CAPITULO V

MEDIDAS DE APROVECHAMIENTO DE LA TIERRA PARA LA PREVENCION Y MITIGACION DE INUNDACIONES Y TERREMOTOS

Inundaciones

i) Observaciones generales

Todos los ríos pueden producir inundaciones: por su misma naturaleza, un río puede desbordar de cuando en cuando sus márgenes y extenderse por su planicie de inundación. La planicie de inundación es parte integrante del sistema fluvial, aunque se utilice sólo intermitentemente para descargar los caudales máximos. Cuando no está ocupada por las aguas, esa planicie forma parte del sistema terrestre y se utiliza para la agricultura y el asentamiento rural y para actividades urbanas e industriales. Esas finalidades contrapuestas de la planicie de inundación han sido el germen de muchos desastres causados por inundaciones.

También las zonas costeras pueden estar expuestas a inundaciones, pero el peligro no es tan general como en el caso de las inundaciones fluviales, en el sentido de que no todas las zonas costeras están expuestas a un riesgo importante de inundaciones. El mayor riesgo lo corren las costas bajas que se encuentran en la trayectoria de las tormentas tropicales (llamadas por los nombres diversos de ciclones, huracanes y tifones, según se produzcan en el Océano Indico, el Mar Caribe y el Atlántico septentrional, o el Mar de la China y la parte occidental del Pacífico septentrional, respectivamente).

Otra causa de inundaciones costeras es la marejada tempestuosa o "tsunami". Un tsunami es una serie de olas marinas en movimiento, de longitud y período sumamente largos, causadas por las perturbaciones que acompañan a los terremotos que se producen bajo el fondo del mar o en sus proximidades. En aguas profundas, los tsunami pueden alcanzar velocidades de desplazamiento de más de 1.000 kilómetros por hora. Cuando un tsunami penetra en las aguas menos profundas de la costa, la velocidad de sus olas disminuye y aumenta la altura de éstas. En esas aguas poco profundas, los tsunamis se convierten en una amenaza para las vidas y los bienes, ya que pueden elevarse a alturas de más de 35 metros y romper con fuerza devastadora. Los tsunamis que acompañaron al terremoto ocurrido en 1960 frente a la costa de Chile meridional atravesaron el Pacífico en 24 horas y mataron a 139 personas e hirieron a 872 en el Japón.

ii) Principios de control del aprovechamiento de la tierra

El control del aprovechamiento de la tierra para la mitigación de los desastres causados por inundaciones tiene en cuenta que la crecida de las aguas invadirá a veces las tierras de las planicies de inundación de los ríos y de las costas, a pesar de los crecientes esfuerzos del hombre por contenerlas. La finalidad del control es establecer modalidades de aprovechamiento de la tierra que reduzcan el peligro para la vida y los bienes cuando se produzcan las inevitables inundaciones. Los controles pertinentes pueden adoptar diferentes formas: alejar a las personas y las actividades económicas de los lugares más peligrosos; insistir en disenos y técnicas de construcción que hagan los edificios y otras construcciones comparativamente resistentes a las inundaciones; alterar las modalidades de aprovechamiento de la tierra de forma que sólo las de escasos daños potenciales ocupen las zonas muy expuestas a riesgos; y asegurar vías de escape hacia edificios o terrenos más altos para las personas de las zonas bajas vulnerables.

Una de las funciones más importantes del control del aprovechamiento de la tierra es lograr que el peligro de las inundaciones no aumente como consecuencia de nuevos aprovechamientos de la tierra mal proyectados. Especialmente cuando el desarrollo urbano e industrial es rápido, hay grandes posibilidades de que el peligro potencial crezca. Evidentemente, pueden situarse en el paso de las aguas de las crecidas nuevos aprovechamientos, por desconocimiento o por subestimación del peligro. No menos eficaz para aumentar el peligro potencial es la obstrucción inconsciente de un cauce de evacuación de crecidas por nuevos edificios, puentes, carreteras, etc. Si éstos se construyen muy firmemente, quizá no sufran daños, pero las aguas de la crecida quedarán retenidas río arriba y se desbordarán por zonas anteriormente libres de inundaciones. Los cambios extensos del aprovechamiento de la tierra en una cuenca fluvial - como la deforestación - pueden aumentar también el peligro de inundaciones, acelerando el escurrimiento de la cuenca y simultáneamente la erosión del suelo, y contribuyendo de esa forma al aterramiento de los lechos fluviales. Hay muchos ejemplos de aplicación de controles para evitar esas situaciones, algunos de los cuales se citan infra.

Otra función del control del aprovechamiento de la tierra es impedir aprovechamientos demasiado entusiastas como consecuencia de la ingeniería de protección contra las inundaciones. En todo el mundo, excelentes obras de ingeniería están reduciendo el riesgo físico de inundaciones en las planicies de inundación y en las zonas costeras, pero cada proyecto se destina sólo a proteger hasta un límite determinado. Aunque los técnicos que participan en el diseño y la construcción saben que las inundaciones que excedan de las previstas desbordarán las obras, una gran parte de la población local no lo comprende. Para algunos, hasta la promesa de un proyecto de ingeniería es suficiente para que los peligros de inundaciones desaparezcan por completo. Esa sobrestimación de los beneficios de la protección contra las inundaciones es sumamente peligrosa: la concentración de actividades en la zona protegida puede aumentar los daños y pérdidas de vidas potenciales en lugar de disminuirlos. El control del aprovechamiento de la tierra puede evitarlo, insistiendo en modalidades de aprovechamiento de la tierra apropiadas a los riesgos residuales, menores pero no por ello inexistentes.

