



II. HIDROGRAMAS QUE INGRESAN A LA LAGUNA LA GASERA.

Se ha considerado que es conveniente modelar el funcionamiento hidráulico de la laguna para tres escenarios: uno de ellos, que corresponde a la situación actual, es el caso de que no se tenga ninguna presa construida; el segundo es suponer que se tienen construidas tres presas en la cuenca del río San Francisco, que son las presas Texcahuey, Zoquiapan y Chihuahua II, y una presa en la cuenca del San Rafael, que es la Santo Domingo; se eligieron éstas debido a su mayor capacidad de regulación de las avenidas más grandes, véase Jiménez *et al* (2010); como último caso y con el fin de verificar la funcionalidad de las presas, se supone que se tienen construidas las cinco presas en la cuenca del río San Francisco y dos en la cuenca del San Rafael.

Es conveniente recordar que la laguna La Gasera se diseñó originalmente para que formara parte de los almacenamientos que contribuyen a regular las avenidas que provienen de las cuencas de los ríos San Francisco y San Rafael, los cuales son afluentes del río de La Compañía; sin embargo, actualmente es el único almacenamiento disponible que permite regular las avenidas que provienen de ambas cuencas. También es importante aclarar que para que las avenidas ingresen a la laguna, es necesario que los cauces de los ríos San Francisco y San Rafael tengan la suficiente capacidad de conducción; por ello, además de presentar los hidrogramas que llegan a la laguna para diferentes periodos de retorno, es indispensable revisar la



capacidad de conducción de cada cauce; en particular, se sabe que en el tramo final del río San Francisco se tienen dos alcantarillas que afectan la correspondiente capacidad de conducción.

II.1 Hidrogramas del río San Francisco.

En el informe elaborado por Jiménez *et al* (2010), se incluye el estudio hidrológico de la cuenca del río San Francisco para varios periodos de retorno, en este caso interesan los hidrogramas con periodo de retorno de 10, 50, y 100 años.

a) Sin ningún vaso de almacenamiento

Al no disponerse de ningún vaso de almacenamiento, los hidrogramas calculados en Jiménez *et al* (2010) son de tipo triangular, con un tiempo pico, t_p , de 2.07 horas, un tiempo base, t_b , de 5.52 horas y el gasto pico varía según el periodo de retorno.

En la figura 2.1.1, se indica en color rojo el hidrograma para un periodo de retorno de 100 años, cuyo caudal de pico es de $63.34 \text{ m}^3/\text{s}$; en color verde se indica el hidrograma para un periodo de retorno de 50 años, cuyo caudal de pico es de $56.22 \text{ m}^3/\text{s}$; en color azul se indica el hidrograma para un periodo de retorno de 10 años, cuyo gasto de pico es de $38.30 \text{ m}^3/\text{s}$; además, en color azul claro se indica el hidrograma para un periodo de retorno de 5 años, cuyo caudal de pico es de $28.58 \text{ m}^3/\text{s}$.

Estos hidrogramas son los que llegan al tramo final del río San Francisco, y para que éstos ingresen en la laguna es necesario que dicho tramo final tenga la suficiente capacidad de conducción hasta la derivadora San Francisco.

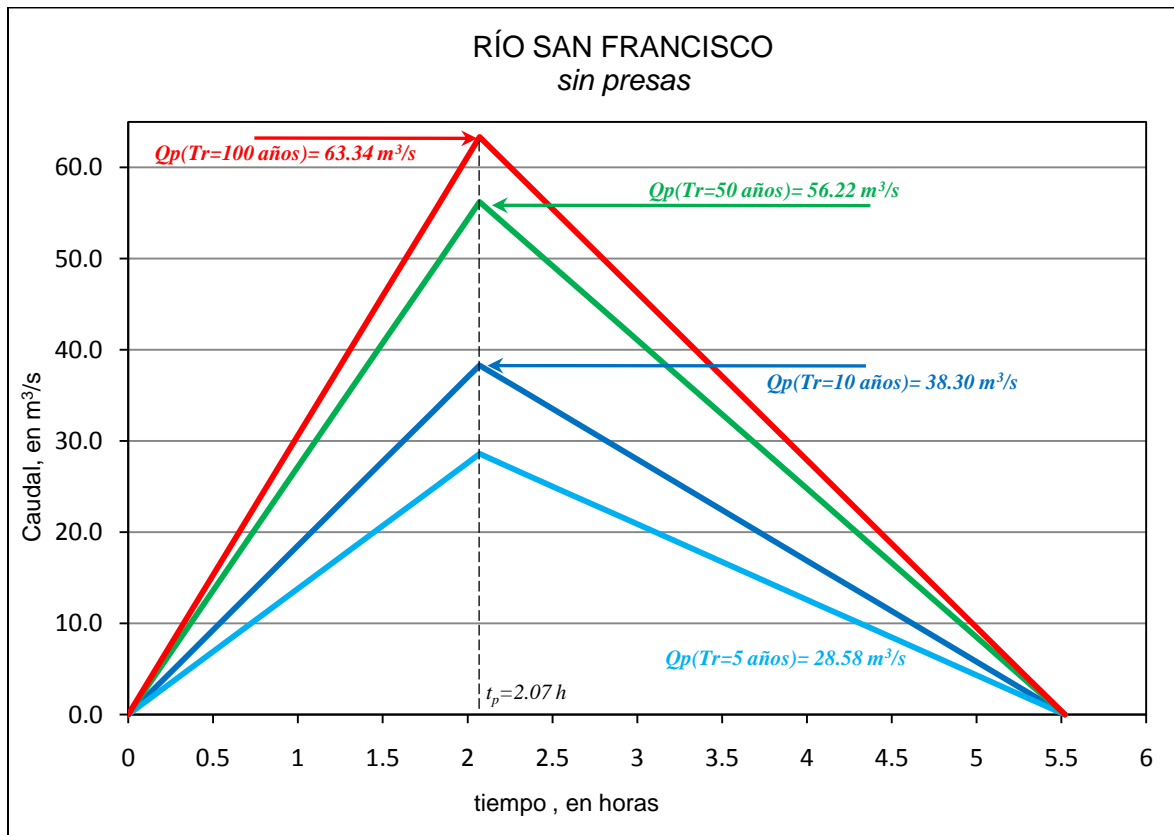


Figura 2.1. 1 Hidrogramas de la cuenca del río San Francisco para varios periodos de retorno.

b) Hidrograma de la cuenca del río San Francisco con las presas Texcahuey, Zoquiapan y Chihuahua II construidas.

Al disponer de estas tres presas construidas, se regulan las avenidas de las correspondientes subcuencas, por lo que el hidrograma que llega al tramo final del río San Francisco está formado por los tres hidrogramas de salida de los vasos, donde se considera que la obra de toma se encuentra totalmente abierta, más los hidrogramas de las subcuencas que no tiene las correspondientes presas, más el hidrograma de la cuenca baja del río San Francisco, y que corresponde a la que se tiene aguas abajo de los vasos de almacenamiento. De esta manera se obtuvo el hidrograma mostrado con color rojo en la figura 2.1.2, y que está asociado al periodo de retorno de cien años, cuyo caudal de pico es de $48.00 m^3/s$. Este hidrograma se obtiene al hacer la suma del hidrograma de salida por cada una de las obras de toma de cada presa construida,

indicados en color morado, más el hidrograma de la cuenca baja del río San Francisco, indicado en color azul, más el hidrograma de entrada de las presas que no han sido construidas, indicado en color azul claro, en este caso las presas El Olivar y Las Jícaras, véase Jiménez *et al* (2010).

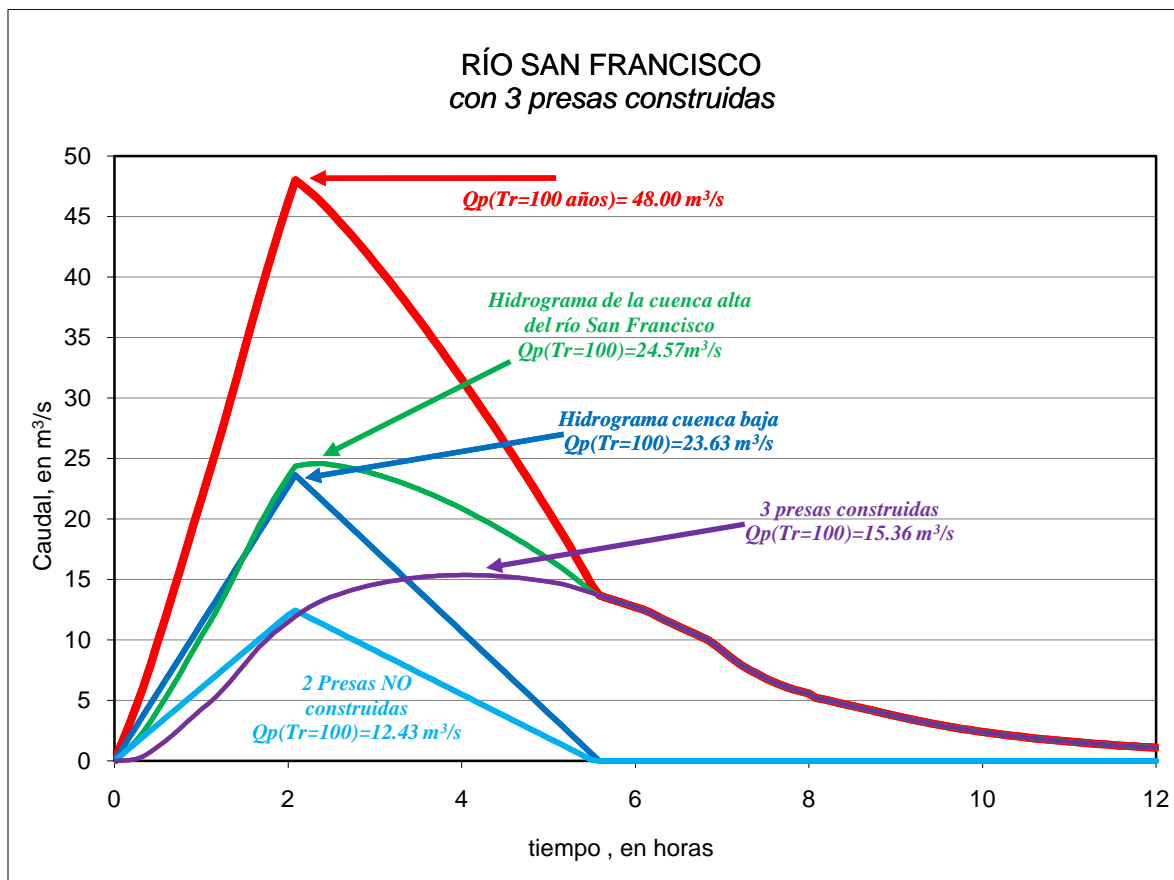


Figura 2.1. 2 Hidrograma de la cuenca del río San Francisco, $Tr=100$ años.

c) Hidrograma de la cuenca del río San Francisco con las 5 presas construidas

El análisis del funcionamiento hidráulico de la laguna *La Gasera*, contempla varios escenarios y uno de ellos es considerando que se tienen las 5 presas; Texcahuey, Zoquiapan, Chihuahua II, El Olivar y Las Jícaras construidas en la cuenca del río San Francisco, por lo que en este apartado se presentan los hidrogramas de la cuenca del río San Francisco para este caso.

