

LOS ALUDES TORRENCIALES DEL LITORAL Y CARACAS DE DICIEMBRE DE 1999

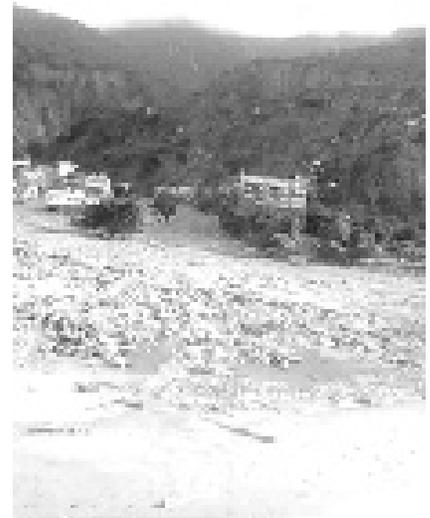
PRESENTACIÓN



Entre el 14 y el 16 de diciembre de 1999 una vaguada con precipitaciones concentradas extraordinarias originó aludes torrenciales en las vertientes del Ávila, generando una catástrofe mayor en el estado Vargas y en varios sectores del valle principal de Caracas. El Consejo Nacional de la Vivienda (CONAVI), aun en la fase de la emergencia, convocó un destacado grupo de expertos en hidráulica, geotecnia, estructuras y urbanismo con el fin de evaluar, de primera mano, la situación originada por los aludes y deslaves. El documento que se presenta, preparado por el CONAVI, bajo la responsabilidad profesional del arquitecto urbanista Federico Villanueva, define su alcance en el título: DOCUMENTO SINÓPTICO DE LOS ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS EN HIDRÁULICA, GEOTECNIA, ESTRUCTURAS Y URBANISMO, CONVOCADA POR EL CONSEJO NACIONAL DE LA VIVIENDA POR INSTRUCCIONES DEL MINISTERIO DE INFRAESTRUCTURA. La publicación de este precoz informe reviste una importancia singular, pues una de las causas de que eventos naturales se conviertan en catástrofes es el olvido que sobreviene a los pocos años de ocurridas. Olvido que se consolida porque en nuestro país casi nunca queda constancia accesible de los informes técnicos, a los profesionales y autoridades con responsabilidades o no en las consecuencias sobrevenidas, y mucho menos al gran público. Lo único que hace recordar estas tragedias, generalmente provocadas por los humanos, son los recortes de prensa que atesoran los estudiosos y los curiosos, y algunas referencias futuras eventuales de los propios medios de comunicación. Por eso este documento sinóptico es importante, porque es un recordatorio, es un *warning*, ya que aludes y deslaves van a continuar ocurriendo en el litoral y Caracas, como han ocurrido a lo largo de toda la historia geológica del Ávila. En junio de 2000 se cumplirán 33 años del más reciente terremoto ocurrido en Caracas, antes

lo había sufrido en junio de 1641, octubre de 1766, marzo de 1812 y octubre de 1900. El presente ciclo de estabilidad sísmica puede estar cerca de su fin, por lo que debemos tomar conciencia de la extrema vulnerabilidad del área metropolitana de Caracas, y de la necesidad de consolidar una cultura de la seguridad, lo que implica un esfuerzo colectivo serio en las fases previas de prevención, preparación y mitigación. Ojalá que de la catástrofe ocurrida sepamos sacar la lección de que los desastres hay que enfrentarlos desde antes de ocurrir, porque si bien el detonante puede ser un fenómeno natural, los efectos son mayoritariamente producidos por los hombres y mujeres que pueblan el planeta.

ASC, enero 2000





DOCUMENTO SINÓPTICO DE LOS ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS EN HIDRÁULICA, GEOTECNIA, ESTRUCTURAS Y URBANISMO, CONVOCADA POR EL CONSEJO NACIONAL DE LA VIVIENDA POR INSTRUCCIONES DEL MINISTERIO DE INFRAESTRUCTURA

FENÓMENO METEOROLÓGICO

En años normales, una zona de alta presión atmosférica que suele ubicarse sobre el centro del país, produce lluvias en la costa norte. Por ejemplo, el estado Nueva Esparta suele recibir las mayores precipitaciones anuales en noviembre y diciembre.

En el año 1999, la zona de alta presión se ubicó atípicamente sobre el océano Atlántico, mucho más al norte, sobre la península ibérica. Esto pudo ser efecto del fenómeno global denominado La Niña o de las secuelas del huracán Lenny que se desplazó sobre el mar Caribe desde Yucatán hasta Puerto Rico.

Como consecuencia de lo anterior se ha generado una inestabilidad en nuestra región, por nubes bajas que llegan a las costas venezolanas, produciendo, debido al ascenso mecánico, precipitaciones anormales y recurrentes sobre la cordillera central.

La inexistencia, por su desplazamiento hacia Europa en 1999, del frente de alta presión en el Caribe que habitualmente impide el paso de frentes fríos invernales desde el Norte, permitió que los frentes nubosos cargados de agua llegaran a nuestras costas, estableciéndose estacionariamente sobre la cordillera de la Costa, originando precipitaciones concentradas excepcionales.

El fenómeno meteorológico acaecido fue una vaguada correspondiente a un hundimiento o talveg, equivalente a lo que ocurre con las ondulaciones terrestres.

La circulación de los vientos en la vaguada es anticiclónico, contrario a las agujas del reloj, circulación típica de las bajas presiones. Es por eso que los vientos en superficie y en altura tenían dirección oeste franco, con algún componente noroeste.

La reciente vaguada permaneció estacionaria por varias horas, e incluso días frente a las costas del litoral central. Este hecho de permanecer estacionaria, bloqueada posiblemente por la presencia de una alta presión hacia el este, fue lo que agravó la situación, manteniendo los cúmulos fijos en la misma posición y concentrando precipitaciones excepcionales sobre las mismas zonas. Si una vaguada de las mismas dimensiones no se hubiese estacionado, sólo habríamos tenido lluvias intensas por breves horas.

