día n para asegurar que se incluya la forma completa de todas las avenidas históricas. Consta de las siguientes etapas:

1. Caracterización de las avenidas históricas.

Para caracterizar estadísticamente las avenidas históricas máximas anuales se determinan los gastos medios diarios máximos para distintas duraciones, desde un día hasta un número n de días suficientemente grande. En un año dado, el gasto medio máximo para una duración de un día corresponde al gasto medio máximo anual. Si se quieren obtener los gastos medios máximos anuales para las otras duraciones se procede a encontrar para cada año de registro el promedio medio máximo para n días consecutivos de acuerdo con la duración que se analice, utilizando la ecuación:

$$\bar{Q}_{M_n} = \max_i \left(\frac{1}{n} \sum_{k=i}^{i+n-1} Q_k \right) \quad (3.1)$$

Donde:

\bar{Q}_{M_n} : gasto medio máximo para n días de duración.

n : duración en días.

k : contador del día en que inicia el lapso de duración n .

Q_k : gasto medio diario del día k .

2. Análisis de frecuencia y obtención de gastos máximos para diferentes periodos de retorno.

Para determinar la probabilidad de ocurrencia de eventos de diseño asociados a diferentes periodos de retorno, se lleva a cabo un análisis estadístico de los gastos históricos registrados en la zona de estudio. Este análisis se realiza con el fin de encontrar la distribución de probabilidades que mejor se ajuste a los registros históricos y reducir la incertidumbre en la estimación de los eventos de diseño.

Se ajusta entonces a la serie de gastos máximos anuales para cada duración, diferentes funciones de distribución de probabilidad (Exponencial, Normal, Log Normal con 2 y 3 parámetros, Gamma con 2 y 3 parámetros, Log Pearson tipo III, Gumbel y Doble Gumbel) y se selecciona aquella que proporcione el mínimo error estándar de ajuste EEA.

$$EEA = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \hat{Q}_i)^2}{n - 1 - np}} \quad (3.2)$$

Donde:

EEA : error estándar de ajuste.

Q_i : gasto medido.

\hat{Q}_i : gasto estimado.

n : tamaño de la muestra.

np : número de parámetros de la función de distribución de probabilidad.

Con los gastos extrapolados para las diferentes duraciones se construyen curvas gasto-duración-periodo de retorno (q-d-Tr), como las mostradas en la Figura 3.1 (en ella se muestran curvas para periodos de retorno de 10, 100, 1000 y 10000 años, y una duración de 30 días).

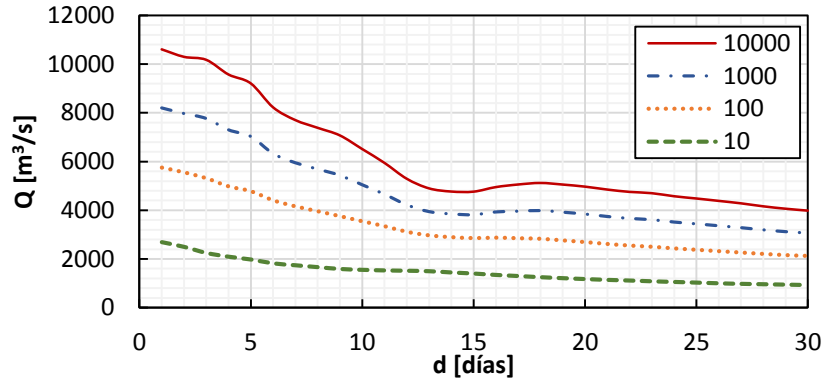


Figura 3.1. Curvas gasto-duración-periodo de retorno.

3. Determinación de los gastos medios diarios para distintos periodos de retorno.

Para obtener las avenidas diseño con duración de hasta n días, se toman los gastos medios máximos obtenidos para los diferentes periodos de retorno y las diferentes duraciones del paso 2, con estos se calculan los gastos que se presentan en cada día, conocidos como gastos individuales mediante la expresión:

$$Q_n = n\bar{Q}_{M_n} - \sum_{i=1}^{n-1} Q_i \quad (3.3)$$

Donde:

Q_n : gasto individual de la duración n .

Q_i : gasto individual de la duración i .

n : duración.

Para construir la avenida de diseño para cada periodo de retorno se aplica el método de bloques alternos, colocando el gasto individual de 1 día en el centro del hidrograma (gasto pico Q_1), en la posición de la derecha el gasto individual de la duración de 2 días (Q_2), a la izquierda el del 3 días (Q_3) y así sucesivamente hasta n días como se muestra en la Figura 3.2.

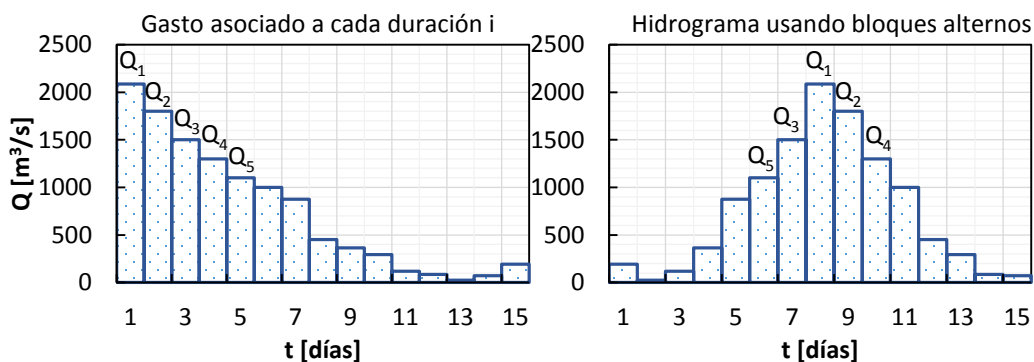


Figura 3.2. Ejemplo de construcción de una avenida de diseño con el método de bloques alternos.

En 1995, Vázquez encontró que la localización de las barras para la construcción de los hidrogramas de diseño no presenta cambios significativos en los gastos de descarga (diferencias del orden del 5%), por lo tanto este método se considera adecuado para la construcción de las avenidas de diseño.

3.2.2 Tránsito de las avenidas de diseño por los vasos de almacenamiento

El tránsito de avenidas en vasos es un procedimiento que sirve para determinar el hidrograma de salida de una presa dado un hidrograma de entrada. Permite entonces conocer la evolución de los niveles en el embalse y los gastos de salida por la obra de excedencias, para saber si la política de las compuertas del vertedor es adecuada y así, al presentarse una avenida, no se ponga en peligro la presa, bienes materiales o vidas humanas aguas abajo. (Aparicio, 1989).

Para el tránsito de avenidas en vasos, se usa la ecuación de continuidad:

$$I - O = \frac{dV}{dt} \quad (3.4)$$

Donde:

I : gasto de entrada al vaso.

O : gasto de salida del vaso

dv/dt : variación del volumen almacenado en el tiempo.

O bien, en diferencias finitas:

$$\frac{I_i + I_{i+1}}{2} - \frac{O_i + O_{i+1}}{2} = \frac{V_{i+1} - V_i}{\Delta t} \quad (3.5)$$

Donde:

V_i, V_{i+1} : volúmenes almacenados en el embalse en los instantes i e $i+1$.

I_i, I_{i+1} : gastos de entrada en el instante i e $i+1$.

O_i, O_{i+1} : gasto de salida en el instante i e $i+1$.

Δt : intervalo de tiempo entre los instantes i e $i+1$.

El intervalo Δt utilizado en el tránsito de avenidas es menor que el utilizado en la simulación de vasos, en el primer caso Δt es del orden de horas, mientras que en el segundo, Δt es del orden de semanas (depende del tamaño del embalse). Por esto, durante el tránsito de una avenida la lluvia directa en el vaso, la evaporación y la infiltración son insignificantes, y normalmente no se tienen en cuenta.

Durante el tránsito de una avenida por un vaso, la forma de los hidrogramas de entrada (I) y salida (O) son de la forma como se muestra en la Figura 3.3. En el intervalo (t_o, t_t) , la entrada es mayor que la salida, y de acuerdo con la ecuación (3.4), aumenta el volumen almacenado en el vaso y, por lo tanto, su nivel. El área que se forma entre los dos hidrogramas, entre t_o y t_t , es el volumen máximo almacenado que habrá en la presa; será el volumen de superalmacenamiento o de regulación requerido para la avenida de entrada considerada, y en el tiempo t_t se cruzan los hidrogramas de entrada y de salida, en este punto se obtiene el gasto máximo de descarga para la misma avenida. Cuando $t > t_t$ las salidas son mayores a las entradas y de acuerdo con la ecuación (3.4), el volumen almacenado disminuye.

Para establecer las relaciones entre el almacenamiento en el vaso y los gastos de salida se usan dos curvas. La curva elevaciones-volúmenes de almacenamiento del vaso que se obtiene a partir de los planos topográficos del vaso, al calcular el volumen de agua que se almacena desde la elevación del pie del talud aguas arriba de la presa hasta la cota de interés y la curva Elevaciones-Gastos de salida que se obtiene de la política de extracción que se dicte para la obra de excedencias.

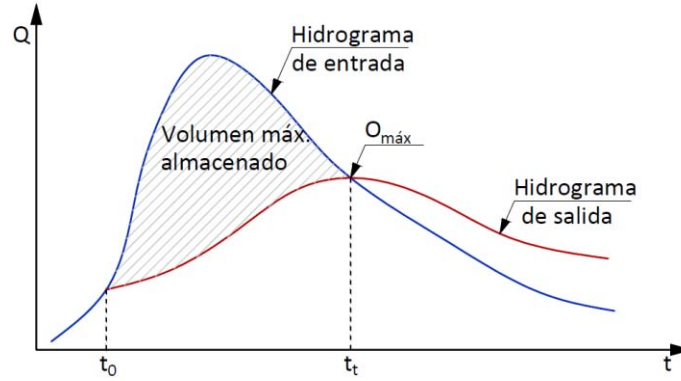


Figura 3.3. Hidrogramas de entrada y de salida en un vaso.

Cuando el vertedor de la presa tiene compuertas, la relación entre almacenamiento de la presa y gasto de salida por la obra de excedencias se da mediante reglas de operación de acuerdo con la ecuación (3.6); en caso contrario las salidas son función de la carga sobre el nivel de la cresta del vertedor según la ecuación (3.7).

$$O_v = \frac{2}{3} \sqrt{2g} CL (H^{3/2} - H_{cresta}^{3/2}) \quad (3.6)$$

$$O_v = C_1 L (H - H_{cresta})^{3/2} \quad (3.7)$$

Donde:

O_v : gasto vertido.

C : coeficiente de descarga del vertedor controlado por compuertas.

C_1 : coeficiente de descarga del vertedor sin control.

L : longitud efectiva del vertedor

H : nivel del embalse.

H_{cresta} : nivel de la cresta del vertedor.

g : aceleración de la gravedad.

Con las ecuaciones (3.5), (3.6) y (3.7), y la curva elevaciones volúmenes del vaso, se tiene un sistema de ecuaciones determinado, cuya solución, en cada intervalo de tiempo Δt , proporciona las salidas y volúmenes en el vaso. Para la solución se usa un método numérico de aproximaciones sucesivas para calcular el volumen y el gasto de salida en el intervalo $i+1$, para el cálculo es necesaria la siguiente información:

- Hidrograma de entrada.
- Elevación inicial del nivel del agua en el vaso en el instante t_0 .
- Gasto de salida por la obra de excedencias en el instante t_0 .
- Gasto de salida por la obra de toma en el instante t_0 .
- Curva elevaciones – volúmenes de almacenamiento.
- Curva elevaciones – gasto de salida por la obra de excedencia.
- El intervalo de tiempo Δt .
- Número de iteraciones k .

t_0 es el tiempo de inicio, suele considerarse igual al del momento en que empieza a llegar a la presa el hidrograma de entrada.

Los pasos principales del método numérico son:

1. Se conocen $V_i, I_i, I_{i+1}, O_{ei}, O_t$ y se supone $O_{i+1}=O_{ei}$.
2. Con la ecuación (3.5) se calcula V_{i+1} .
3. Con V_{i+1} y la curva elevaciones-capacidades se obtiene la elevación h_{i+1} .
4. Con h_{i+1} y la curva elevaciones-gasto de salidas por la obra de excedencias se obtiene O_{ei+1} .
5. Se calcula $O_{i+1}=O_{ei+1}+O_{ti+1}$ y se compara con O_{i+1} , si la diferencia entre ambos valores es menor al 5% se realiza el paso 7, de lo contrario se realiza el paso 6.
6. Se hace $k=k+1$, si k es menor al número de iteraciones establecidas, se regresa al paso 2, de lo contrario se continua con el paso 7.
7. El gasto O_{i+1} corresponde al gasto de salida en el tiempo analizado.
8. Se continua con el siguiente periodo de tiempo a analizar $i=i+1$, y se regresa al paso 1 tantas veces como se requiera para definir el hidrograma de salida.

Para resolver el método numérico, en este estudio se usará el programa trate.bas desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM codificado en QB64. En la Figura 3.4 se presenta el diagrama de flujo que sigue el software para transitar la avenida mediante el método de aproximaciones sucesivas.

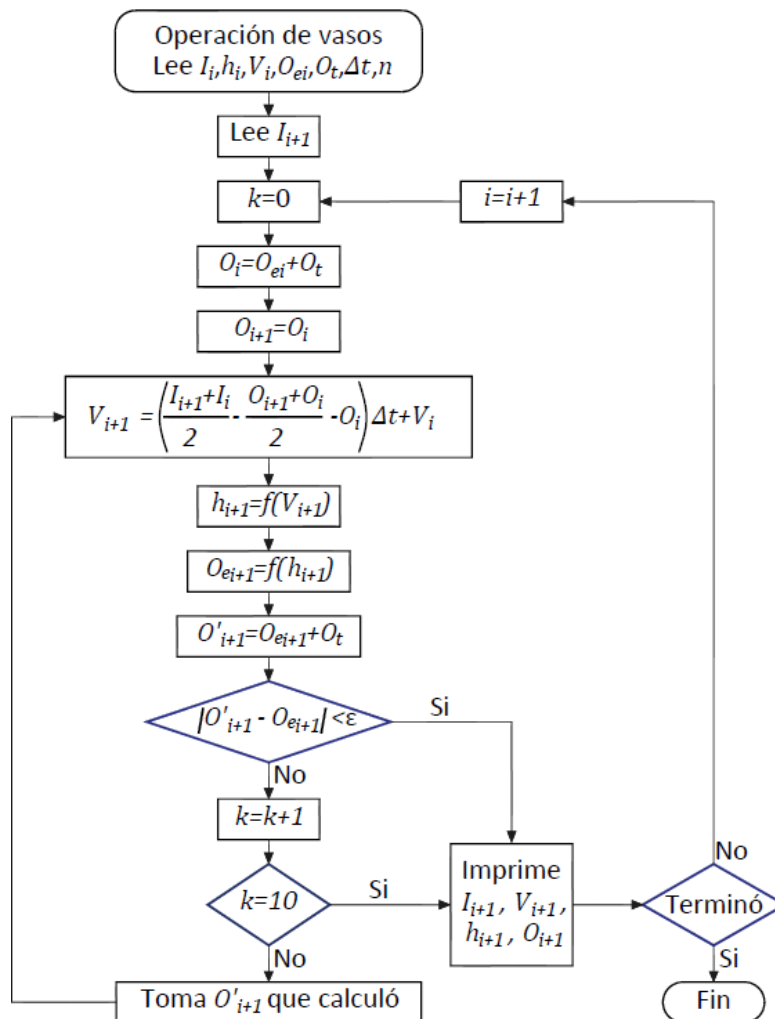


Figura 3.4. Diagrama de flujo para el tránsito de avenidas con el método de aproximaciones sucesivas.

3.3 RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.3.1 Series para la actualización de las avenidas de diseño

Para la actualización de las avenidas de diseño del sistema de presas del río Santiago se usaron las series de gastos medios diarios obtenidas en el apartado 2.3. Con éstas se obtuvieron los gastos medios máximos asociados a duraciones de 1 a 30 días.

Debido a que las series de gastos medios diarios no tienen registros continuos, para la construcción de las series de las avenidas de diseño, se considera que para cada año, si el registro de caudales de su periodo húmedo es continuo, es posible obtener los gastos medios máximos asociados a las diferentes duraciones en ese año, de lo contrario no se consideraba el año en el análisis.

En agosto de 1990 ocurrió un evento extraordinario debido al huracán Diana. Este fue el evento extraordinario más grande registrado en la estación Huaynamota y el quinto más grande registrado en la estación La Yesca, pero no fue registrado en la estación El Caimán, por lo tanto no era posible obtener el gasto para la cuenca total de la presa La Yesca, y por ende el de la cuenca total de Aguamilpa. Debido a que este es un evento importante, se correlacionaron los gastos medios mensuales de las estaciones El Caimán y Bolaños para el mes de agosto y de septiembre. De acuerdo con lo anterior, se obtuvieron las expresiones (3.8) que se usaron para obtener los gastos medios diarios de la estación El Caimán, y para tener finalmente los gastos medios diarios de las cuencas totales de las presas La Yesca y Aguamilpa.

$$\begin{aligned} Q_{EEC-8} &= 0.9819Q_{B-8} + 18.9 \\ Q_{EEC-9} &= 1.2344Q_{B-9} + 8.232 \end{aligned} \quad (3.8)$$

Donde:

Q_{EEC-8} : gasto medio diario de la estación El Caimán en agosto.

Q_{EEC-9} : gasto medio diario de la estación El Caimán en septiembre.

Q_{B-8} : gasto medio diario de la estación Bolaños en agosto.

Q_{B-9} : gasto medio diario de la estación Bolaños en septiembre.

Finalmente, de acuerdo con el registro de gastos medios diarios disponibles, para la presa La Yesca se usaron 57 años, de 1949 a 1979, 1981, 1982, de 1984 a 1986, de 1990 a 1992, de 1995 a 2007, 2009 y de 2010 a 2013. Para la cuenca propia de la presa Aguamilpa se usaron 58 años, de 1951 a 1971, de 1973 a 1985, y de 1987 a 2013. Para la cuenca total de la presa Aguamilpa se usaron 54 años, de 1951 a 1971, de 1973 a 1979, 1981, 1982, 1984, 1985, 1987, y de 1990 a 2013.

3.3.2 Construcción de las avenidas de diseño

Se construyeron las avenidas de diseño de la cuenca total de La Yesca, la cuenca propia de Aguamilpa y la cuenca total de Aguamilpa. Como la presa El Cajón no tiene aportaciones por cuenca propia, su avenida de diseño corresponde a la avenida descargada por la obra de excedencias de la presa La Yesca y se obtendrá después del tránsito de la avenida por ésta.

Debido a que a priori no se conoce la duración de las avenidas de diseño, se consideran duraciones grandes ($n=30$ días para este estudio) para asegurar que se incluya la forma completa de todas las avenidas históricas. Para la actualización de las avenidas de diseño del sistema de presas del río Santiago se usaron los gastos medios diarios de las series obtenidas en el apartado 3.3.1, con estos se obtuvieron los gastos medios máximos anuales asociados a duraciones de 1 a 30 días de acuerdo con la ecuación (3.1) (los resultados se muestran en el anexo B).

De acuerdo con el registro histórico de las series de gastos medios diarios, los eventos máximos registrados para duraciones de un día en cada una de las cuencas fueron:

En la cuenca total de La Yesca fue de 5420 [m³/s] y se presentó el 17 de agosto de 1973, fecha en la que se ocurrió el huracán Brenda (18 al 22 de agosto).

En la cuenca propia de Aguamilpa fue de 5703 [m³/s] y se presentó el 19 de agosto de 1990, fecha posterior a la ocurrencia del huracán Diana (del 4 al 9 de agosto).

En la cuenca total de Aguamilpa fue de 9197 [m³/s] y se presentó el 19 de agosto de 1990.

Se verificó que las series de gastos medios máximos anuales son homogéneas e independientes (ver anexo B); a estas series se les realizó un análisis estadístico y se determinó la función de distribución de probabilidad de mejor ajuste a cada una. En la Tabla 3.1 se presentan los EEA para duraciones de 1, 5, 10, 15, 20 y 30 días (para la demás duraciones se presentan en el anexo B) de las diferentes funciones de probabilidad, para las series: cuenca total de La Yesca (LY), cuenca propia de Aguamilpa (CPA) y cuenca total de Aguamilpa (CTA). Los valores de color negro indican que el menor error estándar de ajuste de la distribución se obtuvo con los parámetros estimados con la técnica de momentos, y los rojos con la técnica de máxima verosimilitud. De acuerdo con los resultados obtenidos, la distribución de mejor ajuste para todas las duraciones (de 1 a 30 días) es la función de distribución Doble Gumbel.

Tabla 3.1. EEA obtenidos para las diferentes series.

d [días]	Serie	Distribución									
		Expo- nencial	Nor- mal	Log Normal 2Par.	Log Normal 3Par.	Gamma 2Par.	Gamma 3Par.	Log Pearson Tipo III	Gumbel	GVE	Doble Gumbel
1	LY	197.0	492.3	209.8	235.8	240.2	545.6	163.4	309.8	138.4	95.1
	CPA	227.7	470.9	239.6	230.5	300.0	247.5	211.2	316.9	215.2	100.3
	CTA	490.1	934.4	496.8	506.7	592.4	510.2	452.4	653.7	436.9	189.1
5	LY	169.9	414.8	185.9	200.5	209.7	283.7	141.1	271.5	101.5	54.6
	CPA	131.5	280.3	139.1	135.6	175.3	144.0	127.7	184.9	130.5	55.1
	CTA	387.1	720.5	385.0	396.0	453.6	396.7	371.5	511.7	386.2	157.1
10	LY	120.3	302.1	136.9	147.1	148.1	137.0	92.6	192.1	99.9	56.1
	CPA	82.2	175.0	88.0	85.1	111.0	91.5	84.2	112.2	85.9	28.7
	CTA	263.3	508.9	269.8	278.6	315.1	275.1	253.0	127.4	239.7	127.4
15	LY	107.2	263.7	122.5	131.8	130.0	120.6	95.7	168.7	103.8	41.3
	CPA	57.6	125.9	61.8	61.2	78.0	63.9	59.0	76.7	58.1	25.1
	CTA	216.8	401.0	228.1	236.0	253.5	228.2	216.9	278.3	214.7	132.2
20	LY	88.2	223.2	96.5	104.9	109.2	98.6	58.1	140.0	57.3	29.6
	CPA	48.5	99.0	50.3	50.4	62.0	52.0	49.6	59.3	48.5	27.4
	CTA	179.2	331.8	187.1	193.3	211.1	190.2	178.9	226.9	177.3	112.3
30	LY	74.5	168.8	79.6	85.0	91.5	81.8	59.9	108.1	56.2	40.0
	CPA	36.3	74.2	36.6	37.7	45.0	37.5	35.5	42.0	35.2	20.7
	CTA	132.2	247.2	140.6	145.3	156.8	140.6	133.3	164.7	133.6	83.9

La función de distribución doble Gumbel para dos poblaciones considera la existencia de dos grupos de datos con características diferentes, el primero originado por eventos dominantes en la región, y el segundo por eventos de tipo ciclónico, que generalmente provocan las avenidas más grandes. Se usa la expresión (3.9), para estimar los gastos medios máximos para periodos de retorno de

diseño de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 y 10000 años. La estimación de los eventos se realiza por iteraciones, debido a que la variable x no puede despejarse de la expresión (3.9).

$$F(x) = (p) \exp \left\{ -\exp \left[-\frac{(x - \beta_1)}{\alpha_1} \right] \right\} + (1 - p) \exp \left\{ -\exp \left[-\frac{(x - \beta_2)}{\alpha_2} \right] \right\} \quad (3.9)$$

Donde:

$F(x)$: probabilidad de no excedencia.

p : probabilidad de tener eventos no ciclónicos, población 1.

x : variable aleatoria a la cual se le estima la probabilidad de no excedencia.

α_1, α_2 : parámetro de escala de la población 1 y 2 respectivamente.

β_1, β_2 : parámetro de ubicación de la población 1 y 2 respectivamente.

Con la función de distribución doble Gumbel se estimaron los gastos medios máximos para distintas duraciones y distintos periodos de retorno. En la Tabla 3.2 se presentan los parámetros de la distribución para cada duración y en la Figura 3.5 se presenta el ajuste para la serie de gastos medios máximos diarios asociados a la duración de 1 día de la cuenca total de Aguamilpa (CTA).

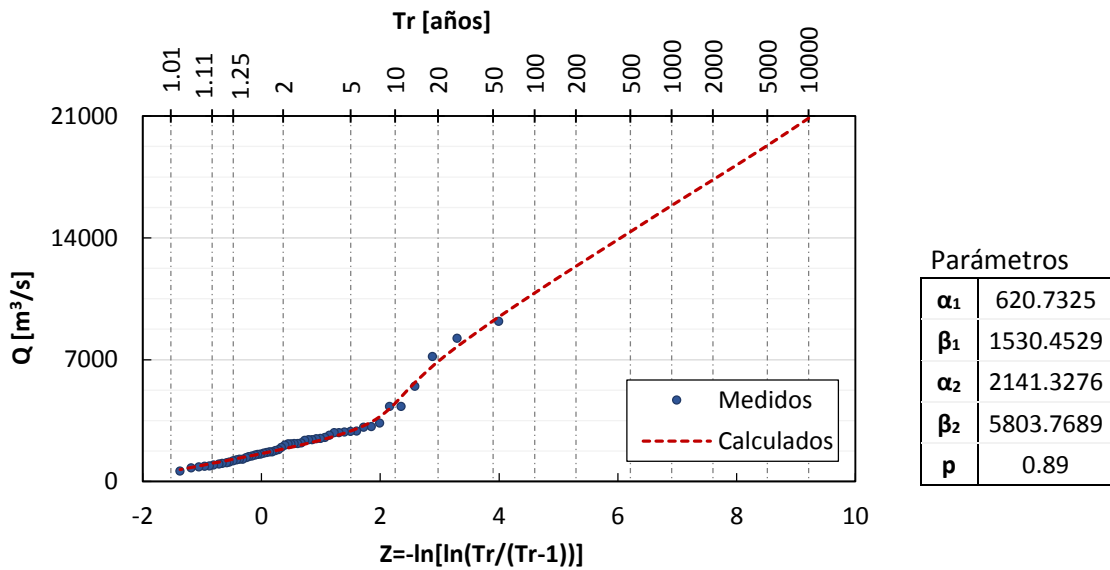


Figura 3.5. Ajuste de la función doble Gumbel para la duración de 1 día. CTA.

Tabla 3.2. Parámetros de la distribución doble Gumbel para las diferentes duraciones.

d [días]	CTA					CPA					LY				
	p	α_1	β_1	α_2	β_2	p	α_1	β_1	α_2	β_2	p	α_1	β_1	α_2	β_2
1	0.89	620.73	1530.45	2141.33	5803.77	0.92	440.14	958.90	1517.45	3249.97	0.89	437.06	683.96	1044.93	3290.19
2	0.89	548.85	1359.99	1773.05	5477.55	0.94	417.89	828.84	1219.02	2753.00	0.89	396.51	611.30	1029.87	3129.16
3	0.89	508.39	1214.08	1727.12	4964.66	0.94	362.71	733.47	1219.02	2753.00	0.89	365.63	564.19	1047.12	2847.91
4	0.89	476.87	1118.66	1589.83	4627.73	0.94	320.72	660.89	1114.00	2524.77	0.89	341.65	531.78	990.10	2649.81
5	0.89	443.66	1047.00	1572.33	4294.33	0.94	295.42	603.53	1025.64	2296.54	0.89	323.00	499.89	960.61	2519.60
6	0.89	431.59	969.49	1552.80	4016.84	0.94	270.12	557.88	973.71	2160.11	0.91	328.30	488.60	816.99	2657.95
7	0.89	408.00	920.25	1440.92	3766.13	0.94	248.08	525.12	867.30	1958.30	0.91	313.38	465.46	760.46	2530.26
8	0.89	387.15	881.37	1290.32	3581.65	0.94	232.99	498.48	792.39	1799.36	0.91	303.31	447.13	735.29	2384.27
9	0.89	371.20	845.75	1182.03	3398.68	0.94	218.10	475.32	719.94	1670.35	0.91	294.29	430.68	711.74	2231.34
10	0.89	353.11	821.95	1070.66	3289.15	0.94	205.63	451.55	642.67	1582.25	0.91	282.57	415.61	636.54	2183.29
11	0.89	340.25	787.91	975.61	3172.79	0.94	195.27	434.14	587.20	1496.42	0.91	272.03	402.16	558.04	2148.94
12	0.89	326.80	773.57	857.63	3120.21	0.94	186.32	419.29	522.74	1426.22	0.91	263.85	390.18	470.59	2106.96
13	0.89	319.59	753.18	772.20	3044.52	0.94	178.89	405.28	456.00	1381.93	0.91	255.62	380.26	413.91	2081.88
14	0.89	310.27	737.33	707.71	2941.67	0.94	172.83	394.13	415.28	1346.17	0.91	245.04	370.98	404.69	2029.02
15	0.89	301.02	721.20	664.01	2883.94	0.91	149.93	376.10	381.97	1221.93	0.91	237.25	362.90	408.66	1981.41
16	0.89	289.86	706.33	641.85	2829.46	0.91	146.18	367.70	353.61	1097.69	0.91	230.52	355.01	447.63	1916.39
17	0.89	285.55	693.49	632.11	2756.33	0.91	142.47	359.58	334.67	1062.22	0.91	226.60	348.09	470.81	1844.11
18	0.89	281.37	681.84	638.16	2652.16	0.91	137.99	352.99	312.30	1038.32	0.91	220.85	342.27	491.40	1777.19
19	0.89	274.05	670.98	620.35	2572.76	0.91	133.14	347.17	296.82	1013.99	0.91	215.24	336.54	491.64	1709.76
20	0.89	269.11	660.58	605.69	2491.95	0.91	129.17	341.04	280.35	986.14	0.91	209.86	330.61	487.80	1650.05
21	0.89	262.26	651.34	581.40	2419.01	0.91	125.60	335.25	265.25	961.79	0.91	204.08	325.52	478.70	1591.72
22	0.89	258.26	642.35	557.72	2368.75	0.91	124.61	329.38	250.06	942.13	0.91	200.88	320.46	472.14	1540.71
23	0.89	251.64	634.09	522.19	2336.91	0.91	123.67	324.08	239.23	922.46	0.91	195.50	316.04	471.25	1493.27
24	0.89	247.46	625.36	487.09	2310.10	0.91	122.10	319.91	230.15	908.55	0.91	190.08	311.91	458.72	1452.74
25	0.89	240.15	617.61	458.30	2274.07	0.91	119.60	316.00	224.97	893.42	0.91	185.05	307.29	451.06	1412.50
26	0.89	235.57	610.10	437.06	2234.32	0.91	117.34	311.53	215.61	882.46	0.91	178.89	303.24	442.28	1373.86
27	0.89	232.40	603.60	410.68	2195.39	0.91	114.84	306.87	202.02	866.43	0.91	174.64	299.09	432.53	1339.52
28	0.89	229.25	597.04	393.24	2165.73	0.91	112.74	302.53	188.54	865.06	0.91	170.85	295.49	418.06	1315.04
29	0.89	226.09	590.70	377.50	2132.58	0.91	109.51	299.13	175.19	856.64	0.91	167.64	292.09	407.66	1287.79
30	0.89	222.02	585.34	365.90	2102.44	0.91	107.31	295.75	167.93	847.75	0.91	163.13	288.41	397.93	1274.62

Con los gastos extrapolados para las diferentes duraciones se construyen las curvas gasto-duración-periodo de retorno (q-d-Tr), dichas curvas se presentan en la Figura 3.6.

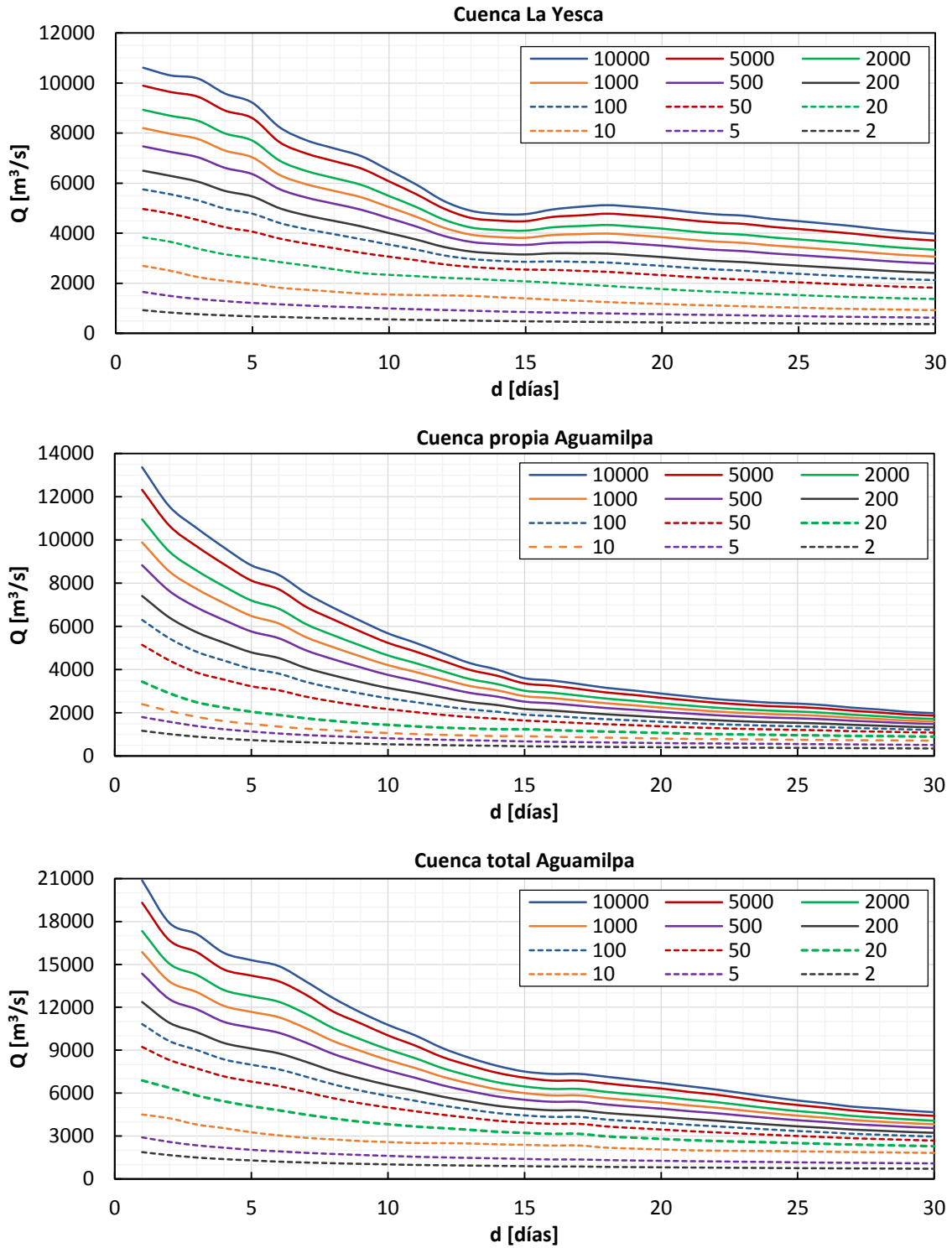


Figura 3.6. Curvas gastos-duración-periodo de retorno (q-d-Tr).

Con los gastos medios máximos obtenidos para los diferentes periodos de retorno y las diferentes duraciones se calculan los gastos que se presentan en cada día, conocidos como gastos individuales,

de acuerdo con la ecuación (3.3) y con el método de bloques alternos descrito en el subcapítulo 3.2.1 se construyen las avenidas de diseño para cada periodo de retorno. En la Figura 3.7 se presenta la avenida de diseño obtenida para un periodo de retorno de 10000 años, y las dos avenidas máximas registradas en cada cuenca.

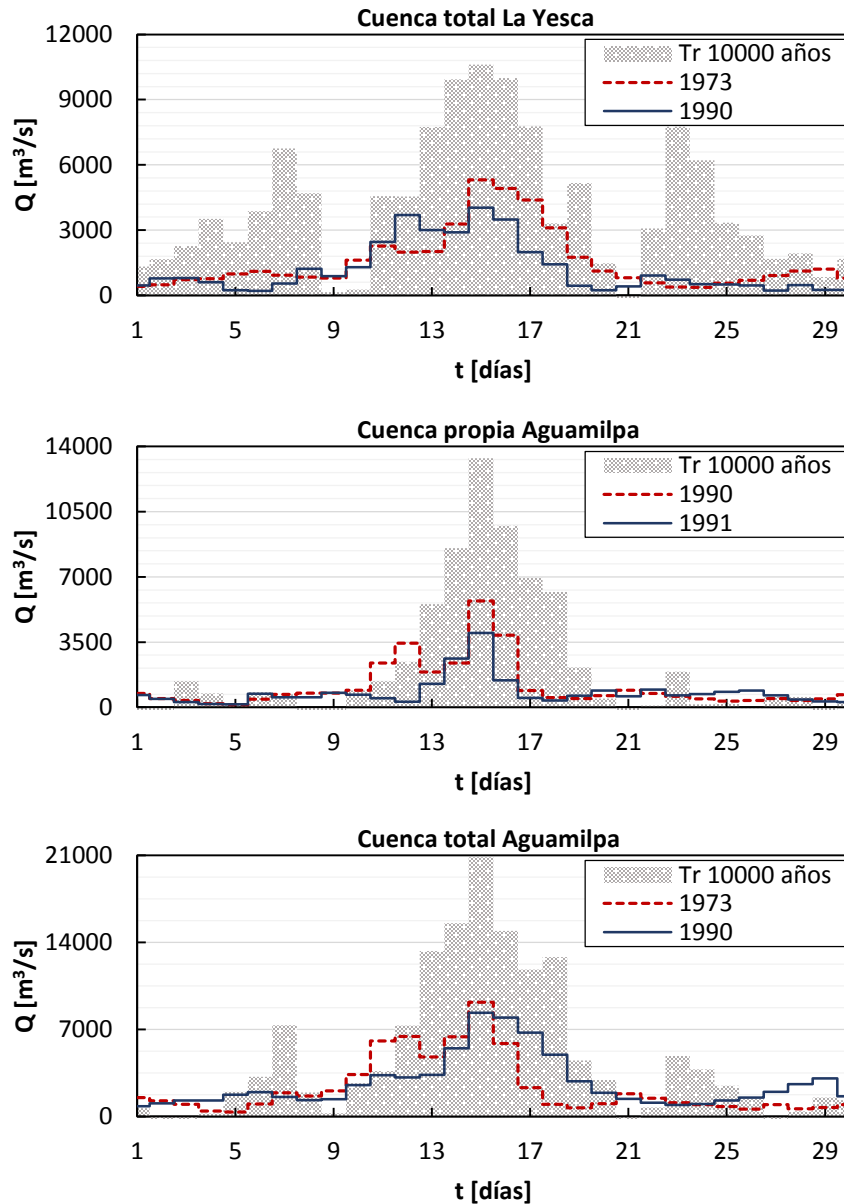


Figura 3.7. Avenidas de diseño para $Tr=10000$ años, y avenidas máximas registradas.

En el subcapítulo 3.3.3 se describen los resultados obtenidos al simular el tránsito de las avenidas presentadas en la Figura 3.7; los resultados muestran que la duración crítica para los vasos del río Santiago es menor o igual a 13 días. En las figuras 3.8, 3.9 y 3.10 se muestran las avenidas de diseño para periodos de retorno de 10, 100, 1000 y 10000 años y se comparan con las obtenidas en el estudio realizado por la OMM (2012). En el estudio realizado por la OMM las avenidas que se estimaron para la presa El Cajón son las que ahora corresponden a las de la presa La Yesca.

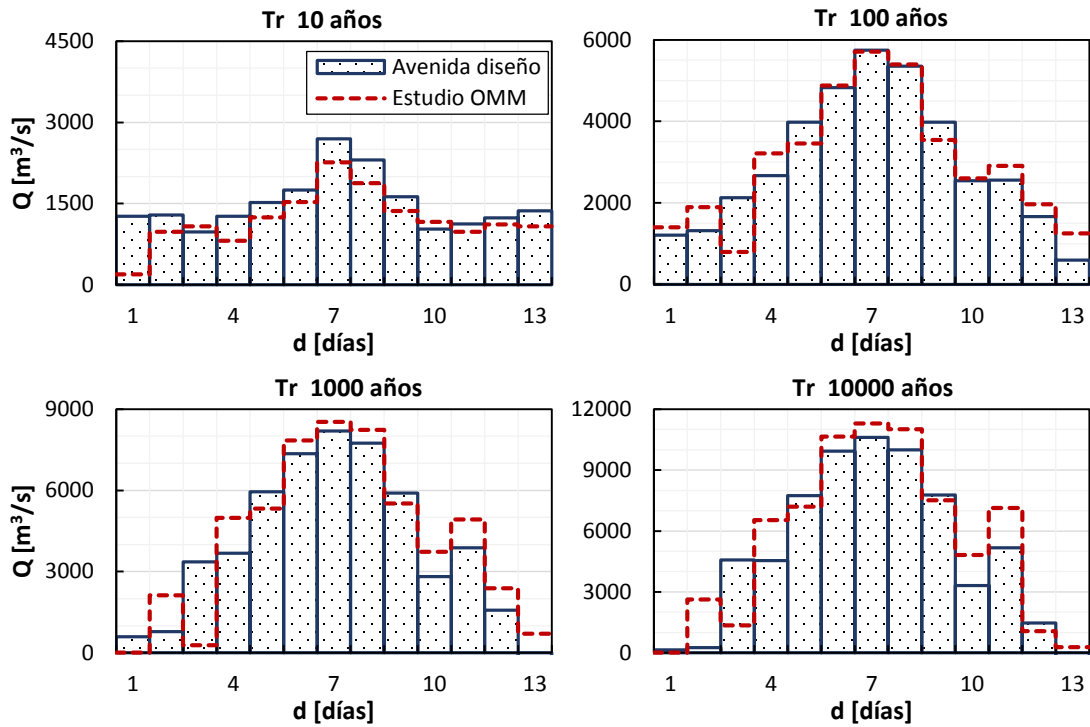


Figura 3.8. Hidrograma de diseño cuenca La Yesca.

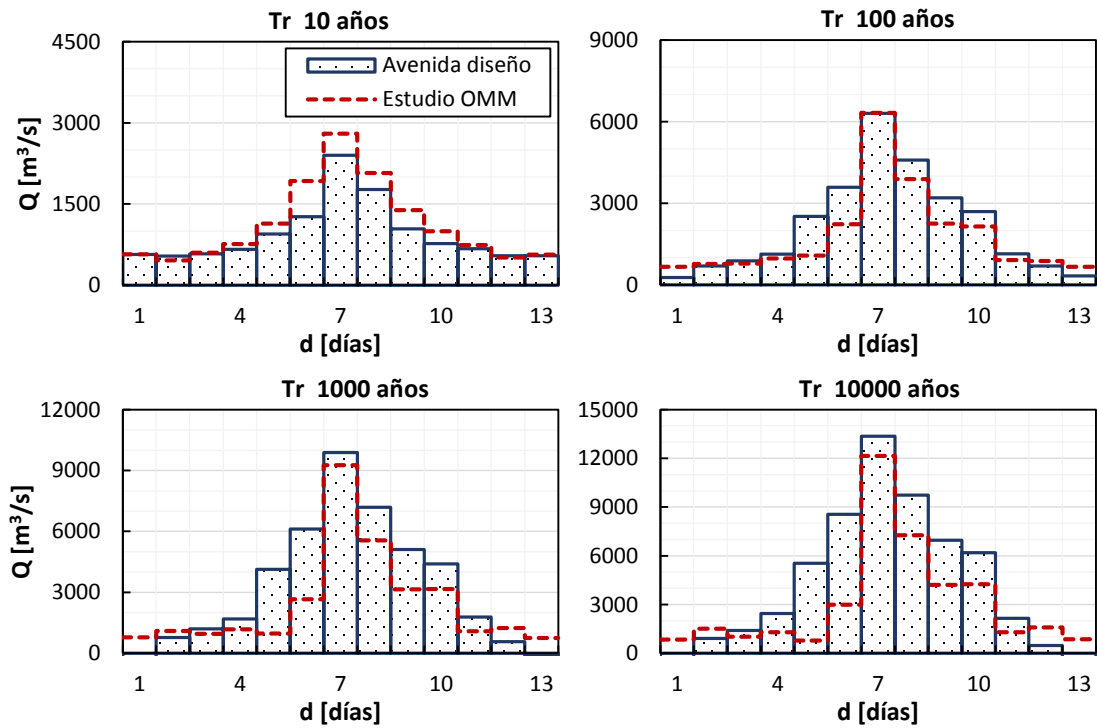


Figura 3.9. Hidrograma de diseño cuenca propia Aguamilpa.

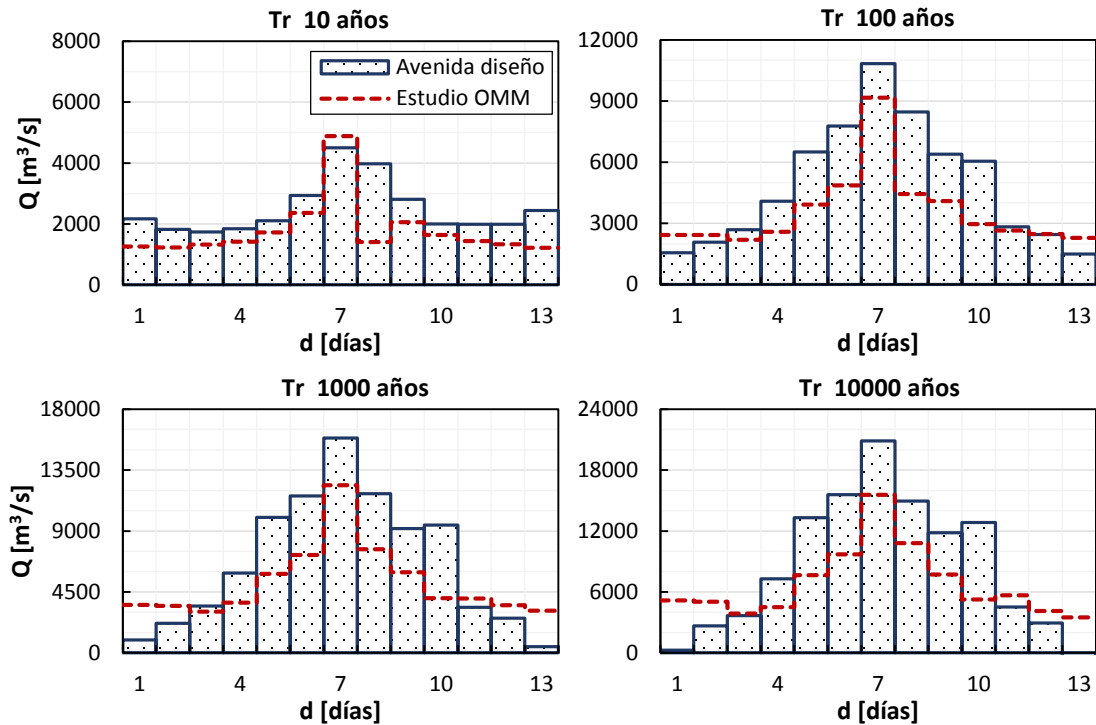


Figura 3.10. Hidrograma de diseño cuenca total Aguamilpa.

De acuerdo con la Figura 3.8, para la cuenca total de la presa La Yesca los resultados indican que con la actualización, para el periodo de retorno de 10 años, el volumen de la avenida calculada es mayor que el obtenido en el estudio de la OMM, para 100 años es prácticamente el mismo, mientras que para los periodos de retorno de 1000 y 10000 años, es menor. Respecto a los gastos máximos solo para el periodo de retorno de 10 años el gasto máximo estimado en este estudio es menor.

De acuerdo con la Figura 3.9 para la cuenca propia de la presa Aguamilpa los resultados indican que con la actualización, para el periodo de retorno de 10 años, el volumen de la avenida calculada es menor que el obtenido en el estudio de la OMM, mientras que para los periodos de retorno de 100, 1000 y 10000 años es mayor. Respecto a los gastos máximos para el periodo de retorno de 10 años el gasto máximo estimado en este estudio es menor, para 100 años es prácticamente el mismo y para periodos de retorno de 1000 y 1000 años es mayor.

De acuerdo con la Figura 3.10 para la cuenca total de la presa Aguamilpa los resultados indican que con la actualización, para todos los periodos de retorno el volumen de la avenida calculada es mayor que el obtenido en el estudio de la OMM. Respecto a los gastos máximos para el periodo de retorno de 10 años el gasto máximo estimado en este estudio es menor, y para periodos de retorno de 100, 1000 y 1000 años es mayor.

3.3.3 Tránsito de las avenidas de diseño actualizadas

Para el tránsito de las avenidas en el sistema de presas del río Santiago se tiene en cuenta que el sistema es en cascada, por lo tanto:

- El hidrograma de entrada a la presa La Yesca es la avenida de diseño obtenida para la cuenca total de la Yesca.

- El hidrograma de entrada a la presa El Cajón corresponde al hidrograma de salida de la presa La Yesca.
- El hidrograma de entrada a la presa Aguamilpa corresponde al hidrograma de salida de la presa El Cajón más la avenida de diseño obtenida para las aportaciones por cuenca propia de Aguamilpa.

Las crecientes máximas que se presentan en la cuenca del río Santiago no se presentan en forma simultánea en toda la cuenca debido a su extensión territorial (73834 km² al eje de la presa Aguamilpa). Es decir, no es frecuente que se presenten eventos hidrometeorológicos simultáneos en la zona de estudio que provoquen escurrimientos en cada cuenca, y menos probable es que dichos eventos correspondan a periodos de retorno similares. Aun cuando las cuencas fueran similares y los incrementos de los escurrimientos pudieran deberse al mismo fenómeno hidrometeorológico, el centro de la tormenta ocurriría en alguna de las cuencas de aportación y las láminas de precipitación en las demás serían menores.

Para definir la aportación simultánea de los escurrimientos de la cuenca total La Yesca y la cuenca propia de Aguamilpa, se siguió el procedimiento basado en factores de simultaneidad propuesto por Domínguez (2000); que en este caso, se aplicó de la manera siguiente:

Se sumaron los registros de aporte de cada cuenca por día (ver subcapítulo 3.3.1), obteniendo una nueva serie de datos que representa el caudal que “en forma teórica” debería llegar hacia aguas abajo del sistema (cuenca total Aguamilpa, ver Figura 3.11). Para cada cuenca, así como para la suma, se ajustaron funciones de distribución de probabilidad y se obtuvieron los eventos de diseño asociados a diferentes periodos de retorno (ver Figura 3.6), y las avenidas de diseño para cada uno de ellos (en la Figura 3.7 se presentó el de 10000 años y en el anexo B se presentan los demás).

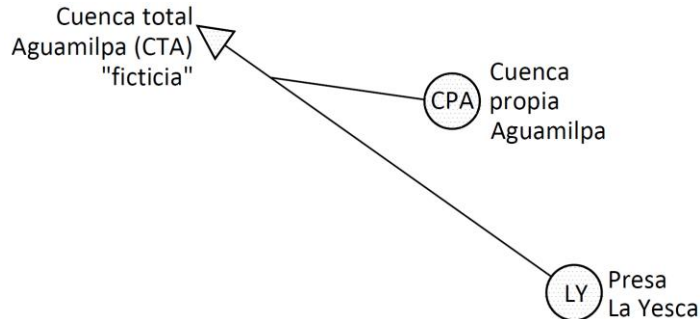


Figura 3.11. Esquema del sistema.

En teoría, la suma de los caudales aportados por cada cuenca por separado para un período de retorno dado, por ejemplo para 10000 años, no debería ser mayor que la suma de las aportaciones simultáneas correspondiente al mismo período de retorno. Esto en la práctica no ocurre, en la Figura 3.12 se presentan las curvas gastos-duración para periodos de retorno de 10000 años de la cuenca total La Yesca (LY), la cuenca propia Aguamilpa (CPA), la cuenca total Aguamilpa y la suma de la cuenca total La Yesca más la cuenca propia de Aguamilpa (LY+CPA), se observa que si se suman las aportaciones de La Yesca y de la cuenca propia de Aguamilpa (como si ocurrieran simultáneamente), se obtienen gastos más grandes que los obtenidos para la cuenca total de Aguamilpa; por lo tanto es necesario reducir los gastos de las aportaciones de cada cuenca mediante un factor de ajuste.

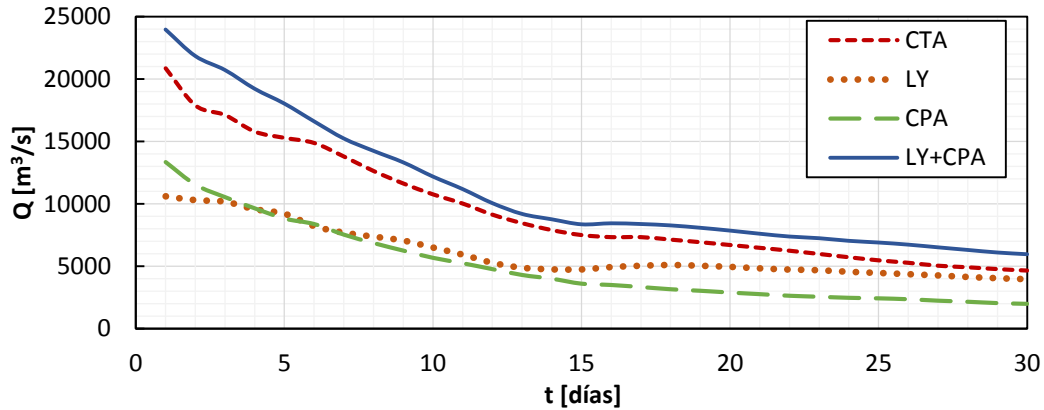


Figura 3.12. Curvas gastos-duración-periodo de retorno. Tr=1000 años.

Para calcular los hidrogramas que se usarán para el tránsito, se parte de la hipótesis de que el centro de la tormenta que genera los escurrimientos se ubica en alguna de las dos cuencas (Figura 3.13).

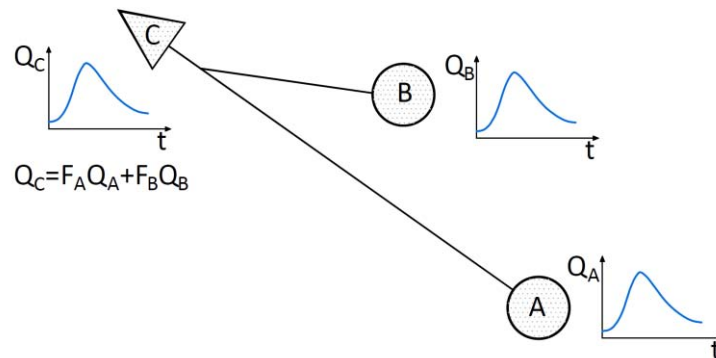


Figura 3.13. Esquema para explicar la metodología para calcular los factores de simultaneidad.

Se demostró que cuando se hace un ajuste a una serie de datos obtenida como la suma de los registros simultáneos de dos estaciones, los gastos de diseño son inferiores a la suma directa de los gastos tomados en forma independiente. Por ello, si se supone que ocurre una tormenta concentrada en la estación A, entonces se espera que si ocurre una precipitación en forma simultánea en la estación B, el caudal esperado sea el gasto calculado para un mismo período de retorno, en este caso 10000 años, afectado por un factor denominado de simultaneidad obtenido con la expresión:

$$F_B = \frac{(Q_A + Q_B) - Q_A}{Q_B} \quad (3.10)$$

Donde:

Q_A : gasto de la estación A.

Q_B : gasto de la estación B.

Q_A+Q_B : gasto (simultáneo) de la cuenca total.

F_B : Factor de simultaneidad.

Con base en estos conceptos, en este estudio, se analizan dos escenarios:

Escenario 1: considera que el evento máximo se presenta en la cuenca de La Yesca, entonces se calcula un factor de reducción para cada barra del hidrograma de la cuenca propia de Aguamilpa,

de acuerdo con la expresión (3.11). Así el hidrograma de entrada para la presa Aguamilpa es la suma de las salidas de la presa El Cajón más el hidrograma de la cuenca propia de Aguamilpa reducido.

$$F_{CPA} = \frac{Q_{CTA} - Q_{CLY}}{Q_{CPA}} \quad (3.11)$$

Escenario 2: considera que el evento máximo se presenta en la cuenca propia de Aguamilpa, entonces se calcula un factor de reducción para cada barra del hidrograma de La Yesca, de acuerdo con la expresión (3.12). Se transita el hidrograma reducido por la presa La Yesca, los gastos descargados se transitan por la presa El Cajón, y así el hidrograma de entrada para la presa Aguamilpa es la suma de las salidas de la presa El Cajón más el hidrograma de la cuenca propia de Aguamilpa.

$$F_{CLY} = \frac{Q_{CTA} - Q_{CPA}}{Q_{CLY}} \quad (3.12)$$

Donde:

Q_{CTA} : gasto en la cuenca total de Aguamilpa.

Q_{CLY} : gasto en la cuenca total de La Yesca.

Q_{CPA} : gasto en la cuenca propia de Aguamilpa.

F_{CPA} : Factor de simultaneidad para la cuenca propia de Aguamilpa.

F_{CLY} : Factor de simultaneidad para la cuenca total de La Yesca.

Para determinar los factores de cada escenario se usaron las curvas gastos-duración-periodo de retorno presentadas en la Figura 3.1. Se obtuvo un factor para cada duración asociada a cada periodo de retorno. En la Tabla 3.3 se presentan los resultados obtenidos para el periodo de retorno de 10000 años y en la Figura 3.14 se presentan los hidrogramas de la cuenca total de Aguamilpa obtenidos con el análisis de simultaneidad (para los demás periodos de retorno ver Anexo B).

Tabla 3.3. Factores de reducción para los hidrogramas para $Tr=10000$ años.

Duración [días]	F_{CPA} [adim]	F_{CLY} [adim]	Duración [días]	F_{CPA} [adim]	F_{CLY} [adim]	Duración [días]	F_{CPA} [adim]	F_{CLY} [adim]
1	0.77	0.71	6	0.79	0.79	11	0.78	0.81
2	0.66	0.62	7	0.81	0.81	12	0.81	0.83
3	0.66	0.65	8	0.77	0.78	13	0.83	0.85
4	0.64	0.64	9	0.73	0.76	14	0.79	0.82
5	0.69	0.70	10	0.75	0.78	15	0.76	0.82

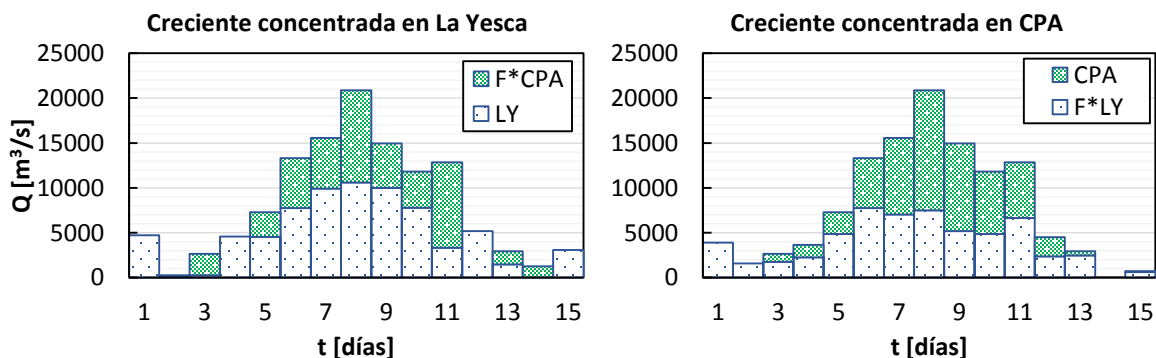


Figura 3.14. Hidrogramas de diseño para la presa Aguamilpa con análisis de simultaneidad. $Tr=10000$ años.

Para el tránsito de las avenidas se hace uso del programa TRATE.bas descrito en el subcapítulo 3.2.2. Se realiza el tránsito de las avenidas de diseño obtenidas en el subcapítulo 3.3.2 para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 y 10000 años. Éstas corresponden a los hidrogramas de entrada para el modelo.

Se supone la condición más desfavorable para la elevación inicial en los vasos, considerando que en las tres presas el nivel del embalse se encuentra en el NAMO. Elevación inicial igual a 575, 391 y 220 msnm para La Yesca, El Cajón y Aguamilpa respectivamente. Las curvas elevaciones – capacidades para cada embalse se presentan en la Figura 3.15.

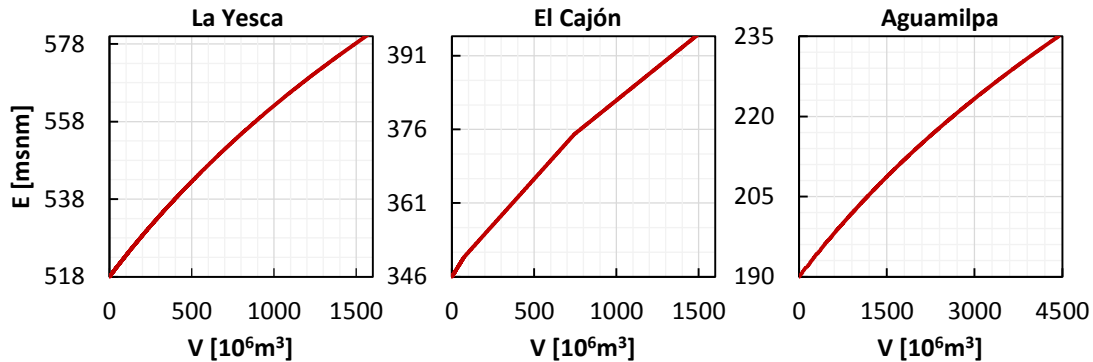


Figura 3.15. Curvas elevaciones capacidades de los embalses.

Inicialmente se usarán las curvas elevaciones-descargas por la obra de excedencias establecidas en el estudio de la OMM. En dicho estudio se determinó una política escalonada para la presa El Cajón y cuatro políticas escalonadas para la presa Aguamilpa, se escogió la 4 política escalonada para Aguamilpa ya que ésta proporcionó los mejores resultados en el estudio anterior. Para la presa La Yesca se usarán políticas de descarga similares a las de la presa El Cajón. Estas políticas se presentan en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4. Políticas de descarga escalonada iniciales de cada presa.

La Yesca		El Cajón		Aguamilpa	
Elevación	Q _{descarga}	Elevación	Q _{descarga}	Elevación	Q _{descarga}
[msnm]	[m ³ /s]	[msnm]	[m ³ /s]	[msnm]	[m ³ /s]
518.0	0	346.0	0	190.0	0
575.0	0	391.0	0	219.9	0
575.1	2460	391.1	2460	220.0	1500
575.9	2460	392.0	2460	223.0	1500
576.0	4900	392.1	4900	223.1	2600
577.1	6000	393.0	6000	224.0	4000
578.0	11000	393.1	11000	227.1	4000
579.0	11000	395.0	11000	227.5	5500
				228.0	7000
				230.0	7000
				230.1	9000
				231.0	11000
				235.0	11000

Se transitaron las avenidas asociadas a un periodo de retorno de 10000 años con duración de 30 días presentada en la Figura 3.7. Los resultados obtenidos con el escenario 1 se presentan en la

Figura 3.16 y los del escenario 2 en la Figura 3.17; el lado izquierdo de cada figura corresponde a los hidrogramas de entrada (I) y de salida (O) de cada presa y el derecho a la evolución en la elevación del embalse en el tiempo en que se transita la avenida. De acuerdo con los resultados obtenidos en los tránsitos, para las políticas de descarga escalonadas en las presas La Yesca y El Cajón, el nivel del embalse nunca es mayor que el NAME, por el contrario para la presa Aguamilpa el nivel del NAME es excedido aproximadamente 3 m.

De acuerdo con los resultados obtenidos, las políticas de descarga escalonada de la presa El Cajón deben modificarse de modo que las descargas estén mejor reguladas, pues el nivel máximo en el embalse obtenido con ambos escenarios está aproximadamente un metro debajo del NAME. Las políticas de descarga escalona establecidas para Aguamilpa también deben modificarse, con el fin de evitar que los niveles máximos en la presa rebasen el NAME. El proceso para modificar las políticas se describe a continuación.

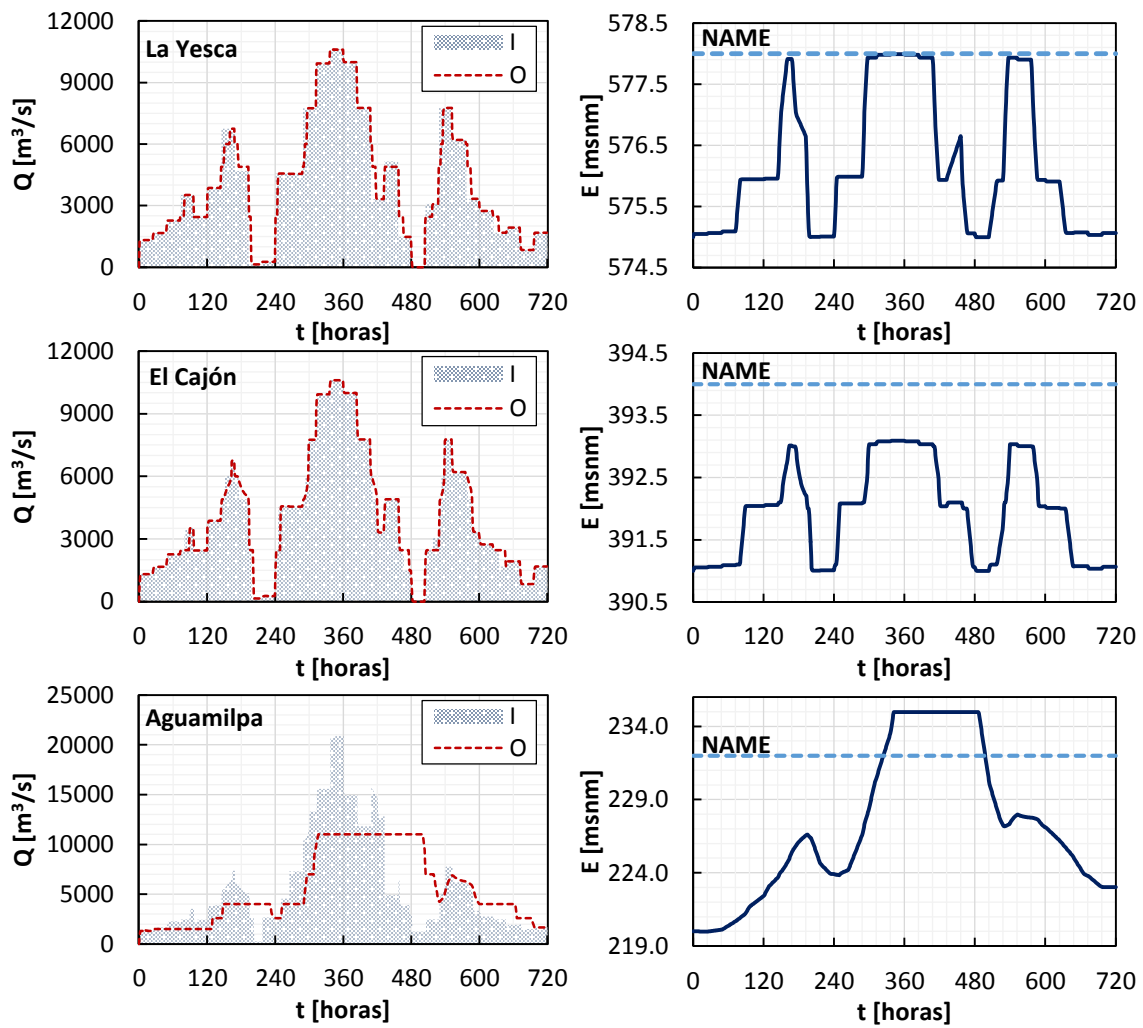


Figura 3.16. Resultados tránsito avenidas para $Tr=10000$ años –Escenario 1.

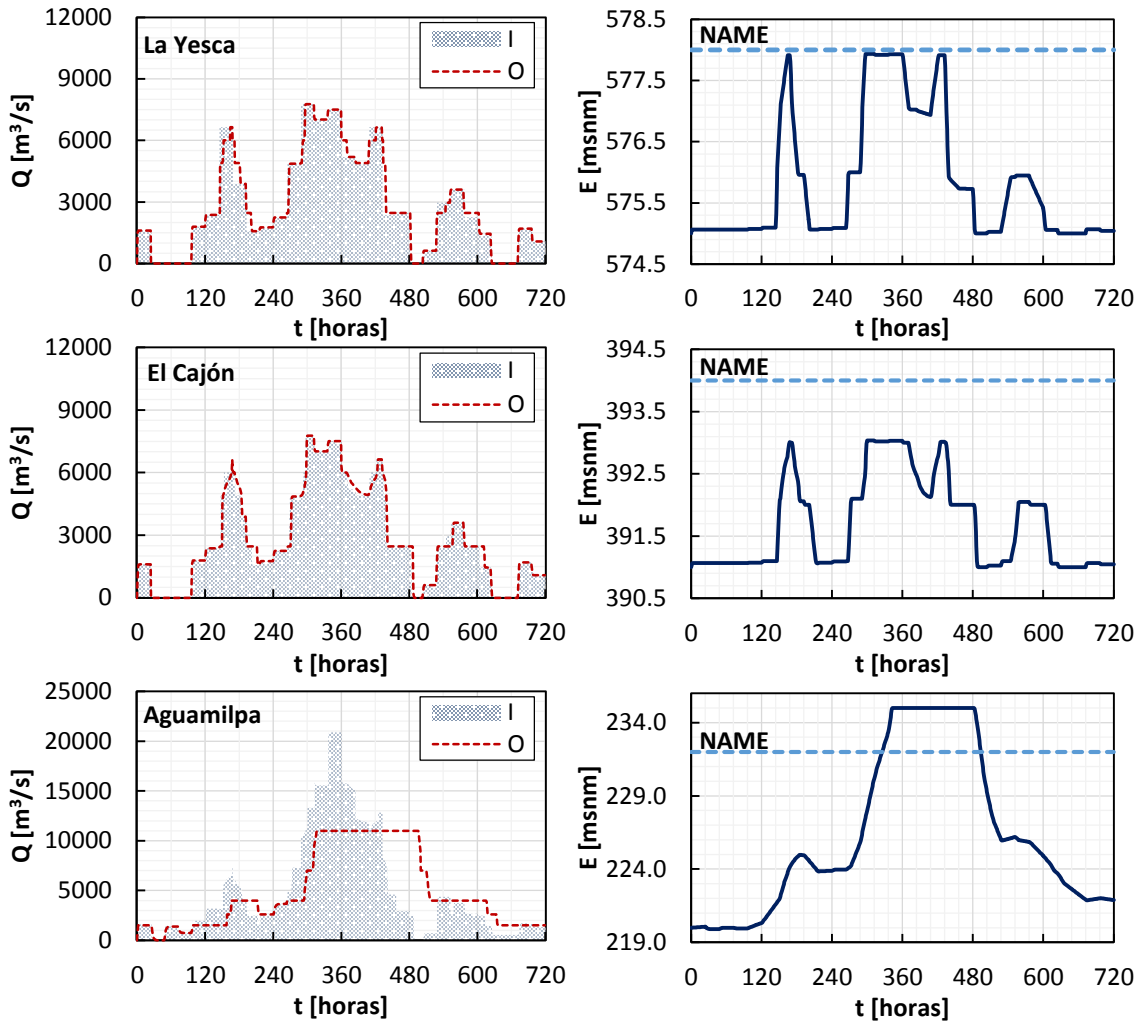


Figura 3.17. Resultados tránsito avenidas para $T_r=10000$ años –Escenario 2.

Se estima la capacidad máxima de descarga de los vertedores, considerando la descarga libre para conocer la capacidad máxima de la obra de excedencias de cada presa. Se usa la expresión (3.7) y se obtienen las curvas-descarga presentadas en la Figura 3.18.

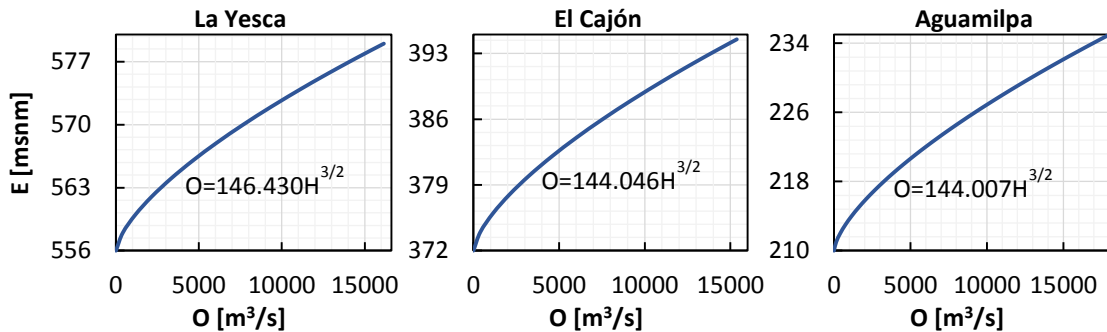


Figura 3.18. Curva elevaciones – descarga libre de los vertedores.

La capacidad de descarga de los vertedores al NAME es 15110, 14864 y 14860 m^3/s para las presas La Yesca, El Cajón y Aguamilpa respectivamente.

Se proponen nuevas políticas de descarga para las tres presas, que logran disminuir considerablemente las elevaciones en la presa Aguamilpa, pues como se vio anteriormente con las políticas de descarga actuales los niveles máximos en esta presa están arriba del NAME en un periodo de tiempo aproximado de 7 días. En la Tabla 3.5 se presentan las políticas de descarga 1 propuestas para las tres presas.

Tabla 3.5. Políticas de descarga 1 para cada presa.

La Yesca		El Cajón		Aguamilpa			
Elevación	O-Esc.	Elevación	O-Esc.	Elevación	O-Esc.	Elevación	O-Esc.
[msnm]	[m ³ /s]	[msnm]	[m ³ /s]	[msnm]	[m ³ /s]	[msnm]	[m ³ /s]
518.00	0	346.00	0	190.00	0	227.96	10090
575.00	0	391.00	0	220.00	0	228.00	10990
575.01	2460	391.01	2460	220.01	4550	228.96	10990
575.96	2460	392.16	2460	220.96	4550	229.00	11920
576.00	5000	392.20	4900	221.00	5250	229.96	11920
576.96	5000	392.96	4900	221.96	5250	230.00	12880
577.00	6000	393.00	6000	222.00	5980	230.96	12880
577.96	6000	393.96	6000	222.96	5980	231.00	13850
578.00	10650	394.00	10650	223.00	6740	231.96	13850
579.00	10650	394.50	10650	223.96	6740	232.00	14860
				224.00	7540	232.96	14860
				224.96	7540	233.00	15880
				225.00	8360	233.96	15880
				225.96	8360	234.00	16930
				226.00	9210	234.56	16930
				226.96	9210	234.60	17500
				227.00	10090	235.00	17500

En la Figura 3.19 se comparan las políticas de descarga 1 propuestas (línea azul) para las tres presas con las curvas de descarga libre de los vertedores (línea roja). Para las presas La Yesca y El Cajón la capacidad del vertedor descargando libremente es mucho mayor que la de las políticas escalonadas, mientras que la de Aguamilpa está limitada por la descarga libre del vertedor. En la figura se observa que las políticas escalonadas nunca rebasan la capacidad del vertedor.

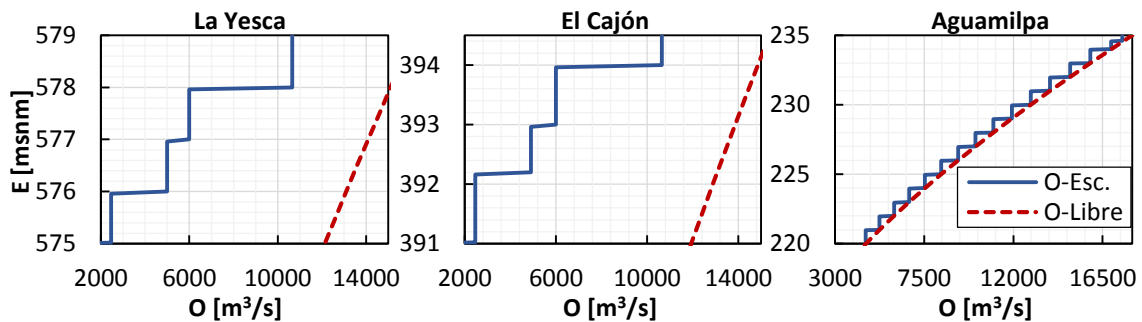


Figura 3.19. Políticas de descarga 1 para cada presa.

Se transitaron las avenidas asociadas a un periodo de retorno de 10000 años con duración de 30 días presentadas en la Figura 3.7 (ya que a priori no se conoce la duración real de la avenida) con

las políticas de descarga 1 propuestas. Los resultados obtenidos con el escenario 1 se presentan en la Figura 3.20 y los del escenario 2 en la Figura 3.21. De acuerdo con los resultados obtenidos en los tránsitos, para las políticas de descarga escalonadas propuestas en las presas La Yesca y El Cajón, el nivel del embalse nunca es mayor que el NAME; por el contrario para la presa Aguamilpa, para los dos escenarios el nivel del NAME es excedido. Para el escenario 1 el nivel máximo en Aguamilpa es levemente mayor que el del escenario 2, mientras que para el escenario 2 el tiempo en el que el NAME es excedido es levemente mayor el del escenario 1.

Los resultados de los tránsitos obtenidos para los demás periodos de retorno se presentan en el anexo B.

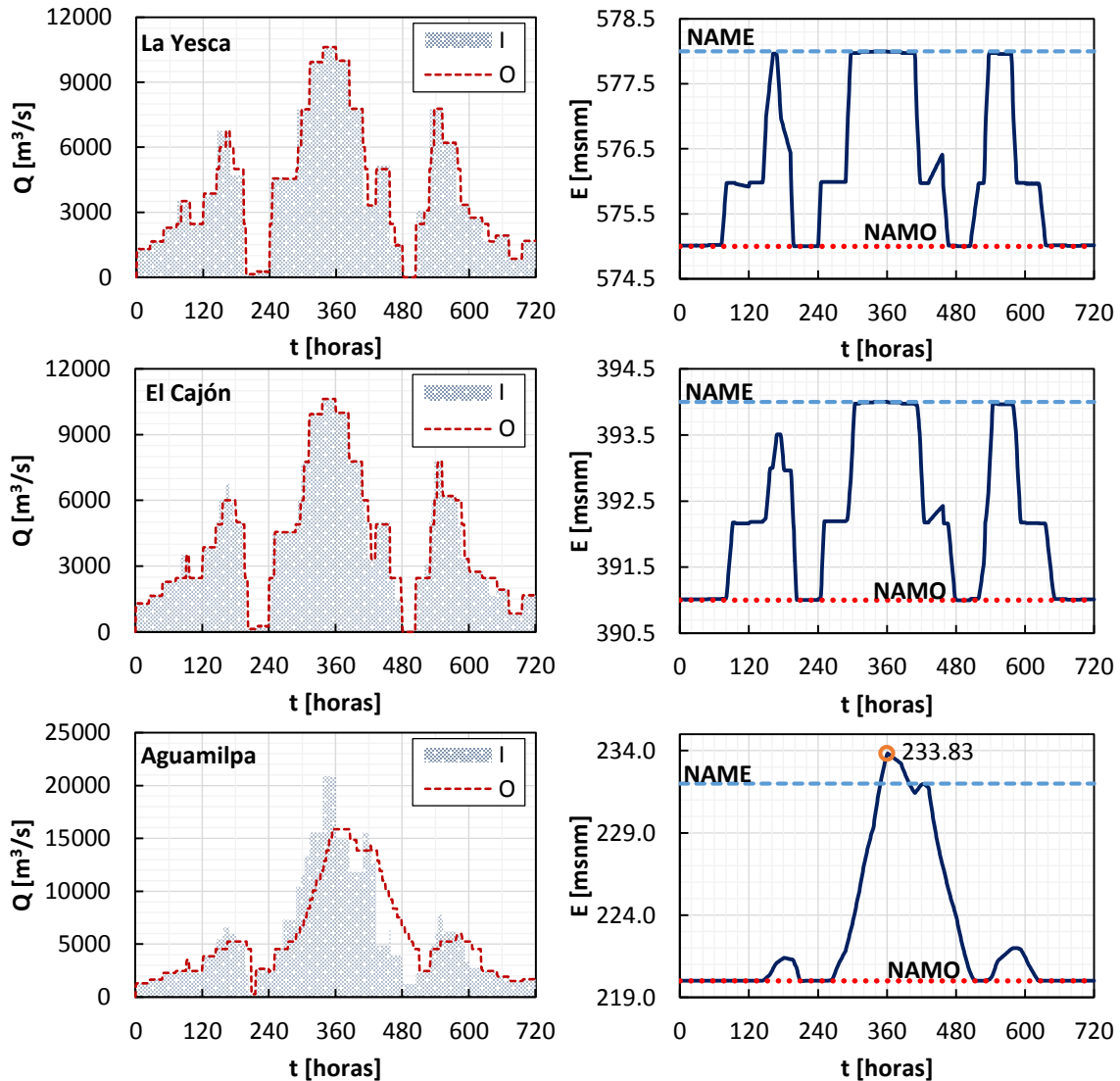


Figura 3.20. Resultados tránsito avenidas para $T_r=10000$ años –Escenario 1. Política de descarga 1.

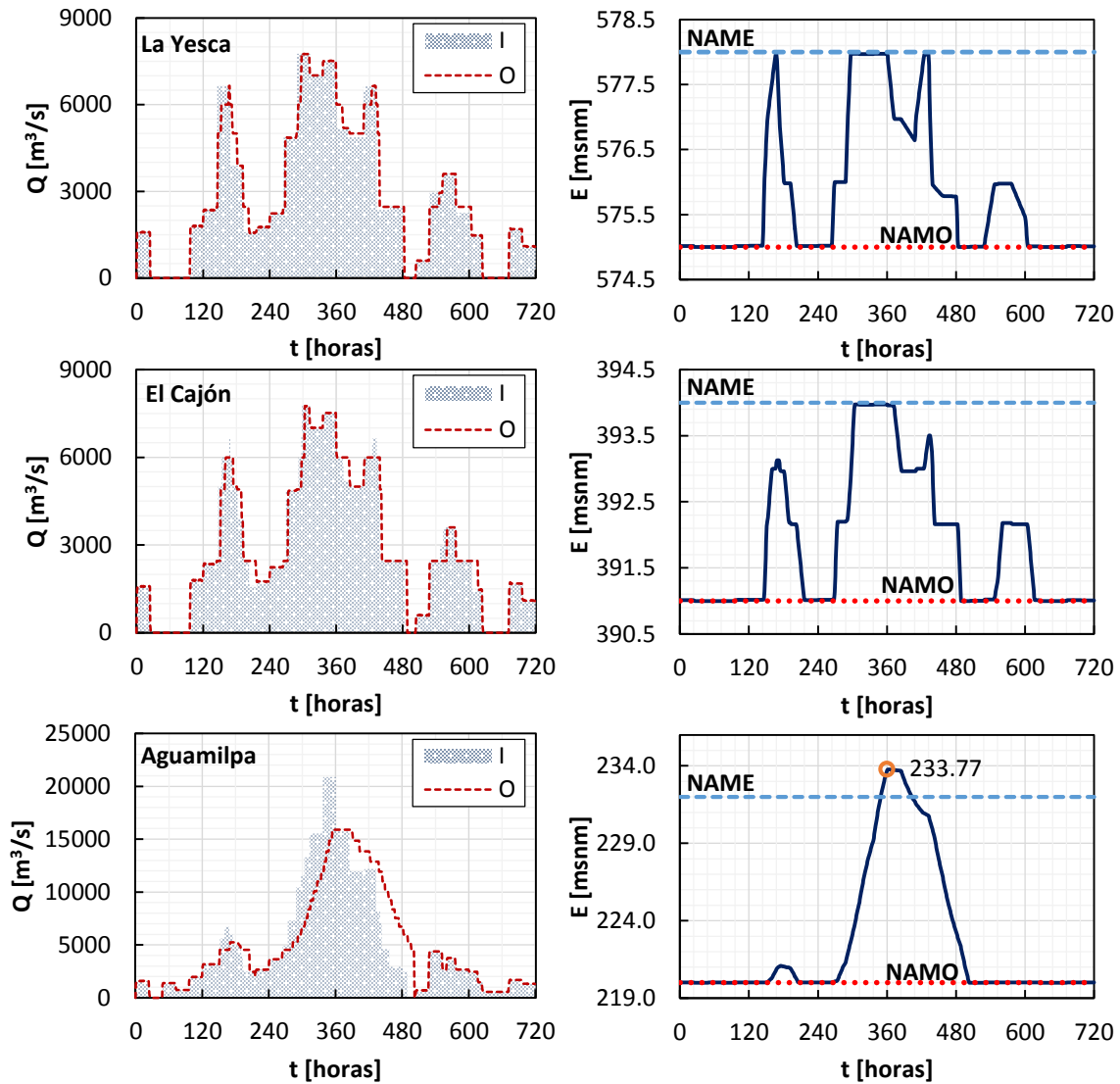


Figura 3.21. Resultados tránsito avenidas para $T_r=10000$ años –Escenario 2. Política de descarga 1.

Se consideran 3 políticas de descarga adicionales para la presa Aguamilpa:

- La política de descarga 2 supone las mismas políticas de descarga 1, considerando adicionalmente que las turbinas trabajan a su capacidad de diseño (con un gasto de diseño total de $720 \text{ m}^3/\text{s}$).
- La política de descarga 3 considera el vertedor con descarga libre (ver Figura 3.18).
- La política de descarga 4 considera el vertedor con descarga libre, considerando adicionalmente que las turbinas trabajan a su capacidad de diseño (con un gasto de diseño total de $720 \text{ m}^3/\text{s}$).

En la Figura 3.22 se presentan los resultados obtenidos para la presa Aguamilpa con las políticas de descarga 2, 3 y 4 para el escenario 1. La condición menos crítica para la seguridad de la presa es la obtenida con la política de descarga 4, ya que, aunque con este análisis el nivel máximo en el embalse es aproximadamente 75 cm mayor que el NAME, se reduce 1.1 m la elevación máxima respecto a la obtenida con la política descarga 1. Además de todas las políticas analizadas, con la política 4 el nivel del NAME es excedido en tiempo menor.

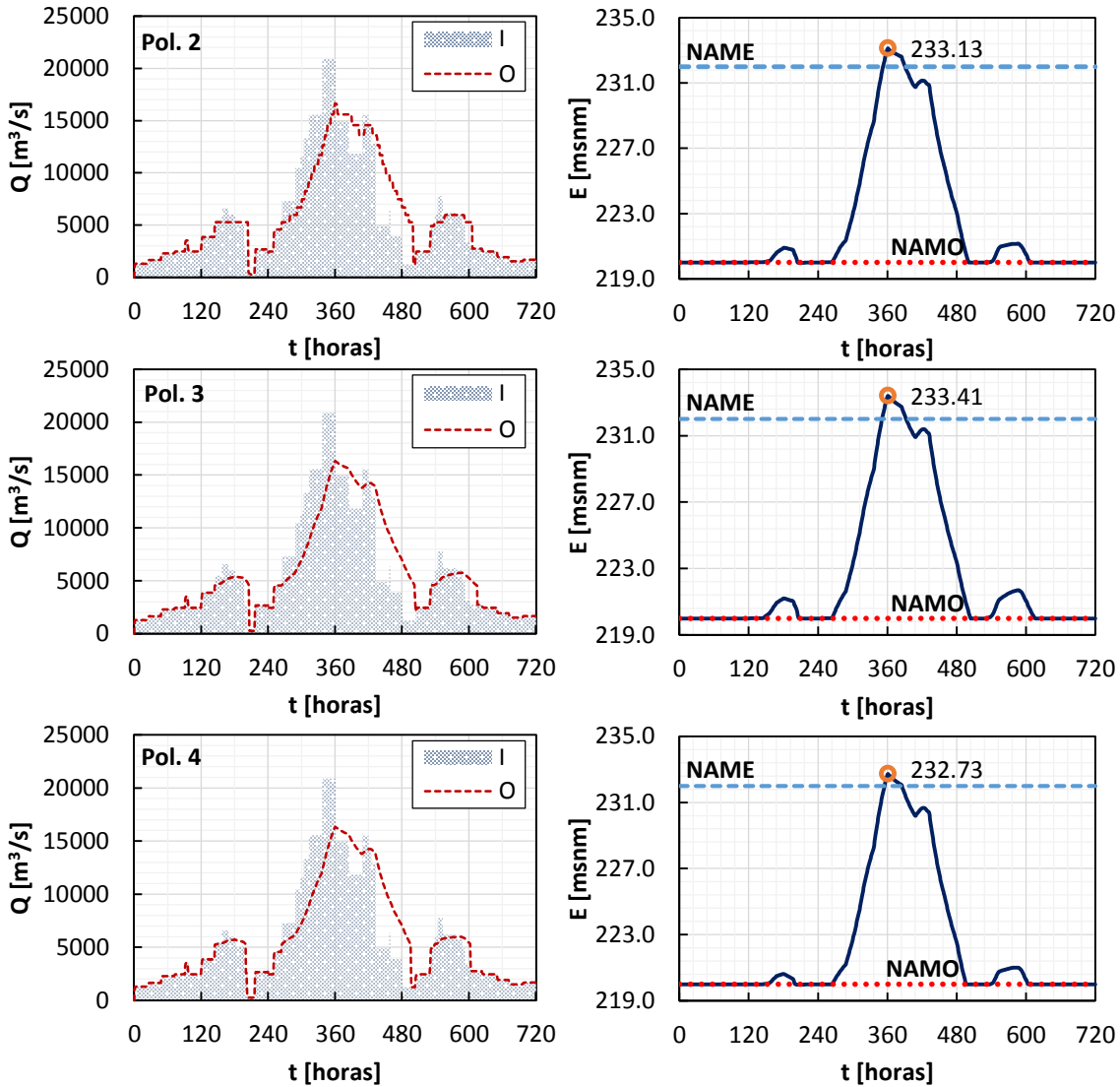


Figura 3.22. Resultados tránsito avenidas para $T_r=10000$ años en Aguamilpa–Escenario 1. Políticas de descarga 2, 3 y 4.

En la Figura 3.23 se presentan los resultados obtenidos para la presa Aguamilpa con las políticas de descarga 2, 3 y 4 para el escenario 2. La condición menos crítica para la seguridad de la presa es la obtenida con la política de descarga 4, ya que, aunque con este análisis el nivel máximo en el embalse es aproximadamente 70 cm mayor que el NAME, se reduce 1.1 m la elevación máxima respecto a la obtenida con la política de descarga 1. Además de todas las políticas analizadas, con la política 4 el nivel del NAME es excedido en un tiempo menor.

De manera general se puede decir que para las 4 políticas propuestas en este estudio, los niveles máximos en la presa Aguamilpa para los dos escenarios son similares, los resultados del escenario 1 presentan niveles aproximadamente 5 cm más altos que los del escenario 2; respecto al tiempo en el que el NAME es excedido, con los dos escenarios se tienen prácticamente los mismos resultados, con una duración aproximadamente de 3 horas más para el escenario 2 (Tabla 3.6).

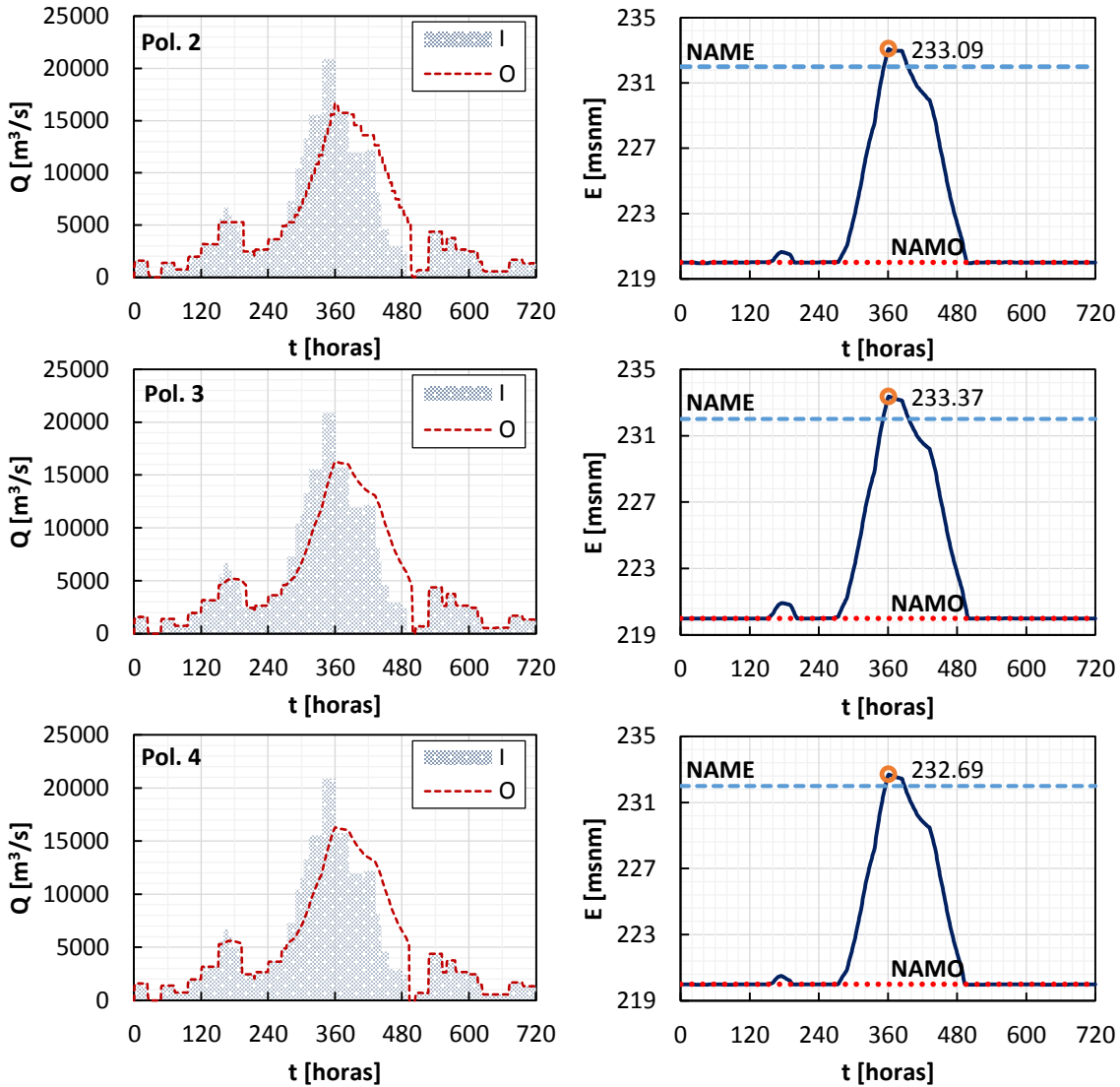


Figura 3.23. Resultados tránsito avenidas para $T_r=10000$ años en Aguamilpa–Escenario 2. Políticas de descarga 2, 3 y 4.

Tabla 3.6. Tiempo [horas] en que el NAME es excedido.

	Pol. 1	Pol. 2	Pol. 3	Pol. 4
Escenario 1	50	38	42	30
Escenario 2	54	42	45	33

Una vez realizado los tránsitos y de acuerdo con los resultados obtenidos, se define la duración crítica de la avenida. Para el escenario 1, de acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 3.20 la duración de la avenida en la presa La Yesca es de 12 días, es decir el hidrograma de diseño tiene una duración de 287 horas (desde las 217 hasta las 504 horas). De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 3.21 la duración de la avenida en la presa La Aguamilpa es de 13 días, es decir el hidrograma de diseño tiene una duración de 301 horas (desde las 203 hasta las 480 horas).

Para el escenario 2, de acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 3.22 la duración de la avenida en la presa La Yesca es de 12 días, es decir el hidrograma de diseño tiene una duración de 275 horas (desde las 205 hasta las 480 horas). De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura

3.23 la duración de la avenida en la presa La Aguamilpa es de 12 días, es decir el hidrograma de diseño tiene una duración de 286 horas (desde las 194 hasta las 480 horas).

Para abarcar todas las duraciones de las avenidas de diseño obtenidas con los dos escenarios, se considera que la duración de las avenidas de diseño es de 13 días en las tres presas.

3.4 CONCLUSIONES

Se estimaron las avenidas de diseño para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 y 10000 años para la cuenca total de la presa La Yesca y para las cuencas propia y total de la presa Aguamilpa, se obtuvo que la duración crítica de las avenidas en las tres presas es de 13 días.

Para obtener los cambios de almacenamiento en las presas del río Santiago, el tránsito de las avenidas en el sistema debe tener en cuenta que el sistema opera en cascada, el hidrograma de entrada a la presa La Yesca es la avenida de diseño obtenida para la cuenca total de la Yesca, el hidrograma de entrada a la presa El Cajón corresponde al hidrograma de salida de la presa La Yesca y el hidrograma de entrada a la presa Aguamilpa corresponde al hidrograma de salida de la presa El Cajón más la avenida de diseño obtenida para las aportaciones por cuenca propia de Aguamilpa.

Debido a que es poco probable que las crecientes máximas en la cuenca propia de Aguamilpa y en La Yesca se presenten al mismo tiempo, se analizaron dos escenarios, el escenario 1 considerando la creciente concentrada en La Yesca y el escenario considerando la creciente concentrada en la cuenca propia de Aguamilpa. Se realizó el tránsito en el sistema de acuerdo con un análisis de simultaneidad, obteniendo factores de reducción para cada hidrograma de acuerdo con el escenario analizado, con el fin de que la suma de los hidrogramas de la presa La Yesca y la cuenca propia de Aguamilpa sean prácticamente los mismos que los de la cuenca total de Aguamilpa, pues si estos se suman individualmente se sobreestimaría la avenida de diseño.

En la Figura 3.24 se presenta los resultados obtenidos con la política de descarga escalonada 1 para las presas La Yesca y El Cajón; y la política de descarga 4 para la presa Aguamilpa, en la que se considera el vertedor con descarga libre y las turbinas trabajando a su capacidad de diseño (con un gasto de diseño total de $720 \text{ m}^3/\text{s}$). Ésta proporcionó las condiciones menos desfavorables para la seguridad de la presa Aguamilpa, de acuerdo con las avenidas críticas obtenidas para el sistema de presas. El lado izquierdo de cada figura corresponde a los hidrogramas de entrada (*I*) y de salida (*O*) de cada presa y el derecho a la evolución en la elevación (*E*) del embalse en el tiempo en que se transita la avenida, *E1* y *E2* corresponden a los resultados de los escenarios 1 y 2 respectivamente. De acuerdo con los resultados se puede observar que:

- En las presas La Yesca y El Cajón el hidrograma de entrada obtenido con el escenario 1 tiene el gasto pico mayor que el del escenario 2, pero el hidrograma obtenido para el escenario 2 tiene mayor volumen, es importante transitar las dos avenidas para encontrar el gasto salida máximo en la presa.
- Para las presas La Yesca y El Cajón, que cuentan con un vertedor de descarga controlada por compuertas, la condición de operación con las políticas de descarga escalonadas establecidas en este estudio es segura, ya que para los escenarios analizados en el tránsito de las avenidas el nivel del NAME no es rebasado. La capacidad máxima del vertedor La Yesca es de 15110 y del Cajón es de $14864 \text{ m}^3/\text{s}$, los gastos de salida máximos que se obtuvieron fueron aproximadamente de $10615 \text{ m}^3/\text{s}$ para ambas presas con el escenario 1.
- Las presas La Yesca y El Cajón tienen poca capacidad de regulación, su hidrograma de salida es prácticamente el mismo de entrada.

- En la presa Aguamilpa se puede observar que los hidrogramas de entrada obtenidos con los dos escenarios son similares (esto se debe al análisis de simultaneidad), el hidrograma de salida es prácticamente el mismo, al igual que la evolución de los niveles en el vaso. Aunque esta presa tiene mayor capacidad de regulación podría estar en riesgo, debido a que, con las políticas de descarga establecidas en este estudio el nivel del NAME es excedido aproximadamente 75 cm.
- Es importante plantear alternativas de solución para garantizar la seguridad de la presa Aguamilpa. La presa Aguamilpa tiene un bordo libre 3 m, se podría analizar si reduciendo éste 75 cm el oleaje en el vaso no sobrepase el nivel de la cortina.

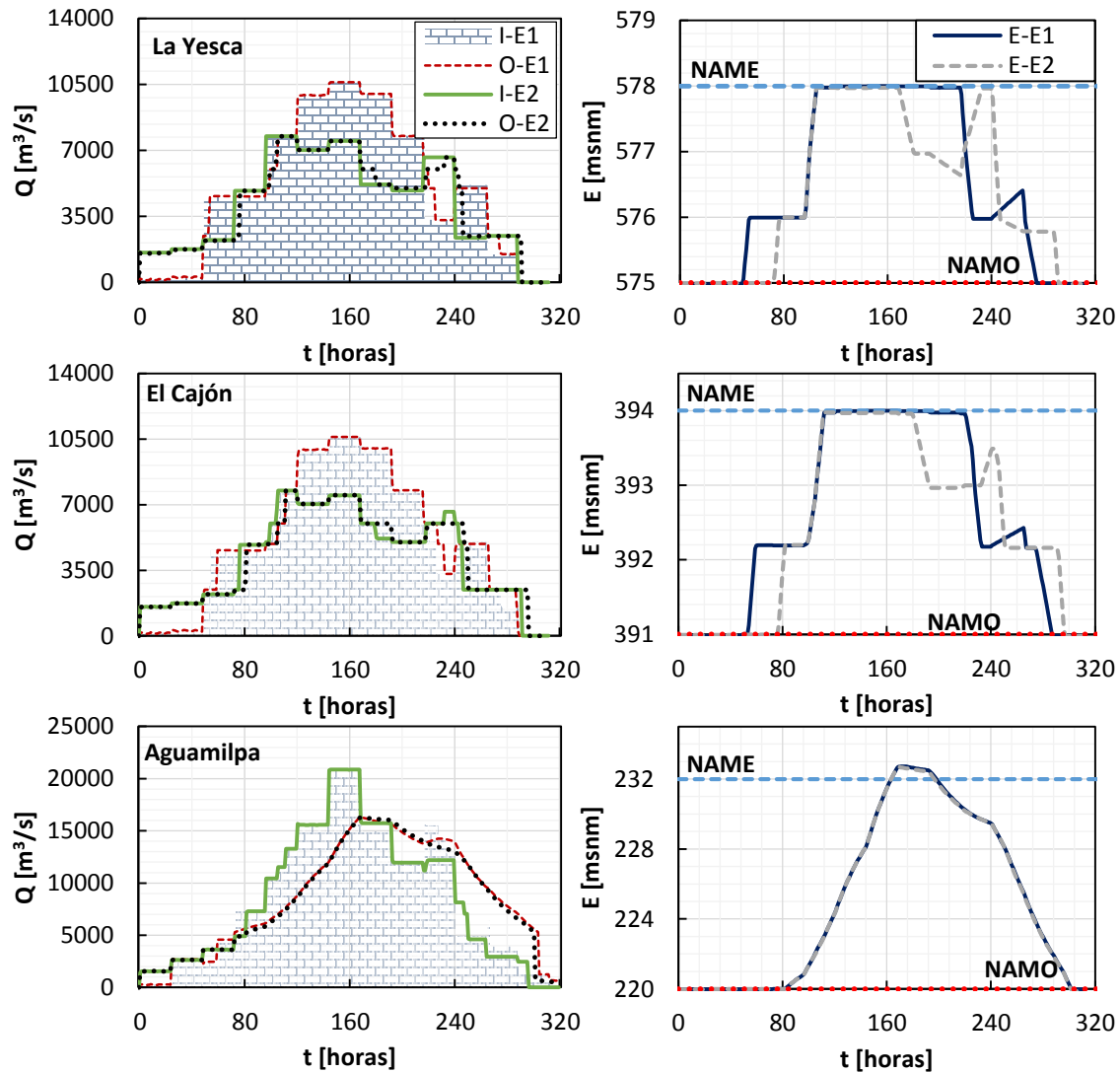


Figura 3.24. Resultados tránsito duración crítica de las avenidas para $Tr=10000$ años –Escenario 1 y 2.

Con la política de descarga 4 la presa Aguamilpa tiene capacidad para transitar avenidas con periodos de retorno de hasta 5000 años, sin que el nivel máximo sobrepase el nivel del NAME. Con la avenida de 5000 años se obtuvo un nivel máximo en el embalse de 231.5 msnm y un gasto de salida máximo de 15080 m³/s, 720 m³/s corresponde al gasto turbinado y 14360 m³/s a la descarga del vertedor.

Aunque con la política de descarga 4 se obtuvieron las mejores condiciones de seguridad para la presa Aguamilpa, se recomienda que, cuando se tenga certeza de que la magnitud de la avenida sea menor que la de 5000 años, de acuerdo con los registros en la estación Chapalagana, y los gastos de entrada en la presa La Yesca, usar la política de descarga 1 en las tres presas. Con esta política para avenidas de diseño de 2000 años el nivel máximo en la presa Aguamilpa no rebasa el NAME. En la Figura 3.25 se presentan los resultados obtenidos con el tránsito para la avenida de 2000 años, los gastos de salida máximos que se obtuvieron fueron aproximadamente 8920 m³/s para Las presas La Yesca y El Cajón presas con el escenario 1. Para la presa Aguamilpa el gasto pico de salida fue 12880 m³/s y la elevación máxima en el embalse 231 msnm.

