

4. PROPUESTAS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO

En el capítulo 3 se presentó el estudio y adecuación de las secciones transversales del cauce, las cuales representan las condiciones en que quedó el tramo después del paso de las avenidas producidas por la presencia del huracán *Stan*. Con base en esta información, la cual se incluye en el Apéndice B, a continuación se presenta el cálculo de la capacidad de conducción del tramo en estudio; es decir, se calcula el máximo caudal que puede pasar por el tramo, sin que el nivel del agua en el cauce exceda los niveles de los bordos de ambas márgenes, a lo largo del tramo; después, se proponen y revisan varias alternativas para mejorar la capacidad de conducción del tramo en estudio.

4.1 Capacidad de conducción después del paso de las avenidas de octubre de 2005

Para calcular los perfiles se considera un coeficiente de rugosidad de Manning, n , de 0.030, tomando en cuenta que se trata de un fondo arenoso y que el agua transporta sedimento fino. En todos los cálculos de perfiles hidráulicos se incluyen los puentes internacionales

Ing. Luis Cabrera y Dr. Rodolfo Robles; es importante tener una idea clara del efecto que tienen estas estructuras en el flujo durante el paso de avenidas extraordinarias.

En la figura 4.1.1 se presenta el perfil calculado con un caudal de $100 \text{ m}^3/\text{s}$. La identificación de las secciones transversales está referida a los cadenamientos que se reportan en la tabla 4.1, los cuales podrá identificar en el plano *PLI* que se incluye al final del capítulo anterior.

Tabla 4.1 Cadenamiento que corresponde a cada distancia del tramo en estudio.

Distancia, en m	Cadenamiento
0	27+000
500	26+500
1000	26+000
1500	25+500
2000	25+000
2480	24+580
2500	24+500
3000	24+000
3500	23+500
4000	23+000
4500	22+500
5000	22+000
5200	21+800
5500	21+500
6000	21+000
6400	20+600
6500	20+500
7000	20+000
7500	19+500
8000	19+000

En las condiciones en que quedó el cauce después del paso de las avenidas producidas por la presencia del huracán *Stan*, el gasto máximo que puede pasar por el tramo en estudio del río Suchiate es de $100 \text{ m}^3/\text{s}$; para ello se requiere aumentar la altura del bordo de la margen izquierda en la vecindad de la sección 20+500, la cual se localiza en la fig 4.1.1, a 1500 m

aguas abajo del puente Dr. Rodolfo Robles. Este caudal es notablemente pequeño comparado con el gasto asociado a un periodo de retorno de 100 años, que es del orden de los $2,614 \text{ m}^3/\text{s}$.

