

CAPITULO II

LLANURAS DE INUNDACION Y EVALUACION DEL PELIGRO DE INUNDACIONES.

Las llanuras de inundación son áreas de superficie adyacentes a ríos o riachuelos, sujetas a inundaciones recurrentes. Debido a su naturaleza siempre cambiante, las llanuras de inundación y otras áreas inundables deben ser examinadas para precisar la manera en que pueden afectar al desarrollo o ser afectados por él.

Este Capítulo presenta una visión general de los conceptos importantes relacionados con las evaluaciones del peligro de inundaciones y explora el uso de datos de percepción remota de satélites para complementar las técnicas tradicionales de evaluación.

El objetivo primario de los métodos de percepción remota para la cartografía de áreas inundables, en las zonas en desarrollo, es proporcionar planificadores y a las instituciones de manejo de desastres una metodología práctica y costo-efectiva para identificar llanuras de inundación y otras áreas susceptibles, y evaluar el grado del impacto del desastre. Se puede usar el método presentado en este Capítulo en actividades de planificación sectorial, en estudios de planificación integrada y en evaluación de daños

El método de percepción remota con satélites, es una de las muchas técnicas disponibles para la evaluación del peligro de inundaciones.

Este método tiene las siguientes características:

- Hace uso de datos de percepción remota correspondientes a determinada fecha, o múltiples fechas o eventos.
- Permite el análisis digital (con computadora) o foto-óptico (película positiva o negativa).
- Se le usa mejor como complemento de otros datos hidrológicos y climáticos disponibles.
- Es útil para evaluaciones preliminares durante las etapas iniciales de un estudio de la planificación para el desarrollo, debido a la pequeña e intermedia escala de la información producida y al hecho de que satisface las limitaciones de costos y tiempo. Los datos también pueden ser aplicables a otros aspectos del estudio.

Esta sección está diseñada para proporcionar al planificador los antecedentes sobre la naturaleza de las inundaciones, los términos y conceptos asociados con la evaluación de riesgos de este peligro natural.

2.1 INUNDACIONES, LLANURAS DE INUNDACIONES Y AREAS

INUNDABLES.

Las inundaciones son un evento natural y recurrente para un río. Estadísticamente, los ríos igualarán o excederán la inundación media anual, cada 2.33 años (Leopold et al., 1984).

Las inundaciones son el resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, riachuelos y áreas costeras. Esto hace que un determinado curso de aguas rebalse su cauce e inunde tierras adyacentes. Las llanuras de inundación son: en general, aquellos terrenos sujetos a inundaciones recurrentes con mayor frecuencia, y ubicadas en zonas adyacentes a los ríos y cursos de agua. Las llanuras de inundación son, por tanto "propensas a inundación" y un peligro para las actividades de desarrollo si la vulnerabilidad de éstas excede un nivel aceptable.

Se puede observar las llanuras de inundación desde varias perspectivas diferentes: "La definición de llanuras de inundación depende mucho de las ideas y metas que se tenga en mente. Como categoría topográfica es muy plana y se encuentra al lado de un río; geomorfológicamente, es una forma de terreno compuesto principalmente de material depositado no consolidado, derivado de sedimentos transportados por el río en cuestión; hidrológicamente, está mejor definida como una forma de terreno sujeta a inundaciones periódicas por un río padre. Una combinación de estas características posiblemente cubre los criterios esenciales para definir una llanura de inundaciones "(Schmudde, 1968). Más sencillamente, una llanura de inundación se define como "una franja de tierra relativamente plana, junto a un río que sufre desborde de las aguas durante las crecidas " (Leopold et al., 1984).

Las inundaciones suelen ser descritas en términos de su frecuencia estadística. Una "inundación de 100 años" o "una llanura de inundación de 100 años" se refiere a un evento o una área expuesta de un 1% de probabilidad que ocurra una inundación de un determinado volumen en cualquier año dado. Por ejemplo, la figura 1 muestra esta frecuencia en términos de niveles de inundación y de llanura de inundación. Este concepto no significa que una inundación ocurrirá sólo una vez cada 100 años. Si es que ocurre o no en un determinado año, no cambia el hecho de que siempre existe la probabilidad del 1% de que ocurra algo similar al año siguiente.