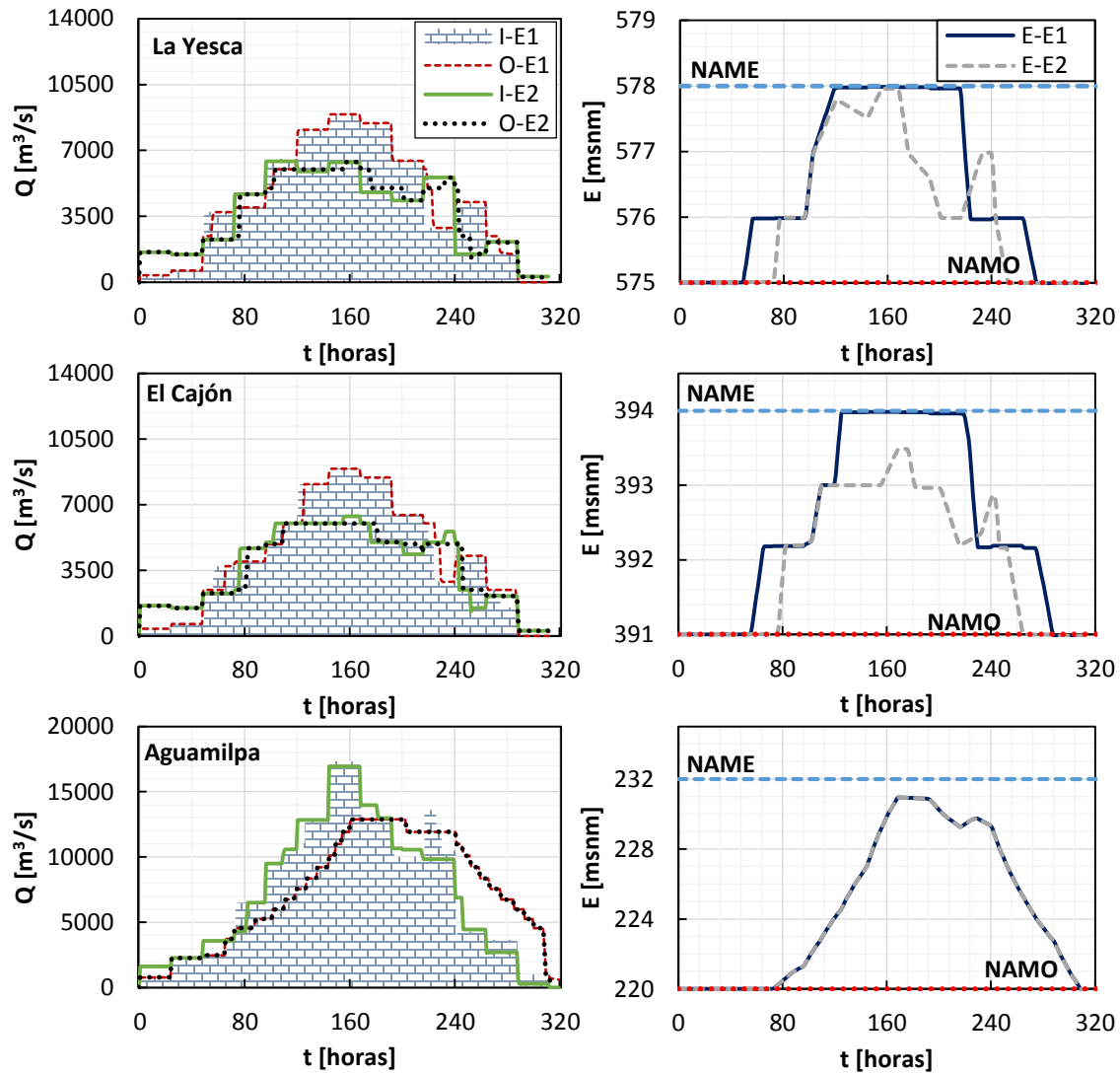


Figura 3.25. Resultados tránsito duración crítica de las avenidas para Tr=2000 años –Escenario 1 y 2. Políticas de descarga 1.

4 ACTUALIZACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE OPERACIÓN A LARGO PLAZO

4.1 INTRODUCCIÓN

Una política de operación se entiende como una regla que indica los volúmenes de agua que deben extraerse en determinados lapsos, tomando en cuenta el estado actual del sistema que depende del volumen almacenado en las presa en cada época del año; dichas políticas deben actualizarse periódicamente debido a los cambios que presentan las variables hidrológicas por la ocurrencia de eventos extremos y al consecuente cambio en el patrón de los escurrimientos. En este estudio se actualizaron las políticas de operación del sistema de presas en cascada del río Santiago, formado por La Yesca, El Cajón y Aguamilpa, tomando en cuenta el concepto de curva guía, la cual establece los niveles que no deben ser excedidos en las presas con el fin de evitar riesgos aguas abajo de los embalses durante su operación, se tomaron como referencia las curvas guía establecidas por Domínguez et al., (2009).

Para obtener las políticas de operación se hizo uso de la programación dinámica estocástica, que permite obtener el beneficio óptimo por generación de electricidad manteniendo los niveles de almacenamiento por debajo de la curva guía, reduciendo la probabilidad de derrames por el vertedor y de déficit en el sistema. Las políticas de operación se determinaron en quincenas, y con cada política y con los volúmenes de ingreso del registro histórico se simuló el funcionamiento del sistema y se obtuvo la energía total, el almacenamiento mínimo, y los derrames y déficit que podrían presentarse.

Se generaron 10 series sintéticas del mismo tamaño de las series registradas, y se simuló el funcionamiento del sistema de acuerdo con las políticas consideradas como las adecuadas.

4.2 METODOLOGÍA

4.2.1 Políticas de operación óptimas

Las políticas de operación del sistema hidroeléctrico del río Santiago se determinaron usando la metodología de la programación dinámica estocástica (PDE), que se basa en el principio de optimización de Bellman (1957), tomando en cuenta el carácter aleatorio del volumen del ingreso x en cada presa. Se consideraron los embalses divididos en NS estados (el estado es la situación del embalse al inicio i y al final j de cada etapa), de acuerdo con la capacidad útil de cada uno y proponiendo un intervalo ΔV para hacer la discretización del problema. Las variables de decisión corresponden a las extracciones k en el sistema en cada etapa del año. En la Figura 4.1 se presentan las variables de discretización usadas en cada presa.

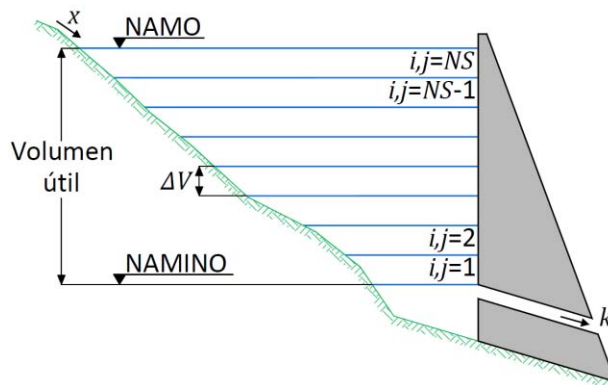


Figura 4.1. Variables de discretización usadas en cada presa.

La ecuación de continuidad que gobierna el funcionamiento de una presa, aplicado a un intervalo de tiempo Δt (etapa), se expresa como:

$$S_j = S_i + VI_j - VS_j \quad (4.1)$$

Donde:

S_j : almacenamiento al final del intervalo Δt .

S_i : almacenamiento al inicio del intervalo Δt .

VI_j : volumen de ingreso durante el intervalo Δt .

VS_j : volumen extraído durante del intervalo Δt .

El volumen del ingreso VI_j es aleatorio, constituye la componente estocástica y no controlable del sistema, su función de probabilidades depende principalmente de la época del año a la que pertenece el intervalo de tiempo. La condición inicial S_i define el estado del sistema y VS_j es la variable de control o decisión del sistema. Los almacenamientos y las extracciones en el sistema están sujetos a las restricciones:

$$\begin{aligned} VS_{mín} &\leq VS \leq VS_{máx} \\ S_{mín} &\leq S \leq S_{máx} \end{aligned} \quad (4.2)$$

Como se mencionó anteriormente el embalse se divide en NS estados de acuerdo con su capacidad útil, con intervalos de magnitud ΔV como se muestra en la Figura 4.1. Si se usa el mismo intervalo para discretizar todas las variables, la ecuación (4.1) se puede expresar como:

$$j = i + x - k \quad (4.3)$$

Restricciones:

$$\begin{aligned} 1 &\leq j \leq NS \\ 1 &\leq x \leq nx \\ kmín &\leq k \leq kmáx \end{aligned} \quad (4.4)$$

Donde:

$j=1,2,\dots,NS$: volumen almacenado por unidad de ΔV al final de la etapa.

$i=1,2,\dots,NS$: volumen almacenado por unidad de ΔV al inicio de la etapa.

$x=1,2,\dots,Nx$: volumen de ingreso por unidad de ΔV durante la etapa.

$k=1,2,\dots,Nk$: volumen de extracción por unidad de ΔV durante la etapa.

$NS=1,2,\dots,NS$: números de estados definidos para cada presa.

nx : números de datos de la probabilidad de ingreso.

$kmín$: volumen de extracción mínima por unidad de ΔV durante la etapa.

$kmáx$: volumen de extracción máxima por unidad de ΔV durante la etapa.

Al considerar las variables de forma discreta, el beneficio que corresponde 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. Los beneficios en esa etapa se pueden expresar como $b_n^k(i, j)$.

Durante la operación de una presa se pueden presentar dos condiciones que se desean evitar: que llueva mucho y el almacenamiento al final de una etapa sea mayor que el NAMO (Nivel de Aguas

Máximas Ordinarias), lo cual implica un derrame; o bien, que llueva poco y el almacenamiento al final de una etapa sea menor al NAMINO (Nivel de Aguas Mínimo de Operación), lo que implica un déficit, y no se podrán satisfacer las demandas prometidas.

Al tratarse de un sistema hidroeléctrico, el objetivo principal es la generación de energía y la función objetivo consiste en la maximización del valor esperado del beneficio total por generación, considerando penalizaciones en caso de déficit, derrame o rebase de la curva guía. La función objetivo queda de la forma siguiente:

$$FO = MáxE \left[\sum_{i=1}^{NP} (EG_i - C_{der_i} Der_i - C_{def_i} Def_{ii} - C_{CG_i}) \right] \quad (4.5)$$

Donde:

FO : función objetivo.

$E[]$: operador del valor esperado.

i : subíndice que va de 1 al número de presas (NP), con $i=1$ para La Yesca, $i=2$ para El Cajón e $i=3$ para Aguamilpa.

EG : energía generada en cada presa, en Gigavatio-hora por quincena.

C_{der} : coeficiente de penalización por derrame.

C_{def} : coeficiente de penalización por déficit.

C_{CG} : coeficiente de penalización por rebase la curva guía.

Der : magnitud del derrame, en millones de metros cúbicos.

$Déf$: magnitud del déficit, en millones de metros cúbicos.

Para cada intervalo de tiempo analizado la energía generada en cada presa se obtiene con la expresión:

$$EG = \frac{(H_j + H_i)}{2} V \left(\frac{9.81\eta}{3600} \right) \quad (4.6)$$

Donde:

H_j : carga al final del intervalo con respecto al nivel de desfogue, en metros.

H_i : carga al inicio del intervalo con respecto al nivel de desfogue, en metros.

V : volumen turbinado en el intervalo en el intervalo, en metros cúbicos.

η : eficiencia del sistema.

La programación dinámica estocástica establece que el beneficio total en la presa se obtiene con la ecuación recursiva siguiente:

$$B_n^k(i) = \sum P_n^k(i, j) [b_{n,k}(i, j) + B_{n+1}^*(j)] \quad (4.7)$$

Donde:

$B_n^k(i)$: beneficio hasta la etapa n , dada la política de operación k y el estado inicial i .

$P_n^k(i, j)$: probabilidades asociadas a cada etapa n , de tener un ingreso tal que, para la extracción k se pase del estado inicial i al estado final j .

$b_{n,k}(i,j)$: beneficio que se obtiene en la etapa n si se decide una extracción k y se pasa del estado inicial i al estado final j .

$B_{n+1}^*(i)$: beneficio esperado óptimo hasta la etapa $n+1$ dado el estado j .

La expresión (4.7) puede descomponerse en dos partes. La primera es aquella en la que el cálculo se repite porque las condiciones de la probabilidad del ingreso para cada etapa será la misma en todos los años N , a este cálculo se le llamará φ (cálculo de las fi) y se obtiene con la ecuación:

$$\varphi_n^k(i) = \sum P_n^k(i,j)b_{n,k}(i,j) \quad (4.8)$$

Donde:

$\varphi_n^k(i)$: valor esperado del beneficio inmediato en la etapa n , dada la condición inicial i y extracción k , estos valores dependen solo de la etapa del año, para evitar cálculos repetitivos se calculan solo para las n etapas en que se divide este. Para cada etapa estos valores son constantes en todos los años.

La segunda consiste en obtener el beneficio acumulado, expresión (4.9), asociado a cada extracción k , y seleccionar el óptimo $B_n^*(i) = \text{Máx}[B_n^{k^*}(i)]$ y la extracción correspondiente $K^*(i)$.

$$B_n^k(i) = \varphi_n^k(i) + \sum P_n^k(i,j)B_{n+1}^*(j) \quad (4.9)$$

Una vez obtenido los valores de $\varphi_n^k(i)$ para las n etapas, los términos restantes de la expresión (4.9) se calculan para las n etapas de la vida útil con el siguiente criterio:

1. Se propone un número de años N , después del cual los beneficios se consideran nulos.
2. Se encuentra el beneficio total en cada etapa; el proceso se inicia en orden cronológico descendente. La última etapa se inicia en $B_j^*(j) = 0$, para todas las j , por lo que los $B^*(i)$ para la etapa anterior a la última son los máximos de las φ de la última etapa. Se comienza el recorrido de las etapas en sentido contrario al tiempo y se resuelven las ecuaciones iterando hasta que las diferencias entre dos años consecutivos cumplen una tolerancia establecida que garantiza convergencia y estabilidad de la solución. Al cumplirse esa condición el cálculo termina y la política óptima estará dada por los valores $k_{n,l}^*(i)$ con su respectivo beneficio (B^*) correspondientes al último ciclo calculado.

Cuando el sistema a optimizar consta de tres presas el problema es encontrar la política de extracciones $k_{n,l}^*(i_1, i_2, i_3)$ que indica la cantidad de agua que se debe extraer del vaso i durante la etapa n , tomando en cuenta los estados iniciales en cada vaso (i_1, i_2, i_3) para que el beneficio acumulado a lo largo de las n etapas de operación de las presas sea el máximo. Este problema se resuelve usando la ecuación recursiva (Arganis, et al., 2012):

$$B_n^{k_1, k_2, k_3}(i_1, i_2, i_3) = \sum_{j_1=1}^{NS_1} \sum_{j_2=1}^{NS_2} \sum_{j_3=1}^{NS_3} A(bpar) + B_{n+1}^*(j_1, j_2, j_3) \quad (4.10)$$

Siendo:

$$A = q_{n,k_1}(i_1, j_1)q_{n,k_2}(i_2, j_2)q_{n,k_3}(i_3, j_3) \quad (4.11)$$

$$bpar = b_{n,k_1}(i_1, j_1) + b_{n,k_1,k_2}(i_1, j_1, i_2, j_2) + b_{n,k_1,k_2,k_3}(i_1, j_1, i_2, j_2, i_3, j_3) \quad (4.12)$$

$$B_n^*(i_1, i_2, i_3) = \text{Máx}_{k_1, k_2, k_3} \left[B_n^{k_1, k_2, k_3}(i_1, i_2, i_3) \right] \quad (4.13)$$

Donde:

1,2,3: subíndices que identifican las presas: La Yesca (1), El Cajón(2) y Aguamilpa (3).

A: producto de las probabilidades de transición, $q_{nki}(i, j)$ dadas las extracciones k_1, k_2, k_3 , y los estados iniciales i , y los finales j de cada presa.

$bpar$: suma del beneficio en la etapa n , dados los estados iniciales i_1, i_2, i_3 y finales j_1, j_2, j_3 y sus respectivas extracciones k_1, k_2, k_3 .

$B_n^*(i_1, i_2, i_3)$: beneficio esperado hasta la etapa n en cada uno de los estados i_1, i_2, i_3 , dadas las extracciones k_1, k_2, k_3 .

$B_{n+1}^*(j_1, j_2, j_3)$: valor esperado óptimo correspondiente a la extracción óptima k^* en la etapa $n+1$.

Para minimizar el número de cálculos la ecuación (4.10) se reorganizó como:

$$B_n^{k_1, k_2, k_3}(i_1, i_2, i_3) = \varphi_n^{k_1, k_2, k_3}(i_1, i_2, i_3) + pb \quad (4.14)$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \varphi_n^{k_1, k_2, k_3}(i_1, i_2, i_3) = & \sum_{j_1=1}^{NS_1} q_{n,k_1}(i_1, j_1) b_{n,k_1}(i_1, j_1) + \\ & \sum_{j_2=1}^{NS_2} q_{n,k_2}(i_2, j_2) b_{n,k_1,k_2}(i_1, j_1, i_2, j_2) + \sum_{j_3=1}^{NS_3} q_{n,k_3}(i_3, j_3) b_{n,k_1,k_2,k_3}(i_1, j_1, i_2, j_2, i_3, j_3) \end{aligned} \quad (4.15)$$

$$pb = \sum_{j_1=1}^{NS_1} \sum_{j_2=1}^{NS_2} \sum_{j_3=1}^{NS_3} q_{n,k_1}(i_1, j_1) q_{n,k_2}(i_2, j_2) q_{n,k_3}(i_3, j_3) B_{n+1}^*(j_1, j_2, j_3) \quad (4.16)$$

La expresión (4.14) es equivalente a la obtenida para el caso de una presa (4.9), por lo tanto se sigue el mismo procedimiento para obtener el beneficio óptimo.

En algunos meses las autocorrelaciones entre los volúmenes de ingreso por cuenca propia son importantes, entonces la política de extracción puede modificarse con la finalidad de extraer un menor o mayor volumen, dependiendo de cómo fue el ingreso registrado en una quincena anterior y aprovechar así las posibilidades de pronóstico derivadas de dicha correlación. Para ello al volumen de extracción que se establece en la política de operación en una quincena q , se propone sea modificado con un *DELVOL* dependiendo de cómo es el ingreso en la quincena $q-1$, es decir:

$$K_{ModQ} = k_Q^*(i, q) + DELVOL(i, q) \quad (4.17)$$

Siendo:

$$DELVOL(i, q) = CDV(i, q) * P(i, q - 1) * [V(i, q - 1) - V_{med}(i, q - 1)] \quad (4.18)$$

Donde:

K_{Modq} : extracción modificada para considerar la autocorrelación de los volúmenes de ingreso de la presa i en la quincena q .

$k_Q^*(i,q)$: extracción indicada por la política de operación en la presa i en la quincena q .

$DELVOL$: volumen de extracción adicional para la presa i .

$CDV(i,q)$: factor de peso para modular la importancia que se quiera dar a la autocorrelación.

$P(i,q-1)$: pendiente de la regresión lineal entre los volúmenes de ingreso históricos en la quincena q y la quincena $q-1$.

$V(i,q-1)$: volumen de ingreso en la presa i en la quincena $q-1$.

$V_{med}(i,q-1)$: volumen medio en la presa i en la quincena $q-1$.

4.2.2 Simulación del sistema

Una vez obtenidas las políticas de operación se simula el funcionamiento del sistema, usando como variables de entrada al modelo los volúmenes de ingreso por cuenca propia y las curvas elevaciones-capacidades-áreas de los vasos, para obtener la energía total, el almacenamiento mínimo, y los derrames y déficit en cada presa. Para un sistema de presas en cascada la expresión (4.1) queda de la forma (4.19) y la simulación realiza de acuerdo con esta expresión.

$$S_j(p) = S_i(p) + VI_j(p) - VS_j(p) + VS_j(p-1) \quad (4.19)$$

Siendo:

$$VS_j(p) = K(p) + Der(p) + V_e(p) \quad (4.20)$$

$$V_e(p) = L_e(p) * A(p) \quad (4.21)$$

Donde:

$S_j(p)$: almacenamiento en la presa p al final del intervalo Δt .

$S_i(p)$: almacenamiento en la presa p al inicio del intervalo Δt .

$VI_j(p)$: volumen de ingreso por cuenca propia en la presa p durante el intervalo Δt .

$VS_j(p)$: volumen total de salida en la presa p durante el intervalo Δt .

$VS_j(p-1)$: volumen total de salida en la presa aguas arriba de la presa p , durante el intervalo Δt .

$K(p)$: volumen turbinado en la presa p durante del intervalo Δt .

$Der(p)$: en caso de derrames, volumen derramado en la presa p durante el intervalo Δt .

$V_e(p)$: volumen evaporado en la presa p al inicio del intervalo Δt .

$L_e(p)$: lamina de evaporación en la presa p al inicio del intervalo Δt .

$A(p)$: área del embalse p al inicio del intervalo Δt .

Para obtener el área del embalse se usan las curvas elevaciones-capacidades-áreas, que permiten obtener el área del embalse para una capacidad o elevación dada.

Cuando se presentan eventos de déficit en el sistema, se usa la siguiente expresión para obtener la magnitud de cada evento:

$$Def = K_{PO} - K_{RT} \quad (4.22)$$

Donde:

Def: magnitud del déficit.

K_{OP}: extracción marcada por la política de operación.

K_{RT}: extracción real por turbinas.

Si el almacenamiento en la presa al final del intervalo analizado es mayor a la capacidad de la presa al NAMO, ocurre derrame en el sistema y la magnitud de este evento se obtiene de acuerdo con la expresión:

$$Der = V_{NAMO} - S_j(p) \quad (4.23)$$

Donde:

Der: magnitud del derrame.

V_{NAMO}: capacidad total del vaso al NAMO.

4.2.3 Generación de series sintéticas

Las técnicas de generación de muestras sintéticas son herramientas estadísticas que permiten enfrentar problemas de planeación hídrica. Estas herramientas son muy importantes, pues permiten el análisis de problemas relacionados con el diseño, la planificación y operación de sistemas de aprovechamiento de los recursos hídricos.

Para corroborar el comportamiento de la política óptima se generan series sintéticas de los ingresos quincenales a las presas y se considera que en el espectro generado estarán los eventos que puedan ocurrir en el futuro.

Las series sintéticas se generan con el Método Svanidze modificado (Arganis J., 2004) que tiene la ventaja de que no requiere que los datos sean normales y logra reproducir las autocorrelaciones y las correlaciones cruzadas. El problema que tiene es la preservación de la correlación entre el último periodo del año *i* y el primer periodo del año *i+1*, pero lo anterior se resuelve identificando los periodos de más baja correlación y redefiniendo los años. Con dichas series se realiza la simulación, que intenta representar la operación real del sistema, y se verifica que los resultados obtenidos con cada política sean adecuados.

A continuación se indican los pasos para generar series de volúmenes quincenales por cuenca propia en un sistema de presas:

1. Se obtienen los registros históricos de las variables que se desean generar (volúmenes, gastos, precipitaciones).
2. Se calculan las correlaciones de la quincena *i* con la quincena *i+1* para identificar las quincenas en las que se presenta la autocorrelación más baja durante el año (generalmente se presentan al pasar de la época de estiaje a la época de avenidas o viceversa), y se reordenan los registros históricos, seleccionando como quincenas 1 y 24 aquellas que tienen la menor correlación.
3. Se determina el volumen anual para cada presa.
4. Se calcula el porcentaje de influencia de las series quincenales en el volumen anual para cada año.
5. Se calcula el volumen anual en todo el sistema. Es decir se suman los volúmenes anuales por cuenca propia de todas las presas que conforman el sistema.
6. Se estima el porcentaje de influencia de las series anuales de cada presa en el volumen anual total del sistema.

7. Se estiman los estadísticos media, desviación estándar y coeficiente de asimetría, de las series quincenales y anuales, además de las correlaciones cruzadas entre las series.
8. A las series registradas se les realiza un análisis de homogeneidad, con el fin de verificar que no se presenten tendencias y así sea posible que las series sintéticas preserven los estadísticos de la serie original. También se les realiza un análisis de independencia con el fin de verificar que la serie esté compuesta por variables aleatorias, y por lo tanto siga las leyes de la probabilidad.
9. Se define la ecuación de la función de distribución por generar $F_x(x)$. Para esto, a la serie de volumen anual total del sistema se le realiza un análisis de frecuencias y se obtiene la función de distribución que mejor se ajuste a ella, esta será la función de distribución $F_x(x)$.
10. Se genera un número aleatorio y_1 con función de densidad de probabilidad uniforme $[0,1]$.
11. Se considera que el valor y_1 , obtenido en el décimo paso, representa un valor de la función de distribución $F_x(x)$ y se despeja el valor correspondiente a x (x corresponde al evento estimado, en este caso el volumen anual total del sistema).
12. Los pasos 10 y 11 se repiten tantas veces como números se deseen generar. El proceso descrito entre los pasos 9 y 11 se muestra esquemáticamente en la Figura 4.2.

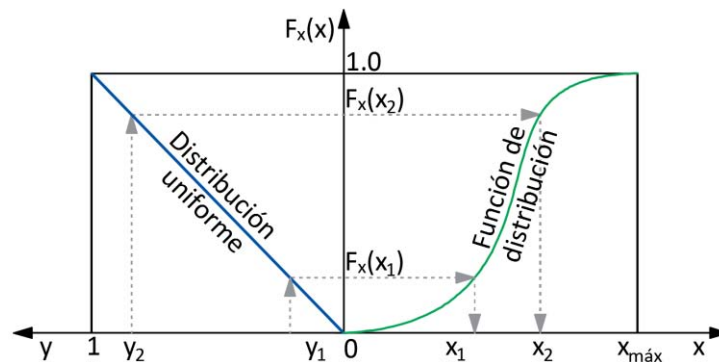


Figura 4.2. Generación de números aleatorios con función de distribución $F_x(x)$.

13. Para la selección de los años aleatorios se toma en cuenta que cada año hidrológico tiene la misma probabilidad de ser seleccionado, con una distribución uniforme; y la gráfica de la función de distribución acumulada corresponde a una línea recta. Para efectuar un muestreo aleatorio con reemplazo de los años (método de Monte Carlo), se generan años aleatorios con distribución uniforme, comprendidos entre los límites de los años hidrológicos históricos considerados.
14. A cada año aleatorio se le asigna el evento estimado en el paso 11.
15. Se realiza el producto del volumen total sintético calculado por el porcentaje de influencia de las series anuales de cada presa, obteniendo el volumen total anual sintético para cada presa.
16. Finalmente las n series sintéticas se obtienen al multiplicar las fracciones aleatorias de cada año aleatorio, obtenido en el paso 13, por el volumen total anual sintético calculado en el paso 15; esto se hace para cada presa.

Cuando los estadísticos de las series sintéticas no resultan similares a los de las series históricas, es probable que la hipótesis básica del método que supone independencia entre los totales anuales y la forma en que se distribuyen en las quincenas no se cumpla. En esos casos conviene realizar una modificación en la selección de los años aleatorios, separando los que se comportan distinto como se muestra en (Domínguez y Arganis, 2009).

4.3 RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.3.1 Series para la actualización de las políticas de operación óptima

Para la actualización de las políticas de operación del sistema de presas del río Santiago se obtuvieron volúmenes quincenales para la cuenca propia asociada a cada presa, usando las series de gastos medios diarios obtenidas en el apartado 3.3.1.

Relleno de datos faltantes

Para obtener las políticas de operación óptima a largo plazo se desean series continuas de los volúmenes quincenales por cuenca propia de cada presa, para tener una simulación con registros continuos, por lo tanto se rellenaron los datos faltantes de las series de registro quincenales. Para obtener los datos faltantes, se encontraron las estaciones que mejor se correlacionaban, de acuerdo con el coeficiente de correlación. Si se encontraba que las estaciones que mejor se correlacionaban tenían en común un año con dato faltante, se procedía a escoger la estación siguiente con el mejor coeficiente de correlación, y así sucesivamente. Se realizaron correlaciones de las series quincenales entre las estaciones:

- La Yesca con Santa Rosa y Santa Rosa I.
- El Caimán con Bolaños.
- Corona con Arcediano.
- Corona con Las Juntas.
- Huaynamota con Chapalagana.
- Chapalagana con El Platanito.

De esta manera se obtuvieron registros continuos para los volúmenes quincenales de todas las presas estudiadas (las ecuaciones obtenidas de las correlaciones quincenales se presentan en el anexo A).

4.3.2 Políticas de operación óptima y simulación del sistema

Se usaron los volúmenes de ingreso quincenal de 1952 a 2013 de las cuencas propias de la presa La Yesca y Aguamilpa, considerando años hidrológicos de la primera quincena de octubre del año i a la segunda quincena de septiembre del año $i+1$. El año se consideró dividido en 6 etapas, agrupadas en los siguientes meses: etapa 1: octubre-noviembre, etapa 2: septiembre, etapa 3: agosto, etapa 4: julio, etapa 5: abril-mayo-junio, etapa 6: diciembre-enero-febrero-marzo. Se consideró la probabilidad de los volúmenes de ingreso para cada una de las etapas presentadas en la Figura 4.3, dichas probabilidades se determinaron de acuerdo con la frecuencia de ocurrencia de los volúmenes de ingreso por cuenca propia de las presas La Yesca y Aguamilpa; para el caso de la presa El Cajón, debido a que prácticamente no cuenta con ingresos por cuenca propia, se consideró igual a uno.

Se propuso un volumen de discretización del problema $\Delta V=125$ millones de m^3 , se definieron los estados de las presas en función de su capacidad útil, con 11 estados para La Yesca y El Cajón, y 21 para Aguamilpa. La extracción mínima en cada etapa del año es 1 y la máxima corresponde a la capacidad de diseño de las turbinas.

La curva elevaciones-capacidades de cada presa, considerando el origen en el NAMINO (la elevación y la capacidad útil en el NAMINO se consideró igual a cero) se ajustó a una regresión polinómica de segundo orden, de acuerdo con las expresiones:

Para La Yesca:

$$h = -6 \times 10^{-6} \Delta V^2 + 0.0494 \Delta V + 0.9948 \quad (4.24)$$

Para El Cajón:

$$h = -6 \times 10^{-6} \Delta V^2 + 0.0418 \Delta V + 0.6046 \quad (4.25)$$

Para Aguamilpa:

$$h = -8 \times 10^{-7} \Delta V^2 + 0.0133 \Delta V + 0.3293 \quad (4.26)$$

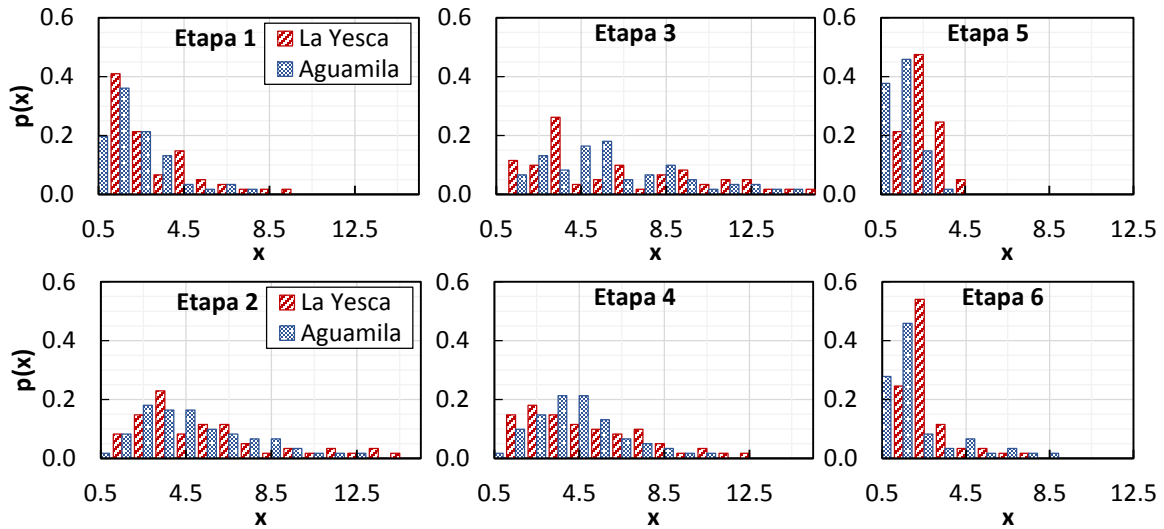


Figura 4.3. Probabilidades de ingreso en cada etapa del año.

Para cada presa se tomaron inicialmente los valores de las curvas guía estimadas por Domínguez et al., (2009), estas se modificaron considerando el comportamiento histórico de las elevaciones y conservando los niveles por debajo del NAMO (Figura 4.4).

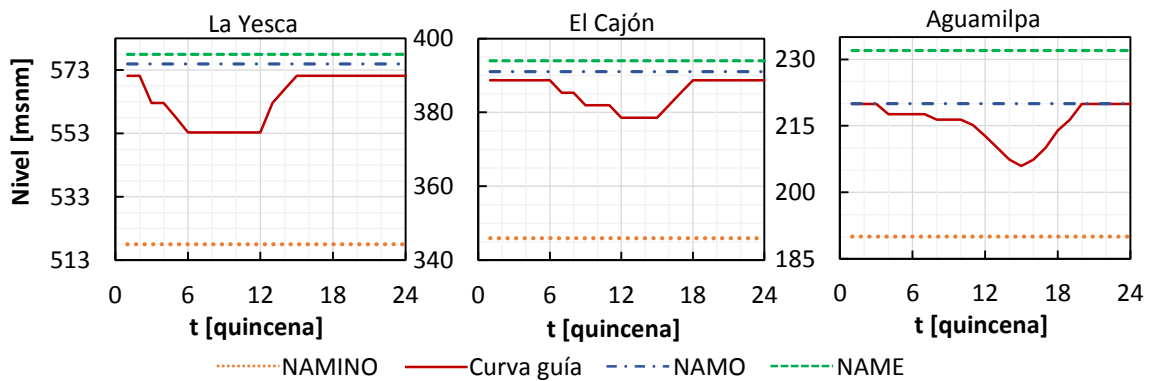


Figura 4.4. Curvas guía para cada presa.

Las láminas de evaporación medias mensuales se obtuvieron a partir de los datos disponibles del funcionamiento histórico de los vasos proporcionados por CFE, para Aguamilpa en el periodo (1995-2014), para El Cajón en el periodo (2007-2014), en La Yesca antes de la existencia del vaso se usaron los registros de El Cajón y en el periodo (2013-2014) se usaron los datos obtenidos de su propio

funcionamiento. Las láminas de evaporación se multiplican por un coeficiente de evaporímetro de 0.7 para obtener la lámina de evaporación neta en los vasos. En la Tabla 4.1 se presentan las láminas de evaporación neta para las tres presas.

Tabla 4.1. Lámina de evaporación neta media mensual [mm] en el sistema de presas.

Presa	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
La Yesca	87.9	101.1	157.4	190.9	201.5	170.4	119.0	123.2	98.6	109.7	85.8	76.2
El Cajón	87.9	105.4	157.4	187.1	203.0	172.9	120.3	123.2	98.6	109.7	90.1	76.2
Aguamilpa	108.1	121.2	168.2	194.4	212.3	173.9	138.1	126.3	102.4	111.8	108.5	99.9

Para obtener las políticas óptimas, se usaron tres programas: CAFIT3PMPV.FOR, OPTIDIN3VM.FOR y SIMQ3PCM.FOR desarrollados en el Instituto de Ingeniería de la UNAM. Con el primer programa se determina la primera parte del proceso de optimización, calculando los beneficios por etapa; con el segundo programa se completa el proceso de optimización y se determinan las políticas de operación y el tercer programa realiza la simulación conjunta en forma quincenal de tres presas que operan en cascada.

Para obtener la política óptima, se usó un coeficiente de penalización por rebasar la curva guía de 10000 en las tres presas y diferentes combinaciones por déficit y derrame, en la Tabla 4.2 se presentan dichas combinaciones. Se obtuvieron las 16 políticas de operación para cuatro casos, el primero sin tener en cuenta las autocorrelaciones entre una quincena y la quincena anterior, el segundo considerando un factor de *DELVOL* de *CDV*=0.2 en las tres presas, el tercero considerando un factor de *DELVOL* de *CDV*=0.7 en las tres presas, y el cuarto considerando un factor de *DELVOL* de *CDV*=0.7 en Aguamilpa y *CDV*=0.2 en La Yesca. De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 4.3, en general considerar la autocorrelación entre las quincenas del año permite obtener mayor energía en el sistema, y menor magnitud de déficit y derrame.

Tabla 4.2. Coeficientes de castigo para cada política.

Política	1	2	3	4	5	6	7	8
Cder	10000	10000	10000	10000	1000	1000	1000	1000
Cdef	10	100	1000	10000	10	100	1000	10000
Política	9	10	11	12	13	14	15	16
Cder	100	100	100	100	10	10	10	10
Cdef	10	100	1000	10000	10	100	1000	10000

En la Figura 4.5 se comparan gráficamente los resultados de la energía promedio quincenal, el derrame y el déficit total en el sistema, obtenidos para las 16 políticas y los 4 casos para el periodo (1952-2013). De acuerdo con los resultados presentados para los 4 casos: las políticas 15 y 16 se descartan debido a que se tienen los peores escenarios para eventos de derrame; las políticas 1, 2 y 5 se descartan debido a que se tienen los peores escenarios para eventos de déficit. Las políticas 4, 8 y 12 se descartan ya que en la gráfica de energía promedio se observa un valle en la línea de tendencia. Las política 6 y 9 tienen prácticamente las mismas condiciones de déficit que la política 3, pero el derrame aumenta un 6 y 15% respectivamente, por lo tanto se descartan.

Al considerar los factores del *DELVOL* del caso 4 para las políticas 3, 7, 10, 11, 13 y 14 se obtiene mayor energía en el sistema, y menor magnitud de déficit y derrame, por lo tanto se continuara realizando el análisis de las políticas para este caso.

La política 14 tiene prácticamente las mismas condiciones de energía promedio quincenal que la política 13, pero el derrame se incrementa en 590 millones de m³, por lo tanto se descarta. Con la

política 11 se tiene una energía media menor y un derrame mayor que con la política 10, por lo tanto se descarta.

Tabla 4.3. Resumen del funcionamiento del sistema de presas usando el registro histórico (1952-2013).

Pol	Caso 1			Caso 2		
	CDV=0			CDV=0.2		
	Energía [GWh/quincena]	Derrame [10 ⁶ m ³]	Déficit [10 ⁶ m ³]	Energía [GWh/quincena]	Derrame [10 ⁶ m ³]	Déficit [10 ⁶ m ³]
1	177.74	29031	19046	177.65	29391	19034
2	177.54	32046	8796	177.75	31735	6222
3	177.79	33840	1599	177.98	33312	711
4	177.69	36401	0	177.96	35844	0
5	178.51	33817	8837	178.69	33184	6303
6	178.59	35872	1629	178.86	35001	737
7	178.51	37625	0	178.73	37234	0
8	178.78	37922	0	178.52	38346	0
9	179.66	38552	1500	179.73	38094	690
10	179.53	40954	0	179.80	40391	0
11	179.33	42168	0	179.74	41292	0
12	178.45	45186	0	179.07	43468	0
13	179.93	46111	0	180.26	45700	0
14	179.92	46972	0	180.16	46806	0
15	179.21	50267	0	179.76	48192	0
16	179.05	51816	0	178.96	52141	0

Pol	Caso 3			Caso 4		
	CDV=0.70			CDV=0.70 Aguamilpa y CDV=0.2 La Yesca		
	Energía [GWh/quincena]	Derrame [10 ⁶ m ³]	Déficit [10 ⁶ m ³]	Energía [GWh/quincena]	Derrame [10 ⁶ m ³]	Déficit [10 ⁶ m ³]
1	177.32	31020	11744	177.74	29031	19046
2	177.63	32982	1848	177.89	31479	6249
3	178.08	34017	0	178.13	32939	697
4	177.97	36376	0	178.07	35310	0
5	178.47	34808	1636	178.77	33209	6234
6	178.76	36373	0	179.04	34418	750
7	178.74	37709	0	178.83	37042	0
8	178.80	38234	0	178.61	38420	0
9	179.60	39599	0	179.83	38121	704
10	179.82	40365	0	179.91	40079	0
11	179.79	41133	0	179.80	40999	0
12	179.21	43000	0	179.24	42995	0
13	180.04	46698	0	180.30	45451	0
14	180.41	46243	0	180.35	46041	0
15	180.00	47713	0	179.90	47846	0
16	179.38	50775	0	179.05	51816	0

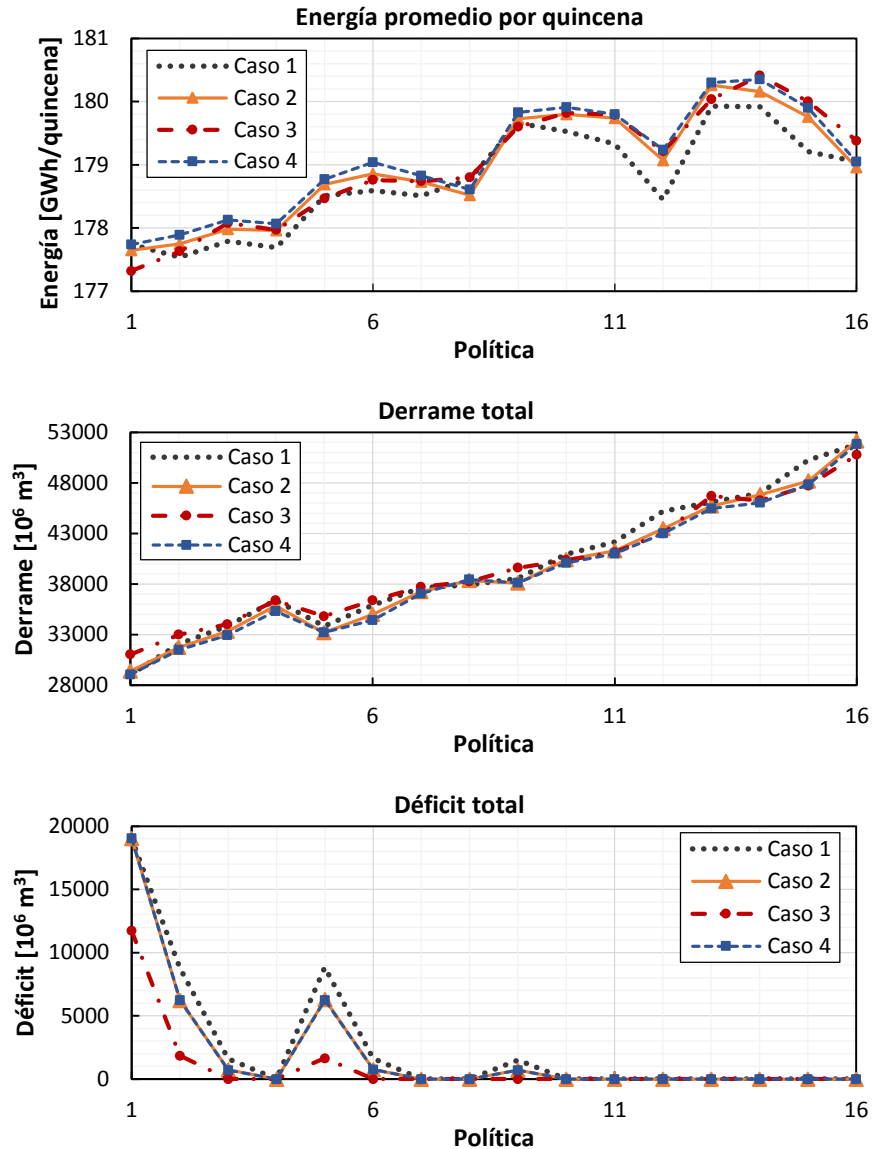


Figura 4.5. Comparación de la energía promedio quincenal, y del derrame y déficit total en el sistema obtenido con para las 16 políticas y los 4 casos.

Se tienen entonces como mejores alternativas, las políticas 3, 7, 10 y 13, a continuación se describen resultados generales de cada una de acuerdo con la simulación del sistema:

Con la política 3 se encuentra el derrame más bajo con 32939 millones de m^3 , pero de las 4 políticas seleccionadas como mejores alternativas, es la única que presentó déficit durante la simulación, este fue de 712 millones de m^3 y solo ocurrió en la presa La Yesca (hubo 24 quincenas donde se presentó dicho evento), el almacenamiento mínimo en todo el periodo de simulación fue de 0 millones de m^3 en la presa La Yesca, por lo tanto, se corre el riesgo de que ésta presa se vacíe, mientras que en El Cajón y Aguamilpa sería aproximadamente el 35% y el 16% del volumen útil respectivamente. La energía media quincenal en el sistema es de 178.1 GWh.

Con la política 7 no se produce déficit en el sistema, el derrame es 37234 millones de m^3 , 12% más grande que el obtenido con la política 3, el almacenamiento mínimo en todo el periodo de simulación sería aproximadamente el 7% del volumen útil en La Yesca, el 28% en El Cajón y 22% en

Aguamilpa, por lo tanto, no se corre el riesgo de que las presas se vacíen. La energía media quincenal en el sistema es de 178.8 GWh, mayor que la obtenida con la política 3 (incremento de 0.70 GWh/quincena).

Con la política 10 no ocurren déficits en el sistema, el derrame es 40079 millones de m³, 22% y 8% más grande que los obtenidos con la política 3 y 7 respectivamente, el almacenamiento mínimo en todo el periodo de simulación sería aproximadamente el 7% del volumen útil en La Yesca, el 25% en El Cajón y 26% en Aguamilpa, por lo tanto, no se corre el riesgo de que las presas se vacíen. La energía media quincenal en el sistema es de 179.9 GWh, mayor que la obtenida con las políticas 3 y 7 (incremento de 1.78 y 1.08 GWh/quincena respectivamente).

Con la política 13 no existen déficits en el sistema, el derrame es 45451 millones de m³ (el más alto de las 4 políticas), 38%, 23% y 13% más grande que los obtenidos con la política 3, 7 y 10 respectivamente, el almacenamiento mínimo en todo el periodo de simulación sería aproximadamente el 7% del volumen útil en La Yesca, el 46% en El Cajón y 38% en Aguamilpa, por lo tanto, no se corre el riesgo de que las presas se vacíen. La energía media quincenal en el sistema es de 180.3 GWh, mayor que la obtenida con las políticas 3, 7 y 10 (incremento de 2.17, 1.47 y 0.39 GWh/quincena respectivamente).

En total se simularon 61 años con datos registrados, teniendo un total de 1464 quincenas. De acuerdo con los resultados de la simulación, en la Tabla 4.4 se presenta el número de años y de quincenas en que fue superada la curva guía de cada presa, para cada una de las políticas elegidas como óptimas.

Para las políticas 3, 7, 10 y 13 se comparan los volúmenes medios en los embalses obtenidos en la simulación del registro histórico del periodo 1952-2013, con las curvas guías establecidas para cada presa. En la Figura 4.6 se presentan los volúmenes medios en la presa El Cajón y Aguamilpa, no se muestran los de La Yesca debido a que la curva guía en esta presa no es excedida. De acuerdo con los resultados los volúmenes medios obtenidos con la política 13 superan las curvas guía de ambas presas, y con la política 10 se supera la curva guía de Aguamilpa.

Aunque con la política 13 se tienen la energía generada promedio más alta, tiene los derrames más grandes con respecto a las políticas 3, 7 y 10, y para todas las presa presenta la mayor frecuencia de excedencia de la curva guía de acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 4.4. Por lo tanto, de las 4 políticas seleccionadas como mejores alternativas, se puede decir que, esta da los resultados más desfavorables en cuanto al derrame con respecto a las otras tres políticas. Se seguirá considerando esta política como una de las óptimas, con el fin de presentarle al operador los resultados obtenidos con ésta.

Tabla 4.4. Número de años y quincenas en que se rebasa la curva guía usando el registro histórico (1952-2013).

Política	Presa	La Yesca	El Cajón	Aguamilpa
3	# Años	24	26	20
	# Quincenas	65	223	63
7	# Años	30	25	33
	# Quincenas	89	205	109
10	# Años	33	35	47
	# Quincenas	107	352	194
13	# Años	36	50	58
	# Quincenas	124	525	298

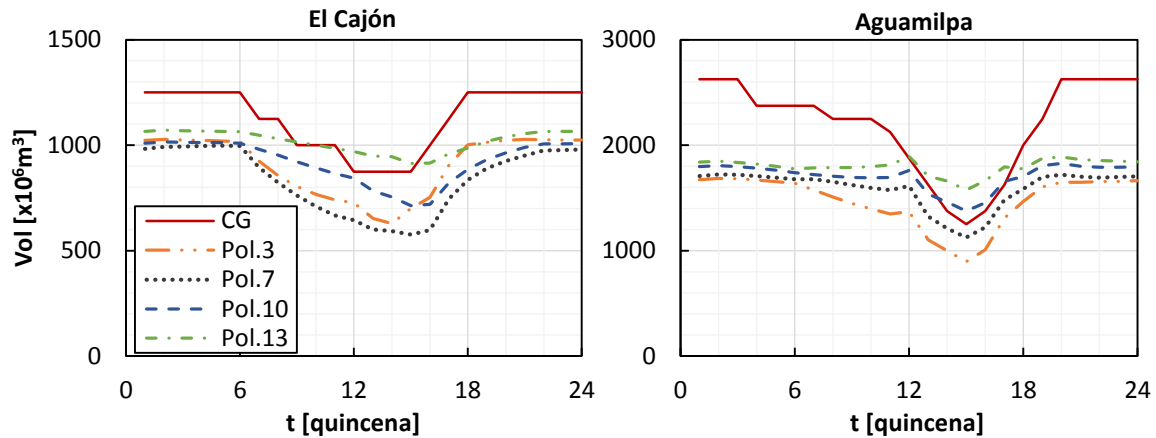


Figura 4.6. Comparación volúmenes medios en las presas con las curvas guías.

4.3.3 Generación de series sintéticas y verificación de las políticas óptimas

Para corroborar el comportamiento de las políticas 3, 7, 10 y 13 se generaron series sintéticas con el método Svanidze modificado. Se identifican las quincenas de más baja correlación y se redefinen los años, en este caso se consideró el año iniciando en la segunda quincena de junio del año i y terminando en la primera quincena de junio del año $i+1$, ya que como se muestra en la Tabla 4.5, son los periodos con la menor correlación para ambas presas.

Tabla 4.5. Autocorrelaciones entre la quincena $j+1$ y la quincena j .

Presa	Mes	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun	
	Quincena	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
La Yesca	$r_{j+1,j}$	0.46	0.82	0.82	0.55	0.64	0.77	0.43	0.51	0.80	0.25	0.30	0.25
Aguamilpa	$r_{j+1,j}$	0.72	0.38	0.51	0.31	0.56	0.84	0.64	0.48	0.18	0.31	0.26	0.34

Presa	Mes	Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic	
	Quincena	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
La Yesca	$r_{j+1,j}$	0.68	0.24	0.66	0.51	0.65	0.59	0.55	0.88	0.45	0.65	0.86	0.46
Aguamilpa	$r_{j+1,j}$	0.49	0.39	0.52	0.53	0.41	0.36	0.18	0.58	0.07	0.53	0.55	0.33

Los datos de entrada al proceso son las n series periódicas analizadas con años iniciando en la segunda quincena de junio del año i y terminando en la primera quincena de junio del año $i+1$ del periodo (1952-2013), se calculan los volúmenes de ingreso totales anuales en el sistema para cada año, y para cada una de las series quincenales se obtiene la fracción del ingreso anual (en el anexo C se presentan los resultados obtenidos para cada presa).

A la serie de volúmenes de ingreso totales anuales se le aplicaron pruebas de homogeneidad y de tendencia, con el fin de verificar que sea homogénea y así sea posible que las series sintéticas preserven los estadísticos de la serie original. Las pruebas aplicadas fueron la de Helmer, t Student, Cramer, Pettit, Normal estándar, Spearman, Fisher y Mann Kendall descritas en el anexo B, para la mayoría de pruebas realizadas la serie resulto homogénea (ver anexo C), por lo tanto se considera que la serie es homogénea.

Para verificar que los eventos de la serie son eventos aleatorios se realizó la prueba de independencia. De acuerdo con la Figura 4.7 la serie es independiente, ya que más del 90 % de los valores del coeficiente de correlación serial de retraso r_k están dentro de los límites de confianza, por tanto la serie sigue las leyes de la probabilidad.

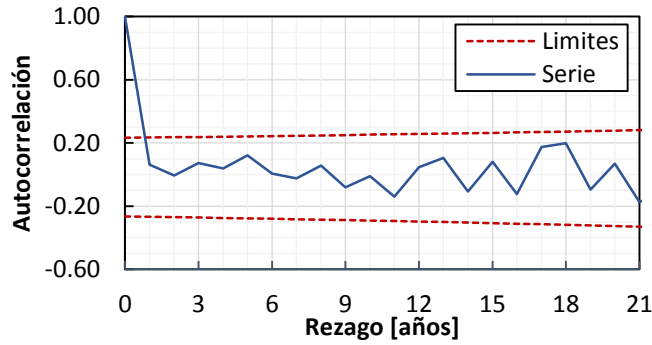


Figura 4.7. Correlograma de Anderson para la serie de volúmenes totales anuales.

Como la serie de volúmenes totales anuales es homogénea e independiente, se le realizó un análisis estadístico y se determinó la función de distribución de probabilidad de mejor ajuste, en este caso la distribución Doble-Gumbel; el ajuste de la distribución y sus parámetros se presentan en la Figura 4.8.

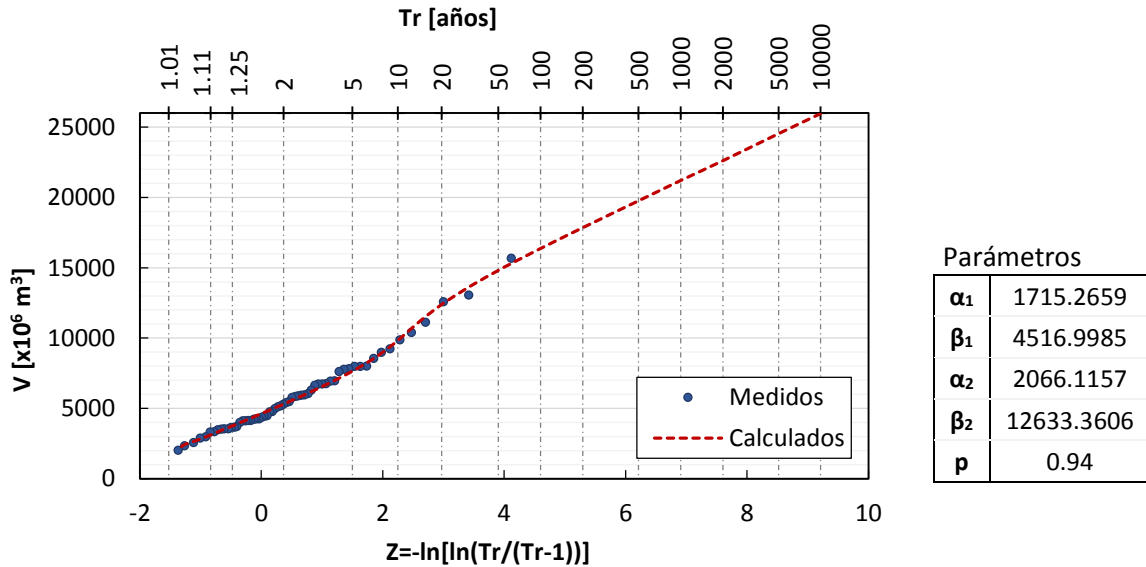


Figura 4.8. Distribución de probabilidad de mejor ajuste para la serie de volúmenes totales anuales.

Se realizó un doble procedimiento aleatorio, el primero de ellos consiste en utilizar la distribución Doble-Gumbel, con la que se obtienen m valores aleatorios de la suma de los totales anuales de la presa La Yesca más Aguamilpa. El segundo procedimiento consiste en la selección aleatoria de entre los m años históricos, para obtener las fracciones correspondientes de cada serie quincenal (los resultados se presentan en el anexo C).

Se generaron 10 series sintéticas, cada una de ellas del tamaño del registro histórico, se obtuvieron los parámetros estadísticos de cada una de ellas, y se compararon los valores medios de los estadísticos de las 10 series con los de las series originales, tal como se muestra en la Figura 4.9.

El método de Svanidze logro reproducir adecuadamente la media en ambos embalses, la desviación estándar se ajustó correctamente en la mayoría de las quincenas del año, el coeficiente de autocorrelación y el coeficiente de correlación cruzada en general se reproducen bien. Al corroborar

que las 10 series sintéticas logran preservar los estadísticos de la serie original, se procede a realizar la simulación con las 10 series y con las políticas 3, 7, 10 y 13 que fueron escogidas como las óptimas.

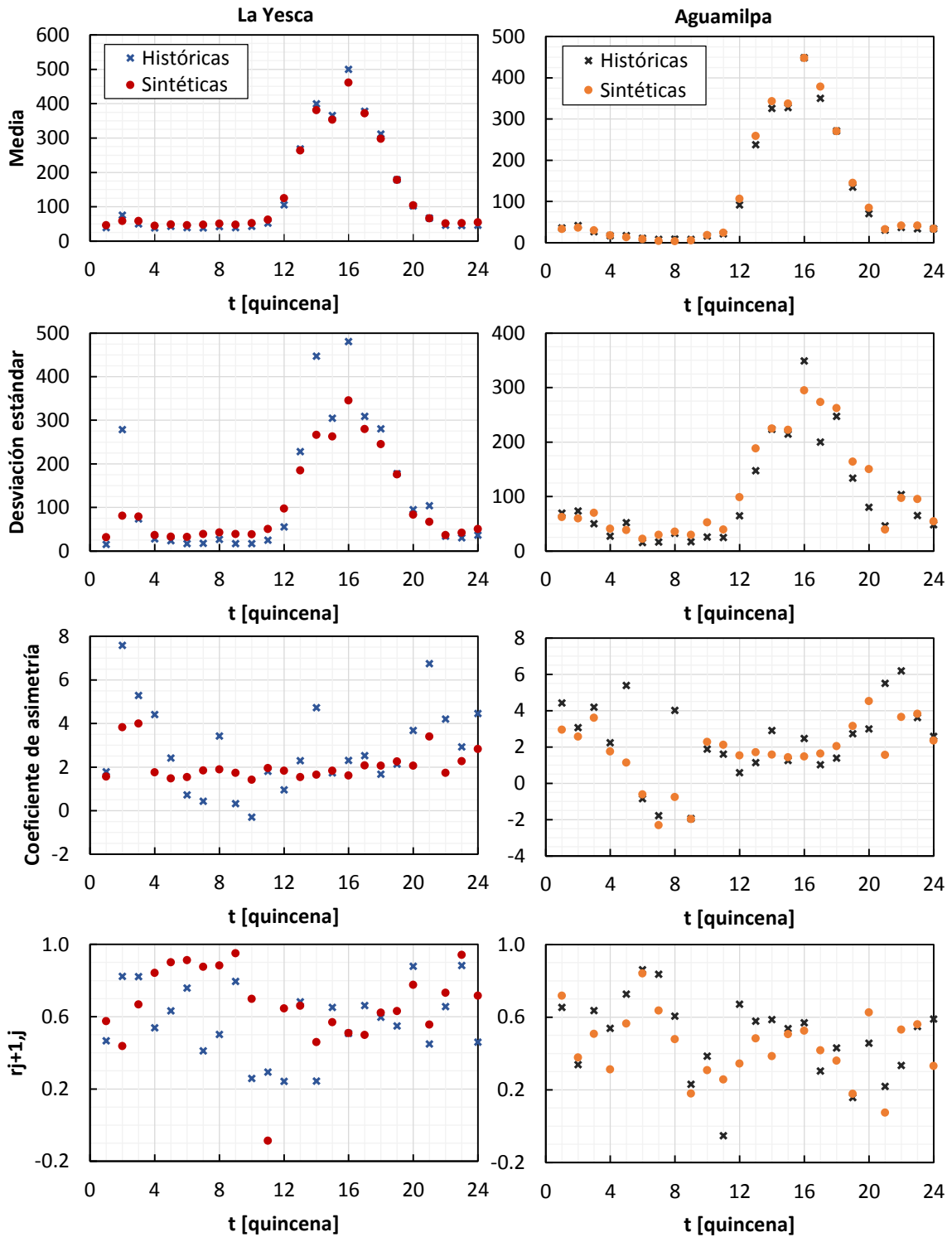


Figura 4.9. Comparación entre los estadísticos del registro histórico y el promedio de los estadísticos de las 10 series sintéticas.

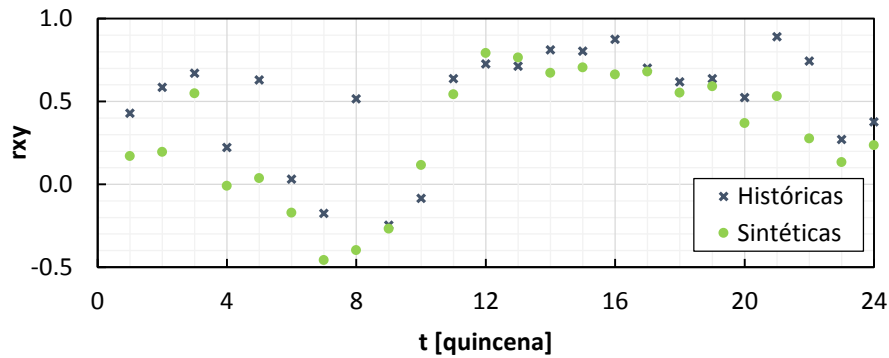


Figura 4.10. Comparación de las correlaciones cruzadas obtenidas con el registro histórico y el promedio de las 10 series sintéticas.

En la Tabla 4.6 se muestra un resumen de los resultados obtenidos con las simulaciones, el promedio para las 10 series y su comparación con respecto a los resultados obtenidos con el registro histórico. De acuerdo con los resultados, se tiene que, la energía promedio en el sistema obtenida con las series sintéticas es mayor que la del promedio histórico y los derrames totales son menores. En cuanto al déficit, con la política 3 se tendría en promedio un déficit de 1298 millones de m³, 47% más grande que el obtenido con la serie del registro histórico. Para las políticas 7, 10 y 13 aunque en los resultados simulados con el registro histórico no existía déficit en el sistema, con las series sintéticas se tendría en promedio un déficit de 155, 159 y 153 millones de m³ respectivamente. En la Tabla 4.7 se presenta la frecuencia de años con déficit en el sistema, para la política 3 en promedio 10 de cada 61 años se presentaría déficit en el sistema, mientras que para las políticas 7, 10 y 13 el promedio sería cada 2 años de 61 años. Lo anterior indica que las políticas 7, 10 y 13 proporcionan buenos resultados.

Respecto al almacenamiento mínimo, de acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 4.8, se puede decir que:

- Para la política 3, en todo el periodo de simulación, con todas la series sintéticas fue de 0 millones de m³ en presa La Yesca, por lo tanto se corre el riesgo de que esta presa se vacíe.
- Para las políticas 7 y 10, en todo el periodo de simulación, con todas las todas las series sintéticas, excepto la 7, fue de fue de 0 millones de m³ en presa La Yesca, por lo tanto se corre el riesgo de que esta presa se vacíe.
- Para la política 13, en todo el periodo de simulación, con todas las todas las series sintéticas, excepto la 7 y la 10, fue de fue de 0 millones de m³ en presa La Yesca, por lo tanto se corre el riesgo de que esta presa se vacíe.

Tabla 4.6. Resumen del funcionamiento del sistema de presas usando las series sintéticas.

Series sintéticas	Política 3			Política 7		
	Energía [GWh/quincena]	Derrame [10 ⁶ m ³]	Déficit [10 ⁶ m ³]	Energía [GWh/quincena]	Derrame [10 ⁶ m ³]	Déficit [10 ⁶ m ³]
1	179.60	8966	1104	185.25	24849	147
2	179.58	5349	1235	180.78	7676	115
3	159.47	7146	1620	160.75	8484	150
4	194.13	16577	1509	194.92	21042	20
5	170.37	18332	1380	171.60	21240	145
6	190.40	28907	1319	191.08	33634	216
7	201.71	31519	335	202.42	35828	0
8	169.64	21638	1831	170.71	23749	438
9	196.98	35062	1770	197.64	40125	320
10	185.35	29040	872	186.22	32935	0
Promedio	182.72	20254	1298	184.14	24956	155
Registro histórico	178.13	32939	697	178.83	37042	0

Series sintéticas	Política 10			Política 13		
	Energía [GWh/quincena]	Derrame [10 ⁶ m ³]	Déficit [10 ⁶ m ³]	Energía [GWh/quincena]	Derrame [10 ⁶ m ³]	Déficit [10 ⁶ m ³]
1	186.49	27496	134	187.52	31346	124
2	182.36	9222	115	183.54	11633	128
3	162.08	10195	127	163.30	12085	134
4	196.15	24242	45	197.04	28048	34
5	172.83	23672	162	173.98	26424	153
6	191.82	38646	241	191.97	44591	218
7	203.54	39344	0	204.00	44930	0
8	172.03	25832	463	172.95	28819	445
9	198.77	43608	272	199.04	49829	284
10	187.18	36860	26	187.80	41396	13
Promedio	185.33	27912	159	186.11	31910	153
Registro histórico	179.91	40079	0	180.30	45451	0

Tabla 4.7. Frecuencia de años con déficit en el sistema.

Series sintéticas	Política 3	Política 7	Política 10	Política 13
1	7	2	1	1
2	7	3	3	3
3	14	1	1	1
4	11	1	3	1
5	13	1	1	2
6	10	1	1	2
7	6	0	0	0
8	10	3	3	3
9	11	3	3	3
10	9	0	1	1
Registro histórico	10	2	2	2

Tabla 4.8. Almacenamiento mínimo [10^6 m^3] reportado en las presas usando las series sintéticas.

Series sintéticas	Política 3			Política 7		
	La Yesca	El Cajón	Aguamilpa	La Yesca	El Cajón	Aguamilpa
1	0	446	365	0	414	542
2	0	446	365	0	419	433
3	0	259	375	0	392	521
4	0	379	399	0	414	549
5	0	342	419	0	369	592
6	0	207	421	0	313	532
7	0	464	413	97	390	534
8	0	274	397	0	260	564
9	0	349	423	0	396	565
10	0	452	410	7	415	632
Registro histórico	0	467	414	100	372	583

Series sintéticas	Política 10			Política 13		
	La Yesca	El Cajón	Aguamilpa	La Yesca	El Cajón	Aguamilpa
1	0	449	826	0	616	983
2	0	485	793	0	650	1009
3	0	377	377	0	513	894
4	0	445	743	0	610	896
5	0	413	823	0	568	875
6	0	318	709	0	533	1045
7	96	473	802	104	680	876
8	0	325	797	0	464	994
9	0	342	841	0	515	1016
10	0	490	841	0	707	1032
Registro histórico	104	340	695	102	613	1001

4.4 CONCLUSIONES

Fue posible analizar distintas políticas de operación del sistema de presas ubicadas en el río Santiago, para la generación hidroeléctrica, obtenidas con la programación dinámica estocástica.

La simulación del comportamiento del sistema suponiendo volúmenes de ingreso a las presas iguales a los del registro histórico, permitió diferenciar la generación media en cada quincena, el régimen promedio de los almacenamientos en las presas, la magnitud de eventos no deseados (déficit y derrames) para cada una de las políticas establecidas.

De acuerdo con los resultados del subcapítulo 4.3, es conveniente seleccionar las políticas 3, 7, 10 y 13 como las mejores alternativas. En la Tabla 4.9 se presenta la comparación de los resultados obtenidos con la simulación del sistema teniendo en cuenta los registros históricos, se muestran las magnitudes de las variables obtenidas con la política 3 y su incremento de acuerdo con los resultados obtenidos con las políticas 7, 10 y 13, se observa que:

- La política 3 da lugar a la menor magnitud de derrame y a la menor energía media por quincena, además es la única en la que se obtiene déficit.

- La política 13 origina la mayor energía promedio por quincena y los mayores derrames en el sistema, además como se mostró en la Figura 4.6 los volúmenes medios en el periodo de simulación en las presas El Cajón y Aguamilpa superan sus curvas guía.

Tabla 4.9. Comparación de los resultados de las políticas óptimas, de acuerdo con la simulación de los registros históricos.

	Política	Energía [GWh/quincena]	Derrame [10 ⁶ m ³]	Déficit [10 ⁶ m ³]
	3	178.13	32939	697
Incremento respecto a la política 3	7	0.70	12.5%	-100%
	10	1.78	21.7%	-100%
	13	2.17	38.0%	-100%

Se corroboró que las políticas elegidas como mejores alternativas fueron adecuadas mediante la generación de 10 series sintéticas del mismo tamaño de la serie registrada, se consideró que en el espectro generado estarán los eventos que puedan ocurrir en el futuro.

Fue adecuado el uso del método de generación de Svanidze modificado ya que logró reproducir las autocorrelaciones y las correlaciones cruzadas de las series quincenales, dado que en el sistema en estudio existe dependencia, es decir, lo que ocurre en una quincena depende de lo que sucedió en una quincena anterior, y lo que ocurre en una presa depende de lo que pasó en las demás. Con dichas series mediante la simulación, se verificó que los resultados obtenidos con las políticas elegidas eran adecuados.

En la Tabla 4.10 se presenta la comparación de los resultados obtenidos con la simulación del sistema considerando el promedio de los resultados de la simulación obtenidos con las 10 series sintéticas. Con las cuatro políticas se obtuvo déficit en el sistema. Con la política 3 se siguió presentando la mayor magnitud de déficit, aumentando 53% con respecto al obtenido con la simulación de los registros históricos. Con la política 10 se encontró la energía promedio menor del sistema y con la política 13 se obtuvo la mayor.

Tabla 4.10. Comparación de los resultados de las políticas óptimas, de acuerdo con la simulación de las series sintéticas.

	Política	Energía [GWh/quincena]	Derrame [10 ⁶ m ³]	Déficit [10 ⁶ m ³]
	3	182.72	20253	1297
Incremento respecto a la política 3	7	1.41	23.2%	-88%
	10	-0.33	34.3%	-88%
	13	3.39	57.6%	-88%

Para las cuatro políticas escogidas se compararon los volúmenes medios en los embalses obtenidos mediante la simulación de las series sintéticas, con las curvas guía establecidas para cada presa, como se muestra en la Figura 4.11, encontrando al igual que con la simulación de los registros históricos, que los volúmenes medios obtenidos con la política 13 superan las curvas guía de ambas presas, y con la política 10 se supera la curva guía de Aguamilpa.

Finalmente, se recomienda la política 7 como la óptima, pues no presentó eventos de déficit durante la simulación de los registros históricos y de las cuatro políticas escogidas como mejores alternativas presenta el menor déficit en la simulación de las series sintéticas. Además de que los almacenamientos medios en los embalses no superan la curva guía en ninguna de las presas. Ésta política tiene la ventaja de conciliar las condiciones de energía generada, derrames y déficit en el sistema, con las curvas guía propuestas para cada presa.

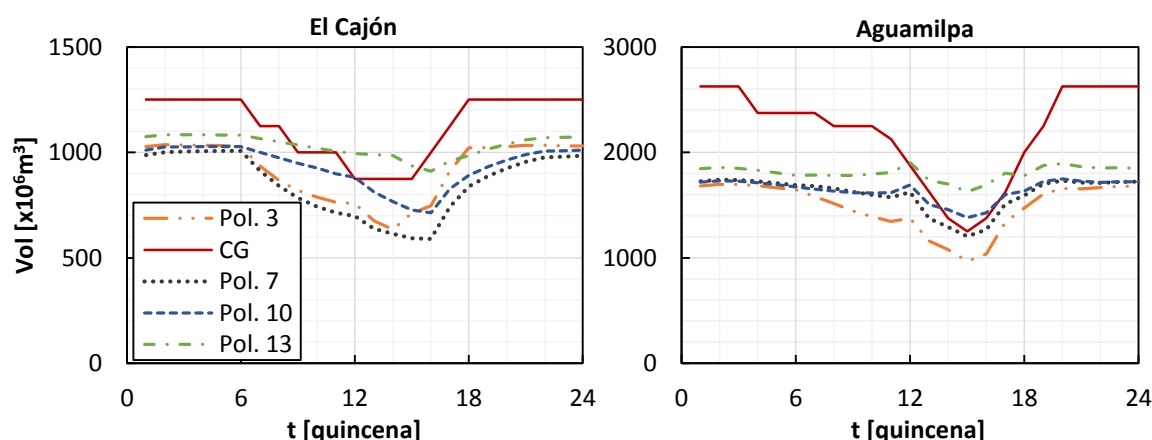


Figura 4.11. Comparación volúmenes medios en las presas con las curvas guía, simulación con series sintéticas.

Al comparar los resultados obtenidos con la simulación de los registros históricos en el periodo 1552-2013 obtenidos con la política 7, con los de la simulación de las series actualizadas con las políticas establecidas como óptimas en el estudio de 2009, tablas 4.11 y 4.12, se observa que con la política 7 se obtiene la mayor magnitud de energía generada promedio por quincena en las tres presas y en el periodo simulado nunca se vaciaron éstas. Además, con la política 4 las presa La Yesca y El Cajón se vaciaron en algún momento de la simulación, mientras que con la política 12 se vacía La Yesca, esto podría representar un riesgo para el sistema. Respecto al déficit, con la política 4 se obtuvo un déficit anual de 459 y 16 millones de metros cúbicos en las presas La Yesca y El Cajón, respectivamente, con la política 12 un déficit total en la Yesca de 1409 millones de metros cúbicos, mientras que con la política 7 no se presentó déficit en el sistema. Los derrames más grandes se presentan con la política 7, con magnitudes mayores principalmente en las presas El Cajón y Aguamilpa.

Tabla 4.11. Comparación de los resultados de la energía y el almacenamiento mínimo de la política óptima con las políticas óptimas del estudio de 2009.

Política	Energía generada				Almacenamiento mínimo		
	GWh/quincena				[10 ⁶ m ³]		
	La Yesca	El Cajón	Aguamilpa	Suma	La Yesca	El Cajón	Aguamilpa
Pol 4-2009	49.88	46.91	77.95	174.74	0	0	93
Pol 12-2009	49.14	48.51	80.61	178.26	0	119	450
7	50.31	49.01	79.51	178.83	100	372	583

Tabla 4.12. Comparación de los resultados de derrames y déficit de la política óptima con las políticas óptimas del estudio de 2009.

Política	Derrame total				Déficit total			
	[10 ⁶ m ³]				[10 ⁶ m ³]			
	La Yesca	El Cajón	Aguamilpa	Total	La Yesca	El Cajón	Aguamilpa	Total
Pol 4-2009	15826	5900	6727	28452	459	16	0	475
Pol 12-2009	13234	6326	8003	27563	1409	0	0	1409
7	15903	9286	11853	37042	0	0	0	0

5 CONCLUSIONES

5.1 CON RESPECTO A LA ACTUALIZACIÓN DE LAS AVENIDAS DE DISEÑO Y TRÁNSITO POR LOS VASOS

Se actualizaron las avenidas de diseño para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 y 10000 años para la cuenca total de la presa La Yesca y para las cuencas propia y total de la presa Aguamilpa. Esta actualización fue importante debido a que los eventos de diseño estimados para la presa Aguamilpa resultaron mayores a los obtenidos en estudios anteriores, y de acuerdo con el tránsito de las avenidas se encontró que esta presa podría estar en riesgo, ya que el nivel del NAME es excedido. Se obtuvo que la duración crítica de las avenidas en las tres presas es de 13 días.

Para obtener los cambios de almacenamiento en las presas del río Santiago, el tránsito de las avenidas en el sistema requiere tener en cuenta que el sistema opera en cascada, el hidrograma de entrada a la presa La Yesca es la avenida de diseño obtenida para la cuenca total de la Yesca, el hidrograma de entrada a la presa El Cajón corresponde al hidrograma de salida de la presa La Yesca y el hidrograma de entrada a la presa Aguamilpa corresponde al hidrograma de salida de la presa El Cajón más la avenida de diseño obtenida para las aportaciones por cuenca propia de Aguamilpa.

Las crecientes máximas que se presentan en la cuenca del río Santiago no ocurren en forma simultánea en toda la cuenca debido a su extensión territorial. Es decir, no es frecuente que se presenten eventos hidrometeorológicos simultáneos en la zona de estudio que provoquen escurrimientos en cada cuenca, y menos probable es que dichos eventos correspondan a periodos de retorno similares.

La suma de los caudales aportados por cada subcuenca del río Santiago por separado para un período de retorno dado, no debería ser mayor que la suma de las aportaciones simultáneas correspondiente al mismo período de retorno. En la Figura 3.12 se observó que si se suman las aportaciones de La Yesca y de la cuenca propia de Aguamilpa (como si ocurrieran simultáneamente), se obtienen gastos más grandes que los obtenidos para la cuenca total de Aguamilpa; por lo tanto es necesario reducir los gastos de las aportaciones de cada cuenca mediante un factor de reducción. Fue conveniente realizar un análisis de simultaneidad, obteniendo factores de reducción para cada hidrograma de acuerdo con el escenario analizado (el escenario 1 considerando la creciente concentrada en La Yesca y el escenario 2 tomando en cuenta la creciente concentrada en la cuenca propia de Aguamilpa), obteniendo que la suma de los hidrogramas de la presa La Yesca y la cuenca propia de Aguamilpa son prácticamente los mismos que los de la cuenca total de Aguamilpa.

De acuerdo con los resultados obtenidos con el tránsito de las avenidas de diseño en el sistema de presas del río Santiago, las políticas de extracción de los vertedores óptimas corresponden a la 1 para las presas La Yesca y El Cajón (Tabla 3.5), y la 4 para la presa Aguamilpa en la que se considera el vertedor con descarga libre y las turbinas trabajando a su capacidad de diseño.

Las presas La Yesca y El Cajón tienen poca capacidad de regulación, su hidrograma de salida es prácticamente el mismo de entrada. Las condiciones de operación de estas presas con las políticas de descarga establecidas en este estudio son seguras, ya que para los escenarios analizados en el tránsito de las avenidas el nivel del NAME no es rebasado. El gasto máximo de descarga por los vertedores de ambas presas es mucho menor que la capacidad máxima de éstos, con una descarga máxima de 70% de la capacidad de diseño de los vertedores.

Aunque la presa Aguamilpa tiene mayor capacidad de regulación que las presas La Yesca y El Cajón, podría estar en riesgo, debido a que, el nivel del NAME es excedido aproximadamente 75 cm. Por

lo tanto es importante plantear modificaciones para garantizar la seguridad de la presa Aguamilpa. Entre las cuales se podría analizar:

- Aceptar que el bordo libre sea de 2.25 m (se reduciría 75 cm, pues el actual es de 3 m), verificando que el oleaje en el vaso no sobrepase el nivel de la corona cortina.
- Adicionar un vertedor de descarga.
- Aumentar la elevación de la cortina.

Con la política de descarga 4, la presa Aguamilpa tiene capacidad para transitar avenidas con periodos de retorno de hasta 5000 años sin que el nivel máximo sobrepase el nivel del NAME.

Aunque con la política de descarga 4 se obtuvieron las mejores condiciones de seguridad para la presa Aguamilpa, se recomienda que, cuando se tenga certeza de que la magnitud de la avenida sea menor que la de 5000 años, de acuerdo con los registros en la estación Chapalagana, y los gastos de entrada en la presa La Yesca, usar la política de descarga 1 en las tres presas. Con esta política para avenidas de diseño de 2000 años el nivel máximo en la presa Aguamilpa no rebasa el NAME.

5.2 CON RESPECTO A LA ACTUALIZACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE OPERACIÓN A LARGO PLAZO

Con la simulación del funcionamiento de vaso de las presas en conjunto, suponiendo volúmenes de ingreso a las presas iguales a los del registro histórico, fue posible analizar el comportamiento del sistema con distintas políticas de operación. La simulación permitió diferenciar la generación media en cada quincena, el régimen promedio de los almacenamientos en las presas y la magnitud de eventos no deseados (déficit y derrames) para cada una de las políticas establecidas.

Para cada presa se modificaron los valores de las curvas guía estimadas por Domínguez et al. (2009), considerando el comportamiento histórico de las elevaciones y conservando los niveles por debajo del NAMO.

De acuerdo con los resultados de la simulación y considerando el registro histórico en el periodo 1952-2013, se seleccionó la política 7 como la óptima, ya que concilió las condiciones de energía generada, derrames y déficit en el sistema, con las curvas guía propuestas para cada presa. De acuerdo con los resultados no se produce déficit del sistema, los derrames serían de 37234 millones de m³ (en promedio se derramarían 610 millones de m³ por año); el almacenamiento mínimo en todo el periodo de simulación sería aproximadamente el 7% del volumen útil en La Yesca, el 28% en El Cajón y 22% en Aguamilpa, por lo tanto no se corre el riesgo de que las presas se vacíen. La energía media quincenal en el sistema es de 178.8 GWh.

Al considerar la autocorrelación entre las quincenas del año se obtuvo mayor energía en el sistema, y menor magnitud de déficit y derrame.

Se corroboró que las políticas elegidas como mejores alternativas fueron adecuadas mediante la simulación de 10 series sintéticas generadas, se consideró que en el espectro generado estarán los eventos que puedan ocurrir en el futuro.

Fue adecuado el uso del método de generación de Svanidze modificado ya que logró reproducir los estadísticos, las autocorrelaciones y las correlaciones cruzadas de las series quincenales del registro histórico.

Para la política de operación 7, con las series sintéticas se obtuvo que, en promedio la energía generada en el sistema por quincena sería de 184.1 GWh, 3% mayor que la del promedio histórico. Aunque en los resultados simulados con el registro histórico no existía déficit en el sistema, con las series sintéticas se tendría en promedio un déficit total de 155 millones de m³ (en promedio en 2 de cada 61 años se presentaría déficit en el sistema), y un derrame total promedio de 24956 millones

de m³, 33% menor que el obtenido con el registro histórico. Lo anterior indica que la política 7 proporciona buenos resultados.

La discretización de las extracciones quincenales varía de acuerdo con la época del año, de acuerdo con la definición de las etapas, de la siguiente forma:

Etapas 1: octubre a noviembre $\Delta V = 31.25$ millones de m³/quincena.

Etapas 2: septiembre $\Delta V = 62.5$ millones de m³/quincena.

Etapas 3: agosto $\Delta V = 62.5$ millones de m³/quincena.

Etapas 4: julio $\Delta V = 62.5$ millones de m³/quincena.

Etapas 5: abril a junio $\Delta V = 20.83$ millones de m³/quincena.

Etapas 6: diciembre a marzo $\Delta V = 15.63$ millones de m³/quincena.

Considerando que la política 7 es la óptima, a manera de ejemplo se presenta la forma de operar el sistema de presas en forma matricial en la Tabla 5.1. En la primera fila se indican los estados de la presa El Cajón y en la primera columna los de la presa Aguamilpa; cada unidad corresponde a una extracción en función del ΔV definido para la etapa correspondiente. Entonces si se analiza la etapa 6 del año (diciembre-enero-febrero-marzo), y la presa La Yesca se encuentra en el estado 8, El Cajón en el 9 y Aguamilpa en el 15 la política, marcada con rojo en la tabla, indica el valor **060406**, esto es, extraer 6 veces ΔV en La Yesca, 4 veces ΔV en El Cajón y 6 veces ΔV en Aguamilpa. Es decir, de La Yesca extraer $(6 \cdot 15.63) = 93.78$ millones de m³ en la quincena, para la presa El Cajón extraer $(4 \cdot 15.63) = 62.52$ millones de m³ y $(9 \cdot 15.63) = 140.67$ millones de m³ de la presa Aguamilpa. Las políticas de operación 7 para los demás estados y etapas se presentan en el anexo C.

Tabla 5.1. Política de operación para la etapa 6, considerando que La Yesca está en el estado 8.

		El Cajón											
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Aguamilpa	1	040202	040202	040202	050202	040202	060202	050202	040202	040202	040302	040402	
	2	040202	040203	040203	050203	040202	050202	040202	040202	040202	040303	050503	
	3	040203	040203	050202	050202	040203	050202	040202	040202	040202	040203	040303	050503
	4	040203	040203	050202	040202	040203	050202	040202	040202	040202	040203	050403	060603
	5	040203	040203	050202	040202	050202	050203	040202	040203	040203	040303	060502	060602
	6	050202	050202	040202	040202	040202	060202	060202	040203	060402	060502	060602	060602
	7	040202	040202	050202	040203	060202	060202	050202	050203	060402	060502	060602	060602
	8	040202	040202	050202	060202	060202	050202	040202	050203	060402	060502	060602	060602
	9	040202	050202	040202	060202	060202	050202	060203	050203	060402	060502	050602	050602
	10	040202	050202	040202	060202	050202	050202	060302	060402	060402	060502	060603	060603
	11	050202	050202	040202	060202	050202	060202	050302	060402	060402	060503	060604	060604
	12	050202	040202	060202	060202	050202	060203	060202	050202	060403	060504	040403	040403
	13	050202	040202	060202	060202	050202	060204	060202	050202	050404	040303	040404	040404
	14	060204	050204	040203	060203	060203	060304	060203	050304	060405	040304	040405	040405
	15	060204	050204	040204	060204	060204	060204	060204	060305	060406	040305	060608	060608
	16	040205	050205	040205	060205	050205	040205	060205	060306	060407	060508	060609	060609
	17	040209	050208	050206	060206	060206	060206	060206	060408	060408	060509	060610	060610
	18	050208	050209	040208	060207	050207	060308	060208	060309	060409	040308	060611	060611
	19	050209	060208	050208	060208	060309	060208	060309	060309	040208	040309	040410	040410
	20	060209	050209	040209	060209	060209	060209	060209	060310	040209	040310	060613	060613
	21	040210	040211	050210	060210	060210	060210	050210	060311	040210	040311	060614	060614

6 BIBLIOGRAFÍA

- Alegría, A. (2010). Política de operación óptima del sistema de presas del río Grijalva. Efectos de la curva guía. Tesis de maestría. Posgrado UNAM. Facultad de Ingeniería UNAM. México.
- Arreguín, C. F. (2000). Obras de excedencia. IMTA. México.
- Arreguín, C. F. y Alcocer, Y. V. (2011). Diseño hidráulico de vertedores. Instituto Mexicano del Agua. México.
- Aparicio, M. F. J. (1962). Fundamentos de hidrología de superficie. México, D.F. Limusa.
- Arganis, J.M.L., Mendoza, R.R., Domínguez, M. R. y Carrizosa E.E. (2015). Políticas de operación de la presa El Infiernillo para generación de hidroelectricidad con programación dinámica estocástica. Revista Iberoamericana del Agua, volumen 2. España.
- Arganis, J.M.L., Mendoza, R.R. y Domínguez, M. R. (2012). Operación de tres presas hidroeléctricas usando curvas guía y programación dinámica estocástica. Tecnología y Ciencias del Agua, volumen III. México.
- Arganis, J.M.L., Domínguez, M. R. y Carrizosa E.E. y Peña, D. F. (2010). "Generación sintética de avenidas de ingreso a la presa Malpaso empleando el método de Svanidze". Memorias del XXII Congreso Nacional de Hidráulica. Jalisco, México.
- Arganis, J.M.L., Domínguez, M. R., González, V. F., Mendoza, R. R., Carrizosa, E. E., Alegría, D. A. y Peña, D. F. (2009). Estudio integral de la cuenca alta del río Grijalva. Elaborado para CFE por el Instituto de Ingeniería UNAM. México.
- 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. Posgrado UNAM. Facultad de Ingeniería UNAM. México.
- Barros, M.T., et al. (2003). "Optimization of Large-Scale Hydropower System Operations". Journal of Water Resources Planning and Management. ASCE.
- Bellman, R. E. y Dreyfus, S. E. (1962), "Applied dynamic programming". Princeton University Press. EE.UU.
- Bellman, R. E. (1957). Dynamic Programming. Princeton. NJ. Princeton University Press. EE.UU.
- Berezowsky, V. M., Fuentes, M. O., Peña, S. P., Domínguez, C. M. A. y Rosengaus, M. M.M. (1981). Manual de diseño de obras civiles. CFE. Hidrotecnica. A.2.16. Método numéricos. México.
- Bolaños, C. J. (2013). Operación óptima de vertedores. Aplicación a la presa Pujal – Coy. Tesis de maestría. Posgrado UNAM. Facultad de Ingeniería UNAM. México.
- Bravo, J.M., Collischonn, W., Pilar, J.V. y Depettris, C. (2006). "Técnica de parametrización, simulación y optimización para definición de reglas de operación en represas". Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Argentina.
- Breña, P. A. y Jacobo, V. M. (2006). Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Butcher, W.S. (1971). Stochastic Dynamic Programming for Pptimum Reservoir Operation. Water Resources Bulletin, vol. 7. EE.UU.
- Chow Ven Te. (1994). Hidrología Aplicada. Mc Graw Hill.

Campos, A.D.F. (1998). "Procesos del ciclo hidrológico". San Luis Potosí, México. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Domínguez, M. R. (2012). Proyecto de Fortalecimiento del Manejo Integrado del Agua en México (PREMIA). Organización Meteorológica Mundial (OMM). México.

Domínguez, M. R. y Arganis, J. M. L. (2012). Validation of methods to estimate design discharge flow rates for dam spillways with large regulating. Hydrological Sciences Journal. México.

Domínguez, M. R. y Mendoza, R. R. (2009). Determinación de las políticas de operación del río Santiago. Elaborado para CFE por el Instituto de Ingeniería UNAM. México.

Domínguez, M. R., Arganis J. M. L., Mendoza, R. R., Carrizosa, E. E., Alegría, D. A. y Peña, D. F. (2009). Determinación de políticas de operación del río Santiago. Elaborado para CFE por el Instituto de Ingeniería UNAM. México.

Domínguez, M. R. y Arganis, J. M. L. (2008). Cálculo de registros sintéticos de ingresos por cuenca propia de un sistema de presas de la región Noroeste de México, caracterizada por eventos invernales. México.

Domínguez, M. R., Arganis, J. M. L., Carrizosa, E. E., Fuentes, M. G. E. y Echeverri, V. C. A. (2007). Determinación de avenidas de diseño y ajustes de los parámetros del modelo de optimización de las políticas de operación del sistema de presas del río Grijalva. Elaborado para CFE por el Instituto de Ingeniería UNAM. México.

Domínguez, M. R., Cruickshank, V. C. y Arganis, J. M. L. (2005). Importancia de la generación de muestras sintéticas en el análisis del comportamiento de políticas de operación de presas. Ingeniería del Agua. Volumen 12. México.

Domínguez, M. R., Fuentes, M. G. E. y Arganis, J. M. L. (2001). Procedimiento para generar muestras sintéticas de series periódicas mensuales a través del método de Svanidze aplicado a los datos de las presas Angostura y Malpaso. Instituto de Ingeniería UNAM. México.

Domínguez, M. R., Carrizosa, E. E., Fuentes, M. G. E. y Arganis, J. M. L. (2000). Estudio hidrológico de la cuenca baja de los ríos Grijalva y Usumacinta del estado de Tabasco. Elaborado para CFE por el Instituto de Ingeniería UNAM. México.

Domínguez, M. R., Carrizosa, E. E., Fuentes, M. G. E. y Arganis, J. M. L. (2000). Estudio de diferentes aspectos sobre el funcionamiento de la obra de excedencias del P.H. La Angostura, Chiapas y actualización de la hidrología para el sistema de presas del río Grijalva. Elaborado para CFE por el Instituto de Ingeniería UNAM. México.

Domínguez, M. R., Mendoza, R. R., Alvarado, C. A. y Márquez, L. E. (1993). Operación integral del sistema hidroeléctrico del río Grijalva. Elaborado para CFE por el Instituto de Ingeniería UNAM. México.

Domínguez, M. R. y Alvarado, C. A. (1992). Métodos para el cálculo de avenidas de diseño de vertedores en presas de almacenamiento. Elaborado para CFE por el Instituto de Ingeniería UNAM. México.

Domínguez, M. R., Franco, V., Davis, M. T. y Espino, G. C. (1992). Revisión de las avenidas ocurridas en enero de 1992 en la cuenca del río Santiago y de sus implicaciones en las estimaciones de las avenidas de diseño del vertedor y de la obra de desvío de la presa Aguamilpa. Elaborado para CFE por el Instituto de Ingeniería UNAM. México.

Escalante, S. C. A., y Reyes, C. L. (2008). Técnicas Estadísticas en Hidrología. UNAM. México.

Fidecomiso para el Desarrollo de la región Centro Occidente. (FIDERCO). Análisis regional de la gestión del agua en la región centro occidente. Región Centro Occidente. Programa de desarrollo Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Queretaro, San Luis Potosí y Querétaro. México.

Fattorelli, S. y Fernández, P.C. (2011). Diseño hidrológico. WASA-GN. Italia.

Fuentes, M. O., Arganis, J. M. L., Domínguez, M. R., Fuentes, M. G. E. y Rodríguez, V. K. (2014). Maximización de la función de Verosimilitud de Distribuciones de Probabilidad usando Algoritmos Genéticos. Ingeniería del Agua 19.1. México.

Fuentes, M. O., Domínguez, M. R., Franco, V., Carrillo, S. J. J., Cruz, F., Jiménez, M. M. R., Mendoza, F. J. E., Ávila, L. A. A., Aragón, H. J. L., Cruz, G. J. A. y Ravelo, G. A. (2004). Estudio de aprovechamiento hidráulico integral y de control de inundaciones de la cuenca del río Papaloapan. Elaborado para la Gerencia Regional Golfo Centro por el Instituto de Ingeniería UNAM. México.

Horqqe, F. S. (2011). "Aplicación de los modelos estocásticos en el dimensionamiento de las presas". Revista de Investigación de Física 14. Perú.

Lew, A. y Mauch, H (2007). Dynamic Programming. A Computational Tool. EE.UU.

Mendoza, R. R., Arganis, J. M. L. y Domínguez, M. R. (2014). "Políticas de operación del sistema hidroeléctrico del río Grijalva considerando el efecto de la correlación en los volúmenes de ingreso". Memorias del XXIII Congreso Nacional de Hidráulica. Jalisco, México.

Mendoza, R. R., Arganis, J. M. L. y Domínguez, M. R. (2012). "Influencia de curvas guía en las políticas de operación para el manejo de un sistema hidroeléctrico". Memorias del XXV Congreso Latinoamericano de Hidráulica. San José, Costa Rica.

Mendoza, R. R., Arganis, J. M. L. y Domínguez, M. R. (2010). "Políticas de operación óptima para un sistema de tres presas en cascada con programación dinámica estocástica". Memorias del XXIV Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Punta del Este, Uruguay.

Mireles, G. A. (2013). Efectos de una política de operación de una hidroeléctrica en el largo plazo usando registros sintéticos para su simulación. Tesis de maestría. Posgrado UNAM. Facultad de Ingeniería UNAM. México.

Moreno, C. J. y Salazar, J. E. (2009). Modelo autorregresivo multivariado basado en regímenes para la generación de series hidrológicas. Revista Dyna. Medellín. Colombia.

Monroy, C. V. (2015). Actualización de las avenidas de diseño de una presa de México usando dos métodos de solución. Tesis de licenciatura. Facultad de Ingeniería UNAM. México.

Peña, D. F. (2010). Simulación histórica y sintética de políticas de operación óptima de un sistema de presas en cascada en el río Santiago, Nayarit México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ingeniería UNAM. México.

Pérez, M. B. y Molina, A. P. (2009). Obras hidráulicas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Ingeniería Civil. Departamento de Hidráulica. México.

Ramírez, S. L. (2011). Actualización de las avenidas de diseño de las presas del río Grijalva. Tesis de licenciatura. Facultad de Ingeniería UNAM. México.

Ramírez A. y Aldama A. (2001). Solución analítica aproximada de la ecuación de tránsito de avenidas en vasos. Ingeniería hidráulica en México, vol. XVI. México.

Ramírez A. y Aldama A. (2000). Análisis de frecuencia conjunto para estimación de avenidas de diseño. Avances en hidráulica 7. AMH-IMTA. México.

Sánchez, C. E. y Wagner, G. A. (2004). Construcción de Reglas de Operación Óptima para un Sistema de Cuenca por medio de un Modelo Numérico Simulador-Optimizador. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). México.

Sánchez, C. E. (2006). Construcción de Reglas de Operación Óptima para un Sistema Superficial de Cuenca. Información Tecnológica, vol. 17. Chile.

Stedinger, J. R., et al. (1984). Stochastic Dynamic Programming Models for Reservoir Operation Optimization. Water Resources Bulletin, vol. 20. EE.UU.

Türkman F. (1991). Optimization of large scale hydroelectric generating systems. Published in Engineering Optimization, vol. 17. Dokuz Eylül University. Faculty of Engineering and Architecture. Turquía.

Torres, B. E. (2011). Importancia de implementar sistemas de auscultación en la construcción de presas de enrocamiento con cara de concreto, casos de estudio: presas Aguamilpa, El Cajón y La Yesca. Tesis de maestría. Posgrado UNAM. Facultad de Ingeniería UNAM. México.

Uhr, M. (2006). Optimal Operation of a Hydroelectric Power System Subject to Stochastic Inflows and Load. Automatic Control Laboratory. ETH Zürich. Suiza.

Vázquez, C. (1995). Procedimiento sistemático para el cálculo de la avenida de diseño en presas con gran capacidad de regulación. Ciudad de México, D.F. Tesis de Maestría.

ANEXOS

ANEXO A

REGRESIONES DE LAS SERIES DE VOLUMENES QUINCENALES

Para las políticas de operación óptima a largo plazo se rellenaron los datos faltantes de las series de registro quincenales. Para obtener los datos faltantes, se encontraron las estaciones que mejor se correlacionaban, de acuerdo con el coeficiente de correlación. Si se encontraba que las estaciones que mejor se correlacionaban tenían en común un año con dato faltante, se procedía a escoger la estación siguiente con el mejor coeficiente de correlación, y así sucesivamente. Se realizaron correlaciones de las series quincenales entre las estaciones:

- La Yesca con Santa Rosa y Santa Rosa I.
- El Caimán con Bolaños.
- Corona con Arcediano.
- Corona con Las Juntas.
- Huaynamota con Chapalagana.

Chapalagana con El Platanito.

En la Figura A.1 se muestra la regresión entre los volúmenes quincenales de la quincena 23 de las estaciones Las Juntas y Corona, en esta regresión se obtuvo un coeficiente de correlación $R^2=0.9904$.

Las regresiones tienen un comportamiento lineal y se ajustan a ecuaciones de la forma:

$$y = mx + b \quad (A.1)$$

Donde:

y : volumen quincenal estimado para la estación Y .

m : pendiente de la regresión.

x : volumen quincenal medido en la estación X .

b : intercepto de la recta.

R^2 : coeficiente de correlación entre las series.

En las tablas A.1 a la A.7 se presentan los parámetros obtenidos para las regresiones de las diferentes estaciones correlacionadas.

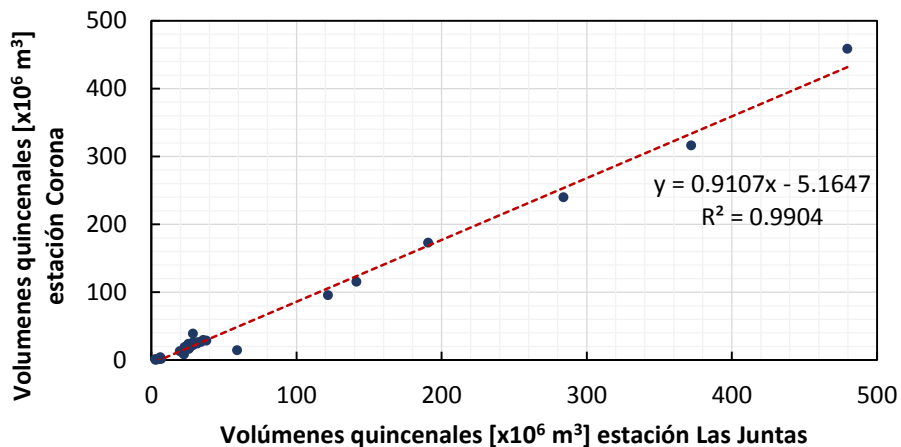


Figura A.1. Correlación entre los volúmenes quincenales de las estaciones Las Juntas y Corona.

Tabla A.1. Correlaciones quincenales entre las estaciones Bolaños (eje x) y El Caimán (eje Y).

Quincena	m	b	R ²	Quincena	m	b	R ²
1	1.1871	1.1796	0.8721	13	1.1204	13.3550	0.9068
2	1.1496	0.7886	0.9997	14	1.0530	19.4490	0.9146
3	2.1125	-0.8966	0.9874	15	1.0865	15.2560	0.8696
4	2.0054	-0.9871	0.9190	16	0.9029	34.6240	0.8156
5	1.4342	-0.1227	0.9325	17	0.9497	27.9820	0.7740
6	1.9433	-0.5658	0.7144	18	1.1910	11.5240	0.8946
7	1.2091	0.3792	0.5971	19	1.1948	5.2283	0.8943
8	2.8226	-1.8565	0.9927	20	1.0506	4.0792	0.8255
9	1.0468	0.3159	0.5467	21	1.2984	0.9085	0.8278
10	0.8497	0.8020	0.5491	22	0.9625	1.8363	0.8945
11	1.0058	1.2020	0.7576	23	1.0919	1.1745	0.6650
12	0.9202	7.6316	0.7201	24	1.2064	1.5242	0.5820

Tabla A.2. Correlaciones quincenales entre las estaciones Arcediano (eje x) y Corona (eje Y).

Quincena	m	b	R ²	Quincena	m	b	R ²
1	0.9086	-7.6465	0.9459	13	0.1366	9.7410	0.1230
2	0.9005	-7.8905	0.9612	14	0.2869	-14.9630	0.4810
3	0.8366	-5.0211	0.9501	15	0.1767	-0.4400	0.1420
4	0.9185	-5.8309	0.9833	16	0.2515	-10.1300	0.4468
5	0.8921	-5.0203	0.9523	17	0.3436	-10.4870	0.5699
6	0.9051	-4.8661	0.9465	18	0.3945	-16.9910	0.7440
7	0.9157	-4.4147	0.9343	19	0.5623	-18.1620	0.8774
8	0.9066	-4.2183	0.9343	20	0.7942	-13.6950	0.9482
9	0.9988	-5.1352	0.9689	21	0.6936	-2.6927	0.7765
10	0.9782	-6.5549	0.9403	22	0.9023	-8.6671	0.9885
11	0.8788	-6.8806	0.9098	23	0.9407	-8.1166	0.9934
12	0.4478	-7.1164	0.4187	24	0.8707	-7.3813	0.9733

Tabla A.3. Correlaciones quincenales entre las estaciones Las Juntas (eje x) y Corona (eje Y).

Quincena	m	b	R ²	Quincena	m	b	R ²
1	1.0138	-7.3138	0.9666	13	0.8880	-19.7520	0.8785
2	0.9952	-7.4497	0.9698	14	0.8310	-22.0700	0.9314
3	0.9291	-5.1698	0.9462	15	0.8670	-25.9900	0.9315
4	1.0150	-6.2312	0.9839	16	0.8312	-24.3140	0.9393
5	0.9803	-6.1820	0.9826	17	0.8472	-21.0280	0.9526
6	1.0037	-6.3794	0.9821	18	0.8354	-14.7880	0.9582
7	1.0067	-5.6888	0.9740	19	0.8497	-8.1831	0.9885
8	0.9066	-4.2183	0.9767	20	0.9364	-6.2909	0.9949
9	1.0273	-5.4162	0.9882	21	0.9107	-5.1647	0.9904
10	1.0342	-7.2577	0.9859	22	0.9743	-5.8132	0.9967
11	1.0186	-7.1017	0.9800	23	0.9840	-5.5489	0.9964
12	0.9821	-12.4150	0.9436	24	0.8638	-3.9792	0.9828

Tabla A.4. Correlaciones quincenales entre las estaciones Chapalagana (eje x) y Huaynamota (eje Y).

Quincena	m	b	R ²	Quincena	m	b	R ²
1	2.4175	14.8500	0.9670	13	2.2089	11.1080	0.9022
2	2.4175	14.8500	0.9670	14	2.2089	11.1080	0.9022
3	2.4175	14.8500	0.9670	15	2.2089	11.1080	0.9022
4	2.4175	14.8500	0.9670	16	2.2089	11.1080	0.9022
5	3.1547	11.0760	0.8976	17	2.2089	11.1080	0.9022
6	3.1547	11.0760	0.8976	18	2.2089	11.1080	0.9022
7	3.1547	11.0760	0.8976	19	2.2089	11.1080	0.9022
8	3.1547	11.0760	0.8976	20	2.2089	11.1080	0.9022
9	3.1547	11.0760	0.8976	21	2.4175	14.8500	0.9670
10	3.1547	11.0760	0.8976	22	2.4175	14.8500	0.9670
11	2.2089	11.1080	0.9022	23	2.4175	14.8500	0.9670
12	2.2089	11.1080	0.9022	24	2.4175	14.8500	0.9670

Tabla A.5. Correlaciones quincenales entre las estaciones El Plaanito (eje x) y Chapalagana (eje Y).

Quincena	m	b	R ²	Quincena	m	b	R ²
1	3.6106	23.4710	0.9552	13	14.4380	63.9410	0.4942
2	3.1877	-0.0850	0.9683	14	1.6552	93.3300	0.6203
3	2.0304	1.4074	0.8042	15	2.5812	55.2160	0.7681
4	1.7181	0.9581	0.8859	16	3.1096	45.6690	0.8091
5	1.2074	1.1377	0.9545	17	1.6988	84.2960	0.5933
6	0.7121	1.3757	0.5760	18	1.6224	42.0340	0.5346
7	0.5644	1.2397	0.5669	19	1.5666	15.3960	0.7327
8	0.3955	1.1920	0.9714	20	0.7802	14.9820	0.7802
9	0.2212	1.1934	0.1021	21	1.0176	4.2162	0.8889
10	0.7329	1.1126	0.4720	22	2.1588	0.9143	0.9968
11	3.7996	-0.7623	0.7492	23	1.4907	1.6393	0.9809
12	5.8366	46.6200	0.7150	24	1.6840	1.2911	0.9712

Tabla A.6. Correlaciones quincenales entre las estaciones Santa Rosa (eje x) y La Yesca (eje Y). Hasta 1988.

Quincena	m	b	R ²	Quincena	m	b	R ²
1	0.9845	4.0006	0.9442	13	0.8827	18.9490	0.9568
2	0.8701	13.2010	0.9466	14	1.0212	12.7620	0.9715
3	1.0228	2.5137	0.9468	15	0.9292	16.2230	0.9928
4	1.0637	3.9754	0.9736	16	1.2346	-57.4530	0.9590
5	0.9347	5.8349	0.9872	17	1.0154	3.2712	0.9818
6	1.0209	5.4071	0.9788	18	1.0419	-1.5876	0.9474
7	0.9070	6.2010	0.9759	19	0.9669	9.9401	0.9703
8	1.0360	4.8442	0.9548	20	1.0245	6.1773	0.9881
9	0.9907	3.0121	0.9751	21	1.0466	1.4679	0.9855
10	1.0158	5.3630	0.9730	22	0.9836	8.7481	0.9871
11	0.9046	8.0974	0.9607	23	0.8438	12.0290	0.9806
12	0.9694	13.9270	0.9412	24	0.9978	7.8083	0.9651

Tabla A.7. Correlaciones quincenales entre las estaciones Santa Rosa (eje x) y La Yesca (eje Y). Desde 1988.

