

PROGRAMA NACIONAL PARA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES: PNPMD

*Por: Julio KUROIWA**

1.- INTRODUCCIÓN

Las numerosas víctimas y severas pérdidas económicas que causan los desastres naturales, han retrasado considerablemente el desarrollo económico de los países en vías de desarrollo.

Teniendo en cuenta esta situación, la Asamblea General de las Naciones Unidas mediante resolución No. A/RES/44/236 de 1990, declaró al período comprendido entre los años 1990 al 2000 "Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales - DIRDN". Durante este lapso mediante la cooperación internacional, pero sobre todo por esfuerzo propio de los países del Tercer Mundo, han comenzado a desarrollarse actividades tendientes a reducir los negativos efectos de los desastres naturales, de tal manera que se logre ingresar al nuevo milenio teniendo un mundo más seguro donde vivir y en el que vaya mejorando la calidad de vida de la humanidad.

La idea del DIRDN fue propuesta en la conferencia magistral del Dr. Frank Press, presidente de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de Norteamérica, durante la ceremonia de inauguración de la VIII Conferencia Mundial de Ingeniería Sísmica, realizada en San Francisco-California, en julio de 1984. Dicha iniciativa obtuvo unánime acogida entre los asistentes a la Conferencia, incluyendo al expositor. Casi de inmediato empezó a bosquejar un programa que comprometiera a todo el Perú en un trabajo de equipo, con el objeto de beneficiar a la mayoría de la población.

1.1 EL DIRDN EN EL PERU

1.1.1 Antecedentes

Entre 1986 y 1989 varios acontecimientos concurrentes contribuyeron a la formulación de un programa que respondiera a estas inquietudes:

- Después del terremoto de Ancash, a partir de 1970 y hasta 1986, se habían desarrollado métodos y técnicas de microzonificación y se las había aplicado al desarrollo urbano para la mitigación de desastres. Se tenía así disponible la herramienta clave para ser utilizada.

* ATP-DAH/Ginebra "Programa de Mitigación de Desastres en el Perú".
Asesor de la Presidencia del Comité Nacional para el DIRDN.

- En 1986, una invitación del Centro de las Naciones Unidas para el Desarrollo Regional (UNCRD: siglas en inglés) como conferencista a un Seminario Internacional realizado en Shizuoka-Japón, permitió extrapolar la aplicación de la microzonificación del medio urbano al desarrollo regional.
- En 1987, la Organización de Estados Americanos (OEA) invitó al autor a asesorar su Departamento de Desarrollo Regional en el Proyecto de Desarrollo del Trifinio, región fronteriza de Honduras, Guatemala y El Salvador, de unos 10,000 Km².
- En 1987-88, se dió impulso a la organización de las nuevas regiones del Perú, y se pensó que las renovadas autoridades estarían dispuestas a aceptar ideas innovadoras en el modelo de desarrollo de sus regiones.

En la actualidad, el Comité Nacional para el DIRDN está sumamente activo. Realiza una serie de actividades de acuerdo a los objetivos señalados en la respectiva resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas y en documentos posteriores como la "Declaración de Yokohama".

El Comité Nacional del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales es presidido por el jefe del INDECI, Gral de Brigada Carlos Tafur Ganoza.

1.1.2 Conclusiones orientadoras de investigaciones anteriores

Estudios efectuados durante 3 años de los efectos del terremoto de Ancash de 1970 han permitido llegar a las siguientes conclusiones:

- Que las condiciones naturales de sitio, dadas por las características de suelos, geología y topografía habían tenido una gran influencia en la severidad y en la distribución geográfica de los daños.
- Que los mayores daños se habían producido en las construcciones de adobe. Según cifras oficiales, estas construcciones motivaron la muerte de unas 40,000 del total de 67,000 víctimas.
- Que los daños en construcciones de concreto reforzado y/o albañilería se debieron, en un alto porcentaje, a defectos estructurales arrastrados desde la concepción de las edificaciones. El defecto más común es el de las columnas cortas que se da en muchos locales escolares. Estas quedan atrapadas entre las ventanas altas. Al otro lado del pasadizo quedan columnas libres en toda su altura.

En casos de sismo la cortante sísmica se concentra en las columnas cortas y fallan. Esto es lo que ha sucedido en numerosos locales escolares en los sismos de 1970, 1974 y 1979, por enumerar los más recientes.

En otras situaciones de desastre provocadas por fenómenos naturales como inundaciones, huaicos, erupciones volcánicas, maremotos, etc., las condiciones locales de suelo, topografía y geología, juegan igualmente un rol importantísimo en la severidad de los daños y en su distribución geográfica.

Las condiciones locales se conocen o se pueden estudiar antes de su ocupación urbana o de construir locales escolares o viviendas. Con esas informaciones es posible distinguir entre los sectores más seguros y los peligrosos. Las edificaciones no deben ubicarse, es claro, en los lugares de mayor peligro. Por ejemplo, en el fondo de los valles por donde bajarían los huaicos o que pueden ser inundados, tampoco sobre arena suelta y saturada de agua, ni al borde de un precipicio o debajo de un posible derrumbe, etc.

2. EL PROGRAMA NACIONAL PARA LA PREVENCION Y MITIGACION DE DESASTRES (PNPMS)

El Programa Nacional para la Prevención y Mitigación de Desastres, tiene como objetivos principales:

- Que todos los peruanos, por remoto que sea el lugar de su residencia, conozcan qué situaciones de desastre se pueden producir en su comunidad y qué deben hacer para protegerse a sí mismos y a sus propiedades; y
- Que todas las construcciones públicas y privadas que se realicen en el país, estén adecuadamente protegidas de las amenazas naturales.

El PNPM se inició en 1989 y hasta la fecha, sus 2 proyectos principales son:

- El "Programa de Mitigación de Desastres de la Nueva Región Grau", que se extendió de 1989 a junio de 1992, y
- El "Programa de Mitigación de Desastres en el Perú" que se extiende desde julio de 1992 hasta junio de 1995.

El primero está concluido y de sus resultados se ha dado difusión tanto en el país

como a nivel internacional. Será tratado aquí brevemente, mientras del segundo, en plena ejecución a cargo del INDECI y de las Naciones Unidas, aprovecharemos de esta oportunidad para difundirlo entre las autoridades locales: alcaldes, regidores, etc. y el personal del Sistema Nacional de Defensa Civil.

3. PROGRAMA DE MITIGACION DE DESASTRES DE LA NUEVA REGION GRAU

3.1 INTRODUCCION

Habiéndose llegado a la clara conclusión que el grado de daño y la distribución geográfica de los desastres naturales, están grandemente influenciados por las condiciones naturales de sitio: características de suelo, geología, topografía y que estos estudios efectuados anticipadamente y sus resultados se pueden sintetizar en el Mapa de MICROZONIFICACION, se decidió utilizar esta valiosa herramienta en los estudios de la región Grau.

La región Grau, fronteriza, fue duramente castigada por el fenómeno de "El Niño" de 1982 - 83. Las pérdidas económicas, incluyendo la sequía del antiplano en el S-E del Perú, llegaron según el Instituto Nacional de Desarrollo - INADE, al 6.2% del PBI del año 1983.

