

INUNDACIONES

LINEAMIENTOS GENERALES PARA SU MANEJO



Dr. Juan Carlos Villagrán De León

Asociación Jensen

para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología

Guatemala, Guatemala

CENTRO CIENTIFICO JENSEN

El Centro Científico Jensen de la Asociación Jensen realiza investigaciones científicas y técnicas en varios temas. Uno de los temas principales de investigación está dedicado al estudio de la problemática asociada a los desastres naturales, teniendo como meta la sistematización de las causas que dan lugar a tales desastres para proponer e implementar medidas que tiendan a reducir los impactos en las sociedades urbanas y rurales de América Central.

Reconociendo la necesidad de brindar un aporte conceptual para el entendimiento de las causas de los desastres, se presenta esta revista que contiene los aspectos más relevantes en torno a la gestión del riesgo, que es el concepto más moderno en torno a la temática de reducción de desastres naturales.

El Dr. Juan Carlos Villagrán De León, co-fundador del Centro Científico Jensen, ha sido pionero de esta temática en América Central, brindando aportes como consultor regional para varias organizaciones tales como el Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales de América Central, CEPREDENAC, así como para la Agencia de Cooperación Técnica Alemana, GTZ, y para instituciones nacionales de protección o defensa civil. El Dr. Villagrán ha diseñado e implementado múltiples sistemas comunitarios de alerta temprana en cuencas menores de América Central, creó la gerencia de gestión para la reducción del Riesgo en CONRED, Guatemala, y se dedica a la investigación científica, en particular en áreas de geofísica, física de superficies y óptica aplicada.

SERIE APORTES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Editada y publicada por la ASOCIACION JENSEN PARA LA PROMOCION DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA con el apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA.

Foto de portada: Inundación de una calle en La Ceiba, Atlántida, Honduras, durante el huracán Mitch. Cortesía de COPECO.

NOTA ACLARATORIA:

Esta publicación no refleja los puntos de vista de JICA en el contexto del manejo integral de las inundaciones.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	3
El marco conceptual de los riesgos	4
La amenaza inundación	4
Las vulnerabilidades asociadas a las inundaciones	9
Las deficiencias en las medidas de preparación con respecto a inundaciones	14
Factores que generan riesgos	15
El concepto integral de manejo de riesgos	17
Prevención	20
Mitigación	23
Preparación	24
El manejo participativo de riesgos	28
Lineamientos Generales para el Manejo de Inundaciones	31
Conclusiones	35
Bibliografía	37

INTRODUCCIÓN

En el contexto de los desastres naturales, las inundaciones continúan provocando daños materiales, económicos y pérdidas de vidas humanas. Las inundaciones afectan a poblaciones urbanas y rurales, interrumpen los procesos cotidianos del desarrollo y en algunos casos aumentan la pobreza en los países en vías de desarrollo.



El análisis de los impactos de las inundaciones debe servir de motivación a los gobiernos y autoridades a todo nivel, a las instituciones y organizaciones no gubernamentales, así como a la sociedad civil, para tomar responsabilidades con respecto a como afrontarlas para minimizar su impacto.

Al analizar las experiencias en América Central después de Mitch, se concluye que hay muchas valiosas que se deben recopilar, sistematizar y divulgar para fomentar la cultura de reducción de desastres, necesaria para fomentar el desarrollo sostenible. En tal sentido, este documento recoge varias de esas experiencias recopiladas a lo largo de cinco años, enfocando aspectos como las diversas medidas a implementarse para reducir el impacto de las inundaciones. Reconociendo que el esfuerzo debe tener un carácter multisectorial, presenta ejemplos y comentarios que ilustran tales aspectos, así como sugerencias sobre alternativas que pueden implementarse en el ámbito de la gestión para la reducción de riesgos y la preparación.

En la elaboración del documento se ha tenido en mente un público meta constituido de técnicos de instituciones nacionales de reducción de desastres o de protección civil, entidades como las alcaldías y organizaciones no gubernamentales que hacen de la reducción de desastres su quehacer diario, estudiantes universitarios en los programas de maestría de gestión de riesgos, así como los miembros de los comités de emergencia y de reducción de desastres que están siendo conformados y capacitados en los diversos países de América Central a nivel provincial, municipal y local.

Siguiendo el enfoque de gestión para la reducción de riesgos, se inicia el documento exponiendo el marco conceptual que permite clasificar las posibles medidas a implementarse bajo el contexto de la prevención, la mitigación y la preparación. La implementación de los tres tipos de medidas es necesaria para garantizar un verdadero sendero hacia la reducción de desastres. Además se hace énfasis en la interacción entre todos los actores responsables como estrategia para promover el sostenimiento a largo plazo.

A lo largo del documento se han incluido ejemplos que acompañan el texto para incorporarle la riqueza de la experiencia centroamericana en el contexto de las inundaciones, ya sea en base a la presentación de los problemas típicos que afectan a comunidades, así como medidas exitosas que se han implementado para minimizar sus impactos.

MARCO CONCEPTUAL DE RIESGOS

Los desastres naturales que han causado cuantiosas pérdidas materiales y fatalidades a lo largo de los últimos siglos, han puesto de manifiesto que varios países en vías de desarrollo han optado por procesos de desarrollo que no están adecuadamente adaptados a la diversidad de fenómenos naturales que se pueden manifestar en las diversas regiones del planeta. Bajo la nueva óptica de la gestión para la reducción del riesgo, se resume que la sociedad está continuamente construyendo riesgos, que se tornan en desastres cuando los fenómenos naturales se manifiestan físicamente.

Esta nueva visión de la reducción de los desastres mediante el manejo integral del riesgo tiene como meta la identificación de esas causas que guían a la sociedad en la generación de los riesgos, con la meta de atacar estas causas de raíz y de esta manera promover un desarrollo más sostenible.

De acuerdo al modelo planteado por el autor, el riesgo se integra en base a 3 componentes: *amenazas*, *vulnerabilidades* y *deficiencias en las medidas de preparación*.

Las amenazas naturales y socio naturales representan la posibilidad de que se manifiesten estos tipos de fenómenos y se caracterizan mediante su dinámica espacial y temporal. En particular, las amenazas socio-naturales representan aquellas que son magnificadas como resultado de acciones sociales, por ejemplo, los deslizamientos e inundaciones que se pueden propiciar como resultado de manejos inadecuados de los suelos y bosques en cuencas y laderas y la deforestación masiva.



En contraste a las amenazas, las vulnerabilidades reflejan la propensión de la infraestructura y líneas vitales, de procesos y de la prestación de servicios en las comunidades a ser afectados por fenómenos naturales de diversas magnitudes y tipos.

En contraste a las amenazas, las vulnerabilidades reflejan la propensión de la infraestructura y líneas vitales, de procesos y de la prestación de servicios en las comunidades a ser afectados por fenómenos naturales de diversas magnitudes y tipos.

Finalmente, las deficiencias en las medidas de preparación son indicativas de incapacidades y problemas existentes que impiden que la sociedad y sus instituciones encargadas de este tipo de actividades respondan de manera eficiente y coordinada cuando se manifiesta en sí un fenómeno natural. A continuación se presentan estos conceptos en el contexto de las inundaciones.

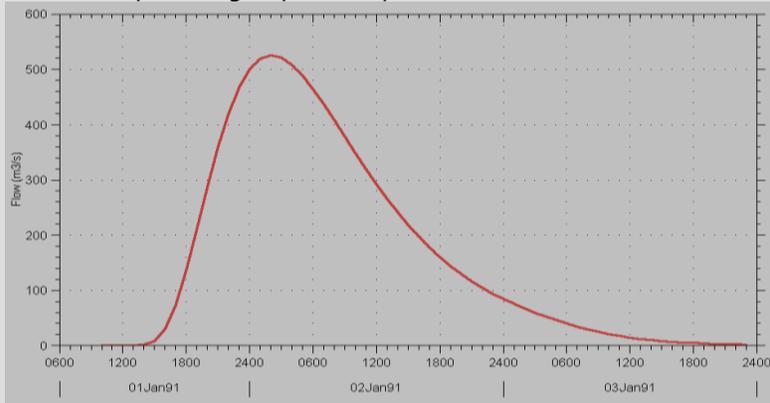
LA AMENAZA INUNDACION

Las inundaciones son desastres asociados a fuertes lluvias, tormentas y huracanes, en los cuales la precipitación es tal que el río se sale de su cauce normal, desbordándose e inundando poblaciones, campos agrícolas, potreros, vías de comunicación e infraestructura productiva. Como se sabe, la

persistencia de inundaciones ocasiona problemas de salud relacionados con enfermedades de la piel, así como gastrointestinales y aquellas asociadas al medio acuático e insectos.

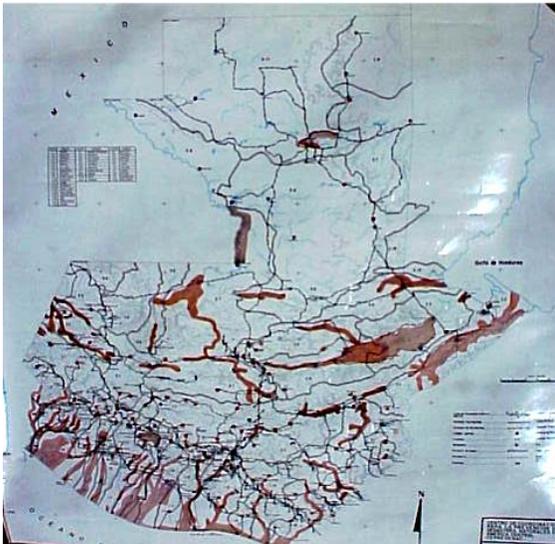
La caracterización de las inundaciones que pueden ocurrir a lo largo de una cuenca como amenazas involucra un estudio hidrológico de la cuenca. El estudio hidrológico abarca la deducción de la relación entre precipitación y caudal o escorrentía, la evolución temporal del caudal en diversos sitios de la cuenca mediante la generación de hidrogramas unitarios y la delimitación de las planicies de inundación de acuerdo a diversos escenarios de precipitación.

Un hidrograma representa como va cambiando el caudal conforme pasa el tiempo en algún punto específico de la cuenca.



Por ejemplo, dada una precipitación hipotética de alguna duración e intensidad, tal precipitación genera un caudal que varía en el tiempo como se aprecia en la figura. El caudal aumenta hasta un máximo y horas después decrece gradualmente.

Tales estudios son realizados por hidrólogos o expertos en la materia y se completan mediante trabajos de campo que incluyen levantamientos de aforos en diversas secciones del río y sus afluentes, análisis geomorfológicos y morfométricos, levantamientos de secciones transversales topográficas y trabajos de gabinete que involucran la elaboración de modelos hidrológicos empleando datos de precipitación, aforos, así como mapas cartográficos de alta resolución.



La caracterización de la amenaza se logra determinando las alturas a las cuales puede ascender el río en comunidades, terrenos agrícolas y vías de comunicación y su relación con la precipitación pluvial en toda la cuenca. Un mapa de amenaza de inundaciones debe contemplar regiones geográficas a ser inundadas. De esta forma se puede determinar mediante el uso del mapa las posibles áreas de influencia de inundaciones. En Guatemala, el INSIVUMEH ha generado un mapa de amenaza para las distintas cuencas de Guatemala.

Este mapa es el primer ensayo con relación a la

representación de amenazas a nivel nacional. Contempla todo el territorio nacional y representa regiones a ser inundadas. Sin embargo, a la amenaza inundación se le asigna el mismo valor para todas las regiones a ser inundadas, independiente de la magnitud de las precipitaciones, por lo cual el mapa solamente tiene un uso limitado.