Quincena	m	b	R ²	Quincena	m	b	R ²
1	0.2180	31.8220	0.0086	13	1.3344	-6.7099	0.8688
2	1.4553	12.2650	0.9985	14	1.2367	1.4591	0.9872
3	1.1660	18.0110	0.9506	15	1.0858	35.7160	0.7380
4	1.2037	21.5790	0.5166	16	1.1745	47.0990	0.8108
5	0.8886	24.4470	0.6325	17	0.8329	95.7980	0.2808
6	0.6164	30.7960	0.1903	18	0.9070	96.9800	0.3741
7	0.4385	37.9560	0.1532	19	1.1615	26.8930	0.4734
8	0.3637	43.7960	0.1207	20	0.6818	42.3560	0.4544
9	0.2296	42.0660	0.0508	21	0.5182	31.2840	0.2996
10	0.1465	47.3720	0.0284	22	0.2192	35.1600	0.0394
11	0.9302	23.2820	0.0001	23	2.4477	-4.6598	0.1861
12	0.7076	33.4170	0.0034	24	0.9978	7.8083	0.3422

ANEXO B

ANEXOS DEL CAPÍTULO 3

B.1 SERIES DE GASTOS MEDIOS MÁXIMOS

Tabla B.1. Gastos medios máximos diarios históricos [m³/s] para duraciones de 1 a 15 días. Cuenca total La Yesca.

Año	Días														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1949	764	617	538	531	529	518	486	482	465	451	439	421	416	423	419
1950	566	509	416	408	366	330	301	278	266	253	242	232	227	224	220
1951	495	470	461	437	401	373	346	324	307	287	269	252	240	254	261
1952	728	689	583	517	457	420	391	367	351	340	336	334	325	317	306
1953	935	935	902	809	752	706	669	630	606	604	597	591	584	575	581
1954	573	455	409	374	349	315	295	289	272	256	253	247	240	236	231
1955	1309	1175	1108	1059	1042	963	958	974	974	942	907	870	843	815	795
1956	1396	1290	1146	1056	1014	969	924	890	841	790	743	699	667	641	616
1957	277	249	241	235	233	226	211	203	197	190	182	172	164	155	148
1958	1978	1934	1752	1543	1402	1263	1139	1034	947	874	811	803	787	765	768
1959	905	842	830	824	812	796	775	748	742	738	725	704	695	687	670
1960	836	736	662	618	581	538	534	522	496	474	449	427	406	389	390
1961	869	786	760	746	688	662	625	596	555	523	511	501	490	478	466
1962	820	809	721	669	657	681	657	642	605	572	546	520	498	475	456
1963	1339	1293	1183	1089	995	911	850	794	774	753	737	709	680	650	631
1964	984	859	793	758	739	714	673	633	623	603	579	556	557	541	535
1965	2258	2036	1787	1635	1548	1473	1403	1349	1270	1206	1181	1185	1168	1122	1097
1966	1659	1291	1200	1131	1046	1030	985	954	916	898	847	819	793	759	727
1967	3346	3246	2856	2578	2449	2329	2188	2061	1911	1790	1748	1817	1880	1906	1917
1968	1062	897	810	728	650	648	634	627	615	591	565	545	535	535	525
1969	213	201	202	189	175	165	158	155	153	152	156	155	152	150	148
1970	1814	1545	1259	1086	994	935	882	842	800	760	718	681	648	619	589
1971	1953	1860	1697	1605	1512	1431	1351	1265	1198	1165	1158	1133	1098	1059	1030
1972	500	438	378	326	292	265	256	248	239	228	218	211	203	197	191
1973	5308	5109	4870	4474	4200	3837	3571	3408	3224	3063	2887	2713	2568	2451	2361
1974	533	459	431	404	375	363	357	340	324	306	290	277	265	256	252
1975	2401	2046	1892	1769	1695	1624	1581	1533	1467	1402	1338	1275	1213	1163	1114
1976	1938	1832	1795	1798	1754	1694	1655	1640	1659	1593	1519	1461	1400	1333	1277
1977	1275	1206	1200	1197	1132	1138	1109	1079	1066	1067	1049	1032	1009	980	945
1978	1246	1184	1128	1061	999	976	985	1007	993	980	948	917	877	836	802
1979	663	554	506	505	486	453	425	395	374	354	336	321	310	303	302
1981	868	783	674	609	546	496	457	437	426	424	421	424	425	412	399
1982	559	539	510	475	430	398	375	358	344	326	313	303	293	282	272
1984	1232	1037	1049	984	933	875	827	781	731	704	673	658	663	662	644
1985	685	667	622	573	524	474	442	453	452	445	435	424	418	412	407
1986	1242	984	894	876	861	838	812	756	701	656	624	594	566	538	524
1990	4030	3762	3472	3403	3421	3260	3079	2872	2697	2515	2397	2243	2105	1971	1892
1991	3356	3336	3283	3090	2963	2904	2847	2751	2660	2624	2607	2601	2601	2589	2573
1992	3701	3388	3005	2679	2371	2131	1955	1813	1660	1765	1808	1806	1798	1751	1694
1995	1407	1368	1247	1136	1035	930	861	817	796	747	729	735	731	708	690
1996	774	771	749	721	702	643	596	542	498	463	437	420	398	380	365
1997	250	218	198	187	179	167	155	148	141	136	130	128	128	127	126

Año	Días														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1998	1048	880	808	746	695	672	646	599	579	569	541	522	498	492	486
1999	479	418	380	359	328	302	283	266	259	269	272	274	270	269	264
2000	236	203	190	182	174	165	158	158	155	152	148	145	144	143	142
2001	455	418	393	390	372	359	346	337	326	316	307	297	288	281	273
2002	1048	1017	956	954	914	875	820	771	727	690	652	614	586	559	533
2003	1783	1545	1426	1334	1274	1224	1200	1170	1138	1085	1041	998	997	992	1006
2004	602	599	600	597	591	584	572	556	539	515	504	486	473	463	456
2005	313	297	281	264	257	251	249	242	234	225	220	219	220	220	221
2006	349	320	309	288	271	252	239	228	226	225	225	219	219	214	210
2007	1408	1054	908	916	875	874	847	826	806	792	810	801	791	764	742
2009	276	252	250	247	247	245	238	231	223	219	221	218	216	213	211
2010	996	900	785	763	715	659	617	601	605	588	566	546	530	506	482
2011	377	261	239	200	178	166	157	158	161	159	155	150	145	144	141
2012	532	431	390	358	322	315	314	307	302	297	288	276	266	256	250
2013	774	684	628	573	532	498	475	474	472	458	452	451	442	435	428

Tabla B.2. Gastos medios máximos diarios históricos [m³/s] para duraciones de 16 a 30 días. Cuenca total La Yesca.

Año	Días														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1949	411	396	382	367	360	350	340	337	331	323	318	312	313	313	310
1950	214	209	203	200	199	204	212	215	215	212	209	208	207	205	203
1951	260	269	267	271	270	268	263	256	249	242	236	232	234	238	238
1952	300	296	297	292	288	285	280	275	268	262	256	250	247	245	243
1953	587	583	580	575	563	552	540	526	511	496	482	468	454	442	430
1954	226	222	223	219	217	218	216	219	221	221	220	217	218	216	215
1955	772	751	751	763	753	742	740	732	720	709	693	679	666	651	644
1956	591	568	546	529	514	498	484	469	456	444	433	422	416	411	404
1957	140	134	128	127	127	127	126	125	124	122	119	116	114	112	110
1958	763	763	750	734	723	714	698	681	665	655	658	653	646	642	638
1959	652	634	613	595	579	562	554	546	535	522	510	499	490	481	472
1960	388	395	396	392	392	394	390	385	377	370	363	356	354	356	361
1961	451	437	432	428	422	423	428	427	424	419	418	417	415	413	409
1962	444	432	420	410	398	387	382	375	368	360	352	344	336	329	322
1963	618	620	627	627	620	608	597	583	568	554	541	530	518	510	512
1964	535	524	511	496	485	476	463	453	451	447	444	438	430	421	411
1965	1065	1047	1023	996	976	956	929	905	880	857	833	815	811	823	826
1966	698	670	650	646	640	625	610	607	597	591	582	573	563	553	542
1967	1907	1873	1839	1780	1723	1668	1622	1579	1547	1511	1478	1463	1485	1494	1503
1968	510	503	502	505	508	511	514	515	518	517	511	504	496	486	476
1969	147	145	144	144	144	143	142	141	141	139	138	136	134	132	129
1970	565	539	539	544	545	538	528	518	506	491	480	465	452	439	428
1971	1016	996	971	942	912	881	851	819	789	763	738	718	698	678	664
1972	186	182	178	175	171	170	169	167	166	164	163	162	160	159	159
1973	2275	2189	2110	2037	1964	1893	1825	1781	1753	1722	1686	1652	1619	1584	1554
1974	245	238	233	229	223	224	222	224	228	226	224	220	217	216	215

Año	Días														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1975	1071	1028	985	949	915	886	877	869	856	845	848	847	844	843	839
1976	1229	1191	1156	1121	1091	1061	1030	1001	971	941	915	888	863	839	818
1977	913	886	856	826	798	772	747	723	701	680	660	641	624	608	593
1978	769	737	713	686	662	641	624	605	586	572	559	549	538	528	517
1979	298	292	286	280	276	275	274	271	267	262	257	252	248	243	239
1981	388	387	384	377	369	361	354	348	342	336	339	339	345	348	348
1982	264	256	248	242	235	229	223	219	216	213	210	207	204	203	202
1984	624	611	594	577	561	548	535	523	510	500	490	486	481	475	467
1985	406	402	393	384	374	363	355	357	367	374	379	378	374	369	363
1986	508	492	477	463	447	433	421	409	398	388	382	375	368	361	354
1990	1819	1744	1675	1613	1555	1501	1466	1424	1386	1349	1314	1277	1245	1213	1181
1991	2574	2545	2513	2449	2381	2313	2255	2204	2138	2075	2014	1952	1900	1845	1800
1992	1599	1507	1427	1358	1307	1255	1201	1150	1103	1060	1020	983	948	916	886
1995	679	677	706	711	711	698	685	677	676	666	654	638	623	608	594
1996	353	341	332	323	314	306	299	293	287	280	276	274	271	268	265
1997	125	123	122	122	122	122	121	121	121	120	120	120	119	119	119
1998	506	518	521	506	503	502	490	478	467	457	447	438	431	425	416
1999	257	250	245	240	235	230	226	221	217	212	208	205	201	198	195
2000	140	138	136	133	132	132	131	131	130	130	130	129	129	129	129
2001	267	260	254	248	243	238	234	229	226	222	219	220	221	221	221
2002	517	509	496	489	478	463	455	446	438	428	422	413	406	396	387
2003	1009	996	979	963	956	949	937	922	908	891	868	846	826	802	781
2004	447	435	425	414	402	391	380	380	388	395	401	406	409	412	412
2005	219	218	215	212	209	206	204	202	200	197	194	190	187	188	188
2006	206	202	197	193	189	185	182	184	185	184	183	182	181	179	177
2007	721	701	681	661	639	622	604	587	572	559	546	534	525	517	507
2009	210	207	204	201	198	197	195	193	191	189	186	184	182	180	178
2010	459	437	423	419	407	409	413	415	417	418	421	422	424	424	422
2011	137	135	136	133	131	130	127	125	123	120	121	121	120	121	120
2012	244	238	233	228	224	218	213	208	210	214	216	216	213	211	208
2013	409	402	392	389	387	385	383	379	371	365	360	357	351	345	338

Tabla B.3. Gastos medios máximos diarios históricos [m³/s] para duraciones de 1 a 15 días. Cuenca propia Aguamilpa.

Año	Días														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1951	1005	779	757	672	583	510	469	430	391	357	330	328	320	307	294
1952	1094	982	775	645	540	463	408	376	351	329	313	297	284	273	270
1953	1241	1076	990	943	853	782	722	671	618	590	601	619	601	585	577
1954	1144	973	840	746	676	594	547	528	511	497	468	445	423	428	426
1955	1560	1364	1285	1172	1048	955	894	883	870	834	804	780	795	785	761
1956	777	771	702	665	587	536	518	499	483	461	439	428	420	409	394
1957	2089	1729	1382	1116	942	807	705	625	563	512	470	435	404	378	354
1958	1119	970	797	667	572	541	528	497	463	432	410	410	406	403	398
1959	850	774	733	677	631	599	580	565	571	561	562	557	548	535	526
1960	991	710	575	473	428	385	344	311	285	274	264	249	240	239	235

Año	Días														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1961	1166	1078	978	877	805	765	785	759	713	673	663	648	639	648	648
1962	826	712	651	630	583	582	586	581	564	547	520	495	469	459	444
1963	1454	1327	1263	1133	1054	962	876	810	750	700	662	636	609	583	558
1964	969	899	777	719	682	632	603	565	555	566	579	578	568	559	547
1965	996	894	858	810	772	728	708	674	645	618	592	573	563	554	544
1966	922	839	809	772	755	722	670	630	633	639	639	633	612	591	570
1967	2126	2112	1818	1598	1504	1434	1359	1302	1257	1222	1195	1220	1215	1195	1191
1968	1558	1286	1029	842	745	715	730	703	673	646	627	599	578	573	567
1969	828	619	490	410	360	328	300	286	288	282	282	279	272	269	271
1970	1186	1139	1117	1071	1009	936	883	835	793	748	712	673	637	604	575
1971	1733	1567	1237	1016	870	781	706	644	595	554	532	523	512	512	504
1973	2955	2938	2722	2578	2428	2234	2069	1935	1828	1732	1628	1540	1458	1411	1361
1974	422	401	396	345	317	296	280	274	263	253	242	232	225	225	231
1975	1913	1667	1551	1436	1313	1230	1175	1131	1086	1025	985	945	905	873	845
1976	3043	2462	2153	1853	1618	1417	1259	1134	1031	945	872	809	754	706	664
1977	830	811	739	691	680	653	621	579	575	555	540	545	532	517	508
1978	991	871	825	731	685	676	636	627	601	577	552	534	525	513	499
1979	935	796	657	562	526	512	491	460	447	427	405	383	373	359	348
1980	1017	962	886	845	794	725	671	613	569	535	509	492	469	446	428
1981	1594	1141	967	822	782	736	682	674	629	592	573	556	557	550	531
1982	1095	860	725	646	559	500	457	419	387	365	347	330	315	302	291
1983	1267	1092	1106	1058	977	889	822	796	760	725	697	676	643	624	614
1984	1047	986	912	861	814	775	755	737	718	695	679	673	672	697	702
1985	1340	1042	882	766	685	613	583	542	503	474	460	457	445	449	460
1987	2405	2007	1606	1383	1251	1120	1020	934	853	787	729	677	632	593	558
1988	1658	1639	1585	1549	1525	1477	1405	1298	1208	1126	1062	994	931	877	828
1989	541	474	455	455	446	442	436	418	418	417	416	414	411	405	393
1990	5703	4787	3987	3463	3459	3279	2941	2686	2472	2300	2154	2018	1905	1823	1751
1991	3993	3308	2687	2331	1966	1701	1548	1466	1369	1327	1266	1219	1190	1170	1135
1995	1275	982	812	709	602	603	574	510	453	412	388	369	356	340	336
1996	2307	1906	1705	1536	1407	1230	1090	995	911	835	771	717	669	626	587
1997	743	597	567	531	475	425	389	368	346	331	329	316	305	298	290
1998	894	816	710	634	553	484	433	437	413	373	374	343	322	306	301
1999	2316	1941	1508	1225	1051	918	838	778	763	745	759	754	745	722	699
2000	413	299	240	218	203	190	173	169	177	175	173	171	165	161	158
2001	788	555	569	537	516	472	464	461	457	437	416	397	386	373	360
2002	1098	939	741	632	640	610	583	568	548	499	475	470	451	423	408
2003	1047	826	719	688	639	622	608	587	554	507	473	437	410	401	393
2004	2635	2449	2259	2150	1896	1884	1679	1521	1394	1292	1205	1125	1056	991	936
2005	817	707	682	654	628	603	561	521	489	463	433	418	405	392	381
2006	478	435	357	344	316	271	235	205	183	165	150	139	140	140	138
2007	811	685	587	507	479	458	443	421	400	374	355	337	323	317	311
2008	1790	1717	1603	1500	1346	1185	1107	1114	1071	1015	957	917	895	890	883
2009	1220	874	812	708	603	522	455	419	416	393	360	342	322	304	285
2010	1879	1428	1247	1155	1037	960	892	837	784	736	697	655	625	594	566

Año	Días														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2011	606	483	374	326	289	254	255	268	273	269	258	246	235	224	214
2012	802	658	545	577	525	488	472	447	436	419	397	375	359	353	347
2013	611	552	465	406	361	330	329	345	326	316	315	330	323	314	304

Tabla B.4. Gastos medios máximos diarios históricos [m³/s] para duraciones de 16 a 30 días. Cuenca propia Aguamilpa.

Año	Días														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1951	296	290	291	290	292	288	282	273	269	267	264	258	252	248	249
1952	270	268	271	271	268	263	260	257	251	251	251	251	250	247	245
1953	586	574	566	555	537	522	508	494	480	466	453	439	427	414	403
1954	421	409	398	394	390	388	388	384	376	369	363	358	358	358	355
1955	750	730	710	691	677	675	685	684	680	669	662	653	644	635	622
1956	377	364	356	344	334	328	319	311	304	297	289	283	276	268	263
1957	334	316	300	286	272	261	250	240	230	222	214	207	206	207	208
1958	398	395	389	385	384	385	384	387	390	389	387	385	383	380	380
1959	521	509	498	491	482	475	464	452	446	437	433	426	418	414	406
1960	231	232	228	226	224	221	220	220	218	216	212	213	217	219	219
1961	638	628	625	612	603	599	599	592	582	572	558	547	538	527	515
1962	429	414	398	383	368	366	360	356	350	343	338	335	333	331	326
1963	543	532	516	510	503	493	483	472	467	460	453	445	438	435	431
1964	548	538	527	524	520	514	505	513	518	527	528	528	521	513	505
1965	528	521	512	500	492	485	475	468	460	451	442	432	422	415	408
1966	569	565	562	563	559	562	563	560	551	541	530	517	506	495	485
1967	1184	1168	1149	1140	1124	1104	1080	1057	1033	1007	984	960	945	942	946
1968	578	580	578	569	556	543	537	534	531	532	525	516	505	508	508
1969	266	258	251	242	234	226	226	225	224	229	229	231	231	231	230
1970	550	526	506	498	488	477	463	451	438	425	412	400	389	378	368
1971	495	496	487	474	460	447	433	422	427	440	445	445	442	439	435
1973	1313	1259	1215	1177	1138	1102	1075	1051	1033	1021	1007	989	968	950	936
1974	230	231	238	239	240	238	235	230	228	226	223	220	218	217	215
1975	815	782	752	724	700	687	686	692	688	677	669	662	653	650	649
1976	634	621	610	593	573	554	535	518	502	486	471	457	444	434	432
1977	510	508	496	481	467	455	457	462	466	471	473	472	466	460	454
1978	482	464	448	447	447	443	436	428	428	427	422	419	417	417	413
1979	333	334	333	342	358	370	370	365	359	351	345	341	335	329	322
1980	419	417	420	423	419	410	401	394	392	394	392	389	390	388	384
1981	514	502	488	471	456	445	435	423	412	400	388	379	382	385	387
1982	280	269	260	252	245	238	231	224	218	212	208	203	199	195	193
1983	601	590	582	563	545	528	513	496	485	473	460	450	439	429	420
1984	704	708	702	692	678	664	651	638	631	621	611	599	585	572	558
1985	458	455	450	451	450	445	440	433	425	418	410	402	394	386	378
1987	527	506	503	497	488	480	470	460	448	435	423	413	403	396	391
1988	784	753	724	697	671	649	637	627	616	602	586	571	560	549	538
1989	383	377	368	362	356	346	337	334	329	322	314	308	302	298	293
1990	1685	1620	1556	1498	1439	1390	1347	1308	1285	1262	1235	1206	1177	1147	1119

Año	Días														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1991	1091	1050	1034	1014	991	973	958	935	910	884	865	848	831	815	806
1995	345	349	352	339	325	317	305	296	289	283	283	284	278	275	278
1996	554	529	505	484	466	453	439	425	413	400	398	396	391	386	380
1997	282	273	267	260	252	246	241	247	258	256	252	249	244	240	237
1998	297	293	302	307	312	321	316	312	306	303	296	287	277	271	265
1999	678	667	650	635	614	593	573	554	534	518	500	483	467	453	443
2000	157	151	148	144	144	143	142	139	139	138	137	135	135	132	132
2001	343	328	312	299	284	271	260	252	253	257	257	255	256	257	257
2002	392	373	357	346	332	323	312	300	294	296	293	287	278	273	267
2003	389	397	391	375	363	348	348	345	349	341	336	330	326	325	317
2004	886	841	808	776	758	751	739	730	734	733	738	755	761	763	753
2005	367	356	350	362	370	367	362	359	362	365	371	372	370	369	369
2006	135	130	126	129	126	124	123	123	122	122	122	120	117	117	114
2007	307	297	304	302	297	296	287	286	282	282	277	272	272	272	272
2008	870	854	835	808	780	757	743	732	723	708	693	676	672	661	648
2009	270	256	244	246	246	244	242	239	234	230	226	223	219	216	213
2010	543	521	500	479	476	475	488	492	486	480	475	470	465	457	453
2011	204	195	188	182	176	169	164	159	155	153	152	149	146	147	150
2012	337	324	316	310	301	293	287	280	270	265	262	260	258	256	252
2013	297	293	290	292	289	291	289	285	280	276	274	271	265	260	257

Tabla B.5. Gastos medios máximos diarios históricos [m³/s] para duraciones de 1 a 15 días. Cuenca total Aguamilpa.

Año	Días														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1951	1375	1229	1125	1047	952	884	815	752	690	638	591	553	524	543	555
1952	1821	1671	1341	1161	997	874	796	739	703	667	648	630	609	590	565
1953	2177	1958	1786	1674	1605	1489	1385	1297	1219	1181	1198	1210	1185	1156	1145
1954	1690	1428	1249	1120	1025	909	841	817	782	749	710	674	642	631	622
1955	2869	2539	2393	2146	1925	1764	1687	1705	1697	1642	1591	1529	1539	1534	1496
1956	2160	1954	1780	1618	1508	1466	1414	1364	1311	1251	1179	1122	1082	1049	1010
1957	2180	1801	1465	1186	1012	874	769	688	622	570	526	489	457	428	403
1958	2800	2570	2366	2191	1975	1765	1588	1441	1335	1273	1205	1175	1149	1143	1162
1959	1518	1434	1398	1344	1331	1303	1272	1266	1277	1284	1287	1261	1237	1216	1196
1960	1032	910	866	800	772	758	743	733	703	677	649	620	590	585	590
1961	1546	1453	1309	1200	1186	1145	1185	1140	1076	1063	1045	1032	1035	1034	1034
1962	1418	1395	1372	1258	1199	1219	1175	1140	1096	1047	1006	968	924	885	852
1963	2792	2620	2446	2222	2024	1873	1726	1604	1499	1413	1332	1268	1210	1160	1121
1964	1692	1593	1449	1414	1354	1301	1232	1184	1168	1133	1125	1126	1125	1100	1081
1965	3112	2857	2646	2445	2298	2196	2109	2015	1899	1823	1745	1743	1731	1677	1641
1966	2351	1963	1835	1770	1628	1574	1531	1518	1459	1440	1437	1406	1370	1344	1290
1967	5473	5358	4577	4173	3914	3650	3412	3196	2989	2848	2944	3037	3095	3093	3088
1968	2216	1818	1648	1452	1281	1204	1181	1144	1108	1088	1090	1078	1072	1077	1054
1969	873	659	534	483	451	422	396	384	394	386	383	377	371	361	363
1970	2886	2462	2226	2058	1899	1784	1685	1620	1562	1496	1419	1351	1283	1218	1162
1971	2397	2390	2176	2050	1912	1825	1756	1725	1682	1651	1628	1604	1585	1548	1523

Año	Días														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1973	8230	8048	7593	7052	6628	6070	5640	5343	5052	4795	4515	4253	4025	3861	3718
1974	784	773	705	670	637	635	632	614	586	555	531	508	485	473	465
1975	4314	3662	3333	3152	2942	2841	2738	2652	2515	2403	2311	2219	2118	2036	1958
1976	3353	2969	2562	2318	2208	2091	2021	1967	1990	1913	1826	1763	1694	1631	1565
1977	1961	1883	1830	1795	1705	1651	1607	1552	1498	1491	1479	1470	1460	1425	1401
1978	1768	1644	1575	1523	1473	1424	1385	1390	1395	1374	1343	1291	1239	1188	1136
1979	1274	1192	1092	1067	1012	937	876	818	779	736	695	665	635	623	615
1981	2461	1924	1642	1424	1328	1228	1136	1103	1044	1016	989	980	981	959	929
1982	1654	1366	1236	1088	988	898	833	778	729	688	659	633	607	583	563
1984	2156	1966	1828	1795	1694	1611	1535	1475	1416	1367	1341	1309	1335	1359	1344
1985	1625	1529	1410	1287	1153	1048	966	915	865	812	810	801	788	785	787
1987	2457	2073	1682	1463	1330	1194	1091	1002	922	857	799	772	754	761	763
1990	9197	7807	7159	6709	6581	6462	6020	5558	5169	4815	4551	4255	4002	3769	3639
1991	7171	6575	5910	5421	4883	4575	4389	4196	4002	3952	3873	3805	3775	3712	3656
1995	2078	1904	1757	1592	1457	1346	1275	1225	1177	1126	1065	1016	991	983	975
1996	2654	2399	2292	2168	2054	1873	1685	1534	1403	1295	1199	1117	1045	992	944
1997	898	799	764	697	623	572	534	498	469	453	448	438	428	413	401
1998	1115	1090	959	890	788	735	716	714	688	679	690	691	675	669	644
1999	2520	2283	1855	1561	1379	1214	1121	1023	1015	1014	1014	1013	1004	981	959
2000	590	495	405	357	314	285	271	267	269	267	265	255	251	248	244
2001	1082	918	909	905	886	831	777	749	741	722	697	679	665	646	626
2002	1452	1298	1148	1083	1018	964	907	863	828	798	761	727	697	677	652
2003	2830	2371	2146	2017	1903	1823	1732	1618	1557	1483	1410	1341	1315	1328	1336
2004	3141	3007	2819	2706	2445	2433	2218	2054	1913	1787	1685	1599	1525	1451	1381
2005	998	933	904	879	864	832	802	763	723	688	651	626	614	597	580
2006	827	755	666	600	571	515	472	430	401	380	365	347	342	337	330
2007	1560	1417	1269	1215	1153	1092	1056	1009	963	919	927	938	918	901	881
2008	4312	4149	3920	3783	3445	3191	2960	2889	2801	2678	2529	2398	2300	2251	2206
2009	1274	918	843	772	672	590	577	564	563	549	535	548	538	527	514
2010	2387	2055	1724	1641	1497	1417	1334	1283	1207	1131	1070	1025	992	950	910
2011	937	703	559	500	449	410	411	420	425	424	408	394	380	364	350
2012	1244	992	901	851	801	745	730	708	686	673	647	623	603	596	591
2013	1182	1125	996	889	812	812	822	857	832	799	795	807	790	772	754

Tabla B.6. Gastos medios máximos diarios históricos [m³/s] para duraciones de 16 a 30 días. Cuenca total Aguamilpa.

Año	Días														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1951	556	557	558	561	562	556	545	529	512	506	500	490	479	481	483
1952	549	538	532	523	511	506	509	503	496	486	478	474	472	469	474
1953	1156	1149	1146	1122	1100	1074	1047	1019	991	963	935	907	880	856	833
1954	617	601	590	587	579	573	574	581	587	584	575	574	572	570	566
1955	1459	1424	1410	1421	1407	1396	1403	1411	1400	1378	1352	1332	1309	1285	1258
1956	969	930	901	873	848	825	802	781	759	739	719	700	682	664	653
1957	381	361	344	328	314	301	289	278	268	259	266	274	280	287	288
1958	1154	1148	1138	1118	1107	1095	1077	1063	1051	1042	1043	1037	1027	1022	1017

1959	1173	1143	1112	1087	1061	1036	1010	993	975	959	943	925	906	895	878
1960	599	605	609	608	612	615	607	601	595	586	575	564	570	570	574
1961	1031	1038	1047	1030	1019	1016	1027	1019	1005	986	968	963	954	939	923
1962	828	806	785	765	744	727	714	701	691	680	668	660	651	641	635
1963	1107	1133	1138	1137	1122	1102	1081	1055	1031	1014	995	974	956	940	929
1964	1083	1062	1038	1011	989	970	954	951	956	965	972	962	950	932	913
1965	1593	1568	1535	1496	1463	1429	1390	1355	1321	1289	1258	1230	1213	1227	1230
1966	1239	1206	1191	1182	1170	1162	1152	1143	1137	1129	1111	1090	1069	1047	1027
1967	3074	3031	2965	2891	2811	2760	2695	2623	2551	2485	2426	2399	2420	2436	2435
1968	1042	1057	1056	1051	1041	1034	1047	1047	1049	1049	1037	1020	999	979	959
1969	359	352	343	336	327	319	317	315	315	320	320	321	321	320	317
1970	1113	1064	1042	1040	1033	1015	991	969	944	915	892	866	841	817	795
1971	1508	1492	1457	1416	1372	1328	1284	1238	1194	1156	1123	1111	1108	1099	1085
1973	3588	3447	3320	3208	3097	2990	2893	2824	2786	2740	2693	2636	2584	2534	2486
1974	454	448	449	451	453	449	440	431	432	428	422	419	421	423	422
1975	1886	1809	1737	1673	1614	1573	1563	1556	1544	1520	1501	1484	1465	1449	1440
1976	1510	1465	1430	1397	1360	1329	1304	1273	1239	1213	1193	1178	1159	1140	1117
1977	1379	1362	1336	1299	1259	1218	1180	1145	1111	1080	1053	1040	1025	1008	998
1978	1092	1050	1013	980	950	919	907	899	891	884	875	889	894	898	893
1979	610	619	613	607	608	633	641	635	623	612	599	587	579	569	559
1981	900	875	854	835	816	800	786	770	751	732	717	717	723	733	731
1982	544	525	507	492	477	464	453	442	432	422	414	407	401	397	395
1984	1328	1312	1289	1267	1239	1211	1184	1157	1140	1121	1102	1080	1059	1036	1015
1985	795	795	797	804	800	791	783	780	786	789	786	780	769	755	740
1987	762	764	754	745	733	724	712	701	688	678	663	651	640	632	628
1990	3503	3362	3230	3111	2995	2880	2800	2726	2657	2589	2520	2452	2394	2335	2279
1991	3633	3589	3547	3463	3366	3280	3213	3140	3048	2959	2879	2800	2730	2660	2606
1995	962	957	953	940	936	935	927	925	923	916	903	883	863	843	830
1996	902	863	831	803	778	758	736	714	694	675	658	642	627	621	613
1997	392	382	373	363	356	349	342	345	356	355	353	350	346	341	336
1998	620	623	623	619	619	619	621	622	613	622	625	625	611	604	602
1999	935	902	887	875	849	824	798	775	750	730	707	687	667	651	637
2000	251	250	244	241	238	234	232	240	240	239	237	235	232	231	241
2001	607	585	565	546	526	508	493	480	466	470	473	473	473	474	471
2002	636	629	625	621	610	599	585	575	564	554	543	532	520	509	518
2003	1327	1297	1249	1196	1154	1110	1086	1070	1044	1025	1027	1037	1054	1047	1042
2004	1314	1252	1204	1162	1123	1107	1103	1105	1118	1125	1138	1162	1171	1172	1164
2005	562	549	537	529	543	547	544	539	538	543	551	554	556	554	553
2006	318	305	294	286	277	284	284	293	291	288	288	286	283	278	275
2007	859	843	841	834	826	810	790	779	774	763	743	728	719	715	705
2008	2166	2111	2051	1991	1931	1874	1862	1890	1923	1930	1923	1902	1874	1842	1823
2009	501	489	485	492	488	484	477	471	465	458	457	454	450	445	440
2010	882	851	819	804	828	859	887	904	903	890	878	877	885	877	866
2011	335	324	314	304	295	286	279	273	272	270	267	264	260	262	268
2012	588	575	559	549	540	526	513	501	487	487	497	505	501	494	488
2013	726	711	711	711	705	704	698	691	678	667	659	649	639	627	614

B.2 PRUEBAS DE HOMOGENEIDAD E INDEPENDENCIA

Las características estadísticas de las series hidrológicas como la media, la desviación estándar y los coeficientes de correlación serial, se afectan cuando la serie presenta tendencia en la media o en la varianza, o cuando ocurren saltos negativos o positivos. Tales anomalías son producidas por la pérdida de homogeneidad y la inconsistencia.

Se dice que una serie de tiempo es estacionaria si su distribución es invariante en el tiempo, esto significa que está libre de periodicidades. La distribución se verifica en término de cambios abruptos en la media y varianza de la serie, así como de su tendencia. Esta validación suele hacerse de manera trivial, pero requiere de un grupo de pruebas estadísticas. Estas pruebas presentan una hipótesis nula H_0 y una regla para aceptarla o rechazarla. Las pruebas para detectar cambios en la media son:

B.2.1 Prueba estadística de Helmert

Esta prueba es sencilla y consiste en analizar el signo de las desviaciones de cada evento en estudio con respecto a su media. Si una desviación de un cierto signo es seguido de otro del mismo signo, entonces se dice que forman una secuencia (S), de lo contrario se considera como cambio (C).

La serie se considera homogénea si cumple con:

$$-\sqrt{n-1} \leq (S - C) \leq \sqrt{n-1} \quad (\text{B.1})$$

Donde:

n : tamaño de la muestra.

B.2.2 Prueba estadística T de student

Cuando la causa probable de la pérdida de homogeneidad de la serie sea un cambio abrupto en la media, la prueba del estadístico t es muy útil. Si se considera una serie de tamaño n la cual se divide en dos conjuntos de tamaños $n_1 = n_2 = n/2$, entonces el estadístico de prueba se define como:

$$t_d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\left[\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \right]} \quad (\text{B.2})$$

Donde:

\bar{x}_1 : media de la primera parte del registro del tamaño n_1 .

S_1 : varianza de la primera parte del registro del tamaño n_1 .

\bar{x}_2 : media de la segunda parte del registro del tamaño n_2 .

S_2 : varianza de la segunda parte del registro del tamaño n_2 .

El valor absoluto de t_d se compara con el valor de la distribución t de Student de dos colas, y con $v = n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad para un nivel de significancia de $\alpha=0.05$

B.2.3 Prueba estadística de Cramer

Esta prueba se utiliza con el propósito de verificar la homogeneidad en el registro de estudio, y también para determinar si el valor no varía significativamente de un periodo de tiempo corto. Con este propósito se consideraron 3 bloques, el primero, del tamaño total de la muestra, el segundo

de tamaño n_{60} (60% de los últimos valores de la muestra) y el tercero de tamaño n_{30} (30% de los últimos valores de la muestra).

La prueba compara el valor de \bar{x} del registro total con cada una de las medias de los bloques elegidos \bar{x}_{60} y \bar{x}_{30} . Para que se considere la serie analizada como estacionaria en la media, se deberá cumplir que no exista diferencia significativa entre las medias de los bloques.

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} \quad (\text{B.3})$$

$$S_x = \left[\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2} \quad (\text{B.4})$$

$$\bar{x}_{60} = \sum_{i=1}^{n_{60}} \frac{x_i}{n_{60}} \quad (\text{B.5})$$

$$\bar{x}_{30} = \sum_{i=1}^{n_{30}} \frac{x_i}{n_{30}} \quad (\text{B.6})$$

$$\tau_{60} = \frac{(\bar{x}_{60} - \bar{x})^2}{S_x} \quad (\text{B.7})$$

$$\tau_{30} = \frac{(\bar{x}_{30} - \bar{x})^2}{S_x} \quad (\text{B.8})$$

$$t_w = \left[\frac{n_w(n-2)}{n - n_w(1 + \tau_w^2)} \right] \quad (\text{B.9})$$

Donde:

$w = 60$ para el tercer bloque de tamaño n_{60} .

$w = 30$ para el tercer bloque de tamaño n_{30} .

El estadístico t_w tiene distribución t de student de dos colas con $\nu = n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad para un nivel de significancia de $\alpha=0.05$

Si y sólo si el valor absoluto de t_w para $w = 60$ y 30 es mayor que el de la distribución t de student se concluye que la diferencia entre las medias es evidencia de inconsistencia y por tanto la serie x_i , se considera no homogénea.

B.2.4 Prueba de Pettit

Es una prueba no paramétrica basada en rangos, que se emplea para identificar un punto de cambio en una serie de tiempo.

Una vez que se detecta el punto se divide en dos intervalos para determinar su tendencia.

La prueba estadística $|U_{t,N}|$ esta dada por:

$$U_{t,N} = \sum_{t=1}^t \sum_{j=t+1}^N \text{signo}(Q_t - Q_j) \quad (\text{B.10})$$

La hipótesis nula de la prueba denota la ruptura en la serie para:

$$\text{signo}(Q_t - Q_j) = \begin{cases} 1 & \text{si } Q > 0 \\ 0 & \text{si } Q = 0 \\ -1 & \text{si } Q < 0 \end{cases} \quad (\text{B.11})$$

Sea k_n la variable definida por el máximo valor absoluto del estadístico $U_{t,N}$ para t que varía de 1 hasta $N-1$. Si k designa el valor de k_n tomado de la serie analizada con la hipótesis nula, la probabilidad de excedencia del valor k está dado por:

$$\text{prob}(k_n > k) \approx 2 \exp\left[\frac{-6k^2}{N^3 + N^2}\right] \quad (\text{B.12})$$

Para un riesgo α de primer orden.

Si $\text{prob}(k_n > k)$ es inferior la hipótesis nula se rechaza. El punto más significativo es donde $|U_{t,N}|$ es el máximo de k_n . Los valores críticos fueron dados por Pettitt (1979) están en función del tamaño de muestra n como se muestra en la Tabla B.7.

Tabla B.7. Valores críticos de Pettitt.

n	20	30	40	50	70	100
1%	71	133	208	293	488	841
5%	57	107	167	235	393	677

B.2.5 Prueba Normal Estándar

Es una prueba que asume como hipótesis nula que las series son independientes e idénticamente distribuidas. La hipótesis alterna considera que hay una fecha de cambio en la media de los datos. Sea \bar{Q} la media de la serie y Q_j la serie por examinar, la prueba es:

$$T(k) = kz_1^2 + (n - k)z_2^2 \quad \text{para } k = 1, \dots, n \quad (\text{B.13})$$

Donde:

$$z_1 = \left(\frac{1}{k}\right) \sum_{i=1}^k \frac{\bar{Q}_i - \bar{Q}}{s} \quad (\text{B.14})$$

$$z_2 = \left(\frac{1}{n - k}\right) \sum_{i=i+1}^k \frac{\bar{Q}_i - \bar{Q}}{s} \quad (\text{B.15})$$

La media de los primeros k -años y los últimos $n-k$ años del registro se comparan. $T(k)$ alcanza un máximo cuando hay un cambio localizado en el año k la distribución de $T(k)$ de la serie se observa al graficar los resultados de cada año. El estadístico de prueba T_0 se define como:

$$T_0 = \max[T(k)] \quad 1 \leq k \leq n \quad (\text{B.16})$$

Si T_0 es superior al valor crítico la hipótesis nula se rechaza.

Los valores críticos para esta prueba están en función del tamaño de muestra n como se muestra en la Tabla B.8.

Tabla B.8. Valores críticos prueba normal estándar.

n	20	30	40	50	70	100
1%	9.56	10.45	11.01	11.38	11.89	12.32
5%	6.95	7.65	8.10	8.45	8.80	9.15

B.2.6 Prueba de Buishand

Esta prueba se basa en las desviaciones acumuladas:

$$S_k^* = \sum_{t=1}^k (Q_t - \bar{Q}) \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (\text{B.17})$$

Donde \bar{Q} es la media de la muestra.

Para un registro homogéneo se puede esperar que los valores S_k^* , fluctúen cerca de cero ya que no existe un patrón sistemático en las desviaciones de las Q_t de su valor medio. Cuando la tendencia de la serie es negativa, la mayoría de los valores de Q_t son más grandes que \bar{Q} . Si t es menor o igual al punto de cambio m y más pequeños que \bar{Q} . Si $t > m$ para una tendencia positiva de la serie los valores de S_k^* tienden a ser negativos.

La escala modificada de las sumas parciales se obtiene dividiendo los valores de S_k^* entre la desviación estándar de la muestra.

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{D_Q} \quad (\text{B.18})$$

Donde D_Q es la desviación estándar de la muestra.

Un estadístico que es sensible a las desviaciones de la homogeneidad es:

$$Q = \max |S_k^{**}| \quad 0 \leq k \leq n \quad (\text{B.19})$$

Valores altos de Q indican un cambio en el nivel. Los valores críticos de la prueba se pueden dar al considerar también el rango:

$$R = \max |S_k^{**}| - \min |S_k^{**}| \quad (\text{B.20})$$

Los valores críticos para esta prueba están en función del tamaño de muestra n como se muestra en la Tabla B.9.

Tabla B.9. Valores críticos prueba de Biushand.

Tamaño muestra	Q/\sqrt{n}			R/\sqrt{n}		
	10%	5%	1%	10%	5%	1%
n						
10	1.05	1.14	1.29	1.21	1.28	1.38
20	1.10	1.22	1.42	1.34	1.43	1.60
30	1.12	1.24	1.46	1.40	1.50	1.70
40	1.13	1.26	1.50	1.42	1.53	1.74
50	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.50	1.62	1.86
∞	1.22	1.36	1.63	1.62	1.75	2.00

B.2.7 Prueba estadística de Fisher para la homogeneidad en la varianza

Es una prueba no paramétrica que relaciona la varianza de dos subconjuntos (de longitud similar y presentar traslape) de la serie completa. La ventaja de esta prueba radica en que es un buen indicador de la estabilidad de la varianza a pesar de que los datos no se apeguen a una distribución normal.

La hipótesis nula a probar es:

H_0 la varianza de las dos muestras son iguales, el estadístico es:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \tag{B.21}$$

Donde:

$$S = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n-1} \tag{B.22}$$

Donde: n forma los tamaños n_1 y n_2 de las submuestras.

El estadístico se compara con la distribución F de Fisher con $\nu_1 = n_1 - 1$ y $\nu_2 = n_2 - 1$ grados de libertad de las respectivas submuestras.

B.2.8 Prueba de tendencia de Mann Kendall

Es una prueba basada en rangos, la cual es similar a la prueba de Spearman.

1. Se listan los valores de forma ordenada.
2. Se obtiene el signo de las diferencias de cada par de valores al comparar sus magnitudes $Q_j - Q_k$ con $j > k$ de acuerdo a lo siguiente:

$$Signo(Q_j - Q_k) = \begin{cases} 1 \text{ si } (Q_j - Q_k) > 0 \\ 0 \text{ si } (Q_j - Q_k) = 0 \\ -1 \text{ si } (Q_j - Q_k) < 0 \end{cases} \tag{B.23}$$

3. Obtención del estadístico:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n (Q_j - Q_k) \quad (\text{B.24})$$

Si S es positivo se infiere de forma subjetiva que la tendencia es creciente, en caso contrario se dice que hay tendencia decreciente.

4. Se obtiene la varianza de S que considera el caso de los empates, esto es, signo $(Q_j - Q_k) = 0$

$$\text{Var}[S] = \frac{1}{18} \left[n(n-1)(2n+s) - \sum_{i=1}^g t_i(t_i-1)(2t_i+s) \right] \quad (\text{B.25})$$

Donde:

n : es el tamaño de la muestra.

g : es el número de grupos de medidas que tienen igual valor.

t : es el número de vínculos en el grupo i .

5. Cálculo del estadístico Z_{mk} :

$$Z_{mk} = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{var}(s)}} & \text{si } S > 0 \\ 0 & \text{si } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{var}(s)}} & \text{si } S < 0 \end{cases} \quad (\text{B.26})$$

6. A partir de Z_{mk} se evalúa la hipótesis nula:

H_0 : no hay tendencia vs. H_1 : hay tendencia decreciente.

H_0 : no hay tendencia vs. H_1 : hay tendencia creciente.

La hipótesis nula es rechazada si Z_{mk} es mayor que $Z_{\alpha/2}$ o menor que $Z_{\alpha/2}$ de la distribución normal estándar para un nivel de significancia α .

B.2.9 Prueba de tendencia de Spearman

Esta prueba se basa en el rango para la correlación entre dos variables que se pueden utilizar para comprobar la correlación entre el tiempo y la serie de datos.

El coeficiente de correlación por rango es:

$$R_s = \frac{1 - G \sum_{i=1}^N (r_{x1} - r_{y1})^2}{n^3 - n} \quad (\text{B.27})$$

Para muestras con longitud mayor a diez se emplea el estadístico de prueba:

$$t_d = \frac{R_s}{\left(\frac{1 - R_s}{n - 2}\right)^{1/2}} \quad (\text{B.28})$$

Donde t_d sigue la distribución t de Student con $n-2$ grados de libertad.

Si $|t_d| > t$ crítico la serie presenta tendencia

Si $R_s > 0$ tendencia creciente

Si $R_s < 0$ tendencia decreciente

B.2.10 Resultados análisis de homogeneidad

Se calcularon los estadísticos de las series anuales presentadas en las tablas B.1 a B.6, se utilizaron las ecuaciones para los estadísticos no sesgados (Escalante y Reyes, 2000). En la Tabla B.10 a la Tabla B.12 se presentan los resultados obtenidos.

Se aplicaron las pruebas de homogeneidad y de tendencia descritas desde el apartado B.2.1 hasta el B.2.9 a cada serie de gastos medios máximos diarios para determinar si su serie de registro es homogénea. De acuerdo con los resultados presentados en las tablas B.13 a la B.15 todas las series son homogéneas.

Tabla B.10. Estadísticos para las series gastos medios máximos diarios. Cuenca total La Yesca.

d[días]	μ	S	$C.V$	g	k	d[días]	μ	S	$C.V$	g	k
1	1223.19	1027.23	0.84	2.02	7.55	16	619.87	526.48	0.85	2.02	7.25
2	1117.25	980.27	0.88	2.14	8.09	17	604.91	511.16	0.85	2.04	7.45
3	1030.97	913.22	0.89	2.23	8.73	18	591.58	496.75	0.84	2.06	7.64
4	966.04	847.77	0.88	2.21	8.59	19	577.79	480.09	0.83	2.05	7.70
5	912.86	808.74	0.89	2.22	8.59	20	564.32	464.13	0.82	2.04	7.69
6	865.00	759.40	0.88	2.16	8.13	21	551.53	448.11	0.81	2.04	7.70
7	823.55	718.64	0.87	2.11	7.87	22	539.75	434.34	0.80	2.03	7.72
8	788.76	682.69	0.87	2.09	7.81	23	528.99	422.02	0.80	2.04	7.81
9	755.93	646.74	0.86	2.07	7.71	24	518.83	410.18	0.79	2.04	7.80
10	729.32	621.41	0.85	2.03	7.46	25	508.46	398.73	0.78	2.04	7.78
11	706.27	601.10	0.85	2.00	7.18	26	499.01	387.64	0.78	2.03	7.73
12	686.48	583.36	0.85	1.95	6.85	27	489.85	377.45	0.77	2.01	7.66
13	669.26	568.67	0.85	1.93	6.73	28	482.40	370.14	0.77	2.01	7.60
14	650.49	551.87	0.85	1.96	6.85	29	475.15	362.33	0.76	2.01	7.52
15	635.11	539.12	0.85	1.98	6.99	30	468.10	355.82	0.76	2.01	7.50

μ : media

S : desviación estándar

$C.V$: coeficiente de variación

g : coeficiente de asimetría

k : curtosis.

Tabla B.11. Estadísticos para las series gastos medios máximos diarios. Cuenca propia Aguamilpa.

d[días]	μ	S	C.V	g	k	d[días]	μ	S	C.V	g	k
1	1408.78	913.17	0.65	2.50	11.50	16	519.83	287.59	0.55	1.85	7.63
2	1213.04	789.59	0.65	2.31	10.12	17	506.83	277.40	0.55	1.81	7.43
3	1065.62	670.45	0.63	2.14	9.02	18	495.64	268.04	0.54	1.76	7.19
4	958.95	596.24	0.62	2.07	8.35	19	485.11	259.25	0.53	1.74	7.05
5	877.69	562.73	0.64	2.37	10.60	20	474.55	250.44	0.53	1.71	6.88
6	810.74	524.99	0.65	2.48	11.44	21	465.40	243.45	0.52	1.66	6.67
7	754.79	473.44	0.63	2.38	10.87	22	457.28	238.11	0.52	1.61	6.40
8	710.93	435.65	0.61	2.29	10.27	23	449.80	232.94	0.52	1.56	6.17
9	672.96	402.75	0.60	2.23	9.89	24	443.66	228.65	0.52	1.55	6.10
10	637.49	377.72	0.59	2.18	9.54	25	437.23	223.75	0.51	1.54	6.09
11	609.59	354.92	0.58	2.11	9.19	26	430.60	219.50	0.51	1.53	6.02
12	586.37	336.33	0.57	2.01	8.62	27	423.81	215.17	0.51	1.51	5.90
13	565.35	320.56	0.57	1.94	8.18	28	417.46	210.94	0.51	1.49	5.78
14	548.80	308.90	0.56	1.90	7.95	29	412.18	207.13	0.50	1.48	5.68
15	533.22	297.86	0.56	1.89	7.80	30	406.94	203.74	0.50	1.48	5.62

μ : media

S: desviación estándar

C.V: coeficiente de variación

g: coeficiente de asimetría

k: curtosis.

Tabla B.12. Estadísticos para las series gastos medios máximos diarios. Cuenca total Aguamilpa.

d[días]	μ	S	C.V	g	k	d[días]	μ	S	C.V	g	k
1	2367.84	1731.56	0.73	2.39	9.39	16	1101.00	786.80	0.71	2.03	7.14
2	2131.11	1598.58	0.75	2.36	8.97	17	1077.50	764.32	0.71	2.01	7.10
3	1932.85	1470.87	0.76	2.41	9.40	18	1055.15	742.13	0.70	2.00	7.11
4	1790.51	1372.04	0.77	2.41	9.36	19	1032.94	718.15	0.70	1.99	7.08
5	1665.58	1297.28	0.78	2.49	9.92	20	1010.77	693.15	0.69	1.97	7.04
6	1567.08	1230.60	0.79	2.50	10.05	21	990.96	670.71	0.68	1.95	7.01
7	1480.83	1149.45	0.78	2.47	9.85	22	974.66	653.63	0.67	1.92	6.91
8	1413.03	1080.40	0.76	2.40	9.44	23	960.10	638.61	0.67	1.89	6.77
9	1349.92	1016.78	0.75	2.35	9.13	24	945.49	624.75	0.66	1.86	6.61
10	1295.51	966.42	0.75	2.29	8.80	25	930.92	609.79	0.66	1.84	6.50
11	1252.21	925.66	0.74	2.23	8.36	26	916.66	595.18	0.65	1.82	6.41
12	1214.04	886.52	0.73	2.15	7.86	27	904.35	581.81	0.64	1.80	6.29
13	1181.23	856.09	0.72	2.08	7.46	28	893.17	572.01	0.64	1.78	6.21
14	1152.19	826.55	0.72	2.04	7.24	29	882.05	561.98	0.64	1.77	6.14
15	1125.44	805.46	0.72	2.03	7.17	30	871.65	552.08	0.63	1.77	6.13

μ : media

S: desviación estándar

C.V: coeficiente de variación

g: coeficiente de asimetría

k: curtosis.

Tabla B.13. Pruebas de homogeneidad para las series de gastos medios máximos diarios. Cuenca total La Yesca.

d [días]	Prueba									Conclusión
	Helmert	t Student	Cramer	Pettit	Normal estándar	Buishand	Spearman	Fisher	Mann Kendall	
1	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
2	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
3	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
4	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
5	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
6	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
7	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
8	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
9	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
10	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
11	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
12	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
13	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
14	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
15	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
16	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
17	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
18	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
19	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
20	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
21	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
22	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
23	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
24	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
25	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
26	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
27	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
28	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
29	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
30	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.

S.H: la serie es homogénea

S.N.H: la serie es no homogénea

N.H.T indica que no hay tendencia en la serie.

Tabla B.14. Pruebas de homogeneidad para las series de gastos medios máximos diarios. Cuenca propia Aguamilpa.

d [días]	Prueba									Conclusión
	Helmert	t Student	Cramer	Pettit	Normal estándar	Buishand	Spearman	Fisher	Mann Kendall	
1	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
2	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
3	S.H.	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
4	S.H.	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
5	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
6	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
7	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
8	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
9	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
10	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
11	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
12	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
13	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
14	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
15	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
16	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
17	S.H.	S.H.	S.N.H	S.N.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
18	S.H.	S.H.	S.N.H	S.N.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
19	S.H.	S.H.	S.N.H	S.N.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
20	S.H.	S.H.	S.N.H	S.N.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
21	S.H.	S.H.	S.N.H	S.N.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
22	S.H.	S.H.	S.N.H	S.N.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
23	S.H.	S.H.	S.N.H	S.N.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
24	S.H.	S.H.	S.N.H	S.N.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
25	S.H.	S.H.	S.N.H	S.N.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
26	S.H.	S.H.	S.N.H	S.N.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
27	S.H.	S.H.	S.N.H	S.N.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
28	S.H.	S.H.	S.N.H	S.N.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
29	S.H.	S.H.	S.N.H	S.N.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
30	S.H.	S.H.	S.N.H	S.N.H.	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.

S.H: la serie es homogénea

S.N.H: la serie es no homogénea

N.H.T indica que no hay tendencia en la serie.

Tabla B.15. Pruebas de homogeneidad para las series de gastos medios máximos diarios. Cuenca total Aguamilpa.

d [días]	Prueba									Conclusión
	Helmert	t Student	Cramer	Pettit	Normal estándar	Buishand	Spearman	Fisher	Mann Kendall	
1	S.H.	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
2	S.H.	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
3	S.N.H	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
4	S.H.	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
5	S.H.	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
6	S.N.H	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
7	S.N.H	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
8	S.N.H	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
9	S.N.H	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
10	S.N.H	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
11	S.N.H	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
12	S.N.H	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
13	S.N.H	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
14	S.N.H	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
15	S.N.H	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
16	S.N.H	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
17	S.N.H	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
18	S.N.H	S.H.	S.H.	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
19	S.N.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
20	S.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
21	S.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
22	S.H	S.H.	S.N.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
23	S.H	S.H.	S.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
24	S.N.H	S.H.	S.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
25	S.N.H	S.H.	S.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
26	S.N.H	S.H.	S.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
27	S.N.H	S.H.	S.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
28	S.N.H	S.H.	S.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
29	S.N.H	S.H.	S.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.
30	S.N.H	S.H.	S.H	S.N.H	S.H.	S.H.	S.H.	N.H.T	N.H.T	S.H.

S.H: la serie es homogénea

S.N.H: la serie es no homogénea

N.H.T indica que no hay tendencia en la serie.

B.2.11 Prueba de independencia de eventos

Para que se pueda llevar a cabo el análisis de frecuencias se requiere que la muestra x_j , para $j = 1, 2, 3, \dots, n$ esté compuesta por variables aleatorias. Para probarlo se aplica la prueba de independencia de Anderson la cual hace uso del coeficiente de correlación serial γ_k para distintos tiempos de retraso de k .

La expresión para el coeficiente de correlación serial de retraso k es:

$$\gamma_k = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(x_{i+k} - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (B.29)$$

$$Y_0 = 1, k = 1, 2, 3, \dots, n/3 \text{ y } \bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

Además los límites a 95 % de confianza para γ_k se obtienen como:

$$\gamma_k(95\%) = \frac{-1 \pm 1.96\sqrt{n-k-1}}{n-k} \quad (\text{B.30})$$

La gráfica de los valores estimados para γ_k (ordenadas) contra los tiempos de retraso k (abscisas) junto con sus correspondientes límites de confianza, se llama correlograma de la muestra. Si solo el 10 % de los valores de γ_k sobrepasan los límites de confianza se dice que la serie x_i es independiente y por tanto es una variable que sigue las leyes de la probabilidad.

Para determinar que los eventos de las series son eventos aleatorios se realiza la prueba de independencia, se obtuvo que todas las series son independientes, ya que en todas ellas al menos el 90 % de los valores del coeficiente de correlación serial de retraso r_k están dentro de los límites de confianza, por lo tanto siguen las leyes de la probabilidad. En la Figura B.1 se presenta el correlograma obtenido para las series de 1 y 10 días de la cuenca La Yesca, para las demás duraciones se obtuvieron resultados similares.

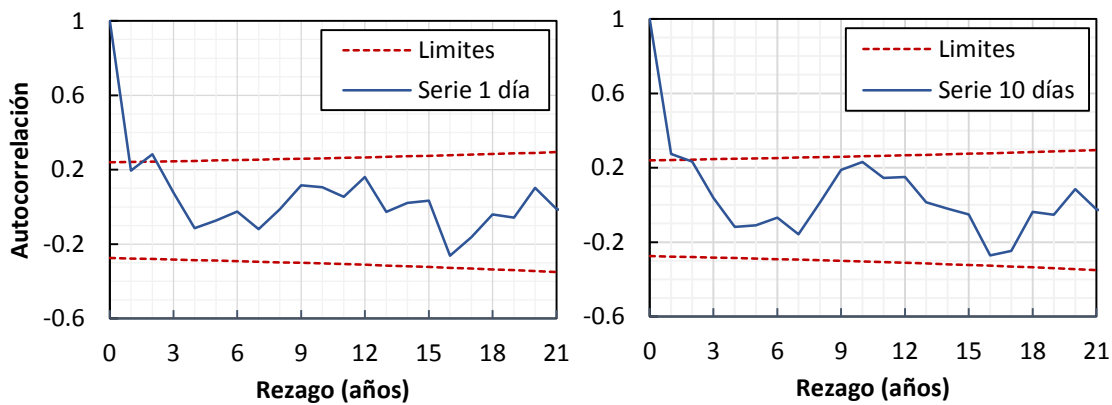


Figura B.1. Correlograma de Anderson para las series de gastos medios máximos diarios correspondientes a las duraciones de 1 y 10 días. Cuenca total La Yesca.

Como las series de gastos medios máximos diarios son homogéneas e independientes, es posible realizarles un análisis estadístico. Este análisis se realiza con el fin de encontrar la distribución que mejor se ajuste a los registros históricos y reducir así la incertidumbre en la estimación de los eventos de diseño.

B.3 CONSTRUCCIÓN DE LAS AVENIDAS DE DISEÑO

A las series de gastos medios máximos se les realizó un análisis estadístico, a cada serie se le ajustaron las funciones de distribución Exponencial, Normal, Log-Normal con 2 y 3 parámetros, Gamma con 2 y 3 parámetros, Log Pearson tipo III, Gumbel, General del Valores Extremos y Doble Gumbel. En la Tabla B.16 se presenta un resumen de las técnicas usadas en este estudio, la estimación de los parámetros se realizó con la técnica de momentos y de máxima verosimilitud (Escalante y Reyes 2000). Se seleccionó aquella que proporcionó el mínimo error estándar de ajuste EEA.

En la Tabla B.17 a la B.19 se presentan los EEA obtenidos para cada serie con las diferentes distribuciones. Los valores de color negro indican que el menor error estándar de ajuste de la

distribución se obtuvo con los parámetros estimados con la técnica de momentos, y los rojos con la técnica de máxima verosimilitud. La distribución de mejor ajuste para todas las duraciones (de 1 a 30 días) es la función de distribución Doble Gumbel.

La función de distribución doble Gumbel para dos poblaciones considera la existencia de dos grupos de datos con características diferentes, el primero originado por eventos dominantes en la región, y el segundo por eventos de tipo ciclónico, que generalmente provocan las avenidas más grandes. Se usa la expresión (B.31), para estimar los gastos medios máximos para periodos de retorno de diseño de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 y 10000 años. La estimación de los eventos se realiza por iteraciones, debido a que la variable x no puede despejarse de la expresión (B.31).

$$F(x) = (p)\exp\left\{-\exp\left[-\frac{(x - \beta_1)}{\alpha_1}\right]\right\} + (1 - p)\exp\left\{-\exp\left[-\frac{(x - \beta_2)}{\alpha_2}\right]\right\} \quad (\text{B.31})$$

Donde:

$F(x)$: probabilidad de no excedencia.

p : probabilidad de tener eventos no ciclónicos, población 1.

x : variable aleatoria a la cual se le estima la probabilidad de no excedencia.

α_1, α_2 : parámetro de escala de la población 1 y 2 respectivamente.

β_1, β_2 : parámetro de ubicación de la población 1 y 2 respectivamente.

Con la función de distribución doble Gumbel se estimaron los gastos medios máximos para distintas duraciones y distintos periodos de retorno. En la Tabla B.20 se presentan los parámetros de la distribución para cada duración y en la figuras B.2 a la B.4 se presenta el ajuste para la serie de gastos medios máximos diarios asociados a las duraciones de 1 a 3 días de la cuenca total de La Yesca, en la figuras B.5 a la B.7 se presenta el ajuste para la serie de gastos medios máximos diarios asociados a las duraciones de 1 a 3 días la cuenca propia y en la figuras B.8 a la B.10 se presenta el ajuste para la serie de gastos medios máximos diarios asociados a las duraciones de 1 a 3 días la cuenca total de Aguamilpa.

Tabla B.16. Funciones de distribución de probabilidad.

Distribución	$f(x)$	Evento de diseño
Exponencial	$f(x) = \frac{1}{\beta} e^{-\left(\frac{x-x_0}{\beta}\right)}$	$\hat{X}_T = \hat{x}_0 - \hat{\beta} \left\{ \ln \left(\frac{1}{T} \right) \right\}$
Normal	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad -\infty < x < \infty$	$\hat{X}_T = \hat{\mu} + \hat{\sigma}U_T$
Log-Normal con 2 parámetros	$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln(x)-\mu_y}{\sigma_y}\right]^2} \quad x > 0$	$\hat{X}_T = \exp\{\hat{\mu}_y + \hat{\sigma}U_T\}$
Log-Normal con 3 parámetros	$f(x) = \frac{1}{(x-x_0)\sigma_y\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln(x-x_0)-\mu_y}{\sigma_y}\right]^2} \quad x > x_0$	$\hat{X}_T = \hat{x}_0 + e^{(\hat{\mu}_y + U_T\hat{\sigma}_y)}$
Gamma con 2 parámetros	$f(x) = \frac{x^{\beta-1}e^{-x/\alpha}}{\alpha^\beta\Gamma(\beta)} \quad 0 \leq x < \infty$	$\hat{X}_T = \hat{x}_0 + \hat{\alpha}\hat{\beta} \left\{ 1 - \frac{1}{9\hat{\beta}} + U_T \sqrt{\frac{1}{9\hat{\beta}}} \right\}^3$
Gamma con 3 parámetros	$f(x) = \frac{1}{\alpha\Gamma(\beta)} \left(\frac{x-x_0}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{x-x_0}{\alpha}\right)} \quad \alpha > 0$	$\hat{X}_T = \hat{x}_0 + \hat{\alpha}\hat{\beta} \left\{ 1 - \frac{1}{9\hat{\beta}} + U_T \sqrt{\frac{1}{9\hat{\beta}}} \right\}^3$
Log Pearson tipo III	$f(x) = \frac{1}{\alpha\Gamma(\beta)x} \left(\frac{\ln x - y_0}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{\ln x - y_0}{\alpha}\right)} \quad \gamma > 0$	$\hat{X}_T = \exp \left\{ \hat{y}_0 + \hat{\alpha}\hat{\beta} \left[1 - \frac{1}{9\hat{\beta}} + U_T \sqrt{\frac{1}{9\hat{\beta}}} \right]^3 \right\}$
Gumbel	$f(x) = \frac{1}{\alpha} e^{-\left[\frac{x-v}{\alpha}\right]} e^{-e^{-\left[\frac{x-v}{\alpha}\right]}} \quad 0 \leq x < \infty$	$\hat{X}_T = \hat{\mu} + \hat{\alpha} \ln \left\{ -\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right\}$
General de valores extremos	$f(x) = \frac{1}{\alpha} e^{-\left[1 - \left(\frac{x-v}{\alpha}\right)\beta\right]^{\frac{1}{\beta}}} \left[1 - \left(\frac{x-v}{\alpha}\right)\beta \right]^{\frac{1}{\beta}-1}$	$\hat{X}_T = \hat{\mu} + \frac{\hat{\alpha}}{\hat{\beta}} \left\{ 1 - [-\ln F(x)]^{\hat{\beta}} \right\}$
Doble Gumbel	$f(x) = p \alpha_1 (e^{-e^{-y_1}})^{e^{-y_1}} + ((1-p) \alpha_2 e^{-e^{-y_2}})^{e^{-y_2}}$	

Tabla B.17. EEA obtenidos para las diferentes series. Cuenca total La Yesca.

d [días]	Distribución									
	Expo- nencial	Normal	Log Normal 2Par.	Log Normal 3Par.	Gamma 2Par.	Gamma 3Par.	Log Pearson Tipo III	Gumbel	GVE	Doble Gumbel
1	197.0	492.3	209.8	235.8	240.2	545.6	163.4	309.8	138.4	95.1
2	207.6	495.1	231.1	247.2	252.7	235.0	182.6	324.2	156.4	117.5
3	199.9	470.6	217.1	232.5	242.5	224.2	169.8	310.9	133.2	103.2
4	178.2	431.8	194.2	209.1	219.3	201.8	149.0	282.1	111.3	70.8
5	169.9	414.8	185.9	200.5	209.7	283.7	141.1	271.5	101.5	54.6
6	154.9	383.0	173.0	186.2	192.0	177.3	113.2	248.8	103.5	48.7
7	144.1	358.2	162.1	175.0	178.5	165.5	123.5	231.4	105.4	52.4
8	134.2	337.2	151.7	163.7	166.8	154.3	113.9	216.4	99.6	53.4
9	128.9	316.7	143.9	154.8	157.6	145.9	109.2	202.9	99.7	61.8
10	120.3	302.1	136.9	147.1	148.1	137.0	92.6	192.1	99.9	56.1
11	115.0	291.6	133.0	142.9	141.8	131.5	92.5	185.1	105.7	48.6
12	111.6	281.5	131.1	140.2	136.6	127.6	96.7	178.6	117.2	46.8
13	111.2	274.5	130.6	139.0	134.5	126.2	100.4	175.0	125.0	46.5
14	108.8	268.2	125.7	134.8	131.8	122.9	92.5	171.3	112.5	42.6
15	107.2	263.7	122.5	131.8	130.0	120.6	95.7	168.7	103.8	41.3
16	103.9	258.9	117.5	127.2	127.4	117.1	80.8	165.4	90.3	38.2
17	100.7	251.0	112.0	121.6	123.4	112.7	73.5	159.9	78.2	35.2
18	98.1	243.1	107.1	116.3	119.5	108.7	67.4	154.3	68.7	32.8
19	93.0	232.8	101.4	110.1	114.2	103.4	62.3	146.8	61.7	30.7
20	88.2	223.2	96.5	104.9	109.2	98.6	58.1	140.0	57.3	29.6
21	84.0	214.2	91.9	100.0	105.0	94.3	54.8	133.7	52.4	28.4
22	81.0	206.6	88.6	96.3	101.7	91.1	52.8	128.7	49.0	28.6
23	79.3	200.7	86.1	93.6	99.8	89.1	51.5	125.1	45.5	28.1
24	77.8	194.9	84.2	91.4	98.0	87.2	51.6	121.7	45.0	27.4
25	76.2	189.0	82.3	89.1	96.0	85.3	62.3	118.2	44.7	27.7
26	74.6	183.0	80.4	86.9	93.8	83.4	61.7	114.6	45.1	29.4
27	73.3	177.7	78.9	85.2	92.0	81.8	61.6	111.4	67.0	30.7
28	74.1	174.9	79.4	85.3	92.1	82.0	63.8	110.5	50.4	33.6
29	74.2	171.4	79.4	85.1	91.7	81.9	65.3	109.0	53.7	37.2
30	74.5	168.8	79.6	85.0	91.5	81.8	59.9	108.1	56.2	40.0

Tabla B.18. EEA obtenidos para las diferentes series. Cuenca propia Aguamilpa.

d [días]	Distribución									
	Expo- nencial	Normal	Log Normal 2Par.	Log Normal 3Par.	Gamma 2Par.	Gamma 3Par.	Log Pearson Tipo III	Gumbel	GVE	Doble Gumbel
1	227.7	470.9	239.6	230.5	300.0	247.5	211.2	316.9	215.2	100.3
2	177.4	392.6	189.8	187.6	340.0	194.0	164.8	256.6	164.4	87.5
3	140.1	317.7	152.4	152.7	192.1	155.0	137.6	202.8	139.4	82.1
4	117.4	279.0	130.2	131.7	166.1	131.1	116.2	175.1	119.4	62.7
5	131.5	280.3	139.1	135.6	175.3	144.0	127.7	184.9	130.5	55.1
6	131.7	267.3	136.6	131.8	171.2	143.7	138.7	179.9	134.5	47.7
7	113.8	232.7	118.8	114.5	149.2	125.5	114.1	154.3	119.0	36.7
8	100.3	208.6	106.0	102.4	133.2	111.1	102.4	136.5	105.4	35.8
9	90.4	189.4	96.3	92.9	121.0	100.4	92.2	122.8	72.3	33.3
10	82.2	175.0	88.0	85.1	111.0	91.5	84.2	112.2	85.9	28.7
11	74.9	160.0	80.2	77.8	101.1	83.7	77.9	101.3	78.6	26.5
12	68.8	147.2	73.4	71.9	92.4	76.7	72.5	91.8	71.9	26.3
13	63.3	137.2	67.5	66.7	85.3	70.4	65.7	84.3	64.9	24.8
14	60.2	130.9	64.3	63.7	81.1	66.8	61.7	80.0	60.8	24.2
15	57.6	125.9	61.8	61.2	78.0	63.9	59.0	76.7	58.1	25.1
16	54.8	119.7	58.5	58.1	73.9	60.6	56.0	72.3	55.0	23.7
17	52.4	113.1	55.3	55.2	69.6	57.5	53.7	67.7	52.4	24.4
18	50.3	107.7	52.9	53.0	66.3	54.9	52.0	64.1	50.6	25.1
19	49.5	103.6	51.8	51.8	64.5	53.6	50.8	62.0	49.7	26.3
20	48.5	99.0	50.3	50.4	62.0	52.0	49.6	59.3	48.5	27.4
21	47.0	94.4	48.1	48.4	59.1	49.8	47.8	56.2	46.7	27.4
22	44.5	90.4	45.3	45.9	55.6	46.8	44.5	52.8	43.6	26.4
23	42.2	86.7	42.5	43.5	52.4	44.0	41.6	49.7	40.8	25.0
24	40.7	84.2	40.9	41.9	50.6	42.4	40.0	47.8	39.1	23.8
25	39.3	81.9	39.4	40.4	49.0	40.8	38.4	46.0	37.6	22.2
26	38.1	79.9	38.1	39.1	47.6	39.5	37.0	44.6	36.3	20.9
27	36.9	77.8	36.9	38.0	46.1	38.2	35.9	43.1	35.2	19.6
28	36.6	76.3	36.6	37.8	45.5	37.8	35.6	42.5	35.0	20.3
29	36.6	75.1	36.7	37.9	45.2	37.8	35.6	42.2	35.2	21.1
30	36.3	74.2	36.6	37.7	45.0	37.5	35.5	42.0	35.2	20.7

Tabla B.19. EEA obtenidos para las diferentes series. Cuenca total Aguamilpa.

d [días]	Distribución									
	Expo- nencial	Normal	Log Normal 2Par.	Log Normal 3Par.	Gamma 2Par.	Gamma 3Par.	Log Pearson Tipo III	Gumbel	GVE	Doble Gumbel
1	490.1	934.4	496.8	506.7	592.4	510.2	452.4	653.7	436.9	189.1
2	462.4	867.8	468.7	482.3	549.0	477.7	435.9	611.6	433.5	191.0
3	422.6	802.6	424.0	436.6	502.8	436.1	400.4	564.0	414.7	150.9
4	389.5	747.0	391.2	404.0	463.7	401.8	371.4	523.4	389.2	139.4
5	387.1	720.5	385.0	396.0	453.6	396.7	371.5	511.7	386.2	157.1
6	123.0	681.1	354.8	365.8	422.5	396.0	341.9	480.2	357.4	123.0
7	333.0	632.3	330.8	340.9	393.6	343.2	318.4	445.1	332.0	118.7
8	305.3	584.6	306.8	316.5	363.0	316.3	293.0	409.0	302.2	123.2
9	278.8	541.4	283.4	292.5	334.2	290.6	266.7	375.7	270	121.5
10	263.3	508.9	269.8	278.6	315.1	275.1	253.0	127.4	239.7	127.4
11	247.2	480.5	255.3	264.5	296.5	259.4	238.2	331.4	230.6	117.8
12	234.1	451.9	243.9	253.2	279.6	246.5	229.0	311.0	226.3	119.0
13	225.2	429.7	236.7	245.3	266.7	237.5	222.3	295.7	218.5	126.0
14	218.1	410.7	229.5	237.9	256.8	230.1	216.9	283.0	213.8	128.5
15	216.8	401.0	228.1	236.0	253.5	228.2	216.9	278.3	214.7	132.2
16	212.5	391.7	223.4	231.1	248.2	223.6	212.1	272.1	210.6	130.0
17	202.7	376.8	213.0	220.5	237.8	214.0	201.7	260.1	198.8	123.1
18	194.0	362.4	203.4	210.6	228.4	205.5	192.6	248.9	189.8	117.9
19	186.5	347.5	195.1	201.9	219.8	197.8	185.5	238.0	183.3	115.3
20	179.2	331.8	187.1	193.3	211.1	190.2	178.9	226.9	177.3	112.3
21	173.2	318.2	180.3	186.1	203.7	183.9	173.3	217.3	172.0	110.6
22	165.9	306.0	172.8	178.4	195.3	176.4	165.9	207.8	164.5	105.7
23	158.7	296.0	165.8	171.6	187.7	169.1	158.1	199.4	156.3	98.8
24	153.2	286.9	160.5	166.2	181.2	163.3	152.6	192.4	150.7	93.8
25	148.7	277.9	155.9	161.5	175.8	158.5	148.4	186.0	146.9	91.1
26	143.7	269.6	151.2	156.6	170.4	153.2	143.5	179.9	142.1	88.3
27	139.1	261.0	146.6	151.9	164.7	148.2	139.0	173.5	138.6	87.3
28	137.7	255.9	145.3	150.3	162.2	146.4	138.0	170.7	137.9	88.5
29	134.6	250.8	142.6	147.4	206.1	143.1	135.4	167.1	135.6	86.5
30	132.2	247.2	140.6	145.3	156.8	140.6	133.3	164.7	133.6	83.9

Tabla B.20. Parámetros de la distribución doble Gumbel para las diferentes duraciones.

d [días]	CTA					CPA					LY				
	p	α_1	β_1	α_2	β_2	p	α_1	β_1	α_2	β_2	p	α_1	β_1	α_2	β_2
1	0.89	620.73	1530.45	2141.33	5803.77	0.92	440.14	958.90	1517.45	3249.97	0.89	437.06	683.96	1044.93	3290.19
2	0.89	548.85	1359.99	1773.05	5477.55	0.94	417.89	828.84	1219.02	2753.00	0.89	396.51	611.30	1029.87	3129.16
3	0.89	508.39	1214.08	1727.12	4964.66	0.94	362.71	733.47	1219.02	2753.00	0.89	365.63	564.19	1047.12	2847.91
4	0.89	476.87	1118.66	1589.83	4627.73	0.94	320.72	660.89	1114.00	2524.77	0.89	341.65	531.78	990.10	2649.81
5	0.89	443.66	1047.00	1572.33	4294.33	0.94	295.42	603.53	1025.64	2296.54	0.89	323.00	499.89	960.61	2519.60
6	0.89	431.59	969.49	1552.80	4016.84	0.94	270.12	557.88	973.71	2160.11	0.91	328.30	488.60	816.99	2657.95
7	0.89	408.00	920.25	1440.92	3766.13	0.94	248.08	525.12	867.30	1958.30	0.91	313.38	465.46	760.46	2530.26
8	0.89	387.15	881.37	1290.32	3581.65	0.94	232.99	498.48	792.39	1799.36	0.91	303.31	447.13	735.29	2384.27
9	0.89	371.20	845.75	1182.03	3398.68	0.94	218.10	475.32	719.94	1670.35	0.91	294.29	430.68	711.74	2231.34
10	0.89	353.11	821.95	1070.66	3289.15	0.94	205.63	451.55	642.67	1582.25	0.91	282.57	415.61	636.54	2183.29
11	0.89	340.25	787.91	975.61	3172.79	0.94	195.27	434.14	587.20	1496.42	0.91	272.03	402.16	558.04	2148.94
12	0.89	326.80	773.57	857.63	3120.21	0.94	186.32	419.29	522.74	1426.22	0.91	263.85	390.18	470.59	2106.96
13	0.89	319.59	753.18	772.20	3044.52	0.94	178.89	405.28	456.00	1381.93	0.91	255.62	380.26	413.91	2081.88
14	0.89	310.27	737.33	707.71	2941.67	0.94	172.83	394.13	415.28	1346.17	0.91	245.04	370.98	404.69	2029.02
15	0.89	301.02	721.20	664.01	2883.94	0.91	149.93	376.10	381.97	1221.93	0.91	237.25	362.90	408.66	1981.41
16	0.89	289.86	706.33	641.85	2829.46	0.91	146.18	367.70	353.61	1097.69	0.91	230.52	355.01	447.63	1916.39
17	0.89	285.55	693.49	632.11	2756.33	0.91	142.47	359.58	334.67	1062.22	0.91	226.60	348.09	470.81	1844.11
18	0.89	281.37	681.84	638.16	2652.16	0.91	137.99	352.99	312.30	1038.32	0.91	220.85	342.27	491.40	1777.19
19	0.89	274.05	670.98	620.35	2572.76	0.91	133.14	347.17	296.82	1013.99	0.91	215.24	336.54	491.64	1709.76
20	0.89	269.11	660.58	605.69	2491.95	0.91	129.17	341.04	280.35	986.14	0.91	209.86	330.61	487.80	1650.05
21	0.89	262.26	651.34	581.40	2419.01	0.91	125.60	335.25	265.25	961.79	0.91	204.08	325.52	478.70	1591.72
22	0.89	258.26	642.35	557.72	2368.75	0.91	124.61	329.38	250.06	942.13	0.91	200.88	320.46	472.14	1540.71
23	0.89	251.64	634.09	522.19	2336.91	0.91	123.67	324.08	239.23	922.46	0.91	195.50	316.04	471.25	1493.27
24	0.89	247.46	625.36	487.09	2310.10	0.91	122.10	319.91	230.15	908.55	0.91	190.08	311.91	458.72	1452.74
25	0.89	240.15	617.61	458.30	2274.07	0.91	119.60	316.00	224.97	893.42	0.91	185.05	307.29	451.06	1412.50
26	0.89	235.57	610.10	437.06	2234.32	0.91	117.34	311.53	215.61	882.46	0.91	178.89	303.24	442.28	1373.86
27	0.89	232.40	603.60	410.68	2195.39	0.91	114.84	306.87	202.02	866.43	0.91	174.64	299.09	432.53	1339.52
28	0.89	229.25	597.04	393.24	2165.73	0.91	112.74	302.53	188.54	865.06	0.91	170.85	295.49	418.06	1315.04
29	0.89	226.09	590.70	377.50	2132.58	0.91	109.51	299.13	175.19	856.64	0.91	167.64	292.09	407.66	1287.79
30	0.89	222.02	585.34	365.90	2102.44	0.91	107.31	295.75	167.93	847.75	0.91	163.13	288.41	397.93	1274.62

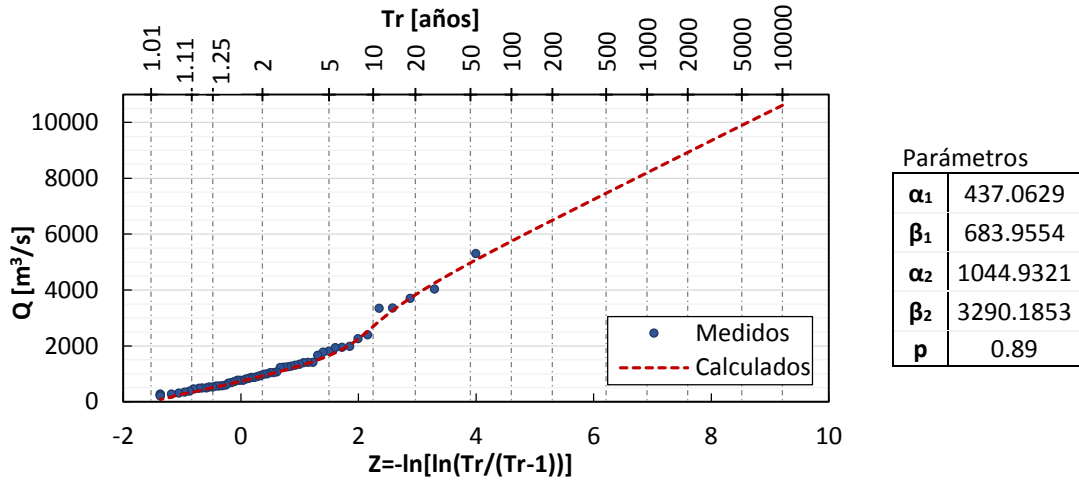


Figura B.2. Ajuste de la función doble Gumbel para la duración de 1 día. Cuenca total La Yesca.

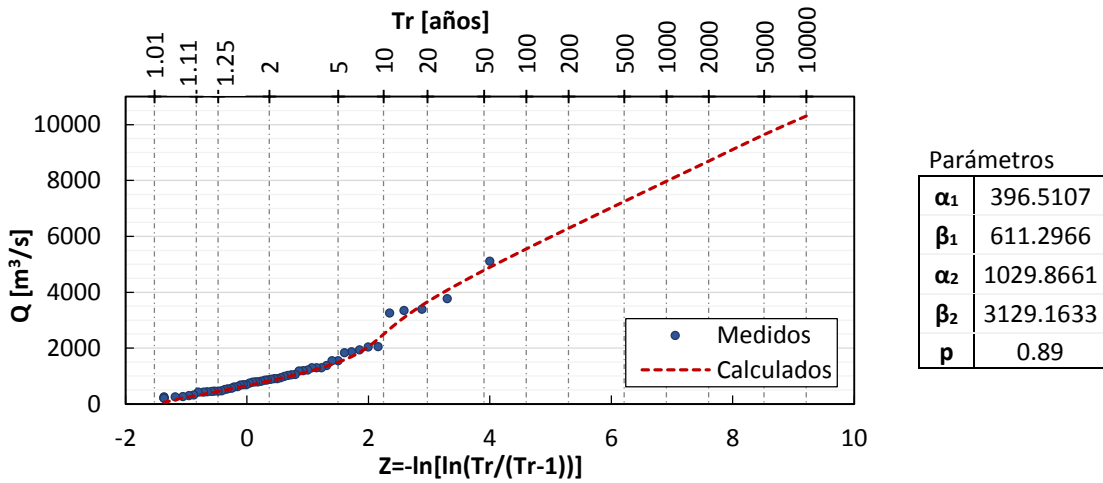


Figura B.3. Ajuste de la función doble Gumbel para la duración de 2 días. Cuenca total La Yesca.

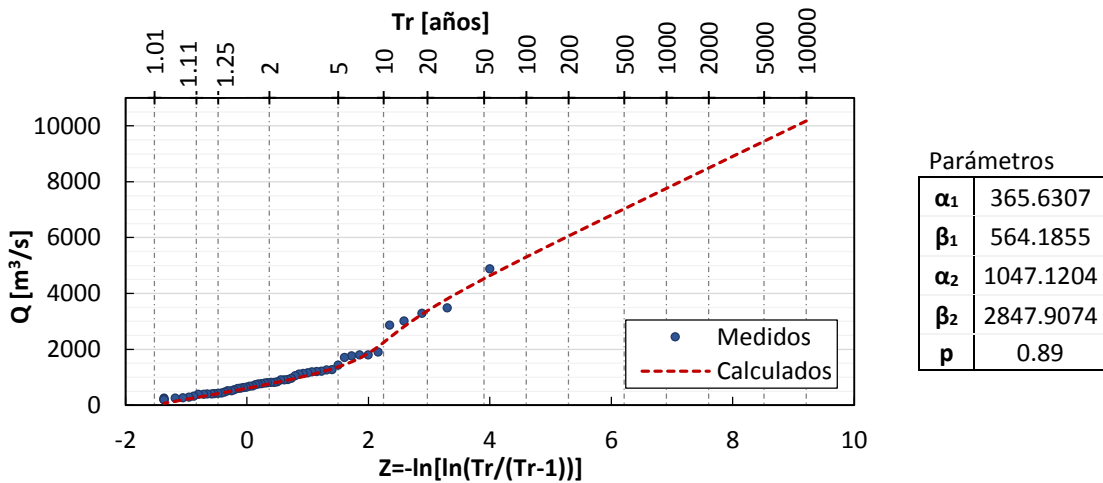


Figura B.4. Ajuste de la función doble Gumbel para la duración de 3 días. Cuenca total La Yesca.

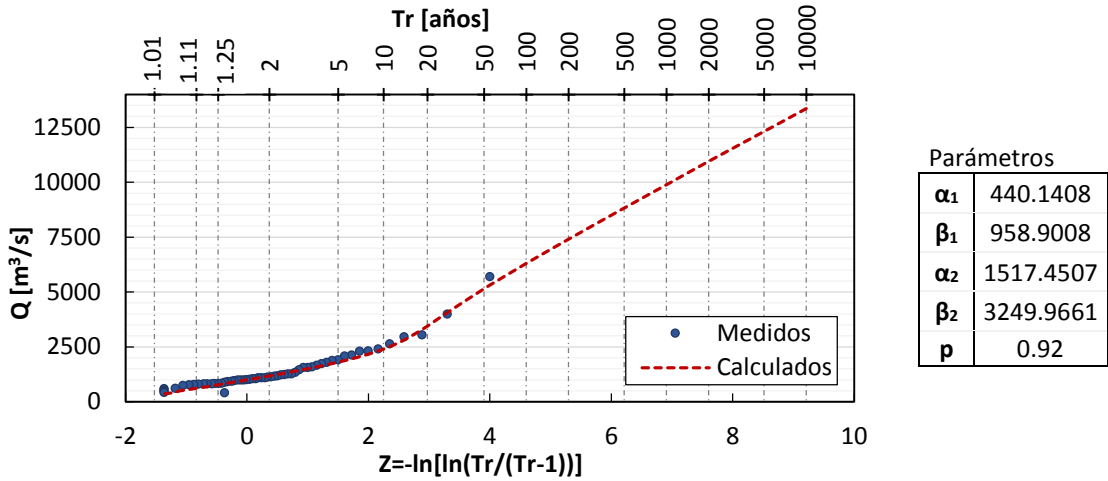


Figura B.5. Ajuste de la función doble Gumbel para la duración de 1 día. Cuenca propia Aguamilpa.

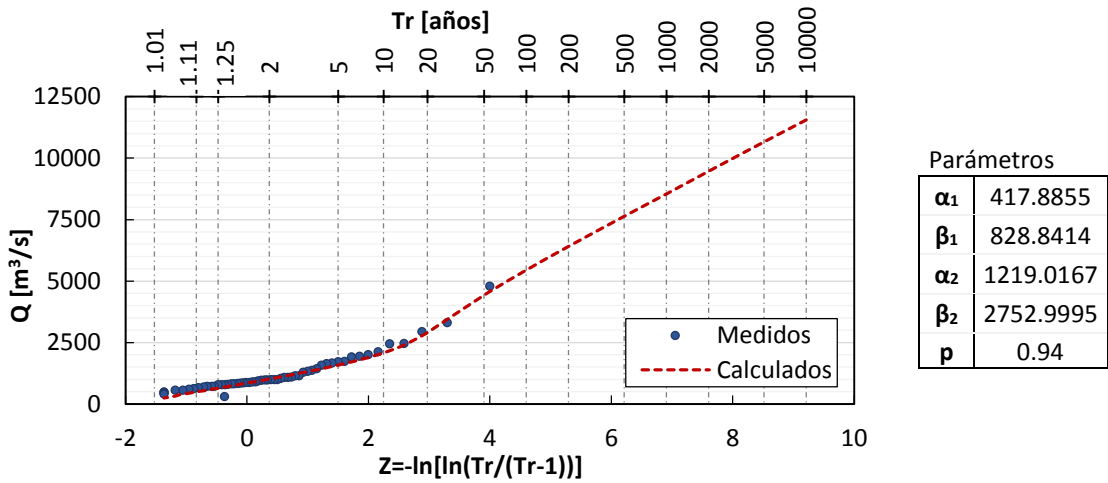


Figura B.6. Ajuste de la función doble Gumbel para la duración de 2 días. Cuenca propia Aguamilpa.

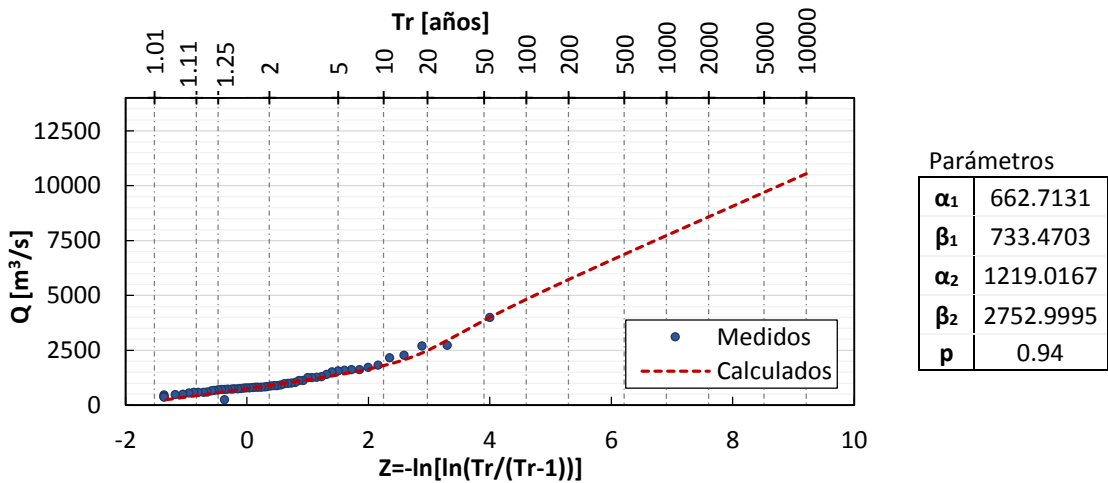


Figura B.7. Ajuste de la función doble Gumbel para la duración de 3 días. Cuenca propia Aguamilpa.

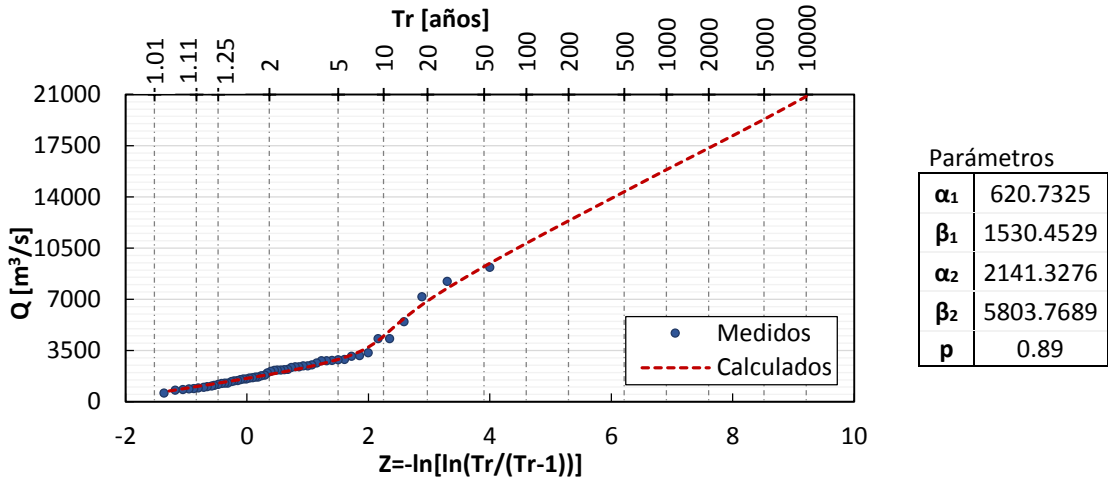


Figura B.8. Ajuste de la función doble Gumbel para la duración de 1 día. Cuenca total Aguamilpa.

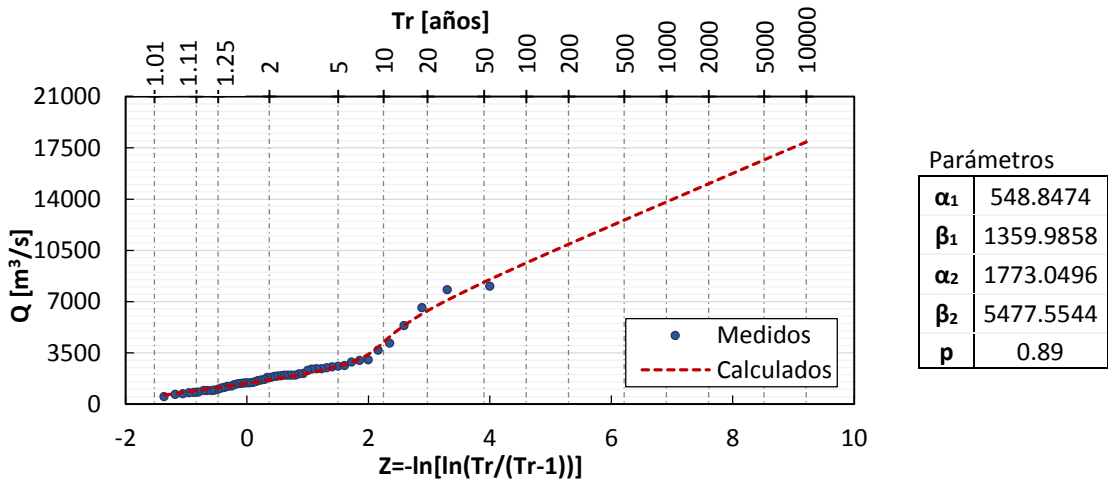


Figura B.9. Ajuste de la función doble Gumbel para la duración de 2 días. Cuenca total Aguamilpa.

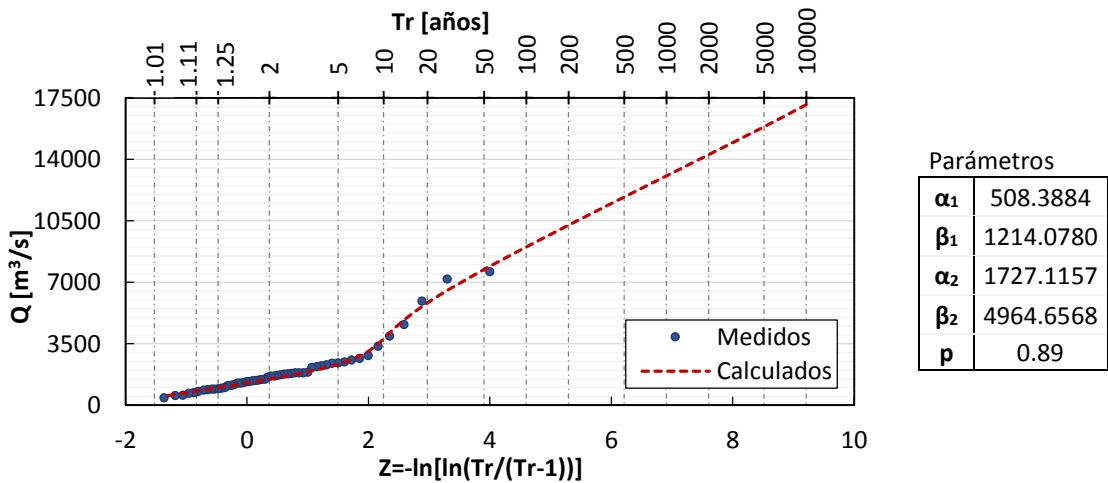


Figura B.10. Ajuste de la función doble Gumbel para la duración de 3 días. Cuenca total Aguamilpa.

En las tablas B.21 a B.23 se muestran los gastos extrapolados para las diferentes duraciones y periodos de retorno.

Tabla B.21. Datos curvas q-d-Tr. Cuenca total La Yesca.

Tr [años]	Gastos de diseño [m ³ /s] - asociado a la duración [días]									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	924.57	829.56	765.40	719.74	677.61	656.91	626.15	602.65	581.58	560.50
5	1657.52	1494.94	1374.81	1288.13	1214.61	1160.71	1107.24	1068.01	1032.58	994.27
10	2697.03	2502.35	2251.28	2095.42	1980.32	1821.43	1741.84	1664.60	1588.44	1553.11
20	3832.35	3656.60	3383.65	3156.70	3010.25	2846.45	2706.39	2557.99	2404.94	2336.66
50	4971.09	4785.44	4530.68	4240.89	4062.71	3787.75	3582.38	3401.98	3217.14	3065.17
100	5746.84	5551.25	5309.51	4977.07	4777.01	4405.42	4157.37	3957.66	3754.55	3545.74
200	6495.60	6289.42	6060.40	5687.36	5465.88	4995.68	4706.82	4488.85	4268.59	4005.37
500	7467.31	7248.75	7034.49	6608.74	6358.20	5757.49	5416.58	5175.09	4932.80	4599.34
1000	8199.24	7970.33	7765.10	7299.11	7027.75	6325.28	5947.95	5688.87	5430.11	5044.08
2000	8928.37	8689.14	8493.30	7984.18	7697.31	6895.27	6477.17	6200.58	5925.42	5487.04
5000	9893.07	9640.18	9454.20	8897.60	8593.49	7631.86	7175.24	6875.54	6578.77	6071.35
10000	10610.98	10303.70	10180.48	9577.35	9211.54	8228.16	7702.77	7385.62	7072.51	6512.91

Tr [años]	Gastos de diseño [m ³ /s] - asociado a la duración [días]									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	541.65	525.48	511.34	496.64	484.55	473.20	464.29	455.52	446.91	438.22
5	959.57	930.88	904.11	873.18	849.06	827.36	812.43	794.72	777.38	760.30
10	1529.33	1515.76	1496.65	1444.88	1400.05	1342.63	1297.40	1249.69	1209.18	1172.88
20	2281.57	2218.51	2178.87	2122.80	2075.47	2019.40	1953.83	1892.52	1826.42	1766.90
50	2922.36	2759.97	2656.50	2590.39	2547.73	2536.39	2496.10	2457.60	2390.57	2325.61
100	3343.62	3115.14	2968.75	2895.99	2856.44	2874.59	2851.56	2828.86	2761.95	2694.03
200	3746.48	3454.33	3267.62	3187.96	3151.13	3197.74	3191.83	3183.78	3117.03	3046.33
500	4267.11	3892.88	3653.13	3566.01	3532.68	3615.97	3631.41	3642.34	3575.83	3501.55
1000	4656.96	4221.94	3942.81	3847.09	3816.37	3928.89	3960.29	3985.68	3919.34	3842.38
2000	5045.28	4548.48	4228.04	4130.36	4102.26	4236.99	4286.65	4327.65	4261.48	4181.85
5000	5557.51	4988.92	4611.31	4505.14	4480.51	4651.01	4711.68	4778.73	4712.78	4629.63
10000	5944.62	5292.68	4896.54	4766.61	4762.00	4949.49	5055.75	5119.62	5053.83	4968.02

Tr [años]	Gastos de diseño [m ³ /s] - asociado a la duración [días]									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2	430.16	423.46	416.29	409.37	402.17	394.96	388.63	383.09	378.05	372.05
5	743.23	731.44	715.74	700.47	685.43	668.70	655.79	644.57	634.62	621.88
10	1138.06	1111.84	1079.72	1053.08	1025.96	997.03	974.74	958.33	941.70	925.56
20	1707.47	1656.81	1609.77	1566.43	1524.67	1483.52	1447.16	1419.04	1389.69	1372.57
50	2254.77	2194.93	2146.20	2088.32	2037.46	1986.56	1938.74	1894.27	1852.71	1825.85
100	2616.23	2551.27	2501.88	2434.51	2377.87	2320.41	2265.19	2209.78	2160.32	2126.25
200	2961.94	2892.19	2842.18	2765.76	2703.60	2639.82	2577.55	2511.68	2454.69	2413.63
500	3408.65	3332.77	3281.95	3193.82	3124.52	3052.57	2981.19	2901.81	2835.11	2784.99
1000	3743.12	3662.66	3611.22	3514.33	3439.68	3361.60	3283.41	3193.91	3119.95	3063.03
2000	4076.25	3991.23	3939.17	3833.56	3753.58	3669.39	3584.41	3484.85	3403.65	3339.96
5000	4515.67	4424.63	4371.76	4254.64	4167.63	4075.39	3981.45	3868.61	3777.86	3705.24
10000	4847.75	4752.15	4698.67	4572.85	4480.53	4382.20	4281.49	4158.62	4060.66	3981.28

Tabla B.22. Datos curvas q-d-Tr. Cuenca propia Aguamilpa.

Tr [años]	Gastos de diseño [m³/s] - asociado a la duración [días]									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	1174.32	1020.77	899.61	807.86	738.83	681.60	638.77	605.18	575.23	545.89
5	1801.94	1585.95	1387.51	1239.88	1136.40	1045.36	972.75	918.47	868.52	823.13
10	2402.86	2085.92	1811.68	1618.51	1483.64	1364.68	1264.83	1190.76	1122.84	1065.02
20	3446.24	2906.02	2490.89	2247.89	2054.06	1905.79	1748.04	1628.18	1524.39	1446.10
50	5146.77	4424.50	3866.01	3538.60	3230.09	3044.93	2747.58	2522.20	2328.95	2171.02
100	6306.22	5450.91	4829.31	4421.70	4042.06	3818.06	3434.67	3148.55	2897.33	2677.34
200	7409.74	6410.68	5729.74	5244.97	4799.06	4537.69	4075.56	3733.50	3428.80	3151.14
500	8831.59	7636.96	6878.54	6294.88	5766.27	5455.00	4893.67	4479.82	4106.52	3756.74
1000	9889.34	8542.74	7733.85	7076.52	6486.18	6138.75	5502.60	5038.23	4612.39	4208.14
2000	10955.22	9462.45	8583.94	7853.37	7200.60	6822.49	6106.89	5590.27	5114.41	4659.55
5000	12322.15	10660.87	9703.97	8876.92	8123.84	7720.23	6906.40	6320.66	5763.17	5238.44
10000	13363.63	11552.71	10549.95	9650.01	8827.26	8388.32	7538.58	6864.21	6257.46	5679.51

Tr [años]	Gastos de diseño [m³/s] - asociado a la duración [días]									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	523.78	504.89	487.54	473.63	452.92	442.59	432.58	423.72	415.42	407.26
5	787.30	756.88	730.42	708.73	679.48	663.14	647.65	632.71	617.45	603.51
10	1017.37	978.10	946.78	920.41	916.50	891.25	868.90	850.04	829.52	809.98
20	1375.33	1317.87	1278.41	1245.70	1244.59	1204.47	1165.46	1134.44	1104.60	1072.47
50	2035.97	1908.21	1804.15	1731.65	1643.94	1590.43	1529.12	1474.52	1428.51	1378.13
100	2497.73	2317.60	2160.40	2055.89	1917.07	1855.49	1779.49	1707.95	1650.40	1587.55
200	2930.94	2702.80	2495.71	2361.45	2179.68	2110.46	2020.32	1932.78	1864.11	1789.07
500	3483.87	3194.21	2925.23	2751.77	2519.56	2439.97	2333.03	2223.47	2140.82	2050.85
1000	3896.60	3561.54	3244.62	3042.83	2774.84	2685.92	2564.87	2443.26	2348.95	2245.20
2000	4306.17	3928.86	3562.79	3332.78	3025.22	2932.82	2798.51	2661.38	2556.28	2441.07
5000	4841.77	4411.16	3988.65	3716.41	3361.68	3255.68	3104.03	2943.26	2830.60	2700.21
10000	5245.05	4770.07	4301.92	4001.90	3604.24	3498.78	3334.07	3158.03	3034.74	2893.06

Tr [años]	Gastos de diseño [m³/s] - asociado a la duración [días]									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2	399.64	393.28	387.49	382.52	377.32	371.70	365.76	360.34	355.28	350.77
5	590.72	583.12	575.97	568.79	559.81	551.01	541.53	533.26	523.41	515.58
10	792.53	782.90	772.69	763.45	750.85	741.06	729.83	725.67	717.10	708.92
20	1044.00	1021.88	1001.05	984.92	967.96	953.41	933.28	925.81	911.79	900.01
50	1333.07	1293.13	1259.38	1233.19	1210.71	1186.76	1152.19	1131.76	1104.46	1085.26
100	1531.02	1479.33	1437.10	1403.94	1377.71	1346.71	1301.98	1271.68	1234.67	1210.22
200	1721.74	1658.82	1608.55	1568.73	1538.97	1501.14	1446.47	1406.71	1360.10	1330.37
500	1969.15	1891.75	1831.14	1782.58	1748.32	1701.55	1634.04	1581.34	1522.46	1486.27
1000	2153.11	2065.85	1997.76	1942.88	1904.43	1851.78	1774.86	1713.33	1645.18	1603.03
2000	2338.49	2240.63	2165.03	2103.81	2061.75	2002.59	1914.05	1845.32	1766.01	1718.88
5000	2580.90	2469.19	2383.76	2311.77	2267.48	2197.48	2101.09	2015.89	1926.48	1870.93
10000	2763.43	2635.91	2553.60	2470.22	2427.22	2355.25	2240.28	2153.97	2047.31	1986.78

Tabla B.23. Datos curvas q-d-Tr. Cuenca total Aguamilpa.