Otra razón por la que se seleccionó la región Grau, es que fue la primera en elegir sus autoridades en el proceso de regionalización emprendido por el Perú durante el quinquenio 1985-1990, proceso por el cual 23 departamentos se convirtieron en 12 regiones.

Los estudios fueron principalmente realizados por el CISMID/FIC de la Universidad Nacional de Ingeniería, la Universidad de Piura y la Universidad Nacional de Piura. El Gobierno Regional y las municipalidades participaron de manera muy desigual.

Para mencionar aspectos positivos, se puede destacar que la Municipalidad de Paita y la Marina de Guerra del Perú, así como algunos ingenieros en la práctica privada, participaron eficientemente en la consecución de los objetivos del Programa.

El programa contó con apoyo financiero de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA, y la asesoría de expertos del mismo país.

3.2 ESTUDIOS REALIZADOS

Se realizaron de los estudios de microzonificación de las ciudades más importantes o con más rápido crecimiento poblacional, como:

- Piura
- Tumbes
- Talara
- Sullana
- Paita

se incluyeron en dichos estudios lineamientos para un plan de uso del suelo y también se investigaron ciudades con problemas de seguridad física como Huancabamba, que se está deslizando cuesta abajo. En este último caso, debido a los escasos recursos con que cuenta dicha localidad, se estudió el plan de uso del suelo, incluyendo el plano de urbanización de la nueva ubicación de la ciudad. En la parte alta de la actual ubicación, se han diseñado canales para interceptar los flujos de agua que bajan hacia la parte habitada a fin de evitar que se acelere el proceso de desestabilización del subsuelo.

La construcción de este canal, que se recomienda efectuar con materiales de la zona, revistiéndolo de piedra, puede dar lugar a un efectivo resultado de mitigación, y proporcionar oportunidad de trabajo a pobladores de esa localidad deprimida económicamente.

3.3 DIFUSION DE LOS RESULTADOS

Para difundir los resultados dentro de la región Grau, el Centro de Naciones Unidas para el Desarrollo Regional (UNCRD, por sus siglas en inglés), con sede en Nagoya, Japón, organizó conjuntamente con el CISMID-FIC/UNI y la participación de organismos locales, destacándose entre ellos, la Universidad de Piura, un seminario internacional donde intervinieron reconocidos investigadores internacionales.

Las memorias de dicho seminario fueron editadas y publicadas por la UNCRD con la colaboración del CISMID-FIC/UNI.

Los resultados están principalmente incluidos en las tesis de grado profesionales desarrolladas en la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI.

Copias de estas tesis fueron entregadas por el jefe del INDECI, Gral. Carlos Tafur a los alcaldes de las ciudades estudiadas.

Los resultados también fueron presentados en la Décima. Conferencia Mundial, realizada en Madrid, España, en julio de 1992.

4. PROGRAMA DE MITIGACION DE DESASTRES EN EL PERU - PMDP

El PMDP tiene como organismos ejecutores al Departamento de Asuntos Humanitarios - DAH de la Organización de las Naciones Unidas, con sede en Ginebra -DHA/Geneva, (por sus siglas en inglés) y el Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI del Perú. En el Programa participan una serie de instituciones peruanas, como el CISMID de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI, la Universidad San Agustín de Arequipa, la Universidad de Tacna, la Universidad Nacional Jorge Basadre de Tacna, la III Región de Defensa Civil, la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina y algunos gobiernos locales, entre otras instituciones. Los fondos fueron proporcionados principalmente por el Gobierno de Canadá.

Los temas incluidos en el PMDP, son:

- Disminución de los Riesgos Sísmicos, Volcánicos y de Inundaciones en la Ciudad de Arequipa.
- Reducción de Riesgos Sísmicos y de Tsunamis en la Costa Sur-Oeste del Perú, y
- Organización del Banco Nacional de Datos para la Prevención y Mitigación de Desastres en el Perú -BNDPMDP.

Como podrá notarse el PMDP implementado entre julio de 1992 y junio de 1995, se concentra en la parte S-W del país. La razón de ello es que sismólogos de varias nacionalidades coinciden en señalar que el sur del Perú y el norte de Chile constituye una zona común de silencio sísmico, pues en la zona de subducción no se producen sismos de gran magnitud desde 1868 ocasión en que un devastador terremoto destruyó las poblaciones ubicadas en la franja comprendida entre Camaná-Perú y Pisagua-Chile y un ancho promedio desde la costa de unos 120 a 150 kms. Arica, Ilo y otras localidades costeras fueron destruidas por tsunamis. En Arica, el barco de la Armada USA, Wateree, quedó varado unos 300 m tierra adentro. .

Por ejemplo, Stuart P. NISHENKO en su artículo "Seismic Potential for Large and Great Interplate Earthquakes Along the Chilean and Southern Peruvian Margines

of South America; A Quantitative Reappraisal", publicado en el volumen 90 de Geophysical Research de abril de 1995, señala que en la zona común de silencio sísmico sur del Perú - norte de Chile, existe una probabilidad condicional estimada entre el 50 y 100% de que entre 1986 y el año 2000 ocurra allí un terremoto de gran magnitud. Indica además, que el sector peruano está en el primer lugar en la clasificación por rangos, de todo el tramo que estudió, que comprende el sur del Perú y todo el territorio chileno.

4.1 REDUCCION DE LOS RIESGOS SISMICOS, VOLCANICOS Y DE INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

La ciudad de Arequipa con sus 631,318 habitantes, según el censo de 1993, es la segunda ciudad en población del Perú, aunque está demográficamente muy alejada con respecto a Lima, ciudad capital del país con más de 7 millones de habitantes.

Arequipa en sus casi 500 años de historia ha sido destruida en varias ocasiones por sismos de gran magnitud. El volcán Misti erupcionó a comienzos del siglo XV causando la muerte de centenares de personas; y en las últimas décadas la ciudad se ha visto afectada por graves inundaciones debidas a desbordes de cursos de aguas normalmente secas, pero que se activan cuando en sus cuencas altas llueve intensamente, aproximadamente cada 10 años.

Uno de los graves problemas que afectan a las ciudades importantes del Tercer Mundo es el explosivo crecimiento de sus poblaciones que por la necesidad de tierras urbanizables ocupan áreas marginales altamente peligrosas.

Con el objetivo de lograr un crecimiento ordenado y seguro de la ciudad, se efectuó su estudio de microzonificación.

La microzonificación consiste en el estudio multidisciplinario de la zona de interés, en este caso la ciudad de Arequipa y su zona de expansión, considerando los fenómenos naturales que la amenazan. Estudios preliminares realizados indicaron que había que considerar: terremotos, inundaciones y la amenaza del volcán Misti. La zona investigada, 362.36 Km², encerrada en el cuadrángulo de coordenadas 16°19' a 16°29'S; y 71°28' a 71°38'W, fue dividida en sectores de diferentes peligros.