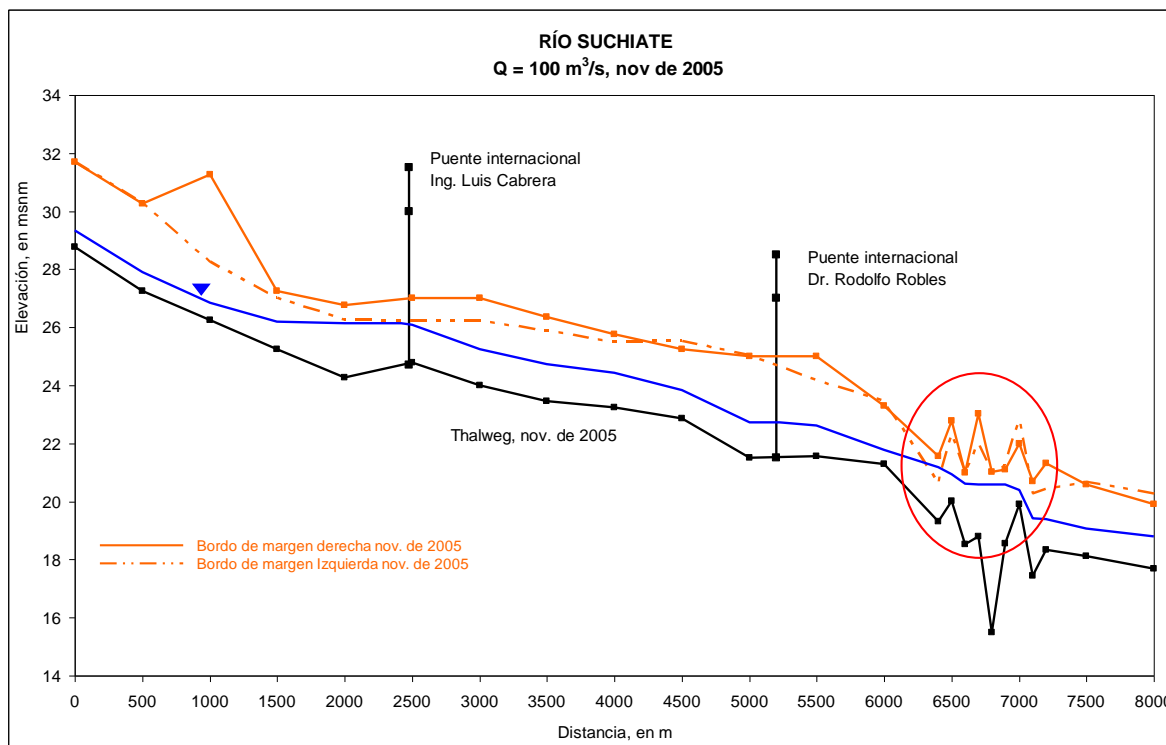


Figura 4.1.1 Perfiles Hidráulicos en condiciones actuales

4.2 Restitución de la capacidad de conducción del tramo

Se dispone de una curva elevaciones – gastos de la estación de aforo Suchiate II, la cual se localiza a 20 m aguas abajo del puente internacional Dr. Rodolfo Robles, esta curva se muestra en la fig 4.2.1, de la cual obtenemos datos para la figura 4.2.2.

También se dispone de la correspondiente sección transversal, la cual se incluye en la fig 4.2.2. En esta sección se tienen registrados caudales de hasta $2,038 \text{ m}^3/\text{s}$, con un nivel del agua de 22.26 msnm, cuya elevación del agua es menor que la de los bordos de ambas márgenes, es decir este caudal pasaba sin que se desbordara el cauce; el thalweg tenía la elevación de 16 msnm, lo que indica que se tenía un tirante de 6.26 m.

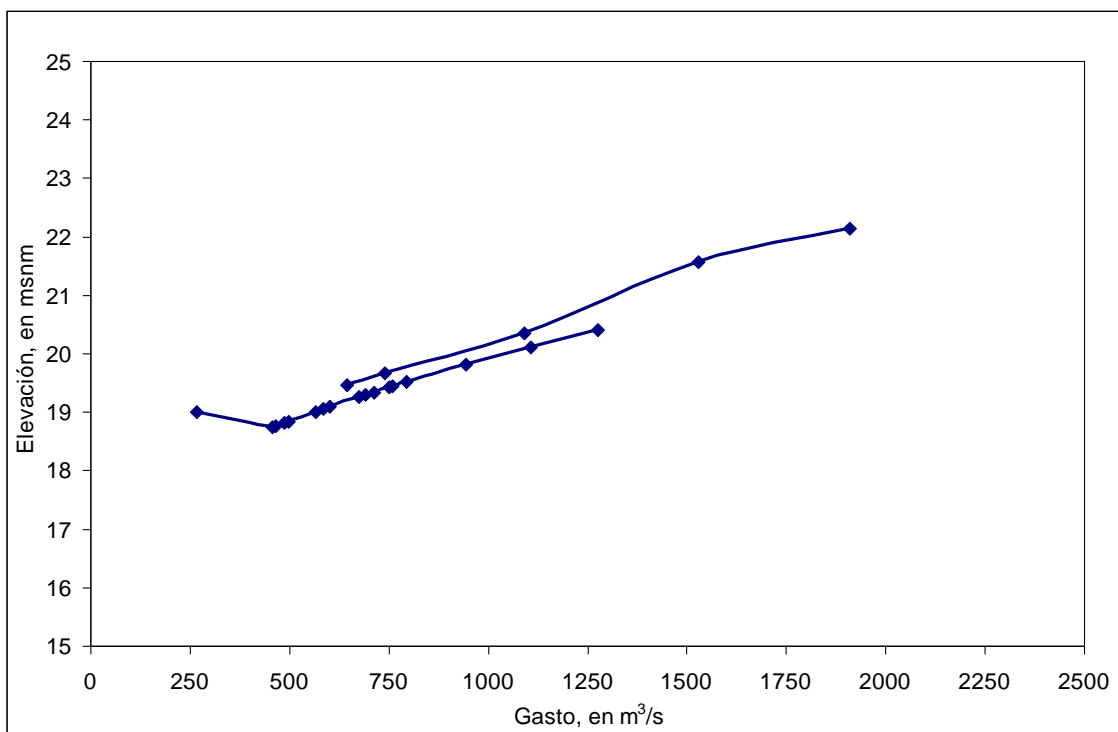


Figura 4.2.1 Curva E-Q de la sección aforo (CILA)