Por ultimo, como se ha examinado en los capítulos anteriores, el control del aprovechamiento de la tierra puede utilizarse para adaptar los aprovechamientos existentes al riesgo conocido en las zonas en donde se produce un cambio menos radical del aprovechamiento general de la tierra o del peligro físico. Inevitablemente, se trata de un proceso un tanto lento, ya que se espera el reaprovechamiento natural de la tierra y de los edificios, pero puede ser muy eficaz para ayudar a las comunidades a adoptar una posición más ajustada a la realidad y positiva con respecto a su situación en materia de inundaciones. Los controles destinados a reducir la susceptibilidad a los daños causados por inundaciones subrayarán los aprovechamientos actualmente más vulnerables, desalentando así su perpetuación automática.

iii) Definición de las zonas expuestas a inundaciones y controles apropiados del aprovechamiento de la tierra

Los argumentos que anteceden en favor del control del aprovechamiento de la tierra presuponen que las zonas con riesgo de inundaciones pueden definirse claramente, juntamente con los aprovechamientos convenientes de la tierra compatibles con el riesgo existente. Sin embargo, se trata de presuposiciones importantes que exigen mayor consideración. Sólo si las zonas expuestas a peligros pueden ubicarse en el suelo pueden aplicarse siquiera los controles del aprovechamiento de la tierra, y sólo si los aprovechamientos sugeridos son pertinentes en el contexto de la economía local es probable que se adopten.

La mayoría de las inundaciones son en realidad de ubicación muy concreta: se tiene una idea bastante clara de dónde van a ocurrir. La principal excepcion es el escurrimiento laminar debido a lluvias locales intensas, que, aunque normalmente de extensión muy limitada, puede ocurrir en cualquier parte, tanto en las zonas bajas como en las laderas de las montanas. El peligro de inundaciones fluviales está especialmente definido desde el punto de vista de la superficie. Cualquier parte de una planicie de inundacion puede verse inundada, ya que ésta ha sido formada por el río crecido precisamente para descargar los grandes caudales. Las partes de la planicie de inundacion proximas al río se verán afectadas por las aguas más a menudo y más gravemente que las distantes situadas junto a terrenos más altos, ya que crecidas de magnitud y frecuencia variables atravesarán el valle. Las zonas costeras propensas a inundaciones causadas por oleajes tempestuosos y tsunamis pueden definirse también de manera muy parecida.

Hay muchos métodos útiles para definir las zonas de peligro de inundaciones a lo largo de los ríos. Cuando los datos sobre las descargas del río lo permitan, el análisis de la frecuencia de las inundaciones será un indicador especialmente satisfactorio, tanto de la magnitud como de la frecuencia (intervalo de repetición) de las inundaciones probables. Las descargas máximas pueden estimarse por medio de diversas fórmulas, que, aunque susceptibles de crítica, se utilizan con frecuencia en las pequeñas cuencas fluviales, en donde resultan más fiables 14/. Una vez determinadas por cualquiera de esos métodos, las descargas de las crecidas deben seguirse por el valle fluvial, a fin de calcular las zonas de desbordamiento de los cauces y preparar un mapa del peligro de inundaciones. Entre otros métodos más directos de determinar zonas de crecidas fluviales se encuentran el trazado de la línea exterior de una gran inundación, por estudios sobre el terreno o fotografía aérea, y la definición de los límites de la planicie de inundación mediante el levantamiento de mapas geomorfológicos o edafológicos detallados.

El riesgo de inundaciones, desde el punto de vista de la frecuencia, la profundidad de las aguas, la velocidad y los arrastres, varía en la planicie de inundación, y por ello es útil distinguir, por lo menos, entre dos zonas distintas expuestas al peligro: el cauce de evacuación de crecidas y la zona marginal de crecidas. El cauce de evacuación es la parte central de toda la zona inundada, el cauce principal ensanchado que evacúa la descarga de la inundación y tiene, característicamente, aguas profundas, grandes velocidades y muchos arrastres. A ambos lados del cauce de evacuación de crecidas se encuentra la zona marginal de crecidas, una zona de aguas menos profundas y más tranquilas, almacenadas hasta que el nivel del cauce de evacuación desciende y pueden volver al cauce principal. Durante ese período de almacenamiento, los sedimentos normalmente se posan y depositan en la zona marginal. Esta contrasta con el cauce de evacuación, en donde la erosión es mucho más frecuente.

Como las condiciones de la inundación varían según la zona, los controles de aprovechamiento de la tierra apropiados para las dos zonas expuestas a peligros son diferentes. Sin embargo, la gravedad de las inundaciones varía también con el tiempo, y el cauce de evacuación de una inundación importante e inusitada puede abarcar toda la zona afectada por una inundación frecuente de menor importancia. Por consiguiente, no puede establecerse una distinción absoluta, y es necesario elegir entre las diversas intensidades de las inundaciones, la magnitud y la frecuencia que se utilizarán para definir las zonas expuestas a peligros para el control del aprovechamiento de la tierra.

14/ Prevención y mitigación de desastres, vol. II: Aspectos hidrológicos, Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el Socorro en Casos de Desastre (UNDRO), Ginebra, 1976.

También es posible determinar zonas de peligro en relación con los oleajes tempestuosos. Toda zona baja de una costa propensa a los ciclones puede ser vulnerable a las inundaciones. Como un ciclón tropical pierde energía rápidamente cuando se desplaza sobre terrenos ásperos, y el oleaje tempestuoso que lo acompaña penetra de forma limitada en el interior del país, los daños graves pueden limitarse a una faja costera relativamente estrecha, a menos que las tierras de la costa sean desusadamente bajas o se encuentren, incluso, por debajo del nivel del mar. En una costa de pendiente suave y con árboles, la zona de peligro es más estrecha que en una costa de planicies extensas y de escasa vegetación. Sin embargo, cuando un litoral muy extenso está expuesto a un cinturón ciclónico, como la Bahía de Bengala o la costa del Atlántico de los Estados Unidos, es difícil definir las zonas de peligro máximo a lo largo de la faja costera.