Mientras el promedio histórico de las precipitaciones anuales sobre Caracas, registradas en el Observatorio Cajigal en los últimos 87 años, está por el orden de 900 mm, las precipitaciones en 72 horas, del 14 al 16 de diciembre de 1999 sobre Vargas alcanzaron 911 mm, registrados en Maiquetía (aún no ha podido accederse a los pluviómetros ubicados en la vertiente montañosa, que presumiblemente registran cantidades bastante mayores). En estas condiciones, la actual parece ser la mayor precipitación registrada para la zona del litoral Vargas.

Fueron estas precipitaciones las que coparon la capacidad de infiltración de los suelos en la ladera norte de la cordillera, a la altura del estado Vargas y en ciertos puntos de la ladera sur sobre Caracas, actuando como factor agravante de los procesos geodinámicos de movimientos de vertiente determinados por los factores permanentes de inestabilidad que caracterizan a la mencionadas zonas.

En 1951, una precipitación atípica de 600 mm en 72 horas, medida en la ladera norte del topo del Infiernito el mes de diciembre, produjo inundaciones y movimientos de vertiente excepcionales en el litoral Vargas.

Recomendaciones

Desde el punto de vista científico y técnico deben utilizarse los mapas sinópticos atmosféricos de superficie y de alguna altura significativa para determinar la topografía de la atmósfera, 48 y 24 horas antes del evento, durante el evento, así como 24 y 48 horas después.

Deben obtenerse las imágenes infrarrojas generadas por el satélite meteorológico GOES antes, durante y después del evento, procesadas con realce de los niveles de temperatura, que permiten determinar la altura en la atmósfera y, con ella, la localización estacionaria y profundidad del núcleo convectivo principal de la vaguada, así como la posición y magnitud de ella y la ubicación de todos los núcleos convectivos, mayores productores de lluvia.

El Servicio de Meteorología de las Fuerzas Armadas Venezolanas (FAV) de Maracay, posee la capacidad y experticia para elaborar mapas sinópticos con fines aeronáuticos, interpretando los niveles altos de la atmósfera.

El Servicio de Meteorología de la Dirección de Hidrografía de la Armada también puede producir mapas sinópticos, por su experiencia para fines de navegación.

La Dirección de Hidrología y Meteorología del MARNR recibe e interpreta información del GOES, combinándola con datos de lluvia y escurrentía de superficie, para estudios meteorológicos y climáticos, lo que la faculta para coordinar los estudios y determinar sus derivaciones.

Desde el punto de vista político, los estudios permitirán establecer la posibilidad de relación entre los fenómenos ocurridos en Venezuela y fenómenos globales como La Niña, lo que permitiría, una vez cubierta la parte jurídica, apelar a las resoluciones de la Conferencia sobre el Ambiente de las Naciones Unidas en Río de Janeiro en 1994, para proceder a la demanda de las indemnizaciones a que hubiera lugar, si puede demostrarse la incidencia de la contaminación por los países desarrollados en los fenómenos que afectaron a Venezuela.



FENÓMENO GEOTÉCNICO Y FACTORES PERMANENTES DE INESTABILIDAD

La teoría generalmente aceptada en materia geológica es la existencia de procesos geodinámicos que van convirtiendo las montañas en llanuras. Ellos constituyen la determinación en última instancia de los factores permanentes de inestabilidad que afectan al litoral central y al valle de Caracas.

Las vaguadas y otros fenómenos sobre la formación montañosa de la cordillera de la Costa, produjeron los grandes clastos de las agujas que se depositaron en las vertientes de la montaña. Este material rocoso ha estado, está y estará sujeto a movimientos traslacionales laterales abajo como consecuencia de las vaguadas, cuando el agua percola y lubrica, disminuyendo la cohesión del terreno y soltando las piedras.

La característica fundamental del fenómeno geotécnico de movimientos de vertiente fue la existencia de los flujos superficiales que comenzando en los topes de las filas, afectaron todas las laderas descendentes de la formación montañosa. La saturación de la capa vegetal y del suelo residual y coluvial, así como la profundización de cárcavas de erosión produjo flujos o movimientos traslacionales cuya intensidad es diferencial en distintas partes de la cordillera, requiriendo para su interpretación de estudios geológicos detallados.

Los especialistas han observado pocos deslizamientos profundos en la parte superior de la vertiente. Sólo uno probable en la cuenca de la quebrada Anauco y uno reportado por obser-

vadores menos calificados en la ladera norte del pico Naiguatá. Este último deberá confirmarse por observadores entrenados, pero en todo caso, la condición en las partes altas de las vertientes, donde se observan pocos diques naturales y poca tierra con flujo hidráulico, no indica grandes amenazas en el futuro inmediato y permite avanzar en los procesos de recuperación planificada de las zonas habitadas al pie de las vertientes.

Otros deslizamientos en la parte inferior de la vertiente y algunos de ellos profundos, corresponden en su mayor parte a la activación de movimientos previamente detectados, como los situados a la altura de la progresiva 600 desde el antiguo peaje de la autopista Caracas-La Guaira. Otros puntos comprometidos y ocupados por barrios son los de todo el resto de las laderas inferiores de la quebrada Tacagua hasta el viaducto N° 1 en la UPF1-Ojo de Agua y parte de las laderas altas al norte de la UPF5-Catia oeste (Gramovén), incluyendo pequeños deslizamientos que comprometen pocas viviendas como los del barrio Manantial II (UDU 5.3-Nueva Esparta), en Caracas, así como las laderas de algunos barrios en Punta de Mulatos y Montesano en la UPF5-Maiquetía y UPF6-La Guaira, del litoral central.

Por otra parte, los desprendimientos de bloques rocosos durante el fenómeno de 1999 fueron limitados. Gran parte de ellos estaban en los cauces de las quebradas y rodaron a través de ellas, en procesos similares a los que formaron las zonas donde se asientan El Pedregal y La Castellana cerca del año 1500, cuando también se formó la zona donde los conquistadores españoles fundaron en 1567 Nuestra Señora de Caraballeda, su primer asentamiento en el litoral central.

Aparte de los datos pluviométricos, cuyo registro quincuacentenario es evidentemente imposible, pero donde cabe la hipótesis de una tasa de retorno de las precipitaciones en el litoral del orden de 500 años, la formación rocosa del cono de deyección donde se situó Nuestra Señora de Caraballeda y hoy se sitúa Camurí Chico, El Palmar, Los Corales, la urbanización Caribe y Caraballeda, permite inferir un período similar en la recurrencia de fenómenos como el acontecido en los días pasados.