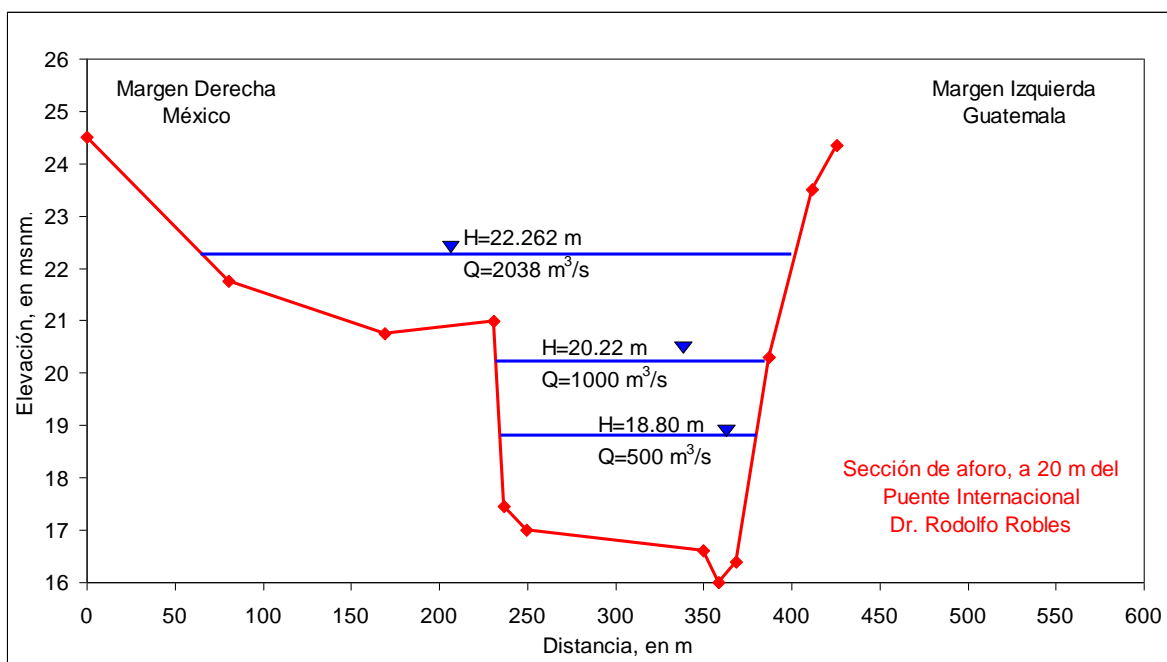


Fig. 4.2.2 Gastos y niveles registrados antes del huracán Stan

Con base en la fig 4.2.2, se hace notar que en el tramo en estudio se tiene un caudal registrado del orden de $2,000 \text{ m}^3/\text{s}$; sin embargo, después de octubre de 2005 solo puede pasar un gasto del orden de $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

En la fig 4.2.3 se presenta una comparación de las secciones transversales antes y después del huracán Stan. La sección transversal antes del huracán tiene un área hidráulica de 1600 m^2 , y por esta zona se reporta una sección transversal después del paso del huracán con un área de 550 m^2 , lo que nos indica que la cantidad de sedimento depositado redujo a las secciones transversales de este tramo en un 65% aproximadamente, esta notable reducción en la capacidad de conducción del cauce da una idea clara de la gran cantidad de sedimento que quedo depositado en el cauce después del Huracán *Stan*. Por tal motivo se propone hacer trabajos de dragado en todo el tramo en estudio, con el objetivo principal de que por el río pueda pasar un gasto de $2,614 \text{ m}^3/\text{s}$, correspondiente a un periodo de retorno de 100 años.