Tr [años]	Gastos de diseño [m³/s] - asociado a la duración [días]									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	1871.77	1662.11	1493.83	1381.16	1291.02	1206.77	1144.51	1094.38	1049.99	1016.36
5	2903.62	2584.24	2345.14	2180.49	2031.59	1923.99	1822.36	1740.38	1670.22	1608.84
10	4497.13	4236.75	3801.32	3552.71	3262.54	3052.44	2878.95	2767.52	2653.08	2586.50
20	6884.81	6370.28	5833.54	5428.12	5085.74	4799.61	4493.01	4233.00	3996.47	3830.27
50	9241.98	8326.33	7736.96	7180.40	6819.59	6511.13	6080.51	5653.73	5297.83	5008.51
100	10835.44	9646.23	9022.12	8363.69	7989.90	7666.54	7153.82	6613.86	6178.09	5804.89
200	12371.48	10917.33	10260.96	9503.28	9119.09	8780.32	8187.52	7537.65	7026.63	6571.83
500	14358.29	12569.29	11865.67	10978.66	10582.50	10223.02	9528.43	8738.24	8127.36	7568.57
1000	15862.74	13807.07	13065.15	12095.86	11679.01	11305.57	10533.14	9637.82	8952.11	8312.53
2000	17332.75	15044.85	14269.26	13204.53	12767.08	12388.12	11545.59	10537.39	9764.17	9059.36
5000	19308.07	16682.52	15862.39	14637.27	14217.84	13820.42	12874.90	11699.92	10880.75	10035.99
10000	20869.95	17901.26	17122.07	15797.11	15297.48	14886.31	13802.33	12641.02	11642.06	10771.34

Tr [años]	Gastos de diseño [m³/s] - asociado a la duración [días]									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	975.25	953.52	929.14	908.15	886.95	865.93	865.93	836.76	821.86	808.75
5	1547.45	1504.63	1468.39	1431.78	1395.06	1355.21	1355.21	1311.63	1284.29	1262.82
10	2516.81	2510.74	2484.46	2425.78	2391.23	2345.04	2345.04	2193.17	2130.70	2069.08
20	3666.45	3553.59	3435.36	3300.61	3220.32	3154.23	3154.23	2976.25	2888.00	2800.32
50	4740.44	4497.55	4285.10	4079.31	3950.66	3861.09	3861.09	3678.22	3569.92	3465.41
100	5466.48	5135.50	4859.64	4605.59	4444.32	4338.80	4338.80	4153.07	4031.20	3915.65
200	6167.30	5750.41	5413.68	5113.78	4921.02	4799.47	4799.47	4610.97	4476.22	4349.61
500	7073.78	6547.26	6131.66	5773.30	5538.77	5396.99	5396.99	5203.18	5052.62	4913.03
1000	7754.95	7146.06	6669.10	6264.36	6002.97	5845.99	5845.99	5649.49	5486.38	5336.41
2000	8441.36	7744.85	7208.62	6759.23	6467.17	6295.00	6295.00	6088.94	5916.80	5756.53
5000	9321.64	8518.68	7930.74	7421.60	7081.35	6875.25	6875.25	6679.44	6484.02	6323.20
10000	10034.25	9145.11	8461.96	7908.85	7509.84	7344.98	7344.98	7146.35	6937.80	6714.01

Tr [años]	Gastos de diseño [m³/s] - asociado a la duración [días]									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2	795.73	784.56	772.63	761.63	749.84	739.79	731.55	723.25	715.17	707.59
5	1238.23	1220.42	1197.33	1179.39	1155.23	1137.39	1123.82	1110.20	1096.79	1082.37
10	2015.85	1983.15	1967.06	1958.67	1937.02	1911.25	1890.94	1873.01	1851.11	1828.58
20	2715.57	2653.69	2603.43	2558.89	2507.76	2457.34	2405.30	2366.82	2325.85	2289.83
50	3354.01	3265.61	3176.75	3093.69	3011.09	2937.29	2856.36	2798.61	2740.29	2691.48
100	3786.42	3680.44	3564.93	3455.69	3351.53	3262.07	3161.30	3090.63	3020.60	2963.41
200	4203.18	4080.27	3939.06	3804.90	3679.78	3574.92	3455.73	3372.31	3291.38	3225.46
500	4744.27	4597.87	4423.85	4258.05	4106.13	3982.25	3837.61	3738.53	3642.57	3565.49
1000	5149.30	4987.95	4789.20	4599.06	4425.75	4285.98	4124.29	4011.99	3905.20	3822.12
2000	5549.65	5375.02	5151.73	4934.83	4744.13	4592.07	4409.87	4285.46	4167.83	4074.80
5000	6087.61	5897.12	5635.12	5375.52	5168.63	4987.62	4790.64	4641.60	4513.93	4414.33
10000	6487.95	6257.19	5994.84	5732.27	5484.54	5289.00	5056.29	4929.91	4782.67	4667.01

Con los gastos extrapolados para las diferentes duraciones se construyen las curvas gasto-duración-periodo de retorno (q-d-Tr), dichas curvas se presentan en la Figura B.11.

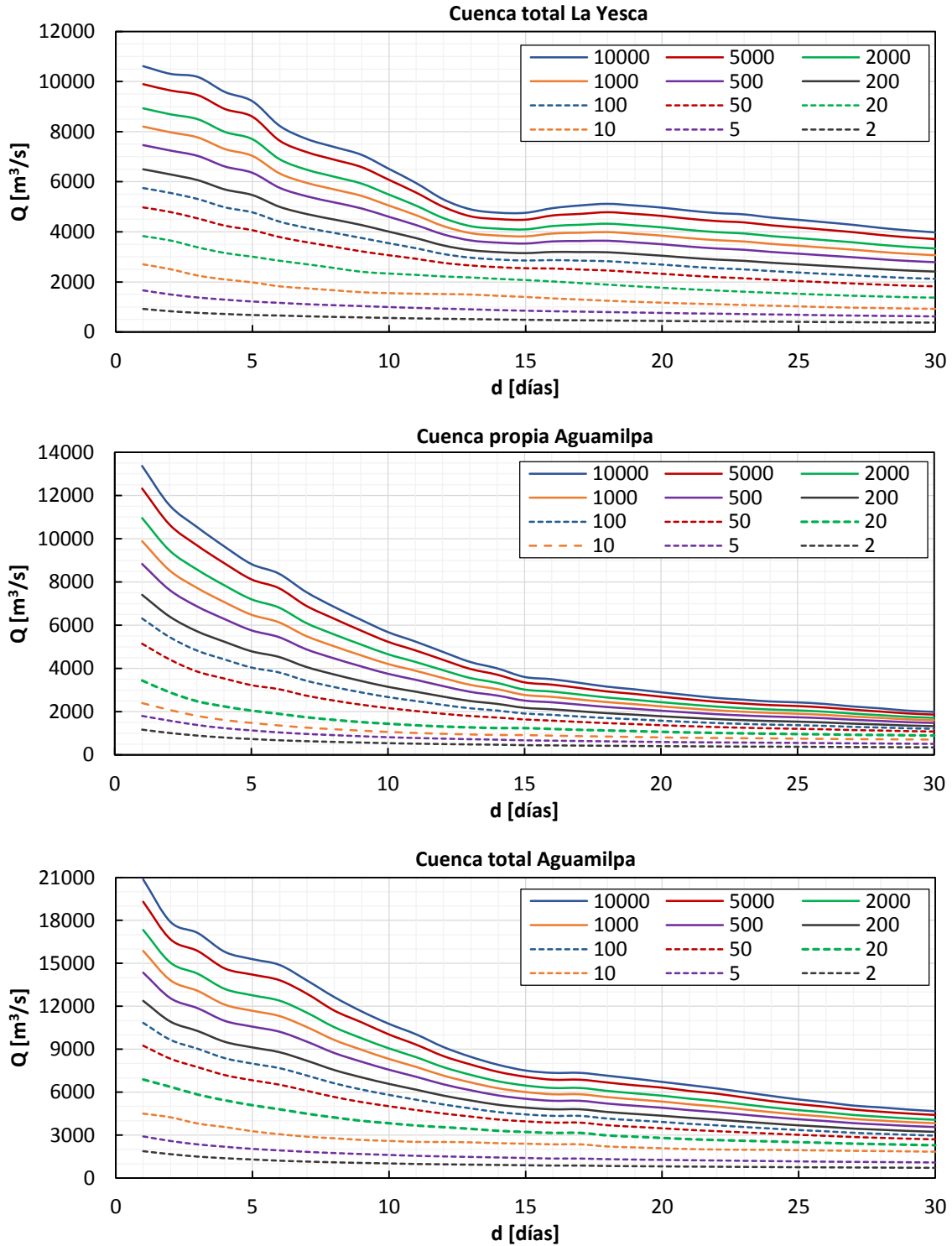


Figura B.11. Curvas gastos-duración-periodo de retorno.

Las avenidas de diseño diarias correspondientes a periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 500, 1000, 2000, 5000 y 10000 se muestran en las Figuras B.12 a B.17.

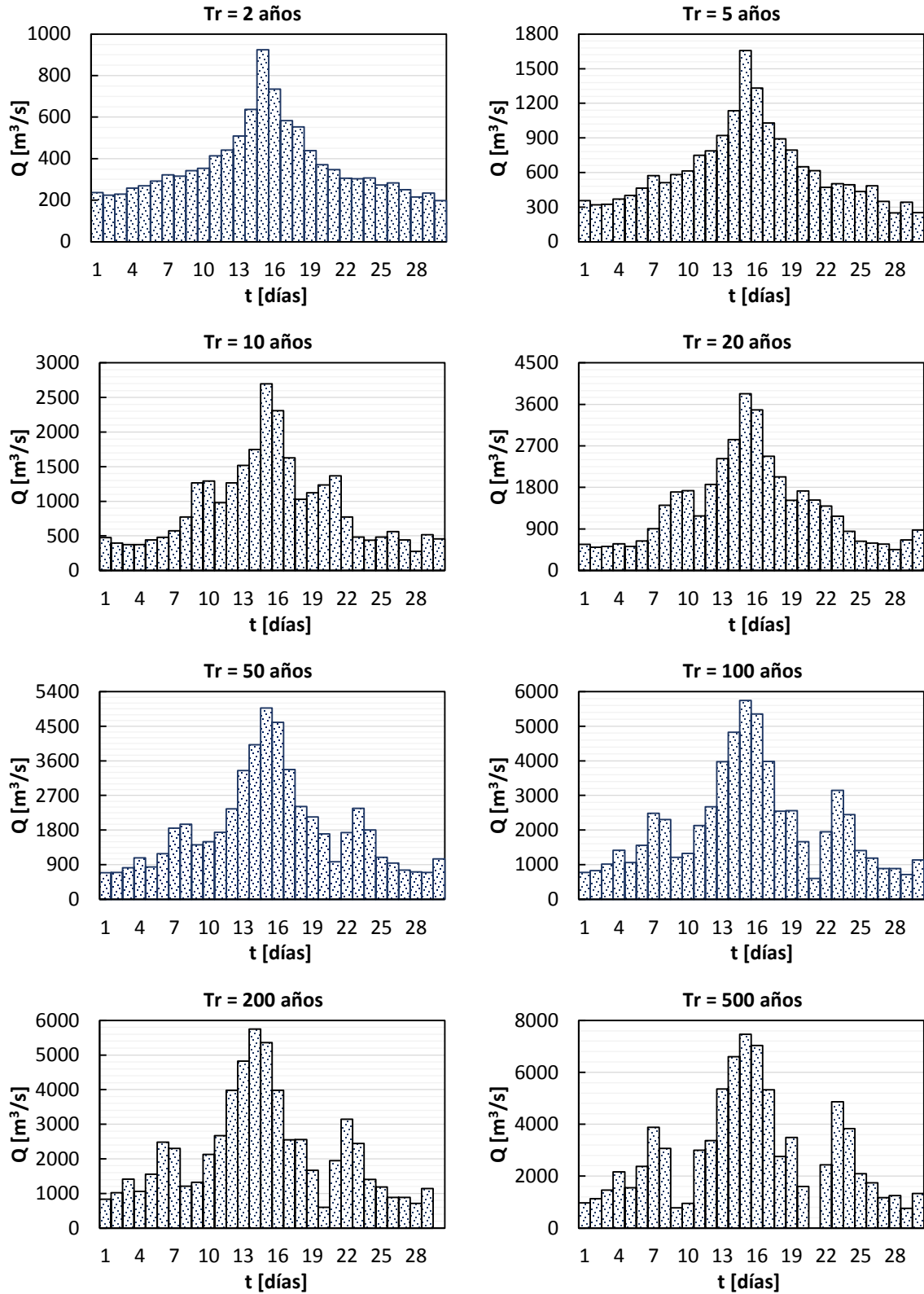


Figura B.12. Avenidas de diseño $Tr=2, 5, 10, 20, 50, 100, 200$ y 500 años. Cuenca total La Yesca.

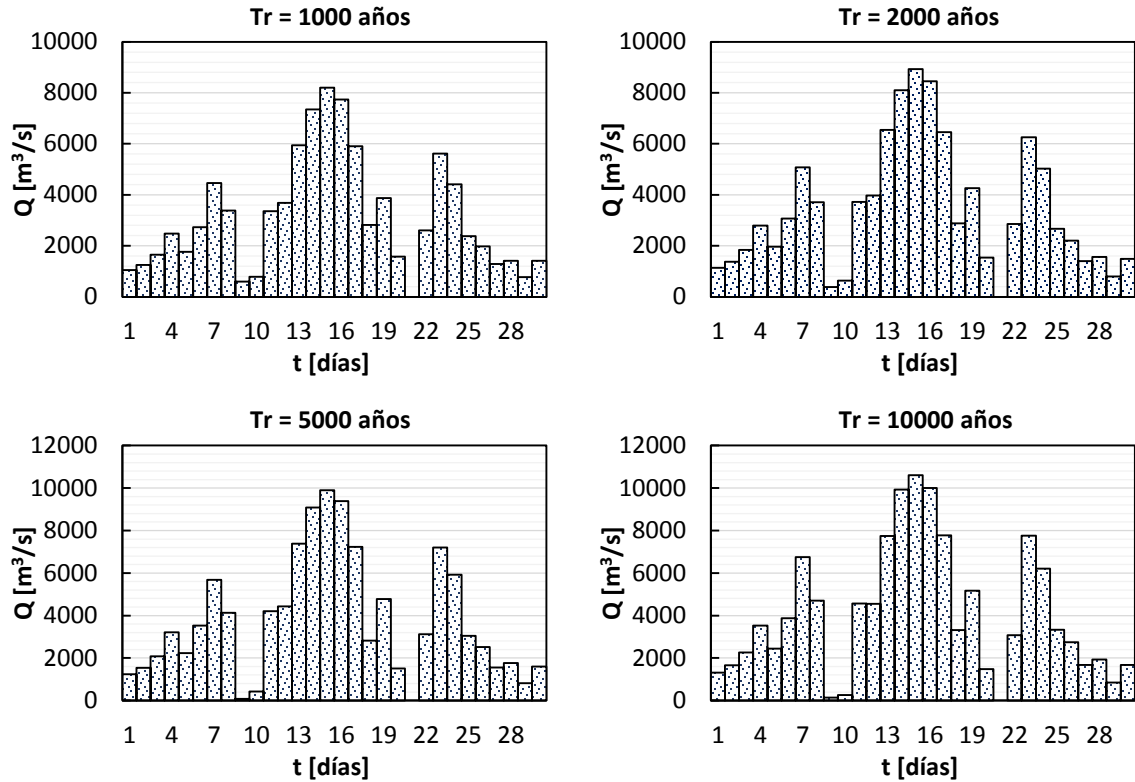


Figura B.13. Avenidas de diseño Tr=1000, 2000, 5000 y 10000 años. Cuenca total La Yesca.

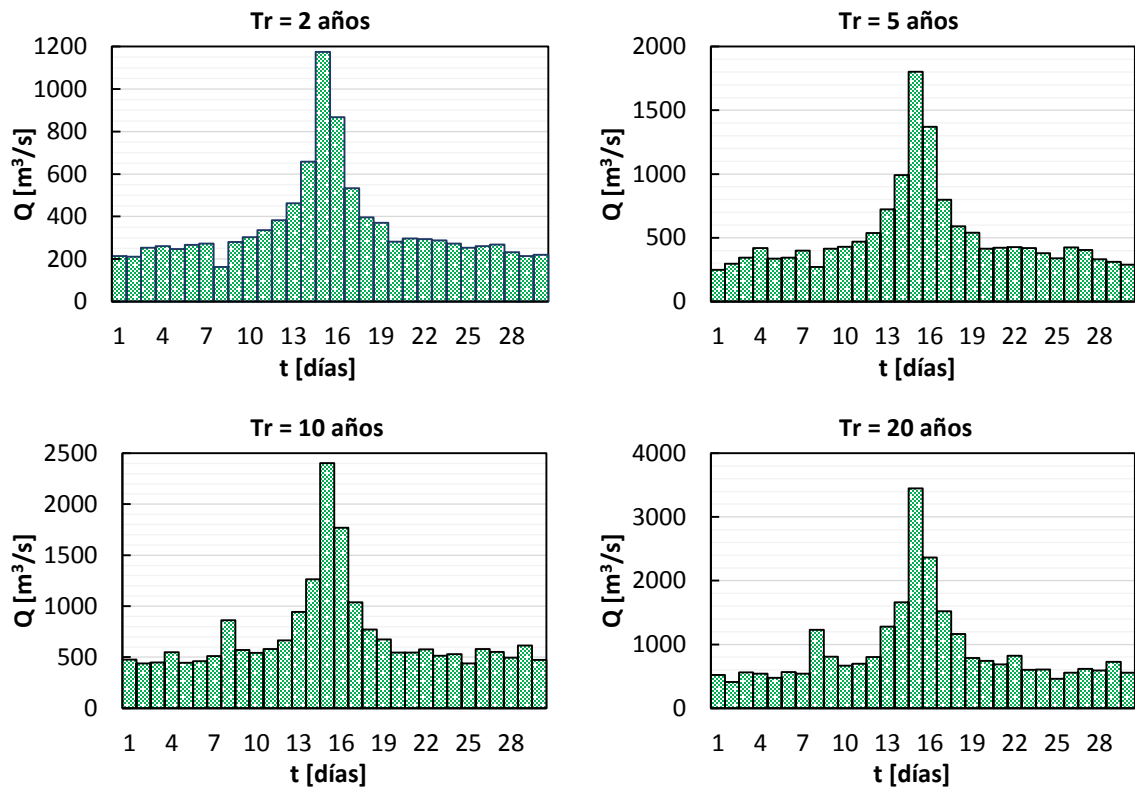


Figura B.14. Avenidas de diseño Tr=2, 5, 10 y 20 años. Cuenca propia Aguamilpa.

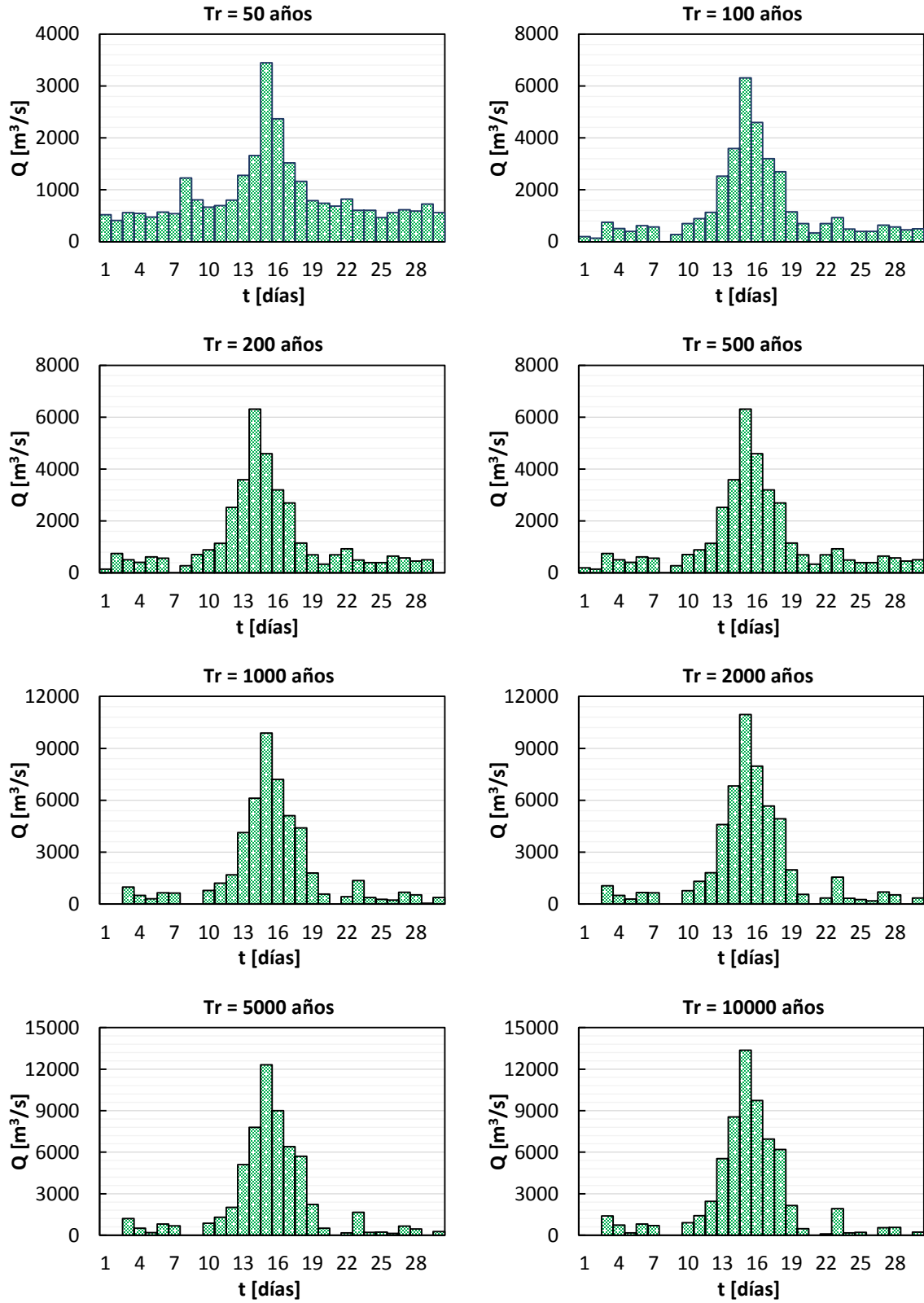


Figura B.15. Avenidas de diseño $Tr=50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000$ y 10000 años. Cuenca propia Agumilpa.

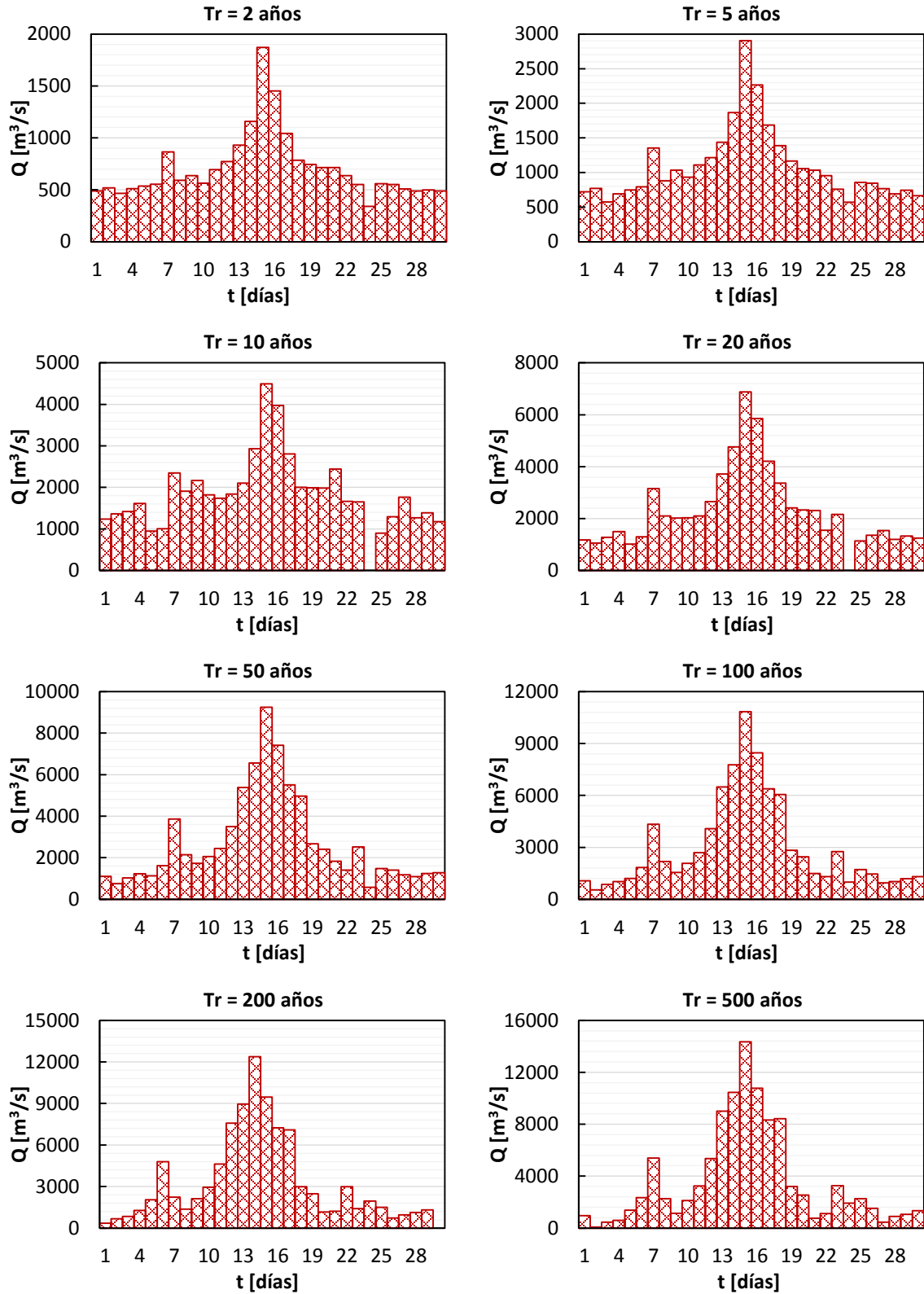


Figura B.16. Avenidas de diseño $Tr=2, 5, 10, 20, 50, 100, 200$ y 500 años. Cuenca total Aguamilpa.

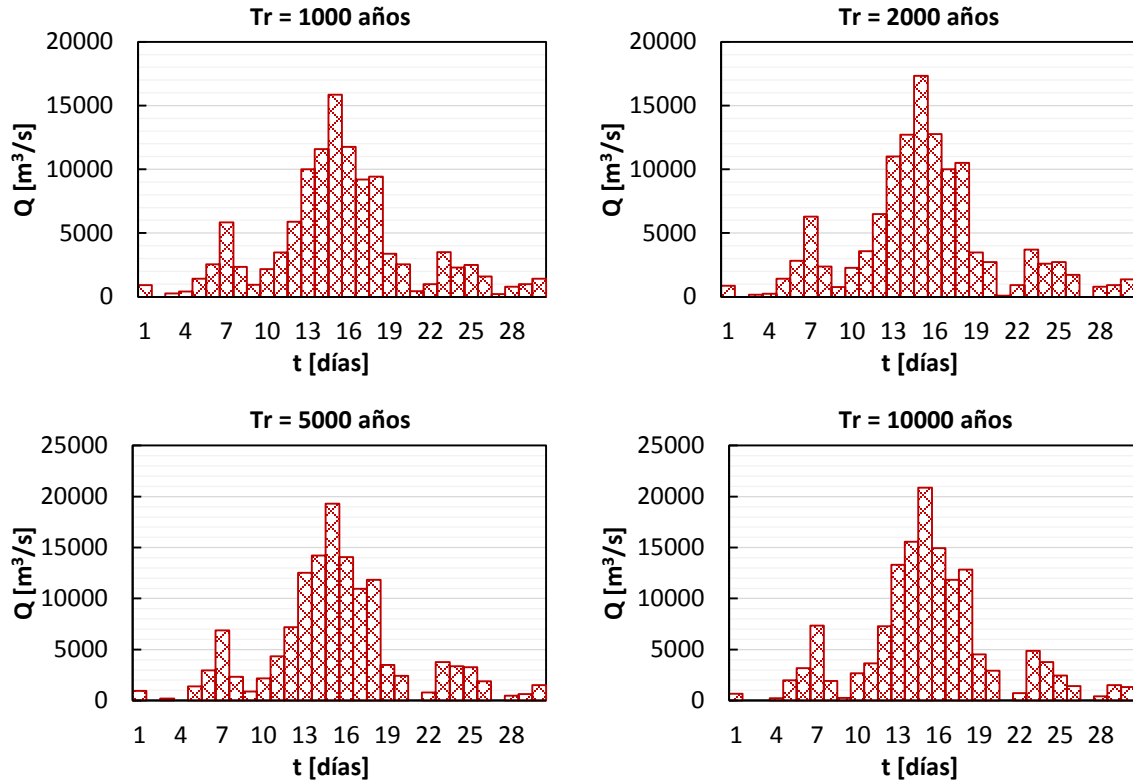


Figura B.17. Avenidas de diseño Tr=1000, 2000, 5000 y 10000 años. Cuenca total Aguamilpa.

B.4 TRANSITO DE LAS AVENIDAS DE DISEÑO ACTUALIZADAS

Para determinar los factores de reducción para cada escenario analizado se usaron las curvas gastos-duración-periodo de retorno presentadas en la Figura B.11. Se obtuvo un factor para cada duración asociada a cada periodo de retorno. En la Tabla B.24 se presentan los resultados obtenidos para todas las duraciones y todos los periodos de retorno analizados. En la Figura B.18 a la B.20 se presentan los hidrogramas de diseño de la presa Aguamilpa obtenidos con el análisis de simultaneidad.

En la Figura B.21 a la B.32 se presentan los resultados del tránsito en el sistema de acuerdo con las políticas de descarga 1, para el escenario 1. En la Figura B.33 a la B.44 se presentan los resultados del tránsito en el sistema de acuerdo con las políticas de descarga 1, para el escenario 2.

En la Figura B.45 a la B.55 se presentan los resultados del tránsito en la presa Aguamilpa considerando las políticas de descarga 2, 3 y 4 para los escenarios 1 y 2.

En la Tabla B.25 se presenta el resumen de los gastos máximos de salida y elevaciones críticas, en cada presa del sistema para distintos periodos de retorno. Escenario 1.

En la Tabla B.26 se presenta el resumen de los gastos máximos de salida y elevaciones críticas, en cada presa del sistema para distintos periodos de retorno. Escenario 2.

Tabla B.24. Factores de reducción para los hidrogramas de diseño de la presa Aguamilpa asociados a los diferentes periodos de retorno.

d [días]	Tr = 2		Tr = 5		Tr = 10		Tr =20		Tr = 50		Tr = 100		Tr = 200		Tr = 500		Tr = 1000		Tr = 2000		Tr = 5000		Tr = 10000		
	F _{CPA}	F _{LY}	F _{CPA}	F _{LY}	F _{CPA}	F _{LY}	F _{CPA}	F _{LY}	F _{CPA}	F _{LY}	F _{CPA}	F _{LY}	F _{CPA}	F _{LY}	F _{CPA}	F _{LY}	F _{CPA}	F _{LY}	F _{CPA}	F _{LY}	F _{CPA}	F _{LY}	F _{CPA}	F _{LY}	F _{CPA}
1	0.81	0.75	0.69	0.66	0.75	0.78	0.89	0.90	0.83	0.82	0.81	0.79	0.79	0.76	0.78	0.74	0.77	0.73	0.77	0.71	0.76	0.71	0.77	0.73	
2	0.82	0.77	0.69	0.67	0.83	0.86	0.93	0.95	0.80	0.82	0.75	0.76	0.72	0.72	0.70	0.68	0.68	0.66	0.67	0.64	0.66	0.62	0.68	0.66	
3	0.81	0.78	0.70	0.70	0.86	0.88	0.98	0.99	0.83	0.85	0.77	0.79	0.73	0.75	0.70	0.71	0.69	0.69	0.67	0.67	0.66	0.65	0.69	0.69	
4	0.82	0.80	0.72	0.73	0.90	0.92	1.00	1.00	0.83	0.86	0.77	0.79	0.73	0.75	0.69	0.71	0.68	0.69	0.66	0.67	0.65	0.65	0.68	0.69	
5	0.83	0.81	0.72	0.74	0.86	0.90	1.00	1.00	0.85	0.88	0.79	0.83	0.76	0.79	0.73	0.76	0.72	0.74	0.70	0.72	0.69	0.71	0.72	0.74	
6	0.81	0.80	0.73	0.76	0.90	0.93	1.00	1.00	0.89	0.92	0.85	0.87	0.83	0.85	0.82	0.83	0.81	0.82	0.81	0.81	0.80	0.80	0.81	0.82	
7	0.81	0.81	0.74	0.77	0.90	0.93	1.00	1.00	0.91	0.93	0.87	0.89	0.85	0.87	0.84	0.86	0.83	0.85	0.83	0.84	0.83	0.83	0.83	0.85	
8	0.81	0.81	0.73	0.77	0.93	0.95	1.00	1.00	0.89	0.92	0.84	0.88	0.82	0.85	0.80	0.82	0.78	0.81	0.78	0.80	0.76	0.78	0.78	0.81	
9	0.81	0.82	0.73	0.78	0.95	0.96	1.00	1.00	0.89	0.92	0.84	0.87	0.80	0.84	0.78	0.82	0.76	0.80	0.75	0.78	0.75	0.78	0.76	0.80	
10	0.84	0.84	0.75	0.79	0.97	0.98	1.00	1.00	0.90	0.93	0.84	0.88	0.81	0.85	0.79	0.83	0.78	0.81	0.77	0.80	0.76	0.79	0.78	0.81	
11	0.83	0.83	0.75	0.79	0.97	0.98	1.00	1.00	0.89	0.93	0.85	0.89	0.83	0.86	0.81	0.84	0.80	0.83	0.79	0.82	0.78	0.81	0.80	0.83	
12	0.85	0.85	0.76	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.91	0.94	0.87	0.90	0.85	0.88	0.83	0.86	0.82	0.85	0.81	0.84	0.80	0.82	0.82	0.85	
13	0.86	0.86	0.77	0.82	1.00	1.00	0.98	0.99	0.90	0.93	0.88	0.91	0.86	0.89	0.85	0.88	0.84	0.87	0.84	0.86	0.83	0.85	0.84	0.87	
14	0.87	0.87	0.79	0.83	1.00	1.00	0.95	0.97	0.86	0.91	0.83	0.88	0.82	0.86	0.80	0.85	0.79	0.84	0.79	0.83	0.78	0.82	0.79	0.84	
15	0.89	0.90	0.80	0.84	1.00	1.00	0.92	0.95	0.85	0.91	0.83	0.88	0.81	0.87	0.80	0.85	0.79	0.85	0.78	0.84	0.77	0.83	0.79	0.85	
16	0.89	0.89	0.80	0.84	1.00	1.00	0.94	0.97	0.83	0.90	0.79	0.86	0.76	0.84	0.73	0.82	0.71	0.80	0.70	0.79	0.68	0.78	0.71	0.80	
17	0.93	0.93	0.84	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	0.89	0.93	0.84	0.90	0.80	0.87	0.76	0.84	0.74	0.83	0.72	0.82	0.70	0.80	0.74	0.83	
18	0.90	0.91	0.82	0.85	1.00	1.00	0.96	0.97	0.83	0.90	0.78	0.86	0.74	0.84	0.70	0.82	0.68	0.80	0.66	0.79	0.65	0.78	0.68	0.80	
19	0.90	0.91	0.82	0.86	1.00	1.00	0.96	0.98	0.83	0.90	0.77	0.86	0.73	0.84	0.69	0.81	0.67	0.80	0.65	0.79	0.63	0.78	0.67	0.80	
20	0.91	0.92	0.83	0.87	1.00	1.00	0.96	0.98	0.83	0.90	0.77	0.86	0.73	0.84	0.69	0.82	0.67	0.80	0.65	0.79	0.63	0.78	0.67	0.80	
21	0.91	0.92	0.84	0.87	1.00	1.00	0.97	0.98	0.82	0.90	0.76	0.86	0.72	0.84	0.68	0.81	0.65	0.80	0.63	0.79	0.61	0.78	0.65	0.80	
22	0.92	0.92	0.84	0.87	1.00	1.00	0.98	0.98	0.83	0.90	0.76	0.86	0.72	0.84	0.67	0.81	0.64	0.80	0.62	0.79	0.60	0.77	0.64	0.80	
23	0.92	0.93	0.84	0.87	1.00	1.00	0.99	1.00	0.82	0.89	0.74	0.85	0.68	0.82	0.62	0.79	0.59	0.77	0.56	0.76	0.53	0.74	0.59	0.77	
24	0.92	0.93	0.84	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	0.82	0.89	0.73	0.84	0.66	0.81	0.60	0.78	0.56	0.76	0.52	0.74	0.48	0.72	0.56	0.76	
25	0.92	0.93	0.84	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.88	0.71	0.83	0.63	0.79	0.56	0.75	0.52	0.73	0.48	0.71	0.44	0.70	0.52	0.73	
26	0.93	0.93	0.85	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.88	0.70	0.83	0.62	0.79	0.55	0.75	0.50	0.72	0.46	0.71	0.42	0.68	0.50	0.72	
27	0.94	0.94	0.86	0.89	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.88	0.69	0.82	0.61	0.78	0.52	0.74	0.47	0.72	0.43	0.70	0.39	0.68	0.47	0.72	
28	0.94	0.95	0.87	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.88	0.69	0.82	0.61	0.78	0.53	0.74	0.48	0.72	0.43	0.70	0.38	0.68	0.48	0.72	
29	0.95	0.95	0.88	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.88	0.70	0.83	0.62	0.79	0.53	0.75	0.48	0.72	0.43	0.71	0.38	0.68	0.48	0.72	
30	0.96	0.96	0.89	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.88	0.69	0.82	0.61	0.79	0.53	0.75	0.47	0.72	0.43	0.71	0.38	0.69	0.47	0.72	

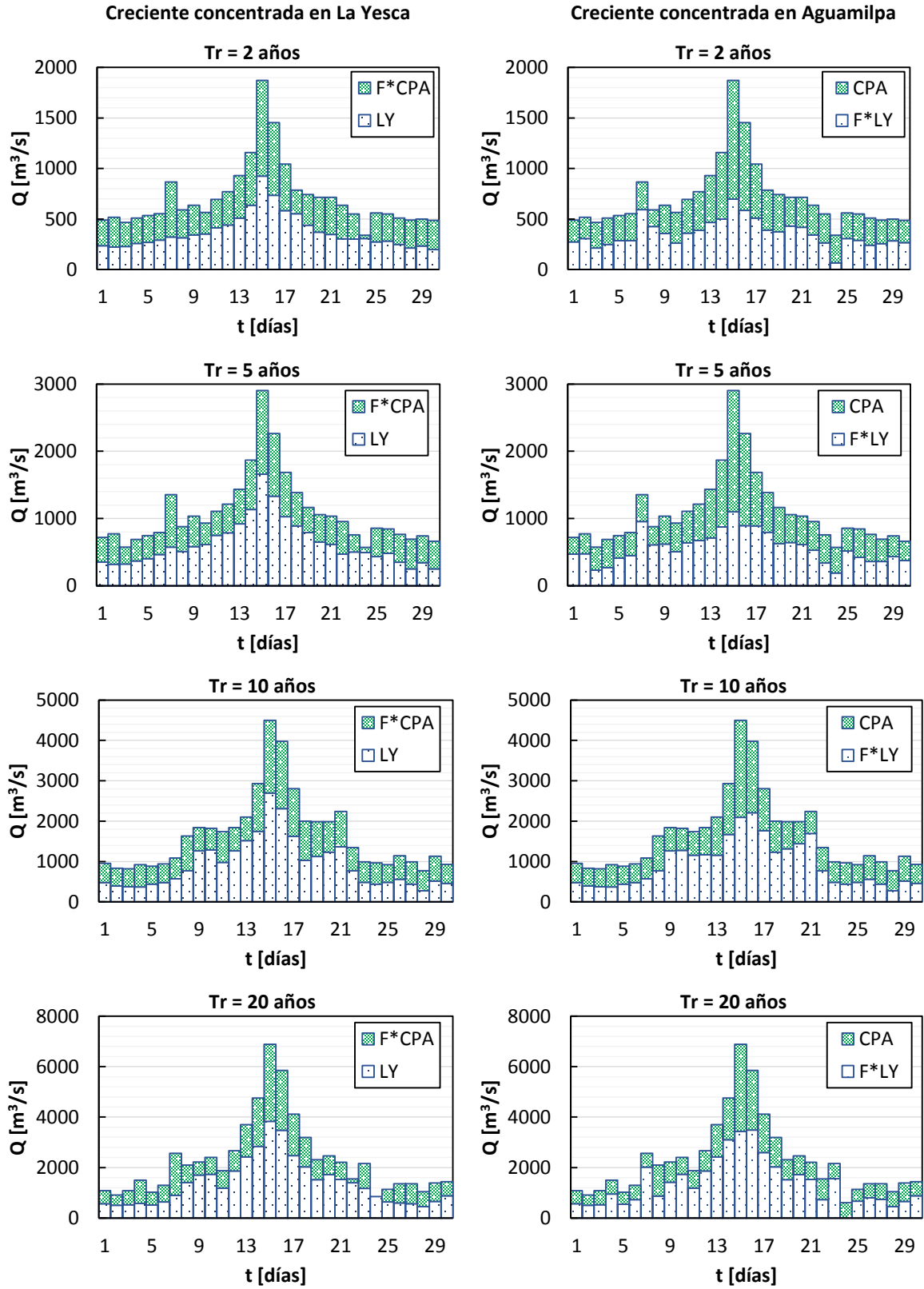


Figura B.18. Hidrogramas de diseño para la presa Aguamilpa con análisis de simultaneidad. Para $Tr=2, 5, 10$ y 20 años.

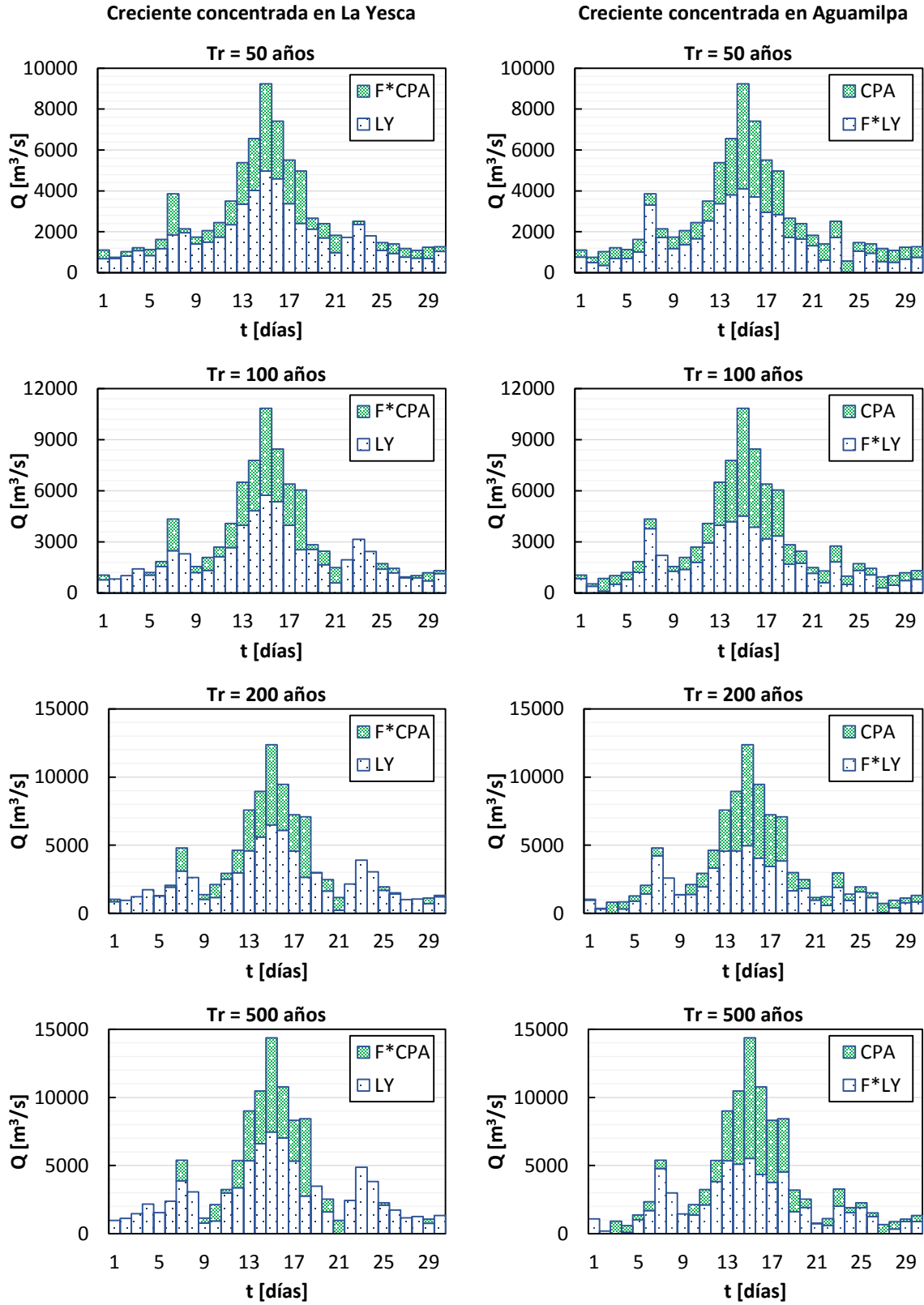


Figura B.19. Hidrogramas de diseño para la presa Aguamilpa con análisis de simultaneidad. Para $Tr=50$, 100, 200 y 500 años.

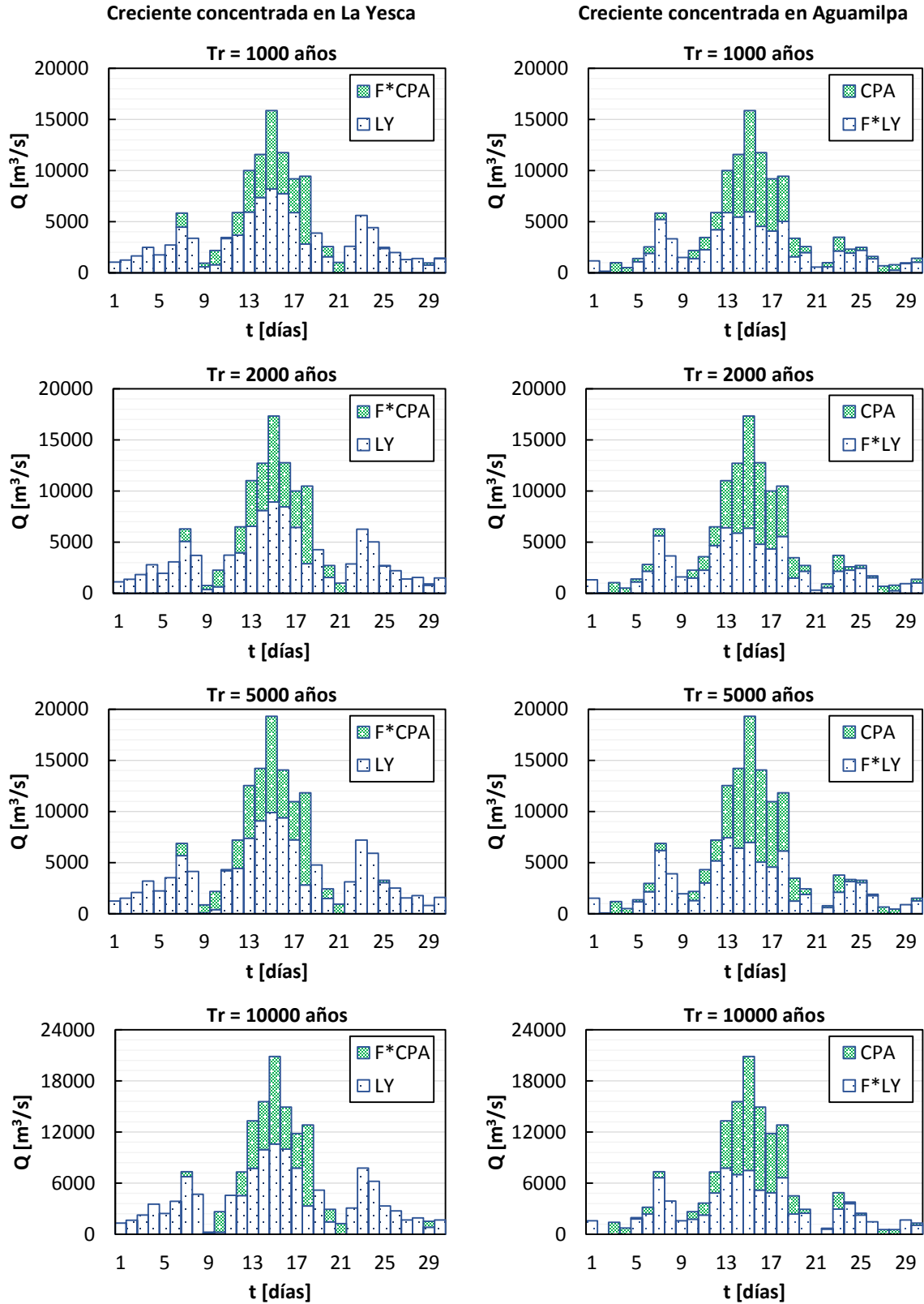


Figura B.20. Hidrogramas de diseño para la presa Aguamilpa con análisis de simultaneidad. Para $Tr=1000$, 2000, 5000 y 10000 años.

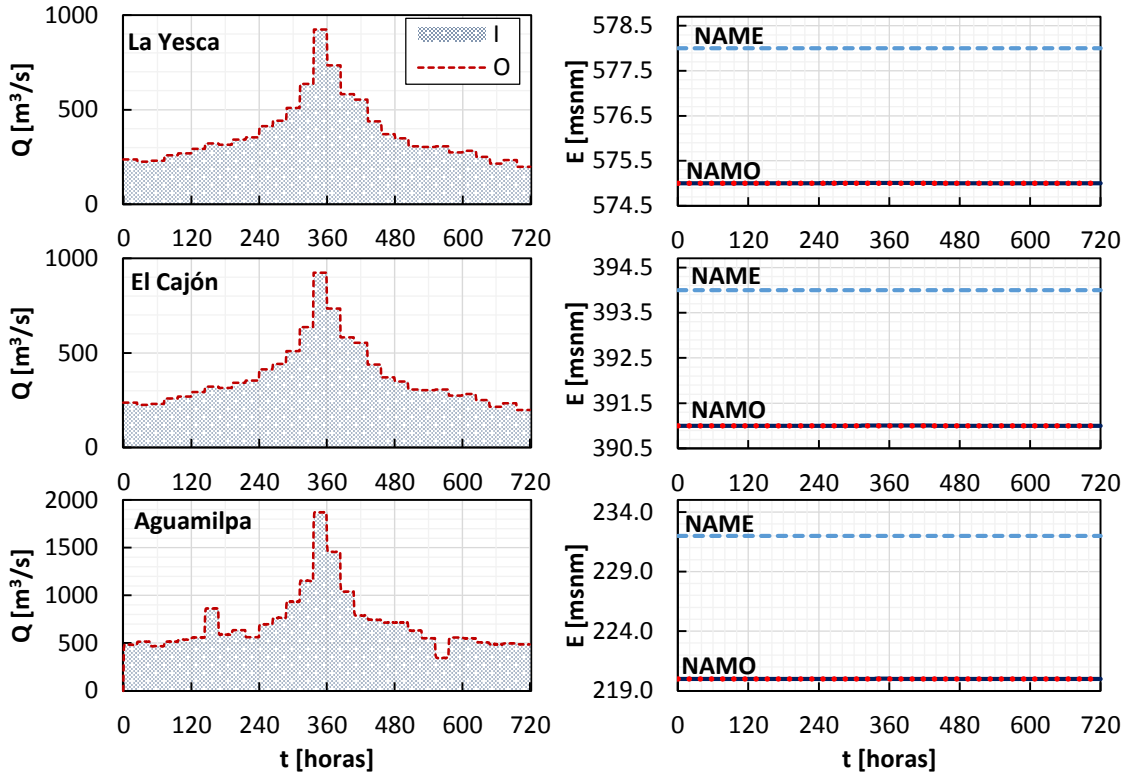


Figura B.21. Resultados tránsito avenidas para Tr=2 años –Escenario 1. Política de descarga 1.

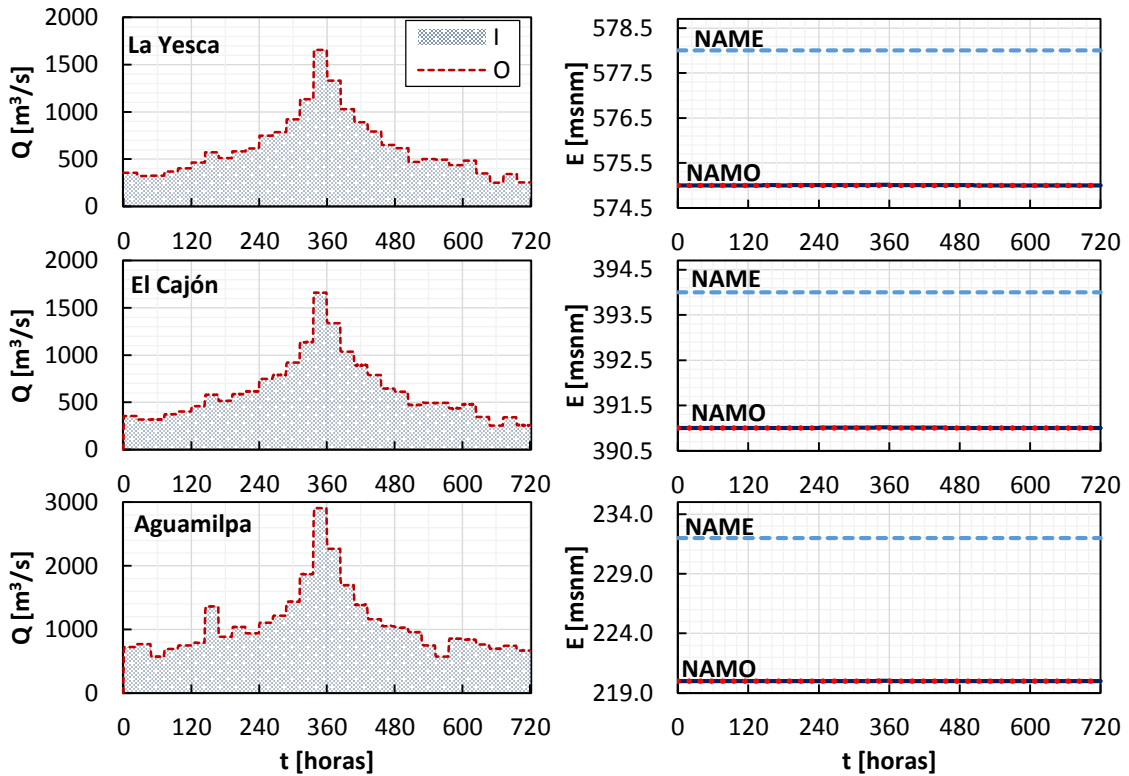


Figura B.22. Resultados tránsito avenidas para Tr=5 años –Escenario 1. Política de descarga 1.

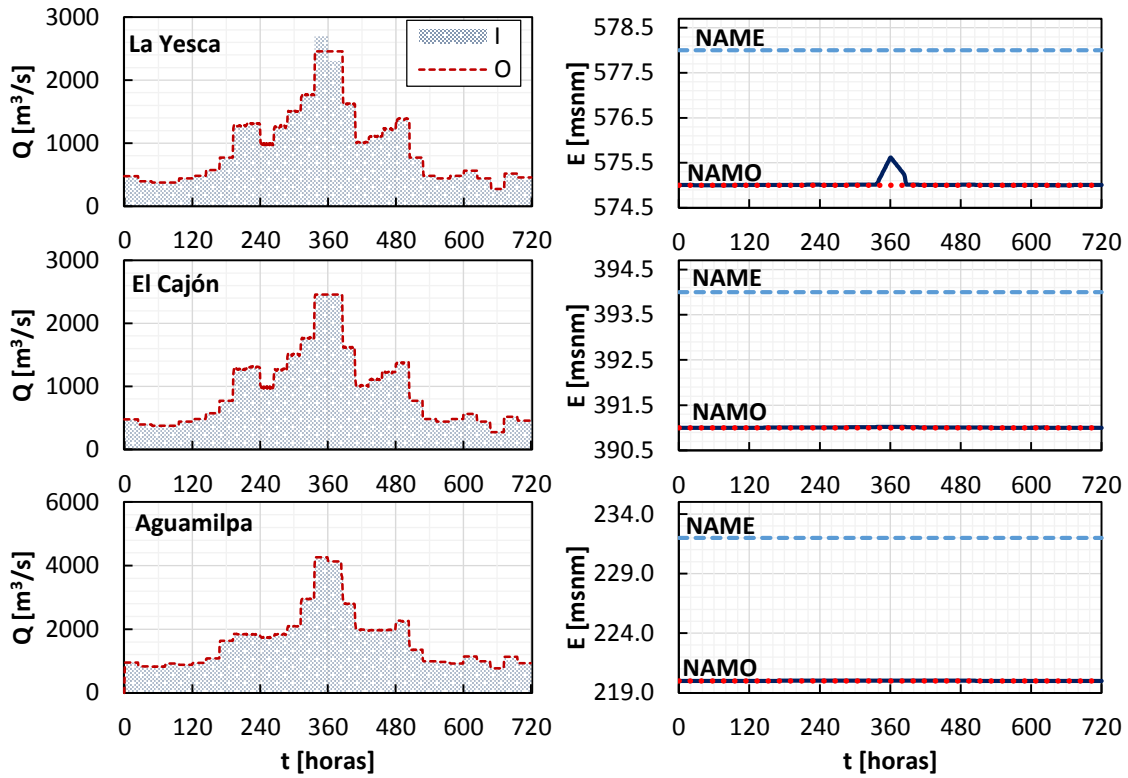


Figura B.23. Resultados tránsito avenidas para $T_r=10$ años –Escenario 1. Política de descarga 1.

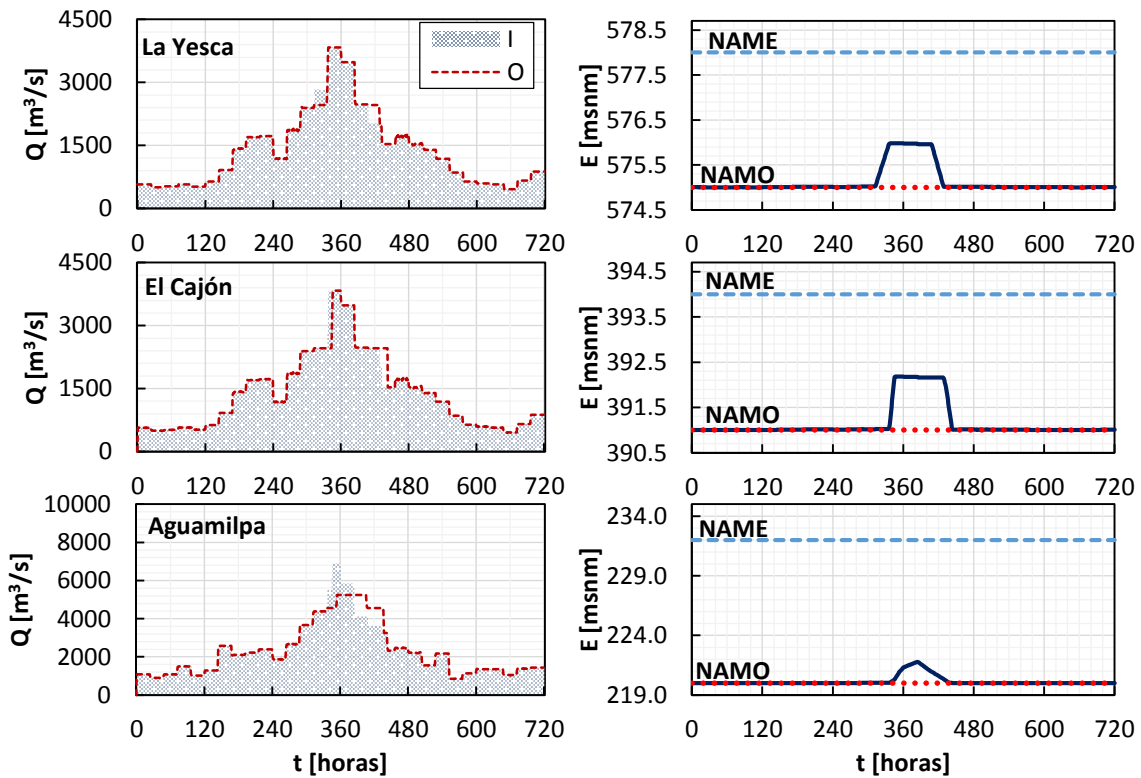


Figura B.24. Resultados tránsito avenidas para $T_r=20$ años –Escenario 1. Política de descarga 1.

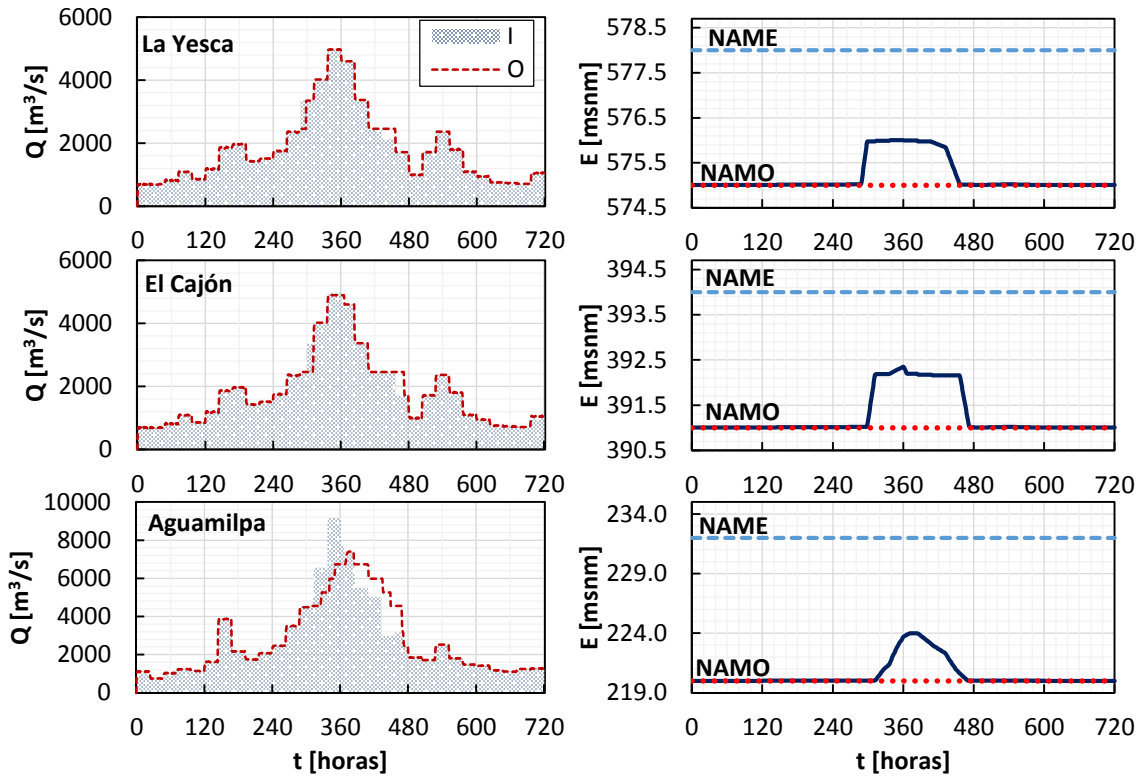


Figura B.25. Resultados tránsito avenidas para Tr=50 años –Escenario 1. Política de descarga 1.

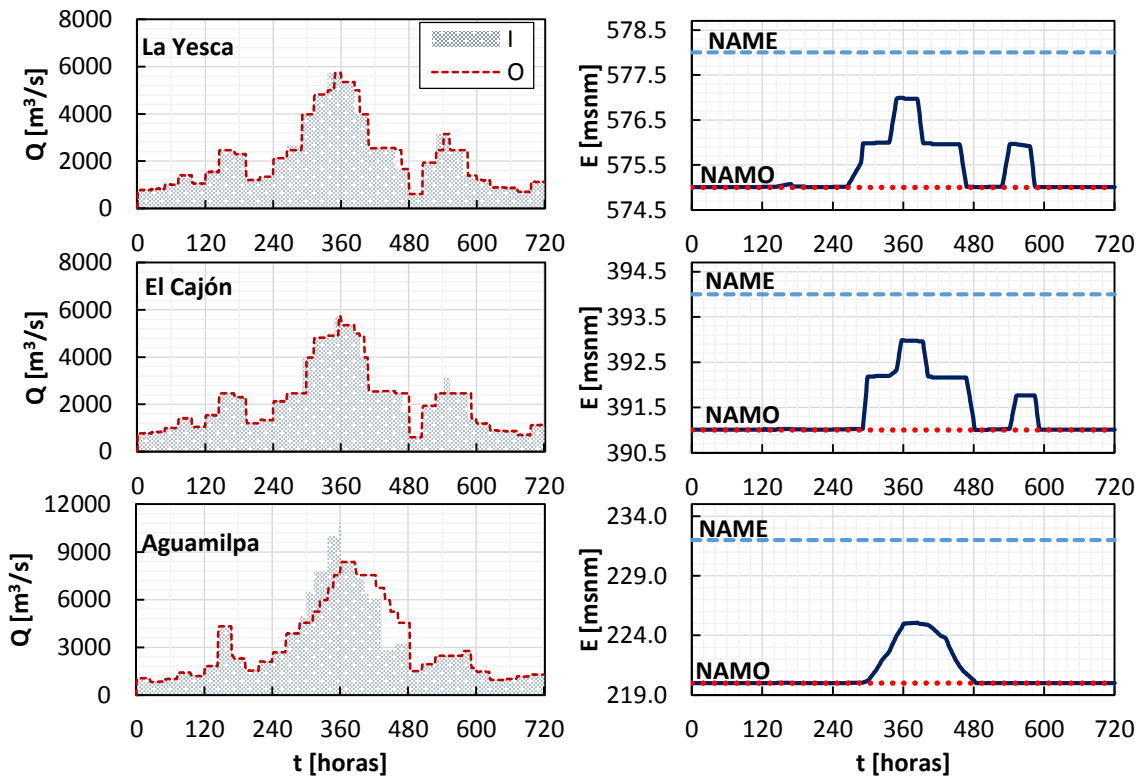


Figura B.26. Resultados tránsito avenidas para Tr=100 años –Escenario 1. Política de descarga 1.

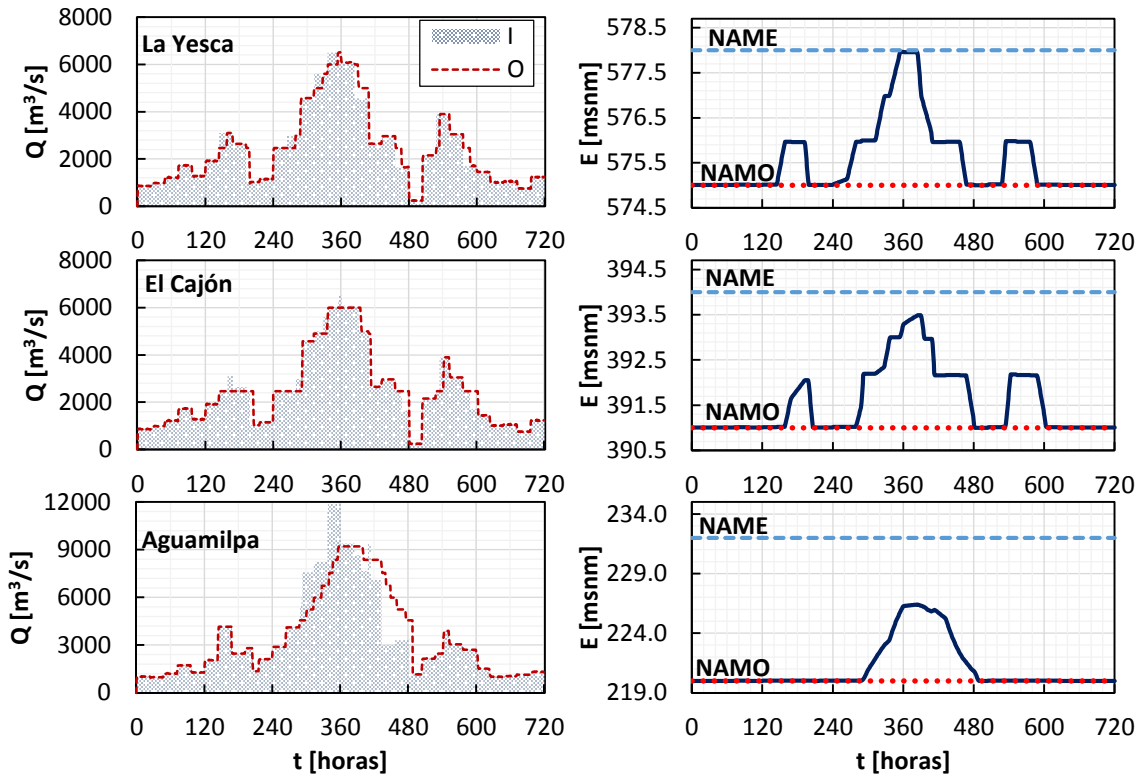


Figura B.27. Resultados tránsito avenidas para Tr=200 años –Escenario 1. Política de descarga 1.

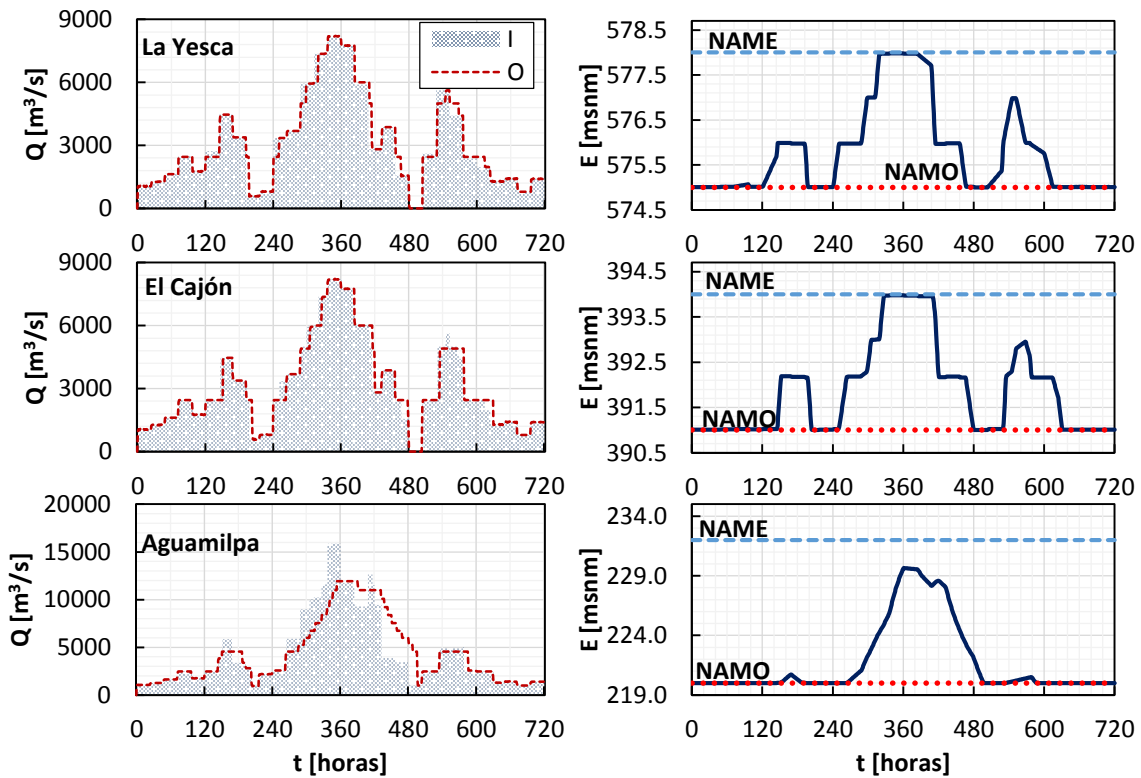


Figura B.28. Resultados tránsito avenidas para Tr=500 años –Escenario 1. Política de descarga 1.

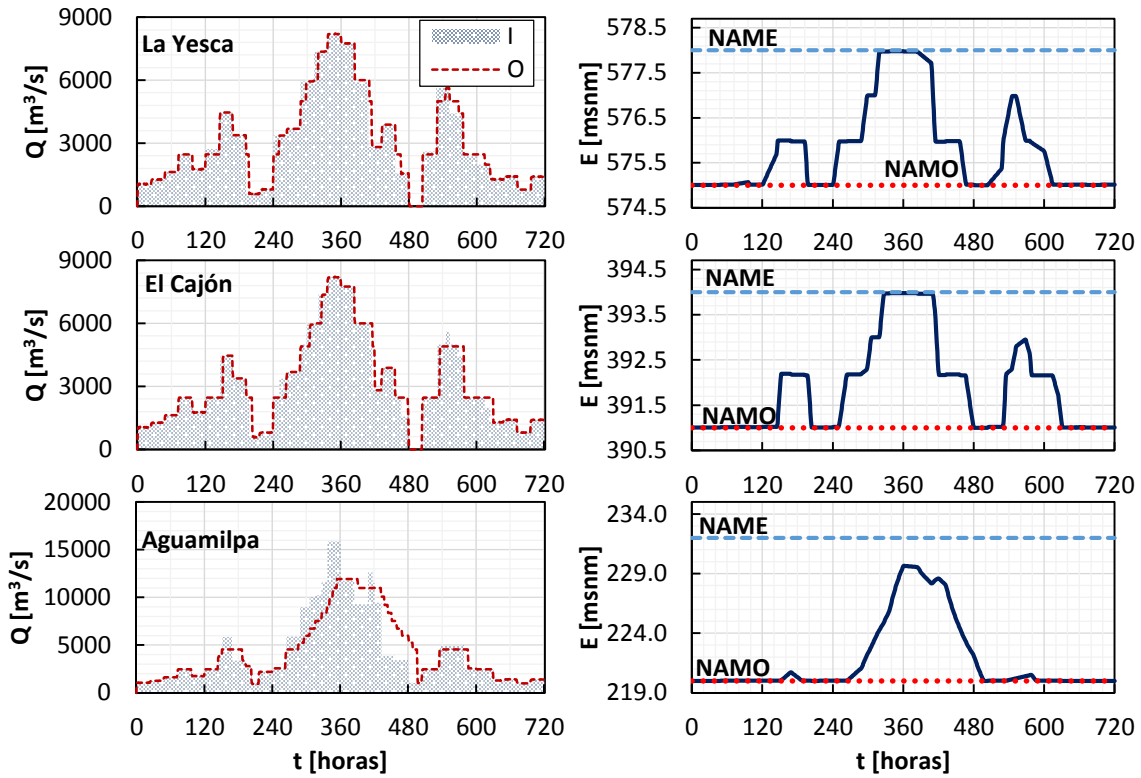


Figura B.29. Resultados tránsito avenidas para $T_r=1000$ años –Escenario 1. Política de descarga 1.

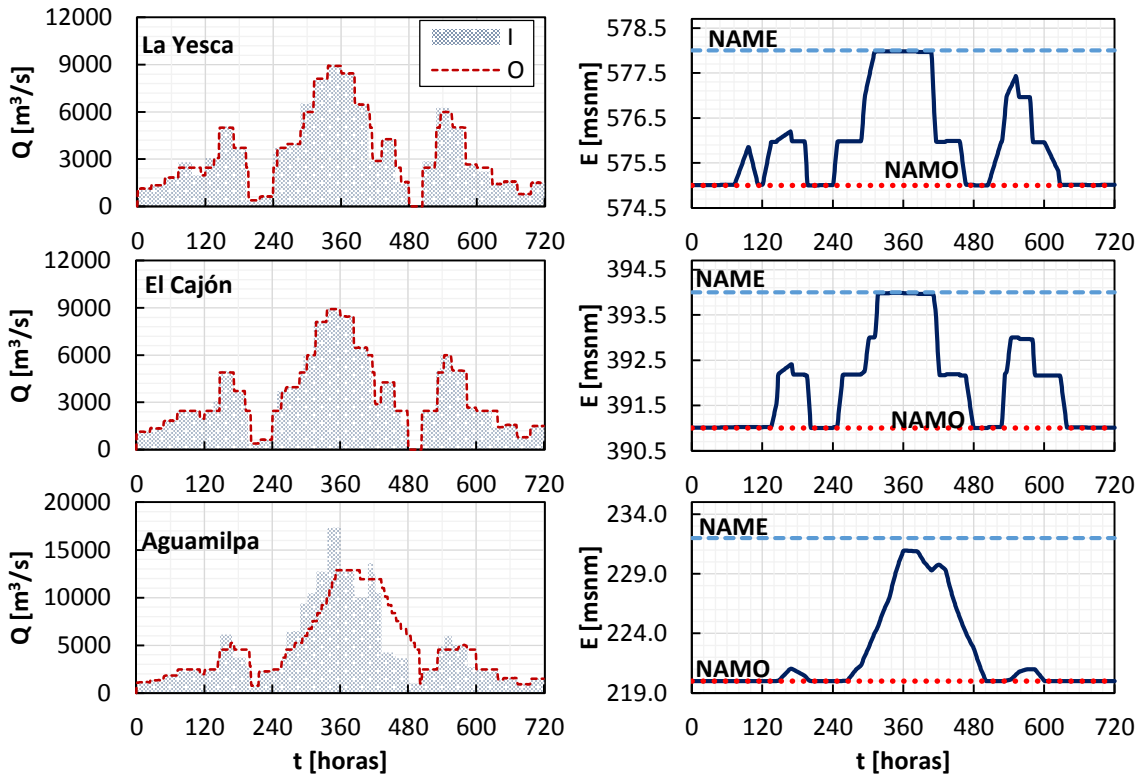


Figura B.30. Resultados tránsito avenidas para $T_r=2000$ años –Escenario 1 Política de descarga 1.

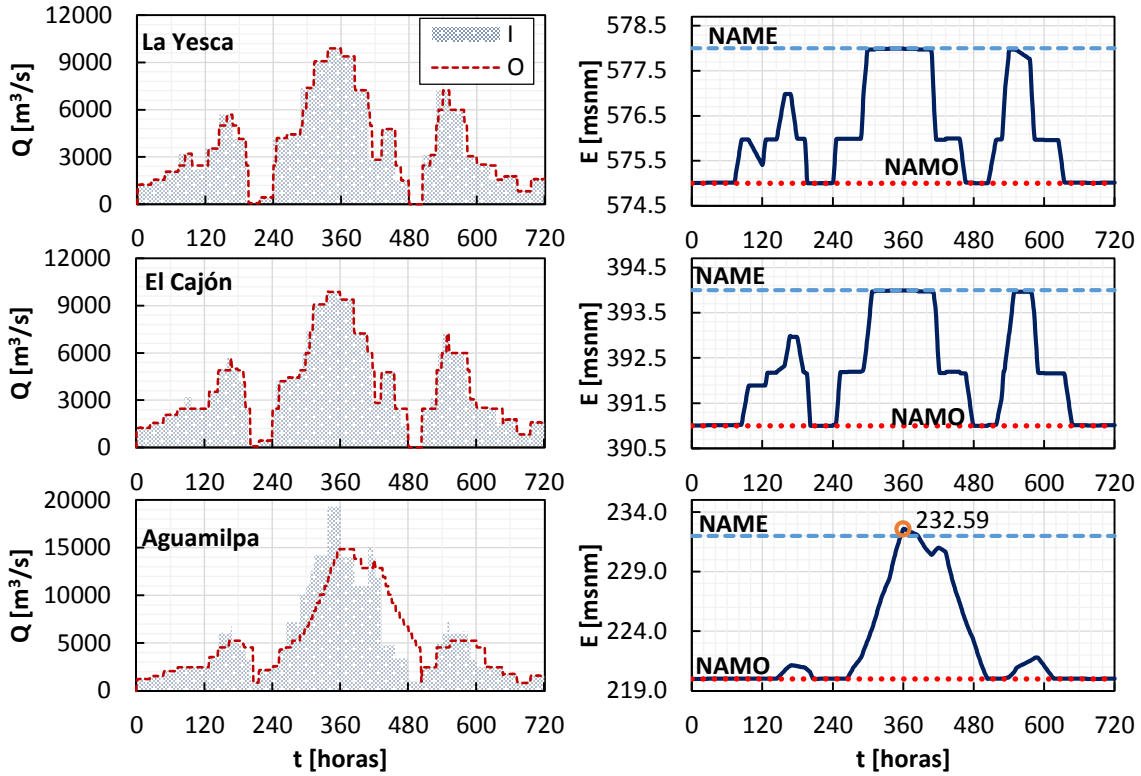


Figura B.31. Resultados tránsito avenidas para $T_r=5000$ años –Escenario 1. Política de descarga 1.

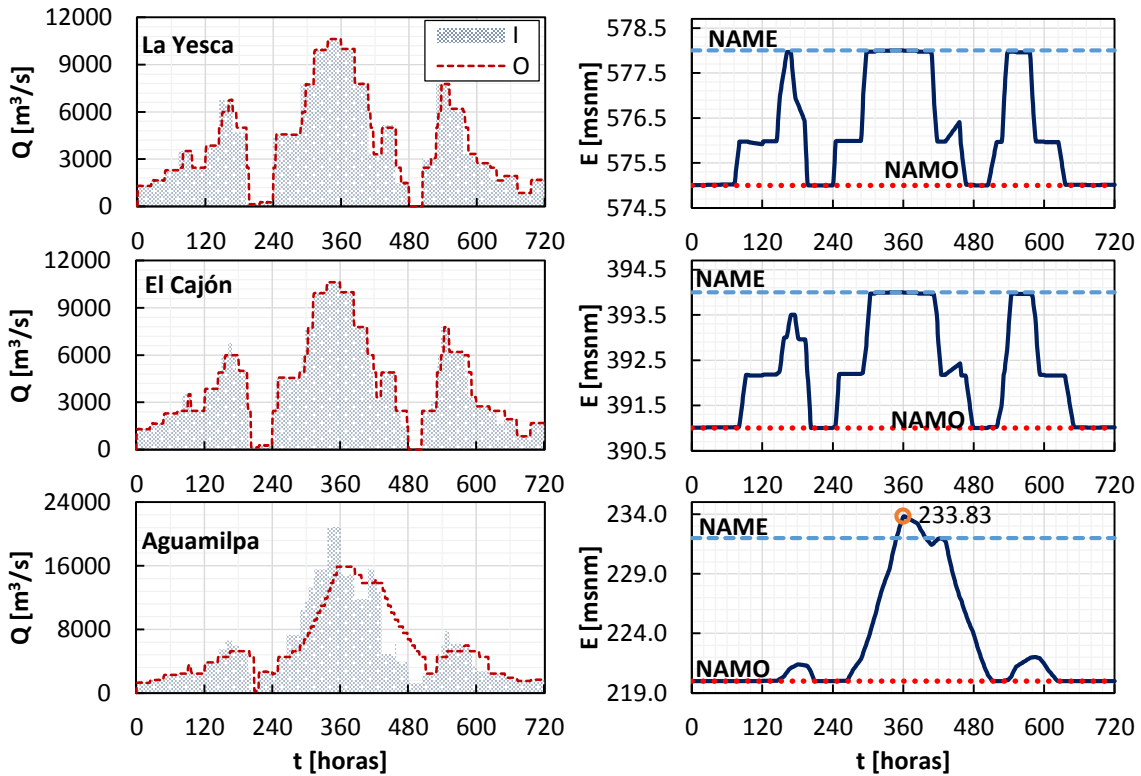


Figura B.32. Resultados tránsito avenidas para $T_r=10000$ años –Escenario 1. Política de descarga 1.

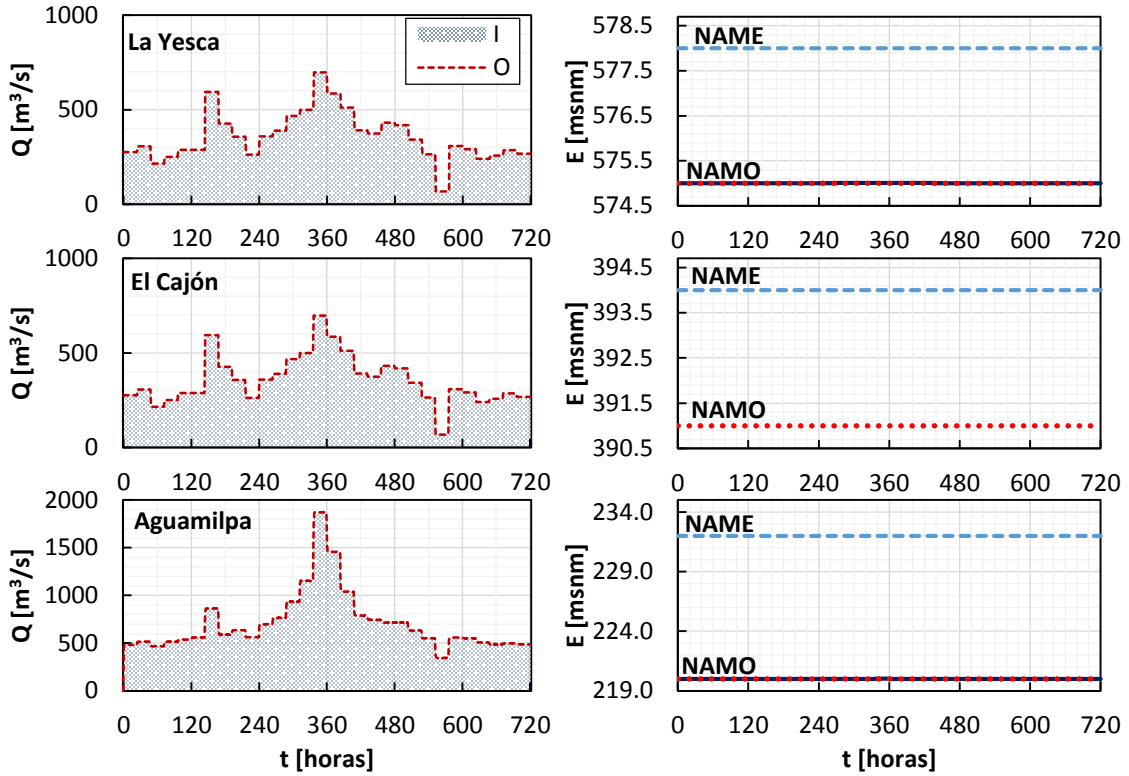


Figura B.33. Resultados tránsito avenidas para $T_r=2$ años –Escenario 2. Política de descarga 1.

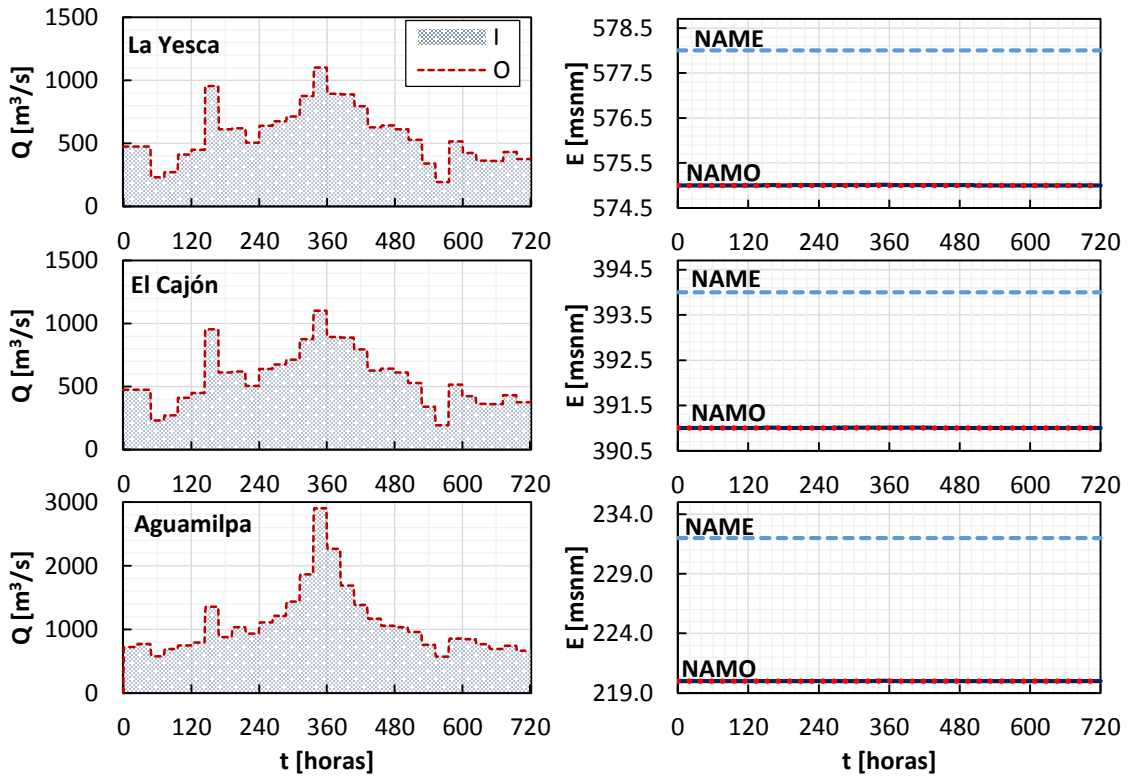


Figura B.34. Resultados tránsito avenidas para $T_r=5$ años –Escenario 2. Política de descarga 1.

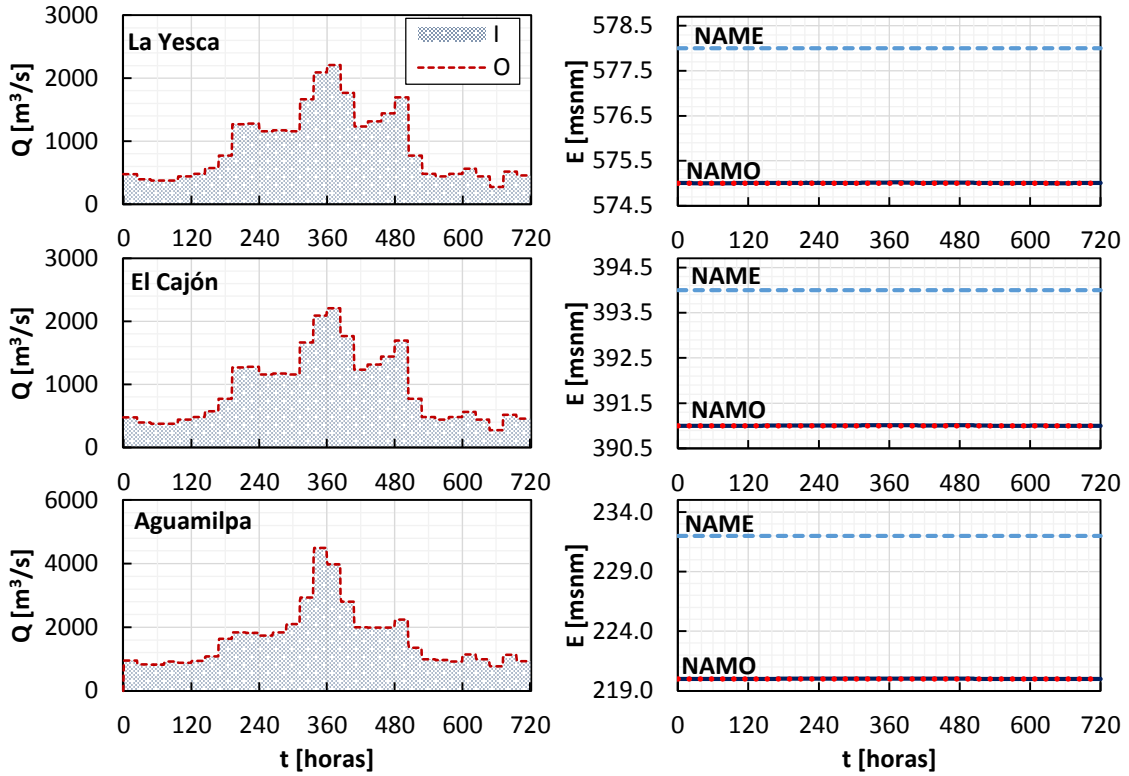


Figura B.35. Resultados tránsito avenidas para $T_r=10$ años –Escenario 2. Política de descarga 1.

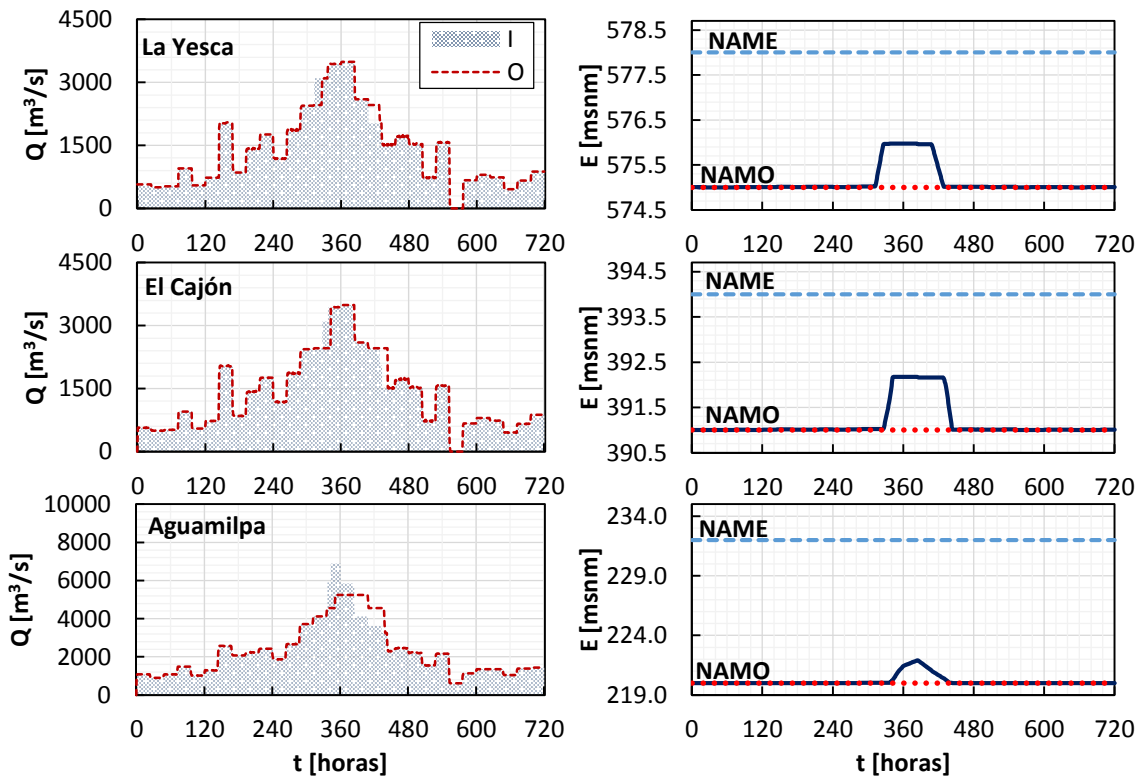


Figura B.36. Resultados tránsito avenidas para $T_r=20$ años –Escenario 2. Política de descarga 1.

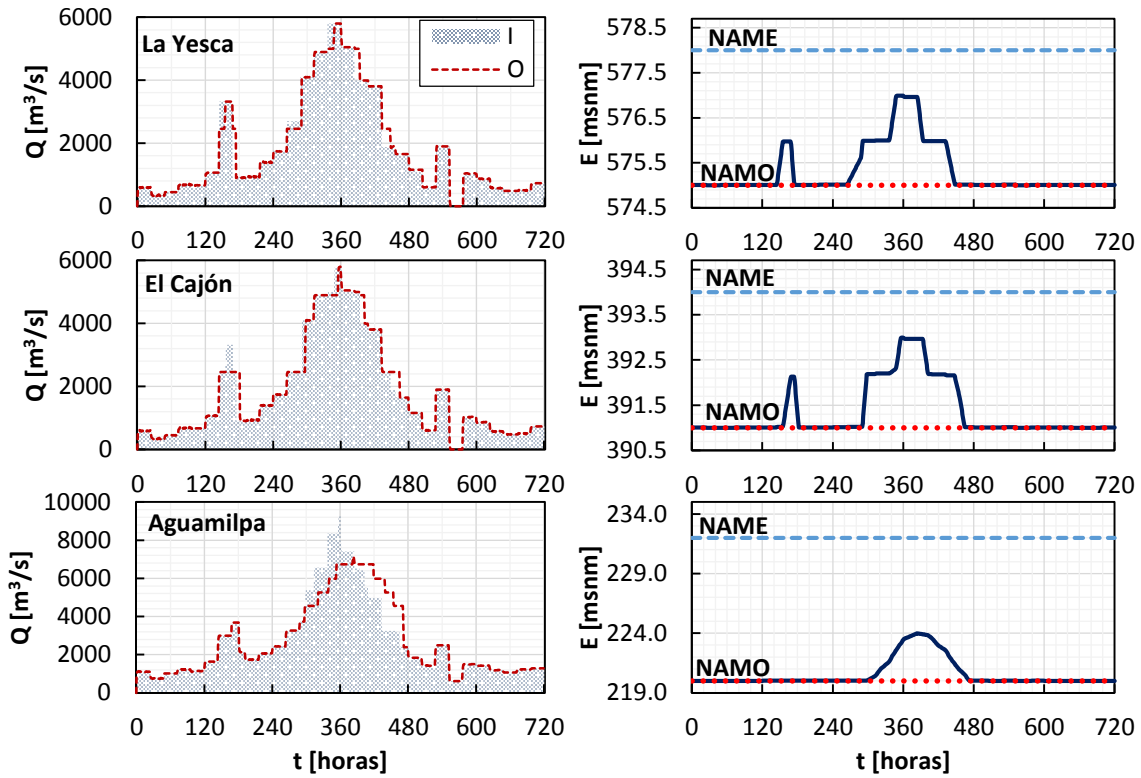


Figura B.37. Resultados tránsito avenidas para Tr=50 años –Escenario 2. Política de descarga 1.

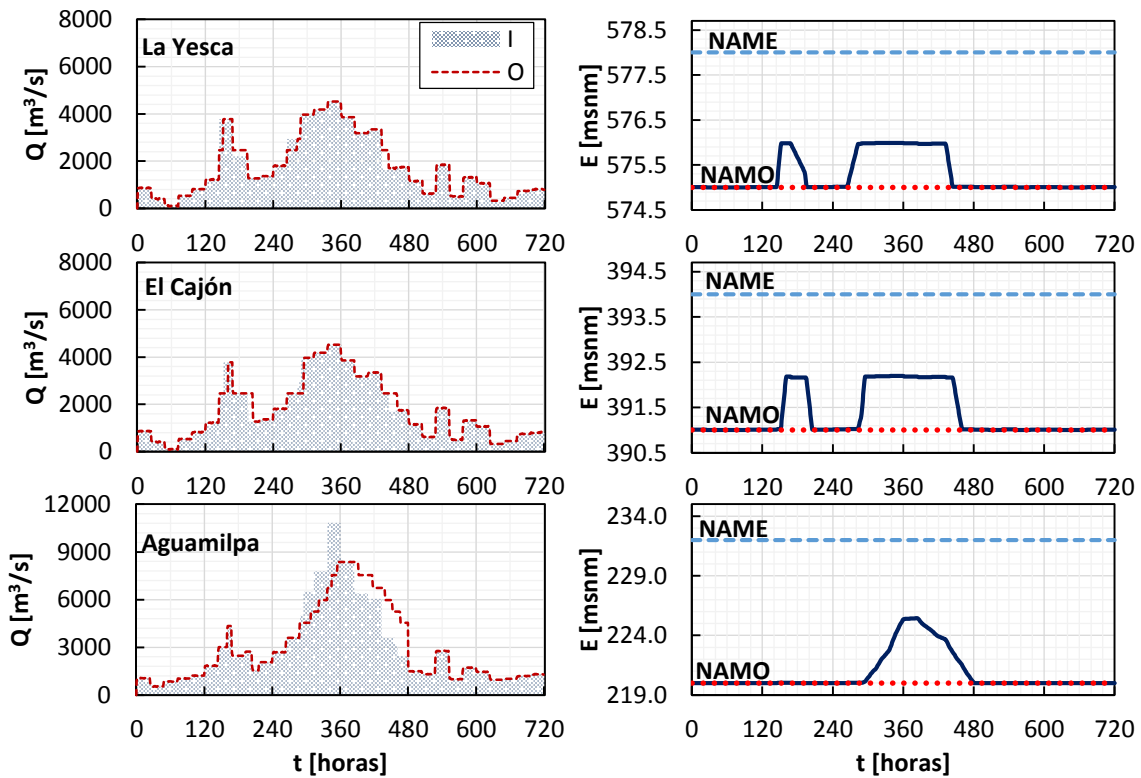


Figura B.38. Resultados tránsito avenidas para Tr=100 años –Escenario 2. Política de descarga 1.

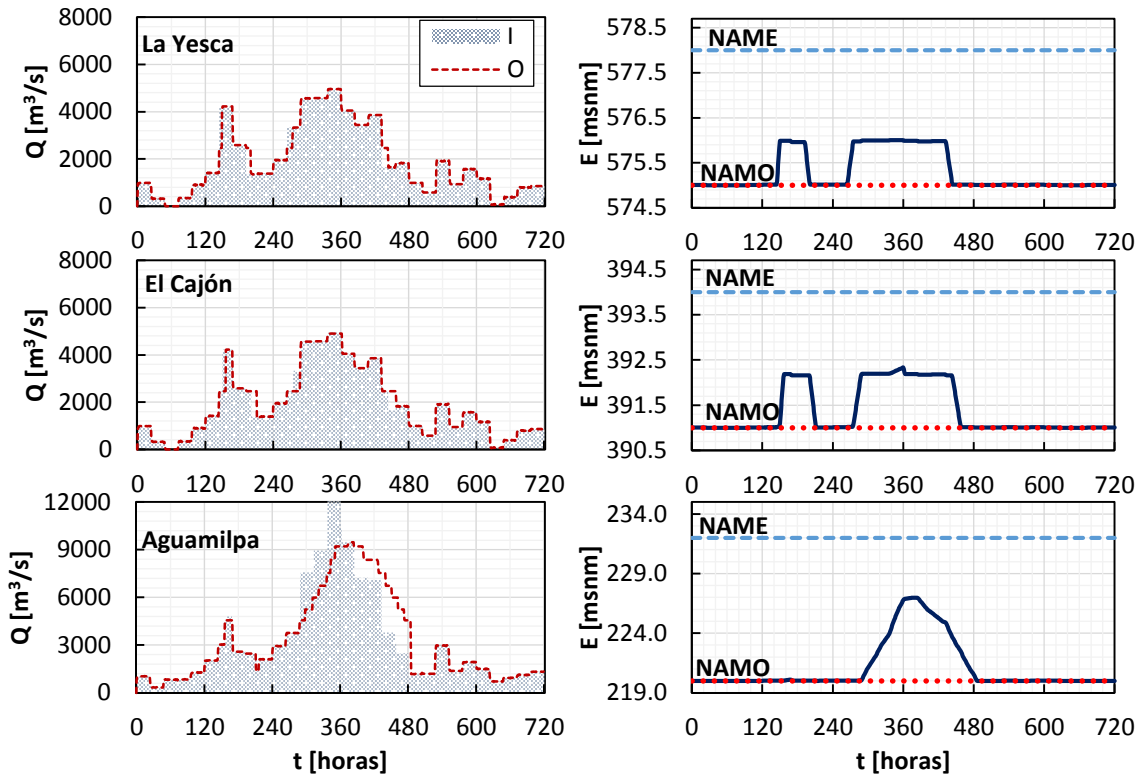


Figura B.39. Resultados tránsito avenidas para Tr=200 años –Escenario 2. Política de descarga 1.

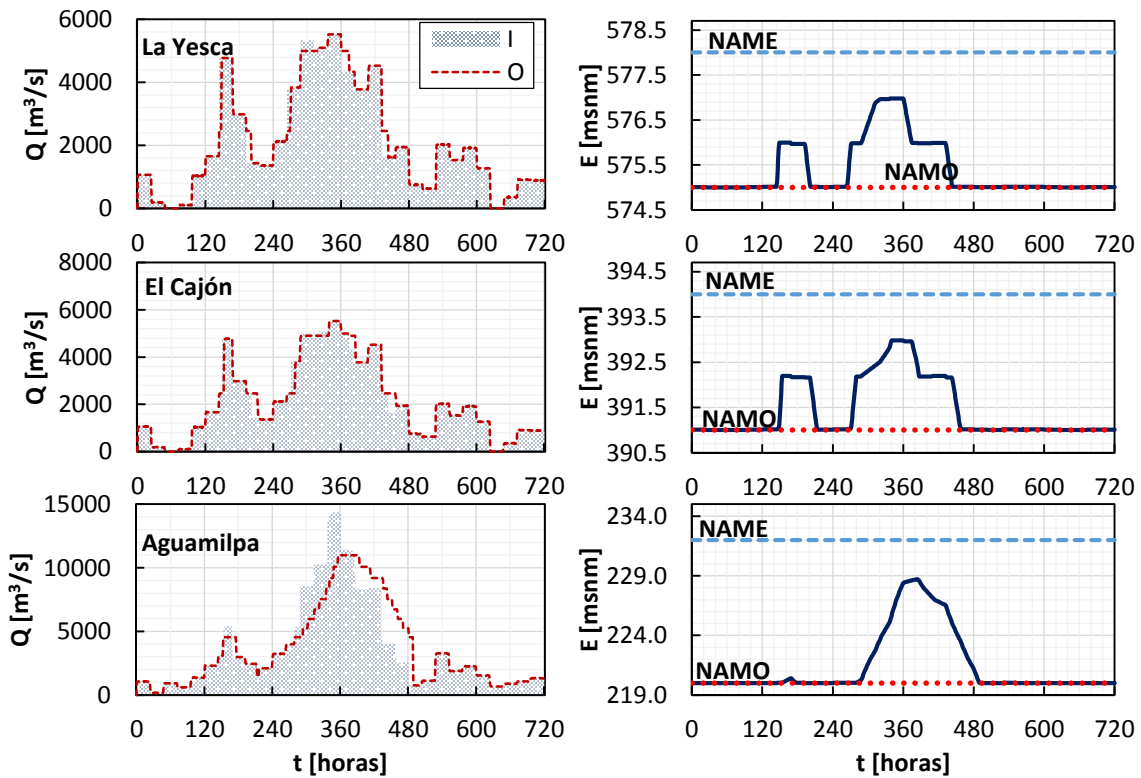


Figura B.40. Resultados tránsito avenidas para Tr=500 años –Escenario 2. Política de descarga 1.