Los sectores más seguros y con mejor capacidad portante del suelo son luego asignados para la expansión de la ciudad, mientras que los sectores de mayor peligro se designan para parques, zonas de cultivo u otros usos apropiados. Se restringe o prohíbe la expansión de la población hacia los sectores que resulten peligrosos, evitándose la densificación de zonas que ya están ocupadas. De esta manera se obtiene los objetivos

arriba señalados y en la mayoría de los casos se obtiene ahorros en los costos de construcción, pues, suelos con buena capacidad portante reducen los costos de la cimentación así como también el coeficiente sísmico debido al factor suelo no se incrementa o crece poco y también se ahorra en la estructura de la edificación y servicios públicos vitales: agua, desagüe, medios de transporte y comunicación, resultan más seguros al reducir sustancialmente los efectos de las amenazas naturales. Todo esto se logra con un buen plan del uso del suelo, utilizando adecuadamente los resultados de los estudios de microzonificación.

4.11 Peligro de Terremotos

El peligro sísmico queda representado para fines de aplicaciones prácticas, por el mapa de intensidades sísmicas esperadas, en los diferentes sectores en que queda dividida el área estudiada. Inspecciones de campo efectuadas después de sismos destructivos, indican claramente que las características de suelos, la geología y la topografía tienen una importante influencia en la severidad de los daños y su distribución geográfica. A este fenómeno se llama **efecto de microzona**, pues muchas veces lugares muy cercanos unos de otros muestran grado de daños muy diferentes.

Los estudios multidisciplinarios efectuados en Arequipa quedaron sintetizados en los planos: geomorfológico, geológico, geotécnico (que incluye capacidad portante del suelo), de período predominante del suelo, determinando en base a medición de microtrepidaciones, flujo y nivel del agua subterránea y distribución porcentual de daños causados por el terremoto de 1979.

Al integrar los resultados de dichos estudios y superponer los planos resultantes, se obtuvo el plano de **microzonificación sísmica**, cuyas intensidades esperadas van de VI MM hasta IX MM.

El primer sector corresponde a rocas muy competentes y el último a zonas bajas pantanosas con baja capacidad portante donde inclusive puede ocurrir licuación de arenas y asentamiento del suelo. Felizmente el sector con grado IX MM es poco extenso, en comparación con toda el área estudiada.

4.1.2 PELIGRO DE INUNDACIONES

El río Chili principal drenaje de la ciudad, divide a ésta en 2 sectores, siendo la margen izquierda más desarrollada que la otra. El área urbanizada y sus zonas de expansión están cruzadas por tributarios de dicho río, a los cuales localmente se les llama torrenceras. Estos cursos de agua sólo se activan muy esporádicamente, cuando torrenciales

lluvias saturan primero sus cuencas altas y luego el agua comienza a discurrir pendiente abajo. Cada 10 años, el volumen de agua que discurre por las torrenteras, es tal, que causa inundaciones cada vez más severas. Esto se debe a la negativa acción del hombre que realiza construcciones en el cauce de las torrenteras, arroja desmonte y desechos y vierte aguas servidas, reduciendo su natural capacidad de drenaje.

En los sectores más pobres, por donde cruzan las torrenteras, el problema de contaminación ambiental es grave. Unos 300 m a ambos lados de estos, normalmente secos cursos de agua, están llenos de basura y aguas servidas, lo que provoca la proliferación de una serie de vectores como moscas, zancudos y otros insectos.

En el plano de amenaza de torrenteras que se muestra, se puede apreciar que el peligro es alto en los segmentos por donde las torrenteras cruzan las zonas urbanizadas. Dicho efecto es más claro en la torrentera Chillo. Y el peligro es generalmente de medio a bajo en zonas urbanizadas cuyos cauces no han sido invadidos y en los segmentos aún no ocupados por el hombre.

Lamentablemente, este es un ejemplo de cómo la actividad del hombre puede repercutir negativamente en el medio ambiente intensificando los efectos de los desastres naturales.

4.1.3 AMENAZA DEL VOLCAN MISTI

Arequipa es una de las ciudades de América Latina que se desarrollan al pie de un volcán activo y en su crecimiento se acerca cada vez más al pie del cono del volcán, poniendo en serio peligro a los habitantes que se ubican dentro del área de la acción de fenómenos extremos, en caso que erupcione.

El volcán Misti, de 5,822 m.s.n.m., de hermoso perfil cónico, es la montaña tutelar de la Ciudad Blanca, como también se le conoce a Arequipa, pues el sillar, tufo volcánico blanco, es el material de construcción más común que se utiliza allí. Pertenece a la cadena de volcanes del sur del Perú y norte de Chile, que se caracterizan por largos períodos de quietud, 500 a 1,000 años o más, y erupciones muy violentas.

Los cronistas españoles relatan que a comienzos del siglo XV, en la época del Inca Yupanqui cuando Arequipa se llamaba Yarpampa, el centro poblado fue destruido por la erupción del Misti. "Lanzó grandes llamaradas que se veían desde la costa, con terribles ruidos y gran hediondez de azufre acompañada de terremotos y la caída de gran cantidad de piedras y cenizas y portentosos truenos por espacio de 5 días. No quedó tan sólo una persona ni un edificio en ella que no pereciese, salvo los indios que poblaban

el lugar a fines del siglo XVI cuando se llamaba San Lázaro, que se salvaron porque se habían ido al Cuzco a la mita del Inca".

Erupciones menores del Misti ocurrieron en mayo de 1677, julio de 1784 y de julio a octubre de 1787.

Hasta la fecha, el Misti mantiene actividad fumarólica en diverso grado, la mayor parte del tiempo no visible desde la ciudad. La amenaza del volcán Misti sobre Arequipa fue investigada en la Facultad de Geología y Geofísica de la UNSA, contando con la participación de profesores y egresados y la asesoría internacional del Dr. Minard Hall, vulcanólogo norteamericano radicado en Ecuador.

Se revisó toda la información existente sobre el Misti. Se efectuaron reconstrucciones geológicas de las quebradas y cursos de agua que bajan del volcán hacia la ciudad, levantando diferentes columnas estratigráficas, determinando sus espesores y características ayudados por estudios petrográficos en laboratorio e interpretación de archivos de datos geoquímicos. Los peligros de amenazas por el volcán fueron delineados de acuerdo al resultado de los estudios y utilizando como base planos de la zona en escala gráfica. Se elaboraron estereogramas indicando la dirección de los vientos a alturas de 6,000 y 9,000 m.s.n.m.

Los resultados de los estudios se pueden resumir de la siguiente manera. Los **flujos de lava**, por su gran viscosidad, característica común en los volcanes andinos, tienen baja velocidad y corto alcance. Los **flujos piroclásticos** son masas secas y de gran temperatura, denso en su parte baja y nube turbulenta de ceniza en su parte alta. Se produce por colapso de la columna eruptiva vertical o por explosión lateral. Es el fenómeno potencialmente más peligroso en las vecindades del volcán Misti. Puede causar muertes por asfixia, incendio, enterramiento o impacto. Aunque es necesario revisar los estudios, los resultados preliminares indican que los flujos piroclásticos en caso de hundimiento de la columna alcanzarían 21 Km. hacia el lado sur del volcán donde se ubica la ciudad y 16.5 Km. hacia el lado norte en caso de alta energía y 15 Km y 12 Km en caso de mediana energía. Esto amenaza principalmente el lado N-E de la ciudad. Las quebradas de San Lázaro y Agua Salada nacen de la parte más baja del borde del volcán. Estudios de las columnas estratigráficas a lo largo de San Lázaro, efectivamente indican que en pasados eventos allí se han depositado materiales piroclásticos en zonas activamente pobladas como Chilina, Independencia, Selva Alegre, etc.

