

ESQUEMAS DE GESTIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE PREVENCIÓN

Como se mencionó anteriormente, las obras diseñadas para la prevención de inundaciones son por lo general de alto costo debido a sus dimensiones y debido a los estudios técnicos que requieren.

En América Central la gestión para la construcción de este tipo de medidas se lleva a cabo rutinariamente bajo contratos a pedido por la empresa privada, como a pedido de ministerios y dependencias del estado.

Foto # 3: borda de piedra construida por el sector agroindustrial en la cuenca baja del río Coyolate, cerca de la comunidad Carrizal, en el municipio La Gomera.



En cualquier caso, el diseño de medidas a implementarse se basa en una relación de costo-beneficio. Por ejemplo, en Guatemala el sector agrícola cañero ha invertido millones de quetzales durante varios años en la elaboración de bordas dado que la borda puede garantizar el cultivo sostenible de la caña durante muchos años y la minimización de riesgos de pérdidas por inundaciones.

En el caso del Estado, las obras de prevención se diseñan para la protección de comunidades, líneas vitales e infraestructura estatal. En estos casos no se puede hablar de costo-beneficio en términos monetarios, dado que nadie puede definir el costo de las vidas humanas de comunidades en riesgo. En el caso de líneas vitales la relación costo-beneficio se puede calcular asociando el costo de protección de las líneas versus la creación de líneas alternas o versus el costo de establecer nuevamente las líneas si son destruidas por la inundación. Es importante notar que en este caso hay que asignar un valor también al servicio que se está dejando de prestar mientras se reconstruye o rehabilita la línea vital.

El procedimiento de gestión para la construcción de las obras de prevención abarca tres componentes:

- ▷ estudios hidrológicos y estudios de riesgo
- ▷ diseño técnico de obras de prevención
- ▷ construcción de las obras

A continuación se describen los componentes y sus actividades más relevantes.

ESTUDIOS HIDROLÓGICOS Y ESTUDIOS DE RIESGO

Los estudios hidrológicos tienen como finalidad hacer una caracterización del tránsito de avenidas de distintas dimensiones, así como la caracterización de la correlación entre la dimensión de la avenida y su período de retorno.

Esta información sirve a los tomadores de decisión para solicitar el diseño y construcción de medidas que se ajusten a presupuestos tomando en consideración períodos de retorno de 20 a 50 años. Como es de esperarse, el costo de las obras depende de la dimensión de la crecida para la cual se está creando la obra.

Como parte adicional en los estudios hidrológicos se contempla estudios hidro-geológicos, necesarios para determinar y caracterizar el tipo de medida a implementarse. La hidrogeología se torna importante en el caso de ríos que tienen la capacidad de arrastrar arena o rocas de dimensiones variables que yacen en la cuenca alta, en los lechos de los ríos. La relevancia de material arenoso o rocoso suspendido radica en el poder erosivo que puede tener efectos dañinos en las bordas a implementarse, o bien en el relleno paulatino de canales de dragado recién construidos.

Los estudios hidrológicos comprenden el análisis de la respuesta hidrológica de la cuenca, que se conforma de la precipitación pluvial y su descarga por los afluentes y ríos hasta su desembocadura en el mar o en los lagos.



Foto # 4: *Cuenca alta del río Polochic
cerca de Tukurú en Alta Verapaz.*

Información recopilada durante varias décadas de precipitación, así como de niveles de río en varios sitios que abarcan la cuenca alta, media y baja, son necesarios para determinar los caudales típicos. En contraste, la información relacionada con precipitaciones y niveles en casos de huracanes y tormentas de gran dimensión son de gran utilidad para determinar los caudales máximos, así como mapas de inundación.

Cuando se cuenta con información hidrológica y climática que abarque más de cinco décadas se puede caracterizar períodos de retorno para eventos característicos que se presentan con períodos de retorno de cinco años hasta eventos que tiene períodos de retorno de medio siglo. Lamentablemente, este tipo de información es escaso para muchas de las cuencas de Guatemala y América Central, dado que las únicas justificaciones para un monitoreo hidroeléctrica y climático de esta envergadura se concentran en la producción de energía hidráulica, lo cual limita este tipo de monitoreo a aquellas cuencas que ofrecen un potencial energético amplio.

Como resultado de los estudios hidrológicos se obtiene una caracterización de las crecidas, representado en caudales y niveles de altura del agua en puntos específicos. En un futuro cercano, con la incorporación de tecnologías para la creación de mapas digitales de alta resolución utilizando interferometría con radar, se podrán crear mapas de inundación integrando información hidrológica a la cartografía digital de elevación de terreno.



Con estas herramientas será posible dimensionar medidas tales como bordas y dragados, simular inundaciones por computadora y determinar en forma teórica escenarios de crecidas con tiempos de retorno mucho mayores a los contemplados.