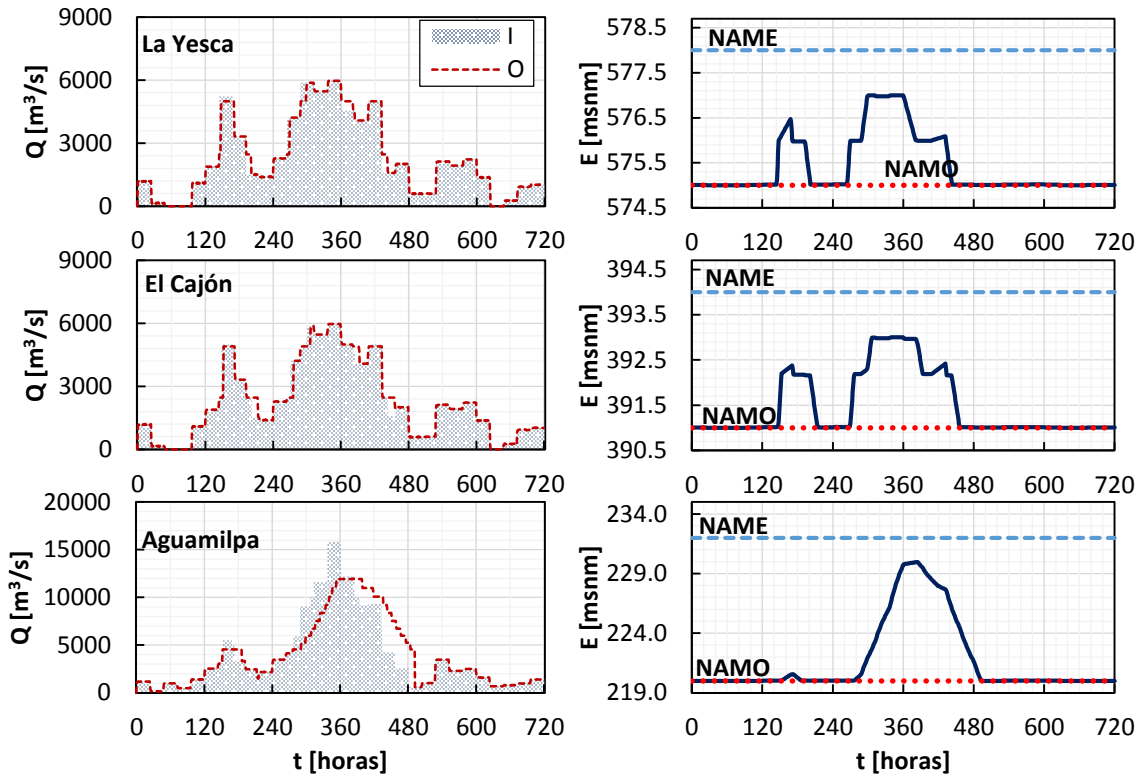


Figura B.41. Resultados tránsito avenidas para $T_r=1000$ años –Escenario 2. Política de descarga 1.

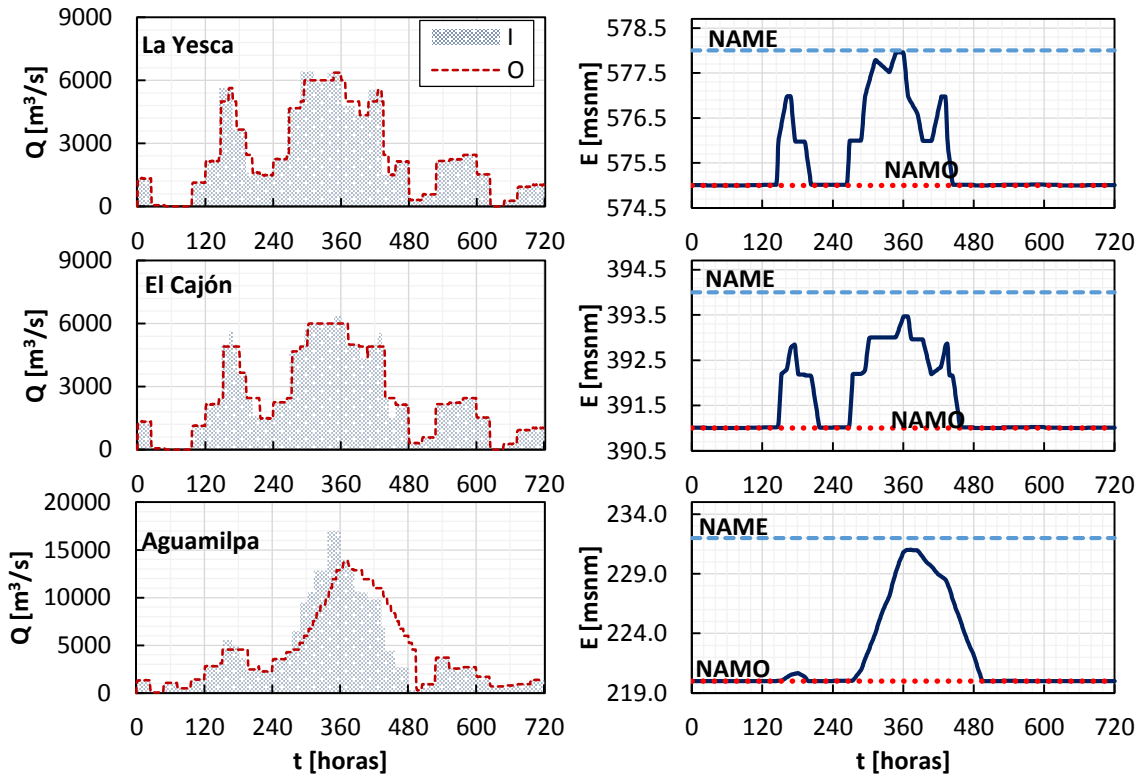


Figura B.42. Resultados tránsito avenidas para $T_r=2000$ años –Escenario 2 Política de descarga 1.

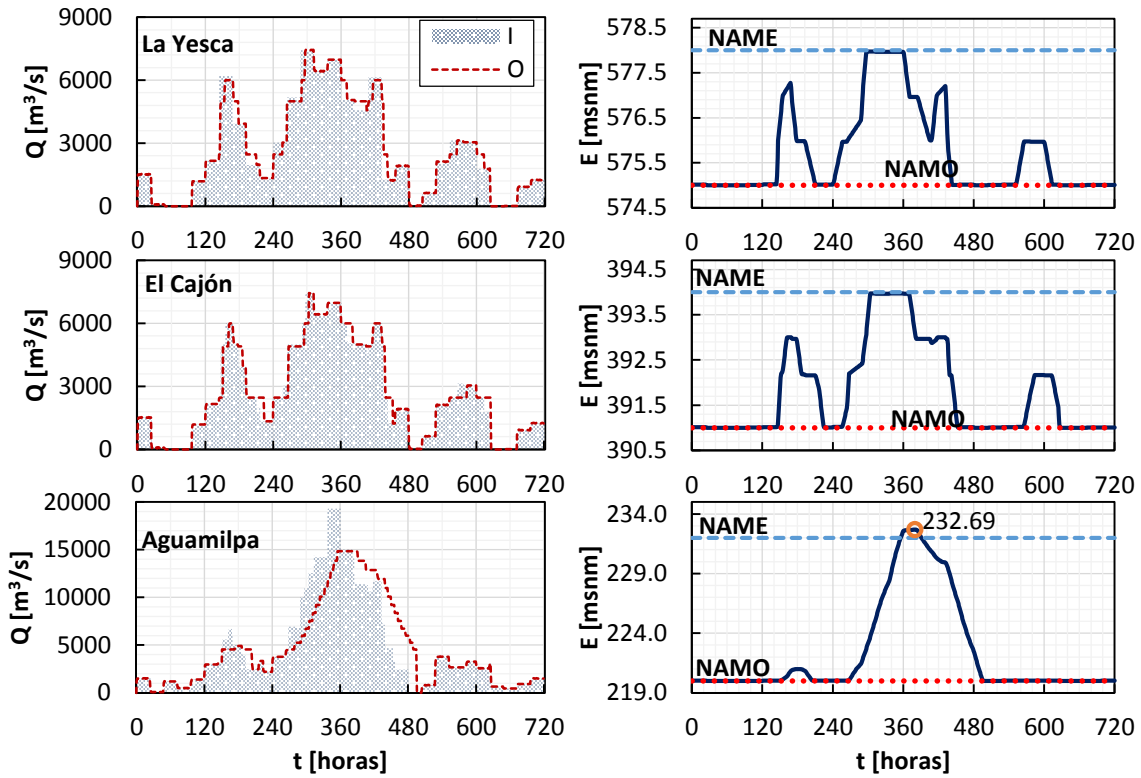


Figura B.43. Resultados tránsito avenidas para $T_r=5000$ años –Escenario 2. Política de descarga 1.

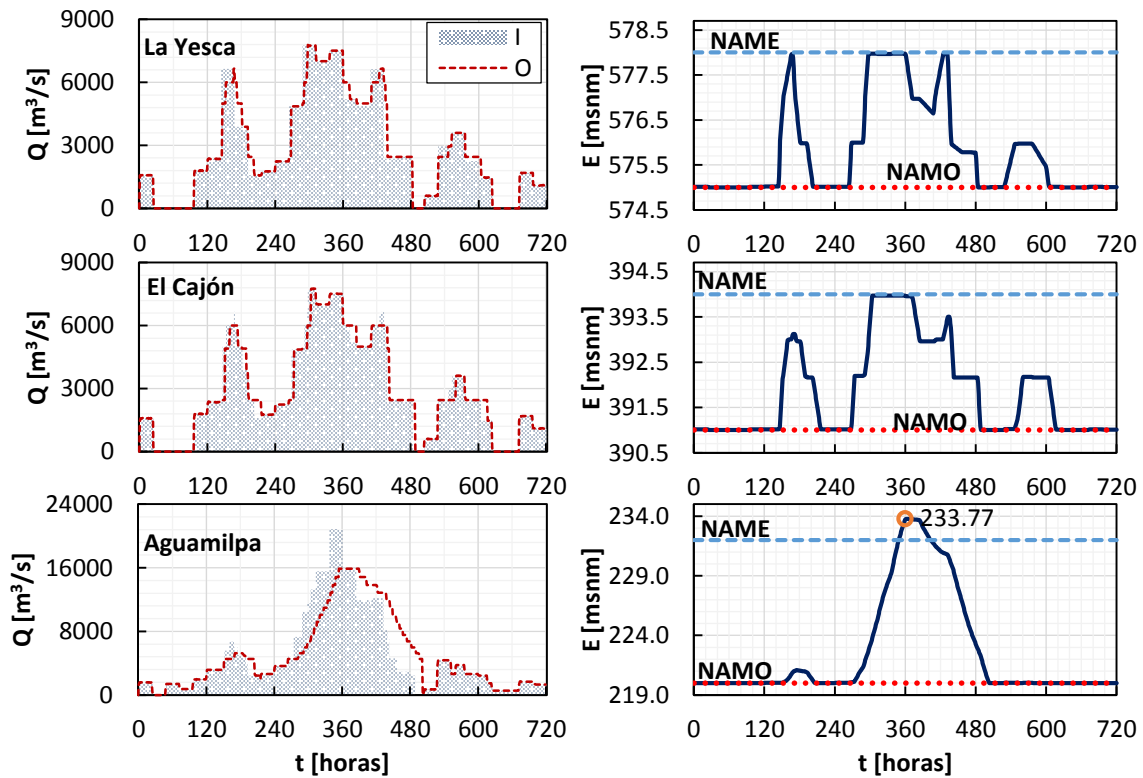


Figura B.44. Resultados tránsito avenidas para $T_r=10000$ años –Escenario 2. Política de descarga 1.

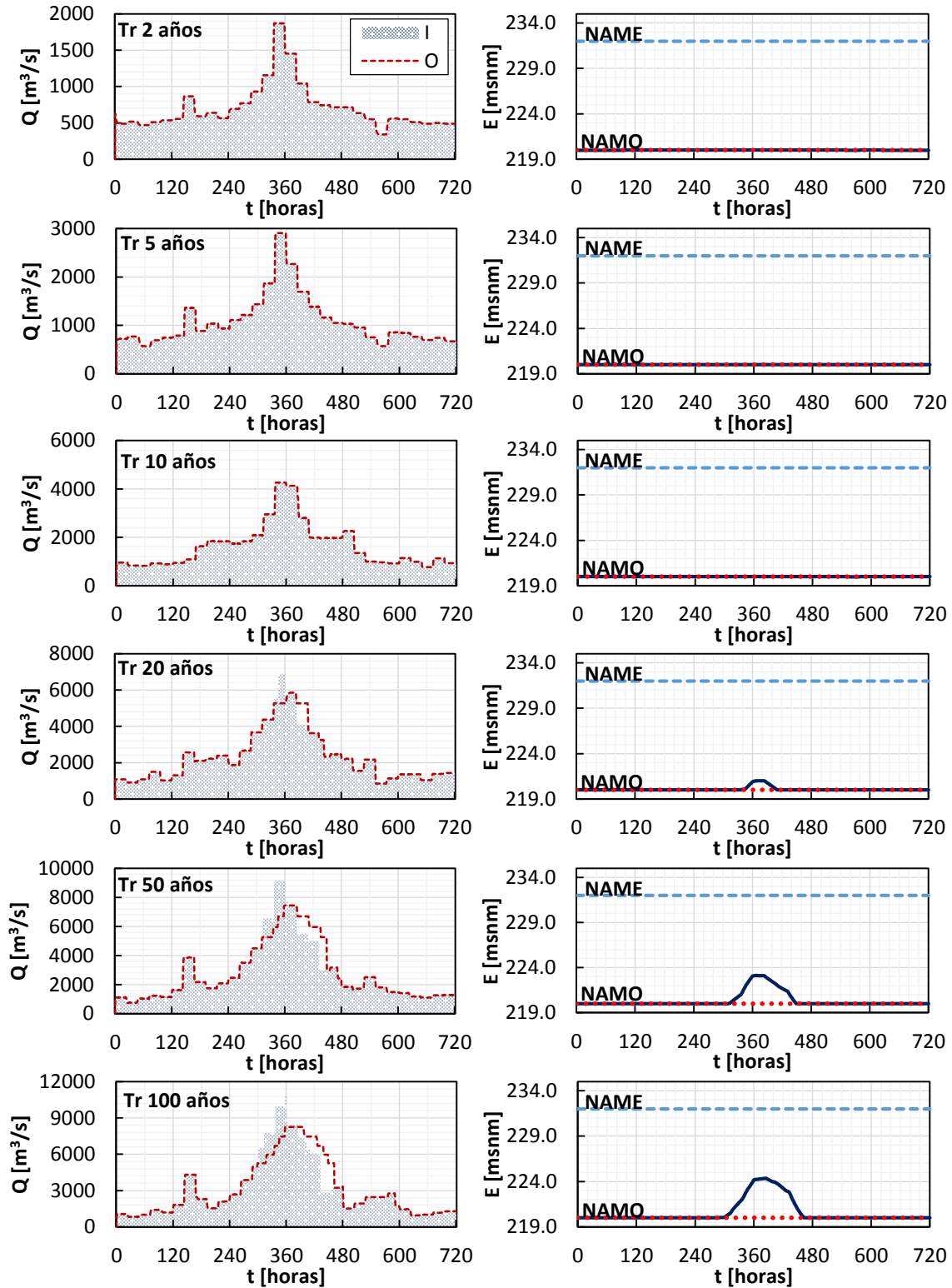


Figura B.45. Resultados tránsito avenidas para Tr=2, 5, 10, 20, 50 y 100 años –Escenario 1. Política de descarga 2. Presa Aguamilpa.

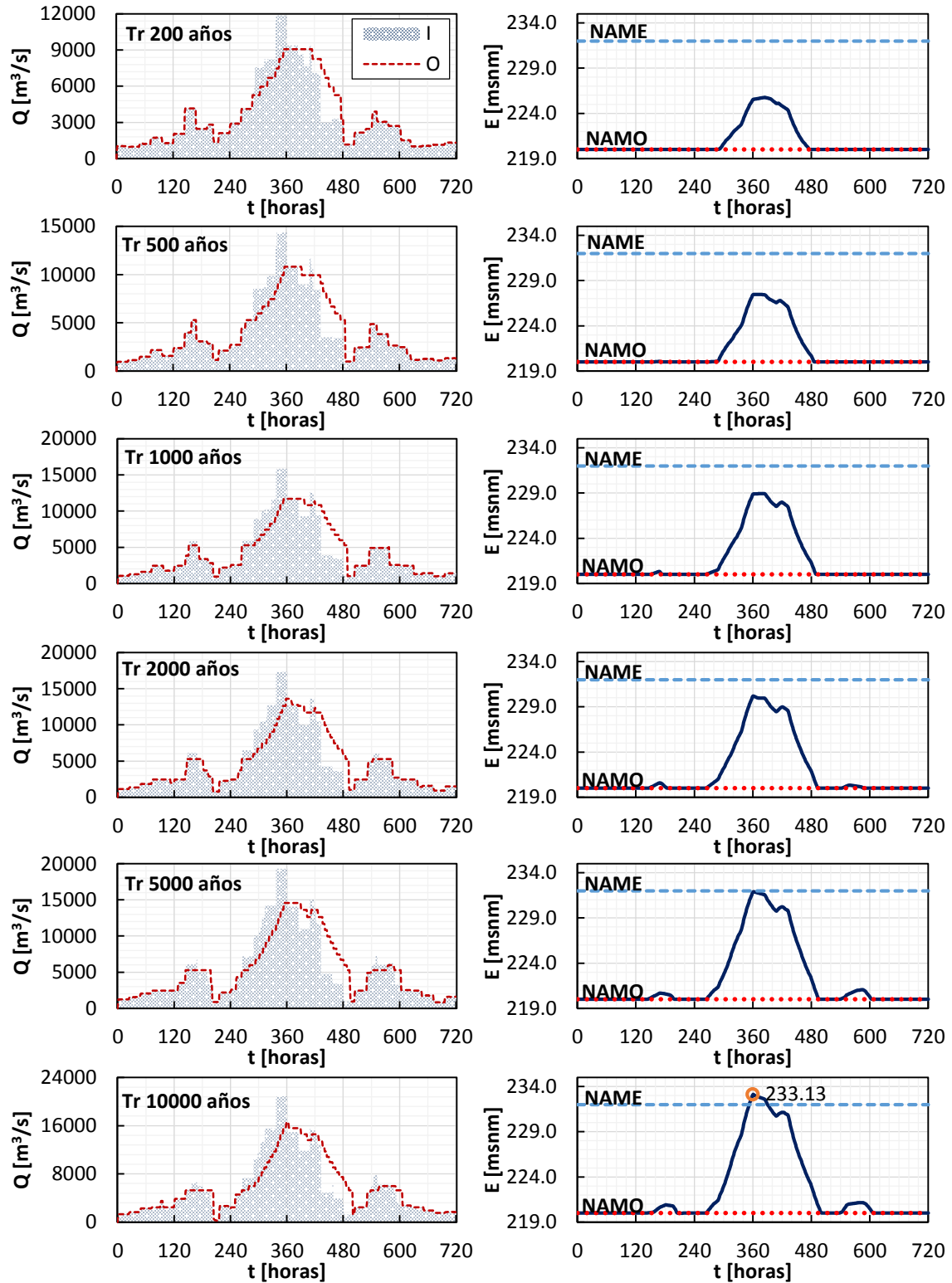


Figura B.46. Resultados tránsito avenidas para Tr=200, 500, 1000, 2000, 5000 y 10000 años –Escenario 1. Política de descarga 2. Presa Aguamilpa.

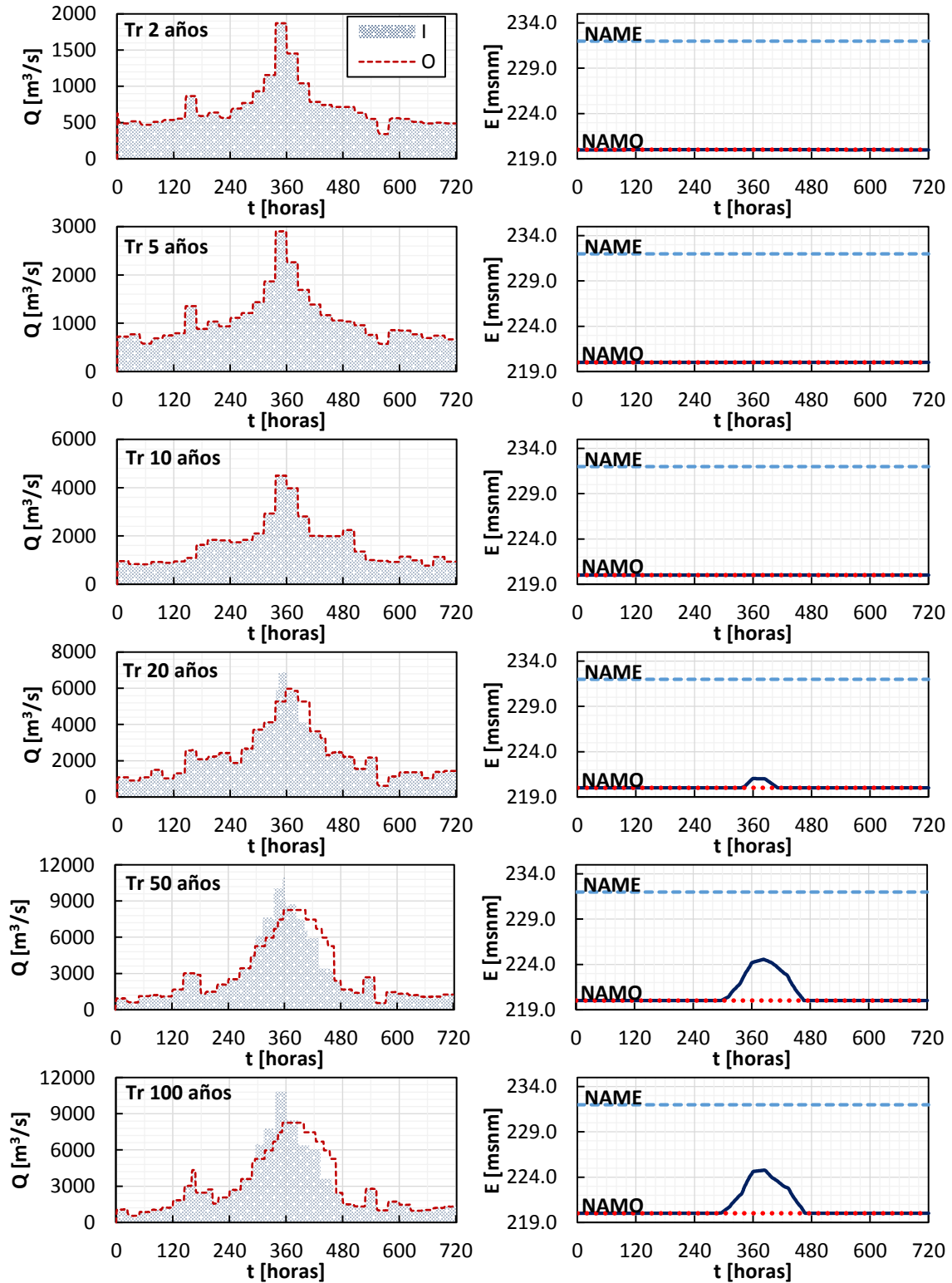


Figura B.47. Resultados tránsito avenidas para Tr=2, 5, 10, 20, 50 y 100 años –Escenario 2. Política de descarga 2. Presa Aguamilpa.

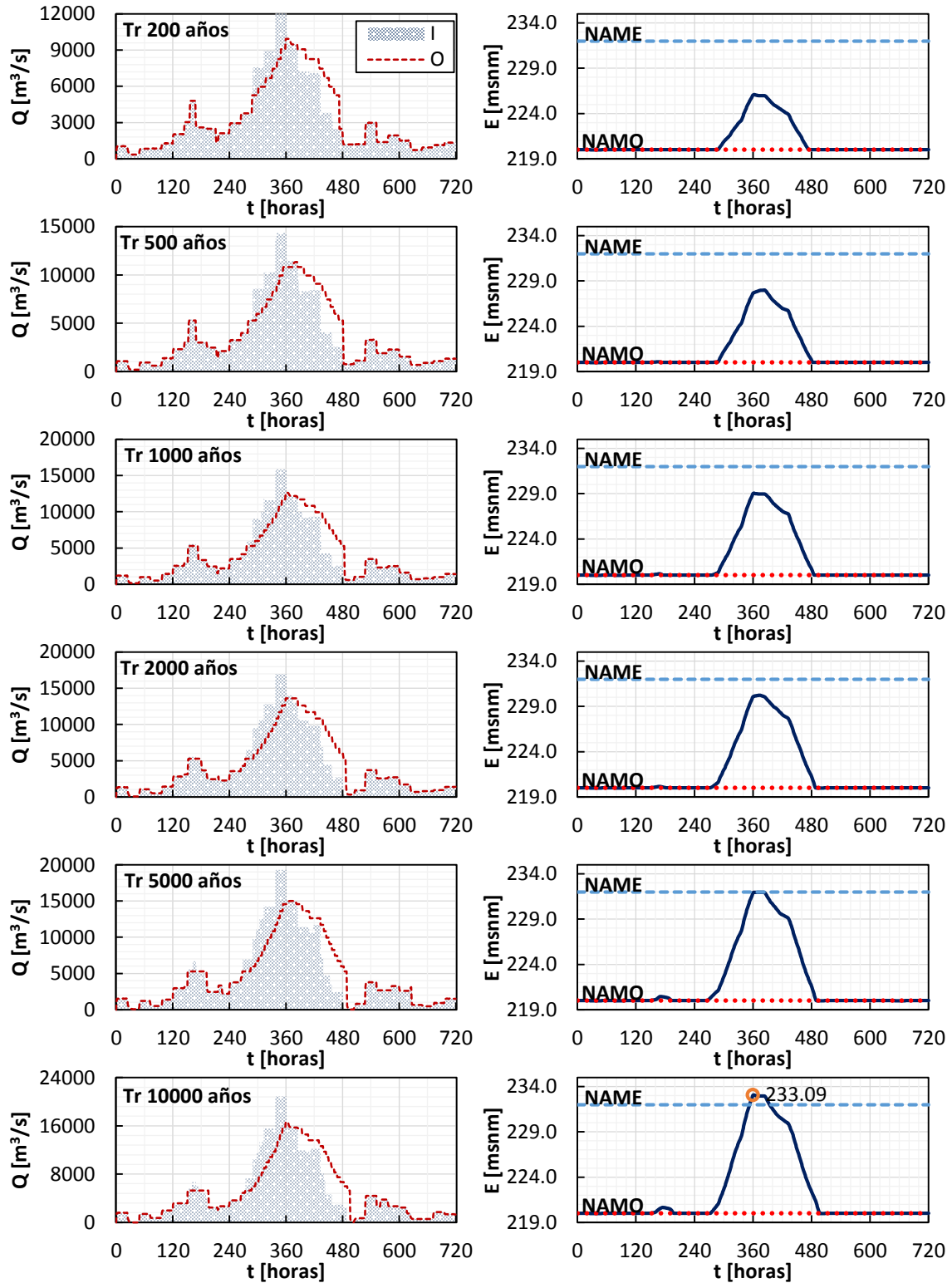


Figura B.48. Resultados tránsito avenidas para $Tr=200, 500, 1000, 2000, 5000$ y 10000 años –Escenario 2. Política de descarga 2. Presa Aguamilpa.

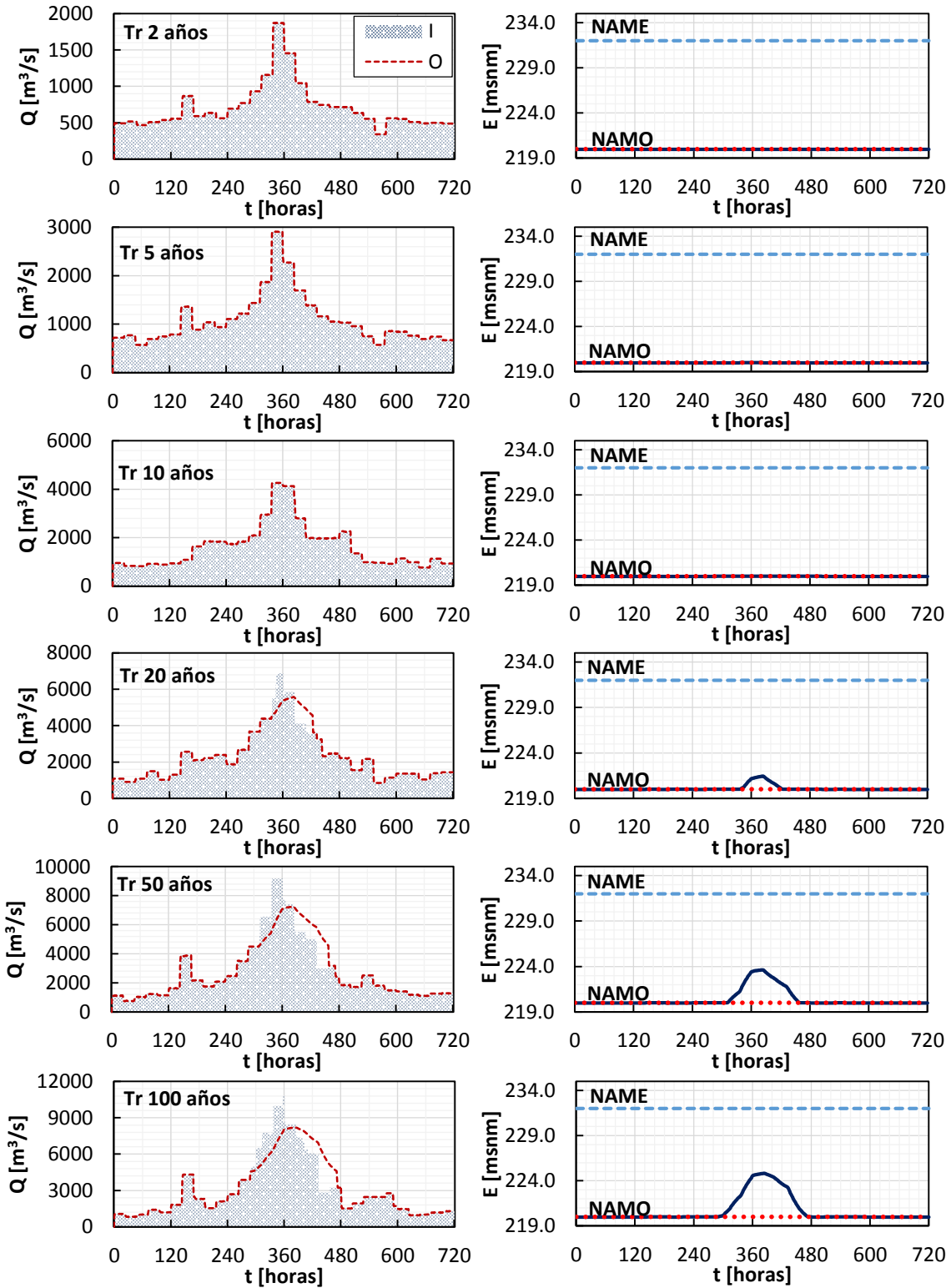


Figura B.49. Resultados tránsito avenidas para Tr=2, 5, 10, 20, 50 y 100 años –Escenario 1. Política de descarga 3. Presa Aguamilpa.

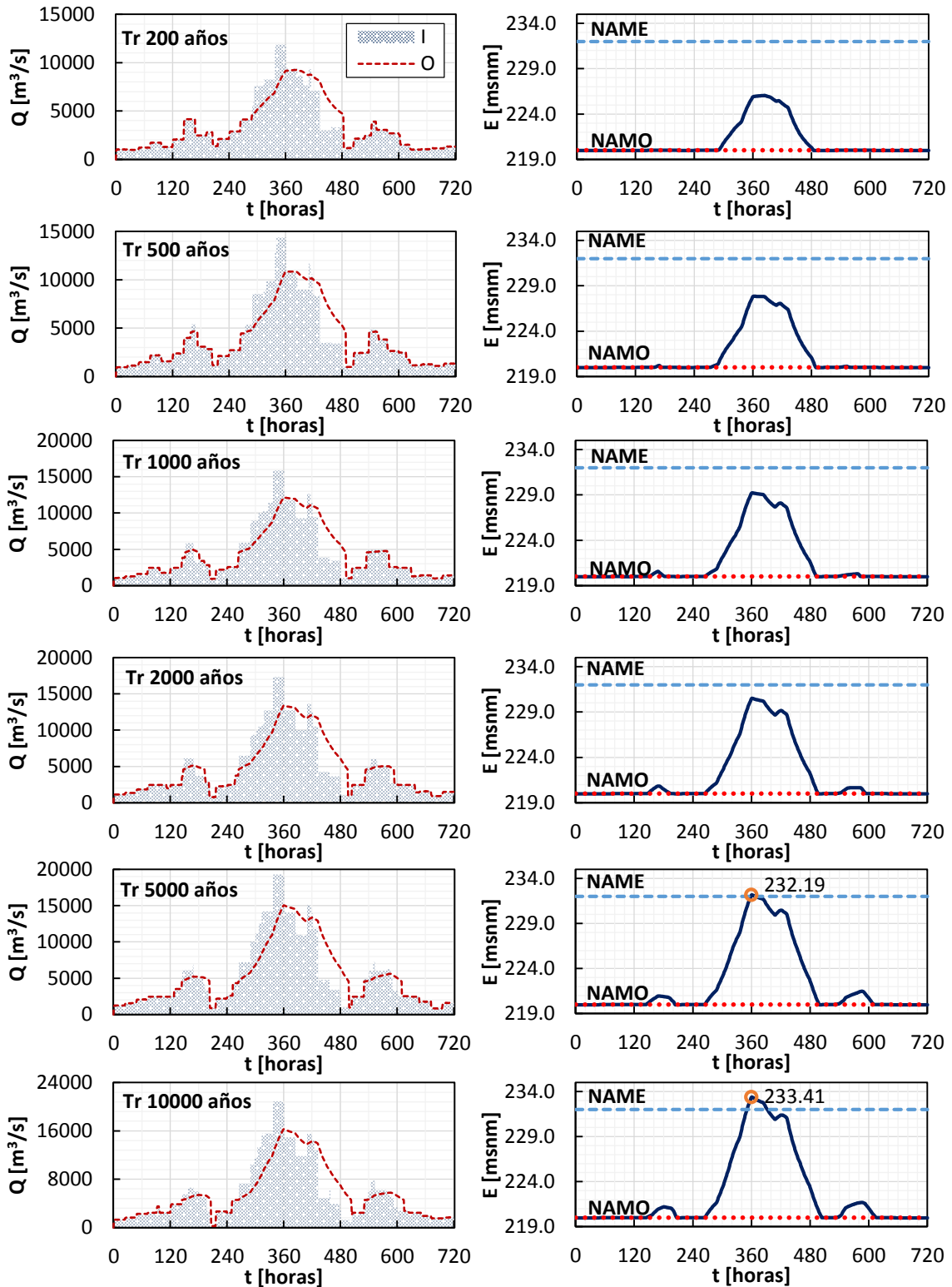


Figura B.50. Resultados tránsito avenidas para $Tr=200, 500, 1000, 2000, 5000$ y 10000 años –Escenario 1. Política de descarga 3. Presa Aguamilpa.

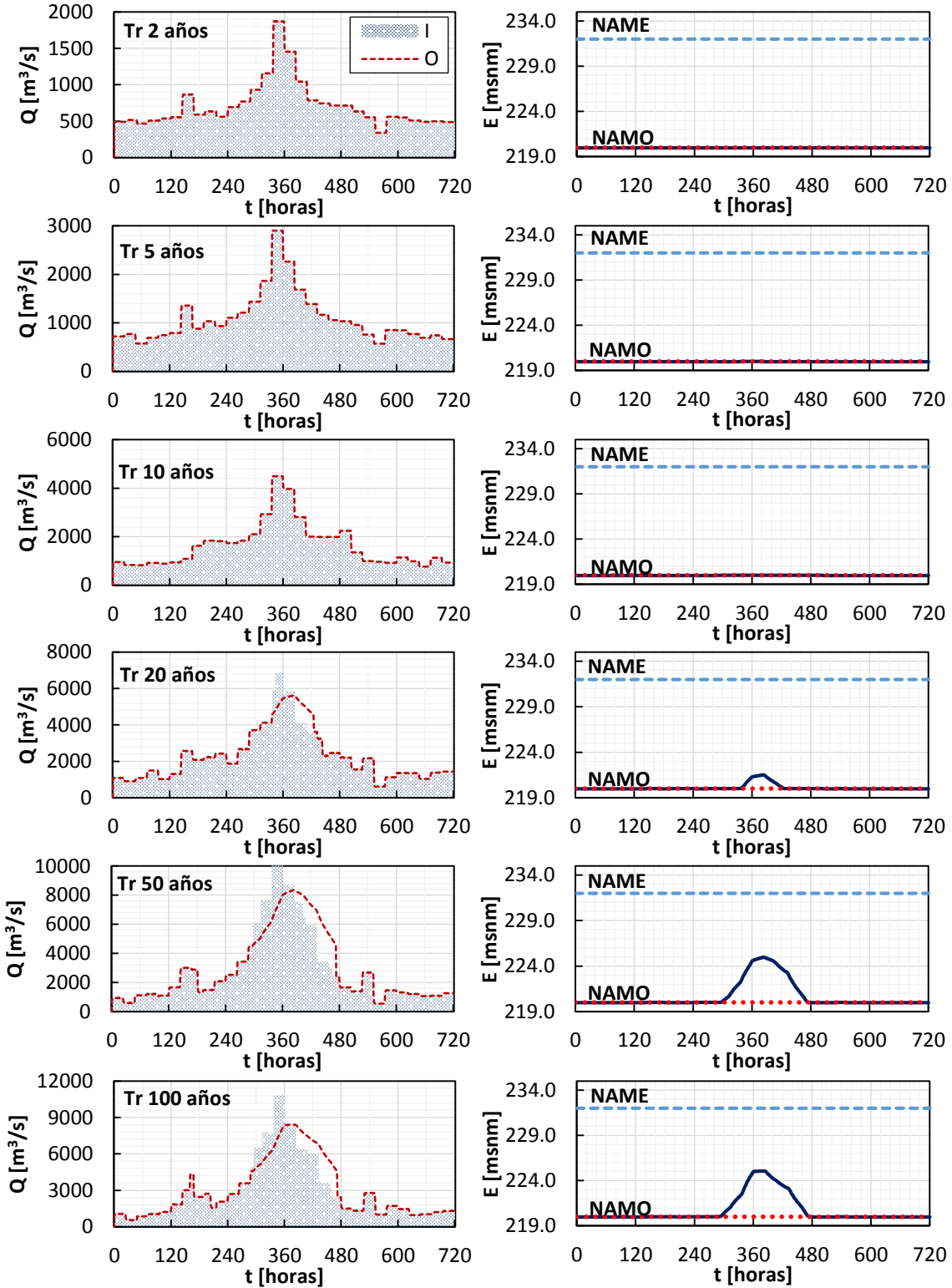


Figura B.51. Resultados tránsito avenidas para Tr=2, 5, 10, 20, 50 y 100 años –Escenario 2. Política de descarga 3. Presa Aguamilpa.

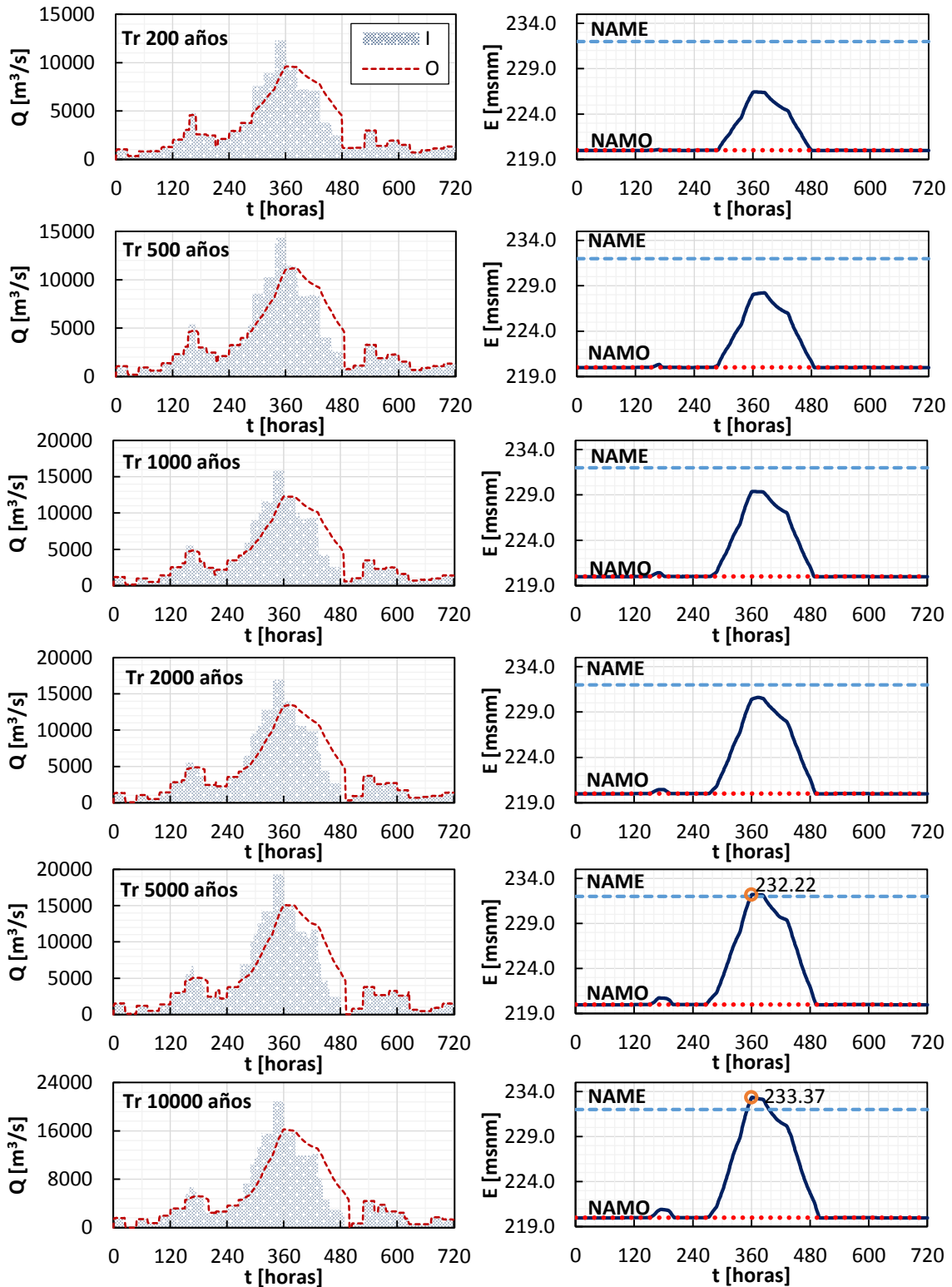


Figura B.52. Resultados tránsito avenidas para Tr=200, 500, 1000, 2000, 5000 y 10000 años –Escenario 2.
 Política de descarga 3. Presa Aguamilpa.

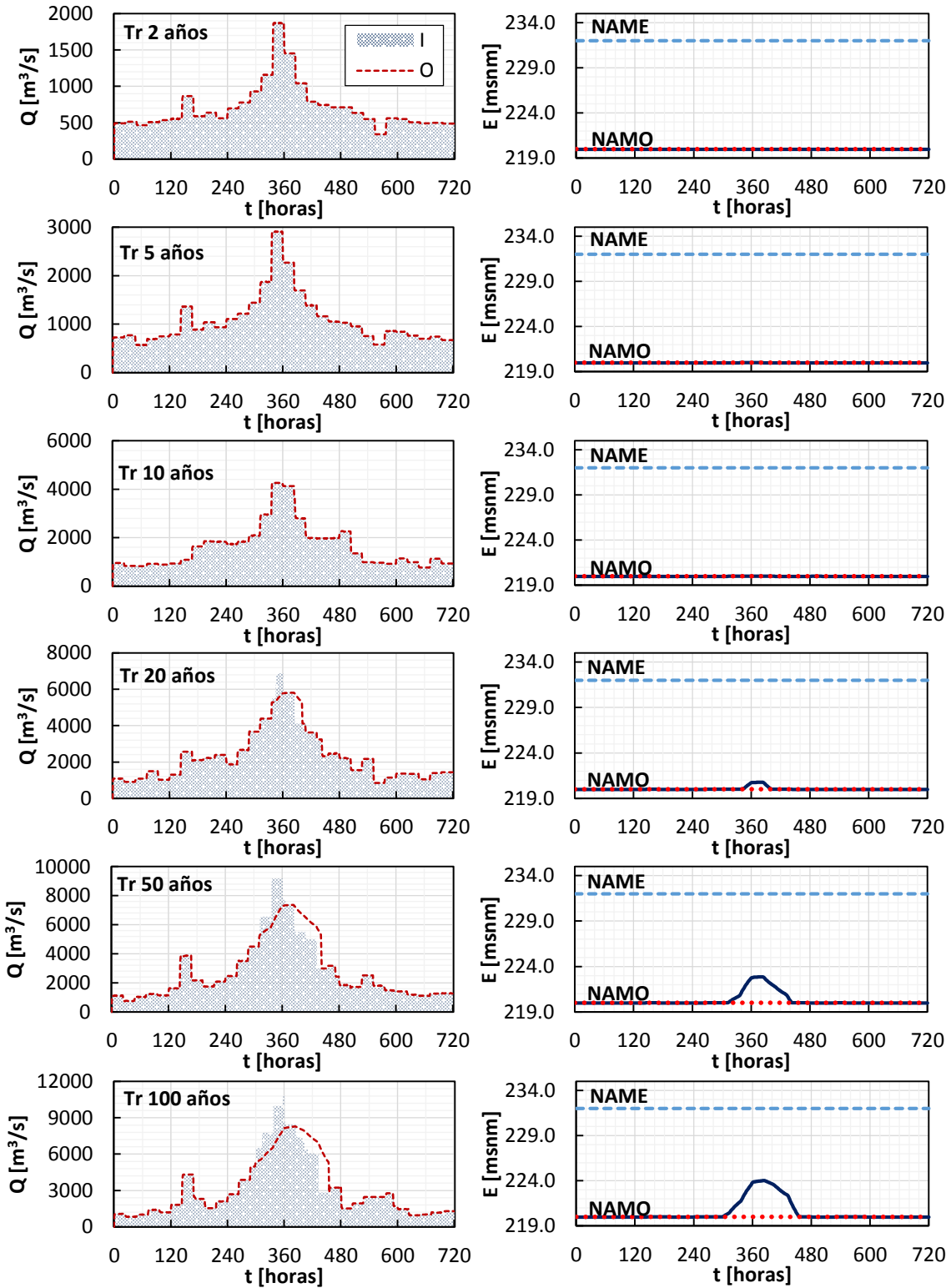


Figura B.53. Resultados tránsito avenidas para Tr=2, 5, 10, 20, 50 y 100 años –Escenario 1. Política de descarga 4. Presa Aguamilpa.

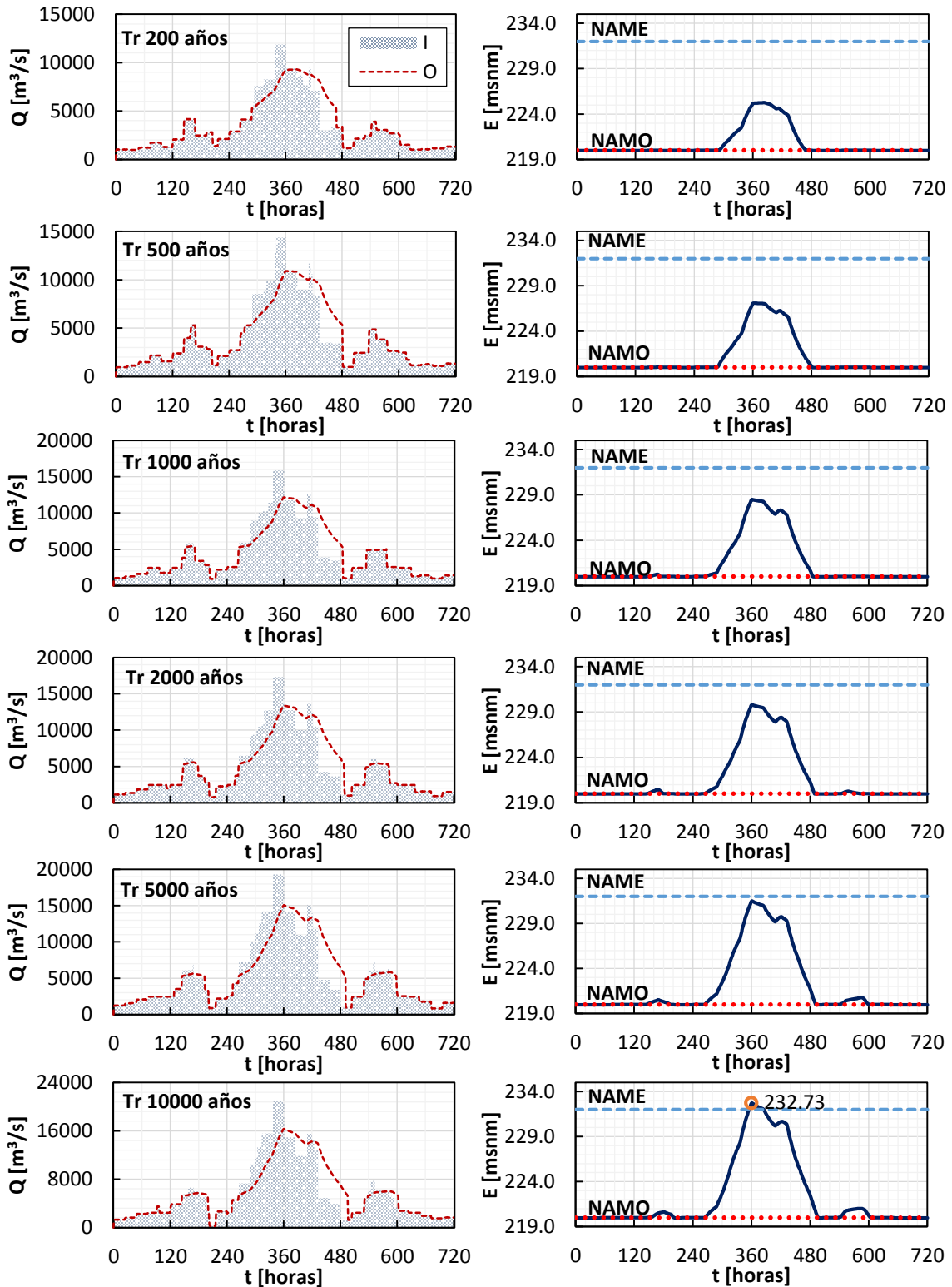


Figura B.54. Resultados tránsito avenidas para Tr=200, 500, 1000, 2000, 5000 y 10000 años –Escenario 1.
 Política de descarga 4. Presa Aguamilpa.

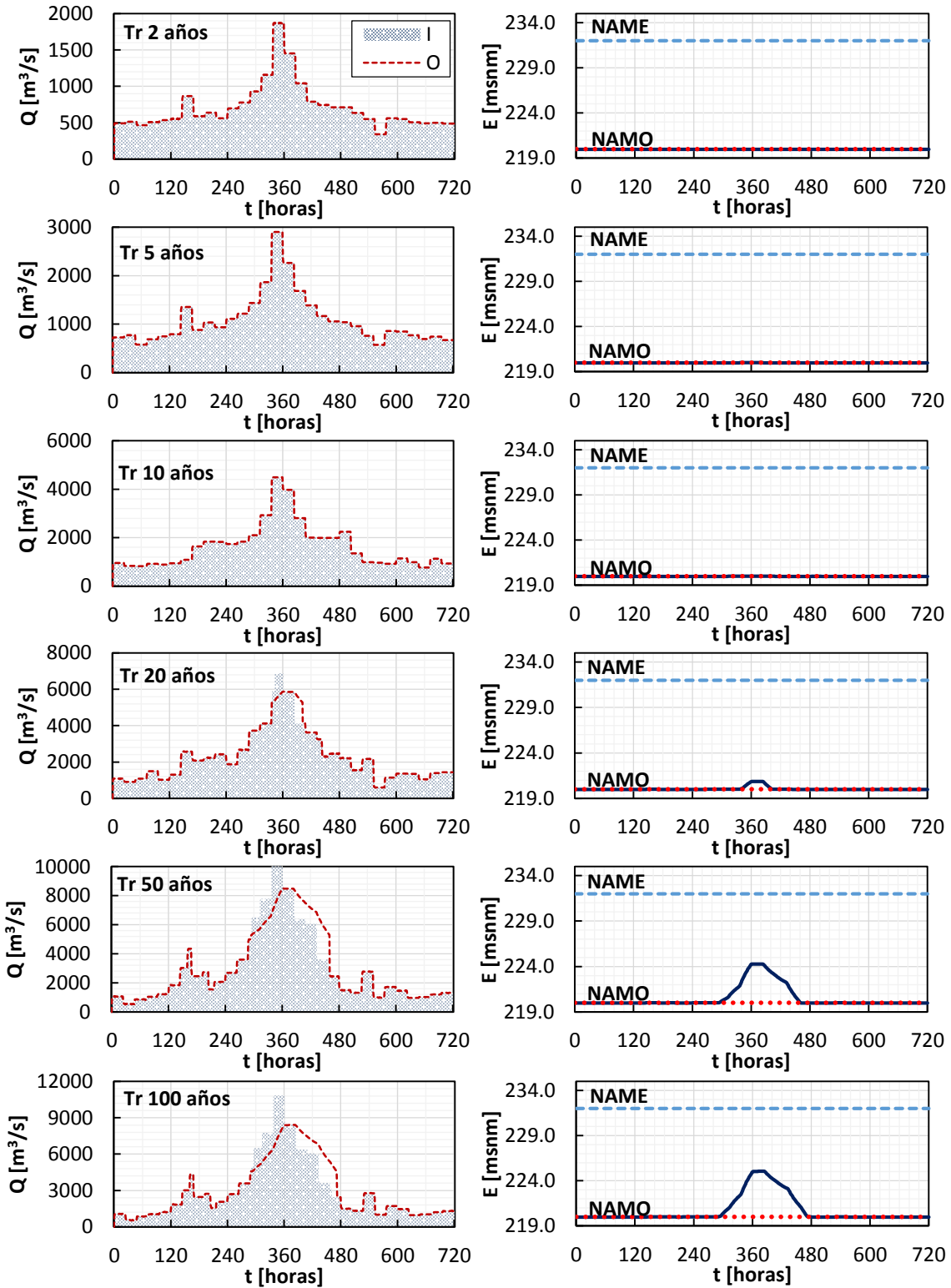


Figura B.55. Resultados tránsito avenidas para Tr=2, 5, 10, 20, 50 y 100 años –Escenario 2. Política de descarga 4. Presa Aguamilpa.

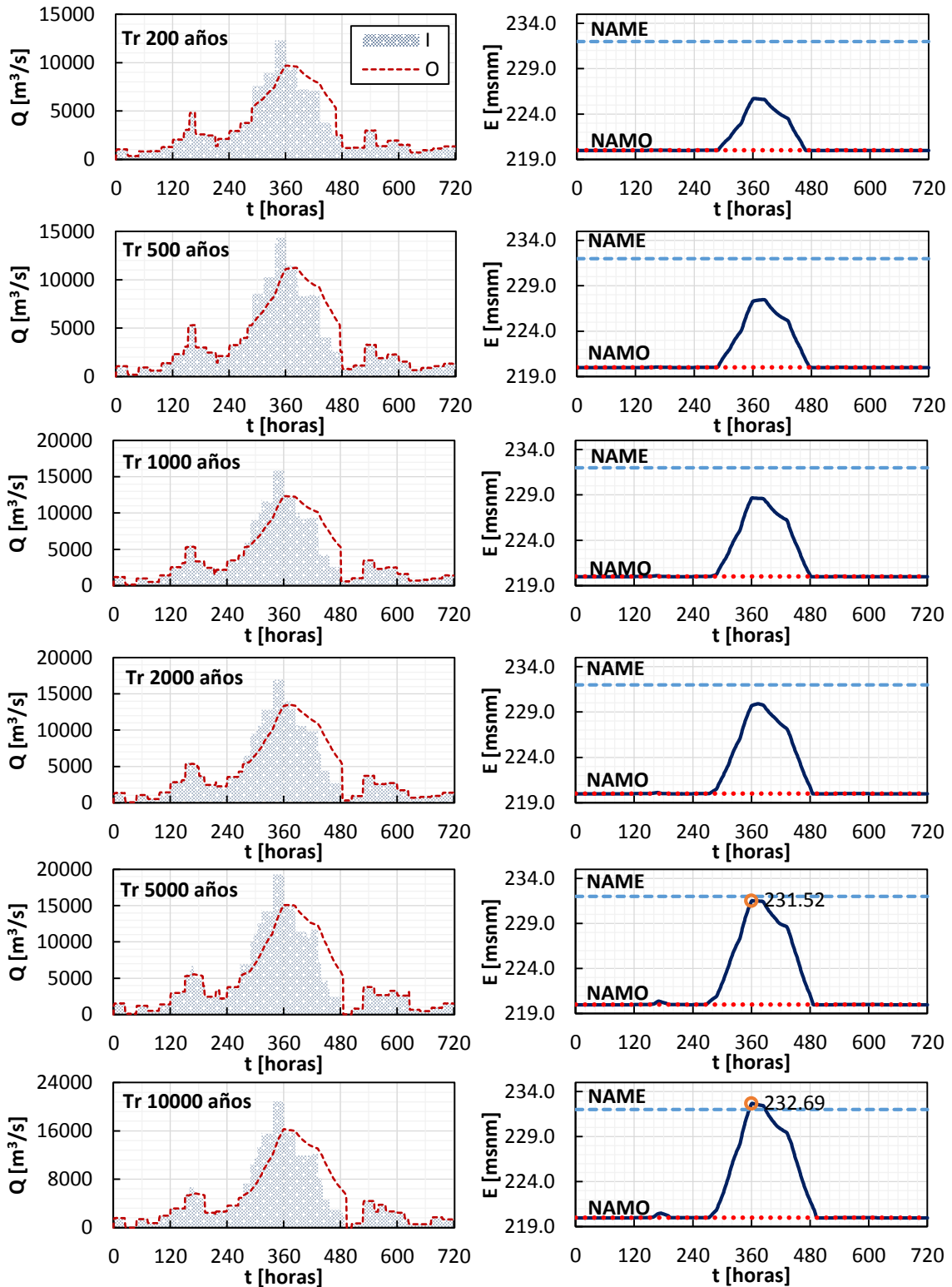


Figura B.56. Resultados tránsito avenidas para $Tr=200, 500, 1000, 2000, 5000$ y 10000 años –Escenario 2.
 Política de descarga 4. Presa Aguamilpa.

Tabla B.25. Resumen de gastos máximos de salida y elevaciones críticas para distintos periodos de retorno. Escenario 1.

Política	Pol. 1					
	La Yesca		El Cajón		Aguamilpa	
Tr	Qmáx	Emáx	Qmáx	Emáx	Qmáx	Emáx
[años]	[m ³ /s]	[msnm]	[m ³ /s]	[msnm]	[m ³ /s]	[msnm]
2	924.57	575.01	924.57	391.01	1874.14	220.01
5	1657.52	575.01	1663.79	391.01	2911.86	220.01
10	2460.00	575.62	2460.00	391.02	4258.47	220.02
20	3832.76	575.98	3831.69	392.18	5250.00	221.78
50	4972.86	576.00	4900.00	392.35	7411.50	223.99
100	5748.09	576.99	5746.61	392.99	8360.00	225.06
200	6518.24	577.96	6000.00	393.49	9210.00	226.40
500	7490.84	577.97	7489.70	393.97	10990.00	228.23
1000	8222.06	577.98	8223.91	393.98	11920.00	229.65
2000	8939.08	577.99	8933.30	393.99	12880.00	230.96
5000	9890.38	577.99	9890.96	393.99	14860.00	232.59
10000	10621.60	578.00	10625.17	394.00	15880.00	233.83

Política	Pol. 2		Pol. 3		Pol. 4	
	Aguamilpa		Aguamilpa		Aguamilpa	
Tr	Qmáx	Emáx	Qmáx	Emáx	Qmáx	Emáx
[años]	[m ³ /s]	[msnm]	[m ³ /s]	[msnm]	[m ³ /s]	[msnm]
2	1872.25	220.01	1872.28	220.00	1870.61	220.00
5	2909.97	220.01	2907.42	220.00	2912.52	220.00
10	4260.05	220.02	4258.66	220.00	4260.16	220.00
20	5854.62	220.99	5579.96	221.45	5815.25	220.77
50	7460.00	223.12	7248.42	223.63	7361.87	222.86
100	8260.00	224.35	8224.23	224.83	8285.51	224.03
200	9080.00	225.76	9256.20	226.05	9305.85	225.26
500	10810.00	227.47	10859.57	227.85	10900.97	227.10
1000	11710.00	228.95	12149.71	229.23	12170.64	228.49
2000	13600.00	230.20	13390.53	230.52	13408.52	229.80
5000	14570.00	231.92	15054.37	232.19	15071.95	231.49
10000	16600.00	233.13	16315.25	233.41	16330.18	232.73

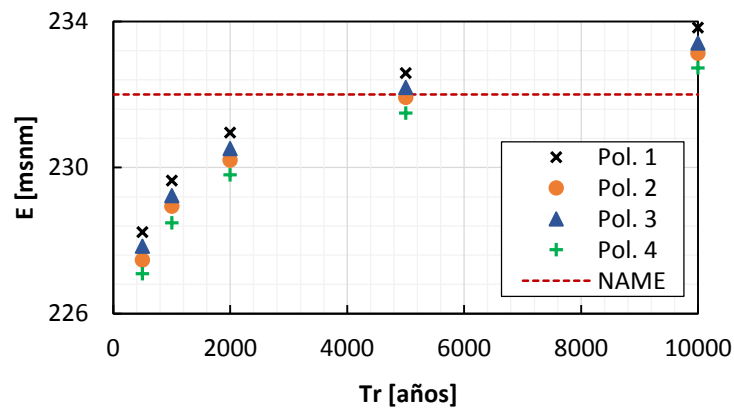


Figura B.57. Nivel máximo en el embalse de Aguamilpa para diferentes periodos de retorno y las 4 políticas de descarga analizadas. Escenario 1.

Tabla B.26. Resumen de gastos máximos de salida y elevaciones críticas para distintos periodos de retorno. Escenario 2.

Política	Pol. 1					
Presas	La Yesca		El Cajón		Aguamilpa	
Tr	Qmáx	Emáx	Qmáx	Emáx	Qmáx	Emáx
[años]	[m ³ /s]	[msnm]	[m ³ /s]	[msnm]	[m ³ /s]	[msnm]
2	697.45	575.01	697.45	220.01	1874.14	220.01
5	1101.68	575.01	1101.68	391.01	2904.92	220.01
10	2207.39	575.02	2207.39	391.02	4497.94	220.02
20	3491.09	575.98	3491.09	392.18	5250.00	221.91
50	5795.27	576.99	5795.27	392.99	7159.38	223.98
100	4529.63	575.99	4529.63	392.19	8360.00	225.44
200	4900.00	576.00	4900.00	392.34	9463.49	226.97
500	5526.77	576.98	5526.77	392.98	10990.00	228.71
1000	5973.99	577.00	5973.99	393.00	12003.88	229.96
2000	6000.00	577.96	6000.00	393.47	13850.00	231.02
5000	7450.69	577.97	7450.69	393.97	14860.00	232.69
10000	7759.27	577.98	7759.27	393.98	15880.00	233.77

Política	Pol. 2		Pol. 3		Pol. 4	
Presas	Aguamilpa		Aguamilpa		Aguamilpa	
Tr	Qmáx	Emáx	Qmáx	Emáx	Qmáx	Emáx
[años]	[m ³ /s]	[msnm]	[m ³ /s]	[msnm]	[m ³ /s]	[msnm]
2	1872.25	220.01	1872.28	220.00	1870.61	220.00
5	2906.50	220.01	2903.95	220.00	2904.47	220.00
10	4499.52	220.02	4498.34	220.00	4497.51	220.00
20	5970.00	221.04	5628.75	221.51	5868.79	220.85
50	8260.00	224.55	8346.88	224.98	8490.35	224.28
100	8260.00	224.77	8418.21	225.06	8418.21	225.06
200	9930.00	226.08	9615.27	226.46	9698.52	225.72
500	11341.21	227.98	11210.41	228.23	11240.11	227.47
1000	12640.00	229.05	12290.67	229.38	12334.85	228.66
2000	13600.00	230.25	13493.97	230.63	13517.90	229.91
5000	14999.28	231.98	15080.19	232.22	15102.72	231.52
10000	16600.00	233.09	16267.51	233.37	16291.44	232.69

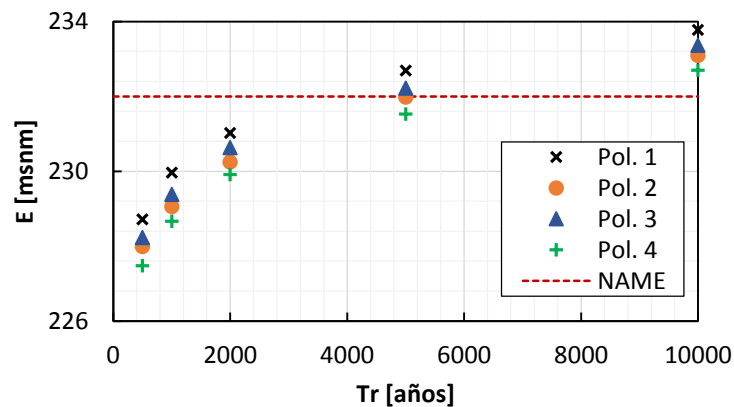


Figura B.58. Nivel máximo en el embalse de Aguamilpa para diferentes periodos de retorno y las 4 políticas de descarga analizadas. Escenario 2.

ANEXO C

ANEXOS DEL CAPÍTULO 4

C.1 SERIES DE VOLUMENES QUINCENALES

Tabla C.1. Volúmenes quincenales [$\times 10^6 \text{ m}^3$] presa La Yesca. Año cronológico.

Año	Quincena																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1952	19.3	17.5	16.4	14.4	17.0	15.8	11.1	14.0	16.0	15.0	51.2	137.5	245.7	327.4	218.7	406.0	120.4	261.8	164.6	30.5	43.7	25.3	21.5	26.4
1953	24.6	23.6	25.3	19.4	20.5	16.3	16.4	13.8	13.0	19.3	31.2	106.8	186.2	149.9	183.1	614.9	508.7	65.3	53.8	69.0	55.0	39.0	43.9	44.2
1954	28.3	26.6	22.4	15.2	20.9	23.7	23.2	23.4	21.1	23.9	59.3	172.8	266.7	262.6	209.2	262.1	76.7	70.0	91.1	63.0	26.4	25.2	24.6	28.9
1955	29.7	31.3	25.8	22.2	21.4	23.9	16.7	9.1	8.5	12.0	21.4	32.1	208.2	317.4	781.9	913.4	444.6	803.8	368.3	175.2	42.5	37.9	31.9	32.1
1956	30.5	30.0	30.1	26.7	25.3	24.3	23.6	24.2	25.4	62.4	34.2	214.4	381.5	604.5	238.4	777.8	232.6	79.3	38.6	24.2	10.6	16.2	16.0	24.1
1957	31.3	29.0	30.1	23.9	23.8	25.2	27.0	20.7	22.7	21.5	23.3	31.9	94.9	127.6	113.1	107.7	109.4	172.7	53.0	62.4	24.2	24.6	24.6	27.3
1958	29.4	28.3	25.0	18.8	25.4	22.8	19.4	20.1	18.9	24.2	93.6	160.3	568.1	839.5	295.8	395.4	967.9	670.0	442.7	662.6	832.0	124.0	94.4	83.7
1959	60.6	44.5	33.8	25.1	27.2	24.5	21.7	199.5	39.1	40.0	97.0	106.1	217.6	592.6	315.8	886.9	251.1	135.8	105.3	123.2	74.1	69.3	35.2	35.1
1960	30.5	28.9	25.0	26.3	25.5	20.0	22.1	22.8	18.0	26.5	22.2	40.5	216.9	247.6	356.1	509.5	347.6	83.0	39.2	40.7	32.7	33.5	33.7	41.6
1961	31.6	39.6	32.2	23.1	25.5	29.2	19.0	20.1	17.6	37.8	54.3	112.4	554.1	419.8	528.5	359.1	133.4	191.2	76.3	35.2	35.3	32.2	24.4	29.1
1962	24.6	28.4	32.0	21.6	19.6	20.9	16.3	20.6	16.5	20.7	16.6	208.5	317.5	307.9	106.7	156.2	582.9	242.6	153.8	151.5	51.6	39.1	36.8	38.8
1963	30.3	36.1	30.3	28.5	30.7	27.7	25.6	23.4	23.9	31.9	41.3	121.3	794.5	513.8	732.0	447.9	256.3	449.5	254.7	114.1	63.2	38.6	78.7	100.1
1964	74.3	67.8	44.3	26.1	35.4	34.0	32.7	37.1	36.8	44.1	50.8	88.2	117.5	168.8	172.1	207.8	250.8	637.5	294.3	139.0	57.9	21.6	34.2	44.3
1965	42.7	23.3	19.8	22.2	49.4	50.2	47.8	37.9	52.2	46.1	77.3	92.9	89.0	144.0	1194.9	785.5	653.6	582.2	409.7	99.4	98.9	41.6	43.7	64.4
1966	42.5	42.0	51.7	39.3	35.6	33.1	47.5	35.6	5.9	14.6	49.7	132.7	195.1	223.9	410.0	820.8	477.3	283.6	121.6	140.6	43.8	33.6	33.3	34.6
1967	49.7	58.6	41.2	30.2	52.8	24.1	49.4	52.3	51.8	63.9	78.2	91.1	305.6	398.0	214.0	1486.7	1860.7	1333.5	457.5	304.1	129.9	85.0	45.0	87.6
1968	39.3	42.6	36.8	42.6	160.1	45.2	24.4	31.8	35.8	30.4	56.5	70.8	196.5	640.4	571.6	534.2	615.6	232.5	104.6	70.1	29.5	37.4	53.1	34.4
1969	33.8	50.3	48.0	45.8	58.4	55.7	46.2	34.1	39.6	48.2	44.9	68.1	121.3	203.1	85.5	88.7	92.6	130.1	95.9	41.5	24.6	27.9	18.2	21.0
1970	23.2	26.1	20.6	22.1	37.1	41.3	51.1	47.0	36.1	35.2	40.2	134.5	177.7	541.2	299.7	404.8	245.3	675.7	410.6	66.7	47.9	27.3	27.7	26.2
1971	41.6	29.0	22.0	33.7	31.4	41.7	20.3	57.3	51.7	56.9	70.8	167.4	236.7	445.8	770.7	938.8	340.5	956.7	727.7	185.9	124.0	72.5	52.9	51.8
1972	35.4	42.4	49.5	66.5	68.8	47.0	29.0	43.7	43.9	45.1	78.0	47.1	51.5	191.4	214.9	186.6	137.7	244.8	60.2	25.7	17.4	36.0	53.9	59.7
1973	55.4	54.5	18.8	14.8	22.4	14.9	38.8	40.3	49.0	47.6	45.6	82.0	1085.8	338.2	1333.4	2636.8	693.4	686.5	251.2	163.2	126.4	44.7	21.4	47.2
1974	34.7	35.1	29.3	40.5	49.1	55.2	15.5	25.7	40.8	63.4	56.8	82.9	252.3	249.0	236.8	210.1	247.2	138.1	66.5	43.8	24.9	21.7	25.8	28.5
1975	26.2	32.3	29.4	26.4	41.1	39.5	52.6	32.8	30.4	44.1	39.5	108.9	272.6	949.6	1293.8	677.8	458.0	84.2	54.2	36.7	26.0	22.7	23.4	21.1
1976	24.7	42.5	53.5	32.6	46.4	50.3	42.8	32.1	29.0	34.0	38.1	59.5	576.1	1428.5	304.7	527.2	273.8	200.6	361.8	169.0	117.1	254.2	149.2	112.5
1977	77.2	42.7	34.2	38.9	56.9	63.1	54.4	58.3	58.4	61.2	47.8	230.6	534.4	313.0	188.4	279.3	1221.9	231.7	75.5	41.3	37.8	14.3	27.9	38.2
1978	33.1	38.4	33.7	38.9	51.5	44.3	59.5	52.5	55.6	62.1	72.7	94.1	181.2	158.3	155.9	198.3	266.1	379.3	951.4	164.9	43.5	35.3	29.2	27.9
1979	31.7	36.5	31.5	30.8	48.4	58.1	50.9	49.0	42.6	61.7	59.1	53.0	76.4	175.1	303.6	279.3	214.2	111.3	19.9	17.9	21.3	19.6	17.0	17.9
1980	22.3	27.5	30.7	28.1	33.5	37.3	30.1	31.7	41.7	51.5	50.9	79.7	105.8	232.1	170.8	279.0	210.5	117.3	108.8	51.0	45.6	41.8	35.6	32.2
1981	23.8	32.2	22.1	20.2	22.9	27.9	26.7	26.2	32.0	43.9	40.8	151.8	517.0	402.6	215.8	278.6	312.3	115.5	57.2	58.2	43.1	53.2	76.0	54.4
1982	35.0	26.4	26.9	18.7	19.1	22.4	23.0	29.4	27.9	30.1	22.1	39.2	146.4	357.0	178.9	182.4	76.6	50.5	43.9	28.8	22.6	33.3	27.7	25.9
1983	29.1	50.7	23.0	20.1	51.3	25.4	23.2	23.4	28.4	47.2	68.8	52.4	274.2	645.4	658.5	496.4	253.3	471.9	98.1	56.8	54.2	56.0	52.4	50.0
1984	44.5	24.0	23.2	22.6	23.7	23.5	20.6	24.7	18.0	15.5	38.7	269.3	374.5	819.2	292.1	810.6	418.2	176.8	77.4	58.9	34.8	39.7	38.3	36.4
1985	35.0	43.8	36.3	32.4	48.5	50.9	45.5	39.6	32.0	37.8	50.4	157.2	163.2	389.8	410.5	348.1	155.2	178.9	85.3	98.3	63.5	47.7	44.7	51.7
1986	36.6	37.4	31.9	28.1	31.1	32.6	31.9	55.8	73.6	45.6	55.8	186.8	416.4	489.0	180.6	198.4	326.1	174.6	187.4	155.9	87.1	69.2	59.2	59.9

Año	Quincena																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1987	64.3	101.5	94.5	75.3	90.4	95.7	76.9	68.0	55.4	69.6	67.0	77.9	142.2	255.9	311.9	307.2	378.0	254.3	286.0	111.6	89.6	93.6	91.1	96.4
1988	89.3	74.2	69.8	67.9	93.7	79.9	70.2	80.1	90.2	62.2	62.5	93.8	265.3	697.6	663.7	1601.1	500.5	242.5	104.2	93.3	69.6	53.7	91.2	72.1
1989	35.9	19.9	61.4	77.9	77.8	59.9	52.8	40.9	33.4	39.4	23.7	41.1	116.1	105.1	84.8	313.0	287.7	144.6	55.6	61.8	43.5	37.7	38.0	39.2
1990	28.6	28.4	49.7	59.8	38.3	42.9	35.8	25.7	39.4	47.6	33.5	79.0	135.4	260.1	1197.2	1875.2	500.0	380.7	167.8	181.6	124.7	48.8	27.2	24.5
1991	39.7	54.3	50.7	50.4	65.6	51.4	56.5	57.2	51.7	53.5	42.2	66.1	1216.0	3281.6	562.8	228.2	415.7	387.5	172.0	48.7	42.7	35.9	41.4	40.5
1992	88.8	2210.0	512.0	213.5	88.0	47.5	72.9	63.9	54.2	71.9	70.1	50.6	52.8	152.0	200.3	230.6	173.6	146.0	360.9	226.0	68.0	61.4	197.1	276.7
1993	48.1	68.7	58.8	58.4	59.8	57.9	53.6	56.4	52.4	56.5	46.6	104.6	275.1	414.4	200.4	173.4	285.2	193.9	90.0	71.7	55.2	50.7	42.0	22.2
1994	32.0	32.8	27.0	27.0	33.0	45.7	61.1	67.9	42.3	66.0	65.6	120.9	108.8	71.5	89.5	149.2	290.4	176.3	103.7	96.4	51.5	46.1	45.5	44.1
1995	42.4	18.7	30.2	28.6	38.7	51.2	40.1	42.0	38.8	28.9	42.6	167.0	248.8	394.4	381.3	925.2	546.1	246.5	120.6	75.1	64.1	56.5	46.8	49.2
1996	32.3	26.4	26.2	22.9	22.9	29.1	20.1	20.2	57.5	61.9	58.8	85.5	108.4	148.8	62.8	205.3	413.8	204.6	447.5	90.1	45.2	37.8	35.0	37.1
1997	33.6	39.8	36.5	29.4	40.5	55.8	64.8	56.6	44.3	54.2	46.9	108.8	159.5	155.1	101.5	109.9	156.8	69.9	48.6	44.8	39.8	42.3	38.1	44.0
1998	44.3	41.4	40.6	40.8	44.2	49.9	79.5	73.5	58.3	57.7	59.8	67.8	89.0	152.5	217.1	250.0	249.2	573.1	467.3	153.4	71.0	51.5	54.5	55.4
1999	34.7	33.9	34.7	31.9	26.6	36.1	42.9	54.3	52.6	46.7	50.7	107.5	208.9	235.1	189.5	186.4	326.0	113.5	76.9	67.0	57.8	45.6	36.9	39.0
2000	38.8	41.1	37.5	34.9	37.6	36.1	50.4	60.5	18.7	14.8	114.7	159.9	164.4	94.2	113.6	94.7	55.0	57.6	40.8	39.0	30.6	34.5	29.2	32.8
2001	33.1	47.0	58.3	52.2	32.0	22.6	28.9	36.7	35.2	37.4	41.3	50.0	151.9	240.7	271.4	213.0	347.4	146.1	51.4	28.1	39.0	43.2	31.5	29.8
2002	39.2	46.8	46.7	59.0	53.3	41.1	42.8	42.3	44.0	44.7	39.3	58.1	101.9	277.7	362.8	639.0	239.3	409.2	137.2	99.5	59.7	55.2	30.9	31.1
2003	33.9	48.5	20.6	37.4	45.3	48.0	49.4	49.6	46.1	49.6	48.0	97.7	192.8	322.6	603.4	711.9	1024.3	987.7	229.4	236.4	86.7	41.0	36.9	44.3
2004	43.9	62.0	40.7	31.6	50.6	52.9	40.5	40.1	40.3	41.9	161.2	232.0	189.4	212.8	327.4	355.4	477.2	582.0	250.2	138.5	83.4	78.3	76.2	54.5
2005	50.6	47.9	54.5	54.6	66.8	61.4	63.3	64.2	63.4	53.8	31.5	56.9	98.8	178.3	219.7	217.9	282.9	148.0	63.5	64.9	49.0	52.1	37.2	19.8
2006	46.4	43.3	37.7	40.1	50.4	45.1	53.1	60.6	63.0	66.4	49.3	57.5	64.7	104.0	182.1	285.4	148.9	107.8	112.7	115.6	38.9	15.6	48.0	48.3
2007	35.0	39.7	43.9	37.9	39.7	40.3	41.0	58.3	59.4	51.8	36.5	154.9	301.3	489.5	814.2	326.4	244.8	206.6	83.6	78.0	35.8	35.5	42.9	46.7
2008	46.8	47.2	48.2	64.5	40.2	8.2	10.8	52.1	54.5	64.1	86.6	140.0	672.8	476.7	338.6	1536.6	1020.9	1063.7	192.6	141.0	84.5	58.4	65.0	10.6
2009	26.6	52.1	49.2	40.1	44.7	68.1	60.5	48.3	50.1	63.8	45.1	68.6	155.9	85.6	83.5	95.7	260.8	200.4	96.5	85.7	45.2	25.7	39.4	34.8
2010	27.5	32.9	348.5	56.9	38.5	31.2	30.9	15.1	25.9	34.4	35.4	67.6	298.3	474.3	475.2	390.2	244.0	408.7	98.3	48.8	31.2	27.9	42.6	27.6
2011	27.2	33.4	27.3	24.1	29.8	20.2	25.2	26.7	21.7	7.8	27.1	65.5	124.5	174.5	140.0	140.4	119.1	61.9	58.8	42.2	23.3	19.7	22.4	23.6
2012	21.3	25.2	43.6	33.8	23.5	19.4	19.7	28.3	26.3	27.6	28.1	60.4	210.0	275.8	179.7	220.1	205.6	90.9	33.7	34.0	37.3	38.8	18.6	35.3
2013	42.8	27.6	28.8	21.6	24.4	29.3	19.5	14.1	19.6	15.9	31.6	53.5	108.3	444.8	106.1	121.3	271.9	555.1	189.2	105.8	74.3	50.3	24.6	89.8

Tabla C.2. Volúmenes quincenales [$\times 10^6 \text{ m}^3$] cuenca propia presa Aguamilpa. Año cronológico.

Año	Quincena																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1952	17.7	18.0	16.5	15.2	15.7	16.1	14.5	16.2	14.6	14.7	22.6	110.1	284.4	338.2	245.1	343.7	59.9	123.4	69.9	23.1	24.3	19.5	18.5	19.7
1953	18.0	18.4	17.5	35.8	19.9	16.8	15.3	14.8	13.9	18.2	15.8	50.2	134.0	110.7	117.6	521.9	526.9	54.4	79.3	45.3	32.8	20.8	23.0	26.7
1954	25.1	19.8	16.5	13.9	15.4	15.8	14.1	14.0	13.8	14.5	54.3	209.9	488.7	397.0	356.9	564.9	175.5	259.9	160.1	62.5	25.1	21.8	20.0	21.2
1955	22.4	29.8	18.8	15.1	16.5	16.6	14.8	14.1	13.9	14.6	15.0	46.1	140.4	372.9	861.4	731.9	498.0	800.9	209.2	50.9	27.6	22.7	20.6	21.0
1956	18.5	19.2	17.0	15.7	15.8	16.2	15.0	15.0	14.6	40.6	23.4	137.1	178.4	291.1	161.1	506.2	185.3	69.0	30.4	39.9	19.3	18.1	17.6	18.8
1957	17.1	18.0	16.2	13.5	15.4	16.7	15.0	14.6	14.5	14.9	13.6	19.9	60.9	170.4	137.9	121.1	110.4	141.5	32.2	457.3	32.0	21.4	19.0	19.5
1958	17.9	22.0	17.6	14.6	45.0	17.1	14.6	14.0	13.8	17.5	51.8	111.2	127.1	368.5	142.1	302.9	464.6	514.7	214.2	384.5	349.5	65.7	43.9	42.4
1959	49.1	29.9	22.5	18.4	19.2	17.5	30.6	215.6	25.4	23.7	69.3	103.9	259.4	401.1	337.2	705.7	215.3	86.2	48.3	122.6	54.3	26.7	21.3	33.4

Actualización de las avenidas de diseño y de las políticas de operación del sistema de presas del río Santiago
Posgrado en Ingeniería UNAM

Año	Quincena																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1960	67.5	33.3	20.8	18.5	17.9	18.3	16.6	15.4	14.8	15.3	15.9	34.6	119.6	157.7	278.9	251.3	239.0	54.6	28.8	32.4	22.3	18.2	201.0	67.6
1961	24.7	56.0	24.9	16.2	17.0	16.8	15.7	14.9	14.2	15.6	34.0	145.9	449.2	384.8	796.1	362.4	266.6	345.7	85.3	40.4	25.7	22.5	21.2	22.4
1962	19.2	19.6	46.4	16.1	17.3	17.1	14.7	14.8	14.5	15.1	13.9	255.5	421.3	218.0	120.9	345.1	481.8	242.6	147.9	122.4	35.9	24.8	23.4	25.3
1963	24.9	21.1	17.8	14.9	20.4	17.2	15.3	15.2	14.6	29.8	25.2	145.5	590.6	389.7	663.3	416.6	272.6	592.5	231.8	133.8	38.3	26.8	54.0	84.0
1964	27.0	25.8	26.0	18.9	18.3	18.1	16.1	15.2	14.5	17.5	15.5	118.6	171.8	301.9	391.7	187.3	493.4	598.0	378.3	90.4	34.5	27.0	43.1	27.8
1965	21.2	28.9	20.7	18.9	17.9	17.3	15.4	14.9	16.5	15.8	14.6	33.9	96.9	212.7	601.1	441.3	383.6	489.4	127.8	39.5	26.3	21.8	30.1	194.0
1966	28.3	157.9	196.8	52.8	27.5	22.9	29.6	18.9	18.0	22.5	18.7	170.4	153.7	226.4	449.0	758.9	325.2	293.5	148.2	140.4	36.7	27.6	23.5	26.3
1967	119.6	61.1	25.1	18.0	18.8	18.4	16.3	15.4	15.0	19.7	33.7	115.7	442.0	301.3	207.0	1258.9	1078.5	801.3	162.7	96.5	38.5	28.6	25.1	61.8
1968	24.8	23.6	32.1	27.0	376.2	43.9	23.7	20.1	18.3	18.0	16.6	35.9	211.6	799.7	438.5	753.8	573.0	315.6	210.7	79.4	37.7	44.1	36.0	134.9
1969	46.6	30.3	27.7	24.4	21.6	20.8	17.8	16.5	16.0	17.1	16.9	27.7	155.3	192.5	71.1	129.6	202.9	323.8	270.5	92.7	32.3	24.5	105.7	96.7
1970	99.8	34.7	26.8	84.6	36.9	24.1	18.1	16.6	15.9	16.2	16.5	114.9	186.2	390.6	340.0	305.0	125.9	633.3	306.5	50.8	34.7	26.0	22.0	21.8
1971	20.8	20.9	17.8	14.7	16.1	16.4	14.7	14.6	14.2	19.4	21.9	167.0	308.9	306.5	413.1	496.5	284.1	483.7	644.2	161.1	55.5	34.8	29.3	27.7
1972	37.8	25.9	20.5	16.8	17.2	18.1	15.7	15.2	15.0	15.1	13.8	14.0	125.0	147.0	170.3	71.7	214.3	182.2	56.0	36.8	21.6	285.5	52.4	36.4
1973	121.7	40.9	23.3	36.0	23.3	19.2	16.1	15.7	15.4	15.9	15.7	46.9	415.4	321.5	834.7	1568.8	641.6	607.9	190.3	107.1	55.4	32.2	27.9	27.3
1974	24.1	23.9	20.8	16.5	17.6	18.3	16.1	15.5	15.3	19.4	26.1	82.3	253.7	248.3	224.2	300.3	218.4	196.1	90.2	33.5	23.4	20.1	19.4	56.0
1975	32.1	24.2	19.6	15.4	16.5	16.5	14.9	14.3	14.1	14.7	20.8	56.3	288.8	552.6	976.2	618.4	447.9	77.2	34.5	44.4	23.9	20.3	18.9	20.1
1976	19.3	19.7	19.1	16.0	16.3	16.4	16.0	14.9	14.4	15.1	16.7	64.8	353.4	388.8	245.4	471.4	234.5	239.0	106.5	39.7	24.9	771.9	291.6	260.0
1977	113.8	67.1	31.9	21.0	22.9	21.1	18.4	17.6	16.5	16.4	27.7	147.0	383.4	303.8	479.7	562.3	579.3	118.9	54.2	41.5	25.8	21.4	22.0	23.1
1978	20.0	20.9	30.1	18.5	18.9	18.1	16.3	15.3	15.0	16.1	25.2	87.3	174.9	289.7	239.7	291.5	559.1	418.1	336.8	66.3	30.5	23.6	23.3	24.8
1979	21.7	98.4	33.2	20.1	20.6	19.7	17.1	16.2	15.5	15.9	18.7	22.2	89.8	330.8	373.6	294.0	231.0	136.3	34.9	25.4	21.5	19.9	24.4	23.0
1980	19.1	25.4	25.2	22.4	18.4	16.7	15.1	14.7	15.1	15.1	17.5	67.8	130.6	327.5	137.7	564.7	439.9	162.2	88.6	33.6	30.9	25.3	20.7	24.1
1981	21.1	46.5	23.0	16.4	18.3	18.2	14.8	19.1	15.4	15.1	14.1	116.4	687.6	337.8	232.1	361.8	557.0	135.4	114.2	48.2	26.3	23.4	26.2	23.8
1982	20.3	20.3	18.2	14.6	16.2	16.8	15.0	14.6	14.5	15.2	13.9	42.6	129.8	370.7	141.5	206.6	69.6	53.7	118.8	32.1	18.7	109.8	99.1	109.6
1983	90.9	187.4	40.7	22.7	47.4	24.1	18.0	16.3	15.3	42.5	32.7	49.4	219.0	325.6	573.9	526.6	332.6	594.0	96.6	86.4	55.7	30.7	25.2	24.6
1984	23.2	47.1	69.0	20.5	18.6	18.3	16.1	16.0	16.0	20.4	35.9	209.8	491.1	935.8	433.9	639.1	256.9	94.2	89.3	38.5	25.1	35.3	25.5	25.5
1985	79.0	313.8	37.5	20.2	21.2	20.4	17.4	16.4	15.6	16.0	29.7	244.4	86.7	276.3	480.9	400.4	128.8	202.0	74.4	76.3	31.0	24.0	22.1	53.5
1986	25.8	23.7	24.2	20.1	16.7	16.2	15.4	14.9	14.7	20.2	27.8	169.2	188.8	349.8	151.6	272.3	355.3	197.2	144.1	160.3	42.5	27.7	25.0	35.2
1987	467.8	288.9	45.5	152.3	74.0	37.2	22.9	20.7	17.8	21.7	24.1	47.6	125.2	420.5	611.4	267.7	238.1	279.3	202.2	28.5	16.4	14.1	13.2	51.5
1988	24.9	22.0	19.2	17.0	17.4	17.9	16.4	16.2	15.0	15.4	19.1	163.0	250.3	358.5	323.7	1079.1	214.3	157.7	72.9	32.1	20.1	20.3	20.0	22.7
1989	19.2	19.8	17.8	14.5	15.8	16.4	15.0	14.8	14.3	15.0	15.9	17.3	124.8	141.6	168.4	478.6	295.1	105.7	54.3	34.2	20.8	58.7	48.5	28.2
1990	22.2	19.9	21.4	62.6	19.5	16.8	15.1	14.4	14.5	18.7	48.3	81.5	290.3	546.5	821.6	2045.6	699.4	380.2	260.3	135.2	52.0	24.1	21.0	21.1
1991	18.9	19.9	18.1	14.9	15.9	16.3	14.7	14.5	14.0	14.5	15.2	53.7	565.2	1507.9	425.0	350.4	623.6	620.3	228.3	70.7	49.1	55.2	39.4	85.3
1992	211.5	361.8	142.5	48.8	45.3	35.3	29.1	24.8	24.2	22.0	28.9	19.7	67.8	139.5	177.3	178.4	72.3	85.0	63.8	63.9	34.4	30.6	81.8	93.0
1993	94.4	40.8	33.2	20.5	17.4	16.5	16.4	15.0	14.2	14.2	13.0	151.5	188.4	207.5	111.6	141.4	501.6	248.0	75.8	34.5	66.6	30.2	23.5	22.4
1994	21.2	20.5	19.3	18.4	16.1	15.9	15.0	14.9	14.6	14.6	22.5	99.7	63.7	110.1	178.6	316.3	246.0	112.7	179.4	115.4	30.2	28.1	21.9	21.3
1995	-11.8	26.1	1.5	-10.4	7.3	-12.5	-4.9	-6.7	3.5	27.5	-27.9	-23.1	222.1	220.8	310.8	400.2	213.0	282.7	13.4	-8.0	-18.3	-15.5	-13.1	-5.9
1996	0.3	14.5	13.5	8.6	-7.4	-13.9	8.4	5.9	-17.0	-14.0	7.1	103.9	142.6	150.2	172.1	466.8	497.2	140.7	754.4	43.6	13.7	24.1	14.6	8.5
1997	0.5	73.9	22.8	2.8	1.6	1.6	5.5	-9.6	17.3	18.6	12.0	153.5	219.9	190.4	131.2	273.0	343.8	48.3	95.9	22.8	57.4	34.8	-8.6	-7.9
1998	-14.9	-5.3	-10.8	-17.4	-19.2	-25.3	-56.7	-47.6	-38.6	-34.2	-19.1	1.8	125.3	167.1	324.0	326.6	335.5	173.0	29.5	12.3	-8.2	-11.6	-21.9	-23.6

Año	Quincena																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1999	-11.1	-2.1	-8.9	-8.3	0.9	-16.7	-15.6	-31.9	41.3	-8.9	-13.4	127.5	419.7	321.6	223.4	358.2	788.2	49.2	15.6	-16.7	-29.3	-14.0	-10.4	-10.3
2000	-13.8	-10.6	-16.9	-9.0	-11.0	-12.2	-24.6	-35.1	6.2	24.6	127.1	98.8	148.4	82.4	147.9	197.5	113.4	134.0	98.7	30.2	18.1	-7.7	-8.2	-2.1
2001	-2.1	-19.3	-27.0	-33.3	0.8	-1.1	-10.1	-18.3	16.3	-5.2	14.8	96.9	252.6	255.4	286.0	223.0	336.3	57.9	64.1	10.7	-5.7	-25.7	-3.7	2.7
2002	-6.4	-10.6	5.9	-29.6	-23.0	-13.7	-23.4	-18.2	-0.5	77.8	44.1	-8.5	160.3	471.8	183.7	79.3	155.5	77.2	67.2	222.4	51.6	-16.4	7.2	-3.2
2003	-5.2	-12.9	11.5	-19.0	-15.1	-22.4	-25.3	-33.6	-20.3	-31.5	-3.6	88.9	276.6	281.2	191.8	335.5	424.4	-147.1	120.6	40.4	-11.7	13.9	1.5	-10.5
2004	9.6	24.5	-7.8	-2.0	-25.7	-2.8	-18.1	-20.6	3.2	80.6	92.8	205.9	219.8	234.8	444.5	362.4	623.5	1207.6	142.6	12.4	-13.8	-26.0	-32.0	-15.1
2005	-9.6	5.9	11.1	0.2	-23.6	-25.1	11.4	-41.1	-37.9	-12.0	16.9	33.8	83.4	345.2	353.9	417.0	376.4	-15.1	71.2	22.1	47.7	21.0	12.4	15.3
2006	-20.2	-11.0	-17.5	-20.2	-17.3	-25.0	-31.8	-36.0	-49.5	-49.5	-15.0	67.7	100.3	-14.9	109.1	136.8	90.3	107.7	52.6	56.5	4.9	11.8	-24.8	-6.9
2007	4.2	2.0	-6.4	3.3	-4.6	-4.0	-9.1	-27.0	-32.2	142.6	-2.2	196.7	169.8	364.9	299.8	272.3	248.3	218.4	72.2	13.6	-3.8	1.7	0.2	-7.2
2008	-5.0	-8.0	8.4	7.9	-97.0	-1.3	0.7	-2.9	-3.0	-12.4	66.1	35.2	531.4	328.8	275.9	1077.0	623.6	417.6	73.9	52.7	12.8	9.2	6.0	8.9
2009	6.3	11.2	4.1	15.9	1.2	2.7	4.4	9.3	4.2	9.4	-2.9	81.9	184.9	126.2	70.0	182.4	265.0	281.9	67.0	118.1	8.2	3.5	369.9	30.3
2010	15.3	12.9	319.6	71.0	17.2	13.2	-7.8	-0.5	-36.2	0.2	-14.8	48.6	290.6	691.9	458.5	274.2	346.4	725.2	113.0	28.4	11.4	8.7	-11.8	5.5
2011	6.1	7.3	2.5	3.5	5.2	3.1	3.4	-0.8	3.2	1.5	4.2	24.5	69.6	86.9	135.4	170.7	162.0	61.9	16.4	5.1	-0.2	-8.9	-2.3	-5.2
2012	-3.6	-3.5	1.9	6.9	-1.3	-1.0	-5.7	-2.9	-0.8	2.5	2.1	59.9	225.8	296.7	234.9	315.3	300.5	88.8	30.0	14.4	5.1	-5.0	1.5	-12.8
2013	13.8	-0.6	-3.0	-4.2	-3.4	-4.6	-3.1	3.1	7.1	24.1	32.9	93.9	139.5	243.1	42.7	118.3	269.3	391.8	126.3	44.9	148.8	47.2	9.4	84.2

Para encontrar las políticas de operación óptimas se consideraron años hidrológicos, de la primera quincena de octubre del año i (quincena 19 del año cronológico) a la segunda quincena de septiembre del años $i+1$ (quincena 18 del año cronológico).

Tabla C.3. Volúmenes quincenales [$\times 10^6 \text{ m}^3$] y estadísticos presa La Yesca. Año hidrológico.

Año	Quincena de laño i						Quincena del año $i+1$																	
	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1952	164.6	30.5	43.7	25.3	21.5	26.4	24.6	23.6	25.3	19.4	20.5	16.3	16.4	13.8	13.0	19.3	31.2	106.8	186.2	149.9	183.1	614.9	508.7	65.3
1953	53.8	69.0	55.0	39.0	43.9	44.2	28.3	26.6	22.4	15.2	20.9	23.7	23.2	23.4	21.1	23.9	59.3	172.8	266.7	262.6	209.2	262.1	76.7	70.0
1954	91.1	63.0	26.4	25.2	24.6	28.9	29.7	31.3	25.8	22.2	21.4	23.9	16.7	9.1	8.5	12.0	21.4	32.1	208.2	317.4	781.9	913.4	444.6	803.8
1955	368.3	175.2	42.5	37.9	31.9	32.1	30.5	30.0	30.1	26.7	25.3	24.3	23.6	24.2	25.4	62.4	34.2	214.4	381.5	604.5	238.4	777.8	232.6	79.3
1956	38.6	24.2	10.6	16.2	16.0	24.1	31.3	29.0	30.1	23.9	23.8	25.2	27.0	20.7	22.7	21.5	23.3	31.9	94.9	127.6	113.1	107.7	109.4	172.7
1957	53.0	62.4	24.2	24.6	24.6	27.3	29.4	28.3	25.0	18.8	25.4	22.8	19.4	20.1	18.9	24.2	93.6	160.3	568.1	839.5	295.8	395.4	967.9	670.0
1958	442.7	662.6	832.0	124.0	94.4	83.7	60.6	44.5	33.8	25.1	27.2	24.5	21.7	199.5	39.1	40.0	97.0	106.1	217.6	592.6	315.8	886.9	251.1	135.8
1959	105.3	123.2	74.1	69.3	35.2	35.1	30.5	28.9	25.0	26.3	25.5	20.0	22.1	22.8	18.0	26.5	22.2	40.5	216.9	247.6	356.1	509.5	347.6	83.0
1960	39.2	40.7	32.7	33.5	33.7	41.6	31.6	39.6	32.2	23.1	25.5	29.2	19.0	20.1	17.6	37.8	54.3	112.4	554.1	419.8	528.5	359.1	133.4	191.2
1961	76.3	35.2	35.3	32.2	24.4	29.1	24.6	28.4	32.0	21.6	19.6	20.9	16.3	20.6	16.5	20.7	16.6	208.5	317.5	307.9	106.7	156.2	582.9	242.6
1962	153.8	151.5	51.6	39.1	36.8	38.8	30.3	36.1	30.3	28.5	30.7	27.7	25.6	23.4	23.9	31.9	41.3	121.3	794.5	513.8	732.0	447.9	256.3	449.5
1963	254.7	114.1	63.2	38.6	78.7	100.1	74.3	67.8	44.3	26.1	35.4	34.0	32.7	37.1	36.8	44.1	50.8	88.2	117.5	168.8	172.1	207.8	250.8	637.5
1964	294.3	139.0	57.9	21.6	34.2	44.3	42.7	23.3	19.8	22.2	49.4	50.2	47.8	37.9	52.2	46.1	77.3	92.9	89.0	144.0	1194.9	785.5	653.6	582.2
1965	409.7	99.4	98.9	41.6	43.7	64.4	42.5	42.0	51.7	39.3	35.6	33.1	47.5	35.6	5.9	14.6	49.7	132.7	195.1	223.9	410.0	820.8	477.3	283.6
1966	121.6	140.6	43.8	33.6	33.3	34.6	49.7	58.6	41.2	30.2	52.8	24.1	49.4	52.3	51.8	63.9	78.2	91.1	305.6	398.0	214.0	1486.7	1860.7	1333.5
1967	457.5	304.1	129.9	85.0	45.0	87.6	39.3	42.6	36.8	42.6	160.1	45.2	24.4	31.8	35.8	30.4	56.5	70.8	196.5	640.4	571.6	534.2	615.6	232.5

Actualización de las avenidas de diseño y de las políticas de operación del sistema de presas del río Santiago
Posgrado en Ingeniería UNAM

Año	Quincena del año <i>i</i>						Quincena del año <i>i+1</i>																	
	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1968	104.6	70.1	29.5	37.4	53.1	34.4	33.8	50.3	48.0	45.8	58.4	55.7	46.2	34.1	39.6	48.2	44.9	68.1	121.3	203.1	85.5	88.7	92.6	130.1
1969	95.9	41.5	24.6	27.9	18.2	21.0	23.2	26.1	20.6	22.1	37.1	41.3	51.1	47.0	36.1	35.2	40.2	134.5	177.7	541.2	299.7	404.8	245.3	675.7
1970	410.6	66.7	47.9	27.3	27.7	26.2	41.6	29.0	22.0	33.7	31.4	41.7	20.3	57.3	51.7	56.9	70.8	167.4	236.7	445.8	770.7	938.8	340.5	956.7
1971	727.7	185.9	124.0	72.5	52.9	51.8	35.4	42.4	49.5	66.5	68.8	47.0	29.0	43.7	43.9	45.1	78.0	47.1	51.5	191.4	214.9	186.6	137.7	244.8
1972	60.2	25.7	17.4	36.0	53.9	59.7	55.4	54.5	18.8	14.8	22.4	14.9	38.8	40.3	49.0	47.6	45.6	82.0	1085.8	338.2	1333.4	2636.8	693.4	686.5
1973	251.2	163.2	126.4	44.7	21.4	47.2	34.7	35.1	29.3	40.5	49.1	55.2	15.5	25.7	40.8	63.4	56.8	82.9	252.3	249.0	236.8	210.1	247.2	138.1
1974	66.5	43.8	24.9	21.7	25.8	28.5	26.2	32.3	29.4	26.4	41.1	39.5	52.6	32.8	30.4	44.1	39.5	108.9	272.6	949.6	1293.8	677.8	458.0	84.2
1975	54.2	36.7	26.0	22.7	23.4	21.1	24.7	42.5	53.5	32.6	46.4	50.3	42.8	32.1	29.0	34.0	38.1	59.5	576.1	1428.5	304.7	527.2	273.8	200.6
1976	361.8	169.0	117.1	254.2	149.2	112.5	77.2	42.7	34.2	38.9	56.9	63.1	54.4	58.3	58.4	61.2	47.8	230.6	534.4	313.0	188.4	279.3	1221.9	231.7
1977	75.5	41.3	37.8	14.3	27.9	38.2	33.1	38.4	33.7	38.9	51.5	44.3	59.5	52.5	55.6	62.1	72.7	94.1	181.2	158.3	155.9	198.3	266.1	379.3
1978	951.4	164.9	43.5	35.3	29.2	27.9	31.7	36.5	31.5	30.8	48.4	58.1	50.9	49.0	42.6	61.7	59.1	53.0	76.4	175.1	303.6	279.3	214.2	111.3
1979	19.9	17.9	21.3	19.6	17.0	17.9	22.3	27.5	30.7	28.1	33.5	37.3	30.1	31.7	41.7	51.5	50.9	79.7	105.8	232.1	170.8	279.0	210.5	117.3
1980	108.8	51.0	45.6	41.8	35.6	32.2	23.8	32.2	22.1	20.2	22.9	27.9	26.7	26.2	32.0	43.9	40.8	151.8	517.0	402.6	215.8	278.6	312.3	115.5
1981	57.2	58.2	43.1	53.2	76.0	54.4	35.0	26.4	26.9	18.7	19.1	22.4	23.0	29.4	27.9	30.1	22.1	39.2	146.4	357.0	178.9	182.4	76.6	50.5
1982	43.9	28.8	22.6	33.3	27.7	25.9	29.1	50.7	23.0	20.1	51.3	25.4	23.2	23.4	28.4	47.2	68.8	52.4	274.2	645.4	658.5	496.4	253.3	471.9
1983	98.1	56.8	54.2	56.0	52.4	50.0	44.5	24.0	23.2	22.6	23.7	23.5	20.6	24.7	18.0	15.5	38.7	269.3	374.5	819.2	292.1	810.6	418.2	176.8
1984	77.4	58.9	34.8	39.7	38.3	36.4	35.0	43.8	36.3	32.4	48.5	50.9	45.5	39.6	32.0	37.8	50.4	157.2	163.2	389.8	410.5	348.1	155.2	178.9
1985	85.3	98.3	63.5	47.7	44.7	51.7	36.6	37.4	31.9	28.1	31.1	32.6	31.9	55.8	73.6	45.6	55.8	186.8	416.4	489.0	180.6	198.4	326.1	174.6
1986	187.4	155.9	87.1	69.2	59.2	59.9	64.3	101.5	94.5	75.3	90.4	95.7	76.9	68.0	55.4	69.6	67.0	77.9	142.2	255.9	311.9	307.2	378.0	254.3
1987	286.0	111.6	89.6	93.6	91.1	96.4	89.3	74.2	69.8	67.9	93.7	79.9	70.2	80.1	90.2	62.2	62.5	93.8	265.3	697.6	663.7	1601.1	500.5	242.5
1988	104.2	93.3	69.6	53.7	91.2	72.1	35.9	19.9	61.4	77.9	77.8	59.9	52.8	40.9	33.4	39.4	23.7	41.1	116.1	105.1	84.8	313.0	287.7	144.6
1989	55.6	61.8	43.5	37.7	38.0	39.2	28.6	28.4	49.7	59.8	38.3	42.9	35.8	25.7	39.4	47.6	33.5	79.0	135.4	260.1	1197.2	1875.2	500.0	380.7
1990	167.8	181.6	124.7	48.8	27.2	24.5	39.7	54.3	50.7	50.4	65.6	51.4	56.5	57.2	51.7	53.5	42.2	66.1	1216.0	3281.6	562.8	228.2	415.7	387.5
1991	172.0	48.7	42.7	35.9	41.4	40.5	88.8	2210.0	512.0	213.5	88.0	47.5	72.9	63.9	54.2	71.9	70.1	50.6	52.8	152.0	200.3	230.6	173.6	146.0
1992	360.9	226.0	68.0	61.4	197.1	276.7	48.1	68.7	58.8	58.4	59.8	57.9	53.6	56.4	52.4	56.5	46.6	104.6	275.1	414.4	200.4	173.4	285.2	193.9
1993	90.0	71.7	55.2	50.7	42.0	22.2	32.0	32.8	27.0	27.0	33.0	45.7	61.1	67.9	42.3	66.0	65.6	120.9	108.8	71.5	89.5	149.2	290.4	176.3
1994	103.7	96.4	51.5	46.1	45.5	44.1	42.4	18.7	30.2	28.6	38.7	51.2	40.1	42.0	38.8	28.9	42.6	167.0	248.8	394.4	381.3	925.2	546.1	246.5
1995	120.6	75.1	64.1	56.5	46.8	49.2	32.3	26.4	26.2	22.9	22.9	29.1	20.1	20.2	57.5	61.9	58.8	85.5	108.4	148.8	62.8	205.3	413.8	204.6
1996	447.5	90.1	45.2	37.8	35.0	37.1	33.6	39.8	36.5	29.4	40.5	55.8	64.8	56.6	44.3	54.2	46.9	108.8	159.5	155.1	101.5	109.9	156.8	69.9
1997	48.6	44.8	39.8	42.3	38.1	44.0	44.3	41.4	40.6	40.8	44.2	49.9	79.5	73.5	58.3	57.7	59.8	67.8	89.0	152.5	217.1	250.0	249.2	573.1
1998	467.3	153.4	71.0	51.5	54.5	55.4	34.7	33.9	34.7	31.9	26.6	36.1	42.9	54.3	52.6	46.7	50.7	107.5	208.9	235.1	189.5	186.4	326.0	113.5
1999	76.9	67.0	57.8	45.6	36.9	39.0	38.8	41.1	37.5	34.9	37.6	36.1	50.4	60.5	18.7	14.8	114.7	159.9	164.4	94.2	113.6	94.7	55.0	57.6
2000	40.8	39.0	30.6	34.5	29.2	32.8	33.1	47.0	58.3	52.2	32.0	22.6	28.9	36.7	35.2	37.4	41.3	50.0	151.9	240.7	271.4	213.0	347.4	146.1
2001	51.4	28.1	39.0	43.2	31.5	29.8	39.2	46.8	46.7	59.0	53.3	41.1	42.8	42.3	44.0	44.7	39.3	58.1	101.9	277.7	362.8	639.0	239.3	409.2
2002	137.2	99.5	59.7	55.2	30.9	31.1	33.9	48.5	20.6	37.4	45.3	48.0	49.4	49.6	46.1	49.6	48.0	97.7	192.8	322.6	603.4	711.9	1024.3	987.7
2003	229.4	236.4	86.7	41.0	36.9	44.3	43.9	62.0	40.7	31.6	50.6	52.9	40.5	40.1	40.3	41.9	161.2	232.0	189.4	212.8	327.4	355.4	477.2	582.0
2004	250.2	138.5	83.4	78.3	76.2	54.5	50.6	47.9	54.5	54.6	66.8	61.4	63.3	64.2	63.4	53.8	31.5	56.9	98.8	178.3	219.7	217.9	282.9	148.0
2005	63.5	64.9	49.0	52.1	37.2	19.8	46.4	43.3	37.7	40.1	50.4	45.1	53.1	60.6	63.0	66.4	49.3	57.5	64.7	104.0	182.1	285.4	148.9	107.8
2006	112.7	115.6	38.9	15.6	48.0	48.3	35.0	39.7	43.9	37.9	39.7	40.3	41.0	58.3	59.4	51.8	36.5	154.9	301.3	489.5	814.2	326.4	244.8	206.6

Año	Quincena del año <i>i</i>						Quincena del año <i>i+1</i>																	
	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2007	83.6	78.0	35.8	35.5	42.9	46.7	46.8	47.2	48.2	64.5	40.2	8.2	10.8	52.1	54.5	64.1	86.6	140.0	672.8	476.7	338.6	1536.6	1020.9	1063.7
2008	192.6	141.0	84.5	58.4	65.0	10.6	26.6	52.1	49.2	40.1	44.7	68.1	60.5	48.3	50.1	63.8	45.1	68.6	155.9	85.6	83.5	95.7	260.8	200.4
2009	96.5	85.7	45.2	25.7	39.4	34.8	27.5	32.9	348.5	56.9	38.5	31.2	30.9	15.1	25.9	34.4	35.4	67.6	298.3	474.3	475.2	390.2	244.0	408.7
2010	98.3	48.8	31.2	27.9	42.6	27.6	27.2	33.4	27.3	24.1	29.8	20.2	25.2	26.7	21.7	7.8	27.1	65.5	124.5	174.5	140.0	140.4	119.1	61.9
2011	58.8	42.2	23.3	19.7	22.4	23.6	21.3	25.2	43.6	33.8	23.5	19.4	19.7	28.3	26.3	27.6	28.1	60.4	210.0	275.8	179.7	220.1	205.6	90.9
2012	33.7	34.0	37.3	38.8	18.6	35.3	42.8	27.6	28.8	21.6	24.4	29.3	19.5	14.1	19.6	15.9	31.6	53.5	108.3	444.8	106.1	121.3	271.9	555.1
μ	178.9	102.3	66.9	46.4	45.3	46.2	38.9	75.4	50.0	38.4	43.2	39.4	38.7	42.6	39.0	43.3	52.0	103.9	266.1	401.0	363.9	494.9	379.9	316.7
<i>S</i>	177.2	61.8	30.0	34.4	31.6	39.2	15.4	307.0	80.5	29.2	23.9	16.6	17.0	15.7	15.4	15.8	23.5	52.8	230.9	484.2	321.4	519.3	318.5	288.3
<i>C.V.</i>	0.99	0.60	0.45	0.74	0.70	0.85	0.40	4.07	1.61	0.76	0.55	0.42	0.44	0.37	0.40	0.36	0.45	0.51	0.87	1.21	0.88	1.05	0.84	0.91
<i>g</i>	2.19	3.78	6.92	4.32	3.01	4.57	1.84	7.78	5.42	4.53	2.48	0.75	0.44	3.52	0.34	-0.30	1.85	1.03	2.36	4.84	1.77	2.36	2.61	1.65
<i>r_{j+1,j}</i>	0.55	0.88	0.45	0.66	0.88	0.46	0.47	0.82	0.82	0.54	0.63	0.76	0.41	0.50	0.80	0.26	0.30	0.25	0.68	0.24	0.66	0.51	0.65	0.60

μ : media

S: desviación estándar

C.V.: coeficiente de variación

g: coeficiente de asimetría

r_{j+1,j}: autocorrelaciones entre la quincena *j+1* y *j*.