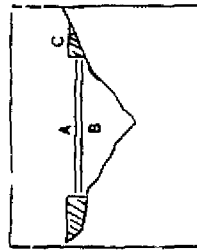
Dado que las llanuras de inundación pueden ser cartografiadas, los linderos de una inundación de 100 años se utilizan comúnmente en programas de mitigación de llanuras de inundación para identificar las áreas donde el riesgo es significativo. Se puede seleccionar cualquier otra frecuencia estadística para un evento de inundación, según el grado de riesgo que se decida evaluar, p.e., llanuras de 5 años, 20 años, 50 años ó 500 años.

Figura 1

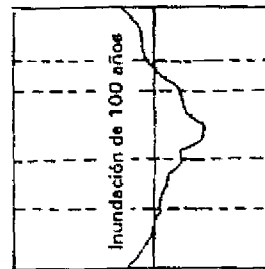
CORTE TRANSVERSAL DIAGRAMATICO DEL VALLE DE UN RIO MOSTRANDO LA RELACION ENTRE NIVELES DE INUNDACION Y LLANURAS DE INUNDACION

Corte transversal esquemático de una llanura de inundación mostrando la adición de relleno y la creación de una inundación:

- A - con vía de inundación
- B - sin vía de inundación
- C - relleno

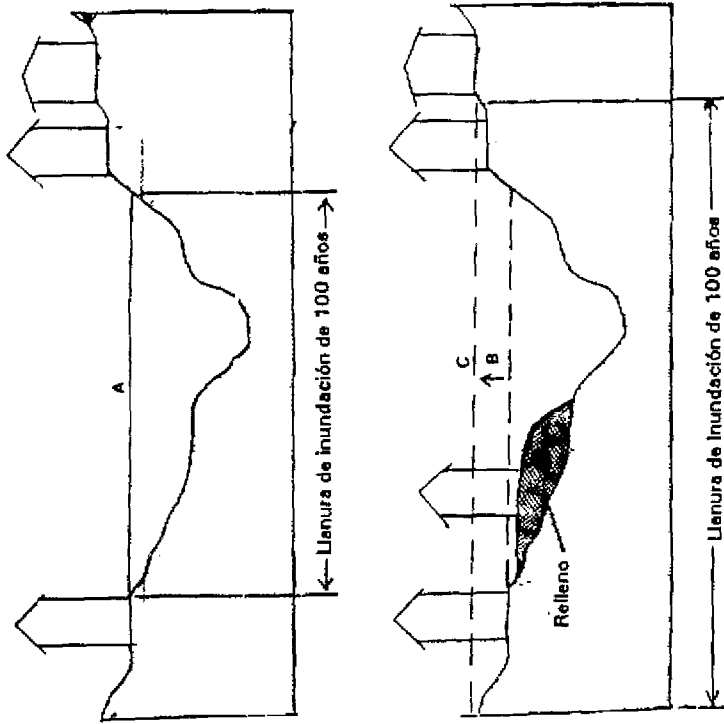


Corte transversal del valle del río



Términos

Vía de inundación	
Inundación de 100 años	



Corte transversal generalizado, de una hipotética llanura de inundación fluvial, mostrando como el desarrollo en la llanura de inundación aumenta la altura de la inundación:

- A - antes del desarrollo
- B - aumento en altura de inundación
- C - después del desarrollo
- D - relleno

Las construcciones, rellenos de tierra y otras intrusiones en la llanura de inundación ocupan espacio que se necesita para el paso de los flujos de la inundación. Esto puede resultar en dañar las actividades de desarrollo así como en una inundación más extensa río arriba y junto al desarrollo

La frecuencia de inundaciones depende del clima, del material de las riberas del río y la pendiente del canal. Cuando ocurre copiosa precipitación en la estación lluviosa de cada año, las llanuras de inundación pueden ser inundadas casi todos los años, aún a lo largo de grandes ríos con muy poca pendiente de canal.