Algunas trayectorias de ciclones son bastante claras y conocidas, por ejemplo cuando los oleajes tempestuosos son encauzados hacia una bahía, pero en general el punto en que un ciclón llegará a la costa sólo puede predecirse con unas horas de antelación. Por razones de seguridad, puede ser necesario aplicar controles de aprovechamiento de la tierra bastante firmemente en toda la extensión de costas habitadas y vulnerables.

El peligro de tsunamis es mayor en las zonas que bordean el Océano Pacífico, cuyas zonas marginales son especialmente activas desde el punto de vista sísmico. Los tsunamis alcanzan su mayor altura y producen los mayores daños cuando encuentran costas encerradas. La convergencia de la energía de la ola y del seiche de la bahía son los principales factores que aumentan la altura del oleaje. La intensidad del terremoto que lo produce influye menos en la altura de la ola que la topografía del fondo del mar y de la costa. Así, los emplazamientos del fondo de las bahías son más propensos a daños graves causados por tsunamis, aunque muchos centenares de millas de costa pueden verse afectados de forma menos catastrófica.

La naturaleza del peligro de inundaciones en cualquier lugar determinado es un importante elemento determinante de controles apropiados del aprovechamiento de la tierra, pero no el único, como se verá infra. En el cauce de evacuación de crecidas de un río es conveniente limitar los aprovechamientos de la tierra a aquellos que no obstruyan el paso de las aguas, orientar la construcción de edificios hacia otros lugares y diseñar puentes de ojos adecuados. Esto protegerá a los nuevos aprovechamientos de daños excesivos causados por las aguas rápidas y protegerá también los aprovechamientos existentes, haciendo que el peligro de inundaciones no sea agravado por las obstrucciones. En la zona marginal de crecidas de la planicie de inundación hay muchas más posibilidades de aprovechamiento de la tierra, incluidos los asentamientos, siempre que éstos se eleven por encima del nivel de las inundaciones o se defiendan contra éstas de algún otro medio.

En las zonas expuestas a inundaciones costeras no hay requisitos en lo que se refiere a cauces de evacuación, pero por la importancia del peligro puede ser conveniente desviar los nuevos aprovechamientos de algunos sectores bajos. En general, sin embargo, los controles del aprovechamiento de la tierra de las zonas costeras se parecen más a los de la zona marginal de las crecidas fluviales, y pueden autorizarse los aprovechamientos intensivos. Cuando la economía local lo permita, los cambios en los métodos de construcción pueden hacer las estructuras más resistentes a las inundaciones. La existencia de vías de escape, ya sea hacia el interior, a terrenos más altos, o hacia arriba, a niveles más altos del mismo edificio, ayudará considerablemente a reducir las pérdidas de vidas, especialmente si la evacuación de la población forma parte de un procedimiento de emergencia basado en la recepción de una alerta de inundaciones.

iv) Medidas jurídicas para el control del aprovechamiento de la tierra: principios y ejemplos de su aplicación en relación con los peligros de inundaciones

Algunos de los diferentes mecanismos jurídicos descritos en el capítulo 4 se han utilizado para controlar el aprovechamiento de la tierra en interés de la prevención de los desastres causados por inundaciones, a veces aisladamente y otras en combinación. Algunos de ellos tienen en cuenta detalladamente la variabilidad espacial de los peligros que acaban de examinarse, definiendo zonas de diferentes riesgos de inundaciones con diferentes aprovechamientos de la tierra permitidos.

a) Líneas de intrusión

Se trata probablemente de la forma más simple de control, aplicable incluso en zonas en que otros aspectos de la planificación del aprovechamiento de la tierra son un tanto rudimentarios. En los ríos, el cauce de evacuación de crecidas señalado se mantiene libre de obstrucciones estableciendo líneas de intrusión o "retranqueo" a ambos lados del cauce fluvial, entre las que no se permite construir. Las líneas de intrusión se definen simplemente por una distancia de x metros desde la línea central del cauce, o trazando un mapa. Esas líneas pueden utilizarse también en las zonas costeras para impedir las construcciones próximas al litoral en donde pleamares ocasionales pueden dañar los asentamientos.

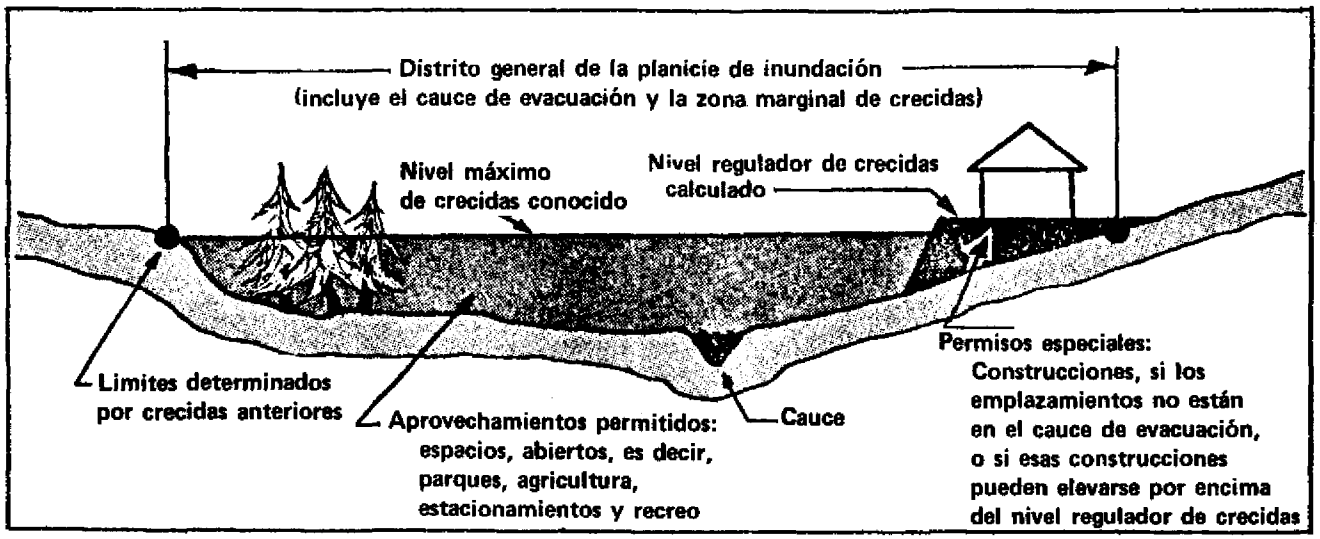
La Ley Fluvial del Japón establece líneas de intrusión y concede facultades a los administradores fluviales para controlar los aprovechamientos de la tierra dentro de los cauces de evacuación de crecidas designados. En los Estados Unidos, los aprovechamientos de la tierra en las proximidades de los cauces de los ríos pueden controlarse mediante líneas de intrusión, como ocurre en el Estado de Connecticut.