Tabla C.4. Volúmenes quincenales [$\times 10^6$ m³] y estadísticos cuenca propia presa Aguamilpa. Año hidrológico.

Año	Quincena del año <i>i</i>						Quincena del año <i>i+1</i>																	
	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1952	69.9	23.1	24.3	19.5	18.5	19.7	18.0	18.4	17.5	35.8	19.9	16.8	15.3	14.8	13.9	18.2	15.8	50.2	134.0	110.7	117.6	521.9	526.9	54.4
1953	79.3	45.3	32.8	20.8	23.0	26.7	25.1	19.8	16.5	13.9	15.4	15.8	14.1	14.0	13.8	14.5	54.3	209.9	488.7	397.0	356.9	564.9	175.5	259.9
1954	160.1	62.5	25.1	21.8	20.0	21.2	22.4	29.8	18.8	15.1	16.5	16.6	14.8	14.1	13.9	14.6	15.0	46.1	140.4	372.9	861.4	731.9	498.0	800.9
1955	209.2	50.9	27.6	22.7	20.6	21.0	18.5	19.2	17.0	15.7	15.8	16.2	15.0	15.0	14.6	40.6	23.4	137.1	178.4	291.1	161.1	506.2	185.3	69.0
1956	30.4	39.9	19.3	18.1	17.6	18.8	17.1	18.0	16.2	13.5	15.4	16.7	15.0	14.6	14.5	14.9	13.6	19.9	60.9	170.4	137.9	121.1	110.4	141.5
1957	32.2	457.3	32.0	21.4	19.0	19.5	17.9	22.0	17.6	14.6	45.0	17.1	14.6	14.0	13.8	17.5	51.8	111.2	127.1	368.5	142.1	302.9	464.6	514.7
1958	214.2	384.5	349.5	65.7	43.9	42.4	49.1	29.9	22.5	18.4	19.2	17.5	30.6	215.6	25.4	23.7	69.3	103.9	259.4	401.1	337.2	705.7	215.3	86.2
1959	48.3	122.6	54.3	26.7	21.3	33.4	67.5	33.3	20.8	18.5	17.9	18.3	16.6	15.4	14.8	15.3	15.9	34.6	119.6	157.7	278.9	251.3	239.0	54.6
1960	28.8	32.4	22.3	18.2	201.0	67.6	24.7	56.0	24.9	16.2	17.0	16.8	15.7	14.9	14.2	15.6	34.0	145.9	449.2	384.8	796.1	362.4	266.6	345.7
1961	85.3	40.4	25.7	22.5	21.2	22.4	19.2	19.6	46.4	16.1	17.3	17.1	14.7	14.8	14.5	15.1	13.9	255.5	421.3	218.0	120.9	345.1	481.8	242.6
1962	147.9	122.4	35.9	24.8	23.4	25.3	24.9	21.1	17.8	14.9	20.4	17.2	15.3	15.2	14.6	29.8	25.2	145.5	590.6	389.7	663.3	416.6	272.6	592.5
1963	231.8	133.8	38.3	26.8	54.0	84.0	27.0	25.8	26.0	18.9	18.3	18.1	16.1	15.2	14.5	17.5	15.5	118.6	171.8	301.9	391.7	187.3	493.4	598.0
1964	378.3	90.4	34.5	27.0	43.1	27.8	21.2	28.9	20.7	18.9	17.9	17.3	15.4	14.9	16.5	15.8	14.6	33.9	96.9	212.7	601.1	441.3	383.6	489.4
1965	127.8	39.5	26.3	21.8	30.1	194.0	28.3	157.9	196.8	52.8	27.5	22.9	29.6	18.9	18.0	22.5	18.7	170.4	153.7	226.4	449.0	758.9	325.2	293.5
1966	148.2	140.4	36.7	27.6	23.5	26.3	119.6	61.1	25.1	18.0	18.8	18.4	16.3	15.4	15.0	19.7	33.7	115.7	442.0	301.3	207.0	1258.9	1078.5	801.3
1967	162.7	96.5	38.5	28.6	25.1	61.8	24.8	23.6	32.1	27.0	376.2	43.9	23.7	20.1	18.3	18.0	16.6	35.9	211.6	799.7	438.5	753.8	573.0	315.6
1968	210.7	79.4	37.7	44.1	36.0	134.9	46.6	30.3	27.7	24.4	21.6	20.8	17.8	16.5	16.0	17.1	16.9	27.7	155.3	192.5	71.1	129.6	202.9	323.8
1969	270.5	92.7	32.3	24.5	105.7	96.7	99.8	34.7	26.8	84.6	36.9	24.1	18.1	16.6	15.9	16.2	16.5	114.9	186.2	390.6	340.0	305.0	125.9	633.3
1970	306.5	50.8	34.7	26.0	22.0	21.8	20.8	20.9	17.8	14.7	16.1	16.4	14.7	14.6	14.2	19.4	21.9	167.0	308.9	306.5	413.1	496.5	284.1	483.7

Actualización de las avenidas de diseño y de las políticas de operación del sistema de presas del río Santiago
Posgrado en Ingeniería UNAM

Año	Quincena del año <i>i</i>						Quincena del año <i>i+1</i>																	
	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1971	644.2	161.1	55.5	34.8	29.3	27.7	37.8	25.9	20.5	16.8	17.2	18.1	15.7	15.2	15.0	15.1	13.8	14.0	125.0	147.0	170.3	71.7	214.3	182.2
1972	56.0	36.8	21.6	285.5	52.4	36.4	121.7	40.9	23.3	36.0	23.3	19.2	16.1	15.7	15.4	15.9	15.7	46.9	415.4	321.5	834.7	1568.8	641.6	607.9
1973	190.3	107.1	55.4	32.2	27.9	27.3	24.1	23.9	20.8	16.5	17.6	18.3	16.1	15.5	15.3	19.4	26.1	82.3	253.7	248.3	224.2	300.3	218.4	196.1
1974	90.2	33.5	23.4	20.1	19.4	56.0	32.1	24.2	19.6	15.4	16.5	16.5	14.9	14.3	14.1	14.7	20.8	56.3	288.8	552.6	976.2	618.4	447.9	77.2
1975	34.5	44.4	23.9	20.3	18.9	20.1	19.3	19.7	19.1	16.0	16.3	16.4	16.0	14.9	14.4	15.1	16.7	64.8	353.4	388.8	245.4	471.4	234.5	239.0
1976	106.5	39.7	24.9	771.9	291.6	260.0	113.8	67.1	31.9	21.0	22.9	21.1	18.4	17.6	16.5	16.4	27.7	147.0	383.4	303.8	479.7	562.3	579.3	118.9
1977	54.2	41.5	25.8	21.4	22.0	23.1	20.0	20.9	30.1	18.5	18.9	18.1	16.3	15.3	15.0	16.1	25.2	87.3	174.9	289.7	239.7	291.5	559.1	418.1
1978	336.8	66.3	30.5	23.6	23.3	24.8	21.7	98.4	33.2	20.1	20.6	19.7	17.1	16.2	15.5	15.9	18.7	22.2	89.8	330.8	373.6	294.0	231.0	136.3
1979	34.9	25.4	21.5	19.9	24.4	23.0	19.1	25.4	25.2	22.4	18.4	16.7	15.1	14.7	15.1	15.1	17.5	67.8	130.6	327.5	137.7	564.7	439.9	162.2
1980	88.6	33.6	30.9	25.3	20.7	24.1	21.1	46.5	23.0	16.4	18.3	18.2	14.8	19.1	15.4	15.1	14.1	116.4	687.6	337.8	232.1	361.8	557.0	135.4
1981	114.2	48.2	26.3	23.4	26.2	23.8	20.3	20.3	18.2	14.6	16.2	16.8	15.0	14.6	14.5	15.2	13.9	42.6	129.8	370.7	141.5	206.6	69.6	53.7
1982	118.8	32.1	18.7	109.8	99.1	109.6	90.9	187.4	40.7	22.7	47.4	24.1	18.0	16.3	15.3	42.5	32.7	49.4	219.0	325.6	573.9	526.6	332.6	594.0
1983	96.6	86.4	55.7	30.7	25.2	24.6	23.2	47.1	69.0	20.5	18.6	18.3	16.1	16.0	16.0	20.4	35.9	209.8	491.1	935.8	433.9	639.1	256.9	94.2
1984	89.3	38.5	25.1	35.3	25.5	25.5	79.0	313.8	37.5	20.2	21.2	20.4	17.4	16.4	15.6	16.0	29.7	244.4	86.7	276.3	480.9	400.4	128.8	202.0
1985	74.4	76.3	31.0	24.0	22.1	53.5	25.8	23.7	24.2	20.1	16.7	16.2	15.4	14.9	14.7	20.2	27.8	169.2	188.8	349.8	151.6	272.3	355.3	197.2
1986	144.1	160.3	42.5	27.7	25.0	35.2	467.8	288.9	45.5	152.3	74.0	37.2	22.9	20.7	17.8	21.7	24.1	47.6	125.2	420.5	611.4	267.7	238.1	279.3
1987	202.2	28.5	16.4	14.1	13.2	51.5	24.9	22.0	19.2	17.0	17.4	17.9	16.4	16.2	15.0	15.4	19.1	163.0	250.3	358.5	323.7	1079.1	214.3	157.7
1988	72.9	32.1	20.1	20.3	20.0	22.7	19.2	19.8	17.8	14.5	15.8	16.4	15.0	14.8	14.3	15.0	15.9	17.3	124.8	141.6	168.4	478.6	295.1	105.7
1989	54.3	34.2	20.8	58.7	48.5	28.2	22.2	19.9	21.4	62.6	19.5	16.8	15.1	14.4	14.5	18.7	48.3	81.5	290.3	546.5	821.6	2045.6	699.4	380.2
1990	260.3	135.2	52.0	24.1	21.0	21.1	18.9	19.9	18.1	14.9	15.9	16.3	14.7	14.5	14.0	14.5	15.2	53.7	565.2	1507.9	425.0	350.4	623.6	620.3
1991	228.3	70.7	49.1	55.2	39.4	85.3	211.5	361.8	142.5	48.8	45.3	35.3	29.1	24.8	24.2	22.0	28.9	19.7	67.8	139.5	177.3	178.4	72.3	85.0
1992	63.8	63.9	34.4	30.6	81.8	93.0	94.4	40.8	33.2	20.5	17.4	16.5	16.4	15.0	14.2	14.2	13.0	151.5	188.4	207.5	111.6	141.4	501.6	248.0
1993	75.8	34.5	66.6	30.2	23.5	22.4	21.2	20.5	19.3	18.4	16.1	15.9	15.0	14.9	14.6	14.6	22.5	99.7	63.7	110.1	178.6	316.3	246.0	112.7
1994	179.4	115.4	30.2	28.1	21.9	21.3	-11.8	26.1	1.5	-10.4	7.3	-12.5	-4.9	-6.7	3.5	27.5	-27.9	-23.1	222.1	220.8	310.8	400.2	213.0	282.7
1995	13.4	-8.0	-18.3	-15.5	-13.1	-5.9	0.3	14.5	13.5	8.6	-7.4	-13.9	8.4	5.9	-17.0	-14.0	7.1	103.9	142.6	150.2	172.1	466.8	497.2	140.7
1996	754.4	43.6	13.7	24.1	14.6	8.5	0.5	73.9	22.8	2.8	1.6	1.6	5.5	-9.6	17.3	18.6	12.0	153.5	219.9	190.4	131.2	273.0	343.8	48.3
1997	95.9	22.8	57.4	34.8	-8.6	-7.9	-14.9	-5.3	-10.8	-17.4	-19.2	-25.3	-56.7	-47.6	-38.6	-34.2	-19.1	1.8	125.3	167.1	324.0	326.6	335.5	173.0
1998	29.5	12.3	-8.2	-11.6	-21.9	-23.6	-11.1	-2.1	-8.9	-8.3	0.9	-16.7	-15.6	-31.9	41.3	-8.9	-13.4	127.5	419.7	321.6	223.4	358.2	788.2	49.2
1999	15.6	-16.7	-29.3	-14.0	-10.4	-10.3	-13.8	-10.6	-16.9	-9.0	-11.0	-12.2	-24.6	-35.1	6.2	24.6	127.1	98.8	148.4	82.4	147.9	197.5	113.4	134.0
2000	98.7	30.2	18.1	-7.7	-8.2	-2.1	-2.1	-19.3	-27.0	-33.3	0.8	-1.1	-10.1	-18.3	16.3	-5.2	14.8	96.9	252.6	255.4	286.0	223.0	336.3	57.9
2001	64.1	10.7	-5.7	-25.7	-3.7	2.7	-6.4	-10.6	5.9	-29.6	-23.0	-13.7	-23.4	-18.2	-0.5	77.8	44.1	-8.5	160.3	471.8	183.7	79.3	155.5	77.2
2002	67.2	222.4	51.6	-16.4	7.2	-3.2	-5.2	-12.9	11.5	-19.0	-15.1	-22.4	-25.3	-33.6	-20.3	-31.5	-3.6	88.9	276.6	281.2	191.8	335.5	424.4	-147.1
2003	120.6	40.4	-11.7	13.9	1.5	-10.5	9.6	24.5	-7.8	-2.0	-25.7	-2.8	-18.1	-20.6	3.2	80.6	92.8	205.9	219.8	234.8	444.5	362.4	623.5	1207.6
2004	142.6	12.4	-13.8	-26.0	-32.0	-15.1	-9.6	5.9	11.1	0.2	-23.6	-25.1	11.4	-41.1	-37.9	-12.0	16.9	33.8	83.4	345.2	353.9	417.0	376.4	-15.1
2005	71.2	22.1	47.7	21.0	12.4	15.3	-20.2	-11.0	-17.5	-20.2	-17.3	-25.0	-31.8	-36.0	-49.5	-49.5	-15.0	67.7	100.3	-14.9	109.1	136.8	90.3	107.7
2006	52.6	56.5	4.9	11.8	-24.8	-6.9	4.2	2.0	-6.4	3.3	-4.6	-4.0	-9.1	-27.0	-32.2	142.6	-2.2	196.7	169.8	364.9	299.8	272.3	248.3	218.4
2007	72.2	13.6	-3.8	1.7	0.2	-7.2	-5.0	-8.0	8.4	7.9	-97.0	-1.3	0.7	-2.9	-3.0	-12.4	66.1	35.2	531.4	328.8	275.9	1077.0	623.6	417.6
2008	73.9	52.7	12.8	9.2	6.0	8.9	6.3	11.2	4.1	15.9	1.2	2.7	4.4	9.3	4.2	9.4	-2.9	81.9	184.9	126.2	70.0	182.4	265.0	281.9
2009	67.0	118.1	8.2	3.5	369.9	30.3	15.3	12.9	319.6	71.0	17.2	13.2	-7.8	-0.5	-36.2	0.2	-14.8	48.6	290.6	691.9	458.5	274.2	346.4	725.2

Año	Quincena del año <i>i</i>						Quincena del año <i>i+1</i>																	
	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2010	113.0	28.4	11.4	8.7	-11.8	5.5	6.1	7.3	2.5	3.5	5.2	3.1	3.4	-0.8	3.2	1.5	4.2	24.5	69.6	86.9	135.4	170.7	162.0	61.9
2011	16.4	5.1	-0.2	-8.9	-2.3	-5.2	-3.6	-3.5	1.9	6.9	-1.3	-1.0	-5.7	-2.9	-0.8	2.5	2.1	59.9	225.8	296.7	234.9	315.3	300.5	88.8
2012	30.0	14.4	5.1	-5.0	1.5	-12.8	13.8	-0.6	-3.0	-4.2	-3.4	-4.6	-3.1	3.1	7.1	24.1	32.9	93.9	139.5	243.1	42.7	118.3	269.3	391.8
μ	135.3	71.0	30.7	37.3	33.9	33.9	36.0	41.7	27.3	17.5	17.5	10.8	8.5	9.0	8.5	16.7	21.8	91.6	235.6	324.2	324.5	445.2	353.6	275.5
<i>S</i>	133.5	48.8	21.4	114.4	67.6	52.5	76.1	80.3	54.9	29.8	57.2	16.5	17.3	19.4	18.1	28.0	25.4	61.9	139.4	241.8	203.1	379.0	205.3	248.0
<i>C.V</i>	0.99	0.69	0.70	3.07	1.99	1.55	2.11	1.93	2.01	1.71	3.26	1.53	2.04	2.14	2.13	1.68	1.16	0.68	0.59	0.75	0.63	0.85	0.58	0.90
<i>g</i>	2.79	3.06	5.63	6.35	3.70	2.64	4.53	3.14	4.29	2.29	5.52	-0.87	-1.84	4.11	-2.00	1.92	1.64	0.60	1.19	2.98	1.23	2.49	1.09	1.37
<i>r_{j+1,j}</i>	0.18	0.63	0.07	0.53	0.56	0.33	0.72	0.38	0.51	0.31	0.56	0.84	0.64	0.48	0.18	0.31	0.26	0.34	0.49	0.39	0.52	0.53	0.41	0.36

μ : media

S: desviación estándar

C.V: coeficiente de variación

g: coeficiente de asimetría

r_{j+1,j}: autocorrelaciones entre la quincena *j+1* y *j*.

Tabla C.5. Curvas guía para cada presa.

Mes	Quincena	La Yesca		El Cajón		Aguamilpa	
		Volumen	Nivel	Volumen	Nivel	Volumen	Nivel
		[x10 ⁶ m ³]	[msnm]	[x10 ⁶ m ³]	[msnm]	[x10 ⁶ m ³]	[msnm]
Enero	1	1250	571.20	1250	388.70	2625	219.96
	2	1250	571.20	1250	388.70	2625	219.96
Febrero	3	1000	562.64	1250	388.70	2625	219.96
	4	1000	562.64	1250	388.70	2375	217.63
Marzo	5	875	558.10	1250	388.70	2375	217.63
	6	750	553.33	1250	388.70	2375	217.63
Abril	7	750	553.33	1125	385.32	2375	217.63
	8	750	553.33	1125	385.32	2250	216.43
Mayo	9	750	553.33	1000	381.94	2250	216.43
	10	750	553.33	1000	381.94	2250	216.43
Junio	11	750	553.33	1000	381.94	2125	215.20
	12	750	553.33	875	378.56	1875	212.69
Julio	13	1000	562.64	875	378.56	1625	210.07
	14	1125	566.99	875	378.56	1375	207.35
Agosto	15	1250	571.20	875	378.56	1250	205.95
	16	1250	571.20	1000	381.94	1375	207.35
Septiembre	17	1250	571.20	1125	385.32	1625	210.07
	18	1250	571.20	1250	388.70	2000	213.96
Octubre	19	1250	571.20	1250	388.70	2250	216.43
	20	1250	571.20	1250	388.70	2625	219.96
Noviembre	21	1250	571.20	1250	388.70	2625	219.96
	22	1250	571.20	1250	388.70	2625	219.96
Diciembre	23	1250	571.20	1250	388.70	2625	219.96
	24	1250	571.20	1250	388.70	2625	219.96

C.2 POLÍTICAS DE OPERACIÓN

La discretización de las extracciones quincenales varía de acuerdo con la época del año, de acuerdo con la definición de las etapas, de la siguiente forma:

Etapas 1: octubre a noviembre $\Delta V = 31.25$ millones de m³/quincena.

Etapas 2: septiembre $\Delta V = 62.5$ millones de m³/quincena.

Etapas 3: agosto $\Delta V = 62.5$ millones de m³/quincena.

Etapas 4: julio $\Delta V = 62.5$ millones de m³/quincena.

Etapas 5: abril a junio $\Delta V = 20.83$ millones de m³/quincena.

Etapas 6: diciembre a marzo $\Delta V = 15.63$ millones de m³/quincena.

La política de operación óptima 7, que permitió conciliar las condiciones de energía generada, así como los derrames y déficit en el sistema, se presenta en la Tabla C.6 a la Tabla C.71 en forma matricial, para cada etapa en la que se dividió al año.

Tabla C.6. Política de operación 7 para la etapa 1, considerando que La Yesca está en el estado 1.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010301	010201	010201
	2	010101	010101	010101	010101	010102	010101	010201	010201	010301	010201	010201
	3	010101	010101	010101	010101	010102	010101	010201	010201	010301	010201	010201
	4	010101	010101	010101	010102	010102	010101	010201	010301	010201	010201	010201
	5	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010301	010201	010201	010201
	6	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010301	010201	010201	010201
	7	010101	010101	010102	010101	010101	010101	010202	010301	010201	010201	010301
	8	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010301	010201	010201	010301
	9	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010201	010301	010301
	10	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010201	010201	010301
	11	010101	010101	010101	010101	010101	010102	010201	010201	010201	010202	010301
	12	010102	010101	010101	010101	010101	010102	010201	010201	010201	010201	010301
	13	010101	010101	010101	010101	010102	010104	010201	010201	010201	010202	010201
	14	010102	010101	010101	010102	010101	010104	010202	010304	010202	010202	010304
	15	010102	010102	010102	010102	010102	010105	010206	010304	010204	010304	010304
	16	010104	010104	010104	010104	010103	010103	010204	010305	010204	010205	010204
	17	010104	010104	010104	010105	010104	010104	010306	010306	010205	010205	010205
	18	010106	010106	010105	010105	010105	010105	010206	010206	010206	010207	010206
	19	010107	010106	010106	010107	010106	010109	010207	010207	010207	010308	010309
	20	010107	010107	010107	010108	010107	010110	010310	010208	010310	010309	010410
	21	010110	010110	010108	010108	010108	010210	010209	010310	010310	010210	010209

Tabla C.7. Política de operación 7 para la etapa 1, considerando que La Yesca está en el estado 2.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010301	010201	010201	010201
	2	010101	010101	010102	010101	010101	010101	010201	010301	010201	010201	010301
	3	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010301	010201	010201	010301
	4	010101	010101	010101	010201	010101	010101	010201	010301	010201	010301	010301
	5	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010201	010301	010201
	6	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010201	010301	010201
	7	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010201	010201	010201
	8	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010301	010201	010401
	9	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010201	010301	010201	010201
	10	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010201	010201	010201	010201
	11	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010201	010201	010201
	12	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010201	010201	010201
	13	010101	010101	010101	010104	010104	010101	010201	010201	010201	010201	010201
	14	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010202	010202	010202	010202	010202
	15	010102	010104	010103	010104	010104	010104	010204	010203	010203	010203	010204
	16	010103	010104	010104	010103	010103	010204	010204	010205	010206	010206	010204
	17	010104	010104	010104	010104	010104	010104	010205	010206	010205	010205	010206
	18	010105	010106	010106	010105	010105	010206	010206	010206	010206	010206	010206
	19	010106	010106	010106	010106	010106	010106	010207	010207	010207	010207	010207
	20	010109	010108	010108	010109	010107	010107	010208	010310	010310	010208	010310
	21	010108	010109	010110	010110	010110	010110	010211	010310	010209	010310	010310

Tabla C.8. Política de operación 7 para la etapa 1, considerando que La Yesca está en el estado 3.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010202	010301	010201	010201	010201
	2	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010201	010301	010301
	3	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010202	010201	010201	010201	010201
	4	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010301	010301	010301
	5	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010301	010201	010201
	6	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010301	010201	010401
	7	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010301	010201	010401
	8	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010201	010301	010201	010201
	9	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010301	010201	010201
	10	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010301	010201	010201
	11	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010201	010201	010201
	12	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010302	010201	010201
	13	010101	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010201	010201	010201
	14	010101	010104	010101	010104	010101	010101	010202	010204	010304	010202	010202
	15	010104	010104	010102	010103	010104	010102	010203	010205	010203	010204	010203
	16	010104	010103	010103	010104	010103	010204	010206	010206	010206	010204	010204
	17	010104	010104	010104	010104	010104	010104	010205	010206	010205	010206	010205
	18	010106	010105	010105	010106	010105	010105	010206	010206	010206	010206	010206
	19	010106	010106	010106	010109	010106	010106	010207	010208	010207	010207	010208
	20	010108	010109	010107	010107	010107	010107	010208	010210	010310	010310	010310
	21	010109	010110	010110	010110	010108	010108	010310	010210	010310	010310	010411

Tabla C.9. Política de operación 7 para la etapa 1, considerando que La Yesca está en el estado 4.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	020101	020101	020101	020101	020101	020201	020201	020201	020301	020201	020201
	2	020101	020101	020101	020102	020102	020101	020201	020201	020301	020201	020201
	3	020101	020101	020101	020102	020101	020101	020201	020201	020301	020201	020201
	4	020101	020101	020101	020101	020102	020101	020201	020301	020201	020201	020301
	5	020101	020101	020101	020101	020101	020101	020201	020201	020201	020201	020301
	6	020101	020101	020101	020101	020101	020101	020201	020201	020201	020201	020301
	7	020101	020102	020101	020101	020101	020101	020202	020201	020201	020301	020301
	8	020101	020101	020101	020101	020101	020101	020301	020201	020201	020301	020401
	9	020101	020102	020101	020101	020101	020101	020201	020201	020201	020301	020401
	10	020101	020101	020101	020101	020101	020101	020201	020201	020201	020202	020401
	11	020101	020101	020101	020101	020101	020101	020201	020201	020201	020301	020201
	12	020102	020101	020101	020101	020101	020101	020201	020201	020201	020201	020202
	13	020103	020101	020101	020101	020101	020101	020201	020201	020202	020202	020202
	14	020103	020101	020101	020101	020101	020101	020204	020202	020202	020304	020204
	15	020105	020102	020103	020102	020102	020104	020205	020203	020204	020204	020205
	16	020103	020104	020104	020103	020103	020105	020205	020204	020204	020205	020205
	17	020107	020104	020104	020106	020106	020106	020207	020205	020205	020205	020207
	18	020105	020106	020106	020105	020105	020106	020206	020206	020207	020207	020207
	19	020108	020106	020106	020106	020106	020106	020207	020207	020207	020309	020209
	20	020110	020107	020107	020107	020111	020108	020210	020208	020209	020410	020310
	21	020110	020109	020108	020108	020108	020110	020210	020209	020210	020210	020210

Tabla C.10. Política de operación 7 para la etapa 1, considerando que La Yesca está en el estado 5.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	030101	030101	030101	030101	030101	030201	030201	030201	030201	030201	030301
	2	030101	030102	030102	030101	030101	030201	030201	030201	030201	030301	030301
	3	030101	030101	030102	030101	030101	030201	030301	030201	030201	030301	030401
	4	030101	030102	030101	030101	030101	030301	030301	030201	030201	030301	030301
	5	030101	030101	030101	030101	030101	030301	030201	030201	030201	030301	030301
	6	030101	030101	030101	030101	030101	030301	030201	030201	030201	030301	030501
	7	030102	030101	030101	030101	030101	030201	030201	030201	030301	030301	030501
	8	030101	030101	030101	030101	030102	030201	030201	030201	030301	030301	030301
	9	030101	030101	030101	030102	030201	030201	030201	030301	030301	030201	030301
	10	030101	030101	030101	030101	030101	030201	030201	030301	030301	030201	030301
	11	030101	030101	030101	030101	030101	030201	030201	030301	030201	030201	030301
	12	030101	030101	030101	030101	030101	030201	030201	030301	030201	030201	030301
	13	030101	030101	030102	030101	030101	030201	030201	030204	030201	030201	030303
	14	030101	030102	030101	030101	030101	030202	030204	030203	030203	030204	030305
	15	030102	030102	030102	030102	030104	030204	030203	030204	030204	030204	030304
	16	030103	030104	030105	030105	030105	030204	030204	030204	030204	030204	030306
	17	030104	030105	030104	030104	030105	030206	030205	030306	030206	030205	030306
	18	030105	030105	030105	030105	030106	030206	030206	030307	030206	030206	030307
	19	030106	030107	030106	030106	030106	030207	030207	030308	030208	030207	030309
	20	030107	030110	030107	030107	030107	030209	030310	030209	030208	030209	030310
	21	030108	030109	030210	030110	030110	030211	030311	030209	030209	030211	030311

Tabla C.11. Política de operación 7 para la etapa 1, considerando que La Yesca está en el estado 6.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	040101	040101	040101	040101	040101	040201	040202	040202	040302	040301	040401
	2	040101	040101	040101	040101	040101	040201	040301	040301	040201	040301	040401
	3	040101	040101	040101	040101	040101	040201	040301	040301	040201	040301	040401
	4	040101	040101	040101	040101	040101	040201	040301	040301	040301	040301	040401
	5	040101	040101	040101	040101	040101	040201	040301	040201	040201	040301	040401
	6	040101	040101	040101	040101	040101	040201	040301	040201	040201	040301	040401
	7	040101	040101	040101	040101	040101	040301	040201	040201	040201	040301	040401
	8	040101	040101	040101	040101	040101	040301	040201	040201	040201	040301	040401
	9	040101	040101	040101	040101	040101	040301	040201	040201	040201	040301	040401
	10	040101	040101	040101	040101	040101	040301	040201	040201	040201	040301	040402
	11	040101	040101	040101	040101	040101	040301	040201	040201	040201	040302	040402
	12	040101	040101	040101	040101	040101	040202	040201	040201	040201	040302	040402
	13	040101	040101	040101	040101	040101	040203	040201	040201	040203	040304	040404
	14	040101	040101	040101	040104	040101	040202	040202	040203	040203	040305	040404
	15	040102	040102	040104	040104	040104	040203	040203	040203	040205	040305	040406
	16	040104	040104	040103	040104	040103	040204	040205	040205	040206	040305	040406
	17	040104	040104	040104	040106	040104	040205	040206	040206	040206	040307	040407
	18	040106	040105	040105	040106	040105	040208	040206	040206	040208	040309	040409
	19	040106	040106	040106	040108	040106	040207	040208	040208	040208	040310	040411
	20	040107	040107	040109	040109	040109	040310	040310	040310	040210	040310	040410
	21	040109	040108	040108	040110	040110	040209	040210	040210	040210	040310	040411

Tabla C.12. Política de operación 7 para la etapa 1, considerando que La Yesca está en el estado 7.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	050101	050101	050101	050101	050201	050201	050201	050201	050301	050401	050501
	2	050101	050101	050101	050101	050201	050201	050201	050202	050301	050501	050601
	3	050101	050101	050101	050101	050201	050201	050201	050301	050401	050401	050601
	4	050101	050101	050101	050201	050201	050201	050301	050301	050401	050401	050601
	5	050101	050101	050101	050201	050201	050201	050301	050201	050401	050401	050601
	6	050101	050101	050101	050201	050201	050201	050301	050201	050401	050401	050501
	7	050101	050101	050101	050201	050201	050201	050301	050201	050301	050401	050501
	8	050101	050101	050102	050101	050201	050301	050201	050201	050301	050401	050501
	9	050102	050102	050101	050101	050201	050301	050201	050201	050301	050401	050501
	10	050101	050101	050101	050101	050201	050301	050201	050201	050301	050401	050501
	11	050102	050201	050101	050101	050201	050202	050201	050201	050301	050401	050503
	12	050103	050201	050101	050101	050202	050301	050201	050201	050301	050403	050505
	13	050102	050201	050101	050101	050201	050202	050201	050202	050304	050405	050505
	14	050103	050103	050101	050101	050202	050205	050204	050204	050304	050404	050507
	15	050102	050102	050104	050102	050205	050304	050204	050204	050304	050406	050508
	16	050103	050103	050103	050103	050204	050205	050204	050205	050305	050408	050508
	17	050104	050104	050104	050104	050205	050306	050205	050205	050306	050407	050510
	18	050105	050105	050106	050105	050206	050207	050206	050207	050307	050410	050509
	19	050108	050107	050106	050106	050207	050210	050207	050209	050308	050409	050510
	20	050107	050107	050108	050107	050210	050309	050209	050210	050311	050411	050511
	21	050110	050108	050110	050108	050210	050210	050210	050210	050311	050411	050512

Tabla C.13. Política de operación 7 para la etapa 1, considerando que La Yesca está en el estado 8.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	060101	060101	060101	060101	060201	060201	060201	060301	060401	060501	060601
	2	060101	060101	060101	060102	060201	060201	060301	060301	060401	060501	060601
	3	060101	060101	060102	060201	060201	060201	060301	060401	060401	060501	060601
	4	060101	060102	060101	060201	060201	060301	060301	060301	060401	060501	060601
	5	060101	060101	060101	060101	060201	060301	060201	060301	060401	060601	060601
	6	060101	060101	060101	060101	060201	060301	060201	060301	060501	060501	060601
	7	060102	060101	060101	060101	060201	060201	060201	060301	060401	060501	060601
	8	060101	060101	060101	060101	060201	060201	060201	060301	060401	060501	060601
	9	060102	060101	060101	060101	060201	060201	060201	060301	060401	060502	060603
	10	060101	060101	060101	060101	060301	060201	060201	060301	060401	060502	060604
	11	060101	060101	060101	060101	060301	060201	060201	060301	060401	060504	060604
	12	060101	060101	060101	060101	060301	060201	060201	060301	060403	060504	060604
	13	060101	060101	060102	060101	060204	060201	060202	060302	060405	060504	060605
	14	060101	060102	060101	060102	060203	060202	060204	060304	060405	060506	060606
	15	060102	060104	060102	060102	060204	060204	060204	060304	060407	060506	060607
	16	060104	060104	060105	060104	060204	060204	060204	060306	060407	060507	060608
	17	060104	060105	060104	060105	060206	060206	060206	060306	060408	060509	060611
	18	060106	060105	060105	060105	060206	060207	060207	060307	060410	060511	060611
	19	060106	060107	060106	060107	060208	060207	060207	060309	060410	060510	060611
	20	060107	060109	060107	060110	060209	060209	060209	060309	060410	060511	060612
	21	060110	060110	060110	060109	060210	060209	060211	060310	060411	060514	060614

Tabla C.14. Política de operación 7 para la etapa 1, considerando que La Yesca está en el estado 9.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	070101	070101	070101	070201	070201	070201	070301	070401	070501	070601	070701
	2	070101	070101	070101	070201	070201	070201	070301	070401	070501	070601	070701
	3	070101	070101	070101	070201	070201	070201	070301	070401	070501	070601	070701
	4	070101	070101	070101	070201	070301	070301	070301	070401	070501	070601	070701
	5	070101	070101	070101	070201	070201	070201	070301	070401	070501	070601	070701
	6	070101	070101	070101	070201	070201	070201	070401	070401	070501	070601	070701
	7	070101	070101	070101	070201	070201	070201	070401	070401	070501	070601	070702
	8	070101	070101	070101	070201	070201	070201	070301	070401	070501	070602	070701
	9	070101	070101	070101	070201	070201	070201	070301	070401	070501	070603	070704
	10	070101	070101	070101	070201	070201	070201	070301	070402	070501	070603	070704
	11	070101	070101	070101	070201	070201	070201	070301	070402	070504	070603	070705
	12	070101	070101	070102	070201	070201	070201	070301	070404	070504	070605	070705
	13	070101	070102	070101	070201	070201	070201	070303	070404	070504	070605	070706
	14	070101	070101	070102	070203	070203	070204	070305	070404	070506	070606	070707
	15	070102	070102	070102	070203	070203	070204	070304	070406	070506	070607	070708
	16	070104	070103	070104	070205	070204	070204	070307	070407	070507	070608	070710
	17	070104	070104	070104	070206	070206	070206	070306	070407	070510	070610	070710
	18	070106	070105	070106	070307	070206	070206	070308	070409	070511	070610	070712
	19	070107	070106	070107	070207	070207	070209	070310	070411	070510	070612	070712
	20	070107	070107	070107	070211	070209	070209	070310	070410	070511	070613	070715
	21	070109	070108	070110	070209	070209	070210	070310	070411	070512	070615	070715

Tabla C.15. Política de operación 7 para la etapa 1, considerando que La Yesca está en el estado 10.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	080101	080101	080101	080201	080201	080301	080401	080501	080601	080701	080801
	2	080101	080101	080101	080201	080201	080301	080401	080501	080601	080701	080801
	3	080101	080101	080101	080201	080201	080301	080401	080501	080601	080701	080801
	4	080101	080101	080101	080201	080201	080301	080401	080501	080601	080701	080801
	5	080101	080101	080101	080201	080201	080301	080401	080501	080601	080701	080801
	6	080101	080101	080101	080201	080201	080401	080401	080501	080601	080701	080801
	7	080101	080101	080101	080301	080201	080401	080401	080501	080601	080702	080801
	8	080101	080101	080101	080201	080201	080301	080401	080501	080602	080702	080803
	9	080101	080101	080101	080201	080201	080301	080401	080502	080602	080702	080803
	10	080101	080101	080101	080201	080201	080301	080401	080502	080604	080704	080804
	11	080101	080101	080101	080201	080201	080301	080403	080503	080604	080704	080805
	12	080101	080101	080101	080201	080202	080301	080404	080503	080605	080705	080806
	13	080101	080101	080101	080201	080202	080304	080404	080505	080605	080706	080807
	14	080101	080104	080101	080204	080203	080304	080404	080505	080606	080707	080810
	15	080104	080103	080103	080204	080205	080306	080406	080507	080607	080709	080809
	16	080103	080104	080104	080204	080205	080307	080406	080507	080608	080710	080810
	17	080104	080104	080104	080205	080207	080306	080408	080508	080610	080711	080811
	18	080105	080106	080106	080206	080207	080307	080409	080510	080610	080712	080812
	19	080106	080109	080106	080207	080208	080309	080411	080510	080612	080712	080813
	20	080109	080107	080107	080208	080210	080310	080410	080511	080612	080715	080815
	21	080110	080110	080110	080210	080210	080310	080411	080513	080615	080716	080816

Tabla C.16. Política de operación 7 para la etapa 1, considerando que La Yesca está en el estado 11.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	090101	090101	090201	090201	090301	090401	090501	090601	090701	090901	091001
	2	090101	090101	090201	090201	090301	090401	090501	090601	090701	090901	090901
	3	090101	090101	090201	090201	090401	090501	090501	090601	090701	090801	090901
	4	090101	090101	090201	090201	090301	090501	090501	090601	090701	090801	090901
	5	090102	090201	090201	090201	090301	090501	090601	090601	090701	090801	090901
	6	090101	090201	090201	090201	090301	090501	090501	090601	090701	090801	090901
	7	090101	090201	090201	090201	090301	090401	090501	090601	090701	090801	090904
	8	090101	090101	090201	090201	090301	090401	090501	090602	090703	090803	090904
	9	090101	090101	090201	090201	090301	090401	090501	090602	090703	090803	090904
	10	090101	090101	090202	090201	090301	090401	090501	090604	090703	090804	090906
	11	090101	090101	090201	090201	090301	090401	090504	090604	090705	090805	090906
	12	090101	090101	090201	090202	090303	090403	090505	090604	090705	090806	090907
	13	090101	090101	090202	090202	090304	090404	090505	090606	090706	090807	090908
	14	090101	090101	090202	090204	090304	090404	090505	090607	090707	090810	090910
	15	090102	090102	090204	090205	090304	090407	090507	090607	090710	090810	090911
	16	090103	090103	090205	090205	090306	090408	090507	090610	090710	090810	090912
	17	090104	090105	090205	090207	090306	090408	090510	090611	090711	090812	090912
	18	090106	090106	090207	090207	090308	090410	090510	090612	090711	090812	090913
	19	090106	090106	090207	090209	090309	090409	090510	090612	090712	090813	090916
	20	090108	090108	090209	090210	090310	090411	090511	090612	090715	090815	090917
	21	090108	090108	090210	090210	090311	090411	090512	090614	090716	090817	090917

Tabla C.17. Política de operación 7 para la etapa 2, considerando que La Yesca está en el estado 1.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010301	010201	010401	010401
	2	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010301	010201	010401	010401
	3	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010301	010201	010401	010401
	4	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010301	010201	010401	010502
	5	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010301	010301	010201	010301	010401
	6	010101	010101	010101	010101	010101	010201	010202	010201	010302	010301	010401
	7	010101	010101	010101	010102	010101	010202	010202	010201	010201	010301	010402
	8	010101	010102	010101	010101	010101	010202	010201	010201	010201	010302	010504
	9	010102	010101	010101	010101	010102	010202	010202	010204	010202	010303	010404
	10	010102	010102	010102	010102	010102	010204	010204	010203	010203	010304	010405
	11	010103	010103	010103	010103	010104	010204	010204	010204	010204	010305	010406
	12	010104	010104	010104	010104	010105	010205	010206	010205	010205	010306	010408
	13	010105	010105	010105	010105	010105	010208	010206	010308	010208	010308	010408
	14	010108	010106	010108	010108	010106	010208	010208	010208	010208	010308	010409
	15	010108	010108	010108	010108	010108	010208	010208	010208	010208	010309	010410
	16	010108	010108	010108	010108	010108	010209	010209	010209	010209	010310	010411
	17	010109	010109	010109	010109	010109	010211	010210	010210	010311	010311	010412
	18	010110	010110	010110	010110	010110	010211	010211	010211	010211	010312	010413
	19	010111	010111	010111	010111	010111	010212	010212	010212	010212	010313	010415
	20	010112	010112	010112	010112	010112	010213	010213	010213	010213	010415	010415
	21	010113	010113	010113	010113	010113	010215	010214	010315	010215	010315	010415

Tabla C.18. Política de operación 7 para la etapa 2, considerando que La Yesca está en el estado 2.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	020101	020101	020101	020101	020201	020201	020201	020201	020301	020401	020501
	2	020101	020101	020101	020101	020201	020201	020201	020201	020301	020401	020501
	3	020101	020101	020101	020101	020201	020201	020201	020201	020301	020401	020501
	4	020101	020101	020101	020101	020201	020201	020201	020201	020301	020502	020501
	5	020101	020101	020101	020101	020201	020201	020201	020201	020302	020401	020501
	6	020101	020101	020101	020101	020201	020201	020201	020202	020301	020402	020502
	7	020101	020101	020101	020101	020202	020201	020202	020201	020301	020402	020503
	8	020101	020101	020101	020102	020202	020202	020201	020201	020302	020403	020504
	9	020101	020101	020101	020102	020202	020202	020202	020202	020303	020404	020505
	10	020104	020102	020102	020102	020203	020203	020203	020203	020304	020405	020506
	11	020103	020103	020103	020104	020205	020204	020204	020204	020305	020406	020507
	12	020104	020104	020104	020104	020205	020205	020205	020205	020306	020408	020508
	13	020105	020105	020105	020105	020208	020208	020208	020208	020308	020408	020509
	14	020106	020106	020108	020108	020208	020208	020208	020208	020308	020409	020510
	15	020108	020108	020108	020108	020208	020208	020208	020208	020309	020410	020511
	16	020108	020108	020108	020108	020210	020209	020209	020209	020310	020411	020512
	17	020109	020109	020109	020109	020210	020211	020210	020210	020311	020412	020513
	18	020110	020110	020110	020111	020211	020211	020211	020211	020312	020413	020615
	19	020111	020111	020111	020111	020212	020212	020212	020212	020313	020515	020515
	20	020112	020112	020112	020112	020214	020213	020213	020213	020314	020415	020515
	21	020113	020113	020115	020115	020215	020215	020315	020215	020315	020415	020515

Tabla C.19. Política de operación 7 para la etapa 2, considerando que La Yesca está en el estado 3.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	030101	030101	030101	030101	030201	030201	030201	030301	030401	030501	030601
	2	030101	030101	030101	030101	030201	030201	030201	030301	030401	030501	030601
	3	030101	030101	030101	030101	030201	030201	030201	030301	030401	030502	030601
	4	030101	030101	030101	030101	030201	030201	030201	030301	030502	030601	030601
	5	030101	030101	030101	030101	030201	030201	030201	030301	030402	030502	030602
	6	030101	030102	030102	030101	030201	030201	030202	030301	030402	030502	030603
	7	030102	030102	030102	030101	030201	030302	030202	030301	030402	030503	030604
	8	030102	030102	030101	030101	030202	030302	030202	030302	030403	030504	030605
	9	030102	030101	030102	030102	030202	030202	030202	030303	030404	030505	030606
	10	030102	030102	030102	030102	030204	030203	030203	030304	030405	030506	030708
	11	030103	030103	030103	030103	030204	030204	030204	030305	030406	030508	030608
	12	030104	030104	030104	030104	030205	030205	030205	030306	030408	030508	030609
	13	030105	030105	030105	030105	030206	030206	030206	030308	030408	030509	030610
	14	030106	030106	030108	030108	030208	030209	030308	030308	030409	030510	030611
	15	030108	030108	030108	030108	030208	030208	030208	030309	030410	030511	030612
	16	030108	030108	030108	030108	030209	030209	030209	030310	030411	030512	030613
	17	030109	030109	030109	030109	030211	030210	030311	030311	030412	030513	030715
	18	030111	030111	030111	030110	030211	030211	030211	030312	030413	030514	030615
	19	030111	030111	030111	030111	030212	030212	030212	030313	030415	030515	030615
	20	030112	030112	030112	030112	030213	030215	030213	030315	030415	030515	030615
	21	030113	030113	030113	030113	030215	030215	030215	030315	030415	030515	030615

Tabla C.20. Política de operación 7 para la etapa 2, considerando que La Yesca está en el estado 4.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	040101	040101	040101	040201	040201	040201	040301	040501	040501	040601	040701
	2	040101	040101	040101	040201	040201	040201	040301	040501	040501	040601	040701
	3	040101	040101	040101	040201	040201	040201	040301	040501	040501	040701	040702
	4	040101	040101	040101	040201	040201	040201	040301	040402	040502	040602	040702
	5	040101	040101	040101	040201	040302	040201	040302	040401	040502	040602	040703
	6	040101	040101	040101	040201	040202	040201	040402	040401	040502	040603	040704
	7	040102	040101	040101	040202	040202	040201	040302	040402	040503	040604	040705
	8	040101	040101	040101	040202	040201	040201	040302	040403	040504	040605	040706
	9	040101	040102	040102	040202	040202	040202	040303	040404	040505	040606	040707
	10	040102	040102	040102	040203	040203	040203	040304	040405	040506	040608	040708
	11	040103	040104	040104	040205	040204	040204	040305	040406	040508	040608	040709
	12	040104	040104	040104	040205	040205	040205	040306	040508	040508	040609	040710
	13	040105	040105	040105	040208	040206	040206	040308	040408	040509	040610	040711
	14	040108	040108	040106	040208	040208	040208	040308	040409	040510	040611	040712
	15	040108	040108	040108	040208	040208	040208	040309	040511	040511	040612	040713
	16	040108	040108	040108	040210	040209	040209	040310	040411	040512	040613	040714
	17	040109	040109	040109	040211	040210	040210	040311	040412	040513	040615	040715
	18	040110	040111	040111	040211	040211	040211	040312	040413	040615	040615	040715
	19	040111	040111	040111	040212	040212	040212	040313	040515	040515	040615	040715
	20	040112	040112	040112	040315	040213	040213	040315	040415	040515	040615	040715
	21	040113	040115	040113	040215	040214	040315	040315	040415	040515	040615	040715

Tabla C.21. Política de operación 7 para la etapa 2, considerando que La Yesca está en el estado 5.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	050101	050101	050101	050201	050201	050301	050401	050501	050601	050701	050801
	2	050101	050101	050101	050201	050201	050301	050401	050501	050601	050701	050902
	3	050101	050101	050101	050201	050201	050301	050401	050501	050601	050702	050802
	4	050101	050101	050101	050201	050201	050301	050401	050501	050601	050702	050803
	5	050101	050101	050101	050201	050201	050302	050401	050501	050602	050703	050804
	6	050102	050102	050102	050201	050202	050301	050402	050502	050603	050704	050805
	7	050102	050102	050102	050202	050202	050301	050402	050503	050604	050705	050806
	8	050102	050102	050101	050203	050202	050302	050403	050504	050605	050706	050807
	9	050102	050101	050101	050202	050202	050303	050404	050505	050606	050808	050808
	10	050102	050103	050104	050203	050203	050304	050405	050506	050608	050708	050809
	11	050104	050104	050103	050204	050204	050305	050406	050508	050608	050709	050810
	12	050104	050104	050104	050205	050205	050306	050408	050508	050609	050710	050811
	13	050106	050106	050105	050308	050206	050308	050408	050509	050610	050711	050812
	14	050106	050106	050106	050208	050208	050308	050409	050510	050611	050712	050813
	15	050108	050108	050108	050208	050208	050309	050410	050511	050612	050713	050814
	16	050108	050109	050108	050209	050209	050411	050411	050512	050613	050815	050815
	17	050109	050109	050109	050210	050210	050311	050412	050513	050614	050715	050815
	18	050111	050111	050110	050211	050211	050312	050413	050514	050615	050715	050815
	19	050111	050111	050111	050212	050212	050313	050515	050515	050615	050715	050815
	20	050112	050112	050112	050315	050213	050314	050415	050515	050615	050715	050815
	21	050113	050113	050113	050315	050214	050315	050415	050515	050615	050715	050815

Tabla C.22. Política de operación 7 para la etapa 2, considerando que La Yesca está en el estado 6.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	060101	060101	060201	060201	060301	060401	060501	060601	060701	060801	060901
	2	060101	060101	060201	060201	060301	060401	060501	060601	060701	060801	060902
	3	060101	060101	060201	060201	060301	060401	060502	060601	060701	060802	060903
	4	060101	060101	060201	060201	060301	060401	060502	060601	060702	060904	060904
	5	060101	060101	060302	060201	060301	060401	060502	060602	060703	060804	060905
	6	060102	060101	060201	060202	060302	060401	060502	060603	060704	060805	060906
	7	060102	060101	060202	060202	060302	060402	060503	060604	060705	060806	060907
	8	060101	060101	060201	060202	060302	060404	060504	060605	060706	060807	060908
	9	060101	060101	060202	060202	060303	060404	060505	060606	060708	060808	060909
	10	060102	060102	060203	060203	060304	060405	060506	060708	060708	060809	060910
	11	060103	060103	060204	060204	060305	060406	060508	060608	060709	060810	060911
	12	060104	060104	060205	060205	060308	060408	060508	060609	060710	060811	060912
	13	060105	060105	060206	060208	060308	060408	060509	060610	060711	060812	060913
	14	060108	060108	060208	060208	060308	060409	060510	060611	060712	060813	060915
	15	060108	060208	060208	060208	060309	060410	060511	060612	060713	060815	060915
	16	060108	060108	060209	060209	060310	060411	060512	060613	060714	060815	060915
	17	060109	060109	060210	060210	060311	060412	060513	060715	060715	060815	060915
	18	060111	060110	060211	060211	060312	060413	060514	060615	060715	060815	060915
	19	060111	060111	060212	060212	060313	060415	060515	060615	060715	060815	060915
	20	060112	060112	060213	060213	060315	060415	060515	060615	060715	060815	060915
	21	060113	060113	060214	060215	060315	060415	060515	060615	060715	060815	060915

Tabla C.23. Política de operación 7 para la etapa 2, considerando que La Yesca está en el estado 7.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	070101	070101	070201	070301	070401	070501	070601	070701	070801	070901	071002
	2	070101	070101	070201	070301	070401	070501	070601	070701	070801	070902	071003
	3	070101	070101	070201	070301	070401	070501	070601	070702	070802	070903	071004
	4	070101	070101	070201	070301	070401	070501	070601	070702	070803	070904	071005
	5	070101	070101	070201	070302	070401	070501	070602	070703	070804	070905	071006
	6	070102	070101	070201	070301	070401	070502	070603	070704	070805	070906	071007
	7	070102	070102	070201	070302	070402	070503	070604	070705	070806	070907	071008
	8	070102	070101	070201	070302	070403	070504	070605	070706	070807	070908	071009
	9	070101	070101	070202	070303	070404	070505	070606	070707	070808	070909	071010
	10	070102	070102	070203	070304	070405	070506	070608	070708	070809	070910	071011
	11	070103	070103	070204	070305	070406	070507	070608	070709	070810	070911	071012
	12	070104	070104	070205	070306	070408	070508	070609	070710	070811	070912	071013
	13	070105	070105	070206	070308	070408	070509	070610	070711	070812	070913	071015
	14	070106	070106	070208	070308	070409	070510	070611	070712	070813	070914	071015
	15	070109	070108	070208	070309	070410	070511	070612	070713	070814	070915	071015
	16	070108	070108	070209	070310	070411	070512	070613	070714	070815	070915	071015
	17	070109	070109	070210	070311	070412	070513	070614	070715	070815	070915	071015
	18	070111	070110	070211	070312	070413	070615	070615	070715	070815	070915	071015
	19	070111	070111	070212	070313	070415	070515	070615	070715	070815	070915	071015
	20	070112	070112	070213	070315	070415	070515	070615	070715	070815	070915	071015
	21	070115	070113	070215	070315	070415	070515	070615	070715	070815	070915	071015

Tabla C.24. Política de operación 7 para la etapa 2, considerando que La Yesca está en el estado 8.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	080101	080201	080301	080401	080501	080601	080701	080801	080901	081002	081103
	2	080101	080201	080301	080401	080501	080601	080701	080801	080902	081003	081104
	3	080101	080201	080301	080401	080501	080601	080702	080802	080903	081004	081105
	4	080101	080201	080301	080401	080501	080602	080702	080804	080904	081005	081106
	5	080101	080301	080302	080402	080501	080602	080703	080804	080905	081006	081107
	6	080102	080202	080301	080402	080502	080603	080704	080805	080906	081007	081108
	7	080102	080202	080301	080402	080503	080604	080705	080806	080907	081008	081109
	8	080101	080201	080302	080403	080504	080605	080706	080809	080908	081009	081110
	9	080101	080202	080303	080404	080505	080606	080707	080808	080909	081010	081111
	10	080102	080203	080304	080405	080506	080608	080708	080809	080910	081011	081112
	11	080103	080204	080305	080406	080508	080608	080709	080810	080911	081012	081113
	12	080104	080205	080306	080408	080508	080609	080710	080811	080912	081013	081114
	13	080105	080206	080308	080408	080509	080610	080711	080812	080913	081014	081115
	14	080106	080208	080308	080409	080510	080611	080712	080813	080915	081015	081115
	15	080108	080208	080309	080410	080511	080612	080713	080814	080915	081015	081115
	16	080108	080209	080310	080411	080512	080613	080714	080815	080915	081015	081115
	17	080109	080210	080311	080412	080513	080615	080715	080815	080915	081015	081115
	18	080110	080211	080312	080413	080514	080615	080715	080815	080915	081015	081115
	19	080111	080212	080313	080415	080515	080615	080715	080815	080915	081015	081115
	20	080112	080213	080314	080415	080515	080615	080715	080815	080915	081015	081115
	21	080113	080214	080315	080415	080515	080615	080715	080815	080915	081015	081115

Tabla C.25. Política de operación 7 para la etapa 2, considerando que La Yesca está en el estado 9.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	090201	090301	090401	090501	090601	090701	090801	090901	091002	091103	091104
	2	090201	090301	090401	090501	090601	090701	090801	090902	091003	091104	091105
	3	090201	090301	090401	090502	090601	090701	090802	090903	091004	091105	091106
	4	090201	090301	090402	090501	090602	090702	090803	090904	091005	091106	091107
	5	090201	090301	090401	090501	090602	090703	090804	090905	091006	091107	091109
	6	090202	090301	090402	090502	090603	090704	090805	090906	091007	091108	091109
	7	090201	090302	090402	090503	090604	090705	090806	090907	091008	091109	091110
	8	090201	090302	090403	090504	090605	090706	090807	090908	091009	091110	091111
	9	090202	090303	090404	090505	090606	090708	090808	090909	091010	091111	091112
	10	090203	090304	090405	090506	090608	090708	090809	090910	091011	091112	091113
	11	090204	090305	090406	090508	090608	090709	090810	090911	091012	091113	091114
	12	090205	090308	090408	090508	090609	090710	090811	090912	091013	091114	091115
	13	090206	090308	090408	090509	090610	090711	090812	090913	091014	091115	091115
	14	090208	090308	090409	090510	090611	090712	090813	090914	091015	091115	091115
	15	090208	090309	090410	090511	090612	090713	090815	090915	091015	091115	091115
	16	090209	090310	090411	090512	090613	090714	090815	090915	091015	091115	091115
	17	090210	090311	090412	090513	090615	090715	090815	090915	091015	091115	091115
	18	090211	090312	090413	090514	090615	090715	090815	090915	091015	091115	091115
	19	090212	090313	090414	090515	090615	090715	090815	090915	091015	091115	091115
	20	090213	090315	090415	090515	090615	090715	090815	090915	091015	091115	091115
	21	090214	090315	090415	090515	090615	090715	090815	090915	091015	091115	091115

Tabla C.26. Política de operación 7 para la etapa 2, considerando que La Yesca está en el estado 10.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	100301	100401	100501	100601	100701	100801	100901	101002	101103	101104	101105
	2	100301	100401	100501	100601	100701	100801	100902	101003	101104	101105	101106
	3	100301	100401	100501	100601	100701	100802	100903	101004	101105	101106	101107
	4	100301	100402	100501	100602	100702	100803	100904	101005	101106	101107	101108
	5	100302	100401	100501	100602	100703	100804	100905	101006	101107	101109	101109
	6	100302	100401	100502	100603	100704	100805	100906	101007	101108	101109	101110
	7	100302	100402	100503	100604	100705	100806	100907	101008	101109	101110	101111
	8	100302	100403	100504	100605	100706	100908	100908	101009	101110	101111	101112
	9	100303	100404	100505	100606	100708	100808	100909	101010	101111	101112	101113
	10	100304	100405	100506	100607	100708	100809	100910	101011	101112	101113	101114
	11	100305	100406	100508	100608	100709	100810	100911	101012	101113	101114	101115
	12	100306	100408	100508	100609	100710	100811	100912	101013	101114	101115	101115
	13	100308	100408	100509	100610	100711	100812	100913	101014	101115	101115	101115
	14	100308	100409	100510	100611	100712	100813	100914	101015	101115	101115	101115
	15	100309	100410	100511	100612	100713	100915	100915	101015	101115	101115	101115
	16	100310	100411	100512	100613	100715	100815	100915	101015	101115	101115	101115
	17	100311	100412	100513	100614	100715	100815	100915	101015	101115	101115	101115
	18	100312	100413	100615	100615	100715	100815	100915	101015	101115	101115	101115
	19	100313	100415	100515	100615	100715	100815	100915	101015	101115	101115	101115
	20	100314	100415	100515	100615	100715	100815	100915	101015	101115	101115	101115
	21	100315	100415	100515	100615	100715	100815	100915	101015	101115	101115	101115

Tabla C.27. Política de operación 7 para la etapa 2, considerando que La Yesca está en el estado 11.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	110401	110501	110601	110701	110801	110901	111002	111103	111104	111105	111106
	2	110401	110501	110601	110701	110801	110902	111003	111104	111105	111106	111107
	3	110401	110501	110601	110701	110802	110903	111004	111105	111106	111107	111109
	4	110401	110501	110601	110702	110803	110904	111005	111106	111107	111109	111109
	5	110401	110501	110602	110703	110804	110905	111006	111107	111109	111109	111110
	6	110401	110502	110603	110704	110805	110906	111007	111108	111109	111110	111111
	7	110402	110503	110604	110705	110806	110907	111008	111109	111110	111111	111112
	8	110403	110504	110605	110706	110807	110908	111009	111110	111111	111112	111113
	9	110404	110505	110606	110707	110808	110909	111010	111111	111112	111113	111114
	10	110405	110506	110608	110708	110809	110910	111011	111112	111113	111114	111115
	11	110406	110508	110608	110709	110810	110911	111012	111113	111114	111115	111115
	12	110408	110508	110609	110710	110811	110912	111013	111114	111115	111115	111115
	13	110408	110509	110610	110711	110812	110913	111014	111115	111115	111115	111115
	14	110409	110510	110611	110712	110813	110914	111015	111115	111115	111115	111115
	15	110410	110511	110612	110713	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115
	16	110411	110512	110613	110714	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115
	17	110412	110513	110614	110715	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115
	18	110413	110615	110615	110715	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115
	19	110415	110515	110615	110715	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115
	20	110415	110515	110615	110715	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115
	21	110415	110515	110615	110715	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115

Tabla C.28. Política de operación 7 para la etapa 3, considerando que La Yesca está en el estado 1.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	010101	010101	010101	010101	010201	010301	010403	010505	010606	010706	010806
	2	010101	010101	010101	010101	010201	010303	010403	010505	010605	010709	010809
	3	010101	010101	010101	010101	010203	010303	010406	010507	010606	010709	010809
	4	010101	010102	010102	010103	010203	010306	010407	010509	010609	010709	010810
	5	010102	010102	010103	010104	010206	010307	010409	010509	010610	010709	010810
	6	010102	010103	010105	010106	010206	010309	010409	010509	010610	010710	010811
	7	010103	010105	010106	010106	010207	010309	010409	010509	010610	010712	010813
	8	010104	010106	010107	010109	010209	010309	010410	010511	010611	010712	010813
	9	010106	010106	010109	010109	010210	010310	010410	010511	010612	010714	010815
	10	010106	010108	010110	010110	010209	010310	010411	010513	010613	010715	010815
	11	010107	010109	010109	010110	010210	010311	010413	010515	010615	010715	010815
	12	010109	010109	010110	010110	010211	010313	010415	010515	010615	010715	010815
	13	010110	010110	010111	010113	010213	010315	010415	010515	010615	010715	010815
	14	010110	010110	010111	010113	010215	010315	010415	010515	010615	010715	010815
	15	010111	010111	010113	010115	010215	010315	010415	010515	010615	010715	010715
	16	010112	010115	010115	010115	010215	010315	010415	010515	010615	010615	010615
	17	010115	010115	010115	010115	010215	010315	010415	010515	010515	010515	010515
	18	010115	010115	010115	010115	010215	010315	010415	010415	010415	010415	010515
	19	010115	010115	010115	010115	010215	010315	010315	010315	010315	010415	010515
	20	010115	010115	010115	010115	010215	010215	010215	010215	010315	010415	010515
	21	010115	010115	010115	010115	010115	010115	010115	010215	010315	010415	010515

Tabla C.29. Política de operación 7 para la etapa 3, considerando que La Yesca está en el estado 2.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	020101	020101	020101	020201	020301	020403	020503	020606	020706	020809	020909
	2	020101	020101	020101	020201	020303	020404	020505	020606	020709	020809	020909
	3	020101	020101	020103	020203	020303	020406	020506	020609	020709	020809	020909
	4	020101	020103	020103	020203	020306	020407	020509	020609	020709	020810	020910
	5	020102	020103	020104	020206	020307	020409	020509	020609	020709	020810	020911
	6	020102	020104	020106	020207	020309	020409	020509	020610	020710	020812	020913
	7	020104	020106	020106	020209	020309	020409	020510	020611	020711	020813	020913
	8	020105	020106	020109	020210	020309	020409	020510	020611	020713	020813	020915
	9	020106	020109	020109	020209	020310	020411	020512	020613	020713	020814	020915
	10	020108	020109	020109	020210	020310	020411	020513	020613	020715	020815	020915
	11	020109	020109	020110	020211	020311	020413	020515	020615	020715	020815	020915
	12	020110	020110	020111	020211	020313	020415	020515	020615	020715	020815	020915
	13	020109	020111	020113	020213	020315	020415	020515	020615	020715	020815	020915
	14	020111	020111	020113	020215	020315	020415	020515	020615	020715	020815	020815
	15	020113	020113	020115	020215	020315	020415	020515	020615	020715	020715	020715
	16	020113	020115	020115	020215	020315	020415	020515	020615	020615	020615	020615
	17	020115	020115	020115	020215	020315	020415	020515	020515	020515	020515	020615
	18	020115	020115	020115	020215	020315	020415	020415	020415	020415	020515	020615
	19	020115	020115	020115	020215	020315	020315	020315	020315	020415	020515	020615
	20	020115	020115	020115	020215	020215	020215	020215	020315	020415	020515	020615
	21	020115	020115	020115	020115	020115	020115	020215	020315	020415	020515	020615

Tabla C.30. Política de operación 7 para la etapa 3, considerando que La Yesca está en el estado 3.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	030101	030101	030201	030303	030403	030505	030606	030705	030809	030909	031009
	2	030101	030101	030203	030303	030403	030505	030606	030706	030809	030910	031010
	3	030101	030103	030203	030304	030406	030506	030608	030709	030809	030909	031010
	4	030103	030103	030203	030306	030406	030509	030609	030709	030810	030910	031011
	5	030103	030103	030206	030307	030409	030509	030609	030710	030811	030911	031012
	6	030104	030105	030206	030309	030410	030510	030610	030710	030811	030913	031014
	7	030106	030106	030209	030309	030409	030509	030611	030711	030813	030913	031014
	8	030106	030108	030210	030309	030410	030510	030611	030712	030813	030915	031015
	9	030107	030109	030209	030310	030410	030511	030613	030714	030814	030915	031015
	10	030109	030109	030210	030311	030412	030513	030613	030715	030815	030915	031015
	11	030110	030110	030210	030311	030413	030515	030615	030715	030815	030915	031015
	12	030110	030111	030213	030313	030415	030515	030615	030715	030815	030915	031015
	13	030111	030111	030213	030313	030415	030515	030615	030715	030815	030915	031015
	14	030112	030113	030215	030315	030415	030515	030615	030715	030815	030815	030815
	15	030113	030115	030215	030315	030415	030515	030615	030715	030715	030715	030715
	16	030115	030115	030215	030315	030415	030515	030615	030615	030615	030615	030715
	17	030115	030115	030215	030315	030415	030515	030515	030515	030515	030615	030715
	18	030115	030115	030215	030315	030415	030415	030415	030415	030515	030615	030715
	19	030115	030115	030215	030315	030315	030315	030315	030415	030515	030615	030715
	20	030115	030115	030215	030215	030215	030215	030315	030415	030515	030615	030715
	21	030115	030115	030115	030115	030115	030215	030315	030415	030515	030615	030715

Tabla C.31. Política de operación 7 para la etapa 3, considerando que La Yesca está en el estado 4.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	040101	040201	040303	040403	040505	040606	040706	040808	040909	041009	041110
	2	040101	040201	040303	040405	040504	040606	040706	040809	040909	041009	041111
	3	040103	040203	040303	040405	040506	040606	040709	040809	040910	041010	041111
	4	040103	040205	040305	040406	040508	040609	040709	040810	040910	041011	041112
	5	040105	040206	040306	040409	040509	040609	040709	040810	040912	041013	041113
	6	040106	040206	040308	040409	040509	040610	040710	040812	040912	041013	041115
	7	040106	040207	040310	040409	040510	040610	040711	040812	040914	041015	041115
	8	040109	040209	040309	040410	040511	040612	040713	040813	040915	041015	041115
	9	040109	040210	040310	040411	040511	040612	040713	040815	040915	041015	041115
	10	040110	040210	040310	040411	040513	040614	040715	040815	040915	041015	041115
	11	040110	040210	040311	040413	040513	040615	040715	040815	040915	041015	041115
	12	040110	040211	040313	040415	040515	040615	040715	040815	040915	041015	041015
	13	040112	040213	040315	040415	040515	040615	040715	040815	040915	040915	040915
	14	040113	040215	040315	040415	040515	040615	040715	040815	040815	040815	040815
	15	040113	040215	040315	040415	040515	040615	040715	040715	040715	040715	040815
	16	040115	040215	040315	040415	040515	040615	040615	040615	040615	040715	040815
	17	040115	040215	040315	040415	040515	040515	040515	040515	040615	040715	040815
	18	040115	040215	040315	040415	040415	040415	040415	040515	040615	040715	040815
	19	040115	040215	040315	040315	040315	040315	040415	040515	040615	040715	040815
	20	040115	040215	040215	040215	040215	040315	040415	040515	040615	040715	040815
	21	040115	040115	040115	040115	040215	040315	040415	040515	040615	040715	040815

Tabla C.32. Política de operación 7 para la etapa 3, considerando que La Yesca está en el estado 5.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	050201	050301	050403	050503	050605	050706	050806	050909	051009	051110	051111
	2	050203	050303	050404	050506	050606	050708	050809	050909	051010	051110	051112
	3	050203	050303	050406	050506	050609	050709	050809	050909	051010	051112	051113
	4	050203	050306	050406	050507	050609	050709	050810	050911	051011	051112	051114
	5	050205	050306	050409	050509	050610	050710	050810	050911	051012	051114	051115
	6	050206	050307	050409	050510	050609	050710	050811	050913	051013	051115	051115
	7	050208	050309	050410	050510	050610	050712	050812	050913	051015	051115	051115
	8	050210	050310	050409	050510	050611	050712	050814	050915	051015	051115	051115
	9	050209	050309	050411	050511	050613	050713	050815	050915	051015	051115	051115
	10	050210	050310	050411	050512	050613	050715	050815	050915	051015	051115	051115
	11	050210	050311	050413	050515	050615	050715	050815	050915	051015	051115	051115
	12	050212	050313	050415	050515	050615	050715	050815	050915	051015	051015	051015
	13	050213	050315	050415	050515	050615	050715	050815	050915	050915	050915	050915
	14	050215	050315	050415	050515	050615	050715	050815	050815	050815	050815	050915
	15	050215	050315	050415	050515	050615	050715	050715	050715	050715	050815	050915
	16	050215	050315	050415	050515	050615	050615	050615	050615	050715	050815	050915
	17	050215	050315	050415	050515	050515	050515	050515	050615	050715	050815	050915
	18	050215	050315	050415	050415	050415	050415	050515	050615	050715	050815	050915
	19	050215	050315	050315	050315	050315	050415	050515	050615	050715	050815	050915
	20	050215	050215	050215	050215	050315	050415	050515	050615	050715	050815	050915
	21	050115	050115	050115	050215	050315	050415	050515	050615	050715	050815	050915

Tabla C.33. Política de operación 7 para la etapa 3, considerando que La Yesca está en el estado 6.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	060303	060403	060505	060606	060705	060809	060909	061009	061109	061111	061112
	2	060303	060403	060505	060606	060706	060809	060909	061010	061111	061112	061113
	3	060304	060406	060506	060608	060709	060810	060910	061010	061111	061112	061114
	4	060305	060406	060509	060609	060709	060809	060910	061011	061112	061114	061115
	5	060306	060409	060509	060609	060710	060810	060912	061012	061113	061114	061115
	6	060308	060410	060509	060610	060710	060811	060912	061013	061115	061115	061115
	7	060310	060409	060510	060610	060711	060813	060914	061014	061115	061115	061115
	8	060309	060410	060511	060612	060712	060813	060915	061015	061115	061115	061115
	9	060310	060410	060511	060613	060714	060815	060915	061015	061115	061115	061115
	10	060311	060412	060513	060613	060715	060815	060915	061015	061115	061115	061115
	11	060313	060413	060513	060615	060715	060815	060915	061015	061115	061115	061115
	12	060313	060413	060515	060615	060715	060815	060915	061015	061015	061015	061015
	13	060315	060415	060515	060615	060715	060815	060915	060915	060915	060915	061015
	14	060315	060415	060515	060615	060715	060815	060815	060815	060815	060915	061015
	15	060315	060415	060515	060615	060715	060715	060715	060715	060815	060915	061015
	16	060315	060415	060515	060615	060615	060615	060615	060715	060815	060915	061015
	17	060315	060415	060515	060515	060515	060515	060615	060715	060815	060915	061015
	18	060315	060415	060415	060415	060415	060515	060615	060715	060815	060915	061015
	19	060315	060315	060315	060315	060415	060515	060615	060715	060815	060915	061015
	20	060215	060215	060215	060315	060415	060515	060615	060715	060815	060915	061015
	21	060115	060115	060215	060315	060415	060515	060615	060715	060815	060915	061015

Tabla C.34. Política de operación 7 para la etapa 3, considerando que La Yesca está en el estado 7.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	070403	070504	070605	070706	070808	070909	071009	071110	071110	071112	071112
	2	070404	070506	070606	070709	070809	070910	071009	071110	071111	071112	071113
	3	070406	070506	070609	070709	070809	070910	071011	071111	071112	071114	071114
	4	070405	070509	070609	070709	070810	070910	071011	071112	071114	071114	071115
	5	070409	070509	070610	070710	070810	070912	071013	071113	071115	071115	071115
	6	070409	070510	070610	070711	070812	070912	071013	071114	071115	071115	071115
	7	070410	070509	070610	070711	070812	070913	071015	071115	071115	071115	071115
	8	070409	070510	070612	070713	070814	070915	071015	071115	071115	071115	071115
	9	070410	070511	070613	070713	070815	070915	071015	071115	071115	071115	071115
	10	070411	070513	070615	070715	070815	070915	071015	071115	071115	071115	071115
	11	070413	070515	070615	070715	070815	070915	071015	071115	071115	071115	071115
	12	070415	070515	070615	070715	070815	070915	071015	071015	071015	071015	071115
	13	070415	070515	070615	070715	070815	070915	070915	070915	070915	071015	071115
	14	070415	070515	070615	070715	070815	070815	070815	070815	070915	071015	071115
	15	070415	070515	070615	070715	070715	070715	070715	070815	070915	071015	071115
	16	070415	070515	070615	070615	070615	070615	070715	070815	070915	071015	071115
	17	070415	070515	070515	070515	070515	070615	070715	070815	070915	071015	071115
	18	070415	070415	070415	070415	070515	070615	070715	070815	070915	071015	071115
	19	070315	070315	070315	070415	070515	070615	070715	070815	070915	071015	071115
	20	070215	070215	070315	070415	070515	070615	070715	070815	070915	071015	071115
	21	070115	070215	070315	070415	070515	070615	070715	070815	070915	071015	071115

Tabla C.35. Política de operación 7 para la etapa 3, considerando que La Yesca está en el estado 8.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	080503	080605	080706	080809	080909	081009	081110	081111	081112	081112	081113
	2	080506	080606	080709	080809	080909	081010	081110	081112	081113	081113	081114
	3	080505	080609	080709	080809	080909	081010	081111	081112	081114	081114	081115
	4	080509	080609	080709	080810	080911	081012	081112	081114	081115	081115	081115
	5	080509	080610	080710	080810	080911	081012	081113	081114	081115	081115	081115
	6	080509	080609	080710	080812	080913	081013	081114	081115	081115	081115	081115
	7	080510	080610	080711	080812	080913	081014	081115	081115	081115	081115	081115
	8	080510	080611	080712	080814	080915	081015	081115	081115	081115	081115	081115
	9	080512	080614	080713	080814	080915	081015	081115	081115	081115	081115	081115
	10	080513	080615	080715	080815	080915	081015	081115	081115	081115	081115	081115
	11	080515	080615	080715	080815	080915	081015	081115	081115	081115	081115	081115
	12	080515	080615	080715	080815	080915	081015	081015	081015	081015	081115	081115
	13	080515	080615	080715	080815	080915	080915	080915	080915	081015	081115	081115
	14	080515	080615	080715	080815	080815	080815	080815	080915	081015	081115	081115
	15	080515	080615	080715	080715	080715	080715	080815	080915	081015	081115	081115
	16	080515	080615	080615	080615	080615	080715	080815	080915	081015	081115	081115
	17	080515	080515	080515	080515	080615	080715	080815	080915	081015	081115	081115
	18	080415	080415	080415	080515	080615	080715	080815	080915	081015	081115	081115
	19	080315	080315	080415	080515	080615	080715	080815	080915	081015	081115	081115
	20	080215	080315	080415	080515	080615	080715	080815	080915	081015	081115	081115
	21	080215	080315	080415	080515	080615	080715	080815	080915	081015	081115	081115

Tabla C.36. Política de operación 7 para la etapa 3, considerando que La Yesca está en el estado 9.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	090606	090705	090809	090909	091009	091110	091110	091112	091112	091113	091114
	2	090606	090707	090809	090909	091010	091111	091112	091113	091113	091114	091115
	3	090606	090709	090809	090909	091010	091111	091113	091114	091114	091115	091115
	4	090609	090709	090809	090910	091011	091112	091114	091114	091115	091115	091115
	5	090610	090710	090811	090912	091012	091113	091115	091115	091115	091115	091115
	6	090610	090710	090811	090913	091013	091115	091115	091115	091115	091115	091115
	7	090610	090711	090813	090913	091014	091115	091115	091115	091115	091115	091115
	8	090611	090712	090813	090915	091015	091115	091115	091115	091115	091115	091115
	9	090613	090714	090814	090915	091015	091115	091115	091115	091115	091115	091115
	10	090613	090715	090815	090915	091015	091115	091115	091115	091115	091115	091115
	11	090615	090715	090815	090915	091015	091115	091115	091115	091115	091115	091115
	12	090615	090715	090815	090915	091015	091015	091015	091015	091115	091115	091115
	13	090615	090715	090815	090915	090915	090915	090915	091015	091115	091115	091115
	14	090615	090715	090815	090815	090815	090815	090915	091015	091115	091115	091115
	15	090615	090715	090715	090715	090715	090815	090915	091015	091115	091115	091115
	16	090615	090615	090615	090615	090715	090815	090915	091015	091115	091115	091115
	17	090515	090515	090515	090615	090715	090815	090915	091015	091115	091115	091115
	18	090415	090415	090515	090615	090715	090815	090915	091015	091115	091115	091115
	19	090315	090415	090515	090615	090715	090815	090915	091015	091115	091115	091115
	20	090315	090415	090515	090615	090715	090815	090915	091015	091115	091115	091115
	21	090315	090415	090515	090615	090715	090815	090915	091015	091115	091115	091115

Tabla C.37. Política de operación 7 para la etapa 3, considerando que La Yesca está en el estado 10.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	100706	100809	100909	101009	101110	101110	101111	101112	101113	101114	101115
	2	100706	100809	100909	101010	101110	101112	101112	101113	101114	101115	101115
	3	100709	100809	100910	101011	101111	101112	101114	101114	101115	101115	101115
	4	100709	100810	100910	101011	101112	101114	101114	101115	101115	101115	101115
	5	100709	100810	100912	101013	101113	101115	101115	101115	101115	101115	101115
	6	100710	100811	100913	101013	101115	101115	101115	101115	101115	101115	101115
	7	100711	100813	100914	101015	101115	101115	101115	101115	101115	101115	101115
	8	100713	100813	100914	101015	101115	101115	101115	101115	101115	101115	101115
	9	100714	100815	100915	101015	101115	101115	101115	101115	101115	101115	101115
	10	100715	100815	100915	101015	101115	101115	101115	101115	101115	101115	101115
	11	100715	100815	100915	101015	101115	101115	101115	101115	101115	101115	101115
	12	100715	100815	100915	101015	101015	101015	101015	101115	101115	101115	101115
	13	100715	100815	100915	100915	100915	100915	101015	101115	101115	101115	101115
	14	100715	100815	100815	100815	100815	100915	101015	101115	101115	101115	101115
	15	100715	100715	100715	100715	100815	100915	101015	101115	101115	101115	101115
	16	100615	100615	100615	100715	100815	100915	101015	101115	101115	101115	101115
	17	100515	100515	100615	100715	100815	100915	101015	101115	101115	101115	101115
	18	100415	100515	100615	100715	100815	100915	101015	101115	101115	101115	101115
	19	100415	100515	100615	100715	100815	100915	101015	101115	101115	101115	101115
	20	100415	100515	100615	100715	100815	100915	101015	101115	101115	101115	101115
	21	100415	100515	100615	100715	100815	100915	101015	101115	101115	101115	101115

Tabla C.38. Política de operación 7 para la etapa 3, considerando que La Yesca está en el estado 11.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	110809	110909	111009	111110	111110	111111	111112	111113	111114	111115	111115
	2	110809	110910	111010	111110	111111	111112	111113	111114	111115	111115	111115
	3	110809	110909	111010	111112	111112	111114	111114	111115	111115	111115	111115
	4	110810	110910	111012	111112	111114	111114	111115	111115	111115	111115	111115
	5	110810	110911	111012	111114	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115
	6	110812	110913	111013	111114	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115
	7	110812	110913	111014	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115
	8	110814	110915	111015	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115
	9	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115
	10	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115
	11	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115
	12	110815	110915	111015	111015	111015	111015	111115	111115	111115	111115	111115
	13	110815	110915	110915	110915	110915	111015	111115	111115	111115	111115	111115
	14	110815	110815	110815	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115	111115
	15	110715	110715	110715	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115	111115
	16	110615	110615	110715	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115	111115
	17	110515	110615	110715	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115	111115
	18	110515	110615	110715	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115	111115
	19	110515	110615	110715	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115	111115
	20	110515	110615	110715	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115	111115
	21	110515	110615	110715	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115	111115

Tabla C.39. Política de operación 7 para la etapa 4, considerando que La Yesca está en el estado 1.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	010101	010101	010101	010101	010201	010201	010403	010503	010403	010706	010706
	2	010101	010101	010101	010101	010201	010303	010304	010503	010604	010705	010706
	3	010103	010101	010101	010101	010203	010303	010303	010506	010605	010706	010810
	4	010101	010101	010101	010103	010203	010304	010404	010405	010506	010709	010909
	5	010101	010101	010103	010103	010205	010204	010306	010406	010707	010707	010910
	6	010101	010101	010103	010105	010104	010306	010406	010509	010709	010709	010811
	7	010101	010102	010105	010105	010106	010307	010307	010410	010610	010711	010811
	8	010102	010102	010106	010106	010206	010309	010309	010409	010510	010711	010812
	9	010104	010104	010106	010106	010107	010310	010309	010410	010611	010712	010813
	10	010104	010106	010107	010109	010109	010309	010311	010610	010512	010813	010815
	11	010107	010107	010109	010110	010209	010310	010411	010512	010613	010815	010915
	12	010107	010110	010109	010210	010210	010313	010312	010612	010615	010715	010815
	13	010110	010110	010110	010110	010111	010312	010415	010615	010715	010715	010815
	14	010110	010110	010110	010112	010212	010314	010314	010615	010715	010715	010815
	15	010110	010110	010110	010112	010215	010315	010415	010615	010515	010615	010815
	16	010110	010110	010113	010113	010215	010315	010415	010515	010615	010715	010815
	17	010112	010112	010115	010115	010215	010215	010315	010615	010615	010815	010815
	18	010115	010115	010115	010115	010215	010315	010315	010515	010515	010615	010615
	19	010113	010115	010115	010115	010215	010415	010315	010415	010615	010715	010615
	20	010115	010115	010115	010115	010215	010315	010415	010515	010615	010515	010615
	21	010114	010115	010115	010115	010115	010215	010515	010415	010415	010515	010515

Tabla C.40. Política de operación 7 para la etapa 4, considerando que La Yesca está en el estado 2.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	020101	020101	020101	020201	020301	020301	020403	020603	020706	020807	020906
	2	020101	020101	020101	020101	020303	020303	020403	020606	020606	020806	020907
	3	020103	020101	020101	020203	020203	020303	020504	020505	020606	020807	020909
	4	020101	020101	020103	020203	020203	020304	020506	020606	020708	020810	020910
	5	020101	020103	020103	020104	020204	020306	020506	020507	020709	020911	020811
	6	020101	020103	020105	020104	020206	020306	020507	020710	020710	020810	020911
	7	020102	020105	020104	020106	020307	020407	020509	020611	020710	020911	021011
	8	020103	020106	020106	020106	020309	020409	020509	020610	020611	020712	020913
	9	020104	020106	020106	020107	020209	020309	020511	020511	020712	020813	020915
	10	020106	020107	020109	020210	020309	020311	020511	020612	020613	020814	021015
	11	020107	020109	020109	020209	020211	020311	020512	020615	020615	020815	020915
	12	020109	020109	020210	020210	020311	020312	020513	020715	020715	020815	020915
	13	020110	020110	020110	020211	020312	020415	020514	020615	020615	020815	020915
	14	020110	020110	020112	020212	020315	020414	020515	020615	020715	020915	020915
	15	020110	020111	020112	020215	020214	020415	020415	020615	020715	020715	020815
	16	020111	020114	020113	020115	020315	020415	020515	020615	020715	020915	020915
	17	020112	020115	020215	020215	020315	020315	020415	020515	020615	020715	020815
	18	020115	020115	020115	020115	020315	020415	020515	020615	020615	020715	020815
	19	020115	020115	020115	020215	020215	020415	020615	020715	020715	020615	020715
	20	020115	020115	020115	020215	020215	020515	020615	020615	020515	020615	020615
	21	020115	020115	020115	020215	020215	020415	020315	020415	020515	020515	020515

Tabla C.41. Política de operación 7 para la etapa 4, considerando que La Yesca está en el estado 3.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	030101	030101	030201	030301	030301	030403	030603	030704	030805	030806	030907
	2	030101	030101	030201	030303	030303	030503	030404	030706	030707	030807	031109
	3	030101	030101	030203	030203	030303	030504	030605	030706	030707	030909	030909
	4	030101	030103	030103	030203	030404	030506	030606	030709	030910	030910	031010
	5	030103	030104	030104	030204	030406	030506	030607	030710	030811	031011	031011
	6	030103	030104	030104	030206	030406	030507	030610	030711	030810	030811	030912
	7	030104	030106	030206	030206	030407	030409	030611	030610	030711	030911	031113
	8	030106	030106	030107	030307	030409	030509	030610	030711	030812	030813	030914
	9	030106	030107	030209	030309	030309	030511	030412	030813	030913	030913	031015
	10	030106	030110	030210	030209	030311	030411	030612	030713	030813	031015	031015
	11	030109	030109	030209	030211	030411	030512	030613	030715	030815	030815	031115
	12	030109	030110	030110	030211	030312	030513	030615	030715	030915	030915	031115
	13	030110	030110	030211	030212	030415	030514	030515	030715	030915	030915	030915
	14	030112	030111	030112	030315	030414	030515	030515	030615	030815	030915	031015
	15	030110	030112	030114	030415	030315	030515	030615	030715	030815	030815	030915
	16	030112	030115	030215	030315	030315	030515	030615	030615	030915	031015	030915
	17	030115	030115	030215	030315	030315	030515	030615	030615	030715	030715	030815
	18	030115	030115	030215	030215	030315	030515	030615	030615	030815	030815	030815
	19	030114	030115	030115	030415	030415	030615	030415	030615	030615	030715	030715
	20	030115	030215	030215	030315	030315	030615	030615	030515	030615	030615	030615
	21	030115	030115	030115	030215	030315	030415	030415	030515	030515	030515	030515

Tabla C.42. Política de operación 7 para la etapa 4, considerando que La Yesca está en el estado 4.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	040101	040201	040201	040301	040503	040504	040706	040805	040906	041007	041110
	2	040101	040201	040201	040403	040503	040504	040706	040706	040807	041010	041109
	3	040101	040203	040203	040403	040304	040505	040706	040807	040909	041011	041111
	4	040103	040203	040203	040404	040405	040606	040710	040810	040810	041010	041111
	5	040103	040203	040105	040305	040306	040609	040709	040709	040810	041011	041112
	6	040103	040105	040205	040206	040509	040610	040810	040810	040911	041012	041013
	7	040105	040207	040307	040307	040510	040611	040711	040811	040912	040913	041013
	8	040106	040206	040309	040310	040511	040510	040611	040812	040913	041014	041115
	9	040106	040210	040310	040309	040510	040511	040712	040813	040913	041015	041015
	10	040109	040109	040309	040410	040311	040512	040613	040713	040915	041115	041015
	11	040109	040210	040210	040312	040512	040513	040715	040715	040915	041015	041115
	12	040110	040210	040211	040412	040313	040715	040715	040815	040815	041015	041115
	13	040110	040111	040212	040313	040515	040615	040815	040915	040915	041015	041015
	14	040111	040212	040213	040315	040415	040615	040715	040815	040915	040915	040915
	15	040112	040113	040215	040515	040415	040515	040715	040815	040815	040815	041115
	16	040114	040215	040215	040315	040515	040515	040715	040715	040915	041015	040915
	17	040115	040215	040215	040415	040315	040515	040615	040715	040815	040815	040915
	18	040115	040215	040215	040415	040515	040515	040615	040615	040715	040815	040815
	19	040115	040215	040215	040315	040415	040715	040715	040715	040715	040715	040715
	20	040115	040215	040215	040315	040515	040515	040515	040615	040615	040615	040615
	21	040115	040215	040215	040315	040415	040415	040515	040515	040515	040515	040515

Tabla C.43. Política de operación 7 para la etapa 4, considerando que La Yesca está en el estado 5.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	050201	050301	050201	050303	050503	050706	050706	050807	051008	051110	051110
	2	050101	050303	050403	050404	050504	050606	050806	050907	051010	051109	051111
	3	050203	050303	050204	050404	050506	050606	050809	050809	051011	051110	051111
	4	050104	050104	050204	050306	050606	050606	050810	050910	050910	051111	051011
	5	050104	050204	050405	050406	050609	050709	050811	050911	051011	051012	051113
	6	050106	050206	050406	050509	050610	050610	050710	050811	051012	051113	051114
	7	050106	050206	050307	050510	050611	050711	050811	050912	051013	051114	051115
	8	050107	050207	050309	050511	050610	050711	050712	050813	051014	051115	051115
	9	050107	050209	050411	050410	050511	050612	050813	050913	050915	051115	051115
	10	050109	050210	050410	050411	050612	050713	050814	050815	051015	051115	051115
	11	050209	050211	050411	050412	050513	050613	050815	050915	050915	051115	051115
	12	050210	050311	050412	050413	050615	050615	050815	050915	050915	051115	051115
	13	050211	050213	050313	050515	050615	050615	050815	050915	051015	051115	051115
	14	050212	050313	050315	050615	050715	050615	050715	050915	050915	050915	051115
	15	050114	050214	050415	050515	050615	050715	050715	050815	050915	051115	051115
	16	050115	050315	050415	050415	050615	050715	050715	050815	050915	050915	051015
	17	050115	050315	050415	050315	050615	050615	050815	050715	050815	050915	050915
	18	050115	050115	050415	050415	050515	050615	050715	050715	050815	050815	050815
	19	050215	050215	050415	050415	050615	050615	050715	050715	050715	050715	050715
	20	050215	050215	050315	050415	050615	050615	050615	050615	050615	050615	050615
	21	050215	050215	050215	050415	050415	050515	050515	050515	050515	050515	050615

Tabla C.44. Política de operación 7 para la etapa 4, considerando que La Yesca está en el estado 6.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	060201	060301	060403	060403	060704	060706	060806	060907	061110	061110	061110
	2	060201	060303	060503	060404	060506	060706	060907	061010	061111	061111	061111
	3	060203	060303	060304	060505	060706	060810	060910	060910	061010	061111	061111
	4	060104	060205	060405	060407	060709	060709	060810	061010	061011	061111	061112
	5	060204	060406	060306	060607	060710	060811	060911	061011	061112	061113	061114
	6	060106	060206	060407	060609	060709	060810	060911	060911	061013	061113	061115
	7	060206	060407	060409	060509	060610	060711	060912	060913	061114	061115	061115
	8	060207	060409	060509	060510	060511	060812	060913	060914	061115	061115	061115
	9	060209	060309	060410	060611	060612	060713	060813	061015	061115	061115	061115
	10	060210	060411	060311	060512	060713	060815	060815	061015	061115	061115	061115
	11	060310	060411	060512	060615	060714	060715	060815	060915	061115	061115	061115
	12	060211	060312	060313	060614	060715	060815	060815	061015	061115	061115	061115
	13	060312	060213	060315	060515	060715	060815	060815	060915	061015	061015	061115
	14	060213	060215	060515	060515	060615	060815	060915	060915	060915	061015	061115
	15	060214	060415	060515	060615	060715	060815	060815	060915	060915	061015	061115
	16	060315	060315	060515	060615	060615	060715	060815	060915	060915	061015	061015
	17	060215	060315	060315	060515	060715	060715	060815	060815	060915	060915	060915
	18	060315	060215	060515	060515	060615	060615	060715	060815	060815	060815	060815
	19	060215	060315	060415	060415	060615	060615	060715	060715	060715	060715	060715
	20	060215	060415	060415	060415	060515	060615	060615	060615	060615	060615	060715
	21	060215	060315	060415	060415	060515	060515	060515	060515	060515	060615	060715

Tabla C.45. Política de operación 7 para la etapa 4, considerando que La Yesca está en el estado 7.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	070201	070403	070503	070706	070606	070906	071007	071110	071110	071110	071111
	2	070303	070403	070604	070606	070606	070808	070910	071010	071110	071111	071111
	3	070303	070404	070506	070606	070707	070910	070910	071010	071111	071111	071112
	4	070304	070306	070606	070608	070709	070911	070911	071111	071112	071113	071114
	5	070306	070406	070609	070609	070710	070910	070911	071011	071112	071113	071115
	6	070306	070407	070610	070510	070811	070811	070912	071013	071113	071115	071115
	7	070307	070409	070611	070710	070811	070812	070913	071114	071115	071115	071115
	8	070309	070410	070411	070611	070712	070813	070914	071015	071115	071115	071115
	9	070309	070510	070611	070511	070813	070814	070915	071015	071115	071115	071115
	10	070311	070411	070512	070613	070713	070915	071015	071015	071115	071115	071115
	11	070411	070512	070613	070613	070715	070915	070915	071015	071115	071115	071115
	12	070313	070413	070615	070615	070715	070915	071015	071015	071115	071115	071115
	13	070313	070415	070615	070715	070715	070915	070915	071015	071115	071115	071115
	14	070314	070515	070615	070715	070715	070815	070915	071015	071115	071115	071115
	15	070415	070415	070515	070715	070715	070815	070915	070915	071015	071115	071115
	16	070415	070515	070515	070715	070715	070815	070815	071015	071015	071015	071015
	17	070315	070415	070515	070615	070715	070815	070815	070915	070915	070915	070915
	18	070415	070515	070515	070615	070615	070815	070815	070815	070815	070815	070815
	19	070415	070415	070415	070715	070715	070715	070715	070715	070715	070715	070815
	20	070215	070315	070515	070515	070615	070615	070615	070615	070615	070715	070815
	21	070315	070315	070415	070515	070515	070515	070515	070515	070615	070715	070815

Tabla C.46. Política de operación 7 para la etapa 4, considerando que La Yesca está en el estado 8.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	080303	080503	080704	080705	080806	080907	081008	081110	081110	081111	081111
	2	080404	080504	080606	080607	080907	081010	081109	081111	081111	081112	081112
	3	080404	080406	080606	080707	080810	080910	081010	081111	081111	081113	081113
	4	080306	080506	080709	080709	080910	080910	080911	081011	081112	081113	081114
	5	080406	080406	080509	080710	080811	081011	081012	081113	081114	081115	081115
	6	080509	080508	080510	080711	080811	080911	080912	081114	081115	081115	081115
	7	080510	080611	080610	080811	080912	080913	081113	081115	081115	081115	081115
	8	080509	080411	080611	080711	080813	081014	081115	081115	081115	081115	081115
	9	080410	080511	080712	080813	080814	080915	081115	081015	081115	081115	081115
	10	080411	080612	080613	080815	080915	080915	081115	081115	081115	081115	081115
	11	080412	080613	080615	080715	080915	080915	081115	081115	081115	081115	081115
	12	080413	080515	080615	080815	080915	080915	081115	081115	081115	081115	081115
	13	080515	080615	080615	080815	080915	080915	081015	081115	081115	081115	081115
	14	080515	080615	080615	080715	080915	080915	081015	081015	081115	081115	081115
	15	080415	080615	080615	080715	080815	080915	081015	081015	081115	081115	081115
	16	080415	080515	080515	080715	080715	080815	080915	081015	081015	081015	081015
	17	080415	080615	080615	080715	080815	080815	080915	080915	080915	080915	080915
	18	080415	080515	080515	080615	080715	080815	080815	080815	080815	080815	080915
	19	080415	080415	080515	080615	080715	080715	080715	080715	080715	080815	080915
	20	080415	080615	080515	080615	080615	080615	080615	080615	080715	080815	080915
	21	080315	080415	080515	080515	080515	080515	080515	080615	080715	080815	080915

Tabla C.47. Política de operación 7 para la etapa 4, considerando que La Yesca está en el estado 9.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	090403	090604	090706	090807	090807	090908	091109	091110	091111	091111	091111
	2	090504	090606	090606	090807	090908	091010	091110	091111	091111	091112	091112
	3	090406	090606	090607	090809	090909	090911	091111	091112	091113	091113	091113
	4	090506	090709	090708	090810	090910	091011	091011	091113	091114	091114	091114
	5	090408	090509	090811	090811	090811	090911	091113	091114	091114	091115	091115
	6	090508	090609	090611	090811	090912	091013	091113	091115	091115	091115	091115
	7	090509	090610	090711	090811	090812	090913	091115	091115	091115	091115	091115
	8	090510	090611	090812	090813	090913	091015	091115	091115	091115	091115	091115
	9	090411	090612	090713	090713	090915	091015	091115	091115	091115	091115	091115
	10	090512	090613	090613	090815	090815	091015	091115	091115	091115	091115	091115
	11	090513	090615	090815	090815	090915	091115	091115	091115	091115	091115	091115
	12	090413	090715	090715	090815	091015	091115	091015	091115	091115	091115	091115
	13	090415	090715	090815	090815	090915	091015	091115	091115	091115	091115	091115
	14	090515	090615	090715	090715	090815	090915	091015	091115	091115	091115	091115
	15	090515	090615	090815	090815	090915	090915	091015	091115	091115	091115	091115
	16	090515	090615	090715	090715	090915	090915	091015	091015	091015	091015	091015
	17	090615	090615	090615	090815	090815	090915	090915	090915	090915	090915	091015
	18	090515	090615	090715	090715	090815	090815	090815	090815	090815	090915	091015
	19	090415	090615	090615	090715	090715	090715	090715	090715	090815	090915	091015
	20	090415	090515	090615	090615	090615	090615	090615	090715	090815	090915	091015
	21	090415	090515	090515	090515	090515	090515	090615	090715	090815	090915	091015

Tabla C.48. Política de operación 7 para la etapa 4, considerando que La Yesca está en el estado 10.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	100604	100706	100806	100807	101008	101110	101110	101111	101111	101111	101111
	2	100606	100706	100807	100910	101010	101110	101111	101111	101112	101112	101112
	3	100606	100607	100709	100909	100911	101011	101111	101113	101113	101113	101113
	4	100506	100708	100810	100911	101011	101111	101113	101114	101114	101114	101114
	5	100509	100610	100811	100811	100911	101113	101113	101114	101115	101115	101115
	6	100609	100710	100811	100912	101013	101113	101115	101115	101115	101115	101115
	7	100610	100711	100712	100913	101014	101115	101115	101115	101115	101115	101115
	8	100611	100612	100813	100913	100915	101115	101115	101115	101115	101115	101115
	9	100511	100712	100813	100915	101015	101115	101115	101115	101115	101115	101115
	10	100613	100613	100915	100815	101015	101015	101115	101115	101115	101115	101115
	11	100513	100715	100815	100915	101015	101115	101115	101115	101115	101115	101115
	12	100715	100715	100815	100915	101015	101115	101115	101115	101115	101115	101115
	13	100715	100615	100815	100915	101015	101115	101115	101115	101115	101115	101115
	14	100615	100715	100715	100915	101015	101115	101115	101115	101115	101115	101115
	15	100615	100715	100815	100815	100915	101015	101115	101115	101115	101115	101115
	16	100715	100615	100715	100815	100915	101015	101015	101015	101015	101015	101115
	17	100615	100615	100815	100815	100915	100915	100915	100915	100915	101015	101115
	18	100615	100615	100715	100815	100815	100815	100815	100815	100915	101015	101115
	19	100615	100615	100715	100715	100715	100715	100715	100815	100915	101015	101115
	20	100515	100615	100615	100615	100615	100615	100715	100815	100915	101015	101115
	21	100515	100515	100515	100515	100515	100615	100715	100815	100915	101015	101115

Tabla C.49. Política de operación 7 para la etapa 4, considerando que La Yesca está en el estado 11.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	110606	110807	110807	110909	111110	111110	111111	111111	111111	111111	111112
	2	110606	110807	110808	110910	111010	111111	111111	111112	111112	111112	111113
	3	110706	110809	110810	110911	111011	111111	111113	111113	111113	111113	111114
	4	110709	110810	110911	111011	111012	111113	111114	111114	111114	111114	111115
	5	110610	110811	110811	111012	111012	111114	111114	111115	111115	111115	111115
	6	110611	110811	110912	110913	111013	111114	111115	111115	111115	111115	111115
	7	110711	110812	110812	111013	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115
	8	110711	110813	110814	110915	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115
	9	110713	110813	110915	110915	111015	111115	111115	111115	111115	111115	111115
	10	110713	110715	110915	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115
	11	110615	110815	110815	111015	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115
	12	110715	110815	110815	110915	111115	111115	111115	111115	111115	111115	111115
	13	110715	110815	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115	111115	111115
	14	110715	110715	110915	110915	111015	111115	111115	111115	111115	111115	111115
	15	110615	110815	110815	110915	111015	111115	111115	111115	111115	111115	111115
	16	110715	110715	110815	110915	111015	111015	111015	111015	111015	111115	111115
	17	110615	110715	110815	110915	110915	110915	110915	110915	111015	111115	111115
	18	110615	110715	110815	110815	110815	110815	110815	110915	111015	111115	111115
	19	110615	110715	110715	110715	110715	110715	110815	110915	111015	111115	111115
	20	110615	110615	110615	110615	110615	110715	110815	110915	111015	111115	111115
	21	110515	110515	110515	110515	110615	110715	110815	110915	111015	111115	111115

