En Japón la Ley Fluvial (1964) designa un administrator de cada río que autoriza a:

a) construir estructuras para el control de las inundaciones, tales como presas, vertederos, compuertas de canales, terraplenes, revestimientos, umbrales y otras instalaciones destinadas a aumentar el beneficio que el público pueda obtener del agua del río, o también para disminuir las pérdidas que la población pueda experimentar como consecuencia de las inundaciones o mareas;

b) reglamentar la ocupación de las tierras, movimiento de tierras y piedras, erección de estructuras y trabajos ocasionales para este fin, excavación de las tierras y corte de árboles y bambú;

c) tomar medidas de emergencia en casos de inundación.

De conformidad con esta autoridad, el administrador del río está capacitado para diseñar las zonas fluviales, cauces de inundación, reservas naturales y cualquier zona fluvial reservada para futuros trabajos de control de inundación. Una vez realizadas estas designaciones no se puede hacer ningún cambio en el desarrollo de estructuras de los terrenos situados dentro de estas zonas sin permiso del administrador del río.

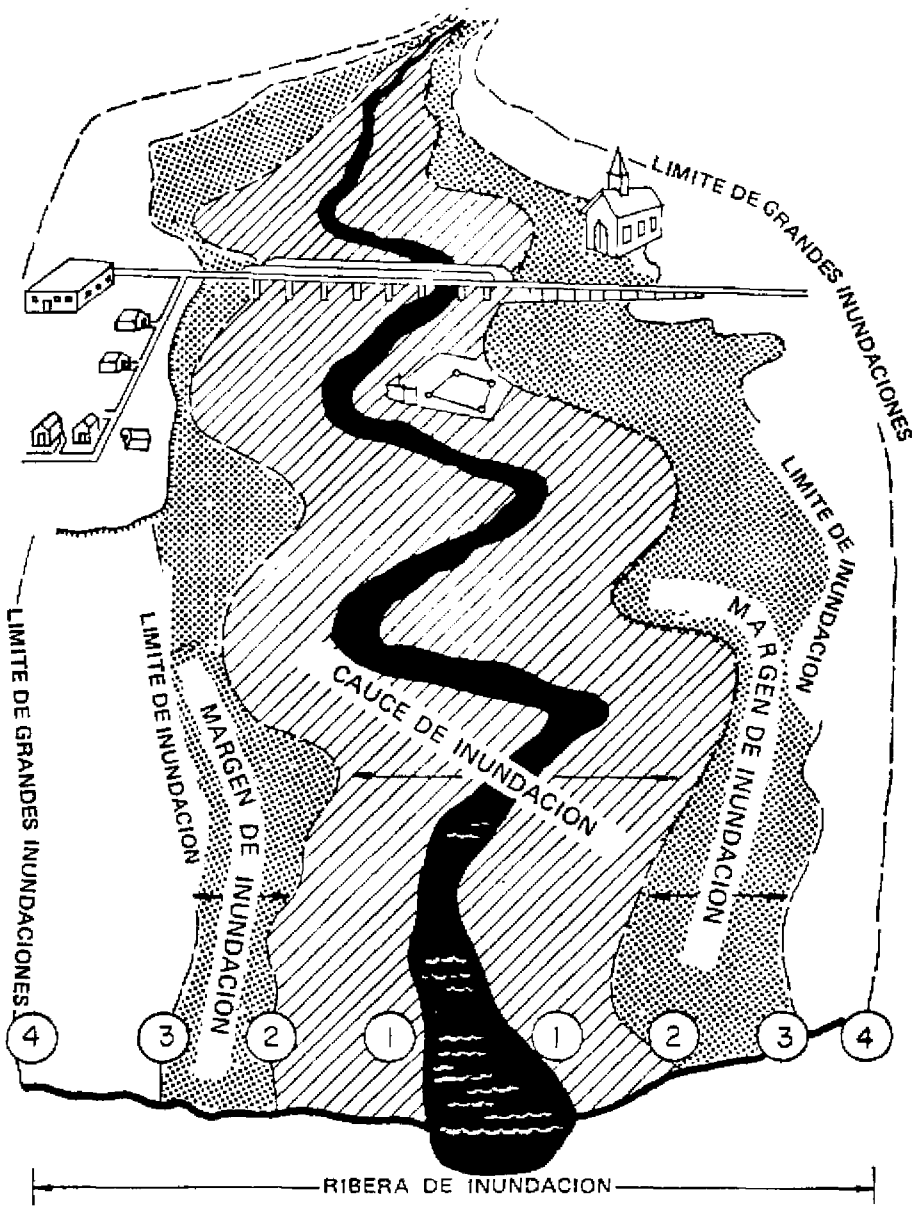
Las zonas costeras vulnerables se dividen en localidades con poco riesgo en lo que respecta a inundaciones y localidades con gran riesgo que, además de las inundaciones, están expuestas a los efectos de fuertes vientos y mareas de tempestad. De conformidad con la legislación costera del Japón, se nombra un administrador de la costa autorizado a designar las zonas que han de ser protegidas. Dentro de estas zonas denominadas de conservación costera, el administrador regula la utilización de las tierras y su desarrollo, así como las labores de dragado y relleno y recrecimiento de los diques.