2.2 EVALUACION DEL PELIGRO DE INUNDACIONES

Obtener datos hidrológicos directamente de los ríos o cursos de agua es un esfuerzo valioso pero que consume tiempo. Si tales datos han sido obtenidos durante muchos años de aforos regulares, se pueden usar modelos para calcular la frecuencia estadística de los eventos de inundación, determinando así su probabilidad. Sin embargo, tales evaluaciones son difíciles sin aforos de por lo menos veinte años.

En el país, los datos de aforos los ríos son insuficientes o no existen. Como resultado, las evaluaciones del peligro de inundaciones, basadas en mediciones directas, pueden no ser posibles porque no hay una base para determinar los niveles específicos de inundación y los intervalos de recurrencia para determinados eventos. Se puede realizar evaluaciones del peligro en base a datos de percepción remota, informes de daños y observaciones de campo cuando los datos cuantitativos son escasos.

Tales evaluaciones presentan información graficada que define las áreas inundables que probablemente serán afectadas por una inundación de un intervalo específico (Riggs, 1985). La figura 2 muestra un área de inundación sobre un mapa de manera aproximada. También se cuenta con instituciones y personas expertas que pueden analizar las técnicas de cartografía del peligro de inundaciones, la aplicación de datos de satélite y los métodos, tanto tradicionales como recientes, para compilar y analizar la información necesaria.

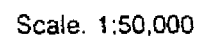
2.3 CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO RELACIONADAS CON INUNDACIONES.

La planificación para el desarrollo debe tomar en cuenta las siguientes características de superficie, relacionadas con las inundaciones:

- Topografía o pendiente del terreno, especialmente su horizontalidad;
- Geomorfología, tipo y calidad de suelos, especialmente material de base de depósito fluviales no consolidados; e
- Hidrología y la extensión de las inundaciones recurrentes.

Estas características comúnmente son consideradas en las actividades de evaluación de recursos naturales (OEA, 1984). Las preguntas a las que el estudio de planificación debe responder son: "¿Cuán peligrosa es el área de estudio en relación con inundaciones recurrentes?" y "¿Cuál es la vulnerabilidad de las actividades de desarrollo existentes y

AREAS CON PELIGRO DE INUNDACIONES, COSTA NORTE DE HONDURAS



propuestas?". Uno de los primeros pasos de un estudio de planificación es recopilar toda la información disponible relacionada con estas características y recomendar la instalación de equipos de aforo y estaciones hidrometeorológicas en regiones propuestas para el desarrollo, si es que no están ya disponibles.

a. Naturaleza combatiente de las llanuras de inundación.

Las llanuras de inundación no son estáticas ni estables. Están compuestas de sedimentos no consolidados, se erosionan rápidamente durante inundaciones y crecidas de agua, o pueden ser el lugar donde se depositan nuevos estratos de lodo, arena y limo. En tal virtud, el río puede cambiar de curso e ir de un lado de la llanura de inundación al otro. La figura 3 muestra este comportamiento dinámico donde el canal de un río puede cambiar de posición en la amplia llanura de inundación y ésta, a su vez, es modificada periódicamente por las inundaciones, a medida que el canal se desplaza de un lugar a otro.

El ancho de una llanura de inundación esta en función del caudal de río, velocidad de la tasa erosionante, pendiente del canal, y dureza de su pared. Las llanuras de inundación no son usuales en los canales de las partes altas de la cuenca fluvial, porque los ríos son de poco caudal, las pendientes y la velocidad de profundización son altas y las paredes del valle frecuentemente muestran roca firme sin cobertura.