HIDRÁULICA FLUVIAL

El aspecto más importante del evento extraordinario ocurrido el pasado 15 de diciembre fue la altísima producción de sedimentos causada por innumerables derrumbes superficiales en el cuenco de recepción de todas las cuencas de litoral central y algunas de Caracas, lo que activó los conos de deyección de los torrentes, algunos de ellos inactivos o muy poco activos en los últimos 48 años.

Aparentemente, buena parte del material arrastrado hacia el mar por las inusuales y continuas precipitaciones de diciembre de 1999 corresponde a los sedimentos acumulados desde las grandes lluvias de 1951 en la ladera norte de la serranía del Ávila.

La lluvia antecedente (aproximadamente del 7 al 14 de diciembre) y de los propios días 15 y 16, sobresaturó los suelos, produciéndose derrumbes en las partes altas de las cuencas. El agua, los sedimentos, el material suelto y las especies vegetales formaron grandes torrentes que descendieron progresivamente, en golpes o escaladas discretas debidas a la formación de diques naturales o caramas (y posteriormente, en algunos casos, de atarquinamientos en los drenajes urbanos) donde hubo caídas de la velocidad de la corriente por disminución de pendiente o por cambio en la sección del cauce, que retuvieron temporalmente el flujo, produciendo desbordamientos y cambios de dirección del torrente y que al romperse crearon grandes oleadas, lo que trajo avalanchas de troncos de árboles, lodo, piedras, peñones y rocas en las partes bajas de esas cuencas.



Probablemente, aun el caudal escurrido en la mayor precipitación del pasado evento meteorológico, hubiera podido ser transportado por las obras de canalización de quebradas y drenajes urbanos, sin tanta devastación. Pero, al añadir el gasto sólido (estimado en algunos casos en 30% de grandes piedras mayores de 2 m de diámetro y 70% de grava, arena y limo) y los grandes troncos de especies vegetales que en algunos casos represaron y en otros actuaron como torpedos, los sistemas colapsaron. Por otra parte, tanto las piedras como la grava y la arena poseen un alto valor económico como materiales de construcción y deben utilizarse en gran parte para las obras de ingeniería vial y costera en la propia zona de desastre.

De acuerdo con lo anterior, se recomienda que los estudios en profundidad para la evaluación de lo ocurrido y de las acciones a seguir sean soportados por aspectos geomorfológicos y de hidráulica fluvial, más que por estudios de hidrología superficial y diseño de obras en ríos y quebradas.

Una primera evaluación indica que en algunos conos de deyección (como el del río Uria), el tránsito de sedimentos terminó limpiamente en el mar; mientras que en otros (como el del río San Julián) el mayor volumen de edificaciones existentes actuó como difusor de energía o Gandolfo, expandiendo la acción del torrente en una mayor franja costera.

En principio, las mayores deposiciones y la mayor penetración de sedimentos al mar al norte de la anterior línea de costa, corresponden a los conos de deyección activados que tienen su vértice más hacia el sur. En ellos se requieren evaluaciones especiales con consideraciones de geotecnia, ingeniería de costas, ingeniería fluvial, ingeniería vial, urbanismo y diseño urbano, además del análisis general y en profundidad de la afectación de estructuras existentes, previos a su reocupación. Ellos son los conos de deyección del río San Julián (Los Corales, Caribe y Caraballeda); del río Uria (Carmen de Uria); y de las quebradas Cerro Grande (Tanaguarena), Naiguatá, Piedra Azul (Maiquetía) y El Cojo (Las 15 Letras). Estudios similares deben efectuarse en las quebradas Catuche, Anauco y Tócome en la vertiente Caracas. En todos los proyectos que allí se ejecuten deberán incluirse sistemas de alerta y de fácil evacuación de la población afectada en escenarios de riesgo. Este tipo de trabajos ya se ha iniciado en el caso piloto de la quebrada Catuche.

Para los otros torrentes debe continuarse acometiendo incesantemente, incrementadas en número y extensión, las obras que se hacen habitualmente para la reparación y el mantenimiento mayor de canalizaciones y drenajes urbanos. En todas estas zonas debe procederse al rescate y reutilización de las estructuras construidas al mayor ritmo posible, en la medida que se restituyan la vialidad y el transporte, así como los servicios de electricidad, agua, recolección de aguas servidas, desechos sólidos, teléfono y gas.

Más allá de Cabo Blanco, los ríos y quebradas no tuvieron crecientes fuera de lo normal. Tal es el caso de Mamo y Puerto Viejo.

ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS Y DE HIDRÁULICA FLUVIAL

Con base en las experiencias nacionales derivadas de un estudio minucioso realizado a raíz de las inundaciones provocadas por el río Limón, en Maracay en 1987, así como de la experiencia acumulada en los estados andinos de Venezuela en materia de corrección de torrentes (p.e., en la quebrada La Virgen del estado Mérida existen 27 presas de estabilización realizadas para evitar daños a la carretera Panamericana), y también de las diversas técnicas utilizadas principalmente en Japón y Austria, donde las activaciones de conos de deyección son frecuentes, produciéndose lodos torrenciales, pueden deducirse métodos aplicables a la prevención de emergencias como la reciente.



En primer lugar, no es imposible salvaguardarse de este tipo de fenómenos con técnicas que van desde sistemas muy simples hasta métodos muy sofisticados y creando una cultura particular que permita vivir y prosperar en zonas sometidas a este tipo de altos riesgos. Sin embargo, debe considerarse la recurrencia probabilística de estos fenómenos, por lo que pueden volver a ocurrir, aunque no necesariamente en el mismo lugar. El problema generado en el litoral central no es tanto de hidráulica sino de mecánica de sólidos y morfología fluvial. Se trata de un proceso geomorfológico frente al que no puede asegurarse un periodo de retorno.

Debe considerarse que en este tipo de fenómenos el volumen del deslave de sólidos equivale a la potencia cúbica del caudal líquido. Las lavas torrenciales producen una fuerza 10 veces mayor que la presión hidrostática del agua que las transporta.