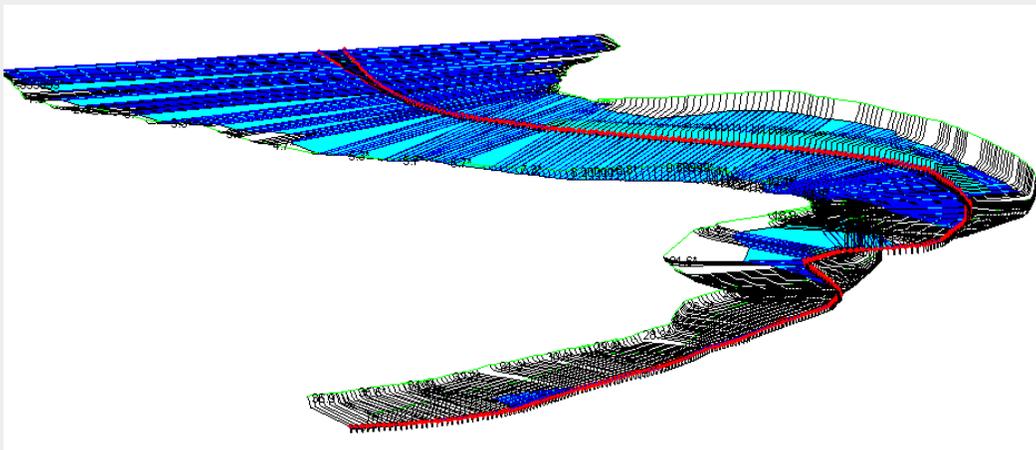
Tomando como punto de partida este mapa, se hace necesario avanzar reconociendo que las inundaciones en cada cuenca cubren distintas áreas geográficas dependiendo del nivel de inundación. Una pequeña inundación cubre un área geográfica reducida. En contraste, una inundación de gran magnitud cubre extensas áreas, sobretodo en las zonas donde la pendiente es mínima. Por lo tanto, el siguiente paso en la elaboración de mapas de amenaza implica el enfoque hacia cuencas específicas. En tal sentido, se delimita la cuenca y sus distintos afluentes y se procede a la elaboración de modelos hidrológicos para la cuenca. Dichos modelos tienen como meta, una vez completados, presentar las zonas inundables para diversos tipos de episodios.

RIO LEAN

El río Lean nace en las montañas de la cordillera Nombre de Dios y tiene un caudal que fluye mayormente en la dirección Nor Este. En el segmento sur los afluentes Lean y Texiguat sirven de línea divisoria entre los departamentos de Atlántida y Yoro y el río abarca todo el municipio de Arizona, así como secciones de los municipios de Tela y Esparta. Además, en la región norte del cauce el río sirve de límite territorial entre los municipios de Arizona y Esparta.

El río Lean tiene una cuenca que comprende un área de 1001 kilómetros cuadrados. El río se nutre de las lluvias que nacen en la cordillera Nombre de Dios y está compuesto de más de 600 kilómetros de afluentes de diversos órdenes, desembocando en el mar caribe.

La figura presenta las zonas inundables en la cuenca baja del río para un evento como el huracán Mitch. La desembocadura se presenta en la parte superior de la figura, donde están situadas las planicies de inundación.



Para construir este tipo de mapas es necesario hacer levantamientos topográficos en las poblaciones en riesgo para establecer regiones geográficas que se encuentran a niveles particulares de elevación con relación al nivel del río.

Los estudios de amenaza más modernos introducen aspectos asociados al estudio de los fenómenos mediante análisis estadísticos de sus períodos de retorno. En tal sentido se realiza un análisis que permite asociar a la intensidad de los eventos más extremos un período de retorno en el tiempo. De esta manera se puede modelar eventos y sus posibles impactos de acuerdo a eventos de distintos períodos de retorno, por ejemplo, elaborar mapas de amenaza para eventos con períodos de retorno de veinte, cincuenta o cien años. Dichos estudios hacen uso de modelos estadísticos de tipo Pearson III o Gumbell, que se aplican al estudio de eventos extremos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CASOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN EN LA CEIBA Y TELA, HONDURAS

AÑO	TELA			CEIBA		
	1 DIA	3 DIAS	5 DIAS	1 DIA	3 DIAS	5 DIAS
70-71	281.69	302.01	499.62	148.08	499.62	352.30
71-72	115.06	175.26	175.26	168.66	168.91	204.98
72-73	331.22	445.52	445.52	359.41	415.04	415.04
73-74	134.80	138.40	151.80	308.61	333.25	334.70
74 75	199.70	345.60	350.80	187.96	250.95	282.19
75 76	131.40	175.90	233.30	164.59	251.71	286.77
76 77	221.10	360.50	515.80	381.25	785.62	866.39
77 78	164.40	290.90	292.40	556.20	756.90	807.40
78 79	225.50	372.90	417.30	235.90	314.90	369.90
79 80	167.50	293.90	294.60	366.90	445.10	458.30
80 81	230.10	442.30	477.60	353.80	357.00	576.70
81 82	180.70	280.00	322.90	200.70	221.30	235.00
82 83	75.60	106.80	125.60	357.90	510.30	522.20
83-84	160.00	167.40	199.00	442.90	480.40	498.00
84-85	162.50	279.00	279.00	270.80	337.40	345.80
85-85	207.00	253.20	255.60	405.60	464.80	477.50
86-87	182.30	261.40	361.50	181.10	206.40	264.00
87-88	312.70	363.60	373.80	336.30	526.70	538.20
88-89	253.30	501.80	687.30	230.00	362.00	590.90
89-90	146.70	272.00	348.60	240.60	456.30	555.10
90-91	305.70	326.40	463.20	378.10	514.30	591.20
91-92	330.10	375.00	403.70	203.60	226.60	388.70
92-93	175.50	244.20	265.90	182.90	195.80	198.20
93-94	203.90	308.10	313.60	551.00	676.80	677.30
94-95	96.50	204.20	239.90	83.00	171.00	196.20
95-96	203.00	266.60	295.60	330.30	507.90	518.60
96-97	221.30	448.30	605.90	234.30	552.40	641.20
97-98	123.00	245.70	301.70	105.70	223.50	323.90
98-99	269.10	612.60	328.60	294.10	743.70	930.10
99-00	163.30	372.40	541.50	202.10	486.70	513.50
00-01	282.00	597.50	742.10	249.80	447.90	503.20
01-02	236.20	411.80	521.70	233.00	532.50	716.50

retorno de 20 años tiene una magnitud estimada de 332 mm, que se apega mucho a los 331 mm. De manera similar, en el caso de La Ceiba para el caso de precipitaciones acumuladas de 3 días se tiene un evento máximo de todo el registro de 786 mm, que casi coincide con eventos de período de retorno de 25 años.

El Servicio Meteorológico Nacional de Honduras lleva un registro diario de precipitaciones desde 1970, que permite identificar para cada año cual ha sido el día más lluvioso. Reconociendo que las lluvias en la zona a veces se manifiestan como producto de varios días de lluvia, se puede calcular la acumulación de lluvia máxima en uno, tres y cinco días para cada año. Esto se muestra en la tabla de la izquierda. Con los datos se ha realizado un modelo tipo Pearson III para caracterizar eventos de acuerdo a distintos períodos de retorno. La tabla de abajo refleja la cantidad de precipitación que se puede asociar a eventos con períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 40 y 50 años. En la tabla se han identificado con texto grueso los eventos de mayor magnitud contenidos en el registro histórico, así como los períodos de retorno que más se acercan a dichos eventos. Por ejemplo, para el caso de Tela, la precipitación máxima registrada durante 1 día en todo el registro (1970-2002) es de 331 mm. Un evento con período de

	TELA			LA CEIBA			PR	yt
	1 d	3 d	5 d	1 d	3 d	5 d		
PROMEDIO	203	320	379	280	419	474		
DESV EST	68	121	155	115	173	193	1	
alfa =	54	96	124	92	138	153	5	1.5
u =	172	265	308	226	340	386	10	2.3
							20	3
xt(2a) =	192	300	353	260	390	442	25	3.2
xt(5a) =	253	409	493	364	547	616	40	3.7
xt(10a) =	293	481	586	433	650	731	50	3.9
xt(20a) =	332	550	675	500	749	841		
xt25a) =	344	572	704	521	781	877		
xt40a) =	370	618	763	565	847	950		
xt(50a) =	382	639	790	585	878	984		
Max serie	331	613	742	556	786	930		
	313	598	687	551	757	866		
	306	502	629	443	744	807		

Como se observa, con esta información se puede alimentar los modelos hidrológicos y obtener escenarios de amenaza que permiten identificar posibles zonas a ser inundables asociadas a eventos que tienen diversos períodos de retorno.

Como se verá más adelante, la capacidad de manejar este tipo de información estará asociada a la aceptación de los niveles de riesgos que una sociedad o una comunidad están dispuestos a aceptar cuando se deben diseñar e implementar medidas estructurales como bordas u ordenamientos territoriales.

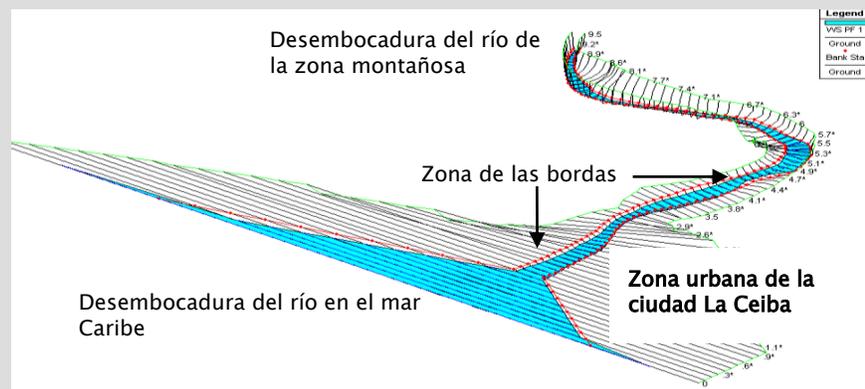
LA BORDA DE PROTECCIÓN CONTRA DESBORDAMIENTOS EN LA CEIBA

Durante el huracán Mitch, la ciudad La Ceiba experimentó grandes inundaciones producto de dos factores: el desbordamiento del río Cangrejal y un ineficiente sistema de drenajes. Como medida para prevenir futuras inundaciones, el Gobierno de Honduras construyó bordas de seis metros de altura dejando un canal del orden de 180 metros de ancho para el cauce del río. Dicha medida tiene como meta impedir que futuros eventos con períodos de retorno del orden de 20 años, como el huracán Mitch, provoquen desbordamientos hacia la zona urbana.



Utilizando información topográfica, cartográfica, los registros de lluvia de La Ceiba y mapas cartográficos de la cuenca, se modeló precipitación similar a la del huracán Mitch para la cuenca baja tomando en consideración la borda. Los resultados de la simulación, mostrados en el diagrama, indican que el ancho cauce dejado entre las bordas para que fluya el río en estas condiciones extremas es suficiente para

para contener el río en el cauce impidiendo el desbordamiento en la zona de tales bordas. El desbordamiento que se muestra en la parte baja de la figura corresponde a la zona de desembocadura del río al mar.



VULNERABILIDADES ASOCIADAS A INUNDACIONES

Como se indicó en la sesión inicial, las vulnerabilidades reflejan lo propenso que están la infraestructura, los servicios, los procesos, los comercios y las actividades a ser afectadas de manera parcial o total cuando se manifiestan las inundaciones. La existencia de desastres asociados a inundaciones implica que las diversas sociedades que experimentan este tipo de desastres no han podido adaptarse al comportamiento natural de estos fenómenos hidrológicos. Desde tiempos ancestrales la humanidad ha buscado acercarse a los ríos para beneficiarse de los recursos que ofrece, como el acceso fácil al agua para diversos usos y la fertilidad de los suelos en sus riberas. Sin embargo, el crecimiento poblacional tan grande que experimentan los países en vías de desarrollo en las últimas décadas está provocando que se generen y crezcan asentamientos en las riberas de los ríos, que se utilicen tierras en las riberas para agricultura y ganadería, así como la dotación de la infraestructura necesaria para acompañar estos desarrollos sociales.