En la figura 2.1.3 en color rojo se indica el hidrograma para el periodo de retorno de 100 años, cuyo caudal pico es de $42.75 \text{ m}^3/\text{s}$. Para la construcción de este hidrograma, se suma el hidrograma de salida de las obras de toma, de las presas que se supone están construidas, más el hidrograma de la cuenca baja del río San Francisco, véase Jiménez *et al* (2010).

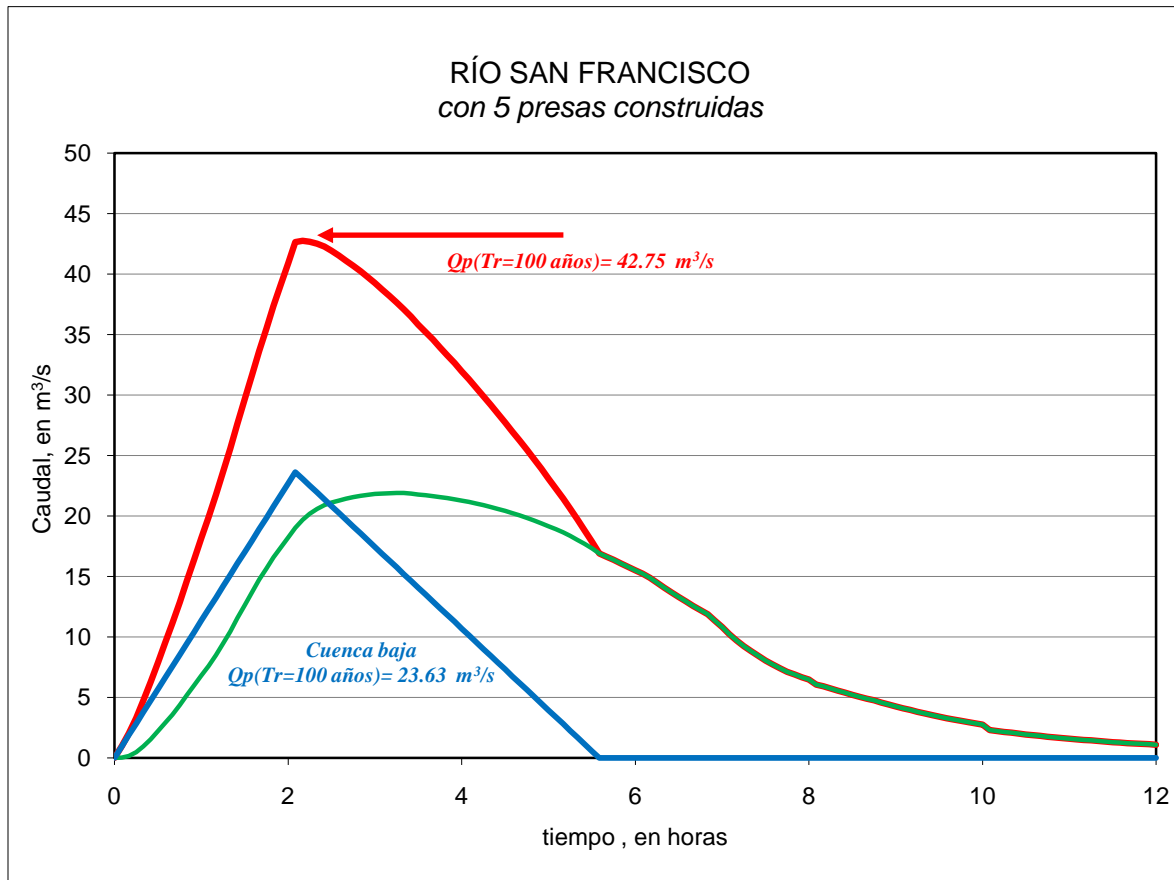


Figura 2.1. 3 Hidrogramas de la cuenca del río San Francisco, $Tr=100$ años.

Con los resultados del caudal pico de los hidrogramas de la figura 2.1.2 y 2.1.3, se puede concluir que con las 3 presas construidas disminuye el caudal pico del hidrograma, mientras que con las 5 presas el caudal pico disminuye, pero no de manera considerable, véase la figura 2.1.4.

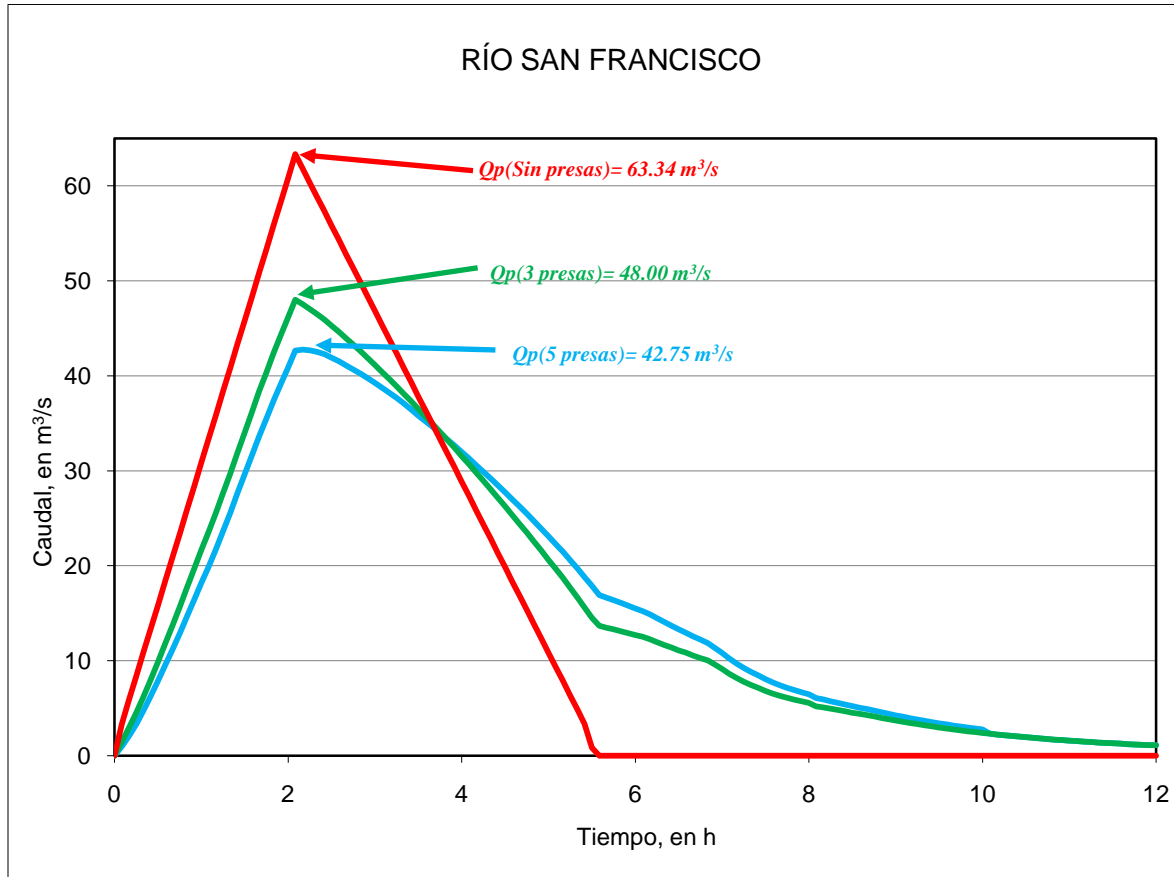


Figura 2.1. 4 Hidrogramas de la cuenca del río San Francisco, $Tr = 100$ años.

Antes de modelar el tránsito de estas avenidas por la laguna, es conveniente revisar que lleguen a la misma, por lo que a continuación se presenta la revisión de la capacidad de conducción del tramo final del río San Francisco.

II.1.1 Condiciones actuales del tramo final del río San Francisco

En el tramo final del río San Francisco, hay dos alcantarillas ubicadas en los cruces del río con la autopista México – Puebla y con la carretera a San Marcos Huixtoco, véase figura 2.1.1.1. En las figuras 2.1.1.2 y 2.1.1.3 se incluyen fotografías donde se muestran cada una de las alcantarillas.



Figura 2.1.1. 1 Ubicación de las alcantarillas del río San Francisco.



Figura 2.1.1. 2 Alcantarilla del cruce con la Autopista México-Puebla.

Se nota que el área hidráulica de ambas secciones transversales de las alcantarillas, es menor que la del cauce; esto ocasiona que durante el paso de una avenida, las alcantarillas no tengan la capacidad suficiente para permitir que el flujo circule de manera adecuada por el cauce del río, provocando remansos hacia aguas arriba con la posibilidad de que el río se desborde cuando el nivel del agua, durante el paso de la avenida, exceda la elevación de los bordos perimetrales y/o la cota del piso de la autopista México - Puebla. Como también se puede apreciar en la figura 2.1.1.2, existe un camellón que divide a la autopista, por lo que aunque el agua se desbordara sobre la autopista, ésta no podría llegar de ninguna manera al otro lado y de nuevo entrar al cauce del río, la pendiente de la autopista provocaría que la dirección del agua sea Puebla- México, ocasionado una inundación de las áreas vecinas.



Figura 2.1.1. 3 Alcantarilla del cruce con la carretera a San Marcos Huixtoco.