El porcentaje de agua que transporta la avalancha es proporcionalmente bajo en relación con el volumen de sólidos. Sin embargo los líquidos motorizan el sistema y deben ser filtrados. Reducir el agua de la avalancha contribuye considerablemente a disminuir la potencia destructora de la misma.

Es necesario reducir las pendientes de los cauces que puedan generar problemas. Esto se logra a través de la construcción de presas, las cuales, mediante la sedimentación que se produce aguas arriba, estabilizan el torrente evitando avalanchas. Se trata de un sistema de escalonamiento de pendientes.

Los tipos de presas son variados y dependen de la topografía de los cauces. Cada caso debe ser estudiado particularmente para poder aplicar soluciones eficientes. Los escalonamientos y sistemas de filtraje de líquidos pueden ser construidos con materiales que se encuentran en el sitio. Muros de gaviones bien hechos, empalizadas y obras mayores de concreto pueden ser consideradas, dependiendo de la accesibilidad al lugar de la obra. Los sedimentos y escombros producidos por las avalanchas constituyen, normalmente, excelentes materiales de construcción. Se considera que los materiales a ser utilizados pueden incluir vehículos deteriorados y hasta neumáticos de desecho para proteger presas de gaviones. Se recomienda la construcción de presas escalonadas; la primera aguas arriba y de tipo abierto (para filtraje de líquido), las demás de estabilización.

Se considera necesario instalar fluviógrafos remotos en zonas estratégicas de la serranía del Ávila. Esto permitiría establecer un sistema de alerta eficiente. Por otra parte, el movimiento de las avalanchas es algo lento, equivalente a la velocidad de una persona trotando. El ruido que producen es importante y, sin ningún basamento técnico, parecen producir ráfagas de viento atípicas. Todo esto permite la implementación de sistemas de alerta utilizados ampliamente en Japón y Austria para evitar pérdidas humanas.

Es necesario controlar la erosión de los suelos en los cuencos de recepción. La forma de cultivar en pendientes debe considerar las curvas de nivel, creando surcos paralelos a las mismas. La construcción de pequeños muros de piedra y otras obras geotécnicas menores contribuye a mitigar potenciales desastres.

En las zonas de mayor actuación de los conos de deyección como son las desembocaduras de ríos y cauces estacionarios, es necesario construir diques laterales con el fin de evitar que el torrente divague e invada áreas aledañas causando mayores estragos.

HIDRÁULICA DE RIBERA

En la ribera del litoral central los efectos de las grandes precipitaciones hasta el 15 de diciembre se sumaron a los ocurridos por los oleajes, mareas de viento y corrientes anormales debidos al



paso y repaso del huracán Lenny. Estos efectos ya habían debilitado los bordes de la carretera de la costa y dañado algunas obras de protección marina como los espigones del Club Playa Azul. Estos daños, relativamente usuales, no habían comenzado a corregirse ni revestían peligrosidad inminente.

Con las precipitaciones que saturaron los suelos y provocaron deslizamientos, se produjeron derrumbes en los taludes de aproximadamente 1/7 de las carreteras costeras situadas en el tramo litoral comprendido entre Oricao al oeste y Chirimena al este. Este fenómeno está presente principalmente desde Chirimena al aeropuerto de Maiquetía.

Además, la activación de los conos de deyección de las quebradas produjeron deposiciones de lodo, arena y piedras en las desembocaduras de ríos y quebradas. Parte de los materiales se distribuyeron sobre la franja costera causando grandes destrozos y otra parte fue directamente al mar. Este fenómeno se observa con mayor intensidad entre Los Caracas y la quebrada Piedra Azul de Maiquetía.

Por los efectos costeros pareciera que desde Chirimena hasta La Guaira llovió fuertemente sobre la ribera y sólo a partir de Los Caracas llovió igual de fuerte sobre los cerros. La lluvia sobre la cordillera parece haberse incrementado con la altura y aparentemente fue máxima sobre el pico Naiguatá y el pico Ávila, disminuyendo sensiblemente hacia Carayaca.

Dada la premura de habilitar la conexión vial terrestre en las zonas afectadas, se recomienda realizar el bote directamente en el mar, procurando ir depositando las piedras al pie de la carretera para ir formando una escollera que proteja la vía de los efectos de las olas. Esto requiere un mínimo de técnica en lo referente a la gradación de las rocas entre la coraza exterior y los finos de la carretera.

Se recomienda y se ha dado inicio a mediciones batimétricas en distintos conos o mesetas de deyección, para determinar sus volúmenes, estabilidad y posible aprovechamiento mediante una ulterior estabilización. Estos sitios son Anare, Camurí Grande Este, Camurí Grande Oeste, Naiguatá, El Tigrillo, Carmen de Uria, Tanaguarena, río San Julián, Camurí Chico, El Cojo, Macuto, Punta de Mulatos y el río Osorio.



EDIFICACIONES RESIDENCIALES AFECTADAS EN CARACAS Y EL LITORAL CENTRAL

La tipología de las edificaciones residenciales afectadas por los fenómenos naturales incluye edificios y casas, de construcción formal y no controlada. Asimismo debe añadirse el tipo de uso, permanente o de temporada, dada la naturaleza de parte del sistema urbano del litoral central.

Por otra parte, la tipología de la afectación a las edificaciones puede, en una primera fase, simplificarse a:

1. Edificaciones completamente destruidas.
2. Edificaciones con defectos constructivos, a demoler luego de la afectación por el evento.
3. Edificaciones aparentemente bien construidas, pero con la estructura dañada.
4. Edificaciones en zonas de alto riesgo presente, a ser desalojadas permanentemente.
5. Edificaciones en zonas de riesgo, a ser desalojadas provisionalmente hasta evaluación posterior.
6. Edificaciones con estructuras aparentemente en buen estado, pero con paredes destruidas o parcialmente tapiadas por sedimentos o escombros.
7. Edificaciones con afectación menor.