A diferencia del estudio cuantitativo de amenazas por inundación que está ya avanzado en lo que respecta a modelos técnicos y técnicas para su evaluación, el estudio de las vulnerabilidades es incipiente y no se cuenta en la actualidad con técnicas o metodologías comúnmente aceptadas para su evaluación cuantitativa. Aunque la amenaza es una sola en el caso de las inundaciones, las vulnerabilidades asociadas son múltiples, pues se manifiestan en distintos sectores: *vivienda, infraestructural, agricultura, ganadería, líneas vitales, comunicaciones*, etc. Además, es importante reconocer que las vulnerabilidades se manifiestan en diversos entornos: familiar, a nivel de barrio, comunidad, municipio, departamento, país y región.

Existen varios tipos de vulnerabilidades, tales como:

- ***Vulnerabilidad Estructural***
- ***Vulnerabilidad Funcional u operativa***
- ***Vulnerabilidad Financiera y de ingresos económicos***
- ***Vulnerabilidad Social***
- ***Vulnerabilidad del Proceso Educativo***
- ***Vulnerabilidad Psicológica***

VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS:

La vulnerabilidad estructural refleja lo propenso que está una construcción a ser dañada por un fenómeno natural tal como un terremoto, una inundación o un huracán. Bajo esta vulnerabilidad se incluyen todos los elementos de la construcción que son propensos a ser afectados: paredes, techos, puertas, ventanas, accesos y pisos.

Analizando daños en viviendas asociados a inundaciones históricas, la vulnerabilidad estructural en este caso se puede clasificar de acuerdo a los materiales de construcción empleados debido a que hay

materiales más y menos vulnerables al contacto con el agua. Además, hay que reconocer que la vulnerabilidad difiere con respecto a si el agua fluye lentamente o si fluye de manera caudalosa debido a los efectos de erosión hidráulica de flujos de alta velocidad sobre los materiales de construcción.

Vulnerabilidad de Casas de Adobe en el Lago de Guija durante el Huracán Mitch

El Lago de Guija es una reserva de agua con fines pesqueros y energéticos, pues sirve de embalse a la planta hidroeléctrica El Guajoyo en el Municipio de Metapán en el Departamento de Santa Ana en El Salvador. Durante el huracán Mitch, las viviendas de adobe en la comunidad Las Cuevitas experimentaron daños severos en sus bases como resultado del aumento del nivel del lago y el fuerte oleaje asociado a los vientos que generó el huracán a su paso por la zona.



Esto motivó a los habitantes a reconstruir las

viviendas con dos mejoras específicas:

- La elevación de la vivienda por encima del nivel observado durante el huracán Mitch y
- la creación de muros de protección de piedra en el contorno de la vivienda para evitar el impacto de las olas con las paredes directamente.



El estudio de vulnerabilidad estructural debe enfocar los materiales de construcción que se han utilizado en los pisos y paredes de las viviendas que son los elementos estructurales que entran en contacto con el agua durante las inundaciones. De manera similar, es importante analizar las condiciones de las inundaciones cuando se realizan los análisis de vulnerabilidad, pues los desbordamientos de gran caudal pueden tener un poder erosivo enorme y hacer colapsar viviendas, puentes e infraestructura vital como las líneas de agua potable y caminos mientras que las inundaciones de baja velocidad no tienen dicho poder erosivo.

VULNERABILIDAD FUNCIONAL

Esta vulnerabilidad está asociada a los aspectos funcionales en una vivienda, comercio, servicio, proceso o empresa. Por ejemplo, en el caso de la ganadería cuando se inundan los pastos en las riberas de los ríos por varias semanas, el proceso de alimentación del ganado se interrumpe. En tal sentido, se puede decir que estos pastos poseen una vulnerabilidad funcional, porque no pueden

funcionar como pastos para alimento de ganado mientras están inundados. De manera similar, un restaurante, una bodega, un centro de salud, una iglesia o una escuela que estén prácticamente inundados no pueden funcionar en esos momentos como está previsto. Eso significa que poseen una vulnerabilidad funcional, que debe ser reconocida, reducida y, de ser posible, eliminada.

Una vulnerabilidad funcional crítica se manifiesta en las líneas vitales: agua potable y caminos. Si por algún motivo se contamina el sistema de distribución de agua potable o su fuente como resultado de una inundación, se pone en peligro la salud de las personas de una comunidad. De manera similar, un camino en zonas muy bajas puede dejar de funcionar como paso para vehículos en casos de inundaciones.

INUNDACIONES EN LA ZONA COSTERA DE ATLÁNTIDA, HONDURAS

Año con año, algunas comunidades de la costa norte de Honduras situadas en el departamento de Atlántida quedan incomunicadas por días o semanas debido a que sus caminos de acceso están situados en las planicies de inundación.

En tales casos la población debe buscar alternativas como el uso de caballos y mulas, o bien, atravesar a pie los tramos para agenciarse de víveres y trasladarse a otras



comunidades.

En casos extremos, la autopista que conduce desde Tela hacia La Ceiba se ve bloqueada en dos sitios: en el río Perla y en el río Lean. En ambos casos, los desbordamientos de los ríos son tales que interrumpen el tránsito de vehículos, de manera que la carretera deja de ser funcional en esos momentos.

Uno de los parámetros más críticos para determinar la vulnerabilidad funcional de una estructura es la elevación de su piso con respecto al nivel del río. Entre más alto sea el nivel del piso, menor será la vulnerabilidad funcional de la estructura en general.

VULNERABILIDAD ASOCIADA A LOS INGRESOS ECONÓMICOS

En muchos casos se puede presentar una vulnerabilidad de ingresos económicos relacionada con posibles pérdidas económicas durante desastres naturales. Un ejemplo ilustrativo es la agricultura, la cual es propensa a ser dañada por inundaciones o sequías. Las personas que se dedican a la

agricultura en planicies de inundación son vulnerables financieramente en la medida en la cual su trabajo y por ende, sus ingresos económicos se ven afectadas por una inundación que pueda destruir sus cultivos.

¿UNA VULNERABILIDAD CALCULADA? CULTIVOS DE MAIZ EN EL LAGO DEL GUIJA.

El lago de Guija es un lago que es utilizado por la hidroeléctrica Guajoyo como embalse de agua para la generación de energía eléctrica. Mediante un decreto legal, la CEL tiene la facultad para regular el nivel del lago, lo que en la época de lluvia significa llevarlo hasta un nivel máximo permitido de 430.30 metros sobre el nivel del mar para almacenar agua para la producción de energía eléctrica.

Todos los años, pobladores de las comunidades Las Cuevitas y La Barra siembran maíz en terrenos situados debajo de los 430.30 metros, por lo cual, siembran en una zona de amenaza de inundación.

Reconociendo que el maíz es un cultivo vulnerable a las inundaciones, sobretodo cuando queda semanas bajo el agua, los ingresos económicos de varios pobladores de estas comunidades son vulnerables debido a la posibilidad de que el nivel del lago aumente drásticamente como resultado de fuertes lluvias que nutren el lago con agua procedente de Guatemala, antes de que madure el maíz.



Otro ejemplo es el de la ganadería de exportación en zonas inundables. Durante el reciente huracán Mitch, tanto en Guatemala, como en Honduras se dieron enormes pérdidas en este sector. Por una parte, los cercos de madera y alambre espinado fueron para el ganado barreras imposibles de atravesar, sucumbiendo a la inundación.

La vulnerabilidad de ingresos económicos está asociada a la propensión de los ingresos a reducirse o perderse como resultado de las inundaciones. En tal sentido, un comercio o una bodega que esté situada en zonas de inundación podrá generar pérdidas económicas ya sea por la inhabilidad de realizar las actividades comerciales cotidianas, o bien por la pérdida de mercadería que sea alcanzada por la inundación.

VULNERABILIDAD SOCIAL

Esta vulnerabilidad es la más compleja de definir dados los múltiples factores sociales que la integran. A continuación se presentan algunos ejemplos ilustrativos.

Consideremos dos viviendas vecinas, de tal forma que se encuentran bajo la misma amenaza. Sin embargo, en una de las dos viviendas viven tres personas muy ancianas y dos bebés menores de un año. En contraste, en la otra viven 4 niños mayores de 10 años y adultos, pero no ancianos.

Como es de esperarse, durante un evento natural los bebés y los ancianos requieren de un cuidado especial para ser evacuados dada su falta de movilidad. En cambio, en la otra vivienda no hay personas que requieran de cuidados especiales. Esto implica que la vivienda con los bebés y los ancianos presenta una vulnerabilidad social más alta que la vivienda con los niños mayores de 10 años.

Otro ejemplo de vulnerabilidad social se presenta para el caso de los servicios sociales de salud, religión, educación y de formación profesional. En la medida en la cual se interrumpe el proceso de la comercialización de productos en un mercado se estará afectando dicho proceso. De ahí que se tenga que determinar la vulnerabilidad social en este contexto.

Como un factor adicional asociado a la vulnerabilidad social se menciona la asociada a la salud de las personas. Sin embargo, por lo general la salud es un factor que se asocia con los procesos que se llevan a cabo después de un desastre. Como ejemplos se mencionan las enfermedades gastrointestinales, pulmonares y de la piel que se pueden generar en niños como resultado de las inundaciones.

En este caso se debe determinar cual sector de la población es vulnerable y de que manera lo es. Por ejemplo, la niñez desnutrida no cuenta con un sistema de defensa inmunológico adecuado que le permita hacer frente a las bacterias y virus que generan enfermedades como la diarrea o la pulmonía. Sin embargo, una niñez bien alimentada y nutrida podrá defenderse mejor de estas bacterias que se presentan como resultado de las inundaciones.

VULNERABILIDAD DEL PROCESO EDUCATIVO

En ciertos desastres naturales como las inundaciones, se debe recurrir a las escuelas como refugios temporales mientras dura la inundación. Desafortunadamente, mientras están siendo utilizadas como refugios, las escuelas dejan de ser los centros educativos y se interrumpe el proceso educativo. Se dice entonces que el proceso educativo es vulnerable. Sin embargo, en varios países se están haciendo esfuerzos por no interrumpir los procesos educativos mediante la selección de escuelas como refugios.

VULNERABILIDAD PSICOLOGICA

Históricamente, algunas personas que han sobrevivido a un terremoto o a una tragedia de enormes proporciones manifiestan temor cuando se producen fenómenos naturales similares, aunque sean de pequeña magnitud. Esto significa que un evento de grandes proporciones puede generar una vulnerabilidad psicológica en ciertas personas.

Por lo general, esta vulnerabilidad se detecta mejor en el caso de terremotos. Personas afectadas por un gran terremoto se atemorizan ante un temblor. Esto no les permite reaccionar en forma

eficiente o lógica durante eventos similares. Dado que se trata de un fenómeno psicológico, se recomienda su tratamiento desde que se manifiesta el temor para minimizar su efecto y no trasladar dicho temor a otros desastres. En muchos casos este tipo de temor se manifiesta ante la imposibilidad de controlar la situación generada por el fenómeno, manifestando las personas un comportamiento de angustia ante cualquier evento de este tipo.

Aunque algunos autores manejan vulnerabilidades adicionales de otros tipos, éstas quedan fuera del ámbito de este texto. Se recomienda la revisión de literatura especializada para profundizar en este campo.

DEFICIENCIAS EN LAS MEDIDAS DE PREPARACION ASOCIADAS A INUNDACIONES

Una de las lecciones aprendidas del huracán Mitch fue el elevado costo que tuvo en términos de vidas humanas las deficiencias en las medidas de preparación en caso de desastres.

La poca capacidad de la gente en reconocer de antemano lo que en realidad podía implicar un huracán como Mitch en la región, la improvisada respuesta cuando se iniciaron los daños y los escasos recursos disponibles para realizar las tareas de búsqueda, rescate, evacuación y manejo de la situación de desastre pusieron de manifiesto que los países afectados no contaban con programas integrales de manejo de desastres que abarcaran desde el nivel local en las aldeas y caseríos hasta el nivel nacional.

