



**No dejar para mañana :
Tecnologías para la prevención y mitigación de
desastres naturales**

**Por : Ing. Manuel Luque Casanave
Catedrático e investigador de la Universidad Nacional de Ingeniería**

Una política nefasta por sus consecuencias y muy de moda en Perú es la inconstancia en la acción y la incoherencia entre lo que se propone y lo que se hace, los plazos de ejecución no se cumplen, la asignación de responsabilidades no se acatan, con funcionarios notoriamente responsables de no haber ejecutado el plan de acción planificado, en el que la renuncia al cargo no es un atenuante, pues el perjuicio está hecho a la sociedad y al país. Debemos abandonar la política de la refrigeradora, por la cual en un momento surge un evento adverso al país que puede ser un desastre natural u otro, en el que todos los medios y las entidades del Estado tratan el tema, lo analizan por unos días o semanas, se señalan falencias y causas, así como los responsables, muy sueltos de huesos las autoridades asignan responsabilidades futuras, sin embargo el tema se enfría y luego nadie exige cumplimiento de plazos ni indicadores de resultados.

El efecto perjudicial a la población pasa, se opera el tema en piloto automático, nadie exige fiscalización a lo acordado por todos y solo vuelven a ocupar el tema los medios y las autoridades cuando vuelve a ocurrir cíclicamente el mismo desastre (terremotos, inundaciones, incendios, contaminación masiva, etc) con los mismos efectos, al no haber solucionado las causas. No se fiscaliza la solución planteada y no hay transparencia institucional para publicar los proyectos en su portal web, para que la ciudadanía fiscalice los montos de inversión versus el expediente técnico. La rendición permanente de cuentas al ciudadano es una obligación de las entidades públicas, evitando así que la emergencia sea una oportunidad de negocio sin control.

Esto ha ocurrido en el pasado con el terremoto de Pisco y viene ocurriendo en la reconstrucción de los efectos del pasado evento denominado Niño Costero. Se debería tener listos para antes del próximo verano los encausamientos de los aproximadamente 30 ríos costeros en los valles afectados, con tareas de descolmatar, dragar, profundizar y anchar los cauces de los ríos, con reforzamiento de enrocado en sus riberas.

La aplicación de la tecnología surge como una herramienta útil para dar soluciones efectivas a los aspectos de prevención y mitigación de desastres naturales.

Los disipadores fluido viscosos se implementan para reducir la deformación y daño estructural en edificios por su función de amortiguamiento y disipación de la energía sísmica. En las Figuras 1 y 2 se muestran un esquema del disipador y su aplicación en una estructura, respectivamente.

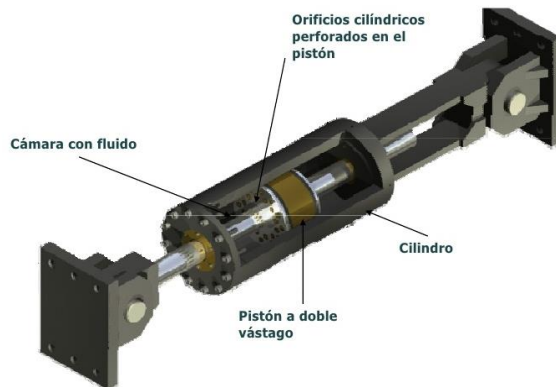


Figura 1. Esquema de un disipador fluido viscoso



Figura 2. Disipadores instalados para la protección estructural ante sismos

Las tecnologías de la información y comunicación (TICs) son fundamentales para generar alerta ciudadana ante un sismo, fueron útiles en el violento terremoto de México de septiembre 2017, pues disparó rápidamente una alarma sonora en toda la ciudad de México.

Alertados por los 8,200 megáfonos desplegados en la capital federal, sus 20 millones de habitantes descendieron en masa -y precipitadamente- a las calles, incluso en pijama. Desde hace dos décadas, la asociación CIRES provee una red acelerográfica con un sistema de sensores colocados a lo largo de la costa del pacífico, donde el riesgo de sismos es mayor.

Las ondas sísmicas detectadas pueden recorrer los centenares de kilómetros que separan la costa de la capital mexicana en un minuto, causando considerables daños. Una vez detectado el sismo, el sistema lanza una alerta vía señal electromagnética que viaja mucho más rápido que las ondas sísmicas, que viajan a aproximadamente 5 km/segundo, señal electromagnética que dispara las alarmas en escuelas, ministerios y otras oficinas, accionado en paralelo los megáfonos en las calles, interrumpiendo automáticamente las emisiones de la radio y TV, las que se sintonizan con la alerta, los mexicanos tienen

entonces como máximo un minuto para reaccionar y salir de sus viviendas y edificios antes de que empiecen a temblar. En el caso de Perú con terremotos localizados mayormente en la costa sur (Ica y Lima), tendríamos una alerta que podría dispararse en la ciudad de Lima en aproximadamente entre 20 a 30 segundos antes de que la onda sísmica llegue a la capital, ello dependiendo de la cercanía de los epicentros.