Revisión de la capacidad de conducción del tramo aguas arriba de la derivadora del río San Francisco

La revisión de la capacidad de conducción de un tramo de cauce, se hace con el cálculo de perfiles hidráulicos, para un gasto especificado; en este caso, el cálculo hizo con el modelo numérico HEC – RAS, versión 4.1.0. En el apéndice A se presenta la teoría del cálculo de perfiles hidráulicos en ríos que emplea el modelo numérico.

Secciones transversales

Las secciones transversales disponibles se obtuvieron del levantamiento topográfico realizado durante el mes de febrero del 2009. En este caso el tramo donde se hizo el levantamiento topográfico tiene una longitud de 1,971 m, desde la primera sección hasta la última, las cuales van desde el cadenamiento 0+675 al 2+646, separadas a cada 40 metros. En la figura 2.1.1.4 se presentan, como ejemplo, 6 de las secciones transversales que definen el cauce del río San Francisco; cada una de ellas se exportó desde las imágenes que se tienen disponibles al capturar las secciones en el modelo *HEC – RAS*.

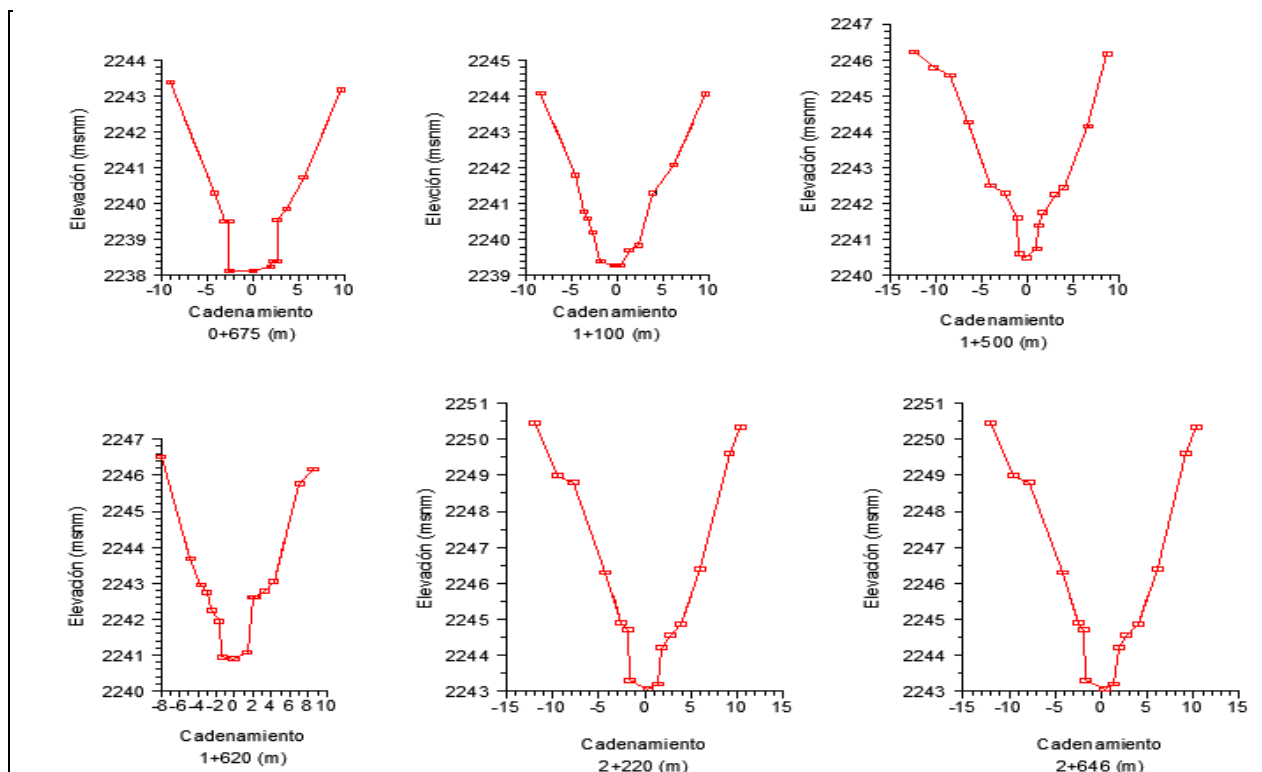


Figura 2.1.1. 4 Algunas de las secciones transversales del tramo del río San Francisco.



Alcantarillas ubicadas en el tramo en estudio

Al inicio del tramo en estudio, aguas arriba, se tiene un puente para el cruce de automóviles a San Francisco Cuautla, en el cadenamiento 2+364.9, éste cruce no interfiere en el flujo del agua.

- a) Alcantarilla tipo Arco: en el cadenamiento 1+187.15, se tiene el cruce del río con la autopista México-Puebla, véase figura 2.1.1.2, esta alcantarilla es de tipo arco, de metal corrugado, con un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.030, longitud de 39 m, altura máxima de 2.72 m y un ancho máximo de 4.35 m. El umbral de la entrada de la alcantarilla tiene la cota 2240.382 msnm.

- b) Alcantarilla tipo Circular: en el cadenamiento 0+792.40 se localiza otra alcantarilla, en el cruce del río con la carretera a San Marcos Huixtoco, véase figura 2.1.1.3; ésta es una alcantarilla cuya sección transversal es de forma circular, de concreto, con coeficiente de rugosidad de Manning de 0.015, diámetro de 3.06 m y longitud de 12.4 m. El umbral de la entrada de esta alcantarilla tiene la cota 2238.50 msnm.

Para conocer el efecto que tienen cada una de estas alcantarillas en la capacidad de conducción del cauce, se hizo el cálculo de varios perfiles hidráulicos, hasta obtener el caudal máximo que puede pasar a lo largo de todo el tramo en estudio, sin que el nivel del agua exceda los bordos del cauce, ni las cotas superiores de las carreteras donde se localizan las alcantarillas.

El cálculo de los perfiles hidráulicos se hizo considerando un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.030, a lo largo del cauce. En este caso, la sección de control también conocida como la condición de frontera aguas abajo, está dada por la derivadora San Francisco; es necesario aclarar que la elevación del diseño original de la cresta del vertedor se modificó, para que quedara a la elevación 2241.80 msnm; de esta manera, por ejemplo, para que la derivadora descargue un caudal de 23.5 m³/s, se requiere que

el nivel del agua en la sección transversal con cadenamiento 0+675, que está justo aguas arriba de a la derivadora, debe tener la elevación 2242.33 msnm, véase figura 2.1.1.5.

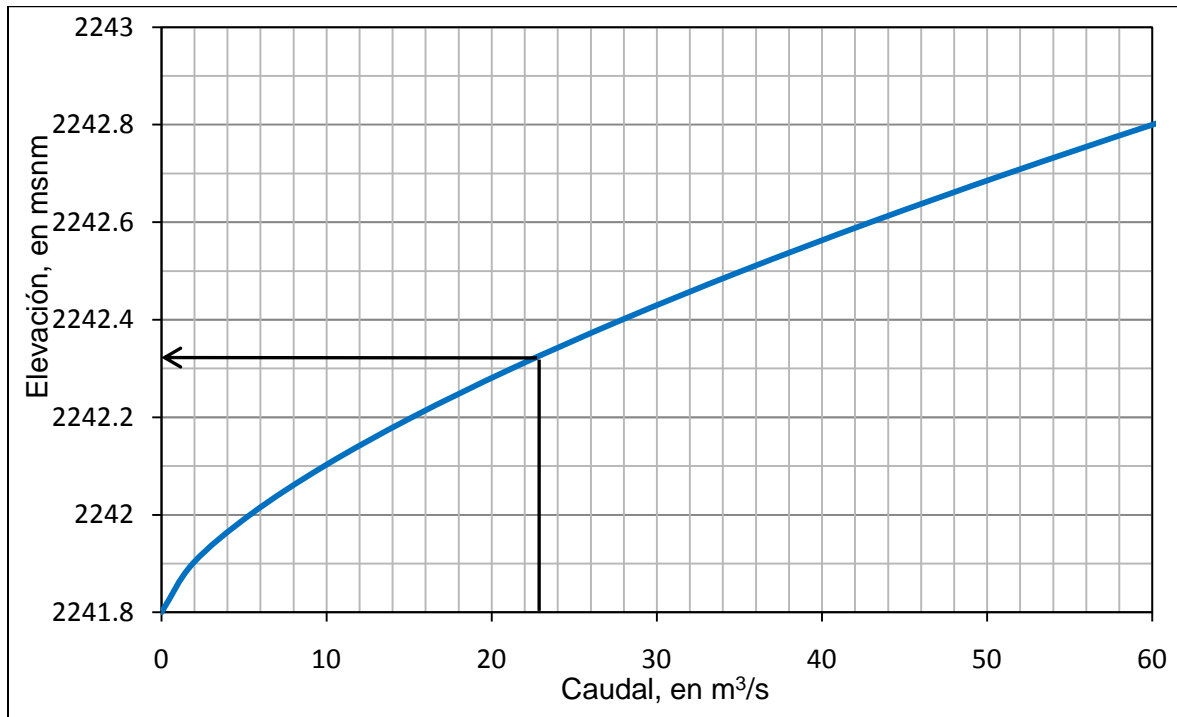


Figura 2.1.1. 5 Ley de descarga actual empleada para la derivadora San Francisco.

En la figura 2.1.1.6 se muestra el perfil longitudinal del tramo del río San Francisco; en la figura se indican las alcantarillas, el perfil de la superficie libre del agua, así como el perfil de los bordos de la margen izquierda y margen derecha. Los resultados del cálculo de los perfiles hidráulicos, indican que para caudales mayores que $23.5 \text{ m}^3/\text{s}$ se tienen problemas de desbordamiento, en la zona indicada en la figura 2.1.1.7 con un ovalo en color rojo, donde se tiene la alcantarilla tipo arco del cruce con la autopista México – Puebla, localizada en el cadenamiento 1+187.15.

El caudal de $23.5 \text{ m}^3/\text{s}$ con el que se desborda el río San Francisco, es inferior al caudal máximo de la avenida con periodo de retorno de 5 años, que es de $28.58 \text{ m}^3/\text{s}$; de esta

manera, la alcantarilla tipo arco provoca el posible desbordamiento del río al menos una vez en un intervalo de cinco años, ocasionando inundaciones en las zonas vecinas.

