

2 – 2. EXTRACCION DE MATERALES DEL CAUCE

El río tiene tendencia de depositar sedimentos aguas abajo. Especialmente en una gran crecida deposita gran cantidad de sedimentos donde reduce la fuerza de arrastre de la corriente.

La naturaleza guarda un equilibrio delicado, entonces si se extraen los materiales y se sobrepasa el equilibrio, se genera una reacción o sea los daños en varios campos.

Mientras tanto, los materiales sedimentados en el cauce es un buen recurso natural para la construcción, pero es necesario extraerlos bajo el control de la autoridad del río.

Si no hay control, la extracción extraordinaria en un lugar causaría los daños del puente, bordos y margen.

El Japón tenía una amarga experiencia debido al mal control de la extracción de los materiales del río. Conforme al desarrollo económico rápido, se necesitaba muchos materiales para la construcción y causó muchos problemas al bajar el lecho del cauce a lo largo del río. Esto provocó el problema de toma de agua para riego y agua potable y facilitó la destrucción del revestimiento, también arriesgó destruir los puentes. Si una vez se baja el cauce del río, tarda mucho tiempo para

recuperarlo pues las obras de SABO y varias presas construidas detienen muchos sedimentos y varias presas excepto presa SABO, no los transportan aguas abajo. En el Japón, ya la extracción de los materiales está bien controlada y casi no ocurre este tipo de problema.

El efecto negativo de la extracción de los materiales aparece poco a poco lentamente en general y cuando lo notamos ya es demasiado tarde. Por eso, es necesario tomar medidas de ante mano, para el control de los materiales si se notan sus síntomas negativos aunque sean pequeños.

Respecto a la extracción de materiales en el cauce del Río Blanco en San Pedro Sula yo lo advertí en mi Manual.

En cuanto al control de la extracción de los materiales, hay que considerar bien el interés público con alta prioridad y luego hay que considerar bien el interés de las compañías privadas. Se necesita un esfuerzo para buscar una solución que beneficie a ambas partes. Para realizar este control una ley relacionada a este ramo será necesaria.

2 – 3. REVESTIMIENTO Y MURO DE CONTENCIÓN GENERAL

El revestimiento es útil para proteger el bordo o la margen contra la erosión y socavación pero es costoso en general, entonces hay que considerar bien al aplicar este método en el campo, priorizar el tramo donde se aplica, en el diseño, ejecución y supervisión.

El revestimiento mismo es muy fuerte pues se construye con concreto o gaviones pero es muy débil si se socava la base.

El muro de contención se usa en la orilla del río para proteger la margen contra la erosión y socavación.

El muro mismo es muy fuerte pues se construye con concreto o mampostería pero es muy débil si se socava la base.

Es necesario considerar bien la socavación de la base y erosión del borde arriba, de abajo, de inicio y de terminación, ya que ocurre la destrucción no en la parte central sino en la parte extrema donde cambia el material en general. (Ver A-30,A-31)

En el caso del muro de contención grande ubicado en el Río Guacerique que está localizado frente del vertedor de La presa Los Laureles se cayó al soportar el choque de agua de la corriente grande provocada por el paso del Mitch. (Ver A-26)

El muro de contención destruido tenía una altura de 10 metros, longitud de 85 metros, profundidad de 16 metros de terreno fue lavado por la corriente.

En el caso del muro de contención del Río Cececapa en Santa Barbara, un muro de contención en escala pequeña se cayó por el paso del Mitch. Supuestamente por la falta de profundidad en la base enterrada. (Ver A-19)

El caso del muro de contención de una quebrada en el pueblo de Copan, lo mencioné en el anexo. (Ver A-12)

El revestimiento de enchape de concreto tiene la superficie lisa, en comparación con la margen natural y acelera la velocidad de la corriente, cuando viene la crecida grande. Por eso si continua la longitud del revestimiento más de 20 metros, será necesario poner rejilla o concavidad y convexidad con piedras incrustadas en el concreto para dar una rugosidad adecuada. Con este se puede reducir o desacelerar la velocidad de la crecida cerca del revestimiento.