Entre las deficiencias en las medidas de preparación se reconocen las típicas tales como la ausencia de comités de emergencia debidamente organizados, entrenados y dotados de recursos; la incapacidad en coordinar la asistencia humanitaria; la ausencia de señalización de rutas de evacuación, así como de sistemas de alerta temprana y la carencia de estructuras eficientes para manejar una respuesta coordinada que abarque desde el nivel nacional hasta el nivel local de manera escalonada.

Sin embargo, se debe reconocer que hay responsabilidades que no se desean aceptar por parte de la sociedad civil y por parte de la población que está en mayor riesgo. Día a día se observa la invasión de terrenos en zonas de alta amenaza por gente en busca de mejores condiciones de vida. La selección de tales zonas muchas veces obedece a las ventajas que ofrecen en base a la cercanía a centros sociales tales como los mercados, las escuelas, fuentes de empleo y servicios médicos. Desafortunadamente, esta misma población al asentarse en estas zonas de alta amenaza constituye un foco de creación de riesgos, pero no reconoce las mínimas condiciones necesarias para asegurar el sostenimiento de la vida si se manifiesta un fenómeno de gran intensidad.

En tal sentido, es necesario también analizar las deficiencias en las medidas de preparación en todos los sectores, para identificar las medidas necesarias para fomentar una mejor preparación y de esta manera minimizar las pérdidas ocasionadas por los eventos naturales.

FACTORES QUE GENERAN RIESGOS

Para completar el modelo conceptual, se debe reconocer que las sociedades son entes dinámicos, cambiantes en el tiempo y el espacio. En el contexto de los riesgos esto implica que los riesgos se generan o construyen a lo largo del tiempo y que hay factores que propician o permiten que se generen tales riesgos. Por ejemplo, entre estos factores se mencionan el crecimiento poblacional, las migraciones de zonas rurales a zonas urbanas, la pobreza, la falta de experiencia, etc. En la siguiente figura, las flechas que salen del círculo representan aquellos factores que permiten que aumenten las vulnerabilidades o las deficiencias en las medidas de preparación, o que aumenten algunos tipos de amenazas como las socio-naturales y las sociales.

COMPONENTES DE RIESGO Y FACTORES QUE LOS AUMENTAN



Conforme evolucionan las comunidades, aumenta el número de viviendas, el número de personas y por ende, se requiere cada vez de un mayor cantidad de líneas vitales como carreteras, drenajes, fuentes de agua potable, centros de salud, servicios, etc. Entre los factores que generan los riesgos, el principal es la capacidad que tiene la población para asentarse en esta zona de amenaza. De igual

manera, la carencia de normas de construcción que permiten a la población construir con técnicas a su antojo y no necesariamente adecuadas para resistir el impacto de los fenómenos. A lo largo de muchos años, los riesgos van creciendo y cuando finalmente se manifiesta un desbordamiento del río, se genera el desastre.

LAS INUNDACIONES DE SAN SEBASTIÁN, RETALHULEU, GUATEMALA

En el año 1999, la comunidad San Sebastián experimentó inundaciones prácticamente en el centro de la ciudad. El río Ixpatz, normalmente pequeño, subió su cauce resultado de fuertes lluvias en la cuenca. El desbordamiento del río fue causado por dos factores sociales que se manifestaron a lo largo de varios años: la población que tiró al cauce del río todo tipo de basura, incluyendo colchones, refrigeradoras y otros aparatos inservibles, llantas viejas y la construcción de viviendas a expensas de angostar el canal de río en sí. Tanto la construcción de las viviendas, como el tirar basura al lecho del río aumentó drásticamente la amenaza. Además, las viviendas en algunos casos eran sumamente vulnerables.



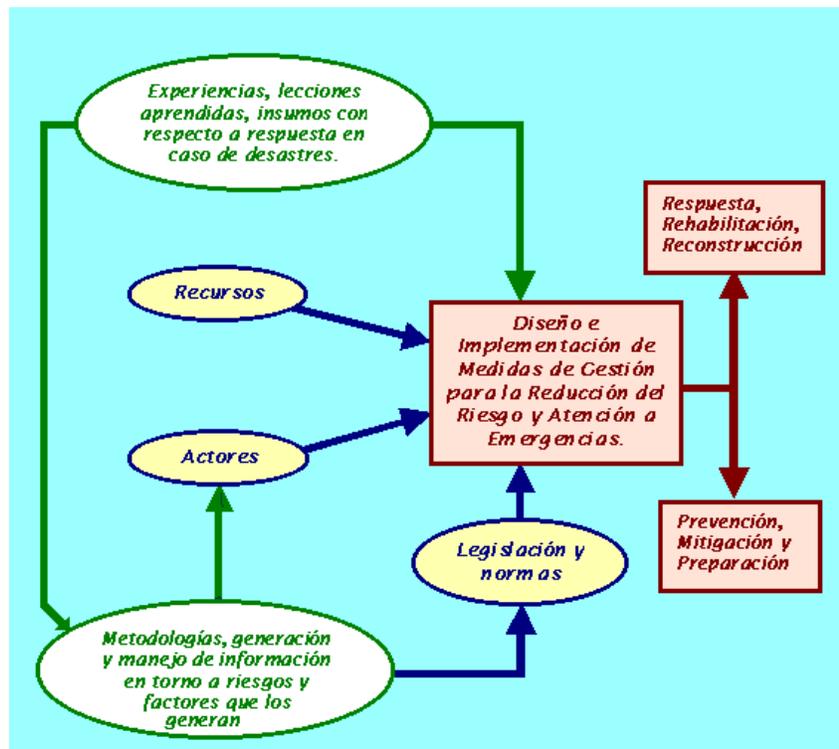
Para reducir la amenaza a nivel aceptables, el gobierno tuvo que dragar el cauce del río en las zonas donde era factible introducir maquinaria pesada y limpiar el cauce a lo largo del pueblo de tanta basura acumulada durante varias décadas. Fue interesante notar como las personas de avanzada edad recordaban que hacía casi tres décadas antes se habían manifestado precipitaciones de similar intensidad que provocaron en ese entonces inundaciones, pero que la nueva generación había olvidado ya tal episodio.

A diferencia de las sociedades norteamericanas o europeas, donde hay estrictas normas sobre donde se puede construir, como se debe construir, y donde la población voluntariamente ejerce un control estricto de la natalidad y se culturizan hasta un nivel elevado, en América Latina prácticamente no existen tales normas y el crecimiento poblacional es vertiginoso. Como resultado, los riesgos crecen drásticamente cada década y con ellos, las posibles pérdidas materiales y humanas una vez que las amenazas se tornan en eventos reales como los terremotos, el huracán Mitch y los deslizamientos. En los siguientes capítulos se discuten algunas medidas que se pueden implementar para controlar la generación de los riesgos, así como su reducción en el ámbito de lo que se conoce como la gestión para la reducción del riesgo.

EL CONCEPTO DEL MANEJO INTEGRAL DE RIESGOS

Tomando como base la discusión anterior en torno a riesgos y su generación, así como en torno al manejo de los desastres, se hace necesario concebir un modelo conceptual que permita integrar las distintas acciones asociadas al manejo de los riesgos (prevención y mitigación para reducirlos, preparación para enfrentarlos de mejor manera y respuesta, rehabilitación y reconstrucción para resolver los problemas que se suscitan después del desastre). En tal sentido se propone la siguiente estructura como modelo conceptual para el manejo integral de los riesgos y desastres.

En este modelo se toman como insumos la información en torno a los riesgos, así como experiencias y lecciones aprendidas de pasados desastres para conformar una serie de insumos que se materializan vía actores, legislación, normas y recursos que permiten la definición e implementación de diversas medidas asociadas a la reducción de riesgos y atención a desastres.



La estructura del modelo toma como punto de partida la existencia de riesgos conformados por amenazas, vulnerabilidades y deficiencias en las medidas de preparación; de factores que propician la generación de riesgos tales como la pobreza, la inexistencia de normas de ordenamiento territorial y uso de suelos sin enfoques de amenazas naturales; la inexistencia de códigos de construcción adaptados a los diversos fenómenos que se manifiestan en el país, así como deficiencias en la coordinación durante los desastres. Estos insumos permiten la elaboración de normas y legislación respectiva, la identificación de recursos y la identificación de actores que tienen la responsabilidad de identificar e implementar las medidas asociadas a la reducción de riesgos, así como las medidas asociadas a la preparación.

En el caso de las inundaciones es necesario reconocer que se trata de fenómenos dinámicos, que en el caso de las cuencas involucra el desbordamiento de ríos hacia zonas habitadas o zonas de terrenos con usos agrícolas y ganaderos.

Como punto de partida se recomienda el diagnóstico de los riesgos, que abarca la determinación de la amenaza asociada a las inundaciones, las distintas vulnerabilidades y las deficiencias en medidas de preparación. De manera paralela también es necesario identificar los factores generadores de riesgo presentes. La identificación de los componentes de los riesgos tiene como meta la identificación del tipo de medidas que se debe implementar para reducirlos. Por lo general, se identifican medidas complementarias que tienden a reducir de la manera integral los componentes, así como medidas que de cierta manera tengan alguna ingerencia sobre los factores que los generan.

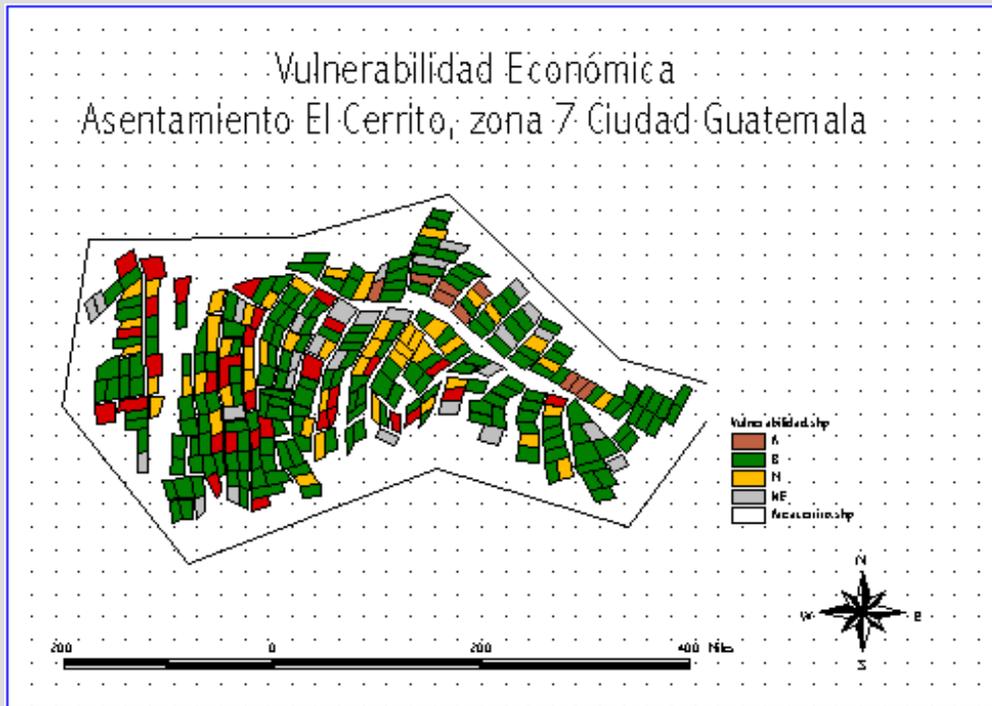
El método más simple para representar amenazas a nivel de comunidades consiste en dimensionar en un mapa de la comunidad el impacto de un evento histórico como el huracán Mitch. El siguiente mapa, elaborado de manera participativa por miembros de la comunidad Arizona, que está bajo amenaza de inundación por el río Lean, indica zonas de alta, media y baja amenaza. Desafortunadamente, tales mapas no representan de manera adecuada las vulnerabilidades, aunque se les denomina popularmente masas de “riesgo” o de “emergencia”, según sea el caso.