b) Zonificación

Este es un método más amplio de control del aprovechamiento de la tierra. Los gobiernos locales dividen la superficie de su jurisdicción en zonas de aprovechamientos de la tierra permitidos - residenciales, industriales, espacios abiertos públicos, agrícolas, etc. - a fin de prever todos los aprovechamientos convenientes, excluir los incompatibles o contrarios, y fomentar un desarrollo armonioso. Los controles para reducir los efectos perjudiciales de las inundaciones se incorporan al plan general de aprovechamiento de la tierra, a menudo en forma de un conjunto de disposiciones especiales dentro del reglamento general de zonificación. Las figuras 1, 2 y 3 muestran la delimitación de un distrito de zonificación de planicie de inundación, en donde los datos sobre los peligros son un tanto limitados, y de dos distritos en donde los datos permiten distinguir entre las zonas del cauce de evacuación y las marginales. Esa zonificación es necesaria si la comunidad desea tener derecho a seguros contra inundaciones subvencionados por el gobierno.

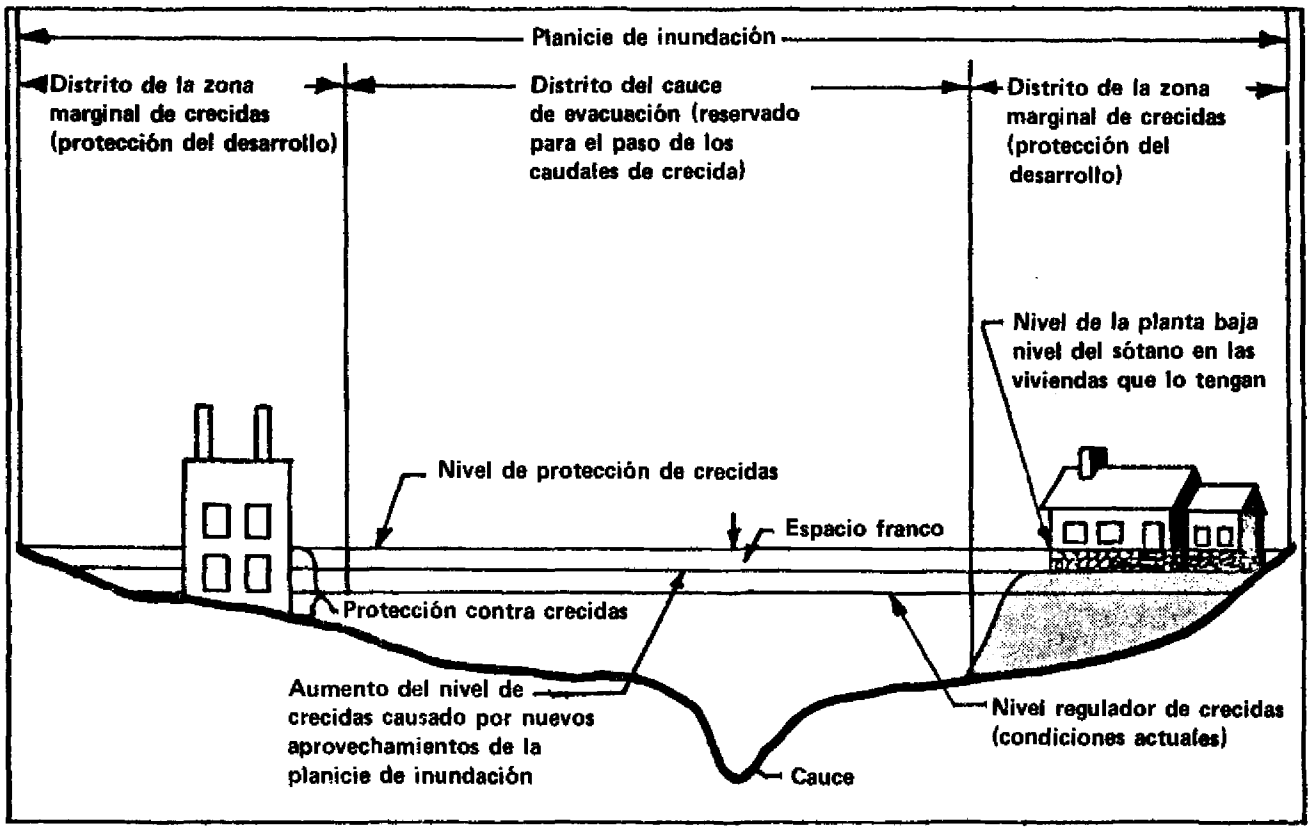
En el Reino Unido se determinan por lo común tres zonas en la planicie de inundación: el cauce de evacuación necesario para una crecida importante; la zona marginal de crecidas necesaria para almacenar el agua, y una tercera zona adicional, expuesta al riesgo de inundaciones de magnitudes aún mayores. Los principios de control aplicados a cada zona son en la primera, prohibitivos; en la segunda restrictivos, y en la tercera precautorios.