Todos estos tipos de afectaciones a edificaciones residenciales implican damnificados en un primer momento. Pero el tipo 7 y, a un plazo mayor, los tipos 5 y 6 permiten el regreso de los ocupantes originales, quedando sólo como damnificados permanentes los residentes en edificaciones con afectaciones de los tipos 1 al 4. Aun así, en una primera fase de meses, deben considerarse damnificados también los residentes de las edificaciones con afectaciones de tipo 5 y 6.

El conteo de las estructuras afectadas, de acuerdo con los límites establecidos por los especialistas en Hidrología y Geotecnia, y realizado con modelos matemáticos especiales sobre restituciones aerofotogramétricas digitalizadas muy recientes (actualización 1996 de Caracas y 1999 del litoral), arroja los siguientes resultados:

Edificaciones residenciales afectadas (motivo de desalojo provisional y, parcialmente, definitivo) en las laderas de la quebrada Tacagua, en Caracas: 1.231, equivalentes a 1.670 viviendas y 8.700 personas damnificadas.

Edificaciones residenciales afectadas (motivo de desalojo provisional y, parcialmente, definitivo) en las quebradas Catuche (282 de 1 piso, 169 de 2 pisos, 34 de 3 pisos y 1 de 4 pisos) y Anauco: 923, equivalentes a 1.380 viviendas y 7.200 personas damnificadas.

Edificaciones residenciales afectadas en el litoral central: 10.083 (432 ranchos, 8.951 casas y 700 edificios), equivalentes a un máximo de 78.700 personas (25% de los habitantes del litoral central) afectadas en distinto grado. En esta zona, las afectaciones a edificaciones residenciales del tipo 1 al 6, pueden estimarse en 2.811, equivalentes a 4.700 viviendas y 24.000 personas damnificadas provisional o definitivamente.

De esta manera, las personas damnificadas (en el sentido que no pueden volver a sus viviendas, en algunos casos por ahora y en otros definitivamente) en el litoral central y en Caracas, llegan a un máximo de 40.000 personas. Lo que fija un improbable límite superior de 8.333 nuevas viviendas a construir para atender las consecuencias del reciente fenómeno ocurrido en este ámbito.

Estas cifras se ajustarán con la misión aerofotográfica escala 1:5.000 que está finalizando en su fase fotográfica, con las consideraciones sobre segundas residencias en los casos aplicables y con las evaluaciones estructurales a que haya lugar, para establecer el número de personas damnificadas de manera permanente y que requieren de nuevas viviendas.

En todo caso, una estimación preliminar de la inversión necesaria para la reposición de viviendas terminalmente afectadas monta a unos 125 millones de bolívares.

Apoyándose en las bases de datos existentes sobre damnificados y ocupantes de albergues provisionales, y particularmente en las encuestas en profundidad que poseen el Fondo Único Social y Fundacomun, el CONAVI puede prestar asistencia técnica, complementando su sistema nacional de selección de usuarios para viviendas en los casos especiales de damnificados por los recientes fenómenos.

ESTIMACIONES DE MOVIMIENTO DE TIERRA EN EL LITORAL CENTRAL

Los principales conos de deyección activados y que corresponden a áreas urbanizadas del litoral comprenden Caraballeda (389 ha), Maiquetía (113 ha), Tanaguarena (90 ha), El Cojo (79 ha), Naiguatá (77 ha), Uria (36 ha) y Macuto (23 ha), para un total de 807 ha de área de proyección horizontal sobre tierra de los sedimentos en toda su extensión. Considerando que las mesetas recientemente depositadas tienen alturas variables cada una y entre sí, asumimos un promedio general de 50 cm, lo que produce una estimación gruesa de 4 millones de m³ de material, incluyendo grandes piedras, grava, arena, lodo y material vegetal con grandes troncos. Buena parte de este material puede aprovecharse en la reconstrucción de carreteras, en la mencio-



nada construcción de escolleras de protección y, eventualmente, en la expansión y estabilización de algunas de las nuevas mesetas de deyección sobre el mar, en sitios seleccionados por el estudio preliminar de ingeniería de costas en elaboración.

En el resto del litoral central, excluyendo parte de las carreteras y algunos puntos con fenómenos aislados como las laderas de los barrios en Punta de Mulatos y Montesano, los trabajos de movimiento de tierra pueden clasificarse como de mantenimiento mayor y limpieza.

El tipo de trazado general urbano característico de los mayores conos de deyección afectados por el siniestro tiene 12,5% de áreas públicas. Con base en esto, puede estimarse que entre 1/3 y 40% del volumen de material depositado corresponden a suelo público, semipúblico, o de empresas estatales, mientras que el resto sería en suelo de ocupación privada. Uno y otro tipo de remoción suponen responsabilidades distintas para el Estado. En todo caso, los costos aproximados del movimiento de tierra y la remoción de sedimentos pueden estimarse en una media general de Bs. 10.000 por m³, para un total de 40 millardos de bolívares; entendiéndose que la remoción con equipos de movimiento de tierra sólo es posible en algunos casos, mientras que otros ameritarán el empleo manual de motobombas para chorros de agua a presión.



ESTIMACIONES DE RECONSTRUCCIÓN DE VIALIDAD EN EL LITORAL CENTRAL

Una estimación preliminar, sin material fotográfico actualizado, pero fundamentada en opiniones de expertos que sobrevolaron la costa, supone que 1/7 de 20 Km de vías costeras deberán reconstruirse. Es decir, unos 3 Km. La inversión necesaria en este caso puede estimarse en 750 millones de bolívares por Km, para un subtotal de 2.250 millones de bolívares.

Por otra parte, la carretera vieja de La Guaira amerita también reconstrucción de algunos tramos, posiblemente con algunas obras mayores como la aparentemente necesaria cerca del centro de abastecimiento de Cantinas, donde un deslizamiento arrastró varias gandolas de combustible. En las laderas a lo largo de la vía se observan deslizamientos y erosión de rellenos volcados. La evaluación más detallada y la cuantificación de obras podrán ajustarse con los resultados de la misión aerofotogramétrica en curso, estimándose preliminarmente la reconstrucción de tramos en 4 Km. Son imprescindibles los estudios y proyectos geotécnicos antes de acometer las obras mayores. Una estimación preliminar de costos en este apartado montan a un subtotal de unos 4 millardos de bolívares.