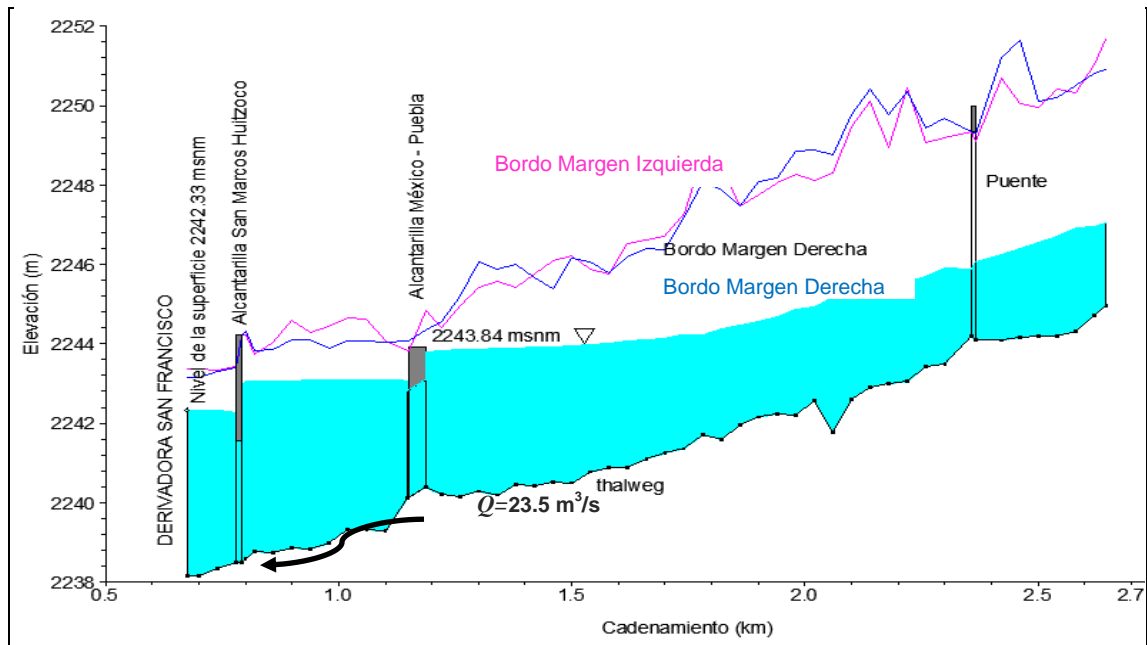


Figura 2.1.1. 6 Perfil hidráulico en el tramo aguas arriba de la derivadora San Francisco.



Figura 2.1.1. 7 Zona de desbordamiento para la avenida con $T_r < 5$ años.

Con base en los resultados obtenidos, se decidió calcular el perfil hidráulico en el mismo tramo aguas arriba de la derivadora San Francisco, pero considerando que se han quitado ambas alcantarillas para mejorar la capacidad de conducción del tramo en estudio. Los perfiles calculados se muestran en la figura 2.1.1.8; ahí se observa que el cauce tiene capacidad sobrada para conducir el caudal con periodo de retorno de 100 años, sin que se presenten problemas de desbordamiento a lo largo del mismo.

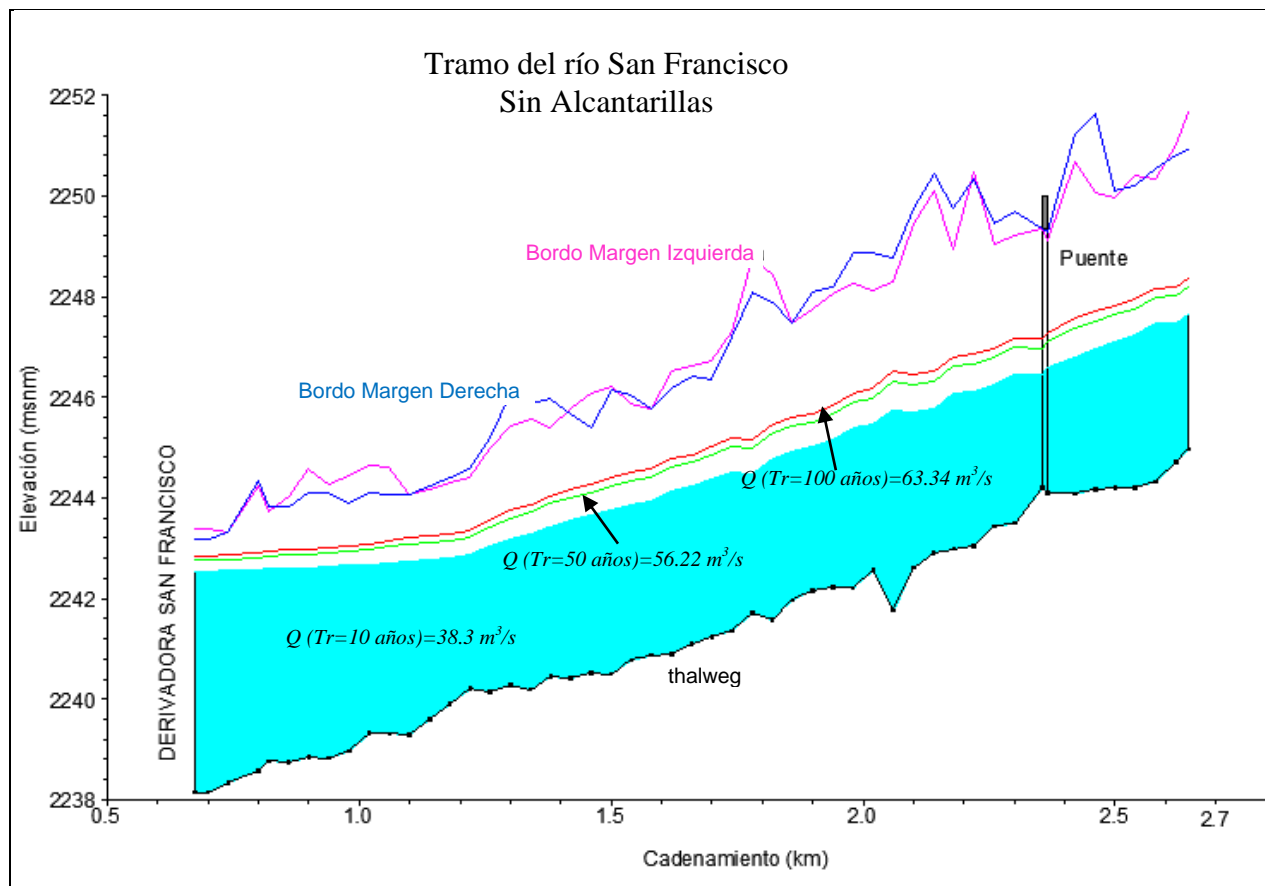


Figura 2.1.1. 8 Perfiles hidráulicos obtenidos sin efectos de las alcantarillas.

Estos resultados permiten concluir que debido a las condiciones en las que se encuentra actualmente el cauce, es decir con las dos alcantarillas, no es posible aprovechar de manera adecuada la capacidad de almacenamiento de la laguna La Gasera, ya que mientras estén las alcantarillas, únicamente ingresan a la laguna avenidas cuyos caudales máximos sean del orden de los $23 \text{ m}^3/\text{s}$. Cabe mencionar que



para el cálculo de los perfiles anteriores, se utilizó la ley de descarga mencionada en el capítulo uno con las condiciones que prevalecen actualmente, es decir con la elevación de la cresta del vertedor a la cota 2242.10 msnm, que es menor en 0.50 m que la del diseño original.

II.II Hidrogramas del río San Rafael.

En la cuenca del río San Rafael (véase figura 1), también se tiene proyectada la construcción de dos presas; por ello, en este caso se presentan los hidrogramas que se ajustan a tres casos particulares, y que son similares al caso de la cuenca del río San Francisco: el primer caso corresponde a las condiciones actuales, donde no se tiene ninguna presa construida; en el segundo caso se supone que se tiene construida la presa del río Santo Domingo, debido a su capacidad de regular las mayores avenidas, véase Jiménez *et al* (2010); y el último caso consiste en suponer que se tienen construidas las presas Xaltocan y Santo Domingo, en la cuenca del río San Rafael.

a) Sin vasos de almacenamiento

En la figura 2.2.1 se presentan los hidrogramas asociados a los periodos de retorno de 10, 50 y 100 años. En color rojo se indica el hidrograma asociado a un periodo de retorno de 100 años, con caudal pico de 23.70 m³/s; en color verde se indica el hidrograma para un periodo de retorno de 50 años, con un caudal de pico de 21.46 m³/s y en color azul se presenta el hidrograma para un periodo de retorno de 10 años con caudal pico de 17.17 m³/s.

a) Hidrogramas de la cuenca del río San Rafael con la presa Santo Domingo construida

En el estudio hidrológico presentado en Jiménez *et al* (2010), se incluyen los hidrogramas que descargaría la presa Santo Domingo durante el tránsito de la avenida

asociada al periodo de retorno de cien años; al sumar el hidrograma de salida de la presa con el hidrograma que llega al sitio donde se pretende construir la presa Xaltocan se obtiene el hidrograma de este escenario.