El primer objetivo de la legislación fluvial y de la legislación costera en el Japón es fomentar un control general de las inundaciones y lograr también la protección contra los vientos, olas y mareas de tempestad. En años recientes, los administradores han tenido que enfrentarse con las presiones que plantea la rápida urbanización y han tratado en todo momento de que los cauces de inundación se utilicen como parques públicos, terrenos de recreo, pistas de golf o simplemente que se mantengan como espacios abiertos, todo lo cual se puede considerar como reservas en casos de emergencia.

Los cauces de inundación son delimitados con objeto, por una parte, de que queden libres para el desagüe de las inundaciones y, por otra, para que puedan ser utilizados para fines que no entorpezcan dicho objetivo principal. La ordenación de zonas debe también establecer ciertas disposiciones referentes a las riberas de inundación situadas fuera del cauce de inundación. En estas disposiciones se incluye la fijación de determinada altura por debajo de la cual no se pueden construir ciertas edificaciones. El diagrama de la Figura 6 ilustra cómo se puede ordenar debidamente una ribera de inundación (*Regulation of flood-hazard areas to reduce flood losses,* U.S. Water Resources Council, 1971). El proyecto tipo que se reproduce en esa figura se refiere a la inundación que cabe esperar cuando se produce la combinación más peligrosa de condiciones meteorológicas e hidrológicas, teniendo en cuenta las características geográficas de la zona pero excluyendo combinaciones de circunstancias que resulten extremadamente raras. Los límites seleccionados de inundación muestran la frontera exterior del margen del cauce de inundación, el cual ha sido determinado calculando la magnitud de determinadas inundaciones seleccionadas.

Reglamentación zonal de las tierras

Se puede definir una subdivisión, en un sentido general, como un terreno dividido en parcelas para su venta o para la construcción. La reglamentación aplicable a las subdivisiones en los Estados Unidos de América son utilizadas por los gobiernos locales para especificar la manera en que puede dividirse el terreno. Dichas disposiciones podrán, por ejemplo, especificar la anchura de las calles, las características de los bordes de las aceras y canalones, el tamaño de las parcelas, la elevación del terreno, el grado en que se hallan libres de inundaciones, el tamaño de los cauces de inundación y otras especificaciones en beneficio del bienestar público. La reglamentación de las subdivisiones también constituye un medio eficaz de controlar la construcción en las riberas de inundación cuando éstas no se hallan todavía explotadas.



1. CAUCE DE INUNDACION — Despejado para la inundación. No se puede edificar ni rellenar.
2. MARGEN DE INUNDACION — Se puede utilizar si ha sido rellenado, está libre de inundación posible o está protegido de alguna manera.
3. LIMITE DE INUNDACION — Establecido mediante estudio técnico. Límite exterior del margen de inundación.
4. LIMITE DE GRANDES INUNDACIONES — Area posiblemente anegada en caso de gran inundación.

Figura 6 — Reglamentación de las riberas de inundación.

A continuación citamos algunos ejemplos típicos de los aspectos que pueden incluirse en la reglamentación de las subdivisiones:

a) extensión de la ribera de inundación, indicándola también en los mapas de las subdivisiones;

b) límites del cauce de inundación o de las líneas de inundación máxima;

c) prohibición de rellenar el cauce y ribera de inundación, de modo que se pudiera restringir el flujo de las aguas;

d) especificación de la elevación mínima de las carretas de cada subdivisión para garantizar que queden por encima del nivel de inundación elegido.