Si estos flujos se mezclan con agua, forman **flujo de barro o lahares** que pueden bajar por las quebradas que nacen del volcán y avanzar grandes distancias. Debido a la aridez de la zona donde se ubica el Misti, el volumen de nieve que corona el volcán la

mayor parte del año es pequeño, por lo que la amenaza de lahares no es grande.

La **avalancha de escombros** o deslizamiento de material volcánico se produce por debilitamiento del edificio volcánico, por explosión eruptiva, vibración sísmica o erosión de su base. El río Chili rodea al volcán. La ciudad para su abastecimiento de agua depende casi exclusivamente de las aguas de dicho río y sobre él, al pie del volcán se ubica la hidroeléctrica de Charcani que abastece de energía eléctrica a la ciudad y el sur del Perú. La inestabilidad del edificio volcánico puede tener serias consecuencias sobre la ciudad.

Las caídas de **piroclásticos** constituidas principalmente por cenizas y fragmentos de pómez dependen del volumen de emisión y sus características así como de la dirección y velocidad de los vientos. Valiéndose de esteorogramas de la década de los años ochenta y datos de vientos a 9,000 y 6,000 m.s.n.m. se han estimado las zonas que serían afectadas por caída de cenizas en cada una de las estaciones climáticas.

En general las erupciones volcánicas son diferentes en cuanto a características y volumen de emisión de los materiales, en cada ocasión, de tal manera que los resultados obtenidos son sólo una referencia que permite planificar considerando las limitaciones indicadas. Sin embargo, es claro que la ciudad no puede seguir creciendo hacia las faldas del volcán, ni densificar la población que existe en el lado N-E. También es necesario mantener limpias las torrenteras, especialmente la de San Lázaro para que permitan el paso de materiales que pueda generar una erupción del Misti.

4.14. MICROZONIFICACION DE AREQUIPA Y PLAN DE USO DEL SUELO PARA LA MITIGACION DE DESASTRES

Al superponer los planos y compatibilizar los resultados de los estudios de intensidades sísmicas esperadas, el peligro de inundaciones provocadas por las torrenteras y la amenaza del volcán Misti, se obtuvo el plano de microzonificación de Arequipa. Este es un valioso documento para el plan de uso del suelo que permitirá la expansión de la ciudad hacia los sectores más seguros, tanto para las edificaciones como los servicios públicos vitales: agua, desagüe, energía, transportes y comunicaciones. Los costos de construcción también podrían reducirse de manera significativa pues la alta capacidad portante de los suelos permite ahorrar en la cimentación y al no considerar incremento del coeficiente sísmico por el factor suelo, también se puede lograr ahorros en la estructura de las edificaciones.

La ciudad de Arequipa y sus zonas de expansión ha quedado dividida en 4 sectores según el plano de microzonificación. El sector I de alto peligro, está amenazado

por la actividad volcánica en el triángulo N-E de la ciudad, así como por algunas de las torrenceras que bajan del volcán. Los cursos de las torrenceras y sus zonas de inundación y un pequeño sector en el sur de la ciudad donde se esperan altas intensidades sísmicas, licuación y asentamiento del suelo.

El sector II, de peligro medio es poco extenso. El mayor porcentaje de la ciudad ocupa en la actualidad el sector tipo III, donde el peligro es moderado y la mayor amenaza en algunas de sus zonas está constituida por inundaciones de las torrenceras que la cruzan y puede continuar densificándose de manera planificada.

La zona IV que es la más adecuada para la expansión urbana comprende principalmente 3 sectores, un triángulo al S-W, que por ser muy accidentado no debería ser urbanizado por ahora, al sur de Characato, hacia Yarabamba; y sobre todo, el rectángulo comprendido al norte de la carretera Panamericana y el oeste de la urbanización semirural Pachacútec. Este es un extenso terreno erizado con algunas áreas verdes cultivadas en terrazas, que a manera de lenguas penetra de norte a sur. En el desarrollo urbano de este sector, es necesario conservar dichas áreas de cultivo, particularmente valiosas en zonas desérticas como Arequipa. El planificador urbano tiene un reto y a la vez, la gran oportunidad de compatibilizar el desarrollo urbano con seguridad física, bajo costo de construcción y protección del medio ambiente.

4.2 RIESGOS SISMICOS Y DE TSUNAMIS DE LA COSTA SUR OESTE DEL PERU

La costa sur del Perú y el norte de Chile, se caracterizan por la ocurrencia de sismos de gran magnitud, del orden 8 ó más, en la zona de subducción. Estos eventos han causado severos daños por vibraciones sísmicas y por inundaciones de tsunamis en las costas bajas, como el terremoto que ocurrió en 1868, que destruyó la faja costera y parte de la sierra de los departamentos de Tacna, Moquegua y Arequipa. Arica fue arrasada por tsunamis y el barco de guerra norteamericano Wateree, anclado frente a sus costas, quedó varado 300 m tierra adentro.

4.2.1 POSIBLES EFECTOS DE UN TERREMOTO DE GRAN MAGNITUD EN CENTROS POBLADOS REPRESENTATIVOS DE LA REGION ESTUDIADA

Hace más de 100 años que no han ocurrido sismos de magnitud significativa en el área mencionada, se piensa que se ha ido acumulando gran cantidad de energía, que podría liberarse en un evento de gran magnitud pudiéndose repetir los sucesos de 1868. Por las razones expuestas, se estudió el posible impacto de un evento de esas

características en la franja costera y parte de la sierra de los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna y de tsunamis en sus costas.

Se efectuaron los estudios para determinar los posibles efectos sísmicos en ciudades importantes como Arequipa, Moquegua y Tacna y en poblaciones representativas de la sierra y de la costa.

El alto porcentaje de construcciones de adobe que existen en la región estudiada, hace que en general los riesgos sean altos en casos de sismos de gran magnitud.

Para llegar a dichos resultados se dividieron los centros poblados en sectores según las características del suelo, geología y topografía, asignándole a cada uno de ellos las intensidades más probables, luego se determinaron las características de las edificaciones y su estado de conservación, llegándose por fin al número de viviendas que sufrirían daños leves, moderados, severos, destrucción parcial y colapso.

En el Departamento de Arequipa la vulnerabilidad de las viviendas de adobe es mucho mayor en poblaciones típicas de la sierra como en Pampacolca y Chuquibamba que en poblaciones típicas de la costa como Chala y Matarani. Las poblaciones ubicadas en las alturas están construidas sobre suelos blandos a compacto intermedia y han sido afectadas por sismos anteriores con epicentro en el continente, como el que ocurrió en 1979.

Mejía, un balneario para la clase media y alta de Arequipa, donde se unen 2 factores favorables, suelo compacto y seco o roca y construcciones modernas y sismorresistentes en su gran mayoría, da como resultado que el mayor número de viviendas sufrirían sólo daños leves o moderados y unos pocos, daños severos en los 3 sectores en que se dividió la ciudad para su estudio, tal como se observa en la figura adjunta.

