

PLANEAMIENTO REGIONAL DEL DEPARTAMENTO DE PIURA PARA LA MITIGACION Y (O) PREVENCION DE DESASTRES

Por: Julio Kuroiwa* y Leonel Castro**

1. ANTECEDENTES

Desde el año 1925 a la fecha han ocurrido en el Perú cerca de 5,000 fenómenos geodinámicos destructivos que han dejado más de 100,000 víctimas y las pérdidas materiales directas han sobrepasado largamente los 3,000 millones de dólares.

Esto confirma que nuestro territorio presenta extensas áreas sensibles a fenómenos geodinámicos, siendo altamente vulnerables a los desastres naturales.

En la costa norte del país, los sismos y las lluvias torrenciales son los desastres naturales más frecuentes.

Las lluvias excepcionales son causados por el Fenómeno del Niño y es el tópico central de este trabajo.

2. EL FENOMENO DEL NIÑO

Este fenómeno, se manifiesta con el sobrecalentamiento de las aguas del Pacífico frente a las costas de Perú y Ecuador, afectando el clima de toda esa región y causando lluvias torrenciales en todo el norte peruano.

En un período de casi 100 años, se ha podido señalar la presencia del Fenómeno del Niño, en nueve ocasiones, siendo catastrófico en 3 ocasiones: 1891, 1925 y 1983. Durante 1891 y 1925 se precipitaron en el norte y centro del país, lluvias torrenciales con su secuela de huaycos, inundaciones y toda suerte de catástrofes, similares a las ocurridas en 1983.

Relatos históricos señalan que en 1891, Trujillo, Piura y Chiclayo soportaron intensas lluvias que destruyeron varias haciendas de caña. Asimismo en Paita, por las tempestuosas lluvias se desplomó la torre de la Merced y la Escuela Náutica también fue afectada.

En 1925, las lluvias torrenciales produjeron daños de consideración en Tumbes y Piura. Se produjo una grave inundación en Piura, afectando principalmente el distrito de Catacaos. Los despachos telegráficos de la región decían que "las dos terceras partes de Piura están inundadas y Catacaos es una laguna".

El distrito de Castilla está arruinado y el agua del río Piura llega a niveles tan altos como ni siquiera se produjo en 1891. Luego de la evaluación de los daños producidos, todos coincidieron en señalar que fue el año más terrible en la historia de Piura.

Pero a pesar de los graves daños sucedidos en el norte del país en 1891 y 1925, las áreas ur-

* Profesor Principal. Director CISMID, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería.

** Ingeniero Civil

banas crecieron sin ningún tipo de previsión, exponiendo a grandes sectores a torrentes e inundaciones.

El fenómeno del Niño de 1983 afectó el clima de todo el país y tuvo un radio de acción muy amplio, afectando incluso a países de varios continentes con lluvias torrenciales en algunos lugares y sequía en otros, como en Australia.

En el norte peruano, el evento fue totalmente extraordinario tanto en intensidad como en duración, lloviendo torrencialmente desde diciembre de 1982 hasta junio de 1983, lo que incrementó el volumen de agua de los principales ríos de la costa y produjo la reactivación y formación de numerosas quebradas. Esto trajo como consecuencia graves daños causados por inundaciones, huaycos, deslizamientos, maretaos y vientos huracanados. Los daños directos producidos por este fenómeno, tanto en infraestructura como en producción, en todo el país, se estimaron en 730 millones de dólares, siendo el departamento de Piura el más afectado de todos, con 500 millones de dólares en daños (68 o/o del total de daños en el país).

De esto se podría deducir que cuando el fenómeno se repita de aquí a unas décadas, si los asentamientos humanos no se planifican adecuadamente y las obras civiles no se ubican adecuadamente y se proyectan construyan con la debida seguridad, las pérdidas serán mayores que las de 1983.

Cada catástrofe deja enseñanzas, las cuales deben estudiarse con el mayor detalle posible ya que su conocimiento permite el desarrollo de la zona afectada con la debida seguridad, protegiendo de esta manera las inversiones que el país realiza y le evitarán a las futuras generaciones dolor y pérdidas de sus propiedades.