Figura 1 Zonificación del aprovechamiento de la tierra con un distrito de planicie de inundación



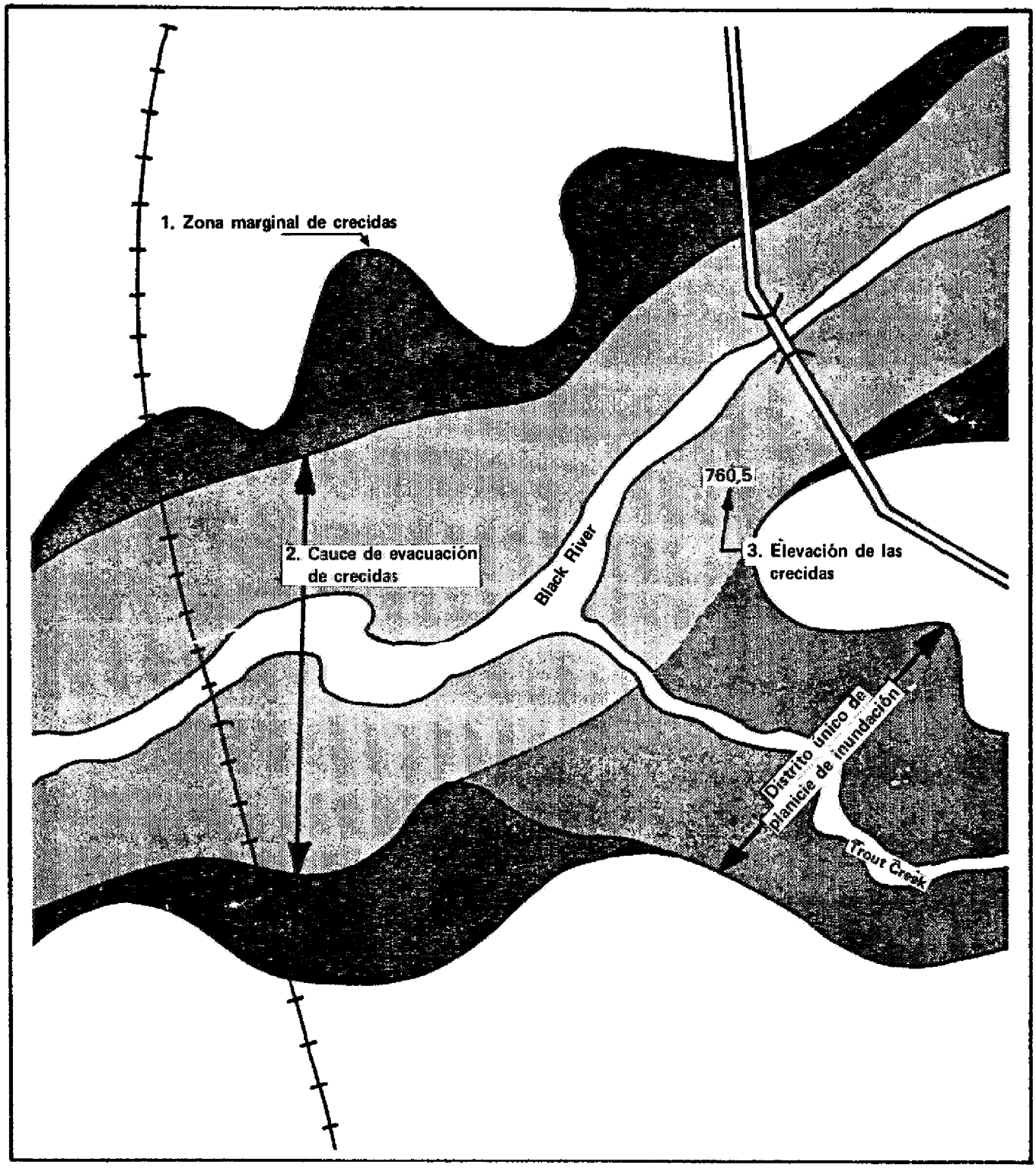
(según Kusler y Lee,. 1972, pág. 45)

Figura 2 Zonificación del aprovechamiento de la tierra con dos distritos de planicie de inundación



(según Kusler y Lee, 1972, pág. 44)

Figura 3 Zonificación del aprovechamiento de la tierra en el Black River y el Trout Creek



En el Black River se establecen dos distritos porque se dispone de datos para determinar la zona marginal de crecidas (1), el cauce de evacuación de crecidas (2) y la elevación de las crecidas (3). En el Trout Creek resulta apropiado el distrito único de la planicie de inundación porque no se dispone de datos para determinar la zona marginal, el cauce de evacuación y la elevación de crecidas.

(según Kusler y Lee, 1972, pág. 57).

En el cauce de evacuación de crecidas se prohíbe todo aprovechamiento obstructivo y se permiten sólo los abiertos, como tierras de labor o recreo. La finalidad es preservar un cauce de evacuación despejado para que el agua pueda descender río abajo fácilmente, sin retroceder y aumentar los niveles de la inundación río arriba. En la zona marginal de inundación la finalidad es preservar espacio de almacenamiento suficiente para las aguas de la crecida, a fin de que la tasa de descarga río abajo no se vea acelerada por una concentración demasiado rápida de las aguas en el cauce de evacuación. Aquí el desarrollo se limita, por ejemplo, a los servicios públicos esenciales u otros aprovechamientos para los que puede proporcionarse un almacenamiento compensador. En la zona de precaución situada al borde de la zona principal de peligro de inundaciones, los organismos de aguas pueden asesorar sobre niveles o métodos seguros de construcción, pero en general no desalentarán el desarrollo.