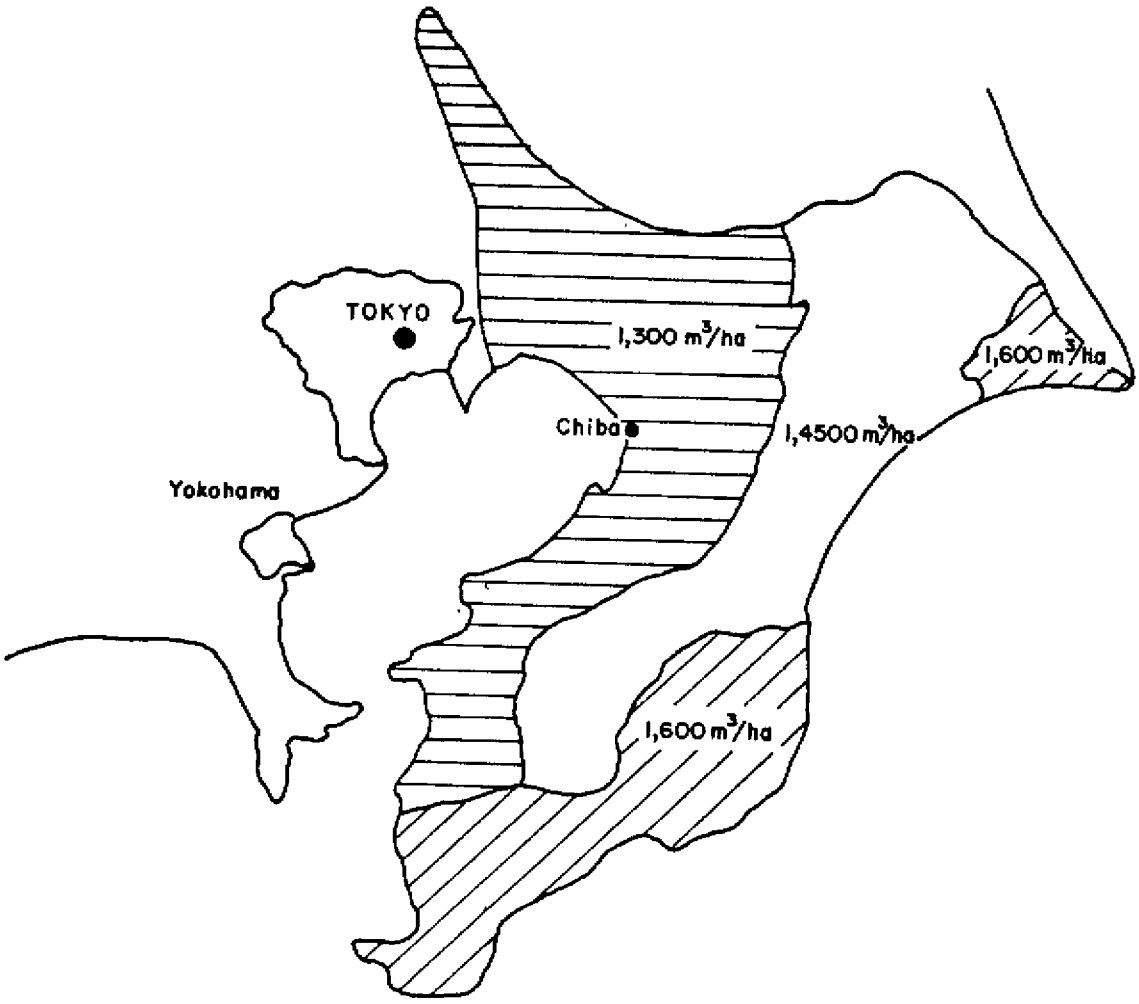


Figura 7 – Capacidad de detención de crecidas especificada por la legislación de la Prefectura de Chiba para efectos de urbanización destinada a alojamientos.

Charcas para la detención de las inundaciones

Como ya se dijo en este Capítulo al tratar del control del aprovechamiento de las tierras, la rápida urbanización es probable que aumente el daño que puedan sufrir las zonas propensas a las inundaciones. Las disposiciones del gobierno local pueden obligar a los promotores de parcelas destinadas a la urbanización a que construyan a su propia costa las obras de control de inundaciones que se necesiten, a lo largo de las corrientes de ríos, para impedir inundaciones y daños en las zonas situadas corriente abajo. Si esos trabajos parece que van a resultar muy costosos y van a exigir demasiado tiempo, como por ejemplo el acondicionamiento del cauce del río, se pueden aplicar las medidas prescritas en las ordenanzas para el desarrollo de las tierras y aprovechamiento urbano por la Prefectura de Chiba, en Japón. Estas medidas son complemento o corolario de la reglamentación zonal.