3. TEORIA DE INUNDACIONES

Las inundaciones son fenómenos naturales y frecuentes en las cuencas hidrográficas del territorio peruano y tienen como agente activo a las lluvias. Se producen cuando el volumen de agua que se desplaza originada por las lluvias excede la capacidad de conducción del cauce normal de un río.

Las inundaciones son eventos naturales, pero se convierten en un peligro cuando el hombre compite con la naturaleza en el uso de las áreas de inundación. La función natural de un área de inundación, es transportar el exceso de agua cuando los ríos se desbordan. La falla del hombre en reconocer esta función ha llevado a un desarrollo casual y rápido, invadiendo las áreas de inundación y un consecuente aumento en los riesgos.

La ocupación y uso urbano de zonas inundables están basadas frecuentemente en las ventajas económicas del terreno; suelos planos con facilidades de acceso y abastecimiento de agua disponible, pero sin consideración del riesgo de inundación. Los daños cada vez mas numerosos, no se deben pues necesariamente a inundaciones más grandes, sino al incremento de casos de invasión del hombre de las áreas de inundación. Mucha gente en las áreas de alto riesgo de inundación, no está informada acerca de los serios riesgos que enfrentan. O son demasiado optimistas acerca de la probabilidad de que su propiedad no será inundada o esperan ayuda pública que los auxilie, cuando la inevitable inundación se produzca.

Dentro de las inundaciones, existen varios tipos pero los más frecuentes son:

- Desborde de ríos (riverine type). Estas inundaciones son causadas por precipitaciones sobre grandes áreas y se caracterizan porque cubren un terreno de bastante extensión. La creciente de los ríos puede incluso durar varios días, cuando se trata de cuencas muy extensas. Como ejemplo de esto tenemos las inundaciones producidas por los ríos Piura y Tumbes en 1983 y las inundaciones causadas por los grandes ríos de la selva peruana.
- Avenidas repentinas o flujos rápidos (flash flood) Estas son inundaciones locales de gran vo-

lumen y corta duración, producto de lluvias torrenciales sobre un área de drenaje relativamente pequeño. Se caracterizan porque las descargas se producen con un crecimiento casi instantáneo de volumen de agua y disminuye de la misma manera. Se originan en las quebradas y ríos relativamente pequeños.

Este tipo de inundaciones se produjeron con gran frecuencia durante las lluvias de 1983, en la costa norte del Perú. Debido a las depresiones naturales y al cauce indefinido de algunas quebradas, en las zonas aledañas al eje de la Carretera Panamericana Norte, se formaron lagunas producto de las lluvias intensas de 1983. El agua se embalsó a un lado de la plataforma, funcionando el terraplén de la vía como una represa, hasta rebosar el pavimento y erosionar el terraplén originando la ruptura total de la vía, con el desembalse brusco posterior.

En Sullana, en la Carretera Panamericana y en la carretera a Tambogrande, y los desembalses posteriores inundaron la parte céntrica de la ciudad de Sullana conocida como la Quebrada, causando graves daños a la infraestructura urbana en 2 ocasiones.

— Inundaciones de tierras costeñas: Las inundaciones costeñas, se deben a olas producidas por fuertes vientos (maretazos) o grandes olas producidas por terremotos submarinos (tsunamis).

Las tierras costeñas bajas tales como bancos de arena y deltas ocupan la misma posición relativa al mar, que el área de inundación respecto a los ríos.

Durante las lluvias de 1983, el litoral de los departamentos de Piura y Tumbes fue azotado por fuertes maretazos, que afectaron a las edificaciones ubicadas frente al mar y a la infraestructura portuaria de la zona, varando además numerosas embarcaciones.

4. METODOLOGIA PARA EL PLANEAMIENTO REGIONAL

La metodología desarrollada para los estudios de microzonificación, es una respuesta adecuada a los requerimientos de un planeamiento regional, ya que es flexible, evalúa las condiciones existentes en la región (aspecto poblacional, plan urbanístico, plan vial, materiales de construcción predominante, tipo de suelo, etc.), y considera para cada zona los fenómenos naturales que la amenazan.

Esta metodología incluye los últimos avances de la ingeniería de desastres y se ha adecuado a la realidad geográfica del país, ya que no solo tiene en cuenta la mayor o menor amplificación que puedan sufrir las ondas sísmicas (la región Piura-Tumbes pertenece a una zona de sismicidad alta), sino también la amenaza de fenómenos de geodinámica externa como: deslizamientos, huaycos, avalanchas, inundaciones, etc.