Ordenanzas de la construcción

Las ordenanzas de la construcción complementan la zonificación del aprovechamiento de la tierra. Controlan el diseño y los métodos y materiales de construcción. Se aplican tanto en las regiones costeras como en las planicies de inundación de los ríos, fuera del cauce de evacuación principal. Entre las normas de construcción especiales destinadas a limitar los daños causados por las inundaciones se encuentran la elevación del relleno, pilotes o soportes, la construcción con materiales resistentes al agua, el levantamiento de muros de contención para cerrar las entradas de bajo nivel y la construcción de habitaciones de refugio en los edificios, con acceso desde los niveles inferiores.

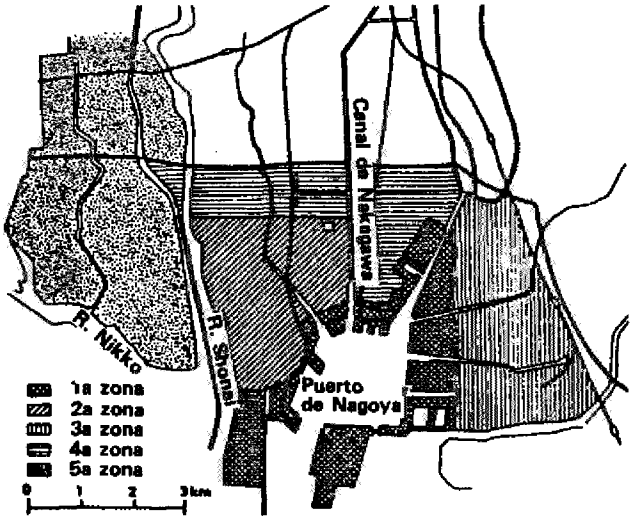
La ciudad costera de Nagoya, en el Japón, ofrece un ejemplo de la utilización de las ordenanzas de la construcción para reducir los daños causados por las inundaciones y salvar vidas. En septiembre de 1959, Nagoya fue devastada por el ciclón Isewan. Más de 5.000 personas perecieron ahogadas en la capital y la región circundante. Las diferencias superficiales en las características de la inundación y de los daños, debidas principalmente a diferencias topográficas, indujeron a las autoridades de la capital y al Ministerio de la Construcción a dividir la región en cinco zonas de inundación y publicar ordenanzas de la construcción diferentes para cada una (véase la figura 4). Esos controles se aplicaron en el período de reconstrucción inmediata y en el desarrollo a largo plazo de la capital.

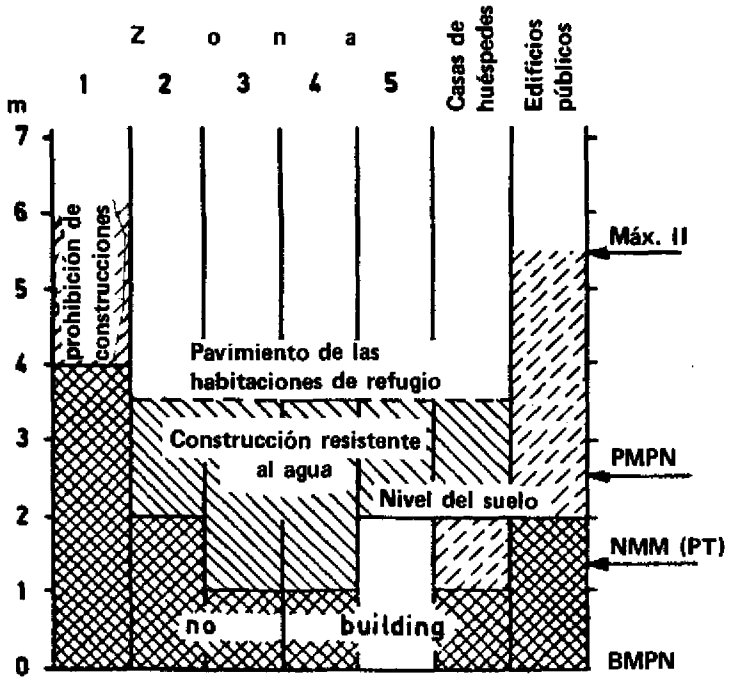
A fin de reducir los daños causados por las inundaciones y los peligros para la vida, en las ordenanzas de construcción de Nagoya se incluyeron cuatro medidas:

i) Control de la elevación del emplazamiento de los edificios. Por ejemplo, en la zona 1, alrededor del puerto de Nagoya, la elevación mínima permitida de los emplazamientos es de 0,5 metros por encima de la superficie natural del suelo, y de 1,5 metros por encima del nivel medio de la pleamar en el puerto de Nagoya.

ii) Control de los materiales de construcción y de las reparaciones estructurales. En algunas zonas se prohíben los edificios de madera, y en los lugares especialmente vulnerables se insiste en la construcción de hormigón.

Figura 4 Zonas de inundación y ordenanzas de la construcción en Nagoya, Japón





Máx. I.I. = Nivel máximo de la inundación del tifón Isewan

PMPN = Pleamar media en el puerto de Nagoya (2,61 m)

NMM (PT) = Nivel medio del mar en el puerto de Tokio (1,41 m)

BMPN = Bajamar media en el puerto de Nagoya

(según Oya, 1970, pág. 30)

iii) Control de la altura de la planta baja y construcción de refugios. La finalidad es proporcionar seguridad a los habitantes y sus bienes muebles en caso de inundación.

iv) Prohibición de viviendas, hoteles y otros edificios residenciales a corta distancia del mar o del río, por ejemplo, 50 metros en la zona 1. La finalidad es preservar la vida, alejando a la población de las zonas más peligrosas.