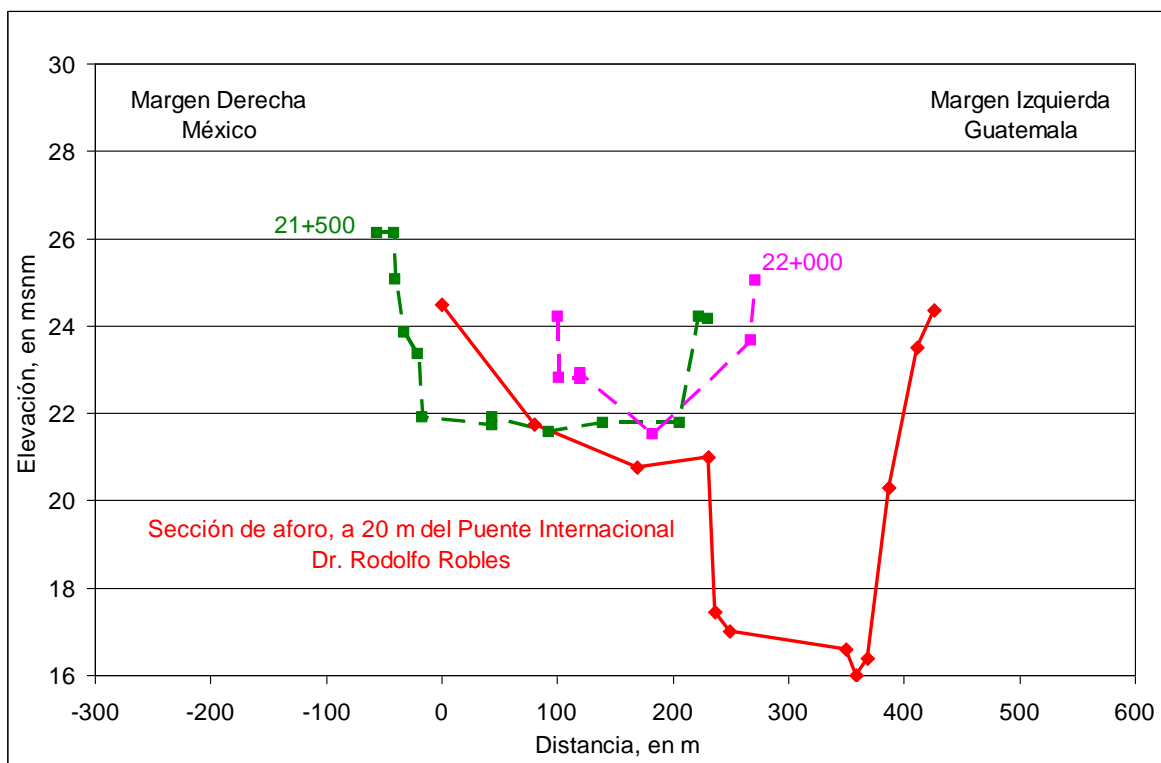


Fig. 4.2.3 Comparación de secciones transversales

Al analizar la figura 4.2.3 tenemos un panorama general de cuantos metros debemos dragar en el cauce, para restituir su capacidad de conducción.

Para ello, a continuación se presentan los resultados del cálculo de perfiles hidráulicos con gastos asociados a los periodos de retorno 10, 25, 50, y 100 años. En cada caso se proponen las dimensiones necesarias mínimas que debe tener el río para que pase cada caudal sin que el río se desborde.

El cálculo de la resistencia al flujo se hace con base en la fórmula de Manning, con un coeficiente de rugosidad de 0.060, debido a que se sabe que durante el paso de avenidas extraordinarias, hay un arrastre de material cuyo diámetro medio varía entre los 0.5 y 1 m, además del transporte de troncos de tamaño considerable y restos de vegetación, producto de la erosión de la correspondiente cuenca.

Se propone trabajar desde la sección 19+000 hasta la 27+000 que es el tramo de 8 km en el que se toma en cuenta Ciudad Hidalgo, y considera 3.5 km del río aguas arriba de Ciudad Hidalgo y 2 km aguas abajo; se aclara que en las graficas de los perfiles hidráulicos, la sección 27+000 se ubica en el 0 del eje de las abscisas, y de ahí empezamos a recorrer el tramo hacia aguas abajo, hasta llegar a los 8 km en donde se encontrará la sección 19+000, como se muestra en la tabla 4.1.