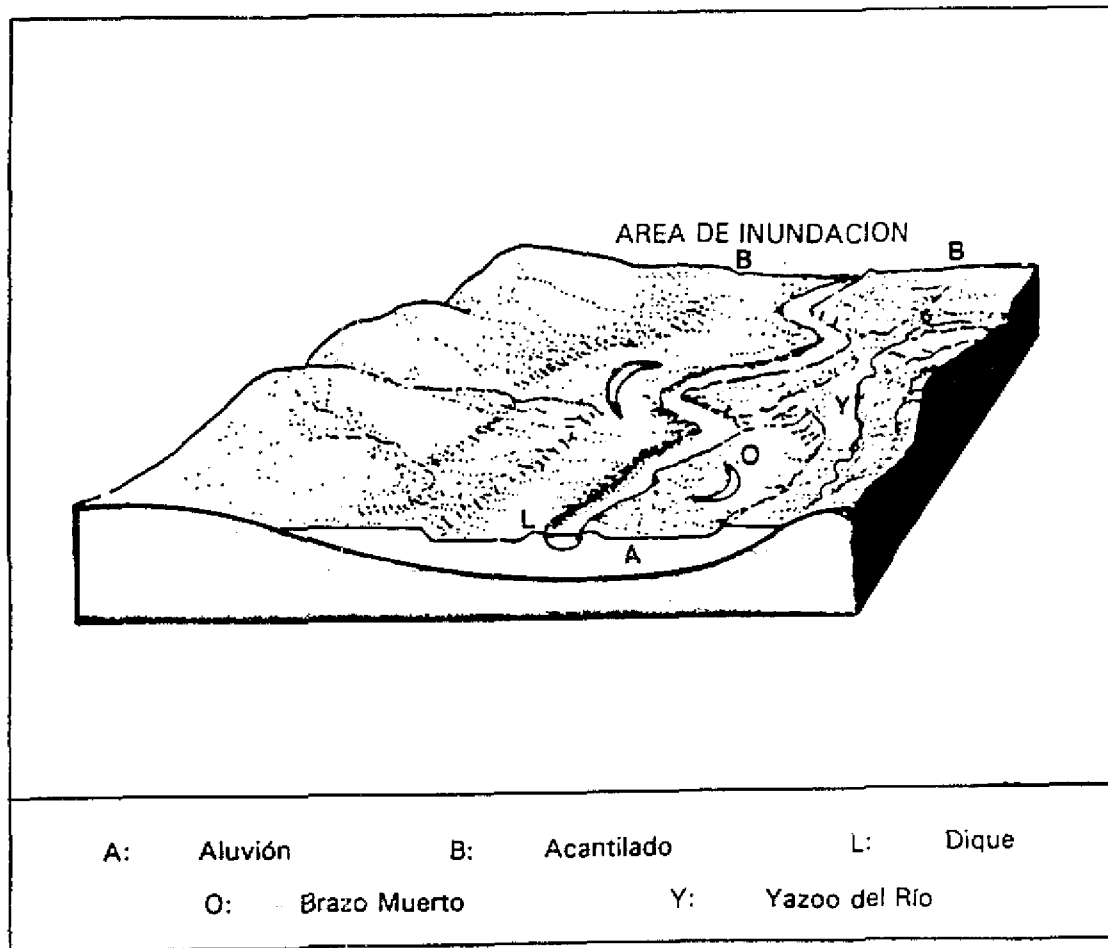
En ríos moderadamente pequeños, la llanura de inundación usualmente se encuentra sólo en el interior de la curva de un meandro, pero la ubicación de la llanura de inundación se alterna de lado a lado a medida que el río fluye en meandros de un lado del valle al otro.

Los ríos más grandes, particularmente aquellos con lecho de poca pendiente, desarrollan amplias llanuras de inundación. A medida que estas llanuras se desarrollan, la migración de un lado a otro del canal del río produce lagos semilunares (meandro abandonado), desprendimiento, diques naturales y depósitos de ciénagas desconectados del canal actual. Si durante una inundación, el río acarrea sedimentos algo gruesos, éstos tienden a ser depositados a lo largo de la rivera del canal como un dique natural. Esto puede llevar a la formación de un canal colgado donde el fondo del canal aumenta continuamente de elevación hasta un punto tal que podría ser más alto que la topografía circundante. Esta condición puede producir la elevación del nivel del agua de superficie, contenida dentro del canal, ubicándose en posición más alta que la superficie del terreno adyacente a estos diques, lo cual representa un potencial de inundación mucho mayor que aquella situación típica en la que el canal se encuentra en la parte más baja de un corte transversal tipo-U de la llanura de inundación.