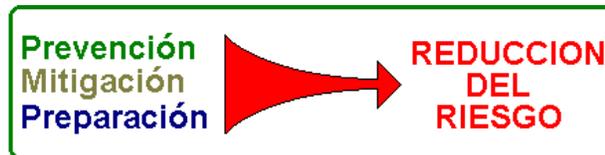
En este tipo de mapas, la zona roja representa las zonas que se inundan con frecuencia, mientras que las zonas que tienen fondo verde representan aquellas zonas que no se inundan por estar situadas a mayor elevación con respecto al nivel del río.

ESTUDIO DE RIESGOS ASOCIADOS A DESLIZAMIENTOS EN ASENTAMIENTOS DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

En El año 2001 se realizó un proyecto para la caracterización cuantitativa de riesgos asociados a deslizamientos en una muestra de nueve asentamientos del distrito metropolitano. Una de las vulnerabilidades evaluadas fue la de ingresos económicos, que tomó en consideración la ubicación de los ingresos, su tipo, el número de ingresos distintos disponibles en cada vivienda y su propensión a ser afectados por los deslizamientos. Utilizando la herramienta de computación ARCVIEW se digitalizaron los lotes del asentamiento y a cada lote se le asignó su vulnerabilidad respectiva. El siguiente mapa representa la vulnerabilidad de ingresos económicos para cada lote del asentamiento.



Para minimizar los riesgos se habla de tres tipos de medidas: *prevención*, *mitigación* y *preparación*, que se describen a continuación.



LA PREVENCION

En el caso de las inundaciones la prevención se asocia al conjunto de medidas tendientes a reducir el desbordamiento de los ríos, así como a reducir la exposición de la población, su infraestructura, sus propiedades y los servicios que prestan con respecto a las inundaciones. En tal

sentido, las medidas de prevención tienen como meta evitar que los desbordamientos afecten a las diversas poblaciones en la cuenca baja.

Entre las medidas a implementarse asociadas a la prevención se pueden construir bordas de diversos tipos que evitan el desbordamiento de los ríos en diversos sitios de la cuenca. Sin embargo, se debe tener cuidado al diseñar y construir tales bordas para que no sean arrasadas por el caudal del río durante episodios de fuertes precipitaciones.

LECCIONES APRENDIDAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE BORDAS EN LA COSTA NORTE DE HONDURAS.

Durante años, compañías de ingeniería trataron de construir bordas en ríos como el Lean y el Cuero sin éxito técnico. Sin conocer la dinámica de los ríos, propusieron la construcción de las bordas con dos tipos de deficiencias críticas:

- *Reducción del ancho del cauce a un mínimo, lo que implica aumentar su velocidad y por lo tanto, su poder erosivo*
- *Construcción de la borda simplemente removiendo arena y rocas del lecho y colocándolas en bordas de tipo triangular.*

Como resultado, durante fuertes tormentas los caudales erosionaron tales bordas hasta eliminarlas prácticamente, como lo muestran las fotografías antes y después de un episodio de este tipo.



La construcción de bordas debe realizarse tomando en consideración aspectos geomorfológicos de la cuenca, así como la hidrología del río, sobretodo con respecto al arrastre de sedimentos y rocas que pueden tener un efecto erosivo capaz de derribar estructuras de diversos tipos. Las bordas gavionadas de rocas así como las bordas de rocas grandes con espigones son resistentes a los efectos erosivos de flujos caudalosos.

En contraste a las bordas también se pueden contemplar medidas que restringen el uso de los suelos en las zonas inundables. En este caso se habla del ordenamiento territorial, que tiene como meta indicar los usos más apropiados para zonas específicas tomando en consideración entre otros los potenciales impactos de fenómenos naturales como las inundaciones. Por ejemplo, se pueden

definir zonas de amortiguamiento en las riberas, donde se prohíbe cualquier tipo de construcción. Finalmente se puede hablar sobre embalses en la cuenca alta que tengan como meta almacenar de manera temporal los caudales durante crecidas para descargarlos gradualmente y así controlar o impedir el desbordamiento de los ríos en las planicies de inundación. Sin embargo, en la actualidad no se han implementado este tipo de medidas en América Central.

La decisión sobre el uso de esquemas de ordenamiento territorial es compleja debido a los estudios que se requieren para realizar propuestas sólidas sobre ordenamiento territorial que abarquen todos los aspectos con respecto al uso de suelos.

Aunque las bordas ofrecen una protección en el caso de desbordamientos, no siempre son deseables por dos efectos conexos que generan. En primera instancia, las bordas impiden el flujo de agua desde el río hacia los terrenos, pero a su vez, la borda impide el flujo de agua de lluvia hacia los ríos, causando inundaciones frecuentes como resultados de fuertes precipitaciones. De manera similar, en casos de asolvamiento, las bordas tienden a subir el nivel del río y causar mayores problemas en el futuro cuando el río se desborde. En tal situación, se debe tener muy claro que el uso de bordas debe ser restringido a casos donde no se generarán problemas de inundación a corto y largo plazo.



Dado que prácticamente todas las poblaciones que se inundan en estas cuencas están situadas en las planicies de inundación y tomando en consideración el arrastre de sedimentos y su posterior acumulación en dichas planicies, no se recomienda por lo general la construcción de bordas en tales situaciones, a excepción de proteger puentes y estructuras específicas.

Otro aspecto importante a considerar en el caso de las bordas es el hecho que en varios casos los cauces de los ríos sirven de división política entre municipios. En este contexto la construcción de una borda o el desvío del río en una zona de un municipio puede tener efectos drásticos en el otro municipio, sobretodo en el caso de la construcción de bordas, que tendrá como meta impedir inundaciones en un municipio a costa de potenciarlas en el otro. Dado este problema de jurisdicción territorial, también es recomendable analizar con mucho detalle la construcción de bordas de grandes envergaduras en segmentos de los ríos.

LA MITIGACION

En el caso de las inundaciones la mitigación tiene como meta reducir las vulnerabilidades existentes. Por ejemplo, el retroajuste de viviendas para que no sean inundadas frecuentemente mediante la elevación de sus pisos es un ejemplo de tales medidas. De manera similar, la mitigación tiene como meta reducir de manera significativa las pérdidas asociadas a los ingresos económicos.

LA EXPERIENCIAS EXITOSAS DE ATENAS DE SAN CRISTÓBAL Y EL SUSPIRO EN ATLÁNTIDA, HONDURAS

Atenas de San Cristóbal en el municipio de Arizona es una comunidad distinta a muchas otras. Debido a las múltiples inundaciones que se manifiestan año con año en la comunidad resultado de los desbordamientos del río Lean en la época lluviosa, la población voluntariamente está adoptando una medida estructural que reduce la vulnerabilidad de las viviendas: el aumento del nivel del piso con respecto al suelo por encima de los niveles típicos de inundación.



En el caso de las líneas vitales, la mitigación tiene como meta hacer que las carreteras sean menos vulnerables, por ejemplo, mediante el reemplazo de un vado por un puente que permita el tránsito de vehículos todo el tiempo, o bien el retroajuste de tuberías de agua potable para que no se rompan fácilmente y no se contamine el agua. De manera similar se puede concebir la construcción de bordas de gaviones en las orillas de los puentes para que el río no excave las bases de tales puentes y los destruya, o bien la elevación de los puentes de hamaca para que puedan ser usados durante crecidas.

A nivel de poblados la mitigación se realiza mediante el retroajuste de edificios públicos como las escuelas, los centros de salud, los salones comunales y las iglesias para que no sean afectadas por los desbordamientos.

LA PREPARACION

En el caso de las inundaciones, así como en otros casos, las medidas de preparación tienen como meta fomentar que la población y sus estructuras respondan de manera eficiente y rápida una vez que se manifiesta el fenómeno para minimizar las pérdidas causadas por tal fenómeno.

La preparación contempla la organización de comités de emergencia que respondan de manera coordinada con las otras instancias mientras dura el fenómeno para atender a los damnificados, a resolver los problemas que se presentan como resultado de la alteración o daño de las líneas vitales, así como a restaurar el orden conforme pasa el tiempo. Paralelo a la organización se contemplan otras medidas como la elaboración de los planes de emergencia, la señalización de rutas de evacuación, la ejecución de simulaciones y simulacros y la capacitación y dotación de insumos a los cuerpos de socorro y de respuesta que tienen que realizar diversas acciones como búsqueda y rescate, atención y evacuación de heridos y damnificados, traslado de heridos a centros hospitalarios, etc.

Como se ha indicado, la preparación no reduce ni la amenaza ni la vulnerabilidad, pues no contempla medidas de este tipo. Sin embargo, en muchos casos la preparación abarca el conjunto de medidas que se pueden implementar inicialmente para fomentar una cultura de reducción de desastres. Los sistemas de alerta temprana implementados en las cuencas de la costa norte han servido para introducir las nociones de gestión de emergencias y de riesgo, motivando el fortalecimiento de las capacidades locales en pro de la reducción de riesgos. En tal sentido, han abierto un planteamiento a todo nivel para promover un desarrollo más sostenible al motivar a la población y a las estructuras locales a pensar en el impacto de los desastres y las medidas a tomarse para reducir tales impactos en el futuro.

EL PAPEL DE LA ALERTA TEMPRANA

En el contexto de los desastres naturales, los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) están jugando un papel importante al minimizar pérdidas y vidas humanas, y por lo tanto, se están diseñando e implementando en todo el mundo. En general, uno puede concebir los SAT como medidas que integran tres componentes: Instituciones, Instrumentación y la Sociedad Civil.

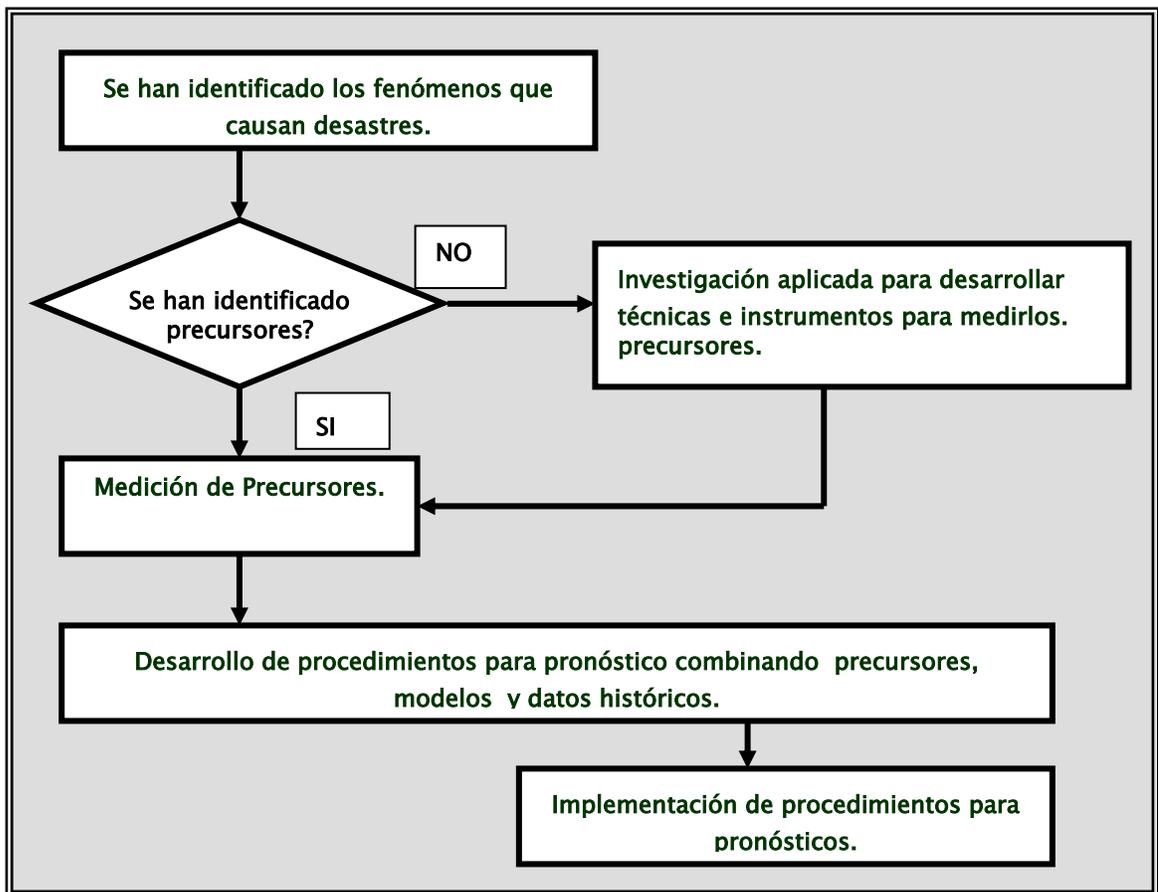
Las instituciones técnico-científicas evalúan normalmente los fenómenos naturales usando instrumentación y pueden emitir una alerta con respecto a un posible evento. Las instituciones de defensa civil o protección civil tales como las oficinas o comités nacionales de emergencia reaccionan entonces alertando a la población, la cual a su vez responde vía la evacuación hacia refugios seguros e implementando medidas para minimizar las pérdidas.