4.3 Análisis de los diferentes escenarios:

4.3.1 Propuesta para que pueda pasar un gasto de $1,645 \text{ m}^3/\text{s}$, que corresponde a un periodo de retorno de 10 años.

En la figura 4.2.3, se observa que el desnivel entre la sección de aforo y las secciones vecinas a la misma es del orden de los 5 m; por ello, se propone dragar aproximadamente 5 m en todas las secciones transversales del tramo en estudio; además, para esta alternativa se recomienda construir en ambas márgenes los bordos siguientes: uno de ellos empieza desde 1 km aguas arriba del Puente Internacional Ing. Luis Cabrera, con una elevación de 28 msnm, hasta 1.5 km aguas abajo de este puente, donde se debe llegar con una elevación de

27 msnm. El otro bordo empieza desde 750 m aguas arriba del Puente Internacional Dr. Rodolfo Robles, con una elevación de 26.5 msnm, hasta 2.25 km aguas abajo de este puente, donde se debe tener una elevación de 22 msnm. El perfil calculado con esta propuesta se muestra en la fig 4.3.1, donde se hace notar que el nivel de la superficie libre del agua, marcada con color azul, no rebasa las elevaciones de los bordos longitudinales propuestos.

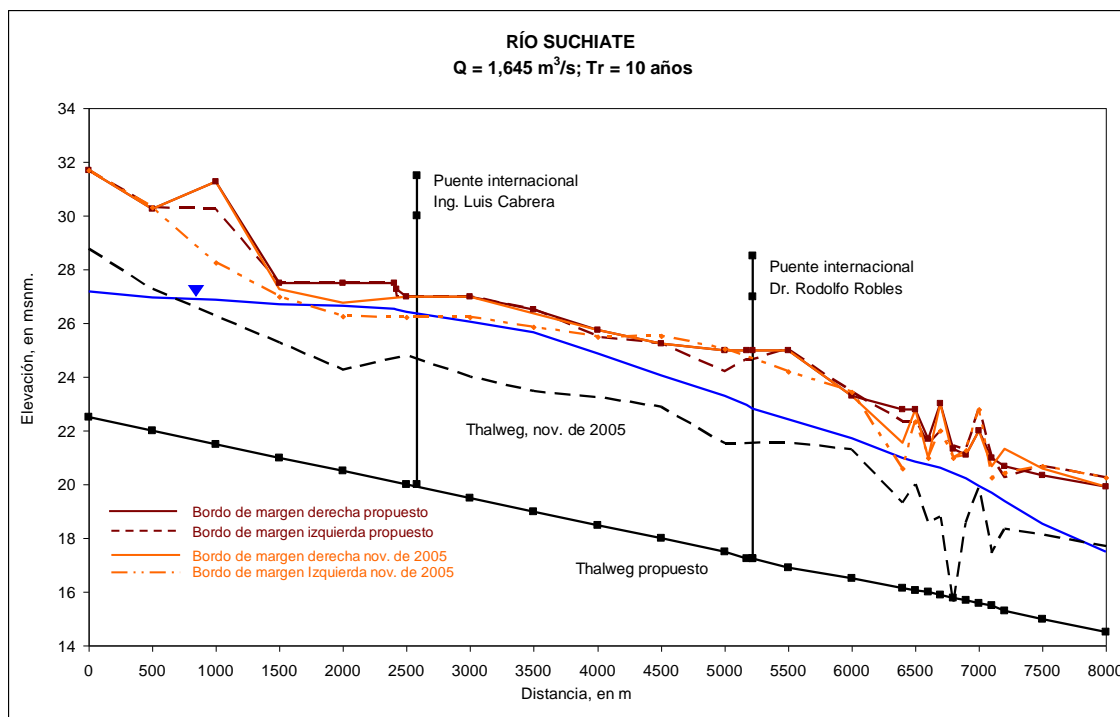


Fig. 4.3.1 Perfil hidráulico para un gasto de $1,645 \text{ m}^3/\text{s}$

4.3.2 Propuesta para que pueda pasar un gasto de $2,056 \text{ m}^3/\text{s}$, que corresponde a un Periodo de retorno de 25 años.