Con los estudios de microzonificación sísmica se identificarán las zonas más vulnerables y de alto riesgo y las zonas más seguras, logrando definir de esta forma, los patrones de uso de la tierra.

Las áreas de menor riesgo servirán para la ubicación de las áreas residenciales de alta densidad, zonas destinadas a las actividades económicas de las que depende la población, etc. Las áreas de mayor riesgo, se deben destinar para las actividades de recreación y esparcimiento.

En caso de que sea inevitable construir en una zona clasificada como de alto riesgo, o que ya existan construcciones en esa zona; entonces deberán tomarse en cuenta las medidas necesarias para su protección.

5. DAÑOS CAUSADOS EN EL DEPARTAMENTO DE PIURA

Por efecto de las lluvias torrenciales de 1983, la infraestructura urbana, vial y agrícola existente en el departamento, se vio seriamente afectada produciéndose innumerables daños, los cuales lo podemos clasificar de la siguiente manera:

5.1 Daños en Edificaciones

Las viviendas más afectadas por las lluvias torrenciales de 1983, fueron las ubicadas en los pueblos jóvenes; debido a la fragilidad de sus materiales de construcción, tales como adobe, esteras, tablas, quincha, etc.

En el Departamento de Piura, se estimaron en 62,771 las viviendas dañadas parcial o totalmente. Los daños producidos podemos tipificarlo de la siguiente manera:

Daños causados por erosión

Dentro de este tipo podemos distinguir 3 subtipos:

- Daños causados por acción de los ríos:
Debido al gran caudal que transportaban los ríos, estos se desbordaron en ambos márgenes, erosionando primero las defensas, para luego socavar el terreno de cimentación de las viviendas, haciéndolas colapsar. La acción erosiva afectó además la infraestructura existente en las márgenes, tales como los malecones, pistas, veredas, etc.
- Daños causados por acción de quebradas:
Esta situación se presentó en la mayoría de las ciudades. La aparición de quebradas que atravesaban las ciudades, afectó a las edificaciones que se encontraban ubicadas a su paso o en las márgenes de la misma.

Dentro del espacio urbano, las calles de fuerte pendiente se convirtieron en ríos, erosionando el pavimento y socavando el terreno de cimentación de las edificaciones ubicadas en ambos márgenes de la calle.

Influyeron en estos daños el tipo de arena eólica, fácilmente erosionable, sobre el cual se asientan esas ciudades, lo que favoreció el ensanchamiento de las quebradas; el impacto de objetos contundentes que fueron arrastrados por las aguas, como sucedió en Sullana con un Puente Bailey que fue a impactar con varias viviendas; y por último el represamiento originado por los terraplanes de las carreteras, lo que dio lugar a la irrupción violenta de las aguas en las ciudades ubicadas aguas abajo.

Daños causados por la inestabilidad de laderas

Debido a las fuertes precipitaciones pluviales, en las laderas con grandes depósitos eólicos se formaron grandes cárcavas, afectando a las viviendas ubicadas en la parte superior y comprometiendo la cimentación de otras, tal como sucedió en las riberas altas de Sullana.

En las ciudades que se encontraban al pie de las laderas, tales como Talara y Máncora, las grandes masas de agua y arena se deslizaron desde las partes altas hacia el casco urbano, arenando las calles y viviendas. Se estima que en la ciudad de Talara, se depositaron 350,000 m³ de arena.

Daños causados por la formación de lagunas

Estos daños fueron frecuentes en las zonas de topografía deprimida y difíciles de drenar

Los efectos no fueron drásticos, pero las viviendas se tornaron inhabitables durante los meses de lluvia y numerosas viviendas de adobe sufrieron graves daños que hicieron imposible su rehabilitación. En cambio, las construcciones de ladrillo reforzadas con elementos de concreto armado fueron recuperadas casi en su totalidad sin sufrir mayores daños.

Daños causados por los maretaños

Los fuertes oleajes del mar que azotaban las playas acompañados por vientos huracanados,

socavaron y dañaron las cimentaciones de las viviendas y empresas pesqueras industriales ubicadas cerca a la playa. Esto ocurrió en las ciudades de Paita y Máncora principalmente.