Desde un punto de vista técnico, el establecimiento de Sistemas de Alerta Temprana requiere de conocimiento suficiente con respecto a los fenómenos que están provocando tales desastres y los riesgos respectivos que afrontan las sociedades como consecuencia. Esto implica conocer el



comportamiento temporal y espacial de tales fenómenos vía el modelaje de cantidades físicas y el desarrollo de procedimientos para realizar los pronósticos que se aplican como parte de los SAT. En este contexto, uno busca las señales precursoras que pueden relacionarse con la magnitud más probable para el evento.

El cuadro ilustra el procedimiento tradicional para desarrollar e implementar los mecanismos de pronóstico que son una parte integral de cualquier SAT. Por ejemplo, en el caso de inundaciones uno debe pensar en la intensidad y acumulación de precipitación y en el caudal en los ríos como precursoras. Su medición puede brindar información con respecto a la posible extensión de una inundación una vez que se han desarrollado modelos hidrológicos que caracterizan la cuenca y las planicies de inundación respectivas.



Mientras los países desarrollados aumentan la lista de precursoras por medio de nuevas técnicas para medirlos, los países en vías de desarrollo están encontrando precursoras más básicas que se amoldan a sus capacidades y limitaciones. Siguiendo el ejemplo de las inundaciones, los países desarrollados y algunos países en vías de desarrollo están implementando radares tipo Doppler para estimar las posibles intensidades de la precipitación y la extensión geográfica de tormentas. En contraste, en América Central algunas comunidades están implementando técnicas simples

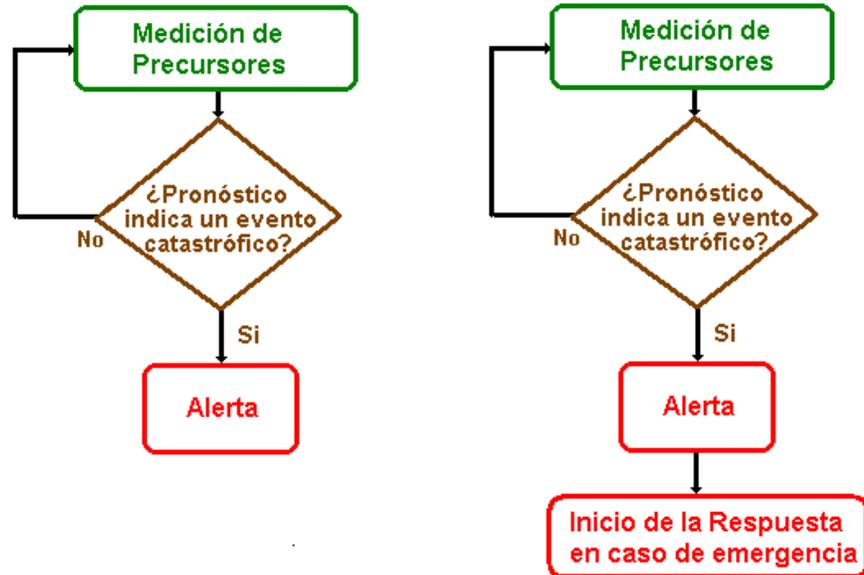


para medir la precipitación acumulada usando pluviómetros simples y escalas de nivel de río.

Sin embargo, es importante reconocer que las técnicas avanzadas brindan pronósticos más amplios y precisos que las técnicas simples, pero obviamente a un costo más elevado. En este caso se torna crítico el aspecto del sostenimiento cuando se debe decidir que sistema de precursores se usarán para el monitoreo como parte del sistema de pronóstico.

El Marco Operativo de los Sistemas de Alerta Temprana

En años recientes han emergido dos marcos operativos con respecto a los SAT. El marco operativo tradicional se compone de tres fases: medición de precursores, pronóstico de eventos probables y la declaración de alerta en caso que se manifieste un evento. El marco más novedoso que está siendo promovido por las



entidades nacionales de manejo de emergencia y de gestión de riesgo incluyen una cuarta fase que contempla el inicio de las actividades de respuesta una vez que se ha declarado la alerta. El propósito de añadir esta cuarta fase es la de reconocer que se requiere de una respuesta a la alerta, una donde la responsabilidad inicial recae en las entidades de respuesta y cuerpos de socorro.

ASPECTOS ACTUALES CON RELACION A LOS SAT:

Centralización y Descentralización de los SAT:

Cuando se analiza quien ejecuta las dos fases iniciales de los sistemas de alerta temprana, específicamente el monitoreo y el pronóstico, se pueden ver dos enfoques: sistemas centralizados donde agencias de tipo nacional llevan a cabo estas funciones y en los sistemas descentralizados donde estas funciones las realizan otras agencias, trabajadores municipales y voluntarios. Por ejemplo, en Centro América los Servicios Meteorológicos Nacionales operan sistemas de alerta temprana para huracanes e inundaciones, incluyendo la emisión de alertas a los medios. Tales sistemas son diseñados e implementados por estas instituciones. En contraste, las instituciones nacionales de reducción de desastres, organizaciones internacionales y ONGs han estado implementando sistemas descentralizados en pequeñas cuencas, donde voluntarios de las comunidades ejecutan todas las fases, incluyendo la respuesta. En estos sistemas las alcaldías

coordinan muchas de las actividades y se enlazan con la agencia nacional de emergencia vía una red de radiocomunicaciones que se usa para distribuir toda la información dentro del sistema.

Entre las diferencias que se detectan entre estos dos tipos de sistemas se manifiestan cuatro en particular:

1. *Los sistemas centralizados se basan en técnicos y profesionales bien entrenados para su operación, mientras que en el caso de los sistemas descentralizados las actividades las realizan voluntarios no entrenados de manera técnica.*

2. *La instrumentación que se emplea en los sistemas centralizados para la medición de precursores es usualmente de tipo automático y con capacidad de transmitir información en tiempo real a la agencia central usando redes de satélites o radiocomunicaciones. Aunque los instrumentos se colocan en zonas rurales, las comunidades rurales no tienen accesos a las comunicaciones para otros propósitos.*

3. *En los sistemas centralizados los pronósticos se presentan por encargados de relaciones públicas o autoridades de las instituciones a los medios masivos y a las entidades nacionales de emergencia en la capital al mismo tiempo. Posteriormente es responsabilidad de las entidades nacionales de emergencia diseminar las alertas en zonas rurales donde se sentirán los impactos. En contraste, en los sistemas descentralizados la información se disemina mediante la red de radiocomunicación que se monta como parte del SAT.*

4. *Los sistemas descentralizados, especialmente aquellos operados en áreas rurales, se limitan a pocos fenómenos naturales cuyos precursores se pueden medir por personal no capacitado técnicamente en las comunidades.*



Aunque los sistemas descentralizados se operan con equipo mucho más simple y por lo tanto menos preciso, estos sistemas dependen de una red de operadores de radios para transmitir información con respecto a señales precursoras o alertas. Lo que se pierde con respecto a la precisión para medir y pronosticar eventos se gana mediante la posibilidad de transmitir otra información sumamente útil, generalmente relacionada a aspectos sociales, tales como asistencia médica, información con respecto a parientes, o procesos, o la solicitud de problemas como la reparación de líneas de distribución de energía eléctrica y restablecimiento de la electricidad cuando falla, o gestionando maquinaria pesada para reabrir el paso en carreteras rurales incomunicadas por derrumbes. En la mayoría de los casos los sistemas descentralizados se están aplicando a inundaciones, especialmente en cuencas menores (hasta 1000 km²).

En el contexto de la alerta temprana, la participación de los medios masivos de prensa, televisión y radio está siendo más efectiva en alcanzar a más gente. Sin embargo, aun existen problemas en

zonas remotas, donde las emisoras de radio locales todavía no se integran a los SAT como elementos importantes.

LA ORGANIZACIÓN Y CAPACITACION DE COMITES DE EMERGENCIA

Como se indicó con anterioridad, una buena preparación consiste en tener grupos organizados, capacitados y con recursos disponibles para dar respuesta pronta y efectiva una vez que se manifiesta un fenómeno que puede causar desastres.

Por lo general, en América Central todos los países tienen instituciones nacionales que se encargan de organizar tales grupos, capacitarlos y dotarlos de los insumos necesarios. En tal sentido, el huracán Mitch vino a proveer una serie de recursos adicionales, canalizados a través de diversas organizaciones como la Cruz Roja y las organizaciones no gubernamentales internacionales, (ONGs), que han fortalecido los esfuerzos en esta materia en zonas de alto riesgo.

Entre las actividades llevadas a cabo por tales organizaciones se mencionan la elaboración de croquis de amenazas, planes de emergencia, elaboración y distribución de material didáctico. Además, para identificar las fortalezas de estas medidas de preparación se han realizado simulacros y simulaciones, que ponen a prueba las estructuras y sus planes de emergencia con el fin de detectar puntos críticos que pueden ser corregidos antes de que suceda un desastre.

EL MANEJO PARTICIPATIVO DE RIESGOS

En la sección pasada se presentaron algunas de las medidas que se pueden implementar para reducir los tres componentes de los riesgos. En esta sección se presenta una estrategia en particular que ha tenido éxito en varias regiones del mundo, incluyendo en América Central, para la selección e implementación de este tipo de medidas: *el proceso participativo*.

LAS METAS PLANTADAS EN LOS PROCESOS PARTICIPATIVOS

El proceso participativo tiene como metas las siguientes:

- *Manejar los aspectos sociales, técnicos y políticos de manera integral de riesgos.*
- *Traer a la mesa de negociación los diversos puntos de vista sobre los problemas que están asociados al manejo de la cuenca.*
- *Abrir la mesa de discusión y de búsqueda de soluciones a diferentes actores.*
- *Promover soluciones aceptadas por consenso y no por votación o imposición.*
- *Encontrar avenidas para la solución de conflictos entre sectores o grupos de interés.*
- *Promover el sostenimiento a largo plazo de las medidas implementadas.*

El proceso participativo se basa en el reconocimiento de que las inundaciones afectan a diversos sectores o grupos, pero también reconoce que existen diversas presiones para el manejo de los recursos de la cuenca por parte de diversos grupos. De igual manera reconoce que la solución a tales problemas no puede venir solamente de un sector, tal como el sector técnico y el político, sino que se deben alcanzar consensos en la búsqueda de soluciones.