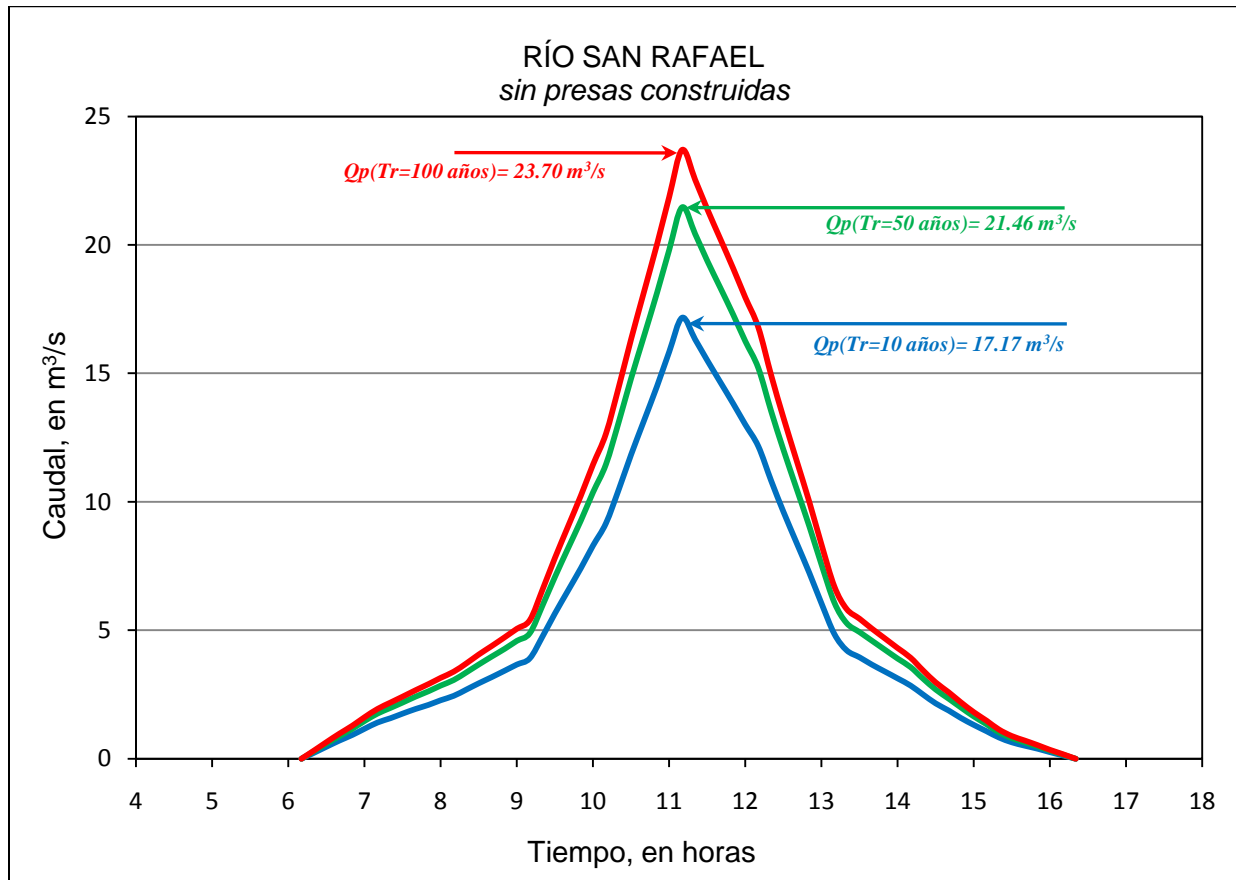


Figura 2.2. 1 Hidrogramas de la cuenca del río San Rafael para varios periodos de retorno.

En la figura 2.2.2 se indica en color rojo el hidrograma asociado a un periodo de retorno de 100 años con un caudal pico de 13.43 m³/s. Este hidrograma es el resultado de la suma del hidrograma de salida por la obra de toma de la presa Santo Domingo, indicado en color verde, con un caudal pico de 8.03 m³/s, más el hidrograma de entrada a la cuenca de la presa Xaltocan, indicado en color azul, con un caudal pico de 6.50 m³/s.

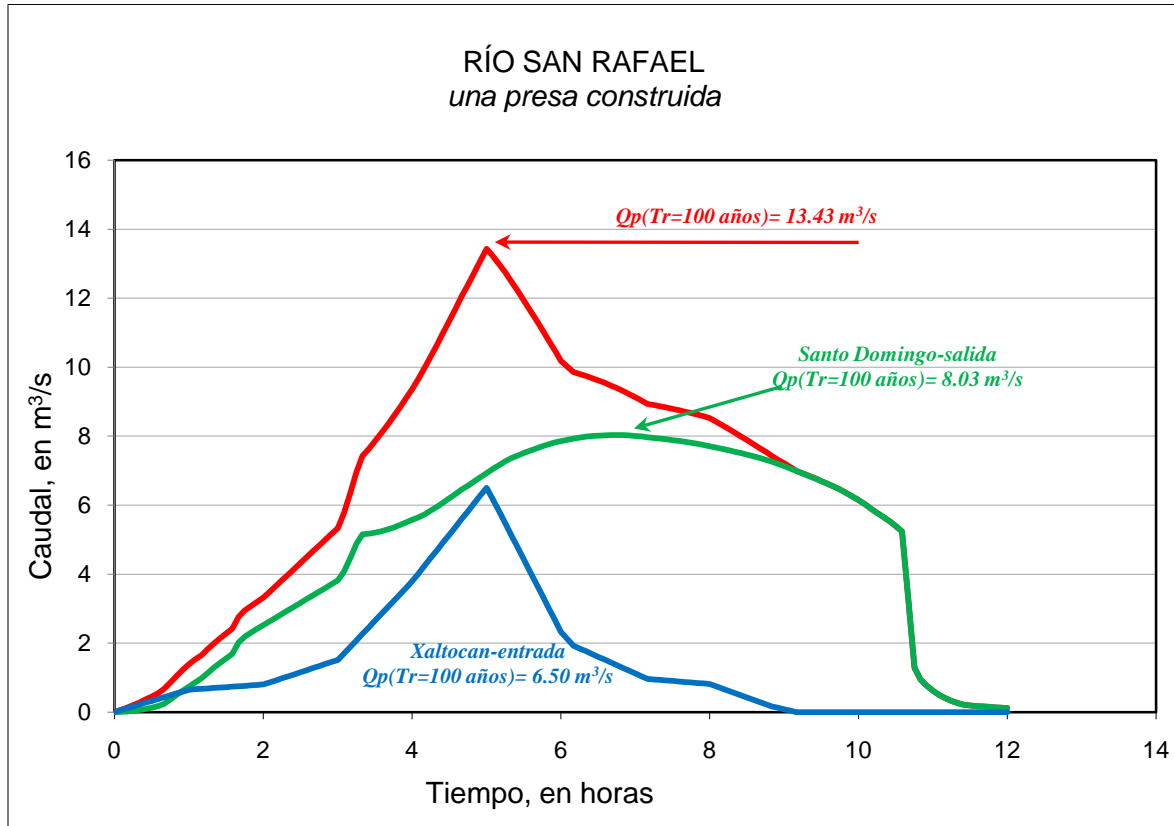


Figura 2.2. 2 Hidrograma para la cuenca del río San Rafael, $Tr=100$ años.

b) Hidrogramas de la cuenca del río San Rafael con las presas Xaltocan y Santo Domingo construidas.

Con la finalidad de conocer la utilidad de disponer de dos presas construidas en la cuenca del río San Rafael, en este apartado se presenta el hidrograma asociado a un periodo de retorno de 100 años. En la figura 2.2.3 se presenta el hidrograma correspondiente a este escenario, donde se considera que las presas Xaltocan y Santo Domingo están construidas. Se indica en color rojo el hidrograma para un periodo de retorno de 100 años cuyo caudal pico es de $11.27 \text{ m}^3/\text{s}$. Este hidrograma fue el resultado de la suma del hidrograma de salida de la obra de toma de la presa Santo Domingo, indicada en color verde, con un caudal pico de $8.03 \text{ m}^3/\text{s}$, más el hidrograma de salida de la obra de toma de la presa Xaltocan, indicada en color azul, con un caudal pico de $3.45 \text{ m}^3/\text{s}$.

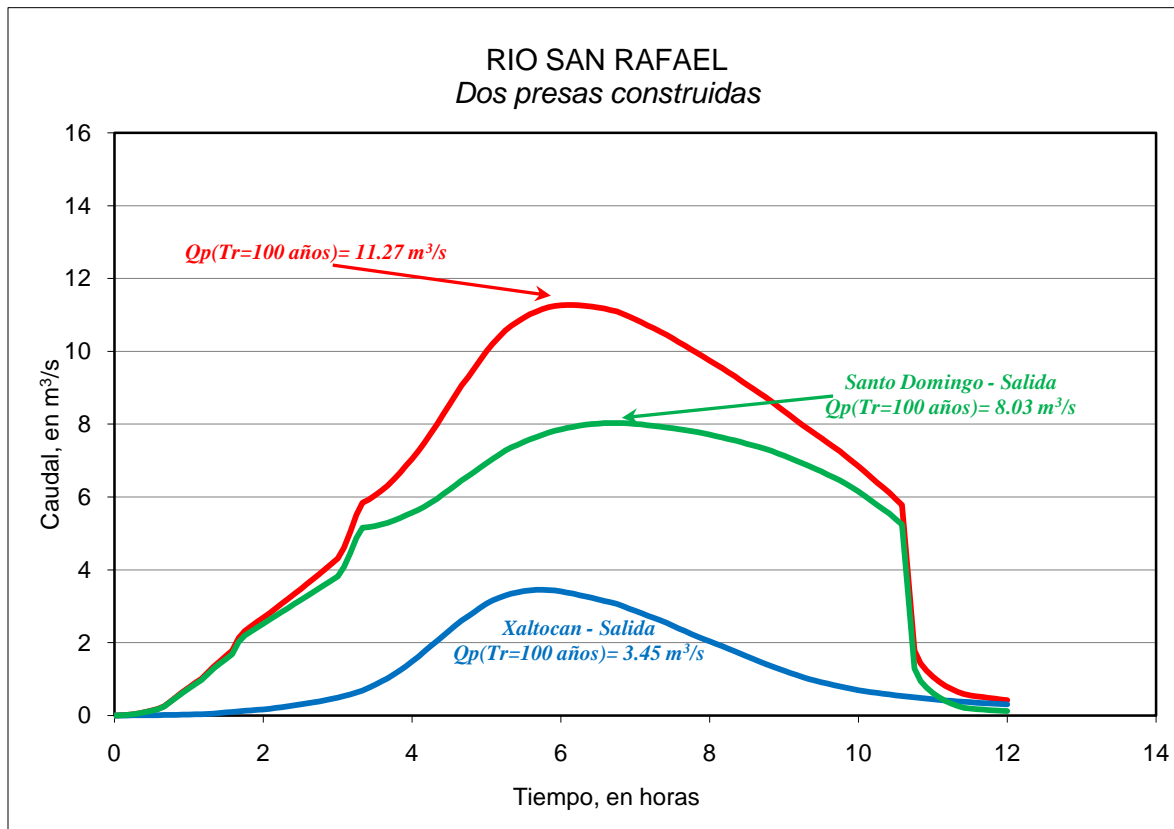


Figura 2.2. 3 Hidrogramas de la cuenca del río San Rafael, $Tr=100$ años.

II.II.1 Capacidad de conducción del río San Rafael.

En el tramo aguas arriba de la derivadora San Rafael, sobre el río San Rafael, no existe ninguna alcantarilla, véase figura 2.2.2.1; sin embargo, es recomendable revisar que el nivel máximo al que llega el agua durante el paso de la avenida con periodo de retorno de cien años, no exceda las elevaciones de los bordos perimetrales que confinan el cauce; para ello, se calculo el perfil hidráulico en dicho tramo.