En Arequipa los mayores daños se producirían en su zona antigua donde predominan construcciones de sillar ya debilitadas por sismos anteriores y en las zonas donde por la cercanía de la napa freática a la superficie, se esperan altas intensidades sísmicas. En cambio, los daños serían menores en los nuevos barrios residenciales donde predominan las construcciones de albañilería reforzadas con columnas y vigas de concreto armado, así como también en las construcciones efectuadas sobre roca, que en Arequipa aflora en varios lugares. En algunos de esos lugares, se han observado construcciones de sillar construidas en la década de los años 20, que no han sufrido daños durante los varios sismos que han afectado Arequipa desde entonces, a pesar de su baja resistencia sísmica.

En las zonas antiguas de Moquegua y Tacna las construcciones de adobe que existen ahí pueden sufrir daños severos en caso que ocurra el sismo de la hipótesis.

INSTRUMENTACION SISMICA

Con la finalidad de estudiar y vigilar la zona de subducción, posible zona de silencio sísmico ubicada en el S-O del Perú e investigar los eventos intraplaca de dicha región, en especial, la prolongación de la falla de San Agustín hacia el sur de Arequipa, el PMDP adquirió 3 sismógrafos semiportátiles Modelo PS/2, AM-2, SS-1 de KINEMATRICS. Esto se agrega a los instrumentos que la UNSA tiene instalados, conformando así la red del S-O del Perú.

Para la vigilancia y monitoreo del volcán Misti se adquirió un sistema consistente en una estación de campo modelo SS-1, AM-2, OM-2, CM-2, accionada con panel solar M 75 y una estación central de registro modelo TR-1, DD-12, MD-2, PP-1 y antena VHU, unidos teleméricamente.

Como se sabe, una de las formas más efectivas de vigilar un volcán es mediante sismógrafos. En caso de incremento inusual de la actividad sísmica del volcán se tiene programado instalar por lo menos 4 estaciones alrededor del volcán para ubicar con precisión los sismos originados por la actividad volcánica.

4.2.2 POSIBLES EFECTOS DE TSUNAMIS EN LA COSTA S-W DEL PERU

Se estudiaron los posibles efectos de tsunamis a lo largo de 632 Km, a partir de la frontera con Chile hacia el norte. Las localidades estudiadas fueron Boca del Río en Tacna, Ilo en Moquegua y Mejía, Mollendo, Islay y Chala en Arequipa. Para cada uno de esos lugares se determinó el tiempo de llegada de la primera ola, que varió entre 5 minutos para Chala hasta 10 minutos para Mejía.

También se estimaron la altura de la ola en la costa o run-up, que fue de 7.10 m. para Boca del Río hasta 10.50 m. en Islay.

En la tabla que sigue se resumen los resultados encontrados.

TABLA 1

LOCALIDAD ESTUDIADA	TIEMPO MINIMO ESTIMADO DE LA 1ra. OLA EN MINUTOS	ALTURA ESTIMADA DE OLA (RUN-UP) EN METROS
- Boca del Río	6	7.10
- Ilo	7	8.50
- Mejía	10	8.30
- Mollendo	8	8.80
- Islay	7	10.50
- Chala	5	9.80

Los datos incluidos en la Tabla 1, deben ser utilizados con cautela, pues los fenómenos hidráulicos que ocurren durante la violenta inundación de los tsunamis son altamente no lineales, prácticamente imposible de modelarlos matemáticamente y de resolverlos. Por eso, las fórmulas que se emplean son empíricas basadas en observaciones de fenómenos que han ocurrido en Japón.

En el caso de las costas del S-O del Perú, el problema se complica aún más, pues los epicentros de los sismos tsunamigénicos se ubican cerca de la costa y muchas veces el área fuente del tsunami abarca zonas de aguas poco profundas o aún continentales. Hasta la fecha no se conoce, cuál es la mínima profundidad del agua requerida para que se produzca una transmisión efectiva de energía elástica del fondo oceánico a la masa de agua. Este problema, aparentemente, también ocurre a veces en la costa central de Chile. El sismo de marzo de 1985 con una magnitud del orden 8 y epicentro cerca a la costa, generó un tsunami que llegó a tierra sólo en 5 minutos, pero tuvo poca altura.

El Callao ha sido visitado por tsunamis de origen cercano en 6 oportunidades desde 1535 hasta 1994. Todos ellos han tenido efectos diferentes sobre dicho puerto. Los cálculos de tiempo de arribo de la primera ola, altura de ola y límites de la zona de inundación concuerdan con el terremoto-tsunami del 28 de octubre de 1746, el más destructivo de todos. El Callao, una península alargada y baja, es muy vulnerable a los tsunamis, y en 1746 perecieron 3,800 de sus 4,000 habitantes.

A pesar de las limitaciones indicadas, los datos incluidos en la Tabla 1 constituyen informaciones muy valiosas:

- Para preparar planes de emergencia destinados a evacuar las zonas inundables, y
- Para la mitigación de desastres mediante plan de uso del suelo.

En las localidades estudiadas, se nota una limitada penetración tierra adentro. Esto se debe a que las costas del S-O del Perú son en general altas. Chala es inundada en parte de su zona antigua, Mollendo e Islay ubicadas en parte alta, no se inunda la parte urbana, sino el área portuaria de Matarani. Mejía se inunda parcialmente en sus partes bajas poco pobladas. Ilo es el puerto más afectado, aunque la penetración máxima es de unos 400 m. que se produciría en la zona donde desemboca río Seco. La población fácilmente puede evacuar la zona de inundación en el tiempo disponible, si se prepara un buen plan y se efectúan regularmente ensayos de evacuación.

Boca del Río es de suave pendiente, por lo que el tsunami puede penetrar a una distancia apreciable; todavía está poco poblado.

DHA/Geneva, INDECI e HIDRONAV han publicado recientemente un Manual de Tsunamis que recoge los resultados de estudios efectuados en el país de localidades ubicadas entre Talara, por el norte cerca a Ecuador hasta Boca del Río, por el sur cerca a Chile, entre 1981 y 1994.

4.3 BANCO NACIONAL DE DATOS PARA PREVENCION Y MITIGACION DE DESASTRES BNDPMD

Con el objetivo de lograr un manejo eficiente de la gran cantidad de datos que sobre desastres naturales existen en el Perú, a los que se están agregando de manera constante y rápida nuevas informaciones, incluyendo algunas referidas a accidentes tecnológicos, PMDP incluye en una de sus tareas organizar el BNDPMD.

Por la manera como se utilizarán los datos, el Banco tiene dos "cuentas": la de desastres naturales y la de los accidentes tecnológicos. La primera es esencial para la concepción, diseño y construcción de obras de ingeniería que deben ser protegidas de eventos naturales extremos; es de utilidad para investigadores que necesitan informaciones a las que puedan acceder de manera rápida y para funcionarios de Defensa Civil que necesitan preparar planes de emergencia.