Por su parte, una inspección aérea de la vía El Junquito-Carayaca-Puerto Carayaca, sumada a la apreciación mencionada de la distribución de las precipitaciones, indica que el necesario despeje de esta vía no reviste mayor dificultad con la maquinaria apropiada y operadores calificados.

Por otra parte, las cuestiones mayores de vialidad se concentran en la autopista Caracas-La Guaira: allí se ameritan proyectos de geotecnia e ingeniería de la máxima calidad para acometer inmediatamente las reparaciones mayores en el Km 11+500 (salida del Boquerón 1 hacia La Guaira) donde se produjo el colapso del canal derecho de la pista de subida, que descansaba sobre una sección en terraplén, aparentemente a consecuencia de los deslizamientos superficiales de masa rocosa a la entrada del Boquerón 1, el colapso de las obras de coronamiento de los taludes, el atarquinamiento de la alcantarilla ubicada antes de la entrada al Boquerón y el flujo de lodo de 40 cm de altura a través del túnel, la cual desbordó por insuficiencia de las cunetas, produciendo infiltración adicional a través de juntas de cunetas deficientemente selladas. En la salida del Boquerón, una grieta de tracción paralela indica que el material adyacente al colapsado ha sufrido descompresión, pudiendo también hacer colapsar toda la pista de subida. Aunque en este caso se recomendó un proyecto cuidadoso



de ingeniería geotécnica de estabilización, las autoridades competentes asumieron iniciar la estabilización inmediata construyendo un muro de tierra armada.

El problema mayor de la autopista se localiza en el Km 0+600 (curva de Gramovén), donde un problema geotécnico de extrema gravedad puede hacer colapsar ambas pistas de la obra. En este caso, grietas longitudinales paralelas, con desplazamiento horizontal y vertical, se ubican hasta en la pista de subida a Caracas, mientras que los deslizamientos afectan tanto a la ladera inferior como a los taludes de corte superiores, recomendándose un procedimiento expedito de seleccionar un grupo de consultores especialistas en geotecnia que, junto con una empresa especialista en obras de estabilización, proyecten, construyan y supervisen la solución inmediata al problema.

Asimismo, se observaron grietas en la plataforma de la vía en el Km 1+300 por deslizamiento en la ladera inferior. Otros problemas menores son el conjunto de deslizamientos en las márgenes de las pequeñas quebradas en la ladera superior de la autopista, como los localizados en el Km 1+670 y en el Km 1+900, la reactivación del macrodeslizamiento en la ladera superior de la autopista en el Km 2+550 al Km 2+600, más deslizamientos progresivos de zonas inestables existentes, como el Km 3+150.

Varios deslizamientos de taludes de corte predominantemente rocosos, como el del Km 8+200.

Otro problema de estabilidad (formación de pequeña grieta de tracción cercana a la cuneta) es en la ladera inferior de la pista de subida en el Km 11+600.

Hay deslizamientos en los taludes que conforman los portales y los accesos en el Boquerón 2.

No hay indicios de problemas adicionales a los ya existentes en el viaducto 1. Tampoco existen daños que comprometan estructuralmente los viaductos 2 y 3. Apenas flujos superficiales en el estribo Caracas, en la pista de subida en el 2 y cárcavas de erosión en la zona próxima adyacente al estribo Caracas en la pista de subida, talud vertical con desprendimiento de rocas debajo de la fundación de la pilastra del arco del lado Caracas y deterioro de las juntas, principalmente la del estribo La Guaira, y filtraciones en dicho estribo, del viaducto 3.

Sin carácter de urgencia, será necesario, en el viaducto 3, reparar el daño efectuado por los procesos erosivos en el estribo Caracas, así como el diseño y construcción de un sistema de captación y disposición de aguas de escorrentía. También proyectar y construir una obra de estabilización en el talud vertical al pie de la pilastra del lado La Guaira. En ambos viaductos, 2 y 3, debe procederse a la instrumentación de fisuras, reparación de juntas y construcción de drenes subhorizontales en la zona inferior de los estribos donde se detectaron filtraciones.

Se recomienda completar la remoción del material suelto y los bloques en condiciones precarias en las caras de los taludes en los deslizamientos rocosos como los existentes entre la salida del Boquerón 2 y el final de la autopista, para posteriormente evaluar geotécnicamente la necesidad de posibles obras de estabilización.

Proceder a terminar de destapar las alcantarillas que han generado lagunas a la entrada del Boquerón 1 y en los Km 14+750; 14+750; 15+050; 15+800.

Utilizar criterios geotécnicos para evitar que los botes de tierra, con motivo de las labores de emergencia, coloquen materiales en sitios de la autopista que generen problemas de inestabilidad o afectación de viviendas en niveles inferiores, tal como en el caso del bote que se está realizando en el estribo La Guaira del viaducto 3.

Una estimación muy preliminar de los costos de reparación plena de la autopista monta a unos 50 millardos de bolívares.

ESTIMACIONES DE RECONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS EN EL LITORAL CENTRAL

Los mayores costos de reconstrucción de infraestructuras (acueductos, cloacas, drenajes, electrificación y alumbrado público) en el litoral central pueden asignarse a la reconstrucción y puesta en funcionamiento de las infraestructuras mayores: acueductos de aducción, que entendemos presentan más de una docena de rupturas mayores, estaciones de bombeo a reparar o reconstruir, estanques almacenadores, limpieza o reconstrucción de grandes colectores cloacales, reparación de descargas submarinas, drenajes y canales mayores, líneas alimentadoras de alta tensión y subestaciones eléctricas. Para todo ello se ha asumido un estimado grueso de 30 millardos de bolívares.

Por otra parte, la red de infraestructuras urbanas locales a reacondicionar, reconstruir o construir de nuevo en las zonas más afectadas del litoral central se estima en 101 Km, comprendiendo acueductos y cloacas locales, tendidos aéreos y redes subterráneas de alta y baja tensión así como de alumbrado público y telefonía. El costo de este tipo de obras de reacondicionamiento y reconstrucción de infraestructuras locales puede estimarse en unos 16 millardos de bolívares actuales.