Cuando se analizan los problemas asociados al manejo integral de la cuenca, es posible integrarlos en tres clases:

- *Problemas asociados a la calidad del agua*
- *Problemas asociados a la cantidad de agua*
- *Problemas asociados a los ecosistemas de la cuenca.*

Por ejemplo, la contaminación de los ríos en la cuenca media con productos tóxicos de industrias, agroindustrias y con desechos sólidos y líquidos de poblados descargados al río por sistemas de drenajes puede tener un impacto grave con respecto a la calidad del agua en la cuenca baja, donde la población, el ganado y la agricultura tienen también derecho a agua de alta calidad, no contaminada.

De manera similar, la tala inmoderada de bosques en la cuenca alta repercute mediante la erosión, la sedimentación y una mayor cantidad de escorrentía, lo que se traduce en inundaciones y desbordamientos por excesos de caudal en momentos dados. En casos opuestos, poblaciones de gran dimensión como las ciudades pueden hacer tal demanda de agua de los ríos, que las poblaciones río abajo ya no cuentan con suficiente agua para satisfacer sus necesidades.

Finalmente, la contaminación y el uso irracional de los recursos en la cuenca puede impactar sobre los ecosistemas específicos existentes en la cuenca.

De los tres párrafos anteriores es fácil concluir que existen diversos grupos o sectores que hacen uso de los recursos en la cuenca para fines que a veces están en conflicto. Desafortunadamente, los mayores problemas se manifiestan en la cuenca baja, donde se combinan muchos o todos los problemas. Por esta razón es necesario buscar los procesos participativos que puedan sentar en la mesa a todos los interesados y los responsables para acordar soluciones integrales con las cuales todos puedan vivir en paz.

En tal sentido, el reto del proceso participativo es el de conllevar a los actores a reconocer los riesgos existentes y los factores que los generan con la meta de migrar hacia la búsqueda de alternativas y la aceptación de la convivencia con niveles de riesgo acordados por consenso.

Como todo proceso, el proceso participativo de manejo de las inundaciones y de la cuenca requiere de dos etapas:

- *Etapas de preparación*
- *Etapas de implementación*

La etapa de preparación abarca el diagnóstico de la problemática para plantear posibles soluciones, estrategias de implementación, responsabilidades y posibles impactos. Entre las herramientas de

tipo participativo para la realización de estas actividades se mencionan el análisis tipo FODA (**F**ortalezas, **O**portunidades, **D**ebilidades y **A**menazas), así como la planificación orientada hacia resultados (ZOPP o marco lógico).

Como resultados del proceso de planificación se pueden mencionar los siguientes:

- *Identificación de las fortalezas y debilidades de las políticas existentes en materia de manejo integral de los recursos de la cuenca.*
- *Identificación de puntos de vista, conflictos, valores, preocupaciones y necesidades de los diversos grupos con respecto a los recursos naturales de la cuenca.*
- *Identificación de la problemática que existe a nivel de grupos y sectores con respecto a las inundaciones en la cuenca baja.*
- *Identificación de direcciones, prioridades, estrategias y resultados por alcanzarse mediante el proceso.*
- *Identificación de actores y sus responsabilidades en las diversas fases del proceso.*
- *Identificar los recursos necesarios para concretar el manejo integral y sus fuentes.*

EXPERIENCIAS EN LA IMPLEMENTACIÓN PARTICIPATIVA DE SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA EN CUENCAS DE AMERICA CENTRAL, LA EXPERIENCIA DE GTZ.

En el año 1999, la Agencia de Cooperación Técnica Alemana implementó, con el apoyo financiero de la Oficina de Ayuda Humanitaria de la Unión Europea, ECHO, sistemas de alerta temprana en cuencas menores de todos los países de América Central. La planificación participativa de actores desde el nivel nacional, hasta los niveles municipal y local permitió la identificación concreta de los problemas asociados a las inundaciones, las estrategias para la implementación participativa de sistemas de alerta temprana en caso de inundaciones y los respectivos planes de actividades para concretar dichos sistemas en el período de un año.



La estrategia participativa facilitó el consenso de las metas a lograrse, la aceptación de responsabilidades por parte de los distintos voluntarios situados en diversos sitios de la cuenca, así como de las alcaldías e instituciones con presencia municipal (Cruz Roja por ejemplo), de la institución nacional de defensa civil o de manejo de emergencias, así como de la GTZ. En los países donde los compromisos de la institución nacional se han materializado de forma

continua y permanente, los sistemas han mejorado y se han replicado en otras cuencas problemáticas.

Como resultado del proceso de planificación se debe obtener un programa de trabajo que constituye la base para el proceso de implementación. Dicho programa de trabajo puede estar estructurado de varias maneras, pero debe contener los resultados por alcanzarse, las actividades a realizarse para alcanzar dichos resultados, los recursos necesarios para ejecutar las actividades, los responsables de ejecutar las diversas actividades e indicadores de cumplimiento y de impacto que permitan evaluar el progreso alcanzado y tomar las medidas respectivas en caso de problemas que se susciten en el camino.

ENTENDIENDO Y MANEJANDO LA COOPERACIÓN TÉCNICA.

Prácticamente todos los países desarrollados mantienen programas de cooperación o asistencia técnica, que tienen la meta de asistir a las entidades de las naciones en vías de desarrollo a implementar programas de diversa naturaleza. Desafortunadamente, en varias ocasiones se ha confundido lo que es cooperación técnica para la resolución de problemas con lo que significa la donación de recursos para la resolución de problemas.

Se debe tener claro que cuando se solicita cooperación técnica, esto implica que ya se tiene concebida la meta, resultado o proceso que se desea implementar y que se requiere de una asistencia que complementa los recursos que se están invirtiendo para tal fin. En tal sentido, la cooperación técnica no significa la firma de cheques en blanco por parte de un empleado de la cooperación a favor de la entidad ejecutora, o que el experto enviado pase a formar parte de las filas de trabajo cotidiano de la entidad.

En la medida en la cual se sepa de antemano que se quiere lograr, cuales son las necesidades identificadas para lograrlo, que recursos se tienen a disposición para realizarlo, en esa medida se podrá negociar desde una mejor posición la solicitud de asistencia técnica.

LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL MANEJO DE INUNDACIONES

El manejo del riesgo que representan las inundaciones requiere en muchos casos de un cambio de mentalidad, requiere pasar de una posición inactiva o reactiva a una proactiva, que empieza por reconocer que las inundaciones son un problema para muchos, pero que también hay muchos que pueden colaborar para que no tengan impactos tan grandes en el futuro, significa invertir tiempo y recursos de hoy en adelante para lograr un futuro más seguro para todos.

Este cambio de mentalidad significa pasar de la resignación sobre las inundaciones, esa

La resignación a las inundaciones significa aceptar que no se puede hacer nada al respecto, que es algo con lo que se tiene que vivir cotidianamente.

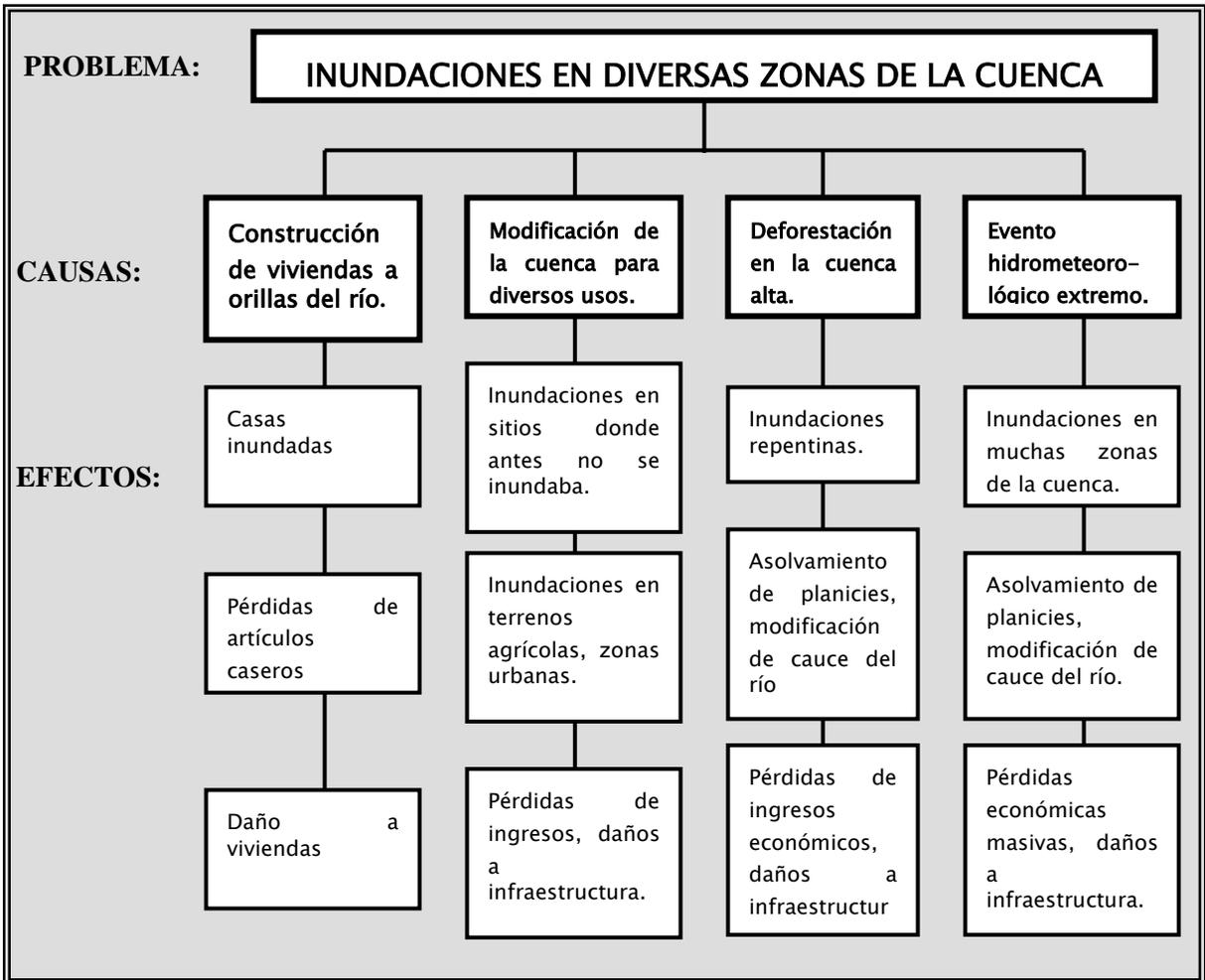
La adaptación a las inundaciones significa diseñar e implementar las medidas necesarias para que sus impactos sean menores y no afecten de manera catastrófica el desarrollo sostenible.

costumbre de ver las inundaciones como algo inevitable, como el paso del día a la noche y viceversa, hacia la adaptación, que significa buscar las medidas que hay que implementar para reducir gradualmente y de manera integral los impactos de las inundaciones.

A continuación se presentan una serie de lineamientos que pueden servir de guía para iniciar un proceso de manejo de la cuenca para minimizar el impacto de las inundaciones.

Primer Paso: ¡Reconocer la existencia del problema que ocasionan las inundaciones: sus impactos!

El primer paso en la reducción de los riesgos asociados a las inundaciones es el reconocimiento de cómo están afectando a las poblaciones, al sector productivo y a las diversas actividades que se llevan a cabo en las planicies de inundación. En tal sentido es necesario identificar, sistematizar y cuantificar cuales han sido los típicos daños asociados a las inundaciones recientes e históricas. Como medida para realizar esta identificación se propone la realización de talleres participativos de consulta, que tengan como meta estructural un árbol de problemas, que exponga las causas y efectos de las inundaciones. A continuación se presenta un ejemplo.



Como estrategia para la realización de este diagnóstico de problemas, sus causas y efectos, se sugiere el uso de un moderador y una metodología donde se hace el uso de pizarras para que los participantes expongan mediante tarjetas todos los comentarios. Una vez completado el ejercicio, el moderador resume, re-estructura y sistematiza el cuadro, elaborando un texto que incluye además una lista de los participantes, comentarios y sugerencias sobre como avanzar en la siguiente fase de búsqueda de consensos sobre como atacar las causas que generan el problema.