Estas características cambian con el tiempo. El ensanchamiento del canal de un río y la destrucción de parte de la llanura de inundación debido a inundaciones importantes, son fenómenos bastante comunes, observadas en regiones semiáridas. Como suele ocurrir

Figura 3

CARACTERISTICAS DEL COMPORTAMIENTO DINAMICO DE LLANURAS DE INUNDACION



Fuente: Adaptado de Strahler, A.N. y Strahler, A.H. Environmental Geoscience: Interaction between Natural Systems and Man (Santa Bárbara, California: Hamilton Publishing Co., 1973).

en regiones de este tipo que tienen un alto potencial de erosión, el fenómeno de migración del canal durante una inundación, frecuentemente causará que buena parte de las aguas sea transportada por un canal que no existía con anterioridad al fenómeno de la inundación. Este fenómeno ocurre frecuentemente en regiones áridas, donde las aguas de inundación, con alta velocidad, producen cambios drásticos en la configuración del canal durante las inundaciones. Esto puede dar lugar a que el área de inundación quede muy distinta a como era anteriormente.

La movilidad del canal puede ser una característica importante cuando se trata de delinear el potencial de la llanura de inundación. Mientras la movilidad no es un gran problema en áreas con densa vegetación y suelos consolidados, si lo es en las áreas donde la vegetación es escasa y los suelos son gruesos y erosionables, la cartografía de la llanura de planificación debe incluir la anticipación de la posibilidad de migración del canal, además de su configuración que actualmente existe.

Es menos probable que una inundación importante cauce el aumento del ancho del canal y la destrucción de la llanura de inundación en una región húmeda, porque la vegetación impide la erosión. Sin embargo, la inundación puede cortar canales secundarios a lo largo de una llanura de inundación y depositar arena y grava sobre grandes áreas, particularmente aquellas dedicadas a la producción agrícola.

Las terrazas a lo largo de un canal se pueden confundir con una llanura de inundación. En realidad algunas terrazas pueden haber sido los bordes de llanuras de inundación antes de nuevas erosiones o de actividad tectónica. Normalmente, una terraza puede ser distinguida de una planicie de inundación activa en superficie.

Los eventos naturales tales como deslizamientos de tierra, pueden aumentar la cantidad de sedimentos a ser transportados por el río. Los sedimentos de estos eventos pueden ser depositados tanto en el canal como en la llanura de inundación. Esto puede llevar a que el canal se lleve rocas originadas por la erosión de los relieves y se reduzca su capacidad para agua. La reducción de capacidad del canal, aunque sea temporal, puede dar lugar a inundaciones más frecuentes de la llanura de inundación y contribuir a su modificación.

b. Frecuencia de Inundaciones.

Sólo suele considerarse las inundaciones anuales para el análisis de probabilidades y, el intervalo de recurrencia que es el recíproco de probabilidad, es sustituido por probabilidad. Normalmente, la inundación anual es considerada como el evento más importante cada año. La inundación de 10 años por ejemplo, es la descarga que excederá un determinado volumen que tiene una probabilidad del 10% de ocurrir cada año.

Las llanuras de inundación de algunos ríos, sin embargo, son frecuentemente inundadas

con intervalos de 10 o más años. Se han propuesto varias razones para explicar esto. En algunos climas, un número de años de intensa actividad de inundaciones son seguidos por muchos años durante los cuales ocurren muy pocas inundaciones. La llanura de inundación se puede desarrollar y ser ocupada durante los años con menor actividad de inundaciones. Como resultado, este desarrollo está sujeto al riesgo de inundaciones a medida se va cumpliendo el ciclo. Las actividades de desarrollo, particularmente de silvicultura y producción intensiva de cultivos, pueden variar drásticamente las condiciones de descarga incrementando así el caudal de los ríos durante los ciclos normales de precipitación, aumentando el riesgo de inundación.

c. Duración de inundaciones.

El tiempo durante el cual una llanura de inundación permanece inundada, depende del caudal del río, la pendiente del canal, y las características climáticas. Si se trata de ríos pequeños, las inundaciones inducidas por la precipitación generalmente duran sólo una hora o unos pocos días, pero en el caso de ríos grandes la descarga de la inundación puede exceder la capacidad del canal durante un mes ó más. La duración de una inundación causada por tormentas tropicales, puede cubrir una llanura varias veces durante un mismo mes.

El agua en una llanura de inundación generalmente vuelve al canal por drenaje, a medida que la corriente disminuye.