Tabla C.50. Política de operación 7 para la etapa 5, considerando que La Yesca está en el estado 1.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020402	020302	020502	020302	020703
	2	020203	020202	020202	020202	020202	020202	020402	020302	020502	020702	020802
	3	020202	020202	020202	020202	020202	020303	020402	020403	020402	020602	020902
	4	020202	020202	020203	020202	020202	020203	020302	020403	020302	020802	020902
	5	020202	020202	020202	020202	020202	020203	020302	020403	020402	020802	020702
	6	020202	020202	020202	020202	020203	020402	020302	020403	020703	020602	020702
	7	020202	020203	020202	020202	020203	020202	020303	020602	020703	020603	020703
	8	020203	020203	020202	020203	020203	020402	020503	020402	020704	020804	020903
	9	020203	020202	020202	020203	020204	020402	020503	020603	020502	020704	020904
	10	020202	020202	020203	020202	020202	020202	020504	020603	020505	020805	021005
	11	020204	020202	020203	020203	020202	020403	020304	020604	020702	020805	020905
	12	020204	020202	020202	020203	020202	020204	020305	020604	020603	020806	020806
	13	020205	020202	020203	020202	020204	020404	020506	020605	020504	020807	020907
	14	020202	020203	020204	020202	020304	020205	020507	020606	020709	020809	020909
	15	020204	020203	020205	020204	020205	020406	020504	020610	020610	020810	020910
	16	020204	020205	020204	020208	020206	020407	020309	020609	020707	020811	020912
	17	020205	020206	020204	020206	020310	020409	020511	020610	020710	020709	020810
	18	020205	020206	020206	020207	020309	020310	020509	020511	020711	020812	020811
	19	020207	020205	020206	020209	020310	020412	020510	020509	020709	020913	020914
	20	020208	020206	020210	020210	020211	020410	020412	020612	020714	020915	020915
	21	020206	020210	020211	020212	020313	020411	020514	020614	020712	020817	020914

Tabla C.51. Política de operación 7 para la etapa 5, considerando que La Yesca está en el estado 2.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	020202	020202	020202	020202	020202	020302	020302	020302	020302	020302	020802
	2	020202	020202	020202	020202	020202	020203	020302	020303	020302	020502	021002
	3	020202	020203	020202	020202	020204	020402	020304	020502	020603	020902	021002
	4	020202	020203	020202	020202	020203	020202	020402	020302	020602	020903	020903
	5	020203	020202	020202	020203	020303	020202	020403	020702	020602	020903	021003
	6	020203	020202	020202	020203	020202	020502	020403	020702	020502	020804	021004
	7	020203	020202	020202	020303	020202	020502	020603	020603	020702	020702	020902
	8	020203	020202	020203	020303	020202	020502	020603	020603	020705	020705	021005
	9	020204	020202	020202	020204	020402	020403	020302	020604	020802	020802	021002
	10	020202	020202	020202	020202	020402	020404	020605	020604	020802	020902	020903
	11	020202	020202	020202	020203	020303	020504	020602	020505	020804	020804	021004
	12	020202	020202	020204	020203	020304	020205	020404	020705	020804	020805	021009
	13	020202	020203	020202	020204	020205	020406	020604	020705	020806	020905	021006
	14	020203	020204	020203	020304	020405	020404	020604	020710	020806	020906	021007
	15	020203	020205	020204	020205	020306	020404	020605	020609	020807	020907	021008
	16	020205	020203	020204	020206	020307	020209	020606	020510	020809	020909	021010
	17	020205	020204	020206	020307	020209	020410	020608	020611	020811	020911	021012
	18	020207	020206	020207	020209	020410	020511	020609	020709	020809	020911	021013
	19	020204	020207	020209	020210	020312	020509	020612	020710	020811	020811	021015
	20	020206	020209	020211	020312	020413	020412	020614	020712	020812	020814	021015
	21	020209	020211	020209	020309	020411	020414	020611	020715	020815	020914	021016

Tabla C.52. Política de operación 7 para la etapa 5, considerando que La Yesca está en el estado 3.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020404	020302	020502	020402	020302
	2	020202	020202	020302	020202	020202	020202	020303	020302	020502	020302	020302
	3	020203	020202	020302	020202	020302	020202	020502	020302	020502	020302	020902
	4	020203	020202	020203	020202	020402	020203	020402	020802	020402	020302	020402
	5	020202	020202	020202	020202	020402	020203	020402	020802	020402	020302	020402
	6	020202	020202	020202	020302	020402	020303	020402	020703	020302	021004	021002
	7	020202	020202	020202	020302	020203	020602	020403	020303	020803	021005	021002
	8	020202	020203	020202	020203	020402	020503	020503	020502	020604	020806	021003
	9	020202	020203	020202	020302	020403	020202	020303	020605	020804	020904	021003
	10	020203	020202	020202	020203	020204	020505	020304	020302	020903	020904	021004
	11	020203	020202	020203	020204	020205	020306	020504	020805	020904	021005	021105
	12	020204	020202	020204	020204	020305	020605	020305	020703	020806	021009	021106
	13	020204	020202	020204	020205	020306	020407	020605	020704	020906	021006	021107
	14	020204	020203	020205	020405	020207	020504	020709	020705	020809	020909	021009
	15	020202	020205	020205	020207	020407	020409	020706	020706	020908	021009	021110
	16	020203	020205	020207	020307	020209	020506	020707	020807	020910	021011	021111
	17	020204	020206	020307	020209	020310	020409	020709	020809	020810	021012	021113
	18	020206	020207	020209	020410	020407	020612	020612	020810	020811	021014	021112
	19	020207	020210	020206	020312	020512	020610	020610	020811	020812	021012	021114
	20	020209	020211	020212	020313	020509	020513	020611	020814	020914	021015	021116
	21	020211	020213	020313	020414	020413	020614	020712	020816	020813	021014	021115

Tabla C.53. Política de operación 7 para la etapa 5, considerando que La Yesca está en el estado 4.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	020202	020202	020302	020202	020202	030303	020302	030402	020402	020302	030402
	2	020202	020202	020202	020202	020202	020303	020302	030402	020302	030802	020402
	3	020202	020202	020202	020202	020204	020203	020302	020502	030302	030802	030502
	4	020202	020203	020202	020202	020203	030202	030303	020302	030302	030402	030403
	5	020202	020202	020202	020204	020203	020202	020302	020302	020302	020303	030403
	6	020202	020202	020202	020203	030202	020202	030402	020302	020403	020303	031102
	7	030202	020202	020302	020203	020202	020202	030402	020804	030303	031002	031102
	8	030202	020202	020203	020402	020202	020202	030304	030504	020702	021004	031204
	9	030202	020202	020302	020402	020202	020203	030302	020805	030503	021007	021104
	10	020202	020202	020302	020402	020504	020304	020305	020303	030904	021104	031206
	11	020202	020203	020204	020202	020203	020605	020502	020605	021005	031005	021106
	12	030203	020204	020304	020305	020505	020205	020804	020804	021006	031006	031209
	13	030204	020204	020304	020405	020205	030704	020709	020809	030906	021107	031209
	14	020203	020205	020305	020207	020208	020608	030709	030907	030907	021012	031109
	15	020205	020205	020306	020204	020409	020609	030710	020807	030909	031010	031210
	16	020205	020207	020208	020209	020509	020610	020710	030909	031010	031011	031112
	17	020206	020207	020209	020409	020510	020310	030709	030809	031011	021113	031113
	18	030209	020209	020309	020410	020512	020610	020709	020911	031013	031113	031214
	19	020210	020210	020311	020412	020513	030610	020710	020814	021013	031013	031114
	20	020211	020211	020312	020410	020413	020613	030813	030914	030914	021116	031216
	21	020209	020210	020212	020213	030614	020615	020715	020914	031016	031117	031217

Tabla C.54. Política de operación 7 para la etapa 5, considerando que La Yesca está en el estado 5.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	020202	030202	020202	020202	040202	020202	040302	020302	040402	040502	040402
	2	030202	020202	020202	040202	020203	020202	030402	020302	040402	040302	040402
	3	030202	020202	020202	040202	030202	020202	040302	020302	040402	040302	040402
	4	020203	020202	020302	020203	020202	040302	020302	040402	040302	040402	040802
	5	020202	020202	020203	030202	020202	040302	020302	030303	040302	040402	020402
	6	020202	020202	040202	020202	020202	040302	020302	030303	040302	040303	040502
	7	020202	020202	040202	020202	020202	030202	040303	020303	040302	040303	041103
	8	020202	020203	030202	020202	020203	020203	020302	040405	040303	040504	041104
	9	020202	020302	030202	020202	020203	020304	040402	040304	040303	031104	041005
	10	020202	020204	020202	030204	040202	020305	040305	040305	040306	040505	041207
	11	020203	020204	020202	020203	030205	020205	040904	040708	040905	041107	041209
	12	020204	040204	030204	020204	040203	040305	040406	030705	040906	041109	041309
	13	020204	020205	040205	020205	040307	020206	020806	041009	041108	041209	041310
	14	020205	030306	020205	020208	020206	040306	040509	040709	041109	041009	041311
	15	030204	020207	020208	020209	040309	040307	040809	040909	041009	041110	041111
	16	020207	020208	030409	040209	040410	040609	040909	030912	041010	041111	041212
	17	030208	020209	030410	040210	020210	040310	040911	041011	041012	041113	041214
	18	020209	030209	030411	030512	030412	030709	030812	041012	041113	041214	041315
	19	030209	020311	040312	030412	030612	040812	030612	030916	041114	041114	041215
	20	030210	020210	020409	020309	020513	040817	040814	031014	041114	041116	041217
	21	030212	020212	020210	030514	030615	040816	030817	041015	041116	041217	041318

Tabla C.55. Política de operación 7 para la etapa 5, considerando que La Yesca está en el estado 6.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	030202	020202	040202	030202	020202	030302	020302	050302	040302	040402	050602
	2	020202	040202	030202	020202	040202	030202	050302	050302	030302	040402	050602
	3	020202	040202	020203	020202	040202	030202	050302	050302	050402	040502	050602
	4	020202	020302	030302	020202	040202	030202	050302	030302	040303	040302	040402
	5	020202	030202	020202	040202	030202	050402	050302	030302	040303	040302	040402
	6	020202	030202	020202	040202	030202	050302	040302	050402	020304	050402	050603
	7	030202	020302	020202	030202	030202	020202	020303	040303	050302	050404	040605
	8	020203	020302	020202	030202	040203	020202	050303	040303	050403	040505	050906
	9	020203	020303	020202	030202	030205	020202	050303	050304	050404	050506	050606
	10	020204	020202	020203	020204	030203	020203	050306	050406	051005	050407	051307
	11	020204	020202	030205	020205	030206	020206	040304	040307	040407	051208	051308
	12	020205	040205	020204	040204	030204	020204	050305	050407	051108	051209	051310
	13	020205	020305	020205	030204	030205	020205	050409	050410	051109	051210	051311
	14	030205	020205	020208	040205	020207	020208	050309	051109	041109	051211	051312
	15	020207	020307	020209	040209	040207	040807	040709	041010	051010	051312	051413
	16	020208	040209	020207	040210	040208	030209	040710	051010	050912	051212	051313
	17	020209	040210	020410	020210	030209	040813	050310	051012	051112	051213	051414
	18	020210	020311	020210	020410	040713	040812	051012	051014	051114	051315	051316
	19	020212	020312	020211	040609	030312	050812	040916	041014	051014	051115	051316
	20	020213	020313	020210	030212	050312	030813	050914	051015	051115	051216	041418
	21	020212	020210	030315	020315	050816	040815	051015	051017	051117	051318	051419

Tabla C.56. Política de operación 7 para la etapa 5, considerando que La Yesca está en el estado 7.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	020202	030202	040202	020202	030202	030202	040302	060302	040302	040402	050502
	2	030202	050202	020202	030202	030202	040302	040302	060302	040302	040402	060602
	3	030202	050202	020202	030202	040203	040302	060402	060302	060402	060502	050602
	4	030202	040202	020202	040203	050302	030203	050302	040302	040402	060502	050602
	5	030202	040202	030202	060202	040202	020202	050302	040302	040402	050502	050503
	6	020203	020202	030202	060202	040202	020202	050302	060402	060502	050403	060704
	7	040202	020202	060202	060202	020202	030202	040302	060303	060403	060505	060605
	8	040202	020202	040203	030203	050203	030204	060302	060303	050405	050606	060606
	9	040202	030202	040203	040202	040303	060302	050305	060304	060505	060607	060707
	10	020204	030202	020204	030204	020203	060305	060306	050407	060406	060608	061409
	11	020202	030205	020205	060206	040204	060306	050306	060307	060508	061309	060709
	12	020205	020204	020205	040204	050207	020205	050307	040307	051009	061310	061411
	13	020206	020205	040206	060205	040205	060307	060307	060408	060809	061410	061412
	14	020207	020208	040204	040205	030207	060310	060609	060709	060610	061312	061413
	15	030204	020209	030309	040208	030210	060309	060409	061010	061111	061413	061414
	16	020209	020210	040209	040209	030209	040309	060410	061111	061112	061213	061414
	17	020210	030210	020210	030209	040209	050414	061012	061113	051013	061314	061515
	18	020211	030209	040211	020209	040210	060512	060812	061114	061215	061415	061417
	19	020210	020211	020212	040213	040312	060513	061114	061215	061115	061216	061417
	20	020211	030212	060212	040212	050816	060914	061015	061116	061116	061317	061518
	21	020213	030213	040215	040213	060414	050914	061016	061117	061218	061419	061419

Tabla C.57. Política de operación 7 para la etapa 5, considerando que La Yesca está en el estado 8.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	030202	060202	020202	050202	040202	050302	060402	060302	070602	070603	060602
	2	060202	020203	050202	040202	040202	030202	060402	050302	070503	060702	060602
	3	060202	060202	050202	040202	070302	070402	050303	070402	070502	070602	060602
	4	060202	020202	050202	060302	070302	070302	050302	070402	070502	070602	070702
	5	060202	050202	040202	070202	050202	070302	050302	070402	070502	070604	070704
	6	030202	050202	040202	060202	050202	060302	070402	060303	070504	070604	070705
	7	020202	050202	060202	050202	050202	060302	070402	060303	060504	070605	070707
	8	030202	050203	070202	040203	050202	070302	070303	070405	070505	070607	070707
	9	020202	030203	060202	060205	050203	070303	050305	060506	070506	070707	070708
	10	060204	050204	050204	070204	070305	060305	070306	070406	070607	070608	070909
	11	030203	030204	070206	060206	050206	060306	050306	070508	070608	070710	070811
	12	030204	040204	070204	070207	070308	070306	070307	070409	071209	070610	071512
	13	020205	030205	040205	070205	050207	070307	060409	060309	070610	070611	070712
	14	030205	040205	050209	050208	070310	060310	070309	070510	071211	071312	061513
	15	030209	030309	050210	060211	070309	070409	070310	070412	070612	071413	071414
	16	040209	050208	050209	040209	050212	060312	070412	070513	071313	070714	071515
	17	030210	020210	070309	040210	070313	070311	070414	070514	070515	071515	071517
	18	020210	070209	040210	070210	070314	070313	070415	071114	071215	071517	071517
	19	020211	060210	030210	050211	070412	060314	070414	071115	071316	071417	071618
	20	020212	060211	060212	070215	070413	060315	070915	071217	071317	071518	071520
	21	050211	020212	040212	070414	060715	070315	071016	071117	071218	071419	071620

Tabla C.58. Política de operación 7 para la etapa 5, considerando que La Yesca está en el estado 9.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	080202	060202	060202	050202	060302	080302	060402	070402	070502	080703	080902
	2	030202	040202	050202	070202	040202	080302	070302	070402	070502	080703	080802
	3	030202	060202	050202	070202	040202	080302	070302	070402	070502	070602	080802
	4	020202	040202	080202	060202	080302	070302	080402	070402	070502	080702	080804
	5	040202	050202	080202	060202	080302	070302	070402	080502	080603	080704	080806
	6	040202	080202	060202	060202	080302	070302	070402	080504	080705	080805	080806
	7	040202	070202	080202	070202	080302	080303	070303	080504	070505	080806	080807
	8	030203	080202	080203	070203	070304	080303	070404	080505	080607	080707	080809
	9	060203	030204	070205	070203	080303	070406	080405	080507	070607	070608	080909
	10	030204	060202	050204	070204	070305	080306	080406	080607	080608	080710	080910
	11	070205	060205	080204	060206	070306	080306	070307	070508	070509	080711	080911
	12	060205	080204	080205	070207	080307	070307	080409	080509	080611	080712	080912
	13	040205	060206	070205	070206	070309	080308	080410	080510	080712	080713	080913
	14	080205	080208	080206	070209	080309	070309	080411	080511	070512	081114	081615
	15	030207	080209	080209	080309	080309	080310	080511	080512	080714	080715	081616
	16	030209	060209	070210	070209	080310	070412	080512	070513	080614	080915	081416
	17	060209	060210	080210	080313	080311	070312	070515	080614	081015	081416	081617
	18	040210	060211	080213	070211	070314	080314	080515	080516	081416	081517	081619
	19	080210	070211	080214	070214	080314	080315	080415	080517	080717	081519	081519
	20	050212	070212	070215	070215	070315	080316	081116	081217	081318	081419	081621
	21	040212	060213	080215	080316	080317	080417	080818	081318	081419	081620	081722

Tabla C.59. Política de operación 7 para la etapa 5, considerando que La Yesca está en el estado 10.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	050202	090202	080202	070202	080302	070302	080402	080602	090703	080702	090902
	2	060202	090202	080202	070202	080302	070302	080402	090603	080602	080702	090902
	3	060202	090202	080202	070202	080302	090402	080402	080502	080602	090803	090904
	4	090202	080202	070202	080302	070302	090402	080402	090602	090702	080704	091005
	5	090202	080202	080203	060202	070302	090402	070402	090602	090704	090905	090906
	6	080202	070202	080203	080302	070302	090402	090603	090604	080605	090805	091008
	7	080202	070202	080203	080302	090303	090403	090504	080505	090706	090807	090909
	8	060203	090203	080203	070203	090303	090405	090505	090607	090707	090809	090910
	9	090203	090203	090202	070204	090304	090405	080406	090607	090709	090810	091010
	10	070202	090204	080204	090306	090405	080406	090607	090608	090809	091009	091011
	11	080206	090204	080205	070205	090307	080307	090507	090609	090711	090911	090912
	12	080204	080205	080207	080307	080311	080308	090509	090610	090712	090912	091013
	13	080205	070205	090206	070208	090308	080309	080510	090612	090713	091213	091214
	14	070207	090209	080209	070209	080309	090411	090511	080512	090714	090815	091015
	15	060207	090207	090208	080311	090310	090412	090512	090714	090814	090915	091716
	16	070209	090209	090209	070211	080412	080312	080614	090614	090716	090817	090918
	17	080209	090210	080212	070212	080316	090413	090614	090615	090716	091417	091618
	18	080210	090213	090211	070213	090314	090414	090615	080616	090717	090818	091719
	19	080211	070211	080215	080314	090315	090415	090517	090717	090818	090919	091820
	20	080212	090211	080214	070214	090415	080416	090517	090818	090919	091621	091522
	21	090212	090215	080215	090315	090417	080519	090620	090619	090720	091621	091723

Tabla C.60. Política de operación 7 para la etapa 5, considerando que La Yesca está en el estado 11.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	090202	080202	100302	070202	080302	090402	090502	090602	090702	100902	101103
	2	090202	080202	100302	090302	080302	090402	090502	090602	100802	100902	101004
	3	090202	080202	090302	090302	090303	100502	100602	090602	100802	100904	101105
	4	080202	100302	080203	080302	090303	100502	100602	090703	100804	100906	101005
	5	080202	100202	090202	070203	100402	100502	100604	090604	100804	100905	090907
	6	100203	100202	090202	100305	090302	090403	100604	090605	100806	100907	101009
	7	100202	100202	090202	090303	100403	90405	90505	100705	100807	100909	101010
	8	100202	100202	090203	060203	090304	100505	100607	100707	90708	100910	101009
	9	100202	100205	090203	100304	100406	090406	100606	100710	100810	101010	101010
	10	100202	100203	090306	100305	100406	090407	100608	090609	100811	100911	101012
	11	100205	100206	090206	100307	90407	100509	090509	100711	100810	100912	101013
	12	100206	090206	090207	100308	100509	090410	090510	100712	100812	100912	101014
	13	100206	090207	090207	100309	090309	100509	100611	100812	100913	100914	101214
	14	90207	100208	090208	100310	090310	090412	090512	100714	100914	101015	101215
	15	100210	100209	090209	100410	090311	100512	100613	100715	100915	101016	101117
	16	090209	90210	090210	090311	100412	100514	100614	100716	100817	101017	101118
	17	060210	100213	090211	090414	100413	100515	100615	101117	100918	101319	101019
	18	100214	90212	100314	090415	100414	100615	100615	100717	100919	100919	101120
	19	100215	90213	100315	100415	090316	090416	100618	100820	100820	101020	101822
	20	100212	90215	090316	090316	100419	100517	090720	101120	100821	100922	101722
	21	100213	100214	100315	090417	090317	100519	100619	100720	100922	101722	101923

Tabla C.61. Política de operación 7 para la etapa 6, considerando que La Yesca está en el estado 1.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020302	020202	020202	020302
	2	020203	020202	020203	020202	020202	020203	020203	020202	020202	020302	020302
	3	020202	020202	020203	020202	020202	020203	020203	020202	020203	020203	020303
	4	020202	020202	020203	020202	020202	020203	020302	020202	020203	020203	020303
	5	020203	020203	020203	020202	020203	020203	020202	020202	020302	020203	020402
	6	020202	020203	020202	020203	020203	020202	020202	020402	020502	020202	020502
	7	020203	020202	020202	020203	020202	020202	020302	020202	020202	020302	020302
	8	020202	020202	020203	020202	020202	020203	020202	020202	020202	020302	020402
	9	020202	020202	020202	020202	020202	020203	020202	020202	020402	020302	020402
	10	020204	020202	020203	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020302	020402
	11	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020302	020302	020202
	12	020202	020203	020202	020202	020203	020202	020202	020203	020302	020302	020202
	13	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020204	020204	020303	020202
	14	020204	020203	020204	020203	020203	020205	020203	020203	020304	020304	020304
	15	020204	020204	020204	020204	020204	020206	020204	020204	020204	020305	020305
	16	020205	020205	020205	020205	020205	020206	020205	020205	020208	020306	020205
	17	020206	020206	020206	020206	020206	020208	020206	020206	020309	020509	020408
	18	020208	020207	020208	020207	020207	020208	020209	020409	020308	020308	020208
	19	020208	020209	020208	020208	020208	020209	020309	020309	020208	020309	020309
	20	020210	020209	020209	020209	020209	020209	020209	020209	020209	020209	020310
	21	020210	020210	020210	020210	020210	020211	020210	020210	020210	020210	020311

Tabla C.62. Política de operación 7 para la etapa 6, considerando que La Yesca está en el estado 2.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020302	020302	020202
	2	020202	020203	020202	020202	020203	020202	020202	020203	020302	020302	020202
	3	020203	020203	020202	020203	020203	020202	020203	020203	020302	020303	020202
	4	020203	020203	020202	020203	020203	020202	020203	020402	020302	020402	020202
	5	020203	020202	020203	020203	020203	020203	020203	020302	020502	020202	020202
	6	020203	020202	020203	020202	020202	020202	020402	020202	020202	020302	020402
	7	020202	020203	020202	020202	020202	020302	020202	020402	020302	020302	020402
	8	020202	020202	020202	020202	020203	020202	020202	020302	020302	020303	020202
	9	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020302	020602	020402	020202
	10	020202	020202	020202	020202	020203	020202	020202	020302	020302	020202	020202
	11	020202	020202	020202	020203	020204	020202	020202	020302	020202	020202	020202
	12	020203	020202	020202	020204	020202	020202	020202	020302	020202	020302	020202
	13	020204	020202	020202	020204	020202	020202	020202	020404	020202	020202	020202
	14	020203	020203	020203	020203	020204	020203	020203	020304	020203	020203	020304
	15	020204	020204	020204	020204	020204	020204	020204	020406	020204	020204	020204
	16	020205	020205	020205	020208	020205	020205	020205	020407	020205	020205	020205
	17	020206	020206	020206	020209	020209	020206	020206	020307	020206	020206	020206
	18	020209	020209	020207	020209	020208	020207	020309	020208	020208	020308	020409
	19	020208	020208	020208	020208	020209	020309	020208	020208	020309	020309	020309
	20	020209	020209	020209	020209	020209	020209	020209	020209	020310	020209	020209
	21	020210	020210	020210	020210	020211	020210	020210	020210	020311	020311	020210

Tabla C.63. Política de operación 7 para la etapa 6, considerando que La Yesca está en el estado 3.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020303	020302	020202	020202	020202
	2	020203	020202	020203	020203	020202	020203	020203	020302	020202	020202	020202
	3	020203	020202	020203	020203	020202	020203	020203	020302	020202	020202	020303
	4	020203	020202	020203	020202	020202	020203	020203	020202	020202	020203	020303
	5	020203	020203	020203	020202	020203	020203	020302	020202	020202	020302	020303
	6	020202	020203	020202	020202	020203	020502	020202	020202	020202	020303	020502
	7	020202	020202	020202	020203	020203	020202	020202	020302	020203	020302	020202
	8	020203	020202	020203	020203	020202	020202	020302	020302	020202	020302	020402
	9	020202	020202	020203	020204	020202	020202	020302	020202	020202	020302	020402
	10	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020302	020202	020202	020202	020402
	11	020202	020203	020203	020202	020202	020202	020302	020202	020202	020202	020402
	12	020202	020204	020204	020202	020202	020202	020202	020202	020302	020302	020202
	13	020202	020204	020203	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020303	020202
	14	020203	020204	020204	020203	020204	020204	020203	020203	020203	020304	020205
	15	020204	020204	020204	020204	020204	020204	020204	020204	020204	020305	020204
	16	020205	020208	020206	020205	020206	020206	020205	020205	020205	020306	020205
	17	020209	020209	020209	020206	020207	020207	020308	020206	020206	020307	020408
	18	020209	020209	020208	020207	020207	020208	020208	020207	020308	020308	020208
	19	020208	020211	020209	020209	020209	020209	020208	020309	020309	020208	020309
	20	020209	020209	020209	020209	020209	020210	020209	020209	020209	020209	020209
	21	020210	020210	020211	020211	020210	020210	020210	020311	020210	020210	020210

Tabla C.64. Política de operación 7 para la etapa 6, considerando que La Yesca está en el estado 4.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	020202	020202	020202	020202	020202	020303	020202	020202	020302	020202	020303
	2	020202	020203	020202	020202	020203	020203	020202	020203	020302	020303	020303
	3	020202	020203	020202	020203	020203	020203	020202	020202	020302	020303	020303
	4	020202	020203	020202	020203	020203	020202	020202	020202	020203	020303	020202
	5	020203	020202	020203	020203	020203	020202	020202	020302	020303	020303	020202
	6	020203	020202	020203	020303	020202	020202	020402	020302	020202	020302	020402
	7	020202	020203	020203	020202	020202	020302	020302	020202	020302	020302	020402
	8	020202	020203	020202	020202	020202	020302	020202	020202	020302	020302	020202
	9	020202	020202	020202	020202	020203	020202	020202	020202	020302	020402	020202
	10	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020402	020202	020202	020202
	11	020203	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020302	020202	020202	020202
	12	020204	020202	020202	020204	020202	020202	020202	020302	020202	020202	020302
	13	020204	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020202	020202
	14	020204	020206	020204	020203	020204	020204	020204	020203	020304	020203	020304
	15	020204	020204	020204	020204	020206	020204	020205	020204	020305	020204	020204
	16	020208	020205	020206	020207	020207	020205	020205	020205	020306	020306	020205
	17	020209	020206	020207	020209	020509	020309	020207	020206	020206	020206	020206
	18	020209	020208	020209	020409	020208	020207	020207	020309	020208	020308	020409
	19	020211	020208	020209	020208	020209	020209	020309	020208	020309	020309	020309
	20	020209	020209	020209	020209	020210	020209	020209	020209	020209	020209	020209
	21	020210	020210	020210	020210	020210	020210	020210	020210	020210	020311	020210

Tabla C.65. Política de operación 7 para la etapa 6, considerando que La Yesca está en el estado 5.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	030202	020202	020202	020202	030202	020202	020202	030202	030202	030202	020202
	2	020203	020202	020203	020203	020203	020202	020203	030202	030202	020202	020203
	3	020203	020202	020203	020203	030202	020202	020202	030202	030203	020203	020203
	4	030202	020202	020203	020203	030202	020202	020202	030202	020202	020203	020203
	5	030203	020203	020203	030202	020202	020202	020302	030203	020203	020203	020303
	6	020202	020203	030202	020202	020202	030202	020302	020203	020203	020402	030303
	7	020202	030202	020202	020202	030202	020202	020202	020302	030202	020202	020302
	8	020203	020202	020202	030202	020302	020202	030302	030202	020202	030302	030402
	9	030202	020202	020202	030202	020302	020202	030302	020202	020202	030302	030402
	10	030202	020202	020202	030202	020202	020202	030202	020202	030302	030302	030402
	11	030202	020202	030202	030202	020202	020202	030202	020202	030302	020302	030402
	12	020202	020202	030202	020202	020202	030202	020202	020202	030302	020302	020302
	13	020202	020204	030202	020202	020202	030202	020202	020202	030204	030303	030303
	14	030203	020204	020203	020203	020204	020205	030304	030203	030304	020304	020304
	15	030204	020204	020204	020204	020204	020204	030305	030204	030204	030204	030305
	16	020205	020206	020207	020205	020205	020205	030205	020205	020205	030308	030306
	17	030206	020207	020209	030208	020208	020209	030206	030206	030308	030408	020307
	18	020208	020209	030208	020209	020209	030309	030207	030309	030308	030409	030308
	19	020209	030209	020208	020309	030309	020208	030208	020309	030208	030208	020208
	20	030209	020209	020209	020210	020209	020209	030209	030209	030209	030209	030310
	21	030210	020210	020210	020311	030210	020210	020210	030210	020210	020210	030311

Tabla C.66. Política de operación 7 para la etapa 6, considerando que La Yesca está en el estado 6.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	030202	020202	030202	030202	020202	030202	030202	030202	020202	020202	020402
	2	020202	020203	020203	020203	020202	020203	020302	020202	020202	020203	020203
	3	020202	020203	020203	030203	020202	030202	030203	020203	020202	020202	040402
	4	020202	020203	020203	020202	020202	030202	030203	020203	020203	040302	030302
	5	020202	030202	030203	020202	030202	030203	030203	020203	030202	040302	040402
	6	030202	030202	020202	030202	030202	020202	020203	030202	040202	040302	030502
	7	030202	020202	030202	030202	030203	020203	030202	020202	020202	020302	030502
	8	030203	030202	030202	030202	020202	030202	030202	020202	040202	020302	040502
	9	020202	030202	030202	020202	040202	030202	020202	040202	040202	040402	040402
	10	030202	030202	030202	020202	030202	030202	020202	040202	040202	040302	040402
	11	030202	030202	020204	020202	030202	020202	040202	040202	030202	040302	040402
	12	030202	030202	020202	040202	030202	020202	040202	040202	030202	040302	030302
	13	030202	030204	020202	020204	030202	020202	040202	040202	030202	030202	020202
	14	020204	030203	020203	020204	040203	040203	040304	040203	040203	040304	030304
	15	030204	030204	020204	040204	040205	030204	020204	040204	030204	040305	020204
	16	020205	030205	020205	020205	030205	040205	020205	040205	040205	030205	020205
	17	020208	030206	030209	020208	030206	020206	040308	040307	040206	030206	040408
	18	030209	030209	020209	020209	030207	020208	040208	040207	040207	040409	040409
	19	030209	020209	020309	030209	030208	040208	040208	040309	040208	040309	020208
	20	020209	030209	030209	020209	040209	030209	020209	040209	040209	030209	040411
	21	030211	030210	030210	030211	040210	040210	040210	040311	030311	030210	040412

Tabla C.67. Política de operación 7 para la etapa 6, considerando que La Yesca está en el estado 7.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	030202	030202	040202	040202	030202	030202	040202	030202	030202	030202	030302
	2	030202	030202	030203	030202	030202	030203	040202	030202	040203	030302	040403
	3	030202	030203	030203	030202	030203	030203	040202	030202	030203	030203	030303
	4	030202	030203	040202	030202	030203	040202	040202	040203	030203	030203	030403
	5	030203	030203	040203	030202	030203	040202	040203	030203	030203	030303	050702
	6	040202	030202	030202	030203	040202	030202	030202	050202	050302	050402	050502
	7	030202	030202	050202	040202	030202	050202	040202	050202	030202	050502	050502
	8	030202	030202	040202	030202	050202	040202	050302	030202	050402	050502	050502
	9	030202	030203	040202	030202	040202	040202	050302	030202	050402	050502	050602
	10	030202	040202	030204	030202	040202	050202	050202	050302	050402	050502	050502
	11	050202	030204	030202	030202	040202	050202	050202	050303	050402	040402	050503
	12	030204	030204	030202	050202	050202	050202	050302	050202	040202	040302	040504
	13	030203	040202	030202	050202	050202	050202	050303	050202	040202	030202	030303
	14	030204	040204	040203	030204	040203	040203	050304	050203	050304	050405	050506
	15	030204	040204	040205	030204	050204	050204	050305	050204	040204	050406	050507
	16	030206	030209	030205	030205	050205	050205	050205	050205	050306	050508	050508
	17	030209	030209	040208	030208	050206	040206	050307	050309	050408	040509	050509
	18	030208	040208	030208	050208	050207	030208	050208	050208	040209	050409	040409
	19	040208	030208	030209	040208	030208	050208	050208	050309	050309	030208	030309
	20	030209	040209	040209	030209	050209	050209	050209	050209	050310	030209	030310
	21	030210	030210	040210	040210	030210	050210	050210	050210	050311	050412	030311

Tabla C.68. Política de operación 7 para la etapa 6, considerando que La Yesca está en el estado 8.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	040202	040202	040202	050202	040202	060202	050202	040202	040202	040302	040402
	2	040202	040203	040203	050203	040202	050202	040202	040202	040202	040303	050503
	3	040203	040203	050202	050202	040203	050202	040202	040202	040202	040303	050503
	4	040203	040203	050202	040202	040203	050202	040202	040202	040202	050403	060603
	5	040203	040203	050202	040202	050202	050203	040202	040203	040303	060502	060602
	6	050202	050202	040202	040202	040202	060202	060202	040203	060402	060502	060602
	7	040202	040202	050202	040203	060202	060202	050202	050302	060402	060502	060602
	8	040202	040202	050202	060202	060202	050202	040202	050302	060402	060502	060602
	9	040202	050202	040202	060202	060202	050202	060302	050302	060402	060502	050602
	10	040202	050202	040202	060202	050202	050202	060302	060402	060402	060502	060603
	11	050202	050202	040202	060202	050202	060202	050302	060402	060402	060503	060604
	12	050202	040202	060202	060202	050202	060302	060202	050202	060403	060504	040403
	13	050202	040202	060202	060202	050202	060204	060202	050202	050404	040303	040404
	14	060204	050204	040203	060203	060203	060304	060203	050304	060405	040304	040405
	15	060204	050204	040204	060204	060204	060204	060204	060305	060406	040305	060608
	16	040205	050205	040205	060205	050205	040205	060205	060306	060407	060508	060609
	17	040209	050208	050206	060206	060206	060206	060206	060408	060408	060509	060610
	18	050208	050209	040208	060207	050207	060308	060208	060309	060409	040308	060611
	19	050209	060208	050208	060208	060309	060208	060309	060309	040208	040309	040410
	20	060209	050209	040209	060209	060209	060209	060209	060310	040209	040310	060613
	21	040210	040211	050210	060210	060210	060210	050210	060311	040210	040311	060614

Tabla C.69. Política de operación 7 para la etapa 6, considerando que La Yesca está en el estado 9.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	050202	060202	060202	050202	060202	060202	060202	050202	060402	050402	070702
	2	050203	050203	070203	060202	060202	060203	050202	050203	060403	070602	070702
	3	050203	060202	060203	060202	060202	060203	050202	050203	060403	060503	070702
	4	060202	060202	050202	060202	060202	060203	050203	050203	060403	050403	070802
	5	060202	060203	050202	060202	060203	060203	050202	050302	070503	070702	070702
	6	060202	050202	060202	060203	050202	070202	060202	060302	070502	070602	070702
	7	050202	060202	050203	070202	070202	060202	070302	070402	070502	070602	070702
	8	060202	060202	060202	070202	060202	070203	070302	070402	070502	070602	070702
	9	060202	060202	050202	060202	060202	070302	070302	070402	070502	070602	070703
	10	060202	060202	070202	060202	060202	070202	070302	070402	070502	060502	070704
	11	060202	060203	070202	060202	070202	070202	070302	070402	060402	070604	060604
	12	060202	050202	070202	060202	070302	070202	070302	070403	070504	050403	050504
	13	060203	050202	070202	060202	050202	070202	070303	070404	050303	050404	070707
	14	060204	050203	070204	070203	070203	070203	060304	050203	050304	050405	070708
	15	060204	050204	070204	060204	070206	070204	070305	070406	050305	070608	070709
	16	060205	060208	070205	070205	070205	070308	070306	070407	070508	070609	050508
	17	060208	060209	070206	070206	070206	070206	070307	070408	070509	070610	070711
	18	050208	050209	070207	060207	070308	070207	070309	070409	070510	050409	050510
	19	070209	070208	070208	070309	070208	070208	070309	060309	050309	070612	050511
	20	060209	060209	070209	070209	070209	070209	070310	050209	050310	070613	070714
	21	060210	060210	070210	070210	060210	060210	060210	050210	050311	060614	070715

Tabla C.70. Política de operación 7 para la etapa 6, considerando que La Yesca está en el estado 10.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	070202	060202	080202	070202	070202	060202	060202	060302	060402	070602	080802
	2	060203	060202	080202	070202	070202	060202	060203	060302	060402	080702	080802
	3	070202	060202	060203	070202	070203	060202	060203	060303	080602	060502	080803
	4	060202	060202	060203	070202	060202	060203	060203	060303	080602	080802	080802
	5	060202	060203	060203	070203	080202	060202	070303	080602	080702	080702	080802
	6	080202	060203	070202	080202	080202	070202	060303	080502	070502	080702	080802
	7	070202	060203	080202	070202	080203	080302	080402	080502	060402	080702	080802
	8	070202	060202	080202	080203	080203	080302	080402	080502	080602	080702	070702
	9	060204	080202	070202	080202	080302	080302	080402	080502	080602	070602	060602
	10	060202	080202	080202	080202	080202	080302	080402	080502	070502	060502	080805
	11	080202	080202	080203	080202	080202	070202	080402	070402	060402	060503	080806
	12	080202	080202	080202	080203	080202	070202	080403	080504	060403	060504	080807
	13	080202	080202	080202	060202	080202	070202	080404	060303	060404	060505	080808
	14	060203	080203	080203	080203	080204	080304	080405	060304	080607	080708	070708
	15	060204	080204	070204	060204	080204	070204	080406	060305	080608	080709	060608
	16	060205	080205	080205	060205	080205	070205	060205	080508	080609	060508	060609
	17	080206	080206	080206	080208	080206	080307	080408	080509	060408	080711	060610
	18	080208	080207	080207	080308	080207	070208	080409	080510	080611	060510	060611
	19	080208	080208	080209	080208	080208	080309	060208	060309	080612	080713	060612
	20	060209	080209	080209	070209	080209	080310	060209	060310	060411	080714	080815
	21	070210	060210	080210	080210	080210	080311	060210	060311	080614	080715	080816

Tabla C.71. Política de operación 7 para la etapa 6, considerando que La Yesca está en el estado 11.

		El Cajón										
NS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aguamilpa	1	090202	090202	080202	070202	070202	070202	070302	070402	070502	090802	070703
	2	090202	080202	070202	070202	070203	070203	070303	070403	070503	090802	091002
	3	070203	080202	070202	070203	070203	070203	070303	090603	070503	070603	091002
	4	070203	080202	080203	070203	080202	070203	070303	090603	090802	090902	090902
	5	080202	080203	080203	090202	080202	070202	070303	090702	090702	090802	090902
	6	080202	070202	090203	090202	070202	090402	090502	090602	090702	090802	090902
	7	070202	090202	080202	070202	090303	070203	090502	090602	090702	090802	080802
	8	090202	080202	070202	090202	090302	090402	090502	090602	090702	080702	070702
	9	090202	080202	090202	090202	090302	090402	090502	090602	080602	070602	070703
	10	080202	090202	090202	090202	090302	090402	090502	080502	070502	070603	070704
	11	080202	070202	090202	090202	090302	070202	090503	070402	070503	070604	090907
	12	090202	070202	090202	090202	090302	070202	090504	070403	070504	090807	090908
	13	090202	090202	090202	090202	080202	070202	070303	070404	070505	090909	090909
	14	090203	080203	090203	090203	090304	070203	070304	070405	090708	070607	070708
	15	090204	090204	090204	090204	080204	070204	070305	090608	070507	070608	070709
	16	080205	070205	090205	090205	080205	070205	070306	090609	070508	070609	070710
	17	090206	090206	090206	090206	080206	070206	090509	090610	090711	070610	070711
	18	090207	070208	090207	090207	090308	090409	070309	090611	070510	070611	070712
	19	070208	090208	080208	090309	090309	070208	070309	090612	090713	090814	070713
	20	090209	090209	090209	090209	080209	070209	070310	070411	070512	090815	090916
	21	090210	090210	090210	090210	080210	070210	070311	070412	090715	090816	080816

Tabla C.72. Parámetros para determinar el volumen de extracción adicional DELVOL (ecuación 4.18).

Quincena	Presa				Quincena	Presa			
	La Yesca		Aguamilpa			La Yesca		Aguamilpa	
	Media	Pendiente	Media	Pendiente		Media	Pendiente	Media	Pendiente
1	40.79	8.758	36.86	0.759	13	265.25	1.324	234.63	0.736
2	74.85	0.217	41.30	0.257	14	397.16	0.164	320.64	0.377
3	49.63	0.307	26.94	0.276	15	359.95	1.035	322.38	0.832
4	38.13	0.460	17.08	0.599	16	489.67	0.324	443.28	0.297
5	42.99	0.453	17.19	0.166	17	379.95	0.600	347.94	0.510
6	39.21	0.790	10.57	0.897	18	316.66	0.377	271.06	0.194
7	38.61	0.621	8.24	1.268	19	179.05	0.293	135.12	0.107
8	42.43	0.317	8.82	0.247	20	102.39	0.964	70.58	0.360
9	39.07	0.793	8.32	0.275	21	67.02	0.145	32.56	0.166
10	43.08	0.377	16.28	0.296	22	46.43	0.591	37.44	0.333
11	52.14	0.685	21.87	0.674	23	44.93	1.060	33.50	0.412
12	104.89	1.044	91.53	0.778	24	46.91	0.187	34.68	0.479

C.3 GENERACIÓN DE SERIES SINTÉTICAS

Para la generación de las series sintéticas se siguen los pasos descritos en el capítulo 4.2.3.

1. Se usa el registro histórico de los volúmenes quincenales de cada presa.
2. Se identificaron las quincenas de más baja correlación (Tabla C.73), los datos de entrada al modelo son las n series periódicas analizadas con años iniciando en la segunda quincena de junio del año i (quincena 12 del año cronológico).y terminando en la primera quincena de junio del año $i+1$ (quincena 11 del año cronológico). Los años reordenados se presentan en las tablas C.74 y C.75.

Tabla C.73. Autocorrelaciones entre la quincena $j+1$ y la j .

Presa	Mes	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun	
	Quincena	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
La Yesca	$r_{j+1,j}$	0.46	0.82	0.82	0.55	0.64	0.77	0.43	0.51	0.80	0.25	0.30	0.25
Aguamilpa	$r_{j+1,j}$	0.72	0.38	0.51	0.31	0.56	0.84	0.64	0.48	0.18	0.31	0.26	0.34

Presa	Mes	Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic	
	Quincena	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
La Yesca	$r_{j+1,j}$	0.68	0.24	0.66	0.51	0.65	0.59	0.55	0.88	0.45	0.65	0.86	0.46
Aguamilpa	$r_{j+1,j}$	0.49	0.39	0.52	0.53	0.41	0.36	0.18	0.58	0.07	0.53	0.55	0.33

Tabla C.74. Volúmenes quincenales [$\times 10^6 \text{ m}^3$] y estadísticos cuenca presa La Yesca. Años hidrológicos redefinidos para la generación de series sintéticas.

Año	Quincena del año i												Quincena del año $i+1$											
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1952	137.5	245.7	327.4	218.7	406.0	120.4	261.8	164.6	30.5	43.7	25.3	21.5	26.4	24.6	23.6	25.3	19.4	20.5	16.3	16.4	13.8	13.0	19.3	31.2
1953	106.8	186.2	149.9	183.1	614.9	508.7	65.3	53.8	69.0	55.0	39.0	43.9	44.2	28.3	26.6	22.4	15.2	20.9	23.7	23.2	23.4	21.1	23.9	59.3
1954	172.8	266.7	262.6	209.2	262.1	76.7	70.0	91.1	63.0	26.4	25.2	24.6	28.9	29.7	31.3	25.8	22.2	21.4	23.9	16.7	9.1	8.5	12.0	21.4
1955	32.1	208.2	317.4	781.9	913.4	444.6	803.8	368.3	175.2	42.5	37.9	31.9	32.1	30.5	30.0	30.1	26.7	25.3	24.3	23.6	24.2	25.4	62.4	34.2
1956	214.4	381.5	604.5	238.4	777.8	232.6	79.3	38.6	24.2	10.6	16.2	16.0	24.1	31.3	29.0	30.1	23.9	23.8	25.2	27.0	20.7	22.7	21.5	23.3
1957	31.9	94.9	127.6	113.1	107.7	109.4	172.7	53.0	62.4	24.2	24.6	24.6	27.3	29.4	28.3	25.0	18.8	25.4	22.8	19.4	20.1	18.9	24.2	93.6
1958	160.3	568.1	839.5	295.8	395.4	967.9	670.0	442.7	662.6	832.0	124.0	94.4	83.7	60.6	44.5	33.8	25.1	27.2	24.5	21.7	199.5	39.1	40.0	97.0
1959	106.1	217.6	592.6	315.8	886.9	251.1	135.8	105.3	123.2	74.1	69.3	35.2	35.1	30.5	28.9	25.0	26.3	25.5	20.0	22.1	22.8	18.0	26.5	22.2
1960	40.5	216.9	247.6	356.1	509.5	347.6	83.0	39.2	40.7	32.7	33.5	33.7	41.6	31.6	39.6	32.2	23.1	25.5	29.2	19.0	20.1	17.6	37.8	54.3
1961	112.4	554.1	419.8	528.5	359.1	133.4	191.2	76.3	35.2	35.3	32.2	24.4	29.1	24.6	28.4	32.0	21.6	19.6	20.9	16.3	20.6	16.5	20.7	16.6
1962	208.5	317.5	307.9	106.7	156.2	582.9	242.6	153.8	151.5	51.6	39.1	36.8	38.8	30.3	36.1	30.3	28.5	30.7	27.7	25.6	23.4	23.9	31.9	41.3
1963	121.3	794.5	513.8	732.0	447.9	256.3	449.5	254.7	114.1	63.2	38.6	78.7	100.1	74.3	67.8	44.3	26.1	35.4	34.0	32.7	37.1	36.8	44.1	50.8
1964	88.2	117.5	168.8	172.1	207.8	250.8	637.5	294.3	139.0	57.9	21.6	34.2	44.3	42.7	23.3	19.8	22.2	49.4	50.2	47.8	37.9	52.2	46.1	77.3
1965	92.9	89.0	144.0	1194.9	785.5	653.6	582.2	409.7	99.4	98.9	41.6	43.7	64.4	42.5	42.0	51.7	39.3	35.6	33.1	47.5	35.6	5.9	14.6	49.7
1966	132.7	195.1	223.9	410.0	820.8	477.3	283.6	121.6	140.6	43.8	33.6	33.3	34.6	49.7	58.6	41.2	30.2	52.8	24.1	49.4	52.3	51.8	63.9	78.2
1967	91.1	305.6	398.0	214.0	1486.7	1860.7	1333.5	457.5	304.1	129.9	85.0	45.0	87.6	39.3	42.6	36.8	42.6	160.1	45.2	24.4	31.8	35.8	30.4	56.5
1968	70.8	196.5	640.4	571.6	534.2	615.6	232.5	104.6	70.1	29.5	37.4	53.1	34.4	33.8	50.3	48.0	45.8	58.4	55.7	46.2	34.1	39.6	48.2	44.9
1969	68.1	121.3	203.1	85.5	88.7	92.6	130.1	95.9	41.5	24.6	27.9	18.2	21.0	23.2	26.1	20.6	22.1	37.1	41.3	51.1	47.0	36.1	35.2	40.2
1970	134.5	177.7	541.2	299.7	404.8	245.3	675.7	410.6	66.7	47.9	27.3	27.7	26.2	41.6	29.0	22.0	33.7	31.4	41.7	20.3	57.3	51.7	56.9	70.8
1971	167.4	236.7	445.8	770.7	938.8	340.5	956.7	727.7	185.9	124.0	72.5	52.9	51.8	35.4	42.4	49.5	66.5	68.8	47.0	29.0	43.7	43.9	45.1	78.0
1972	47.1	51.5	191.4	214.9	186.6	137.7	244.8	60.2	25.7	17.4	36.0	53.9	59.7	55.4	54.5	18.8	14.8	22.4	14.9	38.8	40.3	49.0	47.6	45.6
1973	82.0	1085.8	338.2	1333.4	2636.8	693.4	686.5	251.2	163.2	126.4	44.7	21.4	47.2	34.7	35.1	29.3	40.5	49.1	55.2	15.5	25.7	40.8	63.4	56.8
1974	82.9	252.3	249.0	236.8	210.1	247.2	138.1	66.5	43.8	24.9	21.7	25.8	28.5	26.2	32.3	29.4	26.4	41.1	39.5	52.6	32.8	30.4	44.1	39.5
1975	108.9	272.6	949.6	1293.8	677.8	458.0	84.2	54.2	36.7	26.0	22.7	23.4	21.1	24.7	42.5	53.5	32.6	46.4	50.3	42.8	32.1	29.0	34.0	38.1
1976	59.5	576.1	1428.5	304.7	527.2	273.8	200.6	361.8	169.0	117.1	254.2	149.2	112.5	77.2	42.7	34.2	38.9	56.9	63.1	54.4	58.3	58.4	61.2	47.8
1977	230.6	534.4	313.0	188.4	279.3	1221.9	231.7	75.5	41.3	37.8	14.3	27.9	38.2	33.1	38.4	33.7	38.9	51.5	44.3	59.5	52.5	55.6	62.1	72.7
1978	94.1	181.2	158.3	155.9	198.3	266.1	379.3	951.4	164.9	43.5	35.3	29.2	27.9	31.7	36.5	31.5	30.8	48.4	58.1	50.9	49.0	42.6	61.7	59.1
1979	53.0	76.4	175.1	303.6	279.3	214.2	111.3	19.9	17.9	21.3	19.6	17.0	17.9	22.3	27.5	30.7	28.1	33.5	37.3	30.1	31.7	41.7	51.5	50.9
1980	79.7	105.8	232.1	170.8	279.0	210.5	117.3	108.8	51.0	45.6	41.8	35.6	32.2	23.8	32.2	22.1	20.2	22.9	27.9	26.7	26.2	32.0	43.9	40.8
1981	151.8	517.0	402.6	215.8	278.6	312.3	115.5	57.2	58.2	43.1	53.2	76.0	54.4	35.0	26.4	26.9	18.7	19.1	22.4	23.0	29.4	27.9	30.1	22.1
1982	39.2	146.4	357.0	178.9	182.4	76.6	50.5	43.9	28.8	22.6	33.3	27.7	25.9	29.1	50.7	23.0	20.1	51.3	25.4	23.2	23.4	28.4	47.2	68.8
1983	52.4	274.2	645.4	658.5	496.4	253.3	471.9	98.1	56.8	54.2	56.0	52.4	50.0	44.5	24.0	23.2	22.6	23.7	23.5	20.6	24.7	18.0	15.5	38.7
1984	269.3	374.5	819.2	292.1	810.6	418.2	176.8	77.4	58.9	34.8	39.7	38.3	36.4	35.0	43.8	36.3	32.4	48.5	50.9	45.5	39.6	32.0	37.8	50.4
1985	157.2	163.2	389.8	410.5	348.1	155.2	178.9	85.3	98.3	63.5	47.7	44.7	51.7	36.6	37.4	31.9	28.1	31.1	32.6	31.9	55.8	73.6	45.6	55.8
1986	186.8	416.4	489.0	180.6	198.4	326.1	174.6	187.4	155.9	87.1	69.2	59.2	59.9	64.3	101.5	94.5	75.3	90.4	95.7	76.9	68.0	55.4	69.6	67.0
1987	77.9	142.2	255.9	311.9	307.2	378.0	254.3	286.0	111.6	89.6	93.6	91.1	96.4	89.3	74.2	69.8	67.9	93.7	79.9	70.2	80.1	90.2	62.2	62.5
1988	93.8	265.3	697.6	663.7	1601.1	500.5	242.5	104.2	93.3	69.6	53.7	91.2	72.1	35.9	19.9	61.4	77.9	77.8	59.9	52.8	40.9	33.4	39.4	23.7

Año	Quincena del año <i>i</i>												Quincena del año <i>i+1</i>											
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1989	41.1	116.1	105.1	84.8	313.0	287.7	144.6	55.6	61.8	43.5	37.7	38.0	39.2	28.6	28.4	49.7	59.8	38.3	42.9	35.8	25.7	39.4	47.6	33.5
1990	79.0	135.4	260.1	1197.2	1875.2	500.0	380.7	167.8	181.6	124.7	48.8	27.2	24.5	39.7	54.3	50.7	50.4	65.6	51.4	56.5	57.2	51.7	53.5	42.2
1991	66.1	1216.0	3281.6	562.8	228.2	415.7	387.5	172.0	48.7	42.7	35.9	41.4	40.5	88.8	2210.0	512.0	213.5	88.0	47.5	72.9	63.9	54.2	71.9	70.1
1992	50.6	52.8	152.0	200.3	230.6	173.6	146.0	360.9	226.0	68.0	61.4	197.1	276.7	48.1	68.7	58.8	58.4	59.8	57.9	53.6	56.4	52.4	56.5	46.6
1993	104.6	275.1	414.4	200.4	173.4	285.2	193.9	90.0	71.7	55.2	50.7	42.0	22.2	32.0	32.8	27.0	33.0	45.7	61.1	67.9	42.3	66.0	65.6	
1994	120.9	108.8	71.5	89.5	149.2	290.4	176.3	103.7	96.4	51.5	46.1	45.5	44.1	42.4	18.7	30.2	28.6	38.7	51.2	40.1	42.0	38.8	28.9	42.6
1995	167.0	248.8	394.4	381.3	925.2	546.1	246.5	120.6	75.1	64.1	56.5	46.8	49.2	32.3	26.4	26.2	22.9	22.9	29.1	20.1	20.2	57.5	61.9	58.8
1996	85.5	108.4	148.8	62.8	205.3	413.8	204.6	447.5	90.1	45.2	37.8	35.0	37.1	33.6	39.8	36.5	29.4	40.5	55.8	64.8	56.6	44.3	54.2	46.9
1997	108.8	159.5	155.1	101.5	109.9	156.8	69.9	48.6	44.8	39.8	42.3	38.1	44.0	44.3	41.4	40.6	40.8	44.2	49.9	79.5	73.5	58.3	57.7	59.8
1998	67.8	89.0	152.5	217.1	250.0	249.2	573.1	467.3	153.4	71.0	51.5	54.5	55.4	34.7	33.9	34.7	31.9	26.6	36.1	42.9	54.3	52.6	46.7	50.7
1999	107.5	208.9	235.1	189.5	186.4	326.0	113.5	76.9	67.0	57.8	45.6	36.9	39.0	38.8	41.1	37.5	34.9	37.6	36.1	50.4	60.5	18.7	14.8	114.7
2000	159.9	164.4	94.2	113.6	94.7	55.0	57.6	40.8	39.0	30.6	34.5	29.2	32.8	33.1	47.0	58.3	52.2	32.0	22.6	28.9	36.7	35.2	37.4	41.3
2001	50.0	151.9	240.7	271.4	213.0	347.4	146.1	51.4	28.1	39.0	43.2	31.5	29.8	39.2	46.8	46.7	59.0	53.3	41.1	42.8	42.3	44.0	44.7	39.3
2002	58.1	101.9	277.7	362.8	639.0	239.3	409.2	137.2	99.5	59.7	55.2	30.9	31.1	33.9	48.5	20.6	37.4	45.3	48.0	49.4	49.6	46.1	49.6	48.0
2003	97.7	192.8	322.6	603.4	711.9	1024.3	987.7	229.4	236.4	86.7	41.0	36.9	44.3	43.9	62.0	40.7	31.6	50.6	52.9	40.5	40.1	40.3	41.9	161.2
2004	232.0	189.4	212.8	327.4	355.4	477.2	582.0	250.2	138.5	83.4	78.3	76.2	54.5	50.6	47.9	54.5	54.6	66.8	61.4	63.3	64.2	63.4	53.8	31.5
2005	56.9	98.8	178.3	219.7	217.9	282.9	148.0	63.5	64.9	49.0	52.1	37.2	19.8	46.4	43.3	37.7	40.1	50.4	45.1	53.1	60.6	63.0	66.4	49.3
2006	57.5	64.7	104.0	182.1	285.4	148.9	107.8	112.7	115.6	38.9	15.6	48.0	48.3	35.0	39.7	43.9	37.9	39.7	40.3	41.0	58.3	59.4	51.8	36.5
2007	154.9	301.3	489.5	814.2	326.4	244.8	206.6	83.6	78.0	35.8	35.5	42.9	46.7	46.8	47.2	48.2	64.5	40.2	8.2	10.8	52.1	54.5	64.1	86.6
2008	140.0	672.8	476.7	338.6	1536.6	1020.9	1063.7	192.6	141.0	84.5	58.4	65.0	10.6	26.6	52.1	49.2	40.1	44.7	68.1	60.5	48.3	50.1	63.8	45.1
2009	68.6	155.9	85.6	83.5	95.7	260.8	200.4	96.5	85.7	45.2	25.7	39.4	34.8	27.5	32.9	348.5	56.9	38.5	31.2	30.9	15.1	25.9	34.4	35.4
2010	67.6	298.3	474.3	475.2	390.2	244.0	408.7	98.3	48.8	31.2	27.9	42.6	27.6	27.2	33.4	27.3	24.1	29.8	20.2	25.2	26.7	21.7	7.8	27.1
2011	65.5	124.5	174.5	140.0	140.4	119.1	61.9	58.8	42.2	23.3	19.7	22.4	23.6	21.3	25.2	43.6	33.8	23.5	19.4	19.7	28.3	26.3	27.6	28.1
2012	60.4	210.0	275.8	179.7	220.1	205.6	90.9	33.7	34.0	37.3	38.8	18.6	35.3	42.8	27.6	28.8	21.6	24.4	29.3	19.5	14.1	19.6	15.9	31.6

Tabla C.75. Volúmenes quincenales [$\times 10^6 \text{ m}^3$] y estadísticos cuenca propia presa Aguamilpa. Años hidrológicos redefinidos para la generación de series sintéticas.

Año	Quincena del año <i>i</i>												Quincena del año <i>i+1</i>											
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1952	110.1	284.4	338.2	245.1	343.7	59.9	123.4	69.9	23.1	24.3	19.5	18.5	19.7	18.0	18.4	17.5	35.8	19.9	16.8	15.3	14.8	13.9	18.2	15.8
1953	50.2	134.0	110.7	117.6	521.9	526.9	54.4	79.3	45.3	32.8	20.8	23.0	26.7	25.1	19.8	16.5	13.9	15.4	15.8	14.1	14.0	13.8	14.5	54.3
1954	209.9	488.7	397.0	356.9	564.9	175.5	259.9	160.1	62.5	25.1	21.8	20.0	21.2	22.4	29.8	18.8	15.1	16.5	16.6	14.8	14.1	13.9	14.6	15.0
1955	46.1	140.4	372.9	861.4	731.9	498.0	800.9	209.2	50.9	27.6	22.7	20.6	21.0	18.5	19.2	17.0	15.7	15.8	16.2	15.0	15.0	14.6	40.6	23.4
1956	137.1	178.4	291.1	161.1	506.2	185.3	69.0	30.4	39.9	19.3	18.1	17.6	18.8	17.1	18.0	16.2	13.5	15.4	16.7	15.0	14.6	14.5	14.9	13.6
1957	19.9	60.9	170.4	137.9	121.1	110.4	141.5	32.2	457.3	32.0	21.4	19.0	19.5	17.9	22.0	17.6	14.6	45.0	17.1	14.6	14.0	13.8	17.5	51.8
1958	111.2	127.1	368.5	142.1	302.9	464.6	514.7	214.2	384.5	349.5	65.7	43.9	42.4	49.1	29.9	22.5	18.4	19.2	17.5	30.6	215.6	25.4	23.7	69.3
1959	103.9	259.4	401.1	337.2	705.7	215.3	86.2	48.3	122.6	54.3	26.7	21.3	33.4	67.5	33.3	20.8	18.5	17.9	18.3	16.6	15.4	14.8	15.3	15.9
1960	34.6	119.6	157.7	278.9	251.3	239.0	54.6	28.8	32.4	22.3	18.2	201.0	67.6	24.7	56.0	24.9	16.2	17.0	16.8	15.7	14.9	14.2	15.6	34.0

Actualización de las avenidas de diseño y de las políticas de operación del sistema de presas del río Santiago
Posgrado en Ingeniería UNAM

Año	Quincena del año <i>i</i>												Quincena del año <i>i+1</i>											
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1961	145.9	449.2	384.8	796.1	362.4	266.6	345.7	85.3	40.4	25.7	22.5	21.2	22.4	19.2	19.6	46.4	16.1	17.3	17.1	14.7	14.8	14.5	15.1	13.9
1962	255.5	421.3	218.0	120.9	345.1	481.8	242.6	147.9	122.4	35.9	24.8	23.4	25.3	24.9	21.1	17.8	14.9	20.4	17.2	15.3	15.2	14.6	29.8	25.2
1963	145.5	590.6	389.7	663.3	416.6	272.6	592.5	231.8	133.8	38.3	26.8	54.0	84.0	27.0	25.8	26.0	18.9	18.3	18.1	16.1	15.2	14.5	17.5	15.5
1964	118.6	171.8	301.9	391.7	187.3	493.4	598.0	378.3	90.4	34.5	27.0	43.1	27.8	21.2	28.9	20.7	18.9	17.9	17.3	15.4	14.9	16.5	15.8	14.6
1965	33.9	96.9	212.7	601.1	441.3	383.6	489.4	127.8	39.5	26.3	21.8	30.1	194.0	28.3	157.9	196.8	52.8	27.5	22.9	29.6	18.9	18.0	22.5	18.7
1966	170.4	153.7	226.4	449.0	758.9	325.2	293.5	148.2	140.4	36.7	27.6	23.5	26.3	119.6	61.1	25.1	18.0	18.8	18.4	16.3	15.4	15.0	19.7	33.7
1967	115.7	442.0	301.3	207.0	1258.9	1078.5	801.3	162.7	96.5	38.5	28.6	25.1	61.8	24.8	23.6	32.1	27.0	376.2	43.9	23.7	20.1	18.3	18.0	16.6
1968	35.9	211.6	799.7	438.5	753.8	573.0	315.6	210.7	79.4	37.7	44.1	36.0	134.9	46.6	30.3	27.7	24.4	21.6	20.8	17.8	16.5	16.0	17.1	16.9
1969	27.7	155.3	192.5	71.1	129.6	202.9	323.8	270.5	92.7	32.3	24.5	105.7	96.7	99.8	34.7	26.8	84.6	36.9	24.1	18.1	16.6	15.9	16.2	16.5
1970	114.9	186.2	390.6	340.0	305.0	125.9	633.3	306.5	50.8	34.7	26.0	22.0	21.8	20.8	20.9	17.8	14.7	16.1	16.4	14.7	14.6	14.2	19.4	21.9
1971	167.0	308.9	306.5	413.1	496.5	284.1	483.7	644.2	161.1	55.5	34.8	29.3	27.7	37.8	25.9	20.5	16.8	17.2	18.1	15.7	15.2	15.0	15.1	13.8
1972	14.0	125.0	147.0	170.3	71.7	214.3	182.2	56.0	36.8	21.6	285.5	52.4	36.4	121.7	40.9	23.3	36.0	23.3	19.2	16.1	15.7	15.4	15.9	15.7
1973	46.9	415.4	321.5	834.7	1568.8	641.6	607.9	190.3	107.1	55.4	32.2	27.9	27.3	24.1	23.9	20.8	16.5	17.6	18.3	16.1	15.5	15.3	19.4	26.1
1974	82.3	253.7	248.3	224.2	300.3	218.4	196.1	90.2	33.5	23.4	20.1	19.4	56.0	32.1	24.2	19.6	15.4	16.5	16.5	14.9	14.3	14.1	14.7	20.8
1975	56.3	288.8	552.6	976.2	618.4	447.9	77.2	34.5	44.4	23.9	20.3	18.9	20.1	19.3	19.7	19.1	16.0	16.3	16.4	16.0	14.9	14.4	15.1	16.7
1976	64.8	353.4	388.8	245.4	471.4	234.5	239.0	106.5	39.7	24.9	771.9	291.6	260.0	113.8	67.1	31.9	21.0	22.9	21.1	18.4	17.6	16.5	16.4	27.7
1977	147.0	383.4	303.8	479.7	562.3	579.3	118.9	54.2	41.5	25.8	21.4	22.0	23.1	20.0	20.9	30.1	18.5	18.9	18.1	16.3	15.3	15.0	16.1	25.2
1978	87.3	174.9	289.7	239.7	291.5	559.1	418.1	336.8	66.3	30.5	23.6	23.3	24.8	21.7	98.4	33.2	20.1	20.6	19.7	17.1	16.2	15.5	15.9	18.7
1979	22.2	89.8	330.8	373.6	294.0	231.0	136.3	34.9	25.4	21.5	19.9	24.4	23.0	19.1	25.4	25.2	22.4	18.4	16.7	15.1	14.7	15.1	15.1	17.5
1980	67.8	130.6	327.5	137.7	564.7	439.9	162.2	88.6	33.6	30.9	25.3	20.7	24.1	21.1	46.5	23.0	16.4	18.3	18.2	14.8	19.1	15.4	15.1	14.1
1981	116.4	687.6	337.8	232.1	361.8	557.0	135.4	114.2	48.2	26.3	23.4	26.2	23.8	20.3	20.3	18.2	14.6	16.2	16.8	15.0	14.6	14.5	15.2	13.9
1982	42.6	129.8	370.7	141.5	206.6	69.6	53.7	118.8	32.1	18.7	109.8	99.1	109.6	90.9	187.4	40.7	22.7	47.4	24.1	18.0	16.3	15.3	42.5	32.7
1983	49.4	219.0	325.6	573.9	526.6	332.6	594.0	96.6	86.4	55.7	30.7	25.2	24.6	23.2	47.1	69.0	20.5	18.6	18.3	16.1	16.0	16.0	20.4	35.9
1984	209.8	491.1	935.8	433.9	639.1	256.9	94.2	89.3	38.5	25.1	35.3	25.5	25.5	79.0	313.8	37.5	20.2	21.2	20.4	17.4	16.4	15.6	16.0	29.7
1985	244.4	86.7	276.3	480.9	400.4	128.8	202.0	74.4	76.3	31.0	24.0	22.1	53.5	25.8	23.7	24.2	20.1	16.7	16.2	15.4	14.9	14.7	20.2	27.8
1986	169.2	188.8	349.8	151.6	272.3	355.3	197.2	144.1	160.3	42.5	27.7	25.0	35.2	467.8	288.9	45.5	152.3	74.0	37.2	22.9	20.7	17.8	21.7	24.1
1987	47.6	125.2	420.5	611.4	267.7	238.1	279.3	202.2	28.5	16.4	14.1	13.2	51.5	24.9	22.0	19.2	17.0	17.4	17.9	16.4	16.2	15.0	15.4	19.1
1988	163.0	250.3	358.5	323.7	1079.1	214.3	157.7	72.9	32.1	20.1	20.3	20.0	22.7	19.2	19.8	17.8	14.5	15.8	16.4	15.0	14.8	14.3	15.0	15.9
1989	17.3	124.8	141.6	168.4	478.6	295.1	105.7	54.3	34.2	20.8	58.7	48.5	28.2	22.2	19.9	21.4	62.6	19.5	16.8	15.1	14.4	14.5	18.7	48.3
1990	81.5	290.3	546.5	821.6	2045.6	699.4	380.2	260.3	135.2	52.0	24.1	21.0	21.1	18.9	19.9	18.1	14.9	15.9	16.3	14.7	14.5	14.0	14.5	15.2
1991	53.7	565.2	1507.9	425.0	350.4	623.6	620.3	228.3	70.7	49.1	55.2	39.4	85.3	211.5	361.8	142.5	48.8	45.3	35.3	29.1	24.8	24.2	22.0	28.9
1992	19.7	67.8	139.5	177.3	178.4	72.3	85.0	63.8	63.9	34.4	30.6	81.8	93.0	94.4	40.8	33.2	20.5	17.4	16.5	16.4	15.0	14.2	14.2	13.0
1993	151.5	188.4	207.5	111.6	141.4	501.6	248.0	75.8	34.5	66.6	30.2	23.5	22.4	21.2	20.5	19.3	18.4	16.1	15.9	15.0	14.9	14.6	14.6	22.5
1994	99.7	63.7	110.1	178.6	316.3	246.0	112.7	179.4	115.4	30.2	28.1	21.9	21.3	-11.8	26.1	1.5	-10.4	7.3	-12.5	-4.9	-6.7	3.5	27.5	-27.9
1995	-23.1	222.1	220.8	310.8	400.2	213.0	282.7	13.4	-8.0	-18.3	-15.5	-13.1	-5.9	0.3	14.5	13.5	8.6	-7.4	-13.9	8.4	5.9	-17.0	-14.0	7.1
1996	103.9	142.6	150.2	172.1	466.8	497.2	140.7	754.4	43.6	13.7	24.1	14.6	8.5	0.5	73.9	22.8	2.8	1.6	1.6	5.5	-9.6	17.3	18.6	12.0
1997	153.5	219.9	190.4	131.2	273.0	343.8	48.3	95.9	22.8	57.4	34.8	-8.6	-7.9	-14.9	-5.3	-10.8	-17.4	-19.2	-25.3	-56.7	-47.6	-38.6	-34.2	-19.1
1998	1.8	125.3	167.1	324.0	326.6	335.5	173.0	29.5	12.3	-8.2	-11.6	-21.9	-23.6	-11.1	-2.1	-8.9	-8.3	0.9	-16.7	-15.6	-31.9	41.3	-8.9	-13.4
1999	127.5	419.7	321.6	223.4	358.2	788.2	49.2	15.6	-16.7	-29.3	-14.0	-10.4	-10.3	-13.8	-10.6	-16.9	-9.0	-11.0	-12.2	-24.6	-35.1	6.2	24.6	127.1

Actualización de las avenidas de diseño y de las políticas de operación del sistema de presas del río Santiago
Posgrado en Ingeniería UNAM

Año	Quincena del año <i>i</i>												Quincena del año <i>i+1</i>											
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2000	98.8	148.4	82.4	147.9	197.5	113.4	134.0	98.7	30.2	18.1	-7.7	-8.2	-2.1	-2.1	-19.3	-27.0	-33.3	0.8	-1.1	-10.1	-18.3	16.3	-5.2	14.8
2001	96.9	252.6	255.4	286.0	223.0	336.3	57.9	64.1	10.7	-5.7	-25.7	-3.7	2.7	-6.4	-10.6	5.9	-29.6	-23.0	-13.7	-23.4	-18.2	-0.5	77.8	44.1
2002	-8.5	160.3	471.8	183.7	79.3	155.5	77.2	67.2	222.4	51.6	-16.4	7.2	-3.2	-5.2	-12.9	11.5	-19.0	-15.1	-22.4	-25.3	-33.6	-20.3	-31.5	-3.6
2003	88.9	276.6	281.2	191.8	335.5	424.4	-147.1	120.6	40.4	-11.7	13.9	1.5	-10.5	9.6	24.5	-7.8	-2.0	-25.7	-2.8	-18.1	-20.6	3.2	80.6	92.8
2004	205.9	219.8	234.8	444.5	362.4	623.5	1207.6	142.6	12.4	-13.8	-26.0	-32.0	-15.1	-9.6	5.9	11.1	0.2	-23.6	-25.1	11.4	-41.1	-37.9	-12.0	16.9
2005	33.8	83.4	345.2	353.9	417.0	376.4	-15.1	71.2	22.1	47.7	21.0	12.4	15.3	-20.2	-11.0	-17.5	-20.2	-17.3	-25.0	-31.8	-36.0	-49.5	-49.5	-15.0
2006	67.7	100.3	-14.9	109.1	136.8	90.3	107.7	52.6	56.5	4.9	11.8	-24.8	-6.9	4.2	2.0	-6.4	3.3	-4.6	-4.0	-9.1	-27.0	-32.2	142.6	-2.2
2007	196.7	169.8	364.9	299.8	272.3	248.3	218.4	72.2	13.6	-3.8	1.7	0.2	-7.2	-5.0	-8.0	8.4	7.9	-97.0	-1.3	0.7	-2.9	-3.0	-12.4	66.1
2008	35.2	531.4	328.8	275.9	1077.0	623.6	417.6	73.9	52.7	12.8	9.2	6.0	8.9	6.3	11.2	4.1	15.9	1.2	2.7	4.4	9.3	4.2	9.4	-2.9
2009	81.9	184.9	126.2	70.0	182.4	265.0	281.9	67.0	118.1	8.2	3.5	369.9	30.3	15.3	12.9	319.6	71.0	17.2	13.2	-7.8	-0.5	-36.2	0.2	-14.8
2010	48.6	290.6	691.9	458.5	274.2	346.4	725.2	113.0	28.4	11.4	8.7	-11.8	5.5	6.1	7.3	2.5	3.5	5.2	3.1	3.4	-0.8	3.2	1.5	4.2
2011	24.5	69.6	86.9	135.4	170.7	162.0	61.9	16.4	5.1	-0.2	-8.9	-2.3	-5.2	-3.6	-3.5	1.9	6.9	-1.3	-1.0	-5.7	-2.9	-0.8	2.5	2.1
2012	59.9	225.8	296.7	234.9	315.3	300.5	88.8	30.0	14.4	5.1	-5.0	1.5	-12.8	13.8	-0.6	-3.0	-4.2	-3.4	-4.6	-3.1	3.1	7.1	24.1	32.9
2013	13.8	-0.6	-3.0	-4.2	-3.4	-4.6	-3.1	3.1	7.1	24.1	32.9	93.9	139.5	243.1	42.7	118.3	269.3	391.8	126.3	44.9	148.8	47.2	9.4	84.2

3. Con los volúmenes quincenales de las tablas C.74 y C.75 se obtiene el volumen anual para cada presa.

Tabla C.76. Volumen anual en cada presa [$\times 10^6 \text{ m}^3$].

Año	La Yesca	Aguamilpa	Año	La Yesca	Aguamilpa	Año	La Yesca	Aguamilpa
1952	2252.6	1884.0	1973	7956.4	5090.5	1994	1796.0	1515.2
1953	2407.5	1960.8	1974	2022.1	1969.1	1995	3699.9	1585.0
1954	1801.3	2955.2	1975	4455.2	3363.4	1996	2424.3	2679.6
1955	4525.8	4014.8	1976	5127.2	3866.4	1997	1709.1	1265.3
1956	2936.4	1841.9	1977	3776.5	2976.8	1998	2896.5	1355.1
1957	1299.2	1589.3	1978	3185.6	2862.6	1999	2175.3	2247.7
1958	6749.4	3652.3	1979	1711.9	1831.8	2000	1370.9	967.0
1959	3215.9	2669.7	1980	1828.6	2275.4	2001	2142.4	1552.8
1960	2352.5	1756.0	1981	2616.6	2869.6	2002	2978.0	1270.8
1961	2768.6	3176.8	1982	1603.7	2040.5	2003	5220.7	1739.0
1962	2723.5	2681.2	1983	3498.4	3241.4	2004	3669.4	3262.6
1963	4448.3	3852.5	1984	3898.5	3887.1	2005	2044.6	1491.2
1964	2702.7	3066.1	1985	2654.4	2320.3	2006	1812.7	757.5
1965	4697.3	3292.3	1986	3449.0	3291.9	2007	3383.4	1800.5
1966	3503.0	3140.9	1987	3335.6	2515.9	2008	6350.2	3518.8
1967	7344.3	5242.3	1988	5071.6	2913.2	2009	1955.0	2179.4
1968	3695.5	3926.2	1989	1798.0	1849.4	2010	2905.3	3029.9
1969	1398.4	2115.4	1990	5575.4	5555.9	2011	1312.5	710.4
1970	3541.7	2749.3	1991	10031.9	5648.1	2012	1715.3	1617.1
1971	5620.6	3623.3	1992	2813.2	1402.7			
1972	1729.2	1756.3	1993	2479.2	1995.9			

4. Se calcula el porcentaje de influencia de las series quincenales en el volumen anual de cada presa, para cada año. Los resultados se presentan en las tablas C.77 y C.78.

Tabla C.77. Fracciones quincenales presa La Yesca.

Año	Quincena del año <i>i</i>												Quincena del año <i>i+1</i>											
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1952	0.061	0.109	0.145	0.097	0.180	0.053	0.116	0.073	0.014	0.019	0.011	0.010	0.012	0.011	0.010	0.011	0.009	0.009	0.007	0.007	0.006	0.006	0.009	0.014
1953	0.044	0.077	0.062	0.076	0.255	0.211	0.027	0.022	0.029	0.023	0.016	0.018	0.018	0.012	0.011	0.009	0.006	0.009	0.010	0.010	0.010	0.009	0.010	0.025
1954	0.096	0.148	0.146	0.116	0.146	0.043	0.039	0.051	0.035	0.015	0.014	0.014	0.016	0.016	0.017	0.014	0.012	0.012	0.013	0.009	0.005	0.005	0.007	0.012
1955	0.007	0.046	0.070	0.173	0.202	0.098	0.178	0.081	0.039	0.009	0.008	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.006	0.014	0.008
1956	0.073	0.130	0.206	0.081	0.265	0.079	0.027	0.013	0.008	0.004	0.006	0.005	0.008	0.011	0.010	0.010	0.008	0.008	0.009	0.009	0.007	0.008	0.007	0.008
1957	0.025	0.073	0.098	0.087	0.083	0.084	0.133	0.041	0.048	0.019	0.019	0.019	0.021	0.023	0.022	0.019	0.014	0.020	0.018	0.015	0.015	0.015	0.019	0.072
1958	0.024	0.084	0.124	0.044	0.059	0.143	0.099	0.066	0.098	0.123	0.018	0.014	0.012	0.009	0.007	0.005	0.004	0.004	0.004	0.003	0.030	0.006	0.006	0.014
1959	0.033	0.068	0.184	0.098	0.276	0.078	0.042	0.033	0.038	0.023	0.022	0.011	0.011	0.009	0.009	0.008	0.008	0.008	0.006	0.007	0.007	0.006	0.008	0.007
1960	0.017	0.092	0.105	0.151	0.217	0.148	0.035	0.017	0.017	0.014	0.014	0.014	0.018	0.013	0.017	0.014	0.010	0.011	0.012	0.008	0.009	0.007	0.016	0.023
1961	0.041	0.200	0.152	0.191	0.130	0.048	0.069	0.028	0.013	0.013	0.012	0.009	0.011	0.009	0.010	0.012	0.008	0.007	0.008	0.006	0.007	0.006	0.007	0.006
1962	0.077	0.117	0.113	0.039	0.057	0.214	0.089	0.056	0.056	0.019	0.014	0.014	0.014	0.011	0.013	0.011	0.010	0.011	0.010	0.009	0.009	0.009	0.012	0.015
1963	0.027	0.179	0.116	0.165	0.101	0.058	0.101	0.057	0.026	0.014	0.009	0.018	0.023	0.017	0.015	0.010	0.006	0.008	0.008	0.007	0.008	0.008	0.010	0.011
1964	0.033	0.043	0.062	0.064	0.077	0.093	0.236	0.109	0.051	0.021	0.008	0.013	0.016	0.016	0.009	0.007	0.008	0.018	0.019	0.018	0.014	0.019	0.017	0.029
1965	0.020	0.019	0.031	0.254	0.167	0.139	0.124	0.087	0.021	0.021	0.009	0.009	0.014	0.009	0.009	0.011	0.008	0.008	0.007	0.010	0.008	0.001	0.003	0.011
1966	0.038	0.056	0.064	0.117	0.234	0.136	0.081	0.035	0.040	0.012	0.010	0.009	0.010	0.014	0.017	0.012	0.009	0.015	0.007	0.014	0.015	0.015	0.018	0.022
1967	0.012	0.042	0.054	0.029	0.202	0.253	0.182	0.062	0.041	0.018	0.012	0.006	0.012	0.005	0.006	0.005	0.006	0.022	0.006	0.003	0.004	0.005	0.004	0.008
1968	0.019	0.053	0.173	0.155	0.145	0.167	0.063	0.028	0.019	0.008	0.010	0.014	0.009	0.009	0.014	0.013	0.012	0.016	0.015	0.012	0.009	0.011	0.013	0.012
1969	0.049	0.087	0.145	0.061	0.063	0.066	0.093	0.069	0.030	0.018	0.020	0.013	0.015	0.017	0.019	0.015	0.016	0.027	0.030	0.037	0.034	0.026	0.025	0.029
1970	0.038	0.050	0.153	0.085	0.114	0.069	0.191	0.116	0.019	0.014	0.008	0.008	0.007	0.012	0.008	0.006	0.010	0.009	0.012	0.006	0.016	0.015	0.016	0.020
1971	0.030	0.042	0.079	0.137	0.167	0.061	0.170	0.129	0.033	0.022	0.013	0.009	0.009	0.006	0.008	0.009	0.012	0.012	0.008	0.005	0.008	0.008	0.008	0.014
1972	0.027	0.030	0.111	0.124	0.108	0.080	0.142	0.035	0.015	0.010	0.021	0.031	0.035	0.032	0.032	0.011	0.009	0.013	0.009	0.022	0.023	0.028	0.028	0.026
1973	0.010	0.136	0.043	0.168	0.331	0.087	0.086	0.032	0.021	0.016	0.006	0.003	0.006	0.004	0.004	0.004	0.005	0.006	0.007	0.002	0.003	0.005	0.008	0.007
1974	0.041	0.125	0.123	0.117	0.104	0.122	0.068	0.033	0.022	0.012	0.011	0.013	0.014	0.013	0.016	0.015	0.013	0.020	0.020	0.026	0.016	0.015	0.022	0.020
1975	0.024	0.061	0.213	0.290	0.152	0.103	0.019	0.012	0.008	0.006	0.005	0.005	0.005	0.006	0.010	0.012	0.007	0.010	0.011	0.010	0.007	0.007	0.008	0.009
1976	0.012	0.112	0.279	0.059	0.103	0.053	0.039	0.071	0.033	0.023	0.050	0.029	0.022	0.015	0.008	0.007	0.008	0.011	0.012	0.011	0.011	0.011	0.012	0.009
1977	0.061	0.142	0.083	0.050	0.074	0.324	0.061	0.020	0.011	0.010	0.004	0.007	0.010	0.009	0.010	0.009	0.010	0.014	0.012	0.016	0.014	0.015	0.016	0.019
1978	0.030	0.057	0.050	0.049	0.062	0.084	0.119	0.299	0.052	0.014	0.011	0.009	0.009	0.010	0.011	0.010	0.010	0.015	0.018	0.016	0.015	0.013	0.019	0.019
1979	0.031	0.045	0.102	0.177	0.163	0.125	0.065	0.012	0.010	0.012	0.011	0.010	0.010	0.013	0.016	0.018	0.016	0.020	0.022	0.018	0.019	0.024	0.030	0.030
1980	0.044	0.058	0.127	0.093	0.153	0.115	0.064	0.059	0.028	0.025	0.023	0.019	0.018	0.013	0.018	0.012	0.011	0.013	0.015	0.015	0.014	0.017	0.024	0.022
1981	0.058	0.198	0.154	0.082	0.106	0.119	0.044	0.022	0.022	0.016	0.020	0.029	0.021	0.013	0.010	0.010	0.007	0.007	0.009	0.009	0.011	0.011	0.011	0.008
1982	0.024	0.091	0.223	0.112	0.114	0.048	0.032	0.027	0.018	0.014	0.021	0.017	0.016	0.018	0.032	0.014	0.013	0.032	0.016	0.014	0.015	0.018	0.029	0.043
1983	0.015	0.078	0.184	0.188	0.142	0.072	0.135	0.028	0.016	0.015	0.016	0.015	0.014	0.013	0.007	0.007	0.006	0.007	0.007	0.006	0.007	0.005	0.004	0.011
1984	0.069	0.096	0.210	0.075	0.208	0.107	0.045	0.020	0.015	0.009	0.010	0.010	0.009	0.009	0.011	0.009	0.008	0.012	0.013	0.012	0.010	0.008	0.010	0.013
1985	0.059	0.061	0.147	0.155	0.131	0.058	0.067	0.032	0.037	0.024	0.018	0.017	0.019	0.014	0.014	0.012	0.011	0.012	0.012	0.012	0.021	0.028	0.017	0.021
1986	0.054	0.121	0.142	0.052	0.058	0.095	0.051	0.054	0.045	0.025	0.020	0.017	0.017	0.019	0.029	0.027	0.022	0.026	0.028	0.022	0.020	0.016	0.020	0.019
1987	0.023	0.043	0.077	0.094	0.092	0.113	0.076	0.086	0.033	0.027	0.028	0.027	0.029	0.027	0.022	0.021	0.020	0.028	0.024	0.021	0.024	0.027	0.019	0.019
1988	0.018	0.052	0.138	0.131	0.316	0.099	0.048	0.021	0.018	0.014	0.011	0.018	0.014	0.007	0.004	0.012	0.015	0.015	0.012	0.010	0.008	0.007	0.008	0.005

Año	Quincena del año <i>i</i>													Quincena del año <i>i+1</i>										
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1989	0.023	0.065	0.058	0.047	0.174	0.160	0.080	0.031	0.034	0.024	0.021	0.021	0.022	0.016	0.016	0.028	0.033	0.021	0.024	0.020	0.014	0.022	0.026	0.019
1990	0.014	0.024	0.047	0.215	0.336	0.090	0.068	0.030	0.033	0.022	0.009	0.005	0.004	0.007	0.010	0.009	0.009	0.012	0.009	0.010	0.010	0.009	0.010	0.008
1991	0.007	0.121	0.327	0.056	0.023	0.041	0.039	0.017	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.009	0.220	0.051	0.021	0.009	0.005	0.007	0.006	0.005	0.007	0.007
1992	0.018	0.019	0.054	0.071	0.082	0.062	0.052	0.128	0.080	0.024	0.022	0.070	0.098	0.017	0.024	0.021	0.021	0.021	0.021	0.019	0.020	0.019	0.020	0.017
1993	0.042	0.111	0.167	0.081	0.070	0.115	0.078	0.036	0.029	0.022	0.020	0.017	0.009	0.013	0.013	0.011	0.011	0.013	0.018	0.025	0.027	0.017	0.027	0.026
1994	0.067	0.061	0.040	0.050	0.083	0.162	0.098	0.058	0.054	0.029	0.026	0.025	0.025	0.024	0.010	0.017	0.016	0.022	0.029	0.022	0.023	0.022	0.016	0.024
1995	0.045	0.067	0.107	0.103	0.250	0.148	0.067	0.033	0.020	0.017	0.015	0.013	0.013	0.009	0.007	0.007	0.006	0.006	0.008	0.005	0.005	0.016	0.017	0.016
1996	0.035	0.045	0.061	0.026	0.085	0.171	0.084	0.185	0.037	0.019	0.016	0.014	0.015	0.014	0.016	0.015	0.012	0.017	0.023	0.027	0.023	0.018	0.022	0.019
1997	0.064	0.093	0.091	0.059	0.064	0.092	0.041	0.028	0.026	0.023	0.025	0.022	0.026	0.026	0.024	0.024	0.024	0.026	0.029	0.046	0.043	0.034	0.034	0.035
1998	0.023	0.031	0.053	0.075	0.086	0.086	0.198	0.161	0.053	0.024	0.018	0.019	0.019	0.012	0.012	0.012	0.011	0.009	0.012	0.015	0.019	0.018	0.016	0.017
1999	0.049	0.096	0.108	0.087	0.086	0.150	0.052	0.035	0.031	0.027	0.021	0.017	0.018	0.018	0.019	0.017	0.016	0.017	0.017	0.023	0.028	0.009	0.007	0.053
2000	0.117	0.120	0.069	0.083	0.069	0.040	0.042	0.030	0.028	0.022	0.025	0.021	0.024	0.024	0.034	0.042	0.038	0.023	0.016	0.021	0.027	0.026	0.027	0.030
2001	0.023	0.071	0.112	0.127	0.099	0.162	0.068	0.024	0.013	0.018	0.020	0.015	0.014	0.018	0.022	0.022	0.028	0.025	0.019	0.020	0.020	0.021	0.021	0.018
2002	0.020	0.034	0.093	0.122	0.215	0.080	0.137	0.046	0.033	0.020	0.019	0.010	0.010	0.011	0.016	0.007	0.013	0.015	0.016	0.017	0.017	0.015	0.017	0.016
2003	0.019	0.037	0.062	0.116	0.136	0.196	0.189	0.044	0.045	0.017	0.008	0.007	0.008	0.008	0.012	0.008	0.006	0.010	0.010	0.008	0.008	0.008	0.008	0.031
2004	0.063	0.052	0.058	0.089	0.097	0.130	0.159	0.068	0.038	0.023	0.021	0.021	0.015	0.014	0.013	0.015	0.015	0.018	0.017	0.017	0.017	0.017	0.015	0.009
2005	0.028	0.048	0.087	0.107	0.107	0.138	0.072	0.031	0.032	0.024	0.025	0.018	0.010	0.023	0.021	0.018	0.020	0.025	0.022	0.026	0.030	0.031	0.033	0.024
2006	0.032	0.036	0.057	0.100	0.157	0.082	0.059	0.062	0.064	0.021	0.009	0.027	0.027	0.019	0.022	0.024	0.021	0.022	0.022	0.023	0.032	0.033	0.029	0.020
2007	0.046	0.089	0.145	0.241	0.096	0.072	0.061	0.025	0.023	0.011	0.010	0.013	0.014	0.014	0.014	0.014	0.019	0.012	0.002	0.003	0.015	0.016	0.019	0.026
2008	0.022	0.106	0.075	0.053	0.242	0.161	0.168	0.030	0.022	0.013	0.009	0.010	0.002	0.004	0.008	0.008	0.006	0.007	0.011	0.010	0.008	0.008	0.010	0.007
2009	0.035	0.080	0.044	0.043	0.049	0.133	0.103	0.049	0.044	0.023	0.013	0.020	0.018	0.014	0.017	0.178	0.029	0.020	0.016	0.016	0.008	0.013	0.018	0.018
2010	0.023	0.103	0.163	0.164	0.134	0.084	0.141	0.034	0.017	0.011	0.010	0.015	0.009	0.009	0.012	0.009	0.008	0.010	0.007	0.009	0.009	0.007	0.003	0.009
2011	0.050	0.095	0.133	0.107	0.107	0.091	0.047	0.045	0.032	0.018	0.015	0.017	0.018	0.016	0.019	0.033	0.026	0.018	0.015	0.015	0.022	0.020	0.021	0.021
2012	0.035	0.122	0.161	0.105	0.128	0.120	0.053	0.020	0.020	0.022	0.023	0.011	0.021	0.025	0.016	0.017	0.013	0.014	0.017	0.011	0.008	0.011	0.009	0.018

Tabla C.78. Fracciones quincenales presa Aguamilpa.

Año	Quincena del año <i>i</i>													Quincena del año <i>i+1</i>										
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1952	0.058	0.151	0.180	0.130	0.182	0.032	0.066	0.037	0.012	0.013	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.009	0.019	0.011	0.009	0.008	0.008	0.007	0.010	0.008
1953	0.026	0.068	0.056	0.060	0.266	0.269	0.028	0.040	0.023	0.017	0.011	0.012	0.014	0.013	0.010	0.008	0.007	0.008	0.008	0.007	0.007	0.007	0.007	0.028
1954	0.071	0.165	0.134	0.121	0.191	0.059	0.088	0.054	0.021	0.008	0.007	0.007	0.007	0.008	0.010	0.006	0.005	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
1955	0.011	0.035	0.093	0.215	0.182	0.124	0.199	0.052	0.013	0.007	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.010	0.006	
1956	0.074	0.097	0.158	0.087	0.275	0.101	0.037	0.016	0.022	0.010	0.010	0.010	0.010	0.009	0.010	0.009	0.007	0.008	0.009	0.008	0.008	0.008	0.008	0.007
1957	0.013	0.038	0.107	0.087	0.076	0.069	0.089	0.020	0.288	0.020	0.013	0.012	0.012	0.011	0.014	0.011	0.009	0.028	0.011	0.009	0.009	0.009	0.011	0.033
1958	0.030	0.035	0.101	0.039	0.083	0.127	0.141	0.059	0.105	0.096	0.018	0.012	0.012	0.013	0.008	0.006	0.005	0.005	0.005	0.008	0.059	0.007	0.006	0.019
1959	0.039	0.097	0.150	0.126	0.264	0.081	0.032	0.018	0.046	0.020	0.010	0.008	0.013	0.025	0.012	0.008	0.007	0.007	0.007	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
1960	0.020	0.068	0.090	0.159	0.143	0.136	0.031	0.016	0.018	0.013	0.010	0.114	0.039	0.014	0.032	0.014	0.009	0.010	0.010	0.009	0.008	0.008	0.009	0.019
1961	0.046	0.141	0.121	0.251	0.114	0.084	0.109	0.027	0.013	0.008	0.007	0.007	0.007	0.006	0.006	0.015	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004
1962	0.095	0.157	0.081	0.045	0.129	0.180	0.090	0.055	0.046	0.013	0.009	0.009	0.009	0.009	0.008	0.007	0.006	0.008	0.006	0.006	0.006	0.005	0.011	0.009

Actualización de las avenidas de diseño y de las políticas de operación del sistema de presas del río Santiago
Posgrado en Ingeniería UNAM

Año	Quincena del año i													Quincena del año $i+1$										
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1963	0.038	0.153	0.101	0.172	0.108	0.071	0.154	0.060	0.035	0.010	0.007	0.014	0.022	0.007	0.007	0.007	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004
1964	0.039	0.056	0.098	0.128	0.061	0.161	0.195	0.123	0.029	0.011	0.009	0.014	0.009	0.007	0.009	0.007	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
1965	0.010	0.029	0.065	0.183	0.134	0.117	0.149	0.039	0.012	0.008	0.007	0.009	0.059	0.009	0.048	0.060	0.016	0.008	0.007	0.009	0.006	0.005	0.007	0.006
1966	0.054	0.049	0.072	0.143	0.242	0.104	0.093	0.047	0.045	0.012	0.009	0.007	0.008	0.038	0.019	0.008	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.006	0.011
1967	0.022	0.084	0.057	0.039	0.240	0.206	0.153	0.031	0.018	0.007	0.005	0.005	0.012	0.005	0.005	0.006	0.005	0.072	0.008	0.005	0.004	0.003	0.003	0.003
1968	0.009	0.054	0.204	0.112	0.192	0.146	0.080	0.054	0.020	0.010	0.011	0.009	0.034	0.012	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004
1969	0.013	0.073	0.091	0.034	0.061	0.096	0.153	0.128	0.044	0.015	0.012	0.050	0.046	0.047	0.016	0.013	0.040	0.017	0.011	0.009	0.008	0.007	0.008	0.008
1970	0.042	0.068	0.142	0.124	0.111	0.046	0.230	0.111	0.018	0.013	0.009	0.008	0.008	0.008	0.008	0.006	0.005	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.007	0.008
1971	0.046	0.085	0.085	0.114	0.137	0.078	0.133	0.178	0.044	0.015	0.010	0.008	0.008	0.010	0.007	0.006	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
1972	0.008	0.071	0.084	0.097	0.041	0.122	0.104	0.032	0.021	0.012	0.163	0.030	0.021	0.069	0.023	0.013	0.021	0.013	0.011	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
1973	0.009	0.082	0.063	0.164	0.308	0.126	0.119	0.037	0.021	0.011	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005
1974	0.042	0.129	0.126	0.114	0.153	0.111	0.100	0.046	0.017	0.012	0.010	0.010	0.028	0.016	0.012	0.010	0.008	0.008	0.008	0.008	0.007	0.007	0.007	0.011
1975	0.017	0.086	0.164	0.290	0.184	0.133	0.023	0.010	0.013	0.007	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.005
1976	0.017	0.091	0.101	0.063	0.122	0.061	0.062	0.028	0.010	0.006	0.200	0.075	0.067	0.029	0.017	0.008	0.005	0.006	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.007
1977	0.049	0.129	0.102	0.161	0.189	0.195	0.040	0.018	0.014	0.009	0.007	0.007	0.008	0.007	0.007	0.010	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.008
1978	0.031	0.061	0.101	0.084	0.102	0.195	0.146	0.118	0.023	0.011	0.008	0.008	0.009	0.008	0.034	0.012	0.007	0.007	0.007	0.006	0.006	0.005	0.006	0.007
1979	0.012	0.049	0.181	0.204	0.160	0.126	0.074	0.019	0.014	0.012	0.011	0.013	0.013	0.010	0.014	0.014	0.012	0.010	0.009	0.008	0.008	0.008	0.008	0.010
1980	0.030	0.057	0.144	0.060	0.248	0.193	0.071	0.039	0.015	0.014	0.011	0.009	0.011	0.009	0.020	0.010	0.007	0.008	0.008	0.007	0.008	0.007	0.007	0.006
1981	0.041	0.240	0.118	0.081	0.126	0.194	0.047	0.040	0.017	0.009	0.008	0.009	0.008	0.007	0.007	0.006	0.005	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
1982	0.021	0.064	0.182	0.069	0.101	0.034	0.026	0.058	0.016	0.009	0.054	0.049	0.054	0.045	0.092	0.020	0.011	0.023	0.012	0.009	0.008	0.008	0.021	0.016
1983	0.015	0.068	0.100	0.177	0.162	0.103	0.183	0.030	0.027	0.017	0.009	0.008	0.008	0.007	0.015	0.021	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.006	0.011
1984	0.054	0.126	0.241	0.112	0.164	0.066	0.024	0.023	0.010	0.006	0.009	0.007	0.007	0.020	0.081	0.010	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.008
1985	0.105	0.037	0.119	0.207	0.173	0.056	0.087	0.032	0.033	0.013	0.010	0.010	0.023	0.011	0.010	0.010	0.009	0.007	0.007	0.007	0.006	0.006	0.009	0.012
1986	0.051	0.057	0.106	0.046	0.083	0.108	0.060	0.044	0.049	0.013	0.008	0.008	0.011	0.142	0.088	0.014	0.046	0.022	0.011	0.007	0.006	0.005	0.007	0.007
1987	0.019	0.050	0.167	0.243	0.106	0.095	0.111	0.080	0.011	0.007	0.006	0.005	0.020	0.010	0.009	0.008	0.007	0.007	0.007	0.007	0.006	0.006	0.006	0.008
1988	0.056	0.086	0.123	0.111	0.370	0.074	0.054	0.025	0.011	0.007	0.007	0.007	0.008	0.007	0.007	0.006	0.005	0.005	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
1989	0.009	0.067	0.077	0.091	0.259	0.160	0.057	0.029	0.018	0.011	0.032	0.026	0.015	0.012	0.011	0.012	0.034	0.011	0.009	0.008	0.008	0.008	0.010	0.026
1990	0.015	0.052	0.098	0.148	0.368	0.126	0.068	0.047	0.024	0.009	0.004	0.004	0.004	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
1991	0.009	0.100	0.267	0.075	0.062	0.110	0.110	0.040	0.013	0.009	0.010	0.007	0.015	0.037	0.064	0.025	0.009	0.008	0.006	0.005	0.004	0.004	0.004	0.005
1992	0.014	0.048	0.099	0.126	0.127	0.052	0.061	0.045	0.046	0.024	0.022	0.058	0.066	0.067	0.029	0.024	0.015	0.012	0.012	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009
1993	0.076	0.094	0.104	0.056	0.071	0.251	0.124	0.038	0.017	0.033	0.015	0.012	0.011	0.011	0.010	0.010	0.009	0.008	0.008	0.008	0.007	0.007	0.007	0.011
1994	0.066	0.042	0.073	0.118	0.209	0.162	0.074	0.118	0.076	0.020	0.019	0.014	0.014	-0.01	0.017	0.001	-0.01	0.005	-0.01	0.00	0.00	0.002	0.018	-0.02
1995	-0.01	0.140	0.139	0.196	0.252	0.134	0.178	0.008	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.000	0.009	0.009	0.005	0.00	-0.01	0.005	0.004	-0.01	-0.01	0.004
1996	0.039	0.053	0.056	0.064	0.174	0.186	0.053	0.282	0.016	0.005	0.009	0.005	0.003	0.000	0.028	0.009	0.001	0.001	0.001	0.002	0.00	0.006	0.007	0.004
1997	0.121	0.174	0.150	0.104	0.216	0.272	0.038	0.076	0.018	0.045	0.027	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.04	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02
1998	0.001	0.092	0.123	0.239	0.241	0.248	0.128	0.022	0.009	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	0.001	-0.01	-0.01	-0.02	0.030	-0.01	-0.01
1999	0.057	0.187	0.143	0.099	0.159	0.351	0.022	0.007	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	0.003	0.011	0.057
2000	0.102	0.153	0.085	0.153	0.204	0.117	0.139	0.102	0.031	0.019	-0.01	-0.01	0.00	0.00	-0.02	-0.03	-0.03	0.001	0.00	-0.01	-0.02	0.017	-0.01	0.015
2001	0.062	0.163	0.164	0.184	0.144	0.217	0.037	0.041	0.007	0.00	-0.02	0.00	0.002	0.00	-0.01	0.004	-0.02	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	0.00	0.050	0.028

Año	Quincena del año <i>i</i>													Quincena del año <i>i+1</i>										
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2002	-0.01	0.126	0.371	0.145	0.062	0.122	0.061	0.053	0.175	0.041	-0.01	0.006	0.00	0.00	-0.01	0.009	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02	-0.02	0.00
2003	0.051	0.159	0.162	0.110	0.193	0.244	-0.08	0.069	0.023	-0.01	0.008	0.001	-0.01	0.006	0.014	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	0.002	0.046	0.053
2004	0.063	0.067	0.072	0.136	0.111	0.191	0.370	0.044	0.004	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.002	0.003	0.000	-0.01	-0.01	0.003	-0.01	-0.01	0.00	0.005
2005	0.023	0.056	0.232	0.237	0.280	0.252	-0.01	0.048	0.015	0.032	0.014	0.008	0.010	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.01
2006	0.09	0.13	-0.02	0.144	0.181	0.119	0.142	0.069	0.075	0.006	0.016	-0.03	-0.01	0.006	0.003	-0.01	0.004	-0.01	-0.01	-0.01	-0.04	-0.04	0.188	0.00
2007	0.109	0.094	0.203	0.167	0.151	0.138	0.121	0.040	0.008	0.00	0.001	0.000	0.00	0.00	0.00	0.005	0.004	-0.05	0.00	0.000	0.00	0.00	-0.01	0.037
2008	0.010	0.151	0.093	0.078	0.306	0.177	0.119	0.021	0.015	0.004	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.001	0.005	0.000	0.001	0.001	0.003	0.001	0.003	0.00
2009	0.038	0.085	0.058	0.032	0.084	0.122	0.129	0.031	0.054	0.004	0.002	0.170	0.014	0.007	0.006	0.147	0.033	0.008	0.006	0.00	0.00	-0.02	0.000	-0.01
2010	0.016	0.096	0.228	0.151	0.090	0.114	0.239	0.037	0.009	0.004	0.003	0.00	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.00	0.001	0.000	0.001
2011	0.035	0.098	0.122	0.191	0.240	0.228	0.087	0.023	0.007	0.00	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.003	0.010	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.004	0.003
2012	0.037	0.140	0.183	0.145	0.195	0.186	0.055	0.019	0.009	0.003	0.00	0.001	-0.01	0.009	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.002	0.004	0.015	0.020

El volumen total anual en todo el sistema se presenta en la Tabla C.79 y en la Figura C.1 se presenta el volumen anual para cada presa y el volumen total en el sistema.

Tabla C.79. Serie de volúmenes totales anuales [$\times 10^6 \text{ m}^3$].

Año	Total	Año	Total	Año	Total	Año	Total
1952	4136.61	1968	7621.75	1984	7785.61	2000	2337.96
1953	4368.34	1969	3513.80	1985	4974.68	2001	3695.24
1954	4756.47	1970	6290.95	1986	6740.89	2002	4248.76
1955	8540.65	1971	9243.87	1987	5851.57	2003	6959.74
1956	4778.22	1972	3485.55	1988	7984.82	2004	6932.05
1957	2888.52	1973	13046.89	1989	3647.41	2005	3535.80
1958	10401.76	1974	3991.21	1990	11131.32	2006	2570.25
1959	5885.59	1975	7818.60	1991	15680.08	2007	5183.98
1960	4108.48	1976	8993.56	1992	4215.89	2008	9869.05
1961	5945.43	1977	6753.22	1993	4475.07	2009	4134.37
1962	5404.69	1978	6048.23	1994	3311.22	2010	5935.20
1963	8300.86	1979	3543.74	1995	5284.94	2011	2022.91
1964	5768.85	1980	4104.06	1996	5103.82	2012	3332.39
1965	7989.62	1981	5486.12	1997	2974.41		
1966	6643.93	1982	3644.27	1998	4251.67		
1967	12586.54	1983	6739.85	1999	4422.96		

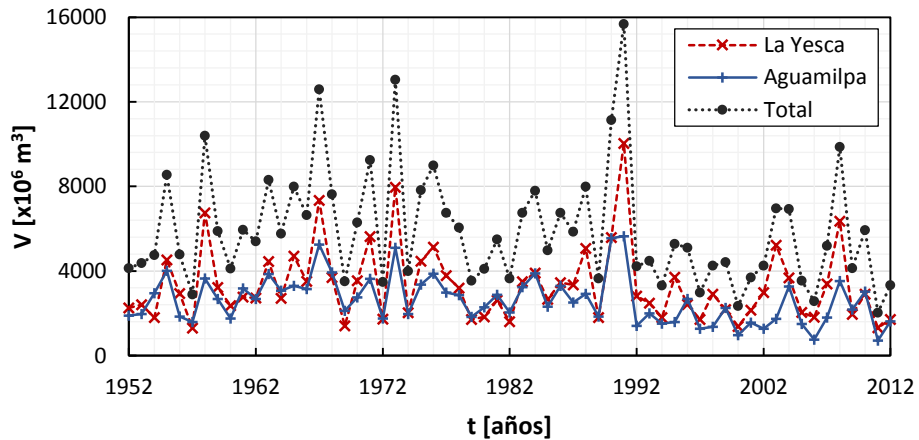


Figura C.1. Volumen anual para cada presa y volumen total del sistema (suma de ambas).