Una vez completados los estudios hidrológicos, especialistas en gestión de riesgo proceden a utilizar la información generada en estos estudios para determinar la amenaza que representa para comunidades e infraestructura inundaciones de distintas magnitudes. La determinación de la vulnerabilidad en las infraestructuras creadas por el

hombre con relación a la inundación se lleva a cabo mediante estudios de campo para completar el estudio de riesgo, en el cual se integran la amenaza, la vulnerabilidad y las medidas de preparación creadas para responder en forma eficiente en caso de inundaciones.

DISEÑO DE OBRAS DE PREVENCIÓN

Tomando como base los estudios hidrológicos y de riesgo se procede a diseñar el tipo de medida a ser implementada para prevenir las inundaciones y desbordes. Los criterios que se usan para el diseño técnico son:

- Caudales y niveles para los cuales se dimensiona la obra, los cuales se relacionan con los períodos de retorno de dichos eventos.
- Caracterización físico-química de los caudales para determinar el poder erosivo que puede tener una crecida sobre las medidas a implementarse, así como para determinar el poder de asolvamiento que puedan tener las crecidas.
- Caracterización de los suelos en las riberas de los ríos donde se pretende establecer las bordas para determinar la estabilidad de las bordas.

Como se mencionó anteriormente, normalmente se diseña una serie de medidas que en forma integral puede resolver el problema de inundaciones. Ejemplos de estas medidas son:

- ▷ dragado de cauces
- ▷ construcción de bordas de distintos tipos
- ▷ construcción de presas para el control temporal de avenidas

El dragado es una medida que se implementa en aquellos casos en los cuales el asolvamiento ha disminuido la capacidad de descarga del cauce y se desea recuperar dicha capacidad.

Los trabajos de dragado se llevan a cabo empleando maquinaria pesada especializada para este fin, aunque en casos en los cuales la obra es de dimensiones pequeñas, se puede utilizar retro-excavadoras.

Foto # 5: Una retro-excavadora dragando y ampliando el cauce del río Ixpatz en San Sebastián, Retalhuleu.



La construcción de bordas es un trabajo que se puede llevar a cabo utilizando maquinaria pesada, o bien, en el caso de bordas gavionadas una combinación de mano de obra y maquinaria.

EL DISEÑO TÉCNICO

El diseño técnico específico de obras a implementarse es llevado a cabo por una firma de ingeniería que cuenta con personal especializado en las ramas de ingeniería civil, ingeniería hidráulica, ingeniería estructural, hidrología, topografía, dibujo técnico y planificación.

Aunque este tipo de firmas es extremadamente limitada en Guatemala, se han dado casos en los cuales firmas de ingeniería contratan servicios de consultoría para completar el personal especializado para llevar a cabo todas las actividades necesarias para consolidar el diseño técnico.

Como es de esperarse, el diseño técnico debe incluir:

1. Planos estructurales de la obra a ser construida.
2. Cálculos estructurales e hidráulicos que reflejen la validez del diseño propuesto para el tipo de desbordes que se debe prevenir.
3. Estudios topográficos y levantamientos de nivelación en las riberas del río para dimensionar en forma adecuada la obra.
4. En el caso de bordas, análisis de suelos para determinar la estabilidad de los mismos y así garantizar que los suelos son aptos para sostener la obra que se pretende construir encima.
5. Fuentes bibliográficas sobre estudios hidrológicos y de riesgo empleados para el diseño técnico.
6. Especificaciones técnicas de maquinaria o equipo a ser utilizado en la construcción de la obra.
7. Especificaciones de material a ser utilizado en la construcción de bordas, por ejemplo, especificaciones técnicas de gaviones, dimensiones de rocas, tipos de cemento, hierro, etcétera.
8. Obras preliminares de carácter estructural (mejoramiento de rutas de acceso para maquinaria pesada por ejemplo) para la construcción de la obra.
9. Tiempos estimados para la construcción de las obras, preferentemente especificados por fases.

La información presentada de esta manera servirá a la entidad que está contratando los servicios de construcción de las obras para generar una propuesta para la construcción de dichas obras.

LA GESTIÓN: EL DISEÑO, LA CONSTRUCCIÓN Y LA SUPERVISIÓN

Dado el alto costo asociado a la construcción de obras de prevención, tales como la construcción de bordas y dragado, quien contrata los servicios para la construcción debe contar con la seguridad de que las medidas a ser implementadas resolverán el problema de los desbordes.

En el estado actual de desarrollo tecnológico, la especialización es ahora la norma, por lo cual las empresas constructoras se dedican a construir y las empresas diseñadoras a diseñar. En este sentido, es raro encontrar una empresa constructora que cuente con hidrólogos de planta, o una empresa de diseño de ingeniería que cuente con un departamento técnico para mantenimiento de maquinaria pesada.