5.2 Daños en el sistema de agua potable y alcantarillado

Daños causados por erosión

Este tipo de daño fue ocasionado por la formación de quebradas dentro de las áreas urbanas, las que al erosionar su cauce, originaron la ruptura de las redes de agua y alcantarillado que se encontraban en su lecho.

Fuera de las ciudades, las quebradas también afectaron a las líneas de conducción de agua potable; tal es el caso del Eje Paita—Talara, que fue dañado en varios tramos, llegando a colapsar en un trecho de 4,500 mts. por causa de la Qda. Ancha y algo similar ocurrió con el Eje Barrancos—Máncora—Los Organos que fue cortado por la Qda. Fernández, dejando a las ciudades de Talara y Máncora sin el servicio de agua potable por un largo tiempo.

Los ríos también incidieron en este tipo de daños. El río Piura, al erosionar su lecho, destruyó el colector de \varnothing 18'' que pasando a través de éste evacuaba las aguas de Castilla hacia los emisores instalados en Piura.

Daños causados por Colmatación

Al no existir sistemas de drenaje en las ciudades, las aguas pluviales ingresaron al sistema de alcantarillado, ya que la población destapaba los buzones para evacuar las aguas estancadas en calles y plazas. Por ahí ingresaron también la arena y otros elementos que arrastraban estas aguas, colmatando las redes, llegando a colapsar algunas de ellas y haciendo aflorar las aguas servidas por calles y avenidas.

Daños causados por la formación de Lagunas

Esta situación se presentó en las zonas deprimidas, originando el asentamiento de las tuberías y la inundación de los componentes del sistema que se encontraban en esas áreas, como las cámaras de reunión y bombeo de Piura, haciendo imposible la operación y deteriorando las bombas instaladas.

Los factores que favorecieron todos estos daños fueron:

- La antigüedad de las redes, la napa freática alta, salinidad del suelo y mala calidad del mismo.

5.3 Daños en las vías de transporte

Este sector fue el más afectado en todo el país dañándose por las lluvias torrenciales: 2,634 Km. de carreteras, 47 puentes y 4 aeropuertos, un costo de 200 millones de dólares.

Los daños en las vías de transporte fueron los de mayor relevancia, no solamente por su elevada magnitud, sino también por su efecto indirecto sobre la movilidad de las personas y el flujo de la producción e insumos.

Daños causados por Quebradas

Este tipo de daños fue el más frecuente en las vías afectadas. En general, discurrió por las quebradas un caudal muy superior a lo normal, resultando las luces de las alcantarillas completamente insuficientes; en otros casos encontrando a la vía sin ningún tipo de alcantarilla, lo que trajo como consecuencia el colapso de la plataforma vial. La acción de las quebradas tuvo rasgos característicos, según la topografía del terreno por el que atravesaban las vías.

En los terrenos casi llanos los cauces fueron bastante anchos e indefinidos, siendo represados por el terraplén de la vía, formando grandes lagunas; para luego rebosar, erosionar y hacer colapsar al pavimento.

En los terrenos accidentados, los cauces fueron bien definidos, situándose la destrucción de la vía dentro del cauce de la quebrada. A lo largo de la Carretera Panamericana numerosas quebradas cortaron la vía, siendo las más importantes las quebradas Samán, Pariñas, Honda, Fernández y Qda. Seca.

También varios puentes y pontones fueron afectados por el torrente que discurría por las quebradas y erosionaba sus estribos. Varios de ellos colapsaron, como el pontón "El Pedregal" en la vía sullana—Tambogrande y el puente "Yale" ubicado en la Qda. del mismo nombre, en Talara.

Daños causados por la formación de lagunas

La fijación del eje carretero por vastas zonas de evidente depresión natural y las condiciones de agrietamiento de la superficie asfáltica existente, favorecieron la formación de grandes lagunas de aguas pluviales y la infiltración de éstas en las capas del pavimento, ocasionando un intenso humedecimiento de la vía y la subrasante, dañando de esta forma a la carretera. Tal es el caso de la laguna formada en la zona de Congorá, en la vía Piura—Paíta, que llegó a tener 8.5 Km. de largo por 2 Km. de ancho y un tirante aproximado de 3.5 mts., quedando la carretera sumergida en una longitud de 2 Km.