ESTIMACIONES DE RECONSTRUCCIÓN URBANA INTEGRAL DE LAS ZONAS MÁS AFECTADAS EN EL LITORAL CENTRAL Y CARACAS

Utilizando como cifras de referencia los costos unitarios actualizados por hectárea de habilitación física total necesarios para el proyecto CAMEBA de Fundacomun-Banco Mundial, puede establecerse una estimación gruesa de las inversiones necesarias para la habilitación y rehabilitación urbana de las 875 ha más afectadas en el litoral central y Caracas (807 en el litoral y 68 en Caracas). Ésta montaría hasta 614 millones de dólares estadounidenses, o 400 millardos de bolívares, comprendiendo la reconstrucción total de infraestructuras públicas estructurantes y locales (incluyendo vialidad y otros espacios públicos), la reparación o reconstrucción de servicios comunales y equipamientos primarios e intermedios en áreas semipúblicas y privadas, así como la construcción o remodelación de más de 8.000 viviendas para sustituir las más afectadas por el fenómeno de diciembre pasado.

Esa cifra no incluiría los grandes movimientos de sedimentos (con un costo aproximado de 40 millardos de bolívares), ni la restauración de los grandes equipamientos metropolitanos, como el aeropuerto y el puerto, ni tampoco las reparaciones de las carreteras costeras, la carretera vieja (unos 6 millardos de bolívares) y la autopista, como tampoco obras especiales de estabilización geotécnica, de prevención de riesgos futuros, de escolleras o de aprovechamiento y estabilización de sedimentos en la franja costera (para lo que puede asumirse otros 100 millardos de bolívares).

Con estas presunciones, las inversiones totales en obras para la reconstrucción urbana de las zonas afectadas del litoral central y Caracas, pueden asumirse en el orden máximo de 550 millardos de bolívares. De este total, unos 100 millardos de bolívares podrían corresponder a inversión privada, en comercios, así como en urbanizaciones y clubes de capas de ingresos medios altos, posiblemente a financiar con el sistema privado nacional.



DOCUMENTACIÓN EN PREPARACIÓN PARA EVALUACIONES DE IMPACTO Y RIESGO

Además de los mapas sinópticos integrados desde los niveles altos de la atmósfera hasta la superficie, a partir de las imágenes infrarrojas generadas por el satélite meteorológico GOES, combinadas con datos de lluvia y escorrentía de superficie, a realizar conjuntamente por el Servicio de Meteorología de las FAV, el Servicio de Meteorología de la Dirección de Hidrografía de la Armada y la Dirección de Hidrología y Meteorología del MARNR, se están empleando otras imágenes satelitales con fines de planificación urbana. Se están empleando las capacidades técnicas y profesionales del Centro de Procesamiento Digital de Imágenes (CPDI) del Instituto de Ingeniería para una evaluación multitemporal del litoral central y algunas zonas de Caracas a escala 1:25.000, con imágenes del satélite LANDSAT-7, para otra evaluación multitemporal de las mismas zonas a escala 1:5.000 con imágenes del satélite IKONOS; para el desarrollo de un sistema permanente de información geográfica, con diversos modelos de planificación y control; y para actualización cartográfica.

También puede disponerse de las aerofotografías del vuelo realizado por las Fuerzas Armadas inmediatamente después de los eventos naturales de mediados de diciembre. Asimismo, en una escala de vuelo con mayor nivel de detalle (1:5.000), se dispone de aerofotografías anteriores e inmediatamente posteriores a los eventos, cubriendo la zona de Higuerote, todo el litoral central, la serranía del Ávila y el norte de Caracas. Se procede a avanzar en las reposiciones aerofotogramétricas digitalizadas de estos vuelos a escalas 1:5.000 y 1:1.000, para su utilización en modelos tridimensionales de flujos y en planimetría para diseño urbano de reconstrucción.

Todo el material aerofotográfico histórico y reciente se está empleando para el estudio fotogeológico de clasificación de riesgos en las zonas ocupadas del litoral, para la actualización del estudio existente para las zonas de Caracas y para el estudio de riesgos en las zonas altas montañosas. De esta forma podrá determinarse las zonas que requerirán de estudios de mayor detalle y podrá planificarse y proyectarse las obras de ingeniería preventiva y correctiva a que haya lugar, particularmente en las cuencas y los conos de deyección recientemente activados y listados con anterioridad.

ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES GENERALES

Debe entenderse que toda la ocupación histórica y contemporánea del litoral central (donde se ubican el principal puerto y aeropuerto del país, así como importantes desarrollos recreacionales, turísticos y residenciales integrantes de la gran área metropolitana), y de las laderas inferiores de la cordillera del Ávila hacia Caracas, se ha realizado sobre conos de deyección entrelazados que llegan, en un caso hasta el mar, y en el otro, hasta la margen izquierda del río Guaire. Ello conlleva una vulnerabilidad intrínseca inherente a la localización, donde pueden optimizarse las condiciones de ocupación, la percepción del riesgo, los sistemas de alerta y las formas de respuesta inmediata ante factores agravantes de inestabilidad, pero jamás obviarse los factores permanentes de inestabilidad. Éstos afectan tanto a la ciudad planificada con sus urbanizaciones, equipamientos y grandes dotaciones como a los desarrollos no controlados o barrios, tal como se demostró en el reciente fenómeno que afectó mayormente a desarrollos controlados en el litoral central y a desarrollos no controlados en Caracas, sin olvidar en este último caso la afectación de urbanizaciones como Lídice, El Manicomio, San Bernardino, Los Chorros y Montecristo.

En términos generales y permanentes, la tarea para las zonas afectadas por los recientes fenómenos y para todas las zonas sometidas a procesos geodinámicos similares, consiste en la actualización de la cartografía de fenómenos de inestabilidad y en la elaboración de modelos de interacción entre fenómenos y elementos expuestos, considerando factores agravantes de inestabilidad, como sismos, precipitaciones extraordinarias y movimientos de vertiente. También debe considerarse condiciones socioeconómicas como población, inversiones, base económica de la ocupación, valor y período de vida útil de los elementos expuestos. Todo ello para el desarrollo de medios y herramientas que permitan realizar un manejo integral de los riesgos. Son trabajos que corresponden a científicos y técnicos.