Para que pueda pasar un gasto de $2,056 \text{ m}^3/\text{s}$, que corresponde a un periodo de retorno de 25 años, consideramos dragar 5 m en todas las secciones transversales del tramo en estudio, además construir en ambas márgenes del río un bordo, el cual empieza con una elevación de 29 msnm desde 2 km aguas arriba del Puente Internacional Ing. Luis Cabrera y debe continuar hasta 2.25 km aguas abajo del Puente Internacional Dr. Rodolfo Robles, en donde

debe tener una elevación de 22 msnm, esta propuesta permite conducir este caudal sin presentar problemas de desbordamiento ver fig. 4.3.2.

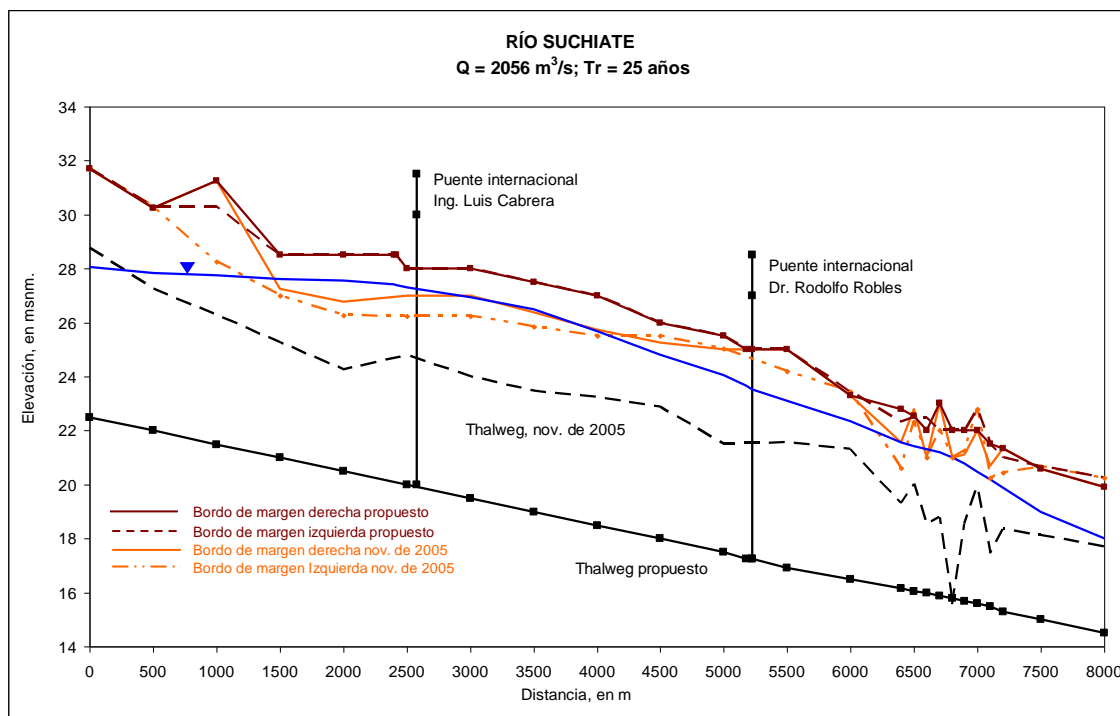


Fig. 4.3.2 Perfil hidráulico para un gasto de 2,056 m³/s

4.3.3 Propuesta para que pueda pasar un gasto de 2,340 m³/s, que corresponde a un Periodo de retorno de 50 años.

Proponemos dragar las secciones transversales de todo el tramo en estudio, el dragado deberá ser hasta una profundidad de 5 m en promedio y la construcción de un bordo en ambas margenes el cual inicia desde 2 km aguas arriba del Puente Internacional Ing. Luis Cabrera con una elevación de 31 msnm y debe continuar hasta 2.25 km aguas abajo del Puente Internacional Dr. Rodolfo Robles en donde llegara con una elevación de 22 msnm, estas son las condiciones que garantizan que pueda pasar este caudal, ver fig. 4.3.3.