En cambio los accidentes tecnológicos, que pueden ser causados por numerosas sustancias peligrosas, necesitan de información precisa, de cómo combatir incendios y si es ingerido o inhalado, qué antídotos deben tomarse, para mencionar unas pocas aplicaciones. Estas son informaciones urgentes, que deben ser proporcionadas instantáneamente a la hora que sean requeridas.

De acuerdo a estas necesidades se han organizado 2 grupos de trabajo: el primero integrado por instituciones que producen o utilizan informaciones sobre desastres naturales como el Instituto Nacional de Defensa Civil- INDECI, el CISMID de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería -CISMID.FIC/UNI, el Instituto Geofísico del Perú - IGP, el Instituto de Geología, Minería y Metalurgia -INGEMMET, la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra -HIDRONAV, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-SENAMHI, etc.

El segundo grupo está integrado por el Instituto Nacional de Protección del Medio Ambiente para la Salud -INAPMAS, el Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú -CGBVP y la Facultad de Ingeniería Ambiental de la UNI.

Teniendo claros los objetivos por lograr, durante la formulación del proyecto se identificó los equipos necesarios, los que estaban disponibles en las instituciones participantes y los equipos mínimos que sería preciso adquirir por cuenta del Programa.

Como eje de la red para el manejo de datos sobre desastres naturales se designó al Centro de Cómputo del CISMID.FIC/UNI que entre otros equipos cuenta con un sistema IBM 9370, que dispone de un procesador IBM 9375, tres unidades de disco IBM9333 cada uno con capacidad de 2400 MB, impresoras, terminales monocromáticos y terminales gráficos. Además de otros equipos como 2 computadoras para gráficos en colores IBM 5080, equipo de procesamiento de texto con impresoras láser, etc.

Para completar los equipos con que contaban las instituciones participantes, se decidió: adquirir una PC para INAPMAS, para uso exclusivo del manejo de datos sobre accidentes tecnológicos; e incrementar la potencia de uno de los equipos del CGBVP, para almacenar datos sobre sustancias químicas peligrosas que le permita atender emergencias las 24 horas del día.

De acuerdo al sistema de cómputo disponible en el CISMID.FIC/UNI arriba indicado y el sistema operativo que utiliza VM/SP (Virtual Machine/System Product), la IBM recomendó como software más adecuado para los fines del Banco, el Sistema STAIRS/CMS (STORAGE AND INFORMATION RETRIEVAL SYSTEM/ CONVERSATIONAL MONITOR SYSTEM).

Algunas de las instituciones participantes en el Banco de Datos de Desastres Naturales han estado organizando su propio sistema de base de datos usando PCs y otros tipos de Software como MICRO CDS/ISIS 2.3 (donado por la O.M.S.), DBASE III + CLIIPER, FOX PRO. Para traducir los datos de dichos sistemas al STAIRS/CMS y permitir rápido intercambio entre ambos sistemas, se han preparado en el CISMID.FIC/UNI algunos programas como el CONVER I que se ejecuta dentro del ambiente CDS/ISIS y permite efectuar lo arriba expresado.

Después de terminar de implementar el programa sobre datos de sustancias químicas peligrosas, éste será remitido al CGBVP para su utilización durante las 24 horas del día y también al INDECI. INAPMAS mantendrá el programa original para su mantenimiento, incluyendo la adición de nuevos datos.

Después de nuestra participación en la Conferencia Mundial para la Reducción de los Desastres Naturales, realizada en Yokohama, Japón, en mayo de 1994, en los estudios se está incluyendo el impacto de los desastres tecnológicos en el medio ambiente.

5. PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES EN EL S-O DEL PERÚ

Los resultados de los estudios indican que de ocurrir un terremoto de características similares al que afectó la zona en 1868 los daños causados por las vibraciones sísmicas y los tsunamis serían muy severos.

Con el objetivo de reducir los riesgos a mediano y largo plazo, la estrategia utilizada consiste en aplicar las enseñanzas dejadas por pasados desastres, tratando de revertir la situación actual: que los desastres causan cada vez más víctimas y los daños materiales son también cada vez mayores en los países en vías de desarrollo.

Los problemas más importantes de seguridad que tiene el S-O del Perú son:

- El crecimiento caótico de las ciudades que bajo la fuerte presión poblacional ocupan áreas marginales altamente peligrosas, o interfieren los procesos naturales, lo que intensifica los efectos negativos de los desastres.
- La existencia de numerosas construcciones de adobe, tanto en las ciudades importantes de la región como en poblaciones pequeñas, sobre todo en la serranía del Departamento de Arequipa, debilitadas por los efectos de pasados sismos, que constituyen un alto riesgo para sus ocupantes.
- La amenaza de tsunamis en algunas localidades ubicadas en zonas costeras bajas.

En respuesta a tales problemas, se efectuaron los estudios de microzonificación de las 2 ciudades más importantes de la región: Arequipa y Tacna. En 1983 se había efectuado la microzonificación de Moquegua, ocasión en que se desarrolló la metodología respectiva a ser aplicada a ciudades medianas entre unos 30,000 a 80,000 habitantes. La idea fundamental es que se estudian los lotes de terrenos disponibles hacia donde se podría expandir la ciudad y luego se les califica a cada uno de ellos, teniendo en cuenta la amenaza de fenómenos naturales, costo de habilitación urbana y de las construcciones de edificaciones y servicios públicos vitales, facilidades de transporte, tenencia y estado legal. De acuerdo a estos criterios se seleccionan los sectores más adecuados. En el caso de Moquegua uno de los sectores se descartó, pues el Instituto Nacional de Cultura, lo declaró intangible, debido a que en dicho sector existen ruinas de valor histórico y cultural.

En las ciudades típicas seleccionadas por el PMDP para determinar su riesgo sísmico, la amenaza quedó determinada por las intensidades esperadas. Esto significa que se ha realizado microzonificación sísmica simplificada y puede ser utilizada para expandir dichos centros poblados hacia los sectores más seguros. Después del sismo de 1979 que afectó especialmente la serranía de Arequipa, se estudiaron los efectos de dicho fenómeno en varias poblaciones pequeñas con menos de 10,000 habitantes. Teniendo en cuenta que prácticamente no se dispone de vehículos motorizados para servicio de transporte dentro del poblado, las zonas de expansión deben quedar dentro del radio en que los habitantes puedan trasladarse caminando, con lo cual se reduce drásticamente el área por investigar. Esta situación inspiró el desarrollo del método de microzonificación para centros poblados pequeños y Aplaó sirvió de modelo. En este caso se consideraron los terrenos que rodean el poblado y un radio de acción menor que unos 2 Km y se les dividió en sectores de características similares y se les calificó por su seguridad física, capacidad portante del suelo, facilidad y costo para instalar servicios públicos y costo de construcción de edificaciones.

Los planos de inundación por tsunamis de los centros poblados y puertos más importantes de los 630 Km. de costa estudiados, permiten hacer crecer dichos poblados de acuerdo a los estudios efectuados. Por ejemplo, se ha determinado que Ilo se está expandiendo hacia la "Pampa Inalámbrica", una zona segura cuya costa sobre los 80 m.s.n.m. está muy por encima de la altura del tsunami en la costa. También ZOFRI-Ilo en la zona franca es segura contra inundación de tsunamis.