En esas ordenanzas se especifica que, cuando se trate de urbanizar un terreno de una hectárea, se deberá disponer también de una charca de detención cerca de dicha zona para embalsar temporalmente el flujo de agua entrante. Como se indica en la Figura 7, se ha especificado una capacidad mínima de embalse y también se debe preveer una carga de sedimentos de por lo menos 150 m^3 ha^{-1}.

Las charcas de detención de las crecidas inundan habitualmente una extensión de una o dos hectáreas de tierra durante la estación. En cualquier otro momento pueden ser utilizadas como parques o para otros fines recreativos. Las presas de las charcas de detención están construidas habitualmente de hormigón o tierra, y normalmente tienen menos de 15 metros de altura.

CAPITULO 7

NORMAS DE CONSTRUCCION DE EDIFICIOS

Fundándose en el análisis de vulnerabilidad, los estudios de aprovechamiento de las tierras y delimitación de zonas (Capítulo 6), y siempre que se dé riguroso cumplimiento a todo lo dispuesto, se puede lograr mucho para reducir las pérdidas de vidas y los daños materiales que los fenómenos naturales pueden infligir a un país y a su población. Sin embargo, estas medidas no pueden eliminar por completo los efectos de los ciclones tropicales. Por consiguiente, es preciso adoptar algunas medidas más, principalmente de carácter estructural, ya que pueden constituir un valioso complemento para lograr los objetivos que se pretende alcanzar mediante el control y distribución zonal del aprovechamiento de las tierras. Las normas de construcción deben ser consideradas como un componente esencial de la prevención de desastres naturales. Dichas normas, que se refieren tanto a los edificios como a otras estructuras, contienen especificaciones para el diseño, construcción, funcionamiento y mantenimiento, y todas ellas se relacionan con el período de vida que se pretende dar al edificio.

Los edificios bien concebidos pueden ejercer el efecto de disminuir las pérdidas a las propiedades causadas por los ciclones tropicales e incluso, si se producen algunos daños, dichos edificios pueden resistir a esos fenómenos y por lo tanto reducir el sufrimiento de la población. Una consecuencia muy útil es que los edificios que no han experimentado daños graves o que no han sido destruidos pueden normalmente continuar cumpliendo las funciones para las que fueron construidos, facilitando así su utilización en caso de emergencia y fomentando también el rápido retorno a las condiciones económicas y sociales normales.

Disposiciones referentes a las normas de construcción

En las disposiciones contenidas en las normas de construcción se deben tener plenamente en cuenta todos los riesgos importantes que pudieran producirse, por ejemplo, los terremotos, ciclones tropicales, desprendimientos de tierras, vientos fuertes, inundaciones y mareas de tempestad. En general, las normas de construcción tratarán de los aspectos siguientes:

a) los fines para los que el edificio ha de construirse y utilizarse ;

b) criterios que han de seguirse para dar a la estructura la fuerza necesaria ;

c) especificaciones y características de resistencia de los materiales utilizados ;

d) resistencia a los incendios, luz, ventilación, etc.

La legislación que permite la entrada en vigor de las normas de construcción debe estar integrada, de preferencia, con los otros procedimientos jurídicos y administrativos que se apliquen a la zona interesada.

Aplicación a las viviendas económicas

En los países en desarrollo que sufren los efectos de los ciclones tropicales, los criterios de diseño y construcción deben ser establecidos con vistas a los alojamientos económicos de poca elevación, como norma para las organizaciones públicas y privadas que construyen dichas viviendas La aplicación de las normas de construcción a las viviendas económicas de poca altura, en particular a las de renta baja, es un tema que requiere adoptar una actitud muy flexible. Las normas de construcción cuestan dinero. Además de los gastos administrativos, una estructura es más cara cuanto más resistente sea a los daños físicos. La población que paga alquileres bajos no puede hacer frente

a los gastos extraordinarios que exigen el dar a los alojamientos la fuerza estructural que les permita no ser derruidos por la acción del viento, el agua o las sacudidas sísmicas Por esta razón, las normas de construcción que se establezcan para los alojamientos de baja renta deben fundarse en principios básicos. Dichas normas deben conceder prioridad a la resistencia ante los daños causados por los desastres en los puntos vitales de la estructura – cimientos, piso, paredes y tejado – y en fases progresivas en función de los riesgos que hayan de sufrir. Se deben también hacer estimaciones de los posibles daños estructurales que se puedan producir en distintas circunstancias. Estas estimaciones, utilizadas como factores de predicción para la pérdida de vidas humanas, heridas y daños materiales, pueden dar como resultado la adopción de medidas de seguridad adicionales tales como la construcción de salidas de escape a los espacios abiertos. Las estimaciones de los daños son también útiles en la organización de las tareas de salvamento.