Daños causados por los ríos

Por un lado, los desbordes del río humedecieron intensamente el pavimento, deteriorando su estructura; y por otro, la acción erosiva de las aguas afectó los estribos de varios puentes. Tal es el caso del puente "Independencia" en el tramo Piura—Sechura.

Daños causados por derrumbes y huaycos

Este tipo de daño presentó en las carreteras de penetración a la zona de sierra de las provincias de Morropón y Huancabamba; tal es caso de los huaycos producidos en la ladera del cerro "El Huando" en el tramo Carrasquilla—Huancabamba.

Para prever estos daños, deben hacerse las necesarias obras de drenaje, como son alcantarillas, cunetas, zanjas de drenaje y estructuras de enrocado en los lugares convenientes; así como mandiles de grava y (o) piedra debidamente compactados para proteger los taludes de terraplén en tramos adyacentes a cursos de agua de posible erosión hídrica.

5.4 Daños en la Infraestructura Agrícola

La destrucción de la infraestructura de riego: canales, drenes, pozos, obras de arte, caminos de vigilancia, etc. durante el período pluvial del 1983, ha sido la mayor expresión de la obra destructora de la naturaleza, que por su magnitud comprometió directamente a la producción agrícola, perdiéndose gran cantidad de cultivos y alterándose además la frontera agrícola.

De la superficie instalada, se perdieron en Piura: 30,389 Has. Considerando el área no instalada por las dificultades y la no programada, se estimó solamente en Piura un total de 135,950 Has. afectadas.

El rasgo general de los daños en la infraestructura de riego de los valles, se debió a una ineficiente capacidad de drenaje de las aguas pluviales e inadecuada protección contra la erosión de las estructuras, situación que se vio favorecida por los enormes caudales no previstos. Pudiéndose tipificar los daños de la siguiente manera:

Daños ocasionados por quebradas

Este tipo de daños afectó principalmente a los sistemas de riego y de drenes. La característica general fue la irrupción de las aguas sobre los canales y drenes destruyéndolos en diversos puntos y colmatándose debido a que transportaban gran cantidad de sedimentos. En general los canales laterales, sublaterales y drenes fueron los más afectados por la colmatación, habiéndose producido casos en que la colmatación fue total, situación que se presentó también en el canal principal de la margen izquierda del río Tumbes. La colmatación fue favorecida por la entrada de aguas locales y el derrumbe de los taludes.

En los canales principales, las quebradas afectaron seriamente las obras de protección, erosionándolas, comprometiendo las cimentaciones y en otros casos haciéndolas colapsar. Tal es el caso de los acueductos y sifones del canal principal Miguel Checa en la margen derecha del Chira. En el canal de derivación Chira—Piura, la alcantarilla "La Abuela" fue arrasada por las aguas, destruyéndose una longitud de 600 mts.; se destruyó además la estructura de entrada de agua en el Km. 23 + 112, y las canoas (estructuras que conducen las aguas de las quebradas por la parte superior del canal), salvo la ubicada en el Km. 21 + 180; ninguna de las otras funcionó debido al desnivel entre el terreno circundante y la entrada, lo que originó la formación de lagunas, incrementando el nivel freático.

Daños causados por los ríos

Este tipo de daños se debió básicamente a las inundaciones que se produjeron y a la acción erosiva, afectando las estructuras que se encontraban en su cauce y en las márgenes, situación que fue favorecida por el gran caudal que transportaron alcanzando valores extraordinarios.

La presa "Los Ejidos", fue seriamente afectada; la estructura del vertedero libre fue erosionada, especialmente en la margen derecha, debido a la acción del río Piura. Además fueron afectados por la erosión, los cruces, las estructuras instaladas en sus márgenes, como las tomas, casetas de control, centros de servicio, diques de encauzamiento; los que al destruirse en ciertos tramos comprometieron también a los canales paralelos; tal es el caso del canal Miguel Checa en el Chira, el canal principal en el Bajo Piura, etc.