Esas ordenanzas de la construcción son oportunas cuando se requiere un desarrollo intensivo, como ocurre en Nagoya, que es un puerto y un centro industrial importante. Sin embargo, en las planicies de inundación fluviales, las ordenanzas de la construcción no bastan por sí solas. Además de diseñar edificios a prueba de inundaciones, debe conservarse un cauce de evacuación de crecidas despejado, libre de toda construcción. Así pues, en las planicies de inundación fluviales, las ordenanzas de la construcción resultan más apropiadas en la zona marginal de inundaciones y en las zonas de precaución.

d) Adquisición o compra públicas

Los controles jurídicos examinados supra se refieren todos a las tierras de propiedad privada. En interés público, limitan los derechos de los propietarios a hacer lo que deseen con sus tierras. Como se ha examinado extensamente en capítulos anteriores, en algunos casos esas restricciones privarán a los propietarios de todo aprovechamiento privado rentable, y el gobierno puede preferir comprar la tierra, indemnizando al propietario y estableciendo un aprovechamiento público útil donde no es posible un aprovechamiento privado. Puede preferir también hacerse cargo de las tierras porque resulten particularmente apropiadas para el aprovechamiento público, por ejemplo como reserva natural o como parque.

En el Japón, el gobierno central contribuye a un fondo para la adquisición y conservación de zonas de parques a lo largo de algunos ríos, y esos espacios abiertos sirven para almacenar las aguas de las inundaciones en las épocas de grandes crecidas o de lluvias locales intensas. El huracán Hazel, en 1954, causó grandes destrucciones de bienes y la pérdida de 81 vidas en los pequeños valles de Toronto, semejantes a barrancos. Las aguas de la crecida arrastraron muchos obstáculos, y las propiedades muy dañadas no se reconstruyeron. El Organismo de Conservación del Toronto Metropolitano y su Región está comprando ahora esas tierras, y los gobiernos federal, provincial y local contribuyen a sufragar los costos. Una parte de la superficie total es ya de propiedad pública, y la zonificación del aprovechamiento de la tierra sirve de freno al desarrollo en las zonas previstas para parques que se encuentran todavía en manos privadas. Toronto tiene un programa para la compra progresiva de 7.500 acres de tierras de los valles, que se destinarán a fines de recreo.

e) Reubicación de los asentamientos vulnerables a las inundaciones

No se trata de un método jurídico distinto para el control del aprovechamiento de la tierra, sino que varios de los métodos ya examinados pueden utilizarse para lograr la reubicación de los asentamientos especialmente vulnerables, ya sea mediante una evacuación permanente hacia otro emplazamiento situado en terrenos más altos (reubicación lateral) o

bien mediante la elevación de los edificios por encima del nivel de las inundaciones en el mismo emplazamiento (reubicación vertical). Los reglamentos de zonificación pueden determinar las zonas en que deben eliminarse los edificios y lograr la desaparición progresiva de los aprovechamientos disconformes. Las ordenanzas de la construcción pueden especificar niveles de edificación y materiales de construcción apropiados para el nuevo emplazamiento. La adquisición pública de tierras puede ofrecer nuevos emplazamientos o destinar los emplazamientos antiguos abandonados a aprovechamientos beneficiosos.

En la India, muchos asentamientos han sido desplazados lateral o verticalmente. El gobierno del Estado de Gujarat ha reubicado recientemente en terrenos próximos más altos unas 300 aldeas de zonas bajas situadas en las orillas de los ríos Narmada y Tapti, después de las inundaciones catastróficas que se produjeron en ellas en 1970. Para que sea posible la reubicación lateral, debe haber, desde luego, terrenos más altos en las proximidades para recibir a las comunidades evacuadas. Los habitantes de las aldeas se resisten a abandonar tierras agrícolas fértiles, y las aldeas reubicadas deben estar suficientemente cerca de las planicies de inundación para permitir la continuación de los cultivos. De otro modo, las nuevas aldeas se abandonarán o no llegarán siquiera a ocuparse.

En las regiones de planicies de inundación muy extensas y bajas, la elevación de las aldeas puede ser posible cuando no lo sea la reubicación lateral. En el Estado de Uttar Pradesh se elevaron alrededor de 45.000 aldeas durante el Tercer Plan Quinquenal de la India (1961-1966). En algunos casos, aldeas enteras fueron levantadas sobre el nivel de las inundaciones. En otros, se construyeron plataformas elevadas más reducidas, en las que los habitantes pueden refugiarse con sus bienes muebles y semovientes. Cuando hay varias aldeas próximas, una plataforma común sirve para varias de ellas. La elevación del nivel del suelo es una tarea de ingeniería y no un problema de reglamentación del aprovechamiento de la tierra, pero esta reglamentación es un complemento importante, ya que puede limitar la construcción en las zonas no protegidas, controlar las técnicas y los materiales de construcción en las plataformas y salvaguardar las líneas de comunicación entre los asentamientos.

f) Conservación

Por último se estudiarán aquí los controles del aprovechamiento de la tierra que conservan la cubierta vegetal existente en interés de la mitigación de los desastres causados por inundaciones. En una cuenca fluvial, especialmente en terrenos accidentados o montañosos, el control del escurrimiento y de la erosión mediante programas de conservación del agua y del suelo puede tener efectos sumamente beneficiosos río abajo. También en las zonas costeras una cubierta forestal puede reducir la penetración en el interior del viento y el agua, y ofrecer algún refugio contra una marea ascendente.