La tecnología con aplicaciones en los smartphone genera alertas tempranas tal como se hizo en septiembre 2017 en el terremoto de México , permitiendo a sus habitantes recibir alertas a través de aplicaciones como SkyAlert o Alerta Sísmica DF. Dos segundos después del comienzo de un sismo, la aplicación SkyAlert envía una señal a los teléfonos móviles de los abonados, apareciendo el mensaje "alerta sísmica" e indicando la intensidad del sismo. Ver Figura 3.



Figura 3. Aplicación de alerta temprana de sismos en el smartphone

Planteo como una propuesta a estudiar, la incorporación de impedancias sísmicas en las zonas geográficas de tránsito de la onda sísmica, para minimizar su intensidad al llegar a las ciudades. Una forma sería caracterizando la geomorfología de los suelos, su composición (de granito, arcilloso, grado de humedad, etc) y con ello identificar la intensidad y velocidad de tránsito actual de la onda sísmica en tales suelos. Se evaluarían las alternativas de modificación de la composición de los suelos y colocación de barreras a modo de resistencias para reducir la intensidad y/o refractar y reflejar parte de las ondas sísmicas a zonas específicas, logrando incrementar la impedancia sísmica para que su intensidad se aminore al llegar a las ciudades.

Para evitar las roturas de las tuberías de gas natural durante un sismo se instalan tuberías flexibles en las zonas de transición de pase de un edificio o nave industrial a otra, dado que cada edificio o construcción oscila en forma independiente ante un sismo, con la tubería flexible se logra que ésta compense el desfase de las oscilaciones en el tramo de paso de la tubería de un edificio a otro. Ver Figura 4.



Figura 4. Tubería flexible para pasar el gas natural de un edificio a otro.

En gasocentros, en comercios, industrias y en residencias ubicadas en zonas sísmicas es conveniente la instalación válvulas de cierre rápido en la tubería de entrada de gas natural al local, reguladas para cortar el flujo cuando se sobrepasa un valor en la escala de Richter, se accionan mecánicamente cuando ocurre una aceleración crítica por vibración sísmica, evitando fugas de gas e incendios por rotura de tuberías internas en la red de gas natural Ver Figura 5.



Figura 5. Válvula de cierre rápido para corte del flujo de gas en caso de sismo

En junio 2017 en una entrevista con el diario El Comercio propuse el retiro de las piedras acumuladas en las geomallas -de las quebradas de Chosica- como consecuencia de los huaycos precipitados durante el evento del llamado Niño Costero. La propuesta consistía en la instalación de una planta de chancado móvil in situ para retirar la piedras en cada quebrada, dándole un uso útil a dichas piedras al obtener dimensiones manejables. Para ello se llevarían en helicóptero los equipos a cada quebrada, incluyendo un grupo electrógeno para dotar de energía a la planta móvil, luego de los procesos de chancado primario y secundario las piedras se clasificarían en zarandas vibratorias, desde donde a través de una faja transportadora -que trasladaría las piedras al pie del cerro- tendrían dos destinos -no excluyentes- , uno el de servir de materia prima para una planta de concreto móvil y el segundo cargar las piedras chancadas a volquetes para su venta a plantas concreteras. Estos destinos le permitiría al Estado negociar mejor el costo de la obra con empresas interesadas. Esta propuesta puede ser replicada en otras zonas del país con presencia de huaycos. Ver Figura 6.

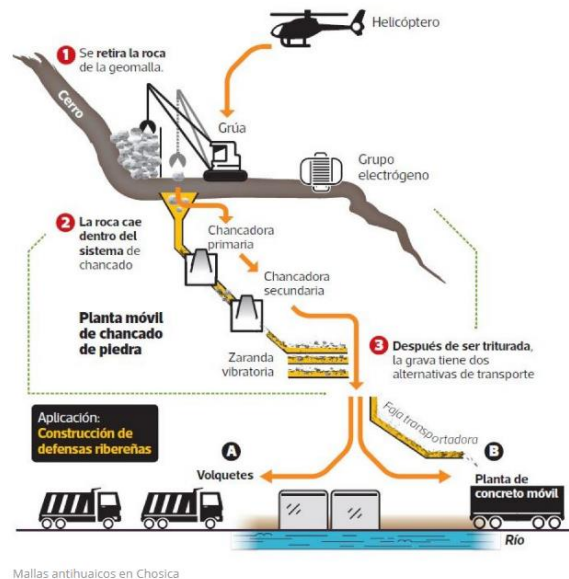


Figura 6. Propuesta para el retiro sostenible de las piedras acumuladas en las geomallas de las quebradas de Chosica (Cortesía diario El Comercio)