Pero la disposición permanente de medios para actualizar los estudios y mediciones, así como el refuerzo de la organización para posibles desastres y la implementación de medidas preventivas y correctivas, depende de decisiones del Estado, mientras que la efectividad real de todo el sistema de alerta y respuesta ante desastres descansa fundamentalmente en la organización y preparación de la población potencialmente amenazada.

Se recomienda avanzar sostenidamente en este sentido, elaborando y manteniendo al día un plan estratégico para la alerta y respuesta a posibles catástrofes, basándose institucionalmente en la coordinación de Defensa Civil, fuertemente reforzada para el mejor ejercicio de sus funciones y apoyada por una comisión técnica permanente de alto nivel.

En términos de ocupación territorial y desconcentración, se recomienda emplear los estudios en elaboración, por iniciativa del MINFRA, referentes a la evaluación del potencial de desconcentración de las pequeñas y medianas ciudades existentes en los ejes nacionales de desconcentración. Los modelos, cuyos primeros resultados podrán obtenerse a finales de enero de 2000, consideran costos comparativos de inversión total por asentamiento permanente y crecimiento programado, pudiendo introducirse también consideraciones políticas de desconcentración y evaluar sus costos probables.

Por otra parte, debe asumirse la permanencia de los mayores asentamientos urbanos existentes, incluyendo Caracas y su litoral central. En las zonas allí afectadas por los recientes fenómenos naturales deben adelantarse proyectos de reconstrucción, habilitación, rehabilitación o transformación urbana en los conos de deyección activados, basados en estudios de riesgos geomorfológicos y de hidráulica fluvial en todas sus subcuencas hidrográficas de influencia directa, así como en todos los otros elementos necesarios en el análisis de sitio para el diseño urbano, como la consideración del proyecto de autopista alterna en la quebrada Tacagua.

En este caso, los proyectos especiales deben contemplar los de los asentamientos en las laderas de la quebrada Tacagua, el piloto que se está ya realizando en la quebrada Catuche, el proyecto en la quebrada Anaucó y el proyecto en la quebrada Tócome, en lo referente a la parte de Caracas. En el litoral, deberá realizarse, en principio, los proyectos de diseño urbano del río San Julián (Los Corales, Caribe y Caraballeda), quebrada Piedra Azul (Maiquetía), quebrada Cerro Grande (Tanaguarena), quebrada El Cojo (sector Las 15 Letras), quebrada Naiguatá, quebrada Uria (Carmen de Uria) y quebrada Macuto.

Para la elaboración y, sobre todo, para la ejecución de los propuestos proyectos de diseño urbano, se recomienda emplear una metodología análoga a la que se ha venido empleando en el país para la habilitación física de grandes zonas de barrios: el nivel más alto de calidad profesional disponible en equipos interdisciplinarios, combinado con la máxima participación de las comunidades involucradas. En algunos casos esto significará el empleo de agencias locales autogestionarias de desarrollo urbano, mientras que en otros, donde la mezcla social y de intereses en juego es mucho





mayor, el proceso podrá asumir la forma de variantes simplificadas y en pequeña escala de planes estratégicos urbanos.

Por otra parte, se recomienda la constitución de una autoridad técnica única (ATU) para la rehabilitación del litoral central y las vías de comunicación con la capital, cuyas funciones cesarían al completarse los trabajos. Para que ella funcione óptimamente debería poseer las siguientes características:

- Dependencia única y exclusivamente del ministerio o dependencia que designe el Ejecutivo Nacional.
- Se apoyará en una comisión técnica de alto nivel.
- Ser autónoma y con suficiente poder de decisión para afrontar en forma inmediata las actividades inherentes a su misión.
- Mantener relaciones interinstitucionales con los ministros, gobernadores, alcaldes y las 13 Comisiones de Emergencia ya establecidas por el Ejecutivo.
- Para controlar la gestión de la ATU con la agilidad requerida, se recomienda la creación de una Comisión Delegada de la Contraloría General de la República exclusivamente para este fin.
- La administración de los fondos asignados a la ATU se hará conjuntamente entre ésta y un administrador especial, previamente aprobada por la Comisión Delegada de la Contraloría.
- La ATU presentará al ministerio de que dependa, las listas para las necesarias contrataciones de empresas, siendo el ministerio el contratante. Se efectuará un proceso similar para las contrataciones de personal profesional y técnico.
- La ATU coordinará y le serán adscritas las agencias locales autogestionarias de desarrollo urbano y las autoridades de los microplanes estratégicos locales.

El presente informe recoge las sugerencias y recomendaciones del siguiente panel de calificados expertos:

Ing° Santos Michelena
Ingeniero - Doctorado

Ing° Roberto Pérez Lecuna
Ingeniero Civil e Hidráulico -
Sanitario

Ing° Daniel Salcedo
Ingeniero Civil Geotecnista

Geo° Mario Vignali
Geólogo - Geotecnista

Ing° José Adolfo Peña
Ingeniero Civil - Estructural

Ing° Luis Miguel Suárez
Ingeniero Civil – Hidráulico (Presas)

Ing° Pablo Emilio Colmenares
Ingeniero Civil en Infraestructura

Arq° César Martín
Arquitecto

Ing° Mario Dubois
Ingeniero Civil – Hidráulico

Ing° Gustavo Maradey
Ingeniero Civil - Constructor

Ing° Enrique Arnal
Ingeniero Civil - Estructural

Ing° Eduardo Martínez
Ingeniero Civil – Hidráulico

Arq° Henrique Hernández
Arquitecto

Ing. Ricardo Muñoz-Tebar
Ingeniero Civil de Costas

Ing. Rodolfo Sancio
Ingeniero Civil Geotecnista

Dr. Benardo Pérez Guerra
Doctor en Ingeniería – Geotecnista

José Pereira
M.T. de 2da. de la Fuerza Aérea

Lic. Jorge Gómez
Defensa Civil – Gerencia de Desas-
tres Naturales

Dra. Alicia Moreau
Geógrafa

Alberto J. Lewis
Defensa Civil (Cuba)

Jorge Hernández Machín
Defensa Civil (Cuba)

Arq. Josefina Baldó Ayala
Arquitecto Urbanista

Arq. Federico Villanueva
Arquitecto Urbanista