En la figura 1.1.3.1 del capítulo uno, se presenta la ley de descarga de la derivadora en cuestión, la cual corresponde a las condiciones de diseño, y también para las condiciones que actualmente prevalecen, ya que se redujo la cota de la crestas de los vertedores de ambas derivadoras en 0.50 m



Figura 2.2.2. 1 Vista hacia aguas arriba del cauce del río San Rafael.

El cálculo del perfil hidráulico en el tramo aguas arriba de la derivadora San Rafael, se hizo con base en las secciones transversales del levantamiento topográfico realizado durante el mes de febrero del 2009. En este caso el tramo en estudio tiene una longitud de 441 m, desde la primera sección hasta la última, las cuales van desde el cadenamamiento 1+887.88 al 2+327.88, separadas a cada 20 y 40 metros.

En la figura 2.2.2.2 se presentan, como ejemplo, 6 de las secciones transversales que definen el cauce del río San Rafael; donde cada una de ellas se exportó del archivo que se tiene disponible al capturar las secciones en el modelo *HEC – RAS*.

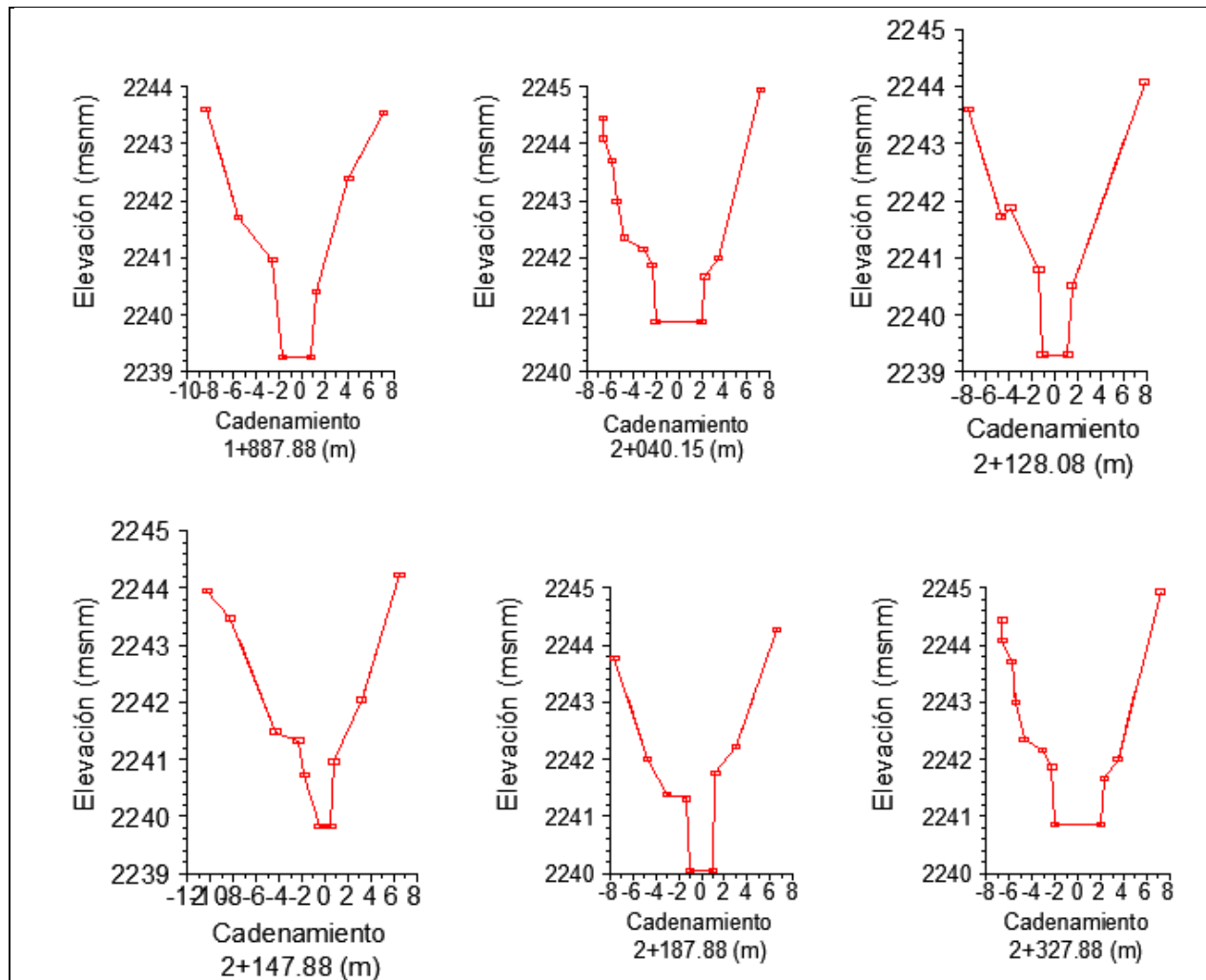


Figura 2.2.2. 2 Algunas de las secciones transversales del tramo del río San Rafael.

En el cálculo del perfil hidráulico se utilizó un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.030, a lo largo del cauce. Al igual que en el tramo del río San Francisco, la sección de control, también conocida como la condición de frontera aguas abajo, está dada por la ley de descarga de la derivadora San Rafael. En la figura 2.2.2.3 se muestra la ley de descarga de diseño de la derivadora, con una cota de la cresta del vertedor a la 2242.60 msnm, y la ley de descarga actual, con una cota de cresta del vertedor a la 2242.10 msnm. Se recuerda que la cresta del vertedor de cada derivadora se demolió 0.50 m, hasta quedar con la cota 2242.10.

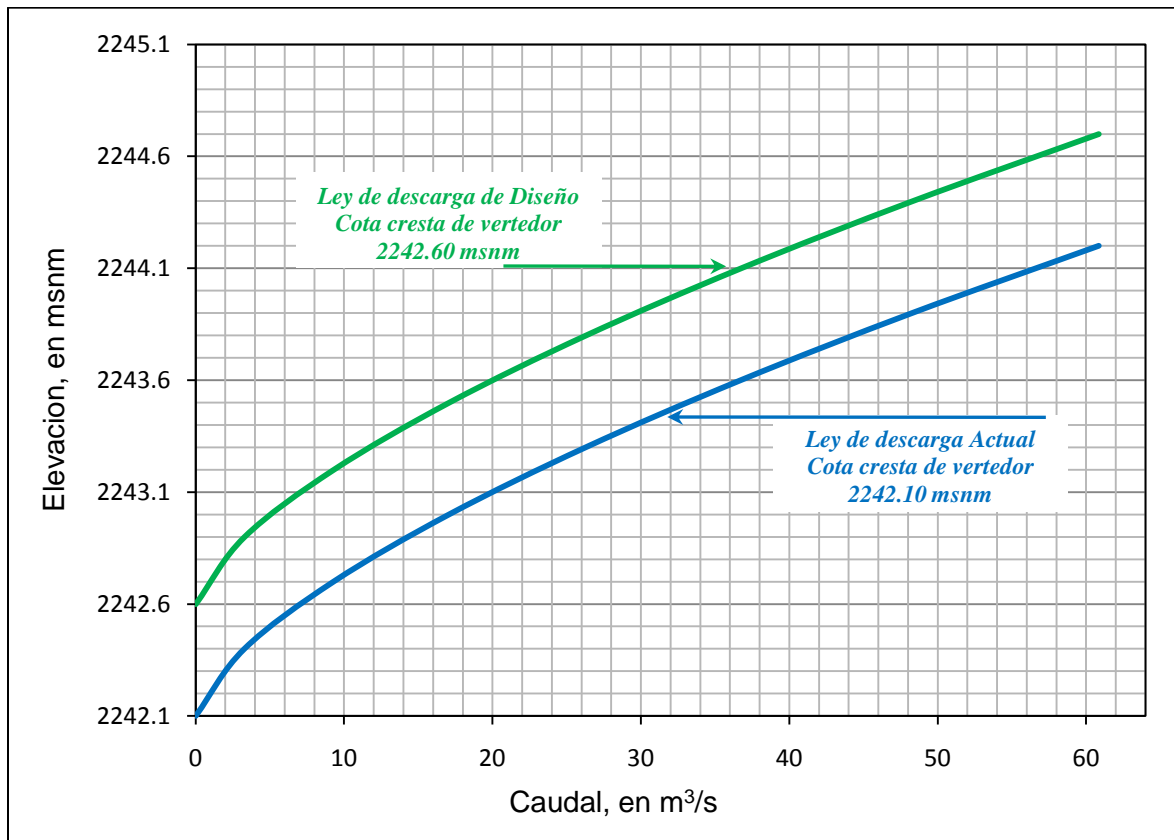


Figura 2.2.2. 3 Leyes de descarga de la derivadora San Rafael.

Al utilizar la ley de descarga indicada con color verde en la figura 2.2.2.3, es decir, con la cota de la cresta del vertedor a la 2242.60 msnm, y el hidrograma asociado a un periodo de retorno de 10 años, con un caudal pico de 17.17 m³/s, con el modelo numérico *HEC – RAS* se obtuvo el perfil que se muestra en la figura 2.2.2.4. Ahí se ve claramente que la cota del bordo de la margen derecha es rebasada por la cota de la superficie libre el agua, ocasionando el desborde del agua hacia la laguna.

Con el desbordamiento del agua hacia la laguna, ya no se controla el caudal que ingresa; esto provoca que pueda ingresar más caudal a la laguna poniendo en riesgo el sistema hidráulico.