Segundo Paso: De la Resignación a la adaptación.

Una vez que los afectados creen que efectivamente se pueden organizar para concretar planes de manejo de la cuenca que reduzcan el impacto de las inundaciones en conjunto con los otros involucrados en toda la cuenca, entonces se puede lograr una efectiva gestión de los riesgos. Entre los pasos a seguir se pueden mencionar los siguientes:

1. *Identificación técnica del problema.*
2. *Identificación de una estructura social para concretar y coordinar un plan participativo de manejo integral de la cuenca.*
3. *Elaboración el plan participativo de manejo integral de la cuenca.*
4. *Implementación del plan mediante recursos de los involucrados, asistencia técnica externa y recursos adicionales externos.*



La identificación técnica del problema abarca el estudio hidrológico de la cuenca, la identificación de las causas de manera más precisa, así como el estudio de riesgos respectivo (amenazas, vulnerabilidades y deficiencias en las medidas de preparación). Requiere también de un análisis de los involucrados y de los conflictos existentes en el manejo de los recursos de la cuenca y de las debilidades existentes que han impedido que exista un desarrollo integral de la cuenca en la actualidad.

La estructura social que elaborará y coordinará la ejecución del plan participativo puede ser un comité interinstitucional con participación de la sociedad civil, o un comité asesor o alguna forma de estructura que facilita todo el proceso. Dicha estructura es representativa de todos los involucrados y tiene como meta la elaboración y la coordinación con respecto a la ejecución del plan de manejo de la cuenca.

El plan, como se ha descrito, debe reflejar en la medida de lo posible los consensos alcanzados entre los involucrados para el manejo integral de la cuenca que tenga como meta reducir los riesgos de inundación fomentando a la vez el uso razonable de los recursos. Como resultado del proceso de

consulta para la elaboración del plan, los involucrados deberán llegar a un consenso sobre el nivel de riesgo que están dispuestos a aceptar tomando en consideración los recursos que están dispuestos a invertir. En algunas ocasiones será necesario solicitar asistencia técnica para la identificación de opciones con respecto al plan y de la relación de costo/beneficio para cada opción, así como de sus ventajas y desventajas respectivas. De igual manera, se puede utilizar la asistencia técnica para el diseño del conjunto de medidas integrales a implementarse, las responsabilidades institucionales y sectoriales en la implementación de tales medidas, cronogramas, presupuestos e indicadores de cumplimiento y de impacto que sirven para determinar el estado de avance con respecto a la implementación del plan.

Finalmente, la implementación tendrá que ser coordinada por la estructura designada, quien velará por que se realicen las medidas identificadas; además, tendrá que realizar las modificaciones necesarias que requiere todo plan una vez que está en ejecución.

Ejemplos de Medidas		
TIPO DE MEDIDA	BENEFICIO	ENTIDAD RESPONSABLE DE IMPLEMENTARLA
Ordenamiento Territorial	Tiene como meta definir de que manera se deben utilizar los suelos en un municipio o zona geográfica tomando en cuenta sus usos potenciales (agricultura, ganadería, minería, urbanizaciones, etc), así como las amenazas a las cuales están sometidos. En el caso de inundaciones el ordenamiento territorial implica definir el uso de las riberas de los ríos, las zonas de amortiguamiento en zonas urbanas y rurales que dan margen al río a salirse de su cauce normal durante crecidas para impedir que se generen daños y pérdidas. El ordenamiento territorial es una medida asociada a la prevención, porque se está manejando la amenaza.	Alcaldía o Municipalidad, pero es recomendable que se elaboren mediante consensos intersectoriales.
Códigos de Construcción	Tienen como meta fomentar construcciones menos vulnerables mediante la normalización de técnicas y materiales de construcción a ser empleados para construir infraestructuras de cualquier tipo. En el caso de las inundaciones los códigos deben definir aspectos tales como altura mínima del piso de la infraestructura con respecto al suelo en zonas inundables, materiales de construcción para paredes y pisos y la estructura para los cimientos y paredes entre otros. La aplicación de los códigos de construcción se clasifica como una medida asociadas a la mitigación porque está asociada a la reducción de vulnerabilidad estructural.	La alcaldía los define y vela porque se cumplan, pero el constructor o el dueño de la obra es responsable de aplicarlos.
Respuesta en caso de desastres	Tiene como meta responder de manera eficiente y rápida si se manifiesta un fenómeno para minimizar las pérdidas. En el caso de inundaciones implica la conformación, organización y capacitación de cuerpos de socorro, la elaboración e implementación de planes de emergencia, la conformación de diversos comités, centros de operaciones de emergencia y similares y su puesta en marcha si se manifiesta una inundación. Esta medida se clasifica como una de preparación y respuesta	Cuerpos de socorro, comité de emergencia.

En la bibliografía se presentan referencia de consulta que amplían cada uno de los aspectos tratados en esta sección. Se recomienda al lector referirse a tales documentos para profundizar en los temas tratados.

CONCLUSIONES

Las inundaciones son fenómenos naturales que se están manifestando con más frecuencia como resultado de dos factores:

- *Los cambios climáticos a nivel global y regional, que afectan la precipitación.*
- *El asentamiento de poblados en zonas inundables como resultado del crecimiento poblaciones y las migraciones.*

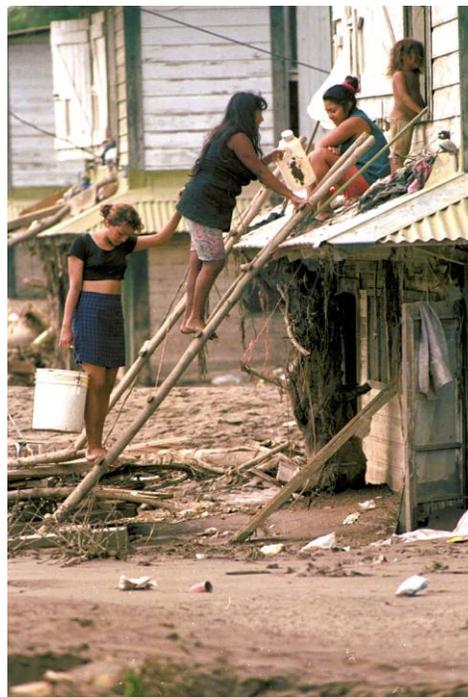
Aunque las cifras parecen indicar que el número de fatalidades está decreciendo como resultado de una mejor preparación para afrontarlas, las mismas cifras indican claramente que los daños y las pérdidas económicas están escalando drásticamente. Esto significa que las sociedades están de cierta manera generando riesgos cada vez mayores, que se transforman en desastres como el ocasionado por el huracán Mitch en 1998. Además, como resultado de las grandes inundaciones, las naciones en vías de desarrollo no logran consolidar procesos de desarrollo sostenibles, sino que tienen que desviar recursos preasignados para responder de manera repentina a una serie de daños que desencadenan dichas inundaciones.

En tal sentido, si se desea iniciar una ruta hacia el desarrollo sostenible, será necesario comprender los riesgos que están generando las sociedades, sistematizarlos, cuantificarlos y encontrar el conjunto de medidas para reducirlos. La reducción de riesgo asociados a las inundaciones y los factores que los generan se pueden agrupar en tres tipos de enfoques integrales:

- *Mantener el agua alejada de la gente.*
- *Encontrar formas para que la gente no sea afectada por el agua.*
- *Mantener a la gente preparada si entra en contacto con el agua.*

El primer enfoque se asocia con el manejo de la amenaza mediante diversos tipos de medidas, ya sea la construcción de bordas, embalses y el control de caudales mediante dragados rutinarios de los cauces de los ríos, o bien mediante el reconocimiento de zonas de amortiguamiento que deben ser respetadas, lo que significa mantenerlas inhabitadas o limitar su uso como zonas de recreo, algo asociado al ordenamiento territorial.

En contraste, el segundo tipo de medidas está asociada al manejo y reducción de vulnerabilidades de diversos tipos como las que se han discutido en este texto. En tal sentido, se



deben reconocer y sistematizar estas vulnerabilidades para encontrar las medidas necesarias para reducirlas.

Finalmente, el tercer tipo de medidas parece ser el que ha tenido mejor éxito en años recientes y está asociado a la preparación en caso de desastres. Aquí se mencionan medidas tales como la organización de comités de emergencia, la implementación de sistemas de alerta temprana, simulacros y simulaciones y medidas similares que tienen como meta mantener a la población preparada en caso de tener que enfrentarse a una inundación.



Aunque las medidas descritas en este documento son típicas para reducir los riesgos asociados a inundaciones, éstas representan solamente una muestra significativa de todo el conjunto de medidas realizables en este contexto. En tal sentido, se ha propuesto una estrategia de tipo participativo para identificar los tipos de medidas que mejor se adaptan para resolver la problemática existente, tomando en consideración los recursos disponibles y las situaciones particulares que afrontan las poblaciones que sufren los impactos de las inundaciones en cada cuenca. Sin embargo, se debe recalcar que no hay un modelo perfecto ni prescrito que sirva en todos los casos, pero si procedimientos que se han empleado exitosamente en varios países del mundo, el proceso participativo es uno de esos.

Se debe tener en cuenta que una planificación participativa exitosa se toma el tiempo que requiere. Como proceso no se puede forzar, sino que avanza a su propio ritmo en la medida en la cual los diversos participantes toman conciencia de los problemas, de lo que hay que hacer y de lo que ellos tienen que hacer. El permitir que los involucrados encuentren la sinergia necesaria será un paso crucial para la búsqueda de consensos, así como para el sostenimiento del esfuerzo a largo plazo.

Sin duda alguna todos estos procesos requieren de financiamientos y de compromisos con la naturaleza, compromisos de dimensión de obras versus su costo, compromisos de presupuestos y protecciones, compromisos de nuevos paradigmas.

En la medida en la cual aprendamos a reconocer las inundaciones presentes en nuestro entorno y como construir nuestro futuro tomando en cuenta los requisitos que nos impone este entorno, en esa medida estaremos perfilando nuestro desarrollo futuro en una forma más sostenible.

BIBLIOGRAFIA

- G. Borini-Feyerabend, M. Taghi Farvar, V. Solis y H. Govan. **Manejo Conjunto de los Recursos Naturales**, GTZ y UICN, Alemania, 2001.
- O. Cardona A., en **Los Desastres no son Naturales**, Compilado por A. Maskrey, Tercer Mundo Editores, Santa Fé de Bogotá, Colombia, 1993.
- ESCAP, **Guidelines on Participatory Planning and Management for Flood Mitigation and Preparedness**, Water Resources Series No. 82, United Nations, 2003.
- EIRD, **Living with Risk**, Versión Preliminar, Ginebra, 2002.
- C. Kiesel. **Guía para la Gestión del Riesgo en proyectos de desarrollo rural**. RUTA-CEPREDENAC, 2001.
- G. Romero y A. Maskrey, en **Los Desastres no son Naturales**, Compilado por A. Maskrey, Tercer Mundo Editores, Santa Fé de Bogotá, Colombia, 1993.
- J. C. Villagrán de León, **Sistemas de Alerta Temprana**, Publicación de UNICEF, 2003.
- J. C. Villagrán de León, **Aportes para la Gestión de Obras para la Prevención de Inundaciones**, Publicación del Proyecto FEMID-GTZ, 2001.
- J. C. Villagrán de León, **Experiencias y Contribuciones para la Preparación ante los Desastres Naturales en América Central**. Publicación Final del Proyecto RELSAT; FEMID-GTZ, 2000.
- G. Wilches-Chaux, en **Los Desastres no son Naturales**, Compilado por A. Maskrey, Tercer Mundo Editores, Santa Fé de Bogotá, Colombia, 1993.