En las zonas expuestas a los ciclones tropicales, las normas de construcción para los alojamientos de bajo precio deben requerir la aplicación de criterios mínimos de diseño, en especial en lo que se refiere al cierre de las ventanas y a la fijación de barras de refuerzo en los muros y tejado. Estos comentarios sobre los alojamientos de bajo precio se aplican también a la generalidad de las viviendas de un solo piso. Las estructuras de hormigón reforzado de varios pisos, o las estructuras de carga utilizadas para fines residenciales, deben desde luego ser objeto de normas de construcción muy estrictas.

Normas para la protección contra el viento

En un ciclón tropical los vientos son muy fuertes e inhabitualmente racheados y pueden persistir durante períodos de hasta dos o tres días. Si falla un punto débil en un edificio cabe suponer que los daños causados por el viento aumenten rápidamente. Por consiguiente, es muy importante reforzar el tejado, muros y cimientos y cubrir las ventanas con fuertes postigos. La estructura debe estar también firmemente anclada a los cimientos. Se recomienda asimismo abrir las ventanas del lado de sotavento, con objeto de que se iguale la presión de aire, lo cual constituye un procedimiento muy útil ya que la succión del viento es algunas veces mayor que su fuerza directa. Si se toman estas medidas, el tejado resistirá a las fuerzas de empuje hacia arriba impidiendo así que la estructura se vuelque y se desintegre.

Para determinar las normas adecuadas de construcción, los arquitectos e ingenieros deben disponer de las estadísticas locales de la velocidad del viento, rachas y variación del viento con la altura. Por regla general, cualquier estructura de una zona en donde se producen ciclones tropicales debe ser capaz de resistir las cargas producidas por vientos de por lo menos 120 km por hora. Se insiste, sin embargo, en que se trata de directrices de carácter general, ya que otro de los factores que ha de tenerse en cuenta es el período de tiempo que la estructura ha de estar en uso. En un edificio importante, tal como un hospital, una escuela, etc., debe calcularse la fuerza de modo tal que el impulso crítico del viento tenga muy poca probabilidad de ocurrencia durante el período de vida de la estructura. De este modo, se deja un amplio margen de seguridad ; para edificios menos importantes se debe utilizar un margen menor, tal como el que se sugiere en la regla general antes citada.

En las zonas costeras donde se sabe que existe la posibilidad de que se produzcan mareas de tempestad, es necesario protegerse también contra este fenómeno. Esto sólo puede hacerse edificando en zonas más altas o sobre pilares de hormigón embutidos en el suelo, de modo que el piso bajo de la estructura quede por encima de los niveles más altos de agua que quepa esperar. Este último tipo de estructura aumenta considerablemente el riesgo de que el viento cause daños importantes, a menos que se utilicen otros sistemas adicionales de refuerzo.

Normas para la protección contra las inundaciones

Se ha observado que en la región de la CESAP algunos países han introducido normas de construcción encaminadas principalmente a garantizar la protección contra el fuego, viento y terremotos. Estas normas parecen carecer de las características que deben aplicarse en las zonas propensas a las inundaciones. En dichas zonas la primera fase

de protección contra las inundaciones son los diques, terraplenes, embalses temporales, etc. Así, pues, se deben añadir otros criterios a las normas de construcción con objeto de combatir los efectos de las inundaciones Estos criterios son los siguientes:

a) adecuado anclaje de los edificios para impedir que floten y se alejen de sus cimientos,

b) adecuada elevación de la base y planta baja de los edificios;

c) suficiente fuerza para resistir la presión del agua y el movimiento del agua a gran velocidad;

d) evitar la utilización de materiales que puedan deteriorarse con el agua,

e) prohibición de instalar equipos como, por ejemplo, equipo eléctrico, químico, calderas, etc., a niveles en que pudieran correr el peligro de quedar sumergidos

En los Estados Unidos de América, los ingenieros han redactado ya los borradores de la reglamentación para la construcción a prueba de inundaciones. Estas propuestas tratan, por ejemplo, de la carga ejercida por las aguas de las inundaciones y de las medidas que han de aplicarse contra las aguas en los ríos, en las costas y en casos de inundación por las mareas. Todas estas medidas podrían incluirse fácilmente en las normas de construcción. Los diseños de construcción a prueba de inundaciones se fundan en el estudio de los datos hidrológicos y de los correspondientes datos meteorológicos, y en ellos se tienen en cuenta factores tales como la velocidad del flujo del agua, la velocidad de crecida y descenso del flujo del agua, la profundidad de la inundación y su duración, transporte de residuos por las aguas y efecto de las olas.