Hay muchos casos que ocurre la destrucción al final del revestimiento, con la superficie lisa y que no lleva un tramo de transición.(Ver A-31)

En el caso de enchape de concreto, se recomienda 5 a 10 metros de transición en la parte de inicio de concreto y terminación del mismo con gaviones en general.

En el caso de revestimiento de un río pequeño, se recomienda 5 metros de transición de enchape de gaviones o cantos rodados en la misma forma en general.

En cuanto a la profundidad necesaria de la base enterrada, no se puede decir uniformemente ya que depende del cauce actual así como ancho, pendiente, magnitud del río tramo de la curva en el lado externo o interno, todo diferente y también se relaciona el revestimiento mismo.

Pero en el caso de que la quebrada sea pequeña, 0.5 metros, un río mediano 1 metro, un río grande 2 metros, serán una clave de referencia en general y si es necesario hay que enterrarlo más profundo o hay que agregar el trabajo de protección del piso por colchonetas de gaviones. De todos modos hay que considerar bien sintéticamente, dependiendo la condición de cada campo. Es la misión del verdadero ingeniero.

2- 4. EJEMPLO DEL RIO COPAN

2 – 4 –1.Proceso

- (1) El Río Copan erosionaba las Sepulturas Mayas y el Japón hizo la donación de un proyecto para el Desarrollo Integral de la Cuenca Baja del Río Copan y en este proyecto, Las Sepulturas Mayas se habían protegido por medio de la rectificación del cauce y el revestimiento de gavión de expansión. Este proyecto terminó en 1991 y hasta el paso del Huracán Mitch de 1998, no había problema de erosión. (Ver A-13)
- (2) Después de Mitch, el lecho subió hasta la cresta del revestimiento de gavión del expansión, por la cantidad de materiales que fueron transportados desde la cuenca alta del Río Copan, el Río Copan volvió a erosionar las sepulturas, corriendo por el cauce viejo y chocando directamente. El revestimiento ya perdió su función. (Ver A-14,15,16,17)
- (3) El Instituto Hondureño de Antropología e Historia IHAH solicitó fondos ante la UNESCO para protegerlas por medio de la construcción de un muro de contención a lo largo de 110 metros. Este ya empezó desde Junio.
- (4) Sin embargo, las aguas se meten y erosionan las sepulturas frecuentemente, aunque sean pequeñas crecidas. Es probable que antes de que se construya el muro de contención, se erosionen Las Sepulturas Mayas por las crecidas medianas.
- (5) Pero hay que notar que el proyecto sirvió de mucho a Las Sepulturas Maya pues si no se hubiera ejecutado el proyecto, la crecida grande provocada por El Mitch, habría erosionado totalmente, chocando directamente con el área de las Sepulturas. Al bajar el nivel de las aguas de la crecida, el lecho del río subió.

- (6) Existen otras sepulturas importantes a eso de 80 metros aguas abajo del borde del muro de contención que se va a construir. Se están erosionando, pero no se tiene programado protegerlas. Puedo decir que la construcción del muro de contención es una pequeña parte de lo que se necesita en el sector.
- (7) Una parte del revestimiento de gavión de expansión se quebró y fue arrastrado por la crecida grande causada por Mitch. Los daños del revestimiento aumentan por el paso de las crecidas, por la falta de mantenimiento. El filtro que se insertó no funciona bien. Se encontraron fugas de materiales y hundimiento del terreno. (Ver A-17)
- (8) Cerca de La Acrópolis, la protección de la margen construida por gaviones que se construyó por SECOPT en 1975, fue volcado parcialmente por la corriente que llevaba a su paso troncos y basura flotante. Por el momento, no hay peligro de erosión. Será imposible evitar este tipo de fenómeno en la misma magnitud del Mitch, ya que requiere de una millonaria inversión de fondos para realizarlo, si se realiza por medio del aumento de la capacidad hidráulica por medio de excavación del cauce a lo largo de unos kilómetros.

2-4-2. Causa del problema

Se transportó una gran cantidad de materiales por el paso del Huracán Mitch, desde la cuenca alta del Río, Copan ya que se produjeron deslizamientos, derrumbes y erosión vertical y longitudinal en los arroyos y cauces, por la gran crecida.

Puedo decir que la magnitud del Mitch fue demasiado grande para enfrentarlo prácticamente.