En el Bajo Piura, los daños se magnifican debido a que el río se desvió de su cauce antiguo a la altura de Chato, invadiendo el trazo del dren 13.08, inundando extensas áreas y desembocando por la vía Sechura. Importante es destacar que aquí se observó una evacuación satisfactoria de sedimentos, en contraposición del cauce anterior hacia la laguna "Mala Vida" y "Ramón", en donde se observó acumulación de gran cantidad de sedimentos a partir de Chato, colmatación total de la laguna, sobre—elevación del nivel original del Valle e inversión de la pendiente original del terreno en esta zona; situación que exigirá un mantenimiento permanente y costoso para conservar su cauce, aún si en el futuro no ocurrieran avenidas similares a las de 1983, lo que hace que se imponga en definitiva la conservación del antiguo cauce, por la vía Sechura.

Daños causados por los trabajos de emergencia

Para evitar el colapso de los diques de encauzamiento, en ciertos casos se hizo necesario recurrir al uso del material de los terraplanes para trabajos de protección. Tal es el caso del sistema del Sinchao, en el Bajo Piura, donde los trabajos de construcción se encontraban en la etapa de conclusión del relleno.

Daños causados por el nivel freático

En los canales recubiertos con concreto ciclópeo (como es el caso del canal de derivación Chira—Piura, el canal principal Los Ejidos—Catacaos) se produjeron fallas en el revestimiento, originadas por el nivel freático alto, especialmente en las secciones en donde los rellenos están sobre áreas expansivas de arcilla. La falla en el revestimiento se debió básicamente a los efectos de sub—presión y el empuje del filtro lateral al deslizarse debido a sobresaturamiento. Será necesario tra-

tar de mantener el canal lleno para evitar dichos efectos.

5.5 Daños en Instalaciones Portuarias

En este tipo de obra se presentaron dos clases de daños:

Daños causados por maretazos

Estos tipos de daños fueron causados por la fuerza de las olas del mar que azotaban las playas, socavando los pilotes de los muelles, dañando también los muros de contención y los almacenes. Esto sucedió en el terminal marítimo y el complejo pesquero de Paita, lo mismo en las empresas pesqueras industriales que operan en esa zona.

Daños causados por quebradas

Las quebradas al atravesar la ciudad y desembocar posteriormente en el mar, transportaron gran volumen de material arenoso, que al llegar al mar, modificó por completo la topografía del fondo marino en la bahía del puerto de Talara. Como consecuencia, en ciertas zonas el arenamiento producido inutilizó muelles (como el de la compañía Belco) y dificultó la navegación dentro de la bahía; mientras que en otros lugares los deslizamientos erosionaron la costa y destruyeron los muelles y la infraestructura portuaria. (Como el de compañía BELCO, ubicada en la desembocadura de la quebrada Yale).

5.6 Daños en las Instalaciones Petroquímicas

Después del sector Transporte, el sector Hidrocarburos fue el más afectado en todo el país, perdiéndose sólo en infraestructura 119 millones de dólares.

Las fuertes precipitaciones pluviales y deslizamientos de tierra, ocasionaron serios daños y deterioros en la Refinería, Planta de Fertilizantes, Planta de Craqueo Catalítico y la Planta de Negro de Humo, que constituyen el Complejo industrial de Talara. Asimismo el Oleoducto Nor—Peruano, que transporta el petróleo desde la selva norte hasta la estación terminal de Bayóvar, sufrió serios percances en su curso como consecuencia de los deslizamientos producidos en grandes extensiones de terreno.

La Planta de Fertilizantes fue inundada de lodo y una torre de la Planta de Craqueo Catalítico colapsó, cayendo a tierra. La refinería dejó de operar por un tiempo, al romperse el eje de agua potable Paita—Talara y las líneas conductoras de gas; además de haberse inundado y arenado sus instalaciones.

Varios pozos petroleros fueron dañados, al igual que las carreteras de acceso a todo el ámbito de las operaciones petroleras en el Nor—Oeste.

La interrupción del Oleoducto y la destrucción de pozos petroleros en Talara, representaron pérdidas en la producción sumamente importantes que llegaron a los 182 millones de dólares.