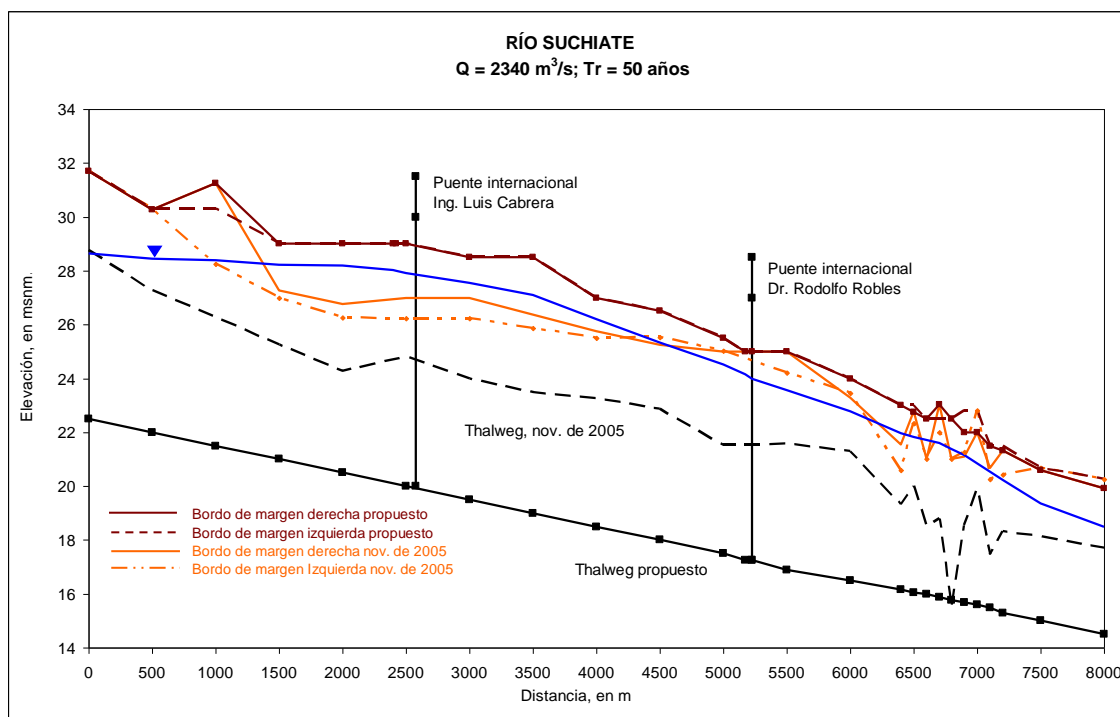


Fig. 4.3.3 Perfil hidráulico para un gasto de 2,340 m³/s

4.3.4 Propuesta para que pueda pasar un gasto de 2,614 m³/s, que corresponde a un Periodo de retorno de 100 años.

El caudal que corresponde a un periodo de 100 años es de 2,614 m³/s, sin embargo se decidió realizar los cálculos para un gasto de 2,650 m³/s. Y para que esta cantidad de agua pueda pasar, se debe dragar todas las secciones transversales del tramo en estudio, el dragado deberá ser hasta una profundidad de 5 m en promedio y se deben construir bordos en ambas márgenes del río, el primero de ellos inicia desde 2.5 km aguas arriba del Puente Internacional Ing. Luis Cabrera con una elevación de 32 msnm y llega hasta 1 km aguas abajo del Puente Internacional Dr. Rodolfo Robles con una elevación de 28 msnm, y debe continuar 1.5 km hacia aguas abajo de este puente en donde terminará con una elevación de 22 msnm (ver figura 4.3.4). Con esta propuesta se tiene 1 m de bordo libre que garantiza que el río no se desborde. En la figura 4.3.5 presentamos una sección transversal de esta

propuesta, en ésta observaremos el nivel de dragado y la altura de los bordos de ambas márgenes del río en color rojo.