La Ley de Conservación de Tierras de Malasia (1960) limita la deforestación, el cultivo y la construcción en zonas montañosas determinadas, excepto si se aplican controles especiales del escurrimiento y la erosión. Estos pueden incluir la superficie que debe limpiarse en un momento determinado, la construcción de depósitos de almacenamiento del agua de las crecidas y para el cieno, y la profundidad y el grado de compactación del relleno de las construcciones. Las disposiciones y normas forestales pueden controlar también las

perturbaciones de la cubierta forestal, reglamentando las construcciones, las plantaciones y la tala y quema de árboles. En Bangladesh, los bosques costeros de Sundarban, en el límite de la Bahía de Bengala, desempeñan un importante papel en la prevención de los daños causados por ciclones y existen controles para impedir la tala desordenada de árboles.

v) Los factores socioeconómicos y la viabilidad del control del aprovechamiento de la tierra

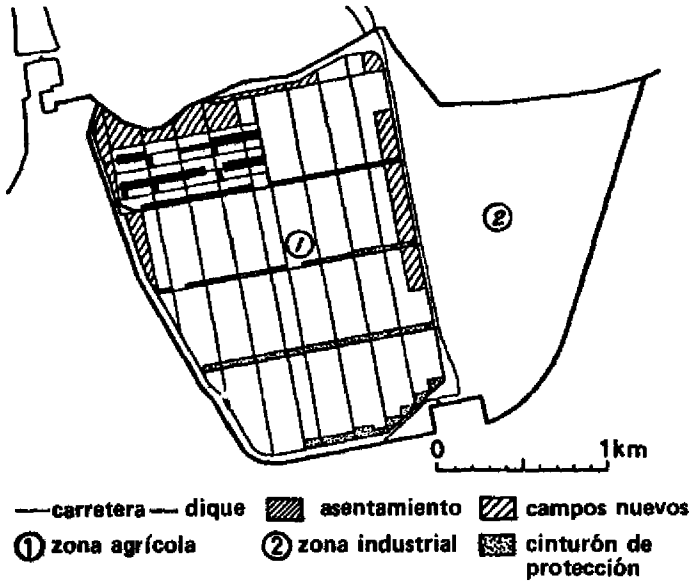
La clase de control del aprovechamiento de la tierra que se aplique en una zona determinada dependerá en parte del grado de peligro físico. Dependerá también de muchos factores humanos que se refieren a la comprensión por los habitantes del peligro que corren y de los medios disponibles para alterar la frecuencia de los daños. El modo de vida establecido, las modalidades existentes de aprovechamiento de la tierra y el ritmo del cambio social y económico determinarán en mayor o menor medida los usos reglamentados que deban recomendarse. A título de ejemplo, pueden examinarse dos zonas propensas a graves inundaciones costeras: la región de Nagoya, en el Japón, y la región costera de Bangladesh. Los peligros físicos no son distintos, pero los factores socioeconómicos originan respuestas muy diferentes en lo que se refiere al aprovechamiento de la tierra.

Ya se han mencionado las ordenanzas de la construcción de Nagoya, destinadas a reducir los daños causados por las inundaciones. Esas ordenanzas deben considerarse en el contexto de una reconstrucción en gran escala y una expansión de la actividad económica, ya que la reconstrucción guardaba relación no sólo con las desastrosas inundaciones locales sino también con el esfuerzo económico nacional en el período de desarrollo posterior a la guerra. Las ordenanzas de la construcción resultantes son complejas, reconociendo diferencias de ubicación en las características de los peligros y permitiendo un aprovechamiento de la tierra intensivo pero seguro, mediante la insistencia en cambios comparativamente costosos en los métodos de construcción. Evidentemente, esas ordenanzas serán mucho menos apropiadas donde el crecimiento económico sea muy lento o donde no se precise un aprovechamiento de la tierra intensivo.

Los planes de desarrollo del pólder de Nabeta, cerca de Nagoya, ilustran otro aspecto conexo: el cambio y el control del aprovechamiento de la tierra son bastante fáciles cuando el desarrollo es en gran escala y general. Este enfoque, incluidos los métodos de financiación, se ha descrito detalladamente en el capítulo anterior. El pólder de Nabeta (figura 5) es una zona ganada al mar en la desembocadura del río Kiso, en donde la construcción de diques marinos comenzó en 1946. En el pólder había más de 100 casas de labor antes de la inundación de 1959, en su mayoría de un solo piso y de madera, situadas a lo largo de las principales vías de comunicación. La parte interior, ligeramente más elevada, no estaba ocupada, pero se utilizaba para cultivos de tierras altas. De los 288 habitantes del pólder, 125 se ahogaron durante el ciclón. Las viviendas y cultivos fueron destruidos y una gran parte de la capa superficial del suelo fue arrastrada por las aguas. El hecho de que toda la tierra fuera de propiedad pública facilitó la rehabilitación del pólder con un sistema de asentamiento totalmente diferente. Al parecer, no hubo conflictos de intereses privados, o fueron conflictos de poca importancia, que pudieran perturbar la idea de un aprovechamiento de la tierra económicamente eficaz y ventajoso para todos los interesados.

Todas las casas de labranza y los edificios públicos se concentran ahora en el ángulo noroccidental, en donde terrenos más altos dan acceso al interior. Las viviendas son de hormigón armado y de tres pisos. Se han plantado cinturones de árboles de protección para complementar la acción de los diques marinos restaurados y reducir los desplazamientos del suelo, y en general se han aplicado técnicas de ordenación de la tierra mucho más modernas en el período posterior a las

Figura 5 Aprovechamiento de la tierra en el polder de Nabeta, Japon, a raíz de la reconstrucción hecha después del ciclón Isewan



(según Oya, 1970, pág. 33)