Para servir de refugio a la población de La Punta en el caso de un tsunami, propuse hace unos años a la Municipalidad de La Punta un proyecto de inversión pública con la construcción de un malecón aéreo de 15 metros de altura y una longitud de 700 metros y 20 metros de ancho, sostenido por columnas sólidas. Estaría ubicado en el Malecón Wiese frente a la playa de La Arenilla, con sus 14 mil m² de área podría albergar a los aproximadamente 5 mil habitantes que conforman la población del distrito. Dotado de escaleras rebatibles cada 100 metros, contaría con dos helipuertos, uno en cada extremo del malecón, para el traslado de personas en riesgo. Con facilidades logísticas, tanque de agua potable, posta de salud, iluminación con paneles fotovoltaicos, grupos electrógenos para la generación autónoma de energía. Cuando no sea ocupado este malecón -por evacuación de la población hacia el mismo a causa de un tsunami-, se convertiría en un mirador turístico generador de rentas a la municipalidad. Los visitantes y pobladores del distrito podrían disfrutar de la vista marina y de su fauna, de la gastronomía chalaca en los varios restaurantes a instalarse, con promoción del turismo especializado nacional e internacional para observar el paisaje marino y las aves migratorias (birdwatching), lugar para esparcimiento, de celebraciones y para la presentación de eventos artísticos. Esta propuesta de malecón podría ser replicada en otras zonas costeras del país. Ver Figura 7.



Figura 7. Propuesta de malecón aéreo anti tsunami para el distrito de La Punta

Una tecnología para la prevención que podría ayudar mucho para evitar inundaciones en centros poblados es la “siembra de nubes”, que permite cambiar los patrones de lluvia, bombardeando con aviones o cohetes desde tierra yoduro de plata (I_{Ag}) o hielo seco (CO₂ en estado sólido) pulverizados a determinadas nubes o cúmulos -identificadas por satélite- que estén en tránsito del océano a cuencas inundables y antes de que lleguen a ellas. El principio físico para ocasionar las lluvias es la reacción endotérmica que se produce en la combinación química del yoduro de plata y del hielo seco con el vapor de agua de las nubes, retirando calor latente del vapor de agua, el que por tal razón pasa de la fase de vapor a hielo (cristales), los que pasan luego a la fase líquida, precipitando así como lluvia aproximadamente a los 15 a 20 minutos de aplicada la siembra de nubes.

Al bombardear puntos seleccionados de nubes precursoras de lluvia -sea en el océano o fuera de una cuenca específica inundable- se generará lluvia fuera de dicha cuenca. También se puede bombardear nubes en el interior del territorio con un criterio complementario que es el de crear zonas de baja presión por la precipitación de las lluvias, vacío que será ocupado con el desplazamiento de la nube vecina y lograr con ello inducir

el desplazamiento de nubes para que precipiten lluvia en lugares, quebradas o cuencas no pobladas o que no sean origen de los ríos que atraviesan centros poblados. China, Rusia, EE. UU. y Tailandia han tenido éxito con esta tecnología. Ver Figura 8.



Figura 8. Bombardeo de nubes para generar lluvia artificial

El procesamiento e interpretación de imágenes que proporcione nuestro satélite submétrico Perú SAT-1 del antes y después de las inundaciones, puede permitir la geolocalización de los orígenes de los huaycos y la cuantificación de los volúmenes de agua acumulados día a día detectados por imágenes en 3D, el tránsito de las inundaciones y huaycos, para adoptar con ello soluciones de ingeniería civil (represas, diques, canales) que deriven los flujos de agua y potenciales huaycos para evitar que afecten a zonas pobladas. Ver Figura 9.

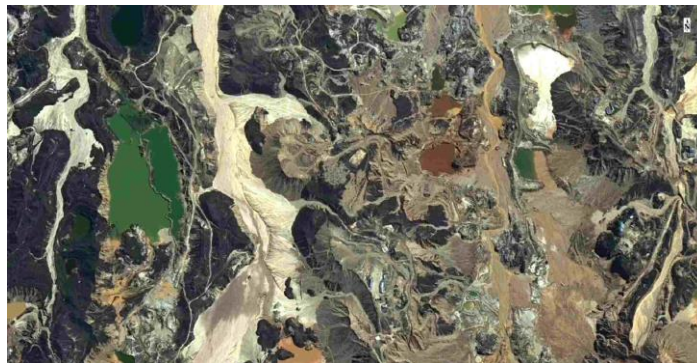


Figura 9. Satélite peruano Perú SAT-1 para geolocalizar orígenes de huaycos