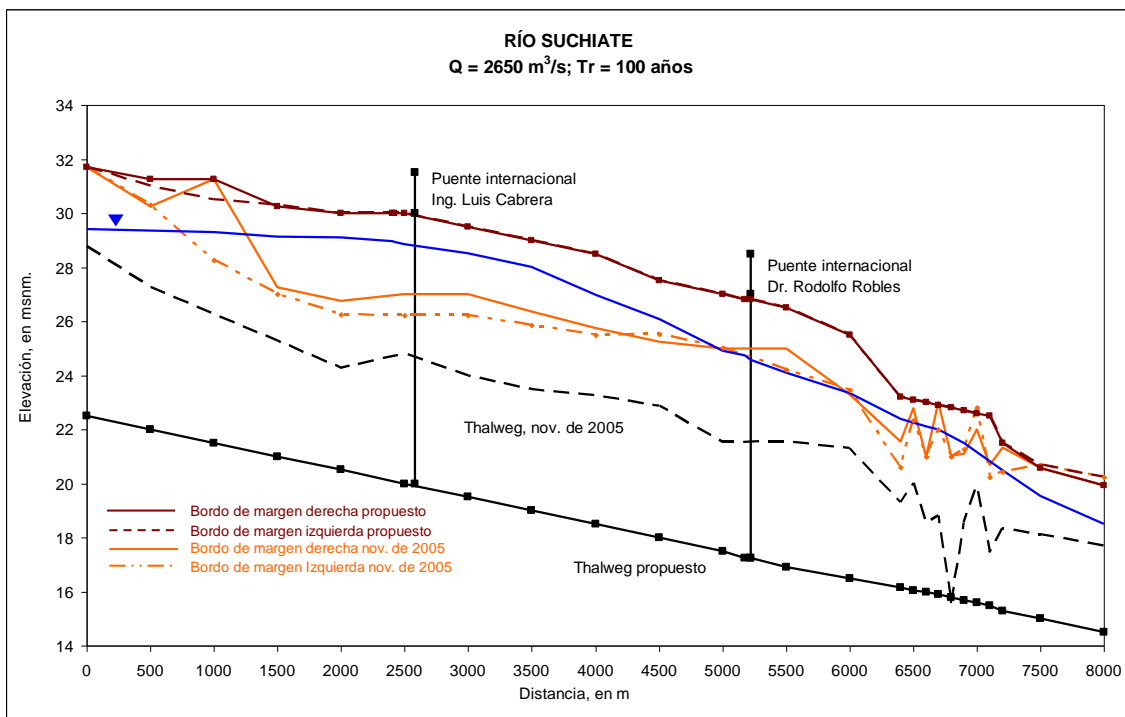


Fig. 4.3.4 Perfil hidráulico para un gasto de $2,650 \text{ m}^3/\text{s}$

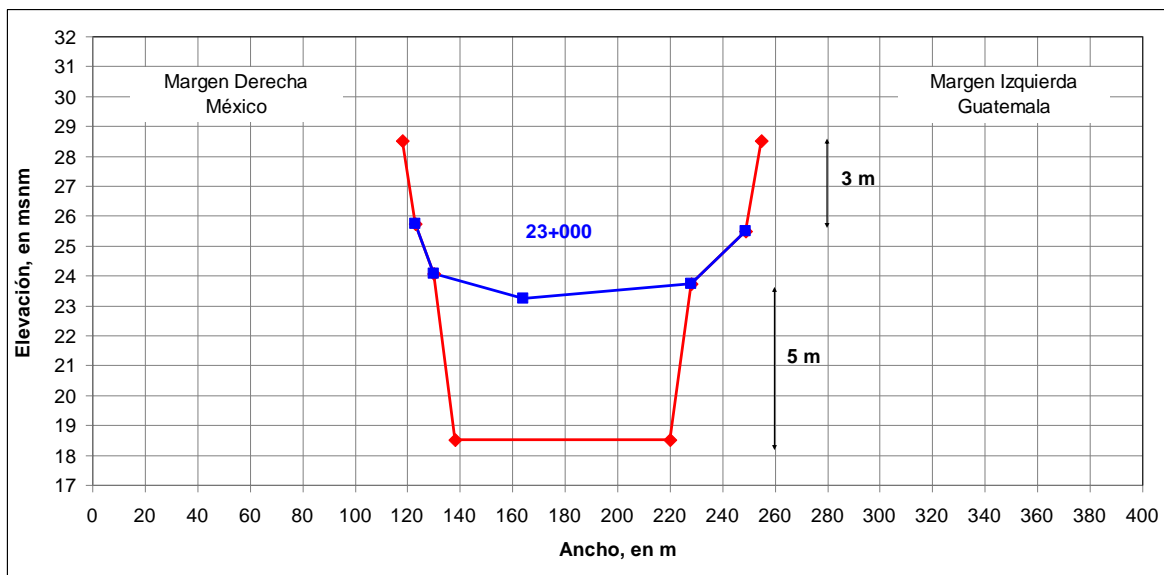


Fig. 4.3.5 Sección Transversal 23+000 propuesta.