Al hacer un estudio general de la protección de los edificios contra las inundaciones, los datos antes citados deben estar complementados por las estadísticas de duración e intensidad de la lluvia en la zona interesada, y también por la información de la topografía local y de la capacidad que tiene el suelo para almacenar agua. Este estudio debe permitir a las autoridades responsables de carácter nacional, regional o local determinar una inundación tipo, es decir, la inundación expresada en función de la altura del nivel del agua por encima del nivel del mar, que tendría una frecuencia probable de cada 50 ó 100 años. Se aplica entonces el concepto de la denominada inundación tipo de referencia, que consiste en añadir a la inundación tipo un factor arbitrario de seguridad que puede diferir de un lugar a otro en función de las condiciones locales. Esta inundación tipo de referencia debe ser representada en mapas de escala adecuada con objeto de describir:

a) la zona primaria de peligro, es decir, la tierra que quedaría inundada siempre que se produzca una inundación tipo;

b) la zona secundaria de peligro, es decir, la zona adjunta a la zona primaria de peligro que quedaría afectada por una crecida de mayor severidad que la crecida tipo y que quedaría sometida a distintos efectos siempre que la zona primaria de peligro quedara inundada.

Ejemplo práctico

Se acepta algunas veces que existe la imposibilidad práctica de impedir todo tipo de construcción en una ribera de inundación. La finalidad de la prevención de desastres naturales, incluidas las normas de construcción, son por consiguiente reducir la pérdida de vidas y de daños materiales lo más que se pueda y de acuerdo con la tolerancia de que exista cierto número de edificios.

En Japón, las normas de construcción (1974) conceden amplios poderes a los gobernadores provinciales para delimitar las zonas de desastre y también para controlar las nuevas construcciones, dentro de estas zonas y de sus regiones adyacentes. En dichas zonas los edificios públicos, tales como escuelas, oficinas gubernamentales o salas públicas que puedan albergar a gran número de personas, deben ajustarse a ciertas normas de forma que puedan ser utilizadas en casos de emergencia a los efectos de evacuación cuando amenaza un desastre natural. Por consiguiente, estos edificios deben estar suficientemente elevados con respecto a las alturas previstas de las inundaciones y su estructura debe ser de hormigón reforzado a prueba de incendio.

La ciudad de Nagoya en Japón ha aplicado estas normas de construcción (1974) de un modo que pone de manifiesto la utilidad tanto de dichas normas como de las medidas de delimitación zonal que ya se estudiaron en este Capítulo. Nagoya ha limitado la nueva construcción de alojamientos y edificios fundándose en los riesgos inherentes a un tifón particular que causó la muerte de 5.000 personas, que fallecieron ahogadas. Utilizando las bases adoptadas por Nagoya, el área de la ciudad sometida a las inundaciones queda clasificada en las cinco zonas siguientes:

Primera zona:	Terrenos ganados al mar dedicados a la industria, vulnerables a las mareas de tempestad.
Segunda zona:	Terrenos de bajo nivel dedicados habitualmente al alojamiento e industria, vulnerables a las inundaciones.
Tercera zona:	Terrenos de bajo nivel con numerosos edificios, muy vulnerables a las inundaciones.
Cuarta zona:	Zona urbana de bajo nivel, vulnerable a las inundaciones.
Quinta zona:	Zona rural de bajo nivel, vulnerable a las inundaciones.

Se permite la construcción de alojamientos o edificios a una distancia de 50 metros de la costa o de la ribera de un río en la primera zona. La altura del piso bajo de los edificios situados en la primera zona debe estar, por lo menos, a 4 metros por encima del nivel medio de la marea baja del Puerto de Nagoya. A 2 metros en la segunda y quinta zonas, y a 1 metro en la tercera y cuarta zonas. No se pueden construir edificios de madera en la primera zona, y la altura del piso bajo de los edificios residenciales en la segunda, tercera y quinta zonas debe ser superior a 3,5 metros por encima del nivel medio de la marea baja en el Puerto de Nagoya. Todos los edificios públicos tales como escuelas, hospitales, edificios gubernamentales, etc., e instalaciones públicas, tales como estaciones de energía eléctrica y estaciones de bombeo deben tener estructuras de hormigón o acero a prueba de agua. Excepto en la primera zona, estos edificios públicos deben tener el piso bajo a una altura de por lo menos 2 metros superior al nivel medio de la marea baja en el Puerto de Nagoya.