Como una medida lógica se concibe que la gestión, que abarca las fases de diseño, construcción y supervisión, sea coordinada por una entidad única. Dicha entidad debe llevar a cabo tres procesos separados:

- Contratación de una firma de ingeniería que hace el diseño.
- Contratación de una empresa de ingeniería que construye la obra.
- Supervisión o bien, la contratación de una empresa que supervise la construcción.

La independencia en las funciones de construcción y diseño garantiza que el diseño se hace en base al problema técnico de desbordes que hay que resolver y no en base a los recursos o limitaciones con las que cuente una empresa constructora. Este es un punto fundamental, dado que una empresa constructora puede en un caso dado ofrecer diseños que hacen sobresaltar los recursos disponibles y técnicos de construcción ofrecidas comúnmente por la empresa y no diseños que provean los resultados deseados.

Por ejemplo, una empresa constructora puede proponer un diseño de bordas no estructuradas, construidas en base a remoción de material y sobrepuesto en forma simple dado que cuenta con maquinaria pesada para este tipo de trabajo.

Foto # 6: vista del entrelazado de las cajas de gaviones para una borda típica.



El problema del diseño en este caso hipotético se presenta para aquellos ríos que tienen un poder erosivo muy grande, para los cuales se requiere de bordas gavionadas. Una vez establecido el diseño, se procede a la construcción de la obra. Por lo general se contrata a la empresa constructora que cuenta con experiencia en este tipo de obras. La supervisión en este caso se hace necesaria para que se sigan los criterios de diseño y no se modifiquen al antojo del constructor.



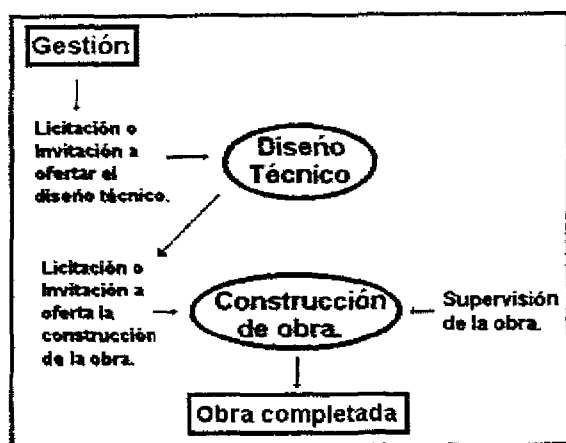
Cuadro # 1: Estudios necesarios para diseñar medidas de prevención.

En Guatemala existen firmas de ingeniería que pueden ofrecer este tipo de supervisión, aunque también es común contratar a la firma que diseñó la obra para que supervise la construcción. Esta segunda opción es interesante, dado que cuando surgen problemas técnicos en el sitio donde se está construyendo la borda se deben modificar diseños y es aconsejable que ambas compañías lleguen al mejor planteamiento técnico para solventar los problemas.

En el marco temporal la gestión se inicia con la oferta para diseñar las obras. Una vez completado el proceso de diseño se utilizan los criterios técnicos del diseño para llevar a cabo el proceso de contratación de la empresa constructora que ejecutará la obra. Como un proceso separado se elige el método de supervisión que mejor se acople a las necesidades de la entidad que está gestionando el proceso entero.

Los procedimientos para contratación de las empresas de diseño y construcción deben ser transparentes, lo que en este caso significa que se hacen procesos de licitación o de invitación a ofertar por separado para el diseño y para la construcción. En este caso se debe imponer una condición clara que indique a las distintas firmas de ingeniería que pueden participar exclusivamente en el diseño o en la construcción, pero que no pueden presentar ofertas para ambos casos: quien diseña no construye y viceversa. La condición de exclusividad permite a las distintas firmas seleccionar en que actividad deben focalizar sus esfuerzos.

La selección de ofertas puede ser llevada a cabo eligiendo una terna dentro de la entidad que está solicitando los servicios, o bien contratando los servicios técnicos para este fin. En cualquier caso se recomienda la creación de una terna compuesta de personal de ingeniería, finanzas y auditoria quien esté a cargo de los procesos de evaluación de ofertas, seguimiento del proceso y supervisión de las distintas fases. La continuidad de esta terna a lo largo del diseño, construcción y supervisión de las obras fomenta la eficiencia en todo el proceso, debido a que la terna estará posteriormente encargada de autorizar solicitudes de modificación de obras y contratos, para la cual su familiaridad con todo el proceso es esencial.



Aunque el proceso descrito satisface los criterios técnicos, por lo general el presupuesto asignado a la obra puede ser menor al requerido, por lo cual se debe contemplar la construcción en fases o por etapas, de tal forma que, aunque sea en un período de varios años, se construya toda la protección sugerida en el diseño.

*Cuadro # 2: Esquema
propuesto para la gestión
de obras de prevención.*