6. RECOMENDACIONES

- a) Para evitar o disminuir los daños en las edificaciones, deben hacerse obras de drenaje en las ciudades, proteger la ribera de los ríos, forestar las laderas en cuyo pie se asientan ciudades, proteger las cimentaciones de las edificaciones ubicadas cerca a la playa con mandiles de grava y piedra debidamente compactadas y enterradas para evitar la socavación por parte de los maretazos, y planificar la ubicación de futuros centros poblados evitando las zonas vulnerables a fenómenos de geodinámica. Un estudio de microzonificación del área a ocupar nos dará las pautas a considerar en el planeamiento urbano.
- b) Respecto al sistema de agua potable y alcantarillado, para evitar los daños, aparte de lo ya

mencionado respecto a obras de drenaje y planificación de las ciudades; deberán renovarse las redes antiguas y trazar las líneas de conducción de agua por las partes altas, tratando de evitar las quebradas y proteger debidamente los puntos de captación.

- c) Para prever los daños en las vías de transporte, deben hacerse las necesarias obras de drenaje, como son alcantarillados, cunetas, zanjas de drenaje y estructuras de enrocado en los lugares convenientes; así como mandiles de grava y/o piedra debidamente compactadas para proteger los taludes del terraplén en tramos adyacentes a cursos de agua de posible erosión hídrica.
- d) Respecto a la Infraestructura agrícola, es preciso que el sistema de drenaje de aguas pluviales sea más eficiente, proteger de la erosión las obras de arte y los diques de encauzamiento, hacer obras complementarias de drenaje para disminuir la napa freática en zonas vulnerables, proteger la ribera de los ríos, etc.
- e) Para prever los daños en las Instalaciones Portuarias, es necesario hincar los pilotes de los muelles a una profundidad adecuada para evitar los daños de socavamiento. Además la unión del pilote a la superestructura debe ser monolítica.

Asimismo las instalaciones portuarias deben ubicarse en zonas que no sean vulnerables a fenómenos de geodinámica. Merece mencionarse que desde 1946, se apreciaba claramente el cauce de la Qda. Yale (en Talara) e inexplicablemente en la desembocadura de esta quebrada se construyeron instalaciones portuarias.

7. CONCLUSIONES

- Las lluvias torrenciales presentadas en el norte del país tuvieron un carácter extraordinario y las ciudades de esa zona no se encontraban preparadas para este tipo de fenómeno. Quizás aún con todas las defensas y protecciones posibles no se habría podido evitar los daños a las ciudades, pero es seguro que la magnitud de estos hubiera sido mucho menor.
- Las obras de drenaje deben tener un mantenimiento continuo que asegure que las aguas pluviales discurran sin obstáculo alguno.
- Debe existir una adecuada planificación en la ubicación de las futuras ciudades, tanto en el aspecto integral, para evitar su aislamiento en caso de que se inhabilite alguna carretera, como en lo que concierne al uso del suelo, no haciendo construcciones en zonas vulnerables a fenómenos de geodinámica.
- Deben reforestarse la cuenca de los ríos y mantenerlas así, dando un buen uso a la tierra; para que sirvan como un colchón vegetal absorbente y disminuya así la cantidad de las aguas y el sedimento que traen consigo en su camino hacia el lecho del río.
- Las lluvias torrenciales de 1983, no pueden servir de base para el diseño de puentes, alcantarillas y protecciones ribereñas en las obras a rehabilitar. Hay que tener en cuenta que el evento sucedido fue totalmente excepcional.

Debemos pues encontrar soluciones que técnicamente sean una respuesta adecuada a nuestra realidad geológica e hidrológica, tan dinámica como impredecible, pero a la vez a un costo que corresponda a nuestro nivel limitado de desarrollo económico.

- En períodos de emergencia, debe existir una adecuada coordinación intersectorial, con una definición de prioridades para evitar la superposición de funciones

Durante las lluvias de 1983, se dio el caso de interferencia de funciones entre los Ministerios, Corporaciones Departamentales, Defensa Civil, Municipalidades, etc., pues cada quien quería actuar independientemente.

- Las catástrofes naturales son generalmente un obstáculo para el desarrollo de muchos países, pues afectan seriamente a los asentamientos humanos, pudiendo debilitar e incluso destruir la economía de una nación. Para la etapa de reconstrucción se recurre casi siempre al desembolso de sumas extras de dinero, afectando al presupuesto público y frenando en parte el desarrollo del país.
- Debemos pues comprender finalmente, que la inversión en prevención y un adecuado planeamiento regional, se convierte a largo plazo en economía para nuestro país.