La legislación referente a las normas de construcción concede también a los gobernadores provinciales la autoridad de declarar zonas peligrosas a los terrenos cuya inclinación excede de 30°, si un desprendimiento de tierras o el corrimiento de la superficie puede poner en peligro las vidas de los residentes. Además, determinadas actividades, tales como embalse de aguas, movimiento de tierras, excavaciones y construcción de terraplenes en la superficie del suelo, pueden quedar limitadas y controladas. El desplazamiento a zonas más seguras de los edificios existentes, que constituían un peligro en las zonas de gran inclinación, puede hacerse sin ayuda de subsidio alguno por parte del gobierno.

Control de las inundaciones

Este capítulo, que trata de las normas de construcción, contiene información referente, entre otras cosas, al viento, a las medidas de protección contra las inundaciones de las casas, edificios y estructuras principales. En el próximo capítulo se trata de otros aspectos de la protección contra las inundaciones que se refieren más bien a los trabajos de ingeniería destinados a este fin.

CAPITULO 8

CONTROL DE LAS INUNDACIONES

El objeto de este capítulo es explicar la utilización de los distintos dispositivos destinados a controlar el flujo excesivo de agua con objeto de prevenir una inundación o, al menos, reducir sus peores efectos. En estos dispositivos se incluyen los trabajos de ingeniería, terraplenes, embalses de detención, acondicionamiento del cauce del río y las obras destinadas a la diversificación de la inundación. La posibilidad de que se produzcan mareas de tempestad complica todavía más el problema del control de las inundaciones.

Trabajos de ingeniería

En el transcurso de la años se han hecho en muchas partes del mundo distintos tipos de trabajos de ingeniería para proteger al hombre y sus propiedades contra las inundaciones. Estos trabajos pueden clasificarse en dos categorías: los destinados a controlar el agua cuando se halla en el cauce del río y los destinados a controlarla cuando ya ha invadido las tierras.

Existen distintas maneras de efectuar el control de la inundación cuando las aguas no han desbordado aún del río. Las tierras pueden protegerse contra las inundaciones mediante diques y, al mismo tiempo, pueden rectificarse, ampliarse o profundizarse los cauces, con objeto de rebajar el nivel de la inundación creando condiciones más favorables para el flujo de las aguas. El exceso de agua en los cauces de los ríos puede ser diversificado mediante cauces de derivación. Se pueden utilizar embalses naturales o artificiales para retener el exceso de agua temporalmente para que no vaya al río, con objeto de dejarla fluir posteriormente con cierta intensidad y en momentos determinados a fin de que puedan ser absorbidas con seguridad por el río. Se pueden también instalar estaciones de bombeo para extraer el agua procedente de las zonas protegidas situadas detrás de los diques.

Cuando la inundación ha llegado ya a invadir las tierras, puede ejercerse cierto control mediante la debida ordenación de las zonas que se hallan corriente arriba en la cuenca y también mediante repoblación forestal y conservación del suelo, con objeto de reducir la escorrentía y sedimentación.

Habitualmente, la construcción de diques y sus trabajos conexos dan como resultado un aumento del nivel de la inundación a lo largo del río, a menos que se construyan embalses o se hagan importantes trabajos de acondicionamiento del cauce. Las medidas de protección local corriente arriba, tal como la construcción de diques y el acondicionamiento del cauce, pueden incrementar la magnitud de las crecidas en los puntos situados corriente abajo. Estas medidas, así como la construcción de embalses, deben ser consideradas como parte de los trabajos de control de las inundaciones dentro del programa de desarrollo general de los recursos hídricos, para toda la cuenca fluvial. Deben ser proyectados y ejecutados con cuidado de modo que los beneficios que se obtengan en un lugar no queden disminuidos por el aumento de los daños que puedan producirse en otra parte. Debe elegirse cuidadosamente el tipo de estructura que se utilice, con objeto de obtener la mayor protección con un coste mínimo. También deben preverse fondos para gastos de mantenimiento y reparaciones, con objeto de que las estructuras funcionen con eficacia cuando se decida utilizarlas.