Lo mas critico es un banco de materiales, que en este tramo obstruyó la corriente y depositó muchas rocas grandes que actualmente forman una pequeña cascada. Esto provoca la subida del lecho del cauce hacia aguas arriba, hasta casi la misma altura de la cresta del revestimiento de gaviones de expansión, lo que posibilita que las aguas se metan frecuentemente y erosionen las sepulturas, aunque sea una pequeña crecida.

2-4-3. Solucion urgente

(1) Relleno con tierra

Para evitar la erosión de Las Sepulturas Mayas, es necesario evitar urgentemente que la corriente entre en la zona, relleno con tierra un promedio de 1.5 metros (Andén de altura baja).

Porque durante el plazo de construcción de muro de contención, se corre el riesgo de erosión. Se debe elevar el nivel del andén con una pendiente positiva hacia el río, disminuyendo desde 2 metros en el lado externo y 1 metro en el lado interno del río, con el ancho y longitud de 40 metros y 240 metros respectivamente pues es un trabajo urgente y sencillo para ejecutarlo.

Si no se encuentra tanta cantidad de tierra, se podrá economizar poniendo una anchura de 10 metros en vez de 40 metros, y una longitud de 150 metros en vez de 240 metros cerca de las sepulturas expuestas a la erosión. Pero este, tiene menor seguridad, en comparación del anterior.

(2) Excavación de materiales de rocas grandes en el cauce.

Estas rocas depositadas disminuyen mucho la capacidad hidráulica, además provocaron la subida del lecho del cauce parcialmente, por eso es necesario quitar las rocas definitivamente. Se estima el

volumen necesario alrededor de 6000 metros cúbicos de 30 metros de anchura, 100 metros de longitud y 2 metros de profundidad promedio aproximadamente.

(3) Construcción de muro de contención (Ya se empezó esta obra en Junio de 1999.)

(4) Protección de pie de muro de contención

El muro de contención será muy débil cuando se someta a la socavación de las crecidas.

Hay muchos casos de destrucción o hundimiento de estribo o pilastra de puente por socavación. Por eso, debe colocarse una protección de pie con colchonetas de gavión. En este caso, la anchura de protección debe ser de 2 metros con espesor de 0.23 metros.

2-4-4. Solución de mediano plazo

Como solución de mediano plazo, es necesario excavar los materiales depositados desde el punto del banco de material hasta 500 metros hacia aguas arriba, con un promedio de 2 metros de profundidad con anchura de 40 metros. Este volumen es 40,000 metros cúbicos. También es necesario colocar a la vez, el revestimiento necesario de gavión.

2-5. EJEMPLO DEL RIO CECECAPA

2-5-1. Problema y Situación general.

Se inundó la zona baja alrededor del Río Cececapa por la crecida que provocó el Huracán Mitch, especialmente cerca del Puente "Zinc". (Ver A-18,19)

Se observa una gran cantidad de materiales depositados por el paso del Mitch, desde el puente Zinc hasta 1 kilómetro aguas arriba del mismo puente, también la margen izquierda está erosionada causada por la crecida.

La magnitud del Huracán Mitch fue demasiado grande para tomar medidas en un futuro cercano. Nos acompañaron los vecinos que viven cerca de la escuela y que fueron afectados por el Mitch, estos nos contaron que es la primera vez que se inundó el sector. Mientras tanto, otros vecinos cerca del Puente Zinc nos relataron que se inundó no solo en 1998 por el paso del Mitch, sino también en 1987 y 1988.

2-5-2. Problema de inundación cerca del Puente Zinc.

La margen izquierda, tenía un muro de contención pero se socavó la base y se destruyó y ya casi no funciona como el muro de contención. Como así, se socava la base, una estructura de concreto tan fuerte se destruye tan fácilmente. Supongo que la base no fue enterrada bien.

2-5-3. Problema de erosión aguas arriba margen izquierda del puente.

La corriente corre al lado izquierdo y erosiona la margen actualmente. La solución a largo plazo será la excavación del cauce colocando el material extraído fuera del cauce, y luego es necesario la colocación de un revestimiento con una base firme. La solución provisional es la limpieza del cauce, canalizando las aguas en el centro de esta mancha, se puede concentrar la corriente por el momento. Por supuesto es muy probable que se vuelva al estado actual cuando ocurran las crecidas medianas o grandes.