En las amplias llanuras de inundación en los grandes ríos, bordeados por diques naturales, el agua puede drenar muy lentamente causando que la inundación local, o embalse, dure varios meses. Eventualmente, el agua se desplazará río abajo o desaparecerá por infiltración en el suelo y evapotranspiración. Donde los canales están colgados debido a una repetida deposición de sedimentos, las aguas de inundación puede que nunca regresen por drenaje al canal, dado que el fondo de ese canal está a mayor elevación que la llanura de inundación circundante.

d. Efectos de las prácticas de desarrollo sobre las inundaciones y llanuras de inundación y el rol de la mitigación.

Las poblaciones humanas han sido atraídas desde épocas muy remotas por las llanuras de inundación; primero, debido al rico suelo aluvial; luego, por la necesidad de acceso a fuentes de agua, transporte fluvial, y desarrollo de energía y, más tarde, un lugar relegado para la urbanización, particularmente para familias de bajos ingresos. La manera como se usa y desarrolla la tierra puede cambiar el riesgo resultante de las inundaciones. Si bien se puede diseñar algunas actividades para mitigar los efectos de las inundaciones, muchas de las prácticas actuales y estructuras existentes han aumentado los riesgos sin quererlo.

En climas húmedos, durante una importante inundación, una porción considerable del río adyacente a una extensa llanura de inundación, es transportado por dicha llanura. El desmonte resultante de la preparación de la tierra para la agricultura, en una llanura de inundación, permite que un porcentaje progresivamente mayor de las aguas sean transportadas por la propia llanura de inundación. Algunas partes de la llanura de inundación son erosionadas y otras sufren la deposición de sedimentos gruesos, al mismo tiempo que la capacidad del canal en el lecho del río se reduce gradualmente.

Las acequias de drenaje y de riesgo, así como otras vías para el agua, pueden alterar la descarga a las llanuras de inundación y la capacidad del canal para transportar dicha descarga. Los efectos de las prácticas agrícolas varían y dependen de los suelos, la geología, el clima, la vegetación y las prácticas locales de manejo de aguas. En algunas zonas del país la agricultura domina el uso del terreno en las llanuras de inundación. Donde las inundaciones son estacionales, se pueden seleccionar cultivos que puedan resistir las de corta duración y poco volumen durante la estación respectiva. Las cosechas menos resistentes pueden ser desarrolladas en las estaciones que no ocurren inundaciones.

La vegetación de bosques suele aumentar la precipitación y evaporación, al tiempo que absorbe humedad y reduce el volumen del escurrimiento. Las prácticas de deforestación o tala de árboles reducen la vegetación y la capacidad de absorción del bosque, aumentando así el escurrimiento. El sobrepastoreo en pastizales y áreas para ganadería, disminuye la cobertura de vegetación y expone los suelos tanto a erosión, como a mayor escurrimiento. El desarrollo de tierras de cultivo puede o no aumentar el escurrimiento, según el uso previo dado al terreno y los hábitos de cultivo empleados.

Las grandes presas afectan los canales de los ríos tanto aguas arriba como aguas abajo. La evaporación aumenta como resultado de la mayor área del espejo de agua del reservorio y este proceso tiende a degradar la calidad del agua. El reservorio actúa como una trampa para sedimentos, y el canal abajo de la presa modificará su pendiente para acomodarse al cambio en la carga de sedimentos, como se ve en la figura 4. El agua, ahora con pocos sedimentos, erosionan el canal aguas abajo.

Las presas también pueden aumentar la recarga del agua subterránea, elevar el nivel de la capa freática y aún inducir la descarga de aguas subterráneas hacia canales adyacentes, modificando así los volúmenes de descarga de los ríos. La falla catastrófica de una presa produce una rápida pérdida de agua del reservorio e instantáneamente cambios severos y dramáticos aguas abajo.