- El porcentaje de influencia de las series de volúmenes anuales de cada presa en la serie de volúmenes totales anuales del sistema se presenta en la Tabla C.80.

Tabla C.80. Porcentaje de influencia de las series de volúmenes anuales de cada presa en el volumen total del sistema.

Año	La Yesca	Aguamilpa	Año	La Yesca	Aguamilpa	Año	La Yesca	Aguamilpa
1952	54.5%	45.5%	1973	61.0%	39.0%	1994	54.2%	45.8%
1953	55.1%	44.9%	1974	50.7%	49.3%	1995	70.0%	30.0%
1954	37.9%	62.1%	1975	57.0%	43.0%	1996	47.5%	52.5%
1955	53.0%	47.0%	1976	57.0%	43.0%	1997	57.5%	42.5%
1956	61.5%	38.5%	1977	55.9%	44.1%	1998	68.1%	31.9%
1957	45.0%	55.0%	1978	52.7%	47.3%	1999	49.2%	50.8%
1958	64.9%	35.1%	1979	48.3%	51.7%	2000	58.6%	41.4%
1959	54.6%	45.4%	1980	44.6%	55.4%	2001	58.0%	42.0%
1960	57.3%	42.7%	1981	47.7%	52.3%	2002	70.1%	29.9%
1961	46.6%	53.4%	1982	44.0%	56.0%	2003	75.0%	25.0%
1962	50.4%	49.6%	1983	51.9%	48.1%	2004	52.9%	47.1%
1963	53.6%	46.4%	1984	50.1%	49.9%	2005	57.8%	42.2%
1964	46.9%	53.1%	1985	53.4%	46.6%	2006	70.5%	29.5%
1965	58.8%	41.2%	1986	51.2%	48.8%	2007	65.3%	34.7%
1966	52.7%	47.3%	1987	57.0%	43.0%	2008	64.3%	35.7%
1967	58.4%	41.6%	1988	63.5%	36.5%	2009	47.3%	52.7%
1968	48.5%	51.5%	1989	49.3%	50.7%	2010	49.0%	51.0%
1969	39.8%	60.2%	1990	50.1%	49.9%	2011	64.9%	35.1%
1970	56.3%	43.7%	1991	64.0%	36.0%	2012	51.5%	48.5%
1971	60.8%	39.2%	1992	66.7%	33.3%			
1972	49.6%	50.4%	1993	55.4%	44.6%			

6. Se estiman los estadísticos de las series quincenales, estos se presentan en las tablas C.81 y C.82. Los estadísticos de la serie de volúmenes totales anuales se presentan en la Tabla C.83.

Tabla C.81. Estadísticos para las series de volúmenes quincenales. Presa La Yesca.

Quincena	μ	S	$C.V$	g	$r_{j+1,j}$	Quincena	μ	S	$C.V$	g	$r_{j+1,j}$
1	38.86	14.83	0.38	1.79	0.47	13	268.40	227.93	0.85	2.30	0.68
2	75.36	278.25	3.69	7.58	0.82	14	399.08	446.67	1.12	4.73	0.24
3	49.96	73.48	1.47	5.29	0.82	15	365.75	304.45	0.83	1.74	0.65
4	38.43	27.49	0.72	4.42	0.54	16	499.58	480.52	0.96	2.31	0.51
5	43.23	23.47	0.54	2.41	0.63	17	377.47	308.63	0.82	2.52	0.66
6	39.40	16.80	0.43	0.73	0.76	18	311.85	280.23	0.90	1.68	0.60
7	38.66	17.53	0.45	0.43	0.41	19	178.88	177.20	0.99	2.14	0.55
8	42.62	26.52	0.62	3.43	0.50	20	102.34	94.44	0.92	3.69	0.88
9	38.96	16.77	0.43	0.33	0.80	21	66.90	103.65	1.55	6.75	0.45
10	43.28	16.72	0.39	-0.30	0.26	22	46.37	33.52	0.72	4.21	0.66
11	52.01	24.44	0.47	1.81	0.29	23	45.26	30.25	0.67	2.93	0.88
12	105.31	55.01	0.52	0.96	0.24	24	46.20	36.33	0.79	4.46	0.46

μ : media.

S : desviación estándar.

$C.V$: coeficiente de variación.

g : coeficiente de asimetría.

$r_{j+1,j}$: autocorrelaciones entre la quincena $j+1$ y j .

Tabla C.82. Estadísticos para las series de volúmenes quincenales. Presa Aguamilpa.

Quincena	μ	S	$C.V$	g	$r_{j+1,j}$	Quincena	μ	S	$C.V$	g	$r_{j+1,j}$
1	35.98	69.17	1.92	4.42	0.72	13	237.99	147.02	0.62	1.13	0.48
2	41.69	73.09	1.75	3.07	0.38	14	325.75	223.37	0.69	2.89	0.39
3	27.33	49.80	1.82	4.19	0.51	15	327.79	214.39	0.65	1.24	0.51
4	17.45	27.02	1.55	2.23	0.31	16	448.86	348.66	0.78	2.46	0.53
5	17.55	51.78	2.95	5.38	0.56	17	350.21	199.74	0.57	1.01	0.42
6	10.77	15.21	1.41	-0.85	0.84	18	271.10	246.86	0.91	1.38	0.36
7	8.49	16.22	1.91	-1.79	0.64	19	135.27	133.53	0.99	2.72	0.18
8	9.05	32.34	3.57	4.01	0.48	20	71.01	79.98	1.13	2.99	0.63
9	8.50	16.73	1.97	-1.95	0.18	21	30.66	46.00	1.50	5.49	0.07
10	16.68	25.61	1.54	1.87	0.31	22	37.28	103.68	2.78	6.19	0.53
11	21.82	24.60	1.13	1.60	0.26	23	33.89	65.01	1.92	3.61	0.56
12	91.84	64.67	0.70	0.57	0.34	24	33.87	47.89	1.41	2.57	0.33

μ : media.

S : desviación estándar.

$C.V$: coeficiente de variación.

g : coeficiente de asimetría.

$r_{j+1,j}$: autocorrelaciones entre la quincena $j+1$ y j .

Tabla C.83. Estadísticos para las series de volúmenes totales anuales en el sistema.

μ	5924.99
S	2757.39
$C.V$	0.4654
g	1.3070

Tabla C.84. Coeficientes de correlaciones cruzadas r_{xy} entre las series de volúmenes quincenales de las presas La Yesca y Aguamilpa.

Quincena	r_{xy}	Quincena	r_{xy}	Quincena	r_{xy}	Quincena	r_{xy}
1	0.43	7	-0.18	13	0.71	19	0.64
2	0.59	8	0.52	14	0.81	20	0.52
3	0.67	9	-0.25	15	0.80	21	0.89
4	0.22	10	-0.08	16	0.87	22	0.74
5	0.63	11	0.64	17	0.70	23	0.27
6	0.03	12	0.73	18	0.62	24	0.38

- Para verificar si la serie de volúmenes totales anuales es homogénea, se le aplicaron las pruebas de homogeneidad y tendencia descritas en el anexo B.2, los resultados se presentan en la Tabla C.85. De acuerdo con los resultados mostrados se encontró que la serie es homogénea.

Tabla C.85. Resultados pruebas de homogeneidad y tendencia de la serie de volúmenes totales anuales.

Prueba	Estadístico calculado	Estadístico crítico	Resultado
Helmert	0.00	7.746	Serie homogénea
t Student	1.35	2.001	Serie homogénea
Cramer	$\tau_{60} = 1.4574$ $\tau_{30} = 2.5131$	2.006	Serie no homogénea
Pettit	398	322	Serie no homogénea
Normal estándar	8.38	8.643	Serie homogénea
Buishand	Q/raiz(n)=1.38 R/raiz(n)=1.27	1.274 1.565	Serie no homogénea
Spearman	-2.04	2.001	Serie homogénea
Fisher	0.85	1.906	No hay tendencia
Mann Kendall	-0.82	1.960	No hay tendencia
Conclusión			Serie homogénea

Para verificar que los eventos de la serie son eventos aleatorios se realizó la prueba de independencia. De acuerdo con la Figura C.2 la serie es independiente, ya que más del 90 % de los valores del coeficiente de correlación serial de retraso r_k están dentro de los límites de confianza, por tanto la serie sigue las leyes de la probabilidad.

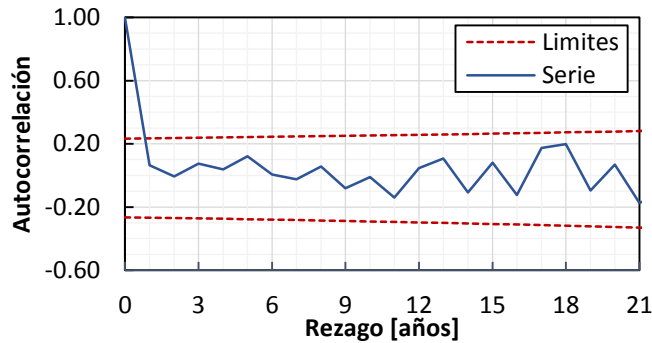


Figura C.2. Correlograma de Anderson para la serie de volúmenes totales anuales.

- Como la serie de volúmenes totales anuales es homogénea e independiente, se le realizó un análisis estadístico y se determinó de la distribución de mejor ajuste es la distribución Doble Gumbel, el ajuste de la distribución y sus parámetros se presenta en la Figura C.3.

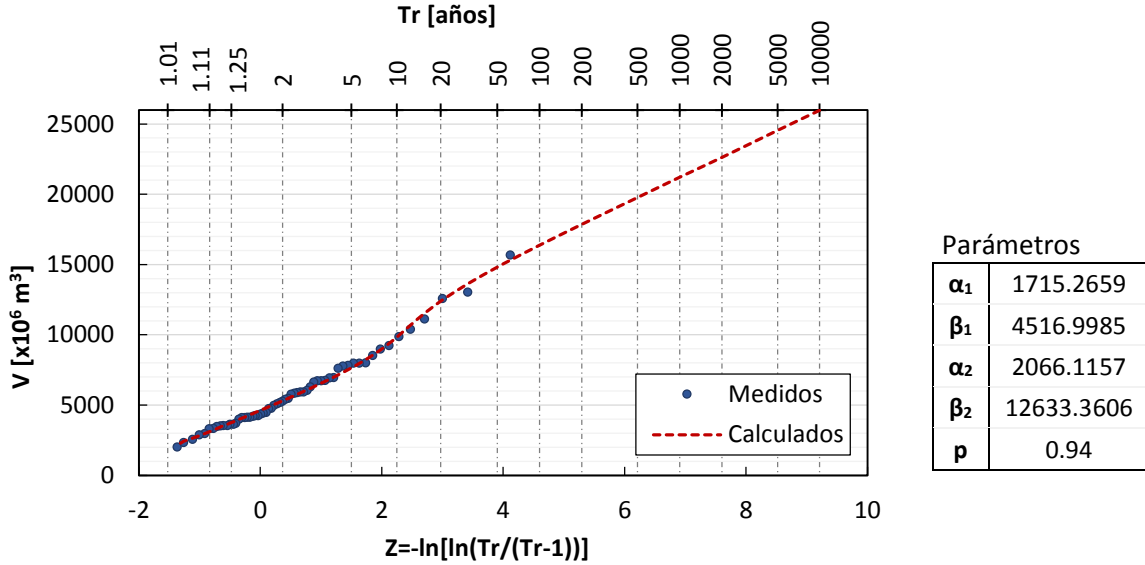


Figura C.3. Distribución de probabilidad de mejor ajuste para la serie de volúmenes totales anuales.

9. Se generaron 10 series de 62 números aleatorios con función de densidad de probabilidad uniforme [0,1].
10. Los números generados del paso 10 representan un valor de la función de distribución Doble Gumbel $F(x)$, para cada uno se despeja el valor de x que corresponde al volumen total anual estimado del sistema. La estimación de los eventos se realiza por iteraciones, con los parámetros mostrados en la Figura C.3 debido a que la variable x no puede despejarse de la expresión (C.1).

$$F(x) = (p) \exp \left\{ -\exp \left[-\frac{(x - \beta_1)}{\alpha_1} \right] \right\} + (1 - p) \exp \left\{ -\exp \left[-\frac{(x - \beta_2)}{\alpha_2} \right] \right\} \quad (C.1)$$

12. Los pasos 10 y 11 se repiten tantas veces como número se deseen generar.
13. y 14. Se generan los años aleatorios y a cada año se le asigna el evento estimado en el paso 11. Los números aleatorios generados ($F(x)$), su correspondiente valor de volumen total anual (x) y el año asignado de cada serie se presentan en las tablas C.86 y C.87.

Tabla C.86. Series sintéticas 1, 2, 3, 4 y 5 de volúmenes totales anuales del sistema.

	Serie 1			Serie 2			Serie 3			Serie 4			Serie 5		
	Año	$F(x)$	x [$*10^6 m^3$]	Año	$F(x)$	x [$*10^6 m^3$]	Año	$F(x)$	x [$*10^6 m^3$]	Año	$F(x)$	x [$*10^6 m^3$]	Año	$F(x)$	x [$*10^6 m^3$]
1	1984	0.54	5530	1954	0.18	3665	1986	0.67	6395	1981	0.70	6601	1955	0.32	4400
2	2000	0.64	6127	1959	0.47	5163	1981	0.19	3723	1972	0.83	8137	1955	0.37	4621
3	1994	0.35	4534	1972	0.69	6562	1981	0.47	5151	1982	0.06	2814	1999	0.28	4198
4	2011	0.94	12057	2012	0.88	9153	1996	0.42	4885	2008	0.76	7191	1998	0.01	2059
5	1982	0.64	6170	2001	0.48	5219	1992	0.05	2632	1967	0.72	6806	2011	0.64	6133
6	1980	0.82	7922	2008	0.40	4763	1980	0.94	11847	1989	0.57	5734	1986	0.02	2281
7	1982	0.73	6870	1972	0.75	7114	1972	0.22	3869	1995	0.93	11419	1968	0.45	5016
8	1982	0.71	6740	1977	0.78	7400	1960	0.22	3903	2004	0.80	7608	1976	0.38	4691
9	2008	0.78	7437	1975	0.07	2883	1960	0.18	3676	1989	0.59	5812	1957	0.18	3639
10	1983	0.47	5148	1995	0.22	3903	1957	0.63	6097	1952	0.50	5312	1970	0.58	5754
11	2002	0.40	4781	1954	0.91	10088	1966	0.10	3135	1965	0.54	5514	1991	0.30	4305

	Serie 1			Serie 2			Serie 3			Serie 4			Serie 5		
	Año	F(x)	X [*10 ⁶ m ³]	Año	F(x)	X [*10 ⁶ m ³]	Año	F(x)	X [*10 ⁶ m ³]	Año	F(x)	X [*10 ⁶ m ³]	Año	F(x)	X [*10 ⁶ m ³]
12	1955	0.22	3866	1984	0.89	9433	2004	0.41	4841	1997	0.91	10242	2009	0.13	3340
13	1964	0.56	5652	1996	0.09	3069	2011	0.76	7200	1987	0.83	8120	1998	0.61	5972
14	1984	0.20	3763	2001	0.86	8613	1976	0.84	8348	1966	0.66	6293	1991	0.84	8297
15	1962	0.73	6912	1956	0.68	6475	2000	0.47	5133	2012	0.04	2558	1994	0.58	5763
16	1979	0.55	5609	1955	0.04	2544	1988	0.62	6009	2011	0.33	4419	1974	0.20	3773
17	1954	0.51	5354	1958	0.05	2665	1982	0.46	5086	1993	0.90	9740	1973	0.48	5221
18	1954	0.05	2715	2007	0.39	4740	1979	0.35	4523	1955	0.93	11313	1997	0.38	4694
19	2004	1.00	21047	2010	0.56	5625	2002	0.32	4365	1956	0.09	3054	2012	0.93	11273
20	1989	0.28	4183	2001	0.28	4193	1981	0.57	5728	1995	0.42	4893	1994	0.26	4077
21	1984	0.48	5181	1971	0.08	2950	1953	0.04	2555	2009	0.08	2950	2000	0.53	5492
22	1975	0.70	6599	1977	0.74	6969	1991	0.21	3822	1966	0.82	7897	1962	0.47	5124
23	1980	0.97	14041	1952	0.52	5410	2001	0.41	4853	1993	0.31	4317	1961	0.30	4308
24	1969	0.95	12527	2007	0.89	9354	1966	0.63	6120	1964	0.73	6843	2008	0.95	12476
25	1956	0.31	4340	1978	0.63	6072	2009	0.61	5959	1997	0.19	3714	2009	0.60	5915
26	1966	0.46	5087	1989	0.58	5775	2007	0.80	7701	2007	0.88	9177	2000	0.45	5017
27	1975	0.86	8678	1984	0.34	4472	1968	0.79	7541	1957	0.01	1909	1982	0.05	2645
28	1979	0.79	7577	1994	0.49	5276	1996	0.84	8322	1987	0.54	5527	1965	0.11	3204
29	1989	0.82	7959	1986	0.58	5792	1978	0.53	5451	1981	0.67	6374	2001	0.81	7855
30	1979	0.29	4230	1968	0.51	5350	1975	0.37	4648	1957	1.00	18865	1969	0.75	7097
31	1953	0.78	7352	1975	0.18	3633	1972	0.18	3635	1967	0.48	5193	1978	0.11	3195
32	1953	0.92	10779	1997	0.69	6561	1994	0.85	8396	1970	0.70	6649	1964	0.71	6689
33	2005	0.88	9196	2002	0.55	5609	1971	0.38	4681	2005	0.69	6504	1992	0.60	5916
34	1988	0.31	4350	1998	0.83	8026	1956	0.61	5960	2005	0.27	4128	1987	0.93	11365
35	1975	0.58	5775	1988	0.49	5252	1999	0.94	11546	2008	0.40	4808	2003	0.44	4965
36	2010	0.57	5712	1972	0.53	5480	1957	0.62	6043	1965	0.09	3056	1982	0.83	8076
37	1959	0.62	6036	2008	0.44	4973	1999	0.42	4899	1956	0.46	5070	1989	0.89	9346
38	1997	0.57	5698	1958	0.84	8306	1954	0.21	3841	2011	0.67	6348	1953	0.51	5340
39	1983	0.71	6695	1956	0.26	4067	1987	0.29	4236	2002	0.87	8951	1967	0.78	7368
40	1952	0.60	5908	1969	0.97	13607	1953	0.26	4099	1980	0.19	3724	2008	0.05	2634
41	1958	0.01	1822	2010	0.57	5724	1956	0.39	4730	1985	0.16	3514	1996	0.71	6725
42	1968	0.04	2551	1958	0.78	7351	1994	0.31	4342	2003	0.56	5642	1985	0.05	2651
43	1974	0.15	3468	1962	0.32	4387	1972	0.69	6566	1987	0.94	11815	1955	0.56	5620
44	1997	0.57	5718	2002	0.24	3967	1953	0.51	5354	2009	0.10	3152	1983	0.42	4912
45	2005	0.20	3750	2003	0.17	3603	2004	0.19	3691	2001	0.01	1782	1969	0.63	6068
46	1958	0.57	5716	1965	0.75	7088	2009	0.05	2673	1952	0.90	9921	1974	0.58	5761
47	1989	0.40	4773	2011	0.26	4069	1970	0.51	5359	1952	0.67	6397	1965	0.06	2741
48	1961	0.58	5790	2002	0.54	5525	1984	0.14	3442	1982	0.10	3127	2002	0.18	3631
49	1968	0.59	5821	1956	0.82	7857	1987	0.20	3784	1986	0.31	4332	1985	0.45	5027
50	1967	0.38	4683	2009	0.75	7087	1997	0.64	6167	1997	0.23	3912	1980	0.33	4429
51	1960	0.66	6282	2002	0.43	4937	1990	0.31	4357	1963	0.71	6707	1961	0.04	2573
52	1989	0.88	9062	1975	0.13	3315	1976	0.14	3416	1958	0.87	8941	1991	0.85	8534
53	1985	0.46	5086	1963	0.10	3117	1981	0.02	2112	1968	0.90	9994	1956	0.28	4187
54	1985	0.12	3258	1978	0.66	6331	1984	0.30	4310	2007	0.10	3135	1973	0.67	6371
55	2000	0.32	4399	1978	0.22	3860	1964	0.83	8022	1988	0.70	6595	1968	0.79	7564
56	1999	0.46	5099	1969	0.74	6928	1996	0.95	12509	2010	0.16	3565	1983	0.85	8541
57	1964	0.53	5499	1956	0.07	2867	1953	0.03	2373	1960	0.89	9589	2009	0.79	7539
58	1970	0.57	5710	1977	0.61	5974	1954	0.93	11244	1971	0.63	6120	1961	0.78	7403
59	1991	0.62	6047	1996	0.23	3929	1975	0.50	5330	1959	0.78	7426	1982	0.23	3917
60	1970	0.14	3400	2000	0.84	8263	1993	0.31	4330	1999	0.20	3770	1984	0.53	5492
61	1957	0.46	5071	1995	0.71	6665	1981	0.31	4342	1969	0.50	5305	2005	0.56	5636
62	2007	0.61	5968	2012	0.54	5534	1958	0.04	2595	2007	0.72	6814	1973	0.97	14266

Tabla C.87. Series sintéticas 6, 7, 8, 9 y 10 de volúmenes totales anuales del sistema.

	Serie 6			Serie 7			Serie 8			Serie 9			Serie 10		
	Año	F(x)	x [*10 ⁶ m ³]	Año	F(x)	x [*10 ⁶ m ³]	Año	F(x)	x [*10 ⁶ m ³]	Año	F(x)	x [*10 ⁶ m ³]	Año	F(x)	x [*10 ⁶ m ³]
1	2012	0.89	9375	1972	0.46	5114	1958	0.21	3829	1988	0.85	8429	1967	0.29	4227
2	1955	0.69	6502	1958	0.29	4219	1959	0.34	4507	1968	0.29	4218	1989	0.33	4441
3	2006	0.71	6662	1957	0.50	5319	1963	0.28	4201	1983	0.46	5074	1954	0.62	6019
4	2005	0.85	8505	1960	0.33	4435	1974	0.04	2495	1961	0.35	4561	1966	0.74	6989
5	1952	0.70	6652	1980	0.54	5515	1965	0.79	7507	2009	0.68	6421	2004	0.44	4986
6	2000	0.74	6988	1963	0.99	15790	1997	0.41	4862	2012	0.68	6414	2011	0.64	6166
7	2012	0.96	12994	1992	0.26	4097	1959	0.93	11267	1973	0.75	7073	1956	0.65	6212
8	2009	0.27	4135	1982	0.16	3517	1955	0.40	4791	1958	0.94	11536	1960	0.90	9720
9	1957	0.81	7834	1966	0.55	5562	1961	0.02	2208	1977	0.33	4453	1977	0.90	9867
10	1998	0.42	4884	2009	0.93	11395	1970	0.10	3131	1975	0.75	7031	1955	0.15	3457
11	1958	0.15	3504	1978	0.66	6305	1999	0.76	7152	1972	0.86	8704	1996	0.43	4947
12	1983	0.31	4327	1995	0.87	8837	1955	0.61	5964	2004	0.78	7359	2011	0.95	12209
13	2002	0.21	3841	1965	0.86	8671	2006	0.87	8846	2005	0.88	9233	1988	0.07	2859
14	1971	0.52	5431	1976	0.89	9404	1961	0.84	8181	1961	0.04	2520	1974	0.72	6806
15	1968	0.45	5018	2008	0.82	7893	1977	1.00	18004	1994	0.15	3506	2007	0.58	5752
16	1983	0.64	6176	2010	0.30	4271	2005	0.28	4168	1991	0.49	5232	1954	0.15	3450
17	1997	0.20	3753	1984	0.88	9214	1957	0.58	5763	2001	0.06	2782	1969	0.42	4893
18	1992	0.34	4488	1998	0.85	8533	1981	0.09	3054	2010	0.94	11822	1957	0.63	6104
19	1964	0.93	10996	2004	0.31	4359	1962	0.06	2744	1992	0.65	6257	1975	0.23	3952
20	1975	0.73	6848	2009	0.90	9817	2004	0.21	3817	1968	0.51	5364	1995	0.19	3736
21	1962	0.75	7063	1971	0.61	5931	1966	0.14	3386	2003	0.99	17655	2004	0.68	6424
22	1965	0.68	6489	2006	0.93	11446	1964	0.42	4876	1990	0.86	8702	1978	0.86	8691
23	1954	0.20	3761	1981	0.27	4120	1953	0.36	4564	1956	0.74	6969	1960	0.17	3596
24	1978	0.72	6750	1974	0.72	6765	1959	0.33	4458	1963	0.10	3132	1978	0.37	4648
25	1988	0.97	13783	2000	0.69	6492	1979	0.43	4956	1993	0.97	13712	1958	0.22	3892
26	1995	0.22	3857	1970	0.90	9866	1999	0.69	6513	1963	0.71	6674	1962	0.92	10486
27	1956	0.20	3792	1996	0.32	4395	1973	0.18	3648	1997	0.91	10414	1981	0.25	4050
28	1985	0.24	3978	1961	0.94	11782	1964	0.90	9848	1954	0.64	6148	1970	0.08	2964
29	1996	0.68	6435	1989	0.85	8554	1970	0.28	4191	2011	0.35	4518	2006	0.50	5327
30	2008	0.04	2527	1997	0.71	6740	1954	0.09	3064	1954	0.52	5440	1991	0.86	8754
31	1952	0.85	8375	1985	0.10	3154	1954	0.72	6820	1959	0.22	3855	1966	0.48	5211
32	1976	0.55	5611	1997	0.23	3951	1954	0.76	7170	1975	0.04	2522	1961	0.29	4254
33	2002	0.04	2568	1966	0.10	3103	1988	0.21	3850	1989	0.21	3841	1980	0.58	5748
34	1974	0.30	4287	1952	0.44	4970	2004	0.10	3111	2002	0.23	3945	1993	0.73	6861
35	1986	0.84	8183	2005	0.22	3887	2004	0.75	7042	1962	0.73	6902	1961	0.33	4460
36	2004	0.83	8108	1980	0.56	5663	1970	0.47	5143	1976	0.94	11769	1997	0.59	5857
37	1954	0.02	2212	1996	0.15	3450	1995	0.64	6131	2005	0.50	5307	1967	0.49	5253
38	1954	0.92	10726	1982	0.81	7846	2007	0.32	4403	1992	0.70	6636	1963	0.85	8361
39	1956	0.37	4655	2011	0.30	4279	1966	0.59	5800	1986	0.14	3417	1953	0.49	5228
40	1995	0.85	8370	2003	0.06	2787	1980	0.65	6255	1996	0.90	9672	1968	1.00	19007
41	1958	0.28	4173	1957	0.03	2394	1995	0.28	4192	1983	0.14	3419	1978	0.71	6663
42	2006	0.96	13252	2012	0.97	13699	1972	0.39	4735	1989	0.70	6612	1974	0.13	3360
43	1992	0.17	3621	2010	0.42	4896	1992	0.70	6632	1997	0.91	10175	2012	0.04	2590
44	2002	0.92	10708	1965	0.94	11721	1955	0.46	5114	2006	0.48	5208	2003	0.50	5300
45	1957	0.85	8488	1998	0.72	6789	2003	0.80	7666	1972	0.81	7776	1952	0.59	5823
46	2001	0.66	6308	2001	0.87	8811	1993	0.61	5945	1984	0.43	4944	1990	0.82	7930
47	1963	0.02	2295	1992	0.65	6225	1967	0.92	10692	1972	0.94	11807	1968	0.59	5813
48	1971	0.98	14787	1985	0.42	4872	1982	0.34	4482	1977	0.06	2813	1952	0.98	14757
49	2010	0.48	5215	2005	0.56	5650	1972	0.60	5906	1989	0.05	2724	1956	0.74	6939
50	1994	0.03	2378	1967	0.69	6508	2002	0.14	3394	1976	0.65	6253	1953	0.75	7090
51	1953	0.19	3691	1975	0.55	5590	1954	0.05	2668	1974	0.72	6758	1992	0.28	4208
52	2008	0.38	4689	1972	0.23	3947	1974	0.63	6097	1961	0.14	3415	2002	0.17	3570
53	1971	0.07	2904	1984	0.38	4670	2009	0.62	6037	2009	0.39	4739	1964	0.64	6181
54	2002	0.54	5541	1988	0.55	5593	2007	0.48	5210	1975	0.73	6872	1996	0.22	3868
55	2001	0.33	4428	2004	0.41	4829	1987	0.37	4651	1955	0.64	6140	1988	0.69	6521

	Serie 6			Serie 7			Serie 8			Serie 9			Serie 10		
	Año	$F(x)$	x [*10 ⁶ m ³]	Año	$F(x)$	x [*10 ⁶ m ³]	Año	$F(x)$	x [*10 ⁶ m ³]	Año	$F(x)$	x [*10 ⁶ m ³]	Año	$F(x)$	x [*10 ⁶ m ³]
56	1992	0.63	6113	2011	0.99	15747	1987	0.37	4618	1954	0.75	7099	1954	0.83	8033
57	1999	0.90	9720	1974	0.71	6690	2011	0.84	8247	1964	0.32	4406	1980	0.63	6057
58	2008	0.85	8491	1987	0.63	6083	2006	0.37	4633	1970	0.89	9381	1998	0.24	3968
59	1997	0.51	5367	2009	0.29	4234	1966	0.32	4375	1965	0.95	12573	1973	0.17	3619
60	1965	0.23	3922	2010	0.70	6610	2003	0.90	9873	2003	0.16	3536	2001	0.35	4561
61	1976	0.05	2655	1989	0.31	4353	1958	0.17	3580	1969	0.16	3510	1969	0.90	9738
62	2010	0.48	5212	1993	0.70	6629	1997	0.69	6561	1976	0.85	8436	2000	0.99	16180

15. Se realiza el producto del volumen total sintético calculado por el porcentaje de influencia de las series anuales de cada presa, obteniendo el volumen anual sintético para cada presa. En la Tabla C.88 se muestran los resultados obtenidos para la serie sintética 1.
16. Finalmente las series sintéticas se obtienen al multiplicar las fracciones aleatorias de cada año aleatorio, obtenido en el paso 13, por el volumen total anual sintético obtenido en el paso 15. Las series sintética 1 de volúmenes quincenales para la presa La Yesca se presentan en la Tabla C.89 y las de Aguamilpa en la Tabla C.90.

Los estadísticos de las series de volúmenes quincenales registradas y de las series sintéticas se presentan en la Tabla C.91 a la Tabla C.101.

Tabla C.88. Volumen anual sintético para cada presa. Serie sintética 1.

	V _{Sistema}	Año	La Yesca		Aguamilpa		V _{Sistema}	Año	La Yesca		Aguamilpa		
			%	V [10 ⁶ m ³]	%	V [10 ⁶ m ³]			%	V [10 ⁶ m ³]	%	V [10 ⁶ m ³]	
1	5530	1984	50.1%	2769	49.9%	2761	32	10779	1953	55.1%	5941	44.9%	4838
2	6127	2000	58.6%	3593	41.4%	2534	33	9196	2005	57.8%	5318	42.2%	3879
3	4534	1994	54.2%	2459	45.8%	2075	34	4350	1988	63.5%	2763	36.5%	1587
4	12057	2011	64.9%	7823	35.1%	4234	35	5775	1975	57.0%	3291	43.0%	2484
5	6170	1982	44.0%	2715	56.0%	3455	36	5712	2010	49.0%	2796	51.0%	2916
6	7922	1980	44.6%	3530	55.4%	4392	37	6036	1959	54.6%	3298	45.4%	2738
7	6870	1982	44.0%	3023	56.0%	3847	38	5698	1997	57.5%	3274	42.5%	2424
8	6740	1982	44.0%	2966	56.0%	3774	39	6695	1983	51.9%	3475	48.1%	3220
9	7437	2008	64.3%	4785	35.7%	2652	40	5908	1952	54.5%	3217	45.5%	2691
10	5148	1983	51.9%	2672	48.1%	2476	41	1822	1958	64.9%	1182	35.1%	640
11	4781	2002	70.1%	3351	29.9%	1430	42	2551	1968	48.5%	1237	51.5%	1314
12	3866	1955	53.0%	2048	47.0%	1817	43	3468	1974	50.7%	1757	49.3%	1711
13	5652	1964	46.9%	2648	53.1%	3004	44	5718	1997	57.5%	3285	42.5%	2432
14	3763	1984	50.1%	1884	49.9%	1879	45	3750	2005	57.8%	2168	42.2%	1581
15	6912	1962	50.4%	3483	49.6%	3429	46	5716	1958	64.9%	3709	35.1%	2007
16	5609	1979	48.3%	2709	51.7%	2899	47	4773	1989	49.3%	2353	50.7%	2420
17	5354	1954	37.9%	2027	62.1%	3326	48	5790	1961	46.6%	2696	53.4%	3094
18	2715	1954	37.9%	1028	62.1%	1687	49	5821	1968	48.5%	2823	51.5%	2999
19	21047	2004	52.9%	11141	47.1%	9906	50	4683	1967	58.4%	2733	41.6%	1950
20	4183	1989	49.3%	2062	50.7%	2121	51	6282	1960	57.3%	3597	42.7%	2685
21	5181	1984	50.1%	2594	49.9%	2586	52	9062	1989	49.3%	4467	50.7%	4595
22	6599	1975	57.0%	3760	43.0%	2839	53	5086	1985	53.4%	2714	46.6%	2372
23	14041	1980	44.6%	6256	55.4%	7785	54	3258	1985	53.4%	1738	46.6%	1519
24	12527	1969	39.8%	4985	60.2%	7542	55	4399	2000	58.6%	2579	41.4%	1819
25	4340	1956	61.5%	2667	38.5%	1673	56	5099	1999	49.2%	2508	50.8%	2591
26	5087	1966	52.7%	2682	47.3%	2405	57	5499	1964	46.9%	2576	53.1%	2923
27	8678	1975	57.0%	4945	43.0%	3733	58	5710	1970	56.3%	3215	43.7%	2495
28	7577	1979	48.3%	3661	51.7%	3917	59	6047	1991	64.0%	3869	36.0%	2178
29	7959	1989	49.3%	3923	50.7%	4035	60	3400	1970	56.3%	1914	43.7%	1486
30	4230	1979	48.3%	2044	51.7%	2187	61	5071	1957	45.0%	2281	55.0%	2790
31	7352	1953	55.1%	4052	44.9%	3300	62	5968	2007	65.3%	3895	34.7%	2073

Tabla C.89. Series sintéticas 1 de volúmenes quincenales. Presa La Yesca.

Año	Quincena del año <i>i</i>												Quincena del año <i>i+1</i>												
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1984	191	266	582	207	576	297	126	55	42	25	28	27	26	25	31	26	23	34	36	32	28	23	27	36
2	2000	419	431	247	298	248	144	151	107	102	80	90	77	86	87	123	153	137	84	59	76	96	92	98	108
3	1994	166	149	98	123	204	398	241	142	132	70	63	62	60	58	26	41	39	53	70	55	58	53	40	58
4	2011	390	742	1040	834	837	710	369	350	251	139	117	133	140	127	150	260	201	140	116	118	169	157	164	167
5	1982	66	248	604	303	309	130	86	74	49	38	56	47	44	49	86	39	34	87	43	39	40	48	80	117
6	1980	154	204	448	330	539	406	226	210	98	88	81	69	62	46	62	43	39	44	54	52	51	62	85	79
7	1982	74	276	673	337	344	144	95	83	54	43	63	52	49	55	96	43	38	97	48	44	44	54	89	130
8	1982	72	271	660	331	337	142	93	81	53	42	62	51	48	54	94	43	37	95	47	43	43	52	87	127
9	2008	105	507	359	255	1158	769	802	145	106	64	44	49	8	20	39	37	30	34	51	46	36	38	48	34
10	1983	40	209	493	503	379	193	360	75	43	41	43	40	38	34	18	18	17	18	18	16	19	14	12	30
11	2002	65	115	312	408	719	269	460	154	112	67	62	35	35	38	55	23	42	51	54	56	56	52	56	54
12	1955	15	94	144	354	413	201	364	167	79	19	17	14	15	14	14	14	12	11	11	11	11	12	28	15
13	1964	86	115	165	169	204	246	625	288	136	57	21	33	43	42	23	19	22	48	49	47	37	51	45	76
14	1984	130	181	396	141	392	202	85	37	28	17	19	19	18	17	21	18	16	23	25	22	19	15	18	24
15	1962	267	406	394	136	200	746	310	197	194	66	50	47	50	39	46	39	36	39	35	33	30	31	41	53
16	1979	84	121	277	481	442	339	176	32	28	34	31	27	28	35	44	49	44	53	59	48	50	66	82	81
17	1954	195	300	296	235	295	86	79	103	71	30	28	28	33	33	35	29	25	24	27	19	10	10	13	24
18	1954	99	152	150	119	150	44	40	52	36	15	14	14	17	17	18	15	13	12	14	10	5	5	7	12
19	2004	705	575	646	994	1079	1449	1767	760	420	253	238	231	165	154	145	165	166	203	187	192	195	193	163	96
20	1989	47	133	120	97	359	330	166	64	71	50	43	44	45	33	33	57	69	44	49	41	29	45	55	38
21	1984	179	249	545	194	539	278	118	51	39	23	26	25	24	23	29	24	22	32	34	30	26	21	25	34
22	1975	92	230	801	1092	572	387	71	46	31	22	19	20	18	21	36	45	27	39	42	36	27	25	29	32
23	1980	273	362	794	584	955	720	401	372	175	156	143	122	110	81	110	76	69	78	95	91	90	109	150	139
24	1969	243	432	724	305	316	330	464	342	148	88	100	65	75	83	93	73	79	132	147	182	168	129	125	143
25	1956	195	347	549	217	707	211	72	35	22	10	15	15	22	28	26	27	22	22	23	25	19	21	20	21
26	1966	102	149	171	314	628	365	217	93	108	34	26	25	26	38	45	32	23	40	18	38	40	40	49	60
27	1975	121	303	1054	1436	752	508	93	60	41	29	25	26	23	27	47	59	36	51	56	47	36	32	38	42
28	1979	113	163	374	649	597	458	238	43	38	45	42	36	38	48	59	66	60	72	80	64	68	89	110	109
29	1989	90	253	229	185	683	628	316	121	135	95	82	83	85	62	62	108	131	84	94	78	56	86	104	73
30	1979	63	91	209	362	333	256	133	24	21	25	23	20	21	27	33	37	34	40	44	36	38	50	61	61
31	1953	180	313	252	308	1035	856	110	90	116	92	66	74	74	48	45	38	26	35	40	39	39	36	40	100

Año	Quincena del año <i>i</i>													Quincena del año <i>i+1</i>											
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
32	1953	263	459	370	452	1517	1255	161	133	170	136	96	108	109	70	66	55	38	52	58	57	58	52	59	146
33	2005	148	257	464	571	567	736	385	165	169	127	135	97	52	121	113	98	104	131	117	138	158	164	173	128
34	1988	51	145	380	362	872	273	132	57	51	38	29	50	39	20	11	33	42	42	33	29	22	18	21	13
35	1975	80	201	701	956	501	338	62	40	27	19	17	17	16	18	31	40	24	34	37	32	24	21	25	28
36	2010	65	287	456	457	375	235	393	95	47	30	27	41	27	26	32	26	23	29	19	24	26	21	7	26
37	1959	109	223	608	324	910	258	139	108	126	76	71	36	36	31	30	26	27	26	20	23	23	18	27	23
38	1997	208	306	297	194	211	300	134	93	86	76	81	73	84	85	79	78	78	85	96	152	141	112	111	115
39	1983	52	272	641	654	493	252	469	97	56	54	56	52	50	44	24	23	22	24	23	21	25	18	15	38
40	1952	196	351	468	312	580	172	374	235	44	62	36	31	38	35	34	36	28	29	23	23	20	19	28	45
41	1958	28	100	147	52	69	170	117	78	116	146	22	17	15	11	8	6	4	5	4	4	35	7	7	17
42	1968	24	66	214	191	179	206	78	35	23	10	13	18	11	11	17	16	15	20	19	15	11	13	16	15
43	1974	72	219	216	206	183	215	120	58	38	22	19	22	25	23	28	26	23	36	34	46	28	26	38	34
44	1997	209	307	298	195	211	301	134	93	86	77	81	73	85	85	80	78	78	85	96	153	141	112	111	115
45	2005	60	105	189	233	231	300	157	67	69	52	55	39	21	49	46	40	42	53	48	56	64	67	70	52
46	1958	88	312	461	163	217	532	368	243	364	457	68	52	46	33	24	19	14	15	13	12	110	21	22	53
47	1989	54	152	137	111	410	377	189	73	81	57	49	50	51	37	37	65	78	50	56	47	34	52	62	44
48	1961	110	540	409	515	350	130	186	74	34	34	31	24	28	24	28	31	21	19	20	16	20	16	20	16
49	1968	54	150	489	437	408	470	178	80	54	23	29	41	26	26	38	37	35	45	43	35	26	30	37	34
50	1967	34	114	148	80	553	692	496	170	113	48	32	17	33	15	16	14	16	60	17	9	12	13	11	21
51	1960	62	332	379	544	779	531	127	60	62	50	51	52	64	48	60	49	35	39	45	29	31	27	58	83
52	1989	102	288	261	211	778	715	359	138	154	108	94	95	97	71	71	123	149	95	107	89	64	98	118	83
53	1985	161	167	398	420	356	159	183	87	101	65	49	46	53	37	38	33	29	32	33	33	57	75	47	57
54	1985	103	107	255	269	228	102	117	56	64	42	31	29	34	24	24	21	18	20	21	21	37	48	30	37
55	2000	301	309	177	214	178	104	108	77	73	58	65	55	62	62	88	110	98	60	42	54	69	66	70	78
56	1999	124	241	271	219	215	376	131	89	77	67	53	42	45	45	47	43	40	43	42	58	70	22	17	132
57	1964	84	112	161	164	198	239	608	281	132	55	21	33	42	41	22	19	21	47	48	46	36	50	44	74
58	1970	122	161	491	272	367	223	613	373	61	43	25	25	24	38	26	20	31	29	38	18	52	47	52	64
59	1991	25	469	1266	217	88	160	149	66	19	16	14	16	16	34	852	197	82	34	18	28	25	21	28	27
60	1970	73	96	293	162	219	133	365	222	36	26	15	15	14	22	16	12	18	17	23	11	31	28	31	38
61	1957	56	167	224	198	189	192	303	93	110	43	43	43	48	52	50	44	33	45	40	34	35	33	42	164
62	2007	178	347	564	937	376	282	238	96	90	41	41	49	54	54	54	55	74	46	9	12	60	63	74	100

Tabla C.90. Series sintéticas 1 de volúmenes quincenales. Presa Aguamilpa.

	Año	Quincena del año <i>i</i>												Quincena del año <i>i+1</i>											
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1984	149	349	665	308	454	183	67	63	27	18	25	18	18	56	223	27	14	15	14	12	12	11	11	21
2	2000	259	389	216	388	518	297	351	259	79	48	-20	-21	-6	-6	-50	-71	-87	2	-3	-26	-48	43	-14	39
3	1994	137	87	151	245	433	337	154	246	158	41	39	30	29	-16	36	2	-14	10	-17	-7	-9	5	38	-38
4	2011	146	415	518	807	1017	965	369	98	31	-1	-53	-14	-31	-21	-21	11	41	-8	-6	-34	-17	-5	15	13
5	1982	72	220	628	239	350	118	91	201	54	32	186	168	185	154	317	69	38	80	41	30	28	26	72	55
6	1980	131	252	632	266	1090	849	313	171	65	60	49	40	47	41	90	44	32	35	35	29	37	30	29	27
7	1982	80	245	699	267	390	131	101	224	61	35	207	187	207	171	353	77	43	89	45	34	31	29	80	62
8	1982	79	240	686	262	382	129	99	220	59	35	203	183	203	168	347	75	42	88	45	33	30	28	79	60
9	2008	27	400	248	208	812	470	315	56	40	10	7	5	7	5	8	3	12	1	2	3	7	3	7	-2
10	1983	38	167	249	438	402	254	454	74	66	43	23	19	19	18	36	53	16	14	14	12	12	12	16	27
11	2002	-10	180	531	207	89	175	87	76	250	58	-18	8	-4	-6	-15	13	-21	-17	-25	-29	-38	-23	-35	-4
12	1955	21	64	169	390	331	225	362	95	23	13	10	9	10	8	9	8	7	7	7	7	7	7	18	11
13	1964	116	168	296	384	184	483	586	371	89	34	26	42	27	21	28	20	19	18	17	15	15	16	15	14
14	1984	101	237	452	210	309	124	46	43	19	12	17	12	12	38	152	18	10	10	10	8	8	8	8	14
15	1962	327	539	279	155	441	616	310	189	156	46	32	30	32	32	27	23	19	26	22	20	19	19	38	32
16	1979	35	142	524	591	465	366	216	55	40	34	32	39	36	30	40	40	36	29	26	24	23	24	24	28
17	1954	236	550	447	402	636	198	293	180	70	28	25	22	24	25	34	21	17	19	19	17	16	16	16	17
18	1954	120	279	227	204	322	100	148	91	36	14	12	11	12	13	17	11	9	9	9	8	8	8	8	9
19	2004	625	667	713	1350	1100	1893	3666	433	38	-42	-79	-97	-46	-29	18	34	1	-72	-76	35	-125	-115	-36	51
20	1989	20	143	162	193	549	338	121	62	39	24	67	56	32	25	23	24	72	22	19	17	16	17	21	55
21	1984	140	327	623	289	425	171	63	59	26	17	23	17	17	53	209	25	13	14	14	12	11	10	11	20
22	1975	48	244	466	824	522	378	65	29	37	20	17	16	17	16	17	16	13	14	14	14	13	12	13	14
23	1980	232	447	1121	471	1932	1505	555	303	115	106	86	71	82	72	159	79	56	63	62	51	65	53	52	48
24	1969	99	553	686	253	462	723	1154	964	330	115	88	377	345	356	124	96	302	132	86	65	59	57	58	59
25	1956	125	162	264	146	460	168	63	28	36	18	16	16	17	15	16	15	12	14	15	14	13	13	14	12
26	1966	130	118	173	344	581	249	225	113	108	28	21	18	20	92	47	19	14	14	14	12	12	12	15	26
27	1975	62	321	613	1083	686	497	86	38	49	27	23	21	22	21	22	21	18	18	18	18	16	16	17	19
28	1979	48	192	707	799	629	494	291	75	54	46	43	52	49	41	54	54	48	39	36	32	31	32	32	38
29	1989	38	272	309	367	1044	644	231	118	75	45	128	106	62	48	43	47	137	43	37	33	31	32	41	105
30	1979	27	107	395	446	351	276	163	42	30	26	24	29	27	23	30	30	27	22	20	18	18	18	18	21
31	1953	85	226	186	198	878	887	91	133	76	55	35	39	45	42	33	28	23	26	27	24	24	23	24	91

Año	Quincena del año i													Quincena del año $i+1$											
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
32	1953	124	331	273	290	1288	1300	134	196	112	81	51	57	66	62	49	41	34	38	39	35	35	34	36	134
33	2005	88	217	898	920	1085	979	-39	185	58	124	55	32	40	-52	-29	-46	-53	-45	-65	-83	-94	-129	-129	-39
34	1988	89	136	195	176	588	117	86	40	17	11	11	11	12	10	11	10	8	9	9	8	8	8	8	9
35	1975	42	213	408	721	457	331	57	25	33	18	15	14	15	14	15	14	12	12	12	12	11	11	11	12
36	2010	47	280	666	441	264	333	698	109	27	11	8	-11	5	6	7	2	3	5	3	3	-1	3	1	4
37	1959	107	266	411	346	724	221	88	50	126	56	27	22	34	69	34	21	19	18	19	17	16	15	16	16
38	1997	294	421	365	251	523	659	92	184	44	110	67	-16	-15	-28	-10	-21	-33	-37	-48	-109	-91	-74	-66	-37
39	1983	49	218	323	570	523	330	590	96	86	55	30	25	24	23	47	69	20	18	18	16	16	16	20	36
40	1952	157	406	483	350	491	86	176	100	33	35	28	26	28	26	26	25	51	28	24	22	21	20	26	23
41	1958	19	22	65	25	53	81	90	38	67	61	12	8	7	9	5	4	3	3	3	5	38	4	4	12
42	1968	12	71	268	147	252	192	106	71	27	13	15	12	45	16	10	9	8	7	7	6	6	5	6	6
43	1974	72	220	216	195	261	190	170	78	29	20	17	17	49	28	21	17	13	14	14	13	12	12	13	18
44	1997	295	423	366	252	525	661	93	184	44	110	67	-16	-15	-29	-10	-21	-34	-37	-49	-109	-92	-74	-66	-37
45	2005	36	88	366	375	442	399	-16	76	23	51	22	13	16	-21	-12	-19	-21	-18	-27	-34	-38	-52	-52	-16
46	1958	61	70	202	78	166	255	283	118	211	192	36	24	23	27	16	12	10	11	10	17	118	14	13	38
47	1989	23	163	185	220	626	386	138	71	45	27	77	63	37	29	26	28	82	26	22	20	19	19	24	63
48	1961	142	437	375	775	353	260	337	83	39	25	22	21	22	19	19	45	16	17	17	14	14	14	15	14
49	1968	27	162	611	335	576	438	241	161	61	29	34	27	103	36	23	21	19	16	16	14	13	12	13	13
50	1967	43	164	112	77	468	401	298	61	36	14	11	9	23	9	9	12	10	140	16	9	7	7	7	6
51	1960	53	183	241	426	384	365	84	44	49	34	28	307	103	38	86	38	25	26	26	24	23	22	24	52
52	1989	43	310	352	418	1189	733	263	135	85	52	146	120	70	55	49	53	156	48	42	38	36	36	46	120
53	1985	250	89	282	492	409	132	207	76	78	32	24	23	55	26	24	25	21	17	17	16	15	15	21	28
54	1985	160	57	181	315	262	84	132	49	50	20	16	14	35	17	16	16	13	11	11	10	10	10	13	18
55	2000	186	279	155	278	372	213	252	186	57	34	-14	-15	-4	-4	-36	-51	-63	2	-2	-19	-34	31	-10	28
56	1999	147	484	371	258	413	909	57	18	-19	-34	-16	-12	-12	-16	-12	-19	-10	-13	-14	-28	-40	7	28	147
57	1964	113	164	288	373	179	470	570	361	86	33	26	41	27	20	28	20	18	17	16	15	14	16	15	14
58	1970	104	169	355	309	277	114	575	278	46	32	24	20	20	19	19	16	13	15	15	13	13	13	18	20
59	1991	21	218	581	164	135	240	239	88	27	19	21	15	33	82	140	55	19	17	14	11	10	9	8	11
60	1970	62	101	211	184	165	68	342	166	27	19	14	12	12	11	11	10	8	9	9	8	8	8	10	12
61	1957	35	107	299	242	213	194	248	57	803	56	38	33	34	31	39	31	26	79	30	26	25	24	31	91
62	2007	226	195	420	345	314	286	251	83	16	-4	2	0	-8	-6	-9	10	9	-112	-1	1	-3	-3	-14	76

Tabla C.91. Media de los volúmenes quincenales del registro histórico y de las 10 series sintéticas. Presa La Yesca.

Serie	Quincena											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Serie 1	44.5	61.8	51.4	47.0	51.1	47.9	48.2	51.2	49.8	55.8	65.7	134.1
Serie 2	43.3	46.2	50.2	41.6	43.8	42.3	45.5	49.5	44.6	47.8	54.8	133.5
Serie 3	42.9	52.1	52.6	37.9	42.7	41.8	43.7	45.5	41.2	45.2	60.2	118.1
Serie 4	50.5	50.8	55.2	46.1	52.2	46.2	48.9	54.7	52.4	57.5	72.5	124.9
Serie 5	41.2	89.6	71.9	44.5	46.4	43.6	42.5	42.0	42.1	46.5	54.3	98.5
Serie 6	48.7	50.6	53.8	47.2	51.6	50.9	50.1	52.9	49.3	51.2	64.5	127.4
Serie 7	52.9	56.5	87.1	53.2	55.6	51.9	54.5	57.2	56.3	60.8	67.2	128.4
Serie 8	42.7	44.1	46.9	37.7	44.5	39.8	43.0	48.3	45.0	49.0	63.4	117.0
Serie 9	52.2	64.0	62.5	45.7	50.3	50.4	55.4	57.0	51.6	56.1	62.4	119.5
Serie 10	43.9	68.1	53.8	46.4	49.1	45.6	47.2	48.7	45.6	52.9	61.4	146.0
Promedio	46.3	58.4	58.5	44.7	48.7	46.0	47.9	50.7	47.8	52.3	62.6	124.8
Registro histórico	38.9	75.4	50.0	38.4	43.2	39.4	38.7	42.6	39.0	43.3	52.0	105.3

Serie	Quincena											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Serie 1	254.0	413.6	364.4	469.5	365.6	265.0	130.4	92.2	64.7	51.4	47.9	46.3
Serie 2	265.3	380.4	332.9	443.6	378.4	281.9	176.3	95.6	70.0	46.1	42.6	44.8
Serie 3	229.3	339.5	277.4	368.7	314.4	209.7	160.4	85.1	52.7	48.8	49.4	48.7
Serie 4	269.0	385.3	378.6	514.6	396.8	338.0	169.1	107.0	72.7	55.9	53.7	53.3
Serie 5	268.0	367.3	316.7	427.3	334.6	291.7	162.2	90.0	53.8	46.4	44.8	47.6
Serie 6	255.6	378.8	377.1	522.5	358.6	342.2	216.9	123.0	75.0	56.1	60.2	64.5
Serie 7	283.5	391.8	391.5	470.6	388.7	336.6	220.7	117.0	72.3	58.7	64.9	68.1
Serie 8	231.7	309.8	332.7	441.3	387.6	308.5	160.5	109.3	63.3	44.0	48.2	52.3
Serie 9	284.8	450.2	409.0	471.5	399.7	324.7	182.1	116.6	74.9	60.6	63.8	66.4
Serie 10	296.7	390.8	347.6	484.3	390.7	276.0	202.5	102.8	59.3	46.0	48.3	51.2
Promedio	263.8	380.8	352.8	461.4	371.5	297.4	178.1	103.9	65.9	51.4	52.4	54.3
Registro histórico	268.4	399.1	365.8	499.6	377.5	311.8	178.9	102.3	66.9	46.4	45.3	46.2

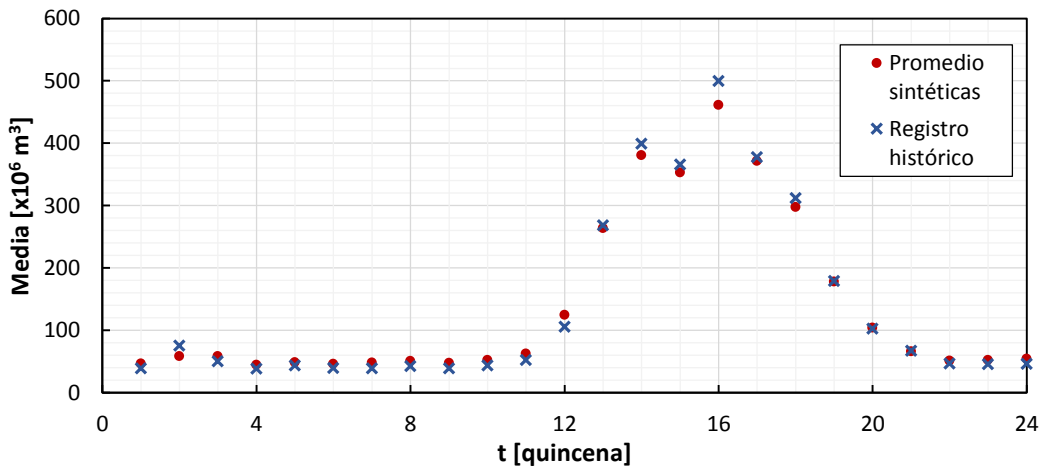


Figura C.4. Comparación entre la media del registro histórico y el promedio las 10 series sintéticas. Presa La Yesca.

Tabla C.92. Desviación estándar de los volúmenes quincenales del registro histórico y de las 10 series sintéticas. Presa La Yesca.

Serie	Quincena											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Serie 1	28.2	107.1	46.4	40.2	35.6	34.5	41.0	42.3	40.2	41.9	42.8	112.8
Serie 2	28.2	29.8	77.1	33.0	27.3	28.0	35.3	39.6	32.0	32.1	34.2	100.0
Serie 3	24.2	67.9	69.2	26.3	24.2	28.2	32.8	32.9	26.8	28.8	51.4	83.8
Serie 4	37.2	34.4	49.5	31.8	35.8	35.5	43.6	46.2	40.9	40.4	79.9	79.6
Serie 5	29.0	216.0	110.5	36.0	31.4	28.7	30.0	30.5	31.2	28.6	32.7	72.5
Serie 6	35.1	37.1	55.0	37.7	38.1	36.8	39.2	48.0	47.5	43.8	57.7	94.8
Serie 7	35.8	36.6	161.8	46.5	35.0	33.0	36.6	44.7	44.1	42.6	40.5	92.0
Serie 8	24.3	27.8	67.1	28.1	31.4	28.9	37.1	39.3	37.5	35.2	51.7	88.5
Serie 9	39.1	95.4	83.3	30.7	32.7	36.4	53.8	58.0	46.7	48.6	63.6	86.6
Serie 10	32.6	156.9	66.0	52.1	35.3	30.5	37.5	42.7	39.0	41.2	49.1	159.2
Promedio	31.4	80.9	78.6	36.2	32.7	32.0	38.7	42.4	38.6	38.3	50.4	97.0
Registro histórico	14.8	278.3	73.5	27.5	23.5	16.8	17.5	26.5	16.8	16.7	24.4	55.0

Serie	Quincena											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Serie 1	136.3	245.3	270.5	293.8	269.4	255.3	119.5	74.1	66.1	38.6	35.7	31.3
Serie 2	159.6	213.3	232.0	278.7	254.5	183.7	203.0	90.2	108.2	28.9	25.4	28.8
Serie 3	140.4	233.9	202.3	229.5	181.8	159.4	197.3	54.1	36.2	35.4	28.8	30.9
Serie 4	167.8	224.6	279.0	383.6	248.4	261.4	130.6	89.2	90.3	37.6	36.2	38.9
Serie 5	210.6	333.3	229.5	449.0	248.9	234.8	140.6	58.5	32.6	32.8	40.9	52.9
Serie 6	159.6	243.3	273.9	460.5	218.8	280.6	219.3	99.8	59.5	35.1	53.4	69.9
Serie 7	261.6	301.7	333.6	328.3	232.8	250.7	217.3	90.2	52.6	40.2	51.0	66.8
Serie 8	198.0	181.9	207.3	311.2	462.6	274.3	115.0	83.4	53.2	24.2	42.9	57.2
Serie 9	186.4	353.2	342.9	373.7	363.8	361.6	178.8	124.4	117.8	58.8	62.1	78.1
Serie 10	227.7	332.3	253.4	341.5	312.1	184.8	230.8	68.0	47.2	33.5	38.5	45.1
Promedio	184.8	266.3	262.4	345.0	279.3	244.7	175.2	83.2	66.4	36.5	41.5	50.0
Registro histórico	227.9	446.7	304.5	480.5	308.6	280.2	177.2	94.4	103.6	33.5	30.2	36.3

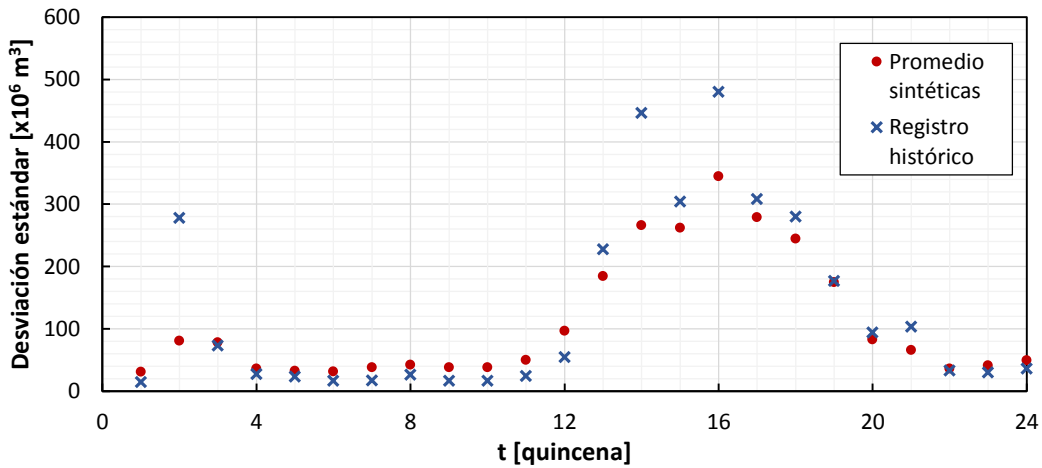


Figura C.5. Comparación entre la desviación estándar del registro histórico y el promedio las 10 series sintéticas. Presa La Yesca.

Tabla C.93. Coeficiente de variación de los volúmenes quincenales del registro histórico y de las 10 series sintéticas. Presa La Yesca.

Serie	Quincena											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Serie 1	0.63	1.73	0.90	0.86	0.70	0.72	0.85	0.83	0.81	0.75	0.65	0.84
Serie 2	0.65	0.64	1.53	0.79	0.62	0.66	0.78	0.80	0.72	0.67	0.62	0.75
Serie 3	0.56	1.30	1.32	0.69	0.57	0.68	0.75	0.72	0.65	0.64	0.85	0.71
Serie 4	0.74	0.68	0.90	0.69	0.69	0.77	0.89	0.84	0.78	0.70	1.10	0.64
Serie 5	0.70	2.41	1.54	0.81	0.68	0.66	0.71	0.73	0.74	0.62	0.60	0.74
Serie 6	0.72	0.73	1.02	0.80	0.74	0.72	0.78	0.91	0.96	0.86	0.89	0.74
Serie 7	0.68	0.65	1.86	0.87	0.63	0.63	0.67	0.78	0.78	0.70	0.60	0.72
Serie 8	0.57	0.63	1.43	0.75	0.70	0.73	0.86	0.81	0.83	0.72	0.82	0.76
Serie 9	0.75	1.49	1.33	0.67	0.65	0.72	0.97	1.02	0.90	0.87	1.02	0.72
Serie 10	0.74	2.30	1.23	1.12	0.72	0.67	0.79	0.88	0.85	0.78	0.80	1.09
Promedio	0.67	1.26	1.31	0.81	0.67	0.70	0.81	0.83	0.80	0.73	0.80	0.77
Registro histórico	0.38	3.69	1.47	0.72	0.54	0.43	0.45	0.62	0.43	0.39	0.47	0.52

Serie	Quincena											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Serie 1	0.54	0.59	0.74	0.63	0.74	0.96	0.92	0.80	1.02	0.75	0.75	0.68
Serie 2	0.60	0.56	0.70	0.63	0.67	0.65	1.15	0.94	1.55	0.63	0.60	0.64
Serie 3	0.61	0.69	0.73	0.62	0.58	0.76	1.23	0.64	0.69	0.73	0.58	0.63
Serie 4	0.62	0.58	0.74	0.75	0.63	0.77	0.77	0.83	1.24	0.67	0.67	0.73
Serie 5	0.79	0.91	0.72	1.05	0.74	0.81	0.87	0.65	0.61	0.71	0.91	1.11
Serie 6	0.62	0.64	0.73	0.88	0.61	0.82	1.01	0.81	0.79	0.63	0.89	1.08
Serie 7	0.92	0.77	0.85	0.70	0.60	0.74	0.98	0.77	0.73	0.68	0.79	0.98
Serie 8	0.85	0.59	0.62	0.71	1.19	0.89	0.72	0.76	0.84	0.55	0.89	1.09
Serie 9	0.65	0.78	0.84	0.79	0.91	1.11	0.98	1.07	1.57	0.97	0.97	1.18
Serie 10	0.77	0.85	0.73	0.71	0.80	0.67	1.14	0.66	0.80	0.73	0.80	0.88
Promedio	0.70	0.70	0.74	0.75	0.75	0.82	0.98	0.79	0.98	0.70	0.78	0.90
Registro histórico	0.85	1.12	0.83	0.96	0.82	0.90	0.99	0.92	1.55	0.72	0.67	0.79

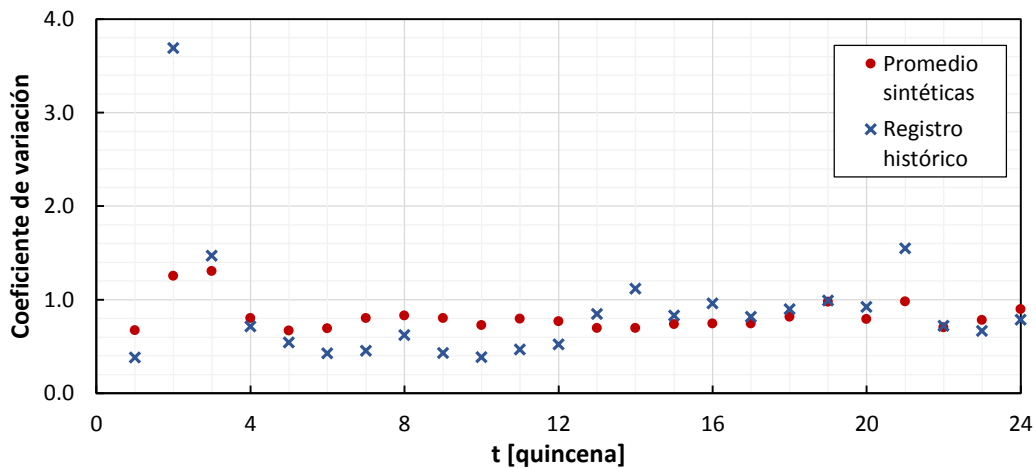


Figura C.6. Comparación entre el coeficiente de variación del registro histórico y el promedio las 10 series sintéticas. Presa La Yesca.

Tabla C.94. Coeficiente de asimetría de los volúmenes quincenales del registro histórico y de las 10 series sintéticas. Presa La Yesca.

Serie	Quincena											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Serie 1	1.74	6.59	2.44	1.99	1.85	1.77	1.95	1.83	1.59	1.16	0.74	2.61
Serie 2	1.21	1.56	5.99	2.04	1.45	1.57	2.15	1.59	1.11	0.96	1.14	1.83
Serie 3	0.91	6.06	4.83	1.34	0.69	1.42	1.95	1.66	1.06	1.22	2.28	1.40
Serie 4	2.11	1.85	2.56	1.41	1.86	1.77	2.64	1.92	1.55	1.24	5.14	1.30
Serie 5	2.32	4.49	3.39	1.39	1.63	1.40	1.08	1.33	1.56	0.91	0.76	1.60
Serie 6	1.69	1.66	3.17	1.66	1.42	1.54	1.58	2.60	2.92	2.33	2.09	1.40
Serie 7	1.75	1.78	4.26	2.24	1.64	1.55	1.68	2.60	2.35	1.80	1.46	2.04
Serie 8	1.04	1.18	5.60	1.84	1.40	1.36	1.53	1.74	1.99	1.69	1.54	3.25
Serie 9	1.56	5.81	4.21	1.22	1.41	1.73	2.51	1.99	1.65	1.64	3.18	1.30
Serie 10	1.37	7.27	3.52	2.53	1.46	1.35	1.44	1.68	1.65	1.22	1.26	1.61
Promedio	1.57	3.83	4.00	1.77	1.48	1.55	1.85	1.90	1.74	1.42	1.96	1.83
Registro histórico	1.79	7.58	5.29	4.42	2.41	0.73	0.43	3.43	0.33	-0.30	1.81	0.96

Serie	Quincena											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Serie 1	1.16	1.25	1.99	1.19	1.85	3.54	2.84	2.35	3.85	2.23	2.63	1.61
Serie 2	0.74	1.08	2.39	1.13	1.92	1.40	2.82	3.06	4.51	0.77	0.95	1.00
Serie 3	1.01	1.51	2.30	1.32	1.67	1.64	2.90	0.90	1.26	2.72	0.95	1.42
Serie 4	0.94	0.75	1.55	1.39	0.95	1.11	1.21	2.90	5.93	1.48	1.50	1.81
Serie 5	1.49	2.53	0.82	2.44	1.78	2.22	2.03	1.42	1.31	1.75	3.50	4.68
Serie 6	1.14	1.23	1.46	2.50	0.82	2.01	2.45	2.06	2.22	1.04	2.45	2.91
Serie 7	2.64	1.87	2.13	1.34	1.09	1.46	1.79	2.05	2.39	2.69	2.29	2.91
Serie 8	3.97	2.02	1.53	1.59	4.41	2.17	1.45	1.69	2.82	1.11	4.12	5.13
Serie 9	1.09	1.82	2.18	1.97	3.78	3.83	1.92	3.13	6.15	2.57	2.22	3.28
Serie 10	1.27	2.50	2.01	1.35	2.52	1.29	3.17	1.10	3.63	1.06	2.16	3.57
Promedio	1.54	1.66	1.84	1.62	2.08	2.07	2.26	2.07	3.41	1.74	2.28	2.83
Registro histórico	2.30	4.73	1.74	2.31	2.52	1.68	2.14	3.69	6.75	4.21	2.93	4.46

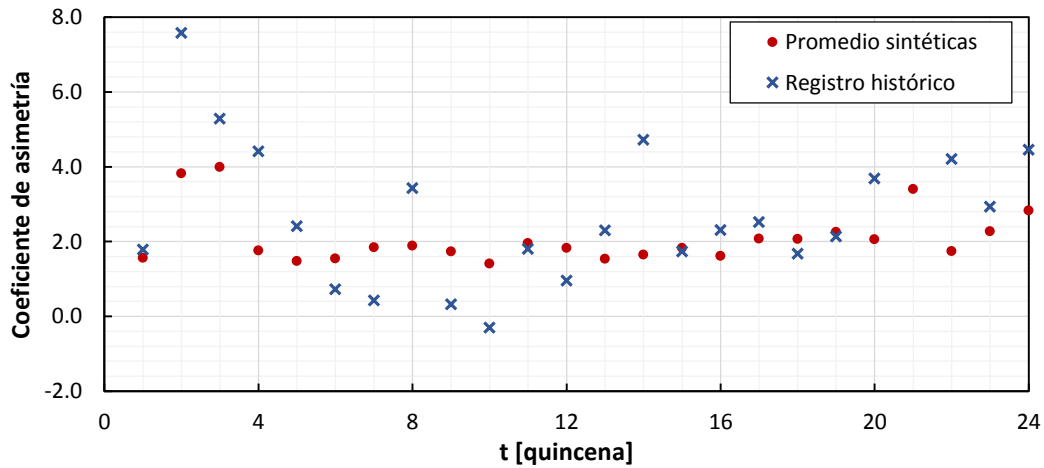


Figura C.7. Comparación entre los coeficientes de asimetría del registro histórico y el promedio las 10 series sintéticas. Presa La Yesca.

Tabla C.95. Coeficiente de correlación de los volúmenes quincenales del registro histórico y de las 10 series sintéticas. Presa La Yesca.

Serie	Quincena											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Serie 1	0.23	0.62	0.92	0.79	0.90	0.94	0.90	0.91	0.95	0.74	-0.08	0.66
Serie 2	0.90	0.36	0.57	0.85	0.89	0.90	0.72	0.77	0.97	0.89	-0.05	0.79
Serie 3	0.21	0.24	0.56	0.82	0.88	0.89	0.91	0.84	0.93	0.50	-0.16	0.67
Serie 4	0.95	0.44	0.60	0.83	0.89	0.90	0.85	0.84	0.92	0.66	-0.20	0.70
Serie 5	0.12	0.38	0.61	0.72	0.86	0.90	0.92	0.93	0.90	0.69	0.10	0.25
Serie 6	0.88	0.62	0.71	0.94	0.96	0.94	0.91	0.91	0.98	0.57	-0.17	0.68
Serie 7	0.91	0.38	0.62	0.87	0.90	0.90	0.87	0.92	0.95	0.80	-0.14	0.60
Serie 8	0.93	0.41	0.62	0.82	0.87	0.91	0.88	0.87	0.96	0.55	-0.24	0.82
Serie 9	0.31	0.25	0.53	0.89	0.96	0.91	0.87	0.88	0.97	0.74	-0.02	0.50
Serie 10	0.30	0.68	0.95	0.88	0.90	0.94	0.91	0.96	0.97	0.84	0.09	0.77
Promedio	0.57	0.44	0.67	0.84	0.90	0.91	0.88	0.88	0.95	0.70	-0.09	0.65
Registro histórico	0.47	0.82	0.82	0.54	0.63	0.76	0.41	0.50	0.80	0.26	0.29	0.24

Serie	Quincena											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Serie 1	0.56	0.61	0.40	0.72	0.54	0.86	0.76	0.87	0.61	0.96	0.93	0.88
Serie 2	0.66	0.41	0.33	0.08	0.22	0.51	0.49	0.91	0.48	0.80	0.93	0.93
Serie 3	0.65	0.47	0.47	0.35	0.32	0.56	0.64	0.79	0.61	0.81	0.93	0.76
Serie 4	0.74	0.59	0.52	0.64	0.57	0.75	0.59	0.84	0.52	0.91	0.93	0.93
Serie 5	0.53	0.21	0.73	0.61	0.67	0.50	0.69	0.76	0.81	0.72	0.94	0.60
Serie 6	0.73	0.60	0.73	0.62	0.42	0.63	0.61	0.68	0.49	0.49	0.95	0.54
Serie 7	0.73	0.44	0.63	0.70	0.53	0.69	0.64	0.73	0.52	0.59	0.95	0.61
Serie 8	0.64	0.39	0.52	0.46	0.56	0.67	0.71	0.68	0.45	0.58	0.97	0.61
Serie 9	0.68	0.27	0.72	0.53	0.81	0.56	0.67	0.83	0.42	0.68	0.95	0.58
Serie 10	0.68	0.59	0.64	0.38	0.35	0.50	0.52	0.67	0.64	0.80	0.95	0.73
Promedio	0.66	0.46	0.57	0.51	0.50	0.62	0.63	0.78	0.56	0.73	0.94	0.72
Registro histórico	0.68	0.24	0.65	0.51	0.66	0.60	0.55	0.88	0.45	0.66	0.88	0.46

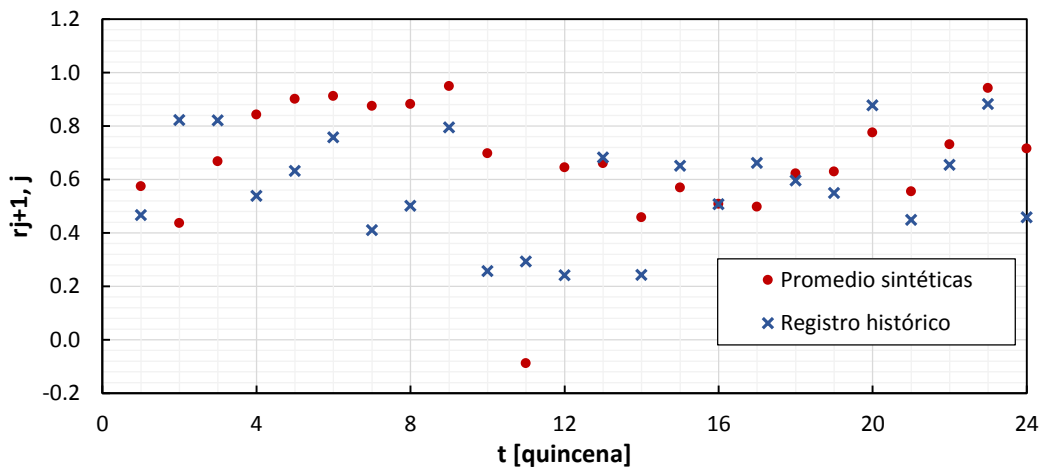


Figura C.8. Comparación entre los coeficientes de correlación del registro histórico y el promedio las 10 series sintéticas. Presa La Yesca.

Tabla C.96. Media de los volúmenes quincenales del registro histórico y de las 10 series sintéticas. Presa Aguamilpa.

Serie	Quincena											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Serie 1	32.8	49.0	21.9	22.1	18.1	12.0	7.9	6.7	7.8	12.9	29.6	110.8
Serie 2	38.0	34.1	26.6	18.5	6.6	7.0	3.5	7.3	8.2	15.2	21.7	100.2
Serie 3	34.6	41.9	27.5	14.5	12.4	9.7	6.2	4.1	9.3	15.9	26.9	105.7
Serie 4	32.0	30.7	28.0	22.1	15.3	9.5	4.8	6.3	3.1	9.4	27.6	104.6
Serie 5	33.4	43.6	41.5	19.0	18.4	10.0	4.7	3.6	8.5	17.6	20.6	82.8
Serie 6	27.4	25.3	21.5	9.9	9.2	3.6	0.2	-2.3	0.6	29.2	23.9	109.1
Serie 7	31.9	45.5	55.1	21.5	16.7	8.9	3.1	1.4	3.1	24.2	20.2	108.2
Serie 8	27.6	25.4	24.7	14.0	11.4	7.9	4.0	2.3	1.6	24.5	26.2	109.1
Serie 9	44.7	37.7	37.2	21.5	11.4	9.1	2.7	4.3	1.9	17.3	20.1	112.0
Serie 10	30.1	31.3	19.1	18.3	18.3	13.2	9.2	7.0	12.1	20.4	25.8	122.7
Promedio	33.2	36.5	30.3	18.1	13.8	9.1	4.6	4.1	5.6	18.6	24.3	106.5
Registro histórico	36.0	41.7	27.3	17.5	17.5	10.8	8.5	9.0	8.5	16.7	21.8	91.8

Serie	Quincena											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Serie 1	247.8	396.1	372.3	519.7	414.1	290.0	138.3	76.8	38.3	35.6	38.8	38.8
Serie 2	259.1	350.4	299.4	392.6	344.9	234.8	140.1	77.6	33.4	37.8	34.7	26.0
Serie 3	244.3	303.1	274.4	406.9	386.8	208.9	171.8	86.6	25.9	53.6	44.4	30.2
Serie 4	250.8	359.2	345.9	444.3	377.6	279.7	128.9	112.8	37.6	35.5	39.1	33.4
Serie 5	227.2	321.7	322.0	428.6	348.5	262.8	145.3	70.6	26.4	31.0	54.3	40.0
Serie 6	273.4	348.0	341.3	438.9	357.3	277.7	150.0	118.9	33.3	26.4	23.2	25.1
Serie 7	276.8	355.4	382.0	466.6	395.0	311.9	142.1	81.1	29.4	47.9	65.2	41.1
Serie 8	247.8	289.7	330.4	410.7	360.3	270.5	117.0	72.5	27.7	32.7	24.9	23.9
Serie 9	281.0	362.9	370.1	467.8	399.4	278.9	151.4	71.5	41.6	99.0	56.8	46.1
Serie 10	281.5	346.0	335.9	506.4	405.0	288.7	169.1	80.7	32.8	20.6	33.8	35.3
Promedio	259.0	343.2	337.4	448.2	378.9	270.4	145.4	84.9	32.6	42.0	41.5	34.0
Registro histórico	238.0	325.8	327.8	448.9	350.2	271.1	135.3	71.0	30.7	37.3	33.9	33.9

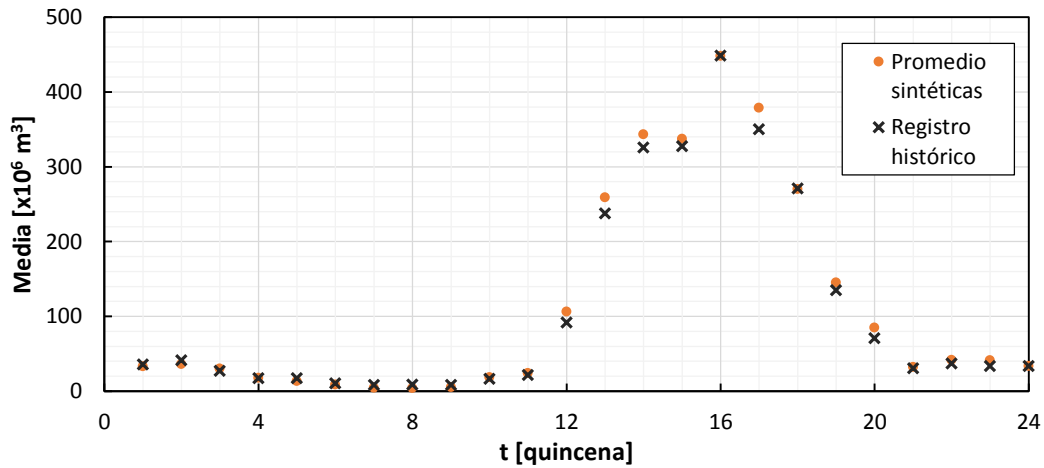


Figura C.9. Comparación entre la media del registro histórico y el promedio las 10 series sintéticas. Presa Aguamilpa.

Tabla C.97. Desviación estándar de los volúmenes quincenales del registro histórico y de las 10 series sintéticas. Presa Aguamilpa.

Serie	Quincena											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Serie 1	58.8	83.8	29.9	51.3	38.7	26.5	30.6	37.6	32.6	32.8	37.3	102.6
Serie 2	85.4	67.5	74.1	58.2	38.4	22.7	26.7	39.5	23.6	35.6	30.1	98.9
Serie 3	68.8	60.4	64.0	29.4	31.0	18.1	23.2	26.0	19.3	23.3	50.9	93.2
Serie 4	61.3	45.0	47.1	34.7	60.8	27.1	36.7	41.3	32.0	34.4	50.8	96.8
Serie 5	51.4	72.5	98.2	44.5	35.0	18.6	21.9	22.3	23.2	31.2	33.5	68.4
Serie 6	76.1	53.0	50.3	36.1	31.0	23.3	29.0	38.9	36.7	108.3	48.2	110.1
Serie 7	47.5	80.6	154.4	44.8	34.5	22.3	29.6	34.1	38.0	86.6	33.1	89.8
Serie 8	45.1	37.8	64.2	21.0	48.9	19.4	27.2	32.5	28.1	73.0	42.1	89.2
Serie 9	81.6	51.1	85.4	37.3	26.4	26.4	42.6	49.4	37.8	55.6	38.9	117.2
Serie 10	47.2	45.1	32.9	49.6	36.7	19.5	24.8	30.6	24.6	42.2	26.8	121.0
Promedio	62.3	59.7	70.1	40.7	38.1	22.4	29.2	35.2	29.6	52.3	39.2	98.7
Registro histórico	69.2	73.1	49.8	27.0	51.8	15.2	16.2	32.3	16.7	25.6	24.6	64.7

Serie	Quincena											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Serie 1	141.4	211.8	246.9	332.2	357.0	480.2	140.4	109.6	36.7	50.4	72.1	60.7
Serie 2	173.5	212.0	162.3	229.4	183.6	214.3	170.1	87.0	51.5	114.4	98.5	59.0
Serie 3	213.8	194.7	160.9	305.2	328.9	181.6	288.7	170.3	28.6	126.2	85.3	41.6
Serie 4	171.6	229.4	250.1	258.2	236.8	259.5	107.9	379.6	55.6	88.3	79.3	45.0
Serie 5	150.3	213.9	232.6	306.0	216.5	191.8	154.9	82.9	21.7	63.2	118.6	53.3
Serie 6	216.0	263.1	219.6	320.3	296.1	256.5	191.7	235.1	38.0	69.8	60.9	42.5
Serie 7	217.6	239.7	288.4	268.9	250.0	260.9	126.2	124.1	30.8	123.7	180.1	69.1
Serie 8	195.0	166.3	217.7	279.9	297.4	237.7	92.0	120.6	35.8	79.0	74.3	38.3
Serie 9	182.0	226.3	215.3	299.6	301.1	294.6	189.0	62.0	62.3	227.8	108.7	71.3
Serie 10	217.5	290.2	226.8	349.2	265.0	241.4	176.3	128.1	32.6	27.8	75.9	61.1
Promedio	187.9	224.7	222.1	294.9	273.2	261.9	163.7	149.9	39.3	97.1	95.4	54.2
Registro histórico	147.0	223.4	214.4	348.7	199.7	246.9	133.5	80.0	46.0	103.7	65.0	47.9

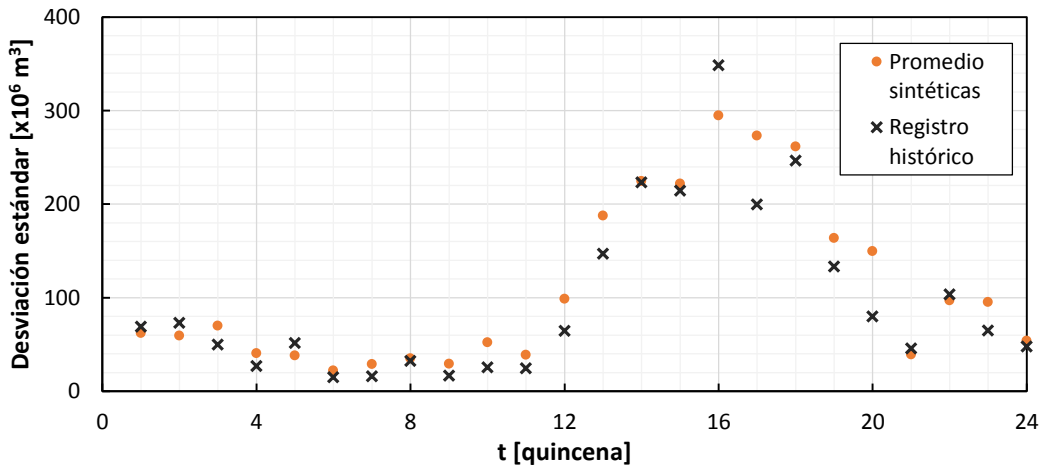


Figura C.10. Comparación entre la desviación estándar del registro histórico y el promedio las 10 series sintéticas. Presa Aguamilpa.

Tabla C.98. Coeficiente de variación de los volúmenes quincenales del registro histórico y de las 10 series sintéticas. Presa Aguamilpa.

Serie	Quincena											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Serie 1	1.79	1.71	1.36	2.33	2.14	2.21	3.87	5.58	4.16	2.55	1.26	0.93
Serie 2	2.25	1.98	2.78	3.14	5.83	3.26	7.66	5.42	2.87	2.35	1.39	0.99
Serie 3	1.99	1.44	2.33	2.03	2.51	1.86	3.73	6.41	2.08	1.47	1.89	0.88
Serie 4	1.92	1.46	1.68	1.57	3.97	2.86	7.61	6.57	10.30	3.65	1.84	0.93
Serie 5	1.54	1.66	2.36	2.34	1.90	1.86	4.69	6.16	2.72	1.77	1.63	0.83
Serie 6	2.78	2.09	2.33	3.66	3.38	6.48	145.84	-16.93	58.70	3.71	2.01	1.01
Serie 7	1.49	1.77	2.80	2.08	2.07	2.51	9.54	24.04	12.10	3.59	1.64	0.83
Serie 8	1.63	1.49	2.60	1.51	4.29	2.45	6.83	13.99	17.74	2.99	1.61	0.82
Serie 9	1.82	1.36	2.30	1.74	2.32	2.90	15.72	11.46	19.59	3.21	1.93	1.05
Serie 10	1.57	1.44	1.72	2.71	2.01	1.48	2.69	4.39	2.03	2.07	1.04	0.99
Promedio	1.88	1.64	2.23	2.31	3.04	2.79	20.82	6.71	13.23	2.73	1.62	0.92
Registro histórico	1.92	1.75	1.82	1.55	2.95	1.41	1.91	3.57	1.97	1.54	1.13	0.70

Serie	Quincena											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Serie 1	0.57	0.53	0.66	0.64	0.86	1.66	1.02	1.43	0.96	1.42	1.86	1.57
Serie 2	0.67	0.60	0.54	0.58	0.53	0.91	1.21	1.12	1.54	3.03	2.83	2.27
Serie 3	0.88	0.64	0.59	0.75	0.85	0.87	1.68	1.97	1.10	2.35	1.92	1.38
Serie 4	0.68	0.64	0.72	0.58	0.63	0.93	0.84	3.37	1.48	2.49	2.03	1.35
Serie 5	0.66	0.66	0.72	0.71	0.62	0.73	1.07	1.17	0.82	2.04	2.19	1.33
Serie 6	0.79	0.76	0.64	0.73	0.83	0.92	1.28	1.98	1.14	2.64	2.62	1.69
Serie 7	0.79	0.67	0.76	0.58	0.63	0.84	0.89	1.53	1.05	2.58	2.76	1.68
Serie 8	0.79	0.57	0.66	0.68	0.83	0.88	0.79	1.66	1.29	2.42	2.98	1.60
Serie 9	0.65	0.62	0.58	0.64	0.75	1.06	1.25	0.87	1.50	2.30	1.92	1.55
Serie 10	0.77	0.84	0.68	0.69	0.65	0.84	1.04	1.59	1.00	1.35	2.25	1.73
Promedio	0.72	0.66	0.66	0.66	0.72	0.96	1.11	1.67	1.19	2.26	2.34	1.61
Registro histórico	0.62	0.69	0.65	0.78	0.57	0.91	0.99	1.13	1.50	2.78	1.92	1.41

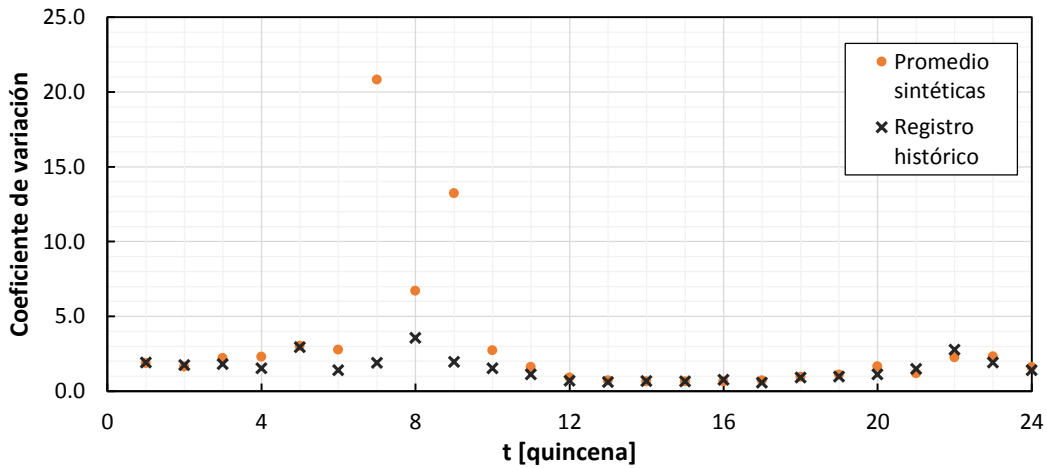


Figura C.11. Comparación entre el coeficiente de variación del registro histórico y el promedio las 10 series sintéticas. Presa Aguamilpa.

Tabla C.99. Coeficiente de asimetría de los volúmenes quincenales del registro histórico y de las 10 series sintéticas. Presa Aguamilpa.

Serie	Quincena											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Serie 1	3.15	2.29	-0.35	2.81	1.02	-0.93	-2.18	-1.18	-2.57	-1.59	1.06	2.50
Serie 2	2.94	2.91	5.78	2.67	-1.21	0.34	-1.89	1.37	-0.82	1.72	0.91	1.37
Serie 3	3.88	2.08	5.35	1.27	-1.44	-0.86	-2.97	-2.01	-2.15	0.26	3.68	1.73
Serie 4	2.69	1.72	2.98	0.82	1.83	-0.31	-2.82	-0.06	-1.67	-1.11	3.94	1.93
Serie 5	1.79	2.82	4.09	1.44	3.27	-0.52	-1.72	-1.48	-1.91	1.42	1.16	0.94
Serie 6	5.90	3.88	3.57	1.33	1.76	-0.54	-1.49	-1.13	-2.38	4.98	3.07	1.03
Serie 7	1.48	2.83	4.18	1.46	2.27	-0.84	-2.00	-1.41	-1.68	5.78	1.12	0.89
Serie 8	2.09	3.17	5.61	1.48	3.91	-0.51	-2.00	-0.89	-2.23	4.94	2.65	1.10
Serie 9	2.63	2.07	3.95	0.67	-0.96	-1.77	-3.41	0.27	-2.38	1.69	2.48	2.08
Serie 10	2.84	1.82	0.77	3.42	0.87	-0.23	-2.59	-1.14	-1.99	4.64	1.11	1.67
Promedio	2.94	2.56	3.59	1.74	1.13	-0.62	-2.31	-0.76	-1.98	2.27	2.12	1.52
Registro histórico	4.42	3.07	4.19	2.23	5.38	-0.85	-1.79	4.01	-1.95	1.87	1.60	0.57

Serie	Quincena											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Serie 1	0.81	0.94	1.77	1.74	1.97	5.78	3.58	5.05	1.56	1.62	2.76	2.92
Serie 2	1.91	1.37	0.76	0.97	0.84	2.15	3.11	1.69	3.05	3.85	4.66	3.96
Serie 3	2.61	1.59	1.13	1.83	2.74	1.76	4.15	4.45	0.10	3.64	3.70	2.73
Serie 4	1.75	1.58	1.47	0.59	1.05	1.75	1.46	7.12	2.62	6.00	3.48	1.37
Serie 5	1.45	1.41	1.71	1.55	0.89	0.73	3.28	3.99	0.45	4.01	3.61	1.65
Serie 6	1.76	1.29	0.85	2.01	2.17	2.32	3.23	4.19	0.73	4.85	3.09	1.27
Serie 7	1.79	1.42	1.95	1.10	1.37	1.13	2.13	4.24	1.43	4.43	4.04	1.88
Serie 8	1.90	0.89	2.07	1.82	2.07	1.47	3.40	5.57	0.84	4.58	5.49	2.01
Serie 9	1.25	1.65	1.02	1.25	1.75	1.73	5.12	3.27	3.57	3.29	3.25	2.64
Serie 10	1.80	3.51	1.47	1.79	1.40	1.56	2.05	5.67	1.17	0.15	4.07	3.03
Promedio	1.70	1.57	1.42	1.46	1.63	2.04	3.15	4.52	1.55	3.64	3.81	2.35
Registro histórico	1.13	2.89	1.24	2.46	1.01	1.38	2.72	2.99	5.49	6.19	3.61	2.57

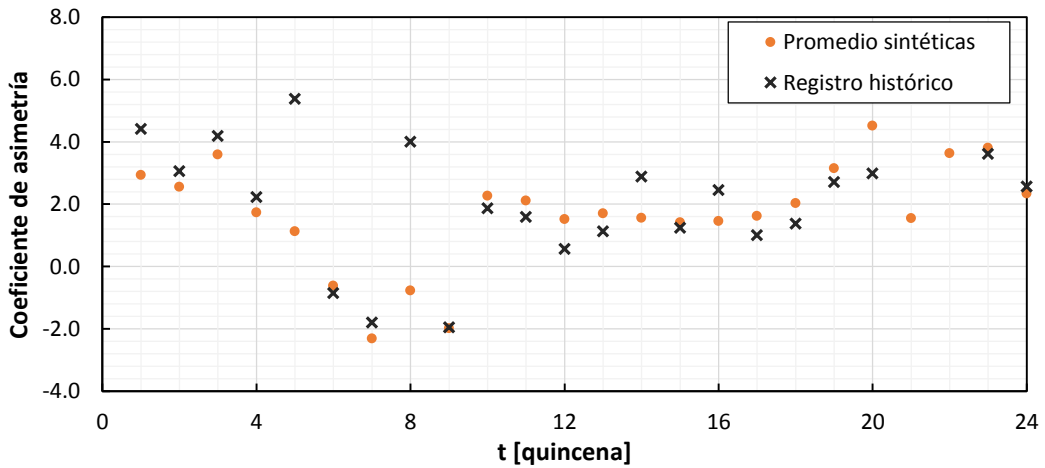


Figura C.12. Comparación entre el coeficiente de asimetría del registro histórico y el promedio las 10 series sintéticas. Presa Aguamilpa.

Tabla C.100. Coeficiente de correlación de los volúmenes quincenales del registro histórico y de las 10 series sintéticas. Presa Aguamilpa.

Serie	Quincena											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Serie 1	0.69	0.65	0.71	0.56	0.78	0.79	0.74	0.81	0.85	0.55	0.06	0.64
Serie 2	0.58	0.21	0.48	0.66	0.71	0.88	0.74	0.36	0.34	0.57	0.04	0.69
Serie 3	0.62	0.14	0.59	0.49	0.67	0.86	0.89	0.52	0.59	0.36	-0.05	0.69
Serie 4	0.74	0.33	0.49	0.46	0.68	0.88	0.84	0.82	0.93	0.63	-0.15	0.45
Serie 5	0.69	0.12	0.57	0.46	0.66	0.89	0.95	0.43	0.41	0.60	-0.20	0.47
Serie 6	0.86	0.37	0.54	0.69	0.87	0.88	0.84	0.74	-0.45	0.09	-0.08	0.73
Serie 7	0.60	0.15	0.79	0.44	0.72	0.82	0.85	0.53	-0.29	0.21	0.01	0.65
Serie 8	0.62	0.30	0.77	0.39	0.59	0.85	0.84	0.79	-0.33	0.11	-0.24	0.78
Serie 9	0.58	0.31	0.60	0.82	0.93	0.92	0.82	0.77	0.44	0.62	-0.03	0.79
Serie 10	0.56	0.80	0.82	0.41	0.66	0.84	0.87	0.28	-0.17	0.12	0.12	0.82
Promedio	0.65	0.34	0.64	0.54	0.73	0.86	0.84	0.60	0.23	0.39	-0.05	0.67
Registro histórico	0.72	0.38	0.51	0.31	0.56	0.84	0.64	0.48	0.18	0.31	0.26	0.34

Serie	Quincena											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Serie 1	0.42	0.46	0.37	0.78	0.55	0.53	0.25	0.37	0.34	0.65	0.89	0.91
Serie 2	0.67	0.55	0.55	0.39	0.39	0.65	0.42	0.73	0.15	0.22	0.61	0.67
Serie 3	0.61	0.63	0.53	0.61	0.18	0.28	0.04	0.44	0.13	0.35	0.53	0.37
Serie 4	0.44	0.67	0.50	0.43	0.34	0.51	0.15	0.50	0.26	0.22	0.54	0.46
Serie 5	0.52	0.46	0.51	0.71	0.28	0.36	0.16	0.37	0.22	0.22	0.40	0.75
Serie 6	0.63	0.66	0.64	0.49	0.27	0.43	0.07	0.48	0.10	0.39	0.54	0.30
Serie 7	0.65	0.59	0.55	0.69	0.28	0.30	0.04	0.24	0.14	0.17	0.34	0.59
Serie 8	0.68	0.62	0.56	0.57	0.14	0.50	0.07	0.36	0.23	0.19	0.40	0.60
Serie 9	0.60	0.58	0.48	0.47	0.19	0.20	0.19	0.65	0.09	0.49	0.54	0.47
Serie 10	0.57	0.65	0.67	0.56	0.42	0.55	0.19	0.43	0.53	0.44	0.68	0.77
Promedio	0.58	0.59	0.54	0.57	0.30	0.43	0.16	0.46	0.22	0.33	0.55	0.59
Registro histórico	0.48	0.39	0.51	0.53	0.42	0.36	0.18	0.63	0.07	0.53	0.56	0.33

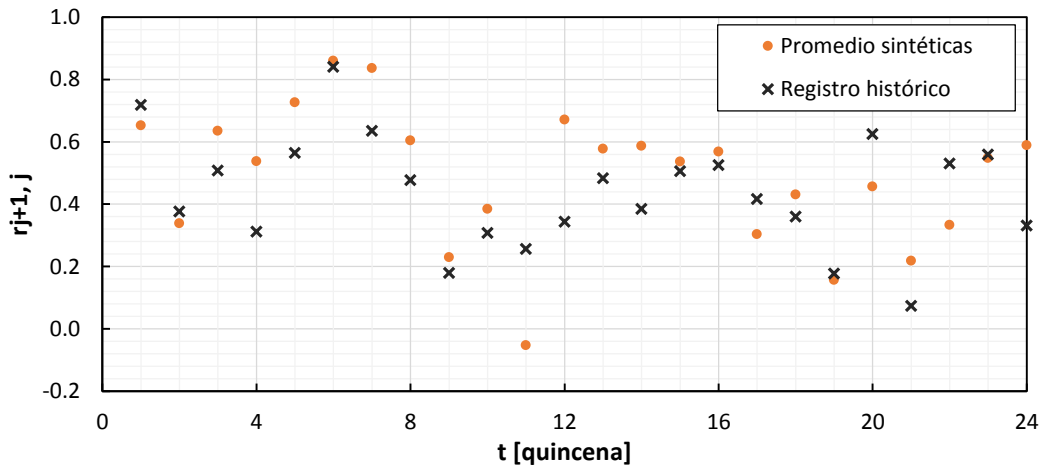


Figura C.13. Comparación entre los coeficientes de correlación del registro histórico y el promedio las 10 series sintéticas. Presa Aguamilpa.

Tabla C.101. Coeficientes de correlación cruzada de los volúmenes quincenales del registro histórico y de las 10 series sintéticas.

Serie	Quincena											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Serie 1	-0.01	0.19	-0.07	0.16	0.01	-0.21	-0.33	-0.46	-0.46	-0.19	0.43	0.85
Serie 2	0.38	0.04	0.79	-0.06	0.05	0.03	-0.25	0.14	0.09	0.03	0.43	0.78
Serie 3	0.16	0.20	0.84	-0.11	-0.05	-0.29	-0.50	-0.61	-0.02	0.09	0.73	0.87
Serie 4	0.19	0.23	0.66	0.07	0.24	-0.06	-0.49	-0.15	-0.33	-0.28	0.76	0.65
Serie 5	0.07	0.41	0.85	0.09	0.26	-0.04	-0.27	-0.35	0.03	0.13	0.49	0.77
Serie 6	0.13	0.06	0.38	-0.16	-0.08	-0.29	-0.60	-0.69	-0.70	0.56	0.64	0.80
Serie 7	0.07	-0.02	0.89	0.24	-0.03	-0.28	-0.62	-0.61	-0.42	0.46	0.21	0.66
Serie 8	0.22	0.16	0.78	0.11	0.28	-0.20	-0.50	-0.51	-0.52	0.42	0.66	0.78
Serie 9	0.44	0.29	0.79	-0.06	-0.43	-0.48	-0.64	-0.23	-0.51	-0.14	0.44	0.90
Serie 10	0.05	0.39	-0.41	-0.40	0.13	0.10	-0.37	-0.51	0.16	0.07	0.64	0.87
Promedio	0.17	0.19	0.55	-0.01	0.04	-0.17	-0.46	-0.40	-0.27	0.12	0.54	0.79
Registro histórico	0.43	0.59	0.67	0.22	0.63	0.03	-0.18	0.52	-0.25	-0.08	0.64	0.73

Serie	Quincena											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Serie 1	0.73	0.63	0.82	0.71	0.84	0.87	0.62	0.25	0.56	0.05	-0.02	0.04
Serie 2	0.65	0.70	0.56	0.42	0.52	0.37	0.41	0.60	0.85	0.15	0.23	0.17
Serie 3	0.75	0.59	0.66	0.63	0.79	0.74	0.85	0.33	0.26	0.57	0.17	0.25
Serie 4	0.77	0.70	0.65	0.67	0.54	0.67	0.70	0.52	0.72	0.20	0.06	0.27
Serie 5	0.74	0.75	0.77	0.85	0.76	0.56	0.48	0.20	0.23	0.32	0.17	0.22
Serie 6	0.82	0.64	0.73	0.65	0.65	0.61	0.71	0.32	0.51	0.30	0.04	0.26
Serie 7	0.91	0.71	0.82	0.68	0.66	0.64	0.42	0.25	0.32	0.47	0.16	0.23
Serie 8	0.79	0.68	0.50	0.65	0.69	0.33	0.57	0.26	0.48	0.12	0.11	0.36
Serie 9	0.66	0.53	0.75	0.66	0.63	0.23	0.65	0.67	0.78	0.71	0.34	0.42
Serie 10	0.82	0.79	0.79	0.73	0.71	0.50	0.50	0.29	0.61	-0.13	0.06	0.15
Promedio	0.76	0.67	0.71	0.66	0.68	0.55	0.59	0.37	0.53	0.28	0.13	0.24
Registro histórico	0.71	0.81	0.80	0.87	0.70	0.62	0.64	0.52	0.89	0.74	0.27	0.38

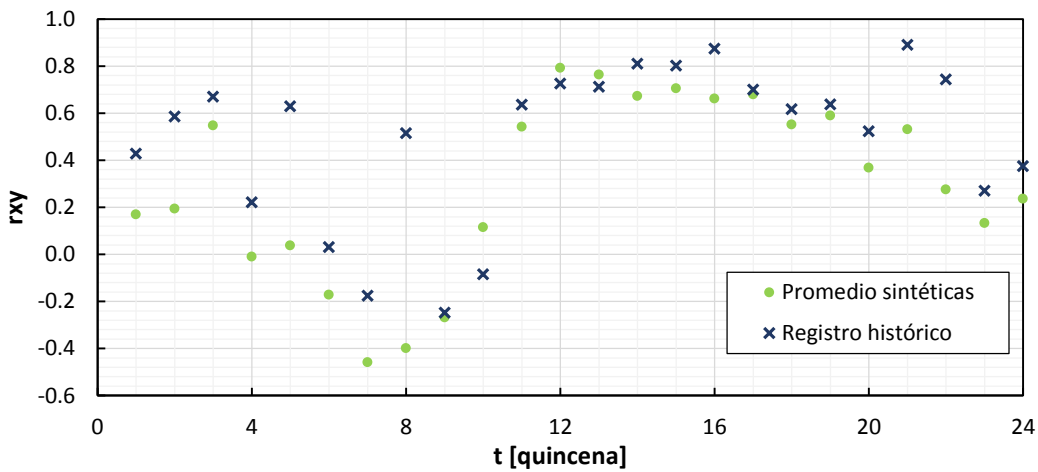


Figura C.14. Comparación de las correlaciones cruzadas del registro histórico y el promedio las 10 series sintéticas.