2-5-4. Solución contra inundación

El puente Zinc claramente reduce la anchura del río que tiene 30 metros, además está construido en forma de un arco, que tiene solo 3 metros de altura y 7 metros de anchura, lo que nos indica que carece de capacidad hidráulica definitivamente. El puente Zinc provoca inundaciones a los vecinos.

Para solucionar el problema principal, será construir un nuevo puente que garantice una capacidad hidráulica suficiente.

Para una solución provisional, se recomienda excavar el cauce del río con el objeto de aumentar un poco la capacidad hidráulica del mismo, a pesar del obstáculo que representa el puente.

2-5-5. Problema de inundación y erosión cerca de la escuela

En cuanto a la gran inundación, está ha ocurrido solo con el paso del Mitch. Es decir la magnitud del Huracán Mitch fue extraordinaria. La solución a largo plazo requiere de un alto presupuesto y casi imposible para aplicarla por esta razón. En cuanto a la erosión de la margen izquierda cerca de la escuela esta se encuentra localizada en el lado fuera de la curva donde se genera la fuerza de arrastre extraordinaria debido a la corriente desordenada, ascendente y descendente por la acción de la fuerza centrífuga cuando vengan las crecidas medianas o grandes.

La solución provisional es la colocación de un enchape de colchonetas de gaviones en la margen izquierda. Si se deja en el estado actual, se erosionará esta margen en las próximas crecidas.

Desde el puente Zinc, 3 kilómetros aguas arriba, se encuentra la presa de consolidación del río Cececapa, esta presa no ha registrado ningunos daños en el paso del Huracán Mitch y funciona bien. Pero con sola una presa de consolidación, no se puede esperar el control de sedimentos y erosión eficazmente. Se espera construir este tipo de proyecto en un futuro.

2-6. EJEMPLO DE SAN JUANCITO (DPTO.FRANCISCO MARAZAN)

Se produjo una avalancha de lodo y piedras ocasionado por el paso del Huracán Mitch. Se encuentra una gran cantidad de materiales inestables en el cauce y se observa la huella de la avalancha alrededor de la orilla del Río San Juan de Flores. (Ver A-20)

Actualmente ya se ha terminado la limpieza urgente y provisional del cauce la que fue realizada por el FHIS. Existe el peligro de que los materiales se muevan hacia aguas abajo y es posible que el muro de contención sea socavado ya que las obras de FHIS son de emergencia pero temporales.

Para estabilizar el talud del camino donde se produjo el derrumbe y el muro de contención que se construyó por el FHIS, el proyecto urgente se llevó a cabo en Junio de 1999.

Este proyecto ha sido impulsado por varias organizaciones bajo la colaboración de SOPTRAVI, Organización Internacional de Trabajo (OIT), Programa Mundial de Alimentos (PMA) y el Programa de Naciones Unidas de Desarrollo (PNUD). En este proyecto, se utilizó 225 unidades de gaviones que es una parte de la donación por el gobierno del Japón.

Generalmente, las obras de gaviones requieren de mucha mano de obra y no solo de hombres sino mujeres que también pueden trabajar. Es decir, estas obras generan el trabajo rural.

Los gaviones fueron utilizados para la base del talud del camino para su estabilización que está sometida a la erosión del río, también fueron utilizados como obras de protección de piso para el muro de contención. Porque el muro de contención enfrenta directamente el choque de agua del Río San Juan de Flores y la pendiente del río es pronunciada todo esto constituye un peligro para la socavación de la base del muro.

Mientras tanto, los materiales depositados en el cauce del San Juan de Flores son inestables. Si caen lluvias torrenciales, es muy probable que se muevan otra vez. Por eso, para estabilizar los materiales Se recomienda una presa SABO pequeña 300 metros aguas arriba del muro de contención donde se encuentra una roca grande en la margen izquierda y tiene el ancho angosto de 40 metros aproximadamente.

Esta sola presa de altura baja, no puede controlar los materiales perfectamente, pero sirve efectivamente por el momento. Desde la presa de SABO hasta el muro de contención, el trabajo de canal con colchonetas de gaviones será recomendable.