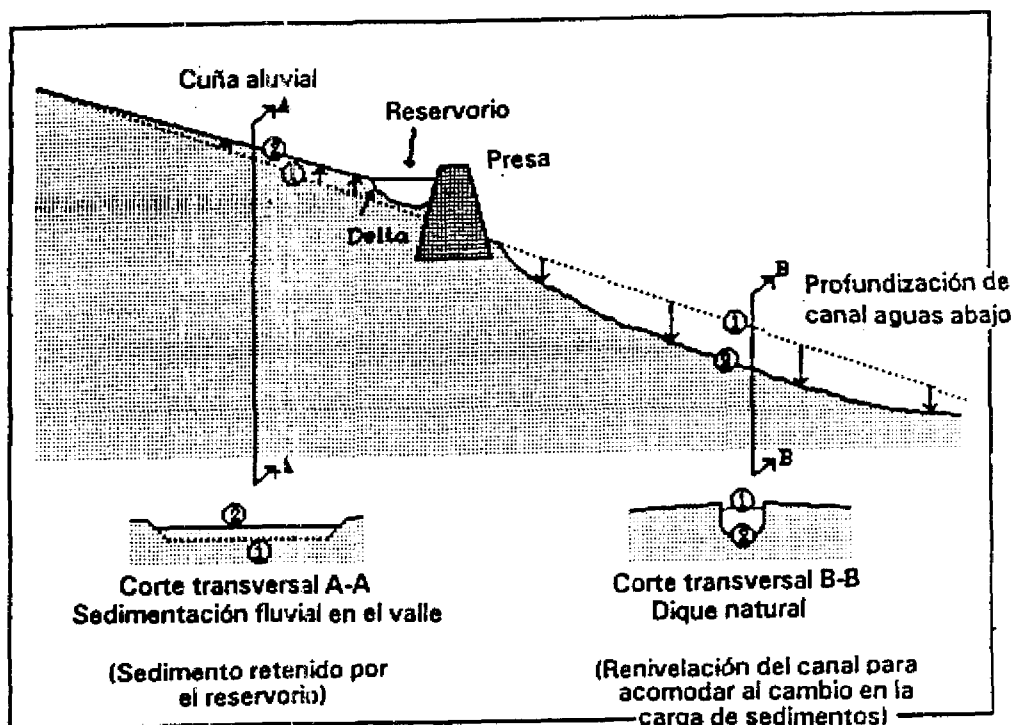
La urbanización de una llanura de inundación o de área adyacentes, y la correspondiente construcción, aumentan la descarga y la tasa de descarga, pues se reduce el área de superficie disponible para absorber la lluvia y canaliza mucho más rápidamente el flujo hacia alcantarillados y vías de drenaje. Los cambios en la descarga se muestran

simbólicamente en la figura 5, donde el tiempo de descarga se reduce y aumenta la tasa de descarga. Los rellenos artificiales en la llanura de inundación reducen la capacidad del canal de inundación y pueden elevar la altura de la inundación. Así, el riesgo de inundaciones aumenta, como se ve en la figura 1.

En resumen, las dinámicas de la llanura de inundaciones son consideradas básicas a ser incorporadas en un estudio de planificación para el desarrollo integrado. Es esencial que el estudio reconozca que los cambios causados por el desarrollo pueden y han de afectar las llanuras de inundación de muchos modos. Una revisión temprana de la información disponible sobre el peligro de las inundaciones, y la programación de evaluaciones complementarias del peligro de inundaciones, son actividades prudentes que permiten al planificador prever y evaluar los problemas potenciales relacionados con la hidráulica del río y la dinámica de las llanuras de inundación. Luego, se puede identificar medidas de mitigación para evitar o minimizar esos peligros, las que serán incorporadas en la formulación de proyectos específicos de inversión sectorial.

Figura 4

PERFIL ESQUEMATICO Y CORTE TRANSVERSAL DEL RIO MOSTRANDO LOS EFECTOS RIO ARRIBA Y RIO ABAJO DE UNA PRESA Y RESERVOIRIO



Nota: (1) Pendiente original sin desarrollo
(2) Acumulación de sedimento (corte transversal A-A) o profundización de canal después de la presa (corte transversal B-B).

Fuente: Adaptado de Strahler, A.M. *Planet Earth: Its Physical Through Geological Time* (New York: Harper & Row, 1972).

Figura 5
HIDROGRAFOS DE INUNDACIONES MOSTRANDO LOS EFECTOS DE LA
URBANIZACION