En suma, se cuenta con resultados de estudios de microzonificación completos y detallados para las 3 ciudades más importantes de la región, así como también se tienen identificadas las zonas más convenientes de expansión urbana de poblaciones costeras y del interior.

Se están haciendo grandes esfuerzos para que los gobiernos locales, cuyos alcaldes son los Presidentes de los Comités de defensa civil de la circunscripción respectiva, hagan que los planes de uso del suelo se desarrollen tomando como base los estudios de microzonificación efectuados. Esto permite un crecimiento seguro, planificado y en la mayoría de los casos, con costos más reducidos tanto para las habilitaciones urbanas, como para la construcción de edificaciones y servicios públicos vitales, que si no se efectuaran con estudios de microzonificación. Las antiguas y debilitadas edificaciones de tierra constituyen un alto riesgo para sus ocupantes y es difícil encontrar soluciones prácticas para protegerlas adecuadamente debido principalmente a factores económicos, sociales y culturales.

Por ello, es necesario emprender una vigorosa campaña educativa y de difusión por la gravedad del problema, especialmente en la serranía del Departamento de

Arequipa, donde existe un alto número de viviendas de tierra afectadas por sismos anteriores.

Se está recomendando que la Tercera Región de Defensa Civil, coordine y dirija las acciones que a continuación se indican:

Edificaciones Existentes

Efectuar inspecciones de viviendas construidas con tierra, y clasificarlas en reparables y aquellas que no sería posible reparar, por ejemplo si las paredes están inclinadas y separadas en las esquinas. En la reparación de construcciones de adobe de un piso, se pueden ejecutar dos pasos muy beneficiosos: suspender el techo con puntales y rebajar la altura de los muros que son demasiado altos de 3.50 m. a más o 2.80 a 3.00 m. como máximo. Desatar luego, 4 ó 5 hileras superiores de adobe y colocar allí una viga collar de madera, con los elementos dispuestos como una escalera echada, teniendo especial cuidado en la unión de las esquinas. Utilizar suelo cemento para el llenado de la viga. Reponer las 4 ó 5 hileras de adobe, y reinstalar el techo.

Nuevas Viviendas

Las edificaciones que no puedan ser reparadas, es necesario sustituirlas por nuevas construcciones de adobe, de forma adecuada con los muros separados menos de 5 m, ventanas chicas y refuerzo de viga collar cuyo diseño típico se está divulgando reiteradamente mediante folletos especialmente preparados.

Si el suelo es muy húmedo, no deben construirse sobre este tipo de terreno edificaciones de adobe, pues las ondas sísmicas se amplificarían grandemente y las intensidades serían altas.

En la parte baja y media de la cuenca de varios ríos existe caña que puede ser utilizada como material de construcción. En el folleto respectivo, también se está divulgando el sistema de quincha prefabricada que es de bajo costo y fácil de construir, lo que la hace adecuada para programas de autoconstrucción. Por su poco peso y como en el sistema de construcción se ha incorporado el tarrajeo fino en base a arena, cemento y yeso, que forma un solo elemento con la base efectuado con barro y paja, el sistema adquiere una alta resistencia sísmica como lo prueban los ensayos efectuados a escala natural en el CISMID FIC/UNI.

Las Normas Sismorresistentes vigentes en el Perú, protegen razonablemente bien las edificaciones de concreto armado y las de albañilería reforzada.

6. PLANES DE EMERGENCIA Y ENSAYOS DE EVACUACION

Los resultados de la evaluación de amenazas naturales y de los riesgos frente a sismos y tsunamis en la región S_W del Perú han sido remitidos a la Tercera Región de Defensa Civil para su aplicación. Además han sido expuestos públicamente en seminarios y conferencias.

El Sistema Nacional de Defensa Civil fija claramente quiénes son los responsables de la formulación e implementación de los planes de emergencia.

La respuesta hasta la fecha no ha sido uniforme. Va desde excelente para el puerto de Ilo donde las instituciones locales organizadas, incluyendo a la Marina de Guerra del Perú, han formulado el plan de evacuación de las zonas inundables por tsunamis y realizado ensayos de evacuación; hasta autoridades locales que no han afrontado el problema de amenaza a su comunidad con la debida seriedad y prácticamente no han hecho nada efectivo.

La Tercera Región de Defensa Civil tiene una gran labor que realizar promoviendo la formulación de planes de emergencia y la realización de ensayos de evacuación, tal como se programó desde el inicio, cuando se formuló el PMDP en 1991. Las autoridades nacionales de Defensa Civil, el INDECI, ejecutor de este programa conjuntamente con DHA/Geneva, conocen principalmente su rol y están tomando las providencias del caso para asistir a las autoridades de la Tercera Región de Defensa Civil con el fin que puedan cumplir con su responsabilidad.

Durante los meses de marzo a junio de 1995 el PMDP ha contratado a una experta en planes de emergencia y comunicación social, para que visite las localidades más amenazadas y difunda los resultados de los estudios al público en general y estudiantes y participe con las autoridades locales en formular e implementar sus planes de emergencia.

7. INFORMACION PUBLICA

La difusión de los resultados de los estudios de manera adecuada y oportuna es muy importante para el éxito del programa en su totalidad.

Es a través del claro conocimiento del diagnóstico o escenario de los desastres, y las recomendaciones respectivas para realizar acciones de mitigación y formulación

de planes de emergencia y su implementación, que las autoridades locales pueden beneficiar a la población que se desea proteger.

Al inicio del programa, el INDECI preparó y distribuyó un millar de videocassetes sobre los desastres más frecuentes y destructivos que afectan al Perú y las acciones de mitigación y de emergencia que es necesario realizar para reducir el impacto de los desastres naturales. Se puso énfasis en que esa información llegue al área geográfica que cubre el PMDP.

El PMDP en coordinaciones con el Ministerio de Educación preparó 1,000 folletos sobre sismos, tsunamis, actividad volcánica y fenómenos hidrometeorológicos adversos y la manera sencilla de reducir sus efectos destructivos. Este material fue utilizado en el entrenamiento de 300 docentes de educación primaria y secundaria. Ellos a su vez entrenaron a 30,000 colegas para conseguir un efecto multiplicador.

El PMDP, es decir DHA/Geneva e INDECI, con la participación de la Marina de Guerra del Perú, preparó un Manual sobre Tsunamis, donde no solamente se considera un resumen de los conocimientos generales sobre el tema, sino también incluye ejemplos de ensayos de evacuación realizados y las experiencias y enseñanzas que dejaron: Que los simulacros deben ser planificados y difundidos con anticipación, de tal manera que todos los participantes tengan conocimiento pleno no solamente de las acciones que deben ejecutar, sino por qué lo hacen y de qué tiempo efectivo disponen. Los ensayos que se realizan con jóvenes estudiantes mejoran significativamente si saben que se supervisará y evaluará los simulacros calificando cada centro educativo de acuerdo a su performance.