También debe reconocerse que con frecuencia las estructuras de protección contra las inundaciones fallan o son destruidas como consecuencia de una inundación muy intensa, o también debido a los residuos y materiales que el río transporta que, cuando estos se acumulan contra un puente, causan una inesperada elevación del nivel de las aguas; otras veces la causa es la aparición de inundaciones superiores a la inundación típica calculada. Existe otro riesgo, y es que la construcción de los trabajos de ingeniería tiende a dar un falso sentido de seguridad a las personas

que viven en las zonas protegidas Por consiguiente, resulta esencial que estas medidas de control de las inundaciones vayan acompañadas de otras medidas absolutamente necesarias, tales como el control del aprovechamiento de las tierras, las normas de construcción, etc., para poder así plantear de manera completa la eficaz protección de las vidas y propiedades.

Terraplenes

Los terraplenes (también llamados diques, malecones o ataguías) construidos en las llanuras aluviales y en los deltas de los ríos fueron hechos en principio por los habitantes de los pueblos y agricultores para tratar de defender sus pequeñas propiedades. Se podían construir a bajo precio con el trabajo y materiales disponibles en los alrededores del río. Los diques de tierra son el medio más antiguo y más ampliamente utilizado para proteger los campos contra las inundaciones. En las riberas más bajas y en los grandes ríos los diques son el único medio de prevenir las inundaciones, y quizá constituyen la estructura de protección más barata para este fin. Los viejos diques han sido recrecidos y reforzados en el transcurso de los años y también se han construido otros nuevos. Se sabe que en la India* la longitud total de los diques construidos antes de 1947 era de 5.300 km, y que entre 1954 y 1969 se construyeron 7.000 km. La mayor parte de esta longitud de diques, unos 3.000 km, fue construida en el río Brahmaputra. A lo largo del río Kosi se llegó a construir una longitud total de 240 km de diques durante el período 1953-1959.

El agua que normalmente hubiese fluído a través de la ribera de inundación para llegar al río se acumulaba detrás del dique. Por consiguiente, es necesario disponer de un sistema adecuado para llevar este agua al río mediante exclusas y estaciones de bombeo. El drenaje y aguas de alcantarillado procedentes de las zonas urbanas puede exigir actividades de bombeo durante el gran flujo de las inundaciones. Se debe dedicar especial atención a los afluentes que se unen al río principal en un tramo terraplenado, ya que las inundaciones del río principal retrocederán hacia los afluentes y, para evitar este efecto, es preciso disponer de embalses de agua remansada.

Normalmente no se proyectan ni construyen estructuras para el control de las inundaciones ni tampoco diques que permitan lograr una protección completa contra las inundaciones más extraordinarias e infrecuentes, ya que el coste de estas obras no quedaría justificado por los beneficios económicos obtenidos. Sin embargo, los proyectos de control de las inundaciones en las zonas urbanas o edificadas permiten tener un grado de protección mucho mayor que el que se obtiene en las zonas rurales o agrícolas.

En la India, por ejemplo, los diques en las zonas agrícolas tienen por objeto en general permitir una protección contra las crecidas cuya frecuencia es de 25 años, mientras que los que protegen las zonas urbanas importantes han sido diseñados para contrarrestar las inundaciones que se producen cada 50 años. En Japón, en el programa de control a largo plazo de las inundaciones, se especifica que se deben emprender proyectos para los 108 ríos más importantes, con objeto de proteger los terrenos contra las inundaciones que tienen una probabilidad de ocurrencia de una vez cada 100 años; en algunos casos, de una vez cada 200 años. Los proyectos para zonas urbanas y otros ríos permiten obtener una protección contra las inundaciones que se producen una vez cada 50 años, pero en algunos casos especiales también se hacen obras de protección contra las inundaciones que se producen una vez cada 100 años.

En la mayoría de los casos, los criterios que se aplican al proyecto de diques se fundan en la máxima inundación registrada. A medida que se dispone de más datos hidrológicos, correspondientes a más largos períodos, y a medida también que las máximas inundaciones pasadas son sustituidas por otras nuevas y mayores, se cambian en consecuencia los criterios de planificación y proyecto. En la fase inicial de estos trabajos en la India, la anchura de la cima de los diques era generalmente de 3 m, pero ahora ha aumentado a 5 m. El borde libre del dique era de 1 m a 1,5 m por encima del más alto nivel de inundación observado. La inclinación por los lados era de 2:1, en el lado del río, y de 3:1 en el lado opuesto. En Japón se utiliza una anchura de 5 a 7,5 m en la cima de los diques, y la altura libre es en general de 1,5 a 2 m.

* J. P. Maegamvala y R B. Shah, "Review of river training measures in India". *Report of Eighth Congress on Irrigation and Drainage, 1972.*