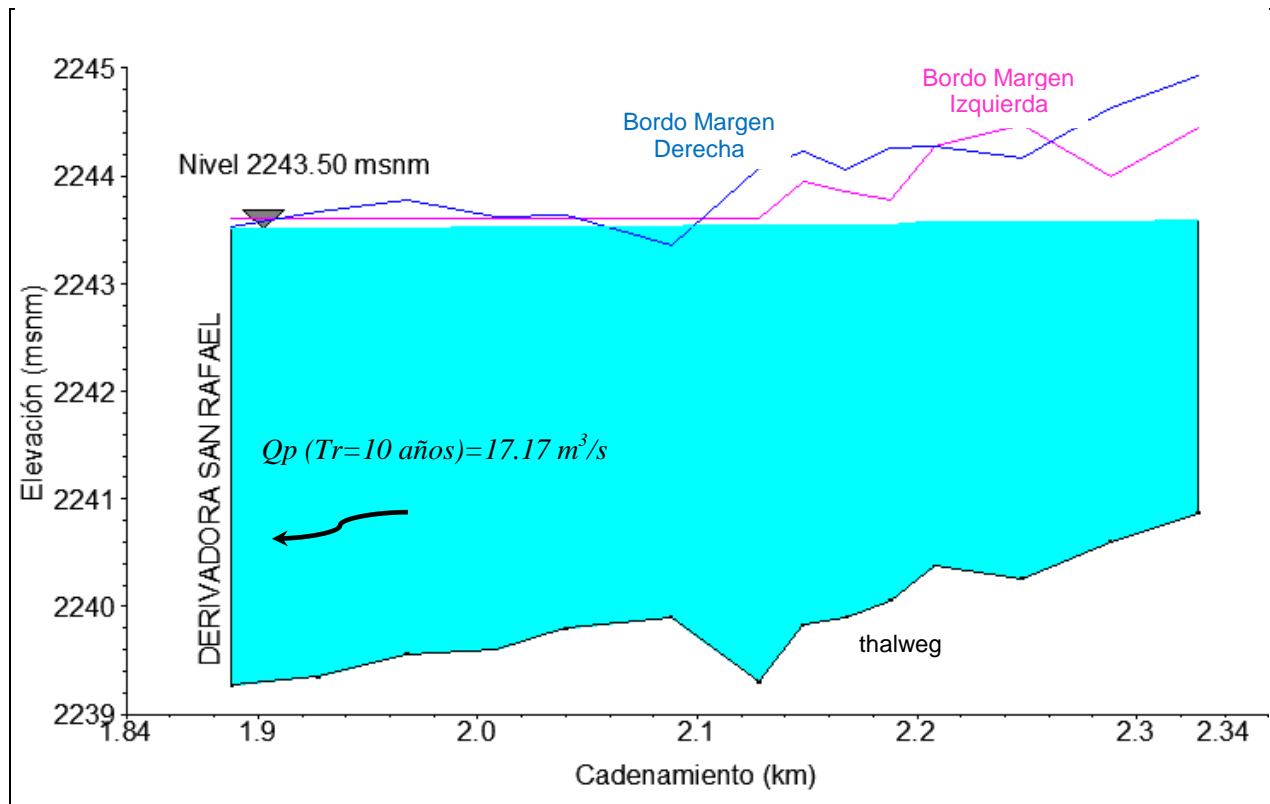


Figura 2.2.2. 4 Perfil del tramo aguas arriba de la derivadora, Ley de descarga Diseño.

Por otro lado, al utilizar la ley de descarga de la derivadora en las condiciones actuales, indicada con color azul en la figura 2.2.2.3, es decir con la cresta del vertedor a la cota 2242.10 msnm, y los hidrogramas asociados a los periodos de retorno de 10, 50 y 100 años, se hizo el cálculo de los correspondientes perfiles hidráulicos con el modelo numérico *HEC – RAS*. Los perfiles hidráulicos calculados se presentan en la figura 2.2.2.5. Se puede apreciar que con la ley de descarga actual de la derivadora, el cauce es capaz de transitar hidrogramas asociados a un periodo de retorno de hasta 100 años, sin que se presenten problemas de desbordamiento. Es preciso mencionar que con la cota actual de los bordos, presentan cierto riesgo de falla, por lo que se recomienda aumentar su cota desde el cadenamiento 1+887.88 al 2+007.99, al menos a la cota 2243.60 msnm.

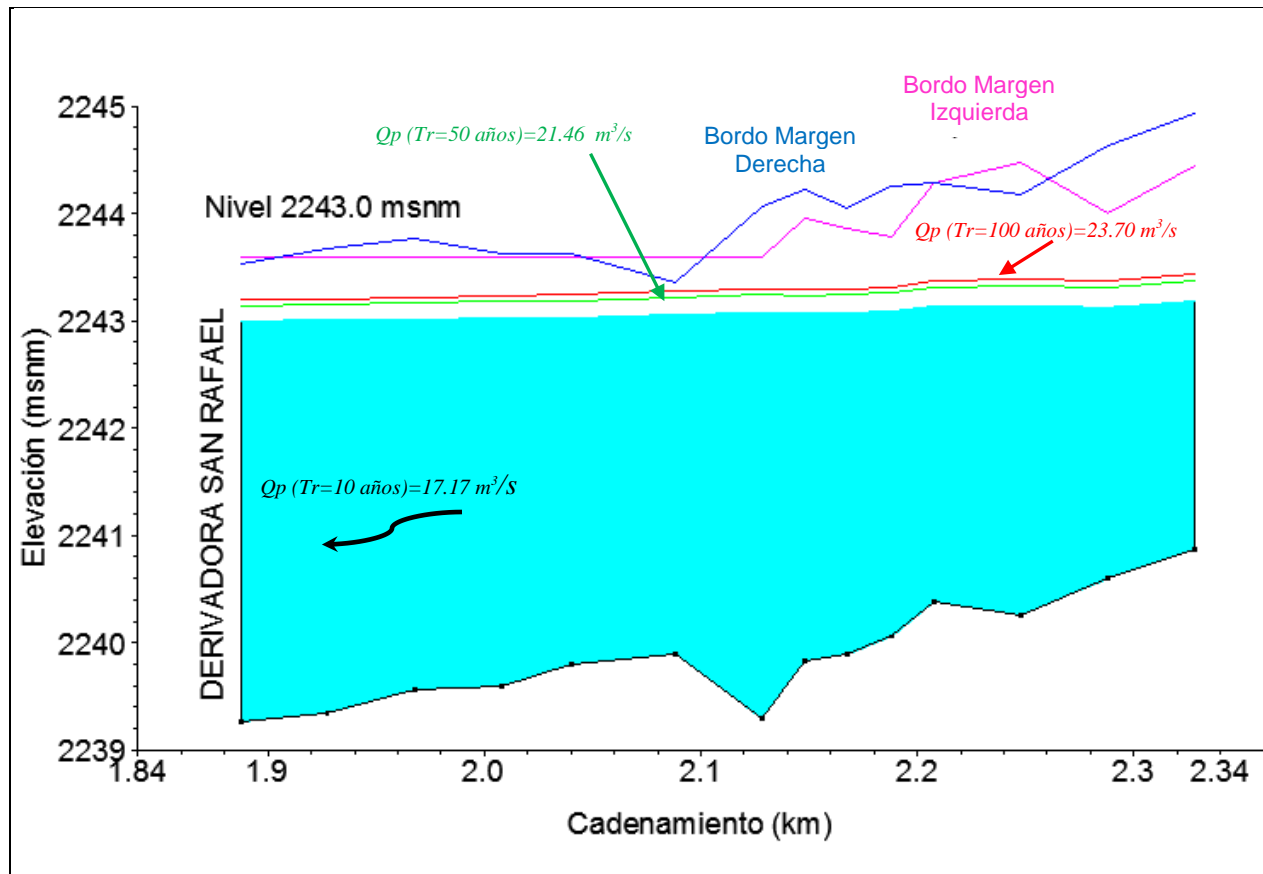


Figura 2.2.2. 5 Perfil del tramo aguas arriba de la derivadora, Ley de descarga Actual.

II.III Hidrogramas de entrada a la laguna La Gasera.

Con base en los resultados anteriores, a continuación se obtienen los hidrogramas que ingresan a la laguna La Gasera, con los cuales se hacen las modelaciones del funcionamiento hidráulico de la laguna para los tres escenarios ya mencionados; para ello, se hacen las consideraciones siguientes: se han sustituido las alcantarillas del río San Francisco por estructuras puente vigueta; las elevaciones de los bordos perimetrales el río San Rafael se han aumentado para que no sean excedidas por los niveles del agua durante el paso de avenidas extraordinarias; y las elevaciones de las crestas de los vertedores de ambas derivadoras están 0.50 m por debajo de las correspondientes elevaciones de diseño.



Hidrogramas sin vasos de almacenamientos

Uno de los escenarios que contempla el análisis del funcionamiento hidráulico de la laguna, se basa en las condiciones actuales, que consisten en que no se dispone de ningún vaso de almacenamiento que ayude a regular las avenidas.

Por ello, a continuación se presentan los hidrogramas asociados a los periodos de retorno de 10, 50 y 100 años que ingresan a la laguna por ambas derivadoras, siendo este el caso más desfavorable para el funcionamiento hidráulico de la laguna *La Gasera*.

En la figura 2.3.1 se presentan los hidrogramas asociados a varios periodos de retorno, en color rojo se indica el hidrograma asociado a un periodo de retorno de 100 años, con un caudal pico de $87.04 \text{ m}^3/\text{s}$; en color verde se indica el hidrograma asociado a un periodo de retorno de 50 años, con un caudal de pico de $77.68 \text{ m}^3/\text{s}$ y en color azul se indica el hidrograma asociado u un periodo de retronó de 10 años, con un caudal pico de $55.47 \text{ m}^3/\text{s}$.

Estos hidrogramas fueron el resultado de sumar los hidrogramas de las figuras 2.1.1 y 2.2.1, que son los hidrogramas que ingresan a la laguna por la derivadora San Francisco y por la derivadora San Rafael.