Recoje además los tiempos de llegada de la primera ola, la altura de la ola en la costa, y delimita zonas de inundaciones de todos los estudios realizados en el Perú entre 1981 y 1994. Estos estudios fueron auspiciados por la ex UNDRO, JICA, USAID, además de los resultados de las investigaciones realizadas dentro del PMDP entre 1992 y 1994.

Se cubrió así desde Talara por el norte, cerca de la frontera con el Ecuador, hasta Boca del Río por el sur, cerca a la frontera con Chile, tomando como punto focal las costas de Lima Metropolitana, el tramo de costa más importante del país.

Los resultados de las investigaciones realizadas en cada uno de los 3 temas que conforman el PMDP han sido presentados en sendos seminarios realizados en Arequipa, Tacna-Arica y Lima. (Nov 94, May 95 y Set 95 respectivamente).

En el seminario binacional Perú-Chile "Zona de Silencio Sísmico Común Perú-Chile", participaron destacados expertos internacionales.

Las detalladas investigaciones realizadas para las ciudades más importantes de la región estudiada, que fueron desarrolladas principalmente mediante tesis de grado profesionales y los estudios para localidades específicas, han sido remitidas a las autoridades locales respectivas.

Dada la clara necesidad de tomar acciones de protección del alto riesgo que significa las construcciones de adobe y tapial, se realizó una intensa campaña de difusión de los métodos y técnicas para reforzar las construcciones existentes de adobe y mejorar la resistencia sísmica de las nuevas construcciones de tierra, a fin de que las autoridades y público en general participen activamente en reducir los riesgos.

8. LECCIONES APRENDIDAS Y CONCLUSIONES

En la formulación del proyecto y su implementación se ha seguido la metodología desarrollada por DHA, ex-UNDRO. En primer lugar se definieron claramente los objetivos del proyecto. El Perú tiene vastos y complejos problemas de seguridad que pueden ser causados por fenómenos naturales extremos, por lo que hubo que priorizar el área geográfica y los peligros a considerar.

Se seleccionó como área de estudio, la costa sur del Perú, pues un buen número de sismólogos de varias nacionalidades coinciden en señalar que allí y en el norte de Chile existe una madura zona de silencio sísmico.

En la formulación del proyecto se consideraron los 5 pasos de la metodología para la prevención y mitigación de desastres:

- Evaluación de los principales peligros.
- Determinación de los riesgos que significan tales fenómenos.
- Diseño e implementación de estrategia de prevención y mitigación de desastres.
- Preparación de planes de emergencia.
- Información al público.

Los principales peligros en el S-W del Perú que fueron indentificados son: terremotos, tsunamis y actividad volcánica. Los títulos de los 2 primeros temas del PMDP responden a esta realidad.

Se estimaron las intensidades sísmicas esperadas en los lugares importantes de interés, las zonas de inundación por tsunamis y el tiempo de llegada de la primera ola y la amenaza del volcán Misti sobre Arequipa.

Los mayores riesgos de la región estudiada están constituidos por construcciones de adobe que existen en las principales ciudades y sobre todo en la serranía de Arequipa, debilitadas por sismos intraplaca que han ocurrido en las últimas décadas.

Los mayores riesgos de tsunamis están en el puerto de Ilo, donde en la zona inundable hay un hospital, varios centros educativos, viviendas con numerosas personas, y Boca del Río en Tacna. Mollendo e Islay están en zona alta y parcialmente Chala por lo que la población no sería afectada. Sin embargo, las facilidades portuarias de Matarani, sí pueden serlo. La zona N-E de la ciudad de Arequipa y las quebradas que bajan del Misti están amenazadas por dicho volcán.

Dentro del PMDP, se han efectuado los estudios de microzonificación de Arequipa y Tacna. Anteriormente se había efectuado el de Moquegua. Se tienen pues datos suficientes para hacer crecer las ciudades más importantes de la región de manera segura y ordenada mediante planes de uso del suelo. Los puertos donde se estudiaron los efectos de los tsunamis y las poblaciones donde se estimaron intensidades probables, en la práctica presentan resultados de estudios simplificados de microzonificación que pueden ser muy útiles para su expansión. Es urgente reforzar las construcciones de adobe debilitadas por sismos anteriores para incrementar su resistencia sísmica y reemplazar las que están muy deterioradas.

Los planes de emergencia son particularmente efectivos en el caso de tsunamis, pues entre la ocurrencia del terremoto, y la llegada de la ola a la costa, hay suficiente tiempo para evacuar a la población de la zona de inundación y a este aspecto se ha dado prioridad. Defensa Civil de la Tercera Región está realizando grandes esfuerzos para lograr la participación de las autoridades locales en la formulación de planes de emergencia para cada una de las poblaciones de la región amenazada por el terremoto de la hipótesis.

La información pública es muy importante, pues de ella dependerá que las autoridades tomen la decisión política de aplicar los resultados de los estudios y planificadores y autoridades locales realicen acciones que realmente benefician a los pobladores que más lo necesitan. Es por eso que en los 2 primeros años del programa prácticamente se concluyeron todos los estudios, y en el tercer y último año se dio énfasis a las actividades de información pública. Se remitieron a las autoridades locales los resultados de los estudios tanto para la formulación e implementación de planes de

mitigación, así como también para la preparación de planes de emergencia y para realizar simulacros de evacuación. Se publicaron folletos y panfletos y se organizaron seminarios especialmente para cada uno de los 3 temas del programa.

Es necesario subrayar que el programa fue enfocado de manera multidisciplinaria y se ha tratado de involucrar de forma directa a los sectores interesados.

El trabajo en equipo ha sido muy importante. Los aportes de las instituciones locales como la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa y de especialistas residentes en la región, han sido clave para el éxito del programa. El CISMID FIC/UNI transmitió su experiencia a las otras universidades participantes y permitió el uso de sus facilidades.

Dado el apoyo que instituciones de ayuda técnica han brindado al Perú desde hace ya algunas décadas, el programa se ha desarrollado casi enteramente con personal nacional, excepto el estudio de la amenaza volcánica, que fue asesorado por un experto internacional. Se aprovechó la ocasión para reforzar institucionalmente a la UNSA en esta materia. El experto donó con generosidad publicaciones para la biblioteca y próximamente un profesor de la especialidad saldrá becado al exterior.

El estudio ha demostrado que el desarrollo económico y social debe realizarse protegiendo adecuadamente las instalaciones claves para evitar que los desastres naturales retrasen el avance de los países en vía de desarrollo.

A pesar que el PMDP concluyó oficialmente en junio de 1995, es necesario que las autoridades nacionales, regionales y locales, no solamente implementen los programas desarrollados, sino que las investigaciones continúen, pues conforme pasa el tiempo la probabilidad de ocurrencia de un sismo destructivo es mayor. Así se evita la apatía que invade a las autoridades y público en general entre un desastre y otro.

Finalmente, la participación del jefe de Defensa Civil del Perú, quien es a su vez presidente del Comité Nacional para el DIRDN, en la Conferencia Mundial de Reducción de los Desastres Naturales, realizada en Yokohama, respecto a la difusión que se está haciendo del impacto económico y social de los desastres naturales permite ahora obtener apoyo político del más alto nivel, lo cual es muy importante para la formulación, desarrollo e implementación de programas de prevención y mitigación de desastres.