2- 7. EJEMPLO DEL RIO TEGUCIGALPITA (OMOA, DPTO. CORTES)

2- 7- 1. Problema

Por el huracán Mitch, la zona de Tegucigalpita se inundó además gran cantidad de materiales se depositó en el cauce del río y en el punto del puente de la Carretera solo se queda 0.5 metros de espacio entre el cauce y viga del puente. Hace falta definitivamente capacidad hidráulica para las crecidas próximas. (Ver A-21,22)

Por el momento, como las obras contra inundaciones urgentes, se lleva a cabo la construcción de un bordo en la margen izquierda sin embargo, si viene una crecida mediana o grande, el puente provocaría inundaciones en la zona, destruyendo el bordo con obstrucción contra corriente y también causaría la destrucción del puente mismo.

2 - 7 - 2. Proceso

Antes de paso del Huracán Mitch, por Septiembre de 1998, el espacio entre el cauce y la viga del puente tenía más o menos 4 metros. Después del paso, el cauce se elevó mucho y solo queda 0.5 metros entre ellos.

Por lo tanto, se excavó el cauce con una longitud de 400 metros aguas arriba y abajo del puente con una profundidad de 2 metros y quedaba 2.5 metros de espacio, esto en los días cercanos al 15 de Abril de 1999. Un poco tiempo después por las lluvias torrenciales, volvió a elevar el cauce, y nuevamente solo quedó 0.5 metros de espacio entre ellos. (Ver A-21)

2 - 7 - 3. Solución

Desde el puente hasta 1.5 kilómetros aguas arriba, la anchura del río está amplificado mucho con la gran cantidad de materiales y más o menos 1 kilómetro aguas arriba, hay una curva a la derecha donde la margen izquierda está bastante erosionada.

La causa del problema es la enorme cantidad de materiales sueltos en el cauce del río, por lo tanto no se puede solucionar el problema solo excavando los materiales de arenas finas cerca del puente, dejando una gran cantidad de materiales aguas arriba del cauce tal como está.

La solución principal será ejecutar las obras SABO en la cuenca alta, construyendo una presa SABO, una presa de consolidación en forma de escalera pero esto es aplicable si las condiciones económicas lo permiten.

Por la razón que se rellena pronto aunque se excave, si se deja la situación, se inundará la zona en la próxima crecida mediana o grande por causa de la obstrucción del puente no obstante que se construya el bordo. Además la dirección de la pilastra no coincide con la misma de la corriente y está colocada en diagonal. Esto también arriesgará la destrucción del bordo, ya que choca la corriente al bordo directamente.

Si una vez se eleva el lecho del cauce, es difícil solucionar el problema sin tomar medidas basando la premisa, que el lecho está elevado, ya que como en el caso del Río Chachaguala o Río Jimerito tomando espacio suficiente entre viga y lecho.

La solución práctica será ejecutar el dragado en una magnitud grande, audazmente. Aunque se coloquen el revestimiento de gaviones no funcionará por la falta de capacidad hidráulica.

La anchura del dragado será de 60 metros conforme a la longitud del puente, la profundidad será 3 metros, 400 metros aguas abajo y 1500 metros aguas arriba. Esto no significa que funcionar para siempre, se rellenará algún día pero es mejor que no hacer nada, dejando la situación y perdiendo el importante puente y viviendas con alta posibilidad inundadas.

Es importante explicar bien a los interesados, sobre el efecto y límite de dragado en comparación con el peligro que existe según la situación actual.

2 – 7 – 4. Respecto a colocación de alcantarilla

Se propone la idea de colocar unas alcantarillas para cubrir la falta de capacidad hidráulica, como una alternativa, yo no estoy de acuerdo.

Las alcantarilla despliegan su función en el caso de una crecida pequeña pero no funcionarán en el caso de una crecida grande o mediana debido a muchos troncos flotantes que tapan la entrada. No se debe usar la alcantarilla en un río grande como el Tegucigalpa.