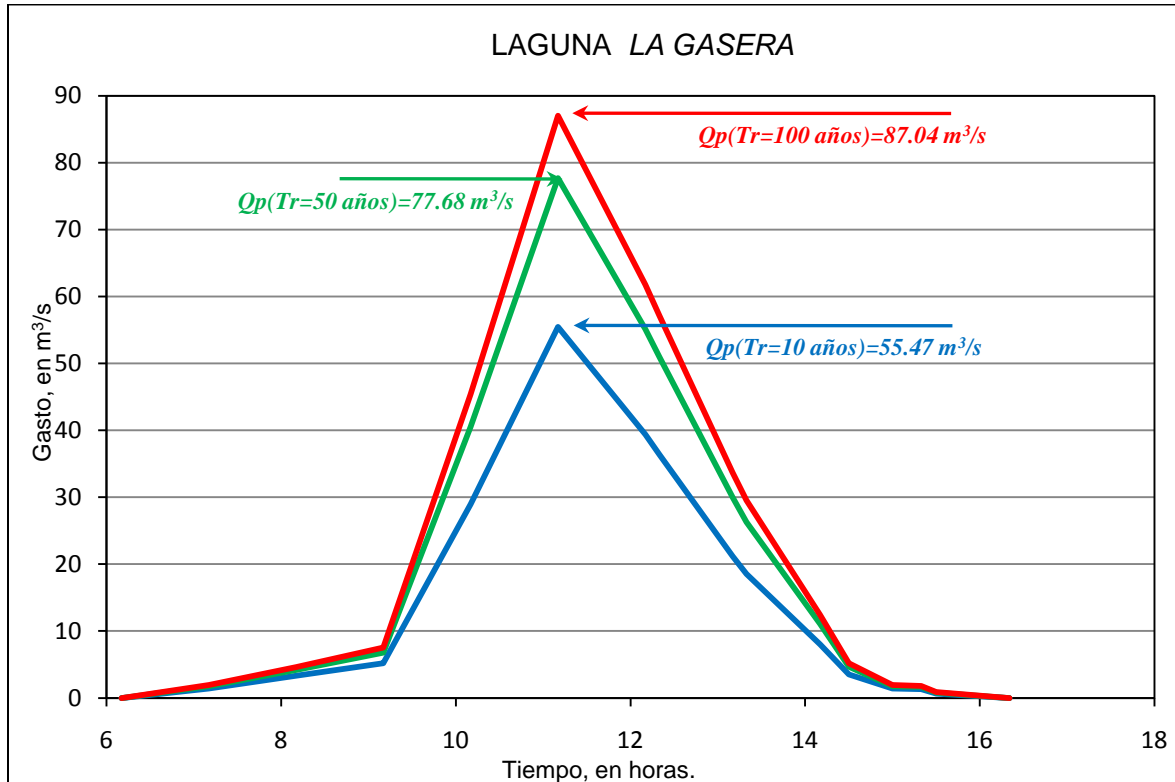


Figura 2.3. 1 Hidrogramas que ingresan a la laguna.

a) Hidrogramas que ingresan a la laguna La Gasera, con 3 presas construidas en la cuenca del río San Francisco y una presa construida en la cuenca del río San Rafael.

Los hidrogramas que se presentan a continuación, corresponden a la condición donde se considera que en la cuenca del río San Francisco se tienen construidas las presas Texcahuey, Zoquiapan y Chihuahua II, mientras que en la cuenca del río San Rafael se tiene construida la presa Santo Domingo, se considera aclarar que los hidrogramas presentados en el informe realizado por Jiménez *et al* (2010) para el caso de las presas construidas, son hidrogramas regulados por la obra de toma de cada almacenamiento.

En la figura 2.3.2 se presenta el hidrograma asociado a un periodo de retorno de 100 años, indicado en color rojo el hidrograma total de entrada; en color verde el hidrograma

que ingresa a la laguna *La Gasera* por la derivadora San Francisco y en color azul el hidrograma que ingresa a la laguna por la derivadora San Rafael.

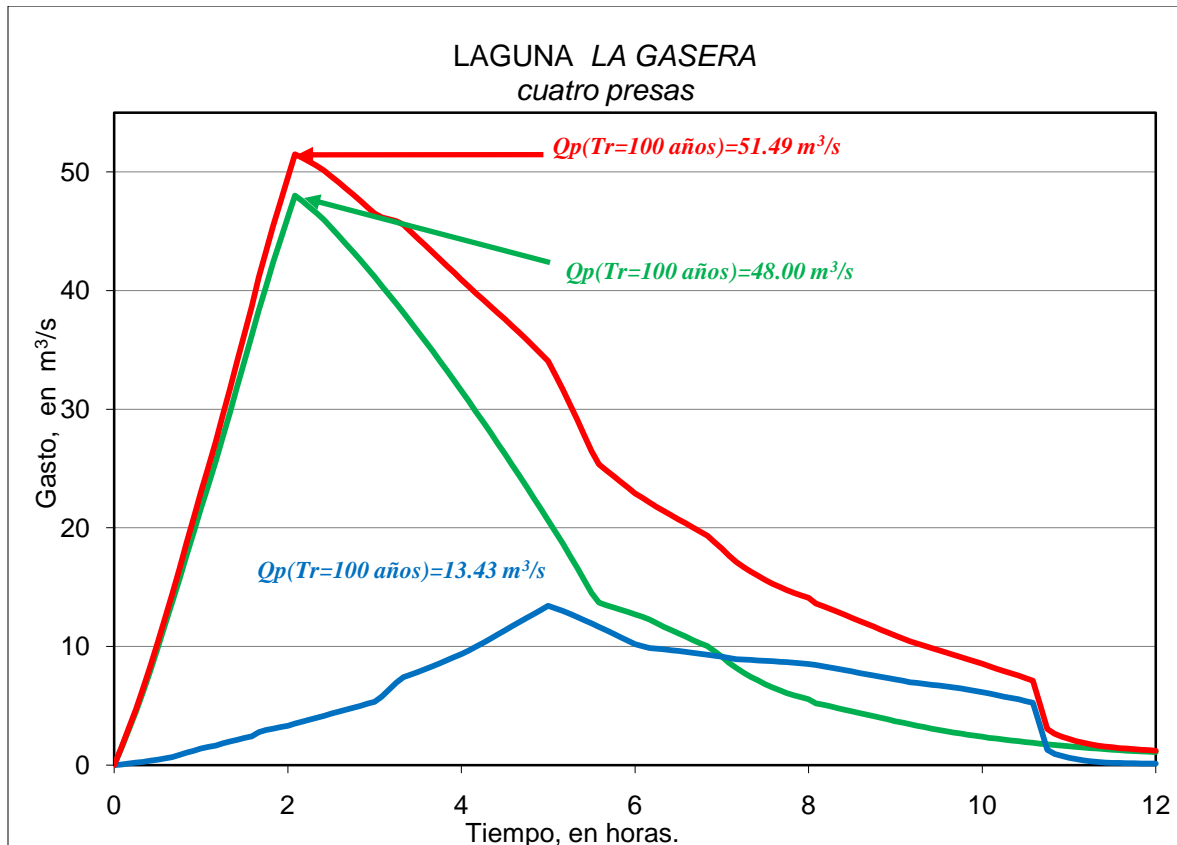


Figura 2.3. 2 Hidrograma de entrada a la laguna *La Gasera*, $Tr=100$ años.

b) Hidrogramas que ingresan a la laguna *La Gasera*, considerando que se tiene construidas las 7 presas.

En este apartado se presenta el hidrograma que ingresa a la laguna *La Gasera*, asociado a un periodo de retorno de 100 años, considerando que sobre la cuenca del río San Francisco se tienen construidas las presas Texcahuey, Zoquiapan, Chihuahua II, El Olivar y Las Jícaras, mientras que en la cuenca del río San Rafael se tienen construidas las presas Xaltocan y Santo Domingo. En la figura 2.3.3 se presenta el hidrograma asociado a un periodo de retorno de 100 años, indicado en color rojo el hidrograma total de entrada a la laguna *La Gasera*, en color verde el hidrograma que

ingresa a la laguna por la derivadora San Francisco y en color azul el hidrograma que ingresa por la derivadora San Rafael.

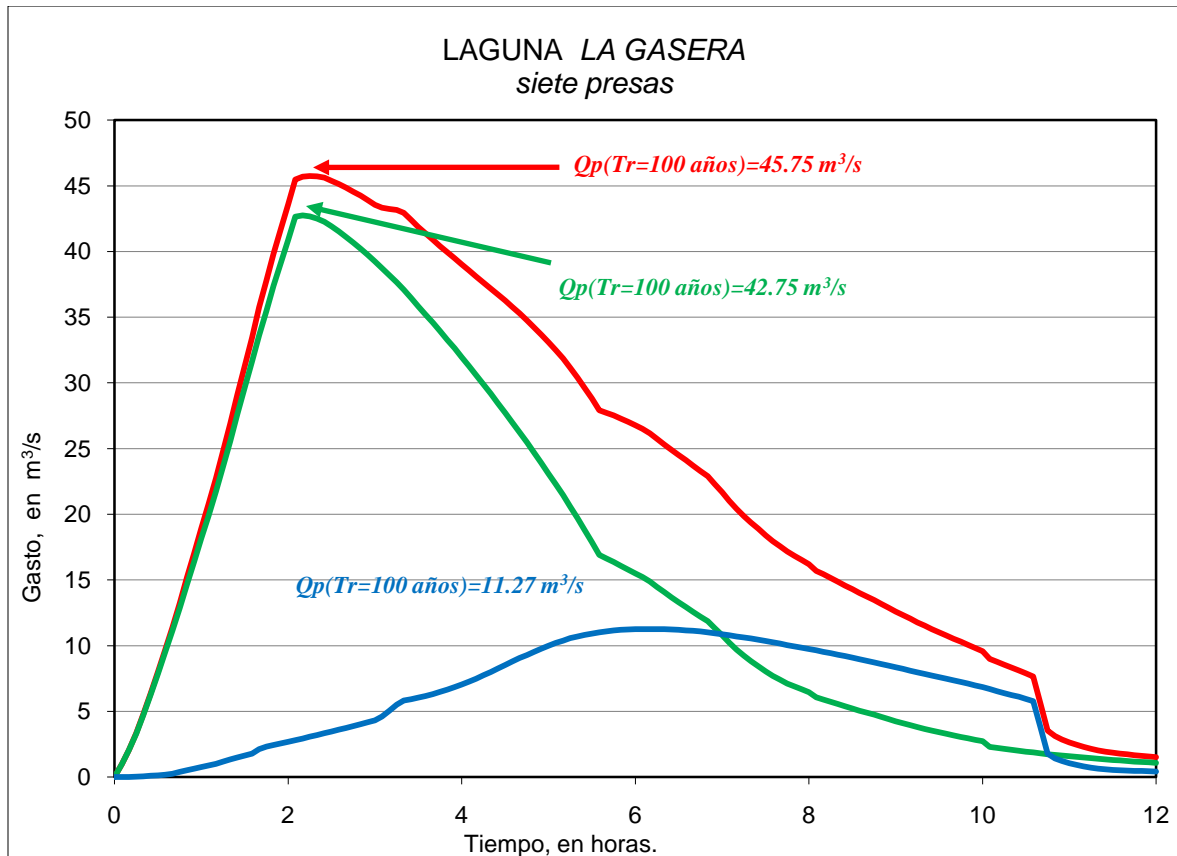


Figura 2.3. 3 Hidrogramas que ingresan a la laguna La Gasera, Tr=100 años.

En el capítulo siguiente y haciendo uso de los hidrogramas de las figuras 2.3.1, 2.3.2 y 2.3.3 se realizó el análisis del funcionamiento hidráulico de la laguna La Gasera