2- 8. EJEMPLO DE PRESA DE CONSOLIDACION No.6 EN EL RIO CHOLOMA (DEPTO.CORTES)

La presa de consolidación tiene la función de estabilizar el lecho del cauce a través de la construcción de una estructura transversal al cauce con caída artificial, reduciendo la pendiente natural, desarrollo secundario de meandro, formación de banco de material extraordinario y erosión de la margen.

En cuanto a esta presa, el Ing.Hosokawa, experto de la misión anterior, dejó las recomendaciones, pero podemos agregar que por la falta de empotramiento de la manga en el terreno firme, se ha erosionado bastante, pese a esto no hay daños en la estructura principal.

Esto significa que esta presa trabajó bien, a pesar de la magnitud de las inundaciones causadas por el Huracán Mitch que fueron muy grandes; actualmente se han depositado muchos materiales, troncos, etc., en el cauce del Río Choloma.

Espero que se tome la valiosa lección al diseñar, para construir el mismo tipo de estructuras en un futuro cercano, basándose en las recomendaciones siguientes:

- (1) La sección de vertedor es demasiado pequeña en comparación con la magnitud del río. Esto ayudó a cambiar la corriente de la crecida, sin concentrar su corriente principal al centro del cauce, también provocó la erosión de la margen derecha.
- (2) La cresta de la presa es alta, casi tiene la misma altura de la margen izquierda. En general, la presa de consolidación tiene la función de estabilizar el cauce, mitigando la pendiente de la misma, previniendo la corriente desordenada y disminuye la erosión de la margen. Es necesario colocar la altura de cresta más baja en comparación con la de la margen.
- (3) No hay empotramiento de las mangas en ambas márgenes.
- (4) El Ing. Hosokawa propuso hacer el empotramiento de por lo menos 2 metros en terreno firme.
- (5) No hay revestimiento de las transiciones.
Si hay una estructura transversal en el río, esta funcionará como un obstáculo contra la corriente al venir la crecida y es allí donde se produce la corriente desordenada que genera remolinos que erosionan los cimientos de la estructura o margen.

Por lo tanto, al colocar una estructura transversal en el río, es necesario también colocar el revestimiento de la transición para reforzar la margen o bordo.

- (6) En este caso, sin asegurar la margen, se decidió construir la presa de consolidación. Pero, principalmente debe asegurar la margen primero y luego debe construirla o hacer las dos actividades al mismo tiempo.

2 - 9. PRESA SABO TAKEMOTO Y OTRAS PRESAS

Hemos visitado unas presas de SABO y la de consolidación. Ellas son La Presa SABO Takemoto, del Río Jutosa afluente del Río Cholutoma, La presa SABO del Río Amariño y La Presa SABO del Río Gila, estas últimas ubicadas en el departamento de Copan.

La presa SABO Takemoto ha soportado muchas crecidas grandes durante 15 años, incluida la del Mitch, y no se ha registrado ningún daño, actualmente funciona bien. (Ver A-24)

Esta presa que se construyó en Mayo de 1984, con un fondo nacional de 1,500,000 Lempiras, después de que el Ing. Takemoto regresó al Japón cumpliendo su misión de Asesor Técnico para la Dirección General de Obras Civiles, basándose en la tecnología transferida del Japón a honorables ingenieros hondureños que viajaron al Japón como becarios y asistieron al seminario que fue brindado por la misión japonesa de SABO.

Al terminar el proyecto, la protección del piso al lado aguas abajo de la presa, fue bien colocado en la forma ordenada y arreglada con bloques de concreto pero después de 15 años, la protección del piso casi desapareció todo por la fuerza destructiva de las crecidas. Se observa un derrumbe pequeño en la margen derecha donde se empotra la manga de la presa al terreno, pero por el momento no hay peligro que afecte a la presa principal.

Respecto a La presa SABO del Río Amarillo, no se ha observado ningún daño a pesar de la gran crecida provocado por el paso del Mitch. Funciona bien, controlando bien, la erosión y sedimentos en el río Amarillo, desde su terminación en el año 1991.

Respecto a La Presa SABO del Río Gila, también funciona bien controlando la erosión y sedimentos desde su terminación en 1991. Se observó un desgaste pequeño en el vertedor de la presa pero no es necesario atender por el momento, porque aunque el desgaste aumente, se puede considerar como sección doble de vertedor. Es necesario observar el proceso por el momento.